

淺談鋼軌焊接與探傷檢測方法



交通部臺灣鐵路管理局
花蓮工務段

中華民國 100 年 4 月

淺談鋼軌焊接與探傷檢測方法

目 錄

壹、 前言	1
貳、 鋼軌的材料簡介	
一、 鋼軌的功能	2
二、 鋼軌的斷面	2
三、 鋼軌的成份	4
參、 鋼軌的損傷	
一、 車輛的振動形式	5
二、 鋼軌的缺陷	7
三、 鋼軌探傷缺陷紀錄	9
肆、 鋼軌焊接	
一、 鋼軌焊接的方法	10
二、 熱劑焊接方法	16
伍、 鋼軌焊道檢測	
一、 超音波簡介	29
二、 超音波設備	31
三、 超音波檢測方法分類	37
陸、 結論	39

壹、前言

早在中國古代便有「鐵路」的交通運輸產生，只是當時在各國間爲了國防上之需要，各自訂定不同軌道間距，各國間無法使用鐵路相通，直到秦始皇統一中國後，就在全國大規模地修築，形成了一個茂密的「鐵路網」。

而相較於現代的軋制鋼鐵材料製成的軌道，雖然當時的軌道材質是使用木材材質，不過經過防腐處理，至今尚完好（在今河南南陽的山區裡驚奇地發現有古代的「鐵路」，且經專家鑑定結果係 2200 多年前秦朝所遺留的），顯見中國古代在 2200 多年以前竟有如此先進的交通設施。

18 世紀初英國礦場爲了用馬拉車，在地上舖了木軌，不過木軌容易變形朽爛，後來就改用鑄鐵做成軌條，斷面形狀是 L 型，主要是導引輪緣滾動的方向。

之後由於鍊鐵軋壓技術的提升，1820 年代開始，鐵軌斷面作成寬橢圓型的頭部，以減少磨耗和阻力。大約在 19 世紀中期以後，鐵路運輸愈見頻繁及重要，並且隨著材料力學的進步，懂得使用以最少的斷面積承受垂直及水平方向的壓力，必須增加慣性矩，加強抗彎曲的能力，於是將腹部做成又高又薄，將鋼料盡可能分配在頭部和底部，於是就成了我們常見的工字型鐵軌斷面。

隨著人類追求精緻化的生活品質，過去在搭乘火車時車輪經過鋼軌接縫因振動產生的一連串有規律的噪音聲響，因連續長焊鋼軌

（CWR）焊接技術的進步，已有效解決傳統軌道鋼軌接縫問題，同時消除列車經過傳統接縫處之振動與噪音，亦可降低縫隙兩端鋼軌之衝擊磨耗，增長使用壽命，提升平穩度，增加乘客舒適性，相對提高車輛營運速度，並且大幅降低養護維修成本。

以現階段採用連續長焊鋼軌（CWR）作爲行車軌道已是時勢之所趨，而連續長焊鋼軌（CWR）則爲兼具有電阻火花焊接（FBW）、鋁熱焊接（TW）及鋼軌絕緣接頭（IRJ）爲將工廠所製成的鋼軌一根一根的接續而成；爲使連續長焊鋼軌達到上述需求，必須嚴格管控焊接品質。

貳、鋼軌的材料簡介

一、鋼軌的功能：

- (一)、確保軌距，引導車輛在軌距內行駛。
- (二)、提供車輛安全行駛光滑平順的表面，且需使列車在煞車時，能有適當的摩擦力，供列車停止。
- (三)、提供列車在行駛間，車輪重量能藉由鋼軌傳遞至枕木及路基以下較廣的面積上。
- (四)、列車在軌距內行駛時，限制車輪的輪緣兩側的橫向位移。
- (五)、電化鐵路的回流電路。
- (六)、軌道號誌系統的電流通路。

二、鋼軌的斷面：

鋼軌的斷面，種類樣式繁多，一般以工字型平底鋼軌最為普遍。為求整體形狀安定，底部寬須配合高度，底部厚約須為高度的1/10，以抵抗極大的剪力。腹部與頭部及底部之連接部份須設小半徑之圓狀，以避免應力集中。以整體斷面而言其頭部與腹部及底部之配比各佔40%、20%與40%。

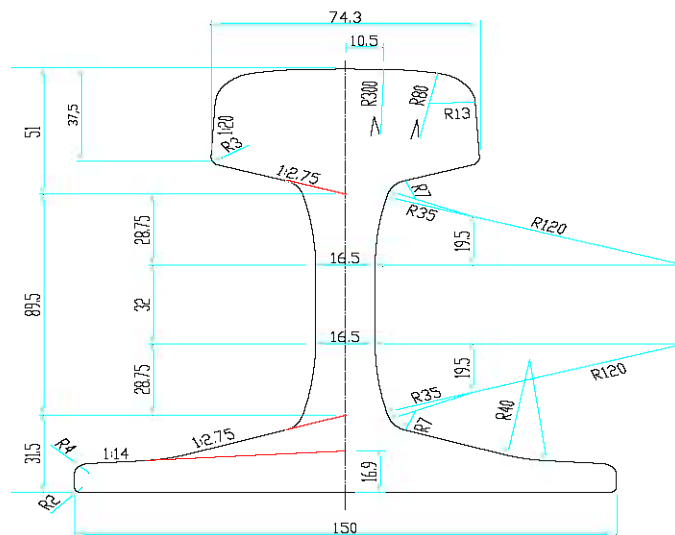


圖 2-1 UIC60 鋼軌斷面圖

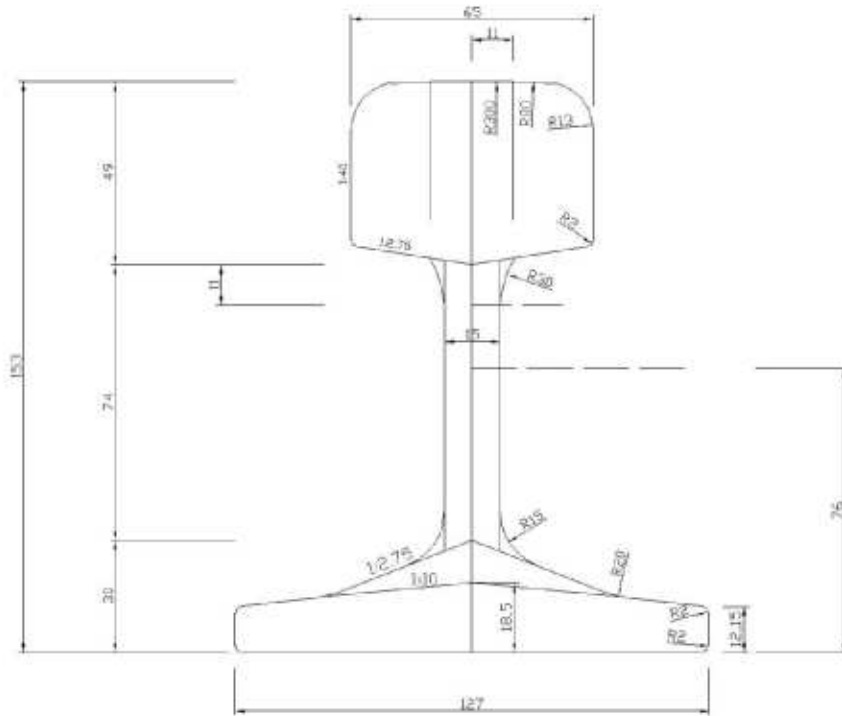


圖 2-2 50N 鋼軌斷面圖

三、鋼軌的成份：

鋼軌的成份主要為鐵，但尚含有下述成份：

- (一)、碳 (C)：含碳量高時，材質堅硬，強度亦大，但較脆；一般鋼軌之含碳量約為 0.7%。
- (二)、錳 (Mn)：錳在製鋼過程中，可使碳分佈均勻，而增大抗拉力與耐磨性，含量在 1.0% 左右為佳，超過 1.2% 稱為錳鋼。
- (三)、矽 (Si)：為製鋼所必須之成份，可使組織密緻，硬度及強度皆提高，一般含量在 0.15~0.30%。
- (四)、磷 (P)：為一種雜質，造成鋼軌的冷脆性，亦即鋼軌易因常溫加工而破裂，一般規定不得大於 0.05%。

(五)、硫 (S)：為有害物質使鋼軌變脆，一般規定不得大於 **0.05%**。

表 2-1 鋼軌主要化學成份

項目 軌種	碳%	錳%	矽%	磷%	硫%
37kg	0.55~0.70	0.60~0.95	0.10~0.35	0.045	0.050
50N	0.60~0.75	0.60~0.95	0.10~0.35	0.045	0.050
UIC60	0.60~0.80	0.80~1.25	0.10~0.50	0.050	0.050

參、鋼軌的損傷

由於鐵路運輸乃是國內重要的交通運輸工具，在台灣高鐵加入西部幹線營運戰局的狀況下，競爭更為激烈，而台鐵在每日列車往返頻繁的情況下，列車車輪與鋼軌間之接觸相當密集，再加上氣候變化所造成鋼軌內部拉力及壓力的產生，其鋼軌所受到的傷害將更加迅速。

一、車輛的振動形式

(一)、振動的定義：

當物體受外力作用後，隨時間的變化，自其平衡位置來回運動的現象稱為振動。振動波形以正弦波為主，波形均一不變者稱為定常振動，波形變化不一者稱為非定常振動。

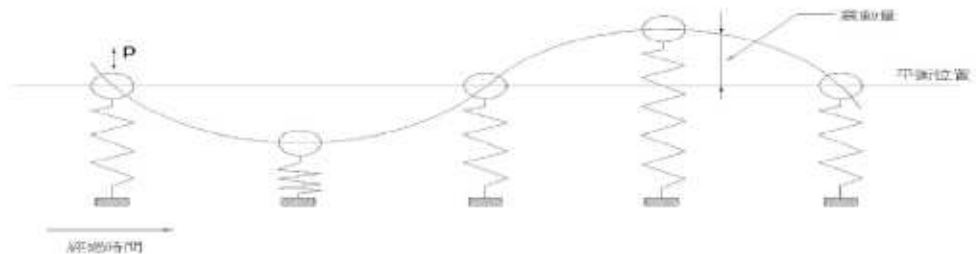


圖 3-1 振動模式圖

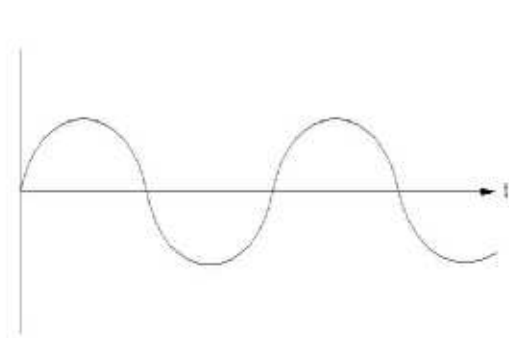


圖 3-2 定常振動

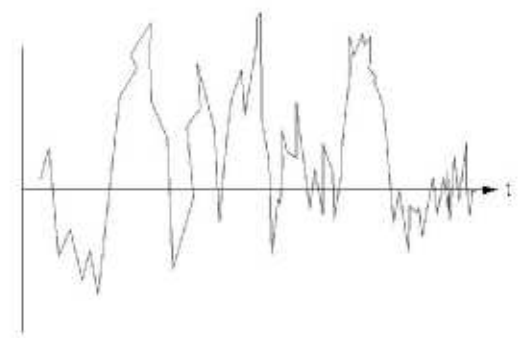


圖 3-3 非定常振動

(二)、振動的種類：

鐵路車輛的車體與輪軸間以彈簧相連，共有 6 個自由度，其中上下振動及點頭屬於上下方向振動；擺頭及上心或下心轉動屬於左右方向振動，而前後振動則屬縱方向振動。

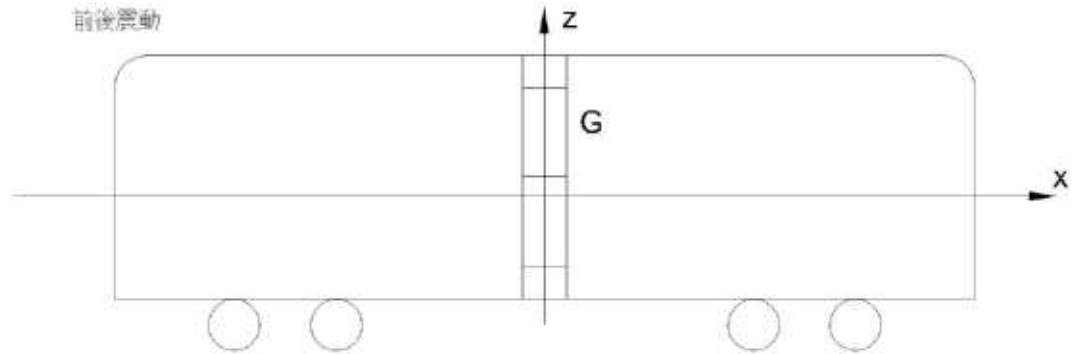


圖 3-4 縱方向振動

1、上下方向振動：

為車輛質量與其相連的彈簧及減振設備，及列車行駛中由於高低不整所致的輪軸上下變化。

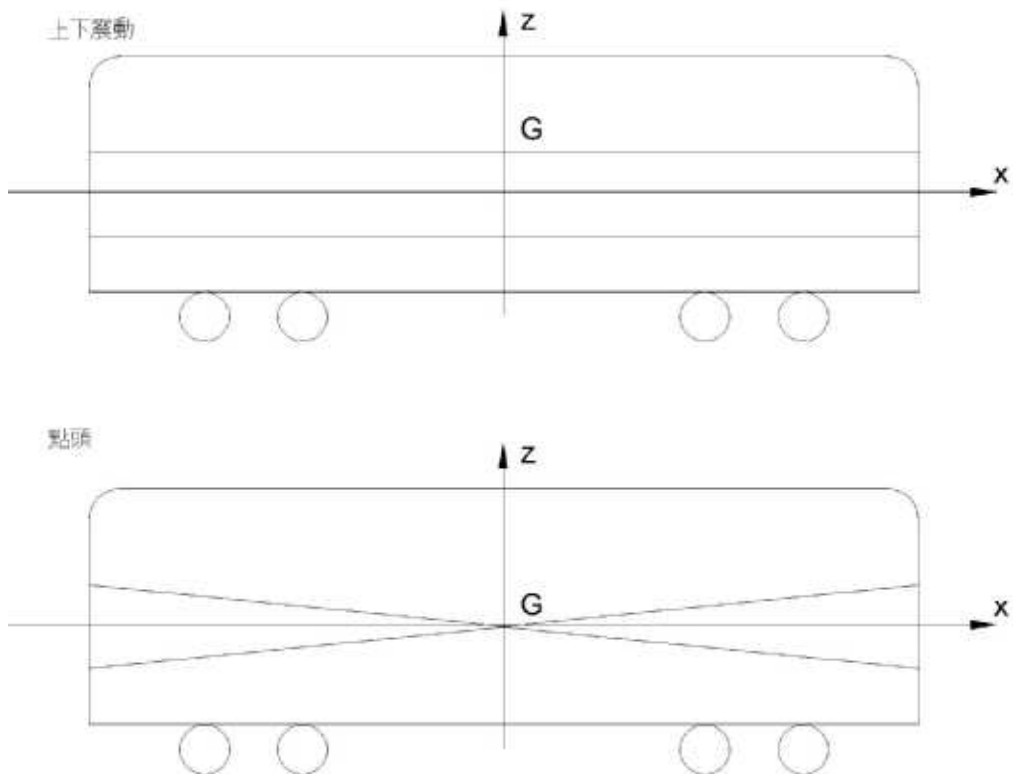


圖 3-5 上下方向振動

2、左右振動：

引起左右振動的原因包括方向不整與水平不整兩種。

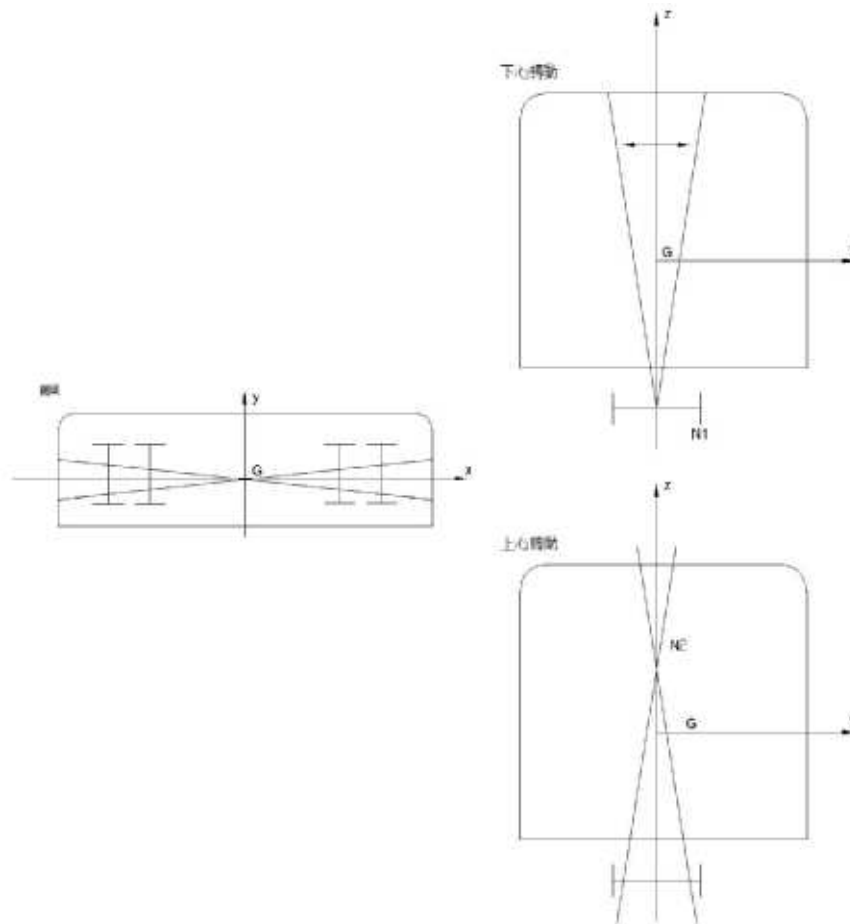


圖 3-5 左右方向振動

二、鋼軌的缺陷

台鐵因每日往返於軌道路線上之運載車輛頻繁，故軌道的保養維護工作相對重要；然而鋼軌的損壞卻是無可避免的缺失，一般而言除了有外部明顯的可見磨耗及裂縫可用目視方式查覺外，至於鋼軌的內部缺陷則須使用超音波探傷儀器進行檢測才可發覺。以下乃是針對鋼軌的缺陷種類作系統性整理及處置說明。

(一)、鋼軌的缺陷種類及處置說明

表 3-1

項目	種類	缺陷敘述	處置說明	備註
1	螺栓孔裂痕 (BC)	成因通常是螺栓對孔洞週邊造成的壓力，於螺栓孔處出現逐漸累積形成的裂痕。螺栓孔通常搭配魚尾鈹使用，只有在拆除魚尾鈹後，才能以目測方式檢查。	嚴重者立刻實施限速，且立即更換缺陷區域。	
2	斷軌 (BR)	突然出現的方形或有角度的破裂情況，此類型缺陷通常發生於極寒冷的氣候。	立刻實施鋼軌更換。停止運轉，可能且必要實施安全限速。	
3	腐蝕缺陷 (CD)	鋼軌底部或腹部金屬若被腐蝕，會出現凹洞。腐蝕情況通常發生於潮濕地區，且為經年累月造成的問題。	立刻實施限速，並且 1 個月內排除。	
4	軌距圓角踏面裂痕 (GC)	軌距圓角踏面表面若出現許多裂痕，如不處理，將使軌距圓角裂成數塊。	立刻實施限速，並且在 7 天內排除。	
5	軌腹水平裂 (HSW)	此缺陷發生於鋼軌腹部，且可能從焊接處開始出現。裂縫程度逐漸加劇時，可能會形成往上或往下的彎曲裂痕，或是同時發展為雙向彎曲裂痕。	立刻實施限速，且立即採取處置更換缺陷區域。	
6	多重橫裂缺陷 (TM)	此缺陷發生原因來自鋼材本身的缺陷（例如碎裂、雜質或內部縱向裂隙或分離）。車輪的碰擊與彎曲壓力都會使不良鋼材產生橫斷分離問題。	嚴重者立刻實施限速，且立即採取處置排除。	
7	焊接缺陷 (DW)	為鋼軌頭部、腹部、底部焊接處所發生的內部缺陷。通常從焊接區內部開始出現問題（例如焊接過程缺乏熔合步驟或含有雜質）。	嚴重者立刻採取處置排除。必要時補強並實施限速。	

8	目測焊接缺陷 (DWV)	焊接表面上任何清晰可見的缺陷，例如孔洞、裂痕或多孔性。	一天內排除
9	出軌受損 (DR)	因鐵路車輛出軌行駛造成的車輪摩擦痕跡、刮傷、車輪撞擊痕跡或道釘撞擊痕跡。	舊的脫軌現場必須每12個月重新測試，以使用磁粉探傷檢測程序重新檢查所有先前所測試的軌底受損區域。
10	接頭 (MJ)	因車輪連續撞擊鋼軌端部而使鋼軌頭部表面受損，會造成某部位的金屬變形，且鋼軌端部出現流漬與凹陷問題。嚴重情況下，可能會導致鋼軌完全破壞。	第一類：立刻矯正 第二類：3個月內矯正 第三類：6個月內矯正

三、鋼軌探傷缺陷紀錄



圖 3-6 軌頭焊接缺陷

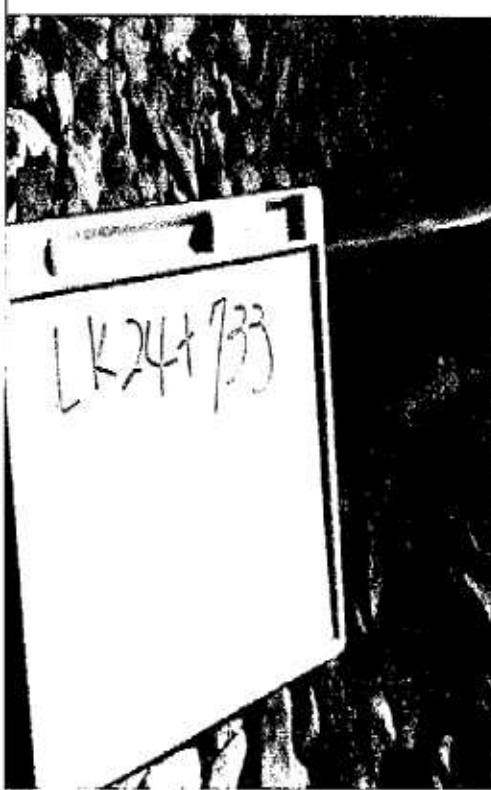


圖 3-7 軌頭焊接缺陷

肆、鋼軌焊接

一般而言鋼軌因製造、搬運、裝卸等作業之需要，鋼軌長度以 25m 為主，而鋼軌接頭為軌道結構（鋼軌、接頭、軌枕及道碴）最脆弱處，受到列車在高速行駛的強力衝擊下，接頭處極易沉陷、鬆動而成為最大的弱點；以軌道整體結構而言，利用軌枕及道岔阻力控制其伸縮，則鋼軌伸縮僅發生於兩端各約 100m 範圍內，中間部份則為不動區間，若鋼軌超過 200m，則無論超過多少，其伸縮量並無變化，故可由焊接取代鋼軌接頭，而焊接鋼軌長度超過在最大溫度升降變化下，其中央部份有不動區間者，稱為連續焊接鋼軌（continuous weld rail），簡稱長軌（long rail）。

一、鋼軌焊接的方法

目前長軌焊接方式大致分為四種（一）瓦斯壓接法（二）電阻火花法（三）封閉式電弧焊（四）熱劑焊接，分述如下：

（一）瓦斯壓接法：

1953 年於日本開始發展，1974 年研發出小型機械，可以於基地或工地現場使用。

使用氧氣-乙炔，將兩根鋼軌接口對合壓緊，再以瓦斯火焰加熱接口，軟化鋼軌，鋼軌焊接面最高溫度約 1200~1300°C（尚未達鋼的熔融點），加熱後施力壓接，而使兩根鋼軌接合成一根。

現已有小型設備，總重量只約 450 公斤，大大提高瓦斯壓接作業的機動性。

1、施工程序：

- (1)鋼軌接口研磨整修
- (2)接口對準靠密
- (3)加軸壓力(壓力大小視鋼軌種類而異)
- (4)瓦斯火焰加熱至 1200~1300°C
- (5)接口逐漸受壓鼓起，至壓縮長度約達 24mm 止
- (6)熄火但維持軸壓，鋼軌再壓縮 2~3mm
- (7)停止軸壓，剪除鼓起鋼材
- (8)軌溫降至 600°C 以下後再加熱至 850°C
- (9)矯正整直鋼軌
- (10)自然冷卻後，研磨整修軌面並詳細檢查焊接品質



圖 4-1a 瓦斯壓接焊接法



圖 4-1b 瓦斯壓接焊接作業

(二) 電阻火花法：

將兩根鋼軌接口輕輕對合，並分別接上大電流的正負極，重複開通再切斷電源，利用電阻加熱鋼軌，並產生火花，至鋼軌接口達熔融狀態後，順鋼軌軸向加上衝擊壓力，使鋼軌接合成一體。

機械設備十分精密，且為全自動，因此甚省人工，又可達到極高的品質。

1、施工程序：

- (1)接口研磨整修
- (2)接口對準靠密
- (3)預熱(電流 15000~22000A，電壓 6.2~6.3V)鋼軌前移 40~42mm
- (4)加軸向衝擊力(30~40 噸，鋼軌前移 13~15mm)，切斷電源
- (5)剪除鼓起鋼料
- (6)矯正整直並研磨檢查



圖 4-2a 電阻火花焊接法



圖 4-2b 電阻火花焊接作業

(三) 封閉式電弧焊：

鋼軌與焊條通上直流電，使產生電弧，電弧熱量熔化焊條，將鋼軌熔接。適合工地現場焊接，但工作人員的技術影響品質極大。

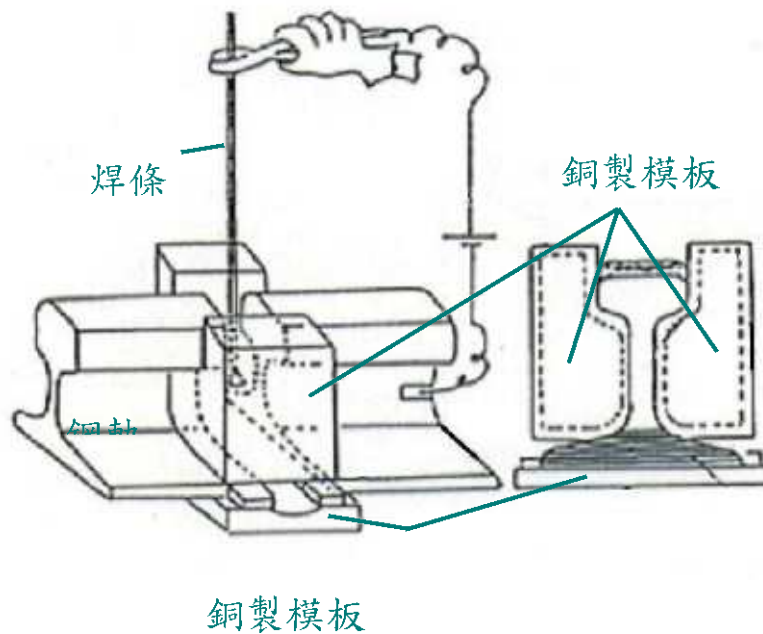


圖 4-3a 封閉式電弧焊法



圖 4-3b 封閉式電弧焊法

1、施工程序：

- (1)設定鋼軌開口($17\pm 3\text{mm}$)
- (2)預熱($500\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- (3)裝設底部模板，進行底部多層熔接
- (4)裝設水冷式側邊模具，進行連續熔接
- (5)頭頂部熔接
- (6)熔接後熱處理
- (7)研磨作業

(四) 熱劑焊接：

此法源自德國，係根據氧化鐵與鋁作用，還原為鐵的原理：

此種化學反應極強烈，同時發生大量反應熱，使反應產生的鐵達熔融狀態（溫度約達 3100°C ）。反應產生的氧化鋁及其他添加劑稱為爐渣，比重較輕，浮在熔融鐵上層。反應完成後，將熔融鐵導入鋼軌接縫處預先裝妥的鑄模內，硬化後將兩根鋼軌熔接。

此法機動性高，不需龐大設備，且在工地施工費時甚短，唯其可靠性較差。



圖 4-4 熱劑焊接法接

為實施軌道長軌化減少軌道接頭，先採取瓦斯壓接法將 25m 鋼軌焊接成 50m 或 125m 長鋼軌後，再採用熱劑焊接將已焊接之 125m 鋼軌焊接成連續長焊鋼軌，其目的為使列車不因軌道接頭而產生衝擊，可改善旅客乘車舒適度，提高行車速度。

以下係針對熱劑焊接方法之作業程序作說明。

二、熱劑焊接方法：

(一) 材料：

表 4-1

項 目	材料名稱	單 位	數 量	備 註
1	焊接藥劑	包	1	(PLOTZ)
2	鑄模	片	3	
3	預熱噴槍	組	1	(含瓦斯管)
4	點火棒	支	1	
5	防漏膏	包	1	(14 條)
6	坩鍋	只	1	
7	鐵模	片	2	

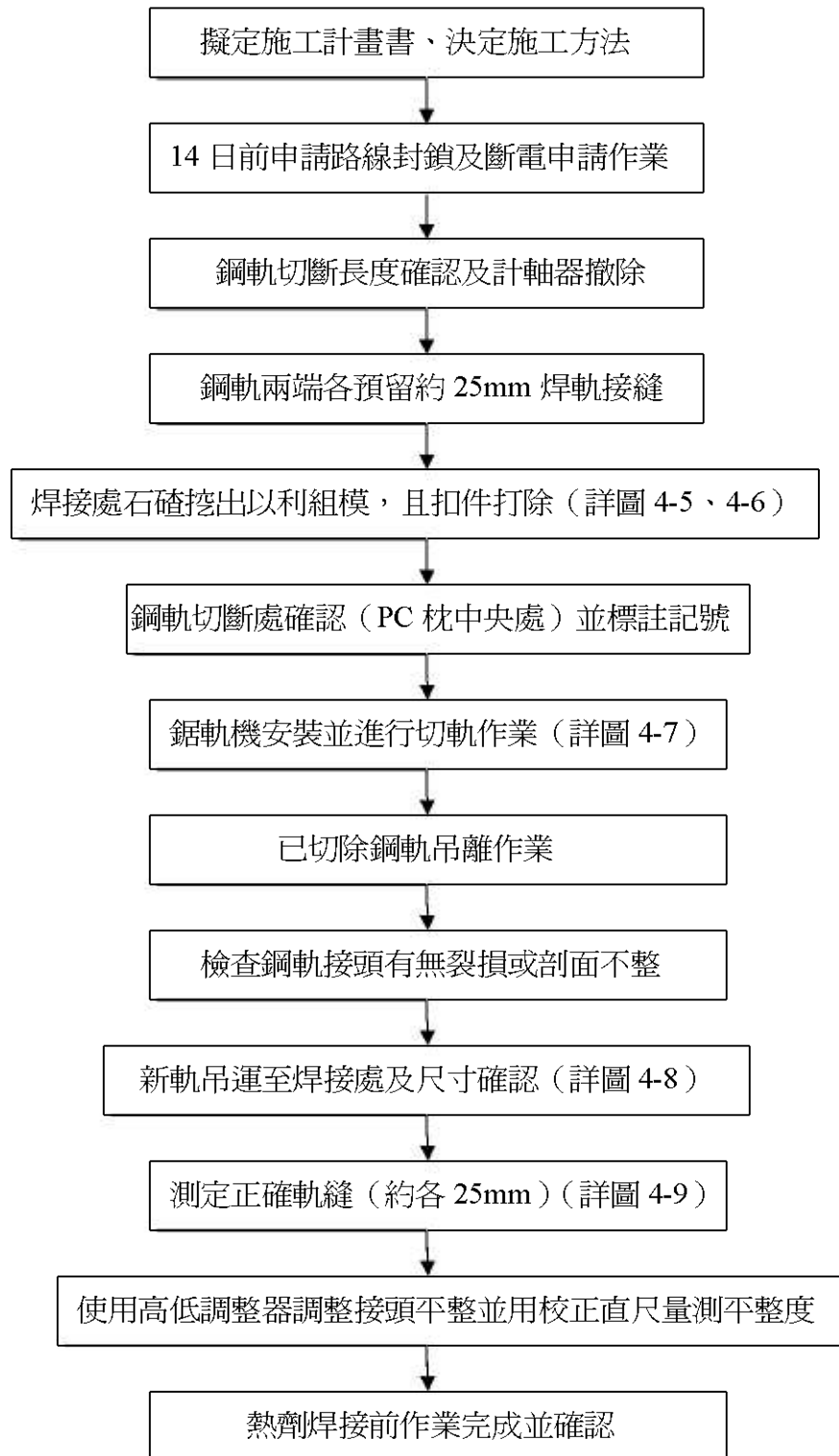
(二) 使用機具：

表 4-2

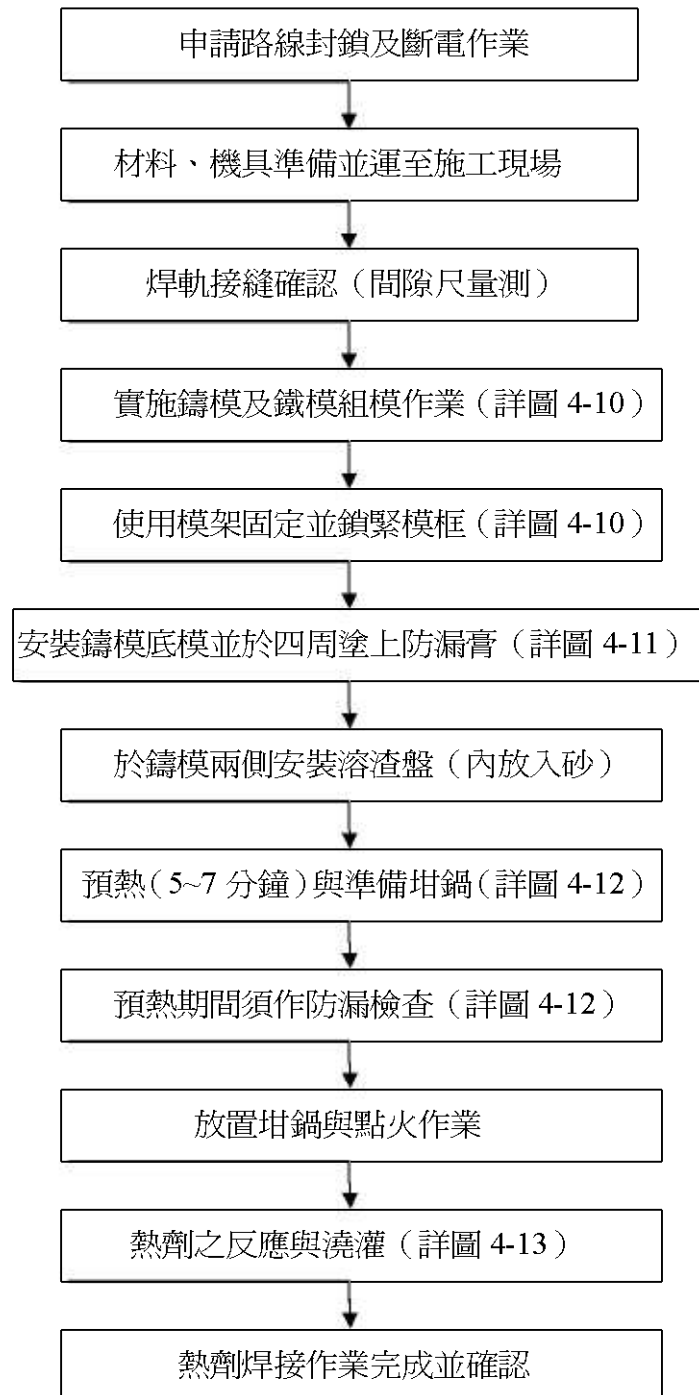
項 目	機具名稱	單 位	數 量	備 註
1	電搖車	部	1	含平車 2 台
2	鋸軌機	台	1	含切斷砂輪片
3	磨軌機	台	1	含磨軌砂輪
4	剷除機	台	1	油壓式
5	模架	只	1	
6	底架	只	1	
7	溶渣盤	只	1	
8	套管夾	只	1	
9	坩鍋鏟	只	1	
10	氧氣開關閥連 錶	只	1	
11	丙烷開關閥連 錶	只	1	
12	耐熱高氣管 20M 附接頭	套	1	
13	耐熱、燃燒器	套	1	
14	切斷器	支	2	
15	間隙尺	只	1	
16	軌邊校正直尺	支	1	
17	高低調整器	只	10	
18	鋼刷	支	5	
19	鋼鑿	支	2	
20	焊接護目鏡	只	1	
21	防火腳套	雙	1	
22	防火手套	雙	1	
23	照明設備	式	1	

(三) 施工步驟：

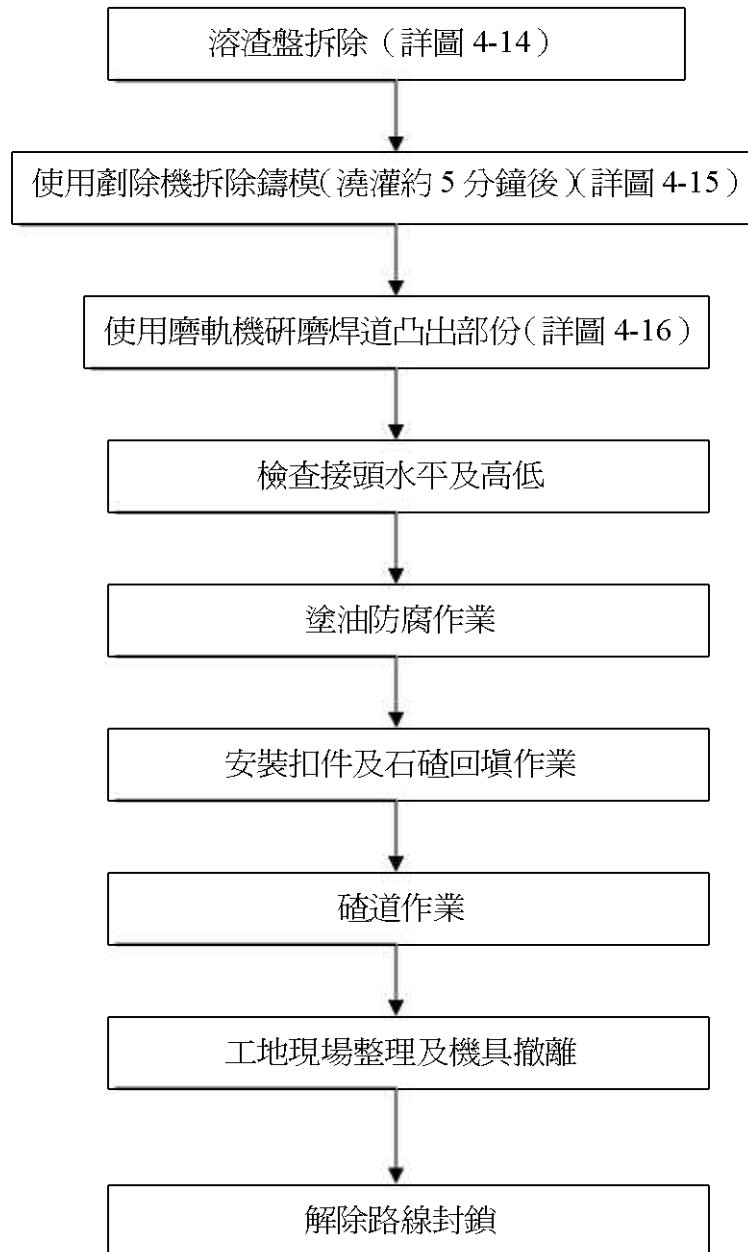
(1) 焊接前作業流程：



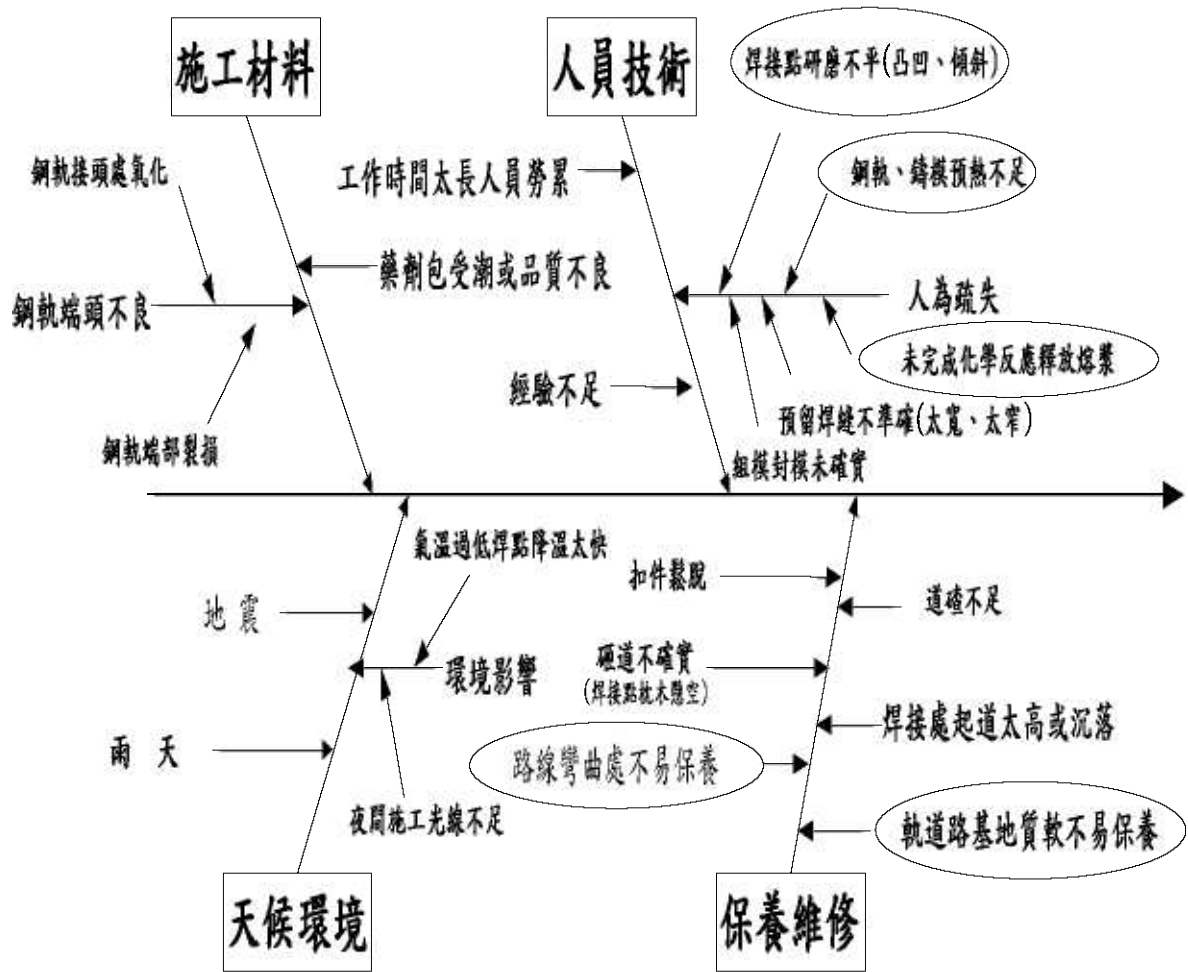
(2) 焊接中作業流程：



(3) 焊接後作業流程：



(四) 熱劑焊接不良率因素：



(五) 擬定因應對策：

表 4-3

現況問題	改善方案	評價			判定	負責人	備註
		效果性	可行性	圈能力			
組模未確實	人員技術	加強訓練，施作時有經驗人指導	○	○	○	◎	全體圈員
封模未確實		施作時有經驗人指導並注意封土含水量	○	○	○	◎	
預留焊縫不準確(太寬、太窄)		利用間隙尺量測 (25mm)	○	○	○	◎	
接頭研磨不平(凸凹、傾斜)		加強訓練，施作時有經驗人指導,軌邊校正水平尺量測	○	○	○	◎	
鋼軌、鑄模預熱不足		加強訓練及延長預熱時間	○	○	○	◎	
未完成化學反應釋放熔漿		儘量使用相同廠牌的套管和藥劑包	○	○	○	◎	
道碴不足	保養維修	定期巡碴派員補碴	○	○	○	◎	
線路轉彎變化		受力較大處補碴強化	○	○	○	◎	
路基軟弱下沉		機具壓實基土並予以補碴	○	△	○	◎	
鋼軌接頭斷面傾斜	施工材料	水平尺量測，研磨	○	○	○	◎	
鋼軌接頭處氧化		研磨接頭去除氧化部份	○	○	○	◎	
鋼軌端部裂損		切斷，重新研磨	○	○	○	◎	
藥劑包受潮		置放乾燥處或增置除濕器	○	○	○	◎	
雨天或濕氣太重	天候環境	避免雨天或雨後幾天施工	○	○	○	◎	
環境氣溫過低		提高預熱溫度和增加預熱時間	○	○	○	◎	
夜間光線不足		增加照明燈數目	○	○	○	◎	
地震		地震過後加強巡查	△	△	△	◎	

評價：容易○、稍有困難△、困難●

判定：可行◎、不可行 X



圖 4-5 道碴挖掘作業



圖 4-6 扣件拆除作業



圖 4-7 鋼軌裁切作業



圖 4-8 新軌吊運作業



圖 4-9 焊接軌縫量測



圖 4-10 鑄模組裝鎖固



圖 4-11 防漏膏塗抹



圖 4-12 預熱及防漏檢查



圖 4-13 熱劑反應及澆灌



圖 4-14 溶渣盤拆除



圖 4-15 剷除機作業



圖 4-16 磨軌機研磨作業

伍、 鋼軌焊道檢測

軌道是一條由許多固定長度的鋼軌材料藉著數種焊接方法所連接而成的，經由每天往返列車的滾壓，所造成的衝擊是無法避免的，可見鋼軌焊接的品質，直接影響列車的行車安全、行車速度及旅客的乘車舒適感。

由於熱劑焊接為在現場施工的方法，受到當日氣候、現場工作環境及施工操作人員之專業素質優劣所影響，而鋼軌的斷裂又常常位於鋼軌的焊接處，因此品質被受考驗，所以鋼軌焊道的品質檢測自然相當重要。

鋼軌焊道斷面的檢測一般使用超音波探傷儀最為方便且迅速；本次說明是以 **805SX** 手持式鋼軌焊道超音波探傷儀為例。

一、 超音波的簡介：

任何振動的物體都是一種聲音的來源，也可能藉由不同的形式被呈現出來；所謂「音波」是一個彈性媒介中的機械振動，人類耳朵能聽見的聲波頻率最高達每秒 **20,000** 週波數，而「超音波」的聲波遠遠超過此正常範圍，通常介於每秒 **500,000** 與 **2,500** 萬週波數之間。

超音波檢測設備可利用高頻振動的音波導入材料內部，藉以檢測材料表面或內部缺陷之非破壞檢測方法。例如鋼軌內部的裂縫。

(一) 波動的定義：

為材料或介質的扭曲運動，由一個分子影響下一個分子，其中材料的個別部分或分子僅前後、上下或以圓形方式運動。

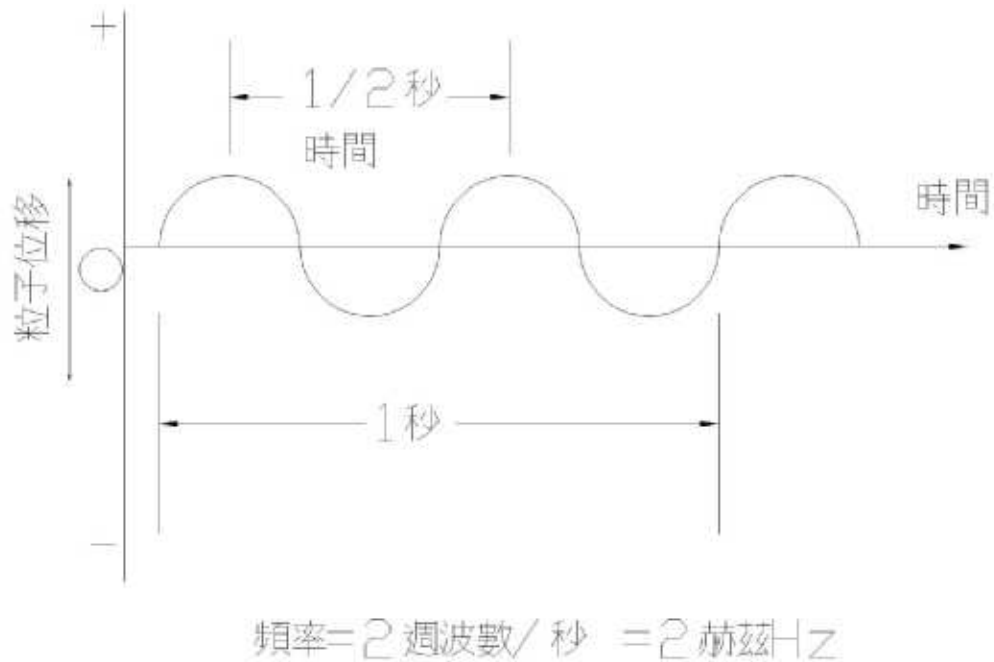


圖 5-1 波動型式

(二) 波的特徵：

波形的特徵為波長、振幅、速度與頻率，所有週期性的波形均具有這些相同特徵。

1、波長 λ ：

為一個波峰（或波的極大值）到另一個波峰或極大值的距離。

例如海浪的波長通常好幾公尺。微波爐所使用的電磁波長不到一公分。

2、振幅 A：

波的高度稱為振幅。從波的中點到波峰為振幅。

在聲音中，振幅與聲音大小有關；在光的領域中，振幅與亮度有關。

3、速度 V：

是指波峰從固定點移動快慢的測量值。

例如水波速度可從相對於地面特定方向的速度測量而得。

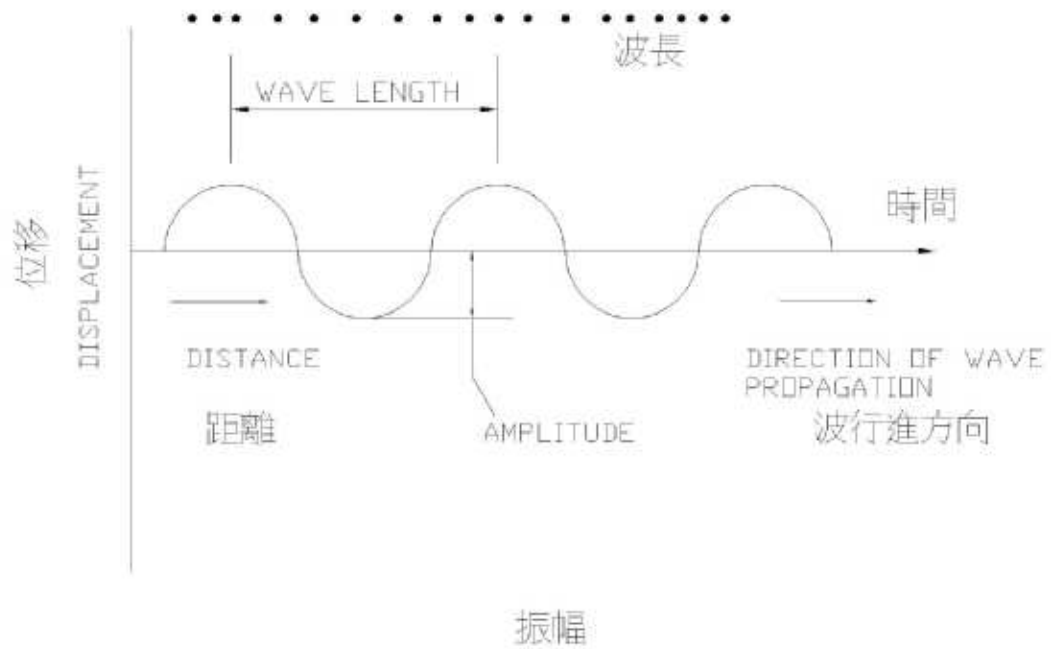


圖 5-2 波形的特徵

二、 超音波設備：
 (一) 材料設備

表 5-1

項次	材 料 名 稱	單 位	數 量	備 註
1	探傷儀	組	1	詳圖 5-4
2	0°探頭	個	1	詳圖 5-5
3	45°探頭	個	1	詳圖 5-6
4	70°探頭	個	1	詳圖 5-7
5	50kg 校準塊規	塊	1	詳圖 5-8
6	60kg 校準塊規	塊	1	詳圖 5-9
7	耦合劑	瓶	1	

(二) 設備說明：

1、探傷儀：

顯示由探頭所感應之訊號，可判定是否有缺陷及缺陷之位置。

2、0°探頭：

將探頭放置在軌腹反射物的正上方，藉由緩慢移動探頭而把來自孔洞的信號加強至最大，一旦加強至最大，調整增益控制，直到發出 50% 振幅的回波。

3、45°探頭：

檢驗軌腹與軌底中央部位非常有效。放置探頭在距離反射物的間隔，約等於反射物的深度，藉由緩慢移動探頭而把來自孔洞的信號加強至最大，如同在深度顯示的發光二極體縱列所指示，調整增益直到發出 50% 振幅的回波。

4、70°探頭：

僅檢驗軌頭。如軌頭內的氣孔或熔合不良。放置探頭在軌頭端距離人造反射物約 60 毫米。應在 20 毫米的深度檢出反射。此 20 的發光二極體就會顯示至最亮。接下來步驟同 45°探頭。

5、50kg 校準塊規：

- (1) 校準塊規是一小段最常見斷面尺寸的軌條，有二個人造缺陷。
- (2) 2 毫米的橫向鑽孔，水平進入大約在軌頭中間高度，到軌條中心線。距離頂面 20 毫米，距離軌端 50 毫米。
- (3) 3 毫米的水平鑽孔，完全穿過軌腹 (web)。距離軌頂 80 毫米，距離軌端 80 毫米。

6、耦合劑：

是指能使超音波能量由探頭傳輸至鋼軌材料；須使用液狀耦合劑取代空氣，使超音波不會在空氣中移動。常用的偶合劑有水、漿糊、嬰兒油或輕質油 WD40。

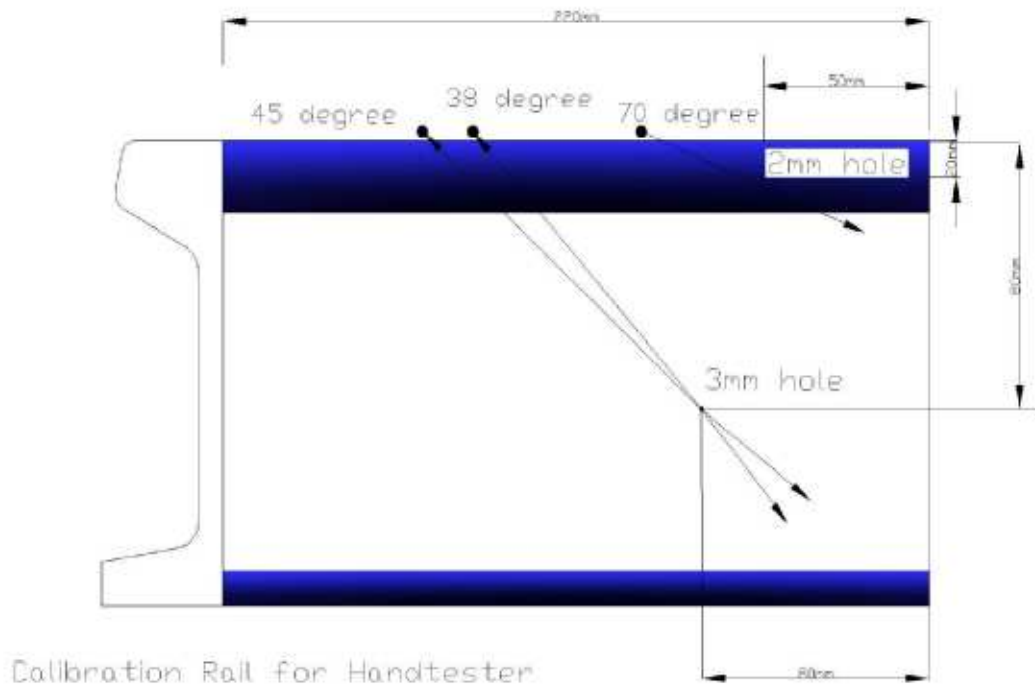


圖 5-3 校準塊規



圖 5-4 805SX 探傷儀



圖 5-5 0°探頭



圖 5-6 45°探頭



圖 5-7 70°探頭



圖 5-8 50kg 校準塊規



圖 5-9 60kg 校準塊規



圖 5-10 現場焊道檢測



圖 5-11 現場焊道檢測

三、 超音波檢測方法分類：

(一) 依訊號偵檢方式可分為：

1、脈波回波法 (Pulse Echo Method)：

係偵檢分析反射之超音波訊號，通常只要一個探頭兼做發射與接收，只需一個接觸面即可。

2、透射法 (Transmission Method)：

係偵檢分析透射之超音波訊號，因此需二探頭二個接觸面。

(二) 依訊號發射方式可分為：

1、直束法 (Straight Beam Method or Normal Incidence Method)：

係將超音波垂直傳入試件。

2、斜束法 (Angle Beam Method or Oblique Incidence Method)：

係將一定角度將超音波傳入試件，最常採用的有 45°、70°等。

(三) 依訊號顯示方式可分為：

1、A 掃描 (A-Scan)：

是探頭在試件表面某一點，所接收訊號能量與傳送時間做定量顯示。

2、B 掃描 (B-Scan)：

是探頭在試件表面某一線，將訊號傳送時間做一定量顯示。

3、C 掃描 (C-Scan)：

是探頭在試件表面一面積範圍，所接收訊號能量做定量顯示。

陸、結 論

孫文《實業計畫》中指出：「建以3大港為起點，放射全國的鐵路網。其中由北方大港經內蒙古多倫、外蒙古、烏魯木齊至伊犁一線及其支線」，旨在「以移民於蒙古、新疆之廣大無人境地，消納長江及沿海充盈之人口為目的，而又以開發北方大港」。

由《實業計畫》可知鐵路建設乃為國家基礎建設重要的一環，各種民生物資、各式工業產品乃至各項礦業開採，經由便捷快速的鐵路網運送可到達各城鎮，供應民眾之生活所需，除了便民，更創造社會繁榮。

臺灣屬於多山及丘陵之地，而高山及丘陵地約佔總面積之74%；相較西部的多平原地區，處於東部的人們卻是生活在與山爭地的處境，相對的交通建設之重要性不可言喻。

以東部地區而言，除了航空、公路交通之外，就屬鐵路交通最經濟又便捷；而東部位在花東縱谷，擁有得天獨厚的觀光資源及優美之自然生態環境，極適合興建綠色之鐵路大眾運輸系統，有效紓解東線鐵路擁擠情形及縮短行車時間，並提升東部地區整體運輸效能。

以北迴幹線運輸速度可達130km/hr，相對的東部幹線之運輸速度可謂相形見拙，如何提升運輸速度，除了現階段增建電氣化及局部雙軌化外，就必須由軌道結構著手。

軌道結構中除了路基與底盤外，就屬鋼軌為第一線與車輪接觸，而車輛強大的衝擊速度可說是造成鋼軌出現缺失的第一因素，如何加強鋼軌的強度，是現階段的重要課題。

軌道的弱點通常位於鋼軌的相接處，而焊接的品質好壞又直接影響了軌道的強度，如何管控焊接的品質，除了需注意氣候的因素之外，就屬焊接材料與焊接人員的技術為首要條件；除了運輸速度的提升之外，為了旅客的乘車舒適感，軌道焊接的品質實在是第一線施工人員必須要全心全力注意的重點。

希望藉由此次本人的一些淺見，能夠帶給大家一點幫助，多注意一些小細節，往往重大的交通事故多是經由小細節的疏忽所引起，「多一分注意，多一分保障」。

參考資料

1. [http://cbs.ntu.edu.tw/threadread.php/board=history & nums=2642:2650](http://cbs.ntu.edu.tw/threadread.php/board=history&nums=2642:2650) 新華網。
2. 數位網路報。
3. 洪順財、韓森洋、蘇丁福，「軌道工程鋼軌焊接品質之管理」，捷運技術半年刊，第 39 期，97 年 8 月。
4. 黃民仁編著，2005 年，新世紀鐵路工程學，文笙書局。
5. 吳東霖，軌道之非破壞性檢測—超音波軌道探傷。
6. <http://www.thmalex.com/railway/chi/weld.html>
7. 陳俊吉，「超音波在 UIC60 鋼軌鋁熱劑焊道的品質檢測及破壞試驗」，97 年 7 月。
8. 陳俊吉，「鋼軌焊接及超音波焊道品質檢測及破壞試驗」，98 年 5 月。
9. 汎贏股份有限公司，「805SX 手持式鋼軌焊道超音波探傷儀操作訓練講義」，98 年 02 月。
10. 汎贏股份有限公司，「探傷作業缺陷紀錄報告」，99 年 11 月。
11. 趙友瑋，「砸焊圈」簡報資料。
12. <http://hor.16280.com/sun11>。
13. 交通部鐵路改建工程局，「花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化綜合規劃」，97 年 02 月。
14. Liang，「第二章 軌道結構」簡報資料。