

## 推薦序

臺灣鐵路自 1887 年興建迄今 123 年，百年鐵路由於時代之變遷，為達成都市發展、縮短旅運時間及捷運化等目標而進行大規模之基礎建設改建，路線、站、場軌道配置規劃設計良窳對於施工進度、營運發展與經營效率均有重大之影響，軌道配置之原理與實務益發重要。

文雄兄於民國 70 年榮獲中國工程師學會優秀青年工程師獎。72 年~80 年間派兼交通部台北市區地下鐵路工程處科長、副組長、組長、副總工程司等職，承辦台北市區鐵路地下化工程之規劃、設計與施工，松山專案及萬板專案之綜合規劃等工作。84 年~92 年間主持台中、台南鐵路地下化工程綜合規劃工作。96 年~98 年間任本局桃園國際機場捷運營運籌備處副處長，督導所屬審查系統規劃與細部設計等工作。職務歷練豐富，表現優異。

文雄兄於退休前利用公餘時間將其專業知識及累積之經驗編撰成冊，供作新進人員訓練之參考教材，並可做為工作參考手冊，希望達成鐵路專業知識傳承之目的，其用心令人感佩，爰特為之序。

交通部臺灣鐵路管理局

局長 范植谷

2010 年 6 月

# 自序

軌道運輸系統係由路線、車站與站場所組成。站場包括客貨運共站之側線群、維修與車輛停留之基地、貨車停留、編組、維修、裝卸貨之貨車調車場等，站場是鐵路運輸的節點，亦是輸送旅客與貨物的必要設施。規劃軌道運輸系統與軌道配置有關之路線走向、車站位置、車站與站場內軌道配置等，其設計品質之良窳，對鐵路運量、列車運轉效率、站內作業安全與未來發展影響至鉅。欲求優質之軌道配置設計，其前置作業對周邊地形環境、列車運行作業、站場作業內容、標準作業程序與所需設施等，應有充分之調查與瞭解。因此，本書共分四篇，主要內容包括：路線、站場、運量、行車控制系統、保安裝置、道岔、鐵路電氣化等設施演變及其歷史背景之摘述；曲線軌道超高、軌距加寬之分析、介曲線線形及佈置、曲線與直線連接、相關規章規定之分析與應用說明；坡度、曲線之坡度折減率、豎曲線等相關規章之分析與應用說明；各種地形條件（含特殊地質與不良地質地區）之選線、橋梁、隧道路線方案選定，路線平、縱斷面設計；站場設備，站場配線規劃步驟與原則，站場配線之規章規定與應用說明，各類車站（如簡易站、中間站、終點站、客運站、客貨運站、貨物站等）之軌道配置與運轉說明，車輛基地與機廠之功能定位，各類基地（客車、貨車、機車、綜合車輛等）之軌道配置與運轉說明，貨車調車場之任務、運行與分編作業、貨車調車場之型式與配置示意圖等。

高速鐵路通車前，臺鐵是國內陸上客貨運輸之主幹，可謂一支獨秀，高速公路系統陸續完成後，及門運輸便捷化，臺鐵運量隨之衰退，高速鐵路與都會區捷運系統通車後，軌道運輸呈現多元化，臺鐵面臨更嚴峻之考驗，惟以臺鐵本身所具備之主觀條件，地球暖化節能減碳之客觀需求，臺鐵仍有其不可取代之地位。隨著世界潮流之進展，臺鐵之功能與營運策略勢必隨之變化，例如提高列車速度、增設捷運化車站、改建既有車站、增加站場附屬事業開發空間、基地與貨物站之統合與廢止等，這些變化與改建都涉及軌道配置變更。因此軌道配置之規劃設計，對臺鐵之發展與效率化而言，是經常性且必要的永續工作。本書係編者總結以往的工作經驗，並廣泛蒐集國內外相關資料編撰而成，可供工務部門工程技術人員及管理階層查閱參考，亦可作為新進人員在職訓練之參考教材。編撰過程中承蒙林孟盼小姐、蘇愛青小姐協助繪圖，為此謹向她們表示衷心感謝。限於學術水平、現場經驗與繪圖寫作能力，書中難免有不足、不妥或錯誤之處，敬請批評指正。

林文雄

2010年6月

# 目 錄

1. 路線與運轉基本概念 .....	1-1
1.1 內容概述 .....	1-1
1.2 站場與路線 .....	1-1
1.2.1 站場之意義與分類 .....	1-1
1.2.2 路線之分類 .....	1-3
1.3 路線與運能 .....	1-4
1.3.1 列車載重 .....	1-4
1.3.2 行車制度 .....	1-9
1.3.3 行車密度與路線容量 .....	1-11
1.3.4 行車速度 .....	1-17
1.4 行車控制與保安 (Fail-Safe) 裝置 .....	1-22
1.4.1 號誌 .....	1-22
1.4.2 聯鎖裝置 (Interlocking System) .....	1-25
1.4.3 閉塞裝置 .....	1-25
1.4.4 列車自動警告/列車自動停止(ATW/ATS)系統 .....	1-30
1.4.5 列車自動防護 (ATP) 系統 .....	1-30
1.4.6 列車自動控制 (ATC) 系統 .....	1-31
1.5 道岔 (轉轍器, Turnout) .....	1-32
1.5.1 道岔之類型與構造 .....	1-32
1.5.2 通過道岔之行車速度 .....	1-36
1.5.3 軌道連接 .....	1-38
1.6 鐵路電化之基本認知 .....	1-45
1.6.1 鐵路電化之方式 .....	1-45
1.6.2 台鐵之電化方式 .....	1-46
1.6.3 台鐵電車線設備之供電與分區 .....	1-47
1.6.4 高壓電之安全防護措施 .....	1-47

<b>2. 曲線 (Curve)</b> .....	2-1
<b>2.1 圓曲線</b> .....	2-1
2.1.1 圓曲線之種類與表示方法 .....	2-1
2.1.2 曲線軌道外軌超高 (Cant) .....	2-2
2.1.3 軌距加寬(Slack) .....	2-8
2.1.4 規章規定與說明 .....	2-11
<b>2.2 介曲線 (Transition Curve)</b> .....	2-19
2.2.1 介曲線之作用與探討重點 .....	2-19
2.2.2 介曲線之線形 .....	2-20
2.2.3 介曲線長度 .....	2-22
<b>2.3 曲線間之直線規劃與曲線半徑選用原則</b> .....	2-30
2.3.1 曲線間直線之規劃原則 .....	2-30
2.3.2 曲線半徑選用原則 .....	2-33
<b>3. 坡度</b> .....	3-1
<b>3.1 坡度與運輸量之關係</b> .....	3-1
<b>3.2 規章規定與說明</b> .....	3-2
3.2.1 正線坡度 .....	3-2
3.2.2 側線坡度 .....	3-3
3.2.3 曲線坡度折減率 .....	3-3
3.2.4 隧道之坡度 .....	3-4
<b>3.3 豎曲線 (Vertical Curve)</b> .....	3-5
3.3.1 設立豎曲線之目的 .....	3-5
3.3.2 規章規定與說明 .....	3-5
<b>4. 選線與路線規劃設計</b> .....	4-1
<b>4.1 選線</b> .....	4-1



4.1.1 概述 .....	4-1
4.1.2 路線走向選擇 .....	4-2
4.1.3 接軌方案選擇 .....	4-3
4.1.4 車站分布和路線方案選擇 .....	4-4
4.1.5 不同地形條件下的選線和橋梁、隧道路線方案選擇 .....	4-5
4.1.6 特殊地質和不良地質地區選線 .....	4-12
4.2 平面規劃設計的一般方法與步驟 .....	4-15
4.2.1 路線設計概述 .....	4-15
4.2.2 陡坡地段定線 .....	4-16
4.2.3 緩坡地段定線 .....	4-17
4.2.4 橫斷面定線 .....	4-20
4.2.5 不同設計階段的平面設計要求 .....	4-20
4.2.6 橋樑與隧道的路線平面 .....	4-21
4.3 縱斷面規劃設計的一般方法與步驟 .....	4-24
4.3.1 縱斷面規劃設計的原則和要求 .....	4-24
4.3.2 縱斷面規劃設計的一般方法與步驟 .....	4-25
4.3.3 縱斷面設計應注意之問題 .....	4-25
4.3.4 不同設計階段的縱斷面設計要求 .....	4-26
4.3.5 最大坡度的減緩 .....	4-26
4.3.6 縱斷面坡段長度及連接 .....	4-27
4.3.7 路基、橋涵和隧道對路線縱斷面的要求 .....	4-29
4.4 改建既有線、增建第二線、新建雙線的正線平面和縱斷面設計	4-31
4.4.1 改建既有線的正線平面和縱斷面設計 .....	4-31
4.4.2 增建第二線的正線平面和縱斷面設計 .....	4-36
4.4.3 新建雙線的正線平面和縱橫斷面設計 .....	4-40
5. 站場與路線配置 .....	5-1
5.1 車站位置與站場設備 .....	5-1
5.1.1 車站位置 .....	5-1
5.1.2 站場設備 .....	5-1
5.2 站內正線之配置規劃 .....	5-5
5.2.1 概述 .....	5-5
5.2.2 站場配線 (Arrangement of Tracks) 應注意之一般原則 .....	5-5
5.2.3 路線有效長度 .....	5-6

5.2.4 建築界限(Construction Gauge)	5-8
5.2.5 軌道中心間距	5-24
5.2.6 站場平面設計要求	5-24
5.2.7 規章規定	5-26
<b>5.3 車站站場配線示意圖</b>	<b>5-27</b>
5.3.1 站場配線規劃之步驟	5-27
5.3.2 簡易站配線示意圖	5-29
5.3.3 中間小站配線示意圖	5-30
5.3.4 中間待避站配線示意圖	5-33
5.3.5 終點站之功能與配線	5-41
5.3.6 一般型貫通式終點站	5-41
5.3.7 末端式旅客專用終點站	5-43
5.3.8 末端式客貨運終點站	5-46
5.3.9 貫通式客運終點站	5-47
5.3.10 貫通式與末端式貨物站	5-50
5.3.11 支線起點站配線示意圖	5-53
5.3.12 可直通之分歧站配線示意圖	5-56
<b>5.4 車輛基地與機廠</b>	<b>5-65</b>
5.4.1 概述	5-66
5.4.2 客車基地 (電聯車基地、柴聯/油車基地、客車基地、客車調車場)	5-72
5.4.3 機車基地	5-87
5.4.4 貨車基地	5-90
5.4.5 綜合車輛基地	5-93
<b>5.5 貨車調車場</b>	<b>5-94</b>
5.5.1 貨車調車場之任務與位置	5-94
5.5.2 貨物列車之運行與分編作業	5-95
5.5.3 貨車調車場之型式	5-98
5.5.4 正線貫穿、並列式平面調車場	5-99
5.5.5 正線環抱式平面調車場	5-101
5.5.6 正線環抱式駝峰調車場	5-103
<b>參考文獻</b>	<b>5-105</b>

# 軌道配置之原理與實務

## 1. 路線與運轉基本概念

### 1.1 前言

本書內容包含鐵路系統中之站間正線規劃與站場路線佈置。書中闡述軌道配置之組成內容及其影響因素、軌道配置規劃之基本原理及其相關規定，同時介紹站間正線規劃與站場路線佈置之基本步驟與做法，俾供鐵路工程界之參考。

軌道係鐵路營運之必要基本設施，作為鐵路車輛運行之基礎。為使軌道路線能滿足運輸能力之需求目標，並經常保持路線最佳狀態，確保行車安全，定線工程師對影響運輸能力、行車安全與站場運轉效率等相關之行車制度、路線容量、行車速度、號誌與聯鎖、站場設備與作業方法等基本知識，運轉所需設施之相關規定及其原理，應深入了解始能規劃出最佳之軌道定線方案與站場路線配置。

路線規劃設計之基本目標是安全、快速、舒適與經濟等，因此，除遵守規章之規定外，亦應考慮施工期間工程成本、營運期間運轉效率與路線維修保養費用之經濟性，此項目標常被忽略，就提昇鐵路技術水準與企業永續經營而言，此點尤需重視。

路線之建設時機包括新建、改線或改善、擴建等，其基本原理雖然相同，但作業方式或重點略有差異，為求思慮周密，提高規劃設計作業效率，本書對各建設時機之規劃設計步驟亦作一些介紹。

鐵路車輛行駛某些里程或經過一定時間後，必須進入維修場所進行檢查或維修作業。維修場所之所在，早年台鐵多以維修單位之名稱代之，如動力車之檢修處所稱為機務段，客貨車之檢修場所稱為檢車段，動力車及客貨車之大修場所稱為機廠。隨著時代之變遷與營運方式之改變，車輛維修體系與維修場所之配置方式，亦須配合因應，因之維修場所常有不同之名詞出現，如基地、車輛基地、客車場、調車場等，令人眼花撩亂，造成諸多困擾。上述名詞在規章未統一界定之前，本文將就其發展歷程及內涵加以說明，釐清觀念，俾利規劃設計與溝通協調。

### 1.2 站場與路線

#### 1.2.1 站場之意義與分類

鐵路運輸系統為能把旅客與貨物安全、準時、迅速地運達目的地，除須有適當之路網與載運旅客與貨物之車輛外，在路網之適當距離內，為旅客上下及貨物之裝卸，需設置有車站；為列車運轉，在適當地點亦需設置列車交

會待避等設備；又為機車與客貨車之清掃、加油加砂、與小規模修理，以確保運轉安全，應設有實施車輛保養所必須之設備；為達成順利運輸之目的，編組列車之車輛，應經常按適當順序連掛；為實施列車編組之整理，應設有實施車輛摘掛及調車等設備。如上所述設有辦理客貨業務與運轉上所需設備之處所，統稱為站場。

站場可依各種不同之觀點予以分類。台鐵「行車實施要點」，將站場分為下列三類：

一、車站(Station)：指辦理行車及營業之場所。

車站為辦理旅客及貨運業務而設，絕大多數之站場皆屬之。車站除設有辦理客貨業務之設備外，另亦有合併設置車輛保養、列車編組、車輛調整、列車交會，以及列車待避等設備者。不辦理客貨運業務僅具有運轉上所需設備之站場，不得稱其為車站。

二、號誌站(Signal Station)：指專辦理列車交會、避讓，不辦營業之場所。

號誌站乃專為列車交會待避而設，概不辦理客貨運業務，以縮短站間距離，提高行車速度，故亦稱錯車站，設置於區間較長的兩站之間。因其既不辦理客貨運營業，亦不辦理調車作業，故日本將號誌站稱為信號場，我國一般皆稱為號誌站。號誌站依其管理方式，或為無人號誌站，或為有人號誌站，前者設置於中央控制行車制區間，後者設置於非中央控制行車制區間。

三、調車場(Yard)：指專辦理列車編組及車輛調移之場所。

調車場不辦理客貨運業務，乃專為列車編組及調車而設。調車場依使用目的，分為客車調車場(Coach Yard)及貨車調車場(Freight Car Yard)兩種。客車調車場係為旅客列車變更編組、檢查修繕、洗刷留置、以及其他為客車運用上作必需之準備。貨車調車場則為貨物列車編組與整理其編組而設。一般調車場均兼設機車及客貨車等保養設備。

車站之類別，可區分如下：

一、依運輸對象分類

- (一) 客運站 (Passenger Station)：大都會區之車站因客運業務繁忙，且用地取得困難，不能兼辦貨運業務，僅能專辦旅客業務及行李的車站，稱為旅客車站。
- (二) 貨運站 (Freight Station)：在工業區或大都會區貨運特別繁忙之處，需在接近調車場附近設立貨物車站，專辦貨運業務，包括貨物列車到開、裝卸、倉儲等業務。
- (三) 一般車站 (Station)：鐵路之一般車站，其客貨運量不大者，毋須將旅客與貨物車站分別設立，而將客貨運業合併在同一車站辦理，以節省場地、設備及人力。車站以此類佔最大多數。

二、依業務量而分：台鐵內部基於管理之需要，依各站經辦業務之繁簡，而分下列等級。

- (一) 特等站：客貨量業務特別繁忙之車站。
- (二) 頭等站：客貨運業務較為繁忙之車站。
- (三) 二等站：客貨運業務不甚繁忙之車站。
- (四) 三等站：客貨運業務清淡之車站。
- (五) 簡易站：僅派站員未派站長之車站。
- (六) 招呼站：未派站員而有列車停靠，旅客在車上辦理購票之車站。

### 三、依平面形狀分類

- (一) 貫通式車站 (Through Type Station)：路線貫通站場、站房等主要建築物，即站場設於路線兩側之車站。惟高架路線區間，其站場建築物設在路線下方，或地下路線區間，站房建築物設在路線上方者，仍屬貫通式車站。
- (二) 末端式車站 (Stub Type Station)：路線呈盡頭狀，站場之主要建築物位於路線之末端。位於路線終點之站場，以此種型式居多。

### 四、依路線位置分類

- (一) 終點站 (Terminal Station)：終點站依觀點之不同而有兩種解釋。通常係以位於路線之終端者稱之，末端式之站場屬之。但就另一觀點而言，舉凡列車始發終點之站場，縱其為貫通式，亦可稱為終點站。旅客列車之終點站，需設有旅客列車編組及洗車等設備。貨物列車之終點站，需設有貨車分解、編組等設備。又如更換機車之站場，即稱為機車終點站之站場，則需備有機車檢查、保養等設備。
- (二) 中間站 (Intermediate Station)：位於路線中途之站場，即列車通過之站場，為貫通式之形式。
- (三) 支線分歧站或連絡站 (Junction Station or Branch - off Station)：位於兩條以上路線之匯合地點而辦理聯運者，其中有列車向幹線直通往支線者。及因支線為末端式者致不能直通運轉者。

## 1.2.2 路線之分類

鐵路路線之名稱用語甚多，為避免混淆且便於爾後規劃設計與維修管理之需要，特依其性質分類說明如下：

### 一、依路網之組成而分

- (一) 幹線：為鐵路網中之主要路線，如台灣環島鐵路系統之縱貫線、屏東線、南迴線、台東線、北迴線、宜蘭線等。
- (二) 支線：由幹線分支而出到達某一地域之次要路線，如台鐵之平溪支線、內灣支線、集集支線、林口支線等。
- (三) 區間路線：為聯絡重要市鎮或幹線之路線，如台鐵之台中線(竹南至彰化及成功至追分)。

### 二、依軌道數目而分

- (一) 單軌路線：路線上僅鋪設一股軌道，供來往列車行駛。

(二) 雙軌路線：路線上鋪設二股軌道，供來往列車各自行駛一股軌道。

(三) 多軌路線：路線上鋪設多股軌道，可供數列車來往行駛。

### 三、依規劃設計標準而分

台鐵路線設計及設施標準之訂定，按軌道通過負荷量、行車速率及業務性質等，將其路線等級區分如下：

(一) 特甲級線：包括縱貫線（基隆至高雄及鼓山至高雄港）、台中線（竹南至彰化及成功至追分）、宜蘭線（八堵至蘇澳）、北迴線（蘇澳新站至花蓮）、台東線（花蓮至台東）、南迴線（台東至枋寮）、屏東線（高雄至枋寮）。

(二) 甲級線：包括花蓮至花蓮港、北埔至花蓮港。

(三) 乙級線：指特甲級線、甲級線以外之各線。

### 四、依運轉作業而分

(一) 正線：提供旅客運送服務使用之路線或其他列車運轉經常使用之路線稱為正線。可分為站場內列車到開或通過常用路線之站內正線，及行駛於兩站間之站外正線。

(二) 側線：正線以外之路線稱為側線。

## 1.3 路線與運能

欲評估路線定線、站場軌道配置等軌道系統規劃，對未來列車運能之影響，需對列車運轉性能及其原理有所了解。

影響運能之列車運轉性能，主要為機車牽引噸數與列車運轉時分等因素，上述因素與路線定線、站場軌道配置有關之項目為列車載重、行車制度、行車密度與路線容量、行車速度等。

### 1.3.1 列車載重

列車載重係指機車牽引客車或貨車所組成的列車，在某種坡度、曲線和行車速度下，所應牽引之噸數。影響列車載重的主要因素為機車牽引力和列車阻力等。

#### 一、機車牽引力

機車經由主電動機（牽引馬達）或引擎所產生之迴轉力，傳達至動輪，促使自身前進並牽引客貨車行駛之拉力，稱為牽引力。牽引力依其作用處所，可分為動輪牽引力和連結器牽引力。

##### (一) 動輪牽引力

主電動機（牽引馬達）或引擎之迴轉力，經動力傳動裝置，在動輪周圍與鋼軌間產生之牽引力，稱為動輪牽引力。

動輪牽引力 = (指示牽引力) - (動力傳動裝置之損失)

指示牽引力係指發生在電樞或引擎之迴轉力傳動至動輪時，假定動

力傳動裝置無損失（即機械效率 100%）時之牽引力。

由上可知，動輪牽引力係實際發揮在動輪周圍之牽引力，因此，一般所謂之牽引力即為動輪牽引力。

## (二) 連結器牽引力

連結器牽引力係指機車牽引客貨車時，發生在機車後端連結器的牽引力。

連結器牽引力 = (動輪牽引力) - (機車本身之阻力)

由上可知，連結器牽引力係實際可用於牽引客貨車之有效牽引力。

## 二、列車阻力

列車在直線上，如保持一定之牽引力行駛時，列車速度會逐漸下降，係因列車行進之反方向上，有一反抗列車前進的作用力所致，此種反抗列車前進之阻力，稱為列車阻力。

列車阻力相當複雜，因素很多，主要者為：出發阻力、行駛阻力、曲線阻力、坡度阻力、隧道阻力等五種。

列車阻力的單位，一般以全列車每噸列車重量之阻力 kg/t 表示之。

### (一) 出發阻力

在平坦直線上呈停車狀態之列車，啟動行駛時之阻力，稱為出發阻力。圖 1.3-1 為出發阻力與行駛阻力之關係圖，圖中顯示，列車啟動時之阻力較大，啟動之後，隨著列車速度之升高而急遽變小，至一最小值後，即變為一般的行駛阻力而增大。

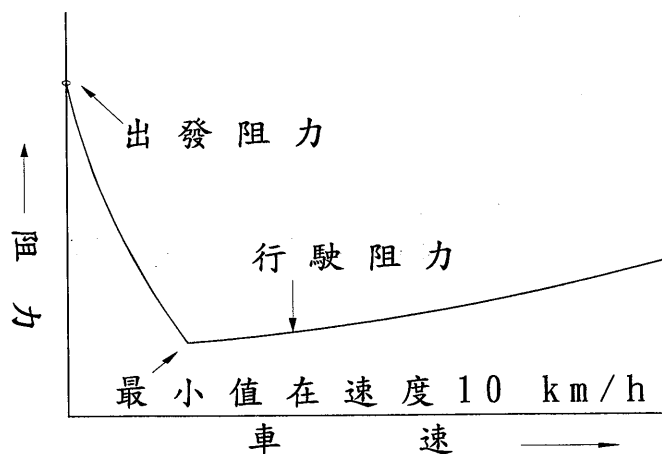


圖 1.3-1 出發阻力與行駛阻力之關係

### (二) 行駛阻力 (Running Resistance)

列車在平坦直線上行駛之阻力，稱為行駛阻力。其主要原因有：車輪與軸承間之摩擦、車輛與軌面間之摩擦、車輛搖動、空氣阻力、閘瓦與輪箱接觸摩擦、機械部分摩擦等。因此，行駛阻力乃係各阻力之總和，行駛阻力之起因複雜，欲個別計算其阻力值，不但不易且計算繁雜誤差

亦多。通常利用實車測試等實驗方式，求出行駛阻力之經驗式：

$$R = a + bV + cV^2 \text{ --- (1-1)}$$

上式中 R：行駛阻力 (kg/t)；

V：行駛速度 (km/h)；

a：與速度無關之常數 (如車軸之摩擦、閘瓦與輪箱之接觸摩擦、機械部分之摩擦等)；

b：與速度成正比之係數 (如車輛與軌面間摩擦有關之部分)；

c：與速度平方成正比之係數 (如空氣阻力、車輛搖動有關之部分)；

### (三) 坡度阻力 (Grade Resistance)

列車行駛於上坡之路線上，如圖 1.3-2 所示，因受地心引力之作用，將產生與列車成相反方向抵抗列車前進之阻力  $W \sin \alpha$ ，故坡度行車除直線行駛之行駛阻力外，又須增加一種坡度阻力，其大小為  $R_i = W \sin \alpha$ ，W 為列車總重。

路線坡度，普通以 1:n 之比例表示之，最好以千分之幾 (‰) 或百分之幾 (%) 表示之。如坡度 S 以 ‰ 表示，L=長度，h=升高，因路線之傾斜角  $\alpha$  甚小， $\sin \alpha \approx \tan \alpha$  則

$$\tan \alpha = \frac{h}{L} = \frac{S}{1000}$$

$$R_i (\text{kg}) = W (\text{t}) \sin \alpha \cdot 1000 (\text{kg})$$

$$= W (\text{t}) \cdot \frac{S}{1000} \cdot 1000 (\text{kg})$$

$$= W (\text{t}) \cdot S\%$$

列車每一公噸 (ton) 重量產生之阻力  $R_i$  (kg / t) 即等於路線之坡度 S (‰)，其公式如下：

$$R_i (\text{kg / ton}) = \pm S (\%) \text{ --- (1-2)}$$

上坡為正數，下坡為負數，因下坡重力可幫助機車牽引力，並使阻力減少。無論標準軌或窄軌路線，坡度阻力之計算公式相同。

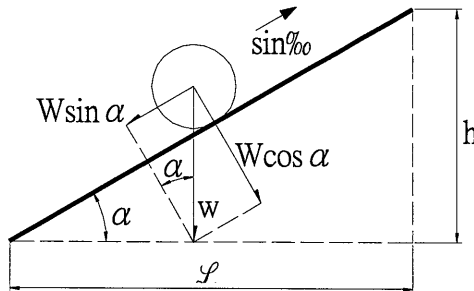


圖 1.3-2 坡度阻力



#### (四) 曲線阻力 (Curve Resistance)

列車在曲線上行駛時，阻力加大，此種增加的阻力稱為曲線阻力。產生曲線阻力之主要原因有三：

- 離心力。普通之離心力計算式為  $\frac{m \times v^2}{R}$
- 外軌滑行及內軌滑轉，因行走路程不同。
- 外軌前輪及內軌後輪之壓力增強。

由其發生之原因可知，曲線阻力之大小與曲線半徑、軸距、輪邊之構造、輪軌間之空隙、車輪直徑、軌距及軌距加寬、外軌超高、行車速度等有關，甚難訂定一適合各種條件的公式，通常以莫里遜(Morison)式所發表之公式估算之。

$$R_c = \frac{1000\mu(G+L)}{2R} \text{ ----- (1-3)}$$

上式中  $R_c$ ：曲線阻力 (kg / t)；

$\mu$ ：車輛與鋼軌間之摩擦係數；

$G$ ：軌距 (m)；

$L$ ：固定軸距 (m)；

$R$ ：曲線半徑 (m)。

#### (五) 隧道阻力

列車在隧道行駛時，由於隧道之風壓變化而增加之空氣阻力，稱為隧道阻力。隧道阻力因隧道斷面形狀與大小、隧道長度、列車形式、速度等因素之影響而有很大之變化。

#### 三、列車載重

連結器牽引力除以車輛每噸阻力所得之商稱為機車牽引重量，即機車實際牽引各種車輛的自重和載重之和，亦稱列車載重，通常以公噸(t)表示之。其原理如下：

機車在平直路線上行駛，實際上可用於牽引客貨車的連結器牽引力  $T_0$  為

$$\text{連結器牽引力 } T_0 = (\text{動輪牽引力 } T) - (\text{機車本身之阻力 } R_t)$$

當列車在平直路線上以一等速度運轉時，連結器牽引力  $T_0$  應與牽引客貨車之行駛阻力  $r$  相等，此時之牽引重量即列車載重  $W$  可由下式求得：

$$T_0 = r W$$

$$\therefore W = \frac{T_0}{r} \text{ ----- (1-4)}$$

列車在曲線及坡度上行駛時，平直路線上之連結器牽引力  $T_0$  尚須

減去機車之曲線阻力及坡度阻力，始為機車在曲線與坡度上之實際可牽引客貨車之有效牽引力。相對的牽引客貨車之行駛阻力，亦須加上曲線及坡度之阻力。因此，機車在曲線及坡度上之牽引重量  $W$ ，可由下式求得：

其關係可由下式求得：

$$T_0 - (r_c + r_s) W_l = (r + r_c + r_s) W$$

$$\therefore W = \frac{T_0 - (r_c + r_s) W_l}{r + r_c + r_s} \text{ ----- (1-5)}$$

上式中

- $W$ ：列車載重 (t)；
- $T_0$ ：機車之連結器牽引力 (kg)；
- $W_l$ ：機車重量 (t)；
- $r$ ：牽引客貨車之行駛阻力 (kg/t)；
- $r_s$ ：坡道阻力 (kg/t)；
- $r_c$ ：曲線阻力 (kg/t)。

停留在平直路線上之列車，啟動時之機車牽引重量，得由下式求之：

$$T_0 = r_0 W$$

$$\therefore W = \frac{T_0}{r_0} \text{ ----- (1-6)}$$

上式中  $r_0$  為牽引客貨車之出發阻力 (kg/t)。

由式 (1-4)、(1-5) 中，可得知列車載重（即機車牽引重量） $W$  與行駛阻力成反比，由式 (1-1) 可知，行駛阻力與速度之平方呈正比。故運轉速度愈高行駛阻力愈大，牽引重量愈小，坡度愈大，曲線半徑愈小，阻力愈大，牽引重量亦越小。

#### 四、機車牽引定數 (Nominal Tractive Capacity)

列車按其「牽引類別」所定之運轉時分，機車能安全且準點，其所能牽引之車輛重量，或列車在行駛過程中，一度停車能再起步時之前提下，對車輛編組比之限制數，稱為機車牽引定數。

「牽引類別」又稱「速度類別」。機車牽引定數之表示方法，計有換算噸數法、換算車數法、實際噸數法、連結器牽引力法、調整噸數法等。換算車數法在日本是以車輛 10 噸換算一輛，各車輛均需表示空重、載重。台鐵在行車特定事項第 11 條規定以 2 軸車為 1 車，作為換算標準。換算噸數則依部頒車輛換算須知。

換算噸數法係參照式 (1-4)、(1-5)，列表估算各類型機車在各站間所定之運轉時分，安全而準時到達之速度限制下，機車所能牽引之最大重量，據而繪製各型機車之牽引重量曲線圖（牽引重量—速度關係圖）。

### 1.3.2 行車制度

鐵路行車以專用路權為其特徵，一股路線上行駛二組以上之列車時，因缺乏錯讓空間，對向列車有對撞的危險，同向列車則有追撞之可能。行車制度(Train Operation System)乃為保障列車安全運轉，所採用的行車方法。

#### 一、行車制度之分類

行車制度為保障行車安全與提高運轉效率的行車技術，依其作業方式，可分為二類：隔時法(Time Interval)、隔地法(Space Interval)。

##### (一)隔時法

隔時法係以時間隔離兩列車的運轉方法，即前車行駛後，非經相當時間，後車不得運轉。此種行車制度，列車的運行依據列車時刻表及行車命令行駛，在正常情況下，各定點列車的行駛，依照時刻表規定時間與次序間隔行駛並交會避讓，如遇列車誤點、加開列車或行車事故運轉紊亂時，列車的行駛與交會避讓，則由調度員以行車命令書，通知乘務員執行。

隔時法早期為美國鐵路所採用，雖然長久以來仍普遍存在，惟絕大部分的鐵路系統，不會單獨採用隔時法，仍需併用通信方式或隔地法等技術。

##### (二)隔地法

隔地法係以空間隔離兩列車的運轉方法，將路線分隔成許多區間，每一區間只允許一列車佔用，先行列車完全駛離該區間後，始准其他列車進入該區間，以避免意外事故的發生，此種區間稱為閉塞區間(Block)，故隔地法之行車方法亦稱閉塞制(Block System)。

#### 二、隔地法之各種閉塞制度

閉塞區間內之列車會影響前後列車之運行，依列車在閉塞區間內之佔用情況，閉塞制可分為絕對閉塞制(Absolute Block System)和容許閉塞制(Permissible Block System)二類。前者係將兩站間當作一個閉塞區間，兩站間只准一列車運轉，絕對不允許同時有兩列車同向行駛，後者則在兩站間以設置閉塞號誌機之方式，區隔成數個閉塞區間，兩站間允許有兩列以上之列車，在適當安全距離內作同方向跟蹤行駛。

絕對閉塞制之行車控制方法有人工閉塞行車制及聯動閉塞行車制；容許閉塞制則有自動閉塞行車制及中央控制行車制。

##### (一)人工閉塞行車制(Manual Block System)

人工閉塞行車制，係利用人工來操作固定號誌機，本站與鄰站號誌機間，並無聯鎖關係。相鄰兩站間以進站號誌機為界，站外作為一閉塞區間，站內不作為閉塞區間。其列車之行駛以通訊方式，或嚮導方式，或電氣路牌憑證，或牌券憑證來管制。

通訊方式係由兩站間之負責人利用電話詢問方式來確認閉塞區間

是否淨空(Clear)，以操作進出站號誌機，允許列車之行駛。

嚮導方式係兩站間備嚮導員一人，列車由此唯一合法之嚮導員，隨車嚮導，始能在兩站間行駛。

電氣路牌憑證係在相鄰兩站間各設電氣路牌閉塞機一台，以一對架空電線連接成一組，並備有銅質圓餅型路牌若干個，分別鎖置於雙方閉塞機內。該機之開啟，端賴電流互動以彼此控制，而不能由站內人員自行開啟。如甲站欲開一列車到乙站，甲站人員必先詢問乙站，如無列車由乙站迎面而來，乙站人員除以電話通知甲站外，並須將電鎖開放，甲站才得以取出路牌交給司機，作為司機開行之憑證。當路牌取出後，乙站儲存路牌之閉塞機，即為電磁鎖牢，等該路牌由列車攜抵乙站，置於乙站之路牌閉塞機後，甲站才能取出第二個路牌。由於司機在行駛中已有憑證，並與號誌顯示充分配合，如有發生意外事件，其責任即由乙站負責，責任明確，既安全亦有保障。

牌券憑證之原理與電氣路牌憑證相同，差別只在以牌券(通行券)代替銅質路牌，較為簡易，但是安全可靠度亦較低。

人工閉塞行車制因行車效率較低，僅適用於行車密度不高的鐵路。

## (二) 聯動閉塞行車制 (Interlocked Block System)

實施聯動閉塞行車制的鐵路，其閉塞區間的固定號誌機，藉軌道電路的作用與路線聯鎖，列車的行駛，無論在單線或複線運轉區間，均不需要路牌等信物，完全以號誌指示列車的行駛。號誌之操縱，雖亦由人工，但由於兩站間軌道電路之作用，雙方站之出發號誌相互聯鎖，即本站之出發號誌為鄰站所控制，故欲開行列車，必須取得鄰站的合作，送來電流，方能使出發號誌顯示平安，列車才能開出。此制因出發號誌機與路線聯鎖，安全性大為提高，且行車手續簡化，行車密度亦可提高。

## (三) 自動閉塞行車制 (Automatic Block System, ABS)

自動閉塞行車制簡稱 ABS，係將兩站之間分割成若干閉塞區間，每一區間設有軌道電路(Track Circuit)或計軸器 (Axle Counter) 與號誌機聯鎖而成的號誌自動閉塞，利用軌道電路或計軸器之感應，使號誌自動顯示，無需人力操作。當列車駛入區間時，在該區入口處之號誌立即顯示險阻，待列車駛離該區間，號誌即自動恢復顯示平安。採用 ABS 的鐵路，站內外全部正線及站內主要側線，均裝置軌道電路或計軸器，與站內各號誌機構成自動聯鎖關係。各站除進站及出發號誌機外，以兩號誌機間為一閉塞區間。一般而言，所有號誌機至少可產生險阻、注意、平安的紅黃綠三位式號誌，甚至有四位式或五位式號誌，其顯示完全受軌道電路或計軸器的控制，因列車的經過而自動變換，列車的行止悉依號誌的指示。ABS 可在站間同方向開行跟隨列車，單線或複線均適用，安全且效率高，為目前有效的行車控制方式之一，普遍被現代化鐵路所採用。

#### (四)中央控制行車制(Centralized Traffic Control ,CTC)

中央控制行車制簡稱 CTC，係將實施 ABS 區間裡的數十處站場之行車號誌控制集中於一處調度所，由調度員合併辦理行車調度及號誌事宜，以發揮鐵路運轉之最大效益，為 ABS 的進一步運用。其作法係在調度所設一控制總機(Control Machine)，以遙控方式(Remote Control)控制該區間之號誌機及轉轍器。同時，該區段各站場之號誌機顯示情形及轉轍器的狀態，也自動顯示在控制總機上，以方便調度員監視與操控。

現代化的 CTC 裝置，已經由大型電腦擔負起控制總機的任務。所有號誌顯示及轉轍器的控制，也由電腦負責進行。以台鐵之 CTC 設備為例，只要將調度行車計劃包括時間計劃、各站進路計劃及所有行車調度之條件特質等，輸入電腦主機後，系統將依此一行車計劃自動設定列車進路，並依列車實際運行情形，列車等級，前方進路作自動調度，並自動發出誤點警告。司機只要遵守現場號誌行車，即使班次密集，鐵路運轉亦可有條不紊地進行。因此除非司機不遵守現場號誌行駛，否則幾乎不可能發生肇事。為避免司機疏忽或不遵守現場號誌指示，可以靠列車自動警告列車自動停止裝置(ATW/ATS)或列車控制裝置(Automatic Train Control, ATC)或列車自動防護(Automatic Train Protection, ATP)系統來控制執行號誌命令，控制車速加以補救。所以 CTC 堪稱最安全的現代化行車控制設備。

台鐵在中央控制行車制之複線區間，多數以雙單線方式行車。複線區間，通常路線分上下行行車，各靠左側行車，各不相擾，避免列車之錯讓。雙單線行車方式，則每一單線均可上下行行車，不僅列車運行比較靈活，可以提高路線容量，如果遇到一線不通，或因路線保養需封鎖不能使用時，另一線也可以不變更行車制度照常運轉。CTC 在調度所內裝置控制總機，在各車站另裝置就地控制設備，其目的在於便利站長於控制板上獲得行車資訊，遇到控制總機障礙時，經調度員同意，站長可就地控制行車主控調車作業。

#### 1.3.3 行車密度與路線容量

##### 一、影響列車密度之因素

行車密度係指某一區間在某一定時間內所運轉之列車次數。運能之大小，與行車密度大小成正比。影響行車密度之主要因素如下：

- (一) 站間距離之長短：站間之距離愈近，則列車在站等候錯讓所需時間愈少，兩站間的行車密度愈高。各站間距離如過於不均，嚴重影響行車密度。整個路線的行車次數常受制於最弱或較弱之區間，故計算行車密度時，須以該線段內運能最薄弱之區間作為計算的標準。由於新式行車制度採取兩站間之容許閉塞制可開跟隨列車後，站間距離之影響已不如昔日採行絕對閉塞時之重要。
- (二) 停站時間之長短：停站的時間愈短，不但可提高行車密度，亦會增加路線及車輛的使用率。停站時間的長短與軌道佈置、股道數目、路線有效長、通信設備及作業效率有關。

(三) 行車號誌制度：新式之行車與號誌制度，除兼顧安全外，尤其重視行車運轉效率之提昇，以提高行車密度。概而言之，行車密度以採用中央控制行車制最高、自動閉塞行車制次之，聯動閉塞行車制更次之，人工閉塞行車制最低。

(四) 正線軌道的多寡：單線與複線之行車密度差異極大。複線鐵路無論採用何種行車制度，上下行列車均可對向行駛，單向行車僅有待避而無交會；單線鐵路則否，雙向行車之交會與待避影響行車次數至大。

(五) 行車速度之快慢：列車速度愈高，則列車在兩站間行駛所需的時間愈短，兩站間的行車密度愈高，惟各列車速度如差異太大，也會影響行車密度。

(六) 機車及車輛之配合是否適宜：機車車輛為運輸行為的必要工具，如數量過少，則有調度困難之虞，使行車密度無法增加。如數量過多，則有壅塞站場之虞，對行車密度的增加無濟於事。唯有機車車輛數量適當，彼此比例適宜，方能調度得心應手，有效增加行車密度。

## 二、行車密度或路線容量之計算方法

行車密度與路線容量二者皆指列車次數而言。行車密度係指某一區間在一定時間內所運行之列車次數；路線容量（亦稱軌道容量）係指每日可行駛之最多列車次數。一條路線之容量大，行車密度即可提高。由此可知，路線容量與行車密度的涵義，雖相似但不盡相同，行車密度指鐵路某一區段，實際行駛的列車次數，理論上應小於路線容量，故一般規劃設計所考慮的列車次數，係指一天能夠運行的最高列車次數，即路線容量。影響路線容量之因素頗多，評估現行路線容量應考慮路線條件、機車及車輛性能、號誌條件、行車制度等所構成之區間運轉時分，考慮站場股道配置，有效時間帶等主要因素，誘導一種算式，以求其概數，供決策單位瞭解現有設施使用情形，及藉以投資改善設備之參考數據。

路線容量之計算方法，有圖解法和分析計算法兩種。圖解法較精確，但因圖解作業量大，費時費力，一般用於路線容量利用率接近飽和時或個別特殊狀況的圖解驗算。近年來，圖解法已被電腦模擬法所取代。分析計算法簡便易行，又可分為直接計算法和利用率計算法兩種。二者型式雖異，但原理相同，結果一致。作業性質單一時，宜用直接計算法，作業複雜種類繁多時，宜利用利用率計算法較為簡便。以下摘列台鐵及國外鐵路區間路線容量之計算方法，以資參考。

### (一) 台鐵現行使用之經驗計算方式

$$N = \frac{1440}{\frac{T_1 + T_2}{2} + S} \times f_1 \times f_2 \times C \quad \text{----- (1-5)}$$

上式中 N：路線容量（列次 / 日）；

$T_1$ 、 $T_2$ ：分別為站間上、下行客貨列車所佔比例之平均運轉時分（分）；

$S$ ：辦理閉塞及處理號誌所需時間（分），台鐵採用 1.5 分；

$f_1$ ：路線利用率。國外一般採用 0.65~0.75，台鐵採用 0.7；

$f_2$ ：跟隨係數。在電氣路牌閉塞行車制區間  $f_1=1$ ，在自動閉塞區間（ABS）及中央控制行車制區間列車得跟隨行駛，台鐵使用三位式號誌系統（R.Y.G）以二閉塞區間始得顯示 G，因此以二閉塞區間為 1，每增加一閉塞區間增加 0.1、三閉塞區間惟 1.1，以下類推。

$C$ ：軌道數目。單線區間為 1，雙線區間為 2，雙單線或三軌區間為 3。

今舉一例說明其用法：假定甲乙兩站間為雙線區間，採用自動閉塞行車制，區隔四個閉塞區間，計畫之列車密度為 220 列次/日，其中旅客列車佔百分之八十，貨物列車佔百分之二十。旅客列車的運轉時間，上下行別為 7.5 分及 7 分。貨運列車的運轉時間，上下行分別為 11 分及 8.5 分，則該兩站間的路線容量為

$$N = \frac{1440}{\frac{0.8 \times (7.5 + 7.0) + 0.2(11.0 + 8.5)}{2} + 1.5} \times 0.7 \times 1.2 \times 2$$
$$= 263 \text{ 列次 / 日}$$

鐵路正線數與月台等站場股道配置是否適當，常需參考路線容量、路線使用率、月台佔有率等相關數據，惟其涉及之因素至為複雜，無法精確計算，僅能依據經驗作一概估，因此，其結果難免與實情略有出入。例如理論上路線容量應大於行車密度，但有些區間現有行車密度大於路線容量，即路線使用率（現行列車次數除以路線容量）大於 100%，因此各種計算式之採用應配合該區間之運轉速度，行車制度等作業系統選用適當之參數。以台鐵經驗公式為例，站間上下行列車平均運轉時分而言，旅客列車車種即有數種之多，其列車之平均運轉時分，宜按各種列車次數比例，或行駛該區間所有列車運轉總時分除以該區間之總列次數，較符實際狀況。又辦理閉塞及號誌時間，宜按該區間之閉塞方式估計之，如電氣路牌閉塞區間採用 2.5 分，聯動閉塞區間採用 1.5 分，自動閉塞式及中央控制行車制區間採用 1.0 分，較符實情。

月台之配置，依據日本中央鐵道學園所編之「運轉經營概論」，對於旅客月台容量之判斷指標，如月台佔用率達 50~60% 時，表示列車排點受到限制，如達 60~70% 則列車排點發生困難，此時應考慮增設月台面股道數。

$$\text{月台佔用率} = \frac{(\text{設定停車時分} + \text{列車處理時分})}{1440} \times 100\% \quad \text{-----}$$

(1-6)

列車處理時分為：到達列車 3 分鐘；出發列車 2 分鐘；通過列車 3 分鐘。設甲乙兩站間之到開列車分別為甲站停車 150 列（含客車、迴送貨物列車）、通過 21 列；乙站停車 69 列（含客車、迴送貨物列車），通過 97 列，並停車 1 分鐘。甲站設有一島式一岸壁式月台，乙站設有一島式月台，則甲、乙二站之月台佔有率分別為：

$$\text{甲站月台佔有率} = \frac{150 \times (1+3+2) + 21 \times 3}{1440 \times 3} \times 100 = 22.3\%$$

$$\text{乙站月台佔有率} = \frac{69 \times (1+3+2) + 97 \times 3}{1440 \times 2} \times 100 = 24.5\%$$

故甲、乙二站之月台及股道數足敷應用。

## (二) 日本國鐵簡易計算式

### (1) 單線區間

$$N = \frac{1440}{E+S} \times f \quad \text{-----} \quad (1-7)$$

上式中 N：路線容量（上下行列車列次 / 日）；

E：站間平均運轉時分（上、下行列車運轉時分總平均）；

S：辦理閉塞及號誌時間（自動閉塞為 1.5 分，其他閉塞方式為 2.5 分）；

f：路線利用率（0.55~0.70，一般為 0.6）。

此算式雖然計算簡單，易於掌握，但其係按每一區間計算，未考慮與相鄰區間的配合，也沒有考慮快速列車的通過條件，精度不高，故未被廣泛採用。

### (2) 複線區間

$$N = \frac{1440}{hV_1 + (r+u+1)V} \times f \quad \text{-----} \quad (1-8)$$

上式中 N：路線容量（列次 / 日，單方向），應按上下行方向分別計算之；

h：列車追蹤運行間隔時分，一般取 4~6 分；

r：先到站之低速列車與後到站之高速列車間須保持最小時隔（一般取 3~4 分）；

u：先開之高速列車與後開之低速列車間須保持最小時隔（約 2.5 分）；

V：高速列車比例，高速列車次數除以單方向列車總次數；

V<sub>1</sub>：低速列車比例，低速列車次數除以單方向列車總次數；

f：路線利用率，按區間性質訂定，一般取 0.6~0.7。



速度差異之列車，混合行駛之線區，通常  $h=6$  分、 $r=4$  分、 $u=2.5$  分，因此上式分母中之第一項為  $6V_1$ ，第二項為  $7.5V$ ，而  $V$  與  $V_1$  係自 0 至 1 止，依比率之大小而得列車次數。此種簡易算式係由比較複雜的山岸輝雄所建議的雙線自動閉塞區間路線容量計算式（如下所列）演化出來的，並未被廣泛使用。

$$N = \frac{1440}{hV_1 + d \sum V} \times f \quad (\text{列}) \quad \text{-----} \quad (1-9)$$

$$d = \frac{P}{2g} \times (t_n' - t_n) + r + u - \left(1 - \frac{P}{2g}\right) \times (s' - s) \quad \text{-----}$$

(1-10)

上式中  $d$ ：越行平均延誤時分；

$P$ ：區段的車站總數；

$g$ ：可供列車越行的站數（包括區段起點和終點車站在內）；

$t_n'$ ：低速列車平均的區間運行時分；

$t_n$ ：高速列車平均的區間運行時分；

$s'$ ：低速列車在各站的規定停站時分；

$s$ ：高速列車在各站的規定停站時分。

其他符號同前。

### (三) JR 路線容量計算式

JR 路線容量計算式，係依據山岸輝雄之計算式，考量不同速度的列車間，個別所需之最小運轉時隔而予以簡化的計算式，為目前通用的計算式。

$$N = \frac{1440}{hV + (r + u + 1)V_1} \times f \quad \text{-----} \quad (1-11)$$

上式中符號意義同前。

### (四) UIC 之路線容量計算式

UIC 之路線容量計算式，以列車運轉時隔為計算基礎，其計算式如下：

$$C = \frac{1440}{T_h + T_m + T_s} \times f \quad \text{-----} \quad (1-12)$$

上式中  $C$ ：路線容量（單向，列次/日）；

$T_h$ ：最小運轉時隔（或稱為號誌距離之運轉時間）；

$T_m$ ：列車運轉餘裕（ $T_h \times 0.67$ ）

$T_s$ ：號誌運轉餘裕（綠燈顯示至少 15 秒）

$f$ ：路線利用率（採用 0.7）

UIC 之計算式其  $T_h$  相當於列車最小時隔。運轉最小時隔分為站間、進站及出站三種情況，並以  $T_h$  為基礎，附加列車運轉餘裕時間  $T_m = T_h \times$

0.67 及號誌餘裕時間 15 秒，並以此三項總時間為列車運轉所需之時隔除可用於行車之時間。

### 三、增加路線容量之方法

增加路線容量的方法，通常除在將成為瓶頸的交會或待避站增加股道數，或全線雙軌化，或複雙軌化等增強設備外，尚有提高列車速度、減少辦理列車時分（即辦理閉塞及號誌時間）、縮短停車時分、改善號誌設備不足的區間等。一般的路線容量，單線上下合計約為 80~90 次/日，雙線上下合計約為 240~270 次/日。

### 四、捷運系統的路線容量

捷運系統運行區間之路線容量，一般不以一天可能運轉的最大列車次數來表示，而係以單位時間內可能運轉的最大次數表示之（例如 20 次/小時），或以續行列車之最小時隔（例如 3 分時隔）表示，這種表示方法要掌握運轉區間的路線容量較為簡便，如有必要須增設交會設備或增加路線，須對列車時刻表作詳細檢討。

### 五、列車平面交叉障礙

站外幹線與幹線，或幹線與支線之平面交叉，即列車與列車之平面交叉，不但造成列車運行時刻表設定之困難，同時有礙行車安全。因此在配線規劃設計時，應盡量避免平面交叉，或將其障礙減至最低。若平面交叉之障礙嚴重時，必須配置立體交叉。配線設計無法避免平面交叉時，應進一步檢討路線平面交叉之容許界限，以確認列車運轉安全之可行性。

平面交叉處所之障礙程度，是以使用一天之總障礙時分比來表示，即一般所稱之平面交叉障礙率。依據日本鐵路公司之經驗，路線平面交叉障礙率超過 40~50% 時，製作列車時刻表就很困難，宜改為立體交叉。

$$\text{平面交叉障礙率} = \frac{\sum T \times N}{1440} \times 100 (\%) \quad \text{----- (1-13)}$$

上式中 T：平面障礙處所之障礙時分（運轉時分 + 構成進路需要時分）（分）；

N：列車次數。

T 之估算方式如下（參閱圖 1.3-3）

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

t<sub>1</sub>：從列車到達該平面交叉之掩護號誌機位置，到列車駛離該平面交叉進路鎖錠區間所需之時間。速度及運轉時分，依照基準運轉曲線圖訂定之。若防護該區間之號誌機為出發號誌機時，停車列車則從開車到離開鎖錠區間之時分；

t<sub>2</sub>：轉轍器及號誌扳轉所需時分。若續行列車因不需扳轉，故為零。第一種繼電器採用 5 秒，其他聯鎖裝置採用 20 秒；

t<sub>3</sub>：號誌機號誌顯示變化之時分 1 秒；

t<sub>4</sub>：司機員確認號誌顯示，到開始進行手動煞車之時分 3 秒（通

常採用 4 秒)；

$t_5$ ：從開始煞車地點至號誌機間，依照運轉速度所行駛之時分。

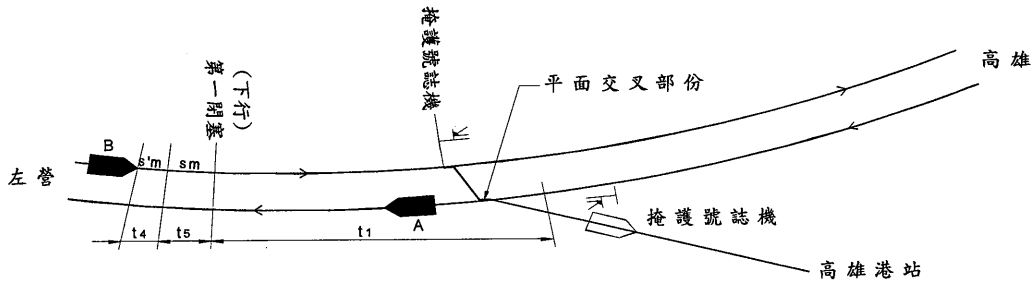


圖 1.3-3 平面交叉例

從減速到規定速度所行距離  $S_m$  按下式計算：

$$S_m = \frac{V_1^2 - V_2^2}{7.2\beta} \quad (\text{m}) \quad \text{----- (1-14)}$$

上式中  $V_1$ ：減速時之初速度 (km/h)；

$V_2$ ：目標速度 (依照號誌機所顯示之速度) (km/h)；

$\beta$ ：減速度 (km/h/sec) (依運轉計畫所定之減速度)。

研判平面交叉障礙程度，亦有簡便之方法，通常以通過障礙處所之列車總數為基準，並以 200 次為限 (惟單側較多時除外)。

### 1.3.4 行車速度

行車速度亦稱運轉速度，不僅是影響運能的重要因素，在時間就是金錢的現代化社會裡，行車速度亦是旅客選擇搭乘運具的主要考量因素。

列車行車速度可分為最高速度 (限制速度)、平均速度與表定速度 (Schedule Speed) 三種。其中最高速度與工程之規劃設計有關，惟乘客所重視的是表定速度。就營運之觀點，欲提高行車速度，不外提高行車之最高速度與平均速度，並就表定速度加以檢討。

#### 一、最高速度 (限制速度)

列車運轉時所發生的各種危險大致隨運轉速度之升高而增加，為確保行車安全必須制定列車安全範圍內可運轉之最高速度，此項速度亦稱為限制速度。列車之最高速度應按路線、電車線之強度及車輛之構造情況而定，運轉於下坡道或曲線上之列車，應分別酌量其制軔距離或車輛之安全度，限制其速度。

##### 〈一〉由路線強度及動力車型式而定之最高速度

列車運轉速度高時，車輛之振動及衝擊力因而增大，車輪對路線之衝擊力亦隨之增大。然路線之強度係依鋼軌重量、枕木間隔、道碴厚度、

路基堅固性等因素而有所不同，亦即路線依其結構而有一定強度，故必須限制運轉速度，使列車通過時之軌道應力不超過路線強度。有關列車之運轉速度台鐵運轉規章依路線強度之不同，限制不得超過表 1.3-1 之規定，但縱貫線、台中線、宜蘭線、北迴線、屏東線、南迴線、台東線在趕點運轉時，除推拉式電車組以 130km/hr 行駛者外，得提高限速 3km/hr。

表 1.3-1 依路線強度及動力車型式而定之最高速度 (km/h)

線 名	區 間	推拉式 電車組	電車組	機 車		機動車
				電力	柴電	
縱貫線	基隆—高雄	130	120	110	110	110
	鼓山—高雄港				85	95
台中線	竹南—彰化 成功—追分	130	120	110	110	110
臨港線	高雄—前鎮	70	70	60	60	70
屏東線	高雄—屏東	120	120	110	110	110
	屏東—訪寮				110	110
宜蘭線	八堵—蘇澳	130	120	110	110	110
北迴線	蘇澳新—花蓮	130	120	110	110	110
台東線	花蓮—台東				90	100
南迴線	枋寮—台東				110	110
內灣線	新竹—九鑽頭				60	70
	九鑽頭—內灣				40	50
集集線	二水—濁水				50	70
	濁水—車埕				50	60
深澳線	瑞芳—深澳				40	40
平溪線	三貂嶺—菁桐				40	40
花蓮港線	花蓮—花蓮港				50	50

註：1. 推拉式電車組：指特定客車編組，其前後兩端各掛一輛機車，由前端機車作總控制運轉組成之列車。

2. 電車組：指由電力客車、駕駛馬達車、馬達客車、駕駛拖車、拖車，依車輛型式三至五輛組成，可獨立行駛之電車編組。

3. 機動車：指具有內燃引擎之動力客車。

## 〈二〉曲線或道岔限制速度

在同一曲線上行駛之列車，因車種之不同，其速度高低不一，曲線上之超高僅能按通過各種列車之平均速度敷設，因之對高速列車而言，超高顯屬不足，致列車有出軌或傾覆之傾向，故必須按所設超高，依曲線半徑訂定曲線限制速度。

在直線上鋪設有道岔之處所，因道岔附設有曲線且其軌道結構不易

敷設超高，故通常不敷設超高而將限制速度予以降低。

列車通過站場時原則上以同一速度為宜，整個站內的速度，受站場前後主正線上之道岔控制著，因此為提升列車在站內的通過速度，不宜行駛速度限制大的分歧側，而必須以直線通過。即使在交會站，除非萬不得已，否則需以一線直通配置，使列車經由道岔直線側通過。

道岔直線側能不限速度當然最為理想，事實上是不可能的，就現況而言，直線側能以 100km/h 高速通過者為 60kg 高速用道岔或 50N 道岔，參閱表 1.3-2。

車站兩端之道岔外方，若有銳曲線存在時，因通過速度受該銳曲線之限制，道岔構造、道岔號數只能配合曲線之速度限制配置。

表 1.3-2 道岔類型直線側容許通過速度

最高速度 道岔類型	100km/h	120km/h	130km/h	160km/h
50N	A	*B	* C	—
60kg	A	—	* C	D

註：\*號僅限於高性能列車

A：彈性尖軌、N形尖軌或帽子形尖軌使用錳鋼岔心等之道岔。

B：N形尖軌使用錳鋼岔心等經過改良之道岔。

C：彈性尖軌使用錳鋼岔心等經過改良之道岔。

D：彈性尖軌使用活動岔心之道岔。

台鐵行車實施要點規定在半徑 900m 以下曲線運轉之列車，其速度不得超過如表 1.3-2 及表 1.3-3 所示之速度。曲線半徑在 201m 以上，其曲線半徑介於表中所列兩曲線半徑之間。其超過兩曲線半徑差之二分之一以上者，取較大半徑之速度，二分之一以下者，取較小曲線半徑之速度；曲線半徑在 200m 以下，其曲線半徑介於表所列兩曲線間者，其速度限制，取較小曲線半徑之速度。

表 1.3-2 曲線限制速度表

項目 曲線	每小時限速(公里)		
	無轉轍器		有轉轍器各種列車
	以推拉式電車組、電車或機動 車編組之列車	其他列車	
900	125	120	65
800	120	115	65
700	110	105	65
600	100	95	65
500	90	85	60
450	85	80	55
400	80	75	55
350	75	70	50
300	70	65	50
250	65	60	45
225	60	55	45
200	55	50	45
175	55	50	40
150	50	45	35
125	45	40	30
100 以下	40	35	25

註：1. 列車：指一節以上之動力車單行或牽引車輛，具有完備列車標誌，以向站外路線運轉為目的者。

2. 車輛：指動力車、客車及貨車。

3. 動力車：指蒸氣、內燃、電力等動力車。

表 1.3-3 道岔限制速度表

道岔號 碼	單開道岔		雙開道岔	
	曲線半徑(m)	每小時限速(km)	曲線半徑(m)	每小時限速(km)
八號	107.1	25	220.6	45
十號	162.6	35	335.4	50
十二號	243.2	45	501.9	60
十六號	526.6	60		

本表係表示由直線分歧之道岔附帶曲線半徑及限制速度，如曲線分歧者，不適用本表之規定

### 〈三〉 下坡路段之限制速度

列車在下坡路段運轉時，如運轉速度過高，須緊急停車時，會有因緊軔距離過長而冒進障礙處所之危險，故為行車安全計，列車於下坡路段運轉時，需按下坡之緩急程度，軔力之大小而制定限制速度。此項限制速度，係依下列方式而制定。

- 在各下坡地段由限制速度施行緊急停車時之緊軔距離。
- 在平坦之路線上由列車最高速度施行緊急停車時之緊軔距離。
- 以在規章上所定防護距離內能安全停車之最高速度作為限制速度。

台鐵行車實施要點之下坡限制速度如表 1.3-4 所示，但在兩站間較標準下坡度為陡之下坡度，得將其速度提高至標準下坡度同一坡度之速度。標準下坡度係指在該區間聯結相距一公里之二點所成直線坡度中，對列車之下坡度而言。但該區間未滿一公里者，係指連結二端之直線坡度而言。

表 1.3-4 下坡路段之限制速度表(km/hr)

列車種別 下坡度	以推拉式電車組編組之列車	以電車編組之列車	以特甲客車編組之列車	以機動車特甲客車或甲種客車編組之列車	以乙種客車編組之列車	以丙種客車編組之列車	以甲種貨車編組之列車	以乙種貨車編組之列車
<5/1000	130	120	110	100	85	75	75	65
<10/1000	125	115	105	95	85	75	65	65
<15/1000	120	110	100	90	85	75	60	60
<20/1000	115	105	95	85	85	75	55	55
<25/1000	110	100	90	80	80	75	50	50

## 二、平均速度與表定速度

### 〈一〉 平均速度

列車行駛距離除以淨運轉時間即得平均速度。平均速度有各站間之平均速度，及長區間距離之平均速度。此平均速度係指逐一系列車之平均速度，但因其他目的，在某區間或地點所指全系列車平均通過速度亦有被稱為平均速度者。

### 〈二〉 表定速度

表定速度係指列車從起站到終站所行駛之距離除以所用的時間，包括中途停車的時間。因此表定速度應小於平均速度。

就旅客之立場來看，乘車時間的長短，比列車的最高速度更為重

要。衡量列車到達目的地終點站所需的時間，用表定速度最為實在。表定速度高行車時間就短，所以要縮短行車時間就要提高表定速度，不一定要提高最高速度。

### 三、提高行車速度與路線規劃設計

為縮短行車時間，購買高性能車輛，固然可以提高最高速度，但表定速度不一定依比例提高，且列車自起站至終點站真正能發揮最高速度之機會不大，因此，衡量列車到達目的地終點站所需時間，以表定速度最為客觀，縮短行車時間以提高表定速度最為經濟有效。

提高表定速度需要車輛工程、軌道工程、簡化車種、減少停車站數及運輸安全設施等之配合及升級，才能發揮效果。有關軌道工程在路線規劃時應注意下列事項：

- (一) 強化軌道結構：根本之道在於提高路線等級、鋪設長焊鋼軌、實施重軌化、強化鋼軌支撐系統如軌枕、扣件、道碴、路基等。
- (二) 截彎取直或加大曲線半徑：理論上以截彎取直最為理想，如因工程經費過高或環境條件受限，則曲線段儘量以大半徑規劃設計。
- (三) 提高路線容量：最有效的方法是規劃複線，避免單線行車。
- (四) 採用號數大之道岔：車站除簡易站外，為營運需要設有副正線，並鋪設道岔供列車進出副正線。道岔應選用大號之類型以減少行車限速與路線保養。
- (五) 減少平交道：公路與鐵路的平面交叉處是交通安全之毒瘤，平交道事故將嚴重影響行車事故，故路線規劃設計時應儘量採用立體化設計。

## 1.4 行車控制與保安 (Fail-Safe) 裝置

列車之前進，停止與快慢等鐵路行車控制，應依號誌之顯示辦理，故號誌是行車控制之基本設備。

為確保行車安全，號誌設備或司機等運轉人員，萬一發生故障或操作錯誤時，須有一套設備故障或人為失誤時，能自動操作的安全裝置，此一「故障仍安全」(Fail-Safe) 的裝置，簡稱為保安裝置。保安裝置由早期使用之機械式聯動裝置開始，逐漸發展出自動閉塞制 (ABS)、列車自動警告/列車自動停止 (ATW/ATS) 系統、列車自動防護 (ATP) 系統及至目前最先進之列車自動控制 (ATC) 系統等。

有關號誌系統之種類，功用與設置位置，號誌與轉轍器之聯鎖等保安裝置，定線工程師在站場股道配置時應予以考慮，以確保行車安全與提高行車效率。

### 1.4.1 號誌

#### 一、號誌系統分類

依號誌所在位置分類：可分為道旁號誌與車上號誌二種。

##### (一) 道旁號誌 (Wayside Signal)



凡號誌設於路線或股道旁，以供司機員目視之號誌稱為道旁號誌，此種號誌是最傳統也是現今最普遍的號誌型態。

道旁號誌依其顯示之方式可分為：臂木式號誌 (Semaphore Signal)、色燈式號誌 (Color Light Signal) 與燈列式號誌 (Position Light Signal) 三種。

臂木式號誌可說是歷史最為悠久的號誌系統。它是在號誌機的機柱上部裝置長方形臂木及色燈，白天依照臂木的形狀方位，夜間則依色燈顯示號誌。臂木式號誌機多使用於人工閉塞行車制區間，行車密度受限，使用時需搭配路牌簡易電氣聯鎖，耗時費事，不符經濟原則，目前已陸續被淘汰。

色燈式號誌是現今使用最普遍的號誌系統，通常利用紅燈 (險阻) 黃燈 (注意)、綠燈 (平安) 來顯示，需要時再加一些組合閃紅燈、閃黃燈等。

燈列式號誌係以白色燈排列型式，所代表的另一種輔助號誌，有別於以紅、黃、綠色燈的主體號誌。白色燈的排列型式，通常以直列、橫列、斜列最為常見。

色燈式及燈列式號誌之電氣燈，依其點燈條件，可分為接近點燈式號誌 (Approach Lighting Signal) 與非接近點燈式號誌 (Non-approach Lighting Signal)。前者係在列車接近時，其相關號制才亮燈，以節省列車未到時之消耗電源。後者係不論任何時間，所有的號誌皆亮燈，構造較前者簡單，但電源損耗較多。

以上所述之各種道旁號誌，台鐵均有使用。

## (二) 車上號誌 (Cab Signal)

根據計算，以 200km/hr 行駛之高速列車，在行駛中予以緊急剎車時，制軔距離約為 2.2km，司機看到號誌想要剎車已來不及，故高速鐵路已不用道旁號誌，而以車上號誌取代之。車上號誌係經由軌道電路或地上感應設施傳遞至機車或列車上，司機員可從駕駛座的儀表得知號誌。日本新幹線所使用的車上號誌，其號誌與控制剎車的機械系統聯鎖，使列車行駛速度與車上號誌所顯示的速度聯鎖一致。新幹線所使用的車上號誌，是用數目字來顯示前一區段允許該列車所應行駛的速度，而非慣常所用的色燈式或燈列式型態的號誌。捷運系統因路線曲線半徑小，坡度陡，道旁號誌透視不佳，故目前許多捷運系統也採用此種裝置。

## 二、台鐵之號誌系統

台鐵之道旁號誌依其使用時機，可分為固定號誌機 (Fixed Signal) 與臨時號誌機 (Temporary Signal)。固定號誌機係指設於固定處所，為一般正常運轉作業所需之號誌。臨時號誌機並無固定常設之處所，當路線因災害、工程施工或其他原因致使列車不能正常運轉時，所臨時設置之號誌。故固定號誌機為一般鐵路工程規劃設計所設置之號誌。

固定號誌機應設於所屬路線之正上方或左方，但限於地形或其他特殊事由時，不在此限。路線分歧二股以上之進路，而將二個以上之同一種類號誌機設於同一號誌桿時，對最左方之進路者，應設於最上位，對右方之進路者，應順序設置之。固定號誌機依其用途及主從關係，可分為主號誌機及從屬號誌機。

(一) 主號誌機 (Main Signal)：指設有防護區域之號誌機，依其用途計有

下列六種：

- (1)進站號誌機 (Home Signal)：設於站外之車站入口處，指示列車准否進入站內。
- (2)出發號誌機 (Starting Signal)：設於站場出發線之起點，指示列車准否出發開出站外。台鐵規章規定：站內應設進站號誌機及出發號誌機，但列車進出站無鐵路交叉，未設道岔或道岔經常鎖閉者得予免設。
- (3)閉塞號誌機 (Block Signal)：設於閉塞區間之起點，指示列車准否進入該防護區間，亦稱中途號誌機。台鐵規章規定：但其起點在站內有下列情形之一者得予免設，設有進站號誌機和出發號誌機者或該站係終點站者。
- (4)引導號誌機 (Call-on Signal)：設於進站號誌機或出發號誌機之下位。當股道被列車佔用，進站號誌機或出站號誌機雖顯示險阻號誌，對經常有需要進入該防護區域之列車，預知進路上有列車或車輛，引導列車慢行進站或出站。
- (5)調車號誌 (Shunting Signal)：列車或車輛之調車進路，經由正線之轉轍器或交叉路線時，或調移搭乘旅客之列車或車輛，而使用頻繁時，在站內調車路線之適當地點，設置調車號誌機，指示調車車輛准否駛進該防護區間。
- (6)掩護號誌 (Protecting Signal)：對於需特別防護區段，如站外之活動橋、岔道或交叉路線等需特別防護之地點，在其外方 60m 以上之地點設置掩護號誌機，指示列車准否通過該處。

(二)從屬號誌機 (Subsidiary Signal)：附屬於主號誌機，在彎道或視線不良之處，預告前方主號誌機之顯示情形，列車不必在此號誌機位置作速度調整之處置，車速控制仍以主號誌機為依據，目視從屬號誌機時可提前獲知路況，輔助主號誌機顯示號誌之辨認距離。從屬號誌機有下列三種：

- (1)遠距號誌機 (Distant Signal)：從屬於進站號誌機或掩護號誌機，在其外方預告主號誌機所顯示之號誌。
- (2)通過號誌機 (Passing Signal)：從屬於出發號誌機，在其外方預告主體號誌機之號誌顯示，指示列車可否通過。
- (3)號誌預告機 (Repeating Signal)：設於自動閉塞、中央控制行車區間或繼電、電氣聯動裝置之進站、出發或掩護號誌機外方，預告各該號誌機之顯示情形，一般多為燈列式號誌，又稱中轉號誌機。

如路線狀態不容許列車作正常運轉，而使列車停止或慢行時，應設置臨時號誌機。臨時號誌機可分為三種：

- (一)慢行號誌機：對列車或車輛顯示慢行號誌。慢行號誌機設在慢行區域之起點，應標明慢行速度。
- (二)慢行預告機：從屬於慢行號誌機，應在慢行號誌機外方 600m 之地方設置，對列車或車輛顯示慢行預告號誌。
- (三)慢行解除號誌機：對駛出慢行區域之列車或車輛，顯示慢行解除，設在慢行區域之終點。

依據鐵路行車規則，除了常用之固定號誌及臨時號誌機外，在特殊狀況下，輔以手作號誌或特殊號誌。手作號誌係以號誌其或號誌燈顯示，其

顯示地點應在 400m 以上。特殊號誌係指響墩號誌及發焰號誌。

#### 1.4.2 聯鎖裝置 (Interlocking System)

早期的保安機制是聯鎖裝置。聯鎖裝置著重於防止操作錯誤所導致之事故，將號誌與轉轍器，號誌與號誌，轉轍器與轉轍器彼此保持相互控制之關係，並限制一定之操控順序，此種裝置亦稱為聯動裝置。

聯鎖裝置係將號誌機與號誌機間，號誌機與轉轍器間，轉轍器與轉轍器間付與某種條件限制及一定的操縱順序，使辦理人員處理號誌機或轉轍器時不致發生錯誤而肇生事故。其聯鎖關係概如下述：

- 一、號誌機與號誌機之聯鎖：要使進路互相衝突的號誌機不能同時顯示進行號誌，或使從屬號誌機與主號誌機在操作上具有順序及聯帶關係。
- 二、號誌機與轉轍器之聯鎖：要使一號誌機顯示進行號誌，相關之轉轍器必先扳轉在開通進路的位置，且尖軌靠緊；若任一相關轉轍器不正確時，則號誌機絕不能顯示進行號誌；號誌機一旦顯示進行號誌後，相關進路上的轉轍器皆被鎖住，不能中途扳轉。
- 三、轉轍器與轉轍器之聯鎖：與號誌機有聯鎖關係之轉轍器，因有號誌機指示列車進路，操作上不致發生錯誤，惟未設號誌機進路上之轉轍器，可能發生危險，故必須將該轉轍器相互間之動作予以串聯，使其發生聯鎖關係，相互聯鎖。

以上各種聯鎖裝置依其動力（機械式、電氣式）而有各種不同型式之構造，就其管理與操縱方式而言，可分為二類：一為集中式的第一種聯動裝置，將站內所有的號誌機閘柄及轉轍器閘柄，集中於號誌樓或控制室操縱之，適用於運轉繁忙配線複雜之站場；另一種為分散式的第二種聯動裝置，將各號誌機閘柄集中於站台上，由值班站長或指定專人操縱之，轉轍器閘柄則分散在現場由轉轍工操縱之，適用於運轉較單純配線較簡之站場。

#### 1.4.3 閉塞裝置

閉塞區間係指相鄰兩站間或將兩站間之正線利用固定號誌機分隔成數個區間，在此區間內不能同時有二列以上之列車運轉。台鐵所實施之閉塞方式，即閉塞區間之運轉方式有三種：常用閉塞方式，代用閉塞方式、閉塞準用法。其優先順序為正常情況下應施行常用閉塞方式；不能施行常用閉塞方式時，才施行代用閉塞方式；不能施行常用閉塞方式及代用閉塞方式時，才施行閉塞準用法。

##### 一、常用閉塞方式之種類

(一) 複線運轉：自動閉塞式 (ABS)、中央控制行車制 (CTC)、簡易聯動閉塞式。

(二) 單線運轉：自動閉塞式 (ABS)、中央控制行車制 (CTC)、單線簡易聯動閉塞式、電器路牌閉塞式。

##### 二、代用閉塞方式之種類

(一) 複線運轉：通信式。

(二) 單線運轉：嚮導通信式、指令式、嚮導式。

### 三、閉塞準用法之種類

(一) 複線運轉：隔時法、傳令法。

(二) 單線運轉：嚮導隔時法、傳令法。

台鐵行車實施要點規定，正線應劃分閉塞區間運轉列車，但站內之正線，除施行自動閉塞式或中央控制行車制外，不作閉塞區間辦理。閉塞區間之分界點，施行自動閉塞式或中央控制行車制時，為進站號誌機、出發號誌機、掩護號誌機或閉塞號誌機之設置地點。

中途閉塞區間之劃分，係在兩站之進站/出站號誌機外方約 1km 處設中途閉塞號誌機，然後視該中途閉塞號誌機間之距離長短，劃分數處中途閉塞區間。中途閉塞區間之劃分方法，在自動閉塞式 (ABS) 區間採用「平均運轉時隔」法，在中央控制行車 (CTC) 區間則採用「近似等距離」法，用以劃分中途閉塞區間之長度與處數。中途閉塞區間之最小距離，以列車最高速度施以常用制剎車所需之最大距離 + 停車後確認號誌顯示之距離

(50m) + 安全餘裕距離 (通常為 100m)。台鐵施行自動閉塞式或中央控制行車制之區間，其閉塞區間之長度大致為車站兩端出發號誌機至閉塞號誌機為 1,200m ~ 1,500m，進站號誌機至閉塞號誌機為 1,500m ~ 2,000m；中間地段之閉塞號誌機至閉塞號誌機為 1,500m ~ 2,500m。

台鐵營運路線之閉塞區間與閉塞方式如表 1.4-1 所示。

表 1.4-1 台鐵營運路線之閉塞區間與閉塞方式

閉塞方式	線 名	區 間
一、自動閉塞制區間	縱貫線	鼓山 — 高雄港間
	宜蘭線	基隆 — 八堵間 宜蘭 — 蘇澳間
	北迴線	蘇澳新站 — 花蓮間
	台東線	花蓮 — 吉安間 山里 — 台東間
	臨港線	高雄 — 前鎮車場間
二、中央控制行車制區間	縱貫線	基隆 — 高雄間
	台中線	竹南 — 彰化間 成功 — 追分間
	屏東線	高雄 — 枋寮間
	南迴線	枋寮 — 台東間
	宜蘭線	八堵 — 宜蘭間
三、單線簡易聯動閉塞制區間	內灣線	新竹 — 竹東間
	花蓮港線	北埔 — 花蓮港間
四、電氣路牌閉塞式區間	台東線	吉安 — 山里間
	平溪線	三貂嶺 — 十分間
	內灣線	竹東 — 九讚頭間
	台中港線	台中港站 — 台中港第一調車場間
	高雄港線	前鎮車場 — 高雄港間

註：鐵路設施逐年改善，本表僅供參考。

閉塞裝置即為顯示閉塞區間有無列車存在及列車能否進入之裝置。軌道電路或計軸器為其與主號誌機不可或缺之聯動閉塞裝置。

軌道電路 (Track Circuit) 係利用軌條作為電路之一部分，由車軸的短路作用，直接或間接控制號誌、道岔或其他保安裝置。閉塞區間之軌道電路能自動反應軌道上有無列車存在。其原理係在軌道上選定一適當長度的區間，作為自動閉塞區間，在此區間內，兩端軌條接頭裝設絕緣接頭，利用該區間左右兩側的軌條作為一獨立之電氣迴路。此電器迴路之一端以電池送電至軌條，另一端由軌條接線至繼電器，構成一完整電路。茲以圖 1.4-1 為例，在閉塞區間之出口處連接電源，供輸電流；在入口處（安裝自動號誌機之處）安裝軌道繼電器接受電流。閉塞區間之兩端加裝跨接線連接另一側之軌條，使電流暢通。當無列車或車輛存在時，電流如圖 (a) 所示，順箭頭方向流通，即電流由電池陽極流出，經軌條進入軌道繼電器線

圖中，電流流入線圈後產生激磁，接極片上吸，然後經另一側軌條流回電池之陰極，構成一完整的電路。此時軌道繼電器定位號誌機顯示綠燈（平安號誌）。

當列車或車輛進入閉塞區間時，如圖（b）所示，因車軸的短路作用，電流即以軌條及車軸為回路，使軌道繼電器斷磁，接極片落下，構成另一電氣回路號誌機顯示紅燈（險阻號誌）。

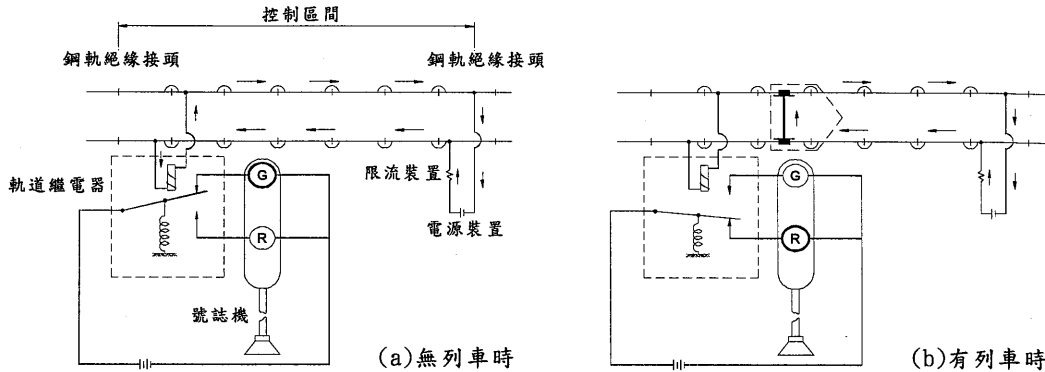


圖 1.4-1 軌道電路原理

軌道電路依可以接頭型式，可分為有絕緣接頭的直流和交流軌道電路，以及無絕緣接頭的音頻軌道電路三類。

#### 一、有絕緣接頭之直流軌道電路

直流軌道電路由直流電源及直流繼電器 (Relay) 組成。直流軌道電路僅能執行列車偵測與斷軌偵測，但由於構造簡單經濟便宜，被廣泛運用於班次較不密集的長程鐵路運輸系統中。如臺鐵，使用 7.3 ~ 5.5V 蓄電池供應軌道電路電源，提供 CTC 自動軌道監測、自動閉塞號誌 ABS、以及平交道列車偵測之用。

直流軌道電路依絕緣型式，可分為雙軌式及單軌式。普通之閉塞區間其左右二根鋼軌的兩端均設絕緣接頭，以形成一完整回路，稱為雙軌式軌道電路，如圖 1.4-1 所示，台鐵非電化區間即採用此種型式。由於左右二軌均無接地，如果只有一軌接地，號誌仍能正常運作，除非閉塞區間之二軌均接地，號誌才會故障；左右二軌中，只有一軌設絕緣接頭者，稱為單軌式軌道電路，如圖 1.4-2 所示。台鐵電化區間之軌道電路採用單軌式，一條回流軌接地不分區間均無絕緣接頭，另一條為號誌軌設有絕緣接頭。單軌式軌道電路之絕緣接頭數目雖較少，但於非絕緣鋼軌斷裂，或鋼軌絕緣接頭遇及淹水、隧道濕氣重、道床不良噴泥、車輛磁化鐵屑掉落在接頭時，可能會造成繼電器動作錯誤之號誌故障，影響鐵路行車與效率。有鑑於此，台鐵遂將軌道電路分批改為計軸器。

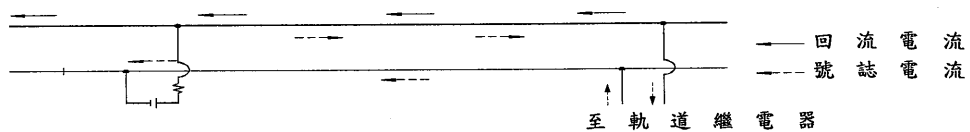


圖 1.4-2 單軌式直流軌道電路

## 二、有絕緣接頭之交流軌道電路

交流軌道電路是由交流電源及特殊的交流繼電器所組成，基本上該軌道電路利用鋼軌傳送交流頻率的信號給列車，作為行車控制的依據。而列車佔用所產生的訊號亦由軌道電路來接收，這種利用鋼軌傳送交流頻率信號的方式稱之為交流軌道電路。由於這種技術在鐵路捷運系統中已經非常成熟，被應用在 ATP 系統甚至提升至 ATC 層級，是偵測列車十分可靠的技術。臺北捷運系統使用交流軌道電路於主線交叉軌道區及機廠內之號誌控制區，但僅作為列車偵測之用。

交流軌道電路又可以分為雙軌式及單軌式交流軌道電路。其相較於直流軌道電路所增加的改善特點如下：

(一) 交流電源及特殊的交流繼電器可傳送特定訊息。故除了偵測列車之外，亦可利用鋼軌交互傳送控制訊號給列車及道旁控制器等。

(二) 交流軌道電路可以在絕緣接頭處增加「電力搭接線」(Power Bond)，既可以隔絕交流頻率的信號，亦可以接通列車運轉直流電再生的回流路徑，一舉兩得。

單軌交流軌道電路被使用於臺北 MRT 系統的機廠區及主線交叉軌區，因為使用市區電力 110 伏特 60 赫茲的交流電，故又稱為市電頻率軌道電路。由於頻率過低，無法使用調頻 (FM) 或調幅 (AM) 技術將訊號調變於載波中，故此種電路僅能執行列車偵測之用。

## 三、音頻軌道電路

音頻軌道電路是在 1923 年發明的，被大量使用於捷運系統。臺北捷運系統主線所使用的軌道電路即為此種，高速鐵路初期發展的 ATC 系統，也以此為基礎架構，後來 ATC 更被大量研發用於捷運及高鐵上。此種電路最為複雜，所能執行的功能也最多。

計軸器 (Axle Counter) 原始需求來自德國鐵路，因其採用大量鋼枕而無法使用軌道電路。計軸器大多用於軌道電路無法裝設之地點，如鋼製的橋樑、鋼枕、轉車台、軌距拉桿等；或道床不良地點，如潮濕的隧道、淹水區、海邊、礦場等。

計軸器之原理係在閉塞區間之兩端（入口處/出口處）裝設輪軸偵測設備（計軸子），與設於軌道旁之計軸電腦相互連接，如圖 1.4-3 所示。當列車進入閉塞區間時，入口處之計軸子將所偵測到的通過輪軸數及車行方向，傳送到計軸電腦，軌道繼電器斷磁接極片離開，自動號誌機顯示紅燈；列車經過出口處，該處之計軸子亦將所偵測到的通過輪軸數及車行方向，傳送計軸電腦，計軸電腦比對入口輪數等於出口輪軸數，確認該區間已無列車或車輛佔用，軌道繼電器激磁接極片上吸，自動號誌機顯示綠燈。

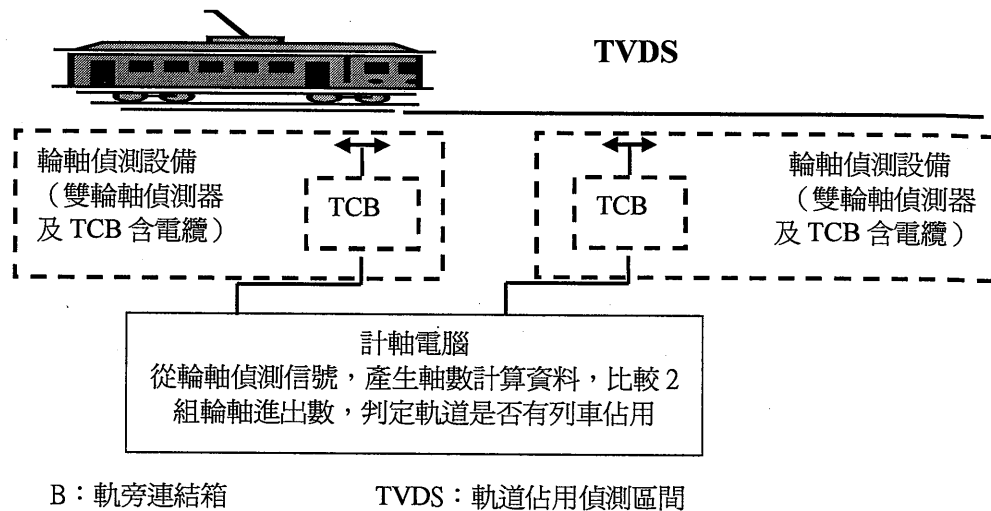


圖 1.4-3 計軸器之原理

#### 1.4.4 列車自動警告/列車自動停止(ATW/ATS)系統

列車自動警告/列車自動停止 (Automatic Train Warning / Automatic Train STOP, ATW/ATS) 系統是由地上裝置與車上裝置所組成。地上裝置係傳遞號誌機所顯示的運行條件，車上裝置係根據地上裝置所得的資訊而採行動作。其作法係在號誌機前方適當地點裝設有列車自動警告裝置，當列車行經顯示平安之號誌機時，列車所接收之 ATW/ATS 訊號並無任何反應，列車得以依規定全速行使。當列車行經顯示減速之號誌機時，機車上即接收到一警告訊號自動啟動警告裝置，先亮紅燈且警告鈴鳴聲，以喚起司機員的注意，司機員應在四秒鐘內按下確認鈕，並採取減速行動，否則本裝置將產生緊急煞車，迫使列車停車。

除了在號誌機前方適當地點，裝設有列車自動警告裝置外，在號誌機前方亦裝設有列車停車裝置，當號誌機顯示紅燈時，列車欲冒進而越過該裝置，機車上即接收到停車訊號，產生自動緊急煞車之作用，迫使列車停車。目前台鐵設有此種裝置。以上兩種地上裝置與相關號誌機間的距離，依路線坡度及提高容許速度決定之。

#### 1.4.5 列車自動防護 (ATP) 系統

ATW/ATS 此系統只查核一次，若司機確認後再繼續提高車速，則無法繼續警告，為加強行車安全台鐵正全面將 ATW/ATS 系統，進一步改善為增加第二次警告與車速查核功能之 ATP 系統。ATP 系統可監督列車移動中的安全性，



包括容許速度、容許前進距離及臨時的限制速度。

列車自動防護 (Automatic Train Protection ,ATP) 系統係於地面裝設編碼器及感應器，將號誌顯示、轉轍器限速、坡度、彎道、慢行區段、距下一資訊點之距離及電車線中性區間等資訊傳送到車上，車上設備經由天線取得信號，交由電腦根據加速力、煞車能力、車輛限速、載重等列車特性加以處理後，輸出列車速度監控曲線，在控制盤上顯示限速程度及與停車位置之距離。司機員依據操作盤面之指示駕駛。若車速太快，接近限速，車上電腦會發出警報通知司機員，若司機員未及時降低速度，系統會啟動常用煞車，車速若無法如預期降下時，系統會啟動自動緊急煞車，使列車停在可移動範圍 (Movement Authority) 之終點，或降到安全的速度。

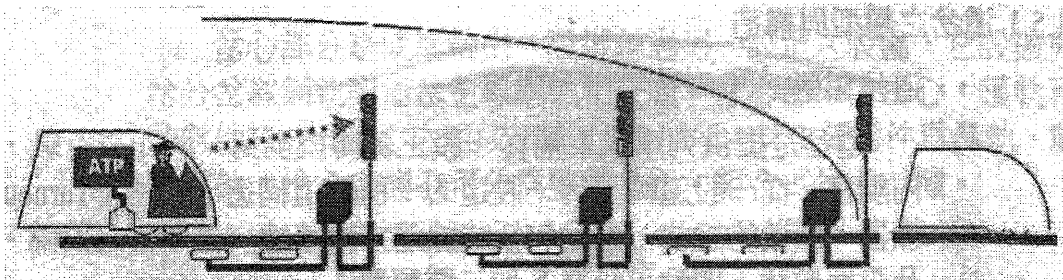


圖 1.4-4 ATP 系統原理

#### 1.4.6 列車自動控制 (ATC) 系統

列車自動控制 (Automatic Train Control ,ATC) 系統為目前最先進之行車控制系統，利用現代化電腦控制號誌系統，以達成列車安全運轉及各種列車控制功能。

列車自動控制 (ATC) 系統係由 3 個主要子系統及相關附屬系統所組成：

##### (一) 自動列車防護 (Automatic Train Protection ,ATP) 系統

ATP 子系統負責列車運轉之安全。它可以偵測各列車之位置，並由列車所在位置之曲線半徑、坡度及車輛安全煞車距離等，決定其相對速限，以避免遇有狀況時，列車能安全煞住而不發生追撞事故。ATP 子系統並能檢查列車前進路徑上所有轉轍器是否鎖定在正確位置，提供號誌聯鎖區之安全控制。

##### (二) 自動列車監視 (Automatic Train Supervision ,ATS) 系統

ATS 子系統可監視列車之運行，並自動設定路徑，調整列車運行速度，依據時刻表所訂之車站發車時間自動發車。透過列車與道旁通訊系統，可使行控中心 (Operation Control Centre ,OCC) 即時控制並監督列車運轉，利用這些資訊資料並可統計、評估列車運行績效。

##### (三) 自動列車操作 (Automatic Train Operation ,ATO) 系統

ATO 子系統可自動調節列車車速，進站時利用自動停車程式，使列車平穩而精確地停在月台指定之位置。正線在正常狀態下 (即正常營運) 係以自動模式 (ATO) 運轉，車頭駕駛室仍有司機員，司機員僅需啟開車門及車站發車之操控。駕駛室內亦同時提供人工駕駛所需之各種設備，在必要時仍可利用手動模式運轉。

行控中心 (OCC) 基本上是扮演監督整個系統運轉之角色，一切依預定的指令運轉，遇有需要時才發出修正指令，俾使班次趨於流暢，並使人為的

干預減至最低。某些指令電腦可依實際之偏差狀況自動發出，某些影響較大之修正指令則需由行控中心人員判斷後才送出。

ATC系統另包含一些附屬系統，如資料傳輸系統，傳輸道旁資訊至行控中心，並將行控中心之命令傳至道旁設備執行；另有列車識別碼系統，可將列車資訊傳送行控中心電腦，自動統計列車相關資訊。

ATW/ATS依運轉需求，在必要的地點設置「資訊點」。列車依收到的資訊行進，列車離開資訊點，資訊即中斷，屬於定點式。ATC屬於連續式，最為先進，日本新幹線、台灣高鐵及台北捷運系統即採用此一設備。台鐵所用之ATP系統居於二者之間，屬半連續式。

## 1.5 道岔（轉轍器，Turnout）

### 1.5.1 道岔之類型與構造

#### 一、道岔類型

道岔是提供列車或車輛從一股正線轉換至另一股正線行駛，或在站場內調移，從一股道轉至另一股道的一種軌道構造。道岔（Turnout）又名轉轍器。廣義的說法，道岔包括路線連接與路線交叉所需之設備。根據用途及平面形狀，道岔可分為下列二種類型：

- 〈一〉普通道岔：單開道岔。
- 〈二〉特種道岔：對稱道岔、三開道岔、交分道岔。

#### 二、普通道岔之構造

台鐵最常見的道岔是普通單開道岔，簡稱單開道岔。這種道岔主線是直線，分岔線由主線向左側〈左開道岔〉或右側〈右開道岔〉岔出。單開道岔使用最普遍，構造簡單，具有一定的代表性，了解與掌握其特性，對各類型道岔之配置規劃，極有助益。

單開道岔由尖軌部分、岔心部分、導軌部分所組成，如圖 1.5-1 所示。

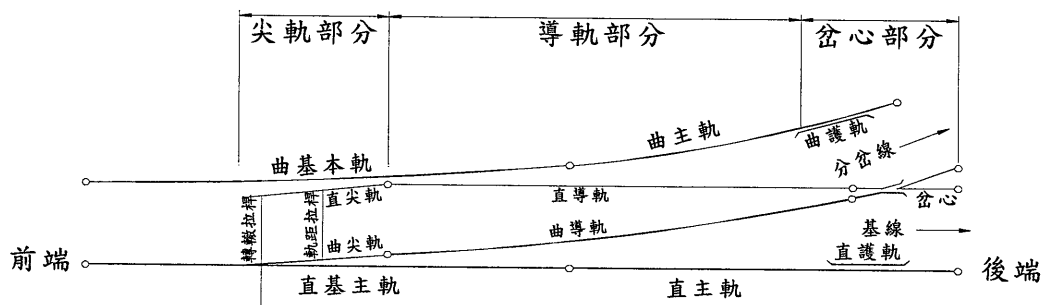


圖 1.5-1 普通道岔之構造

### 〈一〉尖軌部分（亦稱轉轍部分）

尖軌部分是引導機車車輛沿主線方向或分岔線方向行駛的路線設施，由兩根基本軌、兩根尖軌、及轉轍機構之各種連結組件組成。

- (1)基本軌：主股為直線軌，分岔股之導軌按軌距彎折成適當的曲線軌。
- (2)尖軌：尖軌是道岔的主要部分，機車車輛進出道岔靠它引導。尖軌在平面上可分為直線形和曲線形。台鐵所採用之尖軌均為直線形。
- (3)轉轍機構及配件：包括滑床板、軌撐、各式墊板、轉轍拉桿和連接桿等。最常用的轉轍機構有機械式和電動式。轉轍機構必須具備轉換〈改變道岔開向〉、鎖閉〈鎖閉道岔〉和顯示〈顯示道岔的正位或反位〉等三種功能。

### 〈二〉岔心部分

岔心部分是使車輪由一股道越過另一股道之設備，它設置於道岔分岔線鋼軌與道岔主線鋼軌相交處。岔心部分由岔心、護軌和聯結零件組成。岔心之組成如圖 1.5-2 所示，其主要組件為鼻軌、翼軌及護軌。岔心之構造可分為整鑄岔心、組合式岔心二種。

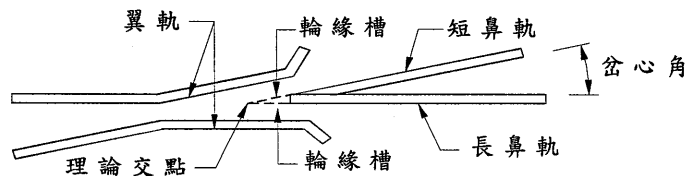


圖 1.5-2 岔心之組件

- (1)整鑄岔心：係由高錳鋼整體澆鑄而成。高錳鋼是一種含錳、碳元素較高的合金鋼，具有較高的強度和良好的沖擊韌性，經處理後，在沖擊荷載作用下，會很快產生硬化，使表面具有良好的耐磨性。由於鼻軌與翼軌同時澆鑄，整體性與穩定性較好，可以不設轍叉墊板而直接鋪設在墊板上，具有使用壽命長，養護維修方便的優點，目前逐漸被廣為採用。
- (2)組合式岔心：係由鋼軌及其他零件經刨切拼裝而成。它由長鼻軌、短鼻軌、翼軌、間隔鐵、轍叉墊板及其他聯結零件組成。

岔心兩側鼻軌作用邊之夾角稱岔心角 $\theta$ 。道岔號數 $N$ 由岔心角來表決定。道岔號數的計算方法如圖 1.5-3 所示，為

$$N = \cot \theta = \frac{h}{b}$$

岔心角的計算方法為

$$\theta = \cot^{-1} \frac{1}{N}$$

台鐵道岔號數與岔心角的對應值如表 1.5-1 所示。

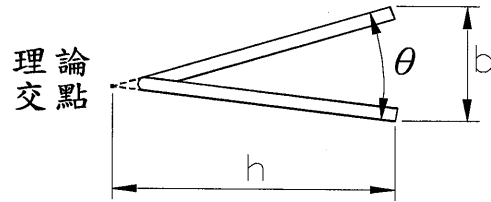


圖 1.5-3 道岔號數

鼻軌各工作邊延長線的交點稱為理論交點〈理論尖端〉。由於製作上之因素，實際之岔心尖端有 6 ~ 10mm 的寬度，此處稱為鼻軌的實際尖端。兩翼軌工作邊相距最近處稱為岔心咽喉。從岔心咽喉至鼻軌實際尖端間的軌線中斷距離，稱為有害距離。道岔號數越大，岔心角越小，這個有害距離就越大，車輪通過有害空間時，岔心容易受到撞擊。

表 1.5-1 道岔號數與岔心角之關係（單開道岔）

道岔號數	8	10	12	16
岔心角	7°09' 10"	5°43' 29"	4°46' 19"	3°35' 00"

為確保車輪安全通過有害空間，在岔心兩側相對位置的基本軌內側設置了護軌，如圖 1.5-4 所示。護軌用以引導車輪輪緣，使之進入適當的輪緣槽，防止與岔心碰撞。護軌可用鋼軌或特種斷面的鋼軌製作。

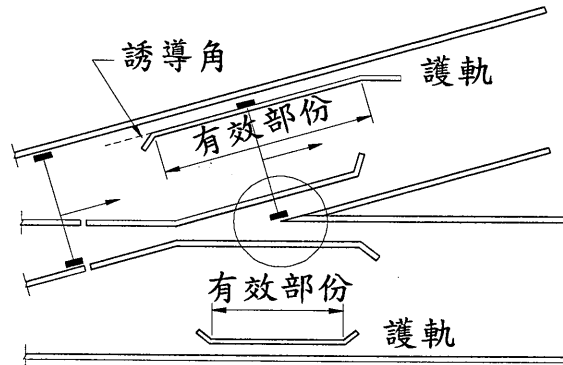


圖 1.5-4 岔心之護軌

### 〈三〉導軌部分

連接尖軌部分和岔心部分的軌道稱為導軌部分，它包括直導軌和曲導軌。直導軌和直線段的軌道構造相同，曲導軌又稱曲導線，曲導線的平面形式可以是圓曲線、介曲線或變曲率曲線。台鐵路線上鋪設的道岔導曲線均為圓曲線。導曲線由於長度及界限的限制，一般不設超高和軌底坡。

### 三、特種道岔

#### 〈一〉雙開對稱道岔

雙開對稱道岔是單開道岔的一種特殊型式，參閱圖 1.5-5。它具有以下之特點：

- (1) 整個道岔對稱於主線的中線和岔心角的中分線。列車通過時無直向與側向之分。
- (2) 尖軌長度相同時，尖軌作用邊和主線方向所成的夾角，約為單開道岔之半。
- (3) 導曲線半徑相等時，對稱道岔的長度要比單開道岔短，其他條件相同時，導曲線半徑約為單開道岔的二倍。
- (4) 在曲線半徑和長度保持不變時，可採用比單開道岔更小號碼的道岔。

在道岔長度固定之條件下，使用對稱道岔可獲得更大的導曲線半徑，故道岔通過速度可提高。在保持相同的道岔通過速度之條件下，對稱道岔能縮短道岔長度，因而縮短站場長度，增加股道有效長度。因此雙開對稱道岔適宜鋪設在駝峰頭部及迴轉線等地段，在不惡化路線平面條件下，亦可用在工廠專用線或城市之輕軌路線上。

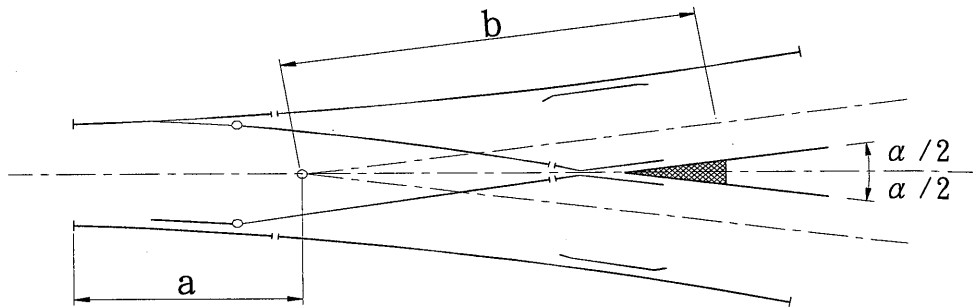


圖 1.5-5 雙開對稱道岔

#### 〈二〉交分道岔

交分道岔能使兩股道在同一平面交叉，有單式與複式之分。可提供機車車輛由任一股道穿過另一股道，亦可由左右任一側轉往另一股道者，稱為複式交叉。限制祇能左側或右側才可轉往另一股道者，稱為單式交叉。複式交叉相當於兩組對向鋪設的單開道岔，它具有道岔長度短，開通進路多及兩個主要行車方向均為直線等優點，因而能節約用地，提高調車能力並改善列車運行條件。

交分道岔由菱形交叉、轉轍機構和導曲線等部分組成。菱形交叉一般是直線與直線交叉。菱形交叉由二副銳角岔心、二副鈍角岔心和連接鋼軌組成。參閱圖 1.5-6 之示意圖。

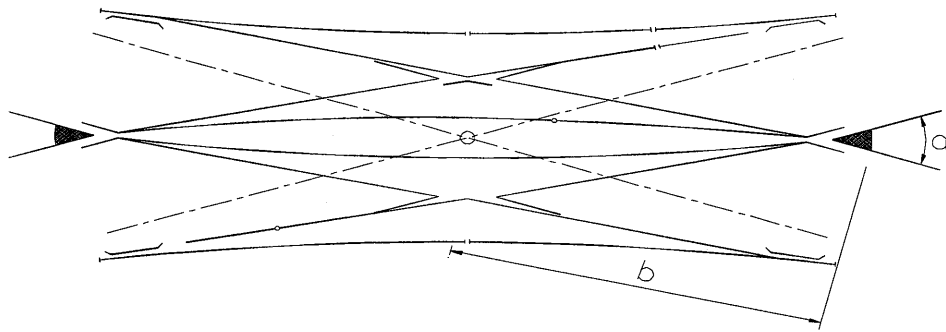


圖 1.5-6 交分道岔

### 〈三〉三開道岔

三開道岔係在同一地點自一股道分出兩股分岔股道的道岔。它相當於兩組異側順接的單開道岔，但其長度卻遠比兩組單開道岔的長度為短，故適用於駝峰調車場或地形狹窄又有特殊需要的地段。

三開道岔由一組轉轍機構，一組中間岔心和二組同號數的後端岔心所組成，如圖 1.5-7 所示。由於構造比較複雜，維修較困難，運行條件較差，除非十分困難，否則不宜輕易採用。

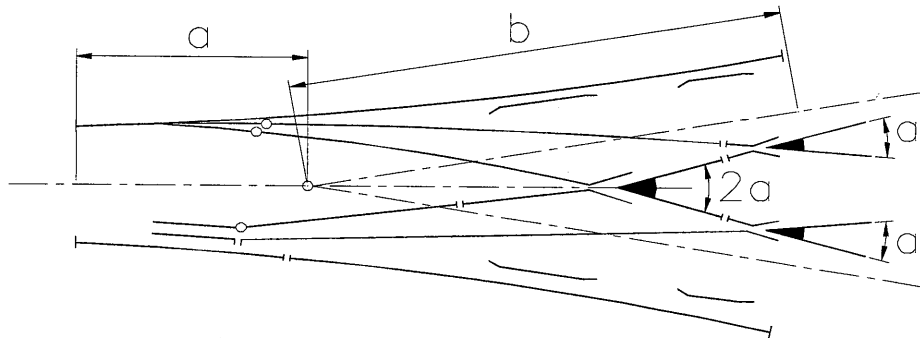


圖 1.5-7 三開道岔

### 1.5.2 通過道岔之行車速度

提高行車速度是提高鐵路運能的主要措施之一。通過道岔的行車速度是控制行車速度的重要因素。通過道岔的行車速度有側向通過速度與直向通過速度之分。

就一組單開道岔而言，側向通過速度包括尖軌、導曲線、岔心和護軌及道岔後之連接路線。無論從結構型式、強度條件和平面設計等觀點，岔心部分都不是控制側向速度的關鍵。道岔後的連接路線，按規定其容許通過速度不應低於道岔導曲線的容許通過速度。因此側向通過速度主要由尖

軌和導曲線這兩個部位的通過速度來決定。

道岔岔心部分存在著有害空間。當車輪從翼軌滾向鼻軌時，將對心軌產生強烈的沖擊。當列車逆向道岔時，車輪輪緣將與岔心上護軌緩衝段的作用邊以及岔心咽喉至岔心尖端的翼軌緩衝段作用邊相撞。而當順著直向通過道岔時，車輪將與護軌及翼軌的另一緩衝段作用邊相撞。因此直向通過道岔速度主要取決於撞擊時的動能損失。

綜上所述，通過道岔的行車速度取決於下列三個基本參數：

#### 〈一〉未被平衡的離心加速度

當列車進入分岔線〈側向〉時，道岔內的導曲線一般採用圓曲線，且道岔內之導曲線一般不設置超高，因此會產生離心加速度。過大的離心力作用會使人感到不適、人在車廂內行走困難、或物品移動傾倒等，因此必須限制這種加速度，亦即導曲線半徑確定時，推導並訂定其容許的側向通過速度。

#### 〈二〉未被平衡的離心加速度之增量

道岔內的導曲線一般採用圓曲線不加介曲線，因此車輛從直線進入圓曲線時，未被平衡之離心加速度變化，其所產生的增量，會影響旅客的舒適度，因此針對此一因素要推導並訂定相對的容許側向通過道岔速度和最小導曲線半徑限值。

#### 〈三〉動能損失

機車車輛由直線進入道岔分岔線時，在開始迫使其改變運行方向的瞬間，將發生車輪與鋼軌的撞擊，這時車輛運行的一部份動能，將轉變為對鋼軌的擠壓和機車車輛走行部分橫向彈性變形的位能，這就是動能損失。為防止列車側向通過道岔時，輪軌撞擊的動能損失過大，保證旅客必要的舒適度以及道岔結構的穩定，並延長其使用壽命，必須限制一個容許的動能損失值，即限制通過道岔速度和必須的最小導曲線半徑值。

綜合考慮上述三個主要參數，結合現有台鐵各種道岔結構情況，台鐵規定通過側向道岔的限制速度如表 1.3-3 所示。

車輛直向通過道岔時，雖然沒有迫使其改變運行方向未被平衡離心加速度和加速度變化問題，但仍然有車輪對護軌和翼軌的撞擊問題，另外，為保證直向通過道岔之岔心咽喉至岔心尖端的翼軌地段時，車輪不爬軌等考慮，仍需規定一個動能的損失容許值，因此有些國家訂有道岔直向容許通過速度。

由上可知，欲提高列車通過道岔之行車速度，以提昇運能，可從二方面來考慮：

- 〈一〉改進道岔的平面和立面設計：例如以曲線尖軌取代直線尖軌；採用變曲率的導曲線，以減少車輪進入曲線時之沖擊角，降低輪軌撞擊時的動能損失，減小未被平衡離心力加速度變化率，以提高側向通

過速度；採取適當之措施，儘量減少各部位的沖擊角，以提高直向通過速度。

〈二〉路線配置規劃時，選取適當之道岔型號：例如選用大號碼之道岔，以加大道岔導曲線半徑，減少車輪對道岔各部位的沖擊，以提高側向通過速度，但有一點需考慮，道岔號數增加後，道岔長度也增加了，相對應地增加站場長度，因而在使用上，受到一些限制。在道岔號數相同時，採用對稱道岔，導曲線半徑可比單開道岔增大約一倍，可提高側向通過速度約 30 ~ 40 %，但對稱道岔的二股均為曲線，這將使原為直線的股道運行條件變差，因而僅適用於兩個方向上的列車通過和行車密度相近的地段。

在高速鐵路中，道岔佔有特殊的地位。高速道岔分為二類：一為適用於直向高速行車的道岔，這一類為常用號碼道岔；另一為直向和側向都能通過高速列車的大號碼道岔。高速道岔在功能上和構造上與常速道岔相比，並沒有原則上的區別，而是它們對安全性與舒適度的要求更高。因此對高速道岔的平縱斷面、構造、製造技術、道岔範圍內的軌下基礎及養護維修，均經縝密的研究後，而設計製造出一系列適用於不同運行條件的高速道岔。

### 1.5.3 軌道連接

軌道連接有岔線、橫渡線、梯線和回轉線等多種型式。

#### 〈一〉岔線

岔線有直線出岔和曲線出岔兩種。直線出岔時，首先要確定岔線與主線的交點和兩者的交角，然後選定出岔點的位置〈即道岔中心〉及所使用的號數。出岔後如銜接曲線段，在道岔尾部應有一段插直線。

在鐵路的曲線段上鋪設道岔，稱為曲線出岔。為避免曲線出岔時採用特殊設計的曲線道岔，可將曲線的一部份取直，以便在這段直線上鋪設標準的單開道岔，在這一直線段的前後，對原有曲線須作相對應的調整，使之圓順地連接。曲線取直的方法，通常有弦線取直、切線取直和割線取直三種，其中以割線取直時路線的總移動量最小。

#### (1) 道岔配置

就列車運轉方向對道岔而言，當列車行進方向〈以箭頭表示〉由道岔前端向岔心方向時，該道岔稱為對向道岔(Facing Point)。列車行進方向由岔心向道岔前端時，則稱該道岔為背向道岔(Trailing Point)。如圖 1.5-8 所示。由於對向道岔之岔尖不密著時可能導致進錯路線，或前後輪走不同路線而造成出軌，故路線配置時應避免使用對向道岔。

道岔的分歧側列車速度受限，動搖劇烈，不利路線維修，因此速度高之列車以行駛於道岔直線側為宜。由於道岔有軌距線不連續處之存在，成為軌道結構的弱點，容易產生出軌或進錯路線等事故，且維修亦較為困難，故主正線上應盡量少配置道岔。另曲線與坡度上之道岔，不



但對行車安全不利，同時維修困難，宜盡量避免。

特殊道岔的速度限制相當大，構造複雜應盡量避免，惟在都市等用地取得困難的車站、車輛基地，在不得已時仍需使用，不宜限制太嚴。

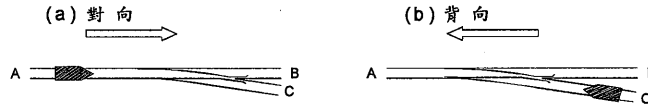


圖 1.5-8 對向、背向道岔

### (2) 道岔顯示

道岔經常開通的方向（一般為直線方向）稱為定位(Normal)，必要時暫時開通的方向稱為反位(Reverse)，列車通過後仍得扳回定位。定位或反位狀態，以標誌顯示。

### (3) 道岔開向之繪製

配線設計需插入道岔時，先在基準線上點出理論交叉點 A，爾後在基準線方向上量測 B，自 B 點與基準線呈直角量測 C，使  $BC:AB=1:a$ ，量出 C 點，AC 方向就是 a 號道岔的分歧方向。以 8 號道岔為例，如圖 1.5-9，自理論交叉點 A 向 B 點以適當之比例量出  $AB=80m$ ，定為 B 點，同樣之比例自 B 點直角方向量出  $BC=10m$  定為 C 點，則 AC 對 AB 即為 8 號道岔之分歧方向。A 點若要在 AB 線上之其他位置時，AC 必須平行移動。不等開道岔時應按不等開之比例在 BC 間取其等分定出不等開方向。

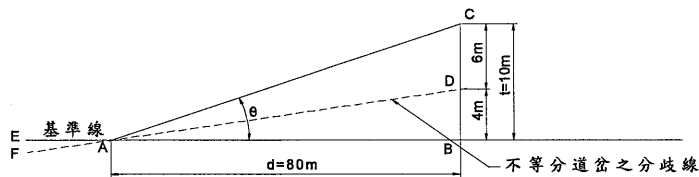


圖 1.5-9 8 號道岔分歧方向繪製例

### (4) 道岔配置形式

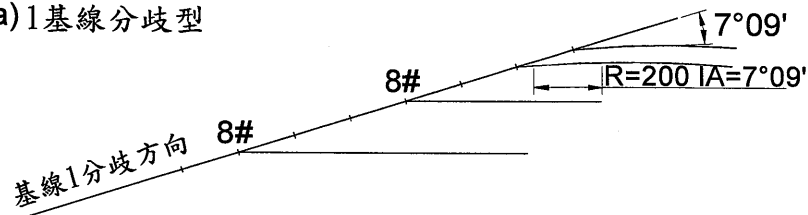
道岔配置之基本形式有下列幾種，參閱圖 1.5-10。

- 1 基線分歧型：與道岔連接之線群分歧自一基線，其角度等於某一號道岔之角度（如全為 8 號道岔時），梯形線型即屬這一種形式。
- 1.5 基線分歧型：與道岔連接之線群跟道岔分歧基線間有 1.5 分歧角度（8 號道岔時  $10^{\circ}43'30''$ ）的道岔形式。

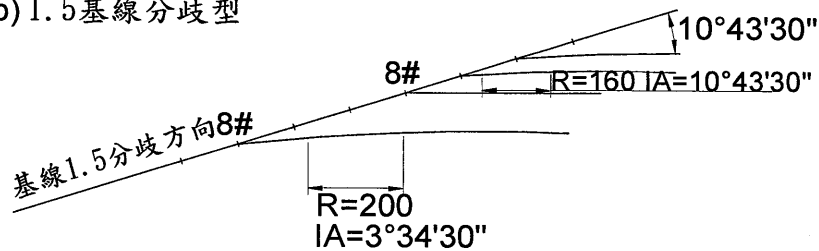
- 2 基線分歧型：與道岔連接之線群跟道岔分歧基線間角度有 2 個道岔角（如 8 號道岔時為  $14^{\circ}18'$ ）的配置形式。
- 3 基線分歧型：其他亦有 4 基線分歧型、5 基線分歧型，但不常使用。

線群最重要的是有效長，非有效長要盡量縮短。除有效長之外，對道岔形式之選擇比較，需考慮調車機車之行駛距離、通過道岔次數、道岔扳轉次數、所要之軌道總長、用地面積等。綜合上述因素以決定最合適之方案，雖頗為困難，惟依經驗通常採用下列方式：線群股道數 4 股以下時，可用 1 基線分歧型；3~4 用 1.5 基線分歧型；線群股道數 5 股以上時，可用 2 基線分歧型；線群股道數超過 10 股時，使用 3 基線分歧型。

(a) 1 基線分歧型



(b) 1.5 基線分歧型



(c) 2 基線分歧型

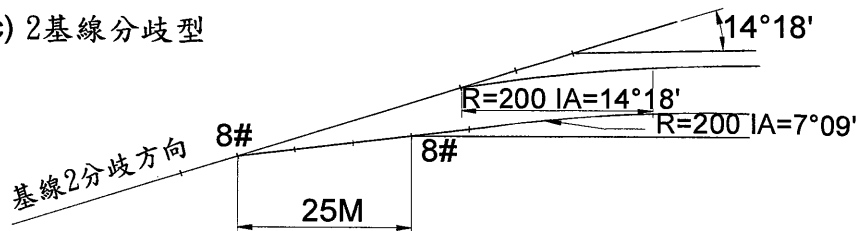


圖 1.5-10 道岔配置基本型式

## 〈二〉橫渡線

橫渡線用於兩股平行股道間的連接，可分為正常橫渡線、縮短橫渡線和交叉橫渡線三種。

- (1) 正常橫渡線：由兩組類型和號數均相同的道岔組成。道岔的尾部有一段直線段連接，如圖 15-11 所示。正常橫渡線一般適用於軌道間距  $\geq 7m$  的平行軌道連接。

- (2)縮短橫渡線：在股道間距大於 7m 時或橫渡線長度必須縮短的地段，可使用縮短橫渡線。此時兩個道岔的尾部用一段反向曲線取代直線如圖 1.5-12 所示。
- (3)交叉橫渡線：係由兩組橫渡線交叉通過，由 4 組類型和號數相同的單開道岔和一組菱形交叉，以及連接鋼軌所組成，亦稱剪形交叉，如圖 1.5-13 所示。交叉橫渡線僅在個別特殊場合才可使用。

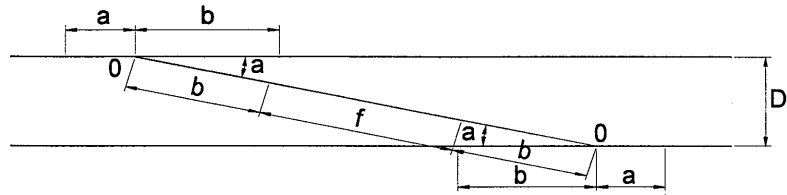


圖 1.5-11 正常橫渡線

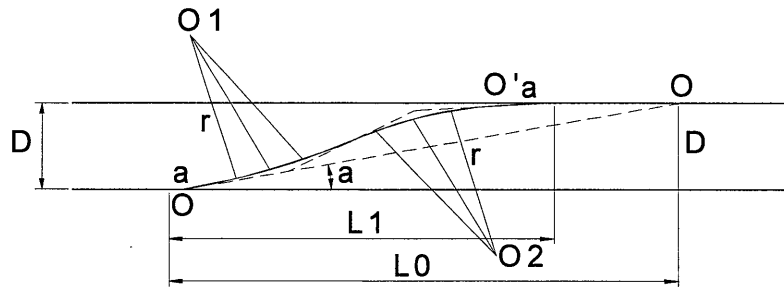


圖 1.5-12 縮短橫渡線

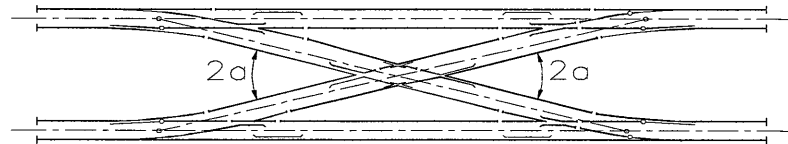


圖 1.5-13 交叉橫渡線

### 〈三〉梯線

用若干組單開道岔連接在一系列平行股道的路線，稱為梯線。梯線廣

泛應用於調車場配置。梯線按道岔群組合方式的不同，分為正常型梯線、縮短型梯線、扇形梯線、複式型梯線等。

(1) 正常型梯線：凡連接各平行股道的道岔依次排列在梯線上，且所有道岔號數均相同者，稱為正常型梯線。正常梯線有梯線本身就是拖上線的延長、梯線與拖上線成 $\alpha$ 角二種，如圖 1.5-14 所示。在梯線上設置道岔時，應注意道岔間插直線的規章規定。正常型梯線之配線最為單純，配置 3~4 股道時最常使用。客運站正線邊有月台時，宜使用縮短型梯線，如圖 1.5-15 所示。

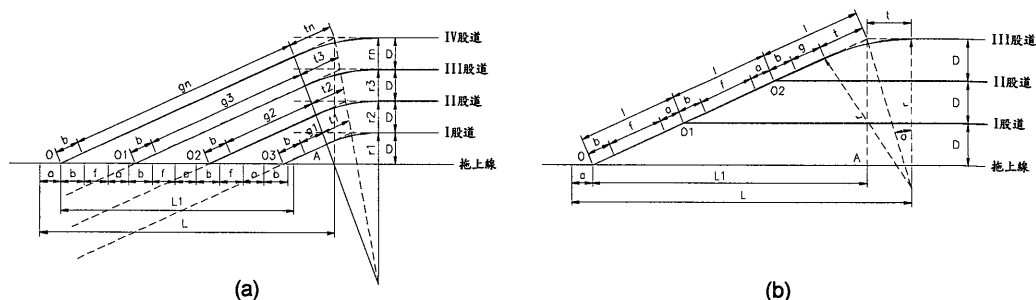


圖 1.5-14 正常梯線

(2) 縮短型梯線：梯線與拖上線成大於岔心角 $\alpha$ 時，稱為縮短型梯線。如圖 1.5-15 所示。由圖 1.5-15 可知，梯線與拖上線所成的角度 $\delta$ 愈大，梯線在拖上線的投影愈短，則股道的有效長反而增加。

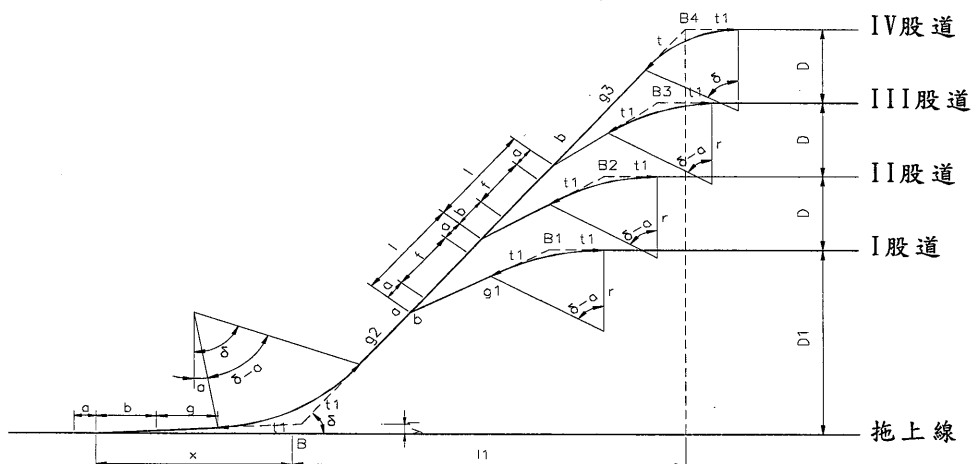


圖 1.5-15 縮短型梯線

- (3) 扇形梯線：各股道一次在前一股道上出岔，這時梯線便不再是一條直線，而成為一條扇形線，如圖 1.5-16 所示。扇形梯線適用於股道轉角比較大的調車場、貨場和機廠等。扇形梯線的優點是扳道時不跨越軌道，缺點是瞭望條件較差，且向外繼續增添股道有困難。

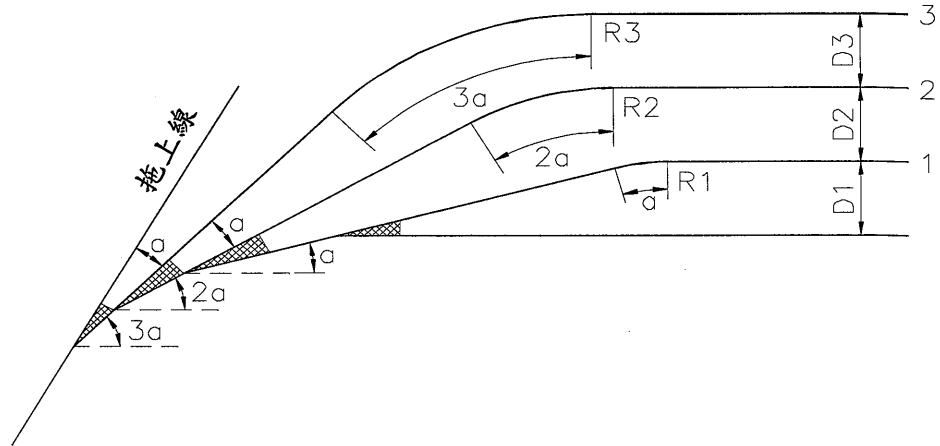


圖 1.5-16 扇形梯線

- (4) 複式型梯線：複式梯線是上述不同形式梯線的組合，如圖 1.5-17 所示。它的佈置變化多樣，總的要求是把數量較多的平行股道，透過各種方式和拖上線連接起來，俾儘可能縮短梯線長度，使場地獲得充分利用，常使用在編組線、車輛基地等之配線。

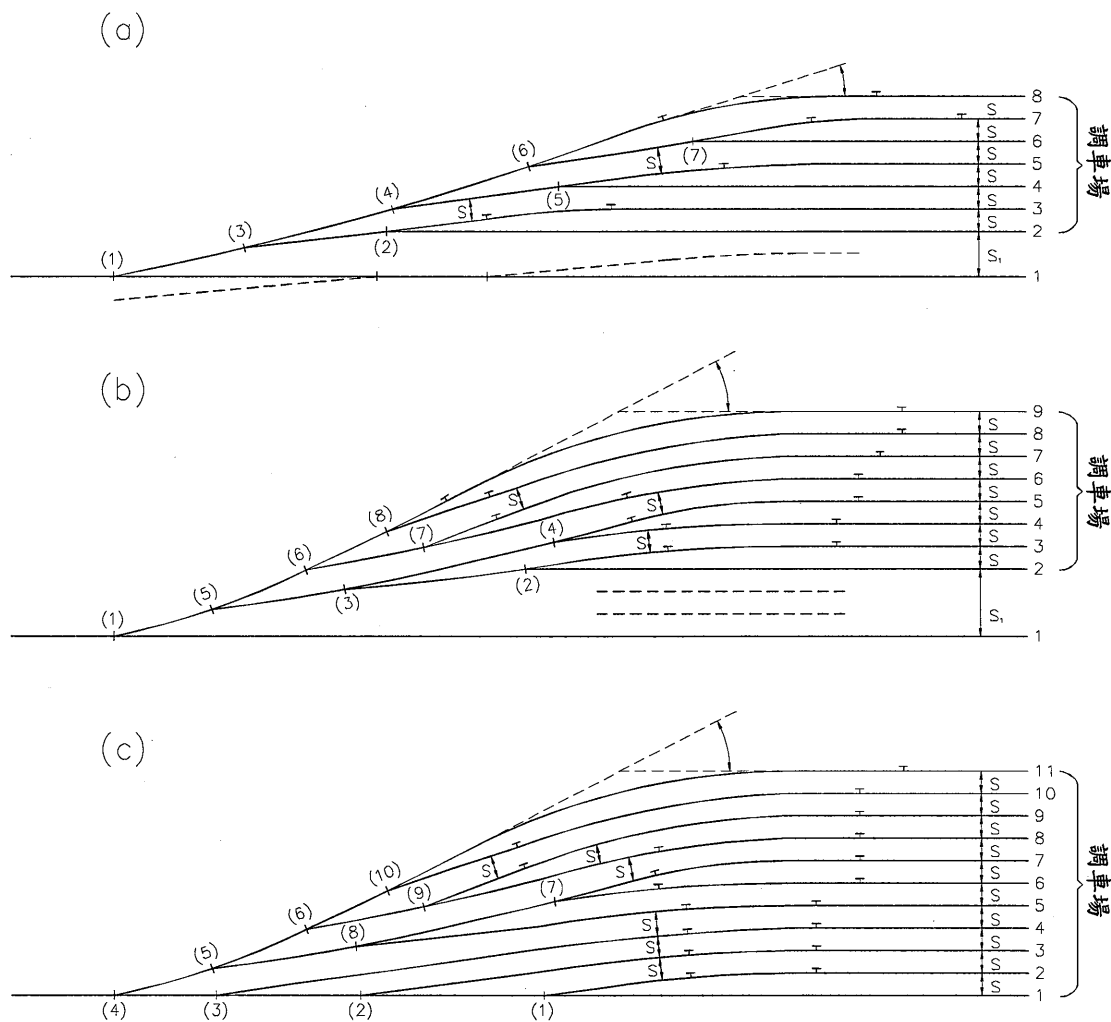


圖 1.5-17 複式梯線配置例

#### 〈四〉回轉線

回轉線用於機車車輛的調頭。有轉車盤、轉頭線、三角線等型式。三角線是最常用的機車轉向設備之一，其型式有下列幾種：

- (1) 使用一組對稱道岔及兩組單開道岔。
- (2) 使用三組對稱道岔。
- (3) 使用三組單開道岔，如圖 1.5-18 所示。

上述中以第三種使用最為普遍。三角線運行可靠，但佔地面積較大。

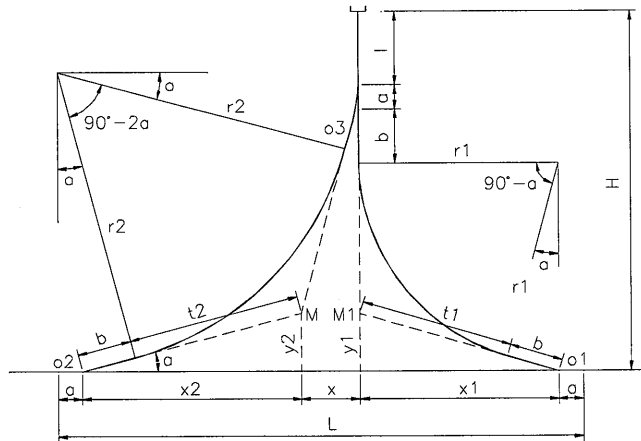


圖 1.5-18 三角線

## 1.6 鐵路電化之基本認知

### 1.6.1 鐵路電化之方式

各國鐵路電化之方式互不相同，即使同一國內，亦可能有不同之方式，茲以電化鐵路所用之電源及集電方法之不同，略述其方式如下：

#### 一、依電源而分

- (一) 直流式：即使用直流電。直流式又可分為直流高壓式，其使用之電壓多為 1,500 伏特、3,000 伏特、1200 伏特或 2,400 伏特等；直流低壓式，多使用 750 伏特、500 伏特或 600 伏特之電壓。
- (二) 交流式：即使用交流電。依使用之頻率、相數、及電壓之不同，而有不同之分類。單相式多使用 16 2/3Hz、25 Hz、50 Hz 或 60 Hz 等不同頻率，使用電壓多為 6.6~25KV，機車上電動機有採用整流子電動機，以交流電直接驅動者，亦有將交流電在車上整流後，以直流電驅動直流電機者；另有三相式，多使用 16 2/3 Hz、25 Hz 等不同頻率，使用電壓則為 3,600~6,000V，機車上電動機亦有直接型與整流型之分。

#### 二、依集電方法而分

- (一) 架空式：即電源架設於軌道上空，機車以集電弓接取電源。依其架設方式又分為二種：
  - (1) 架空單線式：即電源線一條架於空中，回流線則利用鋼軌，單相交流及直流均可使用。本方式之優點為設備較簡單，但以鋼軌作回流線，回流電大部分洩漏於大地，將會對軌道附近之地下埋設物，產生不良影響，為其缺點。
  - (2) 架空複線式：不以鋼軌為回流線，而將電源線及回流線均架設於空中，機車裝有兩套接電裝置，都市內之無軌電車即採用此種方

式。其缺點為構造複雜，但可避免洩漏電流則為其優點。

- (二) 地上式：即電源之不架設於空中，而裝設於地面。此種方式因無支撐電車線之電桿，不會影響司機員之視線，視界較好為其優點，但因電源線距地面過近，易造成觸電危險，故除在隧道內或地下鐵路外，甚少使用。
- (三) 第三軌式：即在行車用之兩條軌條外，另裝設一導軌，以用作輸送電源。機車裝有特製之集電靴接取電流，回流電則仍經鋼軌流回電源。
- (四) 第四軌式：即另裝設導軌兩條以作為電源線及回流線之用。
- (五) 地下式：本方式與架空式相反，電車線安裝於軌條間之暗溝內，機車之集電弓，入溝內接取電源。因地面無電力設備，視界良好，亦較美觀。但因安裝於地面下，絕緣不易，保養困難，採用之鐵路不多。

#### 1.6.2 台鐵之電化方式

台鐵已實施之鐵路電化系統，係採用單相、60 赫茲 (Hz)、25,000 伏特之交流電，電源由台電供給。電車線採單線架空方式，裝設回流線，將回流鋼軌中之回流電吸上回流線，流回變電站，其餘大部分地區均採用雙回饋線，即架空地線方式將回流電送回變電站，經回流軌洩漏至大地之電流極微，可避免干擾之產生。

台鐵電化系統因使用高壓交流電，其所引發之問題及因應措施如下：

- 一、高壓交流電之干擾感應問題：因高壓交流電之電場及磁場作用，使沿線之金屬結構物產生靜電感應，並干擾電訊及電氣號誌。為解決此項困擾，故沿線所有金屬結構物已作接地安排，所有電氣號誌均加設防護干擾裝置，所有明線電訊線路均埋設地下。
- 二、牽引較重、速度較高列車之行車安全問題：鐵路電化後，列車速度及牽引重量均較原有標準為高，路線標準亦須因而提高，如換用重軌、換枕、換碴、路基加寬、曲線改善等軌道加強工程，另亦將平交道升等，儘量將平交道改為立體交叉、電化區間之第四種平交道完全予以淘汰，以確保行車安全。
- 三、電化區間員工及公眾之安全防護問題：電化系統採用 25,000 伏特高壓交流電，且電車線高度最高 5.4 公尺，最低處僅 4.42 公尺，遠較一般高壓電為低，故在電化路線上工作、乘車、通行之員工、客貨商及附近居民等，應如何防護高壓電之危險，以確保自身之安全，為鐵路電化所產生之另一問題。為此，台鐵除辦理各項電化訓練外，並制訂辦法，將訓練及宣傳列為經常性之工作。
- 四、法令規章之制（修）訂問題：電化後，設備及作業方法與傳統式鐵路諸多不同，除原有法令規章應配合修訂外，對電化設備之維修、電力調配及一般安全防護規定，均應制訂辦法，妥為規定。



### 1.6.3 台鐵電車線設備之供電與分區

#### 一、電流回路

台鐵電化系統電源係由台電供應電源由台電一次變電所，以三相、交流、60 Hz 六萬九千伏特之高壓，送至台鐵變電站，經台鐵變電站將其降為二萬五千伏特後，分為兩單相，分別饋送至變電站南北兩方之電車線上。當電力車輛行駛時，電流即由機車之集電弓，引進車上設備，並經車輪、回流鋼軌、回饋線等，流回變電站，形成一完整的回路。

回流電流係以回流鋼軌及回饋線（即架空地線）為回流路徑。回饋線架設於電車線桿上，每隔四根電桿（約二百公尺）即與回流軌相連，以共同承載回流電流。

#### 二、電車線之分區

台鐵電車線所使用之電源係經由變電站所供應。每一變電站供電之範圍約為四十公里，此範圍以變電站為界，分為南北兩段，每段長約二十公里，此約二十公里之電車線即稱為一「區間」。區間與區間則以「中性區間」間隔。中性區間之長度為 5.162 公尺，係一段無電之裝置，並予以接地，電力機車通過前必須先切斷開關，通過後再接通，否則會引起電車線短路。

電車線保養或故障時，均可能影響供電，妨礙行車。為使影響供電之範圍不致過大，妨礙行車程度減至最低，每一區間之電車線復劃分為若干區間，其劃分之原則如下：

- (一) 站外：兩站間之距離無論多長，其電車線均劃分為一分區間。其與站內電車線之分界處均在進站號誌機之外方，利用重疊區間將站內與站外之電車線予以隔開。
- (二) 站內：依車站路線配置及運轉需要，劃分為若干分區間，每站不同，因站內每一分區間通常均含若干股路線，故站內分區間又稱電車線群。

#### 三、電車線開關

每一區間電車線劃分為若干分區間，各分區間均以絕緣裝置互相隔離，惟為構成完整回路，各分區間另以開關接通，故各分區間可藉開關使其隔離或接通。

區間與區間間，係以中性區間分隔，惟兩區間間亦另裝有開關，以備一區間因故斷電時，可將開關接通，由鄰區間支援供電。另外變電站內，及變電站與電車線間，亦均裝有開關。

### 1.6.4 高壓電之安全防護措施

帶有高壓電之導體，如高壓電車線設備，並非互接或間接接觸才會造成傷亡，而係接近至相當距離時，電即會透過空氣，對人、物造成傷害。此外高壓電因電場作用，可使附近之金屬物體感應帶電，如無適當防護，

萬一產生火花，亦足以使瓦斯、汽油等危險物品爆炸。為防範高壓電所產生之危險，台鐵採取下列三項防護措施：接地措施、規定安全距離、制定一般安全規定。

### 一、接地措施

所謂接地，即將帶電導體與大地導電連接。接地之目的，在清除導體與大地間之電位差，使導體的電位保持與大地者相同，不致對人或物造成傷害。台鐵電車線設備之接地措施可分為臨時性與永久性兩種：

(一) 臨時性接地措施：電車線設備中，帶有高壓電之設備，如因故斷電，但已斷電之設備，並非絕對安全。即使已斷電之設備可能仍帶有殘留電，又可能受鄰近其他高壓活線設備之感應，使其帶電，亦可能因人為錯誤，使其重新通電或電力列車越入等。凡此，均可導致人員傷亡與財務毀損。故台鐵電化規章規定，已斷電之設備，必須另辦接地後，方可視為安全。

(二) 永久性接地措施：為防感應帶電，電化路線附近所有之金屬物體，如金屬管線、號誌機、橋樑、電訊電纜之金屬外皮等，均以接地線與回流軌連接，而回流軌係與地線（含架空及埋設地線）、回流線及變電站用接地裝置等相互連接。

### 二、安全距離

為防過於接近，或直接接觸高壓設備，引起傷害事故，台鐵電化鐵路安全須知中，規定有最短安全距離。此安全距離有 1.5 公尺及 0.6 公尺兩種。亦即高壓設備，在未斷電並接地以前，所有人員及其所持物件，均應與其保持 1.5 或 0.6 公尺以上之距離。1.5 公尺適用於一般人員，0.6 公尺適用於合格之技術人員或經訓練之人員，並且須在經特殊訓練之監督人員的監督下工作。前述安全距離，係僅對人員或其所持物件而訂。因人是活動的，如過於接近高壓設備，則可能因手臂之揮動，或所持物件之舉揚，誤觸高壓設備而引起不幸。其他固定設備，如橋樑、隧道、鐵路客貨車輛等及貨物裝載之高度不受前述安全距離之限制，僅須遵守既有之各項規定界限即可。

### 三、一般安全規定

對高壓電之防護，除前述之接地措施及保持規定之安全距離外，有關其他防護須知，台鐵頒訂之「電化鐵路安全須知」，均有詳細之規章，僅摘錄數條，並作簡單之解釋，以便於了解其訂定之目的：

(一) 回流軌條上之連軌線，及其他連接線，如有折斷，均可能產生危險電壓，故不可碰觸，並應立即通知電力調配室或電力段安排搶修。回流軌條用以承載回流電流者，不可中斷，故軌條接頭均以連軌線連接。此外，附近之金屬物體亦均以連接線連接於回流軌，架空及埋設地線亦每隔四支電桿即與回流軌連接，回流線亦在適當地點與回流軌連接，故回流軌上連接線數量及種類繁多，如有折斷，則在

折斷處可能產生危險電壓，故不可任意接觸。

- (二) 電車線墜落地面，在未確認該墜落之電車線業已斷電並接地前，在其周圍 10 公尺之範圍內，任何人不得進入。電車線如斷落地面，即形同接地，依台鐵之設備而言，變電站內之真空斷路器，應可在幾十分之一秒內跳開，使全區斷電。但為防萬一，如電車線墜落處地質絕緣性良好，短路電流可能不足使真空斷路器立即動作，則電車線上仍繼續帶電，故有本項規定。
- (三) 在埋有高壓電纜附近之地面，不可挖掘或打入任何物體，以免損壞電纜，或遭觸電之危險。台鐵各變電站與電車線間，以饋電線連接，此饋電線即埋設於地下，與電車線同樣帶有二萬五千伏特高壓電。此外為防高壓干擾，沿線電訊明線均改用地下電纜，埋設於路線旁，故挖掘或向地下打入物體亦可能損及地下電訊電纜。
- (四) 抽換鋼軌、鋸斷金屬管線等，應在拆開或鋸斷處先以跨接線連接，以免中斷其導電性能。
- (五) 平交道上電車線之高度為 5.40 公尺，如因故無法達到此高度者，即 在平交道兩側裝設限高門，限高門上並裝設限制高度之標誌。



## 2. 曲線 (Curve)

平面路線係由方向各異的直線所組成，方向不同之直線間用不同半徑的圓曲線予以連接。路線曲線段為使機車車輛能夠順利通過，在半徑較小的曲線上，應將軌距略予加寬。為抵消機車車輛通過曲線時的離心力，應使外軌頂面略高於內軌頂面，形成適當超高。為使機車車輛平穩地自直線進入圓曲線，並自圓曲線轉入直線，在直線與圓曲線之間，應有一條曲率漸變的緩和曲線（亦稱介曲線），並使外軌逐漸升高，軌距逐漸加寬，避免急劇變化。

### 2.1 圓曲線

#### 2.1.1 圓曲線之種類與表示方法

##### 一、圓曲線之種類

圓曲線依其組成，計有如圖 2.1-1 所示之三種：

- (一) 單曲線(Simple Curve)：如圖 2.1-1 之(a)所示，兩條相交之直線所夾之圓弧，有兩個切點，此即該曲線的起終點(B,C,E,C)，此一曲線僅具一固定半徑，單一圓心。此線上各部分之數值，可利用幾何及三角關係求得。半徑(R)、交角(I.P)、切線長(T.L)及曲線長(C.L)為其最重要之數值。
- (二) 複曲線(Compound Curve)：曲線由兩個以上不同半徑之單曲線所連接而成，具兩個以上的圓心，且圓心均在曲線同一側，在其連接點 c 則有公切線，如圖 2.1-1 之(b)所示。複曲線上各部分之數值計算，主要為半徑、交角及切線長三者之關係，其餘之數值計算如同單曲線。複曲線多用於山腹、溪谷及海濱地形複雜之處，另於路線變更時亦常用之。
- (三) 反向曲線(Reverse Curve)：如圖 2.1-1 之(c)所示。曲線由兩個單曲線相連而成，此二曲線之連接點 c 亦即公切點，此兩單曲線之圓心分別在公切線之異側，故 c 點亦稱反曲點，反向曲線亦稱 S 曲線。反向曲線也如複曲線多用於山間溪谷邊路線有迂迴曲折之處，另車站站場之股道兩端進出站附近，也有插入此種曲線之情況，惟在高速運轉區間，為使列車運行時不致搖動太大，應儘量避免鋪設此種路線。反向曲線各部分之數值計算，應依照其直線之方向、交角、半徑及是否在兩曲線間插入直線等條件而計算之。

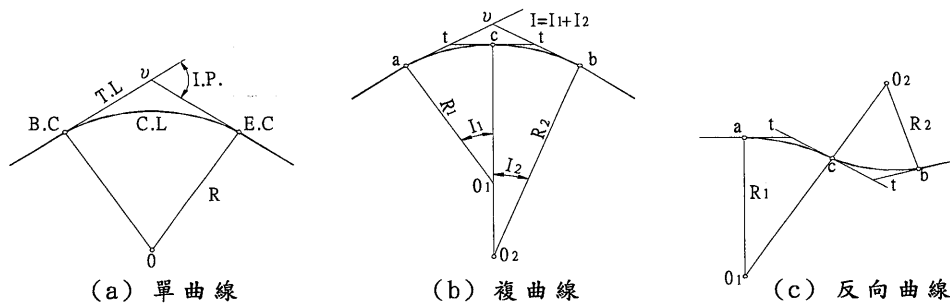


圖 2.1-1 圓曲線之種類

## 二、圓曲線之表示方法

圓曲線之緩急有二種表示方法：

- (一) 半徑表示法 (Designation by Radius)：用曲線半徑大小來表示，半徑大者為緩曲線，半徑小者為急曲線。此種方法多為德、法、日及台鐵所使用。
- (二) 中心角度表示法 (Designation by Degree)：此法多以每 20m(英制為 100ft)弦長所對圓心角來表示。如  $3^{\circ}$  之曲線，即為此曲線 20m(或 100ft)弦長之圓心角為  $3^{\circ}$  之曲線。如以 D 表弦長 20m 所對之圓心角，R 表弦長 20m 所對圓弧之半徑，則  $\frac{2\pi R}{20} = \frac{360}{D}$ ， $R = \frac{1,146}{D}$ ，由上式可知 R 與 D 成反比，故度數越小曲線越緩，反之度數越大曲線越急。

### 2.1.2 曲線軌道外軌超高 (Cant)

當列車沿曲線軌道運行時，因離心力作用使車體向外推甩，外側之鋼軌將承受較大的壓力，亦使旅客感覺不舒適。離心力過大時會影響行車安全，為抵消離心力的作用，需將外側鋼軌抬高，使車體向內傾斜，借助車體自重的水平分力與離心力相平衡。此種曲線外側鋼軌軌面較內側鋼軌軌面為高之現象稱為外軌超高。

設置超高的基本要求是保證內外兩側鋼軌的受力比較均勻、提昇旅客乘坐的舒適度、確保行車平穩與安全。

#### 一、按兩根鋼軌均勻受力的要求計算外軌超高 (平衡超高)

##### (一) 基本計算公式

車輛以速度 V 沿一半徑為 R 之圓曲線運行時，如圖 2.1-2 所示，令車體重力為 W，則此車輛將會沿著法線方向產生一離心力 F，為使內外側鋼軌所承受的垂直壓力相等，應使 F 與 W 的合力作用於軌道中心點 O，為此其所需的外軌超高 C 亦稱平衡超高。設軌距為 G，離心加速度 a，則：

$$F = m \cdot a = m \cdot \frac{V^2}{R} = \frac{WV^2}{gR} \dots\dots\dots(2-1)$$

上式中  $g$ ：重力加速度， $g = 9.8\text{m/s}^2$ 。

$$\sin \theta = \frac{C}{G}, \tan \theta = \frac{F}{W}$$

因  $\theta$  甚小，可視為  $\sin \theta \approx \tan \theta$ ，故

$$\begin{aligned} \frac{C}{G} = \frac{F}{W}, \quad C &= \frac{GF}{W} = \frac{G}{W} \frac{WV^2}{gR} \\ &= \frac{GV^2}{gR} \dots\dots\dots(2-2) \end{aligned}$$

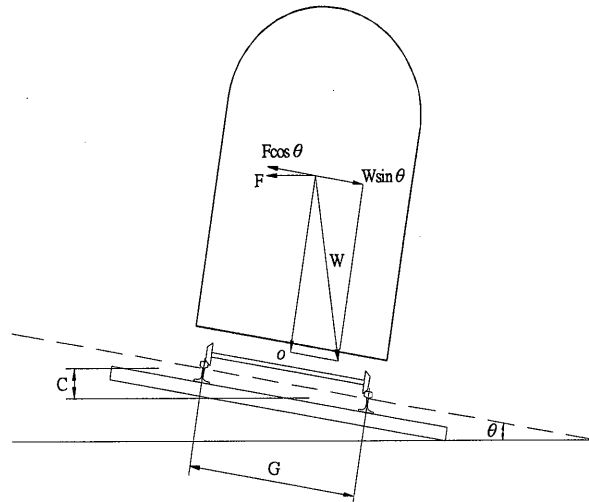


圖 2.1-2 平衡超高

(二) 平均速度之計算

事實上，通過曲線的各次列車，其速度不可能是相同的，因此式(2-2)中列車速度  $V$  應採用各次列車的平均速度  $V_0$ 。外軌超高設置是否合適，常取決於平均速度選用是否合適。如何選用平均速度  $V_0$  有各種不同的方法：

(1) 全面考慮每次列車的速度和質量的加權平均速度  $V_0$

$$V_0 = \sqrt{\frac{\sum mV^2}{\sum m}} = \sqrt{\frac{\sum NPV^2}{\sum N}} \dots\dots\dots(2-3)$$

上式中  $P$  為列車質量， $N$  為每晝夜通過的質量和速度相同的列車次數， $V$  為列車速度。

(2) 不考慮列車質量，只考慮每次列車之速度的加權平均速度  $V_0$

$$V_0 = \sqrt{\frac{(\sum NV^2)}{\sum N}} \dots\dots\dots(2-4)$$

上式中  $N$  為每晝夜通過速度相同的列車次數。

(3) 只考慮每次列車之速度的算術平均速度  $V_0$

$$V_0 = \frac{\sum V}{\sum N} \dots\dots\dots(2-5)$$

上式中  $N$  為每晝夜通過曲線的列車次數。

(4) 經驗公式

$$V_0 = 0.8 V_{\max} \dots\dots\dots(2-6)$$

## 二、為確保旅客乘坐舒適的外軌超高檢算

曲線的超高只能根據平均速度設置，而通過曲線的各種列車速度並不相同，或大於平均速度，或小於平均速度，致使超高與平均速度不相呼應，即不可能使所有列車產生的離心力完全得到平衡，因而，車體將承受一部份不平衡的離心力。這種不平衡的離心力，會使車內的人或物產生不平衡的離心加速度。不平衡的離心加速度必須加以控制，否則會使旅客產生不舒服，影響列車平穩，甚至使車輛喪失穩定性，危及行車安全。

### (一) 不平衡的離心加速度

當列車以速度  $V_1$  通過半徑為  $R$  的曲線時，由於離心力而產生的離心加速度為  $\frac{V_1^2}{R}$ 。已設置的外軌超高  $C$  係以平均速度  $V_0$  為基準，其產生的離心加速度為  $\frac{V_0^2}{R}$ 。

由於列車速度  $V_1$  與設置超高度的  $V_0$  不一致而產生之不平衡離心加速度  $a$  為

$$a = \frac{V_1^2}{R} - \frac{V_0^2}{R} \dots\dots\dots(2-7)$$

當  $V_1 = V_0$  時  $a = 0$ ； $V_1 > V_0$  時， $a > 0$ （離心力）； $V_1 < V_0$  時  $a < 0$  時，〈向心力〉。不平衡離心加速度  $a$  的符號不管是正或負，對旅客的舒適度影響是一樣的，因此有些國家對不平衡離心加速度訂有限制值，其標準不一，一般在  $0.4 \sim 0.5 \text{m/s}^2$ 。旅客舒適度泛指車廂裡旅客在生理上和心理上的舒適程度，與車輛運動狀態、車輛內外環境、座位條件和旅客體質有關。不平衡的離心加速度，主要與車輛的受力和運動狀態有關，因此實際的不平衡離心加速度應為

$$a_k = (1+k) a \quad \text{式中 } k \text{ 為彈簧附加係數，根據實驗，一般取 } k = 0.2。$$

### (二) 超高不足與餘超高

如前所述，設置曲線超高所依據的平均速度  $V_0$  與通過曲線的列車速度  $V_1$  不一時，其產生之不平衡離心加速度  $a$ ，係由超高不足或餘超高所造成。

所謂超高不足量  $C_d$  係指列車最高運轉速度時所需的超高度  $C_v$ ，與



以平均速度所設置的超高度  $C$  之差，即  $C_d = C_v - C$ 。超高不足量亦稱不平衡超高。根據計算基本公式(2-2)，列車速度  $V_1 > V_0$  通過曲線時，其要求設置之超高為  $C_v = \frac{GV_1^2}{gR}$ ，而實際設置的超高  $C = \frac{GV_0^2}{gR}$ ，超高不足即是兩者之差即

$$C_d = C_v - C = \frac{GV_1^2}{gR} - \frac{GV_0^2}{gR} \\ = \frac{G}{g} \cdot \left\langle \frac{V_1^2}{R} - \frac{V_0^2}{R} \right\rangle \dots\dots\dots (2-8)$$

上式中  $G = 1,067\text{mm}$ ， $g = 9.8\text{m/s}^2$ ， $V_1$ 、 $V_0$  通常以  $\text{km/h}$  表示，如化為  $\text{m/s}$ ，應乘以  $\frac{1,000}{3,600} = \frac{1}{3.6}$ ， $R$  以  $\text{m}$  為單位時，則式(2-8)可簡化為

$$C_d = 8.4 \left( \frac{V_1^2}{R} - \frac{V_0^2}{R} \right) = 8.4a \dots\dots\dots (2-9)$$

同理，當  $V_1 < V_0$  時

$$a = \frac{V_1^2}{R} - \frac{V_0^2}{R} < 0 \quad \text{即 } C_d < 0 \text{ 表示以 } V_0 \text{ 設定的超高大}$$

於  $V_1$  所需的超高，此種超高剩餘量，稱為餘超高。

由於超高不足或餘超高是幾何量，而加速度是運動學量，但不論加速度的符號是正或負，其對舒適度的影響是一樣的，為表示超高不足、餘超高與不平衡加速度的關係，按式(2-7)所計算出之不平衡離心加速度取其絕對值，而對不平衡離心力加速度  $a$  之限制值不再加正負號。

大致上每超高不足（或餘超高） $15\text{mm}$ ，相當於不平衡離（向）心力加速度  $0.1 \text{ m/s}^2$ ，故  $a$  限制值  $0.4 \sim 0.5 \text{ m/s}^2$  時之超高不足（或餘超高） $C_d$  為  $50.4 \sim 63\text{mm}$ ，在特殊情況下  $a$  之限制值為  $0.6 \text{ m/s}^2$ ，其相對的超高不足（或餘超高）限制值為  $75.6\text{mm}$ 。

在  $R=800\text{m}$  之曲線上如超高係以平均速度  $80\text{km/h}$  計算設置的超高  $C$  為  $67\text{mm}$ ，而實際行車最大速度  $V_{\text{max}}$  為  $100\text{km/h}$  時，則其超高不足

$$C_d = 8.4 \times \frac{100^2}{800} - 67 = 33\text{mm} < 63\text{mm} \quad \text{其相對之不平衡離心力}$$

$$\text{加速度 } a = \frac{C_d}{8.4 \times 3.6^2} = \frac{33}{8.4 \times 3.6^2} = 0.3 \text{ m/s}^2 < 0.5 \text{ m/s}^2。$$

如以容許行車速度  $110\text{km/h}$  時，

$$C_d = 8.4 \times \frac{110^2}{800} - 67 = 60\text{mm} < 75.6\text{mm} \quad \text{其相對之不平衡離心力}$$

$$\text{加速度 } a = \frac{C_d}{8.4 \times 3.6^2} = \frac{60}{8.4 \times 3.6^2} = 0.55\text{m/s}^2 > 0.5 \text{ m/s}^2 \text{ 但仍小於 } 0.6$$

$m/s^2$ ，故不需調整。

### 三、超高的最大值

列車的行駛速度與外軌超高不相對應時，就會出現超高不足或餘超高。設置超高時，不僅要保證旅客的舒適性，同時要保證行車的穩定性。車輛在曲線上運行時，受到重力、離心力、風力等的共同作用，如圖 2.1-3 所示。當上述諸力的合力  $P$  作用線通過軌道中心時，車輛處於絕對穩定狀態。當存在著超高不足或餘超高時，合力作用點的位置就會偏離軌道中心一小段距離  $e$ 。要保證車輛的穩定性，就需保證在最不利的條件下合力作用線不會落在車輪支承點之外，即偏心距  $e$  要小於兩根鋼軌中心距之半。

$$e < \frac{G}{2}$$

$G$  為軌距，為簡化計算可視  $G$  為車輪支承點間的距離。偏心距的大小直接影響車輛行駛的穩定程度，用穩定係數  $n$  表示車輛行駛的穩定性：

$$n = \frac{\frac{G}{2}}{e} = \frac{G}{2e} \dots\dots\dots(2-10)$$

當  $e = 0$  時， $n = \infty$ ，車輛處於絕對穩定狀態（即合力位於軌道中心）；

當  $e = \frac{G}{2}$  時， $n = 1$ ，車輛處於臨界穩定狀態（即合力位於鋼軌上）；

當  $e > \frac{G}{2}$  時， $n < 1$ ，車輛處於不穩定狀態（即合力位於鋼軌外側）；

當  $e < \frac{G}{2}$  時， $n > 1$ ，車輛處於穩定狀態（即合力位於鋼軌內側）。

為確保列車行駛的穩定性，超高設置必須得當，務使  $n > 1$ ，即  $e < \frac{G}{2}$ 。

如超高設置過大，當列車在曲線上以低速運行時，會使偏心距  $e$  增大，列車重量偏壓在內側鋼軌上，加劇內側鋼軌磨耗甚至軌頭壓塌。如在曲線上停車，車體向內傾斜量也大，易滾易滑的貨物可能產生位移，極端情況下可能造成列車傾覆，對行車安全不利。

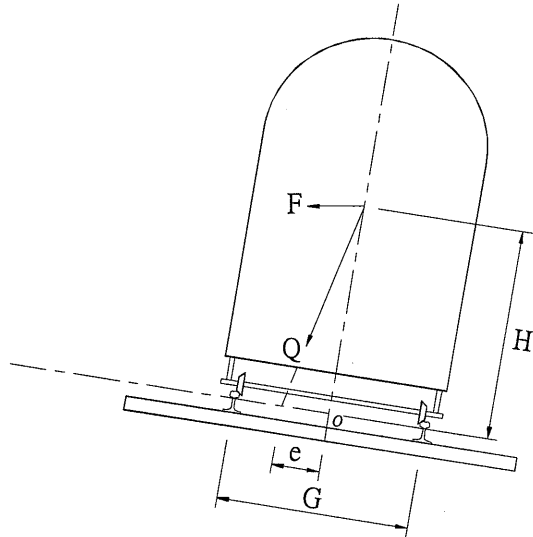


圖 2.1-3 車輛在曲線上之穩定性

偏心距  $e$  的大小與超高不足  $C_d$  或餘超高有一定關係。若外軌超高  $C$  與車速  $V$  相對應，合力  $P$  通過軌道中心  $O$ 。如有超高不足  $C_d$ ，合力  $P'$  將與軌頂線相交於另一點  $O'$  如圖 2.1-4 所示。

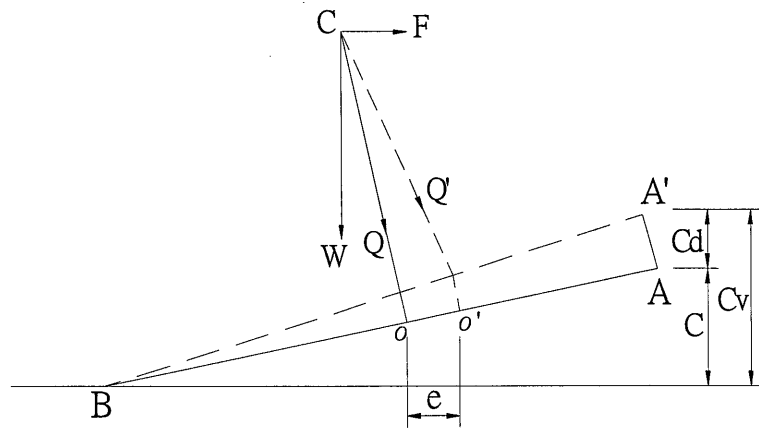


圖 2.1-4 超高最大值

$$\because \angle OCO' = \angle ABA' \quad \therefore \triangle COO' \sim \triangle BAA'$$

故  $OO' : CO = AA' : BA$

$OO' = e$  (偏心距),  $CO = H$  (車輛重心至軌面的高度)

$$\frac{e}{H} = \frac{C_d}{G} \quad \therefore e = \frac{H}{G} \cdot C_d \quad \dots\dots(2-11)$$

代入式(2-10)得：

$$n = \frac{G^2}{2HC_d} \quad \dots\dots(2-12)$$

為使列車因路線故障或其他原因在曲線段停車時，不致因無離心力作

用而發生車輛向圓心側傾斜之現象，通常限制超高度之最大值，使停止之車輛重心在內軌與軌道中心線之三分點範圍內，即  $\frac{G}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{G}{6}$ ，故  $n$  不應小於 3。當列車在曲線上停車時，其外軌超高全是餘超高，在這種情況下應使穩定係數  $n \geq 3$ ，求得容許的餘超高，即是容許設置的最大超高，由式(2-12)得：

$$C_{\max} = C_d = \frac{G^2}{2Hn} \dots\dots\dots(2-13)$$

由式(2-13)可知，容許超高不足量即容許最大超高量，與速度及半徑無關，而與軌距之平方成正比，與車輛重心高度及穩定係數成反比。

#### 四、曲線上的容許最高行車速度

在已經設置超高的條件下，通過曲線的列車速度受超高不足的限制。由式(2-9)可知：

$$C + C_d = \frac{8.4V_{\max}^2}{R}$$

$$\therefore V_{\max} = \sqrt{\frac{\langle C + C_d \rangle R}{8.4}} \dots\dots\dots(2-14)$$

曲線上之容許行車速度理論上雖以曲線半徑與超高度為定，但基於旅客舒適度等因素尚需考慮最大超高度、最大超高不足量、超高度不足量之時間性變化及超高度過大對低速列車之影響等，在爾後的有關章節中另詳述，本節僅就按超高不足限制值的要求，將曲線上容許的最高速度公式(2-14)寫為

$$V_{\max} \leq \sqrt{\frac{C_{\max} R}{8.4}} \dots\dots\dots(2-15)$$

#### 五、外軌超高遞減

在圓曲線上要求外軌設置超高，在直線上要求兩根鋼軌軌面保持水平，因此，直線與圓曲線之間應設有一過渡段，使外軌超高逐步過渡，此稱為超高遞減。一般情況下，在圓曲線與直線之間還需要設置一段介曲線（緩和曲線），使超高順坡在介曲線上完成，故有關超高遞減與設置問題將在介曲線之章節內探討。

### 2.1.3 軌距加寬(Slack)

#### 一、軌距與軌距加寬之意義

軌距為兩根鋼軌頭部內側與軌道中心線相垂直的距離。因為軌道上的鋼軌並不是豎直鋪設，而是有一定的軌底坡，所以軌距應在鋼軌頂面下某一規定距離處量取。

世界各國鐵路由於歷史原因，採取各種不同的軌距標準。目前普遍採

用 1,435mm 軌距，稱為標準軌距。軌距大於 1,435mm 者稱為寬軌距，常用的有 1,524mm, 1,600mm 和 1,676mm。軌距小於 1,435mm 者稱為窄軌距，常用的有 1,067mm, 1000mm 和 762mm。台鐵闢建於清朝光緒年間，當時所用之軌距為三英尺半，折算公制為  $3.5 \times 0.3048 = 1.067\text{m} = 1,067\text{mm}$ 。

機車車輛運行的基本構件稱為輪對。輪對是由一根車軸和兩個車輪組成。為防止車輪由於輪對歪斜而陷落軌道之間，安裝在同一個車架或轉向架上的車軸必須保持相互間的平行位置。同一機車最前端和最後端的車軸中心間水平距離稱為機車的全軸距。為使全軸距較長的機車車輛仍能順利通過半徑較小的曲線，通常把全部車軸分別安裝在幾個車架或轉向架上。同一車架或轉向架始終是保持平行的，其最前端與最後端的車軸中心間水平距離稱為固定軸距。固定軸距是機車車輛能否順利通過小半徑曲線的控制因素，台鐵規章規定固定軸距不得超過 4.6m。

目前機車車輛係由 2 個或 3 個車軸平行剛結於車架或轉向架形成固定軸距。當固定軸距通過曲線時，所有車軸不可能傾向曲線中心，曲線段之軌距如仍與直線段之軌距相同，則具有輪緣之車輪，將無法圓滑通過曲線，故須將曲線段內之軌距予以加寬若干，謂之軌距加寬，俾使機車車輛順利通過曲線，並減少輪軌間的橫向作用力與輪軌磨耗。一般加寬加於內軌，亦即加於曲線內側，曲線外軌之位置保持不變。

## 二、軌距加寬值之計算

軌距加寬值之計算係根據車架或轉向架在曲線所佔據的位置而決定，其位置與曲線半徑、固定軸距及車輪之橫向移動因素等有關，欲決定曲線上行駛車輪之確實位置，至為複雜與困難，故加寬度之計算需參酌實驗結果，因而各國之計算式略有不同。

今以固定軸距  $B$  之二軸車通過曲線半徑  $R$  之彎道為例，如圖 2.1-5 所示。前軸外側車軸在  $a$  點與鋼軌接觸，後軸內側車軸在  $b$  點與內軌接觸。

由過去之實驗顯示，此時在固定軸距約  $\frac{3}{4}$  處即  $L = B \times \frac{3}{4} \times 2 = 1.5B$  與

車軸平行之直線向著曲線中心，進行圓周運動，其橫推力作用於此，在此狀態下，後軸行駛時將無所抵抗，設其加寬為  $S_1$ ，利用弦與縱距之關係

$$\left(\frac{L}{2}\right)^2 + (R - S_1)^2 = R^2$$

$$\frac{L^2}{4} = 2R S_1 - S_1^2 \quad , \text{ 式中 } S_1^2 \text{ 數值很小可略去}$$

$$\text{得 } S_1 = \frac{L^2}{8R} = \frac{\langle 1.5B \rangle^2}{8R} \dots\dots\dots(2-16)$$

固定軸距  $B$  係以最大值計算，台鐵最大之固定軸距為 4.6m

，將固定軸距 4.6 m 代入，得  $S_1 = \frac{6}{R}$ ，如  $S_1$  之單位以 mm， $R$  之單位

以 m 表示，則

$$S_1 = \frac{6,000}{R} \dots\dots\dots(2-17)$$

以台鐵之車輛為例，輪緣外面間之距離最大為 1,054 mm，與正常軌距 1,067 mm 有 13 mm 之寬裕；直線上雖無軌距加寬，惟為避免鋼軌與輪緣間發生壓扎及車輪旋轉困難，故規定軌距可縮小 4mm 為 1,063 mm (1.067 - 4) 與輪緣外面間有餘裕 9 mm，平均可動餘裕 10 mm，將此 10 mm 之半數自  $S_1 = \frac{6,000}{R}$  中減去，則車軸不受不自然之抵抗而行駛之充分加寬值為

$$S_1 = \frac{6,000}{R} - 5 \dots\dots\dots(2-18)$$

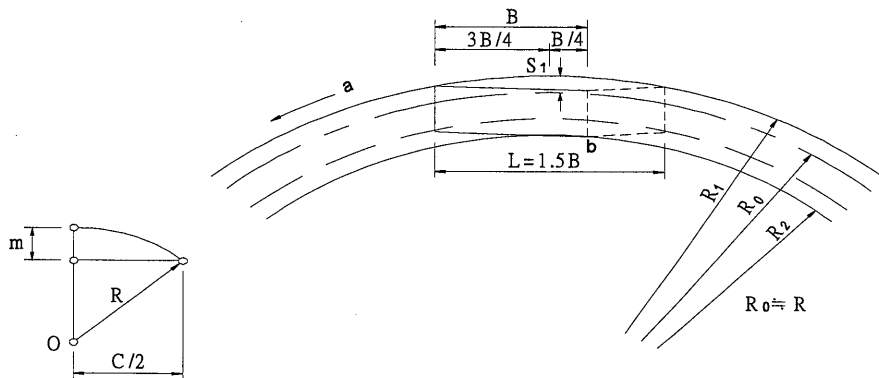


圖 2.1-5 軌距充分加寬值

車輛之橫推力向曲線垂直方向作用在固定軸距全長的  $\frac{3}{4}$  處，使後輪與內軌緊靠時，求外軌與輪緣間隔 S，如 2.1-6 所示，圖中 B 為固定軸距，R 為曲線半徑

$$S_1 = \frac{\left(\frac{3}{4}B\right)^2}{2R}$$

$$S_2 = \frac{\left(\frac{1}{4}B\right)^2}{2R}$$

$$S = S_1 - S_2 = \frac{B^2}{4R} \dots\dots\dots(2-19)$$

將固定軸距 4.6 m 代入，得  $S = \frac{5.3}{R}$ ，如 S 之單位以 mm，R 之單位以 m 表示，前述可動餘裕 10 mm 全部減去，則必要加寬值為：

$$S = \frac{5,300}{R} - 10 \dots\dots\dots(2-20)$$

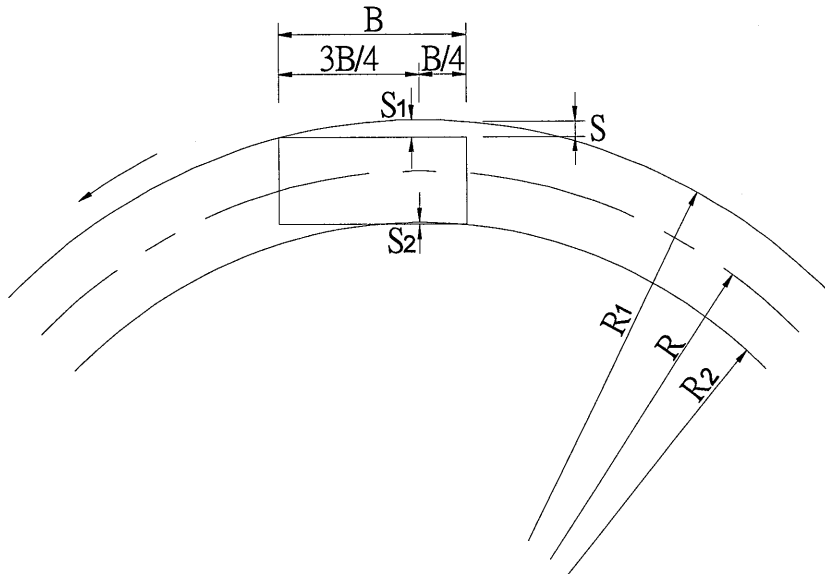


圖 2.1-6 軌距必要加寬值

2.1.4 規章規定與說明

一、最小曲線半徑

(一) 規章規定

台灣鐵路建設作業程序規定如下：

(1) 正線

- 特甲級及甲級線不得小於 300m，乙級線不得小於 200m。
- 站內正線沿月台部分除兩端外，其曲線半徑特甲級及甲級線不得小於 500m，乙級線不得小於 300m，但遇有特殊情形者，不在此限。
- 道岔內之曲線半徑，特甲級及甲級線得縮至 160m，乙級線及專為運轉貨物列車之正線，必要時得縮減至 100m。設置道岔前後產生之道岔外曲線半徑應大於前項規定。

(2) 側線

不得小於 160m。必要時得縮減至 120m，分岔或機車不得進入者，得縮減至 100m。

(二) 說明

- (1) 側線係由正線鋪設道岔而形成側線，為考慮行車速度之一致，故側線上之曲線半徑或道岔內之曲線半徑。應儘量相互配合。
- (2) 道岔內之曲線半徑參閱表 2.1-1。

表 2.1-1 台灣鐵路道岔種類及導軌曲線半徑表

鋼軌種類	號數	型式	導軌曲線半徑(公尺)	
			單開	雙開
30 及 37 公 斤	8	新型	107.1	220.8
		標準	108.8	224.6
	10	新型	162.6	335.4
		標準	164.7	340.2
	12	新型	243.2	501.9
		標準	245.6	507.6
50 公斤(N)	8	新型	104.2	214.1
		標準	105.7	217.5
	10	新型	160.1	329.4
		標準	162.0	338.7
	12	新型	223.5	460.0
		標準	240.1	500.0

## 二、軌距加寬

### (一) 規章規定

台灣鐵路建設作業程序，對軌距及軌距加寬之規定如下：

#### (1) 直線上之軌距

軌距係指兩鋼軌間由軌面下 14mm 以內相距之最短距離。直線之軌距為 1,067mm。

#### (2) 曲線上之軌距加寬

依直線軌距按下列規定加寬：

- $R < 200m$ ，應加寬 20mm。
- $240m > R \geq 200m$ ，應加寬 15mm。
- $320m > R \geq 240m$ ，應加寬 10mm。
- $440m > R \geq 320m$ ，應加寬 5mm。

前項加寬度，除道岔外，應於介曲線全長內遞減之。

未設介曲線之複曲線或側線之曲線，應於曲線終點，沿較大半徑之曲線或直線上五公尺以上距離遞減之。曲線新建或改建者按上述規定，但屬原有者不在此限。

#### (3) 軌距之公差

路線軌距之公差在轍叉靜態值不得大於 5mm 或小於 3mm。其他部分，動態值不得大於 10mm 或小於 5mm，靜態值不得大於 7mm 或小於 4mm。

### (二) 說明

(1) 加寬度尺寸之設定，通常就式(2-18)、式(2-20)，分別算出其數值



後，取其平均數，再按 5mm 為計算單位之原則略加調整。爰將曲線上加寬度之計算結果列如表 2.1-2，以供參考。

軌距加寬過大，車輪易於掉進軌距內而發生事故，通常在 30mm 內尚無危險。採用較小之加寬值可減少車輛搖動，並利於軌道養護，故新修正之規章將加寬值縮小。

表 2.1-2 曲線上加寬度之計算

曲線半徑 (公尺)	加 寬 度 (公厘)				備考
	(1) $S=(6,000/R)$ -5	(2) $S=(5,300/R)$ -10	(1)+(2)÷2	5 公厘為單位加 寬度採用值	
200 以下	25	16.5	20.75	20	
200-240	20	12.08	16.04	15	
240-320	13.75	6.56	10.16	10	
320-440	8.64	2.05	5.17	5	

(2)道岔加寬度

主要側線之道岔，軌距 1,067mm 者，特甲級及甲級路線應用 12 號，乙級線應用 10 號，其他側線所用者宜以 8 號為最小。快車不停靠之小站，其通過線應以直線為原則。表 2.1-3 為道岔內加寬度參考值。

表 2.1-3 道岔內加寬度參考表

曲線半徑(公尺)	110 以下	110-140	140-190	190-300	300 以上
加寬度(公厘)	20	15	10	5	0

(3)動態標準值係以軌道檢查車檢測之軌道動態容許不整值；靜態標準值係以人工檢測在不受力狀態下之靜態容許不整值。

(4)軌距公差

道岔及軌道在鋪設時及營運期間之磨耗等，均會導致軌距無法維持在標準值之最佳狀態，加上車輪之內面距離及輪緣之磨耗限度與車輛下部鋼軌附近之建築界線等相互影響，因此根據機車車輛構造與各種限制而作公差之最大限與最小限。

車輪中心線至輪緣外面之距離應在 516mm 以上，527mm 以下。直線上輪緣與鋼軌之最大間隙單側為  $42/2 = 21\text{mm}$ ，一對車輪之中心線至輪緣外側面之最壞條件下，不應小於 516mm。由此二項規定即可求出最大公差值  $\alpha_1$ ：

$$[(1,067 + \alpha_1) - (527 \times 2)] \div 2 = 4.5$$

$$\text{故 } \alpha_1 = 42 + 1,032 - 1,067 = 7\text{mm}$$

上述車輪間隙最小間隙單側為  $\frac{9}{2} = 4.5\text{mm}$ ，則車軸中心至輪緣外側面距離之最大限度規定為 527mm，由此即可求出最小公差值  $\alpha_2$ ：

$$[(1,067 - \alpha_2) - (527 \times 2)] \div 2 = 4.5$$

$$\text{故 } \alpha_2 = 1,067 - 1,054 - 9 = 4\text{mm}$$

在轍叉上之公差靜態值，因道岔為列車轉換行經軌道之處所，危險性較大，對其公差應減少  $\frac{1}{3}$  左右，以策安全。故其公差為

$$\text{最大公差} = 7 \times \frac{2}{3} = 4.6 \approx 5\text{mm}$$

$$\text{最小公差} = 4 \times \frac{2}{3} = 2.6 \approx 3\text{mm}$$

### 三、外軌超高度之限制

#### (一) 規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

直線上之軌面高度應相等，曲線上除道岔外，應將外軌適當提高，其超高度不得大於 105mm，其數值請查閱規章附表之規定。

前項超高度之容許超高不足量，用機車牽引之列車不得大於 50mm，電車組及機動車之超高不足量，不得大於 60mm。

超高度之遞減應與曲率或正矢一致，但曲線遞減時，其中央部之超高最大坡度，不得大於下列規定：

- $\frac{1}{400}$
- 特甲級線及甲級線  $\frac{1}{6V}$
- 乙級線  $\frac{1}{5V}$

#### (二) 說明

##### (1) 直線上之軌面高度應相等

軌道為直線時，兩條鋼軌之軌面高度應相等，以維持列車之圓滑運轉，但因道床結構之強弱，使軌道發生下沉現象，其水平容許公差如表 2.1-4，在此限度內，仍可維持列車之正常運行，否則應立即加以整道。

表 2.1-4 軌道幾何不整容許標準〈單位：mm〉

	平時養護標準值			緊急整修標準值			大修或更新後之標準值	
	特甲、 甲級線	乙級 線	側線	特甲、 甲級線	乙級線	側線	各等級路線相同	
							一般區 段	混凝土道床路 段
軌距	+10 (+7) -5 (-4)			直線及半徑 R600 公尺 以上 20 (14), R200 公 尺~R600 公尺 25 (19), R200 公尺未滿 之曲線 20 (14)			(+1) (-3)	(0) (-3)
水平	11 (7)	12 (8)	13 (9)	依平面性之整修值為 基準			(4)	(2)
高低	13 (7)	14 (8)	16 (9)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	(4)	(2)
方向	13 (7)	14 (8)	16 (9)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	(4)	(2)
平面性				23 (18) 包括超高遞減量			(4) (不包括超高遞減量)	

附註：(1)表內的數值係以高速軌道檢查車測出之動態不整，括弧內則表示靜態不整。

(2)高低、方向之不整以延長 10m 計。

(3)平面性係以每 5m 之水平變化量為標準。

(4)軌距、水平、高低與方向之容許標準值不包括曲線地段之正規加寬度、超高度及正矢量〈包括豎曲線〉在內。

## (2) 道岔之曲線不予超高

道岔為列車轉換軌道行駛之設備，因此道岔本身結構即附帶有曲線，其半徑隨道岔之號數而有不同，號數愈大者，其半徑亦愈大。故列車通過各型道岔均有限速，且道岔內各處之加寬度又不相同，在尖軌本身亦有坡度，故在列車限速行駛下，對道岔之曲線不予超高，以便列車圓滑運行。道岔間之橫渡線，因兩端有反向曲線中間夾短小直線，故一般均無超高度及介曲線。

## (3) 曲線外軌之超高度與最大超高（容許超高不足量）

超高度之設定過去均已內軌面為基準，將外軌起高，該方法雖然作業方便，但因列車通過曲線時其重心隨超高度而上下浮動，對高速列車之舒適係數等較為不利，故有些國家已逐漸改用內軌降二分之一，外軌升高二分之一的做法，使列車重心常保原來高度，

以免發生乘客不舒適及重車通過時發生震盪與摩擦。為作業方便計，台鐵仍採用內軌不變，提高外軌之傳統做法。

由式(2-13)可知最大超高與速度及曲線半徑無關，而與軌距之平方成正比，與車輛重心高度  $H$  及穩定係數  $n$  成反比。

將軌距  $G = 1,067\text{mm}$ ， $H = 1,700\text{mm}$ ， $n = 3$ ，代入上式(2-13)得  $C_{\max} = 112\text{mm}$ ， $H = 1,800\text{mm}$  時  $C_{\max} = 105\text{mm}$ ， $H = 1600\text{mm}$  時  $C_{\max} = 118\text{mm}$ 。

一般軌距  $1.067\text{m}$  之鐵路，其超高最大限度（即容許超高不足量）取在  $118\sim 105\text{mm}$  之間，基於考慮風壓、軌道不整及車輛彈簧撓度等因素，台鐵採用  $105\text{mm}$ 。

#### (4) 超高不足量

$$\text{超高之計算如式(2-2)} \quad C = \frac{GV^2}{gR}$$

如  $g = 9.8\text{m/sec}^2$ ， $G = 1,067\text{mm}$ ， $C$  以  $\text{mm}$  為單位， $V$  之單位由  $\text{km/hr}$  改為  $\text{m/sec}$ ，則

$$C = \frac{8.4V^2}{R}$$

機車牽引之列車，按表 2.1-5 在半徑  $300\text{m}$  之彎道，其限制速度為  $65\text{km/hr}$ 。彎道上之各種平均速度約為最高速度的  $70\%$ ，因此機車牽引之列車在彎道的平均速度為  $65 \times 0.7 = 52\text{km/hr}$ 。

最高速度  $65\text{km/hr}$ ，在半徑  $300\text{m}$  之彎道上所需超高度為

$$C_v = \frac{8.4 \times 65^2}{300} \doteq 118.3\text{mm}$$

平均速度  $52\text{km/hr}$ ，在半徑  $300\text{m}$  之彎道上所需超高度為

$$C = \frac{8.4 \times 52^2}{300} \doteq 75.7\text{mm}$$

故超高不足  $C_d = C_v - C = 118.3 - 75.7 = 42.6\text{mm}$

取  $C_d = 50\text{mm}$

同理，電車組及機動車在半徑  $300\text{m}$  彎道上之最高行車速度為  $70\text{km/hr}$ ，平均速度為  $70 \times 0.7 = 49\text{km/hr}$ 。

$$\text{最高速度所需之超高} \quad C = \frac{8.4 \times 70^2}{300} \doteq 137.2\text{mm}$$

$$\text{平均速度所需之超高} \quad C_m = \frac{8.4 \times 49^2}{300} \doteq 67.2\text{mm}$$

超高不足  $C_d = C_v - C_m = 137.2 - 67.2 = 60\text{mm}$

取  $C_d = 60\text{mm}$

#### (5) 超高之遞減

根據以往台鐵二軸貨車脫軌之實例，當該車進入介曲線或曲

線時，則產生“三點支持浮起”現象，當其浮起量達到 20mm 時，即有發生脫軌之虞。如軌道水平不整之誤差最大容許量以 9mm 計，則車輛本身可容許之“三點支持浮起量”為 20-9=11mm，其為固定

軸距 4.6m 之  $\frac{1}{400}$ ，即  $\frac{4600}{400} \doteq 11\text{mm}$ ，為行車安全故在曲線超高遞減

時，其最大坡度不得大於  $\frac{1}{400}$ 。

曲線超高遞減，亦即超高之變化量，通常在特甲級線及甲級線之超高最大變化量為每秒 29mm，在此限度內，乘客還有舒適感，否則達不到“乘客舒適條件”（參閱 2.2.3 節之三）。今以半徑 300m 之曲線為例，機車牽引旅客列車之最大速度為 65km/hr，而實際列車之平均速度為 52km/hr，故列車實際在曲線上每秒運行之距離為

$$\frac{52 \times 1,000 \times 1,000}{60 \times 60} \doteq 14,444\text{mm/sec}，則$$

每秒列車在曲線上之遞減坡度變化為：

$$\frac{29}{14,444} \doteq 0.00201$$

此項坡度變化折合機車最高速度：

$$\frac{1}{6V} = \frac{1}{6 \times 60} \doteq 0.00277$$

所以在特甲級及甲級線上的曲線超高遞減最大坡度不得超過  $\frac{1}{6V}$ ，俾能達到乘客舒適之條件。

同理，在乙級線之超高最大變化量為每秒 35mm，而列車每秒行走距離仍為 14,444mm，則

$$\text{遞減坡度為：} \frac{35}{14,444} \doteq 0.00242$$

$$\text{折合最高速度} = \frac{1}{5V} = \frac{1}{5 \times 60} \doteq 0.00333$$

故在乙級線之曲線上超高遞減之最大坡度不得超過  $\frac{1}{5V}$ ，以符

合乘客舒適之要求。

#### (6) 超高之遞減應與曲率或正矢一致

曲率之表示方法有二種：一為中心角，另一為曲線半徑。正矢為圓曲線長弦中點與圓心聯結線延長交與圓上一點，此點與長弦中點之距離即為正矢。

曲率及正矢均代表路線曲線之曲度，而超高遞減係沿曲線之行走方向而為之，自然而然與曲線之曲率或正矢相吻合。

#### 四、曲線上之速度限制

曲線上之速度限制有兩種，一為路線上之曲線，另一為道岔上之附帶曲線。

##### (一) 規章規定

台灣鐵路行車實施細則規定如下：

- (1) 列車在半徑 700 m 以下曲線運轉時，其速度不得超過表 2.1-5 規定。
- (2) 列車在通過由直線分歧之道岔附帶曲線，其速度不得超過表 2.1-6 之規定。

表 2.1-5 曲線限制速度表

項目 曲線 半徑公尺	每小時限速(公里)		
	無道岔		有道岔各種列車
	以電車及機動車編組 之 列 車	其 他 列 車	
700	110	105	65
600	100	95	65
500	90	85	60
450	85	80	55
400	80	75	55
350	75	70	50
300	70	65	50
250	65	60	45
225	60	55	45
200	55	50	45
175	55	50	40
150	50	45	35
125	45	40	30
100 以下	40	35	25

附註：1. 半徑在 201 公尺以上，其半徑介於本表所列兩半徑之間，其超過

兩半徑差之  $\frac{1}{2}$  以上者，照較大半徑之速度，在  $\frac{1}{2}$  以下者，照小半徑之速度。

2. 半徑在 200 公尺以下，其半徑介於本表所列曲線間者，其限制應照較小半徑速度。

表 2.1-6 道岔限制速度表

道岔數	單開道岔		雙開道岔	
	曲線半徑(公尺)	每小時限速(公里)	曲線半徑(公尺)	每小時限速(公里)
八號	107.1	25	220.6	45
十號	162.6	35	335.4	50
十二號	243.2	45	501.9	60
十六號	526.6	60		

附註：本表係表示由直線分歧之道岔附帶曲線半徑及限制速度，如曲線分歧者，不適用本表之規定。

## (二) 說明

車輛通過曲線時，基於行車安全之需要，必須對行車速度加以限制，其最高容許速度，就超高不足之考慮，當最大超高 105 mm 時，其限制速度由式(2.15)可得

$$V = 3.5\sqrt{R}$$

惟在實際應用上，需考慮路線狀況、風壓之影響及機車動力等狀況，上式宜妥予修正，一般採用之標準為： $V = 3.0\sqrt{R} \sim 3.8\sqrt{R}$

(km/hr)。附帶於道岔之曲線不設超高，故其限制速度一般採用  $2.4\sqrt{R} \sim 2.8\sqrt{R}$  (km/hr)。

上式中 R：曲線半徑(m)

V：限制速度(km/hr) 容許超速為 3km，以 5km 為單位，不足 5km 時，採較小之 5 的倍數。台鐵之曲線上限制速度如表 2.1-5，表 2.1-6。

## 2.2 介曲線 (Transition Curve)

### 2.2.1 介曲線之作用與探討重點

為確保行車平順，在直線與圓曲線之間應設置一段過渡曲線，此種曲線稱為介曲線(Transition Curve)，又名緩和曲線。介曲線之作用為：

- 一、在介曲線範圍內，半徑由無限大逐漸變到圓曲線的半徑，使車輛產生的離心力逐漸增加，有利於行車平穩。
- 二、在介曲線範圍內，外軌超高由直線的零逐漸增加到圓曲線所需要的超高，使向心力逐漸增加的量與離心力的增加互相呼應。
- 三、當曲線半徑小至某一範圍，軌距需要加寬時，可在介曲線範圍內由正常軌距增加到圓曲線所需要的加寬量。

由上可知，介曲線是為適應直線與圓曲線幾何形位的變化，使車輛和軌道所承受的作用力不致突然發生，也不致突然消失。

故探討介曲線時，其重點在於解決下列問題：

- 為滿足上述要求，介曲線在平面和立面需採用何種線形？
- 介曲線的長度應如何確定？
- 國內常用的介曲線具有何種性能？
- 設置介曲線時，應妥善處理介曲線與圓曲線的關係，即在兩個介曲線之間需要保留必要的圓曲線長度。

## 2.2.2 介曲線之線形

### 一、幾何形位

為達成設置介曲線之作用，其線形必須滿足下列幾何要求：

- (一) 座標要求：如圖 2.2-1 所示，在介曲線起點 ZH〈直線點〉處，橫座標  $x=0$ ，縱座標  $y=0$ 。在介曲線終點 HY〈緩圓點〉處， $x=x_0$ ， $y=y_0$ ，兩者之間連續變化。
- (二) 偏角要求：在 ZH 處，偏角  $\rho=0$ ，在 HY 處， $\rho=\rho_0$ ，兩者之間連續變化。
- (三) 曲率要求：為使離心力不致突然產生或消失，在 ZH 處，應有曲率  $k=\frac{1}{\rho}=0$ ，而在 HY 處， $k=\frac{1}{R}$ ，兩者之間連續變化。（ $\rho$  為介曲線上任何一點的半徑。）
- (四) 超高要求：在 ZH 處，超高  $h=0$ ，在 HY 處， $h=h_0$ ，兩者之間連續變化。因為在一條特定的介曲線上，平均速度是一個常數，介曲線上任何一點的超高與該處的曲率成正比，即  $h=Ek$ 。顯然，只要曲率要求能得到滿足，超高要求也能得到滿足。
- (五) 曲率變化率  $\frac{dk}{d\lambda}$  要求：外軌超高在縱斷面上的坡形稱為超高遞減。超高遞減有兩種不同的形式：直線形遞減與曲線形遞減。直線形遞減在 ZH 及 HY 處均有一個折角  $\phi$ ，列車通過時會產生衝擊。在行車速度較高的路線上，應採用曲線形超高遞減，以消除列車對外軌的衝擊作用。此時，在介曲線的起終點 ZH、HY 處應有  $\frac{dk}{d\lambda}=0$ ，兩者之間連續變化。
- (六)  $\frac{dk}{d\lambda}$  的變化率  $\frac{d^2k}{d\lambda^2}$  要求：列車在介曲線上行駛時，車軸與水平面傾斜角度  $\phi$ ，隨著超高  $h$  的增大， $\phi$  角亦不斷增大，使車體逐漸傾轉。為使車體傾轉對鋼軌的作用力不致突然產生或消失，應在介曲線的



起終點處，使車軸的角加速度  $\frac{d^2\phi}{d\lambda^2} = 0$ ，兩者之間連續變化。在介曲線起終點 ZH 及 HY 處，要使  $\frac{d^2\phi}{d\lambda^2} = 0$ ，應有  $\frac{d^2k}{d\lambda^2} = 0$ ，兩者之間連續變化。

由上可看出(一)、(二)兩項是基本的幾何形位要求，而(三)、(五)、(六)項則是由力學衍生出來的幾何形位要求。

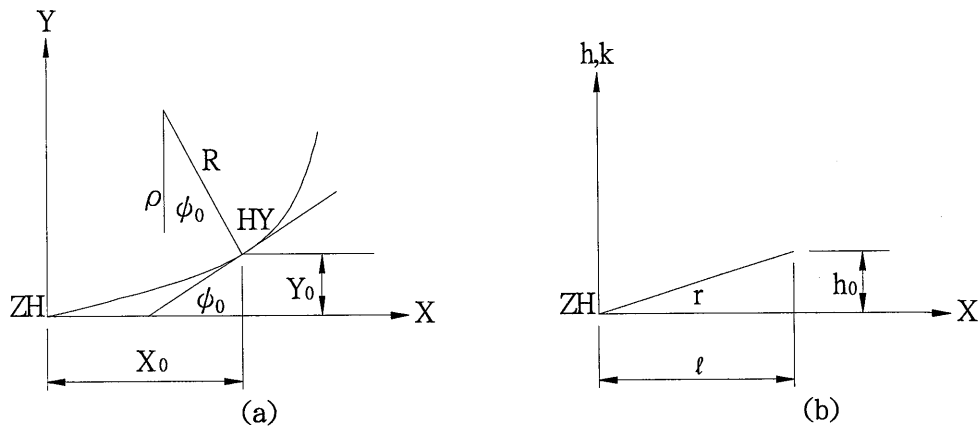


圖 2.2-1 介曲線之曲率與超高度變化關係

## 二、介曲線的線形

由前述可知，介曲線是一條變曲率的曲線。所以在探討介曲線之線形時，常從其曲率入手，探討作用在車體上的力及車輛的運動與曲率變化的規律。

在行車速度要求不高的路線上，滿足(一)、(二)、(三)項要求即能適應介曲線的需要，而在速度較高的路線上，就必需進一步考慮滿足(五)、(六)項的要求。一般說來，需要滿足的要求愈多，介曲線的線形就愈複雜，鋪設養護也愈困難，因此，必須要有全面性的考慮。

推導介曲線方程式時，需先列出一個能滿足最高級幾何形位需求的基本方程式，即滿足(一)、(二)、(三)項要求時需列出  $k$  的基本方程式，滿足

(一)、(二)、(三)、(五)項要求時需列出  $\frac{dk}{d\lambda}$  的基本方程式，而要滿足全部要

求時，則需列出  $\frac{d^2k}{d\lambda^2}$  的基本方程式。然後逐步推導，最後得出所需求的介曲線方程式。

介曲線的曲率與超高有一定的比例關係，故介曲線的線形可用外軌超高遞減的形式來表示。概括地說，可分為直線形超高遞減與曲線形超高遞

減兩大類型。

#### (一) 直線超高遞減介曲線

此類型之介曲線，其外軌超高遞減呈直線形，它能滿足前述(一)、(二)、(三)項要求，俾確保列車以平均速度  $V$  通過曲線時，離心力等於向心力，為目前鐵路最常用的介曲線。其基本特徵是平面上曲線曲率  $k$  的變化與立面上超高  $h$  的改變成正比，即

$$h = E k$$

上式中  $E$ ：比例常數。

$k$ ：介曲線上任何一點的曲率。 $k = \frac{1}{\rho}$ ， $\rho$  為介曲線上

任何一點的半徑。

滿足上式基本方程，最後導出的曲線方程式類型很多，如克羅梭 (Clothoid)、三次拋物線 (Cubic Parabola)、雙鈕線 (Lemniscate of Bernoulli) 等。

#### (二) 曲線超高遞減介曲線

此類型之介曲線，其外軌超高遞減呈曲線形，其基本特徵是除滿足直線遞減的條件外，還要求介曲線上的各點，包括介曲線的起終點，都是光滑連續的，以避免出現突然作用在車體上的附加動力，亦就是滿足前述(一)、(二)、(三)、(四)項或全部五項的要求。此類介曲線通稱為高次介曲線，其最後導出的介曲線可為三角函數或代數函數式，隨所取基本方程的函數式而定。國外一些高速鐵路，如德、法、日等國分別採用不同形式的高次曲線方程式。

#### (三) 線形選擇

根據理論分析，介曲線起終點驟然產生的動力作用對介曲線類型的選擇有極大之影響。高次介曲線曲率變化較均勻，消除了突變點，超高遞減的變化較平穩，且與曲率變化相呼應，因而性能較好。但高次介曲線的長度較長。介曲線越長，行車的平穩性越好，但工程費和維修費用都要增加。事實上軌道結構具有一定的連續與圓順性，在介曲線的起終點可以避免曲率的突變，同時考慮車輛具有一定的彈性可適度地改善行車條件，所以在行車速度不太高時，採用直線超高遞減均能滿足營運要求。故台鐵及中國、英、美、日等國客貨共線的鐵路路線 ( $V_{\max} < 160\text{km/h}$ ) 都採用這種曲線。

### 2.2.3 介曲線長度

介曲線長度的選定，受許多因素影響，其中最主要的是確保行車安全和旅客舒適兩個條件。

#### 一、按安全條件選定介曲線長度

機車車輛行駛在介曲線上，曲線外軌超高沿著介曲線遞減(順坡)，因

而內外軌不在同一個平面上，介曲線上的軌道平面發生扭曲，遞減坡度越大，扭曲越厲害。轉向架上的各個輪對內側車輪走在平面上，外側車輪走在斜面上，如圖 2.2-2 所示。但由於轉向架的約束，祇能位於同一平面上，若後端輪對的內外兩輪都緊貼軌面，前端輪對的外輪也緊貼軌面，則前輪對的內輪就會懸浮在軌面上。為確保行車安全，這個懸浮高度不應大於最小輪緣高度  $f_{\min}$ 。若不計軌道彈性和車輛彈簧作用，設外軌超高遞減坡度為  $i$ ，最大固定軸距為  $L_{\max}$ ，則車輪踏面離開內軌頂面的高度為  $iL_{\max}$ 。當懸空高度大於輪緣最小高度  $f_{\min}$  時，車輪就有脫軌的危險。因此必須保證：

$$iL_{\max} \leq f_{\min}$$

$$i \leq \frac{f_{\min}}{L_{\max}} \quad \dots\dots\dots(2-22)$$

根據過去的經驗，要保證車輪不脫軌，直線形外軌超高遞減坡度  $i$  不宜大於 2%。

由超高遞減及圓曲線外軌超高  $C$ ，可算出必須的介曲線長度  $L_0$  應為：

$$L_0 \geq \frac{C}{i} \quad \dots\dots\dots(2-23)$$

對外軌超高遞減為曲線形的介曲線，外軌超高遞減的最大坡度也要滿足式(2-22)對  $i$  的要求。曲線形遞減的最大坡度由下式計算：

$$i = \frac{dC}{dL} = E \frac{dk}{dL}$$

當  $\frac{di}{dL} = 0$ ，即  $\frac{d^2k}{dL^2} = 0$  時， $i$  有極限值。對曲線形遞減介曲線來說，

這個極限值均出現在介曲線的中點，由此推導出來的介曲線，如要求與直線形超高遞減介曲線有相同的遞減坡度，必須延長介曲線的長度。

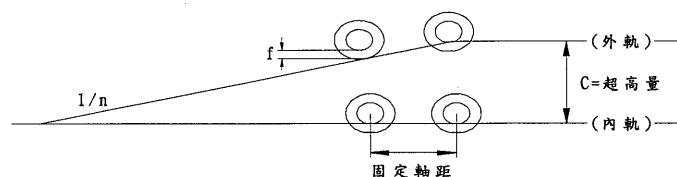


圖 2.2-2 三點支持

## 二、按舒適條件選定介曲線長度

行駛在介曲線上的車輛，其外輪是一邊前進，一邊升高（或降低），車體發生扭轉，乘客感到不舒服。所以外輪的升高速度  $f$ （或謂超高度之時間性變化量），不應超過某一規定值  $f_0$ 。當車輛以曲線上容許的最高速度  $V_{\max}$

行駛時，外輪升高速度應滿足下式：

$$f = \frac{C}{t} = \frac{C}{\frac{3.6L_0}{V_{\max}}} = \frac{CV_{\max}}{3.6L_0} \quad (\text{mm/s}) \leq f_0$$

上式中  $V_{\max}$ ：通過曲線的最高行車速度 (km/h)；

$C$ ：圓曲線外軌超高 (mm)；

$L_0$ ：介曲線長度 (m)；

$f_0$ ：外輪升高速度的容許值 (mm/s)，根據經驗，一般採用

$$f_0 = 32 \sim 40 \text{ mm/s}。$$

為確保旅客舒適，

$$L_0 \geq \frac{CV_{\max}}{3.6f_0} \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots(2-24)$$

## 2.2.4 規章規定與說明

### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

#### (一) 介曲線長度

正線上之直線與曲線間，除道岔外，應以介曲線連接之。其長度應按下列方式計算後，採用最大值：

##### (1) 特甲級線及甲級線

$$L_1 = 0.8C$$

$$L_2 = 0.010CV$$

$$L_3 = 0.009C_dV$$

##### (2) 乙級線

$$L_1 = 0.6C$$

$$L_2 = 0.008CV$$

$$L_3 = 0.009C_dV$$

前項  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  為介曲線長度 (m)

$$C_d = C_v - C$$

$C$  為按平均速度設定之超高 (mm)

$C_d$  為最高速度時之超高不足量，即不平衡超高 (mm)

$V$  為最高時速 (km)

$C_v$  為最高時速之超高度 (mm)

新設或改良路線時，應預測將來運轉需要，決定  $C$ 、 $C_d$  及  $C_v$  之數值。但現有路線因情形特殊，得採用下列最大數值：

$$L_1 \geq 0.4C$$

$$L_2 \geq 0.06CV$$

$$L_3 \geq 0.007C_dV$$

#### (二) 介曲線線形

介曲線之線形以三次拋物線或正弦半波遞減曲線為準。

### (三) 曲線之連接

正線上兩曲線間除道岔外，應於介曲線外，插入 20m 以上之直線。反向曲線間限於地形，無法依前項規定插入直線時，應用曲線遞減法，將兩曲線直接連接為連續介曲線，兩曲線相對之鋼軌面，應保持所需超高與曲率及正矢一致，並用連續曲線連接。

新設或改良路線時，其連續介曲線之長度，應超過兩曲線所需介曲線長度之和。同向曲線間如限於地形，無法依上述規定插入直線時，應改用複曲線。複曲線間並應插入介曲線，其長度依上列規定，但超高及超高不足量，應為兩曲線超高及超高不足量之差。

側線上兩曲線間應插入 5m 以上之直線。

## 三、說明

### (一) 介曲線長度

#### (1) 安全條件考慮

當固定軸距  $L_{max}$  之四車輪在直線上運行時，由於直線上內外兩軌呈水平狀態，即前後四輪運行於同一高度上，車身平穩，當無危險。當此四輪行駛於圓曲線上時，雖然內外軌有高差，但同一軌道之高度仍然一樣，車身雖然傾斜，但四輪仍能踏實於兩軌條上運行，故亦無出軌之危險。惟當四輪行駛於介曲線段時，由於介曲線之外軌所附超高隨介曲線之各點而遞變，此時固定軸距  $L_{max}$  之四軸，其在內軌上行走的兩輪，雖仍行走於同一高度之軌條，但外軌上之兩輪，則在高度不同之軌條上，以致呈現三個輪子支持，一個輪子浮起之現象，如圖 2.2-2 所示。若其上浮量超過某一限度時，則上浮的輪子將會浮上軌面而出軌，故介曲線外軌超高之遞減率，必須加以限制。

根據車輪構造之尺寸，車輪輪緣之最小高度為 25mm，又根據日本鐵路統計資料，發現車輪輪緣由於三點支持而上浮出軌的事件中，其最小上浮量僅 20mm，故為避免此類事故之發生，其車輪輪緣之上浮量最大限度  $h$  以 20mm 為原則。由於路線上之前後高低，時有走動，即軌道水平公差  $t$ ，若  $t$  以 9mm 計，則  $h - t = 20 - 9 = 11\text{mm}$  為介曲線上車輪因三點支持而上浮的最大容許上浮量，亦即介曲線上固定輪距間前後兩輪處鋼軌面高度差不得超過的最大量。今以  $L_{max} = 4,600\text{mm}$ ，代入式(2-22)，並將  $i$  值代入式(2-23)，可得按安全條件所須知介曲線長度至少需

$$L_0 \geq 400C$$

為安全計，特甲級及甲級線取 2 倍之安全係數，乙級線取 1.5 倍之安全係數，則特甲級及甲級線之介曲線長度為其圓曲線超高度之 800 倍，乙級線為 600 倍，特殊情形 400 倍，即

特甲級及甲級線  $L_1 = 800C \text{ (mm)} = 0.8C \text{ (m)}$

乙級級  $L_1 = 600C \text{ (mm)} = 0.6C \text{ (m)}$

特殊情形  $L_1 = 400C \text{ (mm)} = 0.4C \text{ (m)}$

$L_1$  係利用超高度遞減倍數來決定介曲線長度，雖然簡單且廣為運用，但此一算式與列車速度無關，故對於重視乘車舒適度之高速運轉區間，較難求得合理之結果。

## (2) 考慮舒適條件

當車輛由直線進入介曲線時，其外軌之超高即隨曲率之增大而加高(由圓曲線進入介曲線時則相反)，此時超高增加之快慢乃與行車速度成比例，當行車速度快時，則每單位時間內超高之增加大，反之則每單位時間內超高之增加小。根據實驗結果，若單位時間內介曲線上外軌超高之增加太大時，對旅客之乘坐舒適性影響甚大，故每單位時間內超高之增加，即外軌升高速度(超高度時間性變化量)，必須予以適當之限制。台鐵之容許超高度時間性變化量  $f_0$  採用下列數值：

特甲級及甲級線 29 mm/sec

乙級線 35 mm/sec

特殊情形 46 mm/sec

將  $f_0$  值代入式 (2.24)，得介曲線之長度分別為：

$$\text{特甲級及甲級線 } L_2 = \frac{V}{3.6} \frac{C}{29} = 0.010CV$$

$$\text{乙級線 } L_2 = \frac{V}{3.6} \frac{C}{35} = 0.008CV$$

$$\text{特殊情形 } L_2 = \frac{V}{3.6} \frac{C}{46} = 0.006CV$$

$L_2$  係考慮舒適感而由列車速度來決定介曲線長度，為甚多國家採用之計算式。

## (3) 超高遞減長度之考慮

一般超高以平均速度來設置，較平均速度為快之列車經過時，即有超高不足  $C_d$  之現象發生。

由於  $C_d$  所產生之不平衡離心力  $a$ ，它有使車輛向外傾之趨勢而使旅客感覺不適，故其值不應太大，其標準如何，各國規定不同。目前一般採用每秒離心力  $a$  之變化率不得大於  $0.03g$ 。按上述標準，則車輛在介曲線上行駛之時間  $t$ ，應至少為

$$t = \frac{a}{0.03g} = \frac{C_d g}{0.03Gg} = \frac{C_d}{0.03G}$$

則所需之介曲線長度  $L_3$

$$L_3 = \text{列車速度} \times \text{列車在介曲線上的行駛時間}$$

$$V \text{ (km/hr)} = \frac{V}{3.6} \text{ (m/sec)} \quad G=1.067m \text{ 代入}$$

$$\begin{aligned} \text{得 } L_3 &= \frac{V}{3.6} \times \frac{C_d}{0.03G} \\ &= \frac{VC_d}{3.6 \times 0.03 \times 1.067} \\ &= 0.009 C_d V \end{aligned}$$

在特殊情形，每秒 a 之變化率取 0.04g，故

$$\begin{aligned} L_3 &= \frac{V}{3.6} \times \frac{C_d}{0.04G} \\ &= \frac{VC_d}{3.6 \times 0.04 \times 1.067} \\ &= 0.007 C_d V \end{aligned}$$

$L_3$  係考慮舒適感而以超高不足量的時間性變化來決定介曲線長度，亦為若干國家所採用。

## (二) 介曲線線形

### (1) 三次拋物線形介曲線

目前一般鐵路多採用三次拋物線形介曲線，如圖 2.2-3 所示，其外軌超高遞減呈直線形。

令  $y$ : 介曲線縱座標；

$x$ : 介曲線橫座標；

$L$ : 介曲線全長；

$\rho$ : 相應於介曲線長度  $L$  之曲率半徑；

$K$ : 介曲線曲率變化率；

$C_x$ : 距介曲線起點  $x$  處之超高；

$C$ : 平均速度設置之超高 (即圓曲線起點之超高)；

三次拋物線形介曲線之外軌超高一般式為

$$C_x = \frac{x}{L} \times C$$

三次拋物線形介曲線之基本特徵是：介曲線起點〈直緩點 TS 或緩直 ST 點〉之曲率半徑  $\rho = \infty$ ，曲率  $K = \frac{1}{\rho} = 0$ ，偏角  $\varphi = 0$ ；在介曲線終點〈緩圓 SC 點或圓緩點 CS〉曲率半徑  $\rho = R$ ，曲率  $K = \frac{1}{R}$ ，偏角  $\varphi = \frac{L}{2R}$ 。即在介曲線上，曲率半徑從  $\rho = \infty$  連續減為  $\rho = R$ ，曲率從  $K = 0$  連續逐漸增為  $K = \frac{1}{R}$ ，而偏角由 0

逐漸增為  $\frac{L}{2R}$ 。

距介曲線起點 X 處之曲率  $\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \times \frac{x}{L}$

介曲線之曲率一般以下式表示：

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

因介曲線為一極緩之曲線，故  $\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \cong 0$

$$\therefore \frac{1}{\rho} = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{x}{RL}$$

積分上式得介曲線方程式為  $y = \frac{x^3}{6RL}$

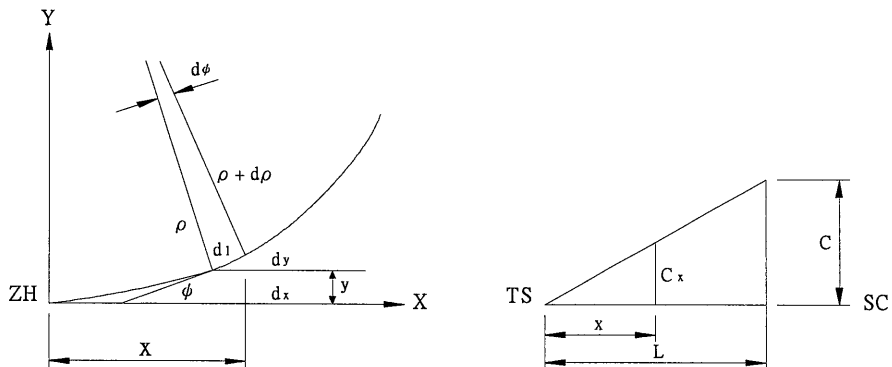


圖 2.2-3 三次拋物線形介曲線

介曲線的曲線半徑是逐漸變化的，故其正矢也是逐漸變化。如果把介曲線等分成若干段，則每段正矢的變化，稱為介曲線正矢遞增率  $f_s$ 。從直緩點向緩圓點，正矢逐漸增大，從圓緩點到緩直點，正矢逐漸減少。當測點正好在介曲線起終點時，介曲線上各點正矢如下：

$$\text{ZH 點 (HZ 點)} f_{\text{HZ}} = f_{\text{ZH}} = \frac{f_s}{6}$$

$$\text{HY 點 (YH 點)} f_{\text{YH}} = f_{\text{HY}} = f_c - \frac{f_s}{6}$$



中間各點  $f_i = if_s$

上式中  $f_s$ ：介曲線正矢遞增率， $f_s = \frac{f_c}{n}$ ；

$f_c$ ：圓曲線正矢；

$n$ ：介曲線分段數；

$i$ ：介曲線上計算測點的點號（以 ZH 或 HZ 點為零號計，且測點間隔為 10m）。

介曲線之現場測設有座標法與偏角法二種方法。

## (2) 正弦半波長遞減曲線(Half Sine Curve)

三次拋物線之優點為介曲線長度較短，鋪設與維護較易，適用於 160km/hr 以下之行車速度，惟其起終點之超高變化有不連續之缺點，故行車速度較高之路線，採用曲線形之超高遞減，今以正弦超高遞減為例，如圖 2.2-4 所示。

$C_x$  利用正弦曲線  $-\frac{\pi}{2}$  至  $+\frac{\pi}{2}$  之半波長超高遞減，其外軌超高遞減之

一般式為  $C_x = \frac{C}{2} \left(1 - \cos \frac{\pi x}{L}\right)$

$$\frac{1}{\rho} \cong \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{2R} \left(1 - \cos \pi \frac{x}{L}\right)$$

上式積分後得介曲線線形為

$$y = \frac{x^2}{4R} + \frac{L^2}{2\pi^2 R} \left(\cos \pi \frac{x}{L} - 1\right)$$

上式中  $C_x$ ：介曲線  $x$  處之外軌超高；

$C$ ：圓曲線之超高；

$R$ ：曲線半徑；

$x$ ：介曲線上某一點距介曲線起點之距離；

$L$ ：介曲線長度；

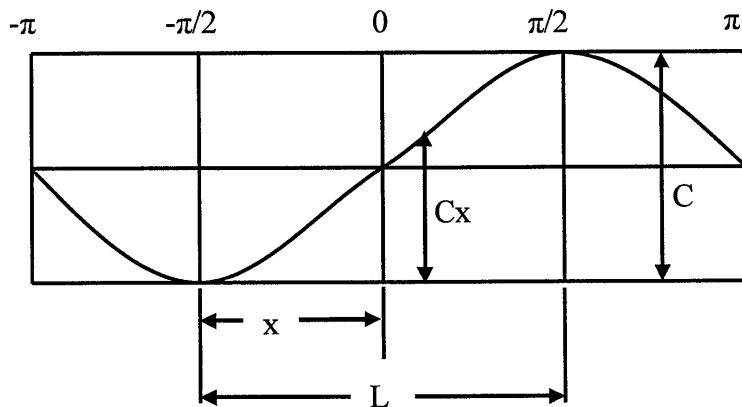


圖 2.2-4 正弦半波長遞減曲線

### (三) 曲線之連接

當列車通過兩相鄰的同向曲線時，在前一超高遞減地段車體向一側扭轉，而進入後一段超高遞減地段時，車體又再向同一側扭轉，為避免引起車體振動的疊加，影響行車平穩，並有利於直線和曲線的方向與位置的穩固，在兩個超高遞減地段間，應有一平直路段，此平直路段以 50~70m 為佳，若有困難應不短於 20m，相當於一節客車廂的長度。

相鄰的兩個反向曲線，其外軌超高，從一側換到另一側，亦會引起車體的振動，因此，因此兩超高遞減的起終點間，亦應有一段平直路段，其長度至少 20m，俾使車輛的兩個轉向架不同時處於兩個超高遞減地段上，車輛在某一瞬時處於水平狀態，有利於行車的平穩。事實上車輛之扭曲經過第一個介曲線時已經存在，該車輛繼續前進跨於方向相反之第二曲線時，其扭曲只減少而不致增大。

如限於地形等困難因素，無法依上述規定插入直線時，其兩曲線的超高遞減，應採用曲線遞減法，以避免介曲線起終點的曲率突變。曲率及正矢均代表曲線之曲度，而超高遞減係沿曲線行走方向而為之，故其超高應與曲線之曲率及正矢相吻合。

## 2.3 曲線間之直線規劃與曲線半徑選用原則

### 2.3.1 曲線間直線之規劃原則

#### 一、曲線與曲線間之直線

##### (一) 正線

正線上兩曲線間〈同向或反向〉，應於介曲線之外，插入 20m (相當於一節客車廂長度) 以上之直線，予以連接，以防止車輛搖動的疊加。如圖 2.2-5 之(a)、(b) 所示。如限於地形無法以直線連接時，則以兩介曲線直接連接為連續介曲線，或用曲線遞減法，以正弦半波長遞減曲線連接之。如圖 2.2-5 之(c)、(d) 所示。

##### (二) 側線

側線上之兩曲線間，除必要之 400 倍以上超高遞減距離外，尚需插入 5m (路線上所使用之鋼軌最短需 5m) 以上之直線。如圖 2.2-5 之(e) 所示。

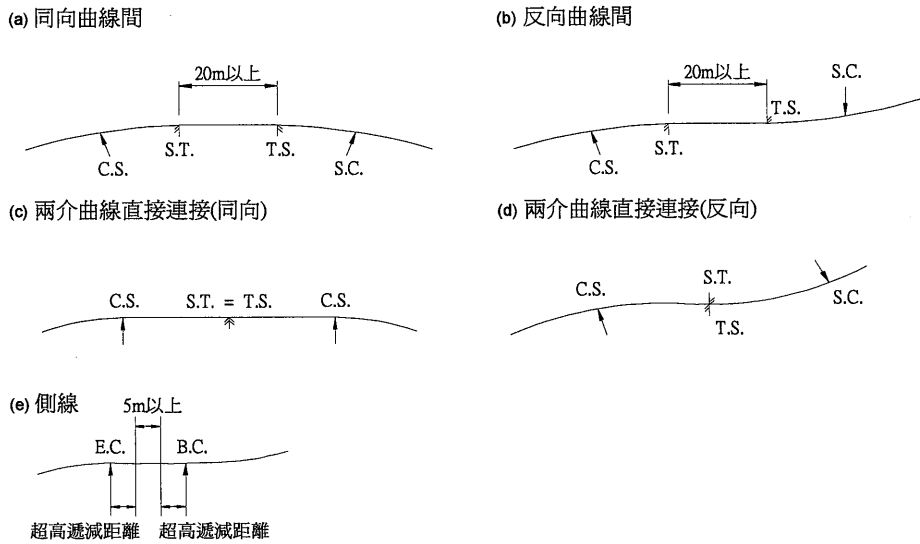


圖 2.2-5 曲線間必須之直線長度

## 二、道岔與曲線間之直線

道岔與鄰接曲線間，即道岔趾端（前端）至介曲線終點，或道岔踵端（後端）至介曲線起點間，應配置一段 20m（相當於一節客車廂長度）以上之直線。如圖 2.2-6 之(a)所示。但因受其他因素之限制，無法依上述原則辦理時，則依下列原則辦理：

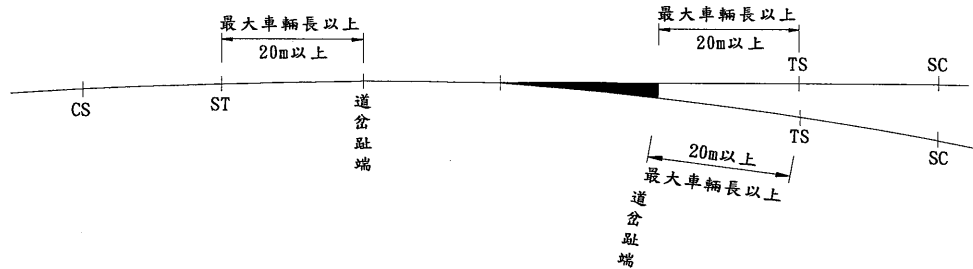
### （一）有介曲線之情況

道岔前方有介曲線時，道岔趾端至介曲線之終點，應配置 5m 以上之直線。道岔後方有介曲線時，道岔分歧側自岔心趾端至介曲線之起點，應配置 5m 以上之直線，但岔心長度 5m 以上時，道岔踵端可作為介曲線之起點。如圖 2.2-6 之(b)所示。

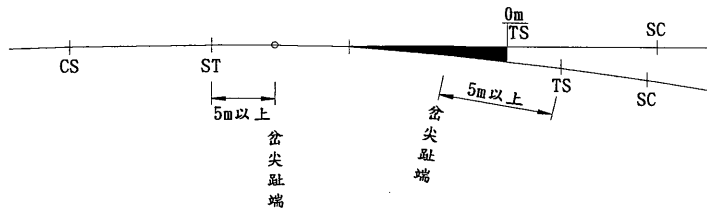
### （二）無介曲線之情況

道岔趾端至圓曲線之終點，道岔分歧側之道岔踵端至圓曲線起點間，均應配置有 5m 以上的直線。如圖 2.2-6 之(c)所示。

(a) 正常狀況



(b) 不得已時(有介曲線之情況)



(c) 不得已時(無介曲線之情況)

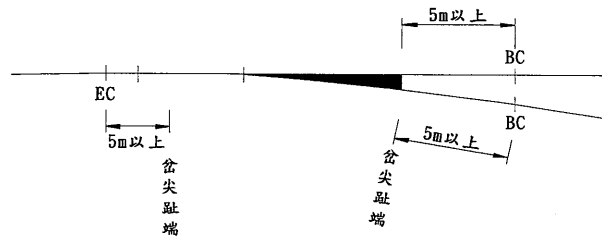
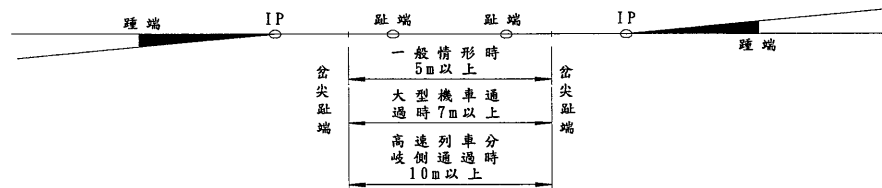


圖 2.2-6 道岔與曲線間之直線

### 三、道岔與道岔間之直線

道岔之佈置，在主正線原則上應採直線側通過。在特種道岔處高速列車不得從分歧側通過。相對道岔之間距及道岔趾端與岔尖的直線間距佈置原則，如圖 2.2-7 所示。

(a)相對道岔間之间距



(b)道岔與道岔連接時之间距

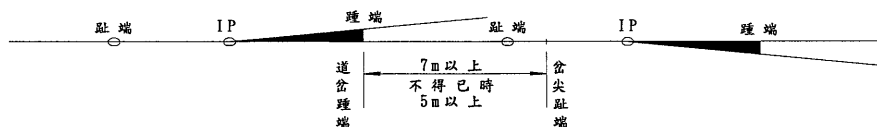


圖 2.2-7 道岔與道岔間之直線

### 2.3.2 曲線半徑選用原則

- 一、就配線與工程費上之考量，曲線半徑小些或許較為有利，惟就乘客舒適感、行車速度及軌道維修等之考量，則盡量採用大半徑為宜，故曲線半徑應本著由大而小的原則選用，採用最小曲線半徑應有充分的依據。
- 二、選用曲線半徑時，應注意地質、水文條件，使曲線線形盡量吻合地形，減少工程數量，也能滿足橋涵的要求和隧道、路基等構造物的設置條件。
- 三、相鄰曲線之半徑應結合相關條件，相互配合協調：

#### (一) 相鄰兩圓曲線半徑的配合

當相鄰兩曲線間所銜接之直線長度較短時，應避免一個半徑很大，另一個半徑很小，尤其要避免出現限制行車速度的小半徑，必要時寧可適當縮小相鄰大半徑曲線的半徑，使能增大相鄰小半徑曲線的半徑。不能滿足要求，則應根據地形條件，適度改變交點位置或減小曲線半徑。

#### (二) 圓曲線半徑、介曲線長度及其所夾直線長度的協調配合

當相鄰兩交點距離小於相鄰兩曲線之切線長度與夾直線長度之和時，應縮短介曲線長度。如不能滿足要求，則應根據地形條件，適度改變交點位置或減小曲線半徑。

盡可能不要採用連續由小半徑組成相距很近的反向曲線，如受條件限制，也應使相鄰曲線間的夾直線加長。

- 四、如曲線偏角較小，圓曲線加設介曲線後，不能達到圓曲線最短長度為 20m 時，首先應考慮增大曲線半徑，其次是減短介曲線長度。如上述措施仍受到限制，則可考慮增加曲線偏角，以符合要求。

五、曲線半徑的選用應與路線縱斷面設計相配合。如曲線位於坡度平緩且行車速度較高之地段，應採用較大的曲線半徑；如曲線位於坡度大且距離長的凸形縱斷面坡頂，由於行車速度較低，為減少工程數量，可選用較小半徑。對地形困難、工程艱鉅的地段，小曲線半徑宜集中使用，以免列車限速頻繁，惡化營運條件。如僅個別曲線限速，通常可考慮在該段增加一些工程，加大曲線半徑，以取消該地段的限速。

### 3. 坡度

#### 3.1 坡度與運輸量之關係

路線縱斷面係指路線中心線展開後在縱向垂直面上的投影，它由許多平直線段、斜直線段及坡段連接處所設之豎曲線所組成。路線縱斷面圖上標有路線坡度、坡長及相鄰波段之連接。縱斷面各相鄰直線段起終點的標高差與其水平距離之比，稱為該直線之坡度。台鐵縱斷面的坡度用千分數(‰)表示，上坡用(+)，下坡用(-)，平坡用(0)表示。

鐵路為陸上大量運輸之交通動脈，在路線規劃上，路線坡度為運輸量大小控制要素之一，坡度太大將造成行車運轉困難，列車載重受限制，減低牽引力，影響鐵路運量，故如何擇一合理坡度為路線規劃之一要務。

現世界各國對運輸量之控制觀念可分為二類：一為以坡度控制，另一為以動力控制。前者以採用限制路線坡度為手段，如此將會造成路線較長、工程費較大；後者可採用較大之路線坡度，但須增加機車之牽引力，如此路線可縮短。台灣鐵路係採用前者，故對各種等級路線之坡度加以限制，使路線完成後有一致性之運輸量。

列車運轉區間之各種坡度與彎道，均與機車牽引重量關係至為密切。為求算機車牽引重量，必須熟知該區間之路線坡度及曲線半徑，方可核算在該區間行駛之列車在何種坡度需要最大之牽引力，亦即在列車運轉區間對機車牽引定數影響最大之坡度，該坡度即為支配坡度(Ruling Grade)。支配坡度不一定表示最大坡度，而是需要最大牽引力之坡度。因為某一坡度雖屬最大坡度，如其坡道較短，在未到該坡度之前，高速運轉之列車，可利用慣性力而上坡，並不需較大之牽引力，故該坡度雖屬最大坡度，但仍不能稱為支配坡度。故興建鐵路時，不但要預定支配坡度在何處，同時更要決定支配坡度之長度，以為選坡之標準，同時對最大坡度在均衡速度下之最大長度限度亦應計算出來，以為決定坡置長度之依據。

列車按規定之運轉時間行駛時，機車所能牽引的最大噸數，稱為機車牽引定數，通常依路線狀況與速度大小按區間訂定之。因上坡道受機車牽引之限制，下坡道受機車制動力之限制，故同一區間上下坡道之機車牽引定數必須分別訂定。上坡道之旅客列車以速度為主，牽引定數不妨稍低，貨物列車以載重為主，速度不妨稍低。下坡道牽引定數之訂定以制動距離為主要條件，旅客列車因制動力大，牽引定數受制動力之限制不大，貨物列車因制動力低，牽引定數受制動力之限制甚大。

列車載重即機車的牽引噸數與速度互有關係，一般而言在同一路線上，列車之行駛速度愈高，機車之牽引噸數則愈小。在同一行駛速度時，路況愈差，則機車之牽引噸數愈小。

## 3.2 規章規定與說明

### 3.2.1 正線坡度

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

正線上之坡度，包括坡度曲線折減率，不得超過下列規定：

- (一) 特甲級線及甲級線千分之二十五。
- (二) 乙級線千分之三十五。
- (三) 電車專用路線千分之三十五。
- (四) 無道床橋樑千分之七。
- (五) 站內正線，兩終端道岔間(道岔外方係下坡道時，應自道岔外20m處起算)及列車停留區域內，為千分之三點五，新建之站場為千分之二；但不摘掛車輛之正線，得增至千分之十，經交通部專案核准者，得增至千分之十五。

#### 二、說明

##### (一) 各級路線之限制坡度

限制列車牽引定數的坡度，其數值根據路線等級、地形條件、牽引種類和運輸需求等，經評估後確定。台鐵各級路線之限制坡度不得超過下列各值：

- 特甲級線及甲級線千分之二十五。
- 乙級線千分之三十五。
- 電車專用路線千分之三十五。

##### (二) 無道床橋樑上坡度之限制

無道床之橋樑均為鋼結構，其長度在台鐵常用之鋼樑多為20m，半穿式由22.5m~25m，穿式則達40m，其限制坡度之原因為：

- (1) 支承座問題：鋼樑橋兩端之支承座，一端為固定端，另一端為自由端，在正常的情況下，最好兩支承座均位於同一水平面上，如有坡度存在，當列車下坡在橋上緊軔時，將產生反應力，坡度愈大，其反應力愈大，將使鋼樑受力向下坡方向推移，致使支承受力甚大而發生危險，故在無道床之橋樑上不宜有較大之坡度。
- (2) 軌枕問題：如鋼樑位於較大坡度上，支承座不能順坡度線平行安裝，必須水平放置時，以20m鋼樑為例，如坡度千分之十，則鋼樑兩端之高低差即達20cm，如以中分法處理，較高一端的枕木須增高10cm，較低一端的枕木須降低10cm，不但各種枕木有不同的厚度，且維持保養不易，故坡度在無道床之鋼樑處不宜過大。

##### (三) 車站內坡度

車站內採用較小之坡度，其立意在使停留在車站內之車輛，不致因重力慣性作用而自動行走。在使用平瓦軸承(Plane Bearing)車輛之開



車阻力(Start Resistance)約為7~12kg/ton，其在3.5%坡道上尚不致於發生停留車輛自動行走現象，但在裝有滾筒軸承(Roller Bearing)之車輛開車阻力僅在1.9~2.4kg/ton之內，很容易使停留之車輛發生自走現象，必須考慮加以適當之防動措施，或使其停留在平坦之路線上，以防止車輛溜逸事故之發生。台鐵之貨車除舊有者與採用平瓦軸承外，光復後之車輛大多採用滾筒軸承，為使車站停留之車輛不致發生溜逸現象，在選定站內坡度時，最好採用平坡。

(四) 道岔外方平坡時，需留20m與站內相同之坡度

在車站內如停有空重貨車，有時需用人力推送車輛轉移股道，以達到貨物裝卸之目的，故在道岔外方須留置兩輛貨車之站內同坡度股道，俾使人力能夠控制，不致發生車輛向下坡方向溜逸。

(五) 台鐵各型機車之牽引重量

台鐵現有之機車有三種型式：柴電機車、電力機車、電車組。其在全線各區間之機車牽引重量，台鐵訂有“機車牽引重量表”以為行車之依據。

### 3.2.2 側線坡度

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

側線上之坡度不得超過千分之三點五，新建站場之側線不得大於千分之二，但駝峰式調車場或不停放車輛之側線不在此限。

#### 二、說明

側線上坡度不得超過千分之三點五之原因同正線，同時考慮貨車用人力推送時，如坡度超過千分之三點五，不但須用較多人力，且在較大坡度上手剎車不易控制車輛之行走，而肇致車輛溜逸事故。

駝峰式調車線均裝設有端末減速器而使行走速度降低，故坡度不受千分之三點五之限制。

### 3.2.3 曲線坡度折減率

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

曲線坡度折減率為千分之 $600/R$ ，側線上之曲線得不予折減，前項 $R$ 為半徑之公尺數。

#### 二、說明

列車的牽引重量是以列車在最大坡度上，以計算速度作為等速運轉條件而得，意即機車牽引力隨運轉速度之升高而逐漸減小，行駛阻力則隨運轉速度之升高而增大，因而可利用計算方式推算列車開車後當運轉速度升高至某一速度時，牽引力可與阻力相等而達平衡狀態。此時路線及運轉條件

如無變化，列車即維持同一速度作等速運轉，此一計算速度稱為均衡速度。滿載貨物之列車在運行過程中，其速度不得低於均衡速度，因此在任何路段，所加算的附加阻力均不得超過最大坡度阻力，即加算坡度均不得超過最大坡度。當最大坡度與曲線、隧道重合時，機車粘著係數下降，粘著牽引力降低，列車不能保持以均衡速度運行，為此，都必須減緩坡度，以滿足速度要求，這就是最大坡度的折減。

附加曲線之坡度，其阻力較直線為大，故坡度折減率宜以彎道阻力換算之。曲線段最大坡度之折減值與曲線半徑成反比，依據摩爾遜(Morison)氏公式：

$$R_c = 1000 \mu \frac{G+b}{2R} \%$$

上式中  $R_c$ ：坡度折減率；

$$\mu：車輛與鋼軌間之磨擦係數 = \frac{1}{4.5}；$$

$G$ ：軌距 = 1.067m；

$b$ ：固定軸距 = 4.6m；

$R$ ：曲線半徑(m)。

將以上各值代入，得

$$\begin{aligned} R_c &= 1000 \times \frac{1}{4.5} \times \frac{1.067 + 4.6}{2R} \% \\ &\doteq \frac{600}{R} \% \end{aligned}$$

### 3.2.4 隧道之坡度

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

隧道長度超過 300m 者，其坡度除有特殊情形外，不得超過千分之十五，隧道及其水溝應有千分之三之最小坡度。

隧道內除特殊情形外，不得設置凸坡。

#### 二、說明

##### (一) 隧道內之坡度折減率

隧道內常有地下水，尤以較長隧道為甚。台灣位於亞熱帶地區，隧道內溫度經常在 22~24 度之間。隧道因有水，致使鋼軌易於濕潤，使鋼軌之粘著力降低，因而影響機車之牽引力，同時隧道內之氣流阻力亦大，對機車牽引力亦有所影響，因此對較長隧道內之坡度亦應考慮適當之坡度折減率。普通採用之公式為：

$$T_e = \frac{iV^2}{13W} \%$$

上式中  $T_e$ ：隧道內之坡度折減率(%)；

$l$ ：隧道長度(m)；

$V$ ：列車速度(km/hr)；

$W$ ：列車重量(t)。

隧道內之坡度折減率與隧道長度成正比，根據經驗，當隧道長度小於 300m 時，不必折減。

### (二) 隧道內之最小坡度

隧道內之湧水，在長大隧道中是不能避免的，湧水量之大小，依隧道所經區域之地質構造而定，普通隧道之湧水量約為每分鐘 30 ~120 公升。隧道內之排水溝斷面設計與路線坡度有關，通常隧道內之排水坡度以千分之三最為經濟。

### (三) 隧道內設置凸坡之問題

長大隧道多為穿越兩河谷間之嶺線而使兩河谷平原能藉隧道以縮短兩平原間之運程。兩平原在選線上以能夠利用其高低差而達成單向坡之標準為原則，否則必須利用凸坡以達成坡度之需求。在工程施工上，由兩端推進對排水可利用自然排水方法予以處理，如用單向坡則有一端須用排水方式排水，增加工程費用。如用凸坡則必須利用豎井或斜坑予以通風，以保持隧道內之能見度、空氣污染與熱量之擴散、空氣中氧氣之補充等。

## 3.3 豎曲線 (Vertical Curve)

### 3.3.1 設立豎曲線之目的

列車通過坡度急劇變化之處所，在各車輛間必發生拉力或壓力，造成各車輛之相互拉緊或相撞，可能引起連結器斷損或車輪浮起等事故，列車如因而發生動搖撞擊，可能損及路線及影響乘客舒適感，故坡度急劇變化之處所，需設適當半徑之豎曲線，以策行車安全。

### 3.3.2 規章規定與說明

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序之規定如下：

路線坡度變更時，應依下列半徑之豎曲線與兩端切線相連接：

(一) 半徑 800m 以下之曲線，其豎曲線半徑為 4,000m 以上。

(二) 半徑超過 800m 之曲線及直線，其豎曲線半徑為 3,000m 以上。

#### 二、說明

不同坡度之斜直線段在其坡度變化之連接處將會形成凸出或凹入型線形。當列車在坡度變化較大之凸出路段運行，先上坡再下坡如圖 3.3-1 所示，上坡時加速向前牽引，頂點變坡處車輛之連結器拉力自然增加，列車

屈折凸起，車輛有浮上脫軌之虞；列車在凹入路段運行，先下坡再上坡如圖 3.3-2 所示，下坡時前方車輛急減速度，在底部變坡點，車輛聯結器急激壓縮，車輛及軌道均受極大之衝擊。為降低上列衝擊，當相鄰坡段的坡度代數差超過一定數值時，在變坡點處需用豎曲線連接相鄰坡段。

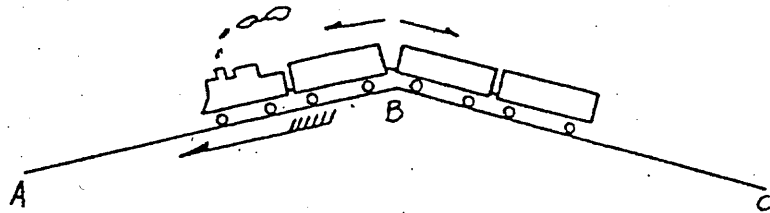


圖 3.3-1 列車在凸形路段運行

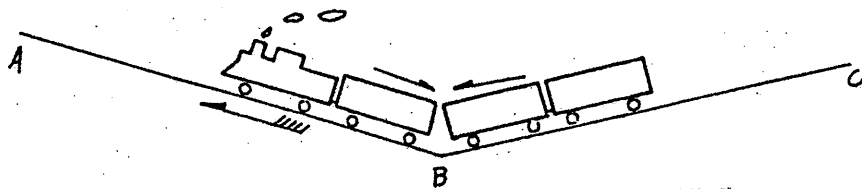


圖 3.3-2 列車在凹形路段運行

鐵路所用之豎曲線按其形狀可分為圓曲線形豎曲線、拋物線形豎曲線和連續短坡形豎曲線三種。台鐵建設作業程序規定路線坡度變更時，在變坡點處採用圓曲線形豎曲線連接相鄰兩坡段（兩端切線）。

決定豎曲線半徑大小最主要之考慮因素為：一為豎曲線與車輛之浮動安全問題；另一為豎曲線與車輛界限及建築界限之關係。

#### (一) 考慮豎曲線與車輛之浮動安全問題

##### (1) 依前後車輛壓縮力或牽引力而起之車輛浮動

如圖 3.3-3 所示，在斜直線連接處插入半徑 3000m 之豎曲線，設

$W$ ：車輛重量；

$F$ ：運轉中車輛相互間之最大壓力；

$A$ ：一側車輪將要浮動時，他側車輪所受之反力；

$l$ ：車輛長度；

$l_0$ ：連結器至車輪間之距離；

$\theta$ ：車輛軸心線之交角。

當車輛受  $V$  作用而達到車輪上浮臨界點時， $\Sigma M_0 = 0$ ，

$$V \times l - \frac{1}{2} W \times l + A \times l_0 = 0$$

$$\therefore A = W - V \quad V = F \sin \theta$$

$$l_0 = \frac{1}{4} l \quad \therefore W = 3F \sin \theta$$

設車輛最長之長度為 20m，如豎曲線之最小半徑為 3,000m，則  $\sin \theta$  之最大值  $\sin \theta = \frac{10}{3,000}$ 。F 之正確值甚難估算，惟現行貨車以不超過 80t 而設計，令  $F = 80t$  而計算 W 時， $W = 0.8t$ ，但車輛無論如何輕，也不致於小於 5t，故其安全率達 6 倍以上。可知豎曲線之壓縮力或牽引力不必予以顧慮。

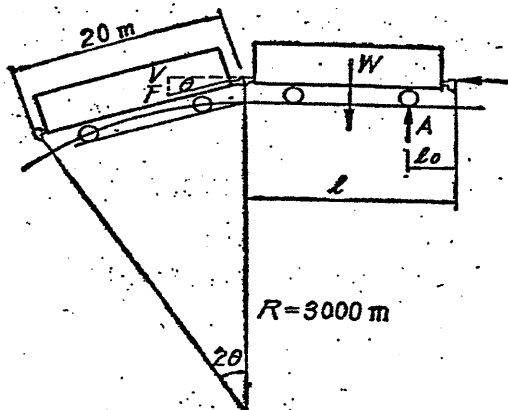


圖 3.3-3 豎曲線與車輛之浮動

## (2) 豎曲線與列車屈曲度之關係

豎曲線半徑較小而車長較大時，將會增加列車屈曲度，但列車屈曲度如在坡度變化  $\frac{10}{3,000}$  程度時，大致無礙。今就 20m 長車輛

組成之列車，在其屈曲度相當於  $\frac{10}{1,000}$  坡度變化之條件下，如圖

3.3-4 所示，計算所需豎曲線半徑如下：

設 R：豎曲線半徑(m)；

L：車長 = 20m；

$\theta$ ：坡度變化 = 10/1,000。

$$\text{則 } R = \frac{L}{\theta} = \frac{20}{\frac{10}{1,000}} = 2,000\text{m}$$

由以上之數值，得知將豎曲線半徑規定為 3,000m 以上時，尚有安全餘裕。

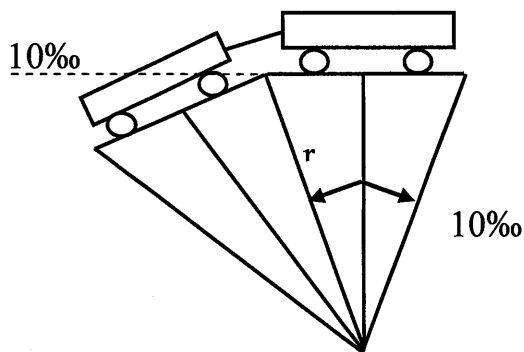


圖 3.3-4 豎曲線與列車屈曲度之關係

(二) 考慮豎曲線與車輛界限及建築界限之關係

車輛通過豎曲線時，位於車輪前後之車輛下部零件，將貼近軌面上之建築界限與車輛界限，故軌面上之建築界限與車輛界限之間，除考慮軌道之下沉及車輛上下浮動之影響外，尚須考慮設豎曲線之影響，儘量加設淨空尺寸，以策行車安全。

今就車長 20m，轉向架中心距離 14m 之車輛，在半徑 3,000m 豎曲線上，如圖 3.3-5 所示，其車輛下部與軌面之貼近尺寸如下：

$$D = R - R \cos \frac{\theta}{2}, \quad \theta = \sin^{-1} \frac{\frac{14}{2}}{R}$$

將  $R = 3,000$  代入得

$$D \doteq 8.2\text{mm}$$

軌面上建築界限與車輛彈簧上部界限之距離實際上高達 50mm 以上，故車輛下部不致碰撞軌面建築界限。

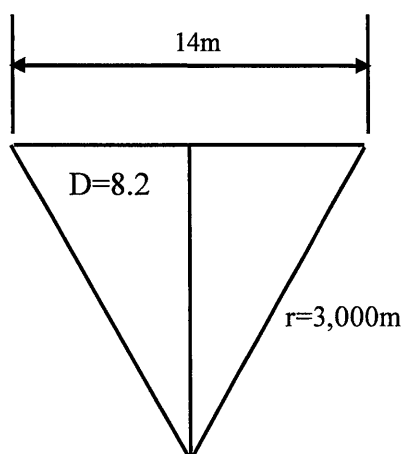


圖 3.3-5 車輛下部與軌面之貼近尺寸

三、鋪設方法

路線縱斷面宜設計為較長的坡段，為了使列車平穩運行和聯結器附加

力不致過大，一列列車不能同時跨越兩個以上之變坡點，即一個坡段長度不應小於最大貨物列車長度的一半。

$m\%$ 之斜直線坡段與  $n\%$ 之斜直線坡段交於 P 點，交角為  $I$ ，如圖 3.3-6 所示，其變坡點處鋪設半徑為  $R$  之豎曲線計算法如下：

(一) 計算切線長  $T$  以決定豎曲線之始終點 A, B 位置

$$T = R \tan \frac{I}{2} \doteq \frac{R}{2} \left| \frac{m-n}{1,000} \right|$$

$$= \frac{R}{2,000} |m-n|$$

式中  $m$  及  $n$  之符號上坡為正，下坡為負。

(二) 計算距 A/B 點  $x$  距離處之縱距  $y$

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

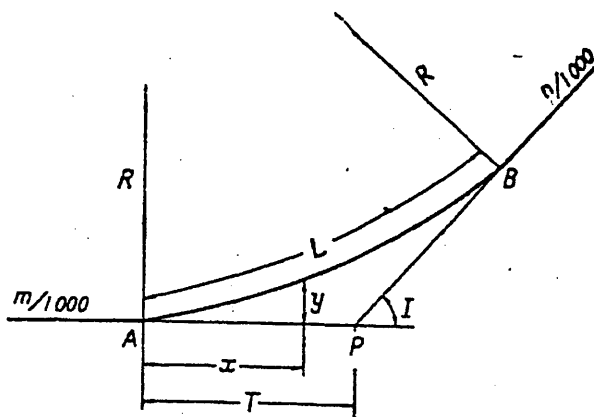


圖 3.3-6 豎曲線之鋪設計算法





## 4. 選線與路線規劃設計

### 4.1 選線

#### 4.1.1 概述

選線係鐵路建設之基礎工作，亦是一項綜合性規劃設計，牽涉層面廣，具有高度的政策性任務。故選線應依據國家運輸政策，針對沿線地區的重要城鎮和工商發展狀況、資源分布和開發狀況、交通運輸系統與經濟特徵等社會條件，地形、地質、水文、氣候等自然條件，詳細調查研究，並進行必要之勘測與探勘工作，收集必要的資料，分析其對鐵路工程之影響，以作為選線依據。

選線，首先要進行經濟選線，先在計畫地區，根據政治、經濟與國防需要，有利於資源開發或生產配置，適應客貨流需要，運輸網路的綜合配置等，進行鐵路網經濟路網選線。研究各方案經由地區的經濟資源、經濟特點、經濟據點分布、人口分布、經濟聯繫及交通條件等因素，提出經濟效益較大的推薦方案。

根據經濟選線推薦方案，再結合自然條件、工程、營運條件、經濟與財務效益評估、環境影響評估等因素，進行綜合選線。

規劃階段和設計階段所需的經濟資料如下：

#### 一、可行性研究所需經濟資料

根據國家鐵路發展計畫，針對建設項目，需提供下列資料，進行先期作業：

- (一) 路線之地理位置、修建目的與其在路網中之作用，計畫目標年運輸量。
- (二) 各方案所經過地區之經濟狀況，包括：主要經濟控制點、行政區劃、土地面積和人口、資源、工商發展及交通現況與發展、地區經濟特徵及發展。
- (三) 近、遠期客貨運量預估。
- (四) 經濟效益分析：從定量、定性等方面分析建設項目之可行性，並結合客貨流之合理流向，對接軌點的選擇、路線走向和必經的經濟控制點及地方民意，提出建議。
- (五) 改善路線或增建雙軌時，除上述資料外，尚需增加：既有路線最近幾個統計年度的客貨運量與客貨列車密度。

#### 二、綜合規劃/基本設計階段所需經濟資料

- (一) 路線之地理位置、修建目的與其在路網中之作用。
- (二) 影響範圍內的社會與經濟特徵，包括：行政區劃、土地面積、人口分布、主要城鎮、重點工商企業、資源發展與利用、工農業生產現況及發展趨勢、交通運輸的合理分工、觀光旅遊點分布、地

區經濟特點及發展方向。

- (三) 貨運量預估，包括：地方運量、通過運量、區間貨流密度等。
- (四) 客運量預估，包括：客流特點及主要流向，全線客流的組成、比重及其特點，主要旅客站之客運分析，近遠期旅客流量及流向變化趨勢。
- (五) 在綜合規劃/基本設計階段如需對路線走向、接軌點、主要經濟控制點進行選擇，則按不同方案提供資料，並從經濟角度提出比較意見。
- (六) 改善路線或增建雙軌時，除上述資料外，尚需提供：既有路線最近幾個統計年度的區間客貨運量與客貨列車密度；既有線客貨運的歷年增長幅度、發展趨勢及增長原因。

### 三、細部設計階段所需經濟資料

綜合規劃/基本設計奉核定後，在細部設計階段若有需要變更和補充修正，則分別進行補充修正，並作必要之說明。

#### 4.1.2 路線走向選擇

路線走向選擇是選線的基本工作之一，目的是合理地解決規劃路線的起訖點和走向。

##### 一、影響路線走向選擇的主要因素

###### (一) 路線規劃目標及其在路網中之作用

路線規劃目標及其在路網中之作用，是路線走向選擇的主要因素。

###### (二) 政治經濟控制點

政治經濟控制點是路線走向選擇的重要因素。對重要的政治經濟控制點，選擇路線走向時，必須考慮重要幹線經過這些政治經濟控制點有困難時，應研擬以支線連接的替代方案進行比較。路線經過不同地區，將對該地區之經濟發展會有不同的影響，對此，應列為方案評比的重要項目，以選出經濟效益、環境效益最佳的經路。

###### (三) 客貨流方向

客貨流方向是路線走向選擇的重要影響因素。主要幹線要考慮客貨流直通運輸，避免客貨流的折角運輸和迂迴運輸等不合理運輸，降低運輸成本，提高運輸效益。

###### (四) 主要技術標準

主要技術標準與路線走向的選擇有密切關係。主要技術標準包括：路線等級、正線數目、牽引種類及機車類型、最大坡度、最小曲線半徑、到發線有效長度、閉塞類型等。路線走向應結合主要技術標準的選擇，經過評比後確定。

## (五) 自然條件

地形、地質、水文、水源、地震、氣象等自然條件，對路線走向的選擇有直接影響。不同的路線走向，因自然條件的差異，其路線長度、工程量、工程費、營運費和運輸效率等各有不同，因此，必須依實際狀況，結合路線走向要求，提出可行的路線方案，進行評比。

### 二、路線走向選擇的方法與步驟

可行性研究過程中，一般應經過現場調查研究，收集必要的地形、地質資料、經濟資料等，進行環境影響評估，並徵求地方及有關方面的意見，在小比例尺圖上進行大範圍的路線多方案研究，對諸方案進行技術、經濟的分析和評比，提出路線走向和主要技術標準的結論與建議，作為政府決策之依據。

綜合規劃/基本設計階段過程中，根據核定之計畫需求與目標，進行路線走向方案研究。如計畫中已明確指定路線起訖點和走向，則應在大比例尺圖上進一步研究技術、經濟的合理方案。如路線的走向尚未確定，則應針對主要方案之基本設計要求，收集資料，做好方案評比，提出建議意見，呈報核定。

### 4.1.3 接軌方案選擇

接軌方案選擇應結合路線走向的選擇，考慮其在路網中的作用、客貨流方向、接軌站條件、工程費和營運費用等因素分階段進行。可行性研究過程中對所有可行方案進行研究，建議較佳方案。在綜合規劃/基本設計設計階段，則根據有關要求做更精確之定線、分析和評比，提出建議方案呈報核定。

影響接軌方案選擇的主要因素有：

#### 一、路網上的作用

接軌方案的選擇，應考慮規劃線在路網上之作用。

#### 二、路線走向

接軌方案的選擇與路線走向的選擇是相互影響的，應結合路線走向的選擇，同時進行接軌方案的選擇。

#### 三、主要客貨流方向

接軌站應選擇在主要客貨流方向，使其運程盡量縮短的適當位置。如果兩個方向的客貨流量相等，則應選擇在同時兼顧的地點。接軌站的引入方向應與主要客貨流方向一致，以保證主要方向的列車無須改變運行方向通過接軌點。

#### 四、既有區段站的分布及接軌站的條件

接軌站一般應選擇在既有線的區段站。若在區段站接軌引起路線迂迴，工程增大，地形、地質複雜，或因與城市規劃干擾，不能直接引入時，可在區段站前方條件較好，有發展潛力的中間站接軌。

#### 4.1.4 車站分布和路線方案選擇

車站分布和位置的選擇，根據其性質研擬不同程度之控制路線走向和位置，不同的路線方案對車站分布會有重要的影響，兩者關係至為密切，因此兩者的選擇應相互配合，合理選擇。

##### 一、車站分布應考慮的問題

- (一) 車站的設置必須滿足年輸送能力和客車列數要求。
- (二) 車站位置應配合城鄉發展規劃，盡量靠近居民聚落區、工商區，以方便地方客貨運輸。
- (三) 站間距離不宜過短，也不宜過長，單線鐵路的站間距離不宜短於5~6km，亦不宜超過20km。雙線鐵路可根據實際狀況加大站間距離（都會區通勤運輸可縮短站間距離），並應考慮區間通過能力的均衡性。
- (四) 應根據技術作業條件的要求，在適當地點設置必要的技術作業站如號誌站等。
- (五) 考慮地形、地質、水文等條件，車站盡量設在地形平坦、地質良好的地方，站場路線宜順直、坡度平緩。
- (六) 節約用地，具有擴充發展之餘地。

##### 二、選線與設站相結合

車站位置與路線方案的選擇，應相互配合，整體考慮。

- (一) 選線時，一般先定區段站，再佈置中間站，選線與設站相結合。根據路網規劃與地方運輸要求，結合工程條件，先對區段站的位置進行評比確定後，再進行定線。中間站之選擇應根據地形、地質條件和居民的分布狀況，結合路線條件大致加以安排。然後根據定線情況，進一步落實站位，使車站的位置和選線盡量合理化。在困難地段，滿足要求的條件有困難時，應根據不同的車站分布方案作出不同的車站分布方案進行評比。
- (二) 困難地段的車站分布和路線方案的選擇
  - (1) 困難地段之路線和車站難予靠近城市和工商企業所在地時，應根據實際狀況作出靠近和不靠近而以專用線或公路接駁方案，進行評比。
  - (2) 困難地段的路線方案選擇影響車站位置的選擇，車站位置影響路線之經濟效益，應根據技術可行，經濟效益合理的原則，作出不同車站位置的路線方案，予以評比選定。
  - (3) 路線在緩坡地段跨越深溝或大河向下游展線時，如兩岸地形、地質條件接近，車站最好設在跨溝之後，以利降低橋梁高度。
  - (4) 車站應盡量避免設在高填、深挖、高橋或隧道內，以免形成

巨大工程，增加養護困難和安全風險性。如不可避免時，應經技術、經濟、環境影響等評估後確定。通常為改善營運管理條件，設在橋上比設在隧道內好。站內有高填土時，應與設橋方案比較。如必須設置高填土或高橋時，應將它設在道岔群以外和股道較少的地方。

#### 4.1.5 不同地形條件下的選線和橋梁、隧道路線方案選擇

##### 一、穿越山嶺之選線

穿越山嶺選線之特點是高程障礙大，地形、地質條件複雜，工程艱鉅、集中，此等因素常影響最大坡度、最小曲線半徑的選擇，以及路線走向和接軌點等重大原則的確定。在勘測設計過程中，需要收集大面積地形圖和區域地質資料，深入調查研究，全盤考慮，審慎處理隧道口位置、隧道區段和穿越山嶺引線方案的選擇。

##### (一) 隧道口之選擇

隧道口之選擇是路線穿越山嶺的主要控制點，應在大面積小比例尺圖上，根據路線走向，考慮地區因素和地形、地質等自然條件，在大面積範圍內尋找和擬定可行的隧道口方案。經過現場踏勘和調查研究，對地質條件惡劣，路線通過困難之隧道口，應盡量繞避，進行紙上定線比較，選出建議方案。對於那些有競爭性的方案，應進一步在初測和初步設計中收集資料進行比較評估，提出建議呈報核定。

選擇隧道口時，應瞭解分水嶺地區的工程地質和水文條件，對隧道工程和路線工程的影響程度，以及路線繞避不良地質的可能性。

在隧道口的選擇中，要注意不同高度的隧道口選擇和不同位置的隧道口選擇。對於低高程隧道口，由於有利於較緩的限制坡度通過，具有路線較短、工程規模較小和營運條件較佳等優點，應盡量尋找；而高程較高之隧道口，若兩側有較單調、平緩的溝谷，可以用長隧道穿越以降低路線高程時，也應認真考慮，進行比較，不宜輕易放棄。

##### (二) 隧道區段之選擇

隧道區段之選擇是穿越山嶺選線的重要部分。隧道區段應盡量避開不良地質地段，其位置、高程和長度，應根據地形、地質和展線條件，結合最大坡度等主要技術標準進行充分研究，經過技術與經濟評估比較後確定。

##### (1) 穿越山嶺之高程選擇

通常同一隧道口的穿越山嶺高程高，隧道區段短，路線展線長，營運條件差。運量不大的地方鐵路，可採用這種方法穿越山嶺，否則應採用穿越山嶺高程低之方法。穿越山嶺高程的選擇，應根據穿越山嶺處之山坡縱斷面圖和兩側引線條件，擬定不同穿越山嶺高程、隧道長度、展線方式，進行紙上定線，經技術、經濟與環境影

響等評比後選定。

### (2) 隧道區段之長度與位置之選擇

隧道長度與穿越山嶺高程和穿越山嶺方案的工程費和營運維修費用有密切的關係。在困難度高地形複雜之環境下，長隧道能縮短引線長度，改善營運條件，頗具優點。但長隧道也存在著工程集中、工作面小、工期長、造價高等不利因素。所以，隧道長度應根據地形、地質、水文、兩側展線以及施工條件、施工技術水準等各種綜合考慮，經技術與經濟評比後確定。

穿越山嶺之隧道位置，應根據隧道長度、隧道口兩側的地形、地質和引線條件而選擇。一般應選在山坡較陡、山梁較薄、山體完整、岩層堅實、地下水較少、面對主溝或支溝附近的適當地方通過，避免在不良地質地段通過，如繞道確有困難，應在最窄處通過，避免進出洞口選在溝床上。如果洞口兩側山坡較緩，山體較厚，則應充分利用展線條件來確定隧道位置。

### (三) 穿越山嶺引線方案之選擇

穿越山嶺之路線，因地形、地質條件複雜，橋隧集中，高堤深壑相連，工程通常較為浩大，選好引線方案是穿越山嶺路線相當重要工作之一，要配合全線做好最大坡度的選擇和充分利用地形、地質的有利條件，做好展線方案的研究與評選。

## 二、山區河谷之選線

山區河谷之選線是鐵路選線的重點之一。在山岳、丘陵地區，為使路線比較平順，工程比較簡易，以及為營運和地區經濟發展需要，常沿山間較大河谷進行選線。惟山區河谷的峽谷地段狹窄多彎，坡岸陡峭，地質複雜，水流湍急，沖刷嚴重，將對路線設計、施工和營運帶來許多困難。利用山區河谷選定合理的路線位置需處理好下列問題。

### (一) 左、右側和跨河橋位的選擇

河岸左、右側和跨河橋位的選擇，是做好山區河谷選線的一項重要工作。調查了解路線所經河谷地區的自然特徵和村鎮分布狀況，充分利用有利的一岸，在適當情況下過河，繞避因地形、地質和水文條件所造成之複雜艱鉅工程，是河岸左、右側選擇的一個基本原則。河岸左、右側選擇和跨河橋位選擇相互依從，相互影響，進行河岸選擇的同時，要同時研究跨河架橋的選擇。做好河岸左、右側選擇要考慮下列因素。

(1) 山區河谷的地形、地質和水文條件是影響左右岸選擇的主要因素。應深入調查了解其特點和規律，使路線處於既穩妥安全，工程及營運費又最省的位置。路線應選擇在地形寬坦、台地較多，支溝較少、不易受水流沖刷或沖刷較輕的一岸。需展線時，應選擇支溝較大，利於展線的一岸。對區域性地質構造、滑坡、岩堆、崩坍、土石流等嚴重地質不良地段，

應審慎調查清楚其特徵、範圍及對路線的影響。如不易處理，應跨河繞避。

- (2) 路線位置應與沿線居民聚居點、城鄉建設、工商發展和其他交通、水利設施相配合。路線一般應選在村鎮較多，人口較密，工商企業所在之一岸，惟有時為避免拆遷大量民房和阻礙城鎮發展，也應跨河繞避，定線時應根據實際狀況進行評比。

### (二) 路線高程位置之選擇

山區河谷線的路肩設計高程應與河床高度相適對應，既要保證路肩高程高出規定洪水頻率的設計水位，又要避免路線高懸於山坡之上，造成跨河困難，不能靈活選擇路線位置和充分利用兩岸的有利地形、地質條件。要做好路線高程位置的選擇，需全面掌握河谷特徵，統籌規劃縱斷面設計原則。

- (1) 緩坡地段應根據路線坡度，盡量利用旁溝側谷和其他有利的地形、地質條件適當展線。通常是“晚展不如早展”，使路線高程儘早降低至河谷的低台地上，以便盡量利用下游平緩的河段，以減少路基、橋隧工程，並使路線便於過河選擇有利的河岸。
- (2) 陡坡可結合地形、水文及工程之需要，使路線適當起伏。路基最低高程應在設計洪水位以上，但不宜過高，以減少橋涵工程，便於河岸選擇。

### (三) 困難河段路線位置之選擇

- (1) 路線遇到山嘴或河灣時，應作沿河繞線和取直路線的評比。路線遇到山嘴時，有兩種定線方式：一為沿山嘴繞行，這種路線由於路線展長，在緩坡地段有利於爭取高度（在連續小半徑曲線及隧道群的情況下，則不一定能爭取高度），但易受不良地質的危害和河流沖刷的威脅，路線安全條件較差；另一為以路塹或隧道取直通過，這種路線短而順直，安全條件較好，但隧道較長時，工程費較大，工期較長，應全面分析，進行評比。當取直方案與繞行方案在工程量相等或接近的情況下，通常以採用取直方案為宜。路線遇到河灣時，有沿河繞行、建橋跨河和改移河道三種可行方案。一般情況，沿河繞行方案，路線迂迴，岸坡陡峭，水流沖刷嚴重，路基防護工程大，路線安全條件差，建橋跨河方案，截彎取直，路線短，安全條件好。
- (2) 狹窄之河谷因受地形、地質、水文條件控制，路線位置的選擇應考慮以內移建隧道或外移設橋樑的方案進行評比。在滑坡、斷層等不良地質地段或沖刷嚴重地段，以路基通過不能

保證路線安全時，應考慮內移作隧道。在滑坡和岩層破碎地帶，當路線靠山或內移作隧道有困難時，可考慮外移設橋通過；在陡崖地帶，若路線靠山建隧道因覆土厚度不足，修深塹則又邊坡過高，亦可靠外修旱橋通過。外移設橋時，應與內移加長隧道增加覆蓋厚度進行評比。

(3) 在河流曲折多彎，兩岸地形、地質條件複雜地段，路線有跨河條件，且橋不太高時，採用多次跨河選擇有利地段通過，可取得良好效果。

(4) 在山坡陡峭，河床狹窄，河道曲折，水流湍急，地質複雜的峽谷地段，若峽谷河段不長或間段分布，可考慮以長隧道或幾個短隧道通過；如果峽谷地段較長，工程大，應考慮利用支溝跨越小分水嶺的繞避方案。對這種困難峽谷選線應審慎調查研究，作出不同的繞避和通過方案，予以評比確定。

### 三、丘陵地區之選線

丘陵地區之選線，要根據丘陵地區地形起伏，丘崗連綿，相對高差不大的特點，研析地形、地質和水文條件，選出方向順直，工程量少的路線方案。

#### (一) 制高點與轉折點的選擇

根據路線走向的要求或中間控制點的需要，利用航空測量圖尋找控制路線走向的各個可能隧道口、山梁及順向河谷，充分利用地形、地質的有利條件，使路線儘量短直。

#### (二) 利用有利條件減少工程量

丘陵地區地形起伏，山坡陡緩多變，路線位置對土石方工程影響很大。選線設計時，平面、縱斷面和橫斷面要密切配合，避免只從平、縱斷面考慮路線位置，以減少工程量。一般地段應注意填挖平衡及合理規劃土石方的調配。

### 四、平原地區之選線

平原地區地形平坦，坡度平緩，通常人煙稠密，工商發達。城鎮、良田、河流、湖泊、軍事基地、國防設施、公墓、重大公共設施等為平原地區較常遇到的自然障礙。因此，平原地區選線的主要特徵是克服平面障礙。

根據各種控制路線通過的障礙物位置及性質，研究是否需要繞避，應盡量減小轉向角度和採用較大的曲線半徑，每一轉向角都要有充分的依據，盡量使路線順直，縮短路線長度。

路線位置要與城鄉建設及水利灌溉、交通建設相配合，盡量繞過人口密集區和經濟作物區，以免大量拆遷民房和佔用良田。

路線跨越大河時，應作出可行之過河橋梁方案進行評比；路線經過洪泛區時，對橋涵、路基應根據水文資料預留足夠的橋跨和高度，以免造成洪水淹沒村莊和農田。

### 五、過河橋梁路線方案之選擇



過河橋梁路線方案之選擇，對鐵路工程造價、養護維修費用和營運安全均有較大之影響，特別是控制路線方案的特大橋、高橋和地質、水文條件複雜的過河橋梁選擇，影響更大。

#### (一) 過河橋梁路線方案選擇應注意之事項

- (1) 應結合路線走向、河流的自然特徵、城鄉建設、工商發展、社會經濟效益、施工、養護維修條件、營運安全等因素，在較長河段內進行較大範圍的研究，提出幾個可行方案，進行綜合評比後予以選定。
- (2) 盡量選在河床穩定、河道順直和河面較窄的河段，避免在支流匯入處、河流分岔處以及河灣、沙洲等處跨越。若必須在曲折河段跨越時，應考慮改變河道的可能性。應考慮河流的天然演變及因修建橋梁和調節建築物而導致河流天然狀態的改變。
- (3) 應選在地質良好地段，盡量避免在斷層、岩溶、淤泥、軟土等不良地段通過。墩台位置移設在覆蓋層較薄，岩層面接近河床面或土質均勻堅實地段。橋頭引線宜選在兩岸地質良好地段，避免設在滑坡、崩塌等不良地質地段和沼澤、泥塘等低窪地段。

#### (二) 平原地區過河橋梁選線

- (1) 應注意河岸的穩定和河灘地段有無沼澤或埋藏的軟土層，過河橋梁盡量選擇在主流集中，河床穩定，基礎穩固的河段。
- (2) 河流漫灘地段，應注意研究洪水氾濫情況，正確確定路線位置和路肩高程。
- (3) 曲折河段，應注意河灣可能下移所造成的影響。過河橋梁最好選在穩定的河灣之間或者河灣的頂部已擠向穩定河岸的老河灣中部跨過。

#### (三) 山區河流過河橋梁選線

- (1) 橋位宜選擇於河槽較窄處，以縮短橋長，當主槽水深流急時，為避免橋墩基礎施工困難，宜選擇在河谷比較開闊、主槽水深較淺和流速較緩、便於施工的地段。
- (2) 橋位應避免在兩河匯合處和河口地段等形成壅水的地點通過。當必須跨越河段時，應盡量選遠離匯合口，避開洪水沖刷和淤積地段。

### 六、隧道路線方案選擇

隧道路線方案的選擇，必須做好工程地質和水文地質的調查勘探等工作，特別是對於控制路線方案的長隧道、地質複雜的隧道和多線隧道，更應做好大面積選線和區域性地質調查，切實掌握工程地質和水文地質情況，從技術經濟方面綜合考慮做好評比。

### (一) 隧道路線方案選擇注意事項

- (1) 應作到隧、線配合，全面評比，以達節省工程投資，便利施工，營運安全。
- (2) 確實做好工程地質和水文地質的調查勘探工作，特別要重視不良地質地區的隧道路線方案評比。
- (3) 隧道應設置於穩固的岩層中，洞身應有足夠的埋深，洞口位置應結合洞身同時選定。洞口附近一般會岩石風化破碎，若處理不當，易造成崩塌，嚴重的需要接明隧道或改線。一般應「早進晚出」、「穿硬避軟」、「穿梁避溝」、「正穿避斜」。
- (4) 重視穿越山嶺隧道、長隧道和多線隧道的方案評比。

平、縱斷面設計應充分考慮通風、車站分布、排水、出碴、施工、養護等方面的問題，根據牽引種類、地形、地質條件，採取不同的措施。同時亦要考慮工期和採用先進工法，俾使佔優勢的長隧道方案參加評比。

### (二) 不同地形條件下隧道路線方案選擇

- (1) 傍山隧道應進行地質橫斷面選線，尋找合理的隧道位置。路線宜適當往裡靠，避免淺埋偏壓，如不能避免時，應採取加固措施和提出對施工的要求。在陡峻山坡地段，應考慮路線內靠施作長隧道或外移施作路基或旱橋等方案進行比較。
- (2) 根據地形、地質情況，結合節約用地、營運安全、養護維修等條件，做好深路塹與短隧道之方案評比。
- (3) 沿河傍山隧道，應重視河岸沖刷和洞口開挖後對自然山坡穩定的影響。沿河傍山隧道群應與截彎取直的較長隧道方案進行評比。
- (4) 跨溝進洞應注意橋下淨空不宜過小，洞口高程不宜過低，以免洪水灌入洞內。

### (三) 不同地質條件下隧道路線方案選擇

隧道路線應盡量避免通過斷層、岩堆、滑坡、岩溶、陷穴、流沙、地下透水層及各種人為坑洞等不良地質地區。當繞行有困難時，應盡量滿足下列要求和作出必要的工程措施。

- (1) 隧道必須穿過斷層帶時，切勿與斷層走向平行，應盡量使路線與斷層走向正交。
- (2) 隧道通過單斜構造地層時，路線與岩層走向正交最為有利。當與岩層走向平行時，應盡量避開不同岩層接觸帶的軟弱構造面。
- (3) 當隧道通過水平岩層或平行於直立岩層走向時，隧道位置宜選在岩性較好的地層內，盡量避開岩性差異較大的不同岩層接觸帶。

- (4) 隧道位於向斜或背斜構造時，因其軸部岩性較為破碎，不宜在其軸部通過。
- (5) 隧道位於地下透水層地段時，由於易產生滲漏、崩塌及較大的地層壓力，因此應利用有利地形、地貌，選擇在岩性較好或透水性差的地層通過。
- (6) 通過岩溶地區的隧道，應瞭解溶洞的分布情況和規模，以及溶洞填充物和地下水分布規律，預計其對隧道施工和營運的影響。應力求避免穿過大溶洞，如洞身周圍有溶洞而不能避開時，應使隧道與溶洞間（包括底版和側壁）保持一定的岩壁厚度，或採取可靠的加固措施。
- (7) 隧道必須通過滑坡或錯落地段時，應使隧道洞身埋藏在錯落體或滑坡面以下穩固地層中，並有一定的埋藏厚度，保證隧道不受山體變形的影響。隧道通過岩堆地區時，應在一定覆蓋厚度下之基岩中通過，避免將洞身放在岩堆體內。
- (8) 路線穿過土石流溝床下部時，如採用明隧道通過，洞口應置於土石流擴散範圍以外的適當位置。如以隧道通過，應將洞身置於基岩中，拱頂要有足夠的覆蓋厚度。
- (9) 當路線通過人為坑洞時，要弄清洞穴的分布、高程、跨度及其對隧道施工與營運的影響，採取適當措施。避開人為坑洞密集，對隧道安全有嚴重影響的地區。
- (10) 隧道通過煤系地層地區時，要弄清岩性、構造層次關係、地下水情況及有害氣體含量，應避開地下透水層、有害氣體含量高的地段。

#### (四) 新建雙線和預留雙線隧道路線方案選擇

新建雙線和預留隧道，應作單線隧道和雙線隧道之評比。

下列狀況，宜分設兩個單線隧道：

- 不受地形條件控制，近期又不可能修建第二線時；
- 長大隧道不具備其他施工輔助條件，需設置平行導坑時；
- 位於地下透水層的鬆軟地層或覆蓋較薄的破碎岩層的隧道，雙線隧道不能保證施工安全時。

下列狀況，應考慮修建雙線隧道：

- 地形控制分修兩個單線隧道，將使第二線隧道顯著增長或兩端展線條件較差，施工困難時；
- 地質和水文地質條件較好，且近期計畫修建第二線時（但要作出與兩個單線隧道的綜合比較）。

#### (五) 修築明隧道地段注意事項

在洞身一側覆蓋過薄或洞口位於鬆軟地層，暗挖施工困難時，洞口有崩塌、錯落、滑坡等不良地質現象，用明隧道防護較為

合適時；路塹邊坡高陡有落石威脅，難以處理時，宜修建明隧道。

修築明隧道時要特別注意察明隧道地段的基礎埋深、波面穩定情況以及河岸沖刷影響等。

#### 4.1.6 特殊地質和不良地質地選線

選線所遇到的一些特殊地質和不良地質地，往往控制路線走向。如果路線方案選擇不當，鐵路建成後建築物遭受破壞，就會造成中斷行車的嚴重後果。因此，選線時應深入進行調查研究，收集足夠的有關氣象、水文、地質和水文地質資料，察明特殊地質和不良地質地分布範圍、類型、規模和嚴重程度及其發生、發展的原因和規律。根據實際情況，提出各種可行繞道和通過方案，作到繞有根據，治有辦法，保證鐵路建成後暢通無阻，不留後患。

##### 一、人為坑洞地區選線

###### (一) 人為坑洞對鐵路建築物的危害

人為坑洞係指由於人的活動所挖掘的地下洞穴，如礦區的採空區、採煤洞、掏金洞、窯洞等。選線時如對此類地區重視不夠，工程設施考慮不周，通車後將導致路線構造產生病害，嚴重影響行車安全。

###### (二) 人為坑洞地區選線注意事項

- (1) 路線應盡量繞避人為坑洞地區，尤其是人為坑洞密集地區和處理工程複雜的大型人為坑洞以及需修建橋梁、隧道、大型車站、大型廠房等重要建築物地段，更應繞避。當繞避有困難時，路線應盡量選擇在礦層薄、埋藏深、傾角緩和垂直於礦層走向等有利條件處通過，並採取措施確保路線安全。
- (2) 路線通過小型坑洞時，應採取適當的工程措施。對於埋藏淺的坑洞應挖開回填。對於不易開挖的坑洞，應使用必要的勘探方法，察明坑洞情況，加以處理。
- (3) 對於正在開採或計畫開採的礦區，為了避免壓礦，路線應盡量繞避。如必須通過時，須與有關單位協商，選擇穿過礦體長度最短的部位通過，並採取措施，保證路線安全。

##### 二、強震地區選線

###### (一) 地震對鐵路工程的影響

強烈地震可使地層斷裂，山體崩塌，房屋倒塌，橋梁破壞和造成人畜傷亡。地震對鐵路工程的破壞程度與地震強度大小、當地地形、地質條件和建築物的抗震能力有關。

###### (1) 不同地形和地質條件下的震害

深谷、懸崖、陡坡、陡坎等地段受震後容易產生崩塌。地震對不穩定的風化破碎的陡峻山坡也易造成滑坡及崩塌。地震還可促使古老滑坡、土石流復活，並可造成新的土石流。平原地區地震時，

也會產生地面裂縫，出現翻沙冒泥。

地層的工程地質和水質地質條件不同，震害程度亦不同。如完整、風化輕微的基岩、洪積膠結的大塊碎石土、卵石土等地基土最為穩定。軟塑至流塑狀態的黏性土、粘砂土層、飽和砂層（不包括粗砂、礫砂）、淤泥質土、填築土等地基土抗震性能最差。飽和鬆散的粉細砂、細砂甚至中砂受震後可能發生液化現象，使地基減弱或喪失承載能力。

## (2) 不同建築物的抗震能力

建築物因強度、結構的不同具有不同的抗震能力。隧道因埋藏在地層中抗震能力強，但洞口和淺埋的隧道較易受地震的破壞。高堤、深塹易於受到破壞。具有對稱的或整體結構的橋涵抗震力較好。特大橋、大橋、中橋和高橋等大型建築物，如其地基不良，受震後墩台基礎易產生下陷，橋墩台支座、橋部亦易受到破壞或推移，修復不易。

就建築物的抗震能力而言，涵洞比橋梁好，隧道比深塹好。

## (二) 強震區選線應注意事項

- (1) 鐵路幹線應盡量避開強震區，難以避開時，路線應選擇在其狹窄處通過，並採用低路堤。
- (2) 路線必須通過強震區時，應盡量利用有利地形，離開懸崖峭壁、地形複雜和不良地質地區，以減少地震可能造成的破壞。
- (3) 強震區過河橋梁位置應盡量選擇在良好的地基和穩定的河岸地段。如必須在易液化砂土，粘砂土及軟土地基或穩定性較差的河岸地段通過時，路線應與河流正交。

## 三、軟土和泥沼地區選線

### (一) 軟土和泥沼對路線工程的危害

軟土和泥沼都具有壓縮性高和強度低的特點，對工程建築物會造成滑坍和沉陷等危害。鐵路建成後往往路基不斷下沉，道碴隨之加厚，有時還發生局部潰爬現象，給營運、養護帶來很大困擾。因此，選線時對嚴重的軟土和沼澤地區要進行繞避，必須通過時，對路基基底要進行處理。

### (二) 軟土和泥沼地區選線注意事項

- (1) 軟土和泥沼地區，選線時應進行全面比較。在技術經濟指標相差不大時，應採用繞行方案。如軟土或泥沼範圍較小，工程處理能確保安全，工程投資較省時，可以考慮以路堤通過。
- (2) 路線必須通過軟土、泥沼地區時，路線位置應盡量選擇在軟土、泥沼最窄，泥炭、淤泥較淺，沼底橫坡平緩，地勢較高及取土條件較好的地區通過。
- (3) 軟土、泥沼地區以修建路堤為宜。沼澤地區需利用路堤自重將泥

炭壓縮到穩定。不論軟土或泥沼地區，為減少下沉及翻漿等病害，路堤高度不宜低於1m。在淤泥和泥炭較厚，橫坡較陡，路基處理工程困難地段，應考慮建橋替代方案。

- (4) 河谷軟土地帶或古盆地的中央部分，軟土層較厚，土顆粒較細，含水較多，基底鬆軟，路線宜繞道而選擇在邊緣地區通過，但也要注意繞開那種土質軟硬差別極大的邊緣地段。
- (5) 路線位置宜盡量遠離河流、湖塘或人工渠道，以免水流浸潤，造成路堤不穩。
- (6) 近期即需修建的第二線，選線時宜考慮雙線路基一次建成，或選擇好第二線的繞道位置，避免在修建並行路堤的第二線後，路堤發生變形，造成養護困難。

#### 四、滑坡地段選線

##### (一) 滑坡對鐵路工程的危害

山坡地段在一定的自然條件（地層結構、岩性、水文地質條件等）下，由於地下水活動、河流沖刷、人工切坡、地震活動等影響，大量土體或岩體在重力作用下，沿著一定軟弱面/帶，整體向下滑動的不良地質現象稱為滑坡。滑坡出現時，大量土體下滑推毀、埋設路基或其他建築物，修復困難，造成行車中斷，影響鐵路營運至鉅。

##### (二) 滑坡地段選線注意事項

- (1) 對技術複雜，工程量大，採用整治措施也不易確保穩定的大型滑坡，路線應盡量繞避。若在沿河谷地段，可移到滑坡的對岸通過，或在滑動面底下適當位置以隧道通過。
- (2) 對中小型滑坡，如經整治能確保穩定，工程投資又有顯著節省時，可考慮在其下部以低填方或其上部以淺挖方通過。
- (3) 當路線位置受到控制，無法繞避滑坡地段（包括有可能產生滑坡的地段）時，必須採取有效工程措施，以確保施工與營運的安全。

#### 五、崩塌、岩堆地段選線

##### (一) 崩塌、岩堆對鐵路工程的危害

山坡陡峻、裂隙發育、岩層傾向路線的地段，或構造複雜、岩塊鬆動的陡坡，由於雨水侵蝕，溫度變化，或受其他外力作用即可能產生崩塌。崩塌一般出現在峽谷陡坡地段，它能直接威脅鐵路安全，尤其是大型崩塌來勢兇猛，破壞力更大。

岩堆係指懸崖及陡坡上部，岩石經過物理風化作用後，通過重力或雨水搬運至山坡上或坡腳下的鬆散堆積體。岩堆往往由崩塌、錯落形成，亦可由緩慢的堆積而成，在河谷中較為常見。在岩堆地段修築鐵路，容易發生順層牽引坍塌，影響路線穩定。

##### (二) 崩塌、岩堆地段選線注意事項

- (1) 在山體極不穩定，岩層非常破碎的陡峻山坡，或預計人工開挖將使

自然條件遭受破壞，而發生較大規模崩塌，且工程處理困難的地段，應盡量繞避。若採用明隧道，在穩定岩層內修建隧道等措施通過，需經比較後選定。

- (2) 在崩塌範圍不大，且性質不嚴重，有可能採取清理山坡危石以及其他有效工程措施加以解決時，可考慮在崩塌範圍內通過。
- (3) 對處在發展階段或較大範圍的鬆散性、穩定性差的岩堆，路線宜內移使隧道在堆積體範圍外的基岩中通過，或外移架橋通過，或考慮跨河至對岸的繞道方案。
- (4) 對穩定的岩堆，路線也可以低路基或淺路塹通過，但應避免深挖高填，以免破壞岩堆的穩定性，造成病害。

## 六、土石流地段選線

### (一) 土石流對鐵路工程的危害

土石流是一種攜帶大量固體物質，如黏土、砂子、礫石、塊石等驟然發生的流體。土石流來勢兇猛，常沖毀和淹沒農田、村落、路基和橋涵，形成一片石海，危及鐵路行車安全。

### (二) 土石流選線注意事項

- (1) 對嚴重的土石流集中地段，應考慮繞避。當沿河兩岸均有土石流時，則應選土石流較輕微的一岸通過，必要時可多次跨河以繞過對岸的重點土石流。
- (2) 路線如必須通過土石流時，應避免通過沉積區，宜在通過區設橋跨過，並留有足夠孔跨及淨高。如受高程控制不能設橋時，不宜設計為路塹，可以明隧道或隧道通過，此時應將明隧道或隧道的進出口設在土石流的影響範圍以外，並應有足夠的埋設深度。
- (3) 只有土石流不嚴重，技術上可處理，並經過評比，方能採用在沉積區通過的方案。在沉積區宜分散設橋，不宜改溝合併設橋。經過山前區土石流的路線，宜在沉積區下方通過，經過山區土石流的路線，宜在沉積區上方通過，如必須通過洪積扇下方時，應以不受大河的影響為度。

## 4.2 平面規劃設計的一般方法與步驟

### 4.2.1 路線設計概述

路線中心線是一條空間曲線，通常以路線平面與縱斷面表示之。路線平面由直線與曲線組成，曲線包括圓曲線與介曲線，路線縱斷面則由坡段及連接相鄰坡段的豎曲線組成。

路線平面與縱斷面設計是一個整體性之設計，平面設計時要考慮縱斷面的要求，縱斷面設計還要考慮平面有無改善的可能，必要時應反覆修改，力求二者設計趨於合理。當地面橫坡較陡，工程地質不良時，平、縱斷面

設計還必須結合橫斷面進行設計。

路線平面與縱斷面設計，必須確保行車安全平順，力求旅客乘車舒適度與維修工作之方便性。

路線平面與縱斷面設計，必須力求工程、營運、技術與經濟等方面之合理性。因此，必須考慮沿線的車站分布、橋涵、隧道和防護工程等對路線的技術要求，總體上要相互配合，經費與效益上要經濟合理。

路線平面與縱斷面設計，要做好鐵路建設與工業、農業、水利、公路、城鄉建設等之配合與協調，並符合有關規定與要求。

不同設計階段的路線平面、縱斷面設計，其探討問題的廣度與深度各有不同，應符合各設計階段的精度要求。

改建既有線或增建第二線的平、縱斷面設計要盡量利用既有建物和設備，避免大拆、大改，盡量施工對營運的干擾，並保證施工和營運的安全。

#### 4.2.2 陡坡地段定線

定線採用的最大坡度大於地面平均自然坡度的地段，稱為陡坡地段。在陡坡地段定線，路線不受高程障礙的限制，但要繞避平面障礙，其定線原則與方法概述如下：

##### 一、定線原則

###### (一) 路線直短

相鄰兩點間應以直短方向定線，路線如偏離直短方向必須要有足夠的理由依據，並應與直短方案進行評比。

###### (二) 少徵用民地或住宅區

民地徵收與建物拆遷補償為公共建設能否順利推動的阻力之一，因此要盡量繞避。若需穿越要與繞行方案進行評比，並考慮社會效益。

###### (三) 節省工程經費，建構良好的營運條件

陡坡地段定線，應儘可能採用較高的平、縱斷面設計標準，慎選大橋渡河，路基應保持一定高度，在充分滿足橋涵、立體交叉及其他建築物高度的條件下，盡量適應地形起伏，以節省工程經費。為提高行車速度，應充分利用機車動能，以節省營運費用，創造良好的營運條件。

###### (四) 車站分佈合理

車站分布應滿足通過能力與輸送能力的要求，並與城市與地區建設計劃相配合，盡量靠近住家聚落，方便地方客貨運輸。

##### 二、定線方法

###### (一) 確定車站、重要橋樑之位置

根據路線走向、城鎮和住家聚落之位置，結合地形、地質、河流的條件選定車站和重要橋樑的位置，然後進行連接定線。

###### (二) 合理繞避障礙物

在兩點之間應沿路線直短方向定線，必須繞避障礙物時，應使交點



對準障礙置於曲線內側，並盡量由定點提前繞越，使偏角減小，路線縮短，避免不必要的增長路線。按此原則，在地形平坦地段，一般先繪直線再選配圓曲線半徑和介曲線。困難之地段，也可以先定曲線，後定直線位置。

(三) 平面與縱斷面相互配合，滿足工程技術要求，注意節約工程費

設計一段平面後，應立即在縱斷面圖上點繪地面線，進行縱斷面設計，然後檢查分析平、縱斷面是否符合規章規定，彼此是否配合得當，是否滿足工程技術之要求，是否利於列車進站停車和出站加速，是否可以減少挖填高度和土方集中的情況，是否工程費省，營運條件良好等。如不適合，可調整設計坡度，必要時改善平面位置（如增減曲線數目、改變交點位置，變更曲線半徑等）。經過反覆檢查，直至定出合理的平、縱斷面為止。完成一段平、縱斷面設計後，再接著做下一段。

#### 4.2.3 緩坡地段定線

定線所採用的最大坡度等於或小於地面平均自然坡度的地段，稱為緩坡地段。在這樣的地段，路線不僅受平面障礙的限制，更受高程障礙的控制，通常需要展線，故常用足夠的設計坡度克服高程，以縮短路線。

##### 一、緩坡地段定線的原則與要求

- (一) 充分收集區域性地形、地質、水文條件等資料，並研究其特性（如河流和主要支流的縱坡及其變化、鄰地的分佈形態及高程等），並予以分析，要注意避開嚴重工程地質不良地段，並充分利用有利條件，擬出各個展線方案，經過粗略分析，淘汰那些沒價值的方案，然後對有價值的方案進行仔細的定線。
- (二) 在緩坡地段，通常應用足夠的設計坡度，自上而下地向下展線，避免損失高度，形成不必要的展長路線，但同時也要防止把坡度拉得過緊，給日後改善路線造成困難。因此在車站兩端和在地質複雜、橋隧毗連地段的縱斷面坡度應結合條件留有少許餘裕高度。
- (三) 緩坡地段選線應做好展線的佈局。即根據現況條件，確定高、低控制點，有系統地尋找，利用兩控制點間地質條件良好的平緩坡度，河谷中的平坦階地和寬敞的支溝等佈置展線。當條件困難時，可利用橋隧展線。為避免路線高懸在山坡上增加工程數量，宜及早進行展線，使路線降低至河谷階地或平地。由山區進入平地時，宜選擇使路線由緩坡地段進入陡坡地段的適當地點，俾使路線最短、工程費最省。根據展線的實務經驗，一般認為：硬展不如順展，晚展不如早展，小範圍來回盤展不如大範圍開闊展線，可作為佈局展線的參考。不同的佈局，就會產生不同的展線方案，必要時應經過評比確定。
- (四) 必須結合車站的合理分佈，尋找有利的展線方案。緩坡地段設置車站對展線的佈局有很大影響，例如穿越山嶺之隧道，車站設在進洞口

外，還是設在出洞口外，就有不同的展線方案，因此宜進行評比，尋找有利的設站位置和進行車站的合理佈局。

(五) 在緩坡地段，應根據路基、橋涵、隧道、車站的要求，結合現況，選擇好路線位置，如盡量避免高堤深塹、隧道洞口不宜正對溝口、車站應盡量避免設在高橋和隧道內，在支溝中路線迂迴展線時應按橋涵淨空要求確定跨溝設計高程等。

(六) 採用套線和螺旋線展線時，應注意上、下線位置（特別是有關洞口位置、橋下淨空、路基填挖範圍等），應充分考慮營運安全和施工干擾等方面的相互影響。

在地形、地質條件複雜的山坡上，應避免設置接近的上、下線。

## 二、展線方式

在緩坡地段定線時，因自然縱坡較陡，為爭取高度，一般需展長路線。

展線方式主要有以下幾種：

### (一) 簡單展線

自然坡度接近或略大於定線最大坡度，展線不長，使用反向曲線所構成的必要展線，稱為簡單展線。

### (二) 複雜展線

在地形、地質條件複雜，展線較長的情況下，路線必須迂迴展線，稱為複雜展線。視地形情況，複雜展線可分為套線和螺旋兩種。

## 三、定線方法

### (一) 計算引線長度，判斷是否需要展線

用某一定線坡度  $i_d$  克服某一高差所需的引線長度  $L_y$  (m)，在具體定線之前，可用下式估算：

$$L_y = \frac{H_1 - H_2}{i_d}$$

上式中  $H_1$ ：高控制點的設計高程 (m)；

$H_2$ ：低控制點的設計高程 (m)；

$i_d$ ：定線坡度 (‰)，視定線地段曲線和隧道情況，按  $i_d = 0.95 \sim 0.85 i_{\max}$  估取，小半徑曲線和長隧道多的地段應採用較小的平均坡度，定完一小段後，如與實際有出入可隨時調整；

$i_{\max}$ ：單機牽引時為限制坡度 ( $i_x$ )，雙機牽引時為雙機牽引坡度 ( $i_{j1}$ )

若  $L_y$  短於兩控制點間的直線距離，則說明不需展線，或者只有局部地段需要展線。若  $L_y$  長於兩控制點間的直線距離，則二者的差數即為人工展線的最小需要長度。

### (二) 作導向線

導向線就是在地形平面上，用“兩腳規”找出地面自然縱坡大體等於定坡度的一條折線如圖 4.2-1 所示。

“兩腳規”從擬定的高控制點的設計高程卡起，向下每卡一次，與相鄰的等高線相交一次，依次進行，得若干交點併連成折線，即為導向線。作導向線時，不宜機械地進行，要考慮重點填、挖和設置橋、隧的影響，適當偏離等高線，使導向線與定線位置接近，據以指導定線。“兩腳規”的張開度，按下式計算：

$$S = \frac{\Delta h}{i_d \times m} \times 10^8 \text{ (mm)}$$

上式中  $\Delta h$ ：地形圖等高線間距 (m)；

$i_d$ ：定線坡度 (‰)；

$m$ ：地形圖比例尺，如 1:2,000 的地形圖， $m=2,000$ 。

在自然坡度較陡而坡度比較均勻的地段，不需用導向線法定線，而只是在相當長的一段，根據定線坡度，按距離算出路線能達到的高程，在圖上找出相應點，參考若干點再用直線或曲線連接即可。

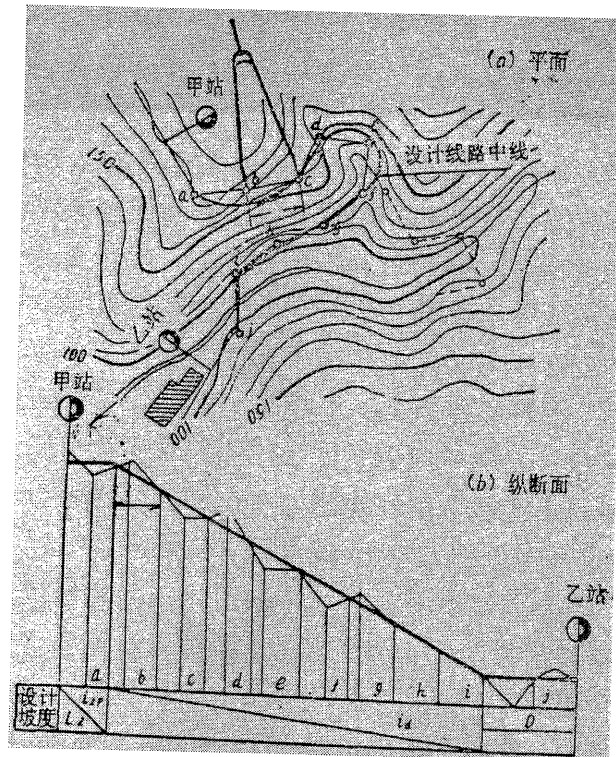


圖 4.2-1 導向線作法

- (三) 根據地形、地質和水文條件以及路基、橋涵、隧道和車站等技術要求，逐段進行平面定線，並計算曲線資料。
- (四) 點繪縱斷面作縱斷面設計。
- (五) 檢查平、縱斷面是否符合工程設計要求？是否有多餘展線或展線不足？是否有未及時展線之處？填挖情況是否合理？必要時可進行橫斷面檢查並修改不合理地段的平、縱斷面設計。

短隧長：全長 500m 及以下。

### 4.3 縱斷面規劃設計的一般方法與步驟

路線縱斷面設計，主要內容是確定適當的路肩設計高程和坡段的長度及其連接。

路線縱斷面設計要結合不同的地形、地質條件，與路線平面密切配合，要吻合地形，考慮填、挖方平衡，力求減少工程數量，必要時修改路線平面，使路線縱斷面漸臻完善。

路線的限制坡度係鐵路的主要技術標準，是正線縱斷面設計的重要依據，應根據鐵路等級、地形、牽引動力條件和運輸需求，在綜合規劃/基本設計階段經評比後確定。

路線縱斷面設計和平面設計是一個綜合考慮的整合設計，兩者要相互配合，在平面設計時，要考慮縱斷面設計因素，在縱斷面設計時，要驗證平面設計的合理性和考慮平面設計是否有改善的可能，有時兩者要反復進行。

#### 4.3.1 縱斷面規劃設計的原則和要求

- 一、為了確保行車安全平順，坡段的長度、坡度及其連接，必須符合規章的規定。
- 二、設計路線縱斷面，其路肩高程應滿足地質、水文等自然條件所要求的高程，尤其在地質不良的地段，應瞭解其性質及其對路線影響，審慎確定要求的路肩設計高程，以確保路基、橋隧等各項建築物和整個路線的安全穩定。
- 三、設計前應瞭解影響縱坡設計的控制點如路線起終點、越嶺垭口、大河橋樑、路線、橋涵、道路交叉、管線交叉等所要求的路肩設計高程，設計時應根據其技術要求、綜合分析後始予以確定。
- 四、在確保路線穩定、工程合理的條件下，力求設計坡度線與地面線接近，以減少挖、填高度，降低工程數量與用地取得。
- 五、為提高行車速度，減少運行時間，節省能源消耗和營運支出，確保旅客乘車的舒適性和行車平穩等，縱斷面應盡可能設計為較平緩的坡度、較長的坡段長度、較小的相鄰坡度差和不需制動的坡段，建立良好的營運條件。
- 六、在地形起伏較大地段，高填深挖不可避免時，路基中心填挖或邊坡高度不宜太高。若中心填挖高超過 20~25m 或邊坡超過 35m 時，應結合工程地質條件，考慮作高填與高橋、深挖與隧道的方案評比。
- 七、在一般情況下，隧道宜“早進晚出”，不要光為了縮短隧道而使洞門仰坡開挖過高。
- 八、橋隧毗連地段，應考慮隧道施工棄碴影響，路肩設計高程結合相關條件

適當提高。

九、車站位置的設置，在滿足車站分佈的要求下，應盡可能選在工程地質較好，地形較平坦和填挖較小的地方。一般填挖高宜控制在 1.5m 左右，個別地段也不宜超過 3m。

#### 4.3.2 縱斷面規劃設計的一般方法與步驟

##### 一、準備工作

設計前應收集路線平面圖、有關圖表、規範、設計原則、車站分佈及各有關單位對縱斷面設計的要求。

##### 二、縱斷面設計

###### (一) 可行性研究及綜合規劃/基本設計階段

- (1) 按路線平面圖上的紙上定線在縱斷面圖紙上點繪地面線及路線平面等。
- (2) 在縱斷面圖上標出沿線各控制點高程，作為控制坡度的依據。
- (3) 根據站場主管單位對站場位置提出的要求，結合地形、地質、水文等條件，大略佈置車站分佈的位置和高程。
- (4) 根據平面資料和大致的車站、隧道位置，估算曲線阻力減緩、小半徑曲線粘降、隧道折減和進洞加速緩坡、進站起動緩坡、出站加速緩坡的坡度數值和位置。
- (5) 根據規範、設計原則和各有關單位所提出的具體要求，綜合各方面的因素，逐段進行縱斷面設計。在縱斷面設計中，要隨時注意和平面設計的配合，如有不當，則隨時調整坡度和修改紙上定線。在地形、地質複雜地段，縱斷面設計不但要與平面設計配合，統一考慮，有時還需要與橫斷面設計配合，用橫斷面進行檢查。
- (6) 設計一個區段縱斷面後，需檢查是否滿足工程設計要求，路線與各種建築物的配合是否合理，路線能否加以改善，必要時還需要到現地調查核對（或補充勘測、勘探資料），考慮作必要的修改。

###### (二) 細部設計及施工圖階段

縱斷面設計的方法基本上與綜合規劃/基本設計階段相同，只是要求得更詳細和精確，根據定測時所收集的具體資料進行設計。

三、計算站間距離及往返運行時分。

四、檢查縱斷面設計是否符合規章的有關規定和各有關單位所提出的技術要求。

#### 4.3.3 縱斷面設計應注意之問題

- (一) 根據地形、地質、水文等條件，考慮最低路肩設計高程。

- (二) 考慮路基縱向和橫向排水、路基防護結構形式。
- (三) 考慮橋涵和立體交叉的淨空要求，無道床橋樑的坡度設計。
- (四) 考慮隧道內排水、列車通過隧道的最低速度、隧道內外坡度的減緩。
- (五) 考慮站場佈置和站內外正線坡度（包括進站起動緩坡、出站加速緩坡）的設計。
  - (4) 考慮曲線阻力的減緩、小半徑曲線的粘降。
  - (5) 在橋涵範圍內應盡量降低填方高度，降低橋台橋墩高度和縮短涵洞長度，但應滿足橋涵要求的高度。
  - (6) 在地下水位較高的地段，應根據地質和路基的要求保留足夠的路堤高度。
  - (7) 在居民密集地區或道路橫交處應設置平交道或立體交叉，或利用橋涵代替立體交叉。

#### 4.3.4 不同設計階段的縱斷面設計要求

不同設計階段因所需解決問題之不同，對路線縱斷面設計的要求亦不同。

可行性研究的路線縱斷面是配合小比例尺路線平面圖對坡度和高程進行概略設計，目的在於反映路線方案的縱斷面技術條件，提供方案（如接軌點、路線走向、越嶺垭口、大河架橋和不良地質等方案）評比和主要技術標準（如限制坡度等），初步選擇和投資估算需要的工程數量及方案評估資料。因此，可行性研究的縱斷面設計，如曲線、隧道等坡度減緩，一般可估計整個區間的影響，設計為平均坡度（當路線平面圖比例尺為1:10,000至1:25,000亦可分坡段設計），但對控制路線的穿越山嶺高程，大河橋樑和重大不良地質應盡量根據所掌握的資料進行設計。

綜合規劃/基本設計的路線縱斷面是配合大比例尺路線平面圖和地質、水文等資料進行設計，為主要設計文件之一，是評比確定方案、選定主要技術標準、編製基本設計和概算的主要依據。

細部設計和施工圖階段的路線詳細縱斷面圖，是根據定測中線樁的平面和高程，有關地質、水文、工程要件等資料設計，是交付施工的主要文件之一，也是提供相關配合工程設計與施工的主要依據。

基本設計，細部設計和施工圖階段的路線縱斷面設計，應根據規章的有關規定，結合路線平面、隧道、橋涵、路基、車站等的技術要求，審慎確定最佳路肩設計高程和坡段的長度、坡度及其連接，達到工程經濟，減少用地，有利施工及營運條件的目標。

#### 4.3.5 最大坡度的減緩

路線縱斷面的最大坡度應包括下列坡度減緩值：曲線阻力、小半徑曲線粘降及隧道等坡度減緩值。

一、平面曲線阻力引起的坡度減緩值（曲線坡度折減率）

平面曲線（指未加介曲線前的圓曲線，下同）範圍內的曲線阻力所引起的坡度減緩值（曲線坡度折減率） $R_c$ 為

$$R_c = \frac{600}{R} \% \quad \text{上式中 } R \text{ 為曲線半徑 (m)。}$$

二、小半徑曲線粘降坡度減緩

當機車牽引規定重量的列車通過長大坡道上的小半徑曲線時，由於小半徑曲線曲率大，增加了機車動能與鋼軌間的橫向、縱向滑動，導致機車粘著係數降低。為了避免產生空轉，降低行車速度或發生坡停等事故，應將縱斷面坡度減緩，以彌補牽引力的降低。其減緩值可參考表 4.3-1。

表 4.3-1 柴電或電力牽引的小半徑曲線粘降坡度減緩值（‰）

最大坡度	4	6	9	12	15	20	25
曲線半徑 (m)							
450	0.20	0.25	0.35	0.45	0.55	0.70	0.90
400	0.35	0.50	0.65	0.85	1.05	1.35	1.65
350	0.50	0.70	1.00	1.25	1.50	2.00	2.45
300	0.70	0.90	1.30	1.65	2.00	2.60	3.20

三、隧道坡度減緩

位於長大坡道上大於 400m 的隧道，其坡度不宜大於最大坡度乘以表 4.3-2 係數所得的數值。位於曲線地段的隧道，應先進行隧道減緩，再進行曲線減緩。

表 4.3-2 各種牽引種類的隧道內路線最大坡度係數

隧道長度 (m)	電力牽引	柴電牽引
401 ~ 1,000	0.95	0.90
1,001 ~ 4,000	0.90	0.80
>4,000	0.85	0.75

4.3.6 縱斷面坡段長度及連接

一、縱斷面坡段長度

縱斷面宜設計為較長的坡段。為使一趟列車的變坡點不超過二個，以減少變坡點附加力的疊加影響，坡段長度不宜小於貨物列車長度的二分之一。為使相鄰兩豎曲線不重疊，且避免一般旅客列車出現兩個以上

的變坡點，一般最短坡段以不小於 200m 為宜。

## 二、相鄰坡段的坡度差

相鄰坡段連接宜設計為較小的坡度差。由調查資料顯示，路線坡度變換點發生之前後車輛擠押或脫鈎現象，多屬機車操縱問題，但在路線縱斷面設計時，對於容易發生擠押或脫鈎之地段，應盡量予以注意。如：盡量避免將站場到開線範圍內之縱斷面設計為坡度差較大的人字坡；若站場、進站啟動緩坡、出站加速緩坡，由兩個以上坡段組成時，應盡量減少坡度差；陡坡度地段的台階形、凹形、長大下坡坡腳的小凸形與連續的起伏形坡道，其變坡點坡度差等於或接近等於限制坡度值時，宜加設緩和坡段，以改善列車營運條件。

## 三、豎曲線

### (一) 有關規定

路線坡度變更時，應依下列下列半徑之豎曲線與兩端切線相連接：半徑 800m 以下之曲線，其豎曲線半徑為 4,000m 以上；半徑超過 800m 之曲線及直線，其豎曲線半徑為 3,000m 以上。

豎曲線不應與介曲線重疊，也不應設在無道床橋樑的橋面上。豎曲線不宜與道岔重疊，如有困難必須重疊時，其豎曲線半徑不應小於 10,000m。

### (二) 豎曲線的計算

豎曲線的幾何要素如圖 4.3-1 所示。其高程的近似計算式如下：

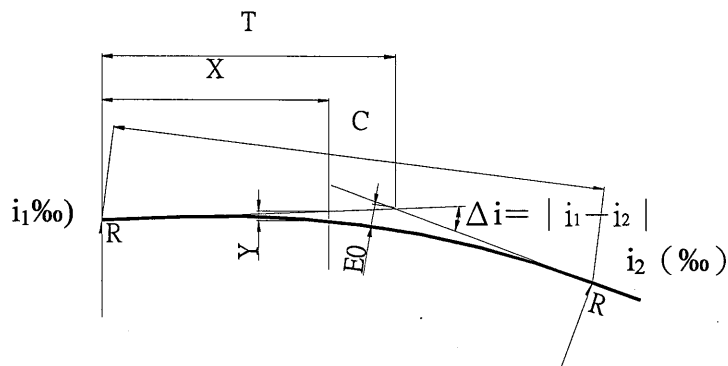


圖 4.3-1 豎曲線幾何要素圖

$$\text{切線長度 } T = \frac{R}{2,000} \Delta i \quad (\text{m})$$

上式中 R：豎曲線半徑 (m)；

$\Delta i$ ：相鄰坡段坡度代數值的絕對值  $\Delta i = |i_1 - i_2|$ 。

$$\text{豎曲線長度 } C \doteq 2T \quad (\text{m})$$

$$\text{豎曲線縱距 } y \doteq \frac{x^2}{2R} \quad (\text{m})$$



上式中  $x$ ：豎曲線橫距 (m)。

$$\text{豎曲線外矢距 } E_0 = \frac{T^2}{2R} \quad (\text{m})$$

$$\text{豎曲線高程 } H = h \pm y \quad (\text{m})$$

上式中  $h$ ：計算點的路肩設計高程 (m)；

$y$ ：豎曲線上計算點的縱距 (m)，凹形豎曲線取“+”號，凸形豎曲線取“-”號。

#### 4.3.7 路基、橋涵和隧道對路線縱斷面的要求

為確保路基、橋涵和隧道建築物的安全和功能，並考慮施工、養護維修的方便，在縱斷面設計時，應與有關單位協調，根據建築設置條件的要求，予以整體綜合考慮。

##### 一、路基對路線縱斷面的要求

###### (一) 路肩設計高程

(1) 新建的特大型和大中型橋的橋頭路基和濱河地段可能被水淹沒的路基，其路肩高程應高出設計水位加波浪侵襲高壅水高（包括橋前壅水、河灣水面超高及岸邊壅水）加 0.5m。新建小橋涵附近的路基高程，應高出設計水位加壅水高 50cm。

(2) 路肩高程應高出最高地下水位或最高地面積水。高出的數值應根據土質的毛細水上升高度決定之。如有困難，亦可採取降低水位、設置毛細水隔斷層等措施。

###### (二) 路塹的路線坡度

除兩端貨物列車以接近計算速度運行的凸形縱斷面的坡頂可以設計長度為 200m 的平道外，不宜設計平坡；深長路塹的路線坡度不宜小於 2‰。

###### (三) 特殊條件下路基對路線縱斷面的要求

在軟土地區修築路基，應盡量避免路塹。軟土地區的地下水位一般較高，因此路堤高度不宜小於 1.2m，但也不宜大於臨界高度（軟土天然地基所能承受的最大填土高度，可根據工地填築試驗而定，或根據填土的物理力學性質進行估算）。

泥沼地區應盡量避免修築路塹。路堤高度不宜小於 1.2m，要考慮泥沼的地下水位和地表積水水位，使路基基床不受毛細水的影響，同時，使路堤具有一定的高度，以便利用路堤的自重將泥沼土壓縮到穩定，以減少路堤基底挖除泥沼土的數量，減少營運期間路基的沉陷量。當填料來源不困難時，路堤高度最好能達到 3m，在填料有困難時，亦要高出沼面 1m。

##### 二、橋涵對路線縱斷面的要求

###### (一) 橋涵要求的最低路肩設計高程

橋涵要求的最低路肩設計高程由水文條件、橋下所需淨空高度和橋涵構造條件而定。

當橋涵下淨空高度或路肩高程不足時，可考慮採取下列方案進行評比：適當提高路線高度；採用低高度的梁跨或涵洞結構；適當加大橋梁孔跨或改用多孔較小孔跨的橋涵，以降低壅水和結構高度，但橋涵孔數不宜過多，以免各橋涵流量分布不均。

### (二) 橋涵上路線坡度和坡段連接

涵洞和道碴橋面的橋，可設於任何路線的坡道上。無道床橋樑宜設在平道上，如跨度大於 40m 或橋長大於 100m 的無道床橋梁和無碴橋面的橋設在大於 4‰ 的坡道上，須有充分的依據。豎曲線和介曲線不應設在無道床橋樑和無碴橋面的橋上。

### (三) 橋涵上的路線縱斷面設計應注意事項

- (1) 設計路線縱斷面時應與橋涵主管單位密切配合，由橋涵主管單位提供橋涵佈置、類型、孔徑和要求的路肩設計高程，然後進行縱斷面設計。
- (2) 橋隧毗連地段，要考慮隧道施工因棄碴而提高溝床對橋下淨空所造成的影響，路肩設計高程宜高不宜低。
- (3) 道碴橋面的橋雖可設在符合路線規定的縱斷面上，但應盡量避免將較大坡度差的變坡點和豎曲線設在大跨度的橋上。

## 三、隧道對路線縱斷面的要求

### (一) 洞口最低路肩設計高程

其要求與路基同。

### (二) 隧道內的路線坡度和坡段連接

隧道內的坡道，應結合隧道所在的縱斷面、隧道長度、牽引種類、地形、地質和施工條件等情況，設置為單面坡道或人字坡道。一般情況下，單面坡有利於緩坡地段爭取高度和長隧道的營運通風；人字坡有利於隧道兩端施工時排水、出碴。因此，隧道內的坡型，應綜合上述各種因素，全面考慮後確定。

隧道內儘可能設計為長坡段。除當隧道位於兩端貨物列車以接近計算速度運行的凸型縱斷面的坡頂可設計坡段長為 200m 的平道外，一般不設計平坡。地下水豐富的隧道內路線坡度不宜小於 3‰。

### (三) 隧道內路線縱斷面設計注意事項

- (1) 在需設置機械通風的隧道內，坡度宜放緩一些，以提高過洞列車速度，有利營運通風。
- (2) 條件許可下，宜將隧道內的坡道設置為上坡段方向與常年風向一致，以利通風。
- (3) 控制區間單面坡的長隧道，當兩端洞口設計高程與隧道長度已定時，上坡方向可設計為先緩後陡的折線坡道，以提高列車過洞速

度，加大區間通過能力並改善營運通風。

#### 4.4 改建既有線、增建第二線、新建雙線的正線平面和縱斷面設計

改建既有線、增建第二線、新建雙線的正線平面和縱斷面設計的設計原則及設計方法，因建設項目和設計意圖不同，與新建單線鐵路有相同之處，也有各自的特點。以下特就改建既有線、增建第二線、新建雙線的正線平面和縱斷面設計分別敘述。

##### 4.4.1 改建既有線的正線平面和縱斷面設計

###### 一、設計原則

- (一) 對於嚴重危及行車安全的不良地段及因受路線平面、縱斷面限制而不能滿足運輸需求的地段，必須改建。改建既有線應充分利用既有建築物，若改建既有線將引起大量廢棄工程時，應與改線方案進行比較後確定。
- (二) 改建既有線之標準，原則上與新建鐵路標準一致，在困難條件下，為減少改建工程，可採用規章中有關改建既有線之標準。改線地段，一般採用新建鐵路標準。
- (一) 應根據既有線的行車密度及是否增建第二線等條件，考慮不同的施工方案，以盡量減少改建工程與營運的干擾，並確保施工和營運的安全。

###### 二、平面設計

###### (一) 改建原因

一般常遇到的情況如下：

- (1) 改建限速的小半徑曲線；
- (2) 改善平面曲線的連接條件；
- (3) 調整路線縱坡；
- (4) 繞避或整治路線不良地段；
- (5) 車站佈置改變。

###### (二) 一般要求

- (1) 改建既有線或增建第二線時，最小曲線半徑應結合既有線標準予以評比確定。困難條件下如按標準改建將引起較大工程時，個別小半徑可以保留。
- (2) 新建鐵路不宜設計複曲線。改建既有線在困難條件下，為減少改建工程，可保留複曲線。增建與之並行的第二線，如有充分依據，也可採用複曲線。
- (3) 增建第二線時，兩線間距不變的並行地段之平面曲線，宜設計為既有線的同心圓。

- (4) 介曲線長度應根據曲線半徑，結合該地段的行車速度和地形條件，選定適當的長度，有條件時，宜採用較長的介曲線。改建既有線在路線條件和建築物限制等困難條件下，可在同一曲線的兩端採用不等的介曲線。

### (三) 設計步驟、方法

#### (1) 整正既有曲線



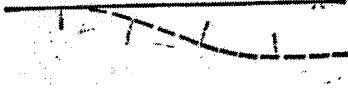
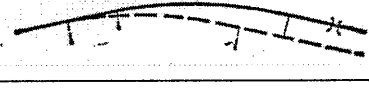

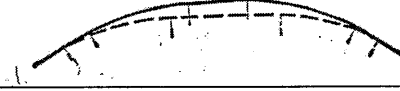




既有曲線，通車營運多年後，將會發生不規則的變形。整正既有曲線，就是根據外業實測的平面曲線資料、選定的曲線半徑、介曲線長度，用標準的曲線線型來表達既有線的現狀，作為改建既有線的依據。故在選定曲線半徑、介曲線長度時，應使全曲線範圍內的撥距為最小，以實地反映既有線的現況。

通過整正曲線，可求得既有線的曲線資料。

#### (2) 改建地段的平面佈置

這是最關鍵的一環，應根據營運需要，既有線現況及自然條件全面考慮，選定合理的平面佈置。在計算出設計線與既有線的路線間距後，還應在橫斷面圖上驗證。若不合理，可進行局部調整，反覆驗證，直至選出理想的平面佈置為止。改建既有線的平面佈置圖如圖 4.4-1 所示。

- (3) 計算設計線的平面資料（交角  $\alpha$ 、曲線半徑  $R$ 、介曲線長度  $l$ 、切線長  $T$ 、曲線長  $L$ 、曲線起終點里程、斷鏈關係）及既有線至設計線的路線間距。

項目	示意圖形	適用條件
曲線半徑的改建	(1) 兩端切線不動 	適用於 (1) 小半徑曲線的改建。 (2) 曲線地段內有側移要求。
	(2) 兩端切線側移 	適用於小半徑曲線的改建，而曲線地段內有建築物時。
既有線側移	(1) 直線上側移 	能和改建工點密切配合，由於增加一對反向曲線，惡化平面條件，採用時應慎重。
	(2) 曲線上側移 	不惡化平面，但不易和改建工點配合，且增加了改建地段的長度。
同向曲線間夾直線	(1) 縮小其中一個既有曲線的半徑或介曲線長度，以增長夾直線 	適用於既有曲線半徑較大的地段
	(2) 內移共切線以增長夾直線 	適用於線路宜向內側改移的地段，改建工程較大。
過短的改建	(3) 將兩個曲線改建另一個複曲線 	適用於原有夾直線較短的情況，改建工程較小，但改為複曲線惡化了平面。
	(4) 將兩個曲線改建另一個單曲線 	能改善平面條件，改建工程較大。
扭轉共切線，以增長反向曲線的夾直線		適用於地形不受控制的地段。
多曲線平面的取直改建		適用於被取消的中間曲線轉角均不大。

註：圖中實線表示既有線，虛線表示設計線。

圖 4.4-1 改建既有線平面佈置基本類型

#### (四) 注意事項

- (1) 橋樑上的路線曲線，如有撥距時應注意：
  - 橋樑上的路線中心與橋樑中心如有偏差，需與橋樑主管單位協商解決。
  - 若移動梁跨以適應中心線，則應檢算橋墩、橋台的受力情況，故設計時，應瞭解既有路線中心與樑跨中心、支承處樑中心與墩台中心的偏距，以便設計時考慮允許撥移的大小及方向。
  - 在涵洞處，既有線中心應儘量向涵管長度有餘裕的一端撥移，以免加高端牆或接長涵管。
- (2) 隧道內，既有線中線的撥距應不影響隧道的建築界限，故需搜集既有隧道路線中心的偏心距，以便設計時考慮允許撥移的大小及方向。既有隧道改建時，應採取措施維持列車運行。若對列車干擾較大，應考慮改線另建新線隧道或在洞外鋪設便線繞行的方案。既有雙線地段的兩單線隧道，亦可考慮在隧道兩端加鋪橫渡線，臨時以單線通過。
- (3) 車站內既有線的撥移應考慮站內建築物的建築限界規定（如月台、號誌機、天橋等），以及車站配線咽喉區、站房的改建。
- (4) 在擋土牆地段或護坡地段，既有線中心的撥移應儘量不破壞既有建築物，必要時可採取加固措施。
- (5) 既有線撥正後的路肩寬度應符合規章的要求。如路肩寬度不足，必需加寬路基時，宜在工程數量較少，邊坡穩定及棄土方便的一側進行，避免兩側同時加寬。

### 三、縱斷面設計

#### (一) 改建原因

一般常遇到的情況如下：

- (1) 調整坡度；
- (2) 延長車站到發線有效長；
- (3) 滿足水患地段路基高程及橋梁高程之要求；
- (4) 滿足鐵路跨越公路最小淨高之要求；
- (5) 滿足既有隧道最小淨高之要求。

#### (二) 一般要求

- (1) 最大坡度應包括下列坡度減緩（或折減）值：
  - 平面曲線阻力引起的坡度折減；
  - 小半徑曲線粘降引起的坡度折減；
  - 隧道坡度折減：改建既有線按上述要求折減將引起巨大工程時，可以保留原標準。
- (2) 縱斷面宜設計為較長的坡段。相鄰坡段的連接宜設計為較小的坡段差。

### (三) 放大縱斷面圖

因既有線縱斷面圖的改建要求細緻、準確，為期儘可能利用既有建築物，故設計時採用放大縱斷面圖。放大縱斷面圖的比例尺，通常橫向為 1/10,000，豎向為 1/100~1/200，以便細緻地研究既有軌面高程起降值，使縱斷面設計得更加經濟合理。

放大縱斷面圖除需有下列資料：既有線平面、里程與加樁、地面高程、既有道床厚度、既有軌面高程、軌面設計坡度、軌面設計高程、軌面起降值等，並應繪出地面線、既有道床底面線、計算軌面線，並應註明建築物的特徵如車站；隧道的中心里程、隧道口里程與隧道長度；橋涵類型、孔徑、中心里程及設計洪水位高程等。

放大縱斷面圖反映的是既有線的現況，因此必須連續貫通（包括改線繞行地段的既有線）。

### (四) 設計步驟、方法和注意事項

(1) 改建既有線的縱斷面設計，先在放大縱斷面圖上根據軌面高程及道床厚度等資料進行，然後彙總各項設計資料，繪製路線縱斷面圖（基本設計階段）或詳細縱斷面圖（細部設計階段）。

(2) 放大縱斷面圖上的設計軌面高程應：

- 一般不低於計算軌面高程，俾使設計的道床厚度符合規定標準。
- 接近於既有軌面高程，以減少起降工程量。

(3) 縱斷面設計應以改建地點所需高程為依據，計算軌面高程及縱斷面坡度。

- 橋梁上一般不允許降低既有軌面高程，尤其是無碴的鋼梁上。在道碴橋上，可用加厚道床的方法來抬高既有軌面高程，其抬高值應不影響橋梁的應力與穩定性。當抬高值較大時，應與抬高既有墩台的方案作比較。若抬高值在 0.4m 以內且墩台技術狀態良好，一般可不進行結構檢算；抬高值大於 0.4m 時，應進行結構檢算。
- 如隧道淨空高度不足，可調整路線縱斷面落底處理。當降坡落底引起隧道兩端引線地段工程改建困難時，應與挑頂改建方案作比較。
- 車站站場範圍內正線的縱斷面，一般不宜過多的起道或降道，以免引起站內建築物的改建。當減緩站場坡度、延長站場長度引起站場縱斷面的改建時，應全面考慮改建方案，在滿足營運的要求下，使整個車站改建工程量為最小。當車站正線要抬高或降低時，可用車站側線作為施工期間之臨時通車路線。
- 在擋土牆、護坡地段起道時應考慮加寬路基後不使填土坡腳蓋過擋土牆或護坡，必要時可採取加固措施。
- 路塹地段落道，應考慮路基施工時對行車之干擾，路塹邊坡是

否穩定以及地下水位的高度等。當路基受地下水位影響而不利時，尚應考慮降低地下水位的措施。

- (4) 抬坡和落坡將引起既有軌面高程的抬高和降低，設計時應按起降值的大小、施工與營運干擾的程度以及工程費等進行綜合評比後，分別採用道碴起道、提高路基起道或降低路基落道來完成。

#### 四、橫斷面設計及平、縱、橫相互間的協調

改建既有線的平面、縱斷面、橫斷面設計是一個整體性的設計，一般按下列步驟進行：

- (一) 設計放大縱斷面，充分考慮到路線、車站、橋隧、路基等對縱斷面設計的要求。
- (二) 根據起、落道等因素，選定橫斷面設計類型，計算側移距離。
- (三) 平面佈置應符合技術標準，採取改建施工時不中斷行車的措施，如側移既有線、修便線等。
- (四) 根據設計軌面高程、橫斷面類型及既有線中線的側移距離等，設計每 100m 樁及加樁的橫斷面。
- (五) 根據以上資料，繪製詳細縱斷面圖。

關於改建既有雙線的設計方法，一般可按兩條單線改線來進行，即分別按單線改建來設計縱斷面及平面，並分別繪製詳細縱斷面圖。除站內兩正線的高程宜等高外，區間正線為減少改建工程，不必強求兩線並行和等高，但改建後的路線間距和高差應符合規章規定，並將上述資料繪於詳細縱斷面圖上，以反映兩線的關係。

綜合設計應注意下列事項：

- (一) 縱斷面需要改建的地段往往可用抬坡、落坡或抬、落坡相結合的方法來設計縱斷面，究竟採用何種方法，應根據改建工程的大小及施工與營運干擾的程度經評比後決定。改坡的起訖點應盡量和平面曲線配合，避免側移既有線時增加曲線而惡化平面。
- (二) 縱斷面需要抬、落坡的地段，既有線中線的側移位置應保證行車和施工安全。改建線平面應順直，同時也應注意勿使側移距離偏大，造成多佔用民地和增加土方等。
- (二) 縱斷面要抬、落坡的地段，平面設計應考慮採取不中斷行車的措施，例如移動既有線中線或修便線等。

#### 4.4.2 增建第二線的正線平面和縱斷面設計

增建第二線一般包括對既有線的改建。

##### 一、設計原則

- (一) 確切解決利用與廢棄、並行與繞行、等高與不等高之問題。

##### (1) 利用與廢棄

一般情況下應盡量利用既有路線。只有在下述情況下，方考慮廢



棄路線另選新線：

- 既有路線標準過低，在既有路線上進行改建頗不經濟時；
- 由於站場、基地內的路線和設備需要擴建而當地又不具備條件時；
- 既有路線與城市、工商、國防建設互有較大的干擾，經過評估後鐵路需要改建時；
- 既有路基及橋隧建築物朽害嚴重需要改線另選新址時；
- 既有路線過於迂曲，取直後能大大地改善營運條件、縮短營運里程時。

### (2) 並行與繞行

一般第二線與既有線的路線間距不大於5m，兩線修建在共同的路基上，稱為兩線並行；如果第二線與既有線的路線間距大於20m或路線間距雖小於20m，但兩線路基分開時，稱第二線為繞行。

在正常情況下，增建的第二線多採用與既有線並行的方案，以節約工程並便於維修養護。只有在下述情況下，方考慮繞行的方案；

- 當第二線橋位及隧址距既有線較遠時；
- 當第二線限坡與既有線限坡不一致且必需繞行時；
- 在分歧站應第二線接入車站與車站正線、咽喉區干擾頻繁必需設置立體疏解時。

### (3) 等高與不等高

兩線等高與不等高，係對並行路線而言。如果增建第二線與既有線的路線間距不大於5m，修建在共同的路基上，且軌面（曲線地段為內軌軌面）高程相同，稱為兩線並行等高。一般情況下，兩線應設計為等高。若兩線不等高，則較低之路基橫向排水困難，只有在特殊情況下，方可設計為不等高。

## (二) 合理佈置第二線平面

第二線的平面佈置，應在滿足運輸、施工要求的前提下，力求經濟、平順、少干擾。

- (1) 應根據站場佈置、橋隧位置、工程數量等因素，綜合評比選定第二線的左、右側，換側次數應盡量減少。
- (2) 在滿足營運要求的前提下，應盡量壓縮路線間距。改變路線間距要注意平順，最好在曲線上為之。

## 二、平面設計

### (一) 一般要求

- (1) 增建第二線時，兩線路線間距不變的並行地段，其平面曲線宜設計為既有線的同心圓。
- (2) 改建既有線在困難條件下，為減少改建工程規模，可保留複曲線。增建與之並行第二線，如有充分依據，也可採用複曲線。
- (3) 增建的第二線宜設在既有線一側。如需改換左、右側時，宜在

曲線上或車站附近進行換側。

(4) 車站兩端和橋隧地段的路線間距變更宜利用附近曲線完成。

## (二) 左、右側選擇

(1) 當修建既有線已預留了第二線的位置時，宜將第二線設計在預留位置上。但應按原設計文件之說明，對橋梁、隧道、站場、路基等的預留位置進行現場調查核實。

(2) 車站範圍內的第二線位置，應根據車站的性質、圖型、原有車站配線及車站建築物的位置等予以確定。

(3) 第二線的隧道位置應確保既有隧道結構穩定和營運要求，並結合地形、地質情況、施工條件及洞口位置、隧道長度等情況選定。

(4) 在不良地質地段，第二線的位置應能保證整個路基的堅固、穩定和整體性。應根據地質條件和既有路基的情況，確定第二線位於左側或右側。當地質條件不能確保第二線與既有線在共同路基上的穩定性時，第二線應採用繞行方案。在滑坡地區，當滑坡體在上方時，第二線宜設在既有路基的下方，可兼顧穩定滑坡的作用；當滑坡體在下方時，第二線宜設在上方，如此可不因修建第二線而增加滑坡體的重量，避免滑坡體的滑動。在土石流地段，第二線宜設在既有路基的下方，以免破壞既有橋梁、路基的防護及導流建築物。

(5) 第二線宜設在拆遷建築物少的一側。

## (三) 換側地點選擇

根據不同工點的需要，第二線在某一地段佈置在左側，而另一地段又佈置在右側。選擇左、右側位置時，應著重考慮影響大的因素，忽略影響小的因素，盡量減少換側的次數，並結合實際情況選擇好換側地點，一般應選擇在：

(1) 低路堤、淺路塹處，因該處路基較為穩定。

(2) 縱斷面不抬高、不降低的地段，避免在施工過程中修便線。

(3) 如在直線上換側，則需增加反向曲線，惡化路線平面，增加施工干擾。曲線地段或雙線繞行地段，避免惡化路線平面。

## 三、縱斷面設計

### (一) 一般要求

(1) 增建第二線的一般要求，可按改建既有線的一般要求辦理。

(2) 增建第二線與既有線在共同路基上，路線間距不大於5m時，兩線軌面高程宜等高（曲線地段內軌面等高）。困難條件下，允許有不大於30cm的軌面差。

### (二) 設計方法

(1) 增建第二線的縱斷面設計是先既有放大縱斷面上用軌面高程

進行設計。縱斷面設計應與平面設計相配合，最後彙總各項設計資料繪製路線縱斷面圖（基本設計階段）或路線詳細縱斷面圖（細部設計階段）。在並行不等高及第二線繞行地段，第二線應另繪輔助縱斷面圖或輔助詳細縱斷面圖。設計時應注意坡度的平順連接，並考慮坡段長度內的斷鏈關係。起點與終點的路肩設計高程應根據該點的軌面高程推求。

- (2) 第二線設計軌面高程一般與既有線軌面等高。設計的坡度與變坡點應充分考慮與第二線的平面位置相配合。

#### 四、縱斷面設計及平面、縱斷面、橫斷面相互間的協調

##### (一) 設計步驟

增建第二線的平面、縱斷面和橫斷面設計是一個整體設計，一般按下列步驟進行：

- (1) 設計放大縱斷面圖，要充分考慮路線、車站、橋隧、路基等對縱斷面設計的要求。
- (2) 根據抬、落道等因素，選定橫斷面設計類型，計算控制點的線間距。
- (3) 根據第二線左、右側位置的選擇、橫斷面設計類型、橋隧等重點工程的施工線間距及車站線間距等資料進行平面佈置，確定改變線間距的地點，考慮第二線平面的改善措施及施工期間維持鐵路營運設施等。
- (4) 根據設計軌面高程、橫斷面設計類型及線間距等，設計每 100m 標及加標的橫斷面。
- (5) 根據以上各項資料，會製詳細縱斷面圖。

##### (二) 綜合設計注意事項

- (1) 兩線不等高的縱斷面設計，其不等高坡度之起、終點應注意和平面曲線相配合，如此可利用既有曲線來改變線間距，以滿足兩線不等高的平面要求，而不需增加曲線。
- (2) 為使線間距能適應兩線不等高地段高程差的變化，可將第二線佈置成與既有線不平行的平面位置，以節省工程量與用地。
- (3) 第二線平面應滿足各工點控制線間距的要求，力求順直，盡量避免增加反向曲線而惡化平面。因此，對各工點要求的不同控制的線間距，應採取適當措施，綜合平衡，盡量取得一致。
- (4) 既有線縱斷面要改建的抬、落道地段，平面設計應考慮在施工時不中斷行車所採取的措施。一般可採用既有線中線移動的橫斷面設計類型，先修通第二線，待通車後再改建既有線。
- (5) 縱斷面設計時，應考慮變坡點位置及坡度折減與平面設計相配合，以免豎曲線和介曲線重疊及出現超過限制坡度等，最後在路線縱斷面或詳細縱斷面上進行檢查。

- (6) 綜合檢查平面、縱斷面及橫斷面設計是否合理，施工與營運的干擾是否得到合理的解決或減少。

#### 4.4.3 新建雙線的正線平面和縱橫斷面設計

##### 一、雙線正線之平面設計

以上各節之規劃設計係以單線正線為對象。近代之新建鐵路計畫為提高運輸效率、縮短運輸時間，提昇旅客之舒適度，預留未來發展等需要，新設路線多採用雙線設計。雙線平面和縱斷面設計的有關規定、設計原則及設計方法，大致與單線鐵路相同，惟因其建設項目與設計略有不同，致有各自的特點：

(一) 新建雙線和預留雙線一般設計為兩線並行且等高，但下列情況除外：

- (1) 在地質不良或鬆軟地層地區修建隧道，從施工、養護觀點而言，以修建兩座單線隧道為宜，故隧道前後的路線可能不並行。
- (2) 有特殊要求的大橋（如因戰備需要）宜分修兩座單線橋，故大橋前後的路線可能不並行。
- (3) 新建雙線引入既有雙線車站時，因立體疏解的需要，可能不並行。
- (4) 需要單線繞行的地段。

(二) 新建雙線及預留雙線並行等高地段，平面曲線一般按同心圓設計，區間直線地段的路線間距不小於 4m，站內正線直線段的路線間距不小於 5m，曲線地段的路線間距，根據曲線半徑，按規章的要求加寬採用加長內側曲線的介曲線來達成。

##### 二、雙線正線之縱橫斷面設計

###### (一) 縱斷面設計

路線雙線並行時按兩線等高進行設計。緩坡地段，若第二線繞行時，一般宜先克服高度較小的路線（如路線較短或坡度折減較多的路線）。這對於兩線高程的銜接較為方便。

###### (二) 橫斷面設計

新建雙線及預留第二線的路基應符合新建鐵路技術標準。

鐵路建設初期如新建單線即可符合運輸需求，預留第二線未來施工時，如能確保運輸安全且無嚴重的施工干擾及廢棄工程時，則預留的第二線路基，建設初期可不予施工。若預留的第二線路基在施工時，將會對已通車的路線造成嚴重干擾時，則宜考慮初期按雙線路基一次建成。若修建一線時，當地有大量的棄方可資利用的填方地段，也宜在初期按雙線路基一次完成。

## 5. 站場與路線配置

### 5.1 車站位置與站場設備

#### 5.1.1 車站位置

車站為旅客進出及貨物裝卸之場所，其位置不僅關係鐵路本身之營運，同時亦影響地方之發展及車站周邊之環境。一般而言，在規劃新路線時，對於車站位置之選擇應考慮下列因素：

- 一、用地面積：車站之用地範圍除站房、軌道及貨場等鐵路營運設施所需之外，停車場及公車、小汽車、計程車等轉運設施所需之進出道路，皆需寬廣大的交通土地。車站若距市區稍遠，尚須預留未來發展之擴充用地。
- 二、交通便捷：車站所在之處須與市區之聯繫快捷而方便，使進站與出站的旅客都能迅速到達都市的各角落，故車站之位置最好能鄰接幹道或快速道路，若在郊區則應開闢公車路網，以作為接駁旅客之用。
- 三、腹地深遠：車站之設置，以運輸旅客及貨物為其任務，車站業務之榮枯，繫於旅客及貨物流量的大小，而旅客與貨物量的大小，繫於車站四周居住人口的多寡及產銷市場的大小，亦即腹地的有無。故車站位置，應選擇腹地深遠者，以利業務的擴展。
- 四、地形平坦：站內軌道以水平狀態最為理想，如有坡度，則站內停留車輛因無動力制動，容易溜動，肇生事故。故車站位置，應選擇地形平坦者，以節省建築費用。
- 五、對鄰近地區之衝擊：車站地區將為人車擁擠之處，因此設站後對地面交通、居住環境、當地發展計畫之影響應事先審慎研究，以免導致紛爭。

#### 5.1.2 站場設備

如上所述，凡設有為辦理客貨業務與運轉所必需設備之處所，統稱為站場。站場為實施某種作業，須具有適當的設備，然並非所有各站場皆應具備所有之設備，視其功能需求而有所不同，有的站場祇設置旅客上下之設備，有的站場與旅客貨物完全無關，祇設有列車交會設備，及專辦列車編組、車輛保養等設備。站場設備可依各種不同觀念予以分類，現僅就設備功能，予以分類為下列五種：

##### 一、站房

(一) 客運站：站場設備包括站前廣場及停車場、車站大廳(含侯車室、售票房、便利商店、服務台等)、旅客服務區(含剪收票口、行李房、郵電設施、盥洗室等)、旅客通路(旅客天橋或地下道)、站務區(含站長室、行車室、運轉辦公室、站務員休息室、機電工作間等等)。

(二) 貨運站：站場設備包括貨票房、站務區(含辦公室、行車室、機電工作間等)、貨場、貨物雨棚、各種度量衡器、貨物倉庫、搬運及裝卸機具、貨物運輸通道等。

(三) 調車場：站場設備包括辦公室、行車室、檢修庫房、油水供應站、休息室等。

## 二、月台 (Platform)

(一) 旅客月台：與路線平行專供旅客上下之用，其型式可分為岸壁式月台，亦稱側式月台 (Side Platform, Opposite Platform) 與島式月台 (Island Platform) 二種。

(二) 貨物月台：與路線平行專供貨物裝卸之平台，依處理貨物種類可分為：整車月台、零擔月台等。

(三) 端末月台：設於路線之末端，專供汽車裝卸之用，又名汽車月台。

## 三、軌道路線

站場之軌道路線可分為正線 (Main Track) 及側線 (Siding) 二種。

正線為列車運轉經常行駛之路線，有站內正線及站外正線之分。站內與站外通常以進站號誌機或站界標為界，其內方為站內，外方為站外。進站號誌機如在同一路線設有二個以上時，以其最外方者為準。在複線行車區間，列車出發方向為設站界標者，以相反方向路線之進站號誌機之位置為其內外之界面。

〈一〉 站外正線：站外正線亦稱站間正線，指經常作為列車在站通過或到開及行駛兩站間之路線。單線路線無論上下行列車均行駛此一路線；複線區間站間上行列車經常行駛的路線稱為上行正線，下行列車經常行駛的路線稱為下行正線；雙單線以上區間 (使用上不區分上行或下行者) 之雙單線區間依各路線位置，分別冠以「東」、「西」正線稱呼之，三單線區間則依各路線位置分別冠以「東」、「中」或「西」正線稱呼之，四單線區間則依各路線位置分別冠以「東」、或「中東」或「中西」或「西」正線稱呼之，

〈二〉 站內正線：經常作為列車到開或通過之站內路線稱為站內正線。正線有二股以上時，依其重要性區分為主正線與副正線。主正線或副正線各有二股以上時，按其使用上之區分或位置，冠以「上行」或「下行」主正線或副正線，「東」或「西」主正線或副正線。

副正線之名稱除依前述規定外，得依其使用目的作如下之稱呼：

- (1) 待避線：常用作列車待避之路線，大多設於站場內。
- (2) 出發線：常用作列車出發之路線，大多設於起點站之站場內。
- (3) 到達線：常用作列車到達之路線，大多設於終點站之站場內。
- (4) 到開線：常用作列車出發及到達之路線，大多設於終點站、調車場或編組站。
- (5) 旅客(或貨物)待避線：常用作旅客列車(或貨物列車)待避之路線。
- (6) 貨物出發(或到達)線：常用作貨物列車出發(或到達)之路線。

站內供列車折迴運轉之路線稱為折迴線，必要時得冠以使用目的之名稱稱呼之。

站內供正線相互跨越之路線稱為橫渡線，必要時冠以轉轍器號碼或其他適宜名稱稱呼之。

〈三〉側線：指正線以外的路線。依其用途及使用目的可分為：

- (1) 編組線：將車輛依上下行之方向別及到達站之先後別，予以編組分類所使用之路線，亦可稱為分類線。此種路線一般為數股道至十幾股道之平行線形。有些客車場是利用留置線作為編組線，有些另設一股足夠列車總長使用之路線作為編組線。
- (2) 拖上線：托上線係調車分編或多線群並列，而要使列車分次編組時所使用之路線。亦即將編組線末端合成為一股道，供拖上列車或車輛以作為調車之用，故亦可稱為調車線。
- (3) 留置線：係指留置車輛之路線，亦可稱為停留線。必要時，得冠以車輛名稱稱呼之，如客車留置線，或貨車留置線等。
- (4) 中轉線：指留置中轉貨車之路線。
- (5) 地磅線：指設有地磅之路線。
- (6) 貨物線：指貨物裝卸使用之路線。但專用以裝卸特殊貨物者，得冠以該特殊貨物之名稱，如石礮線或煤炭線等。
- (7) 分解線：指分解或組成列車所使用之路線。
- (8) 機迴線：機車於列車出發前或到達後，進出機車庫，或為更換列車機車頭必須移動機車時，專為機車通行所設置之路線，亦稱為機車迴送線，應設於不妨礙站內調車作業之位置。
- (9) 機待線：指機車等候列車到達或開出所停留之路線。
- (10) 出段線：指機車或機動車出段所使用之機務段內路線。
- (11) 入段線：指機車或機動車入段所使用之路線。
- (12) 車庫線：指機務段車庫內之路線，但如有必要，得冠以車輛名稱，如機車車庫線，或機動車車庫線(機動車庫)等。
- (13) 裝砂線：指設有裝砂設備之路線。
- (14) 修繕線：指車輛檢查、維修所使用之路線，亦稱檢修線，附有檢修坑，但如有必要時，得冠以車輛名稱，如客車修繕線，或貨車修繕線等。
- (15) 檢查線：指檢查車輛使用之路線，但如有必要時，得冠以車輛名稱，如客車檢查線，或貨車檢查線等。
- (16) 洗車線：指設有洗車設備之路線，但如有必要時，得冠以車輛名稱，如客車洗車線，或貨車洗車線等。
- (17) 材料線：指工務段、電務段、電力段等之倉庫線；但如有必要時，得冠以所屬單位之名稱，如工務段材料線、電務段材料線，或電力段材料線等。
- (18) 加油線：指設有油庫及加油設備之路線。
- (19) 專用側線：以裝卸私有貨物為目的，而由特定公司自行設置或租用之鐵路側線稱為專用側線，必要時冠以所有者之名稱，如長榮公司專用側線等。
- (20) 地下車床線：指設有地下車床設備之路線。

(21) 通路線：車輛或列車從一線群到另一線群要經過的路線。

(22) 授受線：從某線或某線群要移交出去的車輛暫時停放的路線。或鐵路系統相互間相互連絡運轉之車站車輛等待移交停留之路線。

#### 四、安全側線與止衝擋

安全側線係為防止站內有二列以上之列車同時進入或開出站場時，因其中之一列未及時煞車超越停車地點，而發生衝撞或邊撞事故所設置的側線。依規章規定有下列情形之一時，應鋪設安全側線：

- (1) 站內有兩列以上之列車同時到開，其相互間有妨礙進路之虞時。
- (2) 在路線交叉或岔道處，列車相互間或車輛間需要防護時。
- (3) 在活動橋處，列車或車輛需要防護時。
- (4) 其他認為需要時。

上列(1)、(2)、(3)於中央控制區間及自動閉塞區間得不鋪設。(2)、(3)之安全側線如由側線出岔者，得以脫軌轉轍器或脫軌器代之。

安全側線出岔之外方應為直線，直線不能鋪設時，其曲線半徑應在200m以上。但由側線出岔之安全側線不在此限。

止衝擋為防止車輛溜逸衝撞之一種安全設施，依規章規定止衝擋可分為第一種、第二種及第三種(甲)與(乙)。第一種止衝擋設於安全側線之終點或折迴線之終點或有特別需要路線之終點；第二種止衝擋應設於正線終點、主要側線、碼頭線及其類似線；第三種(甲)止衝擋應設於車庫線及廠內線，第三種(乙)止衝擋應設於其他側線。

#### 五、行車保安裝置

車站設備除客貨設備與軌道配置外，欲達成此類設備功能之充分發揮，行車與站內運轉能達到安全與效率之目標，必須求之於站場行車保安設施之建立，統稱為保安裝置或保安設備。此種裝置包括閉塞裝置、聯動裝置、列車自動停車裝置、列車自動控制裝置、列車自動防護裝置、列車運轉用通訊裝置及平交道保安裝置等。

#### 六、其他重要設備

- (一) 車庫：車庫多數設於樞紐大站，為機車待命及維修之場所，或為方形，或為扇形。方形機車庫，內部鋪設平行軌道，多數採用盡頭式，機車限一端出入，但亦有採用直通式，可供機車兩端出入。扇形機車庫，內部鋪設輻射狀軌道，均為盡頭式，機車的出入庫，須經由轉車盤。
- (二) 轉車盤：轉車盤為一種圓盤式的轉向設備，或用於機車或車輛作一百八十度的轉向，或用於使機車或車輛由一軌道移轉至另一軌道。轉車盤的操作，或因人工，或用電力。
- (三) 遷車台：遷車台為一組活動軌道，依其底部的橫軌左右移動，使置於其上的機車或車輛，由一軌道移轉至另一軌道，用以替代橫渡線的功能，多數設於車庫或倉庫線上。
- (四) 運轉設備：機務段、客車檢車段、貨車檢車段、號誌機機房、控制室等。



## 5.2 站內正線之配置規劃

### 5.2.1 概述

車站軌道路線可分為正線與側線二種。列車到達站場，供旅客上下或貨物裝卸完畢出發用之到發線 (Arrival and Departure Track) 即為正線。在該站場不停車之通過列車所行經之路線，亦屬正線。下行列車通過或到發之正線，稱為下行正線。上行列車通過或到發之正線，稱為上行正線。簡易站無上行與下行正線之分，下行列車與上行列車皆通行於一股正線上。站場為上下行列車之交會，至少須設有上行與下行正線各一股。

遇有快車追越普通列車，旅客列車追越貨物列車，即後開之列車追越前開之列車情事時，被追越之列車應在站內避讓等候次一列車。因此，在有待避列車之站場設置待避線 (Relief Track or Passing Track)。待避線為列車到達及出發之路線，自應屬於正線範圍之內，然以駛進待避線之列車，必在該站停車，故待避線在軌道構造上，與高速列車通過之正線，稍有不同。在站場設有若干股為列車往同一方向運轉之正線，其中最主要列車運轉之正線稱為主正線，其他正線稱為副正線，以區別之。

一般車站之站內主正線及副正線至少需有三股，以便列車在站內會讓及摘放車輛。如股道不夠使用，或副正線長度不夠，不但列車會讓困難，路線容易堵塞，且妨礙行車安全，增加運行調度上之困難，故站內正線之軌道配置應考慮周密，不可因陋就簡。

在同一站場內，同一名稱之路線，有二條以上時，得按軌道排列順序(如同一站內有二股東副正線時，分別稱為東第一副正線及東第二副正線等)，並依下列原則，分別起算，冠以號碼，稱為第幾股線：

- 由車站站房方向起算。
- 難以依前款辦理者，由正線方向起算。
- 難以依前款辦理者，由主要建築物起算。
- 難依前各款辦理者，由起點方向之左方起算。

在同一站場內，同一名稱之路線，有二群以上時，亦得按其位置，冠以東、西、南、北或其他適宜名稱稱呼之。如東主正線、西主正線、東西副正線等。

### 5.2.2 站場配線 (Arrangement of Tracks) 應注意之一般原則

車站在種別上，大多以兼辦客貨運的「一般車站」為主，此種車站雖然其作業模式，以旅客服務作業優先於貨物服務作業，惟因貨物不同於人，不能自行移動，故實際上導致站場作業及配線複雜化者，乃是貨運部分。站場配線之良窳，影響列車運轉效率、站場內之作業安全與作業效能至鉅，謹將其所應注意之一般原則列舉如下：

- 一、配置要合理，站內道岔儘可能集中，不要分散設置，避免浪費有效長度，俾縮小站場總面積。

- 二、路線的用途要明確劃分，路線的數量要多寡適宜。
- 三、路線的排列要配合作業的順序。各線群及其連絡路徑要合理化。
- 四、路線間要有融通性，務求保持站場之良好視野。
- 五、站場配線以直線最為理想。如有路線坡度與曲度應儘量平直。通過列車所經之正線，應為直線或儘可能近似直線之大半徑曲線，避免配置急曲線或反向曲線。
- 六、路線兩端要能同時到開列車。
- 七、正線的長度要配合最長的列車。
- 八、正線上應儘量少設道岔，為使通過之列車從直線側運轉，對列車進行方向，道岔應以背向道岔 (Trailing Point) 裝設，對向道岔 (Facing Point) 之裝設應限制在最少範圍內。
- 九、站場內應有合理之軌道間距，道岔應集中配置，以減少路線之非有效長部分及減少站場面積。
- 十、正線與拖上線、編組線、機待線等應予分開，使路線之使用單純化。
- 十一、應考慮異向列車互相到發之安全。
- 十二、客貨車之調移或行駛時，務必儘量避免橫渡正線。
- 十三、站內作業不能相互妨礙牴觸，以利調車編組。
- 十四、調車線應為雙向並與正線分離。
- 十五、機車線之位置需適宜且能獨立使用。
- 十六、修車線與洗車線要鄰近檢車段。
- 十七、正線與正線間要避免平面交叉。
- 十八、旅客、貨物列車不會變更的中間站，其路線有效長、月台長等辦理列車運轉的設備，應於以統一。
- 十九、為因應事故時之搶修需要，配線時最好能列入考慮。
- 二十、預留未來發展所需之擴展空間。

### 5.2.3 路線有效長度

#### 一、路線有效長度之意義

站內路線在不影響相鄰路線之列車或車輛安全通過的情況下，其所能停留列車之長度，稱為該路線之有效長度。

站內正線之路線有效長度係依進出該區間最長列車之長度而定。列車長度係依據下列條件而定：列車編組之車輛數；路線性質條件（主要為坡度及曲線）；機車之性能（主要為牽引力）。載客貨並用之路線上，一般以最大編組之貨物列車來決定路線有效長度。

有關路線有效長之需求，日本傳統鐵路以下列方式估算之。

#### (一) 停留貨物列車之路線有效長

$$EL = l \times N + L + C$$

上式中，EL：到開線之有效長 (m)；

$l$ ：貨車一輛平均長 (m)。各級路線按實績狀況而有不同之長度，平均為 8~9 m (台鐵以 7.5m 計)；

$N$ ：機車牽引或車輛數，以貨物列車最大編組為基準；

$L$ ：機車長度，平均 20m；

$C$ ：列車前後寬裕距離 35m (列車前後各 10m 之寬裕距離，出發號誌機注視距離 10m，聯結器伸縮空間 5m)。

## 〈二〉停靠旅客列車專用之路線有效長

旅客列車專用路線之有效長，依該運轉區間之編組最長旅客列車長度而定。

旅客月台與路線有效長的關係如圖 5.2-1 所示，但行駛電聯車或柴油車時，則不必加算機車長度。

$$EL = l \times N + L + C$$

上式中  $EL$ ：所需之有效長(m)；

$l$ ：一輛客車之長度，一般採用 20m；

$N$ ：列車最長之聯掛客車數；

$L$ ：機車長度，平均 20m；

$C$ ：列車前寬裕距離 20m (列車前後各 5m 寬裕距離，出發號誌機注視距離 10m)。

## 二、路線有效長之量測

台鐵軌道配置之有效長依據行車實施要點之規定，以下列三種方式來量測：

〈一〉路線兩端警衝標間之長度。

〈二〉一端設有出發號誌機者，指由該出發號誌機至後端警衝標間之長度。

〈三〉上下行正線兩端設有出發號誌機者，指該上下行出發號誌機間之長度。

警衝標係指路線分歧處所或交岔處所各路線上之車輛，不致阻礙他線之界限點所設之標記。警衝標之內方指車輛互相不妨礙之方向。警衝標一般設在道岔後方路線間距 3,300mm 處 (車輛界限為 3,000mm，偏倚擴大量 220mm，寬裕量以 30mm 計， $3000 + 220 + 30 = 3250 \div 3,300\text{mm}$ )。

日本傳統鐵路之有效長係以下列方式來量測：

〈一〉正線上之有效長

(1) 路線兩端警衝標間之長度。

(2) 一端設有出發號誌機者，指由該出發號誌機至後端警衝標間之長度。

(3) 一端設有止衝擋者，指由該止衝擋至警衝標或出發號誌機間之長度。

〈二〉側線

(1) 路線兩端設有道岔時，指兩端警衝標間之長度。

(2) 路線終端設有各種止衝擋時，指由警衝標誌制止衝擋聯結器托盤座之長度。

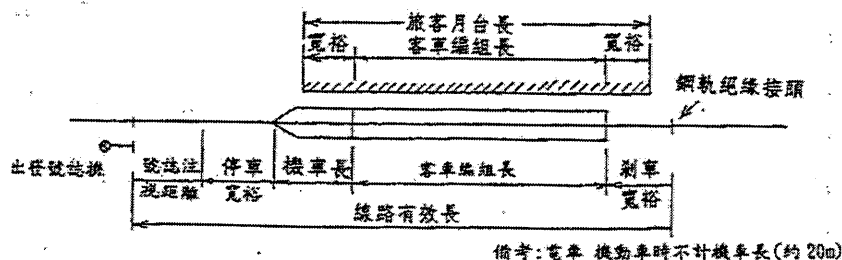


圖 5.2-1 旅客月台與路線有效長

### 三、規章規定與說明

#### (一) 規章規定

台鐵建設作業程序對站內到開正線有效長度規定如下：

- (1) 特甲級線及甲級線為 450m 以上。但情形特殊時得縮減至 300m。
- (2) 乙級線為 250m 以上，但因情形特殊得縮減至 150m。

前項有效長度在旅客列車專用線得酌予縮減。

#### (二) 說明

貨物列車係由不同型式之機車車輛所組成，為保持列車或車輛能依規定速度安全運轉，台鐵行車特定事項第十二條乃訂定各線區延長換算車輛數。車輛換算以噸為計算單位。台鐵幹線大部分之運轉區間，機車牽引噸數以 1250 噸為基準，換算限制車輛數為 55 車，少數運轉區間之機車牽引噸數定為 1700 噸，其換算限制車輛數 75 輛。每車之平均貨車長度以二軸之守車長度 7.5m 為估算標準。

如  $N = 55$ ，機車長 20m，制軔安全寬裕 20m 計，則

$$\text{有效長 } L = 55 \times 7.5 + 20 + 20 = 452.5\text{m} \approx 450\text{m}$$

本規定所列之特殊情形，包括下列原因：

- (1) 受地形限制：因受地形限制，不能達到所需之有效長度，在運轉上應限制長貨物列車之停靠，而以客運為主。
- (2) 受貨源之限制：設站地點人煙稀少，無貨源及到達貨物，在運轉上宜限制長貨物列車之停靠，僅以客運為主。
- (3) 其他原因：僅辦客運不辦貨運之車站。

### 5.2.4 建築界限(Construction Gauge)

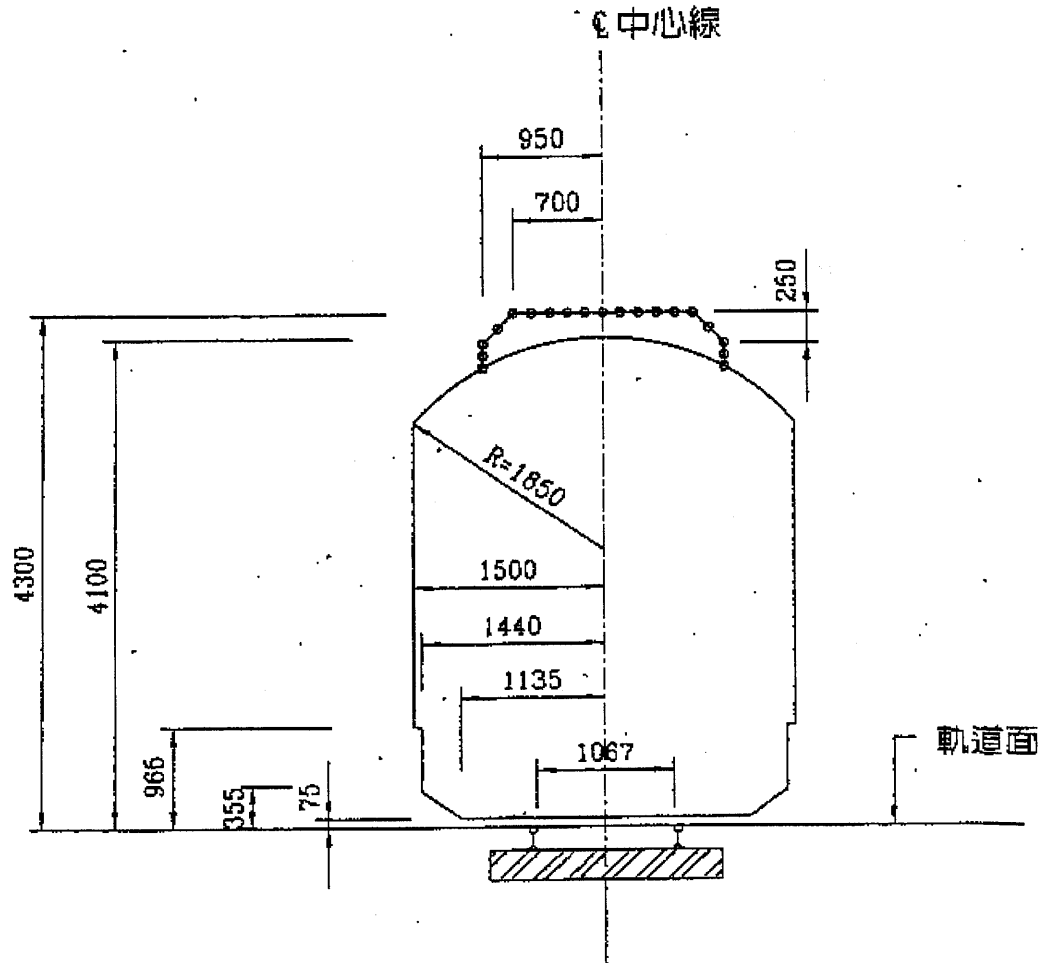
#### 一、建築界限之意義

列車在路線上行駛時，必然會產生搖動現象，司機或乘務人員在運轉調度時，或旅客乘坐時，偶而會將頭手伸出車外，為確保其安全，在車輛界限之外圍，必須訂出若干餘裕之空間界限，作為路線無障礙空間，此一界限稱為建築界限，亦就是在軌道左右或上面之構造物與軌道間，保持依訂之空間，不致妨礙列車或車輛運轉之界線。

## 二、車輛界限(Rolling Stock Gauge)之意義

車輛界限係指鐵路車輛之最大構造界限，即車輛在直線軌道之正常位置時，其各部分尺寸在上下左右兩側不得超出之界限。

車輛界限之訂定係針對機車、動力車及客貨車輛之構造設備等，加以詳細研究後而訂定，參閱圖 5.2-2。少數既有的鐵路建築，因歷史關係而未能符合建築界限之規定，此類建築物在未改建之前，車輛不便依造車輛界限製造，故需暫時規定縮小界限，此項縮小界限謂之「縮小車輛界限」。



○●●●●● 用交流架空電車線施行電氣轉運之車輛在集電器折疊狀態下車頂上各種裝置之界限

單位: mm

圖 5.2-2 車輛界限

### 三、規章規定

台灣鐵路建設作業程序對建築界線與車輛界限之有關規定如下：

#### 〈一〉建築界限之規定

- (1) 固定建築物不得侵入建築界限內。
- (2) 直線之建築界限，非電化路線應依圖 5.2-3，新建電化路線應依圖 5.2-4，改建電化路線應依台灣鐵路建設作業程序附件一之三〈礙於篇幅本文省略請詳閱規章〉規定辦理。
- (3) 曲線之建築界限，其半徑大於 1000 m 者與直線建築界限同，小於 1000 m 者依下列公式加寬之：

$$W = \frac{24,500}{R}$$

「W」為自軌道中心向兩側加寬之尺寸(mm)，「R」為曲線半徑(m)。

前項加寬度應於介曲線之全長逐漸遞減之。無介曲線或介曲線之長度未達 17m 者，應自曲線終點起，沿切線方向於 17m 內逐漸遞減之。複曲線應自小半徑之曲線終點起，沿大半徑曲線方向於 17m 內，將兩曲線加寬度之差逐漸遞減之。

曲線上之建築界限，應隨超高度而傾斜之。

- (4) 非電化路線之隧道建築界限應依台灣鐵路建設作業程序附件二之一，新建電化路線之隧道建築界限應依圖 5.2-5，改建電化路線之隧道建築界限應依台灣鐵路建設作業程序附件二之三規定辦理。
- (5) 非電化路線之橋樑建築界限應依台灣鐵路建設作業程序附件三之一，新建電化路線之橋樑建築界限應依圖 5.2-6，改建電化路線之橋樑建築界限應依台灣鐵路建設作業程序附件三之三規定辦理。

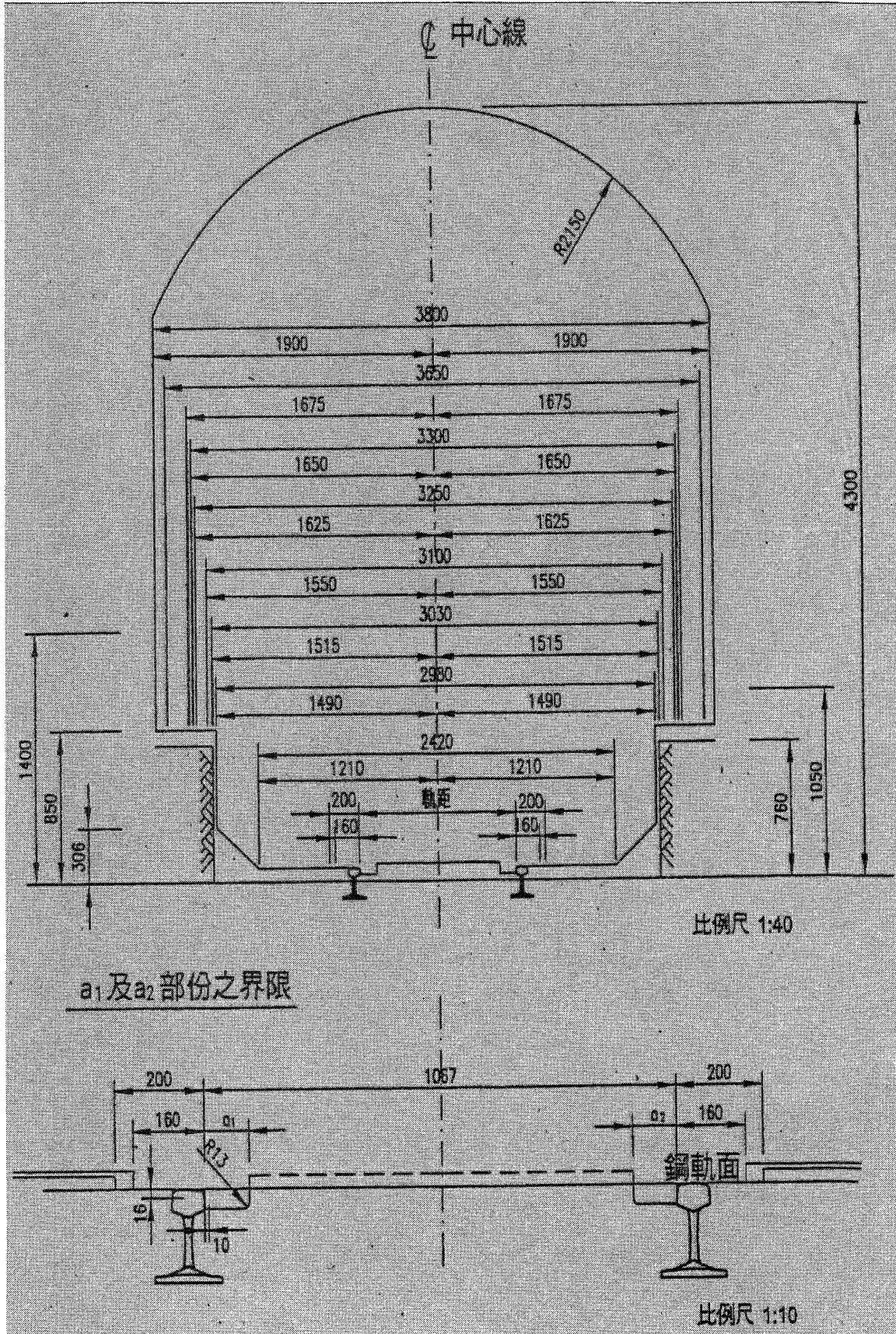
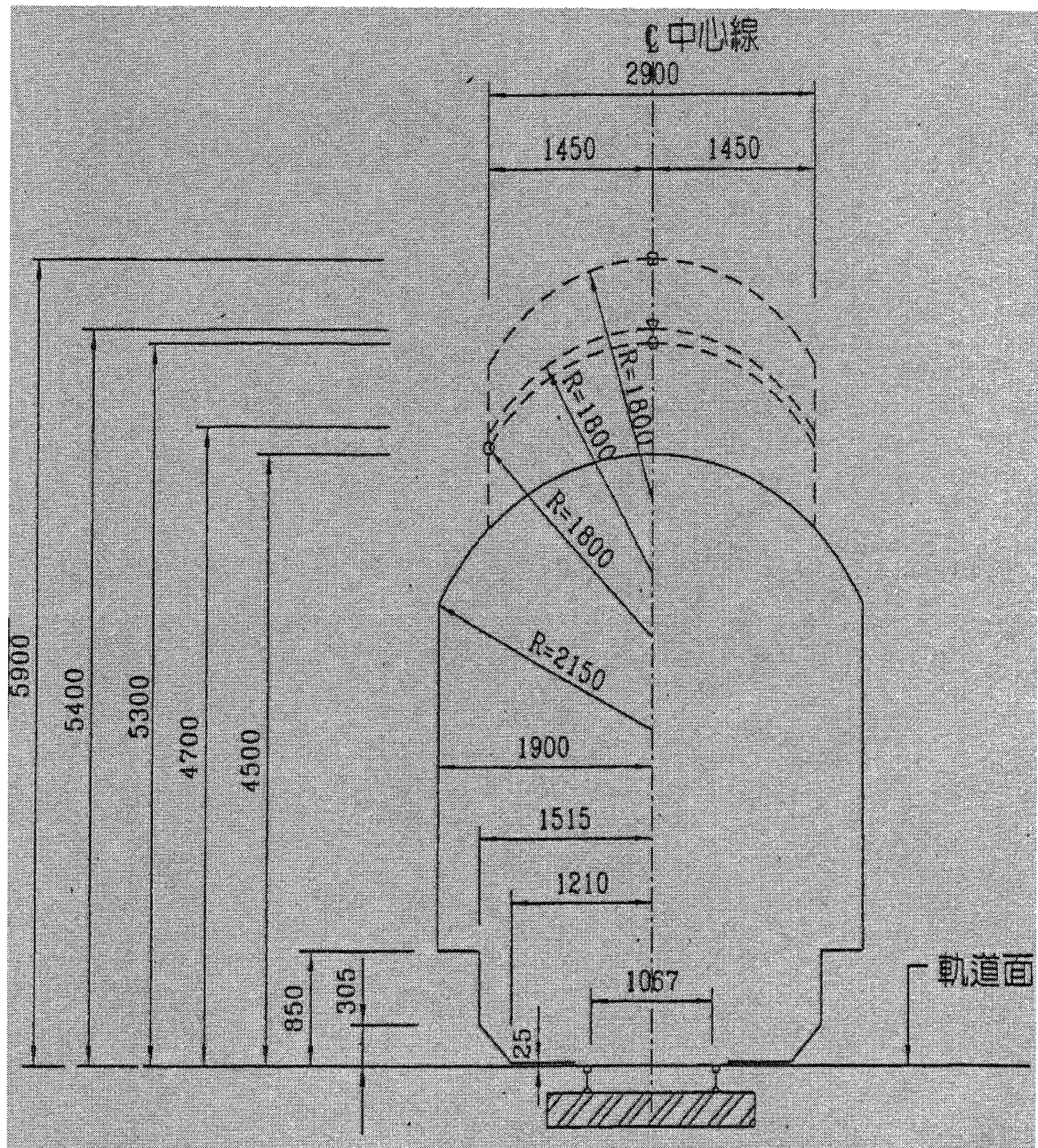


圖 5.2-3 非電化路線之建築界限





- 基本界限
- 電化路線不包括電車線及懸吊裝置與絕緣加強材等之上部空間界限(本界限在隧道陸橋及前後必要時得縮小至[○], 在橋梁天橋及其前後得縮小至[▽], 至其相互間之界限可依電車線之坡度決定之)

單位: mm

圖 5.2-4 電化路線之建築界限



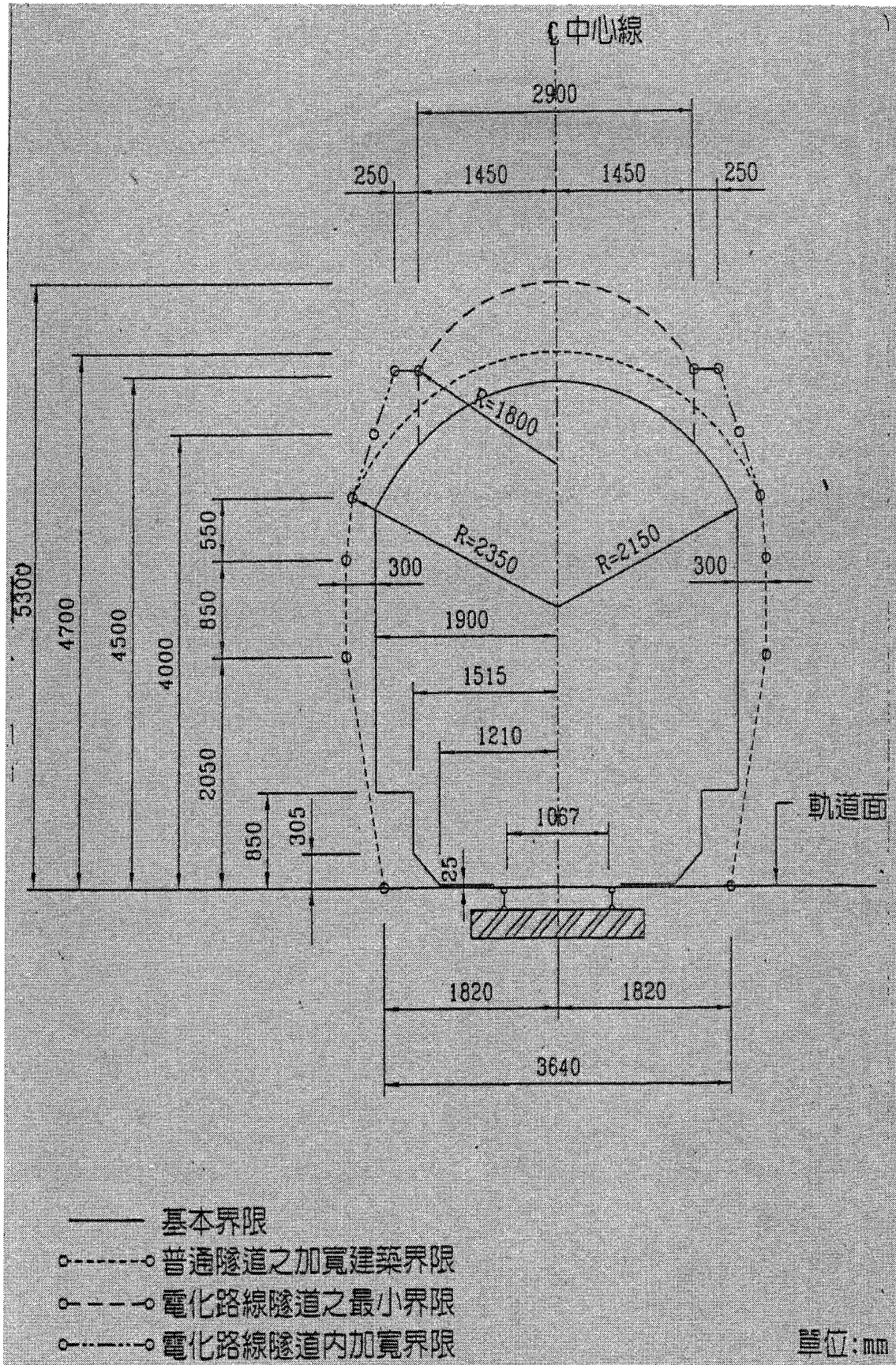


圖 5.2-5 電化路線之隧道建築界限

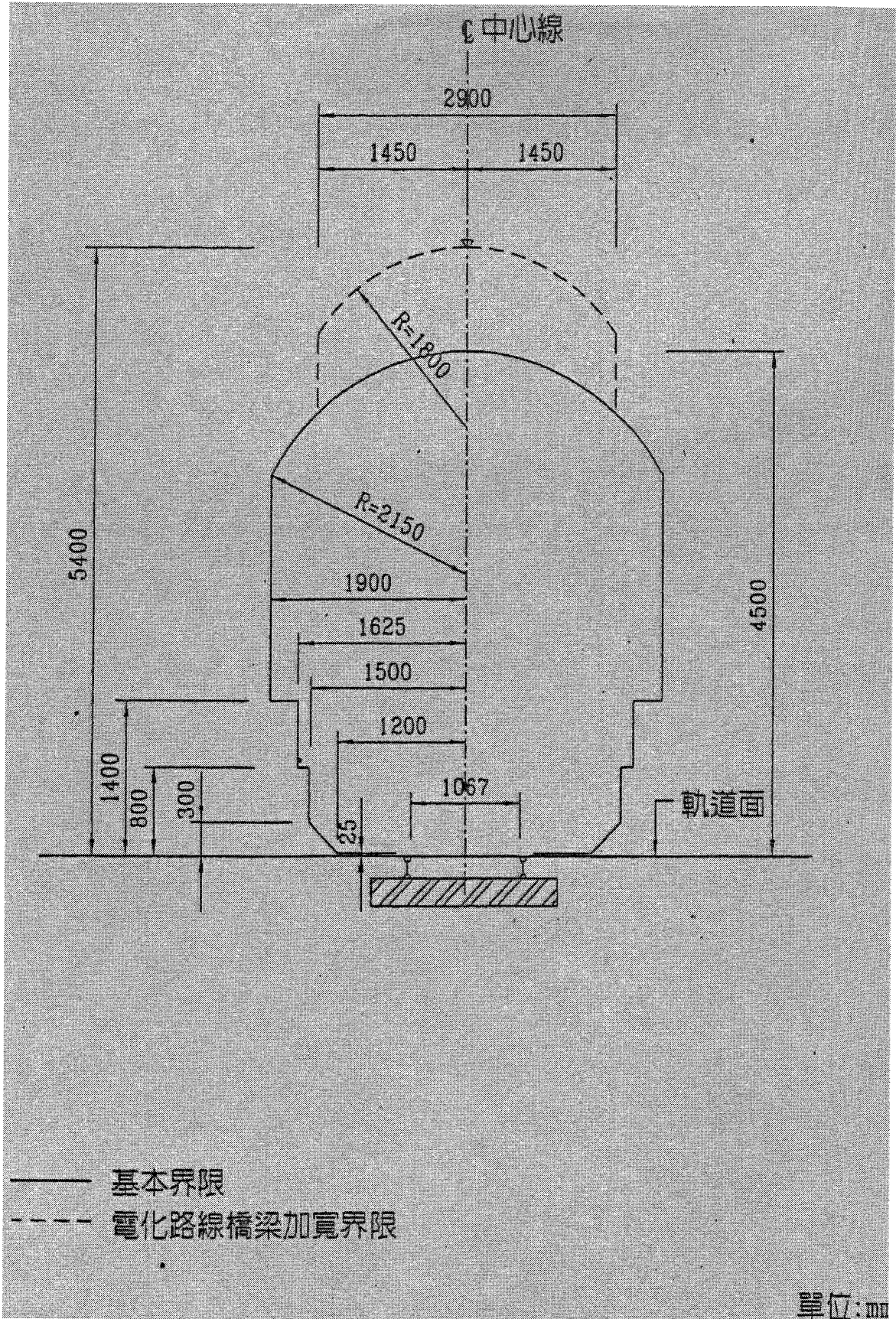


圖 5.2-6 電化路線之橋樑建築界限



## (二) 車輛界限之規定

(1) 車輛在直線軌道上之正常位置，不得突出圖 5.2-2 規定之車輛界限以外，但有下列情事之一者不在此限：

- 輪箍寬度以內之車輪部分。
- 停止時開啟之車門。
- 使用路牌授受器、郵件授受器、起重機及其他特種裝置時。
- 有可撓性之補助排障器具。
- 輪緣潤滑器。
- 架空電車線區間使用電力運轉之車輛，其機電裝置。

(2) 車輛在曲線軌道上之正常位置，不得突出前條規定界限及建築界限規定之「W」各側加寬度相加之寬度外，非電化區間，其曲線上建築界限之加寬度，未全部加寬至  $W = \frac{24,500}{R}$  前，車輛之寬度，不得突出  $W = \frac{22,500}{R}$  界限。

(2) 非電化區間之建築物與建築界限之規定不符時，車輛得依台灣鐵路建設作業程序附件七縮小車輛界限之規定辦理。

## 四、規章之應用與說明

〈一〉固定建築物不得侵入建築界限內之固定建築物包括：車站站房、辦公室、貨棧、倉庫、宿舍、廁所、月台、雨棚、號誌機、橋、柵欄等，至於天然物之岩石、數木等，雖均非固定建築物，但與行車安全有關，需隨時注意，以免因自然變化而侵入建築界限，危及行車安全。

〈二〉建築界限依線形分布，可分為直線段之建築界限與曲線段之建築界限。訂定建築界限時，除針對新設路線規劃設計之標準需求外，尚需考慮既有的鐵路設施。既有鐵路需要升級或擴建時，如不符新設路線的建築界線而需改建時，其所需經費有時所費不貲，尤以橋樑隧道為甚。基於工程經濟之考量，部分建築界限標準宜適當調低。故台鐵之建築界限針對電化路線、非電化路線、橋樑、隧道等建物，訂有新建與改建之標準。

〈三〉建築界限之訂定原則：

(1) 曲線段之建築界線以直線段為基準，自軌道中心向二側各作適當的加寬。

(2) 直線段之建築界限，依據車輛界限而訂。

(四) 軌道中心左右兩側之建築基本界限〈車輛側面之建築基本界限〉

(1) 規定

無論新建或改建之電化路線或非電化路線及其橋樑隧道等建物，其距軌道中心左右兩側均為 1,900mm，共 3,800mm。

(2) 說明

- 車輛界限：距軌道中心 1,500mm。
- 車輛運行之搖動量：就車輛之搖動與盪動予以檢討估計，車輛運行時車身之最大偏倚量約為 176mm。
- 乘務人員守望安全距離：200mm。

故軌道中心左右每側之基本界線為

$$1,500 + 176 + 200 = 1,876 \text{ mm} \quad \text{取整數 } 1,900\text{mm}。$$

#### (五) 鋼軌頂上方之建築基本界限〈車輛頂面之建築基本界限〉

##### (1) 規定

非電化路線及其橋樑隧道之建築基本界線為軌面上方 4,300mm，新建或改建電化路線及其橋樑隧道均為 4,500mm。

##### (2) 說明

- 車輛界限：鋼軌面上方 4,100mm。
- 寬裕量：200mm。
- 在集電弓摺疊狀態下車頂各種裝置之界限：鋼軌面上方 4,300mm。

故 非電化路線為  $4,100 + 200 = 4,300\text{mm}$

電化路線為  $4,300 + 200 = 4,500\text{mm}$

#### (六) 電化路線上部空間界限

鐵路電化為動力型態之更換，動力車之動力來源為電力，依集電方法可分為：架空式、地上式、第三軌式、地下式等，台鐵採用架空式，即電源線架設於軌道上空，機車以集電弓接取電源。電力之供電有三種：直流饋電、單相交流、三相交流，台鐵採用單相交流以二萬五千伏特六十赫為準。變電站之間距以 40km 為原則。電車線桿之間距除海線為 50m 外，於均為 56m。電車線桿如採用預力混凝土支柱，其最大支柱外徑為 50cm，平均高度 8m。因此，車輛頂面在基本界限上方需增加電車線設備與集電弓裝置等所需之空間界限，即電車線及懸吊裝置與絕緣加強材等裝置可侵入界限內，惟懸吊裝置所需之支柱、拖架、桁架以及其他構造物等均不得侵入界限內。

##### (1) 規定

- 軌道頂面上方之界限：新建或改建之電化路線均為 5,900mm；新建或改建之橋樑為 5,400mm；新建或改建之隧道為 5,300mm。
- 距軌道中心兩側之界限：均為 1,450mm，共 2,900mm。

##### (2) 說明

- 軌道頂面上方之界限：

接觸線的高度在站內為 5,000mm，站外為 4,750mm，平交道為 5,400mm。基隆至台北間橋樑、隧道、陸橋及天橋附近，可減至 4,420mm，其他區間可減至 4,580mm。架設在平交道之電車線，其高度距可能最高之軌面不及 5,400mm 者，應於平交道兩側設置限高門及警告標誌。

取接觸線之最大高度：5,400mm。(取平交道處接觸線高度)

電車線高度之變動範圍：300mm〈因溫度變化、平衡重錘故障、施工不規則、保養之難易等引起。〉

電車線上揚量：90mm〈因集電弓之推上作用即列車運行時之振動等〉。

寬裕量：110mm。

故電化路線車輛上部空間界限距軌道面為

$$5,400 + 300 + 90 + 110 = 5,900\text{mm}$$

為考慮華氏橋樑之高度，而將橋樑之界限訂為軌道面上方 5,400mm。

曠野地區之電車線均以立桿予以支架。但在隧道內如高度增加過多，建築費用龐大，基於工程經濟之考量，改以側壁埋設懸臂支架取代立桿，而將隧道之界限訂為 5,300mm。

- 距軌道中心兩側之界限

集電弓寬度：875mm ( $1750 \times \frac{1}{2}$ )

集電弓搖動量：176mm〈因車身搖動、風壓使支架線及支柱偏位等〉。

隔電距離：270mm。

寬裕量：129mm。

電化路線車輛上部空間界限距軌道中心兩側各為

$$875 + 176 + 270 + 129 = 1,450\text{mm}$$

### (七) 曲線上之加寬度 W

建築界限係以垂直於鋼軌面而考量，不考慮因超高而產生之車身偏倚。機車車輛在曲線行駛時，其車身之偏倚量可由圖 5.2-7 估計之。圖中 L 為車身全長(m)；l 為轉向架中心間距(m)；R 為曲線半徑(m)；A 為車輛端距(m)；d 為車輛中央部位偏倚量；d' 為車輛端部位偏倚量。

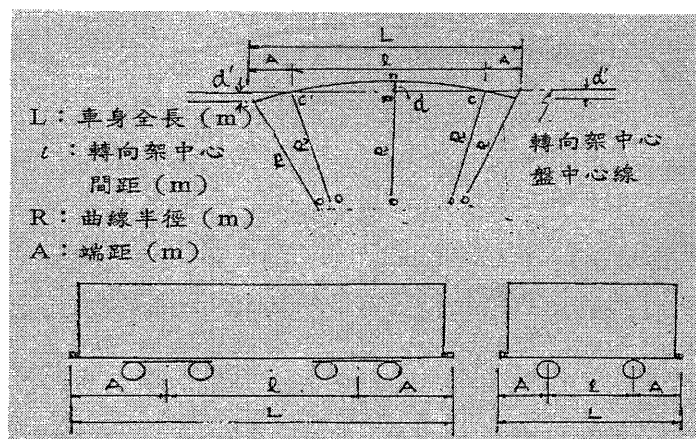


圖 5.2-7 曲線上車身之偏倚

$$d = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2}$$

$$d' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} - R$$

上列算式計算不便，為簡化起見，通常使用下列算式：

$$cm \times mc' = mn \times (2R - mn)$$

$$\text{即 } \frac{l}{2} \times \frac{l}{2} = d \times (2R - d)$$

故  $d = \frac{l^2}{4(2R - d)}$ ，因  $d$  與  $2R$  之大小數值相比， $d$  值甚微，故  $2R - d \doteq 2R$ ，即

$$d = \frac{l^2}{8R} \quad \text{兩端部之偏倚量 } d' \text{ 同理：}$$

$$ac \times ac' = d'(2R + d')$$

$$\text{即 } \frac{L-l}{2} \times \left( l + \frac{L-l}{2} \right) = d' \times (2R + d')$$

$$d' = \frac{\langle L-l \rangle \langle L+l \rangle}{4(2R + d')} = \frac{L^2 - l^2}{4(2R + d')}$$

因  $d'$  與  $2R$  之大小數值相比， $d'$  值甚微， $2R + d' \doteq 2R$ ，

$$\text{故 } d' = \frac{L^2 - l^2}{8R}$$

台鐵之車輛車長  $L = 20\text{m}$ ，轉車架中心間距  $l = 14\text{m}$ ，將各值代入得加寬度  $W$

$$W = d = \frac{\langle 14 \times 1000 \rangle^2}{8R \times 1000} = \frac{24,500}{R} \text{ mm}$$

$$d' = \frac{\langle 20^2 - 14^2 \rangle \times 1000^2}{8R \times 1000} = \frac{25,500}{R} \text{ mm}$$

#### 〈八〉 隧道之加寬界限

隧道之斷面上部均為拱形，其側壁視地質之情況而採用直線形、馬蹄形或圓形。為行車人員之瞭望，養路人員之巡查，工程修護，照明通訊設備等，須在建築界限外預留相當之空間，俾列車運行時，各從業人員得以迴避、瞭望或搭設支架等。此一加寬界限在隧道頂部為建築界限外加寬 200mm，側壁部分在鋼軌面上方 1,800mm 至 2,700mm 為建築界限外加寬 300mm。

#### 〈九〉 其他界限

##### (1) 貨物月台界限

• 規定：貨物月台邊緣至軌道中心間距為 1,560mm。

- 說明：普通貨物月台之高度為 950mm，鋼軌頂面 965mm 處之車輛界限為 1,440mm；為便於貨物裝卸作業及車輛通過，寬裕量取 120mm。故貨物月台之界限為  
 $1,440\text{mm} + 120 = 1,560\text{mm}$

(2) 旅客月台界限

- 規定：旅客月台邊緣至軌道中心間距為 1,515mm。
- 說明：普通旅客月台之高度為 920/760mm，鋼軌頂面 965mm 處之車輛界限為 1,440mm；車體對輪軸相對橫移量為 50mm；車輛運行所需之寬裕量 25mm。故旅客月台之界限為  
 $1,440 + 50 + 25 = 1,515\text{mm}$

(3) 號誌機、標誌、特種隧道及橋樑界限

- 規定：此等構造物之建築界限：在鋼軌面上方為 1,400mm；距軌道中心二側各 1,625mm；鋼軌面上方 305 ~ 850mm 處，距軌道中心二側各 1,575mm。
- 說明：適用處所為設置顯示定位與反位之號誌機標誌所在；隧道內架設特殊設施如通信及電力線之導管等處所；鋼製橋樑採用半穿式桁樑、鈹樑或穿式桁樑之處所。

(4) 側線、專供貨物列車燃料裝卸與給水設備、號誌桿、轉車盤、地磅、洗車設備、車庫之門口與內部裝置、軌道間貨物雨棚支柱等界限

- 規定：距軌道中心每側各 1,650mm。
- 說明：貨物列車到達及出發之側線，其速度較低，故其所需之相關設施均可採用此項界限。此一縮小界限較車輛界限 1,500mm 大 150mm，較建築基本界限大 250mm。

(5) 側線及專供貨物列車在正線上運行之支撐桿、照明燈桿，在四線以上之側線時之界限

- 規定：距軌道中心每側各 1,675mm。
- 說明：此一縮小建築界限僅在下列不得已情況下才適用：既有站內電化設備及照明設備施工時，其架空電車線之支柱、照明燈之支柱等，依普通之建築界限有困難時；依普通之建築界限配置四線以上之路線，以致用地取得非常困難且不經濟時。在調車頻繁之側線，為調車及連結人員之工作便利與安全起見，各支柱與軌道中心線之距離，最好在 2,300mm 以上為佳。

(6) 車輛下部各種建築界限〈參閱圖 5.2-8〉

基本界限下部鋼軌面處之間隙大小，必須配合護軌、尖軌及平交道護軌等之軌道結構予以訂定。

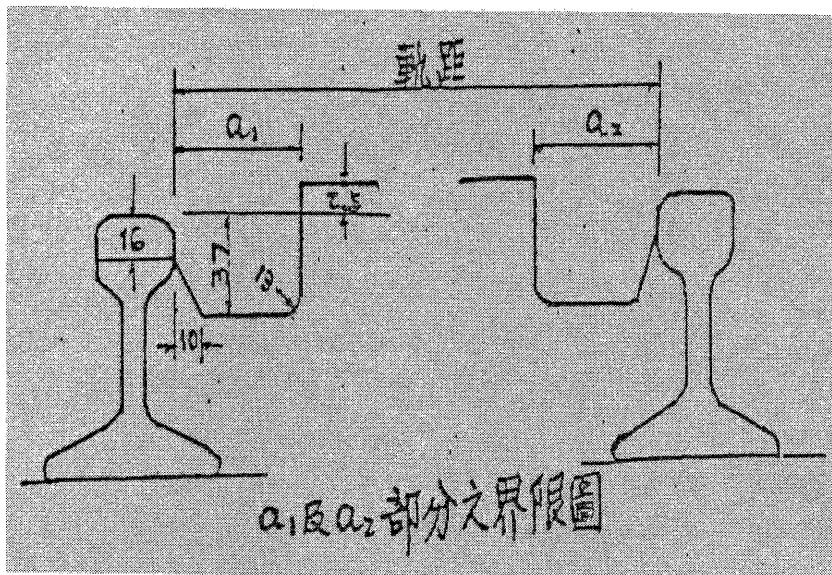


圖 5.2-8 車輛下部之界限

◆在一般情形下之鋼軌面間隙  $a_1, a_2$

- 規定： $a_1 = a_2 = 65\text{mm} + \text{加寬度}$
- 說明：一般路線無加寬度時，其最大軌距為  $1,067 + 7 \langle \text{公差} \rangle = 1,074\text{mm}$ 。車輪之最小內面距離為  $988\text{mm}$ ，當輪緣最小厚度為  $22\text{mm}$  時，一側所需之間隙為  

$$1,074 - (988 + 22) = 64\text{mm}$$
，採用  $65\text{mm}$ 。
- 規定： $a_1$  及  $a_2$  處之深度為  $37\text{mm}$ 。
- 說明：根據台灣鐵路建設作業程序第七十八條之規定：輪緣之高度，由距一對車輪中心線  $560\text{mm}$  處之踏面量起，應為  $25\text{mm}$  以上， $35\text{mm}$  以下。故  
 $a_1$  及  $a_2$  處之深度 =  $35 + 2 \langle \text{寬裕量} \rangle = 37\text{mm}$
- 規定：岔尖之尖端  $a_1$  及  $a_2 = 100\text{mm}$
- 說明：翼軌與岔心鼻軌之間隙為  $1,067 + 5 \langle \text{增大值} \rangle - 38 \langle \text{護軌間隙} \rangle - 988 \langle \text{最小輪緣內側距離} \rangle = 46\text{mm}$ ，岔心理論交點與實際交點之差異間隙約  $6\text{mm}$ ，故岔尖尖端之  $a_1$  及  $a_2$  之間隙為  
 $a_1 = a_2 = 2 \times 46 + 6 + 2 \langle \text{寬裕量} \rangle = 100\text{mm}$
- 規定：可動之尖端  $a_1 = a_2 = 80\text{mm}$
- 說明：道岔尖軌為可動軌，其尖端緊貼著基本軌或活動開啟，俾讓列車通過。尖軌的最小間隙為  

$$1,067 + 7 \langle \text{軌距最大增大值} \rangle - 988 \langle \text{車輪內面最小距離} \rangle - 22 \langle \text{輪緣最小厚度} \rangle + 1 \langle \text{寬裕量} \rangle = 65\text{mm}$$
道岔尖端處之  $a_1 = a_2 = 65 + 15 \langle \text{寬裕量} \rangle = 80\text{mm}$



◆在一側鋪設護軌時

- 規定：鋪設護軌側  $a_1 = a_2 = 38 + \text{加寬度}$
- 說明：當加寬度為 0 時車輪內面最小距離為 988mm，而一對車輪中心線一側之外面距離為 527mm，輪緣的最大厚度為

$$527 - \frac{988}{2} = 33\text{mm}$$

故護軌與本軌間之間隙為

$$33 + 5 \langle \text{寬裕量} \rangle = 38\text{mm}$$

- 規定：無護軌側  $a_1 = a_2 = 65 + \text{加寬度}$
- 說明：當加寬度為 0 時，無護軌側之  $a_1$ ， $a_2$  為  
 $1,067 + 7 \langle \text{軌距最大增大值} \rangle - 988 \langle \text{車輪內面最小距離} \rangle - 22 \langle \text{輪緣最小厚度} \rangle + 1 \langle \text{寬裕量} \rangle = 65\text{mm}$

◆轉轍器及岔心兩端鋪設護軌時

- 規定： $a_1 = a_2 = 84 + \langle \text{加寬度} \times 2 \rangle$ ，且  $a_1$  及  $a_2$  各應為  $\langle 38 + \text{加寬度} \rangle$  以上。
- 說明：當主軌鋪設護軌加寬度為 0 時，轍叉處軌距之最大公差為 +5mm，故最大軌距為  $(1,067 + 5) = 1,072$ ，其與車輪內面最小距離 988mm 之差為  $1,072 - 988 = 84\text{mm}$ ，此乃兩側輪緣通過的最小間隙和。

$$\text{故 } a_1 = a_2 = 84 + \langle \text{加寬度} \times 2 \rangle$$

當一側鋪設護軌時，護軌與主軌間之最小間隙為 38mm，此乃最小之一側護軌輪緣槽寬度，故兩側之  $a_1$  及  $a_2$  之數值均應較  $\langle 38 + \text{加寬度} \rangle$  為大。

◆平交道鋪設護軌時

- 規定： $a_1 = a_2 = 44 + \text{加寬度}$
- 說明：當加寬度為 0，軌距公差最大  $\langle \text{即最大軌距 } 1,067 + 7 = 1,074\text{mm} \rangle$  及車輪內面距離最小  $\langle 988\text{mm} \rangle$  時，每側主軌與護軌之間的最小間隙為

$$(1,074 - 988) \div 2 + 1 \langle \text{寬裕量} \rangle = 44\text{mm}$$

平交道鋪設護軌時， $a_1 = a_2 = 44 + \text{加寬度}$ 。

(7)道岔界限

道岔尖軌之尺寸，因基本軌之不同而異。製作 37kg/m 鋼軌道岔之尖軌，需用 50kg/m 鋼軌，50kg/m 鋼軌道岔之尖軌，需用 60kg/m 鋼軌。

基本軌與尖軌之高度差為：

$$37\text{kg/m 與 } 50\text{kg/m 鋼軌} = 144.46 - 122.24 = 22.2\text{mm}$$

$$50\text{kg/m 與 } 60\text{kg/m 鋼軌} = 170.00 - 153.30 = 16.70\text{mm}$$

因基本軌與尖軌有高低差，故道岔在建築界限之底部界限定訂定

為：

$$22.22 + 2.78 \text{ (寬裕量)} = 25\text{mm}$$

(8) 遷移轉轍器界限

遷移轉轍器之建築界限，為遷移便利計，應較道岔建築界限高出 10mm 而為 35mm。

(9) 闊大物界限

闊大物係指貨物一件之寬度或長度不能容納於貨車側板、端板內層直立面，或高度不能容納於貨車標記裝載高度以下者。台鐵電化後，為辦理軍運 M48 及 M51 戰車之運送，特以列車速度 45km/hr 之計算搖擺量〈即車體橫移動量〉130mm 為基礎，並以模擬車數次到現場作模擬試驗，予以驗證而訂定 M48 及 M51 運送須知及 M48 及 M51 之闊大物界限圖如圖 5.2-9 所示。闊大物界限之最大尺寸為軌道面上方 2,748mm 處，其距軌道中心為 2,171mm。

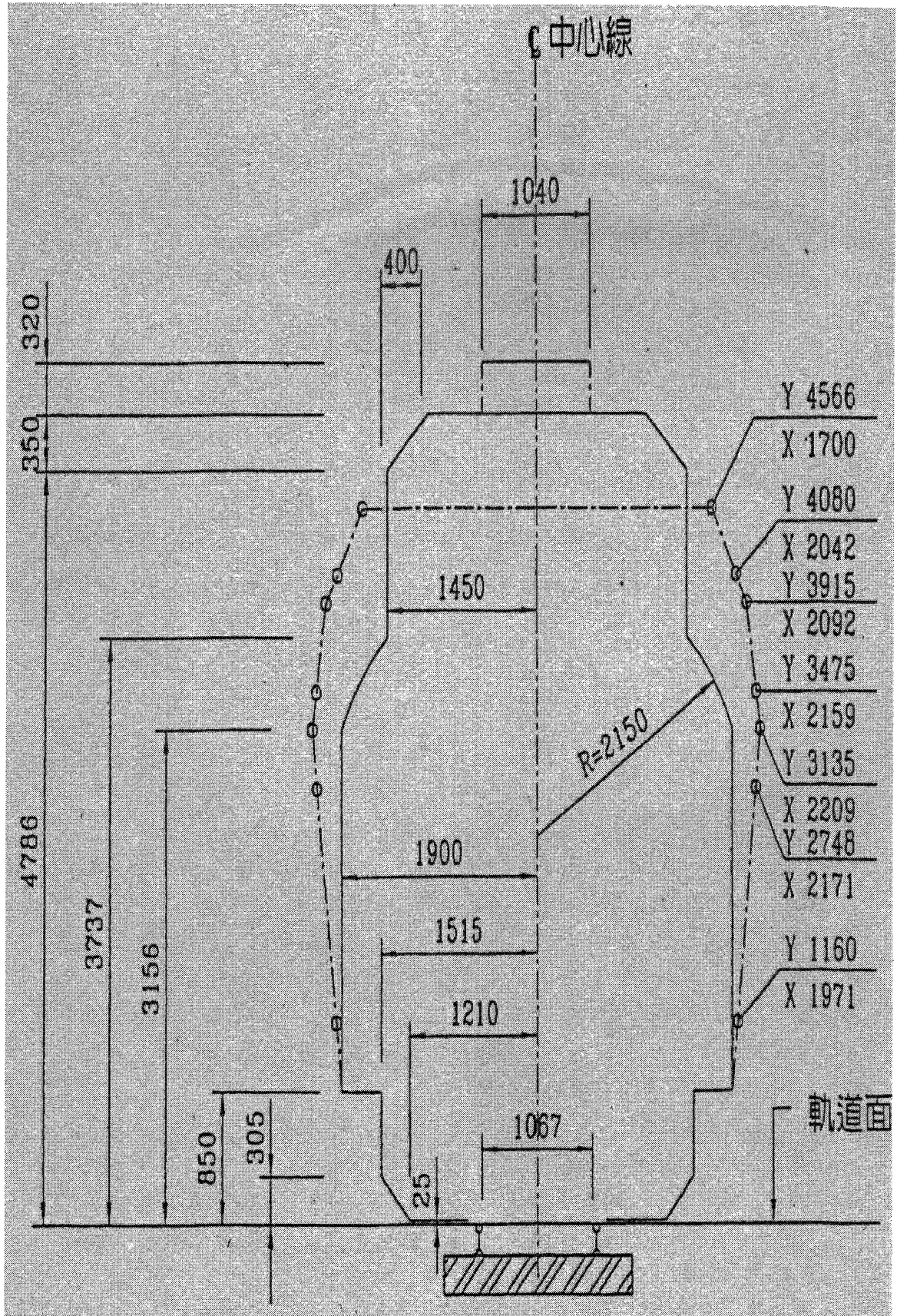


圖 5.2-9 闊大物界限圖

### 5.2.5 軌道中心間距

路線上有兩股以上之軌道平行運轉時，為考慮旅客、乘務人員及養路人員之安全，須訂定軌道中心間距。

#### 一、規章規定

台灣鐵路建設作業程序對軌道中心距離之規定如下：

- 〈一〉站外軌道應在 3.7m 以上。但三線以上應有一中心距離在 4m 以上。
- 〈二〉站內原有軌道，其中心距離應在 3.7m 以上，新建軌道應在 4m 以上。但情形特殊得縮減為 3.8m。
- 〈三〉貨物裝卸線與相鄰側線及存車線相互間，得縮減為 3.4m。
- 〈一〉正線上之曲線，應加寬至  $(\frac{24,500}{R}) \times 2(\text{mm})$  以上，側線上之曲線半徑，小於 300m 者，其中心距離應酌予加寬。

#### 二、說明

- 〈一〉站外二股道中心距離為 3,700mm 時，每股道扣除車輛界限所剩之空間  $3,700 \times \frac{1}{2} - 1,500 = 350\text{mm}$  較乘務人員瞭望及旅客伸出車外之安全距離 300mm 尚有 50mm 之寬裕，惟隨著列車速度增加之趨勢，新線規劃設計時，宜提高至 3.8m 為宜。

在二股道上養路人員無論巡視軌道或路線養護工作，均可在軌道外之路肩上以迴避列車之通過，但在三線以上時，因列車運行頻繁，尤其鐵路電化後，列車運行之聲音變小，在軌道中間工作之人員，如有雙方來車恐有躲避不及之虞，故必須有一股道之中心距離應在 4m 以上。

- 〈二〉站內原有軌道中心間距必須 3.7m 以上，係為車站工作人員，因調車、摘掛勾、抄車號及檢車等工作，所需之適當安全距離。隨著鐵路電化之發展，列車密度加大及速度加快之趨勢需要，新建鐵路站內軌道中心距離應在 4m 以上，但如受到地形或用地取得困難等限制時，得縮減至 3.8m。
- 〈三〉貨物裝卸線與相鄰側線及存車線之用途均為停留存放車輛，以為裝卸貨物及待用或備用之車輛，車輛之移動速度緩慢，作業人員工作時易於迴避，故軌道中心距離得縮減為 3.4m。
- 〈四〉正線上之曲線軌道間距，因車輛構造關係，軌距須予以加寬，軌道須予以超高，因而產生車輛偏倚量使軌道中心間距減小，故軌道中心距離應再加 2 倍之加寬度。側線上之曲線半徑小於 300m 時，應以下式檢討曲線車輛之最小間隙，如其最小間隙小於作業人員之安全距離 300mm 的 2 倍時，軌道中心間距應酌予加寬。

$$\text{曲線上車輛最小間隙} = \text{軌道間距} - \text{車輛界限}(1,500\text{mm}) - 2W$$

### 5.2.6 站場平面設計要求

## 一、綜合考慮車站位置，滿足站場長度要求。

在滿足運輸需求之前提下，盡量將車站設在能夠形成當地經濟中心的城鎮附近，並與都市計劃相配合，以利工商業運輸；將車站設在地形、地質條件較好之地段，盡量避免高填、深挖，避開或減少橋隧工程；少徵收民地，少拆遷民房。選擇較大車站正線平面位置時，不能單憑車站正線的平、縱斷面情況作決定，要按照車站佈置圖形考慮整個站場路基橫斷面是否合理作決定。站場長度應預留遠期的發展。

如有困難，車站須設在橋梁上或隧道裡時，一般設在橋梁上比設在隧道中為佳。如車站設在隧道裡時，應盡量使停站列車的首尾和站房位於露天部分，以利營運。

## 二、車站正線一般設計為直線，僅在困難條件下才可設計為曲線。

欲使列車能以較高之速度在正線上行駛，站內調車機車及工作人員工作方便計，站內之基準線應以直線佈設，如此不但站內視線良好，亦有利於路線佈置、道岔配置及曲線佈置。站內側線之配置亦然，尤其調車作業頻繁之拖上線，應盡量使之成為直線，以利號訊溝通。若站內之基準線必須為曲線時，為避免造成死角，應選擇大半徑。側線群需與基準線平行，配線才能舒暢優美，減少用地。

設在曲線上的車站有下列缺點：作業瞭望視線不良；增加中轉號誌時間；增加不安全因素；增加列車起動阻力；作業繁忙的車站增加作業人員與養護維修工作量等。

## 三、曲線車站應注意的問題

站內作業瞭望視線不良是車站的嚴重缺點。因此，車站設在曲線上時，應儘量減少曲線偏角，縮短曲線長度，合理選用曲線半徑，周密考慮曲線在站場範圍內的部位，以改善車站作業條件。

除曲線偏角和曲線半徑外，運轉室位於曲線內側或外側，車站路基是路堤或路塹等均影響曲線車站的作業通視條件。設計時應從平面和縱斷面上考慮，並合理佈置站內設備如站房及貨場等位置，以改善通視條件。

## 四、站場長度

站場長度之範圍包含到開線有效長度及咽喉區長度。咽喉區係指進站第一個道岔的基本軌接縫處至控制到開線有效長之股道的出發號誌機（或警衝標）之區間。

站場長度之計算，通常根據到開線有效長度、股道數目、貨場和拖上線佈置及有無安全側線或其他支線接軌等情況，繪製車站佈置示意圖後，分別計算上行方向、下行方向之站場長度，然後取其大值且為10m的整數。每一方向之咽喉區有左端、右端二處。

## 五、各股道之用途及使用方法明確化

車站之配線計畫要與各線功能及運轉能力相配合，以「站內作業的車輛移動最少之線形」、「各線的功能單純、明確、避免重複」、「安全又高效率」

者為最佳。即使業務量少，出發、到達、調車、出入區亦須避免重疊。到開線、拖上線、出入區的機車迴轉線、迴送線，原則上需與其它線分開設置。另外正線橫渡與拖上起點的橫渡，重疊的機會相當大必須盡量避免。

然而若將各股道的功能過度分離，有時會造成不經濟的設計，如貨車調車站，利用本務機車調車與專用調車機車調車，一般雖都有分開，惟若貨車數在 400 輛以下時，則以兼用為宜。

#### 六、軌道配置應盡量避免或絕對禁止之事項

軌道配置之設計應儘量避免下列情況：

- (一) 介曲線與豎曲線重疊。
- (二) 介曲線鋪設在無道床橋樑上。
- (三) 圓曲線上鋪設道岔。
- (四) 道岔設在橋台背後 20m (一輛客車長) 範圍內。
- (五) 將反向曲線的兩介曲線直接連接。

軌道配置時應絕對禁止下列情況之設計：

- (一) 道岔設在介曲線上。
- (二) 道岔設在豎曲線上。
- (三) 道岔設在無道床橋樑上。
- (四) 道岔設橋台背後 20m，不得已時容許 10m。
- (五) 軌道伸縮接頭設在無道床橋樑上。
- (六) 軌道伸縮接頭設在介曲線上。
- (七) 軌道伸縮接頭設在橋頭背後 20m，一般接頭為 10m。

#### 七、運輸區間與站場之關係

某一運輸區間之車站等級及功能定位，雖受周邊地區之環境與地形影響甚大，然為提高運輸效率，有些車站定位為快速列車通過站，有些車站則定位為每站停車的中間站，以配合地方運輸需求。運輸區間內的中間站，如果其旅客、貨物列車長度不會變更，其路線有效長、月台長度等設施，宜以統一為宜。如為增加運輸區間的路線容量，消除運輸瓶頸，在辦理交會、待避的車站，須增加設備。

#### 5.2.7 規章規定

台灣鐵路建設作業程序、行車實施細則、號誌機及其標誌設備規則中，有關站場軌道配置之相關規定如下：

- 一、站內正線沿月台部分除兩端外，其曲線半徑特甲級線及甲級線不得小於 500m，乙級線不得小於 300m。側線上之曲線半徑不得小於 160m，必要時，得縮減至 120m，分岔或機車不進入者，得縮減至 100m。
- 二、站內原有軌道，其中心距離應在 3.7m 以上，新建軌道應在 4m 以上。但情形特殊得縮減為 3.8m。貨物裝卸線與相鄰側線及存車線相互間，得縮減為 3.4m。

- 三、站內開到正線有效長度規定如下：〈一〉特甲級線及甲級線為 450m 以上。但因情形特殊得縮減至 300m。〈二〉乙級線為 250m 以上，但因情形特殊得縮減至 150m。前項有效長度在旅客列車專用線得酌予縮減。路線有效長係指路線兩端警衝標間之長度；一端設有出發號誌機者，指由該出發號誌機至後端警衝標間之長度；上下行正線兩端設有出發號誌機者，指該上下行出發號誌機間之長度。
- 四、路線分岔之處所應設警衝標。警衝標係指路線分歧處所或交岔處所各路線上之車輛，不致阻礙他線之界線點所設之標記。警衝標之內方指車輛互相不阻礙之方向。
- 五、站內應設進站號誌機及出發號誌機。但列車進出站處無交叉路線，未設道岔或道岔經常鎖閉者得予免設。
- 由同一路線分歧二股以上之進路，每一進路應有一個進站號誌機，設於同一號誌桿或同一地點。
- 進站號誌機應依下列各款之規定設置：〈一〉在該進路最外方對向轉轍器之外方 60m 以上之地點。〈二〉在該進路背向轉轍器或路線交叉附帶最外方警衝標之較外方 30m 以上之地點。〈三〉在該進路列車應停止區域之外方 60m 以上之地點。〈四〉在中央控制行車區間，不受前三款規定距離之限制，並得在各外方 10m 以上之地點設置。
- 由同一路線分歧二股以上之進路，每一進路應有一個出發號誌機，設於同一號誌桿或同一地點。
- 出發號誌機之位置，應依下列各款規定。但如轉轍器或路線交叉係屬於側線者，得免依第一款及第二款規定辦理：〈一〉該進路最內方對向轉轍之內方。〈二〉在該進路背向轉轍器或交叉路線最內方警衝標之內方。〈三〉在該出發路線上列車應停止區域之外方。
- 六、旅客月台之寬度，無天橋出入口、地道出入口、房屋、候車室及廁所等建築物並供兩面使用者，不得小於 3m；一面使用者，不得小於 2m。旅客月台長度不得小於該站行駛最長旅客列車之長度〈不包括機車、煤水車〉。旅客月台之邊緣至軌道中心距離，應為 1.515m。貨物月台之邊緣至軌道中心距離，應為 1.56m。
- 七、正線分岔應設在站內，並儘量避免設於曲線上。但由正線分岔之側線，因特殊事由有相當保安設備者，不在此限。

## 5.3 車站站場配線示意圖

### 5.3.1 站場配線規劃之步驟

站場為圓滿達成其所需之各項作業，除須具有適當的設備外，為充分有效發揮其設備功能，應分別依其需要配置各種路線。各種路線之配置與連接方法，稱為配線法。配線之良窳將影響站場功能之能否充分發揮，因此規劃設計站場時，對其配線之決定，務須慎重從事。一般之規劃步驟如下：

## 一、概估車站規模

站場配線規劃應依據下列資料，估算所需之股道數、所需之路線有效長、客貨月台數等規模：

- (一)、目標年客貨運量：含上下行別、月台別、每年、每日、尖峰時段等。
- (二)、列車次數：含幹支線上下行別、列車類別、每日、尖峰時段等。
- (三)、車站功能定位：如交會、待避、摘掛、始發終點、車輛基地等。
- (四)、車站形式：高架、地面或地下等。
- (五)、車站附近地區之相關建設計劃，如工商發展計畫、都市計畫等。
- (六)、站內運轉作業方式。

## 二、繪製配線示意圖及規劃圖

規劃配線時，首先應研究配線之骨幹，繪製站場路線配線示意圖，亦即參照上述估算之設備與規模，繪概略配線示意圖，圖上儘可能包括車站中心里程、路線用途、線形、路線間距、道岔分歧方向、有效長、月台尺寸、站房等主要建築物，並註明配線所需之重要數據。根據該配線示意圖進行檢討修正，完成計畫草案。對於留置線群等側線，如有使用目的相同之多數線群時，可簡化以龜甲形或梯形，予以概括性繪出，而不必將路線每股道一一繪出。惟正線及重要側線（機迴線等）則必須逐股繪出。道岔是單開或雙開需能分辨清楚。

將計畫草案轉繪成 $\frac{1}{2,500}$ 平面規劃圖，圖中除路線、月台、站房外，為使配線能與地形及既有設備、構造物相互配合，須對用地狀況、山岳、河川、道路、大規模建築物等建築物進行調查。利用 $\frac{1}{2,500}$ 平面規劃圖可以對配線與地形、地物、站內運轉作業之關係等，作一通盤了解與檢討，並提出適當之修正。

開始規劃時如即繪製 $\frac{1}{1,000}$ 或 $\frac{1}{500}$ 比例尺之平面圖，往往會有使整個站場失去均衡之虞，如採用 $\frac{1}{2,500}$ 比例尺，縱為相當大的站場，亦可一目瞭然其全貌，亦能了解列車到開、分解合併，及貨車之分類、編組、留置等作業實態，而可以規劃出整體均衡之配線，故以 $\frac{1}{2,500}$ 比例之平面圖最為適宜。

## 三、研擬方案比較

站場之配線規劃必須考慮周延，研擬各種不同之替代方案，並予以評估比較後提出一個建議方案，作為決策之參考。

## 四、繪製配線細部設計圖

以選定之 $\frac{1}{2,500}$ 平面規劃方案圖為基礎，繪成 $\frac{1}{500}$ 或 $\frac{1}{1,000}$ 之路線詳細圖，再檢討各部份細節而完成設計。

繪圖時正線要比側線粗，同時要說明列車方向，單線運轉上下行共用時為



兩方向，運轉不同列車時需有不同箭號。側線之線條較正線為細，機車運轉及迴送線則為雙向箭號。

台鐵之慣例，路線用途按圖 5.3-1 之記號來表示。

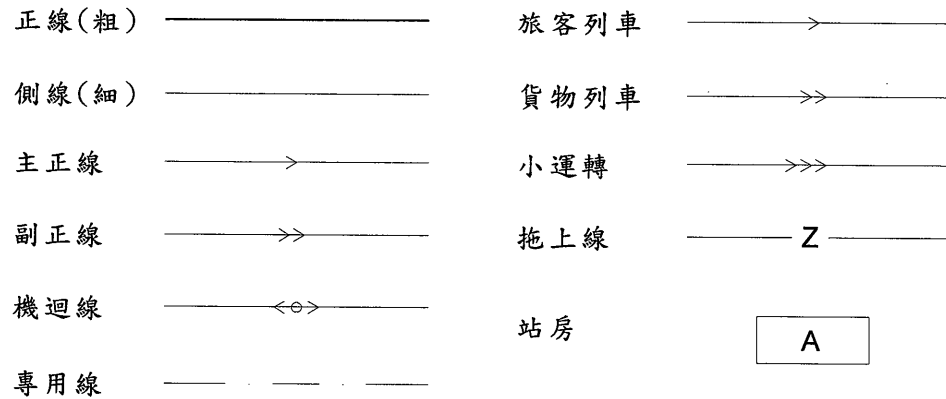


圖 5.3-1 站場配線圖之路線用途記號

各站場在鐵路網上所佔位置互有不同，其客貨運量亦多寡不一，現場地形尤不一致，故每一站場之使命與規模皆不相同，其配線型式亦有多種。又站場由最初營運時期之配線型式，隨運量及使命之變化，而逐經改善，其間又受時代變遷與工程難易等影響，故演變結果千變萬化，實無法逐一列舉，職是之故本文特選擇數種基本型式之配線，加以說明，提供實務工作者之參考。

本文中有關站場之配置示意圖有二種簡化表示方式：一種繪有股道數之線群，旨在表示一線群，惟其所表示之路線股數等，不一定正確；另一種用在範圍較大者，設備較複雜之站場，以梯形表示一線群，該圖雖不能表示局部的道岔配置，但可易於了解各線群之連接關係，有關道岔之配置方法，參見 1.5.3 節。為便於說明起見，特規定圖之左方為上行，即由圖左方向右方運行之列車稱為下行列車，與其相反者為上行列車。為便於比較，圖中站房雖皆配置於上行正線之一側，並非指站房必須設於於上行正線之一側不可，如站房設於下行正線之一側時，可將圖轉向觀之，則其配線亦同。

### 5.3.2 簡易站配線示意圖

貨物之載運有零擔 (Less-than-Car Load, L.C.L) 及整車 (Car Load) 兩種。零擔貨物以一件為單位，當貨物列車停站時，利用旅客月台裝卸。但整車者為一貨主包用一貨車，載運貨物自一站至另一站之專用裝載，故整車之貨物，於貨物列車到站後，將該貨車摘解推進貨物裝卸線 (Loading and Unloading Line, Freight Line) 卸車。發運整車貨物時，預先在貨物裝卸線裝車，迨貨物列車到站，將其連掛於列車上而後出發。

簡易站為營業中設備最簡陋，業務最清閒者。單線區間僅沿正線設置岸壁式月台如圖 5.3-2 (a) 所示，複線區間僅設置岸壁式月台或島式月台如圖 5.3-2

(b)、(c) 所示。簡易站之設置，因僅為方便附近少數人口的利用，故僅辦理旅客上下及零擔貨物之裝卸，並不辦理整車貨運，亦不辦理上下行列車之交會，故不配置任何貨運及運轉設施。

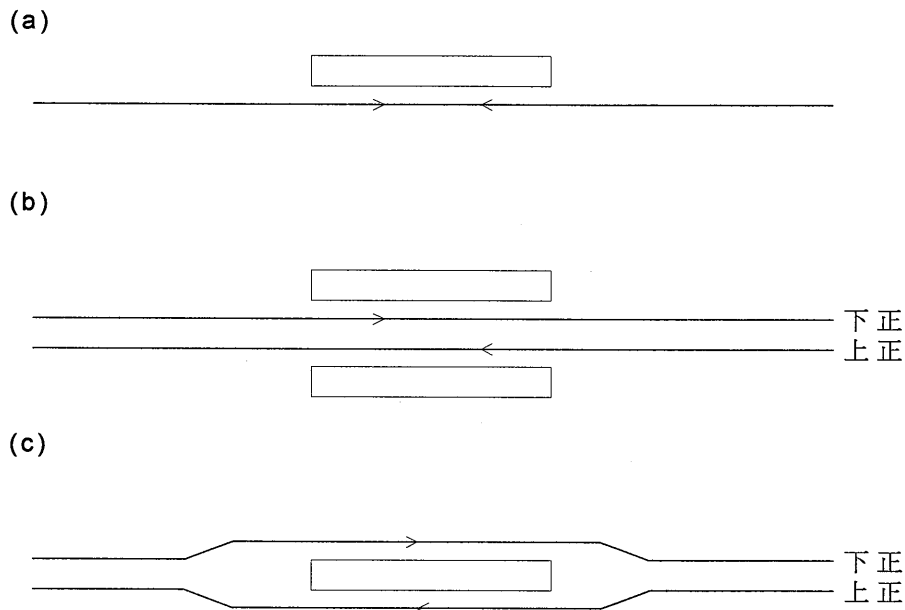


圖 5.3-2 簡易站配線示意圖

### 5.3.3 中間小站配線示意圖

此處所謂之中間小站係指旅客列車到達該站，俟旅客上下完畢仍繼續開行之站。

中間小站的位置，或為沿線重要市鎮的所在地，或為沿線特別繁榮的鄉村，產業與人口雖已相當繁盛，但因地非要衝，客貨運輸並不繁忙。中間小站的設置，既辦理客運與貨運，亦辦理列車會讓與調車，但作業量至為有限，故僅需就簡易站增設待避線，橫渡線、裝卸線，及貨物月台即已足用。

圖 5.3-3 係單線區間為辦理上下行列車，上行正線與下正線分開辦理之狀況。圖中之 a 為安全側線 (Safety Siding) 乃下行列車與上行列車同時進站所必備之路線。在列車運轉稀疏區間，可不設安全側線，但上下行列車不能同時不能同時進站。(台鐵實施 CTC 區間則無此項限制) 如同受地形限制或其他原因，未能鋪設安全側線而容許列車同時進站時，則必須保持有充分之逾越距離。

圖 5.3-3 (a) 為列車在本站停車之配線，在本站停車之列車，其進站速度比出站之列車速度高，又進站時之限制速度將增加與前站之間的路線閉塞時間，因此列車進站時以道岔之直線側通過，而出站時以分歧側通過道岔之配線來設計站場。

通過之列車較多時，可依圖 5.3-3 (b) 設置雙開道岔，以增加曲線半徑，提

高速度。為讓特快車等通過列車不受速度限制，可將其中一線配置為直線，另一作為待避線如圖 5.3-3 (c) 所示，但此種配線將增加號誌機及安全側線等工程經費。

以上之配線，如未設月台不辦理旅客業務時，稱為號誌站，僅能讓列車交會。

圖 5.3-2 之 (b)、(c) 及圖 5.3-3 之 (a)、(b) 可視為中間小站主要正線配置之基本型式，如加設副正線及各種側線，則形成複雜之配線。

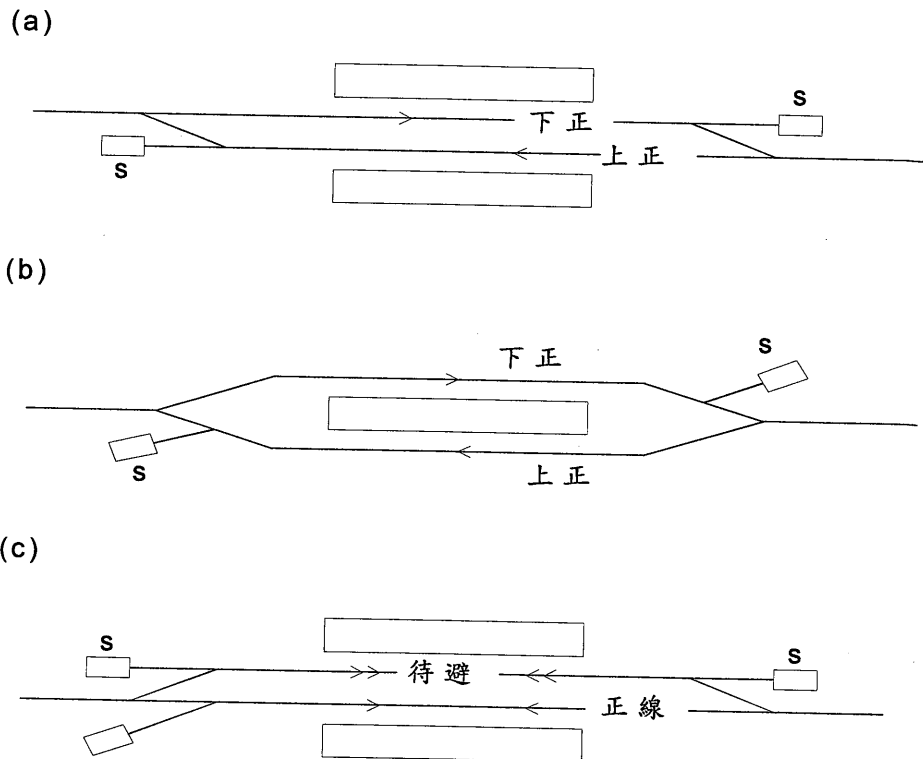


圖 5.3-3 單線區間中間小站配線示意圖

圖 5.3-4 為中間小站配線之標準型式，圖 5.3-4 (a) 為單線區間，圖 5.3-4 (b) 為複線區間。圖中月台之配置，並非必須如圖限用岸壁式，實際上採用岸壁式或島式皆無不可，對列車運轉作業並無影響。相關之運轉作業說明如下：

一、上行貨物列車之到開

旅客列車無論上行或下行皆停於月台前，以便旅客上下。上行貨物列車到達上行正線後，有應行摘解之貨車時，將所需摘放之貨車，由機車牽引至道岔 d 前方，摘放到上行 2 股貨物裝卸線上，如果無法直接摘放在上行 2 股時，可暫時摘放在上行 1 股，隨後以手推或調車機車施行調車作業，將貨車移至 2 股作貨物裝卸。

往上行方向發送的貨車，留置於上行 1、2 股等待，俟上行貨物列車到達時，

機車先駛至道岔 d 折返，將等待在上行 1、2 股道之貨車連掛，拖上至 d，而後與列車連掛出發。

## 二、下行貨車列車之到開

下行貨物列車到站之貨車，如有應在該站摘解之貨車時，則由機車暫時先摘放在下行 1 股道，列車出發後，經橫渡線 e，進入上行正線至道岔 d 的前方折返，進入上行 2 股道裝卸。

往下行方向發送之貨車，經橫渡線 f，再行駛至下行正線，預先存放在下行 1 股，俟下行列車到站後，由機車牽引與列車聯掛。

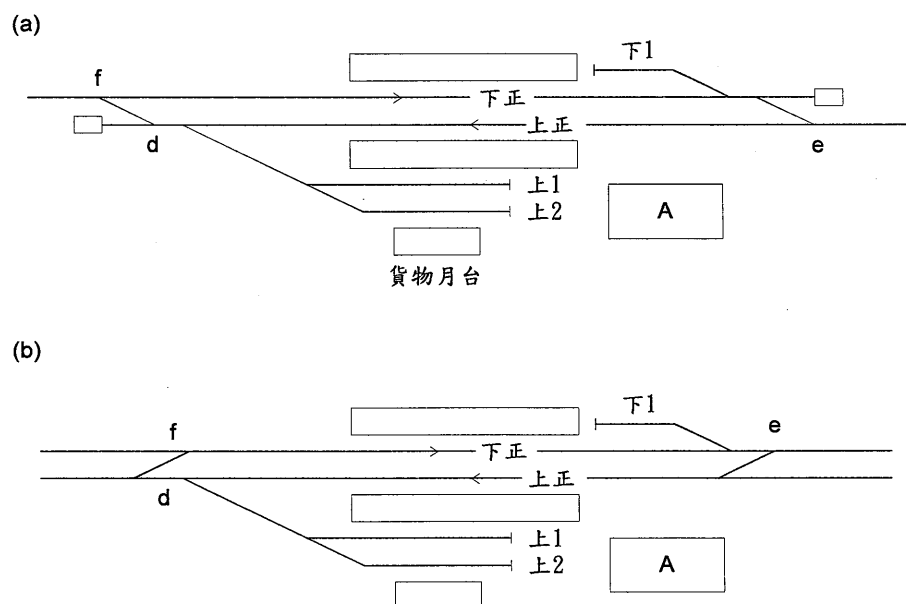
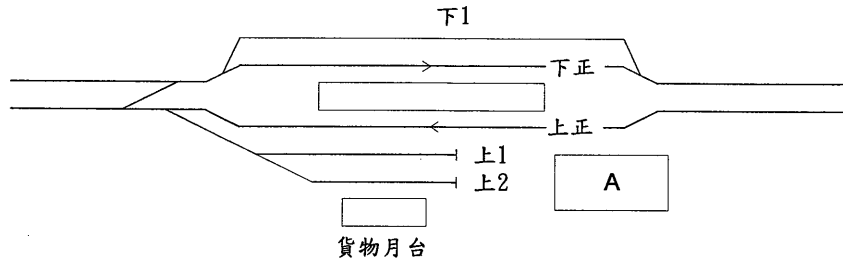


圖 5.3-4 中間小站配線例之一（標準型）

## 三、摘掛線迴轉線型

貨車在上下行線之間，作移轉授受（取送）作業時，因必需在正線上行駛，對正線行車障礙的時間頗長，為縮短其障礙時間，增設一股道作為迴轉線，如圖 5.3-5 (a)。於單線區間下行列車之摘掛作業，也不能橫越正線，同理亦可依圖 5.3-5 (b) 之例，將迴轉線設置於上行側（上行 1 股）。

(a)



(b)

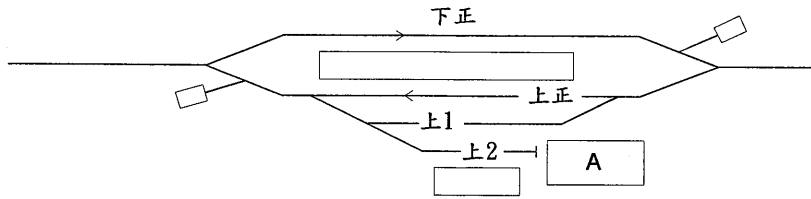


圖 5.3-5 中間小站配線例之二 (迴轉線型)

#### 四、摘掛線之股道數

圖 5.3-4、圖 5.3-5 之例，摘掛線都只有一股道，如果貨車須摘放及聯掛作業同時進行時，則需要二股道。通常中間小站摘放與聯掛在同一列車作業的機會不多。

#### 五、貨物月台之位置

站房一般多位於都市的門戶，貨物月台為了汽車轉運以及車站的管理，以設於與站房同一側時，對搬運與車站管理較為有利。貨物月台有設於站房之左側或右側者，如圖 5.3-4 貨物月台設於站房之左側者，在該站到發之貨車，對上行列車雖較為便利，但對下行列車之貨物摘掛會有些不便。如設於站房之右側時，不但上行列車之貨車不能直接摘掛於貨物月台，甚至下行列車也必須橫越正線，更增添其不便，因此貨物月台一般都設置於站房左側為佳。

中間小站在貨物月台裝卸之貨物，一般只考慮整車貨物即可，零擔貨物則利用旅客月台裝卸。

#### 5.3.4 中間待避站配線示意圖

如前所述，貨物列車必須在中間站停車摘掛貨車，因此，貨物列車停站時間，較諸旅客列車為久，遂發生旅客列車必須追越貨物列車之情事。在旅客列車追越貨物列車之站，必須設有待避線。

##### 一、中間站 (待避線一股道)

圖 5.3-6 為上下行正線之外加設一股待避線之配線。

### (一) 單線區間

圖 5.3-6 (a) 為單線區間待避線一股道最常用的配線型式，惟此種配線對要進入下行 1 股道的上行待避列車對進入下行正線列車之進路會造成障礙。

圖 5.3-6 (b) 之情形，待避列車不會造成對向列車進路之妨礙，但用地較大，道岔數量多，工程費相對增加。

圖 5.3-6 (c) 快速通過之列車較多時，在配線上將主正線拉直，使其具有列車交會、追越功能的配線。不過上下行待避列車都會對進入通過線之對向列車造成影響。同時與圖 5.3-3 (c) 之情形相同，對遠距遙控亦會產生問題。

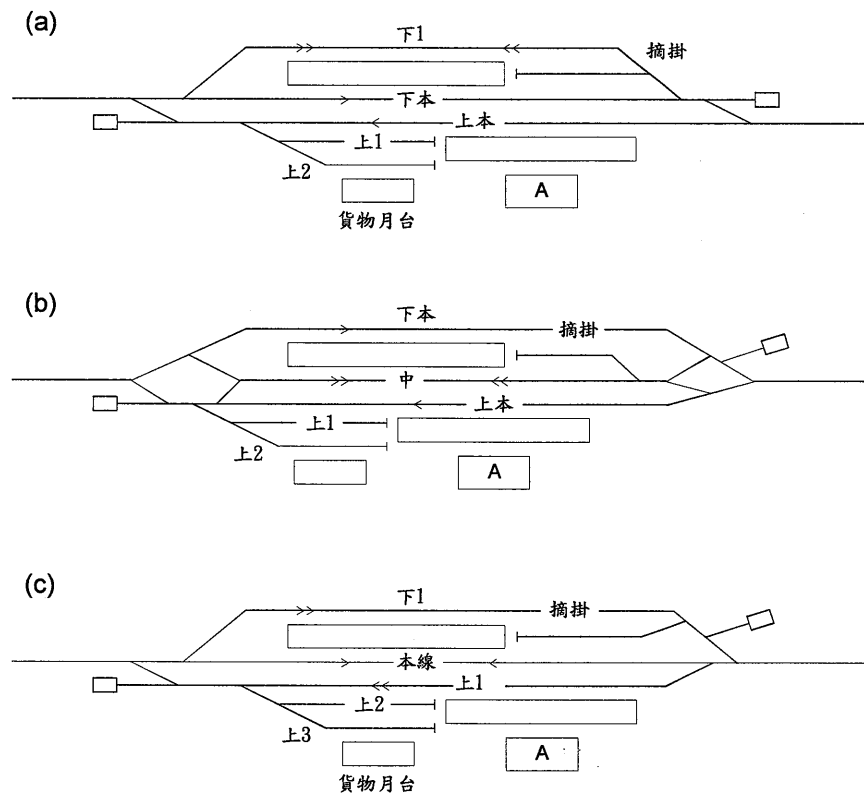


圖 5.3-6 單線區間中間站（待避線一股道）配線例

### (二) 複線區間

圖 5.3-7 為複線區間上下行正線加設一股待避線之配線。

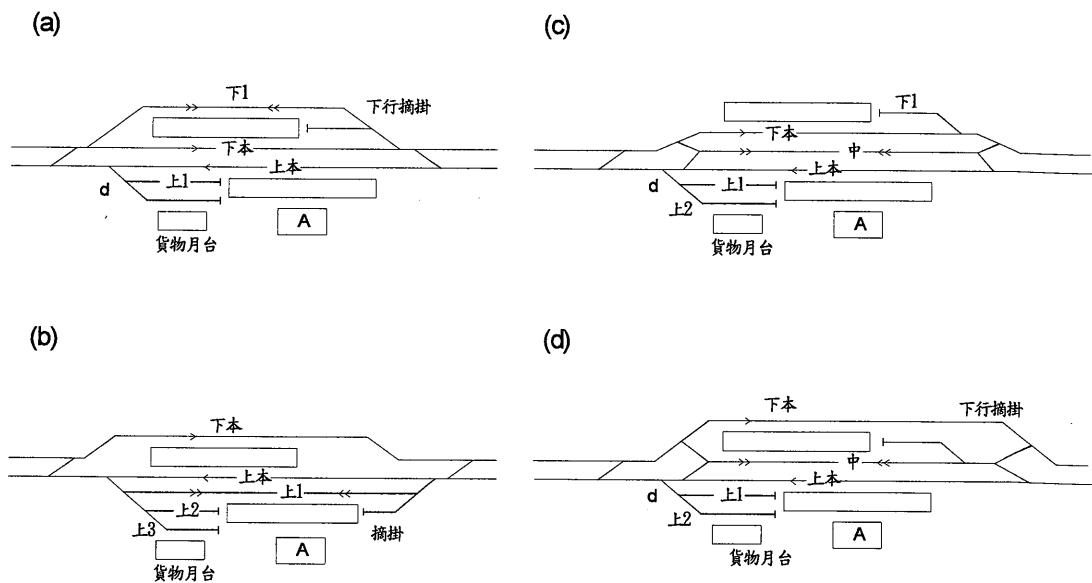
圖 5.3-7 (a) 為單側待避型，上行待避列車到達出發都必須橫跨下行正線，對下行列車造成妨礙，使上行列車之待避產生困難。另外在下行 1 股停車之上行貨物列車之摘掛也需要橫掛正線作業。

圖 5.3-7 (b) 之情形，將待避線設於上行正線側時，下行待避列車則必須橫跨上行正線，而與上行列車相互產生妨礙。另外到達於上行 1 股的下行貨物列車，其摘掛作業必須利用上行正線作對向拖上調車作業。

採用單側待避型配線時，為使上下行之待避列車，能夠使用各屬於本身方向側的待避線起見，於相鄰車站間，以上下側互相輪替之模式配置。

待避列車之到達與出發，與對向列車不會產生障礙之配線，可依圖 5.3-7 (c)、(d) 兩種配置，此種配置在該站上行待避列車及下行待避列車，共同使用中線，故不能同時辦理上下行列車之待避。圖 5.3-7 (c) 適合於無待避旅客列車之情況，圖 5.3-7 (d) 則可待避旅客列車。貨物列車之待避，無論上下行都可利用中線來待避。貨物列車如無需待避時，可直接在上下行主正線到開。上下行的授受（取送）作業，可使用中線，除此之外其作業方法與圖 5.3-4 之作業相同。

圖 5.3-7 (c) 之配線亦可應用於單線區間，惟單線區間之待避線不一定是中線，如圖 5.3-6 (a) 之配線亦甚妥當。

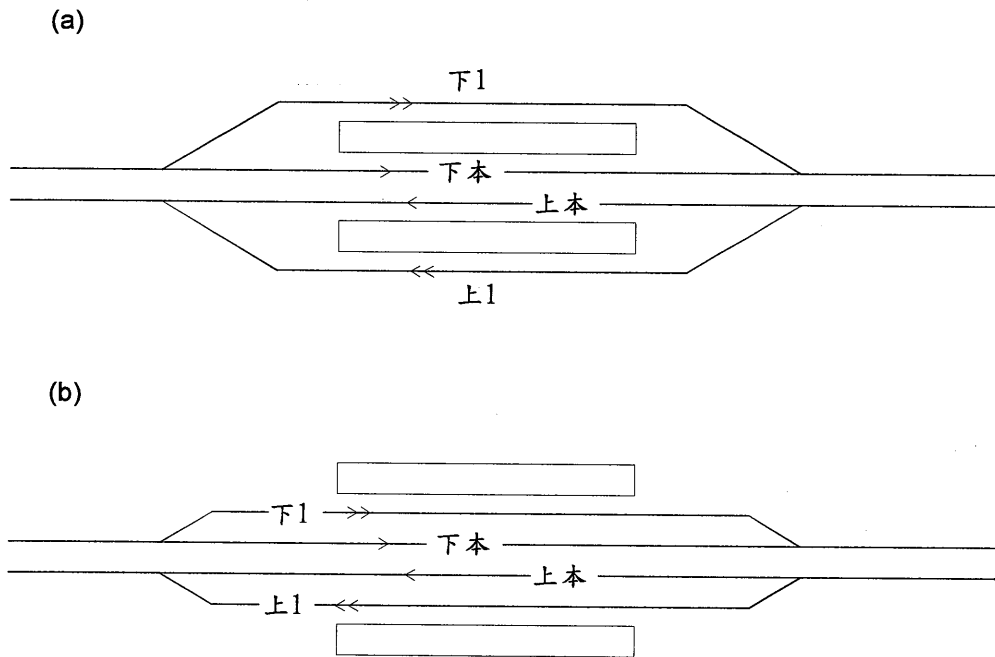


註：圖中上本、下本之本即正線（本線）之意。

圖 5.3-7 複線區間中間站（待避線一股道）配線例

## 二、中間旅客車站（上下行各別待避線）

圖 5.3-8 為旅客車站之配線，圖 5.3-8 (a) 無論主正線、待避線都能讓旅客上下車。而圖 5.3-8 (b) 主正線旅客無法上下車，只適用於特快車不停靠之車站。圖 5.3-8 (b) 之配線雖然用地面積與工程費較少，但無論後方有無超越及無需待避之列車，如要在此站停靠都必須經由道岔之附帶曲線進入待避線停靠。



註：圖中上本、下本之本即正線（本線）之意。

圖 5.3-8 複線區間旅客車站（上下行別待避線）配線例

### 三、中間站（上下行各別待避線、基本型）

#### （一）待避列車之種類與旅客月台之配置

圖 5.3-8 為設有貨物列車待避之車站，圖 5.3-9 (a)、(b)，上下行各設一股待避線，上下行正線間設置一座月台，適用於無旅客列車待避之站。圖 5.3-9 (c) 則上下行各設二股待避線，並設有二座月台，既可作為旅客列車待避之用，亦可作為貨物列車待避之用。二者所設月台座數雖有不同，並非指複線區間應設月台二座，單線區間應設月台一座，月台與待避線的數量，以及配置狀況，皆取決於待避列車之性質與列車次數，不因單線複線區間而有所差異。

待避線之數量完全視其需要而定，有僅設一股者，亦有設三股者。如前所述，某一系列車為另一列車追越時，須有待避線，然無列車追越時，有時亦有需用待避線之情事，例如在自動號誌區間，可利用待避線以增加運轉之頻率。就圖 5.3-9 (c) 而言，當一系列車到達上行正線旅客上下之時，如有後續列車迫近該站駛至進站號誌機時，若前次列車之旅客上下完畢開出，自無問題，若該站上下旅客眾多，列車停留時間較一般中間站為久，如該站未設有待避線，則勢必發生後續列車在號誌機外停車之情事，此時如設有待避線，雖前次列車停在上行正線，但後續列車卻可駛入第 1 股上行待避線。

貨物列車因在中間各站摘掛，因貨車之摘掛順序較無規律，以致中間站貨車摘掛費時，停留時間較久，以致不能迅速運輸。因此，在編組貨物列車



時，對於發往中間站之貨車，應依站之順序加以整理連掛。但經整理連掛妥當之貨物列車，每因在中間站摘掛又使其順序漸趨混亂，故應在某數站整理其順序。凡編組貨物列車及整理編組順序之站，稱為列車編組站 (Train-Making-Up Station)。到達編組站之貨物列車，為分解編組貨車而須停留相當久之時間，因此在一貨物列車停車實施分解編組作業時，遂發生有後續列車必行到達之情事，故有時須設置二股或三股貨物列車待避線。

## (二) 拖上線的必要性及注意事項

站場如無鋪設拖上線，在辦理調車所需之拖上作業時，必須使用正線作業，如遇有通過列車，調車作業必因而中斷。為了不使調車作業中斷，對於摘掛貨車數量眾多，正線障礙時間長之車站，就有必要配置拖上線。

拖上線應設在直線上。如有困難，為辦理編組作業的調車拖上線可設在曲線上，其曲線半徑不宜小於 1,000m，如有特殊困難，曲線半徑亦不宜小於 600m。為辦理摘掛、授受 (取送) 作業的貨場拖上線，在特別困難的條件下，可設在半徑不小於 300m 的曲線上。設在曲線上的拖上線應保證有良好的視野。

拖上線不應設在反向曲線上。

行車量不大或車站作業量較小的單、雙線中間站，可利用正線或專用側線進行調車作業，但其平、縱斷面及視線等條件應適應調車作業的要求。如有困難，曲線半徑不應小於 300m，利用正線或專用側線調車時，應將進站號誌機適當外移。

拖上線的有效長度應滿足調車作業的需要，一般情況下不宜小於該區間運行之貨物列車的一半。如有困難或本站作業量不大時，不應小於 200m。

圖 5.3-9 之配線，調車作業可使用拖上線  $Z_1$ 、 $Z_2$  及上下行各分類線來進行。如果遇到貨車之調車數量眾多，利用本務機車來施行調車作業時，必然導致列車在站內停車過久，因此需要配置貨車調車用之調車機車。此時本務機車只需對列車上的貨車進行摘放及連掛作業，剩下之分類、編組等調車作業則交由調車機車來負責。

縱然配置了調車機車，但如圖 5.3-9 (a) 之配線，因拖上線  $Z_1$ 、 $Z_2$  兼具安全側線之功能，在列車到達時調車作業仍必須中斷。因此圖 5.3-9 (a) 配線之車站，原則上仍以本務機車調車為主，調車機車僅居於補助功能而已。

調車作業如要全部使用調車機車時，應如圖 5.3-9 (b) 將拖上線與安全側線分開，雙方各自分別設立。

## (三) 上下行授受作業 (取送作業)

圖 5.3-9 (c) 之下行 3、4 股，是供下行列車摘放與連掛之貨車暫時寄存路線 (摘掛線)，另下行分類線與貨物月台間之貨車轉移，亦可使用此下行 3、4 股及拖上線  $Z_1$  來施行授受作業。下行 3、4 股線既可暫時寄存下行貨物列車之摘放與連掛，亦可供上行方向之貨車調往下行方向，或下行方向之貨車調往上行方向之用，此種路線一般稱為授受線 (Union Track)。

圖 5.3-9 (a)、(b) 之配置，下行分類線群之右側供分類作業，而左側則可作為授受作業來使用。

上下行貨車授受較多的車站，一般均須配置調車機車。

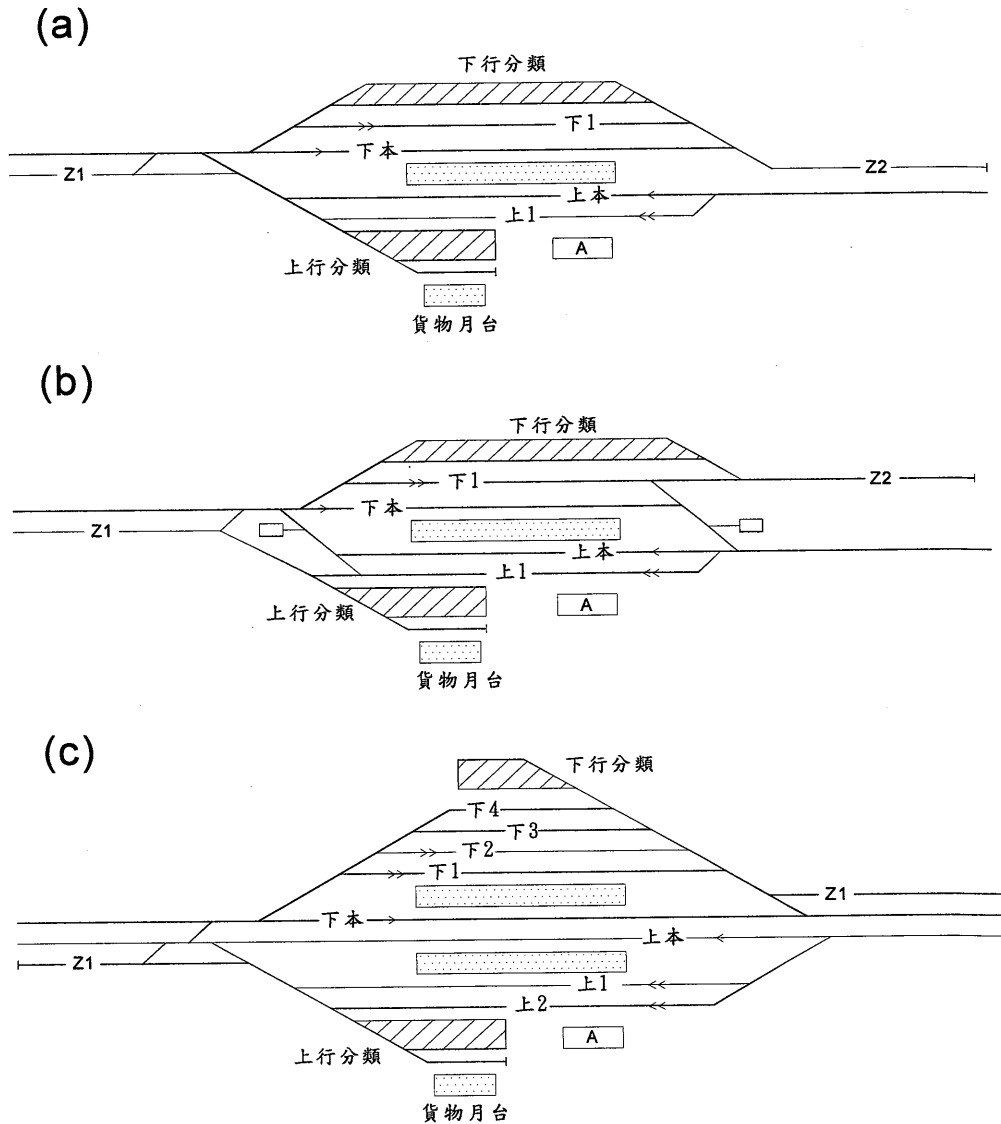


圖 5.3-9 中間站配線例之一（上下行別基本型）

#### 四、中間站（待避線二股道以上，基本型除外）

##### （一）中間待避型

圖 5.3-10 (a) 旅客列車需要待避時，無論上下行均可進入中線待避，而圖 5.3-10 (b) 的配線，只有下行列車才能讓旅客上下車。圖 5.3-10 (b) 的配線上行旅客列車，可利用站房前之月台到開，對旅客引導上頗為有利。但貨物列車如利用中線到開，對貨車的摘掛作業而言，它必須橫越上行正線調車。

上下行之貨車授受作業，可利用中線作為通路線。

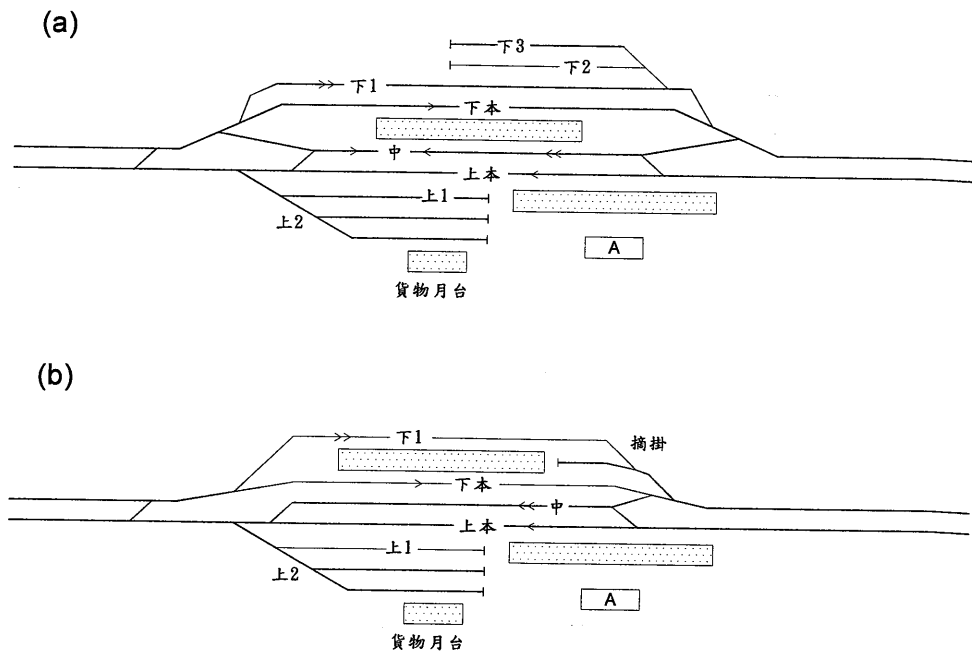


圖 5.3-10 中間站配線例之二 (中間待避型)

## (二) 單側待避型

圖 5.3-11 是將上下行待避線集中在下行側處理的例子，上行待避列車的到開，必須橫越下行正線，在列車頻繁的線區，對正線運行表的安排會構成困難。此點曾在圖 5.3-7 (a) (b) 加以說明過。

圖 5.3-11 (a) 不但有橫越下行正線之缺點外，對上行待避列車與下行待避列車之到開亦相互產生妨礙，為避免此項缺失所採用之配線，如圖 5.3-11 (b)。

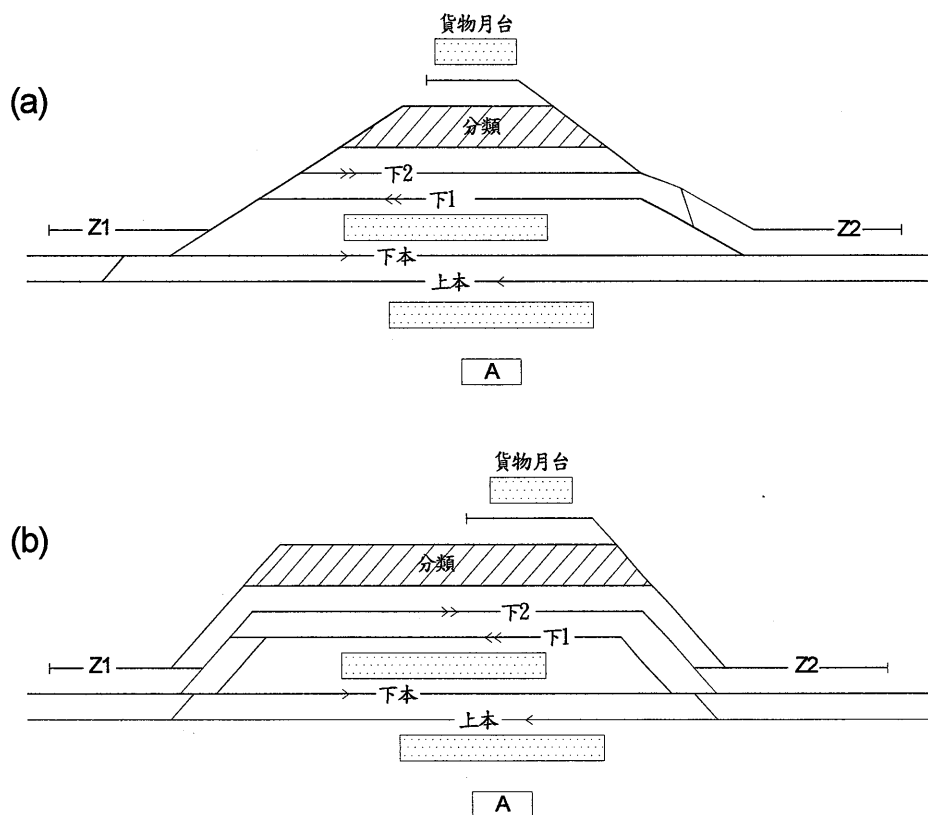


圖 5.3-11 中間站配線例之三（單側待避型）

### （三）分類線單側、摘掛線環抱型

圖 5.3-11 縱然無需辦理摘掛作業的上行貨物列車，為了待避仍須橫越下行正線，為了消除上述缺點，可採用圖 5.3-12 (a) 之配線，此配線對旅客列車班次多的線區有利。

以全列車對向正線橫越運轉，或以調車機車橫越，權衡兩者之利弊，則以調車機車來橫越時如有發生任何後果，其所受之傷害較為輕微。

因此上行貨物列車之摘掛，則可利用中 2、3 股來調車後，再以調車機車牽引橫越下行正線送進分類線為宜。但如有始發或終點到站列車，須處理之貨車數甚多之車站，即以全列車一次橫越正線較為有利時，則可採用圖 5.3-12 (b) 之配線。

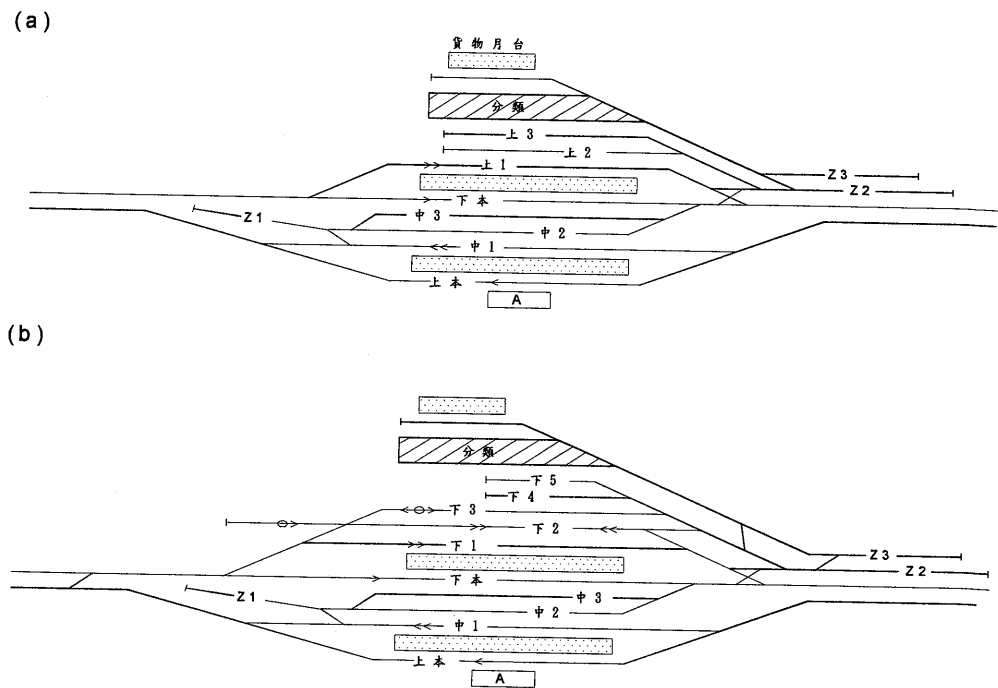


圖 5.3-12 中間站配線例之四（分類線單側、摘掛線環抱型）

### 5.3.5 終點站之功能與配線

終點站位於路網的終點，或為客貨量大之都會所在地，或為支線連接之分歧站。它除具備客運與貨運的功能外，亦需辦理列車始發與終點到站作業。旅客始發到站的終點站場，除了要有列車始發、終到的設備外，亦需有留置、更換編組、車輛清洗、檢查修理設備。貨車始發終到的終點站場，除了要有列車始發、終點到站的設備外，亦需有貨車分解、編組等設備。此等車站之站場必要時亦應併設機車轉向、加油給水以及檢查保養等機務設備。

都會區之站場因客貨量多，故其規模宏大，始發終到之列車次數多，運轉所需設備相當齊全。上述之終點站，如將所有設備設在同一站場內，在人煙稠密，用地取得不易之都會區是相當不經濟的，因此都會區之終點站，通常僅設辦理客貨運之設備，而將運轉上之終點設備，另設於郊外適當地點。此種僅具有運轉上所需終點設備的站場，稱為調車場。

綜上所述終點站之路線配置，需根據其在路網上所處之位置及其擔負之任務，而作不同之配置。

### 5.3.6 一般型貫通式終點站

圖 5.3-13 為最簡單的一般型貫穿式終點站配線例。在該站始發終到之列車極少，而大部分列車在該站到發通過。該站位於路網之中間，具有一般終點站之設備，其運轉作業分述如下：

一、旅客列車機車之更換

該站設有機務段，凡經過該站之列車皆更換機車，即所謂之機車終點站。上行列車到達車站上行正線時，牽引列車到站而在該機務段入庫之機車（以下簡稱到達機車）如須進入機務段時，於摘開列車後，經  $a_1$  進入機務段，而另一輛牽引該列車繼續行駛之機車（以下簡稱本務機車），於該旅客列車到站前，預先出庫在  $E_1$  機待線（Engine Waiting Track）等待，俟列車到站，而到達機車往  $a_1$  駛離後，本務機車則由  $E_1$  駛出，經拖上線  $Z_1$  後折返，而與上行正線之列車連掛，完成機車之更換。至於下行旅客列車之更換機車則在機待線  $E_2$  行之。

## 二、旅客列車始發及到達終點之作業

該佔有駛發終到之旅客列車時，為收容該列車之客車，須設客車留置線（Storage Track）。圖中之客車線群包括客車留置線、客車洗車線（Washing Track）、及客車檢查線（Track for Regular Inspection Cars）等。

上行客車（PC）列車抵達終點，旅客下車後，該列車即利用其本務機車，往上行方向經由正線或拖上線  $Z_1$  折返，將客車（PC）車廂推入客車線群後，機車再進入機車庫。

下行到達終點站列車，到達下行線俟旅客下車後，即由該列車之機車拉往拖上線  $Z_2$ ，再折返進入客車留置線群，而後機車入庫。

上行旅客列車始發時，首先由機車出庫駛往  $a_1$  線，轉入客車線群連掛客車後，拖往拖上線  $Z_1$  折返，停放在上行正線等待開車。下行旅客列車始發時，本務機車出庫駛向  $a_2$  方向，其他作業則與上行出發旅客列車相同。

電聯車（EMU）、柴油車（DR 或 DMU），因客車本身具有動力，可以自走，有關本務機車之作業可省略。

## 三、貨物列車始發及到達終點之作業

到達上行待避線之上行貨物列車，其本務機車脫離列車後經  $a_1$  入庫，縱有不入庫之情況，在處理貨車數量多之車站，其分類、編組、調整到站順序等之調車作業，一般都交由調車機車來作業，因此該本務機車大都往拖上線  $Z_1$  之盡頭或分類線等處待避為多。

本務機車從列車摘離後，在拖上線  $Z_1$  等待的調車機車立即下來連掛，拖往拖上線  $Z_1$ ，利用上行分類線群施行分類作業。上行列車編組完成後，由調車機車拖至上行 1 股置放，調車機車再往  $Z_1$  待避，此時出發機車由  $a_1$  方向出庫折返在列車前端連掛後出發。

下行貨物列車在下行待避線到發，利用拖上線  $Z_2$  及下行分類線群來施行分類作業。

## 四、上下行貨車之授受作業

上下行貨車之授受作業，即在下行之分類線群中有調往貨物裝卸線之貨車，可由配置在  $Z_1$  之上行調車機車，調往下行分類線群後端進行之。

## 五、旅客列車附屬編組之摘掛

旅客列車除原編組（固定編組）之各種車輛外，另連掛有附屬應用之客車（加掛車）。原編組係在該列車運轉區間內，構成列車之標準固定編組。附屬編

組（加掛車）由於與固定編組運用不同，在不同之區間常有不同的連掛方式，有些加掛在列車前端，有些加掛在列車後端。加掛在列車前端之摘放、連掛，配合本務機車之入庫、出庫同時進行，如本務機車無需出入庫之作業，通常列車前端之加掛，其摘放與加掛作業仍由本務機車辦理。另一種加掛在列車後端的加掛車，其摘放與加掛作業，則必須由調車機車辦理。

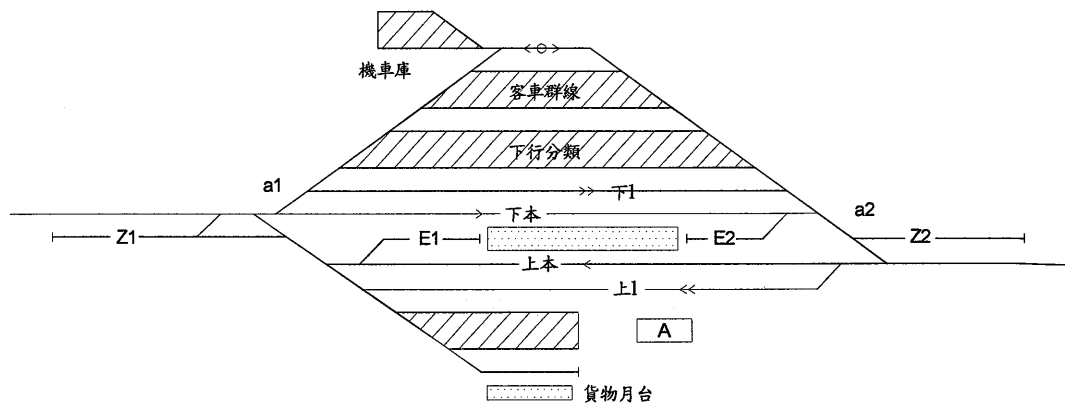


圖 5.3-13 貫通式終點站配線例

### 5.3.7 端末式旅客專用終點站

位於路網終點之端末式旅客專用終端站，若站房與旅客月台直接連接，對旅客上下車較為便利，惟對列車運轉則較為不便。電聯車、柴油車之折返運轉比較簡單，為使路線與其他交通運輸路網相互連接，可將此種終點站設在都市中心，其車站型式多為端末式，僅辦客運，站內只有折返設備，車輛基地則設在市郊之適當地點。圖 5.3-14 為端末式旅客專用終點站之配線例。圖 5.3-14 (a) 靠月台設有 1,2 兩股道利用 1、2 股交互辦理列車之到開。在電聯車運轉頻繁時，可縮短到達月台折返出發之停留時間。此種車站如須同時辦理數種列車系統，或列車到達與出發順序要變更等情況，需要延長電聯車停靠月台時間時，應如圖 5.3-14(b) 增加月台數量。列車下車旅客與上車旅客混雜較為嚴重者，可依圖 (c) 將上車月台與下車月台分開設置。電聯車在第 1, 2, 3 股線到開，a、c 為上車月台，b、d 為下車月台。圖 5.3-13 之配線在車站進佔之橫渡交叉線 (SC)，將有出發與到站之電聯車造成相互妨礙之缺點，因此 SC 乃是左右正線列車最小運轉時隔關鍵之所在，也成為端末旅客車站之弱點。(SC 為剪型道岔)。

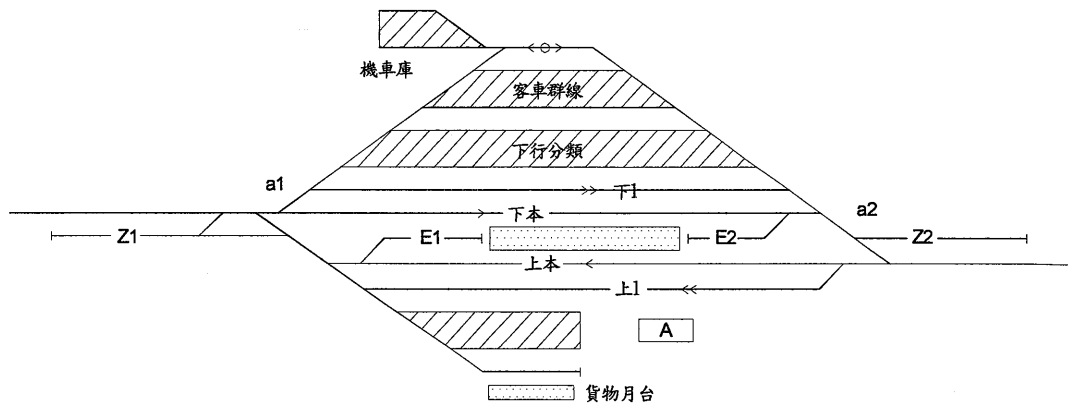


圖 5.3-14 端末式旅客終點站

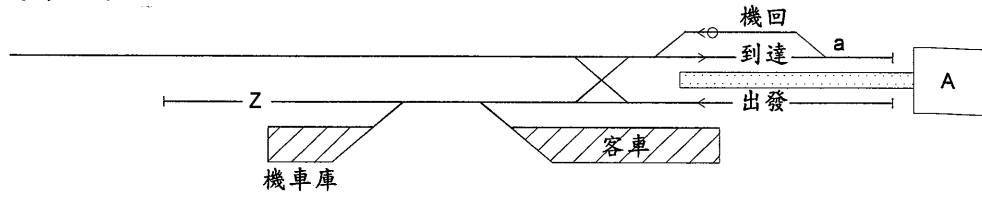
圖 5.3-15 之 (a)、(b) 為單線區間中長途旅客列車終點站之配線例。旅客列車到站後，短時間不會立即折返，需作長時間的滯留，俾作車廂清洗與檢查，因此終點站場內多設有客車線群與機車庫。旅客列車到站後，為將客車調往客車線群，需設一股機迴線。本務機車先進入 a 線，再折返經由機迴線，連掛在該列車之左端，俟旅客與行李下完後，即將客車調往客車線群，然後機車入庫。當列車出發時，機車出庫先連掛留置在客車線群的客車左端，送進出發線，搭載旅客與行李後出發。圖 5.3-15 (a) 之客車線群佈置，無論到達或出發，需利用調車線 Z 折返運轉。圖 5.3-15 (b) 則無需折返，可由到達線直接進入客車線群，及由客車線群直接推往出發線。圖 5.3-15 (b) 之調車線 Z，係供機車入庫，與客車線群中之洗車線、檢查線及客車留置線相互間調車，及編組時所使用之路線。圖 5.3-15 (a)、(b) 之任一情況，當到達列車轉往客車線群時，與出發列車之進出，皆在交叉橫渡線處互相妨礙。若將客車線群設於正線之上端（到達側），則當客車由客車線群調往出發線之際，與到達列車之進入發生衝突。就列車阻礙之輕重衡量，到達列車之阻礙比出發的阻礙要來得嚴重，故客車線群以依圖 5.3-15 (a)、(b) 設於正線之下方（出發側）為宜。電聯車、柴油車等能自走的客運車輛，可按圖 5.3-15 (c)、(d) 之配線設計，因無需設機迴線，在配線上較為簡單。

圖 5.3-15 之 (e)、(f) 為複線區間之端末式旅客站之配線例。圖 5.3-15 (e) 與單線區間之情形相同。若站場不能取得較長之用地時，可照圖 5.3-15 (a)，將客車線群與旅客月台並列。在圖 5.3-15 (e) 支配線上，到達列車之調往客車線群，與出發列車進出所發生之衝突與圖 5.3-15 (a)、(b) 相同，惟複線區間之列車運轉次數較單線區間頻繁，故進站時之平面交叉亦隨之增多。為避免其相互妨礙起見，應將客車線群如圖 5.3-15 (f) 設於上下行正線之間，形成環抱之型式。惟採用環抱式配線時，當到達之客車由到達線 2 轉往客車線群時，到達線 1 雖為空線，但次一到達列車卻不能進入；又當出發列車由出發線 2 出發之際，其他客

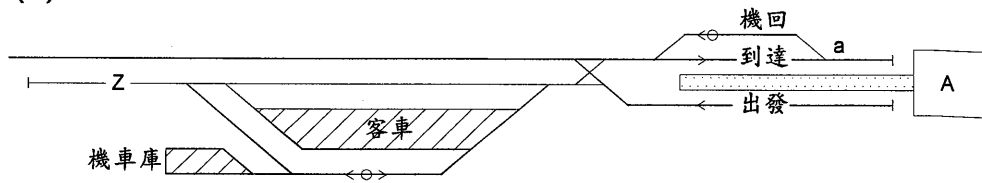


車亦不能由客車線群調往停留於出發線1。若車站越大，月台數量與列車次數愈多，其衝突機會亦愈趨增加，此乃末端式旅客車站配線無法避免之缺點。

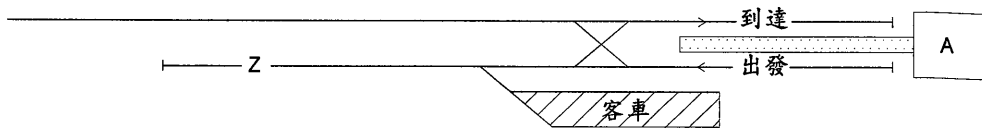
(a)直線



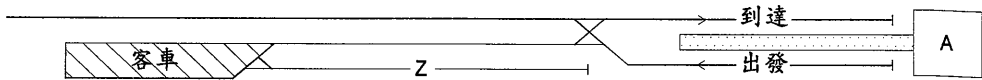
(b)



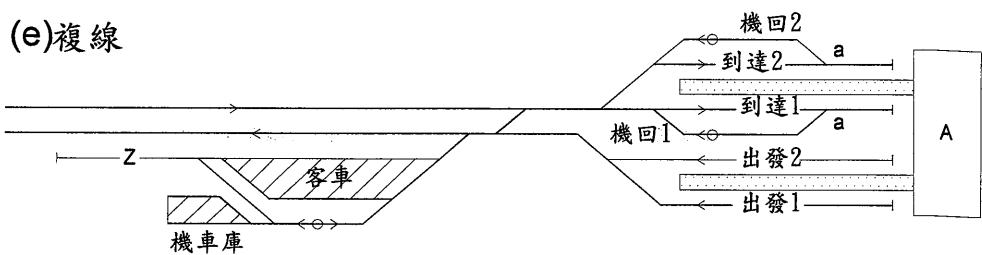
(c)



(d)



(e)複線



(f)

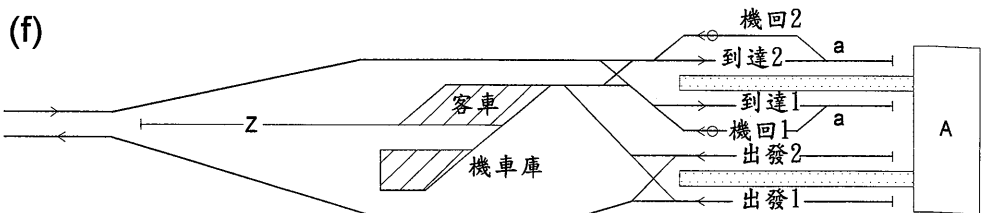


圖 5.3-15 末端式旅客中長距離終點站配線例

### 5.3.8 末端式客貨運終點站

末端式客貨運終點站係將客貨運設備並列設置之站場，如圖 5.3-16 所示。其客運部分之配線如 5.3.7 節所述。至於貨運部分之運轉作業說明如下：

貨物列車在第 1 股線或第 2 股線到達後，本務機車暫時先進入 a 線，再折返經由機迴線  $e_2$  入庫。調車機車由  $Z_2$  開過來連掛於到達列車之左端，將其拖往  $Z_2$ ，利用分類線群將貨車分類、而後送入貨物月台線或地面裝卸線。貨物裝妥後，仍利用分類線群，由調車機車依所定順序，連掛編成出發列車後，由調車線  $Z_2$  送往停置於到開線 1、2；出發之本務機車出庫連掛於列車之左端，遂即出發。

雖然第 1 股線主要作到達使用，第 2 股線作出發使用，但遇有到達列車陸續進佔，或出發列車頻密出站時，第 1、2 股線中任一股線，亦得兼作出發或到達之用。

分類線群係貨車留置線兼作分解編組線，可作為留置貨車、到達貨車按月台別及裝車順序之整理與分類，以及出發列車編組作業等之用。就末端式之貨物列車到開線而言，當到達第 1 股線之貨車拉往調車線之際，出發列車不能自第 2 股線出入，其妨礙情形與前述旅客列車相同，惟貨物部分雖為相當大之貨物站，但因其列車次數不似旅客部分之頻密，故其衝突一般不似旅客部分之嚴重。縱使列車次數頻密，貨物站仍常採用末端式，以緩和其衝突。因貨物站若採用貫通式配線，當上下行間來往調車之際，必須橫斷正線，故大貨物站採用末端式配線。反之，若大旅客站採用末端式配線，因運轉上之阻礙增多，故採用貫通式配線為佳。

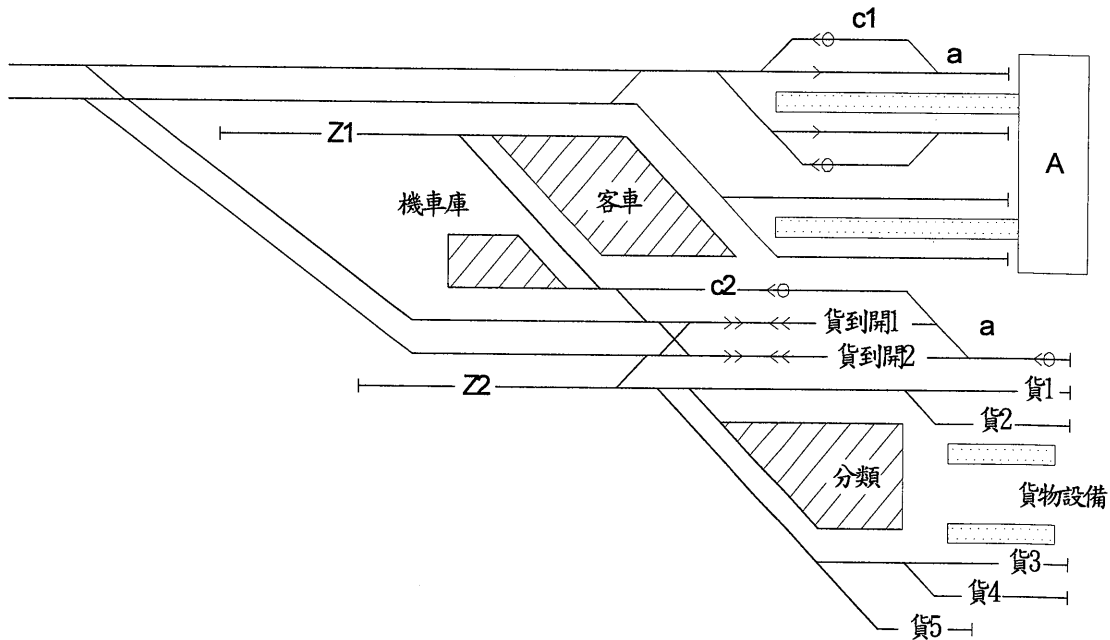


圖 5.3-16 末端式客貨運終點站配線例

### 5.3.9 貫通式客運終點站

貫通式客運終點站有兩種：一種係位於路網終端，所有列車行駛至該站為止，為消除末端式配線之缺點，乃採用貫通式，將客車調車場設於該路線之延長線上；另一種則位於路網之中間，部分列車在該站始發終點到達，具有 5.3.6 節所述之終點站性質，而無貨運設備的旅客專用終點站。

圖 5.3-17 係第一種之客運終點站。到達列車停靠月台，俟旅客下車後，就直接開進客車調車場。出發列車則由客車調車場拉往客運終點站，停置於出發線。此種配線可消除前述末端式配線在運轉上所遭遇的任何干擾。

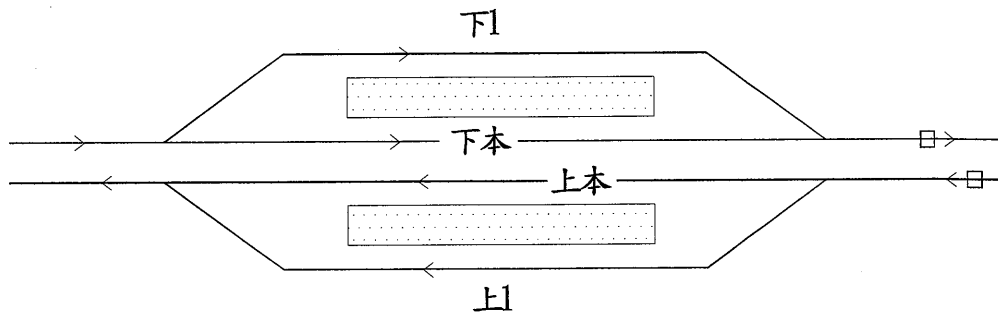


圖 5.3-17 路網終端貫通式客運站配線例

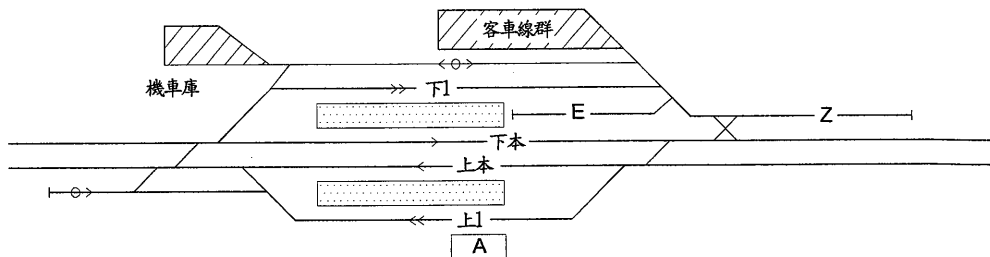


圖 5.3-18 貫通式客運站配線例之一（正線並列型）

圖 5.3-18 係第二種之客運終點站。一部份列車通過，另一部份列車以該站

作為始發或終點到站。此一配線係將圖 5.3-13 之貨運設備去除演變而得。E 為機待線，兼供在列車前端及摘掛迴轉車之用，Z 為客車調車線。將客車線群設在站房之同一側，或站房之對側，當列車轉往客車線群之際，將會阻礙正線相反方向列車之進入，若運轉頻繁，則必須消除其妨礙，可採用如圖 5.3-19 之 (a)，使上下行正線形成環抱式。圖 5.3-19 (a) 之客車線群位置，是針對上行列車為始發，下行列車為終點到站而配置；若上行為終點到站，下行為始發佔多數時，則客車線群應設在車站之左側較為合適。如因用地問題，客車調車設備不能如圖 5.3-19 (a) 設於其附近時，則應與旅客車站分開，設置於獨立之客車調車場，並將進出客車調車場之路線與正線以立體交叉之方式通過，如圖 5.3-19 (b) 所示，惟此時選定客車調車場之位置，首須考慮上述在該站始發到達列車之方向。圖 5.3-19 客車線群的位置，係針對上行列車為始發，下行列車為終點所配置之情形；反之，如上行為終點，下行為始發之情況佔多數時，客車線群應設在車站之左側較為合適。

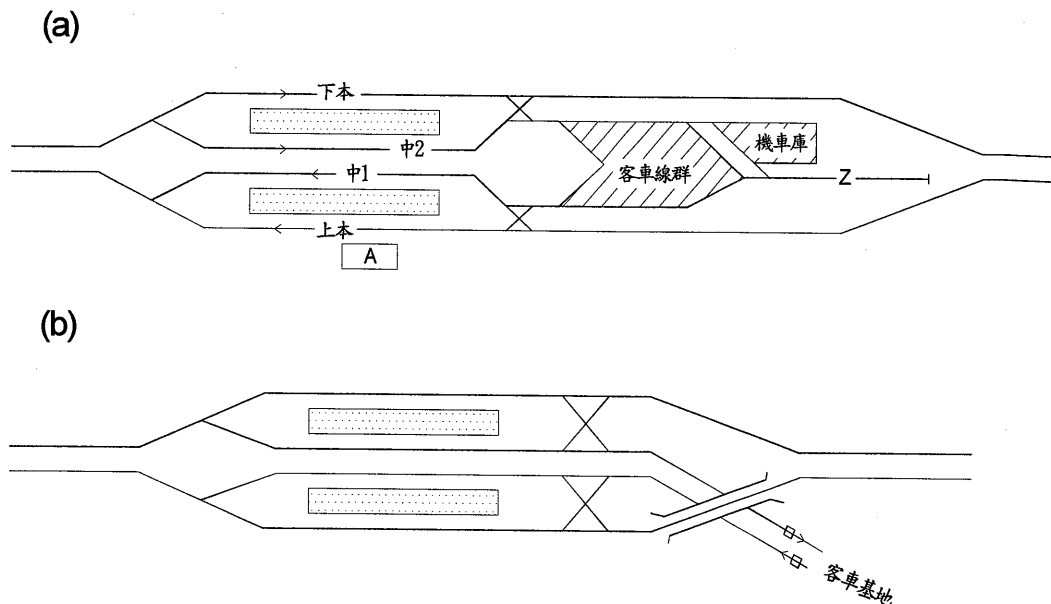


圖 5.3-19 貫通式客運站配線例之二（正線環抱型）

至於電聯車、柴油車專用之貫通式終點站，有在該站折返與在該站截止之終點到達始發二種。圖 5.3-20 為第一種之折返式電聯車終點站。圖 5.3-20 (a) 係第一種部分下行列車到站後，折返成上行列車之例。此種配置在單線區間，不會有問題，但在複線區間，由於必須橫跨正線，宜如圖 5.3-20 (b) 之配置，改為利用辦理中線運轉。折返之電聯車、柴聯車如果在月台等待折返，會產生月台閉塞時間過長之問題，為儘早開放月台，可依圖 5.3-20 (c)、(d) 配置折返線。圖 5.3-20 (c) 僅設一股折返線，下行終點到達進入折返線；當列車出發時，轉往停滯於上行出發線。圖 5.3-20 (d) 設有二股折返線，供折返電聯車同時在該

站停留二列之必要時之用。例如深夜到達之電聯車，暫時留在該站，俾翌晨充當始發電聯車；或折返電聯車班次頻密，時隔短暫，在先終點到達之電聯車駛入折返1線尚未出發時，而次一終點到達電聯車俟其進入折返2線後，折返1線之電聯車再行出發。圖 5.3-20 (e) 為加設有待避線之配置。此種配置月台作為折返使用時，因受列車調度影響始發月台不固定，易產生混亂，因此一般多使用折返線來運轉。

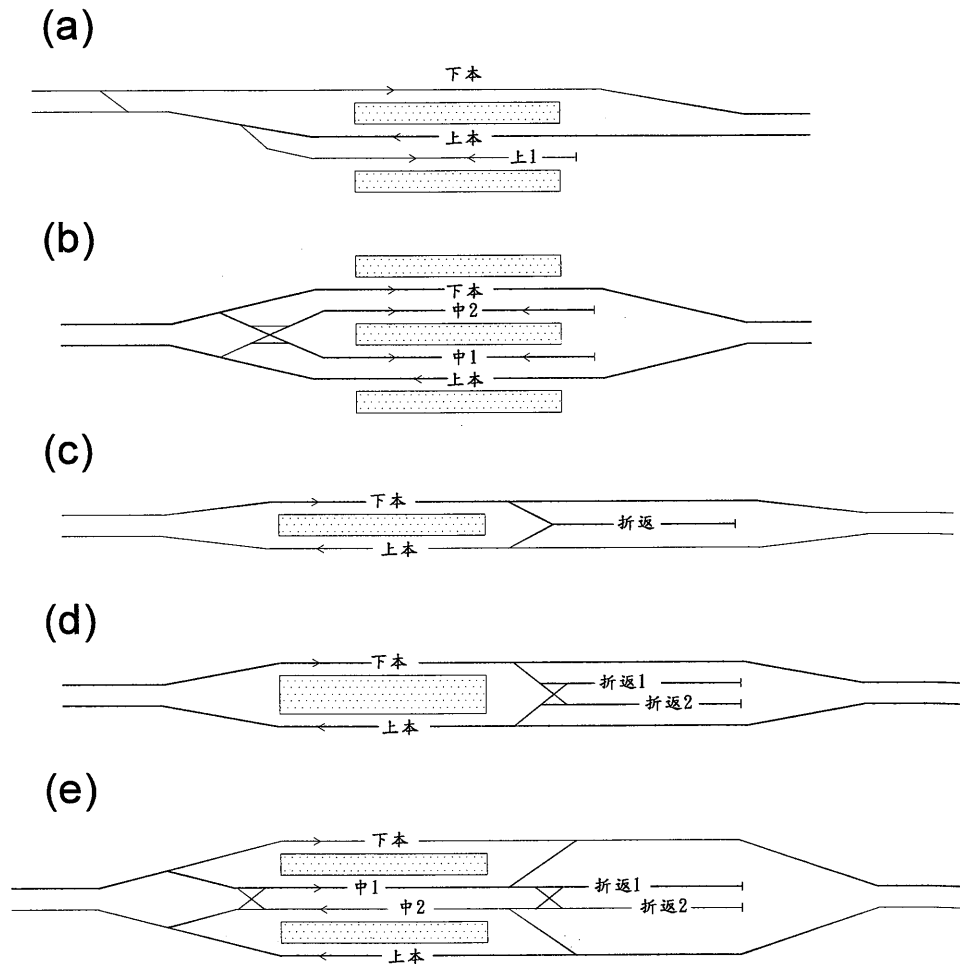


圖 5.3-20 電聯車、柴聯車貫通式終點站配線例之一（折返）

圖 5.3-21 屬第二種附設有機務段（電車區）之電聯車終點站。圖 5.3-21 (a)、(b) 下行到站終點列車由 a 入庫，始發列車也由 a 出庫經過通路線停靠在上行正線。由該站始發之列車則利用通路線折返。機務段（電車區）設於圖 5.3-21 (b) 所示之位置時，其出入庫須在 Z 線折返運轉，當電聯車折返運轉時，司機必須換乘駕駛台，甚為不便，因此機務段以設於圖 5.3-21 (a) 之位置為宜。圖 5.3-21 (c)、(d) 之配置，除了始發與終點到達列車之外，也能讓待避列車進入待避。如中線被使用時，始發與終點到站列車，可利用正線來辦理。除固定編組外，如

需加掛或摘放附掛編組時，可依圖 5.3-20 (c) 將折返線設置在需要加掛或摘放之一側。

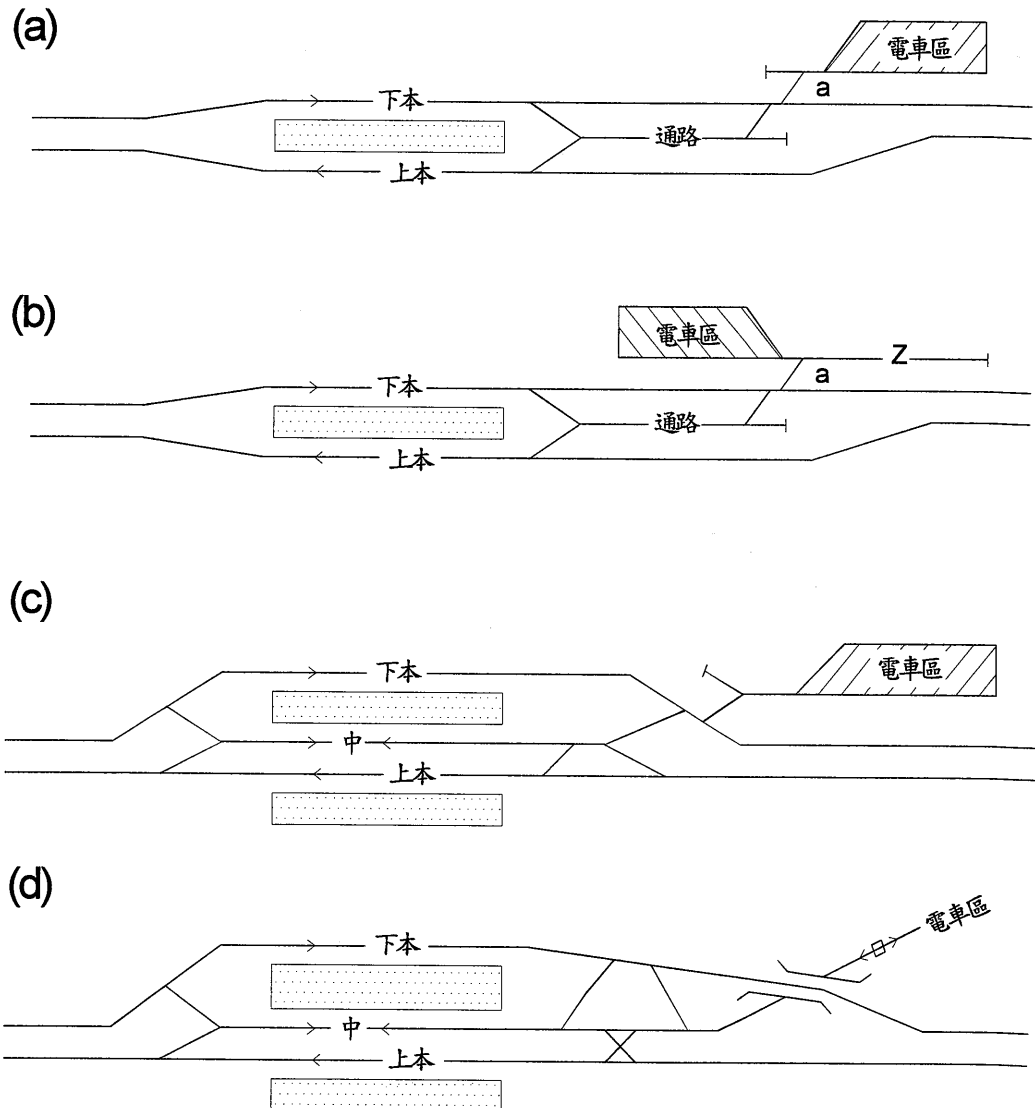


圖 5.3-21 電聯車、柴聯車貫通式終點站配線例之二 (終點)

### 5.3.10 貫通式與端末式貨物站

客貨站分開時，貨物站之配線有貫通式與端末式兩種。貫通式貨物站之配線，可將一般中間站（參閱圖 5.3-9、5.3-10、5.3-11、5.3-12）配置之有關旅客設施剔除而得如圖 5.3-22 之配線。圖中所示之配線，機迴線須橫跨拖上線，遇有機迴作業時，調車作業必須中斷。如有大量貨車需要調車，致使拖上線特別繁忙時，機車之機迴作業，必中斷調車作業而相互干擾，此為其缺點。

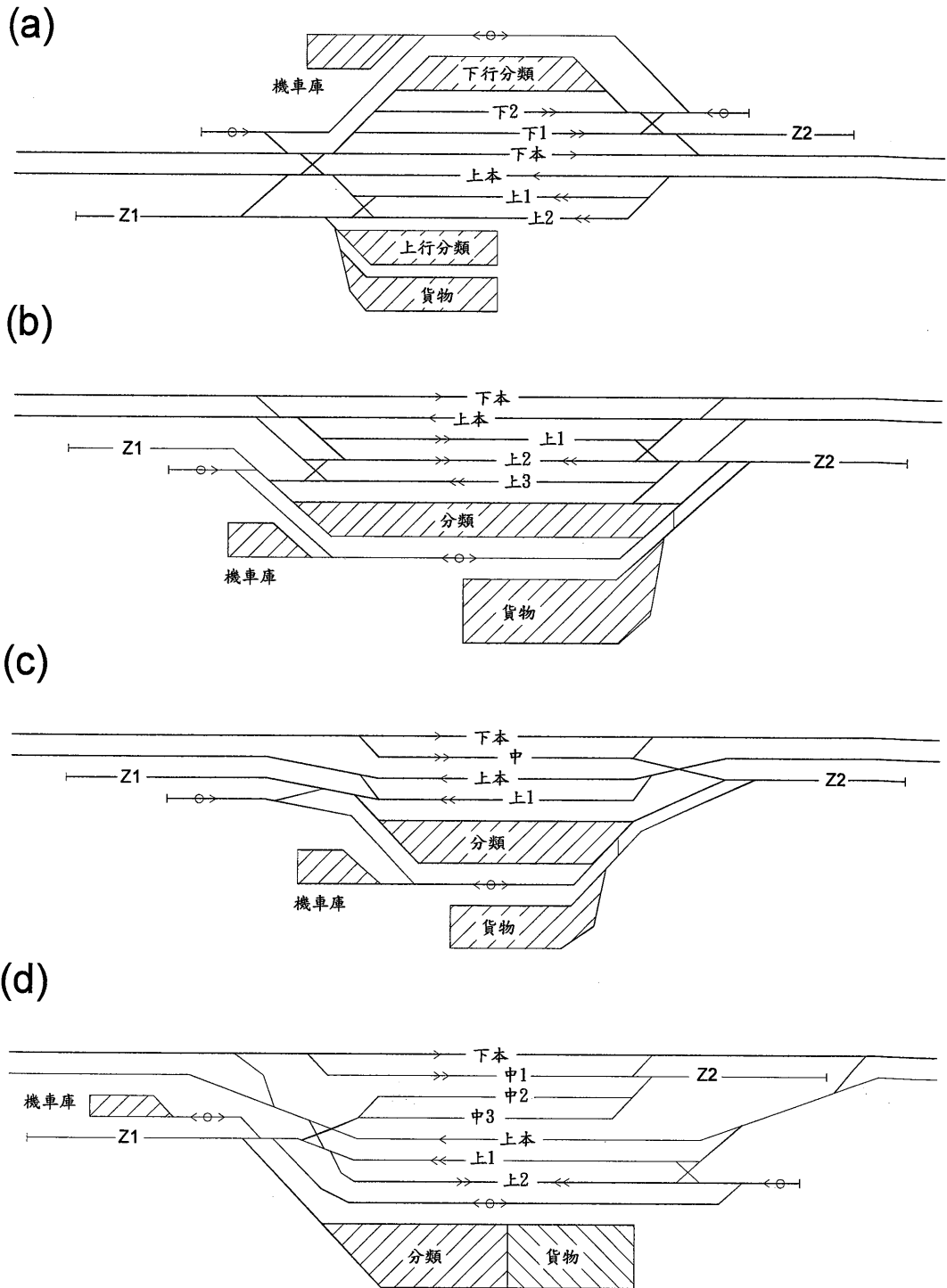


圖 5.3-22 貫通式貨運站配線例

圖 5.3-23 (a) 係參考圖 5.3-16 所示之配線，僅採用其貨運設施部分而得。此種型式適用於近似三角形之用地，然在長方形之用地上，為善加利用用地起見，則以圖 5.3.2 之 (b) 之配置為佳。惟此種型式的缺點，乃在月台線之出入口需設銳曲線。

圖 5.3-23 (a) 之配置，列車之到發與貨車由到開線拉往拖上線（調車線）或與送往停置於出發線，將會造成干擾。惟因貨物站不似旅客站在短暫時間內需處理大量之列車，故其干擾不嚴重。此種配置因僅有一股拖上線，故到達貨車之分解，月台線之進入，以及出發列車之編組等，均需由一輛調車機車擔任，如貨車數量多，為能使用兩輛機車起見，應設置兩股拖上線如圖之虛線所示。為避免到開列車與貨車之授受、調離或調入產生干擾，圖 5.3-23 (b) 之後端增設拖上線，拖上線  $Z_1$  擔任到達列車之分類及出發列車之編組， $Z_2$  則辦理方向別之分類，以及貨車裝卸線的進出調動。貨物列車在第 1、2、3 股線到開，當其到達後，本務機車駛離轉車盤，轉成出發方向，在經由機迴線，連掛於次一出發列車之左端出發。凡到達之貨車拉往拖上線  $Z_1$ ，在分類線群之右側，依月台種別予以分解，另由  $Z_2$  線之調車機車，依進入月台順序整理分別推進各裝卸線。至於出發運送之貨車，則利用  $Z_2$  之調車機車，在送進分類線群之後，再由  $Z_1$  之調車機車編成出發列車，送往停置於第 1、2、3 股到開線。圖中各月台間皆設有三股側線，沿第 1 月台之側線係供第 1 月台裝卸貨物用之裝卸線，沿第 2 月台之側線係供第 2 月台裝卸貨物用之裝卸線，置於兩裝卸線間之中線，其設置目的，在於裝卸線調車時，作為暫時寄存貨車之補助線。

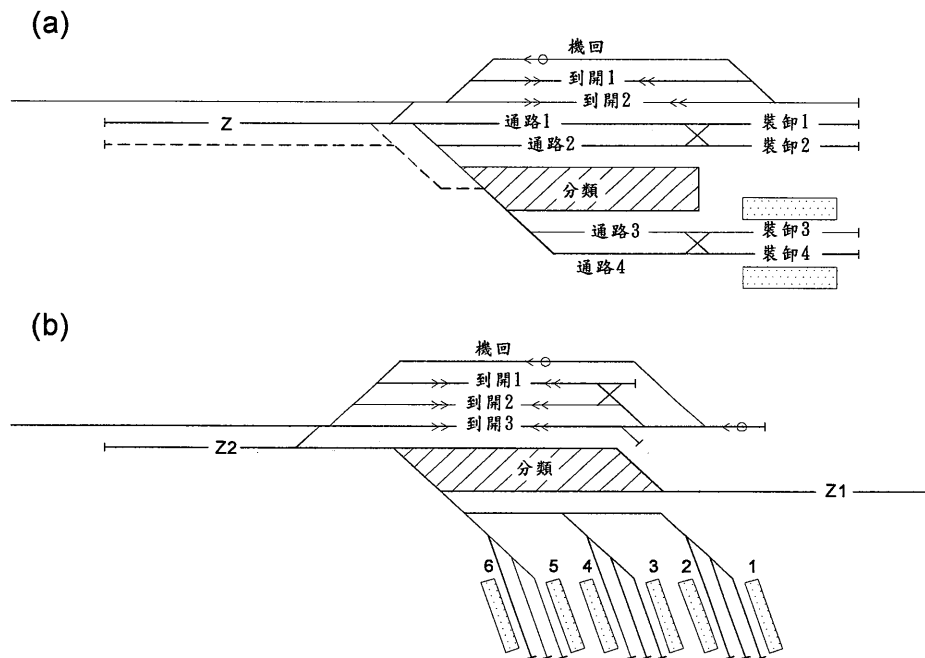


圖 5.3-23 端末式貨物站配線例之一（到開線並列型）

圖 5.3-24 為貨物列車到發線、貨車分類留置線、以及貨物月台等縱向並列之配線。貨物列車在第 1 或第 2 股線到達，本務機車駛往轉車盤後，調車機車即由機迴線 1 駛來，連掛於到達列車之後端，一面推進，一面利用到達分類線群，按月台種別分解，並將其推入各裝卸線。出發貨車則利用出發線群予以編組。出



發線 1、2 雖為貨物列車出發線，但當貨物列車編組之際，亦兼具有調車線之任務，例如當出發 1 股線無列車佔用為空線時，則可使用出發分類線群與出發 1 股線編組，編組完成即停置於該出發 1 股線，調車機車隨即駛離編組。在第 1、2 股到達線之本務機車，駛往轉車盤轉成出發方向之後，經由機迴線進入機待 2 線，俟出發列車停置於出發線，其調車機車駛往機待 2 線之後，再連掛於出發列車之前端即行出發。到達 1 線與出發 1 線間之通路線，除為將出發列車送進停置於出發 1、2 股線之調車機車，經由機待 1 線返回出發分類線群，及處理到達貨車之調車機車，由到達分類線群駛往到達 1、2 股線之到達列車後端，所行經之通路外，有時亦兼充往貨物月台方面調車與整理進入順序之調車線。

站場配置有貨車檢修設備者，需要進行檢修之貨車，於卸下貨物後將空車送入檢修線。貨車進入檢修線通常不很頻繁，同時檢修棚會影響站場的視線，因此檢修設備以配置在不妨礙站場作業的地方為宜。

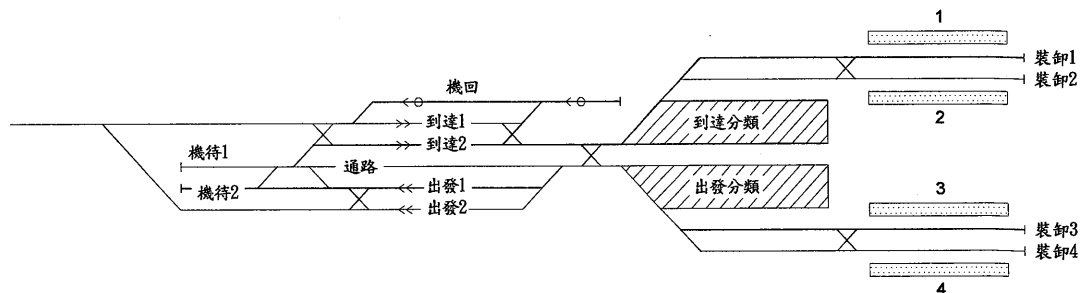


圖 5.3.24 端末式貨物站配線例之二（到開線直列型）

### 5.3.11 支線起點站配線示意圖

分歧站為幹線與支線會合的車站，亦稱連絡站，按其運轉方式可分為二類：支線起點站與可直通之分歧站。幹線或為單線或為複線，支線則多數為單線。雖因支線進入分歧站的方位不同而有不同的配線模式，但各線的功能並無差異。

支線起點站係指支線列車只能行駛到該站為止，幹線與支線間並無直通列車，如台鐵內灣支線之新竹站等。支線起點站之配線，原則上多採端末式。

圖 5.3-25 為支線起點站之配線例，本配線例假設其貨物月台設置在站房左側，則其列車運轉作業分述如下：

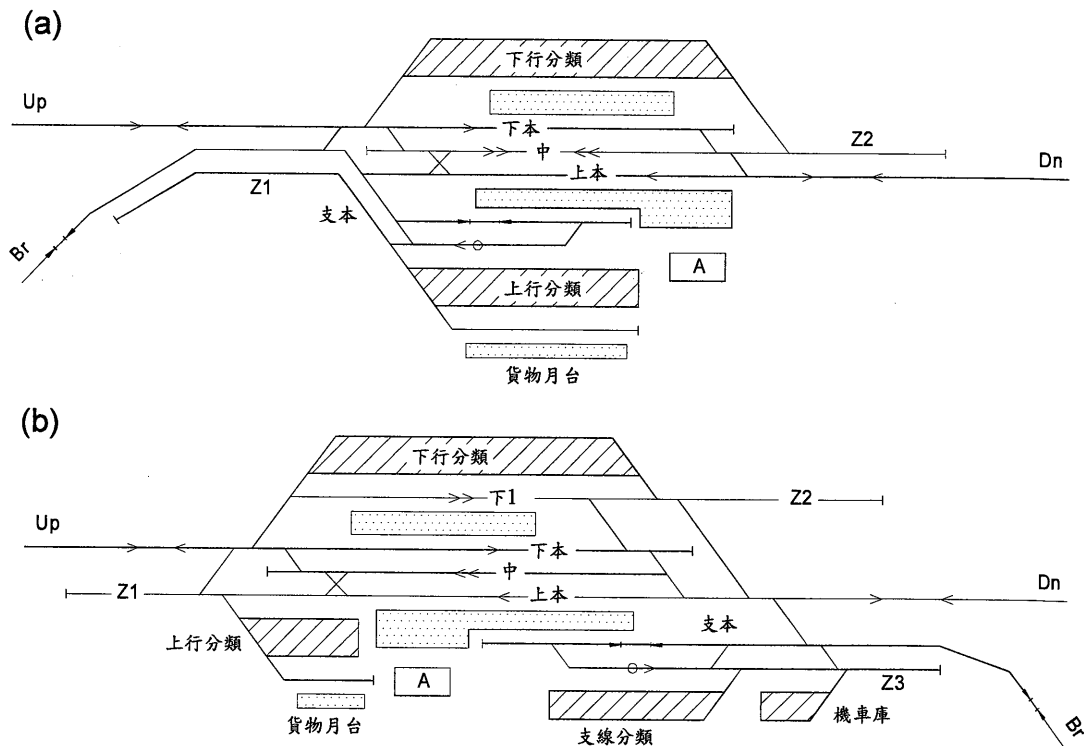
圖 5.3-25 (a) 支線與站房在同一側。第 1 股線（支本線）為支線列車之到發線，採端末式。第 2 股線（上本線）為下行正線。第 3 股線（中線）為上下行之待避線。第 4 股線（下本線）為下行正線。幹線上行貨物列車摘掛貨車，可拉往  $Z_1$  線在上行分類線群實施。幹線下行貨物列車摘掛貨車，須拉往  $Z_2$  線在下行

分類線群實施。凡支線之貨物列車，須利用調車線（拖上線） $Z_1$ 與上行分類線群分解編組。由支線轉往幹線下行之貨車，及幹線下行列車掛來該站轉往支線之貨車，必須在上行分類線群與下行分類線群之間互為調移。此與由下行列車所掛該站到發之貨車，來往調移於下行分類線群與貨物裝卸線間之情形相同，統由屬於 $Z_1$ 之調車機車擔任。

圖 5.3-25 (b) 支線與站房設在同一側，但設於貨物月台之對側。第 1 股線（支本線）為支線列車到發線，支線貨物列車利用調車線  $Z_3$  與支線分類線群分解編。由支線到達該站進入貨物月台之貨車即上行貨車，統由  $Z_3$  先推入下行分類線群，然後由  $Z_1$  之調車機車進入下行分類線群，將其調走。由該站開往支線之貨車，即由上行列車掛來轉往支線之貨車，其調車順序與上相反。此種配線都不能使貨車由支線分類群，直接調往上行分類線群。為謀調車方便起見，應照圖 5.3-25 (c) 採貫通式配置。

圖 5.3-25 (c) 第 1 股線（支本線）為支線列車到發線，到達第 1 股線之旅客列車，其牽引機車經由第 2 股線（支 1 線），轉回連掛於列車之右端再出發。至於貨物列車則保持拉往  $Z_1$  線，在上行分類線群分解。出發之貨物列車在上行分類線群編組完成後，送往停置於第 1 股線。若第 1 股線停有旅客列車時，則令貨物列車在第 2 股線到發。

在圖 5.3-25 (b) 乃至圖 5.3-25 (c) 之車站，如須留置支線列車之客車時，則須使用一部份貨物車線群。但如達到需另行設置客車線群時，在圖 5.3-25 (a) 及圖 5.3-25 (b) 之情形下，則應與貨車線群並列設置。至於在圖 5.3-25 (c) 之情況，則應設於機務段（機車庫）之附近。



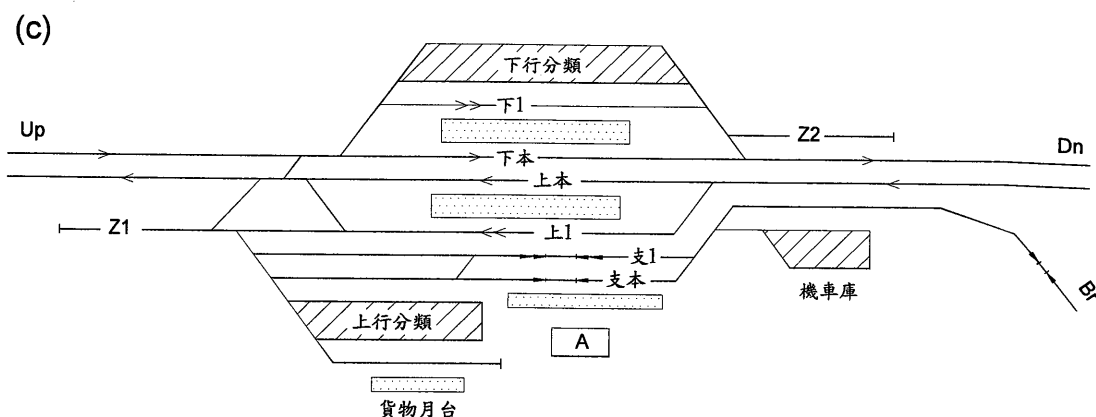


圖 5.3-25 支線起點站配線例之一（支線靠站房側）

圖 5.3-26 為支線在站房對側分歧之配線例。客車停留線群、機車庫（機務段）、機迴線等各種設備都是因應支線所需之設置。

圖 5.3-26 (a) 之第 1 股線（上本線）為幹線上行正線，第 3 股線（下本線）為幹線下行正線，第 2 股線（中線）供上下行列車共同待避之用，第 4 股線（下 1 線）為支線旅客到發線，第 5 股線（下 2 線）為支線貨物列車到發線。如支線列車次數較少時，亦有旅客與貨物列車共同使用第 4 股線之情形。圖 5.3-26 (b) 及 (c) 對幹線之上下行列車，分別設有待避線。第 1 股線（上本線）為幹線上行正線，第 3 股線（下本線）為幹線下行正線，第 2 及第 5 股線各為上下行待避線。支線旅客列車在第 4 股線到發，至於其貨物列車則在第 6 股線到發。圖 5.3-26 (b) 旅客列車可以使用站房前之月台，惟當上行待避列車摘掛貨車之際，上行旅客列車不能到發。在圖 5.3-26 (c) 之情況，即使是上行旅客，亦需經過天橋或地下道。在運轉頻繁之路線上，寧可對旅客上下稍感不便，亦應照圖 5.3-26 (c) 配置待避線。下行旅客列車中之待避線，如在支線列車之適當時隔內，亦可令其第 4 股線到發。支線貨物列車須利用下行分類線群分解編組。凡由支線出入於幹線下行方向之貨車，以及由支線出入於該站貨物月台之貨車，與由幹線下行列車出入該站貨物月台之貨車相同，統由屬於上行調車線  $Z_1$  之調車機車擔任。

圖 5.3-26 (a)、(b) 及 (c) 之配線，遇有下行貨物待避列車時，將會干擾支線列車到發，在運轉頻繁之情況下，為避免干擾，應照圖 5.3-26 (d) 配置。惟此種配線之缺點，為站房離支線月台較遠。支線旅客列車到達第 5 股線（支本線），俟旅客下車後，轉往客車線群。出發之旅客列車，停置於第 6 股線（支 1 線）後，機車經由機迴線，返回連掛於列車右端，遂即出發。到達不久即復折返出發之列車，可不轉往客車線群，令其在第 5 股線到達，立刻轉往第 6 股線，然後出發；或不予掉轉，令其在第 5、6 股線交互到發。支線貨物列車，須由到發線拉往調車線  $Z_3$ ，在支線分類線群分解編組。若支線列車班次較多時，亦有以第 5、6 股線專供旅客列車使用，而另外加設與其並列之貨物列車到發線之做法。

授受線群係上行分類線群、下行分類線群與支線分類線群互相調車所需用之授受線。

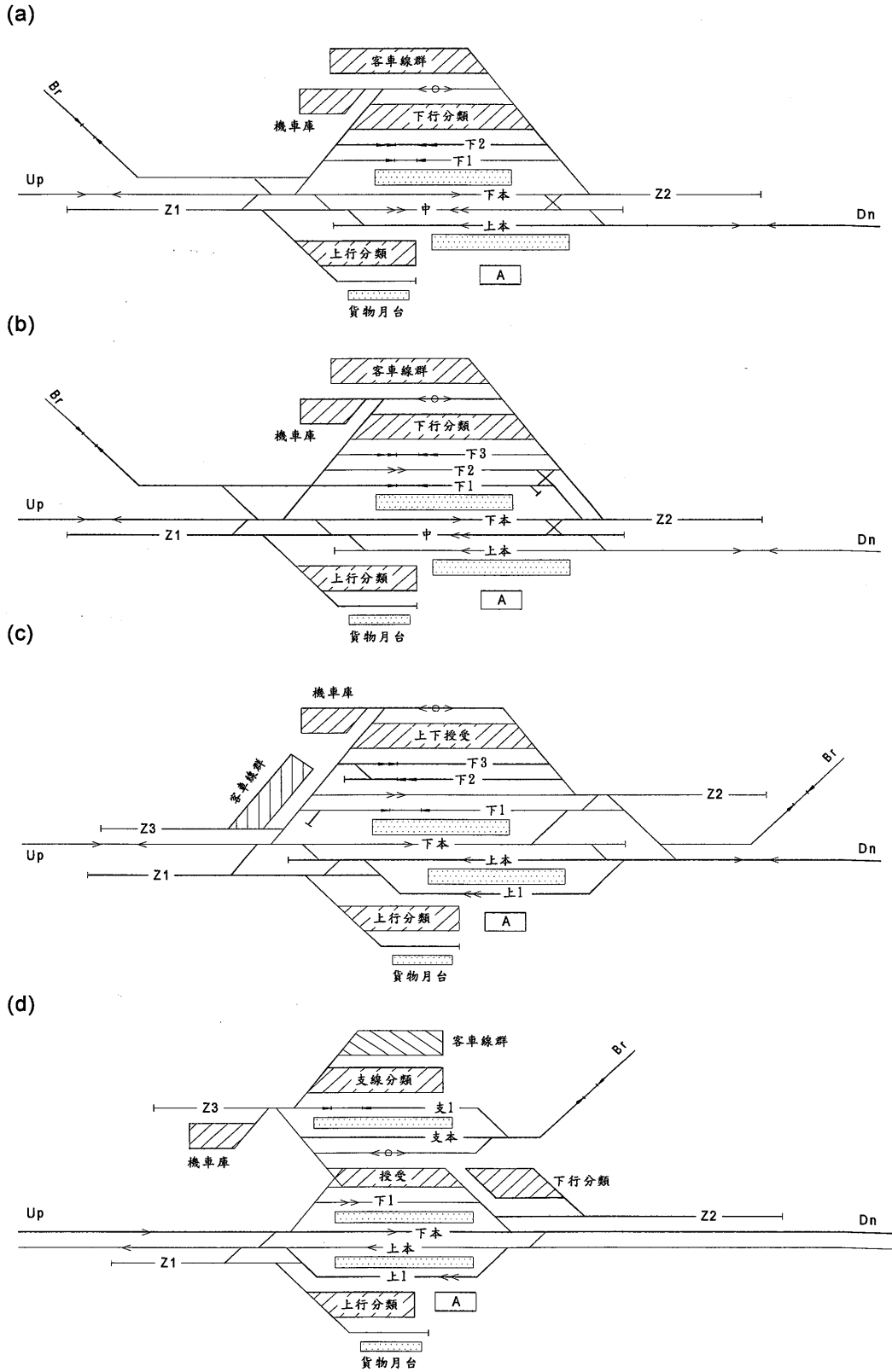


圖 5.3-26 支線起點站配線例之二 (支線位於站房對面)

5.3.12 可直通之分歧站配線示意圖

可直通之分歧站係指由幹線往支線有直通列車，可作直通運轉之分歧站。如台鐵集集支線之二水站。此種型式之車站配線，原則上多採通過式，其正線配線方式，可分路線別與方向別兩種。

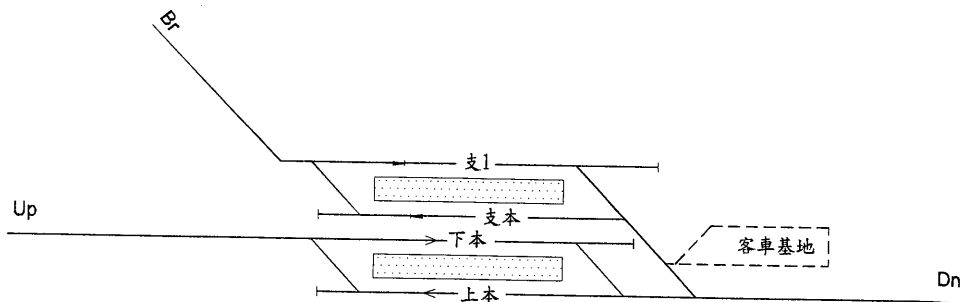
可直通之分歧站，其配線如有貨物列車之到開線存在時，會變得很複雜，因此，下列之配線例先從只有旅客列車用之正線基本配置加以說明，而後以此為基礎，進一部說明有貨物列車到開線存在之情況。

一、可直通之分歧站配線例之一（幹線、支線均為單線）

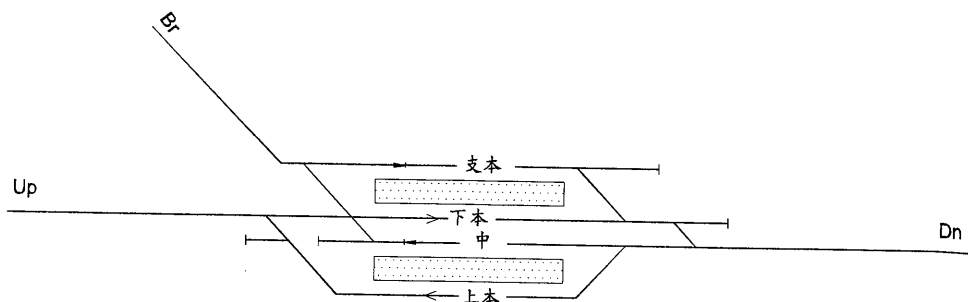
圖 5.3-27 係幹線、支線均為單線之分歧站配線例。圖 5.3-27 (a) 為路線別，圖 5.3-27 (b) 為方向別之配置。在圖 5.3-27 (a) 凡來自 Up (上行) 與 Br (支線) 轉往 Dn (下行) 之旅客，因列車不停靠同一月台，對旅客而言，不及圖 5.3-27 (b) 之方向別配置來得方便。圖 5.3-27 (a) 及 (b) 都能讓列車由各方向同時進站，惟圖 5.3-27 (b) 中往 Br (支線) 方向進出之列車與 Up (上行) 方進站列車，將會發生平面交叉，因 Up、Dn 及 Br 三線皆為單線，故其干擾程度尚不嚴重。圖 5.3-27 (a) 若一部份支線列車行駛至該站為止時，則宜照圖上虛線所示加設客車調車設備。

圖 5.3-27 (a)、(b) 各設有四股正線，如改設為 3 股正線，則變成如圖 5.3-27 (c)、(d)。圖 5.3-27 (c) 依路線別配置，支線之上下行列車無法交會，在這種情況下，除非列車班次少，或列車全部行駛至該站為止，否則不宜採用。此種單線區間，因由 Dn 往 Up 與由 Dn 往 Br 之列車，尚不致在短暫時間內相繼到達，故得照圖 5.3-27 (d) 所示共用一股線。至於由 Up 往 Dn，與由 Br 往 Dn 來自不同方向之列車，為使其能同時進站，以不共同使用為宜，應考慮使其各能自由到達之配線。

(a)



(b)



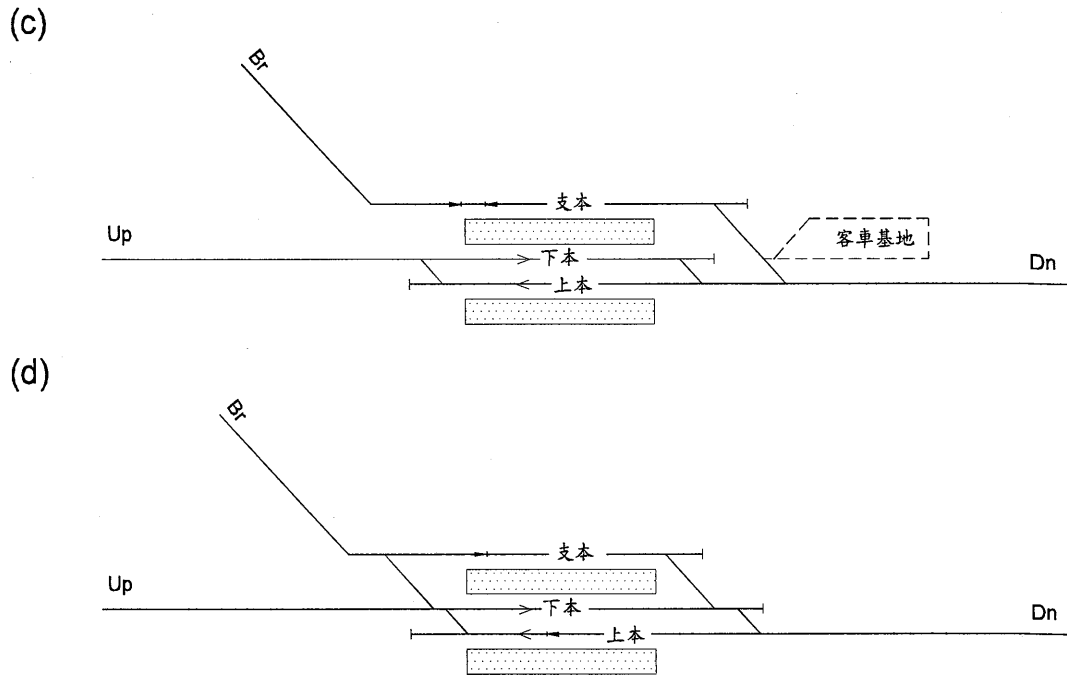
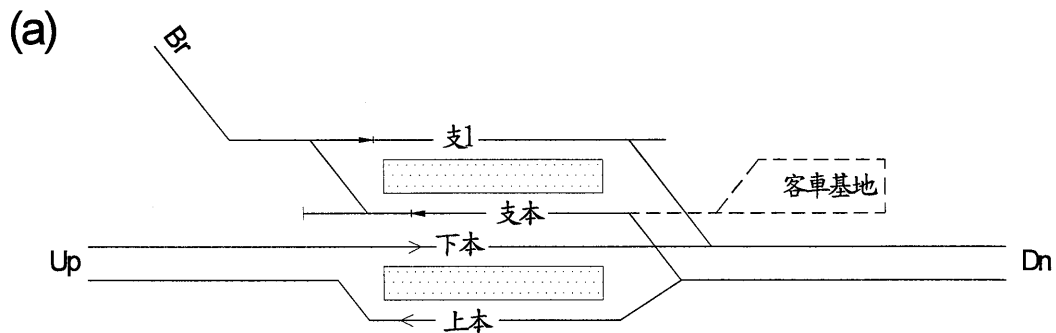


圖 5.3-27 可直通之分歧站配線例之一（幹線、支線均為單線）

二、可直通之分歧站配線例之二（幹線複線、支線為單線）

圖 5.3-28 係幹線為複線，支線為單線之配線例。圖 5.3-28 (a) 為路線別，圖 5.3-28 (b) 及 (c) 為方向別之配置。圖 5.3-28 (a) 及 (b) 在由 Dn 往 Br 之列車，與由 Up 往 Dn 列車之間發生平面交叉。圖 5.3-28 (c) 設有立體交叉，各方向列車不相互干擾，堪稱為最理想之配線，惟工程造價昂貴。圖 5.3-28 (a) 及 (b) 在運轉上之優缺點，乃取決於各方向列車班次之多寡，故不能一概而論。至於對旅客之引導，自以方向別為佳。



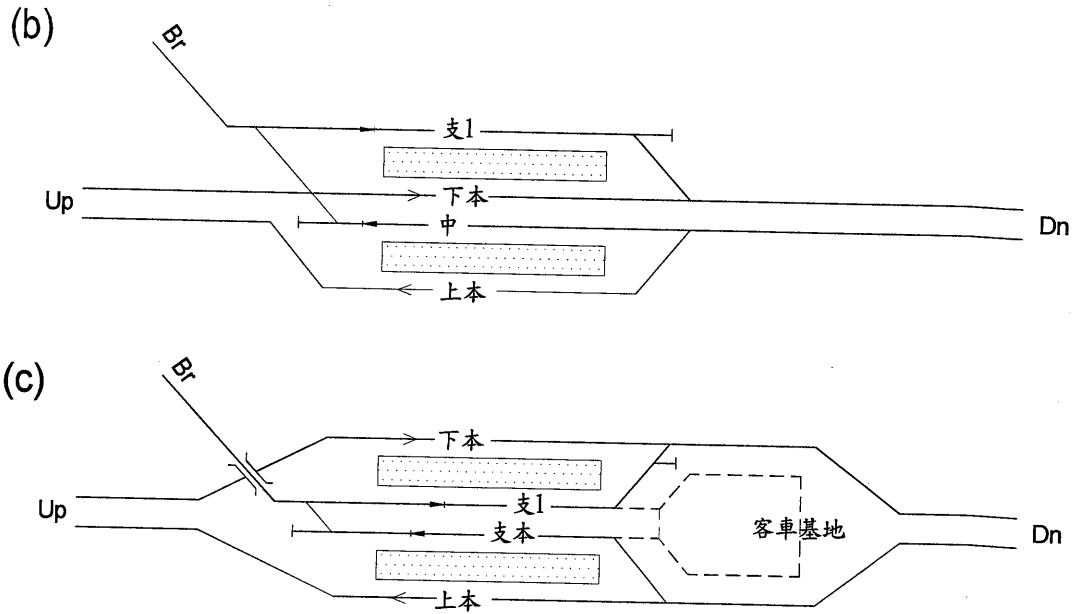
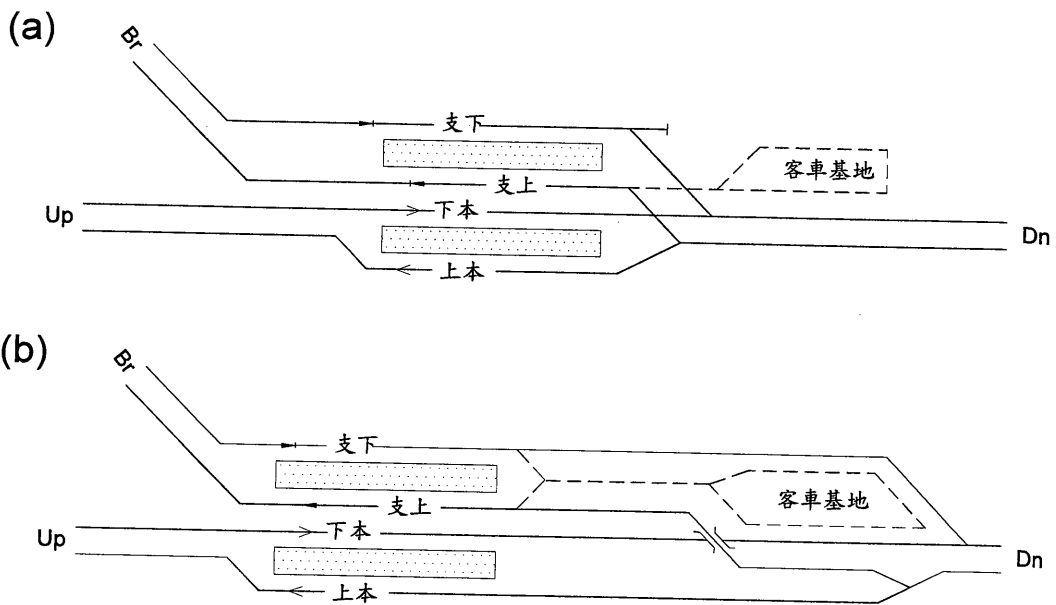


圖 5.3-28 可直通之分歧站配線例之二（幹線複線、支線單線）

三、可直通之分歧站配線例之三（幹線與支線皆為複線）

圖 5.3-29 係幹線與支線皆為複線之配線例。圖 5.3-29 (a) 及 (b) 為路線別，圖 5.3-29 (c)、(d) 及 (e) 為方向別之配線。

圖 5.3-29 (a)、(c) 兩者之下行列車與 Dn 方向往 Br 方向行駛之支線列車造成干擾。複線區間雖然盡量避免平面交叉，但如圖 5.3-29 (a) 與 (c) 兩者加以比較，圖 5.3-29 (c) 在支線出發側橫越下行正線，要比圖 5.3-29 (a) 在進站前橫越下行正線，所產生的干擾要來得輕，同時在旅客的處理上圖 5.3-29 (c) 要來得方便，但圖 5.3-29 (c) 的配線無法處理支線列車折返作業。



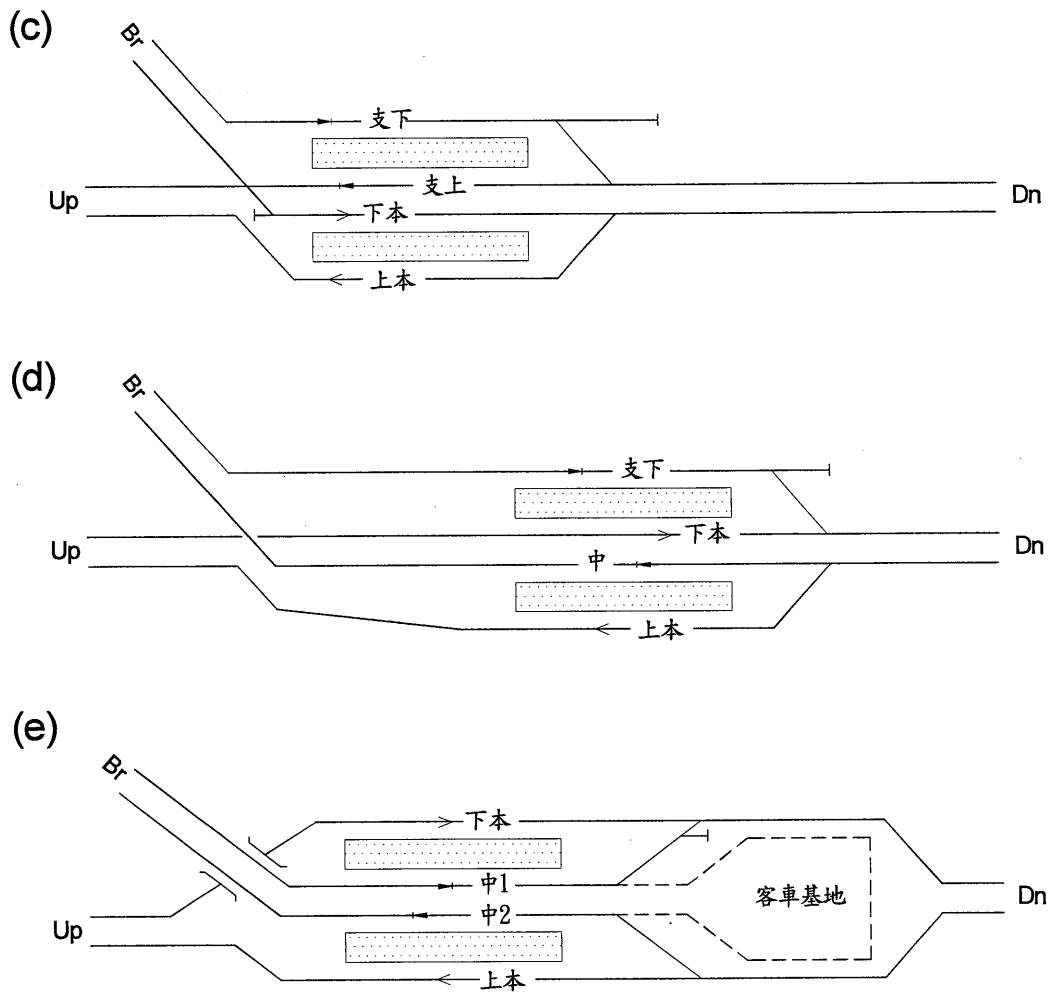


圖 5.3-29 可直通之分歧站配線例之三 (幹線、支線均為單線)

#### 四、可直通之分歧站配線例之四 (併設簡單貨運設備)

若辦理貨運，則需加設貨物側線，圖 5.3-30 即為一例。圖 5.3-30 (a) 是由圖 5.3-27 (c) 附加貨物側線而成之站場配線。圖 5.3-30 (b) 則由圖 5.3-27 (d) 演變而得。圖 5.3-30 雖係分歧站之簡單配線，但如貨運數量繁多，或因分歧站之關係，需辦理貨物中轉且中轉貨車相當多時，則除上列主要正線之外，尚須增設貨物列車到發之副正線，以及貨車分解編組用之側線。此時，通常將貨物列車之到發線按方向別配置於主要正線之兩外側，或按客貨路線別集中配置貨物線於旅客線之一側。



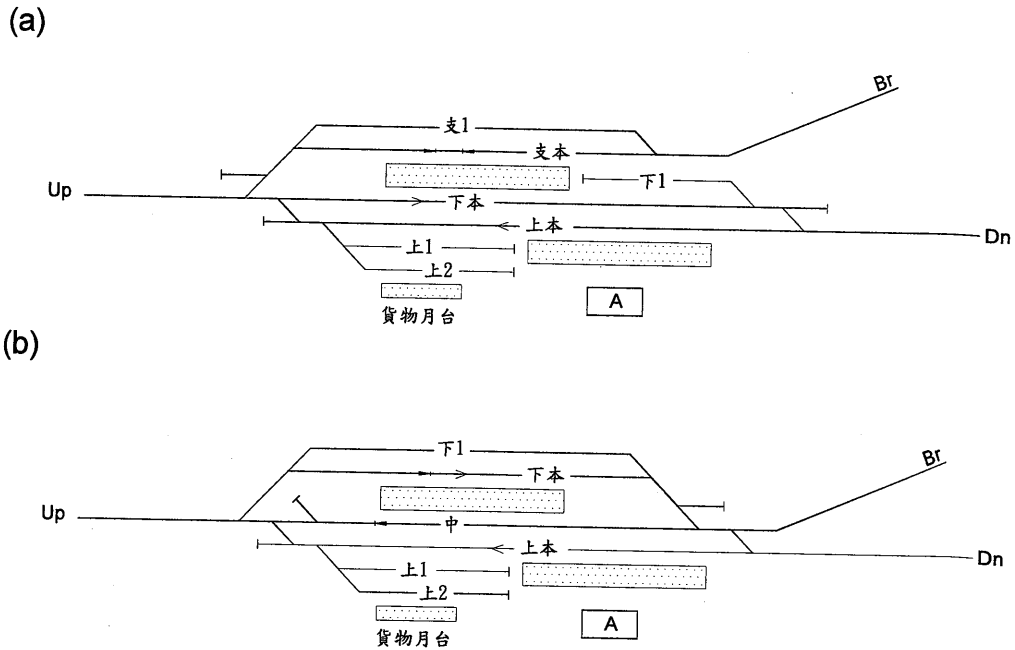


圖 5.3-30 可直通之分歧站配線例之四（設有簡單貨運設備）

五、可直通之分歧站配線例之五（客貨運到開並列）

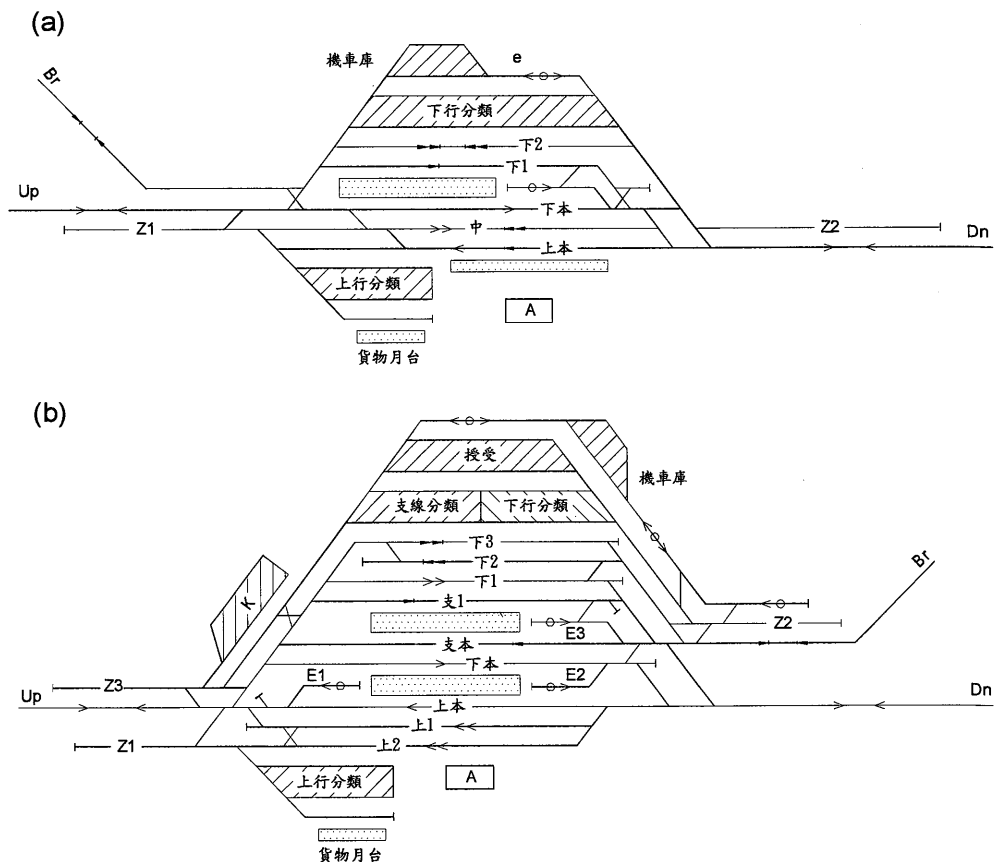
圖 5.3-31 (a) 及 (b) 係分別由圖 5.3-27 (d) 及 (a) 主要正線之外附加貨物到開線、分類線等側線演變而得。

圖 5.3-31 (a) 之主要正線採方向別配置。凡由 Dn 往 Up 及 Br 之旅客列車，在第 1 股線（上本線）到發。由 Up 往 Dn 之旅客列車在第 3 股線（下本線）到發；至於由 Br 往 Dn 之旅客列車則在第 4 股線（下 1 線）到發。第 2 股線（中線）為上行待避線，第 5 股線（下 2 線）為下行待避線，可供幹線與支線共同使用。幹線與支線之上行貨物列車，皆在上行分類線群分編；其下行貨物列車，則在下行分類線群分編。由 Up 往 Br 與由 Br 往 Up 之貨車，須在上行分類線群與上行分類線群間互相調移之。

圖 5.3-31 (b) 第 3（上本）、4（下本）、5（支本）、6（支 1）股線係按路線別配置之主要正線。凡 Br 方支線列車行駛至該站為止，在到達第 5 股線之後，將客車拉往 Z<sub>3</sub> 線送往客車線群 K。在該站始發終點到達之 Up 與 Dn 間幹線列車，利用 Z<sub>3</sub> 轉客車線群 K。第 1（上 2）、2（上 1）及 7（下 1）股線係幹線上下行之待避線，按方向別配置於主要正線之外側；上行與下行貨物列車，分別在上行分類、下行分類線群分編。授受線群為由下行列車掛來該站進入貨物月台之貨車，即由該站發往下行之貨車調車時所使用的授受線。Br 方之支線貨物列車，在第 8 股線（下 2 線）到達，拉往 Z<sub>3</sub> 線利用支線分類線群分解，置於開往 Br 方之貨物列車，在支線分類線群編組之後，送往停置於第 9 股線（下 3 線），由是出發。此乃大部分支線貨物列車在該站終點到達之配線。來自 Br 方之貨車中，其以到達目的地將卸車，或將轉往上行方向者，皆調往上行分類線群；至於轉往下行

Dn 方向者，則須經由授受線群調往下行分類線群。反之，由 Up 方轉往 Br 方之貨車，自 Z<sub>2</sub> 線經由授受線群，調往支線分類線群；又由 Dn 方轉往 Br 方，及自該站發往 Br 方之貨車，統由上行分類線群調往支線分類線群。由 Br 方直通往 Up 方之貨物列車，令其在第 9 股線到達。下行分類線群與支線分類線群互相對峙而不連接，以作為使用區分。因而兩分類線群間之貨車授受作業，較易處理，在該線群靠右方者利用調車線 Z<sub>2</sub>，靠左方者利用調車線 Z<sub>3</sub>，分別實施貨車分編作業；為避免雙方貨車發生衝突，須具有充足之有效長度。此種辦法之優點，在能便利下行分類線群與支線分類線群間之調車，尤其在往下行或上行方向之貨車特別多時，路線可以彈性利用。

圖 5.3-31 (c) 屬於 Up ~ Dn 間行駛幹線列車外，Up ~ Br 間也可行駛支線直通列車，而 Dn ~ Br 間並不行駛直通列車之配線。凡由 Up 方往 Br 方之直通列車在第 5 股線（下 1 線）到達；本務機車經由機迴線 e 駛入機車庫轉向後，連掛於該列車之左端，在駛往 Br 方。在此種情況之下，一般到達之本務機車，須經由機迴線 e 入庫，改掛以另一在機待線 E<sub>2</sub> 等待出發之列車。由 Br 方往 Up 方之直通列車，在第 2 股線（上 1 線）到達，到達機車入庫。出發機車則在機待線 E<sub>1</sub> 等待，然後連掛該列車之左端，駛往 Up 方。



(c)

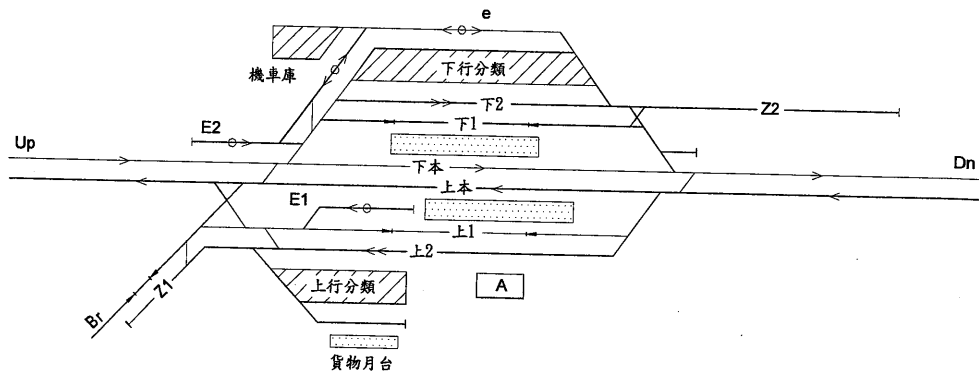


圖 5.3-31 可直通之分歧站配線例之五 (客貨到開線並列型)

六、可直通之分歧站配線例之六 (客貨到開線分開)

圖 5.3-32 (a) 及 (b) 係分別將圖 5.3-27 (d) 及 (a) 之貨物到開線、側線等路線與旅客到開線，採分開增加配置之站場。

圖 5.3-32 (a) 之主正線採方向別配置。第 1 (上本線)、2 (下本線)、3 (下 1 線) 股線為旅客列車之到開線，第 4 (下 2 線)、5 (下 3 線) 股線各為幹線上下行貨物列車到開線。支線貨物列車，則令其在第 6 股線 (下 4 線) 到發，其來自 Br 方直通運轉往 Dn 方者，令其在第 4、5 股線到達。上行貨物列車拉往拖上線 Z<sub>1</sub>，使用分類線群之左方，實施貨車之分編作業；而下行貨物列車拉往拖上線 Z<sub>2</sub>，使用分類線群之右方，實施貨車之分編作業。圖 5.3-31 (a)、(b) 之客貨到開線並行型，如果 Up 方向與 Br 方向的流動貨車 (掛運貨車) 數量較多時，於上下行分類線群間之貨車授受作業 (貨車互相調車) 作業量增加，同時橫跨正線時，對正線行車之障礙也相對增加，授受作業也會產生困難。但如採用圖 5.3-32 (a) 之客貨到開線分開型，貨物列車橫跨支線的情形雖略有增加，但 Up ~ Br 間流動貨車產生之授受作業，則不須橫跨正線。

圖 5.3-32 (b) 之主正線採路線別配置。第 1 股線 (上本線) 為來自 Dn 方之旅客列車到開線，第 2 股線 (下本線) 為來自 Up 方往 Dn 方之旅客列車到開

- (五) 車輛基地距車站稍遠時，乘務員之待命、休息處所應設在車站。
- (六) 進出基地之出入路線，對正線之干擾應減至最低，必要時可採用立體交叉。
- (七) 考慮工程費之經濟性。

近年來社會大眾對噪音、環保日益重視，用地取得不易，在這些條件限制下，要取得鐵路營運最佳位置之車輛基地，極為不易，只能退而求其次，多方評估，選取較佳方案。

#### 5.4.2 客車基地（電聯車基地、柴聯/油車基地、客車基地、客車調車場）

##### 一、客車基地與車站之關係位置

旅客列車抵達終點後，除了更換牽引機車後立刻折返者外，大多距下一班列車開車尚有相當長之時隔，而必須留在站場內，因此必須設置客車基地收容編組。收容在客車基地的客車，可同時進行洗車、清掃或檢查修繕等工作。因此客車基地除設置客車留置線外，大多亦設有洗車線、日檢線、修繕線等設施。上述設施通常是設在旅客列車始發、終點到達多的站內，若其規模宏大或用地取得不易，則另設獨立的客車調車場，或將客車的保養檢查、修繕作業，另設電聯車基地或柴聯車基地來擔任此一任務。這些獨立之基地，其位置以距車站近且人煙稀少，地價便宜者為佳。

旅客列車折返，必然會有機車調頭甚至轉線作業，電聯車、柴聯車之司機員則須轉換駕駛台。旅客列車轉線時須調整編組調車，調車作業時勢必影響正線運轉，其中以推進運轉，速度慢，對站內之其他作業影響至鉅。所以，規劃基地與車站之關係位置時，應盡量避免折返運轉、推進運轉與橫越正線等不良作業方式。

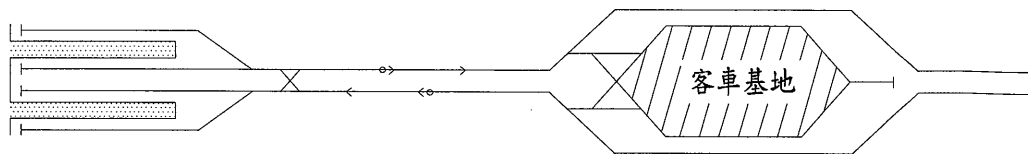
客運站與客車基地如採分別配置，其位置相互關係如圖 5.4-1 所示。圖 5.4-1 (a)、(b) 之客運站屬末端式，凡客車迴送客車基地時，必須在月台線折返，其運轉上之缺點在末端式車站乙節內已述及，在此種情形之下，務須注意迴送列車不得有橫斷正線之情事。圖 5.4-1 (c)、(d)、(e)、(f) 之客運車站為貫通式，凡運行於該客運站左方之列車，皆在該站始發、終點到達；運行於該客運站右方之列車，亦可在該站終止，惟運行於左方區間在該站終止之列車，較運行於右方區間在該站終止者為多。由於正線列車次數在該站左方者為多，遂將客車基地設於正線列車較少的一側。至於迴送線採單線或複線，應依迴送列車次數之多寡而定。

車站的到開線與基地直列配置時，列車可直接進入基地，為一理想的配置型態，如圖 5.4-1 (a)、(c) 所示。在地形上如需採用圍裹式時，需考慮將來之擴充性。

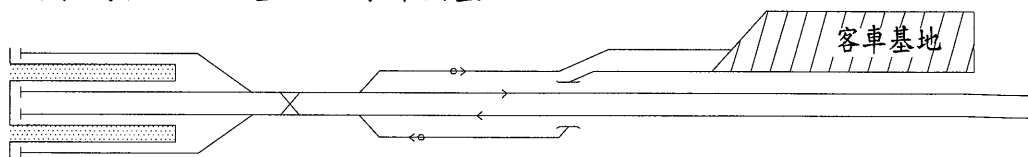
基地設在正線外側，出入基地之支線與正線產生平面交叉，將會影響正線之運轉，應改為立體交叉，如圖 5.4-1 (d)、(e) 所示。

圖 5.4-1 之 (g) 基地與到開線並列時，除出入基地之支線與正線平面交叉外，亦會產生拖上線折返之作業。

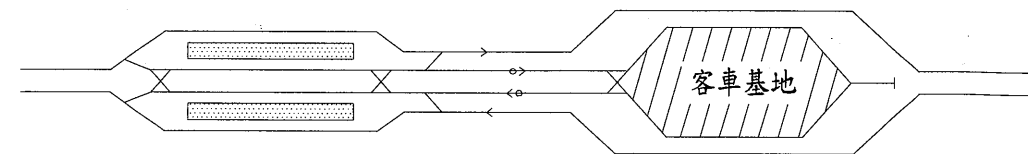
(a) 末端式客運站、基地正線圍抱型



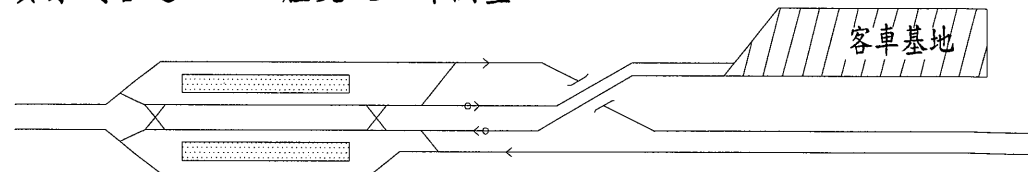
(b) 末端式客運站、基地正線外側型



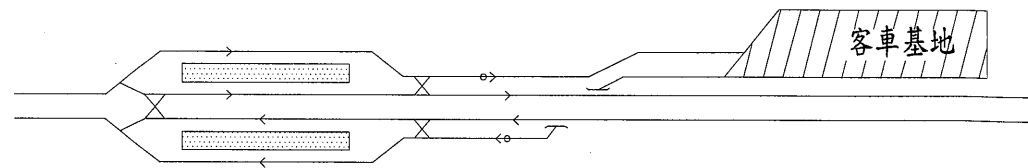
(c) 貫穿客運站、基地正線圍抱型



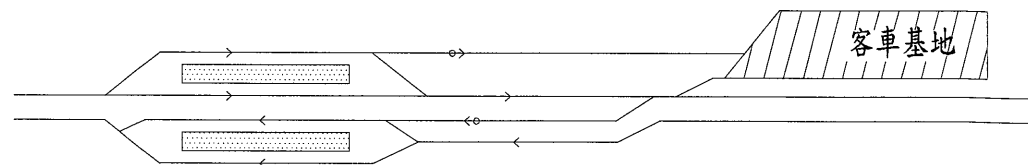
(d) 貫穿式客運站、立體交叉、外側型



(e) 貫穿式客運站、立體交叉、外側型



(f) 貫穿式客運站、平面交叉、外側型



(g) 貫穿式客運站、到開線並列型

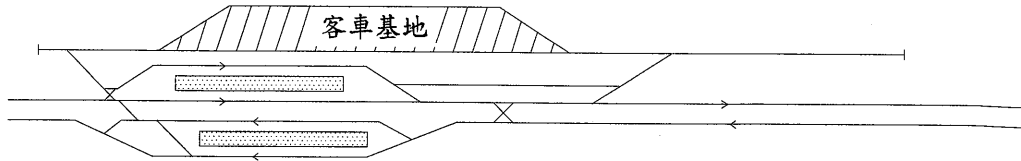


圖 5.4-1 客車基地與客運站之關係位置

二、車輛配置數之估算

規劃基地規模應以基地車輛配置數、車輛種類、客運路線別、列車密度及未來擴充需求，來估算基地之軌道數及檢修設施等而定其規模。

客車基地車輛配置數係由相關運轉區間所運行之旅客列車、運轉範圍及運行列車次數而定，但亦受鄰近基地之規模、運轉調度等方法所影響，故計算車輛配置數有其困難度。一般之估算方法如下：

(一) 由列車次數估算基地配置車輛數

預估各站旅客運輸量，以各站間通過人數、每車載客量、列車編組輛數、列車別乘坐率等因素，估算列車次數，一般由下式求出：

$$n = \frac{M}{P \cdot a \cdot b} \text{----- (5.4-1)}$$

- 上式中 n：某區間單向旅客列車次數（次，按列車種別算出）；
- M：某區間單向載客量（人／日）；
- P：平均乘坐率；
- a：每車載客量（人）；
- b：每一列車編組輛數（輛）。

列車次數決定後，其營運區間所需之車輛數由下式求之：

$$E = \frac{2nl}{K} \text{----- (5.4-2)}$$

$$N = E \cdot b (1+f) \text{----- (5.4-3)}$$

- 上式中 E：每列車運轉區間所需編組列車數（組）；
- l：列車運轉區間距離（km）；
- K：列車每日平均行駛距離（一般以 400km/日）；
- N：車輛基地配置輛數（輛）；
- f：車輛基地預備車率（一般 15%）；
- 其餘符號意義同前。

(二) 由運轉時隔及運轉區間估算基地車輛配置數

通勤區間在尖峰時段以較短之時隔，將車輛作最有效的利用，離峰時段車輛則在基地待留，因此列車編組輛數須因應尖峰時段（上下班時段）之列車次數編組。

$$t = \frac{60 \cdot P \cdot a \cdot b}{M} \quad \text{----- (5.4-4)}$$

$$\text{當 } F \leq T \text{ 時 } E = \frac{F}{t} \quad \text{----- (5.4-5)}$$

$$F > T \text{ 時 } E = \frac{T}{t} + \frac{F-T}{2t} \quad \text{----- (5.4-6)}$$

$$N = E \cdot b \cdot (1+f) \quad \text{----- (5.4-7)}$$

上式中 F：列車運轉區間一往返所需時間（分）；

T：尖峰時段（分，一般為 120 分鐘）；

t：尖峰時段一小時之列車運轉時隔（分）；

M：尖峰時段一小時之單程最大站間通過人數（人）；

其餘符號意義同前。

三、基地檢修車輛數之估算

預估基地定期檢修、重要部位檢修（轉向架檢修），其可能檢修之車輛數應以檢修週期為基礎。檢修週期一般以車輛行駛公里或行駛日數為基準。因此定期檢修及轉向架檢查車輛輛數，可依下列二式估算：

(一) 依車輛行駛公里時

$$A = \frac{N \cdot K}{S} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot D \quad \text{----- (5.4-8)}$$

(二) 依車輛行駛日數時

$$A = \frac{N}{T} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot D \quad \text{----- (5.4-9)}$$

發生臨時修繕之車輛數，可由配置輛數每一輛之修繕發生率求之，即

$$A = N \cdot \alpha \cdot \gamma \quad \text{----- (5.4-10)}$$

上式中 A：檢修車輛輛數（輛）；

N：基地配置車輛數（輛）；

K：日車公里；

S：檢車週期行車公里；

T：檢車週期行車日數；

D：檢修所需日數；

$\alpha$ ：臨時修繕發生率（機車為配置車輛數之 1%，客車為 0.1~0.5%）；

$\beta$ ：與上一級檢查之重複係數（ $\beta = 1 - \frac{\text{當時該檢查週期}}{\text{上一級檢查週期}}$ ）；

$\gamma$ ：實際工作與波動率 ( $\gamma = \frac{365\text{日}}{\text{實際工作日}} \times \text{波動率}$ )，實際工作日數

為扣除例假日，波動率含輸送波動及檢修波動合計為 20%。

洗車設備規模可按下式估算

$$A = \frac{N \cdot \gamma}{T \cdot D} \text{-----} (5-11)$$

$$B = \frac{T \cdot D}{\gamma}$$

上式中 A：洗車線之規模 (輛或編組數)；

B：每 1 洗車線可配置之車輛數或編組數；

N：洗車輛數或編組數；

T：洗車週期 (日)；

D：洗車線 1 天之洗車次數 (次/日)；

$\gamma$ ：波動率 (一般為 1.2)。

若因配合車輛運用而規定每天之最大洗車編組數時，應按此規定配備洗車線。

#### 四、與配線有關之設施規模

由所估計之基地車輛配置數及基地檢修車輛數，可作為基地規劃容納車輛所需之配線及檢修所需各項設備之依據。

客車基地是提供客車編組之留置、整備 (給油、給水、清洗、污物處理等) 及車輛檢修等三項主要作業之場所，其所需之線群分別為留置線群、整備線群及檢修線群。

##### (一) 留置線

車輛在基地停留過夜之輛數，依配屬車輛之運用情形而異，可由預定列車運行表求出。通常最大停留過夜之輛數約為基地配置輛數之 40~80% 之間，運轉區間較長者約 40%，近距離運轉者約 80%。

客車車輛基地在車輛最大停留時段，定期檢查線、出車前檢查線及洗車線等亦可收容這些停留車輛，故最大停留車輛數扣除這些收容輛數後，其所剩餘之車輛，均應停留在留置線。

在最大停留車輛時，有時需作列車編組作業，因此留置線應預留 1~2 空線，作為編組車輛之用。編組之變更需有拖上線。

留置線之有效長度須能容納最大編組之長度。留置線之軌道中心間距為 4.0m。

##### (二) 出車前檢查線 (日檢線)

出車前檢查線亦稱日檢線，係因應車輛使用狀況，在出車前就車輛主要部位施以外部檢查。

出車前檢查線之路線有效長，應以能收容該運轉區間列車最大編組長度為原則。其所需股道數雖需配合同時最大檢查車輛數，但亦應依基地出入運行表、

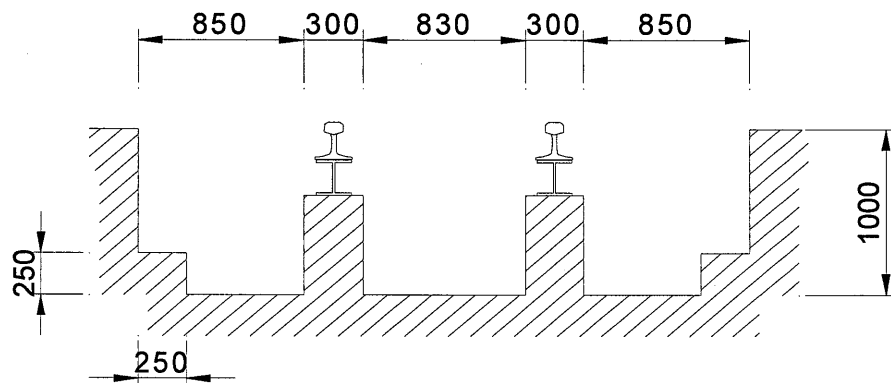


作業時段、作業人數、作業內容、作業所需時間及基地內調車作業等因素而定。一般而言，每一線每天可作 4~8 次運用。出車前檢查亦可在整備線群或留置線群辦理。

出車前檢查線多設在日檢庫內，日檢庫之軌道中心間距為 5.0m，日檢庫之軌道中心與柱之間距為 4m，日檢庫之長度為最大編組加 15m，日檢庫內之檢查線長度以最大基本編組長加 20m。

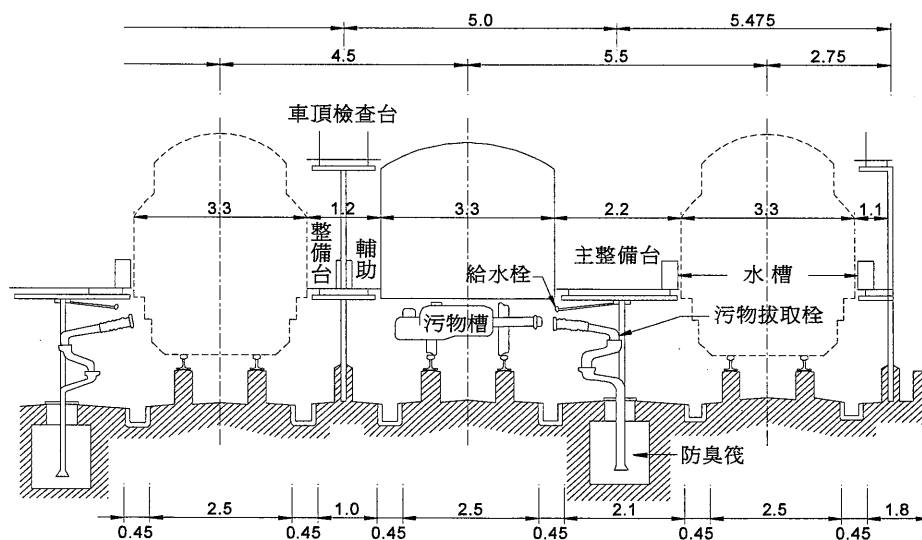
日檢線作業時間短，設有電車線與車頂檢查台，車頂檢查台之長度為最大基本編組長加 5m。人工洗車與整備作業併在日檢庫之洗車台長度為最大基本編組長加 5m。

日檢庫之檢查坑採立柱式，其斷面如圖 5.4-2 所示。檢查坑之長度為車輛端減 2m (全長)。圖 5.4-3 為日檢線、整備線與污物處理共用之檢查坑斷面。



(單位 mm)

圖 5.4-2 立柱式檢查坑



(單位 m)

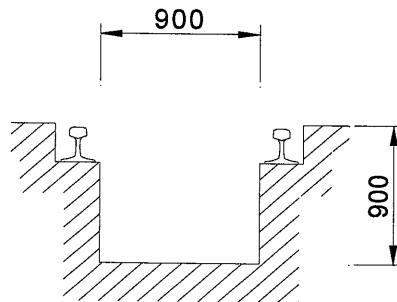
圖 5.4-3 日檢線與整備線共用之斷面

### (三) 定期檢查線 (局修線)

定期檢查線大部分設在車庫內與車庫規模有關，其長度應配合定期檢查車輛數、週期、需用時間、設備規模及用地範圍等因素而定。

定期檢查之股道數依 (5.4-8) 式或 (5.4-9) 求出之檢修車輛數換算成最大基本編組數為之。

定期檢查之作業時間較長，故車庫內需有吊車設備，無電車線，檢查坑採豎坑式，如圖 5.4-4 所示。檢查庫與檢查坑之長度與日檢庫同，軌道中心間距、軌道中心與柱之間距與日檢庫同，軌道中心與工作場邊間距為 4.5m。



(單位 mm)

圖 5.4-4 豎坑式檢查坑斷面圖

### (四) 轉向架檢查線及臨時修繕線

轉向架檢查所需車庫長度，在轉向架更換方式時約需 84~90m 長。檢查線長度即配合車庫長度而定。轉向架檢查線所需股道數依 (5.4-8) 式或 (5.4-9) 式之估算式而定。

臨時修繕線係應車輛臨時故障時之所需，原則上利用閒置之空間予以修畢，其作業輕微者可利用出車前檢查庫或定期檢查庫，但如另設車庫時，其車庫長約 60m，其所需路線長度即配合車庫長度。至於臨時修繕線所需股道數，即由 (5.4-10) 式求出。

### (五) 車輪旋刨線

車輪之旋刨 (車削) 原則上以列車編組為作業單位，因此路線有效長度需為最大編組長的二倍，同時兩端需各有 20m 之寬裕長度。車削設備設於有效長之中央範圍。

### (六) 洗車線

洗車作業分為人工洗車與機械 (自動) 洗車。通常以整個列車編組為作業單位，人工洗車之洗車線，其有效長度應以最大基本編組加 20m 為準。機械洗車係利用自動洗滌設備沖洗，洗車設備原則上設於出入線區延長之洗車線上，若場地有困難時，設於拖上線。為提高洗車效率，洗車設備須設於直線長約 60m

之中間範圍。

### (七) 試車線

檢查轉向架的基地，須設有 500m 以上之試運轉線。

## 六、作業流程與路線配置要點

### (一) 基地作業流程

客車是利用進入基地之停留時間，同時進行污物抽取、洗車、整備、日檢、定期檢查（局修）、臨時維修等，其作業流程如圖 5.4-5 所示。

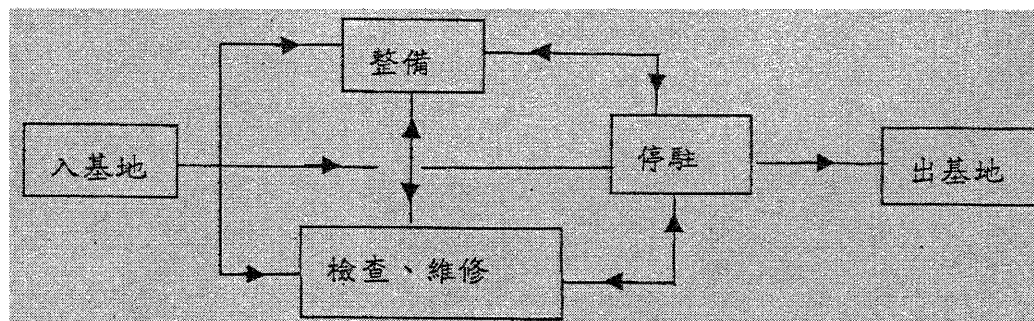


圖 5.4-5 客車基地作業流程圖

### (二) 線群與線名

客車基地的線群，依作業別可分為停留線群、整備線群與檢修線群。基地內雖有線群之分，但依使用之方法之不同，而各有不同之線名，如：

- (1) 出入基地線、進入基地線、出基地線。
- (2) 到開線、開車線、到達線。
- (3) 通路線（機迴線、通路線）。
- (4) 停留線（留置線）。
- (5) 拖上線（調車線）。
- (6) 編組線。
- (7) 洗車線。
- (8) 日檢線、出車前檢查線。
- (9) 定期檢查線、局修線。
- (10) 臨時檢修線（臨時修繕線）。
- (11) 車輪旋刨線（地下車輪線）。

### (三) 配線型態

客車基地係由停留線群、整備線群與檢修線群所構成，這些線群收斂於拖上線或道岔群。配線時要使這些線群合理的發揮其功能，辦公室、值班室等應配置在適當的位置上。客車基地之配線型態及其特點如表 5.4-2 所示。

表 5.4-2 客車基地之配線型態

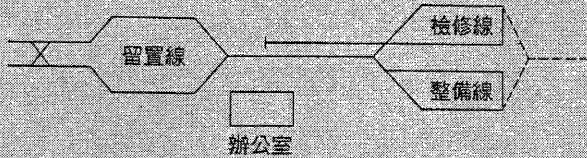

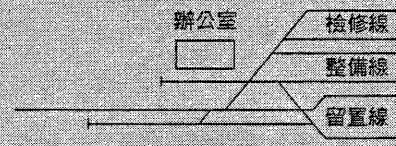
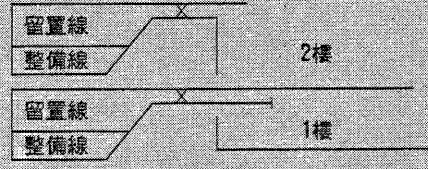
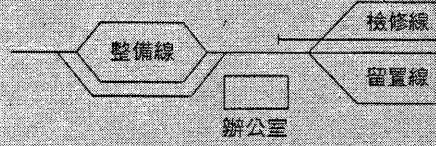
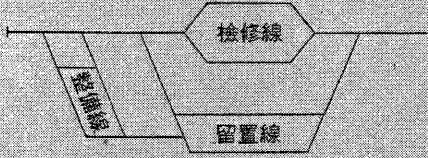
序號	配線圖	特點
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 兩線群間之調車作業為直線配置，為一理想的作業型態。如圖虛線所示，將後段予以連結則可減少作業妨礙。</li> <li>• 適用於長大編組及大規模之車輛基地。</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 留置線、整備線與檢修線連續配置，可順暢地進出檢修線。</li> </ul>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 各線群間之調車作業必須使用拖上線，因站內作業會互相妨礙，故不適用於大型基地。</li> <li>• 必須配置 2 股拖上線。</li> </ul>
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因用地取得困難，將序號 3 之配置予以立體化，而成為地面 2 樓之建築。</li> </ul>
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 將整備線直列配置，可以縮短整備作業時間，適用於出入整備頻繁之基地。</li> </ul>
6		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最適合貨車基地之型態。以檢查為主，故編組線需 2~4 股外，在整備線群處須設洗車線。</li> <li>• 基地內配備調車機車，須有專用拖上線。</li> </ul>

表 5.4-2

#### (四) 線群配置應注意事項

- (1) 配線之設計、各項設備之配置，應考慮預留將來擴建、改善所需之空間。
- (2) 基地內之配線，原則上提供一貫作業之所需，萬一要折返作業時，亦能單獨進行所需之各項作業。
- (3) 基地內調車作業，不能影響正線。
- (4) 應謀求設備之共用，如作業週期相似之出車前檢查、洗車作業、給油及給水等整備作業宜在同一股線辦理，或到開線與留置線兼用等。
- (5) 為避免編組作業所需之拖上線與檢修或整備發生衝突，應設專用之拖上線，且其配線與分歧要單純。
- (6) 留置線能連接到開線，併設若干編組線，必要時與到開線共用。
- (7) 辦公室、作業場所之位置應配合各作業股道，以提高作業效率。
- (8) 進出基地線原則上配置二股專用線。進出基地，不影響其他作業，且要連接到開線。
- (9) 留置線一股線之長度以收容一個編組之長度加 20m 寬裕長度為標準，不得已時以二個編組為上限，且最好股道兩端都能通行。
- (10) 留置線之縱坡以水平為原則，不得已時採用 0.1% 以下，但避免向基地外方下坡。
- (11) 留置線之軌道中心間距以 4m 為原則，考慮出車前檢查、給油、給水等作業時採用 5m，有電車線桿柱時採用 4.5m (每 3 ~ 6 股道)，股道間必要時可設作業通路及排水溝等。
- (12) 調車線有效長度以最大編組車數加約 60m 之寬裕長度為原則。
- (13) 調車線與其他線並列時，其中心間距至少 5m。
- (14) 車輛之臨時維修，一般多在定期檢查時發現，所以臨修線與定期檢查現應設在同一庫房，俾便容易調車，且設備可共用。

#### 七、客車調車場配線示意圖例

客車調車場適用於一般之長途列車，故大多位於客運業務特別繁忙的終點站附近，其主要任務係為列車調度編組；對於運行時間已久的旅客列車，給予檢查、修理、清潔與整備，以維護行車安全與服務品質；對於停留時間較久的折返列車，暫時令其離開正線，以免影響月台運用。故客車調車場的主要作業內容，包括下列三項：

- (一) 列車的分解、編組與停留。
- (二) 客車的檢修、清潔與整備。
- (三) 機車的加油給水、檢修保養、及中途更換等。

客車調車場依其與客運站之關係位置，可分為下列二種方式：

- (一) 往返式：旅客列車到達客運站完成到達作業後，不變更行駛方向，繼續往前進入客車調車場，俟完成整檢作業後，返回客運站等候開車作業。如舊

有之南港客車場，現有之樹林客車場。

(二) 折回式：旅客列車到達客運站完成到達作業後，變更原來行駛方向，逆向折返進入客車場，俟完成整檢作業後，退回客運站等候開車作業。如舊有之板橋客車場。

客車調車場依其與正線之關係，可分為下列二種形式：

(一) 環抱式：調車場設置於上下行正線的中央。其缺點為將來擴展時受到限制。  
(二) 旁靠式：調車場設置於上行或下行正線的一側。其缺點為列車進入調車場時影響正線，但如與正線採用立體交叉，即可獲得補救。

圖 5.4-6 所列舉之各型客車調車場，皆為各線群集中排列，而由調車線連接之型式。換言之，即由某一線群轉往另一線群時，必須使用調車線。

圖 5.4-6 (a) 為線群並列型之客車調車場，迴送列車利用到開線 A 來辦理列車之到開。到達機車經由  $e_1$  入庫，出發機車經由  $e_2$  出庫，拖上線 Z 配備之調車機車，擔任將到達之客車調往洗車線與其他線群之調車外，並擔負附屬編組之更換摘掛、不良車輛之調出摘除更換等變更編組作業。該調車場並未另設變更編組線，變更編組作業可利用各線群之右端來進行，如果變更編組數量較多時，就有另設變更編組線之必要。

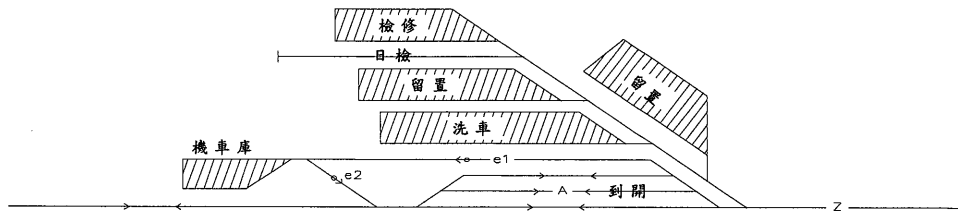
圖 5.4-6 (b) 之客車調車場，到達機車由  $e_1$  入庫。拖上線計有  $Z_1$  與  $Z_2$  兩股線，可同時以兩輛調車機車操作之。 $Z_2$  之調車機車擔任將到達之客車送往洗車線；至於檢車線、修繕線、客車留置線、以及出發線等各線群間之互相調車作業，則須由  $Z_1$  之調車機車擔任之。因此，該客車調車場之調車作業，主要由  $Z_1$  之調車機車操作，另由  $Z_2$  之調車機車輔助之。連掛迴送列車往出發線之出發機車，須經由  $e_2$  出庫。當機車入出庫之際，為避免妨礙一部份調車作業起見，可照圖上虛線所示，設置機迴線  $e_1$  與  $e_2$ 。惟一般客車調車場之調車作業，不似貨車分編作業之麻煩，故對機迴線與拖上線間之衝突，不如貨車分編作業之嚴重。按圖 5.4-6 (b) 之實線配置，設置  $e_1$  與  $e_2$ ，可縮短機車之行駛距離，為其優點之一。若就作業衝突點而言，當到達之客車由到達線拉往  $Z_1$  線之際，會與次一到達列車進入發生衝突；當出發客車由  $Z_1$  線送往出發線之際，亦會與出發列車之出發衝突。在運轉頻繁之客車調車場，為避免發生上述之衝突，可照圖 5.4-6 (c) 配置。

圖 5.4-6 (c) 之客車調車場，到達線群迴送列車之到達機車，在 a 線折返之後，經由機迴線  $e_1$  入庫。拖上線  $Z_1$  之調車機車，擔任各線群間之互相調車作業， $Z_2$  之調車機車僅作一部份之輔助作業。客車調車場之調車作業，係以原編組狀態為原則，至於逐一分解，只限於更換不良車輛之情況，故凡設有兩股調車線，非使用兩輛調車機車不可之繁忙調車作業，僅用於規模相當大之客車調車場。圖 5.4-6 (c) 之  $Z_2$  拖上線可以省略，只設  $Z_1$  一股拖上線，並在洗車線、檢查線與客留線等設止衝擋。

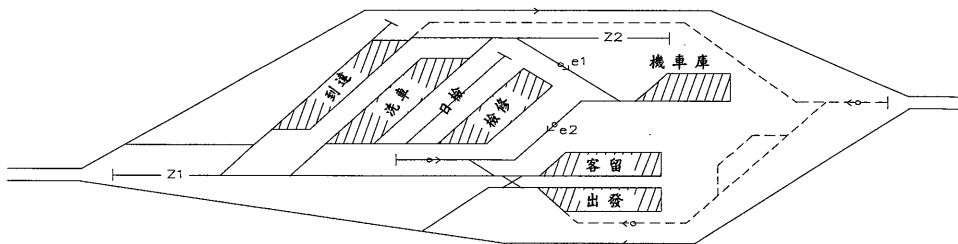
圖 5.4-6 (d) 之客車調車場為直列型線群之一例。到達客車調車場之客車，一般之作業流程為到達 → 清洗 → 留置 → 出發，不需清洗者則按到達 → 留

置 → 出發之順序進行，因此該客車調車場之線型配置，按客車調車場之主要作業流程，將到達線、洗車線、出發兼留置線等依序排列。此類配線因按作業流程排列，各線群間之轉線較為容易，且不致因拖上折返等產生相互交錯之不良情形。圖中之備用車線群設於主要線群所餘之空地上，出入稍有不便，惟備用車出入不頻繁，影響不大。檢查線與修繕線應互相接近。變更編組作業因須在洗車之前後辦理，故編組線群以接近洗車線為宜，且與設有拖車 (Trailer) 留置線相連接。

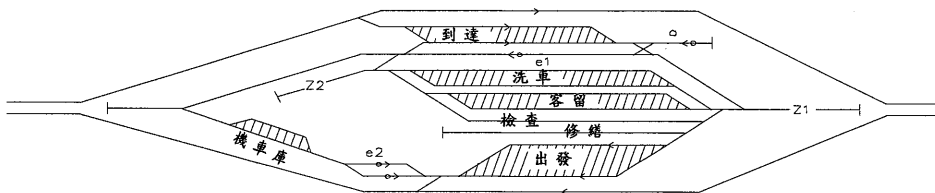
(a) 簡單的線群並列型



(b) 線群並列型 (會相互干擾)



(c) 線群並列型 (不產生相互干擾)



(d) 線群直列型

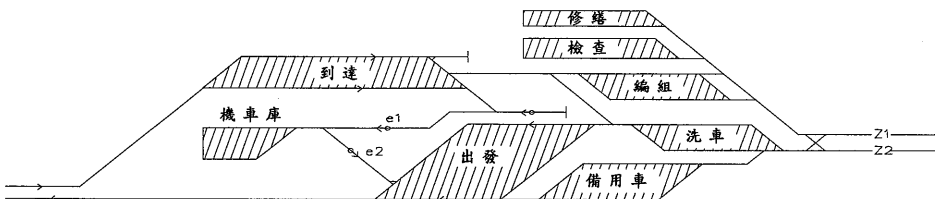


圖 5.4-6 客車調車場配線示意圖

#### 八、電聯車、柴油車基地

電聯車係在都市與近郊旅客運量大之區間，往返頻繁運轉之旅客列車，其運轉區間不長，故在終點站僅作折返之運用，不同於一般之長途列車。



電聯車運轉區間朝夕因通學、通勤之需要，致有尖峰時段之發生。在尖峰時段內，須出動大部分之電聯車，離峰時段，多數電聯車進入留置於電聯車基地。深夜至翌晨停止運轉之電聯車，一部份留置於終點站，而其他大部分則留置於電聯車基地內。電聯車進入基地後，亦趁機實施清洗、檢修等作業，與客車在客車調車場相同，電聯車基地亦應設有洗車、檢查與修繕等路線。

早晚尖峰時段電聯車進出基地頻繁，車站與基地間之相對位置與平面佈置，就顯得相當重要。

電聯車基地之配線方式應配合作業流程順序規劃，俾利作業順暢。若在調車作業中，需要電聯車折返時，會有司機員轉換駕駛台之狀況，配線必須考慮，不能中斷作業。編組作業較多之基地，須在留置之前，做好編組作業。電聯車進入基地後之主要作業流程有下列幾種狀況：

- (一) 進入基地 → 留置 → 出基地
- (二) 進入基地 → 洗車 → 留置 → 出基地
- (三) 進入基地 → 檢查 → 留置 → 出基地
- (四) 進入基地 → 檢查 → 洗車 → 留置 → 出發

電聯車基地之配線，如為尖峰時段與非尖峰時段相差很多之基地，如短途電聯車，其配置以採用並列型線群為宜，如圖 5.4-7 所示。中長途電聯車集中於夜間留置，白天則以洗車、檢修、編組為多，故以容易施行洗車、出車前檢查、定期檢查的直列型線群為宜，如圖 5.4-8 所示。

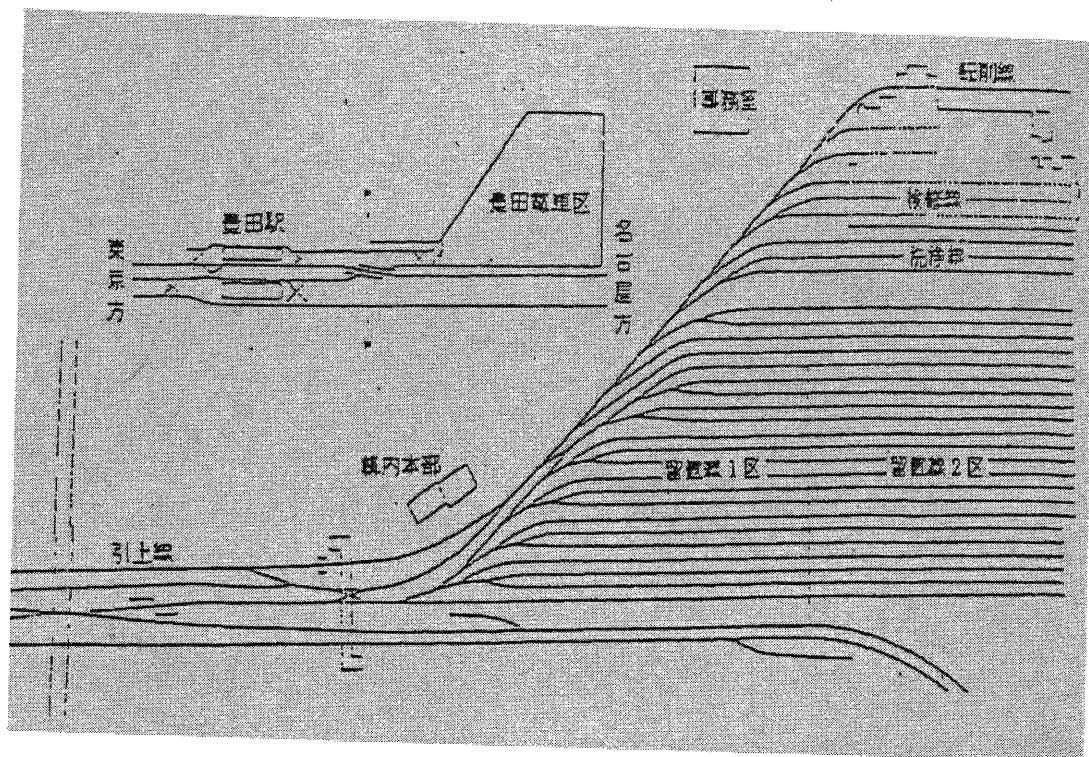


圖 5.4-7 並列型線群配置案例



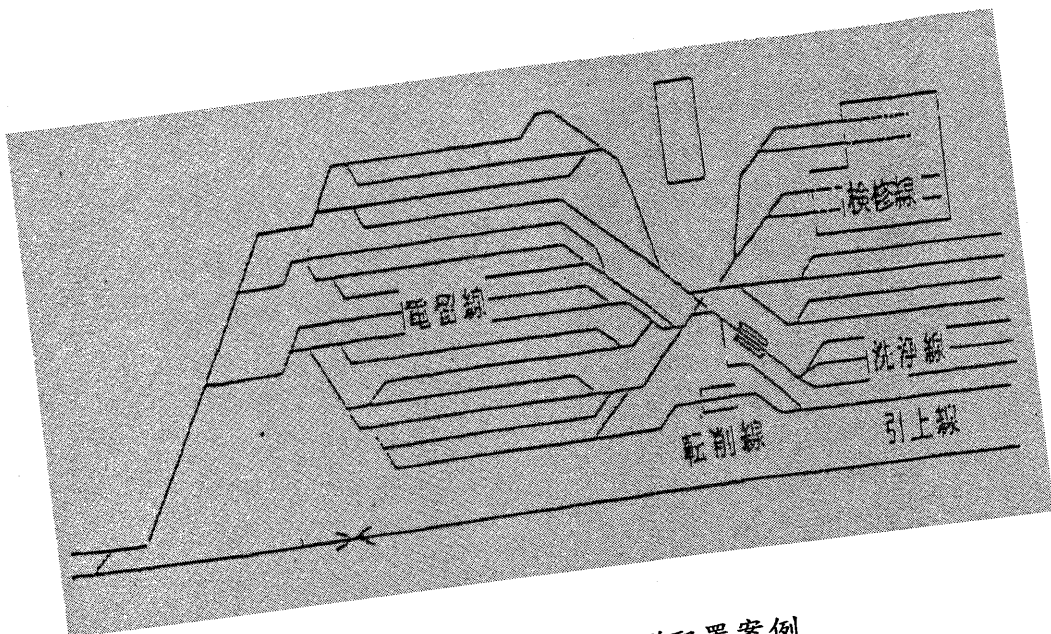


圖 5.4-8 直列型線群配置案例

柴油車與電聯車類似，但它進入基地後，需要給油作業與小單位運用，而有各種不同的運用方式，同時容易分割，合併運轉，編組更改作業較多。其主要作業流程如下，在留置、洗車之前後，必須伴隨著編組更改與給油作業：

(一) 進入基地  $\xrightarrow{\text{(編組變更)(給油)}}$  留置  $\rightarrow$  出基地

(二) 進入基地  $\xrightarrow{\text{(編組變更)(給油)}}$  洗車  $\xrightarrow{\text{(給油)}}$  留置  $\rightarrow$  出發

(三) 進入基地  $\rightarrow$  檢查  $\rightarrow$  留置  $\rightarrow$  出發

(四) 進入基地  $\rightarrow$  檢查  $\rightarrow$  洗車  $\rightarrow$  留置  $\rightarrow$  出發

由於柴油車場以小單位運用，編組之改編作業頻繁，並列型線群之配線方式，因與出入基地會有產生相互干擾之不利情形，故以採用縱列型線群較佳。

圖 5.4-9 (a)、(b) 為近郊通勤電聯車專用之並列型線群配線，它並不適用於柴油車基地。圖中到開線可依需要在某時間帶上，設定為進入基地或出基地之單一方向，兩線群可同時作為出基地或進入基地使用，而不必單獨指定為到開線，或為開車線。

電聯車基地如設在客運站場內時，這些到開線可兼作進出基地線使用。到開線與留置線間的轉線，在配線上採無需折返運轉的方式，乃因電聯車返運轉時，司機員必須由前方駕駛座轉到後方駕駛座運轉，而浪費不少時間。在夜間最大停泊時間內，亦可作為留置線使用。留置、洗車、定期檢查、修繕各線群間相互之調車，可利用調車線  $Z_1$  來進

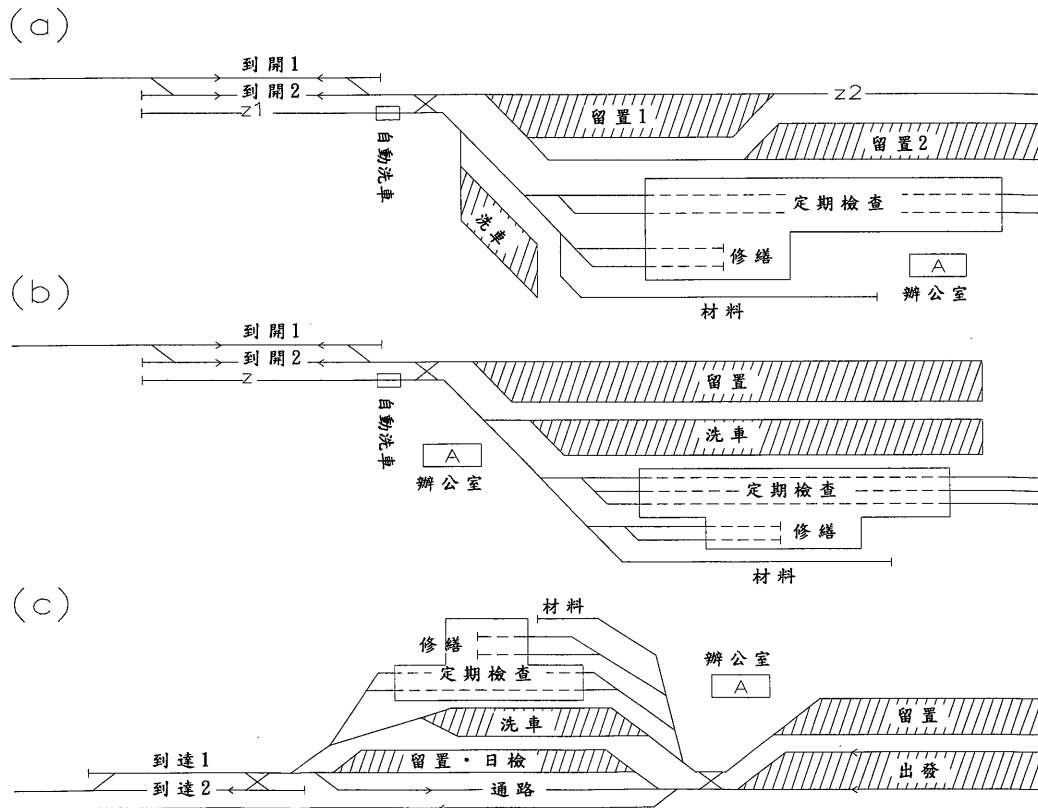
5.4-9 (a) 調車線  $E_2$  之設置目的，在於編組改編，附加編組改編等作業少與  $Z_1$  調車作業所產生之相互干擾。

編組改編等調車作業量較少時，可將電聯車留置線每一股停放二編組，圖 5.4-9 (b) 為簡化後之配線情形。

圖 5.4-9 (a)、(b) 往到開線之調車與各線群間之轉線會產生相互妨礙，為避免相互干擾，儘可能減少轉線途中所產生之折返，可依圖 5.4-9 (c)、(d) 之縱列線群配線，該類配線適用於中長途電聯車基地與柴油車基地。

進入洗車線之車輛，可利用自動洗車機來清洗車體，自動洗車機分為藥品散佈與水洗二階段進行，車輛必須通過二階段之自動洗車機，完成清洗車體作業，如圖 5.4-9 (a)、(b) 將自動洗車機設置於拖上線上，並將噴藥及水洗用機械分開設置，車輛經過某一方向，就可完成洗車作業。

柴油車配置車輛數量較多時，可依圖 5.4-9 (c)~(e) 之型式配線。給油設備如圖 5.4-9 (c)、(d) 時可設置於留置、日檢線群內，而圖 5.3-9 (e) 之配線可將給油設備設於收容線群內。(e) 入庫之同時，在  $Z_1$  施行編組改編作業。另外於收容 2 股線為因應日檢工作，檢查車體底部需要，應設置檢查坑。



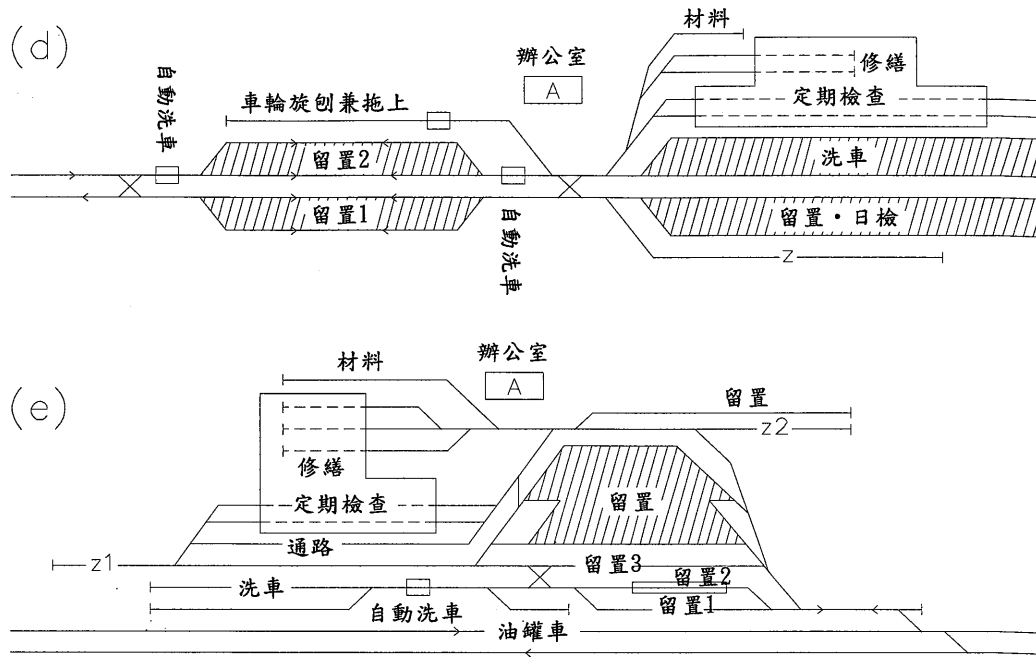


圖 5.4-9 電聯車、柴油車基地配線示意圖

### 5.4.3 機車基地

旅客列車分為區間車、長途列車。區間車以電聯車、柴油車為主。長途列車則以電力機車或柴油機車牽引客車為主，電聯車或柴聯車為輔。貨物列車均由電力機車或柴電機車牽引。故機車基地選擇靠近客運站或貨運站之考慮因素，應視未來機車之運用型態而定。

機車基地之主要功能在於提供機車停留及重要部位之檢查，洗車、清掃則在污漬嚴重時為之。

#### (一) 配置輛數

參考式 (5.4-2) 估算基地配置之機車輛數，其中在基地停留之最多輛數約為 60~89%。

#### (二) 檢修規模

在基地檢修之機車車輛數，可參考式 (5.4-8)、式 (5.4-9) 或式 (5.4-10) 估算。

#### (三) 機車基地之設備

##### (1) 機車留置線

機車大多停留在檢修線上，扣除檢修線上之留置機車，即為留置線所需之長度。原則上留置線以兩端皆能進出為宜。每股道至少要停留 4 輛。地形受限制時，至少亦要有 2 輛。路線中心間距為 4.0~4.5m，如需加油則為 5m。如有電車線桿、庫房等需有相當之間距。

##### (2) 檢修庫

機車基地對其配屬機車，應實施出車前檢查（日檢）、定期檢查以及小規模

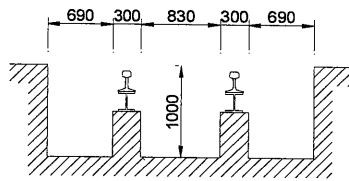
之修繕等檢修作業。檢修作業均在車庫內實施。機車庫之型式有扇形與矩形等二種。矩形車庫內之每一股道，若收容數輛機車，則裡側之機車出庫時，外側之機車均須暫時拉出車庫外，故矩形車庫之每一股道所收容之機車以兩輛或三輛為限，為提高其收容能力，須增設平行排列之股道，此等股道在車庫外以道岔連接，須有相當長之路線，因此收容機車輛數較少之基地，通常採用矩形車庫。若收容之機車輛數較多，則採用扇形車庫，惟機車出入扇形車庫時，必須通過轉車盤，此乃扇形車庫之缺點。

令  $N$  為一股道上之停留機車輛數， $L$  為機車長度 (m)，則電力機車之矩形車庫所需長度為  $N \times L + (N-1) \times 5.5m + 4m$ ；柴電機車之矩形車庫所需長度為  $N \times L + (N-1) \times 2m + 4m$ 。

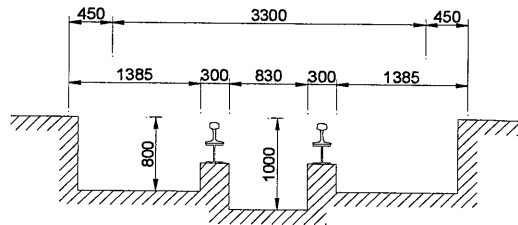
### (3) 檢查坑

檢查坑斷面如圖 5.4-10 所示。檢查坑之長度為檢修庫之全長，兩端各扣除 2m。

(a) 電力機車



(b) 柴電機車



(單位 mm)

圖 5.4-10 機車檢查坑斷面圖

### (四) 作業流程與配線注意事項

#### (1) 作業流程

機車進出機車基地之主要作業流程，有下列幾種：

- 進入基地 → 留置 → 出基地
- 進入基地 → (留置) → 日檢 → 留置 → 出基地
- 進入基地 → (留置) → 定期檢查 (或臨時修繕) → 留置 → 出基地

上列第三項的定期檢查是在檢修庫內之定期檢查線進行，需要修繕之機車，直接進入修繕車庫，如要實施比定期檢查較高一級之檢修時，即無需辦理日檢或定期檢查，可直接進入維修庫內的檢查線進行檢查。上列作業流程中 (留置) 一項大多可以省略。

#### (2) 配線注意事項

- 入出線以 2 線為原則，不能妨礙其他作業，如有需要應配置到開線。
- 檢修線須兩端都能進行，並配置於出入方便之處。

- 留置線須與出入線區連接，必要時須配置拖上線。
- 機車基地之配線，應依作業流程之順序配線，調車工作不能妨礙正線，基地的作業亦不能妨礙車站，二者介面要分明。

### (3) 配線例

圖 5.4-11 為機車基地之配線例。圖 5.4-11(a) 為標準的並列型線群，圖 5.4-11(b) 為標準的直列型線群。兩者機車可從 A、B 兩端進出，A 側為機車進出基地之主要路徑。需要施行日檢的機車，由 A 側進入基地，可直接在入基地線 I 等待日檢，而由 B 側進入之機車，則須經由通路線 D 折返後，在入基地線 I 等待。

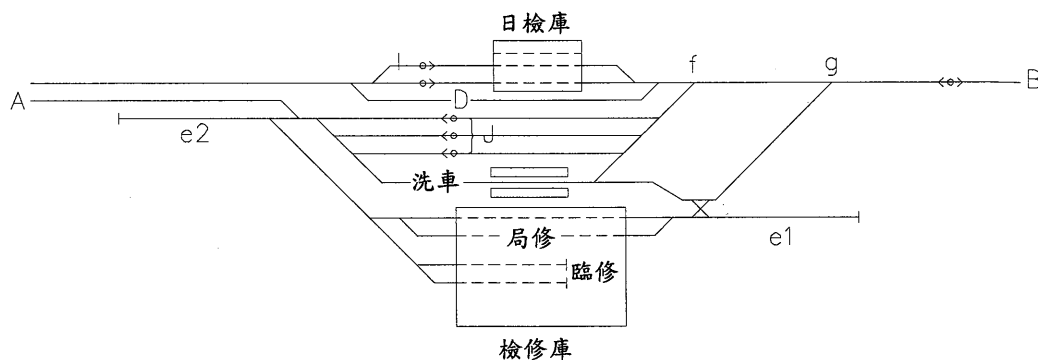
在日檢庫施行日常檢查並給油給砂後，開往 B 側，在 f 處折返進入留置線兼出基地線 J。

無需施行日檢的機車，由 A 側進入時，經通路線 D 在 f 處折返後進入留置線 J，而由 B 側入基地者，可經由 f 直接進入留置線 J。

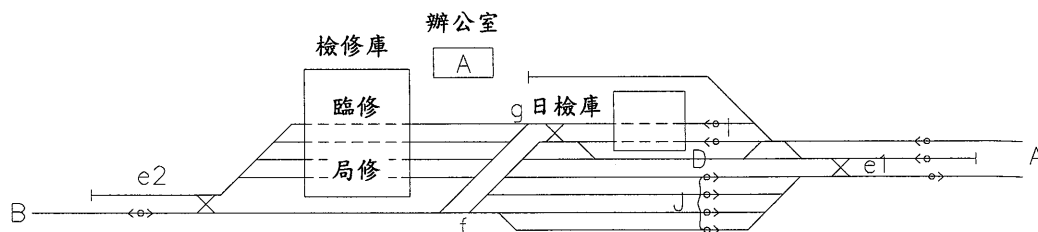
需要接受比定期檢查較上級檢查之電力、柴電機車，因不必施行日檢，自 A 側進入時可逕由通路 D 經 g 折返進入檢修庫。自 B 側進入時，可直接由 g 進入檢修庫。完成檢查的機車，經機待線 e<sub>2</sub> 折返進入出基地線。

機車較大的故障或受損部位，大多在定期檢查時發現，因此定期檢查線與修繕線如能設在同一檢修庫內時，不但調車容易且設備也可相互融通使用。圖 5.4-11(a)、(b) 如作為柴電機車基地使用時，在入基地線 I 及通路線 D 上，應加設燃料用之給油設備及給水設備。圖 5.4-11(c) 乃為小規模型態之柴電機車基地，日檢、定期檢查與臨修等檢修庫連接在一起。

#### (a) 並列型線群



#### (b) 直列型線群



### (c) 並列型線群(柴電機車用)

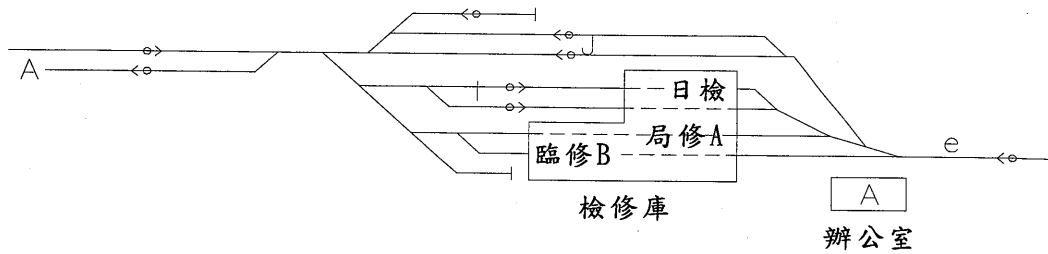


圖 5.4-11 機車基地配線示意圖

#### 5.4.4 貨車基地

##### 一、貨車基地與車站之關係

貨車通行於全國各地，無法如機車或客車限制其運行範圍，而配屬於某特定車輛基地。因此，必須指定某貨車基地的責任車站範圍，就到達該車站的貨車中篩選已達定期檢查期限者，在完成卸貨後立即將空車迴送車輛基地檢查。

貨車基地設置位置以重車變為空車之大型貨物站，或空車集中之貨車調車場附近最為適當。

##### 二、配線相關設備之規模

###### (一) 檢修車輛之估算

一般貨車之定期檢查是按該基地所轄範圍內的到達貨車數為基礎估算。至於其他所屬貨車，則參考 5.4.2 客車基地之旅客列車檢修規模估算。

$$n = A \cdot K \text{ ----- (5.4-11)}$$

$$m = \alpha \cdot n \text{ ----- (5.4-12)}$$

上式中  $n$ : 1 日平均定期檢查貨車輛數 (輛);

$m$ : 1 日平均定期檢查貨車輛數 (輛);

$A$ : 基地所轄車站平均 1 日之到達貨車輛數 (輛);

$K$ : 到達車輛需要定期檢查之比例 (約 5%);

$\alpha$ : 對定期檢查輛數與須維修量數之比例 (20~ 30%)。

###### (二) 車庫內檢查線、維修線同時在線上之輛數

$$N = \frac{n\gamma}{d} \text{ ----- (5.4-13)}$$

$$M = \frac{m\gamma}{e} \text{ ----- (5.4-14)}$$

上式中  $N$ : 定期檢查線在線上之輛數 (輛);

$M$ : 維修線在線上之輛數 (輛);

$d$ : 定期檢查線週轉次數 (每日約 2 ~ 4 次);

e：維修線週轉次數（每日約 2 次）；

$\gamma$ ：作業波動率（平均 1.2）。

### （三）貨車基地之規模

#### （1）清洗線、定期檢查線、維修線

清洗線之路線中心間距為 4.5m，路線中心與柱中心之間距為 3m。令 N 為在線上之車數，L 為車輛長，d 為週轉數，清洗線之路線長為  $\frac{NL}{d} + 20m$ 。

定期檢查線及維修線之路線中心間距為 6m，路線中心與柱中心之間距為 4m 與工作場則為 4.5m。路線長為檢修庫長加 20m。

#### （2）檢修庫

清洗線之檢修庫長度為  $NL + 3m$ 。

定期檢查線之檢修庫長度為  $NL + (N-1) \times 2m + 4m$ ，其中  $(N-1) \times 2m$  為車輛間之距離。

維修線之檢修庫長度為  $NL + (N-1) \times 5.5m + 4m$ ，其中  $(N-1) \times 5.5m$  為分解轉向架之車輛間距離。

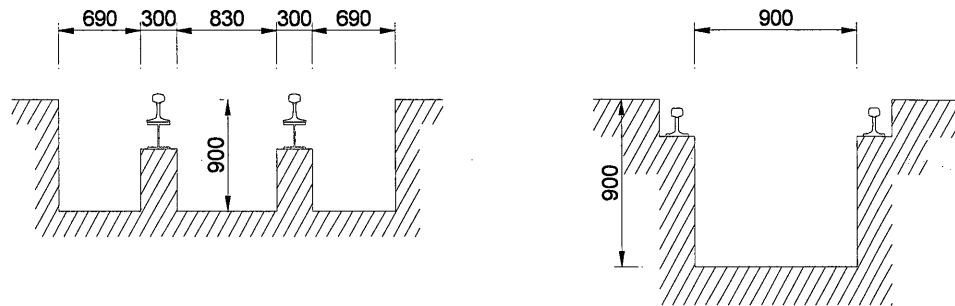
#### （3）檢修坑

定期檢查線之檢修坑斷面如圖 5.4-12 (a) 所示，其長度為檢修庫入口 2m 起  $NL + (N-1) \times 2m + 2m$ 。

維修線之檢修坑斷面如圖 5.4-12 (b) 所示，其長度為檢修庫入口 2m 起  $NL + (N-1) \times 5.5m + 2m$ 。

(a)

(b)



(單位 mm)

圖 5.4-12 貨車基地檢修坑斷面圖

### 三、作業流程與配線注意事項

#### （一）作業流程

送入貨車車輛基地的貨車，經清掃、施行定期檢查後無需修繕者，可送入留置線，需修繕者應送修繕庫檢修，再送留置線等待出基地。

#### （二）配線注意事項

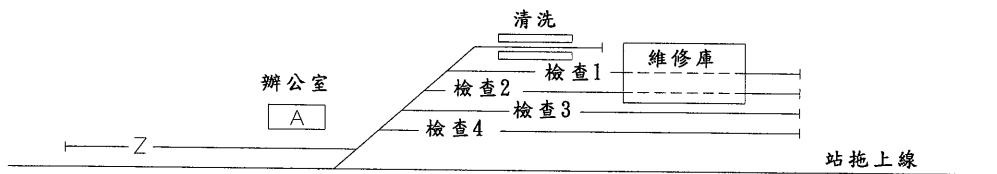
- (1) 線群配置要以作業流程順暢為原則，調車時不能妨礙車站或其他工作。
- (2) 留置線之規模雖與車站及調車場之出入次數有關，但通常以3次週轉為標準。在運用效率上，檢查線以4次週轉為目標。為不妨礙或影響站內作業，宜有專用拖上線，並將2~4股之留置線與檢查線並列，以利檢查完之車輛停留，且兩端都能出入。
- (3) 配合貨物近代化運輸，專用貨物列車之比例愈來愈多，拖上線、檢修線之長度須能容納專列長度。
- (4) 定期檢查完成後之車輛需要清洗，清洗線應設在拖上線側可調車之位置。
- (5) 等待維修線係供定期檢查發現需維修之車輛暫時停放處，宜設在檢查線與維修線之間。
- (6) 吊車、救援車留置線應設在便於駛出基地之位置。

#### 四、配線例

定期檢查貨車數量較少之貨車車輛基地如圖 5.4-13 (a) 所示，貨車經由貨物站、調車場等之拖上線，利用配屬車站之調車機車作進出基地的調車，同時亦利用該調車機車進行基地內調車作業。

貨車數量較多時，應依照圖 5.4-13 (b) 之配線方式，按貨車檢修作業流程，予以配線。由左側入基地的貨車先停放在檢查準備庫進行清掃及其他作業，再移到定期檢查庫施行檢查，更換閘瓦，施行聯結器、車輪、車架、側面鈹等之檢查。無需解體者，可在庫內逕行修繕後，經移車台送入1股道等待出基地。需進一步解體之貨車，應送修繕庫完成修繕後，在基地的右側等待出基地。

(a)



(b)

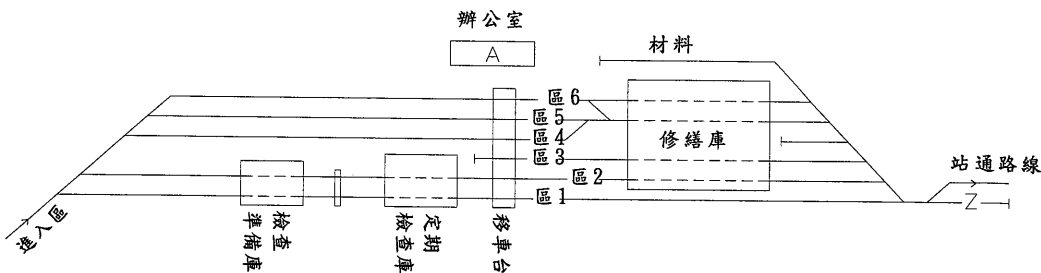


圖 5.4-13 貨車基地配線示意圖

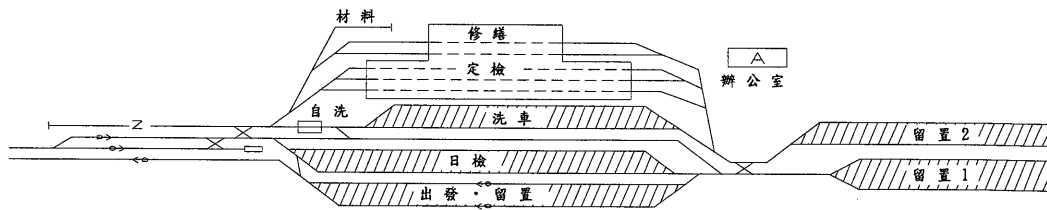


### 5.4.5 綜合車輛基地

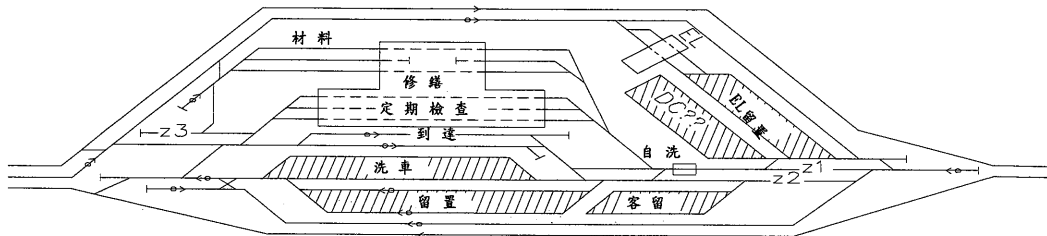
車輛基地如依工作別或車種別設置，各車輛基地如所配置的車輛雖少，但麻雀雖小，五臟俱全，均須有行政、檢修、洗車等最低限度的設備及人員配置。為避免設備重複及人力浪費，可將貨車以外的數種車輛予以湊合在一起，並配置某程度的車輛數，成為綜合車輛基地。綜合車輛基地應選在距大車站較近之處為宜。

綜合車輛基地內之車種，在可能範圍內，就運用與檢查方法相類似的 L 群（如電力機車 EL、柴油機車 DL）或者 C 群（如電聯車 EC、柴油車 DC、客車 PC）分別設置為宜。另外在管理上被認為每一基地定員數以 1000 名、配置車輛數 500 輛為限，因此一般而言 L 群基地以配置 100 輛，C 群基地以配置 500 輛之車輛較為合適。圖 5.4-14 綜合車輛基地配置例中，(a) 之配置車輛數為 EC200 輛、DC100 輛、PC100 輛共 400 輛，(b) 之配置車輛數為 EC220 輛、PC140 輛、EL55 輛共 415 輛，(c) 之配置車輛數為 EC260 輛、DC120 輛、PC320 輛共 700 輛。

(a) EC200 輛、DC100 輛、PC100 輛，計 400 輛



(b) EC220 輛、PC140 輛、EL55 輛，計 415 輛



(c) EC260 輛、DC120 輛、PC320 輛，計 700 輛

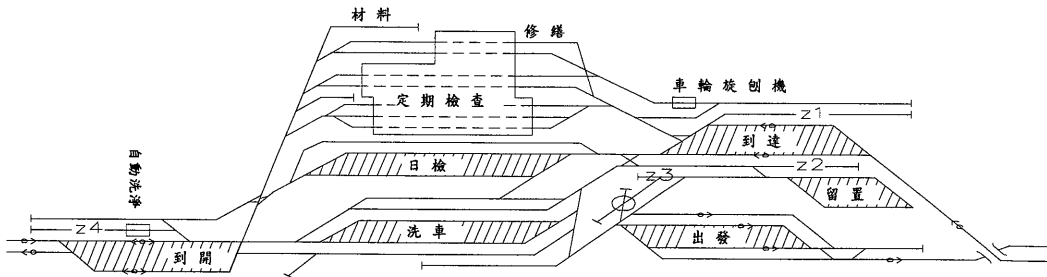


圖 5.4-14 綜合車輛基地配線示意圖

## 5.5 貨車調車場

### 5.5.1 貨車調車場之任務與位置

貨物列車因貨車的去向複雜，經過相當距離的行駛，因沿途貨車摘掛的結果，編組順序紊亂，如不予以整理，前進各站的貨車摘掛困難，唯有適時調整貨車的聯掛順序，才能達到輸送經濟之目的。故貨車調車場的主要任務如下：

- 一、調整貨車的聯掛順序，以便利沿途各站貨車的摘掛。
- 二、組成直達或半直達列車，以達到迅速輸送的目的。
- 三、辦理零擔貨物的裝載或卸載，以縮短列車沿途的停站時間。

在都市內之大站，或運轉頻繁之支線連絡站，應行摘掛之貨車，往往較諸中間小站為多。在此種大站或分歧站，藉摘掛大量貨車之機會，同時整理列車之編組，最為適當，故調車場宜設於貨車出入頻繁站之附近。一般貨車調車場，設於圖 5.5-1 所示地點。

圖 5.5-1 (a) 係貨物到發量極大之大站，惟該站因為於人煙稠密地區，用地取得不易，因此在同一站內不易設置完整之調車設備，遂在沿線之郊外，土地低廉之地點，設立獨立之貨車調車場。此種配置，Up-Dn 正線之貨物列車，須在該貨車調車場實施調車作業。在該大站對到發貨車之處理方法有兩種：其一為 Up-Dn 正線列車，令其在該大站停車，由該列車將在該站到發之貨車，分別摘解與連掛，惟此時當列車由 Up 方始往 Dn 方時，由於在該貨物站加掛甚多之發運貨車，致使列車編組順序陷於紊亂狀態，與原調車場徒費了一番編組功夫。當列車在該站連掛發運貨車之際，為防其連掛順序混亂，又需大費周章，整理編組順序。換言之，即在貨車調車場與貨物站，各需整理一次共費兩次手續。當列車由 Dn 方始往 Up 方時，因在該站摘解到達之貨車，亦須停留甚久，為避免發生上述之不便，如該站到發之貨車甚多時，則索性採用另一方法，令 Up-Dn 站間之正線列車通過該站，直接駛往調車場，在該調車場將所有到達貨車解體。然後匯集該站之到達列車，編成 Up-Dn 正線上另一種列車，返回該站。至於由該站發運之貨車，則不直接連掛於正線列車上，而以另一列車一度掛往貨車調車場，在該調車場依其去向實施分編作業，分別連掛於目的列車之適當位置。因此，由 Dn 方到達該站之貨車，及由該站發往 Dn 方之貨車，在該站與貨車調車場之間，形成雙重運轉，由表面觀之，雖頗不利，但實際上，不僅可減少調車之周折，而且就整個運輸而言，可提高其效率，反屬有利。在此種情況下，運轉於該大貨物站與貨車調車場間，掛有在該貨物站到發貨車之列車，與 Up-Dn 間正線列車，有所區分，特稱之為小運轉列車。

圖 5.5-1 (b) 係在大都市設置末端式大貨物站之情形，連接該站路線，由 Up-Dn 站間正線上分歧。此種場合，一般將貨車調車場設於分歧站之附近，而附屬於該貨車調車場之貨物站，却不限於如圖所示之一站，亦有附帶兩個以上之貨物站者。此種配置，因貨物站不在 Up-Dn 正線上，故在貨車調車場與貨物站間，採小運轉方式，較為有利。

圖 5.5-1 (c) 貨物站設於路網之終點，乃常見於臨港地帶。此種配置，正線列車運轉於 Up 方與貨車調車場之間，而在貨車調車場與各貨物站之間，則分別規定有小運轉列車。

圖 5.5-1 (d) 係因貨車調車場如設在 Up-Dn 正線與 Br 方支線之分歧地帶時，在該分歧站內設置貨車調車設備，具有如圖 5.5-1 (a) 之同樣困難，故應設置獨立之貨車調車場。至於貨車調車場設於分歧站之左面靠 Up 方，乃由於貨車調車場如設在靠 Dn 方時，當丙方支線貨車出入貨車調車場之際，必須在分歧站逐一折返運轉之故。此種配置，Br 方支線之貨物列車，以在貨車調車場始發終點到達為原則，而其至該分歧站終止者，乃僅限於支線特別閒散之情形。Up-Br 兩方之間，互相往返之貨車特別多時，縱為 Br 方之貨物列車，亦不完全在貨車調車場終止，亦有令其一部份直通往 Up 方之情事。至於由 Dn 方往 Br 方，或由 Br 方發往 Dn 方之貨車，則在貨車調車場與分歧站之間，作雙重運轉。

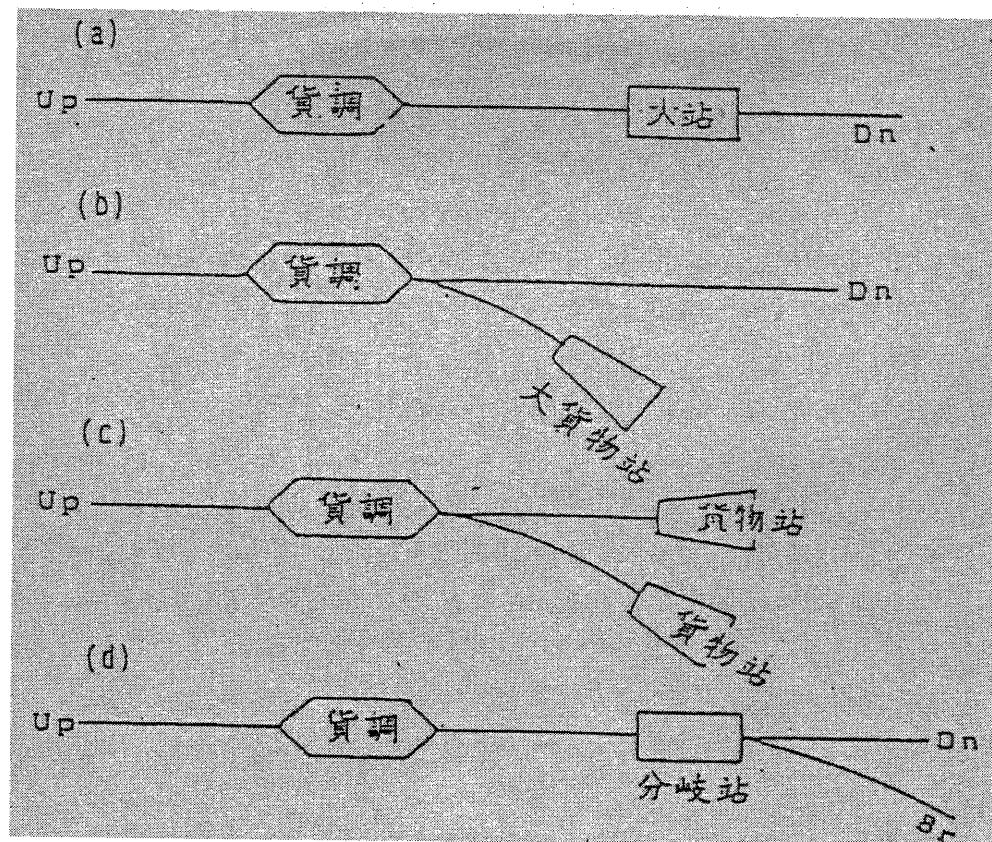


圖 5.5-1 貨車調車場與大貨物站、分歧站之關係

## 5.5.2 貨物列車之運行與分編作業

貨物列車依照運輸目的，雖分有貨物快車與零擔列車等特殊列車，但一般可分為直達列車與區間列車兩種。直達列車係集結遠程貨車所編成之列車，通常在中間站不停車。區間列車係指在每一中間站停留摘掛貨車與裝卸貨物之列車而

言。例如圖 5.5-2 之 A-Z 線上，設有 A、B、C、D 等具備貨車調車設備之列車編組站場，a、b、c、d 等為中間站， $\beta$ 、 $\gamma$  等各為設於都市 B、C 之大貨物站。由 A 出發之貨物列車中，有只在 B、C、D 等處停車之直達列車，與在 a、b、c、d 各站停車之區間列車。在 B- $\beta$ ，C- $\gamma$  之間，各運轉有小運轉列車。B-P，D-Q 等支線列車，分別在調車場 B 與 D 編組。m-n 支線之貨物列車，有在 m 站編組者，與在調車場 C 編組者，C-n 間運轉支線列車，m 站不辦理貨車中轉者。在後一情形下，出入 m-n 支線來往於 B 方向之貨車，因調車場 C 中轉於 A-Z 正線列車上，故 m-C 間為雙重運轉。

為說明貨車之運送方法，特以由 A 往 Z 之直達列車，與 A-C 及 C-Z 間之區間列車為例，說明如下：由 A 發往 a、b、c、d 等站到達 B 之區間列車，將 a、b、c 之到達貨車在各站分別摘解之後，混掛以 a、b、c 等各站發運之貨車。然後在 B 站加以分編，發往  $\beta$  與 B-P 支線之貨車，則分別中轉於小運轉列車與駛往 P 支線之列車上。凡發往 C 站，r 站，m-n 支線，以及 C-D 間各站之貨車，皆作為 C 站摘解車，而將其集結於一起，中轉於駛往 Z 之直達列車上。至於發往 D-Q，D-R 支線，以及 D 前方之貨車，則均作為 D 站摘解車，將其集結中轉於駛往 Z 之直達列車上。如斯將 C 站摘解車，或 D 站摘解車集結於一起，稱為貨車之集結。由 B 站以區間列車掛來之往 L、K、m 等 B-C 間各中間站之貨車，係以由 A 站以直達列車掛來 B 站與由  $\beta$  站掛來，以及由 B-P 支線所掛來貨車之中，抽調出發往 K、L、m 等 B-C 間各中間者，依照站之順序整理連掛，遂成為駛往 C 站之區間列車。

由 A 到達 B 駛往 Z 方之直達列車，因 B、 $\beta$  站之到達貨車，與駛往 B-P 支線，以及 B-C 間各站之貨車，皆以 B 站摘解車集結連掛於一起，故將其摘解，而代之以由 a、b、c 等各站以區間列車所掛來與 B、 $\beta$  站發運，以及 B-P 支線掛來之貨車，其應掛往 C、D 站者，分別予以集結加掛該直達列車上出發。

有關貨車調車場之分編作業，特就圖 5.5-2 之 B 站為例，說明如下：

因貨車分編線之每一股線，皆指定有使用目的，其中有供收容發往 B-P 線之貨車與收容發往 B-C 間各中間站之貨車，以及收容發往 D 前方之貨車等。因此，凡應行分解之貨物列車，先依各貨車之去向，將其分解於目的線上，繼之由收容於分編線之貨車群中，拉出欲掛出之貨車群，予以互相連掛，遂編成新貨物列車。

貨車之分編作業，由另一作業方式觀之，可分為第一次分編與第二次分編。到達貨車調車場之貨物列車，首先實施第一次分解，第一次分解係概略的分解，雖亦有人稱其為方向別分解，但方向別之字義與實際作業，並不十分吻合，例如 B-P 線、D-Q 線等第一次分解，不但路線相異方向不同，而且縱在同一方向之 B-Z 間，亦分解為 B-C、C-D 等數區間；再對  $\beta$ 、r 等大貨物站，尤其到達貨車極多之站，僅就一站或集合二、三站用一股線，而在第一次分解之時，即完成其分編工作。迨第一次分解告成，遂即編成出發列車。直達列車則因在第一次分解之時，已按 C 站前方、D 站前方等劃分分編，故若連掛以適當順序即可。

至於區間列車，則因在第一次分解之際，將發往 B—C 間各中間站之貨車，業經集中收容於一股線上，故將其拉出作第二次分編，依站之順序加以整理，載掛於該列車之前端。此處所謂之第二次分編，並非僅指站別分編而言，蓋雖為駛往同一站之貨車，有時須按裝卸月台別，或進入某專用側線等區分之。此類細緻之分編，統稱為第二次分編。在駛往  $\beta$  站之小運轉列車中，有於第一次分編完成即行出發，俟到站之後，在該站設有之分編線，實施第二次分解者，亦有因受到達站設備之限制，須再調車場完成第二次分解者。

在 B 站分編之貨物列車中，凡由  $\beta$  到達之小運轉列車，與 B—P 支線之到達列車等，須將該列車之全部貨車調往分編線，予以分編。然由 A 駛往 Z 之直達列車，當由 A 站出發時，由該列車前端起，已按 B 站摘解車，發往 C 前方與 D 前方等順序集結連掛。因此，發往 C 及 D 前方之貨車，在 B 站無重行分編之必要，而將其留置於到發線，祇將該列車前端之 B 站摘解車，拉往調車線予以分編。在該站不予分編連掛於列車後端之發往 C、D 前方之貨車，稱為通過車。雖然採用通過之字樣，但並非以通過列車之貨車為限，凡在該站一度停車之到達列車，旋又出發者，亦稱為通過車。凡到達之貨車連掛於另一列車上出發，稱為中轉車。在前述之列車上，當加掛在該站所組成發往 D 前方之貨車掛於其前端，故該發往 C 前方之貨車，雖屬於通過車，但須經過一番調車手續。在此種調車場所處理之貨車，有到發車、中轉車與通過車三種，而在通過車中，計有需調車與完全不費任何手續兩種。

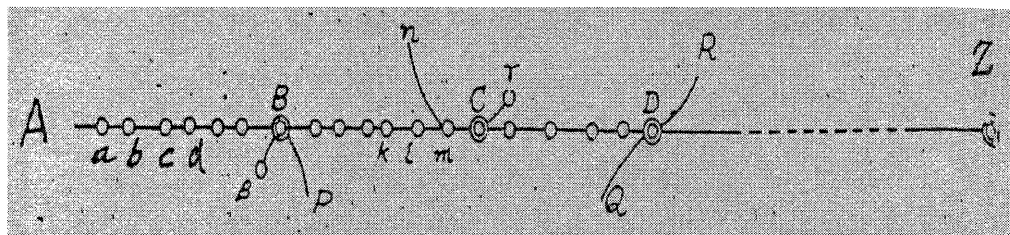


圖 5.5-2 貨物列車之運行

貨車之分解作業有溜放、Poling、重力 (Gravity)、及駝峰 (Hump) 等方法。溜放法係在連結之貨車前端掛已調車機車，先一度拉往調車線，然後向所擬進入之路線推進，僅將應收容之貨車聯結器 (車鈎) 解開，並將該車衝入，其餘貨車仍拉回原路，迨其後端之車輛通過該線之道岔後，再行推進作次一溜放，如斯數次反覆實施貨車分解作業。

Poling 法應預先解開全部貨車之連結，在與其平行敷設稱為 Poling 線之雕車專用線上，置有稱為 Poling Car 之調車專用車，由調車機車往返，利用 Poling Car 之橫向突出桿，將貨車順次推進所擬進入之路線分解之。實際上此種調車方法，採用的國家不多。溜放調車與 Poling 調車須藉調車機車之力，相對於下列所述之重力而言，稱其為平面調車。

重力法乃貨車利用其本身之重力，由高地溜往低地以分解之。實際上，天

然具有此種理想坡度之地方，頗不易覓得，如在天然不適之處，以人工將幅員廣闊之調車場築成一定之坡度，則需耗費巨大，實施上至為困難。

駝峰法係在站內之適當地點，築有稱為駝峰之小丘，其既易築造且所費亦無多，利用調車機車將須分解之貨車，由駝峰之一側推上，當其前端到達峰頂時，解開聯結器，該貨車利用其本身之重力，溜往敷設於其下面之分編線中。因其不僅經濟，且可在短時間內分解大量之貨車，故被採用於大調車場。

編組作業一般採用平面調車方法。上述之重力與駝峰法，為便利實施分解作業，分解線設以坡度，而編組作業則應再分解作業以外之另一地點，以另一調車機車擔任之。惟平面調車則可在同一地點，實施分解與編組兩項作業。有時在分解線設以不妨礙編組作業程度稱為輔助坡度之緩坡，俾易於利用機車溜放，藉可提高分解效率。

凡以平面調車實施分解與編組兩項作業者（包括設有輔助坡度之情形），稱為平面調車場。至於第一次分解採用駝峰者，稱為駝峰調車場。雖然在駝峰調車場，編組作業採用上述之平面調車，但第二次分解，則採用平面與駝峰等兩種情形。

### 5.5.3 貨車調車場之型式

貨車調車場係將所有貨物列車之空重車輛在調車場內集中調度，從事重車收集、分類、編組、出發與空車留置、檢修及貨物之裝卸等重要作業。其中對列車分解編組作業，因採用的方法不同，其調車場設備及佈置亦有所不同，如以貨物列車之分編作業方法而區分，貨車調車場之型式可分為二：

- 一、平面調車場：平面調車場的調車線與其相關的分類線群全部在同一水平面上，當分解列車時，機車在調車線上將車群向分類線群快速推送，中途突然停止，使被推送的車群中，其連接器已被解鎖的貨車，利用餘力溜入分類線群，達成列車分解的目的。其貨車溜動速度的控制，由制軔人員或先行搭乘貨車，或中途跳乘貨車，利用踏軔使貨車減速或停止。平面調車場分解列車時，必須機車逐一推送，所需時間較久，故每日的理想作業能量，以不超過兩千輛為原則，逾限其調車量效率即顯著低落。惟平面調車場因用地較省，建築容易，投資經濟，分解與編組作業又能密切配合，故至今仍為一般中小型調車場所普遍採用。
- 二、駝峰調車場：駝峰調車場係在分類線群與調車線之交界處築起一小山坡（高度 3~5m），中間隆起如駝峰，當分解列車時，機車在調車線的一端，將貨車推送至峰頂，利用貨車的自重，使貨車藉重力作用，自行溜下進入分類線群，達成列車分解的目的。其貨車溜動速度的控制，通常在分類線上適當地點裝置車輛減速器以控制之。駝峰調車場的路線配置，除正線外包括到達線群、分類線群、編組線群、出發線群、修車線群、及機車線群等。各線群間的基本配置，或為並列式，即各線群左右並列，其最大優點為路線集中，長度較短，其缺點為設備重複，平面交叉多。或為直列式，即各

線群前後直列，其優缺點與並列式相反。駝峰調車場以高效率調車為著眼點，以整列車分解為手段，故分類線群的佈置極為重要。駝峰調車場於分類線群的最前端裝置主減速器，於各線群的前端裝置群減速器，於各分類線群的末端裝置端末減速器，以控制貨車的溜動速度。車輛減速器或為電動式，或為壓縮空氣式。駝峰調車場使用車輛減速器，既可增加調車能力，又可減少制軔人力，更可強化調車安全。駝峰調車場因用地廣，股道多，通信設備現代化，分類作業自動化，故最適宜於大量的、整列的分解作業，舊有的七堵貨車調車場即為此類型式。

貨車調車場依其與正線之關係，可分為下列三種形式：

- 一、環抱式：調車場設置於上下行正線的中央，舊有的七堵貨車調車場，即為一例。環抱式調車場的分類線群可以共用，上行與下行的貨車接受容易，調車作業毋礙正線，作業人力可以減少為其優點，但正線彎曲視野不良，路線受正線包圍擴充不便，站外專用側線進入不易為其缺點。
- 二、並列式：調車場設置於上行或下行的一側。旁靠式調車場的正線為直線，通過列車不必減速，上下行貨車的數量不平衡時授受方便，路線可以自由擴充為其優點；貨車數量較多時上下行調車作業彼此妨礙，調車場外側正線與調車場作業發生平面交叉為其缺點。
- 三、貫穿式：調車場設置於上下行正線的兩側。貫穿式調車場之正線視野良好，通過列車不必減速，上下行調車作業互不妨礙，站外專用側線進入方便，路線可以自由擴充為其優點；上下行貨車不平衡時授受困難，正線行車密度高時橫渡不易，調車設備與作業人力雙倍投入為其缺點。

#### 5.5.4 正線貫穿、並列式平面調車場

如前所述，凡實施貨物列車編組，與整理其編組之站場，稱為列車編組站。貨物調車場自應屬於編組站，惟不辦理客貨運業務，而僅辦理貨物列車編組等作業。因此，貨車調車場之配線，與兼辦客貨業務編組站之配線，具有相同之原則；另為使調車場獨立，亦有與一般終點站相異之獨特配線型式者。以下各節所述乃屬於前者僅辦貨物列車編組等作業，至於兼辦客貨業務編組站之配線，曾在 5.3.6、5.3.11 及 5.3.12 節詳為述及。

貨車調車場為貨物列車之作業基地，多數緊鄰於貨運站或終點站附近，以調整貨車的聯掛順序，組成沿途摘掛方便的貨物列車為其中心任務。因貨車的去向極為複雜，組成的貨物列車又以夜間行駛為原則，故貨車調車場必須配置較多的側線，俾具有較大的貨車收容能力。貨車調車場的基本配線，或為平面式或為駝峰式，而正線的配置，或為旁靠式，或為貫穿式，或為環抱式，端視調車場的主客觀條件而適宜選定之。客觀環境的差別，及主觀條件的互異，可謂千變萬化。

本節就以前所列舉之配線圖中，挑出其中有關貨車調車必要之設備部分，視為本節所欲說明之正線貫穿、並列式貨車調車場，其配線如圖 5.5-3 所示。

圖 5.5-3 (a)、(b) 正線偏向站場一側，為並列式貨車調車場。上行列車到



站或出發時，必須跨越下行正線，如果列車班次頻繁，平面交叉就會有困難，惟因設有共用分類線，貨車授受作業較為容易。

圖 5.5-3 (c) 係貫通式貨車調車場，將正線夾在站場中間，上下行各分別設置分類線，在上行到發線與下行分類線群間，設有授受線群，供上下行分類線群間互相調車用之授受線。拖上線  $Z_1$  與  $Z_2$  分別配備有調車機車。上下行如有授受車輛時，就必須跨越正線，此種配線乃將上下分類線間的貨車授受作業，所需之授受線設於上行側，利用配置於  $Z_2$  之下行調車機車，跨越正線來進行作業。反之，如將授受線設置於下行側，利用  $Z_1$  之調車機車辦理授受時，上下授受以及上行本務機車之更換車頭作業，都集中在站場左側，則其跨越正線時，易生妨礙。

圖 5.5.3 (a) 適用於處理貨車數量較少者，而圖 5.5-3 (b)、(c) 則適用於處理貨車數量較多者。

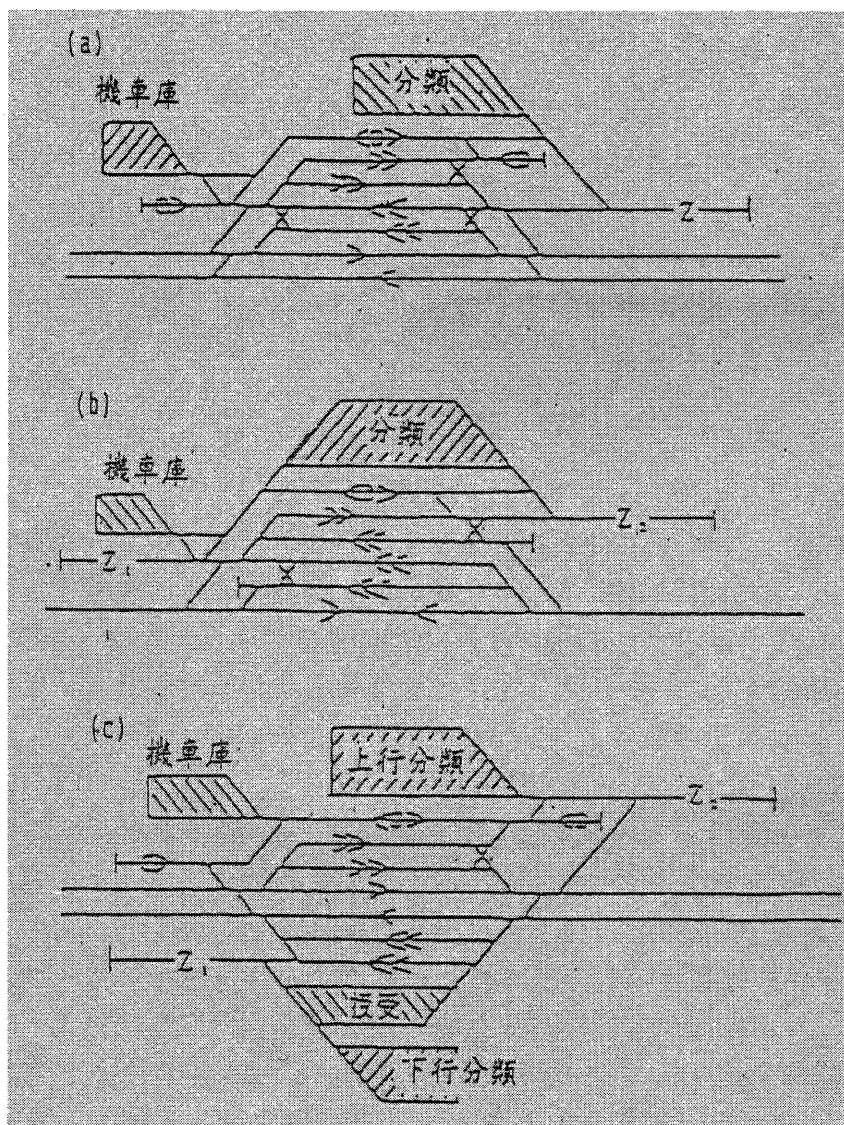


圖 5.5-3 正線貫穿、並列式貨車調車場



### 5.5.5 正線環抱式平面調車場

一般貨車調車場，上下分類線間會有貨車授受作業，在正線貫穿式調車場，貨車授受作業必定會跨越正線，如果授受貨車數量較多時，為了避免造成妨礙，則以正線環抱式的型式為佳。圖 5.5-4 為環抱式平面調車場之略圖。

圖 5.5-4 (a) 在上下分類線端部各設有調車用拖上線一股，並各配置調車機車一部。辦理貨車分類、編組及上下行、站別順序的整理等作業，各由所屬調車機車來分別辦理。雖然分類是上下分開，但因與授受線相接，故對上下分類線間貨車之授受作業較為容易。貨車調車場的拖上線一般都相當繁忙，機迴線如與拖上線交叉，如有機迴作業時會阻礙調車，因此機迴線應迂迴拖上線，使其不致有交叉之情況。

為了不使上下各別調車作業相互發生干擾，圖 5.5-4 (b) 在中央部分留設緩衝帶，惟此種配置將損失相當大的分類線有效長，不過對上下貨車授受，或繁忙路線間的融通會有相當大的方便。

一輛調車機車所能分編之貨車數量有一定之限度，如分編之負擔較大時，則如圖 5.5-4 (c) 在分類線之後端加設  $Z_3$ 、 $Z_4$  拖上線。前端拖上線辦理分類，後端拖上線辦理編組；或前端拖上線辦理方向別之分類，後端拖上線辦理站別分類等。由前後端兩條拖上線分擔作業，一組線群以兩部調車機車共同協力，以提昇分類作業之能力。

到達調車場之貨物列車，利用拖上線施行分類作業時，將全列車牽引到前端拖上線或後端拖上線都不成問題，惟貨物列車就編組而言，短程貨車群都集掛在前端，而遠程貨車群則集掛在後端，如列車只作局部分類作業時，後端留在分類線上，只牽引前端貨車來辦理調車工作，基於上述理由，利用列車前端拖上線，對分類作業較為方便。因此，至圖 5.4-6 為止之配線，所有貨車分類線之拖上線，一律配置於前端。

如果要利用後端拖上線的調車機車，作為列車前端的局部分類作業，而不需拖出全列車時，可如圖 5.5-6 (d) 將貨車摘掛線與到開線並列配置，利用列車本務機車或前端的調車機車，將需要分類之貨車摘放到摘掛線上，接著由後端調車機車將它連掛並進行分類作業，在後端完成編組之貨車，又放回摘掛線，再由本務機車或前端調車機車牽引，連掛在列車前端等待出發。

圖 5.5-4 (c) 是正線列車與支線列車的到開、分類、編組等，使用同一線群之配置情形。圖 5.5-5 之配線為支線列車與正線列車的到開線分開設置情形，適用於臨港線等辦理小運轉較多之處。此例是以支線到開列車的分類作業，使用上行方向拖上線  $Z_1$ ，編組作業則以使用下行方向之拖上線  $Z_3$  為原則。

支線與上行正線間流動之貨物列車較多時，則如圖 5.5-4 (c) 之配線較為有利。

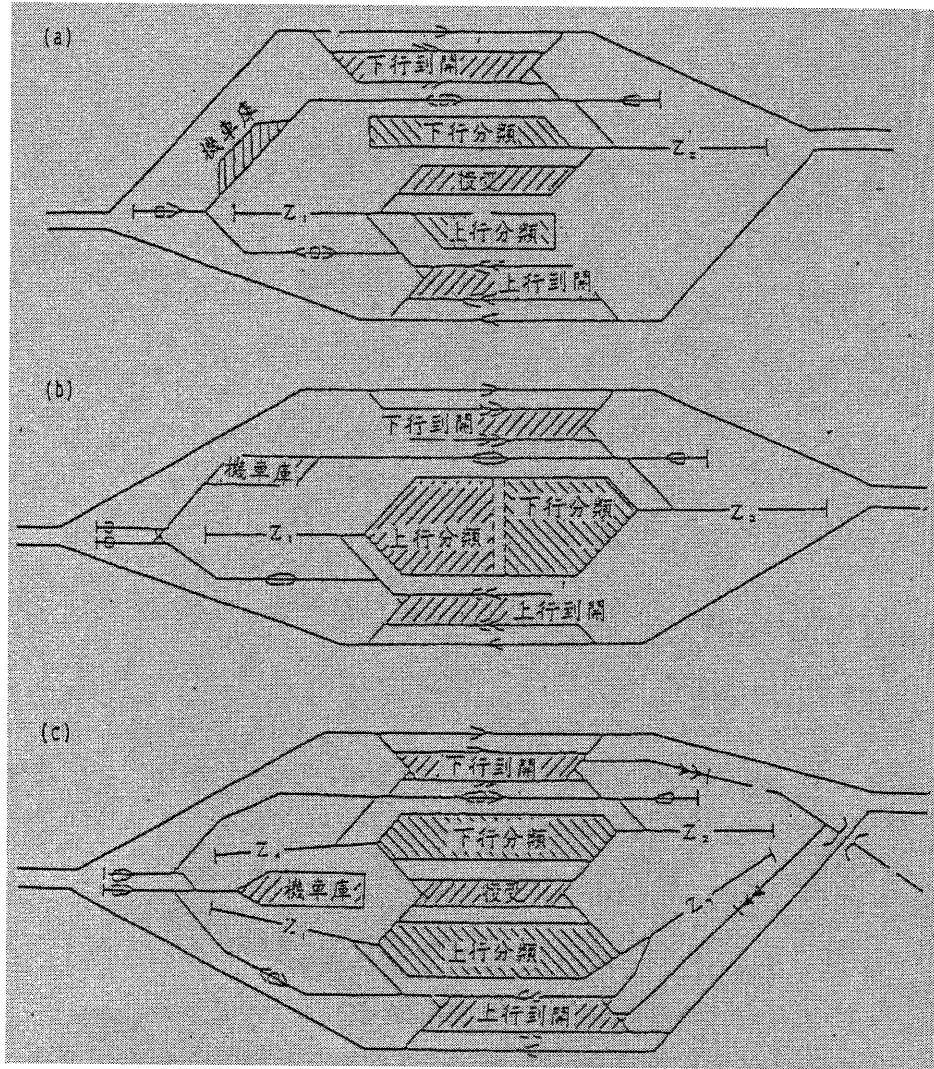


圖 5.5-4 正線環抱式、平面貨車調車場

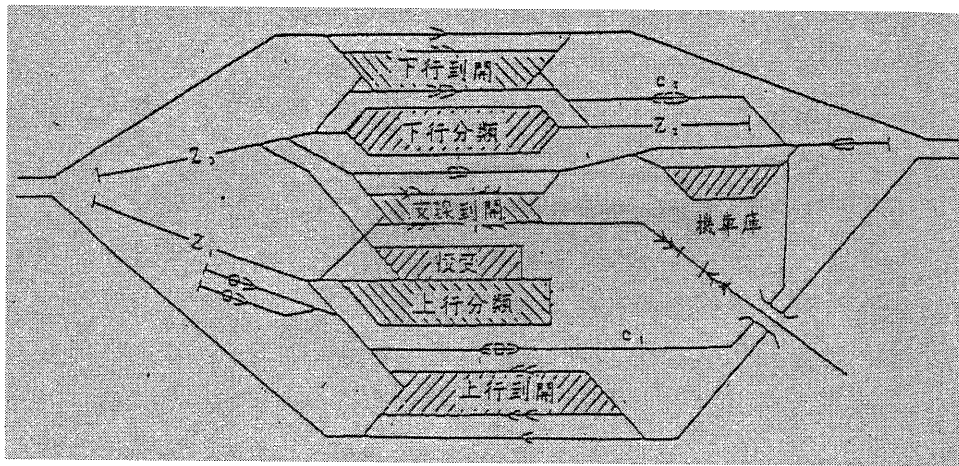


圖 5.5-5 正線環抱式平面貨車調車場（支線到開線分開型）

### 5.5.6 正線環抱式駝峰調車場

平面調車場與駝峰調車場在配線上各有利弊，然如處理之貨車甚多採取溜放調車不濟於事時，則須採用駝峰式。

圖 5.5-6 為環抱式駝峰調車場之配線略圖。圖 5.5-6(a) 到達到開線之列車，先牽引至推上線（亦稱駝峰上坡線）接著推到峰頂 H 後，在方向別分類線內分類（第一次分編）。直行列車則由拖上線  $d_1$ 、 $d_1'$  牽引到編組用之  $Z_1$ 、 $Z_1'$  拖上線施行列車編組後，放置於到開線上。需要站別分類（第二次分編）的貨車，由拖上線  $d_2$ 、 $d_2'$  牽引到站別分類用之  $Z_2$ 、 $Z_2'$  拖上線後，在站別分類線施行列車編組。

此種配線，上下行列車的分類作業，是在左側駝峰推上線進行，列車編組則在右側辦理。如果只處理列車前端的部分貨車摘掛時，則須如圖 5.5-6(d) 與到開線並排設置貨車摘掛線。列車到達後，利用本務機車或調車機車，在摘掛線進行貨車摘放、連掛作業。摘放後之貨車，即以調車機車，利用駝峰或編組用拖上線施行分類作業。

列車全部施行分類之駝峰調車場，其主要作業流程如下：列車到達 → 方向別分類 → 列車編組（含站別編組） → 列車出發。依照上述作業流程，將到達線與出發線分開設置，即為圖 5.5-6(b) 之情形。下行列車可逕行進入到達線，而上行列車如由上行到達線之右側到達時，將與駝峰推上線的調車作業產生相互干擾，因此應先進入折返到達線後，以推進方式進入上行到達線。列車駛入到達線，本務機車摘開後，調車機車將編組推上駝峰施行分類作業。列車編組作業，則由方向別分類線拖出右側，經編組後留置於出發線上。

圖 5.5-6(b) 之駝峰調車場為一大型調車場，對到達之列車，需要全列車施行分類時，頗為方便，但對僅作一部份的分類列車，則頗為不便。因此，此類駝峰調車場之設置地點，以必須對全列車進行分類之終端調車場較為適合。

圖 5.5-6(c) 是上下行駝峰分別設置之例，其優點在於上下行列車，皆可直接進入其到達線，但上下行分類線間會因貨車授受作業之需要，必須另設置 R、 $R'$  之收容線，以便進行二次駝峰分類作業。上述收容線在圖 5.5-6(b) 之配線，如上下行各自以其調車機車施行駝峰分類作業時，也有設置之必要。

圖 5.5-6(d) 乃有效的活用圖 5.5-6(a) 與 (b) 之優點，適合只施行部分摘掛作業之中間調車場（非終端調車場）功能。抵達到開線之列車，於摘掛線間以本務機車施行摘掛作業後，列車往前站開出。列車摘放留下之貨車，則以調車機車牽引至到達線推上駝峰，如要施行全分類之列車則可直接進入到達線。為了減少二次駝峰分類作業，只設一個駝峰。作為始發列車之貨車，於完成編組後，由拖上線 Z 折返，並置放於到開線。惟抵達到開線的列車，需進行摘掛作業的貨車，則須進入摘掛線，利用該列車之本務機車施行摘掛作業。指定自起運站至到達站，以同一列車運送之特殊續駛貨車，如送入一般分類線調車時，勢必延長其貨車中轉時間，因此需另設特殊續駛轉運線群，辦理貨車分類作業。

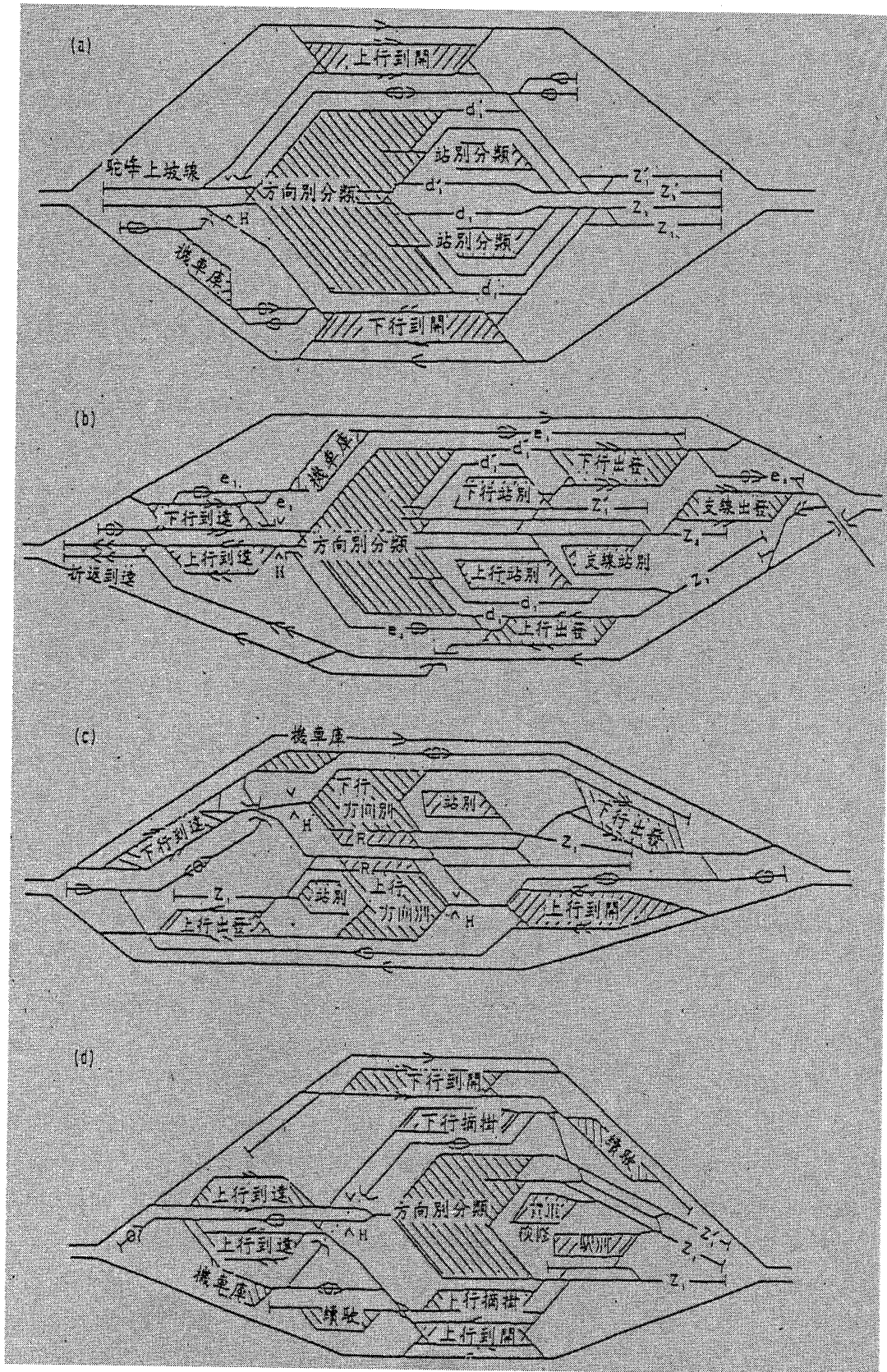


圖 5.5-6 正線環抱式駝峰貨車調車場



## 參考文獻

1. 鄧書才，「臺灣鐵路管理局鐵路鐵路建設規則解釋」，台鐵資料 221 期~234 期，1982 年~1983 年。
2. 池田本、松田忠義、楠見務，「站場之計劃與設計」，日本山海堂，1984 年。
3. 黃民仁，「鐵路工程學」，文笙書局，1993 年。
4. 日本站場線路配線研究會，「新站場線路配線手冊」，日本吉井書店，1995 年。
5. 中央鐵道部第一勘測設計學院，「線路」，中國鐵道出版社，1998 年。
6. 大月輝雄，張涓涯編譯，「鐵路站場配線及運轉設備」，交通部地下鐵路工程處，2000 年。
7. 陳岳源，「鐵路軌道」，中國鐵道出版社，2002 年。
8. 劉其斌、馬桂貞，「鐵路車站及樞紐」，鐵道出版社，2002 年。