

# 軌道車輛行駛彎道之安全性能評估

劉志賢、鄧作樑

E-mail: 9314781@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

由於軌道車輛具備便利性、時效性以及經濟性，已成為目前臺灣積極發展的交通運輸工具，而軌道運輸的研究範疇主要可以分為安全性以及舒適性兩方面，其中列車脫軌造成因素的探討更是研究軌道車輛安全性的首要工作。本論文利用單一節車廂、兩轉向架及四輪軸組所組成的模型來作為研究的目標，主要探討輪軸組與軌道直接接觸所受的垂向力以及側向力，並藉由所求出的垂向力以及側向力進而計算軌道車輛之脫軌係數，以判斷軌道車輛是否安全行駛。本研究中輪軸組的車輪與軌道之間接觸關係是採用Kalker的線性接觸理論，並利用牛頓第二運動定律來推導系統的運動方程式，並藉一實例分析與文獻所提供之實車實驗值及模擬軟體OMNISIM所得的數值結果進行比對。此外；並利用本論文方法所得之運動方程式，藉由變更列車過彎時的速度與過彎半徑來探討列車行駛時的安全性能。期望藉由本論文之研究提供軌道車輛設計及軌道路線設計之參考與應用。

關鍵詞：軌道車輛，彎道，脫軌，轉向架，懸吊系統。

## 目錄

簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	v	英文摘要.....	v
要.....	vi	誌謝.....	vii	目錄.....	vii
錄.....	viii	圖目錄.....	x	表目錄.....	x
錄.....	xii	符號說明.....	xiii	第一章 緒論.....	xiii
論.....	1	1.1 緣起.....	1	1.2 國內外有關本問題之研究情況.....	1
標.....	3	1.3 研究步驟.....	5	1.4 本文目標.....	5
率.....	6	第二章 理論基礎.....	7	2.1 Hertz's 接觸理論與潛滑率.....	7
論.....	7	2.2 潛滑率運用在輪軌上的計算.....	9	2.3 Kalker's 的線性理論.....	9
式.....	10	2.4 潛滑力與潛滑率的關係.....	12	2.5 列車脫軌模式.....	12
式.....	14	2.6 脫軌係數.....	14	第三章 軌道車輛運動方程式.....	14
導.....	24	3.1 軌道車輛模型.....	24	3.2 運動方程式推導.....	24
式.....	25	3.2.1 運動座標關係式.....	25	3.2.2 輪軸組的運動方程式.....	25
力.....	28	3.3 輪軌潛變力關係式.....	33	3.4 懸吊力.....	33
證.....	38	第四章 實例驗證與分析.....	49	4.1 實例驗證.....	49
議.....	49	4.2 安全行駛速度.....	53	第五章 結論與建議.....	53
	67	參考文獻.....	70		70

## 參考文獻

- [1] J. J. Kalker, "On the Rolling Contact of Two Elastic Bodies in the Presence of Dry Friction", Ph. D. dissertation, Delft University of Technology, Delft, Netherlands, (1967).
- [2] Boocook, D., "Steady state motion of railway vehicle on curved track.", Journal of Mechanical Engineering Science, vol.11, No.6, pp.556-566, (1969).
- [3] R. C. White, D. A. Limbert, J. K. Hedrick, and N. K. Cooperrider, "Guideway-Suspension Tradeoffs in Rail Vehicle Systems", Report DOT-OS-50107, U. S. Department of Transportation, Washington, D. C. -(January 1978).
- [4] Vijay K. Garg and Rao V. Dukkipati "Dynamics of railway vehicle systems", Academic Press, (1984).
- [5] Masaki, MATSUO., "Quasi-Static Derailment of a Wheelset," QR of RTRI, vol.27, pp.94-97, (1986).
- [6] Yoshihiro Suda., "Improvement of High Speed Stability and Curving Performance by Parameter Control of Trucks for Rail Vehicles -Considering Independently Rotating Wheelsets and Unsymmetric Structure", JSME International Journal, Series , Vol.33, No.2. -pp.176-182, (1990).
- [7] 俞展猷、李富達、李谷, "車輛脫軌及其評價", 鐵道學報, 第21卷, 第3期, (1999).
- [8] 翟婉明, "車輛-軌道耦合動力學", 中國鐵道出版社(2002).

- [9] H. Hertz, "Gesamelte Werke," Vol.I, p.155, Leipzig, (1895).
- [10] F. W. Carter, "On the action of locomotive driving wheel", Proc. R. Soc. London, Ser. A, 112, pp.151-157, (1926).
- [11] Shen, Z. Y, Hedrick J K, Elkins J A. "A comparison of alternative creep force models for rail vehicle dynamic analysis", Proceedings of 8th IAVSD Symposium, MIT, Cambridge, pp.591~ 605, (1983).
- [12] Nadal, M.J., "Locomotives a vapeur", Collection encyclopedie scientifique, bibliotheque de mecanique appliquee et genie, 186, -(Paris), (1908).
- [13] Weinstock, H., "Wheel Climb Derailment Criteria for Evaluation of Rail Vehicle Safety", Paper no.84-WA/RT-1, Winter Annual Meeting of the American Society of MECHANICAL Engineers, November(1984).
- [14] 張家豪 "鐵路轉向架系統於彎曲軌道運動之脫軌行為與穩定分析", 碩士論文, 成功大學機械工程所, 台南(2002)。
- [15] U.S.Department of Transportation, Federal Railroad Administration. - "Safety of Railroad Passenger Vehicle Dynamics" Final Summary -Report July(2002).
- [16] D. J. Thompson, A. D. Monk-Steel, C. J. C. Jones "Railway Noise : Curve Squeal, Roughness Growth, Friction and Wear", (2003).
- [17] F.B.Blader, "A review of Literature and Methodologies in the Study of Derailments caused by Excessive Forces at the Wheel/Rail Interface", AAR Technical Center Report No. R-717, (1990).
- [18] 中華軌道車輛工業發展協會, "軌道車輛工業資訊Railway Information", NO:22(2002)。
- [19] 張有恆、蘇昭旭, "現代軌道運輸" 人人出版股份有限公司, 台北(2002)。
- [20] 陳嘉暉, "軌道車輛過彎動態響應分析", 碩士論文, 中正大學機械工程研究所, 嘉義(2001)。
- [21] 張筑壹, "分析軌道不整對脫軌風險之影響", 碩士論文, 成功大學土木工程研究所, 台南(2002)。
- [22] 張世福, "非線性接觸力對行駛於彎曲軌道車輛系統之動態穩定性效應", 碩士論文,成功大學機械工程研究所, 台南(2001)。
- [23] 黃民仁, 陳世芳, "鐵路工程學", 文笙書局, 台北(2004)。