

淡江大學土木工程學系碩士在職專班

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

指導教授：李英豪 博士

研究生：藍苑綾

中華民國九十二年五月二十四日

緒論-研究背景與動機

- 軌道運輸的優點
 - 載運量大、安全、準時、運費低廉
- 軌道運輸未來發展
 - 2008國家重點發展計畫
 - 全島運輸骨幹整建計畫-總經費1.25兆元
 - 軌道建設費用佔70%以上
 - 台鐵、高鐵、捷運系統
- 軌道安全與養護維修關係
 - 軌道結構損壞須靠養護維修工作確保行車安全

-1-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

緒論-研究目的與範圍

- 軌道管理系統
 - 軌道現況調查損壞
 - 依據損壞情形評估軌道服務能力
 - 給予評分值
 - 擬定養護維修策略
- 綜合性指標
 - 軌道品質指標(TQI)
 - 軌道幾何不整發生次數
 - 軌道結構狀況指標(TSCI)
 - 軌道破壞型態、程度、數量或範圍

-2-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

緒論-研究方法與步驟

- 安全管理、個案階層管理、路網階層管理
- 國內台鐵組織架構與軌道養護管理制度
- 國外評估軌道狀況指標
- 建構軌道養護管理系統雛型程式(TMMS)
 - 綜合性指標評分
 - 路網資料庫-「動態分段」、「均質路段」
- 範例驗證
- TMMS雛型程式未來應用
- 結論與建議

-3-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

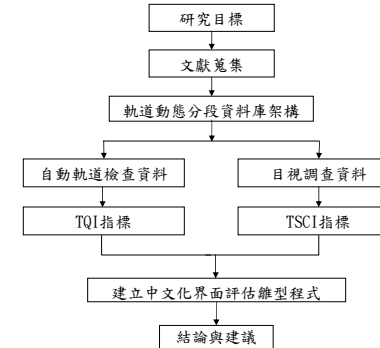
緒論-論文組織架構

- 第一章 緒論
- 第二章 文獻回顧
- 第三章 軌道管理指標之介紹
- 第四章 軌道管理資料庫雛型程式開發
- 第五章 結論與建議

-4-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

緒論-研究流程



-5-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-軌道管理簡介

- 軌道管理目的
 - 確保軌道維持於安全標準之上
 - 評估現有軌道狀況
 - 預測未來軌道狀況
 - 建立軌道損壞速率
 - 擬定養護維修需求及優先順序
 - 編製養護維修預算
 - 檢討養護維修策略的成效

-6-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-軌道管理層級

- 安全管理
 - 依軌道安全標準，確保行車安全
- 路網階層管理
 - 掌握整體軌道路網的狀態
 - 未來趨勢預測
 - 規劃整體養護維修策略
- 個案階層管理
 - 個案軌道路段管理
 - 個案重建設計

-7-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-軌道檢查等級與頻率

層級類別 項目	安管	全路網	階層管理	個案階層管理
檢查頻率	最高	次之 (一年一次)		最低
檢查項目 詳細程度	項目較少 不需太細	項目較多 較詳細		項目最多 最詳細

-8-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

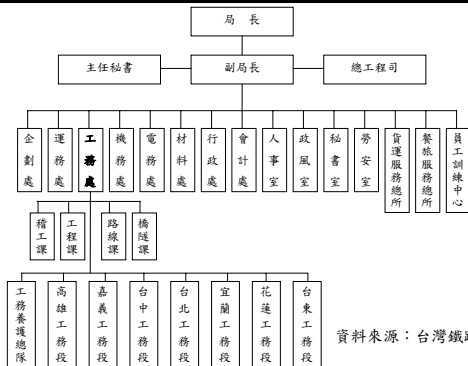
文獻回顧-軌道檢查方法

- 自動檢查
 - 軌道檢查車-軌距、水平、高低、方向、平面性等幾何不整
 - 鋼軌探傷儀-鋼軌內部損傷
- 目視調查
 - 利用步行或乘坐低速車輛
 - 需由具經驗的調查人員擔任
 - 主要為構件損壞及道碴狀況調查
- 自動檢查與目視調查相互配合

-9-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-台鐵軌道管理組織架構



資料來源：台灣鐵路管理局，2002

-10-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-台鐵軌道養護作業

- 動態路線檢查
 - EM80軌道檢查車
 - 每年四次，工務處主辦
 - 列車動搖測定器
 - 每月一次，工務段辦理
- 靜態路線檢查
 - 轄區人工調查
 - 每年二次，工務段辦理
 - 道班人員徒步巡查
 - 每週二日，工務段辦理

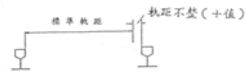
-11-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-自動軌道檢測資料類型(1)

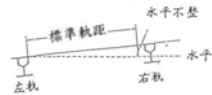
■ 軌道不整形式 [黃民仁, 1993]

■ 軌距不整



■ 水平不整

■ 直線段



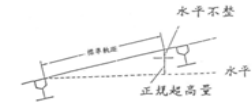
-12-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

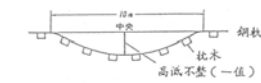
文獻回顧-自動軌道檢測資料類型(2)

■ 水平不整

■ 曲線段



■ 高低不整

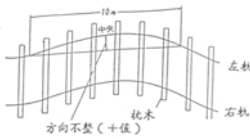


-13-

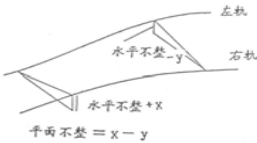
綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-自動軌道檢測資料類型(3)

■ 方向不整



■ 平面性不整



-14-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-軌道管理目標值

■ 管理目標值五等級

- 新建工程目標值
- 養護計畫目標值
- 乘車舒適感目標值
- 安全管理目標值
- 慢行管理目標值

- 新建工程目標值 > 養護計畫目標值 > 乘車舒適感目標值 > 安全管理目標值 > 慢行管理目標值

-15-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-台鐵軌道幾何不整容許標準

容許 標準 不整 之 種 別	標準 種 別	平時養護標準值			緊急整修標準值			大修或更新後 之標準值	
		甲級線 特 甲	乙級線	側 線	甲級線 特 甲	乙級線	側 線	各 等 級 路 線 相 同	混 凝 土 道 床 路 段
軌 距		+10 (+7) -5 (-4)			直線及半徑R600公尺以上 20 (14), R200公尺-R600 公尺25 (19), R200公尺 未滿之曲線20 (14)			(+1) (-3)	(0) (-3)
水 平		11 (7)	12 (8)	13 (9)	依平面性之整修值為基準			(4)	(2)
高 低		13 (7)	14 (8)	16 (9)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	(4)	(2)
方 向		13 (7)	14 (8)	16 (9)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	(4)	(2)
平 面 性		-			23 (18) 包括超高遞減量			(4) 不包括超高遞減量	

單位：mm

資料來源：交通部，1998

文獻回顧-目視調查資料類型

■ 軌道破壞形式

- 鋼軌破損或斷裂
- 鋼軌凹凸不平
- 扣件鬆動破損
- 彈性墊硬化
- 枕木腐爛斷裂
- 道碴細粒化
- 路盤沉陷

文獻回顧-軌道檢測資料之應用

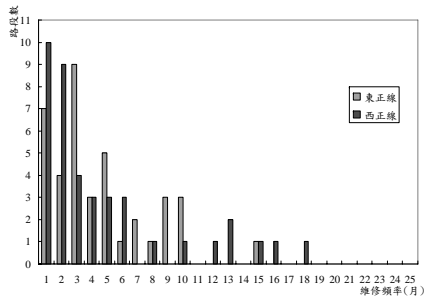
- 確認軌道損壞情況後，採取修復動作，維護行車安全
- 規劃例行性的養護維修計畫
- 針對損壞發生類型與原因，進行細部分析

文獻回顧-個案分析與討論(1)

- 以宜蘭線鐵路為例，將列車動搖測定器放置於自強號(時速約80km)車廂地板上，連續檢測25個月，每3秒測定一次，檢測點距離約為50公尺，記錄高低及方向動搖加速度值，標示超出容許值之損壞點之里程並進行養護維修作業
- 本研究為分析其維修頻率，將損壞點前後各25及50公尺做為路段長度，繪成長條圖如下：

文獻回顧-個案分析與討論(2)

■ 路段長度為50公尺之高低不良維修頻率

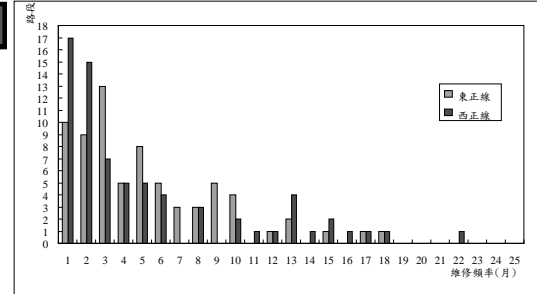


-20-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(3)

■ 路段長度為100公尺之高低不良維修頻率

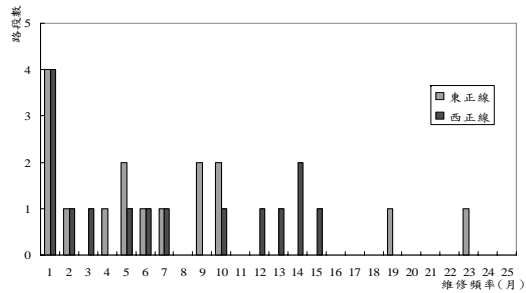


-21-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(4)

■ 路段長度為50公尺之方向不良維修頻率

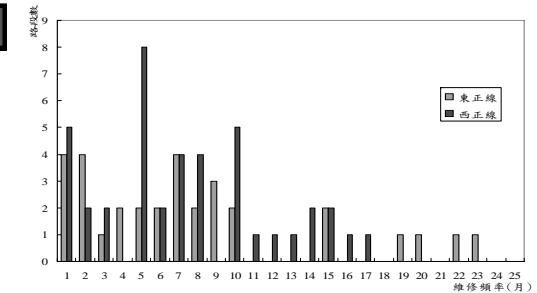


-22-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(5)

■ 路段長度為100公尺之方向不良維修頻率



-23-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(6)

■ 高低不良部份：

- 路段長50公尺-三個月內至少維修一次的路段
 - 東正線-20個路段，佔全體路段(39)之51%
 - 西正線-23個路段，佔全體路段(40)之58%
- 路段長100公尺-三個月內至少維修一次的路段
 - 東正線-32個路段，佔全體路段(71)之45%
 - 西正線-39個路段，佔全體路段(71)之55%

-24-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(7)

■ 方向不良部份：

- 路段長50公尺-三個月內至少維修一次的路段
 - 東正線-5個路段，佔全體路段(16)之31%
 - 西正線-6個路段，佔全體路段(15)之40%
- 路段長100公尺-三個月內至少維修一次的路段
 - 東正線-9個路段，佔全體路段(32)之28%
 - 西正線-9個路段，佔全體路段(41)之22%

-25-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

文獻回顧-個案分析與討論(8)

■ 維修頻率過高的原因：

- 養護維修項目、範圍認定差距
- 養護維修作業僅解決表面問題
- 路段本身條件不良

■ 改善建議：

- 利用量化指標評估軌道現況
- 建立標準化軌道調查程序
- 以「動態分段」劃分「均質路段」，做為軌道管理的基本單元

-26-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-管理指標種類

■ 養護需求綜合指標^[王兆賢, 2001]

- 將五種軌道不整形式以曲率、列車通過噸數、降雨量、鋼軌接合情形及道碴清潔度之影響相關係數，加以權重組合表示
 - $Z=0.209Y_1+0.199Y_2+0.192Y_3+0.193Y_4+0.207Y_5$
 - Y_1 為軌距不整， Y_2 為高低不整， Y_3 為水平不整， Y_4 為方向不整， Y_5 為平面性不整
- 最高與最低之影響係數僅相差0.017，無法顯現個別之重要性
- 以類似平均方式計算指標值，將低估損壞情況

-27-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TQI(1)

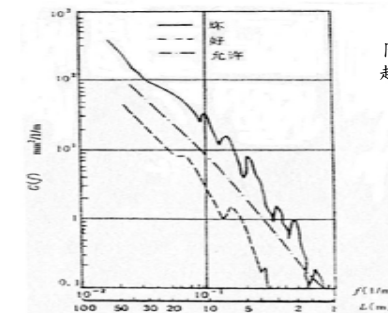
- 軌道品質指標(Track Quality Index,TQI)
 - 適用於高運量、高速度軌道系統
 - 以軌道檢查車檢測軌道不整狀況，不整波形由隨機及固定部份組成
 - 一、隨機波形
 - 與列車種類、載重、速度有關
 - 以功率譜密度值(Power Spectral Density,PSD)描述
 - PSD為區段內某頻率 f 區間內軌道不整量平方值之平均數，以 $G(f)$ 表示
 - 同一波長之PSD值越低，軌道越平順

-28-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TQI(2)

- 高低不整PSD與頻率(波長)關係



同一波長之PSD值
越低，軌道越平順

資料來源：王其昌，2001

-29-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TQI(3)

- 二、決定波形
 - 與鋼軌接頭、道岔、平交道等有關
 - 以軌道單位長度內幾何不整超過門檻值的損壞次數簡易計算[Fazio and Corbin,1986]
 - 安全管理應用：針對軌道不整超過門檻值發生位置，進行養護維修作業
 - 路網階層管理應用：依據歷次檢測的改變量推估軌道損壞速率
- 軌道不整由隨機及決定組成，隨機波形需考慮軌道結構與列車動力互制行為，因此應用上可採以決定波形之損壞次數做為TQI值

-30-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(1)

- 軌道結構狀況指標(Track Structure Condition Index,TSCI)
 - 利用目視調查確認軌道損壞型態、程度及範圍
 - 將損壞型態依材料性質分為三大類：
 - 鋼軌接頭狀況指標(RJCI)
 - 軌枕狀況指標(TCI)
 - 道碴路基狀況指標(BSCI)
 - RJCI、TCI、BSCI由低至高排列後計算TSCI
 - TSCI評分由0至100，區分為七等級

-31-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(2)

- 目視調查較為耗時，因此採用「抽樣調查」方式，由樣本路段代表整體路段狀況
- TSCI計算程序
- 劃分軌道路段及樣本單位
 - 分段條件：交通量、軌道結構、軌道用途
 - 樣本單位抽樣標準：

樣本總數	調查樣本數
1-4	1
5-10	2
11-20	3
21-40	4
40以上	10%

-32-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(3)

- 軌道損壞型態：
 - 鋼軌和接頭扣件損壞RJCI：R1~R6
 - 軌枕損壞TCI：T1~T8
 - 道碴及路基損壞BSCI：B1~B11
- 損壞嚴重程度：
 - 輕微(L)、中度(M)、嚴重(H)、非常嚴重(VH)
 - 一般分為上述四種，部份損壞型態不因分級而影響養護維修作業排定而未分級
- 損壞數量或範圍：
 - 以損壞發生次數除以樣本單位內鋼軌、接頭、軌枕數量做為損壞密度，若損壞為連續發生，則以影響範圍除以樣本單位長度

-33-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(4)

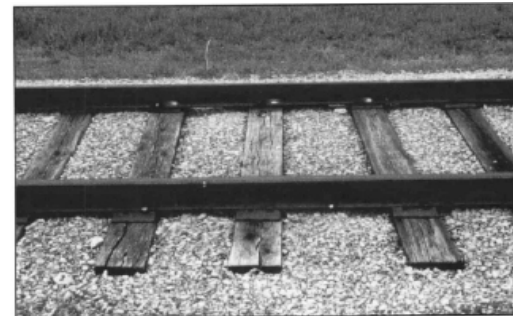


損壞型態：R1(鋼軌頭部碎片)，嚴重程度：L

-34-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(5)



損壞型態：T2(相鄰軌枕損壞)，嚴重程度：M

-35-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(6)



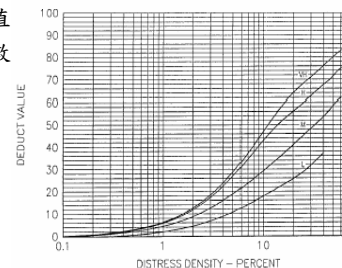
損壞型態：B6(噴泥)，嚴重程度：M

-36-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(7)

- 將損壞密度以百分比表示，由扣分曲線查出扣分值(Deduct Value, DV)
- 由大到小排列各扣分值
- 以公式決定扣分值個數
 - $m = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV) \leq 10$
 - m 為扣分值個數，HDV為大於2之最高扣分值

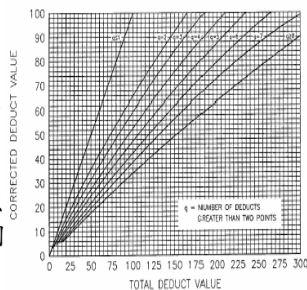


-37-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(8)

- 將各扣分值相加得總扣分值(Total Deduct Value, TDV)
- 以大於2的扣分值個數決定 q
- 由總扣分值TDV及 q 查圖得修正扣分值(Corrected Deduct Value, CDV)
- 將大於2的最小個別扣分值以2代替，重覆上述步驟，直到 $q=1$
- $RJCI、TCI、BSCI = 100 - CDV_{max}$

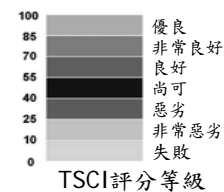


-38-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-TSCI(9)

- 由低至高排列RJCI、TCI、BSCI值，最低者為 CI_{low} ，其次為 CI_{mid} ，最高者為 CI_{high}
- $TSCI = 0.5 * CI_{low} + 0.35 * CI_{mid} + 0.15 * CI_{high}$
- 由TSCI值決定路段評分等級



資料來源：Uzarski，1993

-39-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理指標介紹-綜合比較

指標 項目	TQI	TSCI
檢查方式	儀器自動檢查	人工目視調查
檢查型態	軌道幾何不整	軌道結構狀態
檢查類別	全面普查	抽樣調查
評分機制	以超過門檻值之不整次數計算	以0~100分計分
檢查費用	高	低
適用系統	高速度、高運量	低速度、低運量

-40-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(1)

- 路網階層管理所需資料為精簡且具代表性
- 個案階層管理所需資料為詳盡且資料量大
- 使用資料庫之優點：
 - 資料儲存單一化，減少重複輸入
 - 資料可針對不同的應用重複使用
 - 資料便於管理並確保一致性
 - 使用者僅需學習操作同一套軟體
 - 複雜處理流程只需設計一遍，日後可重複使用

-41-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(2)

- 路段定義
 - 固定長度路段-以固定長度區分不同路段
 - 均質路段-依路段的屬性區分不同路段
- 均質路段中的交通量或結構型式等屬性均相同，路段之起、迄點即為屬性改變位置
- 劃分均質路段的目的是做為軌道管理的最小單元
- 台鐵養護工作並無軌道分段概念，僅記錄損壞點里程，資料管理效率較差

-42-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(3)

- 本研究劃分均質路段的分段依據
 - 基本資料
 - 路線種類：主正線、副正線
 - 鋼軌型式：長焊鋼軌、重軌、輕軌
 - 區段：隧道、橋樑、路基
 - 完工時間：軌道完工時間
 - 幾何條件
 - 線形：道岔、曲線段、直線段
 - 坡度： $G \geq 20\%$ 、 $G \geq 10\%$ 、 $G < 10\%$
 - 養護維修資料可能使路段原始屬性改變，暫不考慮納入分段依據

-43-

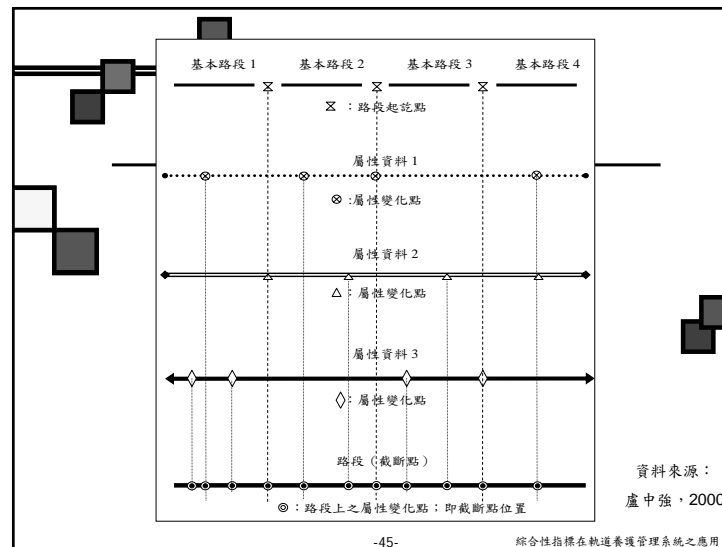
綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(4)

- 動態分段-以資料原始登錄方式，記錄於各獨立表單，透過關連式資料庫及電腦程式予以連結彙整，將不同屬性路段劃分為不同均質路段
- 本研究發展之軌道養護管理系統資料庫雛型程式(Track Maintenance Management System, 簡稱TMMS)為一中文化界面之TSCI計算及動態分段資料庫程式
 - 主要為路網階層管理設計，但亦能計算個案階層管理之路段評分值

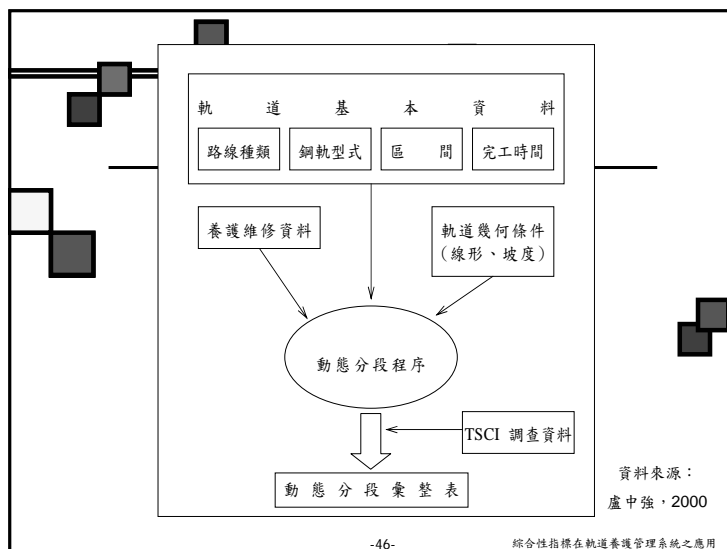
-44-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用



-45-

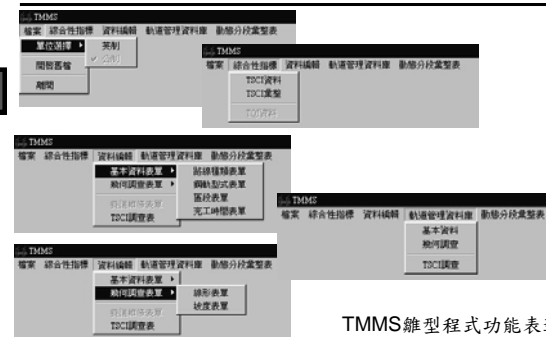
綜合性指標在軌道養護管理系統之應用



-46-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(5)



-47-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(6)

基本資料

樣本編號 正線別 調查年度

樣本路段起點 迄點 樣本路段長度 m

樣本路段內鋼軌數量 軌枕數量 接頭數量

TDCI

攝像型號 攝像程度 數量 新增 刪除

序	型	攝像程度	數量	備註
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

計算新增 新增本單位 回主選單

-48-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(7)

TDCI調整

樣本編號 樣本長度 m BAJCL 新增樣本

正線別 鋼軌數量 TCL 刪除本管資料

調查年度 軌枕數量 BSCL 本管資料計算

起點 接頭數量 TSCL 全部重新計算

迄點 接頭數量 軌枕列表

計算 上一筆 下一筆 完畢

攝像型號	攝像程度	數量	密度	綜合值
01	L	2	0.5	26.1
05	N/A	1	0.01	1.4
11	L	1	0.006	0.6
18	L	2	0.013	2.7
02	L	10	0.1	12.6
06	M	10	0.063	24.7

回主選單

-49-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(8)

歷年坡度資料

年度 正線別 起點 迄點 坡度(百分比)

年度	正線別	起點	迄點	坡度(百分比)
91	康	10.9	11.0	-10
91	康	10.5	12.5	-10
91	康	12.5	12.8	-10
91	康	12.8	13	-10
91	康	13	15.5	-10
91	康	15.5	15.8	-10
91	康	15.8	18	-10
91	康	18	20.5	-10
91	康	20.5	33	-10
91	康	33	33.6	-10
91	康	33.6	34	-10

新增資料 下一筆 上一筆 完畢

91 年度調查資料

-50-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(9)

軌道管理資料庫雛型程式(9) 顯示多個視窗疊疊的畫面

視窗 1: 基本資料表 (年度, 正線別, 起點, 迄點, 坡度)

視窗 2: TDCI調整表 (樣本編號, 樣本長度, 鋼軌數量, 軌枕數量, 接頭數量)

視窗 3: 歷年坡度資料表 (年度, 正線別, 起點, 迄點, 坡度)

視窗 4: 綜合性指標表 (攝像型號, 攝像程度, 數量, 密度, 綜合值)

-51-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(10)

軌道編號	起點	終點	軌道種類	鋼軌型式	區段	完工時間
1.5	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	1
1.5	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	2
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	3
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	4
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	6
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	7
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	8
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	9
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	10
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	11
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	12
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	13
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	14
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	15
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	16

-52-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式(11)

軌道編號	起點	終點	軌道種類	鋼軌型式	區段	完工時間	軌道半徑	坡度(千分比)	路段TSCI
1.5	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	1	0	0	1.5
1.5	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	2	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	3	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	4	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	5	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	6	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	7	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	8	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	9	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	10	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	11	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	12	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	13	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	14	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	15	0	0	1.5
1.4	1.4	1.5	主正線	鋼軌	1903	16	0	0	1.5

-53-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式驗證(1)

- 以RAILER程式中軌道編號1102為例做驗證
 - 軌道長度493 ft，鋼軌平均長度33 ft，軌枕間距22.5 in
 - 計算結果：RJCI=68，TCI=78，BSCI=17，TSCI=44

Segment ID: 1102

Begin Station: 5+07

End Station: 10+00

Length: 493 ft

RJCI: 68

TCI: 78

BSCI: 17

TSCI: 44

-54-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式驗證(2)

- 本雛型程式計算結果：

Track Number: 1102

Track Length: 150.3 m

Track Type: 68

Track Year: 11

Track Length: 263

Track Year: 11

Track Length: 30

Track Year: 11

Track Length: 30

Track Year: 11

軌道編號	軌道種類	數量	單位	計算值
1.1	M	1	0.005	3.14
1.3	M	2	0.005	6.28
1.5	M	3	0.005	9.42
1.7	M	4	0.005	12.56
1.9	M	5	0.005	15.70
2.1	M	6	0.005	18.84
2.3	M	7	0.005	21.98
2.5	M	8	0.005	25.12
2.7	M	9	0.005	28.26
2.9	M	10	0.005	31.40
3.1	M	11	0.005	34.54
3.3	M	12	0.005	37.68
3.5	M	13	0.005	40.82
3.7	M	14	0.005	43.96
3.9	M	15	0.005	47.10
4.1	M	16	0.005	50.24
4.3	M	17	0.005	53.38
4.5	M	18	0.005	56.52
4.7	M	19	0.005	59.66
4.9	M	20	0.005	62.80
5.1	M	21	0.005	65.94
5.3	M	22	0.005	69.08
5.5	M	23	0.005	72.22
5.7	M	24	0.005	75.36
5.9	M	25	0.005	78.50
6.1	M	26	0.005	81.64
6.3	M	27	0.005	84.78
6.5	M	28	0.005	87.92
6.7	M	29	0.005	91.06
6.9	M	30	0.005	94.20
7.1	M	31	0.005	97.34
7.3	M	32	0.005	100.48
7.5	M	33	0.005	103.62
7.7	M	34	0.005	106.76
7.9	M	35	0.005	109.90
8.1	M	36	0.005	113.04
8.3	M	37	0.005	116.18
8.5	M	38	0.005	119.32
8.7	M	39	0.005	122.46
8.9	M	40	0.005	125.60
9.1	M	41	0.005	128.74
9.3	M	42	0.005	131.88
9.5	M	43	0.005	135.02
9.7	M	44	0.005	138.16
9.9	M	45	0.005	141.30
10.1	M	46	0.005	144.44
10.3	M	47	0.005	147.58
10.5	M	48	0.005	150.72
10.7	M	49	0.005	153.86
10.9	M	50	0.005	157.00
11.1	M	51	0.005	160.14
11.3	M	52	0.005	163.28
11.5	M	53	0.005	166.42
11.7	M	54	0.005	169.56
11.9	M	55	0.005	172.70
12.1	M	56	0.005	175.84
12.3	M	57	0.005	178.98
12.5	M	58	0.005	182.12
12.7	M	59	0.005	185.26
12.9	M	60	0.005	188.40
13.1	M	61	0.005	191.54
13.3	M	62	0.005	194.68
13.5	M	63	0.005	197.82
13.7	M	64	0.005	200.96
13.9	M	65	0.005	204.10
14.1	M	66	0.005	207.24
14.3	M	67	0.005	210.38
14.5	M	68	0.005	213.52
14.7	M	69	0.005	216.66
14.9	M	70	0.005	219.80
15.1	M	71	0.005	222.94
15.3	M	72	0.005	226.08
15.5	M	73	0.005	229.22
15.7	M	74	0.005	232.36
15.9	M	75	0.005	235.50
16.1	M	76	0.005	238.64
16.3	M	77	0.005	241.78
16.5	M	78	0.005	244.92
16.7	M	79	0.005	248.06
16.9	M	80	0.005	251.20

-55-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式驗證(3)

- 手算結果
- $TSCI = 0.5 * 17 + 0.35 * 68 + 0.15 * 78 = 44$
- TMMS雛型程式與手算結果均和RAILER範例相同

		扣分值					TDV	q	CDV
RJCI	31	0.5	0.5			32	1	32	
RJCI=100-CDV _{max} =100-32=68									
		扣分值					TDV	q	CDV
TCI	14	9	6.5	6	3.5	39	5	21	
	14	9	6.5	6	2	37.5	4	22	
	14	9	6.5	2	2	33.5	3	22	
	14	9	2	2	2	29	2	22	
14	2	2	2	2	22	1	22		
TCI=100-CDV _{min} =100-22=78									
		扣分值					TDV	q	CDV
BSCI	61	46	30	29	11.6	177.6	5	79	
	61	46	30	29	2	168	4	83	
	61	46	30	2	2	141	3	80	
	61	46	2	2	2	113	2	72	
	61	2	2	2	2	69	1	69	
BSCI=100-CDV _{min} =100-83=17									

-56-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式未來應用(1)

- TMMS雛型程式利用「動態分段」劃分「均質路段」，能迅速調整均質路段的起、迄點，提昇資料的管理效率
- TMMS雛型程式可依路網或個案階層管理需求計算路段TSCI值，做為日後排定養護維修優先順序
- 由歷年TSCI調查資料可推估軌道損壞速率，預測未來軌道狀況，並能藉此檢討養護維修計畫之成效

-57-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

軌道管理資料庫雛型程式未來應用(2)

- 因TSCI適用低運量及低速度軌道系統，部份損壞型態之扣分值應酌以調整，避免低估評分值，方能符合國內軌道管理需求
- 日後TMMS雛型程式可結合GIS地理資訊系統，將軌道資料予以圖形化，或併入養護維修預算編製及工作項目之擬定，使軌道管理系統功能更加完善

-58-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

結論(1)

- 本研究引用TSCI指標，以目視方式調查軌道損壞情形，藉以評估軌道現況
- 本研究以路網階層管理需求，選取精簡且具代表性資料，將各軌道路段以抽樣調查方式，計算TSCI評分值
- 本研究為方便操作及更新維護，採資料來源的原始格式建構軌道管理資料庫
- 本研究以動態分段劃分均質路段，取代傳統固定長度管理方式

-59-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

結論(2)

- 均質路段能彈性調整路段屬性起、迄點，確保資料正確性及一致性，適合做為養護維修之基本單元
- TMMS雛型程式可供計算路段TSCI評分值及劃分均質路段，且經驗證TMMS雛型程式評分之正確性，與RAILER相同

-60-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

建議(1)

- TOI指標可採單位長度內超過門檻值之幾何不整次數，做為管控安全之標準
- TSCI指標及抽樣調查概念，可做為目視調查之依據，供路網階層管理排定養護順序
- 不同指標具不同適用性，應視實際軌道特性，慎選足以反應軌道現況者，並應嚴謹界定損壞程度，避免低估評分值
- 建立目視調查標準化程序，避免主觀判斷差異，確保調查資料之正確性與一致性

-61-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

建議(2)

- 利用攜帶型電腦或PDA，將損壞型態予以建檔，供現場調查人員對照，直接記錄並計算評分值，減少重複抄寫及辨識錯誤
- 除依綜合性指標評估軌道現況外，更應建立軌道績效預測模式，掌握軌道損壞趨勢，進一步檢討養護維修計畫之成效

-62-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用

簡報完畢
敬請指教

-63-

綜合性指標在軌道養護管理系統之應用