

鐵路司機員適應影響行車安全壓力源 之能力量測

MEASUREMENT OF TRAIN DRIVERS' ABILITY TO ADAPT STRESS WHEN DRIVING

張新立 Hsin-Li Chang¹

朱來順 Lai-Shun Ju²

(96 年 4 月 18 日收稿，96 年 8 月 31 日第一次修改，97 年 5 月 16 日定稿)

摘 要

本研究以軌道系統安全理論為基礎，嘗試從「環境」、「設備」、與「管理」三個構面去探索影響鐵路司機員行車安全之壓力源，並評量不同社經屬性司機員適應這些壓力源能力之差異。本研究首先透過焦點團體法篩選可能影響鐵路司機員行車安全之壓力源，再經由具相關專業經驗之專家以質化及量化之方法作進一步過濾後，製成量測鐵路司機員適應影響其行車安全壓力源之能力量表，並以臺鐵局之司機員為實證研究之對象。本研究採用 Rasch 量測方法校估所有壓力源之適應難度與受測司機員之適應能力，以突破傳統將測驗所得之「原始等級尺度資料」當成「等距尺度資料」直接加以運算並進行統計推論所潛存之缺失。研究結果顯示，臺鐵局司機員於行車過程中較難適應並克服之行車安全壓力源主要來自環境構面，其次為來自設備構面之壓力，而來自管理構面之壓力則相對地低。至於鐵路司機員適應影響行車安全壓力源之能力，則發現經驗是影響其適應壓力之最主要因素，即服務年資愈長者，其適應壓力源之

-
1. 國立交通大學運輸科技與管理學系教授（聯絡地址：300 新竹市大學路 1001 號交通大學運輸科技與管理學系；E-mail：hlchang@cc.nctu.edu.tw）。
 2. 國立交通大學運輸科技與管理學系博士候選人（聯絡地址：300 新竹市大學路 1001 號交通大學運輸科技與管理學系；E-mail：tr297326@ms1.tra.gov.tw）。

能力也愈高。本研究提供臺鐵局一套頗具價值之行車安全資訊，足以協助相關安全管理措施之研擬與推動。

關鍵詞：鐵路司機員；壓力源；焦點團體法；Rasch 模式

ABSTRACT

This study was conducted to develop an approach from “environment”, “equipment”, and “management” to measure the ability of train drivers to adapt to job stress and ensure safe driving. Through focus group discussion and expert judgment, a questionnaire was designed to explore the stressors confronted by train drivers when driving and measure their ability to adapt to driving stress. A survey was conducted to collect the responses of Taiwan Railway Administration (TRA) train drivers, and the Rasch model, which can estimate values on an interval scale from ordinal responses, was then applied to explore the difficulties of various stressors to be confronted and the abilities of train drivers to adapt to stress while driving. The study results showed that most of the critical stressors come from the driving external environment, and is found to be the most important factor to determine the ability to adapt to job stress for safe driving. The study results offer valuable information about the stressors confronted by train drivers, and provide consultation assistance on railway safety management.

Key Words: Train driver; Stressor; Focus group method; Rasch model

一、緒 論

軌道運輸多年來一直被認為是最具安全性的運輸工具之一，然而隨著列車運轉速率之逐漸提高、行車密度之一再攀升，再加以列車需要較長煞車距離之特性，因此要維持鐵路行車之安全，除了需要適當之安全行車設備外，更需要縝密之安全行車規章、有效之系統安全管理、及人員操作的可靠度等加以配合^[1]。而根據相關之研究結果顯示，在許多重要且複雜之系統中，人為疏忽是造成事故發生之主要原因，約佔所有事故原因之 60~90%，而人為犯錯也是許多意外事故發生之最主要原因^[2]。在鐵路相關之研究中，Hall^[3]指出鐵路事故主要是人為因素所造成的，David^[4]更提出人員操作之可靠度是達到鐵路行車安全最重要之課題。人為疏忽包括司機員的疏忽、號誌員的疏忽及其他員工的疏忽，根據英國 1970~1997 年及挪威 1970~1980 年之鐵路事故統計資料顯示，列車司機員失誤所造成之鐵路事故，分別占人為事故之 46%及 38%^[1]；而臺灣鐵路管理局在 1996~2006 年間司機員人為疏忽所造成的事故計占所有人為事故之 31%^[5]，明顯反應鐵路司機員駕駛績效對鐵路行車安全之重要性。然而相較於公路運輸或其他大型產業，軌道運輸在司機員之人為因素 (human factors) 與行車安全關係之研究則顯得相當稀少，Kecklund 等人^[6]與 Wilson^[7]均

強力呼籲人因研究對軌道運輸安全之重要性，其中又以對列車司機員之人因研究最為迫切。

以往對鐵路司機員人因之研究主要可分成下列三大方面。第一類主要針對司機員動作的研究及對相關安全設備的探討，包括鐵路司機員對號誌及標誌之辨識與動作的研究^[8-10]、司機員冒進號誌之調查與研究^[11,12]、及利用警醒裝置或提醒設備來預防冒進號誌^[13,14]等。第二類則是透過駕駛艙實體環境條件之改善，以達到讓司機員安全駕駛目的之研究，包括改善司機員駕駛艙環境^[15,16]、及改善資訊與駕駛艙之介面^[17]等。第三類則為發掘司機員潛在失誤之研究，如透過工作設計與輔助之安排，以提升駕駛績效並降低司機員失誤^[18,19]；及如何滿足火車司機員之生、心理基本需求，以協助司機員作好其駕駛工作並達成良好績效^[20,21]，此類研究主要在探討無法直接觀察並量測之司機員心理感受問題。

鑒於司機員於駕駛過程中所面臨之工作壓力相當龐大，而當壓力讓司機員感到困擾時，將會降低其對環境的察覺力^[22]及反應能力之表現^[23]，進而影響其決策的能力^[24]，整體之駕駛績效也將因此而下滑。且 Hudoklin^[25]也提出在較高的壓力狀況下，會使人的工作可靠度下降，更說明了過高的壓力源將造成司機員的穩定性降低，進而影響其行車的安全。因此，對司機員工作壓力源及適應工作壓力源能力的了解，對提高鐵路運輸安全實屬絕對的必要。

而在鐵路司機員之駕駛壓力源的研究上，雖已有相關的文獻加以探索，如張新立等^[26]曾以 Cooper^[27]所發展出的工作壓力指標 (occupational stress indicator)，來探討司機員的工作壓力；余善法等^[28]則利用美國國家工業安全及衛生研究所 (National Industry Safety and Healthy Research Institute) 所建立之一般工作問卷量表，去探討鐵路司機員之工作壓力問題。上述兩項研究所使用之量表，基本上仍以一般化產業員工之角度出發，利用已發展之量表作必要之微調後使用，是否足以捕捉鐵路司機員在高壓力工作環境下之特殊需求，且在研究之範圍上也未針對司機員在駕駛過程中所面臨之壓力源作較具系統化且完整之處理。而在調查資料之處理上也多將順序尺度 (ordinal scale) 之資料當作等距尺度 (interval scale) 處理，導致研究結果在統計推論上存在些許問題，如 Linacre^[29]對「順序尺度」為「非等距且不具可加性」量測之倡議，Zhu^[30]更指出順序尺度在未經轉換或校準之情況下，而以原始得分直接進行分析並加以推論之作法是不適當的。因為以李克特尺度所蒐集到之順序性尺度資料，並不具備統計分析上所需要之「加法性」及「比例性」，例如選擇「非常不同意」者給 1 分，而選擇「非常同意」者給 5 分之作法，並不能表示選擇「非常同意」者之意見為選擇「非常不同意」者之 5 倍，且各試題間難度不同，不同試題之間的得分並不適合直接等值抵換。因此而讓有關鐵路司機員在駕駛過程中對所面臨之壓力源及適應壓力源之能力等課題，仍存在相當大之空間值得進一步加以探索並揭發。

本研究以趙吉山等^[31]及 Dorrian^[32]所發展之軌道系統安全理論為基礎，嘗試從司機員在駕駛過程中所面臨之設備、環境及管理三個構面之壓力源著手，來分析司機員所面臨之各種影響其行車安全之壓力源的強度，並進一步了解其自我感認適應此壓力源之能力。本研究首先依據軌道系統安全之理論，篩選不同構面之可能壓力源，並利用這些壓力

源進一步發展「鐵路司機員適應影響行車安全壓力源之能力量表」，並以臺灣鐵路管理局 (Taiwan Railway Administration, 簡稱臺鐵局或 TRA) 之司機員作為研究之對象，透過問卷對臺鐵局之所有司機員進行普查。回收之調查資料更進一步利用 Rasch 量測方法，將受訪者之原始順序尺度資料轉換成等距尺度資料，以符合後續進行相關推論所需要之統計特性要求。本研究除能透過 Rasch 模式之校估以分離出每個壓力源之相對挑戰難度外，更能估算出每位受測司機員之整體適應壓力源之能力，可提供臺鐵局一套相當完整之資訊，以協助相關安全管理措施之研擬與推動。

二、影響鐵路司機員行車安全壓力之因素分析

2.1 影響司機員行車安全之壓力因素

根據趙吉山等^[31]及 Dorrian^[32]所提出之軌道系統安全理論，設備、環境、管理與司機員是構成系統安全之四大構面，此四大構面彼此相互影響，而決定了鐵路的行車安全。本研究依據相關文獻^[26-28]及臺灣特殊背景條件，歸納出主要影響鐵路司機員安全行車之壓力源如表 1 所示，並按其所屬之構面簡要說明如下。

在司機員執行勤務中，所面臨之系統設備潛藏問題之壓力源方面，可進一步區分為固定設備及移動設備兩大類。來自固定設備潛存問題之壓力源包括路線上枕木、鋼軌、電車線等之狀況是否正常？號誌機之安置位置是否適當且正常顯示？Ohlsson^[33]之研究更指出，由於司機員對行車安全設備如自動列車警告 (automatic train warning; ATW)、自動列車停車 (automatic train stop; ATS) 等之依賴極高，此類保安設備是否堪用，及路線上施工時，如果臨時號誌之設置位置不當，也將會影響司機員的反應，對司機員之行車將會造成極大之工作壓力。至於移動設備所潛存之問題方面，則包括機車或客車之性能與狀況，由於列車上之電子設備繁多，當這些電子設備發生故障時，將會影響司機員之列車操作的安全性。此外，由於駕駛室之空間有限，並無洗手間之設置，造成司機員在值乘任務中之生理需求無法立即獲得解決，也會對司機員之駕駛工作帶來壓力。

在執行乘務中除了來自設備的壓力外，機車內、外部環境也會對司機員帶來壓力。內部環境指駕駛艙內的工作環境，Akerstedt^[34]提及司機員駕駛艙空間、噪音、溫度及震動會讓司機員感到不適，而單調的火車駕駛工作也會影響司機員的注意力，凡此都會給司機員帶來駕駛壓力，進而影響其行車安全^[35,36]。至於對司機員帶來行車安全壓力之外部環境因素就更多了，例如：(1) 天氣太冷、太熱、多霧及下雪等環境因素，將會影響司機員之反應及其行車之安全^[37]；(2) 天氣變化或環境改變 (如兩側樹木長大了)，也常造成固定號誌機辨識不易，影響司機員之反應而帶來工作壓力；(3) 當列車通過鐵路平交道時，隨時可能闖入之公路車輛或行人，也會對鐵路司機員產生工作之壓力等。外部環境對鐵路司機員所帶來之行車安全威脅極為龐大，通常是鐵路司機員無法預期並控制之行車安全風險，是鐵路

司機員所面臨之重大駕駛壓力來源。

表 1 影響鐵路司機員行車安全之不同構面壓力源

構面	潛存之壓力源
設備	固定設備：路線設備（含枕木、橋樑、鋼軌或電車線）、保安設備（含 ATW/ATS）、通訊設備、號誌故障、號誌架設位置、施工地點標示設備
	移動設備：列車種類、列車長度、列車故障、列車設備、列車警醒裝置、司機員解決生理需求設備
環境	內部環境：駕駛艙空間、噪音、振動、溫度、單調的工作特性
	外部環境：天候狀況（含下雨、溫度或能見度）、夜間行駛、公路號誌的混淆、路線坡度、建築物及樹叢的影響、經過有（無）人看守平交道、闖入路線的人或動物
管理	工作班：日夜顛倒的工作班、乘務時間長短的安排、乘務間的休息時間
	管理措施：訓練（含簡易故障排除、不同機型操作、運轉技術、規章的教導）、工作保障、升遷管道、考績核定、單雙人乘務、主管的溝通及管理風格、工作要求（含規章考試、呼喚應答考核、身體標準的要求）

除了有形之駕駛壓力源如設備及環境因素外，司機員尚須面臨來自管理層面之無形壓力。由於火車司機員常有日夜顛倒之工作時間安排，而 Kolmodin^[38]、Akerstedt^[34]及 Netterstrom^[39]等研究也都指出，不規律的工作時間是造成司機員工作壓力並影響其行車安全的重要因素。另受排班值乘時間及換班地點之限制，鐵路司機員時常有服勤時間過長之問題，無形中也會對其帶來工作與駕駛上之壓力。此外，Edkins^[40]之研究則強調沒有足夠的激勵或士氣鼓舞，將會讓火車司機員因對個人未來之不確定而產生壓力；余善法^[28]亦提出對工作前景的不確定性是造成鐵路司機員工作壓力之重要來源。因此，主管領導或管理是否合理、升遷管道是否暢通等議題，都會對司機員造成不同程度的壓力。而 Tsang 與 Wilson^[41]更指出工作的需求若超過個人能力所及，將會帶給司機員較高的工作壓力，進而導致較高的失誤。因此，訓練是否足夠以便讓司機員能夠駕駛各種不同機型的機車、執行簡易之機車故障排除、並應付駕駛中所需要之各種運轉技術等，皆會對司機員造成相當程度之工作壓力。最後，由於司機員在駕駛過程中均需面對各種狀況並作立即之反應（如號誌的辨認或對障礙物的反應），司機員在「單人乘務」之勤務中，由於缺少輔助司機員之提醒與協助，在駕駛工作之壓力上自然也將較「雙人乘務」為高。

2.2 司機員之壓力反應

在鐵路行車系統之操作上，司機員是系統運作的主宰者，他必須面對系統中所有構面無時無刻所傳遞進來之訊息，適時且正確地作出必要的反應，以便讓列車能持續且安全地

行進。因此，鐵路司機員在駕駛之過程中，確實必須時時面對來自系統設備、內外在工作環境、及組織管理所帶來之壓力。然而每位司機員可能因為其生、心理狀況等調節變項之不同，而會對其所面臨之工作負荷產生不同之壓力反應（如圖 1 所示）。

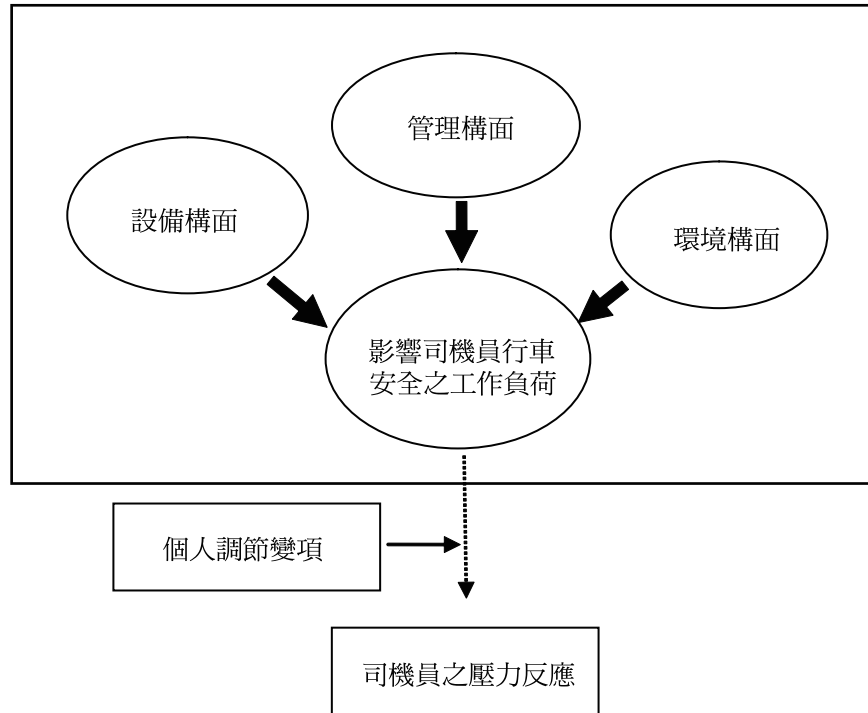


圖 1 影響司機員行車安全壓力源因素及反應架構圖

Matteson 等^[42]提出大部分的事件需要個體經過認知與評價的過程後，才能決定該事件是否為壓力源。李婷婷^[43]之研究指出，由壓力源至壓力反應的歷程中，會受到個體的人格特質、因應方式、文化背景、社會支持及個人社經變項的影響。其中人格特質是指一個人內在的動機、情緒、習慣、思想等特徵，不同人格特質之工作者，在工作動機、工作態度和價值觀上會產生極大的差異，因而展現出不同之行為型態及適應壓力源能力^[44]。至於個人社經變項則包含個人背景及工作背景，個人背景隱含了個人的身體狀況或個人心智的成熟度，工作背景則包括個人面對壓力時之處理經驗、生涯發展與成就情況等。司機員雖然面臨上述分析之壓力源，但也會因調節因子的影響，產生不同的壓力反應。由於司機員對鐵路系統之行車安全具有關鍵性之影響，不僅影響司機員行車安全之壓力源需要探討，司機員適應行車安全壓力之能力更是鐵路系統安全管理上不能疏忽之課題。

三、鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力量測

3.1 鐵路司機員行車安全之壓力量測

根據心理及行為之量測理論，潛在特質 (latent traits) 之量測通常係透過已發展建立之量表，以不同之生活經驗事件加以刺激，而由受測者憑其感受作答。據此，欲對鐵路司機員行車壓力進行量測之基本條件，除了需要一套完整且有效之試題以便對司機員進行刺激，並獲得受訪司機員適度且正確之反應外，更需要一套良好且正確之統計分析方法，既能分析所設計試題之可靠性，更能評估受訪者反應答案之一致性與合理性，方能達到研究目的之要求。Rasch 量測方法是一套能夠符合本研究需要，可將透過問卷所獲得之受訪者原始順序尺度資料，有效且符合科學原理地轉換成一套具可加性之等距量尺 (interval scale) 資料，以具備「可進行進一步統計分析與比較」特性之統計分析方法^[45-48]。Rasch 量測模式已廣泛地應用於教育、心理及行為等領域之研究^[49]，並獲得相當不錯之推廣應用成果。

3.2 以 Rasch 模式量測司機員之適應壓力源能力

Rasch 量測模式為試題反應理論 (item response theory; IRT)^[50] 中最基本且簡單之模式。Rasch 量測模式首先由 Georg Rasch 於 1960 年所提出，其最早之功能僅在處理「對或錯」之二元化資料 (dichotomous data)，在近代之測驗理論中已廣泛被用於教育評量之學生能力測驗，並提供一套分析測驗卷中每一道試題難度之功能。而隨著教育與心理量測理論之發展，Rasch 模型也經一再改良而成為一套可以轉換多項等級尺度資料 (polytomous data) 成等距尺度資料 (interval scaled data)，以符合一般統計推論所需之「具加法性」的分析方法，並成為當代測驗理論中廣被心理、教育與行為研究使用之量測工具。本研究經前述之分析後，乃嘗試以 Rasch 模式來量測鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力，其相關理論及模式化過程分別介紹如后。

Rasch 模式假設每一位受測之鐵路司機員 n ，均有其獨特之適應行車安全壓力源之能力 θ_n ，而量表中每一道考驗司機員能否勝任之駕駛任務 i ，意即測驗理論中之試題 (item)，亦都擁有其特有之難度 b_i 。我們首先從最簡單之二元選項之測驗資料 (即答案僅為「是 (同意)」或「否 (不同意)」之測驗結果) 開始介紹，例如測驗題目為「我覺得駕駛室之空間不會對我造成壓迫感，而影響我的行車安全」，而受測司機員之答案僅允許為「同意」與「不同意」兩者中之一個選項。Rasch 模式進一步假設受測司機員 n 對試題 i 會回答「同意」之機率，取決於受測司機員之能力 θ_n 與試題 i 之難度 b_i 間之落差， $\theta_n - b_i$ ，並以式(1)表示受測司機員 n 對第 i 道試題回答「同意 (以 1 表)」之機率如下：

$$P(1|\theta_n, b_i) = \frac{e^{\theta_n - b_i}}{1 + e^{\theta_n - b_i}} \quad (1)$$

而受測司機員 n 對第 i 道試題回答「不同意(以 0 表)」之機率則為：

$$P(0|\theta_n, b_i) = 1 - P(1|\theta_n, b_i) = \frac{1}{1 + e^{\theta_n - b_i}} \quad (2)$$

由以上兩式可得受測司機員 n 對第 i 道試題回答「同意」之勝算比為：

$$\frac{P(1|\theta_n, b_i)}{P(0|\theta_n, b_i)} = e^{\theta_n - b_i} \quad (3)$$

對該勝算比取對數後，則可以得到以 logit 為單位之等式如下：

$$\ln \frac{P(1|\theta_n, b_i)}{P(0|\theta_n, b_i)} = \theta_n - b_i \quad (4)$$

由 Rasch 模型之推演可發現，受測司機員 n 在第 i 道試題回答「同意」之勝算比在取對數後，完全可由該受測司機員之能力 θ_n 與該試題之難度 b_i 所決定，即由受測司機員能力 θ_n 與試題難度 b_i 間之差距 $\theta_n - b_i$ 所影響。Rasch 模型之評分具有 IRT 評分之優點^[51]，包括：(1) 單一維度性：即所有分數可以在同一個尺度座標上做比較。(2) 局部獨立性：當影響測驗表現的能力被固定不變時，受測者對任一試題上的反應，在統計上是獨立的；亦即涵蓋在試題反應模式裡的能力因素，才是唯一影響受測者在測驗試題上做反應的因素。(3) 可再製性：其操作架構具有一定數學理論基礎，可排除研究者之主觀給分造成之差異。(4) 可驗證性：其模型可針對模式之配適度進行統計探討，並提供對應之指標。

如果我們進一步提供多項等級尺度之答案選項供受測之司機員回答，如李克特五尺度評分之「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」，則需要使用改良式之 Rasch 模型來分析此種多項等級尺度之資料。改良式 Rasch 模式在處理多項等級尺度資料之方法，乃是在兩個相鄰之等級評分間建立一道試題之等級難度門檻(threshold)，而將原屬於多項等級尺度資料之問題，透過是否跨越等級難度門檻之觀念而拆解成多個二項等級尺度資料之問題。多項等級評分尺度之 Rasch 模式依其試題難度門檻之設定方式，又可分為評分尺度 Rasch 模式(rating scale Rasch model)與部分給分 Rasch 模式(partial credit Rasch model)兩種，其主要之差別在於前者假設所有試題具有相同之等級難度門檻，而後者則假設每道試題具有其獨特之等級難度門檻。

Andrich^[52]和 Masters^[53]之部分給分 Rasch 模式係將式(4)中試題 i 之難度參數 b_i 修正為 b_{ix} ，代表第 i 道試題由第 $(x-1)$ 評分等級跨進第 x 評分等級所需跨越之等級門檻難度。

因此可將跨越各門檻前 $(x-1)$ 、後 (x) 之評分等級機率之對數勝算比值，構建成為受測者能力 θ_n 與跨進試題 i 之第 x 評分等級之門檻難度水準值 b_{ix} 之線性函數如下：

$$\ln\left(\frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}}\right) = \theta_n - b_{ix} \quad (5)$$

上述的方法又稱為評分尺度模型 (rating scales model)，其概念是使用於所有項目之個別選項間之門檻值差距相同。另外，當試題選項間之門檻值差距允許變動時，則多選項 Rasch 模型參數之校估將以部分給分模型 (partial credit model) 進行，其校估過程中需引入各項目之各級門檻參數 D_{ix} ，因此式 (5) 中之 b_{ix} 將修正為：

$$b_{ix} = b_i + D_{ix} \quad (6)$$

所以部分給分模型的參數校估式將為：

$$\ln\left(\frac{P_{nix}}{P_{ni(x-1)}}\right) = \theta_n - b_i - D_{ix} \quad (7)$$

Wright^[54] 和 Wright 與 Master^[55] 對上述兩類多項等級尺度 Rasch 模型之構建與參數校估，有相當完整之描述與探討可供參考。多項等級評分之 Rasch 模型已被廣泛應用於心理量測與教育測驗之領域。當嘗試藉助試題 (item) 捕捉受測者之同一種潛在構面值之高低，且選項之間亦具有尺度上之強弱順序性 (難度、偏好度) 時，皆可透過 Rasch 模型加以模式化，並校估其間參數值。本研究以五尺度問項進行該特質之探索時，由於各項目之等級門檻間並無假設等距之必要，因此本研究將採用 Rasch 模式之部分給分模型進行後續之分析。

3.3 Rasch 模型之參數校估與資料配適度分析

多年來對 Rasch 模型參數估計方法之討論一直相當熱烈，近年來研究文獻上常被使用之方法，主要包括條件最大概似估計法 (conditional maximum likelihood estimation; CMLE)、聯合最大概似估計法 (joint maximum likelihood estimation; JMLE) 與邊際最大概似估計法 (marginal maximum likelihood estimation; MMLE)^[56]。不同之模式校估方法各有其前提與假設，因此其演算方式及參數校估結果亦會有些微之差異，而坊間也陸續推出多種符合不同 Rasch 模式校估需要之軟體，在使用上確實需要小心篩選以符合研究之需要。因本研究在模式參數之校估上，係採用套裝軟體 WINSTEPS^[57] 來進行分析，該軟體是使用聯合最大概似估計法 (JMLE) 來校估模式參數，就以聯合最大概似估計法做簡要之說明。

聯合最大概似估計法是以 Newton-Raphson 方法，以迭代之電腦程式 (iterative computer

program) 透過數學尋優方法找尋模式參數之估計值。操作過程中先選定試題參數起始值並依此值決定 pearson 參數，再依據 pearson 參數校估試題的新參數，反覆進行直到收斂，即達到試題之參數不再有大的改變。該參數估計方法由於未對母體參數之分配作任何假設，具有容易運算、易於延伸至多層面 Rasch 分析、以及演算過程較具效率等優點。然而，當面對具有極端值之受測者（即所有項目皆得最高分或皆得最低得分之受測者），將無法透過 JMLE 進行模式參數之校估，此為 JMLE 校估方法之最大限制^[54]。

由於 Rasch 模式假設所有受測者之回答狀況僅受模式中受測者之能力構面所影響，其精神在於高（低）能力者理應在測驗試題中得到對應之高（低）分，亦即樣本本身應符合 Guttman Scale 特性^[58]。若樣本內容之隨機性過高、顯示所用試題之探索效果不佳或得分（選項）狀況不穩定時，將意味著樣本結構偏離 Guttman Scale 特性之假設，則該資料將無法透過 Rasch 模型提供有意義的資訊。因此在 Rasch 模型校估時，必須先確立資料本身之配適度合乎要求，後續之參數解讀方有意義。

Infit 均方值 (information-weighted fit mean square) 與 Outfit 均方值 (outlier-sensitive fit mean square) 為 Rasch 模型參數估計之資料配適度指標^[59]，此兩指標乃在檢測樣本資料是否過度偏離 Guttman Scale 特性之重要依據，其差異在於前者有透過加權以調整其校估參數之變異數，而後者則否。當上述兩種均方值統計量介於 0.75 至 1.3 之間時^[60]，則認為資料本身適合使用 Rasch 模型進行分析。除此之外，Rasch 模型校估過程中，亦針對參數校估的可靠度 (reliability) 加以探討，其觀念略等於傳統心理量測上之信度概念^[61]，當模式所校估出之可靠度愈接近 1 時，代表研究所蒐集之評分資料愈具穩定性。

四、實證研究

4.1 問卷設計

本研究依據上述軌道系統安全理論之架構，初訂可能影響司機員行車安全之壓力源共計 43 項。這些初訂問項透過 3 次焦點團體討論 (focus group)，分別在臺北機務段、彰化機務段及新竹機務段，與司機員作深入之討論後，共歸納出 28 項司機員覺得會對其行車安全產生影響的壓力源。由於本研究係採用司機員自我感認之作答方式進行測驗，為求問卷能充分反應司機員的實際認知，本研究乃透過專家問卷之方式，利用質化及量化之方法進一步篩檢並修正試題。其中質化之方法係藉由專家對所設計之試題直接修改或填寫建議修改意見，希望能讓司機員更容易了解題意並正確填答。而量化之方法則透過 30 個機務段專家之試答，再經過 Aiken^[62]所提出之問卷適合度審核方法檢定，最後決定了 18 項司機員覺得對行車安全較有影響的壓力源。本研究乃依據此 18 個項目製作成量表之 18 道試題（如表 2 所示），來量測鐵路司機員適應影響行車安全壓力源之能力。測驗量表之試題目中計有設備構面題目 5 題、環境構面題目 5 題、及管理構面題目 8 題。

表 2 鐵路司機員適應影響行車安全壓力源之能力量表內容

試題內容	答題尺度	構面
01: 我覺得車輛警醒裝置設備之性能良好，不致影響我的行車安全	5 尺度	設備
02: 我覺得鐵路沿線之枕木、鋼軌或電車線狀況良好，不致影響我的行車安全	5 尺度	設備
03: 我覺得 ATW/ATS 保安設備之功能狀況良好，不致影響我的行車安全	5 尺度	設備
04: 我覺得路線上施工地點所設立之臨時號誌機位置適當，足以讓我適時反應並控制行車速度，不致影響我的行車安全	5 尺度	設備
05: 在乘務中我能適當地解決上廁所問題，不會因此影響我的行車安全	5 尺度	設備
06: 我覺得駕駛室之空間不會對我造成壓迫感，而影響我的行車安全	5 尺度	環境
07: 我覺得駕駛室內的噪音，不會影響我開車的專心程度，而影響我的行車安全	5 尺度	環境
08: 在夜間運轉時，沿線旁之公路號誌不會影響我對鐵路號誌之辨認，而影響我的行車安全	5 尺度	環境
09: 我覺得鐵路沿線的坡道變化適中，不會因坡度過大而影響我的行車安全	5 尺度	環境
10: 我覺得鐵路沿線的樹叢或建築物不會影響我對鐵路號誌的辨認，而影響我的行車安全	5 尺度	環境
11: 在乘務中我能適當地安排吃飯時間，不會因此影響我的行車安全	5 尺度	管理
12: 我覺得我能調適日、夜顛倒的司機員工作時間特性，而不會影響我的行車安全	5 尺度	管理
13: 我覺得值乘駕駛時間之安排長短適中，不會因過度疲勞，而影響我的行車安全	5 尺度	管理
14: 我覺得我能勝任單人任務的工作安排，並達到行車安全的要求	5 尺度	管理
15: 我覺得我對工作中所駕駛的各型機車及車種均已熟悉，不會影響我的行車安全	5 尺度	管理
16: 我覺得在運轉中，我有信心可以排除簡易之機車故障問題，以達成行車安全之要求	5 尺度	管理
17: 我覺得我已接受足夠之運轉技術與規章訓練，足以勝任司機員之工作，以達成行車安全之要求	5 尺度	管理
18: 我覺得我可以順利地執行「呼喚應答」之制度設計，而不致影響我的行車安全	5 尺度	管理
年齡	數字	
教育程度 (國中、高中、高職、專科及大學)	4 尺度	
駕駛年資	數字	
職級 (機車助理、學習司機員、司機員、機車長)	4 尺度	
有否發生責任事故 (有、無)	2 尺度	

本量測問卷為讓司機員能充分表達其個人之感受，答題之方式係採李克特五尺度方式作答，其選項分別為(1)非常不同意；(2)不同意；(3)普通；(4)同意；及(5)非常同意，依序代表司機員對各個影響其行車安全之壓力源的適應能力差異。選「非常同意」者，代表其適應該影響行車安全壓力源的能力最高；反之，選「非常不同意」者，代表其適應該影響行車安全之壓力源的能力最低。在測驗中也同時蒐集了受測司機員之年齡、教育程度、駕駛年資、職稱、及是否曾經發生過責任事故，其中年齡及服務年資直接填寫數字、教育程度及職級則以4個尺度區分，而是否曾經發生責任事故則填「是」與「否」。本研究期望能進一步探索不同年資、年齡、學歷、職級、及有否發生責任事故之司機員，其克服影響行車安全壓力源之能力是否具有差異，以利後續相關行車安全策略之規劃與實施。

4.2 資料蒐集與初步分析

本研究在設計好問卷後，乃於民國九十四年十月至十二月間，利用臺鐵局五個機務段每月實施常年訓練之時機，對1250位司機員進行全面性之普查。問卷之調查方式係由經過訓練之專人解說後由司機員以不記名方式填寫，總共回收問卷934份，計占臺鐵局所有司機員之74.72%；扣除部分填答不完全之問卷後，總共獲得840份有效問卷可供本次研究使用，計占母體的68.2%。有效樣本之受訪司機員的基本資料統計如表3所示，有效樣本之司機員年齡大多集中在40~49歲(48%)與50~59歲(36%)，占所有問卷的84%。而在教育程度上則以高中、職的司機員為最多計占67%；至於職級方面，則以司機員職級者之人數為最多(占79%)，少部分為學習司機員與機車助理(約9%)；而在年資方面，年資逾15年以上者占67%。基本資料之統計亦顯示年齡愈高、職級愈高、或未發生事故者，其服務年資也愈長；但教育程度則相反，教育程度愈高者其服務年資則愈短。

有效樣本之司機員平均年齡為46.30歲與母體所有司機員之平均年齡46.36歲十分接近；而在司機員的年資方面，有效樣本司機員之平均工作年資為16.84年，與母體司機員平均年資17.42年之差異極為有限。本研究為確認回收之有效樣本是否足以代表母體，特別將司機員年齡分成3組，即39歲以下、40歲至49歲及50歲以上，且依年資是否大於15年分成2組，與母體進行差異性檢定，其檢定結果顯示回收樣本之年齡及年資分配情形與母體並無顯著之差異，表示有效樣本與母體之差異並不顯著，應足以代表臺鐵局之所有司機員。

4.3 Rasch 模式之整體配適度分析

本研究在模式參數之校估上，係採用套裝軟體WINSTEPS^[57]來進行分析。然而，當面對具有極端值之受測者(即所有項目皆得最高分或皆得最低得分之受測者)，將無法透過JMLE進行模式參數之估算。因此當使用JMLE進行模式參數校估時，研究者需先針對資料本身是否具有此類極端受測者進行探討與篩選。因此，本研究在進行模式參數校估前，已先行將具極端值現象之問卷，即對該份測驗之所有試題全部填答「非常不同意」或全部

填答「非常同意」之受測樣本給予剔除，以符合使用「聯合最大概似估計法」之要求。

表 3 有效受測司機員之基本資料統計

項目	分類別	人數	百分比(%)	平均年資(年)
年齡	20-29 歲	9	1	12.86
	30-39 歲	119	14	
	40-49 歲	401	48	
	50-59 歲	304	36	23.13
	60 歲以上	7	1	
教育程度	國中	50	6	18.89
	高中、職	559	67	
	大專以上	231	27	10.77
職級	機車助理	49	6	16.24
	學習司機員	28	3	2.04
	司機員	666	79	16.46
	機車長	97	12	22.46
發生有責 行車事故	有	159	17	13.97
	無	681	83	17.29
年資	1-14 年	275	33	6.63
	15 年以上	565	67	21.55

Rasch 模式校估結果之統計資料經整理如表 4 所示，該表中計包含「試題」與「受測者」兩大部分校估結果之統計資料。在測驗試題之整體配適度統計上，第二欄中之「原始得分 (raw score) 平均值」乃指 18 道試題原始總得分之平均值，其算法係將每個試題依李克特五尺度之選項由「非常不同意」到「非常同意」之五個等級，分別給予一到五之原始計分，因此每道試題在完成 840 個受測者之評分後，其原始總得分將介於 840 至 4200 分之間，而本測驗結果之統計資料顯示 18 道試題之平均原始總得分為 2718.4 分，屬於「中間偏同意」之整體表現。第三欄為接受本次測驗之有效司機員人數計 840 名。第四欄為 18 道試題之平均難度估計值，由於在 Rasch 模式中所估計之受測者能力及試題難度（以 logit

為單位) 均屬相對值,為了比較方便起見,習慣上都將所有試題之平均難度設定為 0 logit,以利後續之分析與比較。第五欄為試題平均難度估計值之標準差 0.05 logit。第六欄及第七欄之「Infit 均方差」與「Outfit 均方差」為檢定資料是否符合模式假設之指標,其值愈接近 1.0 表示資料愈符合模式之 Guttman Scale 特性假設,本研究所設計試題之「Infit 均方差」與「Outfit 均方差」均高達 1.0,顯示測驗試題高度符合模式之假設要求。最後,本測驗試題難度估計值之可靠度達 1.0,顯示本研究所設計之試題具有極高之可信度,是一份相當值得信賴之量表。

表 4 Rasch 模式分析之基本統計結果

試題						
	原始總分	人數	試題難度 參數(logit)	標準差 (logit)	Infit 均方值	Outfit 均方值
試題平均	2718.4	840	0.00	0.05	1.0	1.0
試題可靠度: 1.0						
受測者						
	原始總分	試題	受測者能力 參數(logit)	標準差 (logit)	Infit 均方	Outfit 均方
受測者平均	58.3	18	0.31	0.37	1.0	1.0
受測者可靠度: 0.88						

而在受測司機員之整體配適度方面,受測者對 18 道試題之平均原始總得分為 58.3 分(滿分為 90 分),亦屬於「中間偏同意」之整體表現。受測司機員之平均適應壓力源能力為 0.31 logit,其值略高於試題之整體平均難度,顯示整體而言臺鐵司機員對行車安全壓力源之適應能力尚屬良好。受測司機員適應能力估計值之「Infit 均方差」與「Outfit 均方差」均高達 1.0,顯示受測者適應壓力源能力之估計值均能高度符合模式之 Guttman Scale 特性假設。本研究受測者能力估計值之可靠度達 0.88,亦顯示本研究對臺鐵局司機員適應行車安全壓力源之能力量測具有相當令人信服之可靠性。

五、研究結果與說明

5.1 影響行車安全壓力源之難度分析

在確定測驗所用試題及接受測驗之司機員之測驗結果均具高度可靠性後,本研究乃進一步解讀模式校估結果之更深一層意義。基本上,Rasch 模式能有效地分離每道試題之難

度及每位受測者之能力，並檢測每道試題及每位受測者之測驗結果是否偏離 Rasch 模式之基本假設。表 5 為 WINSTEPS 所校估得之每道試題之難度與配適度之統計資料，其中每道試題之內容可參考表 2 所作之描述。表 5 中之試題排序已依校估得之試題難度由高至低重新排列，以利比較與分析。第 2 欄為各試題之難度估計值，由於 Rasch 模式將所有試題難度估計值之平均數錨定於 0 logit，因此估計得之試題難度將出現有正、負值之現象，試題間之難度均屬相對之值，提供了相互比較之方便性。而在本研究所設計之 18 道試題中，其難度最高者為 1.89 logit，而難度最低者則為 -1.41 logit。試題難度為正值者表示司機員相對較難適應之壓力源；試題難度愈高表示該壓力源對司機員所產生之壓力愈大。表 5 中之第 4、5 欄分別為 Infit 均方值與 Outfit 均方值，本研究所設計之 18 道試題之兩種均方值均落於 0.88 至 1.13 之間，顯示 18 道試題之配適度均佳，足以作為具信服力之測驗工具。而第 6 欄則顯示每道試題所分別歸屬之構面，可為設備、環境或管理等任一構面。

在量表所設計之 18 個影響司機員行車安全之壓力源中，以第 10 題「鐵路沿線樹叢或建築物造成對號誌確認之困難」之難度 (1.89 logit) 為最高，第 7 題「司機員駕駛室噪音太大而影響司機員駕駛之專心程度」之難度 (1.82 logit) 居次，第 8 題「夜間駕駛時沿線旁之公路號誌會影響對鐵路號誌之辨認」之難度 (1.07 logit) 居第三高。第 5 題「在乘務中上廁所問題之解決 (0.83 logit)」與第 6 題「駕駛室空間之壓迫感 (0.74 logit)」則分別為第四及第五高之壓力源。

而在壓力較低之壓力源方面，則以第 16 題「對簡易之機車故障問題的排除」之難度 (-1.41 logit) 為最低，第 1 題「車輛警醒裝置設備之性能」之難度 (-1.37 logit) 居次低，第 3 題「ATW/ATS 保安設備之功能狀況」之難度 (-1.05 logit) 則居第三低。而第 17 題「運轉技術與規章之訓練 (-0.98 logit)」，第 18 題「呼喚應答制度之執行 (-0.97 logit)」，及第 2 題「沿線枕木、鋼軌或電車線之狀況 (-0.91 logit)」則更進一步分居第四、第五、及第六低之壓力源。

當我們進一步將 18 個壓力源依其所屬之構面分類時，我們將發現屬於「環境」構面之壓力源其難度均較高，其壓力源之平均難度達 1.14 logit，為三個構面中之最高者。「設備」構面之壓力源的平均難度為 -0.43 logit 居次，而「管理」構面之壓力源的平均難度僅達 -0.45 logit 為最低，其詳細之狀況與原因分述如后。

「環境」構面的壓力源雖然僅有五項，惟其中三項分占臺鐵局司機員感認為影響行車安全之壓力源中最難適應之前三名，依序為「鐵路沿線樹叢或建築物造成對號誌確認之困難」、「司機員駕駛室噪音太大而影響司機員駕駛之專心程度」，及「夜間駕駛時沿線旁之公路號誌會影響對鐵路號誌之辨認」。由於臺灣早期之都市均伴隨鐵路作沿線式之發展，因此鐵路沿線兩側之建築物也多，再加上臺灣地處亞熱帶樹叢生長快速，司機員於駕駛中常因沿線樹叢或建築物而影響其對鐵路號誌之確認，進而形成其最難適應的工作壓力源。至於司機員駕駛艙之噪音問題，主要由於控制火車行進之機械及電子設備皆裝設於駕駛艙內，且與駕駛員之間亦沒有適當之隔音設備，儀器設備所產生之噪音對司機員專心程度之影響極大，容易引起司機員不適進而產生壓力。此外，臺鐵之路線時常與公路平行，

由於公路與鐵路之號誌顯示方式又相同，司機員於夜間行車時，極易造成辨識上之困難，也因此而讓司機員對安全行車感到極大之壓力。另駕駛室空間不夠寬敞給司機員所帶來之壓迫感，及因島國地形導致鐵路沿線坡度變化較大，都給司機員帶來不小之行車安全壓力，而分占最難克服之壓力源的第五名與第八名。

表 5 司機員行車安全壓力源參數之校估結果

試題	難度 (logit)	標準差 (logit)	Infit 均方值	Outfit 均方值	構面
10	1.89	0.05	1.02	1.02	環境
07	1.82	0.05	1.08	1.10	環境
08	1.07	0.04	1.02	1.04	環境
05	0.83	0.04	0.97	0.98	設備
06	0.74	0.05	1.05	1.05	環境
04	0.36	0.05	1.11	1.11	設備
13	0.33	0.05	0.93	0.93	管理
09	0.20	0.05	1.02	1.02	環境
14	0.17	0.05	0.93	0.93	管理
11	0.08	0.05	1.04	1.05	管理
12	-0.39	0.05	0.91	0.91	管理
15	-0.40	0.05	0.89	0.89	管理
02	-0.91	0.05	1.12	1.13	設備
18	-0.97	0.06	0.98	0.96	管理
17	-0.98	0.06	0.91	0.89	管理
03	-1.05	0.05	1.03	1.02	設備
01	-1.37	0.05	1.06	1.05	設備
16	-1.41	0.06	0.89	0.88	管理

在「設備」構面之壓力源方面，主要為司機員深感無法立即解決個人生理之需求如上洗手間，進而對司機員造成極大的壓力。由於駕駛艙內並未設置廁所，且到站停留時間亦很短，當司機員於駕駛中需要如廁時，將無法立即獲得滿足處理，而必須等到下勤務後才能解決上廁所的問題。另路線上施工地點所設置之臨時號誌機如果設立位置不當，也會讓司機員因辨識不易或一時疏忽而發生行車事故，因而對司機員產生安全行車上之壓力。此外，在基礎設備之功能品質方面，如路線、電車線、鋼軌、枕木及保安裝置如自動列車警告 (automatic train warning; ATW)、自動停車 (automatic train stop; ATS)、或警醒裝置等設施，則相對地給司機員帶來較小之壓力。此乃因為臺鐵局對於上述設備，平日就有定期檢

查、維護、保養及置換之計畫與機制，且一旦發現缺失就會立即改善，尤其在保安設備之維護與管理更是不遺餘力，因此而使司機員對設備之安全性能深具信心，不致造成過大之壓力，而深感適應此方面壓力源之難度較低。

至於「管理」構面之壓力源方面，雖然司機員普遍覺得適應此構面壓力源之難度相對較低，惟司機員仍深感乘務時間過長所產生之疲勞駕駛問題、單人乘務與日夜顛倒的工作型態、及乘務中無法適當安排吃飯時間，會帶給司機員相當程度之安全行車壓力，而有稍難適應之問題。由於司機員於駕駛過程中，除了必須注意號誌外，對沿線之路況及隨時闖入之障礙物都必須作到立即反應並處理之要求，因此司機員必須全神貫注，且在單調的工作環境中，比較容易產生疲勞。在單人駕駛之乘務中，由於沒有輔助司機員之提醒及號誌顯示之再確認，上述工作皆需靠個人的注意，所以單人乘務的壓力也因此而較難適應。另日夜顛倒的工作型態，會產生適應生理時鐘上的困難，司機員也因此而較不容易適應。而乘務中無法適當安排吃飯時間也給司機員帶來些許之不方便。

此外，司機員普遍覺得熟悉駕駛各型車種之機車、對運轉技術與規章的認識、及簡易機車故障的排除，是相對容易克服之工作。其主要原因乃在於臺鐵局對於一位司機員之養成，必須經過一系列嚴格的訓練，從進入鐵路局到單獨駕駛至少需要兩年的時間，其間必須經過多次的檢定，才足以擔任鐵路司機員，再加上每個月固定的在職訓練，所以對上述壓力源所帶來之壓力也相對地覺得克服難度較低。尤其安全行車規章之規定雖然繁多，然因鐵路司機員對規章之了解程度攸關鐵路行車之安全甚鉅，且與司機員個人及旅客之生命安全息息相關，所以管理階層對司機員之規章認識要求均極為嚴格，也因此而使司機員對了解規章所造成的壓力也相對較低。而「呼喚應答」之管理制度，雖然會給司機員額外的負擔，但是經過一段時間之實施後已逐漸適應，所以對司機源所造成之壓力也相對地變小。

5.2 司機員適應影響行車安全壓力源之能力分析

Rasch 模式除了能夠估計量表中各試題之相對難度外，更能估算每位受測者之能力。因此在本研究中，Rasch 模式之校估結果除了提供各項影響行車安全之壓力源的適應難度外，更提供了每位受測司機員之「適應影響行車壓力源能力」之估計值。如同表 5 所提供之試題難度估計值及配適度指標，Rasch 模式亦輸出每位受測司機員能力估計值及 Infit 均方值與 Outfit 均方值等配適度指標。根據模式之配適度均方值要求，Infit 均方值或 Outfit 均方值需落於 0.7 至 1.3 之間，始能確認該受測司機員之測驗結果符合 Rasch 模式之 Guttman Scale 假設。Infit 均方值 (或 Outfit 均方值) 過低表示受測者之作答反應缺乏變異 (如所有試題均答「普通」)；而當 Infit 均方值 (或 Outfit 均方值) 過大時，則表示受測者之作答反應不符常理 (例如難的題目回答「容易適應」，而容易的題目卻回答「不易適應」)。上述兩類受訪者之測驗結果因屬較不正常之反應，過去之研究在受測者能力之進一步分析中往往將其排除不用。本研究經模式校估後發現，在 840 位受測之司機員中，計有 137 位受測司機員之 Infit 均方值或 Outfit 均方值落於容許範圍之外，因此在後續之司機員適應行車安全壓力源之能力分析中，本研究將僅以符合要求之 703 位受測司機員之估計能力進行

分析。

經篩選後之 703 位司機員之適應影響行車安全壓力源之能力分佈如圖 2 所示。Rasch 模式對司機員適應壓力源能力之量測係以 logit 為單位，logit 值愈大表示司機員對適應影響行車安全壓力源之能力愈高，反之則表示能力愈低。圖 2 顯示臺鐵局司機員適應壓力源之能力分佈呈現常態之分配，司機員適應影響行車安全壓力源之能力落於 -1.0 logit 至 1.0 logit 之間者約占 77%。

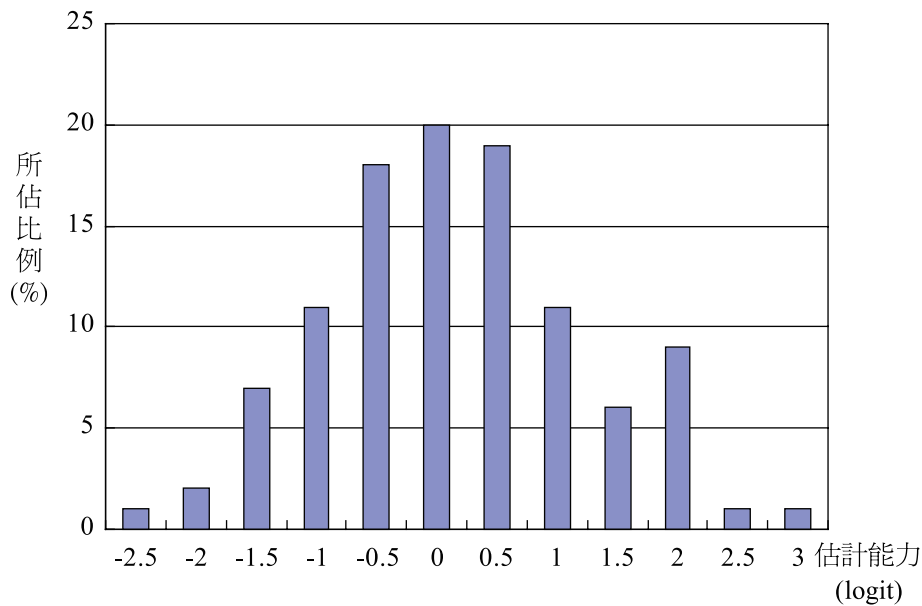


圖 2 鐵路司機員感認對壓力源適應能力之分佈圖

本研究為了解不同屬性之司機員在適應行車安全壓力源之能力上是否具有差異性，乃進一步依司機員之年齡、學歷、年資、職級及有無發生過責任事故等特性，將受測之鐵路司機員進行分群，並分別比較其間適應壓力源能力之高低如表 6 所示。在年齡分群方面，本研究將受測司機員依年齡是否高於 50 歲（臺鐵司機員之平均年齡為 46.36 歲）分成兩群，其統計結果顯示年齡高於 50 歲之司機員其平均適應壓力源之能力 (0.4686 logit) 顯著高於年齡低於 50 歲之司機員 (0.1428 logit)。而在司機員之年資方面，年資超過 15 年之司機員其平均適應壓力源之能力 (0.3364 logit) 顯著高於年資低於 15 年之司機員 (0.1054 logit)。至於司機員之學歷，大專程度之司機員其平均適應壓力源之能力 (-0.0162 logit) 卻顯著低於國、高中(職)程度之司機員 (0.3690 logit)。至於在職級方面，較高職級之機車長與司機員其平均適應壓力源之能力 (0.2979 logit) 明顯優於較低職級之學習司機員與機車助理 (-0.1194 logit)。最後，「未發生責任事故」之司機員其平均適應壓力源之能力 (0.3095 logit) 也顯著高於「曾發生責任事故」之司機員 (0.0561 logit)。

根據表 3 之資料顯示，50 歲以上司機員之平均年資為 23.13 年，而 50 歲以下司機員之平均年資僅為 12.86 年；國、高中程度之司機員其平均服務年資為 18.89 年，而大專程度之司機員其平均服務年資則僅為 10.77 年。此外，臺鐵局員工升遷之管道與過程，係從助理司機員、學習司機員、司機員逐級升遷至機車長，因此司機員及機車長之年資當然要比學習司機員或助理司機員之年資為長。由上述的分析可得一個重要之結論，即司機員之服務年資愈高者，其感認適應影響行車安全壓力源之能力也愈高，即服務年資是決定司機員感認適應影響行車安全壓力源能力高低之關鍵因素。

表 6 不同屬性之鐵路司機員適應影響行車安全壓力源之能力比較表

因子	分群屬性	人數	平均能力 (logit)	P value
年齡	50 歲以下	449	0.1428	0.00
	50 歲以上 (含)	254	0.4686	
年資	1-14 年	231	0.1054	0.00
	15 年以上	472	0.3364	
學歷	國中、高中 (職)	505	0.3690	0.00
	大專	198	-0.0162	
職稱	機車長、司機員	640	0.2979	0.00
	學習司機員、機車助理	63	-0.1194	
發生責任事故	有	136	0.0561	0.02
	無	567	0.3095	

六、結論與建議

本研究從軌道系統安全理論出發，嘗試從「環境」、「設備」、與「管理」三個構面去探索影響鐵路司機員行車安全之壓力源，並評量不同社經屬性司機員適應這些壓力源之能力的差異。本研究以可能影響鐵路司機員行車安全之壓力源為測驗之試題，透過受測司機員對試題之不同反應，以估計每個壓力源之適應難度及每位受測司機員適應壓力源之能力。在分析方法上，本研究採用 Rasch 量測方法校估所欲求取之參數，以突破傳統將測驗所得之「原始等級尺度資料」當成「等距尺度資料」直接加以運算並進行統計推論所潛存之缺失。此外，Rasch 量測模式更提供方便之配適度統計指標，協助研究者確認每一道試題之估計難度，及每一位受測者之估計能力的可靠度，以控制測驗之品質並達成研究之目標。本研究除了發展一套量測鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力的方法外，並以臺鐵局之司機員作為實證研究之對象，除揭發臺鐵司機員在駕駛過程中對所面臨之壓力源的適

應難易度外，更評比不同社經屬性之司機員在適應行車安全壓力源之能力上的差異，提供臺鐵局未來研擬相關行車安全策略一套頗具參考價值之資訊。根據本研究在研究過程中所累積之經驗及所獲致之研究成果，計有如下之結論與建議，值得後續之研究者參考使用。

6.1 結論

1. 一個測驗能否成功，首推量表之設計。一個好的量表設計除了要有系統化之分析邏輯外，更需要有專業知識的參與。本研究在量表發展初期除了參考相關文獻及理論外，並透過多次之焦點團體討論，以篩選為數甚多之初步測驗試題，再經具相關經驗之資深專家以質化及量化方法作進一步之評選，最後再作必要之微調修正後，始獲得 18 道正式測驗之試題。如此縝密之量表設計手續，乃是本研究所有試題能夠通過 Rasch 模式之配適度檢定的最大原因，也因此而能確認透過量表所完成之測驗具有其可靠性。
2. 本研究所發展設計之鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力量表，經 Rasch 模式之校估檢定後，確認所篩選設計之 18 道鐵路司機員於行車過程中所面臨之壓力源試題，均能符合模式之假設特性並具備高度之測量可靠度。研究結果顯示鐵路司機員於行車過程中所遭遇最難適應克服之五大壓力源，依序分別為「鐵路沿線樹叢或建築物造成對號誌確認之困難」、「司機員駕駛室噪音太大而影響司機員駕駛之專心程度」、「夜間駕駛時沿線旁之公路號誌會影響對鐵路號誌之辨認」、「在乘務中上廁所問題之解決」、及「駕駛室空間之壓迫感」，除第四名為「設備」構面之壓力源外，其餘四名均為「環境」構面之壓力源。
3. 在「環境」、「設備」、與「管理」三個構面所存在行車壓力源中，以「環境」構面壓力源之平均適應難度 1.14 logit 為最高，「設備」構面壓力源之平均適應難度為 -0.43 logit 次之，而以「管理」構面壓力源之平均適應難度 -0.45 logit 為最低。顯示臺鐵雖為路權專有之大眾運輸系統，惟其行車安全仍難逃許多內、外在環境因素之威脅，值得相關單位重視並改善。
4. Rasch 模式對受測司機員適應行車安全壓力源之能力估計結果顯示，受測之 840 位鐵路司機員中計有 703 位通過模式之配適度檢定，確認該受測司機員之適應行車壓力源的估計能力符合模式之假設，通過率高達 84%，顯示模式之校估結果具有相當高之可信度。此外，經轉換為等距尺度之鐵路司機員適應行車壓力源之能力估計值，亦提供本研究可進一步進行統計檢定與推論之機會。
5. 進一步對臺鐵司機員適應行車安全壓力源之能力估計值的檢定結果顯示，(1) 年齡大(等)於 50 歲之司機員較年齡小於 50 歲者、(2) 年資長(等)於 15 年之司機員較年資小於 15 年者、(3) 國、高中教育程度之司機員較大專程度者、(4) 「機車長與司機員」較「學習司機員與機車助理」等之適應行車安全壓力源之能力為高。基於臺鐵司機員之年齡、學歷、及職級均與工作年資具有很高之相關性，因此年資已儼然成為影響臺鐵司機員適應行車安全壓力源之能力的最主要因素。

6. 研究結果顯示「曾經發生過責任事故」之司機員之平均適應行車安全壓力源之能力，顯著低於「不曾發生過責任事故」之司機員。此結果亦顯示本研究所校估得之鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力估計值，能有效反應司機員之行車安全績效，足以提供臺鐵未來研擬行車安全計畫之參考。

6.2 建議

1. 根據本研究所獲得之結果顯示，「環境」構面中之五項因素均為臺鐵司機員認為較難適應之影響行車安全的壓力源，建議臺鐵局應針對該等壓力源立即進行改善以維護行車之安全。例如清查鐵路沿線之淨空問題，將會影響司機員視線或號誌辨識之樹木或建築物加以登錄並謀求改進。另為改善公路與鐵路號誌混淆之問題，建議重新檢討鐵、公路號誌之設置地點及顯示方式，以利公路與鐵路號誌之區別，進而減少司機員之誤判。另有關駕駛艙工作環境不佳之問題，建議臺鐵局可考慮增大駕駛艙之空間並改善其隔音設備，以降低司機員之工作壓力。最後，因沿線坡度過大而對司機員造成行車壓力之問題，亦請臺鐵局能全面清查此類坡道，並作好必要之提醒與相關安全措施。
2. 有關「設備」構面之壓力源，主要為司機員無法立即解決個人的生理需求（如上廁所問題）。建議臺鐵局應積極思考可行之解決辦法，例如在月臺上增設簡易廁所供司機員使用，或採取其他司機員支援之方式，而讓乘務司機員可解決生理上的需要。另在施工地點臨時號誌機設置位置不當之問題，建議加強相關工程人員之勤前與安全教育，必要時更應增設輔助號誌以提醒司機員預作準備。
3. 有關「管理」構面之壓力源，主要為司機員因乘務時間過長之疲勞問題、單人乘務缺乏提醒及號誌再確認協助所導致之工作負荷壓力、及乘務中無法適當安排吃飯時間。建議臺鐵局應審慎檢討最適乘務時間之訂定，並添置行車安全輔助設備如自動列車保護 (automatic train protection; ATP) 或自動列車控制 (automatic train control; ATC) 等，以協助司機員紓解安全行車之壓力。至於司機員用餐之問題，則建議提供簡易餐點（如三明治或飯糰）以滿足司機員之需要，或安排雙人乘務以協助司機員用餐。
4. 司機員對駕駛不同車種的機車、各種運轉技術、規章的認識、及簡易機車故障的排除等工作，均感覺相對容易克服。顯示臺鐵局司機員在養成階段及平常之定期訓練，可以讓司機員在駕駛過程中滿足必要之技術需求。而呼喚應答的制度，係為了確認前方狀況所必須覆誦的機制，雖然讓司機員覺得存在壓力，但在操作習慣後司機員之感受難度並不高，因此在提高行車安全之目標下，此項管理制度似乎仍具採用之價值。
5. 鐵路司機員適應行車安全壓力源之能力量表之設計，係屬相當獨特且專業之工作。本研究以探索之態度，嘗試構建一個適合量測臺鐵局司機員適應行車安全壓力源之能力量測工具，借以揭發臺鐵局司機員在行車過程中所面臨之壓力源與安全威脅，並已獲得初步之具體研究結果。儘管如此，量表之設計需要一再地改進並測試，始能成為一套具有效度與公信力之量測工具，因此更多的努力與投入仍有待後續研究者的參與及推動。

參考文獻

1. Andersen, T., "Human Reliability and Railway Safety", 16th ESREDA Seminar, Safety and Reliability in Transportation, Glasgow UK, 1999, pp. 156-162.
2. Nagel, D. C., "Human error in aviation operations", *Human factors in aviation*, E. L. Wiener & D. C. Nagel (Eds.), Academic Press, San Diego, 1988, pp. 263-303.
3. Hall, S., *Hidden Dangers- Railway Safety in the Era of Privatization*, Ian Allan, UK, 1999.
4. David, E., "Rail Safety", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 74, 2001, pp. 291-297.
5. 臺灣鐵路管理局, 臺灣鐵路 96 年年鑑, 民國 96 年。
6. Kecklund, L., Ingre, M., Kecklund, G., and Söderström, M., "The Train – Projected: Railway Safety and the Train Driver Information Environment and Work Situation", Presented at 2 Signaling Safety, Swedish National Rail Administration, 2001.
7. Wilson, J. R. and Norris, B. J., "Human Factors in Support of a Successful Railway: A Review", DOI 10.1007/s10111-005-0016-6, *Cong Tech Work*, Vol. 8, 2006, pp. 4-14.
8. Collis, L. and Schmid, F., "Human-Centered Design for Railway Applications", Noyes J., Bransby M. (Eds.), *The Institution of Electrical Engineers*, London, 2001, pp. 273-291.
9. Van, D. F. and Schoonman, F., "Railway Signals Passed at Danger: Situational and Personal Factors", *Application Ergonomic*, Vol. 19, 1988, pp. 235-241.
10. Pasquini, A., Rizzo, A., and Save, L., "A Methodology for the Analysis of SPAD", *Safety Science*, Vol. 42, No. 5, 2004, pp. 437-455.
11. Turner, C., Harrison, R., and Lowe, E., "Development of a Human Factors SPAD Hazard Checklist", *Contemporary Ergonomics 2003*, Taylor & Francis, London, 2003, pp. 385-390.
12. McLeod, R., Walker, G., and Mills, A., "Assessing the Human Factors Risks in Extending the Use of AWS", *Rail Human Factors: Supporting the Integrated Railway*, Ashgate Publishing, London, 2005, pp. 109-119.
13. Whitlock, W., Pethick, J., and Mills, A., "Driver Vigilance Device", *Rail Human Factors: Supporting the Integrated Railway*, Ashgate Publishing, London, 2005, pp. 120-130.
14. Grabarerk, I., "Ergonomic Diagnosis of the Driver's Workplace in an Electric Locomotive", *International Joint Occupation Safety Ergonomic*, Vol. 8, No.2, 2002, pp. 225-242.
15. Mack, Z., Broadbent, S., and Miller, M., "Train Cab Ergonomics-From a Driver's Perspective", *Contemporary Ergonomics 2004*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2004, pp. 281-285.
16. Steinick, W. and Meissner, T., "The Project European Driver's Desk (EUDD) – A Multidisciplinary Approach towards the Future Modular Train, Ergonomics in the Digital Age", Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the Seventh Joint Conference of the Ergonomics Society of Korea and Japan Ergonomics Society, Ergonomics Society of Korea, 2003, pp. 24-29.
17. Gerbino, W. and Strano, F., "Testing the Interface of a Cab Signaling System", *Human Factors*

- in *Transportation, Communication, Health, and the Workplace*, Shaker Publishing, Maastricht, 2002, pp. 255-264.
18. Kecklund, L., Olsson, E., Jansson, A., Kecklund, G., and Ingre, M., "The TRAIN-Project: Effects of Organizational Factors, Automatic Train Control, Work Hours and Environment: Suggestions for Safety Enhancing Measures", *Proceedings of the 47th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, Human Factors and Ergonomics Society*, 2003, pp. 1835-1839.
 19. Torsi, S., Rizzi, A., and Pozzi, S., "Designing Documents for Train Operators: A Contribution to Graphic from Cultural Psychology", *Information Design Journal*, Vol. 11, 2003, pp. 123-137.
 20. Farrington-Darby, T., Wilson, J., and Norris, B., "Investigating Train Driver Behavior: The Use of Lineside Information When Regulating Speed", *Rail Human Factors: Supporting the Integrated Railway*, Ashgate Publishing, London, 2005, pp. 60-69.
 21. Jansson, A., Olsson, A., and Kecklund, L., "Acting or Reacting? A Cognitive Work Analysis Approach to the Train Task", *Rail Human Factors: Supporting the Integrated Railway*, Ashgate Publishing, London, 2005, pp. 40-49.
 22. Vidulich, M., Stratton, M., and Wilson, G., "Performance-Based and Physiological Measures of Situational Awareness", *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 1994, pp. 7-12.
 23. Helmreich, R., Chidster, T., Foushee, H., Gregorich, S., and Willhelm, J., "How Effective Is Cockpit Resource Management Training? Issues in Evaluating the Impact of Programs to Enhance Crew Coordination", *Flight Safety Digest*, Vol. 9, No. 5, 1990, pp. 1-17.
 24. Baddeley, A., "Selective Attention and Performance in Dangerous Environment", *British Journal of Psychology*, Vol. 63, 1972, pp. 537-546.
 25. Hudoklin, A. and Rozman, V., "Reliability of Railway Traffic Personnel", *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 52, 1996, pp. 165-169.
 26. 張新立、楊筑雅、吳晉光，「鐵路司機員工作壓力與影響因素研究」，*鐵道學報*，第 27 卷，第 2 期，2005。
 27. Cooper, C. L. and Baglioni, A. J., "A Structural Model Approach toward the Development of a Theory of the Link Between Stress and Mental Health", *British Journal of Medical Psychology*, Vol. 2, 1988, pp. 87-102.
 28. 余善法、馬良慶、崔明煊，「火車司機職業緊張因素分析」，*工業及生產職業病*，第 24 卷，第 3 期，1998。
 29. Linacre, J. M., *Many Face Rasch Measurement*, MESA Press, Chicago, 1989.
 30. Zhu, W., "Should Total Scores from a Rating Scale be Used Directly?" *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 67, 1996, pp. 363-372.
 31. 趙吉山、胡安洲，*鐵路運輸安全管理*，中國鐵道出版社，北京，2003。
 32. Dorrian, J., Roach, G. D., Fletcher, A., and Dawson, D., "The Effects of Fatigue on Train Handling During Speed Restriction", *Transportation Research Part F*, Vol. 4, 2006, pp. 243-257.
 33. Ohlsson, K., "Lokforares Uppmarksamhet under Olika Driftforutsattingar: Rapport om ATC-systemets Inverkan pa Lokforarens Korbeteende", *Statens Vag-och transport forsknings institutet*, Linkoping, 1990.

34. Akerstedt, T., Gillberg, M., Torsvall, L., and Froberg, J., "Oregelbundna Arbetstider: Sammanfattning av en Undersökning av Turlistearbetande Lokförare", *Rapporter Fran Laboratoriet for Klinisk Stressforskning*, Vol. 132, 1980, pp. 51-61.
35. Nachreiner, F. and Hanecke, K., "Vigilance", *Handbook of Human Performance*, Vol. 3, 1992, pp. 261-288.
36. Edkins, G. and Pollock, C., "The Influence of Sustained Attention on Railway Accidents", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, 1997, pp. 533-539.
37. Park, K. S., *Human Reliability: Analysis, Prediction, and Prevention of Human Errors*, Elsevier, Amsterdam, 1987.
38. Kolmodin, H. and Swensson, A., "Problems Related to Shift Work: A Field Study of Swedish Railroad Workers with Irregular Work Hours", *Scand J Work Environ and Health*, Vol. 1, 1975, pp. 254-262.
39. Netterstrom, B. and Paludan, L., "Lokomotivpersonalet Arbejdsmiljø ved DSB", *Institut fo Scial Medicin*, Kobenhavns Universitet, Arbejdsmiljøfondet, Danmark, 1981.
40. Edkins, G. D. and Pollock, C. M., "The Influence of Sustained Attention on Railway Accidents", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, No. 4, 1997, pp. 533-539.
41. Tsang, P. and Wilson, G., "Mental Workload", *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, John Wiley & Sons, New York, 1997, pp. 417-449.
42. Matteson, A. J. and Ivancevich, J. M., *Controlling Work Stress*, Jossey-Bass, London, 1987.
43. 李婷婷，「工作特性日韻律工作壓力心理健康與自平績效之相關研究—以晶圓廠的女性直接人員為例」，交通大學工業工程與管理學系碩士論文，民國 88 年。
44. 詹益統，「個人屬性、人格特質與內滋激勵和外覆激勵關聯性之研究—以交通部數據通訊所員工為例」，國立交通大學管理科學研究所碩士論文，民國 85 年。
45. Fisher, W. P., Harvey, R. F., Taylor, P., Kilgore, K. M., and Kelly, C. K., "Rehabits: A Common Language of Functional Assessment" *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 76, No 2, 1995, pp. 113-122.
46. Massof, R. W. and Fletcher, D. C., "Evaluation of the NEI Visual Functioning Questionnaire as an Interval Measure of Visual Ability in Low Vision", *Vision Research*, Vol. 41, 2001, pp. 397-413.
47. 王文中，「Rasch 測量模式與其在教育與心理之應用」，**教育與心理研究**，第 27 卷，第 4 期，民國 93 年，頁 637-694。
48. Zhu, W. and Cole, E., "Many-Faceted Rasch Calibration of a Gross Motor Instrument", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 67, 1996, pp. 24-34.
49. 張新立、吳舜丞，「多層面 Rasch 模式於學術研討會論文評分之應用」，**測驗學刊**，Vol. 4，民國 96 年，頁 425-432。
50. Hambleton, R. and Swaminathan, H., *Item Response Theory: Principles and Applications*, Hingham, Boston, MA, U.S.A., 1985.
51. 余民寧，「試題反應理論的介紹(二)—基本概念和假設」，**研習資訊**，第 9 卷，第 1 期，

民國 81 年，頁 5-9。

52. Andrich, D., "A Rating Formulation for Ordered Response Categories", *Psychometrika*, Vol. 43, No. 4, 1978, pp. 561-573.
53. Masters, G. N., "A Rasch Model for Partial Credit Scoring", *Psychometrika*, Vol. 47, No. 2, 1982, pp. 149-174.
54. Wright, B. D., "A History of Social Science Measurement", *Educational Measurement: Issues and Practice*, Vol. 16, No. 4, 1997, pp. 33-45.
55. Wright, B. D. and Master, G. N., *Rating Scale Analysis*, MESA Press, Chicago, 1982.
56. Embretson, S. E. and Reise, S. P., *Item Response Theory for Psychologists*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 2000.
57. Linacre, J. M. and Wright, B. D., *A User's Guide to Winsteps: Rasch-Model Computer Program*, MESA, Chicago, 1997.
58. Guttman, L., *The Basis for Scalogram Analysis, Measurement and Prediction*, Princeton University Press, NJ, 1950.
59. Wright, B. D., "Reliability and Separation", *Rasch Measurement Transactions*, Vol. 2, 1996, pp. 136-145.
60. Bond, T. G. and Fox, C. M., *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Science*, Lawrence Erlbaum Associates, NJ, 2001.
61. Andrich, D., *Rasch Models for Measurement*, Sage, Newbury Park, CA, 1988
62. Aiken, L. R., *Rating Scales and Checklists: Evaluating Behavior, Personality, and Attitudes*, John Wiley & Son, Inc., New York, 1996.

