

Mountain Railway



Freight Train



High Speed Train



Tourism Railway



世界鐵道與火車圖鑑

The Illustrated Handbook of Railway around the World

蘇昭旭 著

Australia



America



Africa



Europe



Asia



世界鐵道與火車圖鑑 = The illustrated hand-book of railway around the world / 蘇昭旭著 .
第一版 . -- 臺北縣新店市：人人，2009.10
面：公分 -- (世界鐵道系列；13)

ISBN 978-986-6435-20-1(平裝)

1. 鐵路 2. 火車 3. 圖錄

557.2025

98015975

【世界鐵道系列13】

世界鐵道與火車圖鑑

攝影／撰文：蘇昭旭

書籍裝幀：王行恭設計事務所

發行人／周元白

出版者／人人出版股份有限公司

地址／23145台北縣新店市寶橋路235巷6弄6號7樓

電話／(02) 2918-3366 (代表號)

傳真／(02) 2914-0000

網址／www.jjp.com.tw

郵政劃撥帳號／16402311人人出版股份有限公司

製版印刷／長城製版印刷股份有限公司

電話／(02) 2918-3366 (代表號)

經銷商／聯合發行股份有限公司

電話／(02) 2917-8022

第一版第一刷／2009年10月

第一版第二刷／2010年4月

定價／新台幣600元

行政院新聞局局版台業字第6124號

●著作權所有 翻印必究●

※本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回更換。

世界鐵道與火車圖鑑

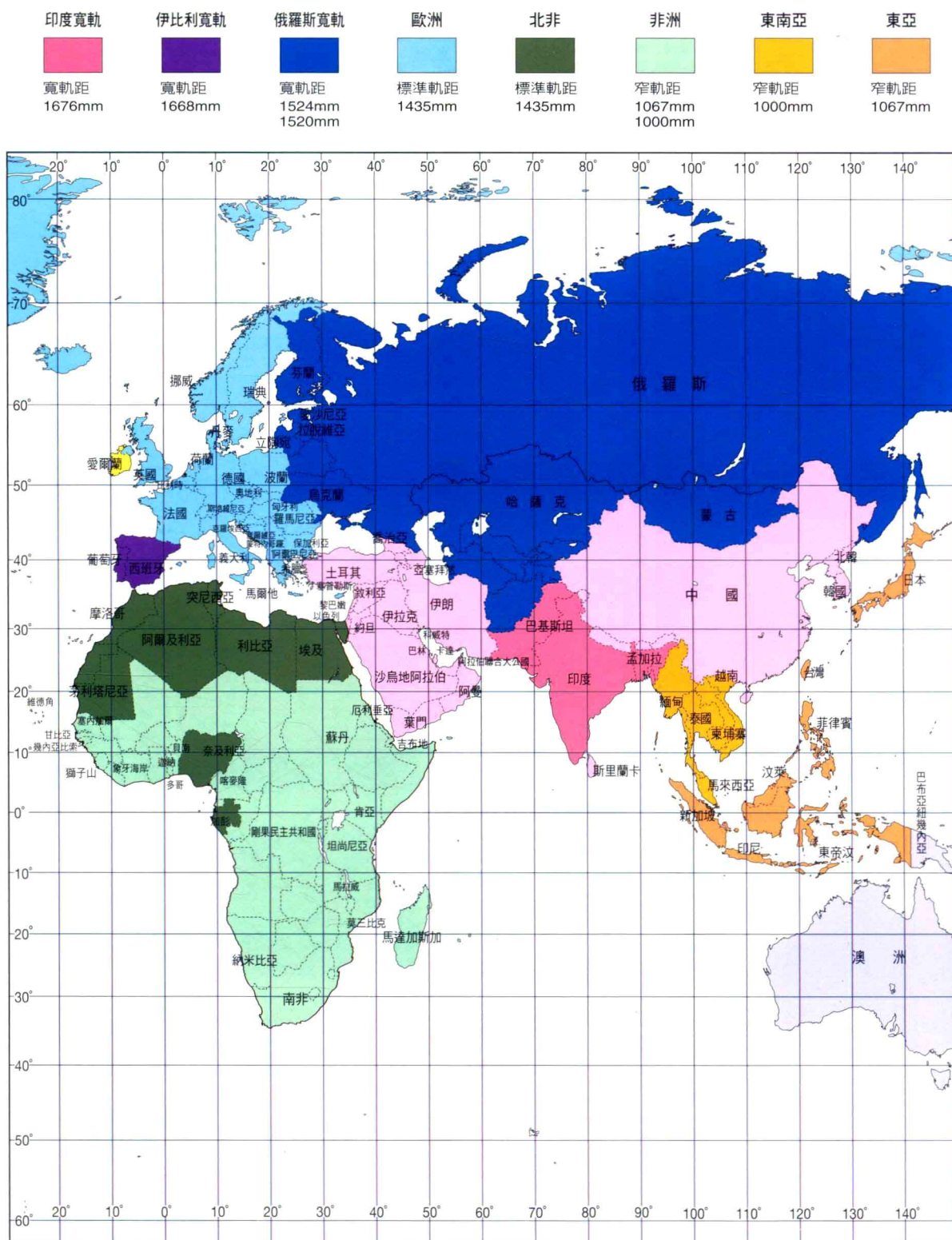
The Illustrated Handbook
of
Railway around the World

蘇昭旭 著



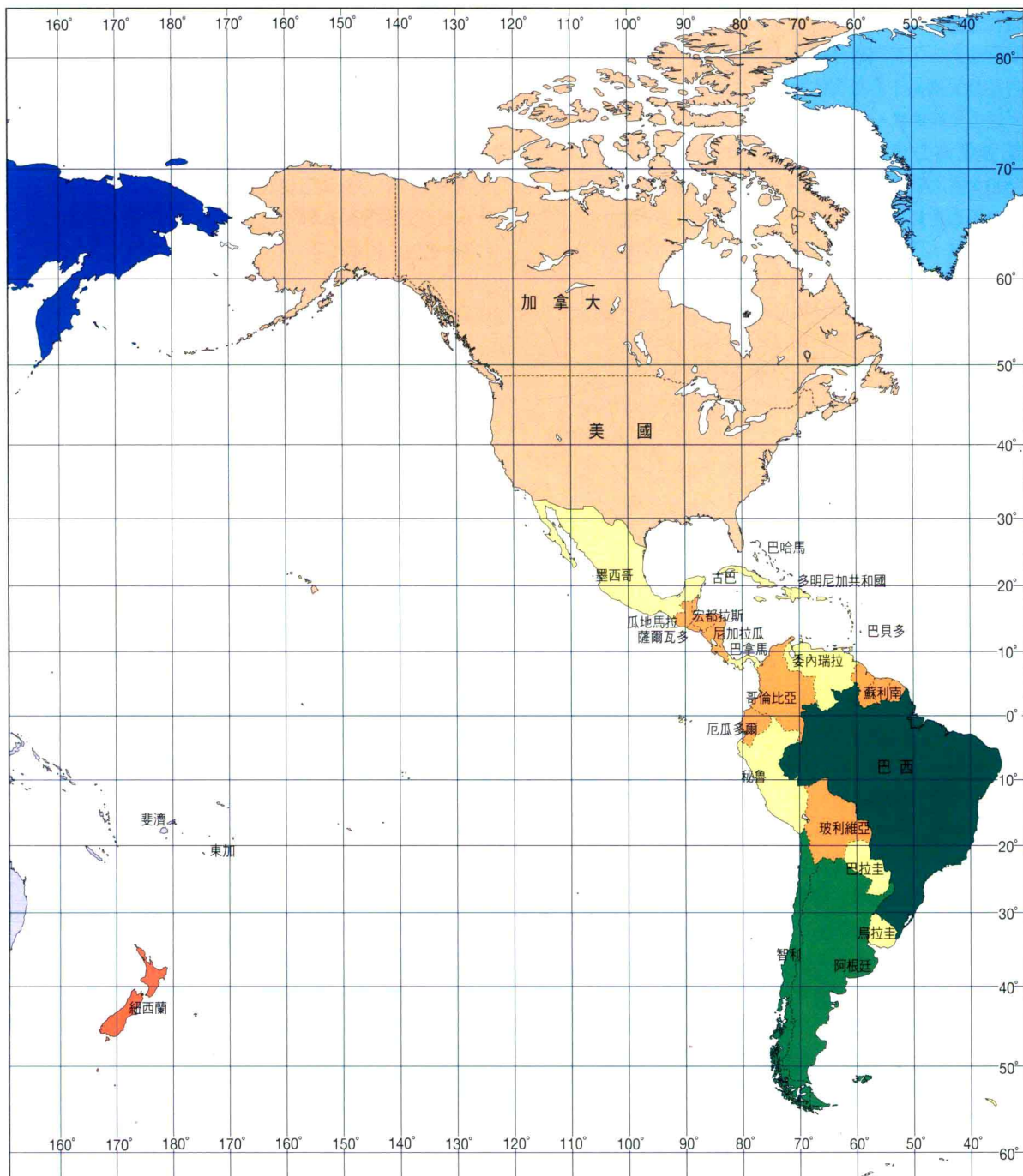
人人出版

●世界鐵道的主要軌距分佈地圖



註：本地圖以色塊大略地顯示各洲主要的鐵路軌距，而各國其他路線佔比例較低者，例如台灣和日本也有1435mm和762mm的鐵道，非主要的路網不在此列。或稀有軌距和914mm以下產業鐵道，也不在此列。以避免地圖色塊過多而模糊重點。

亞洲	愛爾蘭	澳大利亞	紐西蘭	北美	中南美	中南美	阿根廷、智利	巴西
								
標準軌距 1435mm	寬軌距 1600mm	混合軌距 1600mm 1435mm 1067mm	窄軌距 1067mm	標準軌距 1435mm	窄軌距 1067mm 1000mm 914mm	混合軌距 1435mm 1000mm 914mm	混合軌距 1676mm 1435mm 1000mm	混合軌距 1600mm 1000mm



為台灣本土觀點的世界鐵道百科全書催生

人人心中都有一份童心，昭旭兄與我的童心都鍾情於火車，多年來相聚在中華民國鐵道文化協會。明朝時人張岱說：「人無癖不可與交，以其無深情也。」，有著追火車這樣的現代雅癖，情之所衷，正在我輩鐵道迷。而只要是對火車有興趣的人，都可以是鐵道迷，對於火車都有一份熱愛，但昭旭兄則是十分熱情的投入，這樣十倍速的投入，造就了昭旭兄的專業。

猶記得鐵道文化協會曾在2004年11月6日，舉辦「DR2700北迴之星特別列車」活動，DR2700型舊光華號柴油客車一路由台鐵樹林站開向花蓮站，中間大站不停，卻停在漢本小站，讓會員們有著長長的時間散步到海邊看浪濤拍岸。鐵道文化協會歷年來所舉辦的「南迴號」（2001年）、「北迴之星」等特別列車，正是台鐵去年所推出並受到熱烈歡迎的郵輪式列車的先聲，就此我們深感榮幸。而鐵道文化協會舉辦特別列車，向來傳統都會有一幅特別的Head Mark高懸在整列車最前端。但「北迴之星」當時時程

緊迫之際，Head Mark卻還沒有著落，記憶中昭旭兄就在理監事會議上，即席草就一幅草圖供大家參考，也讓我對於昭旭兄援筆立就的創作能力印象深刻。

鐵道文化協會除了舉辦特別列車以推廣鐵道趣味外，研究鐵道學術也是協會宗旨之一。這幾年來昭旭兄一人孜孜矻矻，埋首於鐵道專業書籍創作中，他的專業創作能力能將鐵道學術研究深入淺出，對於推廣鐵道趣味功不可沒。而昭旭兄發願著述，也正是我多年來所深盼，因為書架上就擺著好幾本的英文版各式鐵道百科，英文我是看了就頭大，只能偶而翻翻圖片賞心悅目一番。現在有了昭旭兄的《世界鐵道與火車圖鑑》，中文出版總算可以稍稍追上英文世界。誠摯希望昭旭兄再接再勵，繼續為台灣觀點的完整世界鐵道百科全書而努力！

中華民國鐵道文化協會會長

嚴振欣

律師 謹序

2009.3.28

軌道運輸好夥伴 全球圖文共欣賞

21世紀初期的當代台灣交通建設乃以軌道運輸系統為導向，在此軌道再生時勢下，台灣20世紀初軌道建設與營運的歷史經驗，將提供軌道產官學民另一股鑑的「歷史視窗」，諸如日治鐵道部的推動鐵道觀光作法、火車站的地標特性設計手法，台灣鐵路史確實有其社會實踐的參酌價值。基於鐵道建設營運史值得當代編纂，在我戮力搜整史料編纂鐵道史文，並利用各種機會持續與國內數位年輕鐵道迷、文物史家與美學家（洪致文、許乃懿、謝明勳；黃俊銘、蔡龍保、劉舜仁等）學習請益，而在一次赴成大與蘇昭旭老師相談願景後，開始了我倆相互認識之旅。

在一次參觀他以個人之力，展示的交通科學技術博物館後，我更加驚訝蘇昭旭老師的文藝氣息是何其自在自然，他對鐵路的用心用情又是何其深遠！他諸多的決心願心讓我這鐵路工程界的小兵為之汗顏感動不已。如今在籌編台灣土木史台灣鐵路百年風華畫冊一系列記錄片時，很幸運地再度接觸蘇先生，他曾擔任過台灣高鐵行動探索館館長，曾參訪世界的鐵道博物館達三十餘處。而為了傳承鐵道文物經驗與知識，他利用自家四層樓設置交通科學技術

博物館，並以義工方式導覽，如今參觀有七千百人受惠。在其豐厚文物資源支持下，相信對台灣鐵路百年風華系列記錄片的豐實定有助益。

近年以來，欣見蘇老師也同時往鐵道百科全書的領域園地播種與灌溉，並以實際行動籌編了這本「世界鐵道與火車圖鑑」，藉此預祝他持續以文藝心文化情照耀鐵路園地，而台灣鐵路園地也因為大家一起的深耕逐步在地生根接軌全球，並將逐漸地茁壯亮眼起來。

中國土木水利工程學會土木史委員會委員

「台灣土木史專題彙編」刊物主編

黃荻昌

博士 謹序

2009.3.23

立足台灣 放眼天下 打開鐵道的世界之窗

我出生在平凡的公務員家庭，家裡沒有任何人從事鐵路相關行業，卻無法解釋對鐵路的執著，似乎從小在我的血液裡，就充滿對鐵道熱情的因子。如今已經無法記得何時開始熱愛鐵道，以鐵道的著述與教育為業，彷彿今生註定為這個使命而生，執著迄今已經四十餘年。兒時印象中最深刻的鐵道書，就是當時大山書局的日本鐵道圖鑑，以及後來光復書局出版的世界鐵道圖鑑。後來發現這批日文翻譯的鐵道圖鑑，幾乎成為現今台灣四五年級生共同的鐵道啟蒙，也讓我們回味起兒時的鐵道，除了古早的台灣味，蒸汽火車與普通車之外，包含0系新幹線在內，有著濃濃的日本鐵道色彩。

建置鐵道工具書體系 建置交通博物館

感謝當時有這批書，給了我們一扇鐵道的世界之窗，但是隨著歲月的成長，開始有一些領悟與想法。大約幾十年前，我開始寫我的第一本書時，我心中一直有一個夢想，那就是可否不靠日本的翻譯書，建立屬於台灣的鐵道工具書體系？誠然日本的鐵道圖書，給了我們不少嶄新的視野，卻也由於作者是站在日本的觀點，在談到台灣與其他地方的鐵道時，總有意猶未盡，美中不足之憾。這樣的想法讓我下定決心，獨立去建置繁體中文的鐵道工具書體系，感謝有人出版周總經理的支持，給我一個研究出版的平台，並透過國際版權的合作，建置這個出版舞台。除了鐵道圖書出版，還有鐵道旅行雜誌，從1997年到2009年的現在，我們的努力真實地讓鐵道知識大眾化，讓許多年輕學子受惠，這是我感到欣慰的地方。

原本寫書只是這樣單純的動機，然而這條路一走就是十餘年，我開始發現這些工具書不應該只是給學生看，更應該成為社會菁英流通的知識平台，成為普遍的社會知識與共識。長久以來，台灣鐵路在台灣的城鄉發展上，一直具有舉足輕重的地位，卻因為它的行政位階不足，以致於面對官僚體制，經常有錯誤決策的無奈，造成無法彌補的缺憾。誠如某位鐵道從業者的感嘆：「有權力的官員缺乏常識，專業的幕僚缺乏權力，行政的倫理只能服從，歷史的錯誤總是無法迴避。」

從當年台鐵廢除支線與舊山線，如今卻回頭復駛拼觀光，代價成本高昂；高鐵的設站離都市過於偏遠，接駁鐵道依然慢半拍；台糖的鐵道淪為歷史灰燼，鐵道古蹟被破壞；阿里山鐵路被草率地OT任意破壞，中斷一年不見政府接手等等。如果我們社會對於鐵道的知識是普及的，資訊

是透明的，幕僚很快就找到統計資料，替長官做出正確判斷，對於鐵道的珍惜與利用，能夠像日本與歐洲一樣，成為一種公民意識，這些錯誤的決策或許不能完全杜絕，至少不致於荒腔走板。

不過，終究圖書是抽象的，還是缺乏一個實體傳播平台。我從高鐵探索館館長退下來之後，一方面建置鐵道工具書體系，推廣鐵道知識；另外一方面利用自己的住家四層樓房，建置交通科學技術博物館，讓有心的學生免費來參觀，做為推廣知識的公益平台。前者發願用知識利益眾生，後者發願用博物館造福世人。感謝大家的支持，這一切努力並不孤單，已經逐漸獲得各界迴響。

台灣要深耕本土 更要有國際觀

本書基本上以舊版現代軌道運輸為基礎，全面升級後增添許多新資料，分成鐵道的科學篇和世界的鐵道篇。從科技和地理不同的面向記錄鐵道，鐵道的專業性由此可見一斑，絕非俗見所言，就是兩根鐵軌這麼簡單。重拾台灣鐵道的尊嚴，建立正確的知識體系，路是這麼地遙遠、艱辛與漫長。這十多年來，感謝這麼多讀者的支持，透過媒體、教學、演講、審查與評論，讓我不只是嘉惠學子，也真實地對台灣這塊土地的鐵道，公共議題上略盡綿薄之力。這本書的內容結構，和世界捷運和輕軌圖鑑是「姐妹套書」，也因為不可能收錄全世界的國家，所以稱「圖鑑」而非「百科」。

其實，台灣「鐵道國際觀」的呈現，是影響台灣鐵道公共決策是否偏頗的關鍵，尤其是在比較冷門的鐵道文化資產議題。例如阿里山鐵路的國際定位，台灣的認識不足，卻讓這條國寶鐵道蒙塵；曾有交通決策者誤以為只要將台鐵1067mm拓寬成標準軌1435mm，台鐵就可以跟高鐵一樣快；官員以為世界各國的輕軌系統都是1435mm，其實LRT可以有1067mm與1000mm的軌距，高雄臨港線其實可以不必拆掉。這些官員與學者的常識不足，造成許多不必要的失誤，更何況是一般民眾分不清楚，寬軌、標準軌與窄軌究竟有何差別了。

台灣要深耕本土，更要有國際觀，這是我這些年來最深的感慨。有許多讀者已經發現，我寫的書其實具有「智庫架構」的關聯性。例如有介紹阿里山森林鐵路的書，就會相對有研究世界山岳鐵道的書，前者是立足台灣，讓我們更了解這塊土地，後者是放眼天下，讓我們更具國際觀。這也是我在建立鐵道工具書體系的方向，兩者不可偏廢，過度地熱愛本土，往往引用失據，井蛙觀天；在邁向國際

化的今日，我們也需要全球鐵道的版圖，用更多的數據去證明這塊土地鐵道的珍貴性，在公共政策的議題上，讓台灣鐵道朝正確的方向走去。

因此，這十餘年來，我都是在人人出版的支持下，去作國際鐵道普世調查的工作。一共包含六個板塊，(1)「世界高鐵」（高速鐵路新時代），(2)「世界山岳鐵道」，(3)「世界捷運輕軌」，(4)「世界火車鐵道」，目前已經完成出版。另外還有兩個板塊，(5)「世界的輕便鐵道」與(6)「世界的觀光鐵道實務」，預計在2010年國際書展時間問世。其中世界的輕便鐵道因為議題較冷門，先用台灣輕便鐵道作初步呈現。世界的觀光鐵道實務，將編寫成環遊世界鐵道之旅之外，另外獨立撰寫一本日本鐵道經典之旅，讓大家透過對日本的熟悉，對鐵道觀光有更深的體會。我們不論是在學界、政界、教育界、媒體、建立「鐵道國際觀」，讓資訊透明統計明確，或許許多陳腐現狀不可能一夕改變，至少我們懷抱希望，相信台灣鐵道的環境明天會更好。

我投入很大的心血，在鐵道工具書的出版事業上，整個鐵道工具書的拼圖可以清楚窺見。從右頁這個表可以看出，經歷將近八年的時光，不論再怎麼冷門？再怎麼困難！我為何堅持要寫台灣輕便鐵道小火車，因為它真的是台灣鐵道系列最後一塊「拼圖」，甚至將國際觀涵蓋進去，資料龐雜無法想像，因為這本書揭露了台灣因為沒有輕便鐵道法，而影響了三十年來糖鐵與林鐵的命運。因此，出版世界鐵道與火車圖鑑，世界捷運與輕軌圖鑑，都是為了鐵道國際觀的呈現，對於鐵道的基本知識與決策，有著很重要的影響。這本書收錄有59個國家的鐵道，大家也不難明白，為何一本工具書，會需要這麼長的歲月，那真的並非一朝一夕可成，而是需要經年累月，如愚公移山一般的努力，聚沙成塔，才能一點一滴回收成果。

鐵道資訊應該公開 不能受到少數人把持

無可否認的，當這六個板塊拼圖即將到達最後階段，心境上的煎熬與痛苦，並非旁人所能體會。這樣的努力，或許對社會是利益眾生，但是資訊透明化對於某些既得利益者來說，卻是一種阻礙。記得在2005年高速鐵路新時代出版時，顧問公司找上門，才知道交通部在規劃高鐵時，曾經花幾千萬元做過類似研究，我才知道這些資訊都整理公開，會影響某些體系眼中的利益。曾經有學術界人士與顧問公司，想要出錢把這些成果買走不要公開出版，因為拿這些議題去跟政府機關與國科會申請計畫，可以獲得幾千萬的研究經費，都已經有人做好出版就不值錢了，而且還會觸怒當權者官大學問大的思維，暗示讓我學位不得和教師升等不順。儘管處境艱難，我堅持國際鐵道普世調查，完全不花政府機構或顧問公司一毛錢，靠我自己一個人的力量去完成。因為我深信，這些鐵道資訊是屬於大家的，

而不是屬於少數專家的，不能受到學術利益團體的左右。或許研究預算有限，我只是苦了一點，至少面對良知，面對台灣千千萬萬的百姓的利益，我無愧於心。

即使我知道這個原則，小心謹慎，人生還是難免會出錯。2005年底，宏都公司承諾民營化會讓阿里山鐵路營運更具國際化，只支付一筆10萬元的顧問費，利用我的世界山岳鐵道的內容去投標，取得了十幾億的阿里山鐵路的OT案與BOT案，事後卻沒有認真經營阿里山鐵路，與當初的投標書內容大相逕庭，我的顧問角色也被踢入冷宮。2008年阿里山鐵路無限期中斷發生，造成台灣阿里山鐵路與國際形象的重大災難，我挺身而出與其對抗，顧問解聘事小，還飽受許多不明究理的人對我的誤解事大。我知道自己責無旁貸，在阿里山鐵路回復正軌經營之前，我全力加以挽救。這件事也讓我深刻體會了現實的偏見，企業界與政治界看待鐵道的態度就是「利用」，以取得背後的利益或政績，並沒有所謂的「社會責任」，背信也是不痛不癢的事。台灣鐵道並沒有它自身的尊嚴與價值，著實令人痛心！

然而，當我從鐵道員回歸到書桌前，重拾鐵道的尊嚴與價值，更促使我努力要把這些書完成，更不惜自掏腰包繼續投資。人的一生中能做多少有意義的事，不會隨著死亡而被遺忘，這比現實的利益更重要。的確，世界鐵道與火車圖鑑，以及世界捷運與輕軌圖鑑，不太像是一個人可以完成的書，我得投資十多年之後，才能慢慢結實收割，累計出國次數三四十次，投資花費相當驚人，還好有許多好朋友包括曾翔等人，熱心贊助圖片與資料，某些國家可以透過授權取得圖片，否則真的不知如何完成。我也把這些年來的努力，那種玄奘取經的痛苦與心路歷程，撰寫在環遊世界鐵道之旅裡面，記錄著生命中的每一頁，我曾那樣努力追尋知識，沒有享受，卻是刻苦的旅程。

這個社會有成功就有平凡，工作無貴賤，一支草一點露，安分守己，走良知的路，雖無富貴亦不窮困，我從不後悔自己選擇這條路。讓我把鐵道良知的路走完，最後我就能看到這些書都順利出版，十多年的努力沒有白費，我就不枉此生了。在右頁這個表中，最後也有我自己完成不了的部份計畫，期望各界鐵道權威、社會賢達共同努力，讓台灣的繁體中文鐵道知識庫臻於完整，讓台灣鐵道邁向更美好的明天。

誠願鐵道的普世價值得以彰顯，
鐵道文化與科學得以推廣，
重拾鐵道的尊嚴與價值，
為吾人一生之宏願。

薛昭旭 謹識
2009.9

(本書除特別註明外，圖片均為作者所攝)

蘇昭旭的著作成果與繁體中文鐵道工具書體系的規劃

主 題	分 類	立足台灣 鑑往而知來	放眼天下 建立國際觀
鐵道車輛與 基礎科學	高速鐵路 1435mm	台灣鐵路火車百科1999版 2009新改版	現代軌道運輸 (絕版) 高速鐵路新時代
	捷運鐵路1435mm		現代軌道運輸 (絕版) 世界捷運與輕軌圖鑑
	傳統鐵路1067mm		現代軌道運輸 (絕版) 世界鐵道與火車圖鑑
	輕便鐵道762mm以下	台灣輕便鐵道小火車(2010出版)	世界的輕便鐵道小火車(計畫)
	山岳鐵道762mm	阿里山森林鐵道1912-1999(車輛篇)	世界的輕便鐵道小火車(計畫)
鐵道文化與 觀光資源	阿里山森林鐵路	阿里山森林鐵道1912-1999(景觀篇) 改版如下 阿里山森林鐵路傳奇	世界山岳鐵道(美亞澳篇) 世界山岳鐵道(歐洲篇)
	台灣鐵路的路線	台灣鐵路環島風情系列 (西部幹線篇) (東線支線篇) (特殊路線篇) 等候新的路線重新改版	世界鐵道觀光系列 日本鐵道經典之旅(2010出版) 環遊世界鐵道之旅(2010出版)
	台灣鐵路的車站	台灣鐵路車站圖誌 已經過時 即將改版	世界的火車站(計畫)
保存鐵道與 文化資產	蒸汽火車與歷史	台灣鐵路蒸汽火車	世界的蒸汽火車(計畫)
	鐵道歷史與文化	台鐵憶舊四十年	世界的保存鐵道(計畫)
	鐵道博物館規劃 與歷史文物保存	老火車再現風華	世界的鐵道博物館(計畫)
其他	值得關注的鐵道主題 希望能拋磚引玉 盼有心人繼續完成	涵蓋以上所有範圍 1.台灣近代鐵道史 2.台灣鐵道百科辭典	涵蓋以上所有範圍 1.世界鐵道科學大辭典(計畫) (繁體中文版)

讓我們一起努力，讓鐵道資訊透明，讓台灣的鐵道環境明天會更好。



世界鐵道與火車圖鑑

The Illustrated Handbook of
Railway around the World

- | | |
|-----------------------|-----|
| 4 為台灣本土的世界鐵道百科全書催生 | 嚴裕欽 |
| 4 軌道運輸好夥伴 全球圖文共欣賞 | 黃荻昌 |
| 5 立足台灣 放眼天下 打開鐵道的世界之窗 | 蘇昭旭 |



鐵道的科學篇

鐵道運輸的基礎常識

- 11 鐵道運輸的源起
- 14 鐵道運輸的軌距
- 20 鐵道運輸的路權
- 22 鐵道運輸的功能體系
- 24 鐵道與軌道運輸的差異

鐵道運輸的車輛種類

- 27 世界各國的火車分類
- 28 世界各國的蒸汽機車SL
- 30 世界各國的柴油機車DL
- 32 世界各國的電力機車EL
- 34 世界各國的電聯車EMU
- 37 世界各國的柴聯車DMU
- 39 世界各國的動力客車Railcar
- 42 世界各國的客車PC
- 44 世界各國的貨車FC
- 45 世界各國的工程與搶修用車EC

鐵道運輸的機電系統

- 47 動力集中式與動力分散式
- 49 傾斜列車的技術
- 51 鐵道車輛的轉向架
- 53 鐵道車輛的連結器
- 56 鐵道的供電系統
- 60 鐵道的煞車系統
- 62 鐵道的轉轍器與交叉系統

鐵道運輸的行車控制

- 71 鐵道的行車制度
- 73 鐵道的電氣路牌
- 77 鐵道的號誌系統
- 80 台鐵的號誌體系
- 84 傳統的臂木式號誌
- 90 現代的電氣式號誌
- 92 軌道電路的科學原理
- 96 CTC中央行車控制系統
- 98 ATP自動防護行車系統
- 102 ATC自動控制行車系統

鐵道運輸的營運服務

- 105 鐵道的運輸服務與角色
- 106 區間列車 Local Train
- 108 城際列車 Inter City Train
- 110 高速鐵路 High Speed Rail
- 112 鐵道貨運 Freight Train
- 114 保存鐵道 Preservation Railway
- 116 觀光鐵道 Tourism Railway
- 118 登山鐵道 Mountain Railway
- 120 森林鐵道 Forest Railway

世界的鐵道篇

亞洲 Asia

- 123 認識亞洲的鐵道
- 126 台灣 Republic of China (Taiwan)



- 128 中國 China
- 132 蒙古 Mongolia
- 133 北韓 North Korea
- 134 韓國 Republic of Korea
- 136 日本 Japan
- 140 菲律賓 Philippines
- 141 越南 Vietnam
- 142 印尼 Indonesia
- 144 馬來西亞 Malaysia 與新加坡 Singapore
- 146 泰國 Thailand
- 148 印度 India
- 151 烏茲別克 Uzbekistan

歐洲 Europe

- 153 認識歐洲的鐵道
- 156 英國 United Kingdom
- 158 荷蘭 Netherlands
- 160 比利時 Belgium
- 161 盧森堡 Luxembourg
- 162 法國 France
- 166 德國 Germany
- 170 瑞士 Swiss
- 174 奧地利 Austria
- 178 義大利 Italy
- 180 西班牙 Spain
- 182 丹麥 Denmark
- 184 瑞典 Sweden
- 185 挪威 Norway
- 186 芬蘭 Finland
- 187 捷克 Czech Republic 與斯洛伐克 Slovak Republic
- 188 波蘭 Poland
- 189 匈牙利 Hungary
- 190 塞爾維亞 Serbia 與科索沃 Kosovo

- 191 馬其頓 Republic of Macedonia
- 192 希臘 Greece
- 194 白俄羅斯 Belarus
- 195 俄羅斯 Russia
- 196 愛沙尼亞 Estonia
- 197 拉脫維亞 Latvia 與立陶宛 Lithuania

美洲 America

- 199 認識美洲的鐵道
- 202 加拿大 Canada
- 204 美國 United States of America
- 208 墨西哥 Mexico
- 209 巴拉圭 Paraguay
- 210 巴拿馬 Panama
- 212 阿根廷 Argentina
- 214 巴西 Brazil
- 216 秘魯 Peru
- 218 厄瓜多爾 Ecuador
- 219 智利 Chile

大洋洲 Oceania

- 221 認識大洋洲的鐵道
- 222 澳大利亞 Australia
- 224 紐西蘭 New Zealand

非洲 Africa

- 227 認識非洲的鐵道
- 230 埃及 Egypt
- 232 馬拉威 Malawi
- 233 迦納 Ghana
- 234 象牙海岸 Ivory Coast
- 235 布吉納法索 Burkina Faso
- 236 南非 Republic of South Africa

附錄

- 237 世界重要的鐵道紀錄與基礎常識

鐵道的科學篇

鐵道運輸的基礎常識



從一部台車輸送貨物，人類的軌道運輸文明，就從「減低阻力」開始。

人類現代的鐵道運輸歷史，源起於十九世紀的英國。（英國的保存蒸汽機車）



鐵道運輸的源起

在正式討論鐵道運輸 Railway Transportation 之前，應該從軌道運輸 Trackage Transportation 開始談起。

人類的軌道運輸的歷史十分悠久，早在十六世紀以前，歐洲的礦區已經出現，用馬來拉動裝有輪緣（flange）的車輛，在木製的軌道上行駛，利用軌道來減低移動的阻力，可說是創造軌道運輸文明的原動力。後來發現利用鐵製的軌道與鋼輪，更可以「減低阻力」，人類鐵道運輸的文明便發達迄今。鐵道應該是軌道運輸科學演進的一部份，也是其發展主流。

鐵道運輸究竟有何優越之處？其實就是原理簡單，能源經濟。例如在陸地上10噸的貨物，在沒有任何車輛幫助下，要60人才能拉動它；若裝上膠輪的車輛在水泥地上，約4人即可拉動它；但是若是在鋼輪鋼軌的鐵道上，則只要一人即可輕易拉動它，由此可見鐵道的阻力很低，輸送能力強大。人類科技也就不停地在機車動力與軌道技術上突飛猛進，創造了後來的工業革命與交通運輸文明。

鐵路或鐵道何者用法為正確？並無明確分隔，台灣慣用「鐵路」，中國大陸喜用「鐵道」，日本亦用漢字鐵道，其實兩者應為通用。不過，在台灣一般認為鐵「道」比鐵「路」涵蓋意義較廣，台灣鐵路多數指台鐵，台灣鐵道的範圍則不只台鐵，還有其他的標準軌體系與輕便鐵道。正如英國用 Railway，美國則用 Railroad，但在抽象敘述場合或特殊的軌道形容時，Railway 比 Railroad 更常使用。

鐵道運輸的歷史

鐵道運輸起源於中世紀的歐洲，煤礦與金屬礦山所使用的軌道，稱為 Wagon ways 或 Tramways。在坑道鋪設的木製軌道，軌道上放置木輪的貨車，以人力或馬力拖曳的運輸方式，於十六世紀歐洲各地皆可見到。當時歐洲就有很多礦業的鐵道，是以三英呎914公厘或兩英呎610公厘為標準，體積小以便利礦坑輸送，最早的文獻可追溯至捷克1556年 De re metallica, Georgius Agricola 的記載。工業革命初期，歐陸的礦山鐵路於十七世紀初傳至英國，1760年英國亞伯拉罕 Abraham Darby, Coalbrookdale 鑄鐵廠以枕木平穩路基，更發明

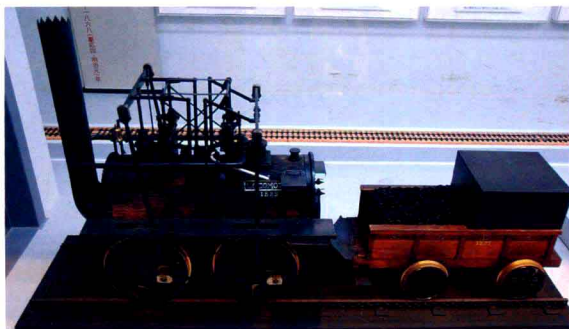
以L型鐵軌（L-shaped metal plates）取代木軌，使得阻力減少效率提昇。十八世紀之後，使用鐵製軌道與車輪，使得軌道與車輪間的摩擦力減少，可以運送更重的貨物。

蒸汽機車的發明與礦山有深切的關係。十七世紀後半，因為金屬採礦的需要，更進一步開發礦山，為了挖掘地底深處的坑道，需要提升抽水馬達的動力。當時為了使礦山的鐵道更加進步，原有人力與馬力推動的車輛，改以蒸汽機車承載，開始有陸上行走的蒸汽動力火車。1769年，法國 Nicolas-Joseph Cugnot 製作世界第一部蒸汽動力三輪車，乘坐四人在道路上以時速4公里成功行駛，但是卻尚未使用鐵軌的路線，火車的時代即將來臨。1775年詹姆士瓦特 James Watt 製作出實用的蒸汽機，蒸汽機的廣泛使用使性能提升，成為工業革命的原動力。

蒸汽火車的發明與鐵道運輸

由於在十八世紀末以來，拿破崙與歐洲各國之間的戰爭一直持續，由於軍隊徵用馬匹，使得馬匹價格高漲，造成礦業的鐵道需要新的動力，促使蒸汽火車的開發變得盛行。1804年2月21日，Richard Trevithick 於英國威爾斯 Wales，成功的製作了全球第一部軌道上行駛的蒸汽機車，牽引貨車運行時速8公里，搭載旅客及行李，受到了世人的關注，但是尚未進入商業營運的階段。

西元1825年9月27日，史蒂芬生首次以 Locomotion 蒸汽火車牽引客車廂，坐著600多位乘客從達靈頓



1825年鐵道開始營運的 Locomotion 蒸汽火車模型。

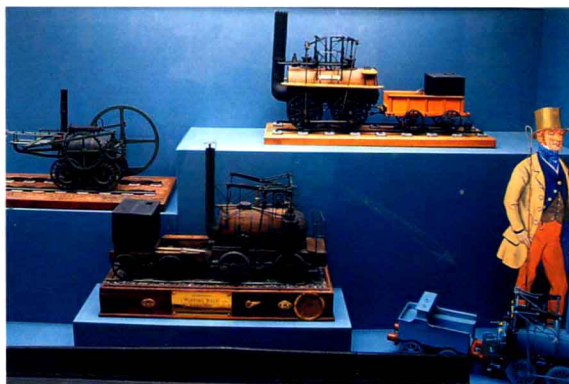
Darlington 至史達克頓 Stockton，最高時速24英哩，以3小時跑完25哩路，這是世界上最早以公共運輸為目的的鐵路，締造人類最早的商業營運的鐵路。雖然當時蒸汽火車僅牽引貨物列車為主，旅客還是習慣搭乘馬車，後來才慢慢進化成鐵道客運。此舉等於宣告鐵道公共運輸的時代來臨，人類的軌道運輸，也正式進入火車動力的新時代。

爾後1926年，英國核准修建從曼徹斯特 Manchester 到利物浦 Liverpool 的鐵路，主事者於是在1829年於利物浦附近，舉行兩丘競賽（Rainhill Trial），以決定採用何部機車來營運。史蒂芬生父子製造的火箭號 Rocket 在五位參賽者中獲勝，最高時速30英哩贏得500磅獎金，並正式獲得訂單。史蒂芬生式氣門 Valve 確認其運轉可靠度，可以穩定控制火車的前進與後退，蒸汽機車的量產進入實用化階段。1830年9月15日 Liverpool and Manchester Railway（L&MR）正式通車，也是全球第一條標準軌1435mm軌距的鐵道。

經過這一連串的歷史事件，火車頭 Locomotive 這個單字也因此誕生。原本Rail是欄杆之意，象徵枕木排列成了 Railway 軌道；Loco（地方）motive（移動）成了



英國喬治史蒂芬生 George Stephenson 銅像，英國約克鐵道博物館。



十九世紀鐵道黎明時期的蒸汽火車模型，英國約克鐵道博物館。



1829年英國兩丘Rainhill競賽獲勝的Rocket，英國約克鐵道博物館。



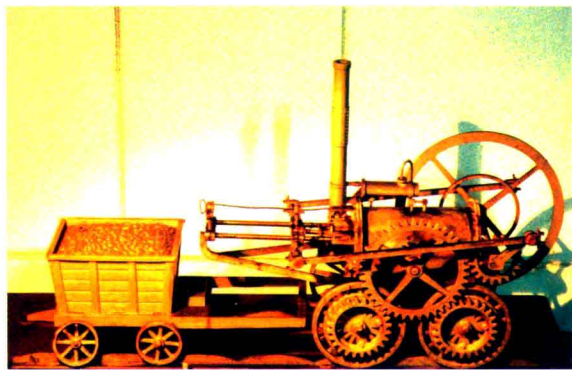
1829年英國另一部 Thomas James Shipston 的蒸汽火車，英國約克鐵道博物館。

Locomotive（機車頭）；軌條也從最初的木軌，L型軌演進成今日的I字型鐵軌；「鐵道」成為泛稱一切軌道的代名詞，「火車」成了鐵道車輛的通稱。從以上文字的含義，不難理解鐵道運輸對人類文明發展的重要性。

鐵道運輸的四項要素

鐵道運輸包含「運輸內容」、「車輛」、「動力」與「路基」四項要素。世界各地的鐵道運輸，經歷著先有貨運，後有客運的時代，同時也隨著輪船、航空、汽車的發達，使其在不同的階段，經歷由盛而衰、卻又否極泰來的歷史輪迴。直到今日，雖然人類的鐵道運輸已經有兩百年的歷史，但是基本上運輸的內容，沒有太大的改變，不外乎就是貨物與乘客，但是在其他三項，卻有著極大的進步。

車輛從傳統的木造車廂，進化到鋼製車體，乃至於現代的鋁合金車廂。能源從傳統的蒸汽動力，進化到柴油動力，乃至於今日普遍的電力。路基除了地面上，還出現高架橋與地下化，透過封閉式路線以提昇行車速度。從1804年到2009年，這是人類鐵道運輸兩百年歷史，科技文明最大的改變。



1804年2月21日，英國Richard Trevithick的第一部蒸汽機車模型。（蘇昭旭 交通科學技術博物館）



2007年6月10日起，法國的高鐵TGV-POS，營運時速可達320公里。

鐵道運輸與軌道運輸的版圖不同

無可諱言的，鐵道運輸是軌道運輸系統中最主要與最龐大的交通體系，至今仍然佔有陸運極重要的版圖，不過及至今日，已經有許多軌道運輸體系被發明，它們都不是利用鋼輪鋼軌的技術，卻一樣達到自動導引的效果。例如在大眾捷運體系，膠輪捷運RTRT（Rubber Tired Rapid Transit），單軌電車Monorail、自動導引捷運AGT（Automatic Guided Transit），以及沒有實體接觸的磁浮Maglev，都突破舊有鋼輪鋼軌的技術體系。不過，無可否認地，擁有兩百年歷史的傳統鐵道系統，只要稍加改良，仍然有極大的發揮空間，在二十世紀的陸路運輸地位猶然重要，而高速鐵路和大眾捷運鐵路的普遍發展，即是鋼輪鋼軌列車的經濟典範。鐵道運輸與軌道運輸的科學性差異，在下面單元會有詳細的討論。

二十世紀中葉由於高速鐵路的出現，掀起了軌道運輸的世紀革命。從1964年的日本新幹線營運時速超越二百公里，至二十一世紀初葉的今日，傳統的鋼輪鋼軌車輛已經突破時速五百公里，1990年5月18日法國TGV-A所創時速515.3公里，2007年4月3日法國的TGV-V150更締造574.8公里的世界紀錄。而磁浮列車也不停地推陳出新，1999年4月14日，日本MLX01締造時速552公里，2003年12月2日，日本MLX01-901締造時速581公里維持世界記錄迄今。從十九世紀初鐵道運輸出現迄今，只有二百多年，人類在軌道運輸方面的成就早已有目共睹，未來人類生活將繼續倚賴鐵道運輸，創造更優質與環保的交通環境，我們拭目以待。



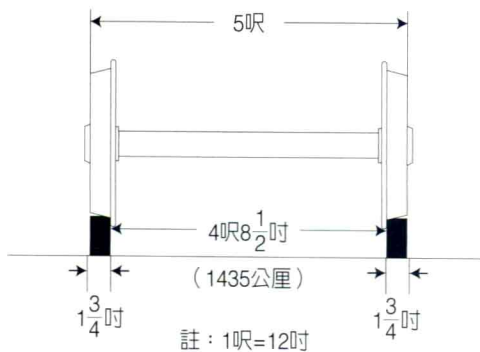
2003年12月2日，日本MLX01-901締造時速581公里世界記錄。（日本山梨磁浮試驗中心提供）

鐵道運輸的軌距

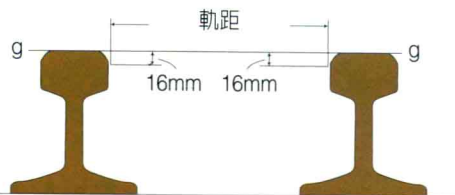


日本新幹線，標準軌1435mm的軌距。

鐵道運輸的系統分類，可依「軌距」、「路權」(Right of Way)和「路線長短」作區分。一般而言，就軌道路線以軌距(Gauge)劃分最為常見，而且以標準軌距為參考基準。軌距劃分常見可分成標準軌、寬軌、窄軌三種，軌距的劃分標準與歷史緣由如下：



標準軌距的由來分析圖



軌距的量測標準圖

軌距等於標準軌距1435公厘 (Standard Gauge) 全球百分之59

標準軌是全球使用最多的軌距型式，起源自英國，包含台北高雄捷運的高運量系統、台灣高鐵即是此種軌距。世界各國以歐亞大陸主要國家，中國、美國、法國、德國皆屬之，歐洲國際路網也因為共同採用標準軌，使得鐵路交通無國界。直至今日，標準軌為全球使用最多里程的軌距，約佔全球百分之59。

標準軌距的由來，其實眾說紛紜。一般比較信而可徵的說法，這種軌距源自英國的馬車鐵道Horse Railway，依古羅馬戰車雙輪寬度5英尺，約兩匹馬屁股並行的寬度，扣除L軌面的寬度一又四分之三吋，得到4英尺8英吋半，也就是1435公厘。而喬治史蒂芬生George Stephenson 依此軌距建造鐵路，從1830年英國從曼徹斯特到利物浦的鐵路開始，如此被推廣開來。

不過，研究英國歷史與工業革命史的學者，則有另外一套比較科學的說法。1771年，史蒂芬生出生在英國中部的 Wylam, Northumberland，也就是 Newcastle 的

西邊附近，他的成長過程，與礦坑的鐵道工程師的工作有密切關係。其實英國的馬車鐵道軌距很多，馬的屁股寬度不一，從4到5英呎之間各種都有。遠在1765年，位於英國 Newcastle 附近的 Killingworth 礦坑中，鋪設了軌距為四英呎八英吋（1422mm）的軌道。史蒂芬生當然受此影響，他在此地改良研究蒸汽機車，1814年製造出第一部火車頭，使用於 Killingworth wagonway。西元1825年，史蒂芬生建設世界上第一條公共運輸的鐵道，從達靈頓至史達克頓 Stockton and Darlington Railway（S&DR），這條鐵路即是1422mm的軌距，又稱史蒂芬生軌距。

如前面所述（見12頁），1826年英國要興建從曼徹斯特 Manchester 到利物浦 Liverpool 的鐵路，1829年於利物浦附近舉行兩丘競賽，史蒂芬生父子的火箭號 Rocket 獲得勝利。這條鐵路才是全世界第一條4英呎8英吋半，1435mm的鐵路。而這增加半英吋的由來，是史蒂芬生父子依據S&DR的經驗，發現火車過彎時，軌距應該適度放寬間隙（running tolerance）減低阻力，輪軸寬度維持不變，而1422mm與1435mm的火車根本就是可以互駛的。往後十年，喬治史蒂芬生與他的兒子羅伯史蒂芬生，執行了許多鐵路的建造案，卻都各地自訂，牽就馬車鐵道，混亂不一，皆不是這種軌距。當時英國還有一派，認為應該加寬軌距，以提高機車的速度，最寬七又四分之一吋軌距2140公厘，1841年這樣的鐵路也完工通車，兩派進入激烈的論戰。

然而，英國為了將來全國的路網彼此能夠銜接，甚至包含已經在建設鐵路的歐洲大陸，大家都需要一個普遍採用的軌距。西元1845年英國制定鐵道軌距法，公佈標準軌距為1435mm，也奠定喬治史蒂芬生「鐵道之父」崇高的地位，直到1848年他過世為止。於是標

準軌距的制定，影響往後數百年的鐵道發展。

由於標準軌有極大的通用性，使得許多窄軌國家，在二十世紀後葉，鐵路高速化都採取另建「標準軌」新線的方式，例如1964年起日本新幹線，2007年起台灣高鐵，希臘的伯羅奔尼撒島等等。而那些寬軌國家，則想辦法修正軌距與鄰國接軌，最典型的實例為1992年起的西班牙AVE。

軌距大於標準軌距為寬軌 （Broad Gauge）全球百分之23

寬軌是三種軌距中第二大的類型，多半因地理與國情等特殊理由而採用。例如俄羅斯與獨立國協的體系用1520公厘，西班牙用1668公厘，愛爾蘭與澳大利亞維多利亞省用1600公厘。而全球最寬軌距則為印度、智利、阿根廷的1676公厘。寬軌僅次於標準軌，僅約佔全球鐵道里程統計的百分之23。

早年軌距的誕生，是以英呎英吋作為計算，後來在「公制」誕生之後，也因此產生「標準公制化」英吋去尾數的現象。例如俄國1842年12月12日制定用五英呎1524mm，後來到1960年代起標準公制化迄今，蘇聯與獨立國協等等改為1520mm。這種4mm改軌並非拓寬，而是換軌時「重軌化」，換成較粗的軌條，讓軌條的上端距間距改變，如今維持1524mm軌距的國家已經很少，例如芬蘭即是。一般而言10mm以下誤差，已經在Limits of Deviation 軌距放寬的範圍之內，火車可以直通行駛，所以芬蘭1524mm的火車，可以直接駛入1520mm的俄羅斯。

在工業革命之後，由於軌距相同，鐵路可以跨國互通。因此，軌距所代表的意義，並非只有鐵路運輸這



印度的寬軌鐵道，實用上世界上最寬的1676mm軌距。



澳大利亞維多利亞省的寬軌鐵道，來自愛爾蘭1600mm的軌距。