



軌道扣件

之種類與功能要求

文 / 金屬工業研究發展中心¹ 黃彥賓、王怡華、林安祥、² 楊子騰、³ 陳嘉昌

軌道運輸與整個社會生活「行」的部分息息相關，有如生命共同體。由於軌道交通建設投資規模大，工程複雜，因而會從建設、營運、設備採購等，整體影響到多個產業。軌道係由鋼軌、扣件系統、枕木及道碴構成。其中扣件系統是軌道系統中一個重要的次系統，由扣夾系統、彈性基鋸組件及鋪定系統等三個子系統所組成，這三個子系統各有其特性，由不同的元件組成，而每一個元件又有不同的物性與化性。其中，扣夾系統之主要功能是将鋼軌適當固定於基板上，避免火車經過而出軌，而目前許多軌道重要配件大多仰賴國外進口，鐵路局擬提高鐵道系統性能與降低軌道工程等維修保養成本，積極開發國內軌道工業，且隨著捷運、高鐵等城市軌道交通系統的鋪設運行，軌道扣件使用量將與日俱增。

依表一與圖一分析可知，扣件為台灣金屬製品重要產業之一，加上多年形成之產業聚落及專業細密分工，在產品品質與交期的全球競爭力，不亞於資訊產業與高科技產業。

在扣件產業中，軌道扣件隨著軌道工業的進化及高鐵、捷運、輕軌等配合城市發展因應，而走向高值化方向。軌道扣件 (Fastening) 之主要功能在於避免鋼軌因列車經過而脫落；通常軌道扣件相關配件如鋼肩、軌道墊片、絕緣片等，組成一系列軌道扣件。台灣一直致力於軌道工程之改進，其重點在於研發「安全、耐久、低養護、高經濟效益、低環境污染」的軌道系統。

表 1 2012 年運輸工具及零件製造業出口趨勢

年份	2008	2009	2010	2011	2012
金額 (百萬元)	70,349	60,343	60,109	49,836	46,369
年成長率 (%)	20.11%	-14.22%	-0.39%	-0.1709%	-6.96%
佔全體比重 (%)	0.92%	0.95%	0.73%	0.58%	0.55%

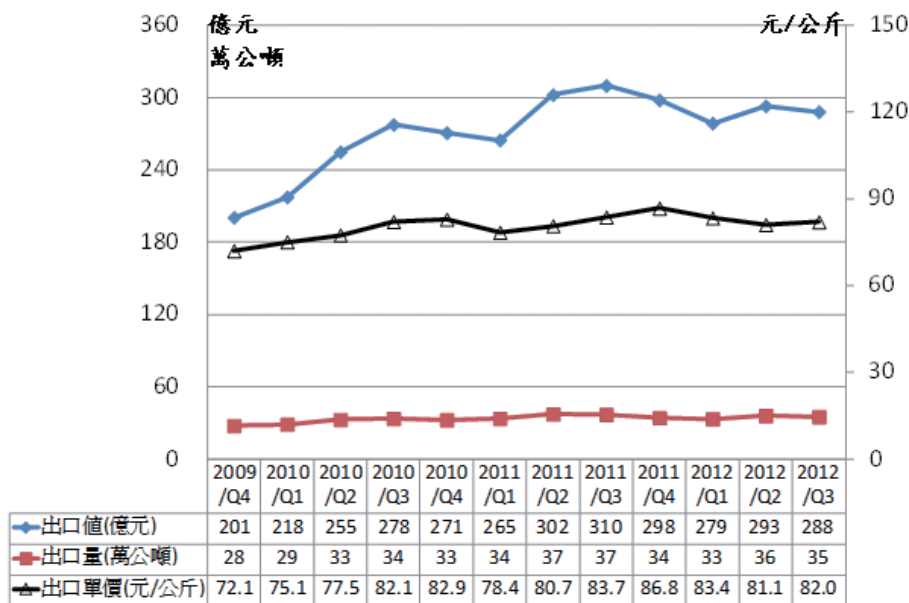


圖 1. 2009Q4~2012Q3 台灣扣件出口分析

資料來源：台經院海關進出口資料庫 / 金屬中心 MII-ITIS 計畫整理

目前扣件系統區分以下幾種：

混凝土枕 (Concrete Cross Tie) 扣件系統：鋼軌可直接座落在混凝土枕上，惟之間會使用一塊彈性係數較高的彈性材，稱為鋼軌墊片 (Rail Pad)，目的在提供絕緣需求。

木枕 (Wood Cross Tie) 扣件系統：木枕質軟，鋼軌與木枕之間需使用金屬墊板 (Baseplate)，才得以保護木枕，並提供鋼軌較大承載面積。

彈性基鋸或稱直接固定式扣件系統 (Direct Fixation Fastener, DFF)：扣件系統除彈性扣夾 (Spring Clip) 外，無須軟的彈性材，扣件系統將視道床的減振功能而有不同的設計。

扣件的主要功能乃提供固定鋼軌所需的力，此力量的形成是由裝設軌道扣件時的預拉力所產生。由於鋼軌受到火車經過時產生各種外力，如縱向力、垂直力及橫向力等，使其脫離原來軌道，因此需使用軌道扣件以抵抗鋼軌所受之橫向力與縱向力。所以軌道扣件的重要功能指標便是其產生扣夾力的大小，從力學的概念可知軌道扣件之尺寸、形狀與材質係決定其扣夾力之重要因素。

扣夾種類與特性

市面上常用之軌道扣夾形式相當繁複，外形差異頗大，而軌道扣夾一般都與其他零組件搭配成獨立單元，直接固定鋼軌於整體扣件系統之上，提供鋼軌受三向力（垂直、縱向、側向）時，有足夠之扣壓力，得以阻擋鋼軌因三向力所造成之三向變位不致過大。不同形式的扣件通常無法相互替換，依其使用之不同可分為：

- a. **道釘**—大都使用於木枕之上，其型式有鉤頭道釘、螺紋道釘及彈性道釘。
- b. **螺栓及楔形扣夾**—以扣夾固定鋼軌於鋼軌座上，再以螺栓貫穿扣夾本體，固定於預埋件或錨定螺紋座內。
- c. **彈性扣夾**—先行將錨座與鋼肩預鑄於基版或軌道承托系統之內，再以彈性鋼棒扣夾嵌於錨座或鋼肩之上。

若以功能區分別包含：a. **固定方式** b. **外觀** c. **縱向阻力** d. **彈性與否**
目前世界各國軌道所使用之扣夾如表 2 整理

表 2 各國大廠扣夾種類表

固定方式	外觀	扣夾名稱
螺栓式	鋼條	德國 Vossloh W 型扣夾
	鋼鈹	法國 Stedef Nabla 扣夾、RN 扣夾
		日本 102 型扣夾等
鋼塊	德國 K 型扣夾	
非螺栓式	鋼條	英國 Pandrol e 型扣夾、PR 型扣夾、FastClip
		荷蘭 DE 扣夾
		美國 Sidewinder 扣夾
		瑞士 Fist 扣夾
		瑞典 Hambo 扣夾
	鋼鈹	澳洲 Mc Kay Safelok 扣夾
		英國 Pandrol Safelok III 型扣夾
		澳洲 Rex-Lok 扣夾

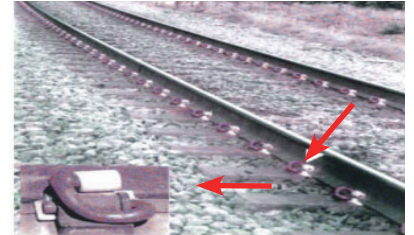
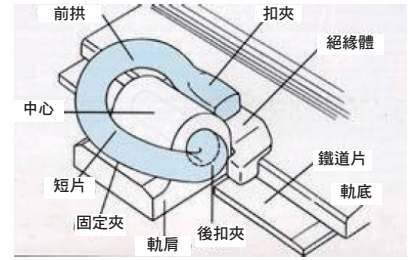
英國 Pandrol International Limited 公司自 1937 年開始，以生產各型軌道扣件系統聞名於世。所發展之各型扣夾泛稱為 Pandrol 扣夾，並以 PR 型扣夾、e 型扣夾、快速扣夾（FastClip）最為有名。Pandrol e 型扣夾，如圖 2 所示，安裝方便且易於保養維修，故廣泛使用於臺鐵環島鐵路網各主要軌道路線。

由於扣夾種類眾多，考慮軌道車輛行駛安全性、維修保養便利與制度、材料耐用性及疲勞度等因素，適當的載重安全設計和各項機能考量是設計的基本條件，若材料強度不足，需修正結構形式或重新選擇材料。依據規範，鋼軌扣夾原材料為合金彈簧鋼，應符合於英國標準（BS970 PART2：1988 grade 251 A58）、JIS G4801 SUP9 或其他相當標準，國內則參照 CNS 2905，該項扣夾應具良好之防銹性，並應作熱處理。每 50,000 個扣件為 1 組，於其中任選 20 個扣件作為樣品，在實驗室測試項目如下：

表 3 鋼軌扣夾所含其材料成分規格表

	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Ni%	Mo%
Grade BS970-5 805A60	0.55-0.65	0.10-0.35	0.70-1.00	-	-	0.40-0.60	0.40-0.70	0.15-0.25
Grade BS970-5 925A60	0.55-0.65	1.70-2.10	0.70-1.00	-	-	0.20-0.40	0.20-0.30	-
JIS G4801 SUP 9	0.50-0.60	0.15-0.35	0.65-0.95	<0.035	<0.035	0.65-0.95	-	-
JIS G4801 SUP 9A	0.55-0.65	0.15-0.35	0.70-1.00	<0.035	<0.035	0.70-1.00	-	-

圖 2 Pandrol e 型扣夾



1. **尺度**—依提供之詳細尺度圖，或基於承包商自行設計需求。
2. **材料化學成份分析**—磷、硫含量不得超過 0.035%。扣夾所使用之彈簧鋼需具備疲勞限高，耐衝擊且不易產生永久變形，通常使用為碳鋼、Si-Mn 鋼、Si-Cr 鋼。以規範 JIS G4801 規範中 SUP7 或 SUP9 之鋼種較為常用。表 3 為一般鋼軌扣夾所含其材料成分規格。
3. **硬度**—洛氏硬度 (HRC)44 至 48。
4. **扣壓力**—扣壓力在位移 12.7 mm 時須達 750kgf 以上。
5. **疲勞測試**—每組樣品中，選取扣壓力測試時，其扣壓力值最大者，供作疲勞測試，以 0.8 mm（相對載重 200kgf）全帳幅，均值位移 12.3 mm 進行 3 百萬次疲勞測試後，其扣夾鬆弛率不得超過原扣壓力 5%。

扣夾為軌道扣件中承受外力最大之零組件，當火車經過鋼軌時會產生巨大作用力，為避免火車出軌，鋼軌藉由軌道扣件將其完全穩固，故扣夾力係一重要功能參考指標，圖 3 為 Pandrole e 型與 PR 型扣夾曲線圖。目前軌道車輛發展提高性能，速度為一指標，提高行車速度，自然會增加車輛與鋼軌的衝擊力，所以提升扣夾力也成為一研發題材。因軌道扣件在行車安全影響甚大，舊式扣件面臨國內定期保養與一大汰換，現今新型軌道扣件均朝向高安全、易安裝保養維修趨式發展。

結語

高鐵、傳統鐵路、捷運及正在推動的輕軌電車，台灣將形成一個軌道運輸網，這是一場運輸工具革命，也是追趕先進國家腳步的正確方向，更可以改善運輸效益而提昇經濟發展及國家競爭力。故隨著高鐵及各縣市捷運或輕軌計畫的陸續推展，國內的軌道車輛相關之機電、材料等技術設備採購及維修零組件與扣件需求極大，是發展我國產業良好機會。政府政策已明訂未來大眾運輸以發展軌道交通系統為主，在新購、更新及維修方面提供龐大的市場機會，若能有效掌握，將有利於重新加速發展軌道車輛工業。

故軌道車輛產業之所以是高度技術密集且資本密集的產業，該產業投資額大、回收期長，不僅附加價值高，並可帶動龐大的關聯產業與改良交通運輸系統，對整合區域經濟結構具深遠影響。因此軌道車輛產業是工業先進國家致力於產業升級，及開發中國家所追求發展的目標產業，必須長期有計畫的推動與輔導才能奠定穩固基礎，因此各國政府莫不長期支持軌道車輛產業的發展。

作者備註：1. 金屬工業研究發展中心 檢測技術發展組 工程師
2. 金屬工業研究發展中心 檢測技術發展組 副組長
3. 金屬工業研究發展中心 檢測技術發展組 組長

圖 3 扣夾特性曲線圖

扣夾	棒直徑	扣夾重量	扣壓力
'e' 1200	12	0.18	200-400
'e' 1400	14	0.30	400-600
'e' 1600	16	0.44	500-700
'e' 1800	18	0.59	800-1000
'e' 2000	20	0.76	1100-1400
PR 80	12.7	0.25	250-350
PR 100	15.9	0.50	350-450
PR 200	17.5	0.69	450-550
PR 300	19.0	0.84	550-650
PR 400	20.0	1.00	650-750
PR 600	22.2	1.23	800-1000

