

第六章 台鐵營運安全風險標準之訂定與比較

本章之目的在於訂定台鐵營運應把握之安全風險標準，由於目前國內對於如何由事故歷史資料訂定軌道運輸系統之風險標準尚無公認的方法，因此本研究擬以四個準則嘗試訂定台鐵營運之安全風險標準：

- (一) 根據本研究第五章所獲得之改善策略與其成本效益計算結果，利用成本效益之概念訂定台鐵營運之安全風險標準；
- (二) 在台鐵權限可執行之範圍內，訂定台鐵營運之安全風險標準；
- (三) 由可忽視風險臨界值之概念，訂定台鐵營運之安全風險標準；
- (四) 由不可忍受風險臨界值之概念，訂定台鐵營運之安全風險標準。

本章最後利用死亡率的概念，計算台鐵的事故死亡率風險後，與國內其他運具及台灣地區死亡率風險作一現況之比較以供參考。

6.1 訂定風險標準之準則

本節擬針對前述四個準則分別討論其意義及應用於本研究之方式。

6.1.1 成本效益準則

成本效益準則係利用方案評估之成本效益分析法中的「益本比(B/C)」進行，首先針對各類事故擬定其改善策略，繼而量化各項改善策略之成本(Cost)與效益(Benefit)，最後比較各項改善策略之成本效益比值。一般而言，若一方案其「 $B/C(\text{效益/成本}) > 1$ 」則該方案即具有可行性，因此可根據此項原則，計算台鐵各類營運事故之改善策略益本比後，以「益本比(B/C) = 1」作為其安全風險水準之界線，若益本比大於1即表示該項改善策略所源自之事故類型其風險較高，且該項改善策略

具有可行性。之後將台鐵整體安全風險值減掉所有益本比(B/C)大於 1 之改善策略其執行後可降低之安全風險值，即可得到以益本比(B/C)為考量準則之台鐵安全風險標準值。

6.1.2 台鐵權限內可執行準則

此準則係考量到台鐵的客觀環境而產生，由於台鐵之財務狀況不佳，部分牽涉層面較廣之改善行車安全計畫例如新購較安全之車輛、平交道立體化等，都必須向中央政府申請並爭取專案經費之補助。不過由本研究所獲得之改善策略內容來看，部分改善策略之內容在台鐵本身權限範圍內即可執行，例如相關人員之加強訓練、指派人員在施工現場加強警戒瞭望、增加道碴、路基夯實改良等項目，故在界定台鐵權限內即可執行之改善策略項目之後，以台鐵整體安全風險值減掉執行此類改善策略後可降低之安全風險值，即可得到以台鐵權限內可執行為準則之安全風險標準值。

6.1.3 可忽視風險臨界值準則

此項準則係源自 ALARP(As Low As Reasonably Practical)準則，在 ALARP 準則中，其風險下限定義為可忽視風險臨界值，若該類事故之風險水準在此臨界值以下，則不必考量任何可降低風險的活動。也就是說，若台鐵某類型之事故其安全風險值在可忽視風險臨界值之下，則台鐵幾乎不必考量任何降低此類事故風險的改善計劃。因此本研究根據 4.4 節之五類事故樹狀圖及 5.1 節之相關討論中，將本研究認為可忽略不計之事故風險值均定為可忽視風險值，而將所有可忽視風險值加總後即可得到可忽視風險臨界值。此類事故大部分均屬於「個人事故」及無人員傷亡之事故，主要原因係個人自由意志造成的死傷事故較難加以防範，且無人員傷亡之事故多為財物或時間損失，相較於造成人員傷亡之事故其風險值微乎其微。

6.1.4 不可忍受風險臨界值準則

此項準則亦源自 ALARP(As Low As Reasonably Practical)準則，在 ALARP 準則中，其風險上限定義為不可忍受風險臨界值，若該類事故之風險水準在此臨界值以上，則必須不計任何代價立刻進行降低風險之行動。對台鐵而言，若台鐵某類型之事故其風險水準在不可忍受風險臨界值以上，則台鐵必須傾全力進行改善以降低該類事故之風險水準至不可忍受風險臨界值以下。因此根據表 4-12 有關台鐵各類事故嚴重程度之統計結果，將發生次數較少但嚴重程度偏高的事故類別，包括「列車出軌或翻覆」及「列車相撞」兩大類型事故，列為不可忍受之事故類型，此係考量這兩大類型之事故主體均為台鐵本身，而此類事故之發生必引起全國社會大眾之關注與撻伐，可見社會大眾對於這兩類事故之風險忍受程度相對較低。之後將台鐵整體之安全風險值減掉此類事故之風險值後，即可得到台鐵之不可忍受風險臨界值。

6.2 計算風險標準值

根據上一節所述之四項準則內容及其應用在本研究之方式，本節即可計算出四個不同的安全風險標準值。

6.2.1 成本效益之風險標準值

成本效益準則係以改善策略之「 $B/C(\text{效益}/\text{成本}) = 1$ 」作為安全風險標準值，因此若 $B/C > 1$ 則表示超過此標準，而由表 5-15 可知有三項改善策略其「益本比(B/C)」大於 1，依序為「¹⁹ 改用裝有自動門之車廂」、「¹⁴ 鐵路路線旁興建圍牆等防護措施」及「¹⁵ 加強交通安全宣導(警告標誌、警語、電視媒體宣導等)」，根據表 5-13 可知這三項改善策略執行後可降低之安全風險值如下表 6-1：

表 6-1、B/C 比 > 1 之改善策略及可降低之安全風險值

B/C 比 > 1 之改善策略		可降低安全風險值 ΔR (人/MVK)
編號	內 容	
19	改用裝有自動門之車廂	0.1242
14	鐵路路線旁興建圍牆等防護措施	0.4592
15	加強交通安全宣導 (警告標誌、警語、電視媒體宣導等)	0.0060
ΔR 總計(人/MVK)		0.5894

資料來源：本研究計算

由表 4-15 之計算結果可知，台鐵總風險值為 5.8786 人/MVK，減掉表 6-1 之 ΔR 總計 0.5894 人/MVK 之後可得 5.2892 人/MVK，此即為以 B/C 比準則考量之台鐵安全風險標準值。

不過 B/C 小於 1 之改善策略並不表示其不需要進行改善，只是其改善所需之成本較改善後所獲得之效益為大，可能需要視主客觀環境以決定是否要進行改善。

6.2.2 台鐵權限內可執行之風險標準值

此準則所考量的是台鐵權限內可執行的改善策略，根據 6.1.2 小節之分析討論，本研究認為屬於台鐵以下八項改善策略之性質屬於台鐵權限內可執行：1 路基夯實改良、2 增加道碴、3 指派員工到施工現場加強警戒瞭望、4 設置防溜專用線、5 加強行車站長與副站長及替班人員之訓練、6 加強調車工與替班人員之訓練、7 加強司機員之訓練、8 加強看柵工之訓練。因為加強有關人員之訓練與指派人員的部分(3、5、6、7、8)本屬於台鐵本身權限內即可執行之改善策略；而「設置防溜專用線」由於其單位年度總成本不高(表 5-8)，且設置地點係在台鐵用地範圍內無須額外徵收土地，故亦為台鐵本身權限內即可執行之改善策略；至於「增加道碴」及「路基夯實改良」本屬於台鐵年度例行性之

工作，因此亦為台鐵權限內可執行之改善策略。以上各項改善策略及其執行後可降低之安全風險值整理如下表 6-2：

表 6-2、台鐵權限內可執行之改善策略及可降低之安全風險值

台鐵權限內可執行之改善策略		可降低安全風險值 ΔR (人/MVK)
編號	內容	
1	路基夯實改良	0.0159
2	增加道碴	0.0159
3	指派員工到施工現場加強警戒瞭望	0.000175
4	設置防溜專用線	0.0002
5	加強行車站長與副站長及替班人員之訓練	0.000009
6	加強調車工與替班人員之訓練	0.000006
7	加強司機員之訓練	0.000259
8	加強看柵工之訓練	0.000118
ΔR 總計(人/MVK)		0.0326

資料來源：本研究計算

由表 4-15 之計算結果可知，台鐵整體風險值為 5.8786 人/MVK，減掉表 6-2 之 ΔR 總計 0.0326 人/MVK 之後可得 5.8460 人/MVK，此即為以台鐵權限內可執行準則考量之台鐵安全風險標準值。

6.2.3 可忽視風險臨界值

此準則應用於本研究之方法係將本研究認為可忽略不計之事故風險定為可忽視風險值，根據 6.1.3 的討論與分析，此類事故之範圍包括除了旅客跳車、墜車、被推下車之外的「個人事故」及其他無人員傷亡之事故，而無人員傷亡之事故因無造成傷亡，故其在本研究之安全風險值定義之下均為零。由圖 4-5 個人事故之樹狀圖可知此類事故相當繁多，其內容與所對應之安全風險值整理如下表 6-3：

表 6-3、可忽視風險之事故及其安全風險值

可忽視風險之事故內容	安全風險值 R (人/MVK)
司機員制軔失宜而受傷	0.0035
列車廁所疑似爆裂物爆炸而受傷	0.0035
列車上意圖自殺	0.0035
列車上病發或病故	0.0206
列車上扭傷	0.0035
民眾投擲石頭擊傷乘客或員工	0.0345
在列車上因其他設備受傷	0.0742
民眾在車底下被輾斃	0.0051
民眾垂釣觸電	0.0395
公路陸橋上觸電	0.0069
民眾或工人攀爬觸電	0.0378
路段中施工觸電	0.0102
列車駛近民眾受到驚嚇跌倒或被風吹倒	0.0138
病患跌倒於路線旁	0.0035
月台上施工觸電	0.0102
總計(人/MVK)	0.2703

資料來源：本研究計算

由上表 6-3 可知此類事故之安全風險值總和，因此可忽視風險臨界值即等於可忽視事故類型之安全風險值總和 0.2703 人/MVK，而可忽視事故之風險值其風險貢獻度為 4.59%。

6.2.4 不可忍受風險臨界值

根據 6.1.4 小節之討論，本研究擬針對「列車出軌或翻覆」及「列車相撞」兩大類型事故中的七個子項，挑選出嚴重程度偏高的事故種類，由表 4-15 可整理出如下表 6-4 之各事故類型及其對應之嚴重程度與挑選結果：

表 6-4、不可忍受事故內容及其嚴重程度

事故內容	嚴重程度(人/次)	嚴重程度是否偏高
施工不慎造成列車出軌或翻覆	6.35	是
鋼軌挫曲變形造成列車出軌或翻覆	15.59	是
車輛溜逸造成列車出軌或翻覆	0.84	否
調車不當造成列車出軌或翻覆	5.03	是
調車不當造成列車相撞	0.68	否
違章辦理行車閉塞導致列車相撞	1.36	是
司機員冒進號誌造成列車相撞	2.03	是

資料來源：本研究計算

自上表 6-4 可挑選出五項嚴重程度偏高的事故類型，對照表 4-15 之後，可得到如下表 6-5 之安全風險值總和：

表 6-5、挑選出之事故及其安全風險值

事故內容	安全風險值 R (人/MVK)
施工不慎造成列車出軌或翻覆	0.1295
鋼軌變形造成列車出軌或翻覆	0.1589
調車不當造成列車出軌或翻覆	0.0256
違章辦理行車閉塞導致列車相撞	0.0069
司機員冒進號誌造成列車相撞	0.0104
總計(人/MVK)	0.3614

資料來源：本研究計算

由表 4-15 之計算結果可知，台鐵整體風險值為 5.8786 人/MVK，減掉表 6-5 之 R 總計 0.3614 人/MVK 之後可得 5.5172 人/MVK，此即為不可忍受風險臨界值，而不可忍受事故之風險值其風險貢獻度為 6.15%。

6.2.5 各準則風險標準值之整理

根據以上四小節之計算，可整理出由四個準則計算所得之台鐵安全風險標準值及台鐵現況風險值如下表 6-6：

表 6-6、不同準則下之台鐵安全風險標準值

風險值之名稱	安全風險值 (等值死亡人數/MVK)
台鐵現況	5.8786
成本效益風險標準值	5.2892
權限內可執行之風險標準值	5.8460
可忽視風險臨界值	0.2703
不可忍受風險臨界值	5.5172

資料來源：本研究計算

根據表 6-6 之整理，可將各風險標準值以風險評估三角形的型式呈現，風險評估三角形是由不可忍受風險臨界值及可忽視風險臨界值所組成，將風險水準劃分為三個區域，圖 6-1 是以安全風險值為基礎所呈現之風險評估三角形。

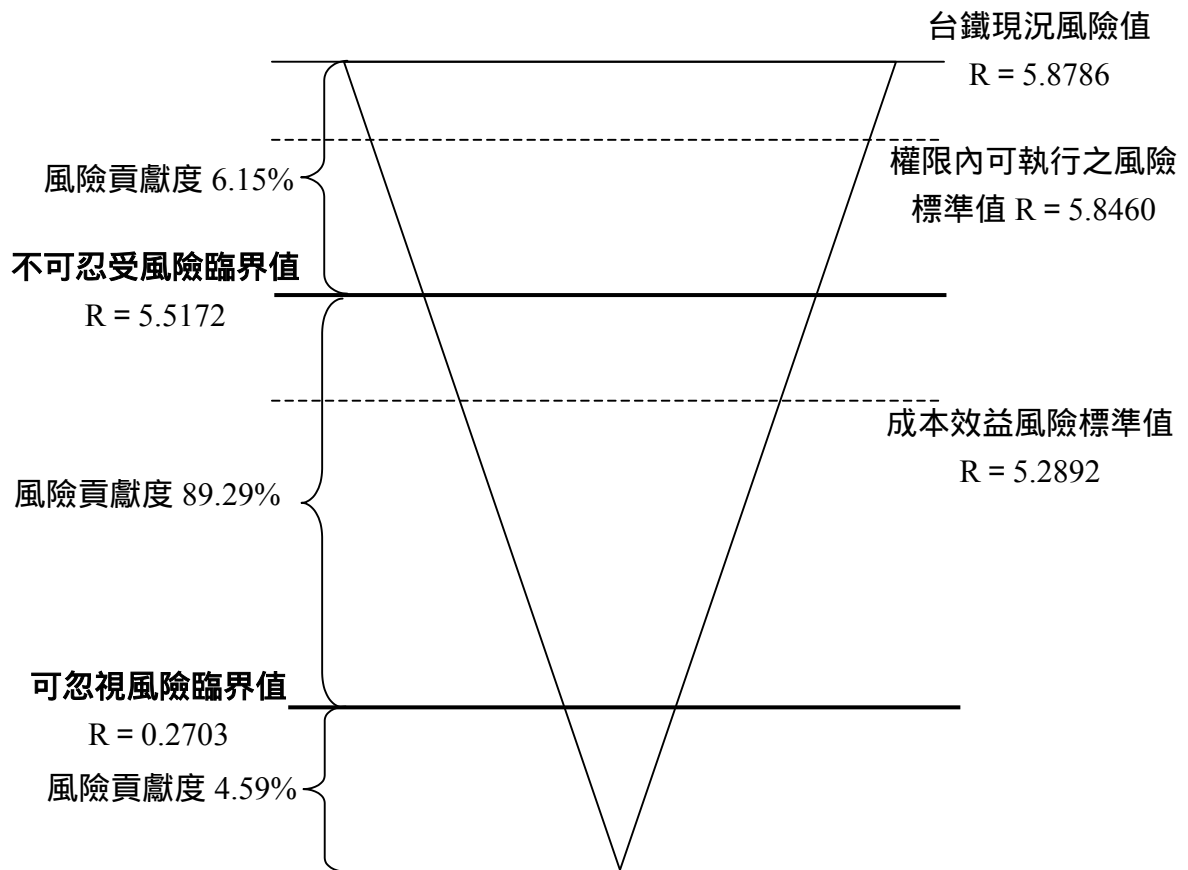


圖 6-1、台鐵之安全風險評估三角形(以風險值呈現)

本研究在此雖提出台鐵之安全風險評估三角形，但是對於不可忍受風險臨界值之定義似有誤解之嫌。以常理推斷，不可忍受之風險應是指已知風險發生機率太高，而發生後亦會產生嚴重後果之事故，對於此等事故寧願停止營運馬上改善而不能甘冒出事之風險，例如颱風過後橋樑受損，寧願停駛檢修俟確認在可接受風險範圍內才能開始營運，而此類風險並不會出現在已發生事故中。因此台鐵現況之不可忍受安全風險值應落於已發生事故之外，不在本研究所繪之風險評估三角形中。

此外根據表 4-14，可依照本章前述所定義之可忽視風險臨界值與不可忍受風險臨界值，以其對應之事故發生次數呈現(如下表 6-7、6-8)，同時可繪出以事故發生次數為計算基礎之風險評估三角形，如下圖 6-2。

表 6-7、可忽視風險之事故及其發生總次數

事故內容	發生總次數
司機員制軔失宜而受傷	1
列車廁所疑似爆裂物爆炸而受傷	1
列車上意圖自殺	1
列車上病發或病故	5
列車上扭傷	1
民眾投擲石頭擊傷乘客或員工	9
在列車上因其他設備受傷	20
民眾在車底下被輾斃	1
民眾垂釣觸電	10
公路陸橋上觸電	2
民眾或工人攀爬觸電	9
路段中施工觸電	3
列車駛近民眾受到驚嚇跌倒或被風吹倒	4
病患跌倒於路線旁	1
月台上施工觸電	2
總計	70
佔整體發生次數之比例	6.0%

資料來源：本研究計算

表 6-8、不可忍受風險之事故及其發生總次數

事故內容	發生總次數
施工不慎造成列車出軌或翻覆	4
鋼軌變形造成列車出軌或翻覆	2
調車不當造成列車出軌或翻覆	1
違章辦理行車閉塞導致列車相撞	1
司機員冒進號誌造成列車相撞	1
總計	9
佔整體發生次數之比例	0.7%

資料來源：本研究計算

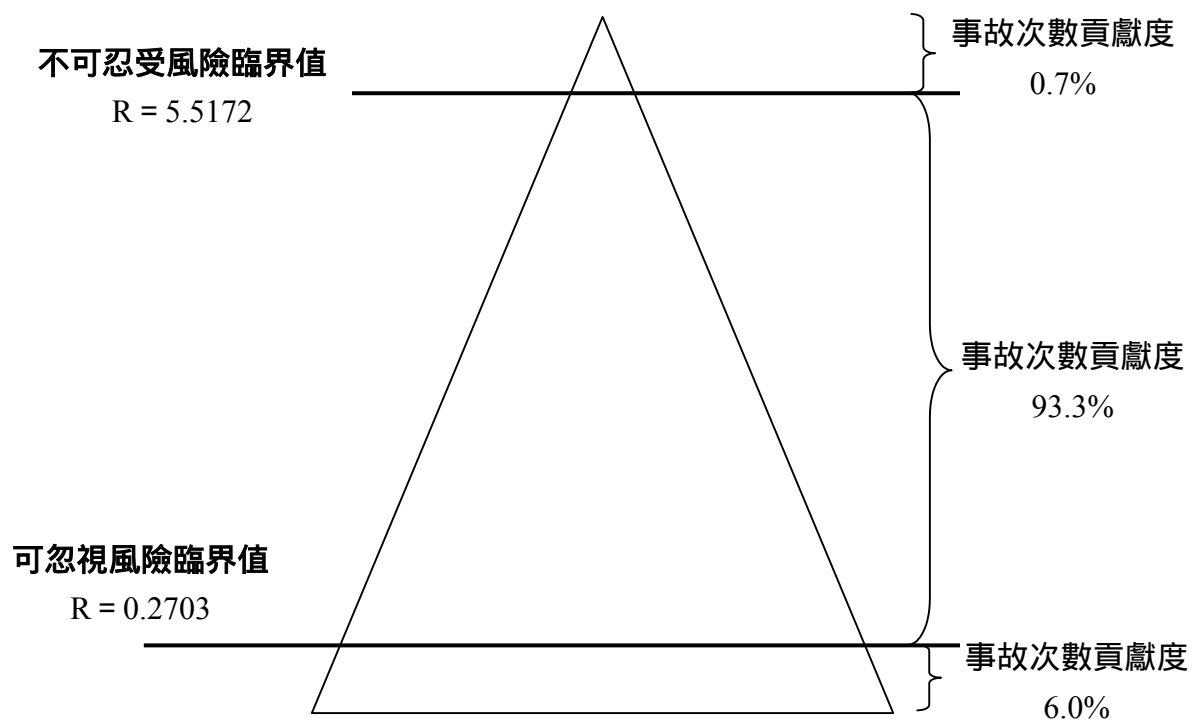


圖 6-2、台鐵之風險評估三角形(以事故次數呈現)

6.3 台鐵營運安全風險與其他運具安全風險之比較

社會大眾對於不同型態運具之安全程度常有其既定印象，然而要以統計數據比較不同運具的安全風險則有其困難性，因為不同運具之事故統計資料可能會因事故型態之不同以及對於事故傷亡之定義不同而有所差異，而國際間對於事故之統計慣例亦會造成比較不同運具風險之不便，因此若要比較不同運具間的安全風險，則必須將不同運具之統計資料作標準化之換算或估算。以芬蘭為例，其安全風險是以「每百萬人小時之死亡人數(The number of fatalities per hundred million person-hours)」作為衡量之單位，但是 Otto Kärki 與 Kirsi Pajunen (18) 在比較其國內公路、鐵路與航空運輸之安全風險時，則同時使用「每百萬人公里之死亡人數(The number of fatalities per hundred million person-kilometers)」作為不同運具間比較安全風險時之另一個參考單位。不過芬蘭在比較不同運具之安全風險時，其受傷的人數並未包含在內，原因有二，一是他們認為對於受傷的定義及不同運具對於受傷人數如何換算成等值死亡人數各有不同考量而無法使用一個統一的標準作換算；二是他們認為死亡的統計資料是百分之百完全正確，故在資料使用上可以完全信任。此外在芬蘭國內對於不同運具的事故統計資料上有一個明顯的差異，就是公路事故將自殺死亡之人數列入計算而鐵路事故將自殺死亡之人數排除在外。

而 Andrew W. Evans (19) 在比較英國之鐵路與公路安全風險時，對於事故統計資料的選擇則有不同的見解，在鐵路方面僅選擇發生在主線上，並造成人員死亡之「列車相撞(train collisions)」、「出軌(derailments)」與「闖越號誌(overruns)」的事故作為比較之用，而在公路方面則使用全部的事故統計資料。此外在其比較鐵公路兩者之安全風險時，另針對年期之不同而進行長期與短期的安全風險比較：鐵路之長期資料是採用 1967 至 2000 年之事故資料，公路之長期資料則採用 1969 至 2000 年之事故資料；鐵路之短期資料是採用 1996 至 2000 年之事故資料，而公路之短期資料僅採用 2000

年之事故資料作為比較之用。探究其在短期資料方面選取年期有所差異之原因，主要係英國鐵路在 2000 年僅發生一次上述類型之事故，資料數量稀少使其較不具有代表性，因此改以鐵路五年之資料與公路單一年之資料進行比較。

根據以上各國在比較不同運具風險時之經驗，本研究在查閱國內有關交通統計之資料型態後，決定蒐集同一年限內(民國 86 年至 90 年)國內公路運輸與航空運輸之相關統計資料以比較其安全風險之水準。考量台鐵目前之經營型態較偏向城際運輸，因此在國內公路運輸方面擬以高速公路作為比較之對象，因高速公路較市區公路或郊區公路更具有城際運輸之功能與代表性；而在航空運輸方面本研究擬採用國籍民用航空器之相關統計資料，此乃考量到民航局之事故統計資料並非以國內線與國際線為區分，而是以國際間對於航空器分類之慣例(最大起飛重量 15,000 公斤)作為分類界限，且其統計資料並不足以再細分為國內線與國際線之故。

6.3.1 台鐵與高速公路之安全風險比較

根據交通部統計處所出版之「中華民國交通統計要覽」，民國 86 年至 90 年台灣地區高速公路之死傷人數與行車里程數如下表 6-9，死亡與受傷人數經過以本研究所採用之等值死亡人數比值(死：傷 = 1：0.678)換算後可得到高速公路之等值死亡人數，而風險值則採取與本研究使用之方法計算後，結果如表 6-10，同年度台鐵之安全風險值如表 6-11，台鐵與高速公路之安全風險比較如下表 6-12。

表 6-9、民國 86~90 年高速公路死傷人數與行車里程

	死亡(人)	受傷(人)	行車里程 (百萬行車公里;MVK)
86 年	189	302	15,343.76
87 年	160	369	15,703.38
88 年	126	211	16,371.68
89 年	128	94	19,973.37
90 年	112	82	20,278.63

資料來源：中華民國交通統計要覽，交通部統計處(民 91.6)

表 6-10、民國 86~90 年高速公路等值死亡人數與安全風險值

	等值死亡人數 (人)	行車里程 (百萬行車公里；MVK)	安全風險值 (等值死亡人數/MVK)
86 年	393.756	15,343.76	0.025
87 年	410.182	15,703.38	0.026
88 年	269.058	16,371.68	0.016
89 年	191.732	19,973.37	0.009
90 年	167.596	20,278.63	0.008

資料來源：本研究計算

表 6-11、民國 86~90 年台鐵等值死亡人數與安全風險值

	等值死亡人數 (人)	行車里程 (百萬行車公里；MVK)	安全風險值 (等值死亡人數/MVK)
86 年	272.990	41.67	6.551
87 年	232.344	38.09	6.099
88 年	228.106	38.88	5.867
89 年	203.632	39.57	5.146
90 年	216.666	38.05	5.694

資料來源：本研究計算

表 6-12、台鐵與高速公路事故之安全風險值比較

	台鐵安全風險值 (等值死亡人數/MVK)	高速公路安全風險值 (等值死亡人數/MVK)
86 年	6.551	0.025
87 年	6.099	0.026
88 年	5.867	0.016
89 年	5.146	0.009
90 年	5.694	0.008

資料來源：本研究計算

根據表 6-12 可知，台鐵之安全風險值較高速公路高出許多，與一般人認為鐵路行車較公路安全之既有印象不同，探究其原因可能為兩者事故類型不同，以及行駛特性完全不同所致。因為相較於高速公路之事故，台鐵之事故類型相當多樣且複雜，而且有大部分是屬於非台鐵責任所造成的事故，例如闖越平交道、民眾行軌跨軌、墜車跳車等，但其傷亡仍計入台鐵事故中。至於行駛特性方面，台鐵一列車常可載運數百人以上，而行駛高速公路之車輛卻僅能搭載一到數十人不等，使得以年度行車里程來看，高速公路之安全風險值較台鐵為低。此外，高速公路之事故統計資料在民國 89 年以後，其死傷人數之統計僅包含「交通事故造成人員當場死亡或 24 小時內死亡」之人數，對於僅造成人員受傷之交通事故並不予採計，因此高速公路之受傷人數與安全風險值自民國 89 年起大幅下降。

有鑒於台鐵在事故傷亡人數之定義與計算上與高速公路有極大的差異，以下將重新計算台鐵之傷亡人數。因高速公路之事故大部分均為駕駛人之行為所引起，而導致駕駛人與乘客受傷或死亡，並無來自第三者自殺、闖越等行為之事故，故本研究擬篩選出「因搭乘台鐵列車而傷亡」之事故傷亡人數，計算其搭乘台鐵致死之年度安全風險後再與高速公路之安全風險作一比較。而根據表 4-10 可篩選出「搭乘台鐵列車而

傷亡」之事故類型及其等值死亡人數如下表 6-13。至於為了突顯台鐵與高速公路行車特性之不同，本研究將改以「等值死亡人數/百萬延人公里」作為安全風險值之計算單位，故在高速公路的部分係假設平均承載人數為兩人而將行車里程換算為延人公里，其結果與比較如下表 6-14、6-15 與 6-16：

表 6-13、搭乘台鐵列車而傷亡之事故及其等值死亡人數

搭乘台鐵列車而傷亡之事故類別		各年度等值死亡人數				
類型	原因	86	87	88	89	90
列車出軌或翻覆	鋼軌變形	0	0	2.03	0	29.15
列車相撞	違章辦理行車閉塞	0	0	1.36	0	0
	司機員冒進號誌	0	0	2.03	0	0
各年度等值死亡人數總計		0	0	5.42	0	29.15

資料來源：本研究計算

表 6-14、搭乘台鐵列車而傷亡之等值死亡人數及安全風險值

年	等值死亡人數	百萬延人公里	安全風險值 (等值死亡人數/百萬延人公里)
86	0	9,254	0
87	0	9,784	0
88	5.42	9,978	0.0005
89	0	10,577	0
90	29.15	10,037	0.0029

資料來源：台鐵重要業務統計指標，台灣鐵路管理局會計處(民 91.8)、本研究計算

表 6-15、高速公路事故之安全風險值

年	等值死亡人數	行車里程 (百萬行車公里)	百萬延人公里	安全風險值 (等值死亡人數/百萬延人公里)
86	393.756	15,343.76	30,687.52	0.0128
87	410.182	15,703.38	31,406.76	0.0131
88	269.058	16,371.68	32,743.36	0.0082
89	191.732	19,973.37	39,946.74	0.0048
90	167.596	20,278.63	40,557.26	0.0041

資料來源：本研究計算

表 6-16、搭乘台鐵而傷亡與高速公路事故之安全風險值比較
(單位：等值死亡人數/百萬延人公里)

	台鐵安全風險值	高速公路安全風險值
86 年	0	0.0128
87 年	0	0.0131
88 年	0.0005	0.0082
89 年	0	0.0048
90 年	0.0029	0.0041

資料來源：本研究計算

由上表 6-16 可知，本研究在篩選出「因搭乘台鐵列車而傷亡」之事故後，並考量行駛特性所計算得到之台鐵安全風險值已較先前減少許多，顯示考量行駛特性應屬正確，而台鐵之安全程度的確高於高速公路。

6.3.2 台鐵與國籍民用航空器之安全風險比較

在國籍民用航空器之事故統計資料方面，因為並無如類似型態之資料可使用，因此必須根據相關資料進行計算與估計。目前可獲得之事故統計資料均以國籍民用航空器之最大起飛重量 15,000 公斤為界區分為兩類，而這兩類航空器國內航線均有使用，因此除了必須採計所有資料之外，還必須將飛航時間換算為飛航距離才可進一步與台鐵比較。此外這兩類航空器所飛航之航程長短差異相當大，因此必須估計其飛航平均速率才能將飛航時間換算為飛航距離。本研究擬從越洋航線、區域航線與國內航線中各選擇一條航線作為估計平均飛行速率之代表，選擇與計算之結果如下表 6-17。

表 6-17、各類代表航線之平均飛行速率

		飛行距離(km)	飛行時間(hr)	平均速率(kph)
越洋航線	台北 洛杉磯	11,177	13	859.76
區域航線	台北 東京	2,278	3	759.33
國內航線	台北 高雄	400	0.75	533.33

資料來源：民航局網頁、中華航空公司網頁、本研究計算

因最大起飛重量超過 15,000 公斤之國籍民用航空器在越洋航線、區域航線與國內航線均有飛行，因此本研究擬以 800kph 作為此類航空器之平均速率；而最大起飛重量不足 15,000 公斤之國籍民用航空器幾乎僅飛航國內航線，因此本研究擬以 500kph 作為此類航空器之平均速率。根據上述之估計，即可進行這兩類航空器之飛航距離、等值死亡人數與安全風險值之估計與計算，等值死亡人數比值係採用本研究之標準（死：傷 = 1：0.678）為換算基礎，估算結果如下表 6-18 與表 6-19。而利用表 6-13 及台鐵年度行車里程資料計算可得到搭乘台鐵列車而傷亡之安全風險如下表 6-20，兩者之比較如下表 6-21。

表 6-18、最大起飛重量 15,000kg 以上國籍民用航空器之安全風險值

	飛航時間 (hr)	平均飛航距離 (MVK)	死亡 (人)	受傷 (人)	等值死亡人數 (人)	安全風險值(等值 死亡人數/MVK)
86 年	356,000	284.80	0	0	0	0
87 年	394,550	315.64	202	0	202	0.640
88 年	492,995	394.39	3	210	145.38	0.368
89 年	481,168	384.93	0	0	0	0
90 年	475,313	380.25	0	0	0	0

資料來源：中華民國交通統計要覽，交通部統計處(民 91.6)、本研究計算

表 6-19、最大起飛重量 15,000kg 以下國籍民用航空器之安全風險值

	飛航時間 (hr)	平均飛航距離 (MVK)	死亡 (人)	受傷 (人)	等值死亡人數 (人)	安全風險值(等值 死亡人數/MVK)
86 年	78,741	39.37	0	16	10.85	0.275
87 年	62,326	31.16	0	13	8.81	0.283
88 年	103,979	51.99	0	0	0	0
89 年	80,682	40.34	0	0	0	0
90 年	63,857	31.93	0	0	0	0

資料來源：中華民國交通統計要覽，交通部統計處(民 91.6)、本研究計算

表 6-20、搭乘台鐵列車而傷亡之等值死亡人數及安全風險值

	等值死亡人數	行車里程 (百萬行車公里；MVK)	安全風險值 (等值死亡人數/MVK)
86 年	0	41.67	0.431
87 年	0	38.09	0.160
88 年	5.42	38.88	0.139
89 年	0	39.57	0.034
90 年	29.15	38.05	0.766

資料來源：台鐵重要業務統計指標，台灣鐵路管理局會計處(民 91.8)、本研究計算

表 6-21、搭乘台鐵與搭乘國籍民用航空器之安全風險值比較
(單位：等值死亡人數/MVK)

	搭乘台鐵安全風險值	搭乘國籍民用航空器安全風險值	
		最大起飛重量 15,000kg 以上(重型)	最大起飛重量 15,000kg 以下(輕型)
86 年	0.431	0	0.275
87 年	0.160	0.640	0.283
88 年	0.139	0.368	0
89 年	0.034	0	0
90 年	0.766	0	0

資料來源：本研究計算

由上述比較結果可知，國籍民用航空器若沒有發生重大飛安事故的話，其安全風險值為零；然而若國籍民用航空器發生重大飛安事故時，則與搭乘台鐵列車而傷亡之安全風險值相當。不過根據歷史經驗，航空器之飛安事故多發生在起降階段，因此如何突顯航空器之事故特性，並可與台鐵作一同基準之風險水準比較仍有待研究。

6.4 台鐵營運安全風險與台灣地區死亡風險之比較

根據行政院衛生署之統計資料，「粗死亡率(Crude Death Rate；CDR)」之定義與公式如下〔20〕：

■ 粗死亡率：一年內某一地區每 1,000 位年中人口之死亡人數。

$$\text{■ 粗死亡率(CDR；‰)} = \frac{\text{該年死亡總數}}{\text{該年年中人口數}} \times 1,000$$

而民國 86 年至 90 年平均每年之死亡人數約為 12 萬人，除以該年之年中人口數換算為粗死亡率後平均每年約為千分之五點五至五點七左右。

表 6-22、民國 86~90 年台灣地區粗死亡率

	當年年中人口數	死亡人數	粗死亡率(CDR；‰)
86 年	21,634,124	121,000	5.59
87 年	21,835,703	123,180	5.64
88 年	22,010,489	126,113	5.73
89 年	22,184,530	125,958	5.68
90 年	22,341,120	127,647	5.71

資料來源：中華民國 90 年衛生統計(公務統計)，行政院衛生署(民 91.9)

以上所蒐集到的死亡人數資料是所有死因人數之總和，台鐵事故屬於所有死因中的「事故傷害死因」類別，而事故傷害死因又細分有「運輸事故死因」，台鐵事故死因屬於此項之下，因此本研究擬自衛生署統計之「民國 90 年台灣地區十大主要死亡原因」中挑選可與台鐵事故死亡風險進行比較之死因。挑選之考量是排除有家族遺傳史影響(如糖尿病、心臟病、惡性腫瘤)、經由傳染罹病(如肺炎)及較不明確(如腦血管疾病、腎炎等)之死因，故可選出「慢性肝病及肝硬化」、「自殺」及「高血壓性疾病」三項與台鐵之死亡風險進行比較。慢性肝病及肝硬化是民國 90 年十大主要死因之第六項，主要係工作上的壓力或勞累造成生活不正常而產生病變；自殺則是民

國 90 年第九大主要死因，多為精神上的壓力造成；高血壓性疾病是民國 90 年第十大主要死因，主要是人體老化之故，以上三者可視為一般人對於生活上面臨的風險。

此外因為粗死亡率之計算方法為死亡人數除以年中人口數，不能做為風險值之衡量單位，因此必須將衡量單位轉換為運輸業常用之衡量風險單位，例如「死亡人數/百萬小時」，以便與本研究之結果比較。考量到粗死亡率是指一年內之死亡人數，因此可視為國人暴露在 8,760 小時(365 天× 24 小時)內之死亡人數，故可將總死亡人數、慢性肝病及肝硬化、自殺、高血壓性疾病之死亡人數換算為以百萬小時為單位，如下表 6-23：

表 6-23、台灣地區三項死因死亡風險值(單位：人/百萬小時)

年度	總死亡		慢性肝病及肝硬化		自殺		高血壓性疾病	
	人數	風險值	人數	風險值	人數	風險值	人數	風險值
86	121,000	1,059.96	4,767	41.76	2,172	19.03	2,611	22.87
87	123,180	1,079.05	4,940	43.27	2,177	19.07	2,273	19.91
88	126,113	1,104.75	5,180	45.38	2,281	19.98	1,856	16.26
89	125,958	1,103.39	5,174	45.32	2,471	21.65	1,602	14.03
90	127,647	1,118.19	5,239	45.89	2,781	24.36	1,766	15.47

資料來源：中華民國 90 年衛生統計(公務統計)，行政院衛生署(民 91.9)、本研究計算

至於台鐵的事故風險部分，亦需配合換算成以「人/百萬小時」為單位才可與台灣地區死亡風險進行比較。不過台鐵目前並無列車行駛時間之統計，且台鐵並非單一車種，故必須由各車種之列車公里數(如下表 6-24)除以各車種之平均速率後，換算為各車種之列車小時數。其中在平均速率的部分係參考台灣鐵路旅客列車時刻表，以台北高雄間台鐵路線之距離與平均行駛時間計算各車種之平均速率，而貨物列車因無相關資料可供參考故無法由計算獲得，然因貨運列車應較普通車行車速率為慢，故本研究擬直接假設貨運列車之行車速率如下表 6-25 之對應欄位。換算後之車種別列車小時如下表 6-26：

表 6-24、台鐵車種別列車公里(單位：萬公里)

年度 車種	86	87	88	89	90
自強號	672	810	875	873	864
莒光號	649	602	576	585	714
復興號/電車	864	1,056	1,255	1,261	1,132
普通車	864	711	601	587	457
貨運列車	688	705	691	702	482

資料來源：台鐵重要業務統計指標分析，台灣鐵路管理局(民 91.8)

表 6-25、台鐵車種別平均速率

	北高距離(km)	平均行駛時間(hr)	平均速率(kph)
自強號	371.7	4.5	82.6
莒光號	371.7	5.5	67.6
復興號/電車	371.7	6.5	57.2
普通車	371.7	8	46.48
貨運列車	*	*	40

資料來源：本研究整理

表 6-26、台鐵車種別列車小時(單位：萬小時)

年度 車種	86	87	88	89	90
自強號	8.1356	9.8063	10.5932	10.5690	10.4600
莒光號	9.6006	8.9053	8.5207	8.6538	10.5621
復興號/電車	15.1049	18.4615	21.9406	22.0455	19.7902
普通車	18.5886	15.2969	12.9303	12.6291	9.8322
貨運列車	17.2000	17.6250	17.2750	17.5500	12.0500
總計	154.6297	157.0951	159.2598	160.4474	152.6946

資料來源：本研究計算

此外因必須配合衛生署之統計資料僅計算台灣地區死亡人數而不計算受傷人數，故必須重新由事故原始資料計算台鐵的事故死亡人數，以便計算台鐵之死亡風險值，不過根據表 6-13 並對照事故原始資料後發現，因台

鐵之責發生之事故並無乘客死亡僅有乘客受傷，故本研究擬以等值死亡人數代替死亡人數作為比較之用。最後根據表 6-26 之列車小時計算結果，即可求得台鐵之事故死亡風險如下表 6-27。

表 6-27、搭乘台鐵而傷亡之事故風險

年度	等值死亡人數	列車小時 (百萬小時)	風險值 (人/百萬小時)
86	0	1.55	0
87	0	1.57	0
88	5.42	1.59	3.41
89	0	1.60	0
90	29.15	1.53	19.05

資料來源：本研究計算

根據表 6-23 與表 6-27，即可比較台灣地區死亡風險與台鐵事故死亡風險，如下表 6-28：

表 6-28、台灣地區及搭乘台鐵死亡風險之比較
(單位：人/百萬小時)

年度	總死亡風險	慢性肝病及肝硬化 死亡風險	自殺死亡風險	高血壓性疾病 死亡風險	搭乘台鐵 死亡風險
86	1,059.96	41.76	19.03	22.87	0
87	1,079.05	43.27	19.07	19.91	0
88	1,104.75	45.38	19.98	16.26	3.41
89	1,103.39	45.32	21.65	14.03	0
90	1,118.19	45.89	24.36	15.47	19.05

資料來源：本研究計算