

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別： 考察)

歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：上尉技士、荐聘技士

姓名：洪興漢、周亞屏

出國地區：歐洲

出國期間：900929~901007

報告日期：901219

I0/
C09005535

報 告 資 料 頁			
1. 報告編號： CSIPW-90B- E0003	2. 出國類別： 考 察	3. 完成日期： 90 年 12 月 19 日	4. 總頁數： ...55 頁
5. 報告名稱：歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集			
6. 核准 文號	人令文號 部令文號	90 銓鑑字第 007000 號	
7. 經 費	新台幣：226,958 元		
8. 出(返)國日期	90 年 9 月 29 至 90 年 10 月 7 日		
9. 公差地點	德國(司圖加特、漢堡)、捷克(布拉格)		
10. 公差機構	VOITH、VUZ、SKODA、PHOENIX		
11. 附 記			

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別： 考察)

(裝
釘
線)

歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：上尉技士、荐聘技士

姓名：洪興漢、周亞屏

出國地區：歐洲

出國期間：900929~901007

報告日期：901219

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集

頁數 55 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院/周亞屏/03-4456539

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

洪興漢等二人/中科院第二研究所/工程發展組/上尉技士/03-4456539

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：

900929~1007

出國地區：

歐洲 (德國、捷克)

報告日期：

901219

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集	
出國計畫主辦機關名稱：中山科學研究院	
出國人姓名/職稱/服務單位：洪興漢等 2 人/上尉技士/中山科學研究院	
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> ①不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> ③內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 8.其他處理意見： <u>本報核及紙才請註訂，勿送本組轉呈軍管處</u>
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因：_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

會政戰室
綜環組

唐國鈞
技研所
佐李嘉華

第二研究所
保參官羅琳

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

分類號/目

關鍵詞：軌道車輛、輕軌車，轉向架

內容摘要：

輕軌車計畫赴歐洲德國、捷克等國，拜訪 VOITH、SKODA，VUZ，PHEONIX 等公司，分別就齒輪傳動系統、推進系統、軌道車輛測試場及懸吊系統之彈性元件進行研討及參觀製造現場，並順道參觀連貫歐洲各國的德鐵長途高速列車 ICE_1 維修廠。

主要研討重點在 100%低地板輕軌車及轉向架設計、輕軌車牽引馬達的技術品質及未來直接採購途徑、輕軌車及轉向架測試認證項目及國內第一個輕軌車測試場規劃，此外並為國內輕軌車轉向架找尋適用的懸吊系統替代性零件。

經過技術研討機會，設計者與製造者可進行產品、元件間技術交流，以確保產品品質並保留設計彈性，以因應未來市場規格的變化。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

歐洲(德國、捷克)軌道車輛技術研討暨商源蒐集

壹、出國目的及緣由

中山科學研究院第二研究所執行經濟部科技研究發展專案計畫

「機械業關鍵系統技術研究發展第二期三年計畫(2/3) __九十年度科技專案”軌道車輛系統整合計劃”」，至本年度結束已成功的製造完成輕軌展示車一輛，並完成輕軌原型車設計及製造，即將進行組裝。為使設計人員能更了解系統特性，因此利用此次中華軌道工業發展協會邀訪歐洲機會，派員前往德國、捷克等國參加技術研討活動，先後與齒輪製造廠 VOITH、牽引馬達製造廠 SKODA、以及懸吊系統元件製造廠 PHOENIX 等歐洲軌道車輛元件大廠，就輕軌車轉向架動力傳動系統及懸吊系統等重要元件之功能特性與需求規格進行研討，並參觀其生產線和品管測試過程。另一項重點是前往 VUZ 軌道車輛測試場，研討整車測試與車輛安全認證等之相關技術。並蒐集商品化零組件相關之技術資料、以為未來輕軌商用車轉向架開發與車輛系統認證作好先期準備。

貳、公差心得

這次有機會實際參觀傳輸齒輪、牽引馬達、懸吊系統彈性元件製造廠，對轉向架元件結構、特性及相互間之配合安裝，有進一步了解；在參觀捷克國家環形軌道測試場後，對歐洲國家在大眾運輸車輛方面所建立的安全規範與車輛安全認證制度有深切體認。只有從先期規劃控制整體車輛品質著手，才能真正獲得行車安全保障。

牽引馬達：

捷克 SKODA 廠之設備及製造能力與國內東元電機相較並無顯著差異，只要有足夠市場需求量，轉由國內生產應無問題。不過，尚須投資 H 級絕緣及 T200 或 T220 級絕緣系統之 VPI 含浸設備、3D 量測設備及正式生產製造時之治具。

測試場：

參觀捷克國家環形軌道測試場後，發現環形測試場是屬於大、小型環形軌道測試場混合鋪設建造。在研究分析捷克國家大型測試場之測試佈置圖及測試速度與輕軌車測試場條件後，發現輕軌車測試場並不需要高速度測試場之高速測試條件，故大型環形測試場暫不予考慮。但需考量超高度、次高度、加寬度、及介曲線等之因素，方使測試場能達到最佳、最經濟的測試效果。

輕軌電車測試場對於未來的輕軌車在建造與運轉測試上都是

非常的重要。它能使新建造之輕軌電車在尚未正式運轉前，由測試中找出問題點，除了能給予輕軌電車做適時的修正外，更可以做為下一次輕軌電車設計製造的參考，它更是造車設計者修正及實際測試經驗取得之最佳場所，不但大大的提升了未來市場的競爭性，因它的存在也增加了輕軌電車在未來正式營運上的安全性及可靠性，除了可提供輕軌電車靜態的測試外，更重要是做動態的測試，故大凡經過測試場測試後的輕軌電車，都能使每一位旅客保有安全舒適的乘車感覺。

台灣所需之輕軌電車測試場是針對輕軌電車測試而建立的，小型環形測試場可在軌距上以標準軌及窄軌共同混合建造而成。我們可以先研究國外之小型環形測試場之測試條件，並吸取國外的經驗，做為未來本國在籌建輕軌車測試場參考之依據。除了較能適合本國輕軌電車測試場測試需求外，更能在未來達到符合國際標準以進軍未來輕軌電車之國際市場。

未來台灣輕軌電車之測試場內，有中、低速度測試，寬、窄軌距，直線試車測試路線，大、中、小曲率半徑測試，介曲線測試，超高度測試，上坡度測試，下坡度測試，安全煞車距離測試等。同時在每一個測試起始點及終點和預定測試項目，需要建立路標與信號及通訊設備來進行搭配執行。當然其他的基礎測試設備及預定測試條件，都應在建造測試場的同時列入考量。未來如

能配合測試場電腦連線作業及建立簡易的輕軌電車測試控制中心，更能提升測試效果與掌控測試的數據與準確度。

根據以上分析台灣未來所需之測試場，最適合針對發展建造輕軌電車之測試場。除了可以協助提昇輕軌電車之設計製造之機制外，更可帶動軌道相關產業蓬勃的發展，對於傳統產業根留台灣有正面的回應與莫大的鼓舞。此多方面經濟型之輕軌電車測試場地，可以在同一場地上做不同軌距及條件的測試，不但合乎目前本國軌距測試的需求外，在未來輕軌電車進軍國外市場時，除了在外型上以客戶導向之優勢外，也因輕軌電車經過測試場實際測試運轉後，在品質上和數據上都具有說服和競爭力，所以未來台灣小型測試場是有興建的必要與時效性的。

參、效益分析

受動力轉向架高度限制，一般所稱的低地板輕軌車，如德國 Karlsruhe 輕軌線 GT6-70、美國 NEW Jersey 輕軌線，其車箱低地板高度大概只能達到 70%，要達成 100%低地板要求就必須在轉向架傳動系統配置上做重大的改變。以目前台灣採用的 1067mm 窄軌距標準，要突破先天上的限制而達成 100%低地板的輕軌車轉向架設計相當困難，也一直是現階段努力目標。在本次拜訪 VOITH 齒輪廠所蒐集的參考資料中，已獲得一些 100%低地板輕軌車相關資訊，如 Bombardier Cityrunner、Siemens Combino 等輕軌車系統：

澳洲 ESG-Linz 路線使用 Bombardier 製造的 100%低地板輕軌電車，使用軌距為 900mm，全車空重 44 噸，最大行車速度 70KM/h。ESG-Linz 轉向架有兩組驅動裝置，置於驅動輪外側，以空出中央走道空間（詳如附圖一、二）。

德國 AEG GT6N 低地板輕軌電車原型車，採用 VOITH Hydrolock 齒輪箱，為最先進的左右輪液壓切換連接型式，目前已有 120 輛運行於柏林輕軌路線，成為標準的動力裝置（詳如附圖三、四）。

這些資料對未來開發 100%低地板輕軌車有相當大的幫助。

舒適與低噪音的乘坐品質是大眾運輸工具基本需求，先進車

輛已大量使用彈性元件於機構主要連接部位。彈性元件功能在增加舒適、減低噪音、降低磨耗及延長零件使用壽命。

PHOEXIX 位於德國漢堡為歐洲主要的彈性元件製造廠，在軌道車輛方面的主要產品有彈性軌道路基、彈性鐵軌支撐座及金屬橡膠合成元件 MEGI[®] 如 MEGI[®] 緩衝座、軸彈簧、層彈簧、聯軸元件、襯套、球軸承，另外還製造模組化的空氣彈簧系統等重要元件(詳如附圖五)。

在拜訪 PHOEXIX 公司的研討過程中，對彈性元件壽命分析及製程有進一步的了解，除獲得完整型錄外，並就台灣輕軌原型車懸吊系統規格進行討論，以提供適合之一、二次懸吊系統元件(詳如附圖六、七) 建立新商源。另外透過 PHOEXIX 公司的安排，我們特別前往德鐵 ICE 維修場，參觀 ICE 檢修系統，ICE 為貫通歐洲各國的高速列車，分成 ICE-1、ICE-2、ICE-3、ICE-T 四種車不同車型，其中 ICE-3 曲線速度 150km、直線速度 330km，ICE-T 曲線、直線速度都可達 230km，另有 ICE-4 將於將於 2005 年商業運轉。

ICE 維修系統在德國境內共有三個廠，分別位於漢堡 (ICE-1)、柏林 (ICE-2) 及慕尼黑(ICE-3&T/ICE-4)，各自負責特定車種的專門維修及各型 ICE 的一般性檢查、清潔。漢堡 ICE 廠，廠房長 430m 寬 65m，分成 8 個檢修道，可同時處理 8 列車，

每一檢修道又分上、中、下三層，三批工作人員可同時進行底盤、車頂設備檢修和車箱內清潔(詳如附圖八、十三)。依據德鐵要求，一般例行性維護，一列車必須在一個小時內完成檢修和清潔，工作人員進出檢修區都必須打卡，可隨時掌握人員動態，非常講求工作效率，而且可以維持客車良好的品質，此點可供國內參考。

VUZ 為經過捷克國家鐵路研究院認可的測試實驗單位，包含軌道、動態測試實驗室、訊號及安全技術、軌道材料及技術、軌道車輛五個部門和大型(13 公里長，最大速度 80 km/h)及小型(4 公里長，最大速度 200 km/h)綜合試驗場，各種測試項目與設備都非常完整，德國西門子、中國大陸、馬來西亞等國家的軌道車輛都曾在此測試。

依據 UIC 規範，任一新型軌道車輛及轉向架都必須經過核可的認證機構測試，合格後才能商業運轉。輕軌原型車即將完成，並開始下一階段的測試，利用此次拜訪 VUZ 公司了解有關的測試項目、方法並參觀測試設備，獲得相當多的資料，包括測試場地、測試設備、整車測試項目...(詳如附圖十四~二十八)，為此行之重點，對未來國內測試場規劃有極大幫助。

SKODA 在捷克是相當大的公司，含蓋範圍包括汽車廠和馬達廠等，馬達廠部份，其中工業用馬達部門已售與英國，目前保

留車用牽引馬達部門。SKODA馬達已獲 KIEPE (變頻器製造廠) 測試並認可其品質，其中 1MLU 3441K/4 型牽引馬達，較適合國內輕軌系統使用，並已採用作為輕軌車之推進系統。

捷克工業技術有相當水準，但工資較西歐國家低，市場通路尚未打開，產品多委由西歐轉售，實際所獲得的利潤並不高，未來如果直接向 SKODA 下訂單購買輕軌車馬達，價格大約只有西歐同級產品的 1/2，可以降低輕軌車製造成本。

肆、國外工作日程表

國外工作日程表										姓名		
洪興漢、周亞屏												
90.10.7.日	90.10.6.六	90.10.5.五	90.10.4.四	90.10.3.三	90.10.2.二	90.10.1.一	90.9.30.日	90.9.29.六	日期	星期	行程	地點
曼谷	漢堡	布拉格			史圖佳特		蘇黎士	桃園	出發	抵達		
	桃園	曼谷	漢堡								德國	城鎮
			德國	捷克	捷克	捷克	德國	德國				
			漢堡	布拉格	布拉格	布拉格	史圖佳特	史圖佳特				
	返抵桃園中正機場	由漢堡搭車前往杜塞道夫機場搭機返國，在蘇黎士及曼谷轉機	與 PHOENIX 公司進行輕軌車轉向架懸吊系統技術研討並參觀該地區轉向架製造廠	至 VUZ 公司測試場實地研究	與 VUKV 及 VUZ 公司進行輕軌車測試技術研討	與 SKODA 公司進行輕軌車牽引馬達技術研討	組裝技術研討	與 VOITH 公司進行輕軌車轉向架驅動系統	資料整理	自桃園中正機場出發，赴歐洲途中，在瑞士蘇黎士轉機	工作項目	備考
	宿飛機上	宿漢堡	宿布拉格	宿布拉格	宿布拉格	宿布拉格	宿慕尼黑	宿史圖佳特		宿飛機上		

伍、社交活動

本次隨團赴歐研討活動除本院外還包括台塑重工、東元電機、中國鋼鐵、工研院材料所共八人，於 9 月 29 日(週六)晚間自中正機場出發，經瑞士蘇黎士轉機，抵達德國司圖佳特機場已是當地時間 9 月 30 日上午 9 時，總共經歷 17 小時飛行航程。隨即轉搭火車前往行程第一站，VOITH 公司所在地海登漢姆，在這段路程中對於德鐵服務人員的親切態度印象非常深刻。全團在匆忙中買了假日優待票(限制搭乘車種)，卻沒搭上原訂班車，於是改搭下班列車，約行駛半小時後，遇到車長偕同助理倆人(都是中年婦人)查票，發現我們所持車票不能搭乘該次列車，原先準備車上補票，但是車掌計算後覺得應補差額太高(約所持優待票的四倍)，主動建議我們在下一站下車，並畫路線圖教我們如何轉換車站接上另一班列車，雖多花了一些時間但是卻省下補票費用，該列車長在執行公務時，能不違背職務又能考量旅客權益，於公於私都能兼顧。

在捷克我們拜訪了 SKODA 和 VUZ 兩家公司，也是首次踏上東歐國家，對於這個曾經是美蘇冷戰時期東歐最強的工業國家，給人的感覺是工業確實蠻發達的，一切工業及交通設備都是自行生產，不依賴進口，市區所見汽車大都為 SKODA 國產車，雖然商業化程度不及西歐，但是卻具備各項工業技術與能力。兩公司的接待人員也都很誠懇與友善，保留東歐樸實的民風。在研討過程中

更是知無不言，工廠設備更是完全開放不限制攝影，作風與過度商業化的東、西方國家迥然不同。但是受全球經濟不景氣影響，加上實施日光節約時間，下午兩點開始陸續有員工開始下班，至下午四點全公司幾乎都走光了。另外值得一提的是，SKODA 公司位於布拉格西方 75 公里皮爾森市，在拜訪 SKODA 公司當日，因路程遙遠，抵達皮爾森市已超過中午 12 時，下午 1 時才進入 SKODA，參訪活動於 4 時結束，全公司只剩接待員 Michal DRHA 先生和我們幾位訪客，Michal DRHA 先生相當年輕，趕時尚剃個大光頭，為人相當親切隨和，結束拜訪行程後，提議帶我們參觀當地約有兩百年歷史的 Pilsner 啤酒廠，該廠的金色啤酒非常獨特，據說當今啤酒顏色即是經皮爾森地區改良後才由深褐色變成金黃色，BEER 的名稱也是在二次大戰捷克被德軍佔領後，由皮爾森啤酒 Pil 的音轉變而來，並經德國傳至世界各地。

陸、建議事項

首輛輕軌車製作完成後，建議應執行下述四項基本測試，以檢查各次系統的功能及性能是否已達設計需求。並遵循 IEC61133 規範來執行。

1. 功能測試

功能測試目的在檢查車輛所有的功能與界面，此項工作應在車輛製造廠內完成。

2. 性能測試

製作完成的車輛，須在測試軌道上做如加速／減速、過灣、爬坡、最大速度、能源消耗、噪音、舒適度等多種不同的運轉測試，同時這些測試須以 AW1 及 AW3 不同載重進行。

測試車子的總重量是車子本身重量加乘客重量(載重)，依乘客數量不同，車重可為分下列四種

AW0	車內無乘客
AW1	坐位上坐滿乘客
AW2	除坐位上坐滿人外，每平方公尺尚站立 4 名乘客
AW3	除坐位上坐滿人外，每平方公尺尚站立 6 名乘客

3. 接收測試

每一輛新車在製造工廠完成一系列功能及性能測試，於運抵交貨地後，尚須進行一項比較簡單的靜態及低速運轉測試，以確認所

有系統仍屬正常，未受到運輸影響而遭致損壞。

4. 無故障運行

最後驗收的完成，須待營運初期通過約 400 公里無故障行後才告結束。

車輛測試規劃

1. 不同車速測試

測試車輛可依指令加速至較高速度行駛，並能依照煞車命令減速停車。因車輛的加減速與車重有關，此項測試可以空車(AW0 車重)來作測試。

車子在以 10，20，30，40，50，60，65km/h 不同速度，使用不同煞車力，經過兩個不同方向行駛，記錄其煞車速度、煞車力、煞車距離後，就可瞭解煞車的性能是否符合規格需求，如果不符需求，就可加以調整，再作此項測試，直至完成為止。

2. 煞車性能測試

輕軌電車的煞車總成，是由有多種不同型態的煞車組件組成，正常操作減速度為 1.5m/sec^2 ，緊急煞車減速度為 2.7m/sec^2 ，加裝煞車電阻器、磁軌煞車器、碟形煞車器等，如需更短距離煞車可考慮加裝軌道煞車。

在正常情況，當以中、高速行駛時，想要煞車，單獨使用馬達煞車，就可以達到煞車目的；而在低速行駛時，可使用機械煞

車來達到煞車目的。中、高速與低速之分界約在 5 或 6 或 7km/h 處，這是因為在低速行進時，使用馬達煞車效果不佳；而使用機械煞車效果反而更有效率。然而無論馬達煞車或機械煞車，都有可能失效，在此情形下，只能退而求其次，動用其他煞車使車輛停止。例如，在中、高速行駛時，如遇馬達煞車故障，則須使用機械煞車。因此，在驗證煞車績效或性能時，車輛在什麼速度，使用多大的煞車力，經多長距離就能停止，必須先予測出，檢查是否與原設計需求相同，或需再予調整。

3. 保護裝置測試

查驗車輪發生空轉/滑動時，其保護裝置對驅動系統所產生的反應。

4. 動態穩定測試

動態穩定的意義是，一輛車子在以額定速度範圍內行駛過程中，整車或任一項組件，都不會產生振動而危及像出軌之類的安全。不穩定問題會以諧振現象出現，例如在某一速度或某些速度時，它的振動幅度會比正常值大上許多倍。這種現象可在測試車上適當位置佈上相當數量的振動傳感器予以量測記錄。

動態穩定測試不要在小半徑曲線上測試，因為這與轉向架間兩軸距比例大小有關，車輛在曲線軌道上行駛時，車輪會壓

擠外側軌道，使原該產生的振動模式受到了抑制，無法顯示真實狀況。

驗證輕軌車其運行速度從最小(0 km/h)到最大(70 km/h)，均能保持動態穩定，並符合設計規格。分別以 AW0、AW2、AW3 來作測試。

5. 緊急煞車驗證

驗證緊急煞車的有效性，以 AW3 車重來測試。

輕軌電車所需之測試場以小型測試場即足矣。

我國輕軌電車測試場基本需求建議

一、 測試軌

1. 軌距

應考慮 1435mm 寬的標準規及 1067mm 寬的窄規兩種。因本院開發的輕軌車係配合台鐵軌距而採 1067mm 寬的窄軌。

2. 超高度

列車通過曲線時，因受離心力的影響，其重力不在軌道中心線上。若曲線半徑愈小或列車速度愈大，則此重力線愈傾斜，若其方向落在軌距外，列車即向曲線外方顛覆。縱使重力線在軌距內，惟因外軌未加設超高度，故曲線上內外兩鋼軌所受載重不均（外軌受力較大），不但路線破壞較速，且養護上亦相當困難，以及車輛本身維持費增多。因此，為減輕

路線及車輛的保養費，以及旅客的不舒適性起見，特將曲線上的外軌增高，而內外兩軌面高度之差稱為超高度。超高度與車輛速度平方成正比，與轉彎半徑成反比，有公式可以計算出來。但超高度也須考慮在曲線上行駛的列車，因故停於該處或以慢行通過的情形，所以超高度也有其限制，不是愈高愈安全。

3. 加寬度

二車軸以上的車輛在曲線上行駛時，若欲使之圓滑通過，必須使每根車軸與軌道成直角，換言之，即與曲線半徑的方向相同。然車輛在製造上，欲使其車軸於每個曲線上均和軌道成直角，事實上卻有困難。車輛至少有二軸固定於車架，故通過曲線時有一軸或兩軸不能和軌道成直角，因而車輪對於鋼軌保持著某種角度行進。於此情形下，車輪和鋼軌間發生壓力使軌距擴大，該作用可使鋼軌及車輪外緣發生磨耗，甚至壓出道釘，其結果增加列車行駛阻力，而使車輪旋轉困難，致使乘客不舒適或發生脫軌事件，因此鋪設曲線軌道時，為使車輪圓滑通過，必須較直線軌距加寬，該加寬量稱加寬度。

4. 坡度

坡度常以千分之幾來標示，建議以 0.7% 。

二、供電系統

供電系統可由台電引進 161kv 之電源，經主變電站將電壓降至 22kv，再將電力分配至各牽引動力變電站及車站用電變電站，以供應車輛及車站用電。

依據直流電分析，可定出牽引動力變電站之設計數量及位置，大約每兩個車站設有一座 TSS，TSS 主要是將 22kv 電力經整流變壓器及整流器轉換成 750V DC 電力，再連接至架空線以供輕軌車用電。每個車站均設有車站用電變壓器，將主變電站引入之 22kv 電力，經開關接至 22kv/380-220V 低壓變壓器，轉換成低壓電力供車站內用電。

三、架空線

電車行駛，須靠良好的電力，而輕軌電車由於速度較低，多採用架空線方式，將架空線的接觸線，與車頂集電弓直接接觸，將 750V 直流電力引入車內使用。接觸線須具有高導電率、高抗張力、耐熱性及耐磨性良好等特性。其材質一般常用硬銅或合金銅。

四、儀具設備

用來作車輛動態測試的儀具與裝備大約有下列種類，視測試需求不同，安裝在測試車輛上的適當位置。在測試過程中，所測得的數據資料，都須予以記錄，以供核對實測性能與原設計規

格是否相符。如果不相符，則應檢查原因，究竟是實驗有問題，還是設計上出了問題，所以車輛的各種動態測試，是一個很重要的過程。所需測試用的儀具設備有

壓力傳導計 (Pressure transducers)

加速計 (Accelerometer)

位移傳導計 (Displacement transducers)

記錄器 (Recorders)

通訊裝備 (Communication equipment)

舒適度量測器 (Ride meter for determination of ride comfort)

附件

- 附圖一、[附件\Esg-Linz.tif](#) 澳洲低地板輕軌電車
- 附圖二、[附件\Esg-Linz-Bogie.TIF](#) 澳洲低地板輕軌電車轉向架
- 附圖三、[附件\AEG-GT6N.TIF](#) 柏林低地板輕軌電車
- 附圖四、[附件\AEG-GT6N-bogie.TIF](#) 柏林低地板輕軌電車轉向架
- 附圖五、[附件\GMTbogie.jpg](#) 轉向架彈性元件使用配置
- 附圖六、[附件\Sk 19 912 B1.3.jpg](#) 動力轉向架一次懸吊替代零件
- 附圖七、[附件\746 128 B.13.jpg](#) 無動力轉向架一次懸吊替代零件
- 附圖八、[附件\DB1.jpg](#) 德鐵 ICE 檢修廠
- 附圖九、[附件\DB5.jpg](#) 德鐵 ICE 檢修坑
- 附圖十、[附件\DB6.jpg](#) 檢修中的 ICE
- 附圖十一、[附件\DB3.jpg](#) 德鐵 ICE 上層檢修坑
- 附圖十二、[附件\DB4.jpg](#) 德鐵 ICE 中層檢修坑
- 附圖十三、[附件\DB2.jpg](#) 德鐵 ICE 下層檢修坑
- 附圖十四、[附件\Rail research circuits2.jpg](#) VUZ 實車測試場曲線圖
- 附圖十五、[附件\Vuz12.jpg](#) VUZ 測試場空照圖
- 附圖十六、[附件\vuz1.jpg](#) VUZ 實車動態測試
- 附圖十七、[附件\vuz4.jpg](#) VUZ 動態測試
- 附圖十八、[附件\vuz2.jpg](#) VUZ 輪軸靜態測試
- 附圖十九、[附件\vuz3.jpg](#) 軌道樑側設備

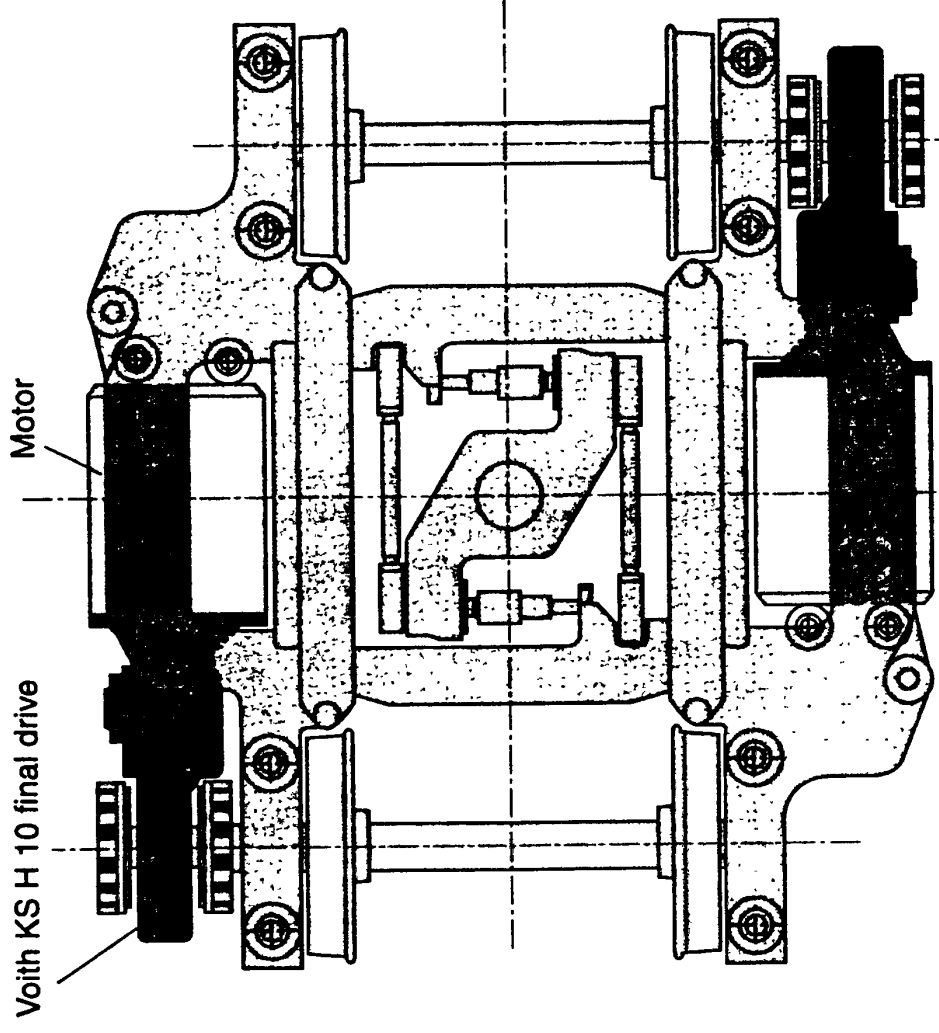
- 附圖二十、附件\vuz5.jpg 轉向架靜態測試
- 附圖二一、附件\vuz6.jpg 實車靜態測試
- 附圖二二、附件\vuz7.jpg 負載測試
- 附圖二三、附件\vuz8.jpg 靜態橫向力測試
- 附圖二四、附件\vuz9.jpg 轉向架骨架結構測試
- 附圖二五、附件\Vuz10.jpg 馬來西亞輕軌車線上測試
- 附圖二六、附件\Vuz11.jpg 中國大陸客車線上測試
- 附圖二七、附件\Vuz13.jpg 高速機車頭線上測試
- 附圖二八、附件\Vuz14.jpg 西門子列車組線上測試

附圖一、澳洲 100%低地板輕軌電車



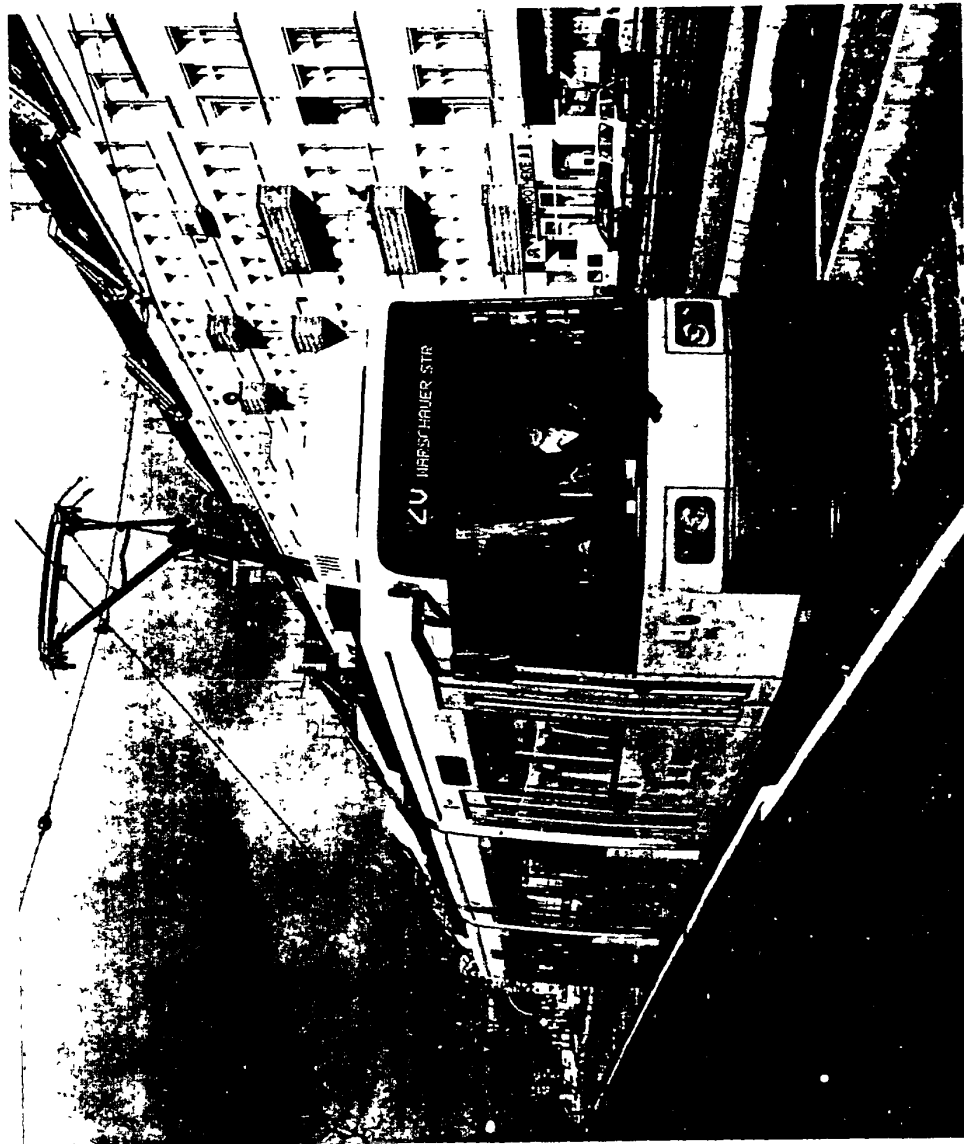
Esg-Linz.tif

附圖二、澳洲 100% 低地板輕軌電車轉向架



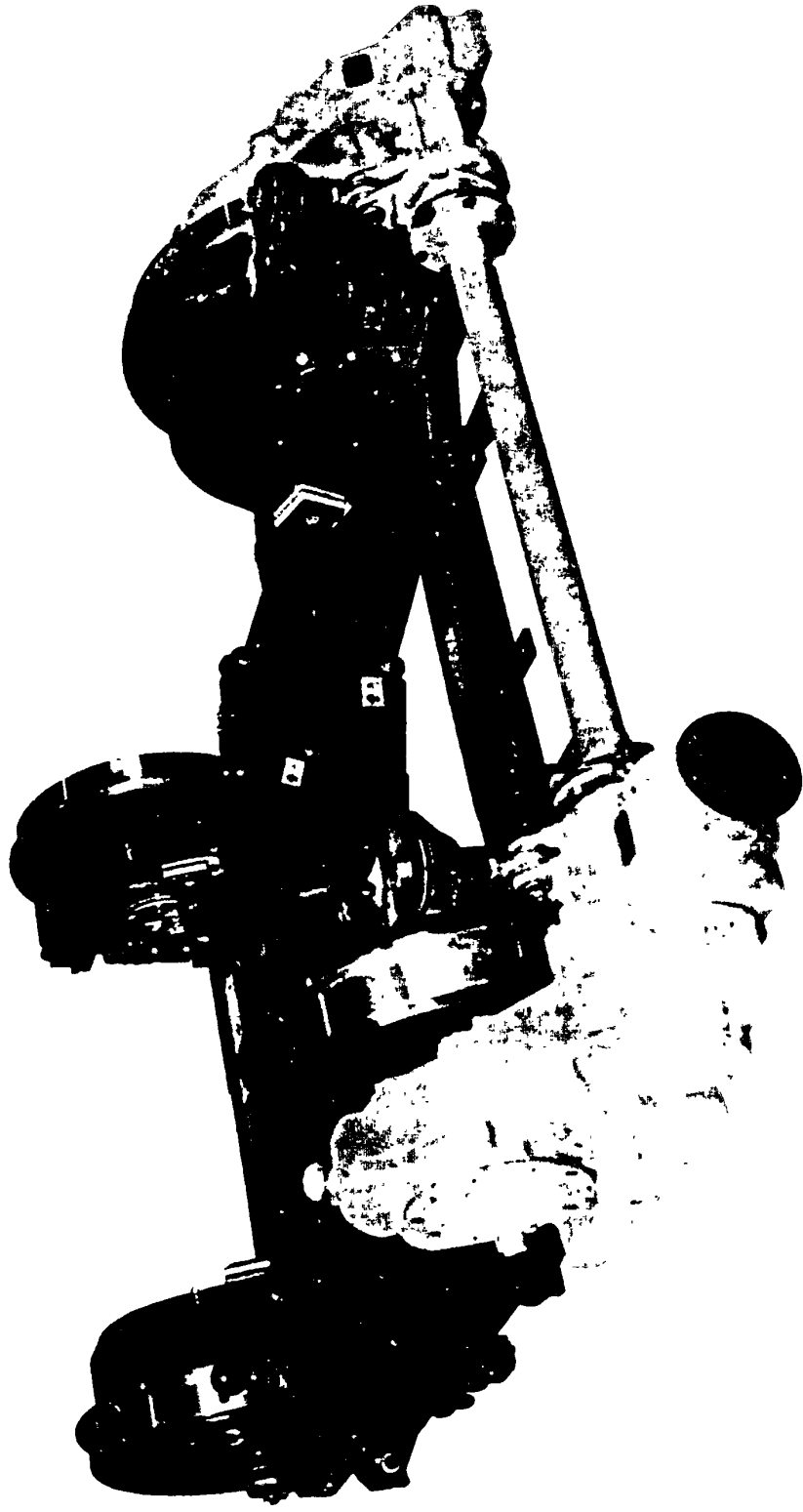
Esg-Linz-Bogie.TIF

附圖三、德國低地板輕軌電車



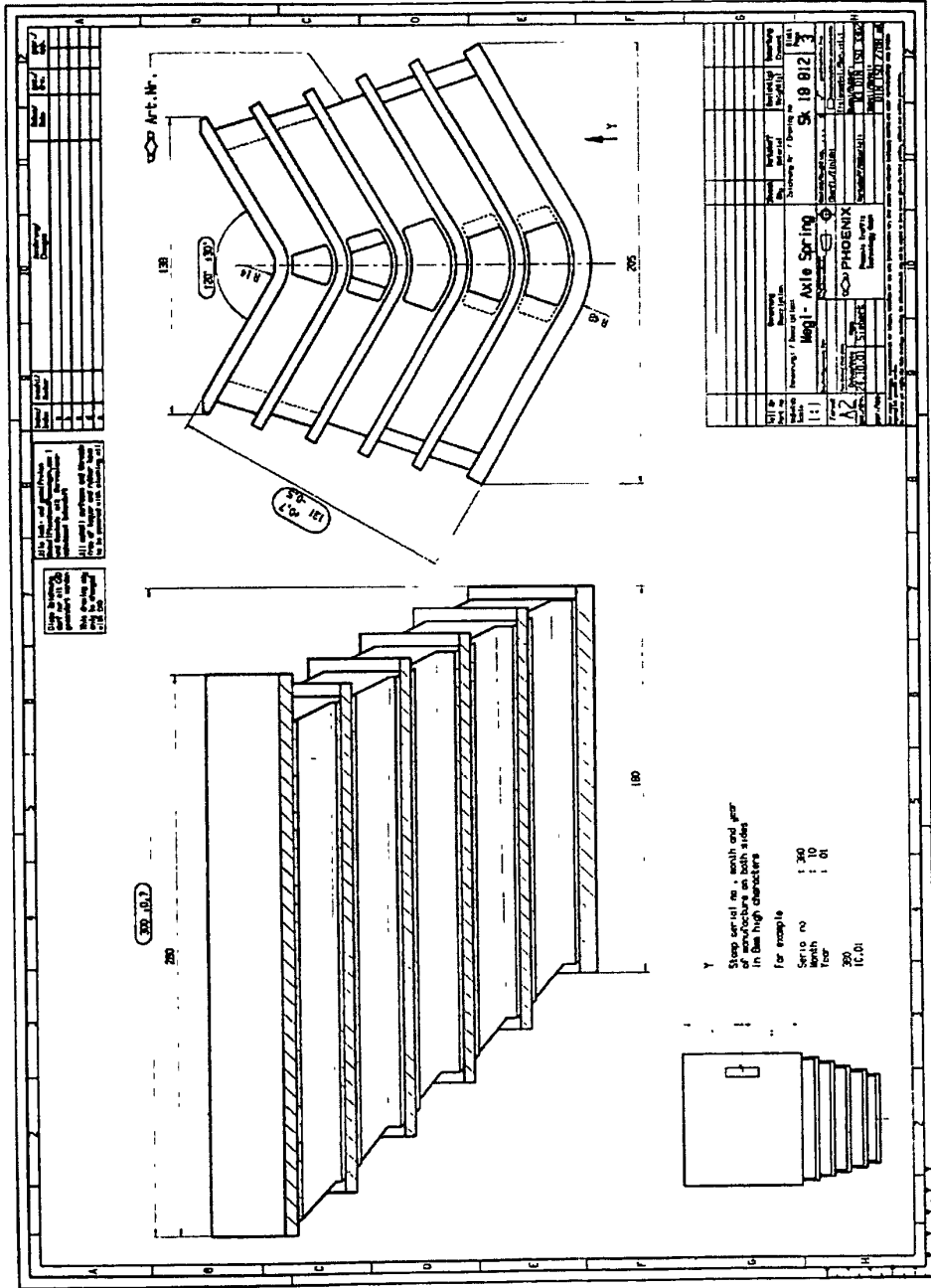
Aeg-gt6n.tif

附圖四、德國低地板輕軌電車轉向架



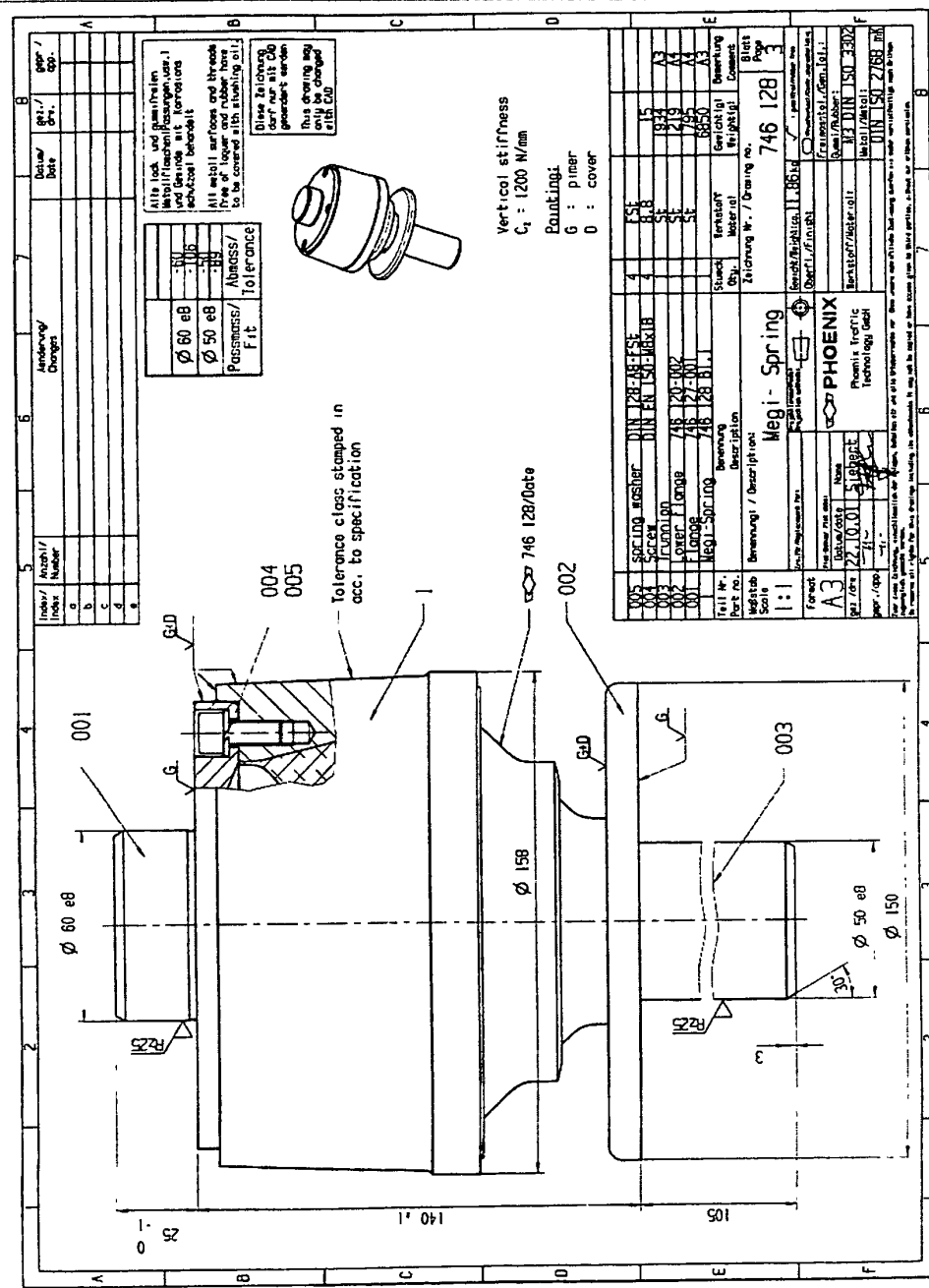
AEG-GT6N-bogie.TIF

附圖六、無動力轉向架一次懸吊替代元件

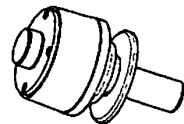


Sk 19 912 Bl.3.jpg

附圖七、動力轉向架一次懸吊替代元件



Passages/ FIT	Allowance/ Tolerance
Ø 60 e8	H7/h6
Ø 50 e8	H7/h6

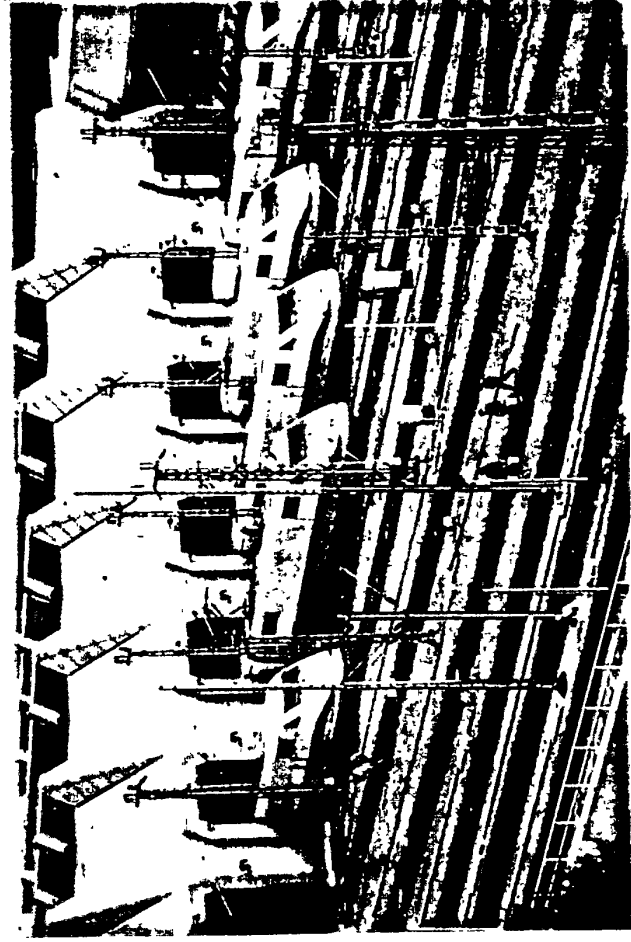


Vertical stiffness
 $C_v = 1200 \text{ N/mm}$
 Paintings:
 G : primer
 D : cover

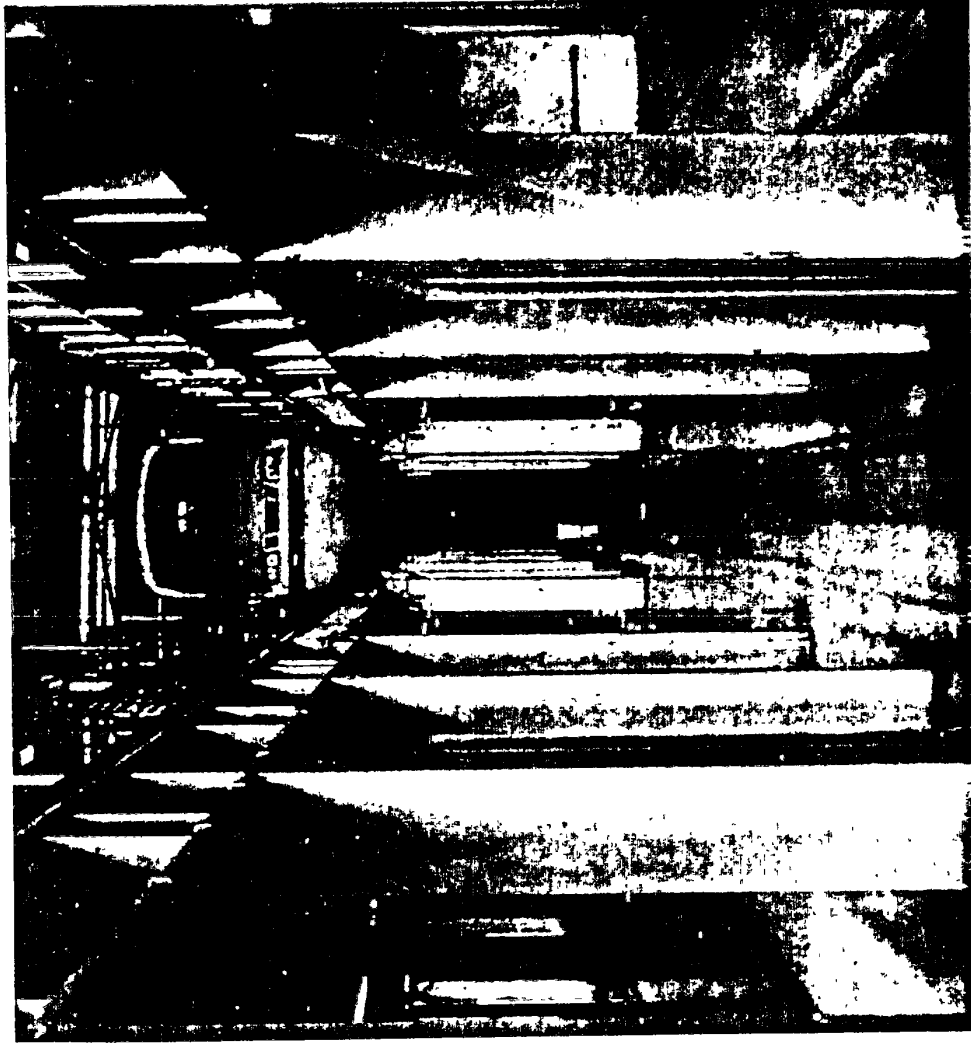
Item No.	Designation / Description	Stock	Material	Quantity	Blank
001	SCREW	4	A3	15	
002	WASHER	4	A3	15	
003	FLANGE	4	A3	15	
004	FLANGE	4	A3	15	
005	MEGASPRING	4	A3	15	

Designation / Description: MEGI-Spring
 Scale: 1:1
 Drawing No.: 746 128
 Sheet: 3

附圖八、德鐵漢堡 ICE-1 檢修廠

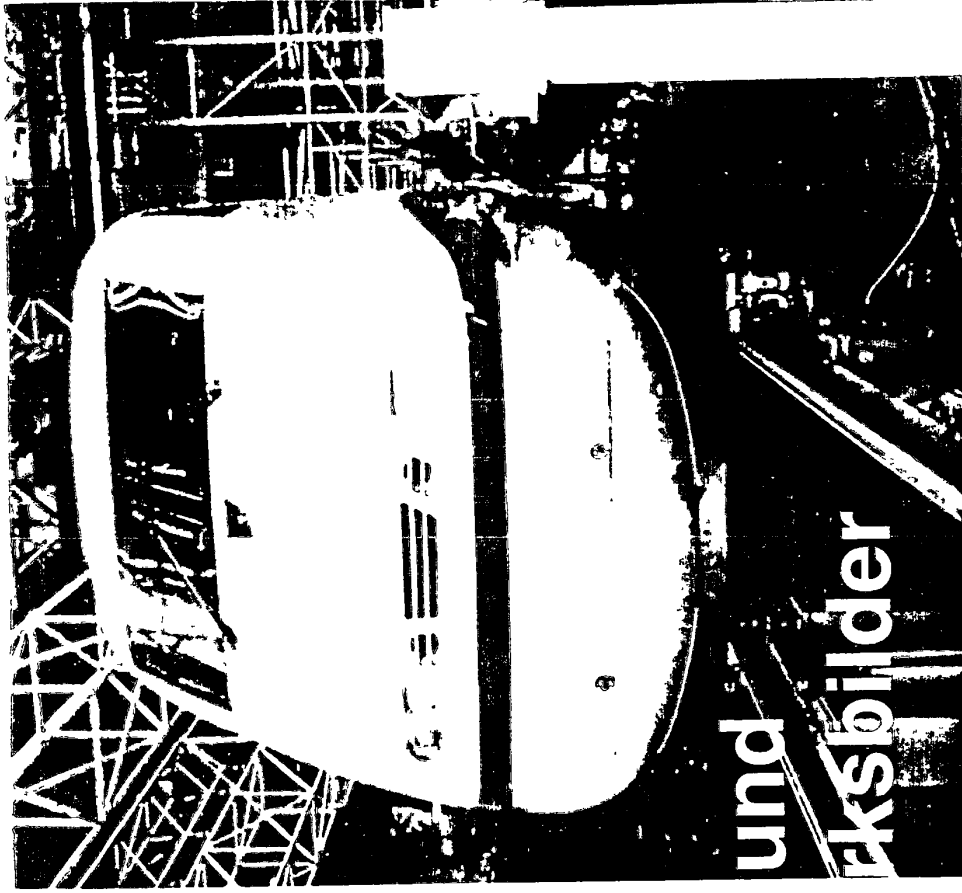


附圖九、ICE-1 檢修坑道

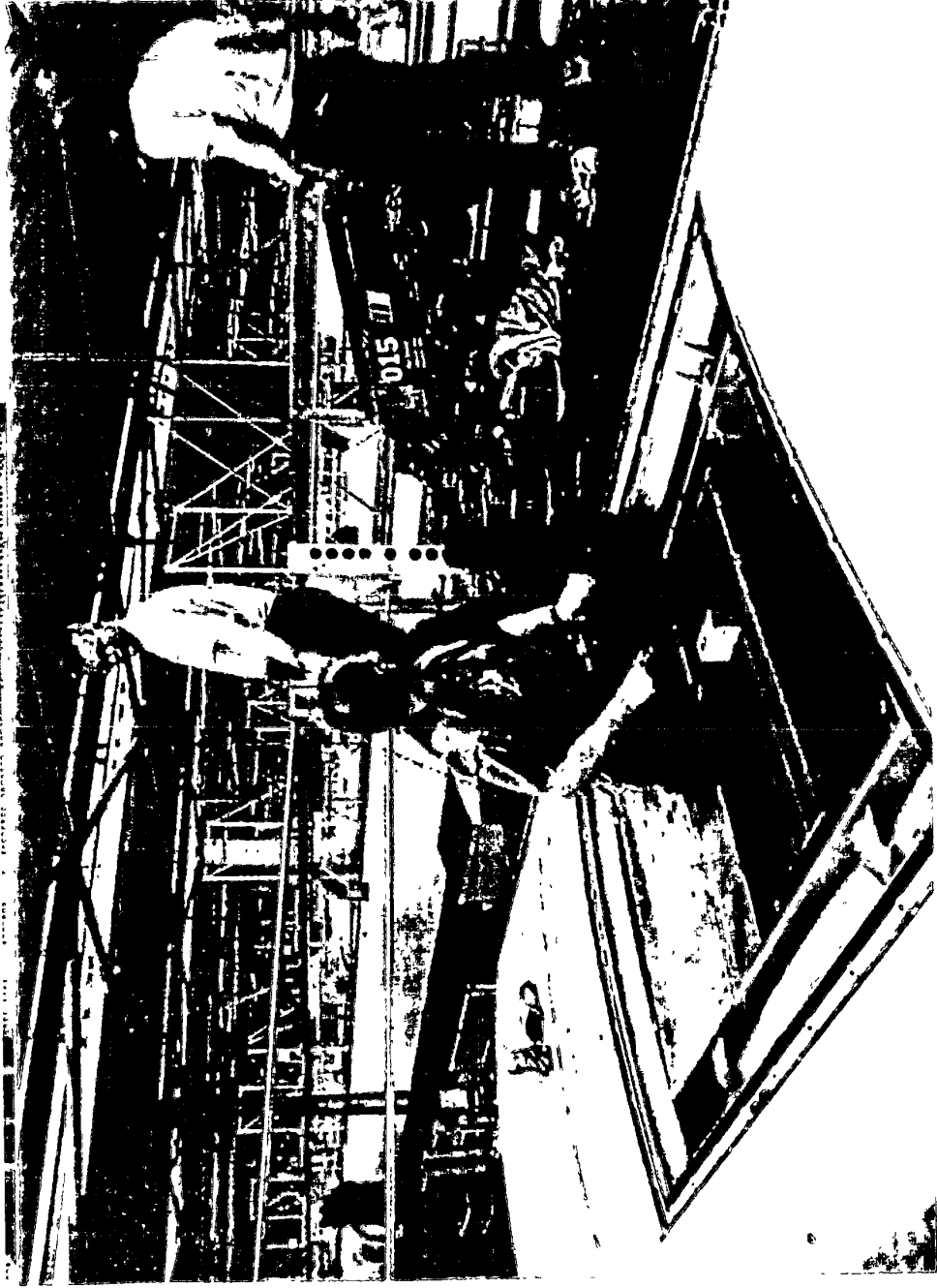


DB5.jpg

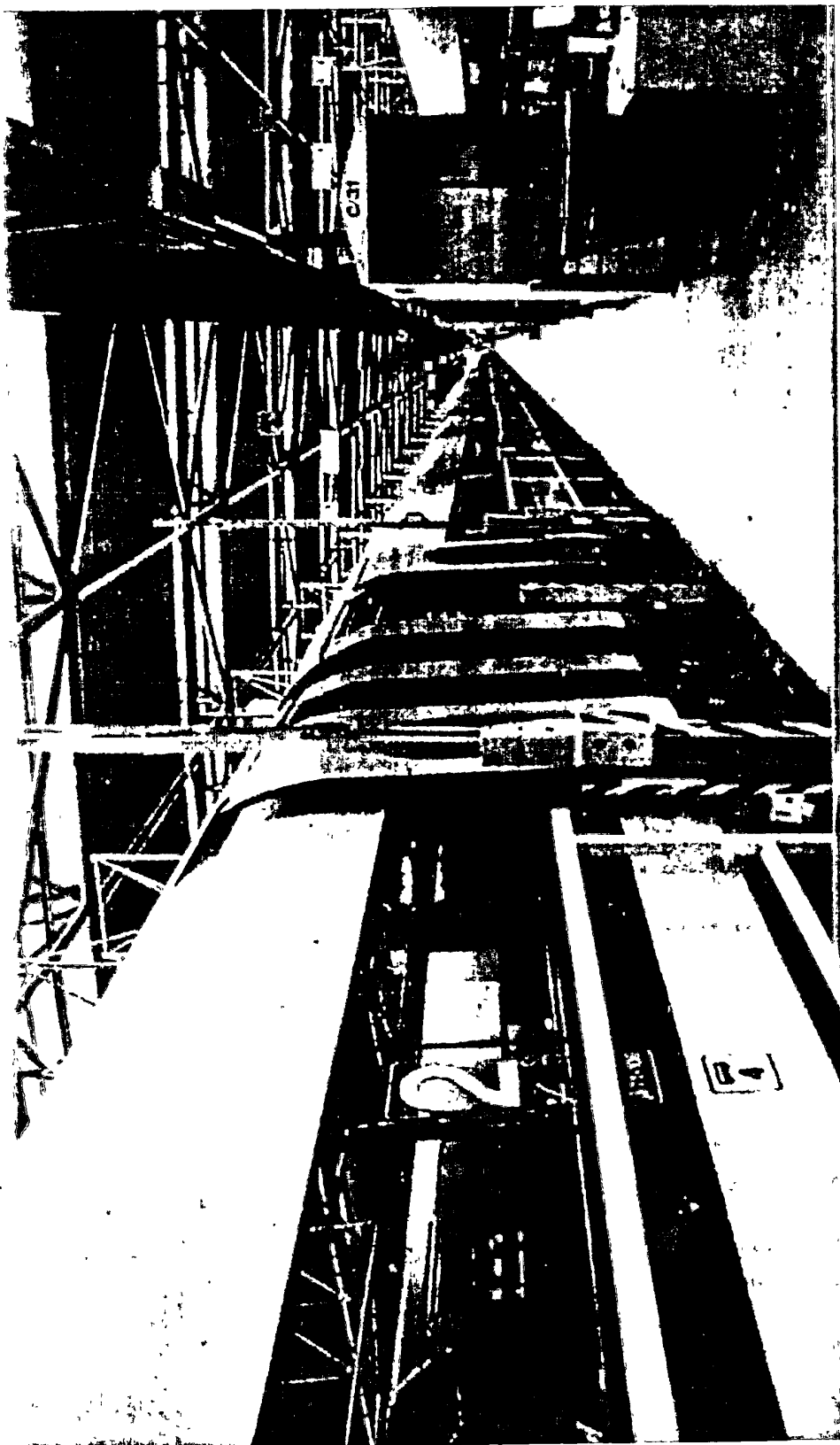
附圖十、檢修中的 ICE-1



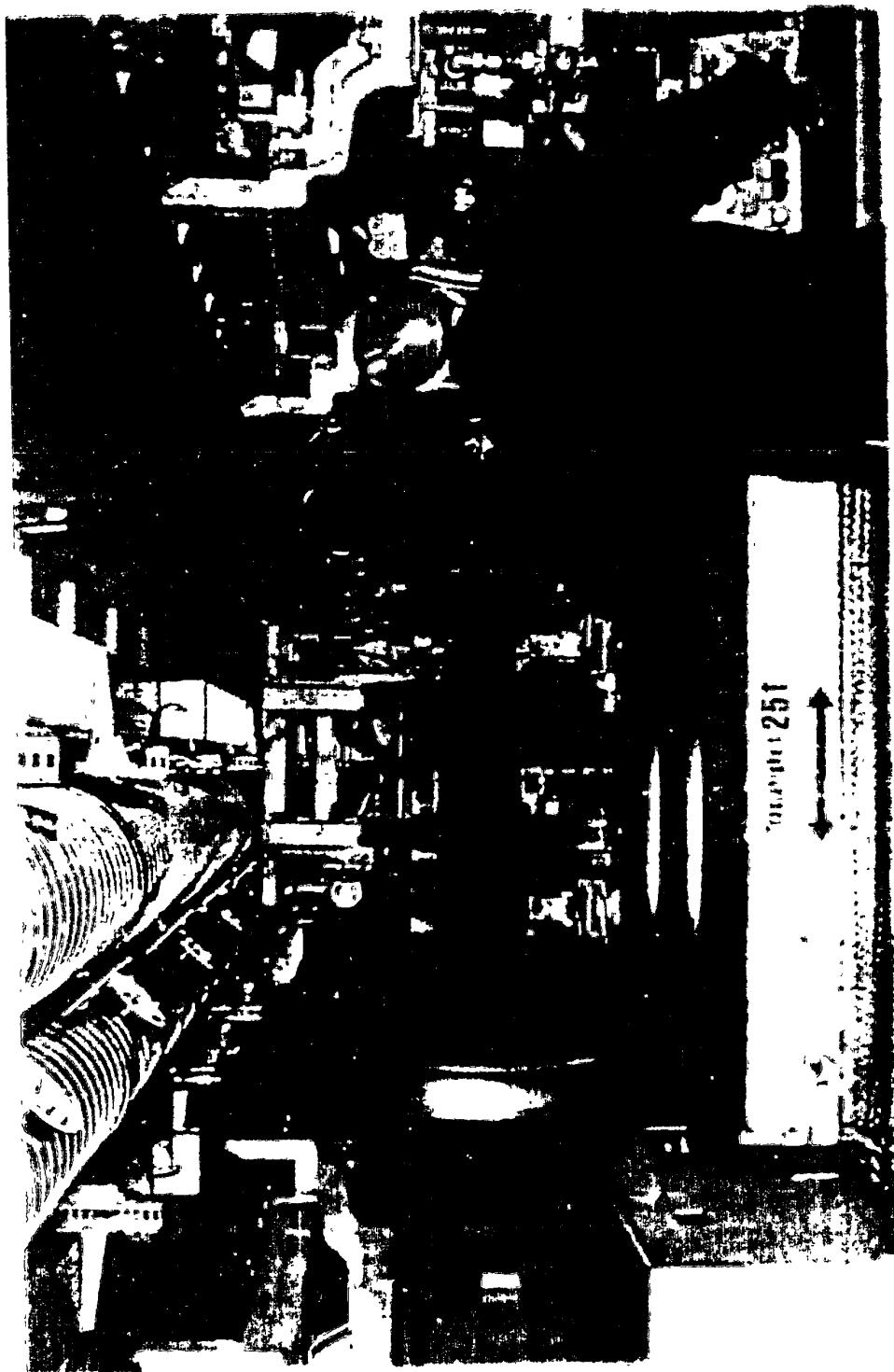
附圖十一、ICE-1 車頂設備檢修區



附圖十二、ICE-1 車箱清潔檢修區

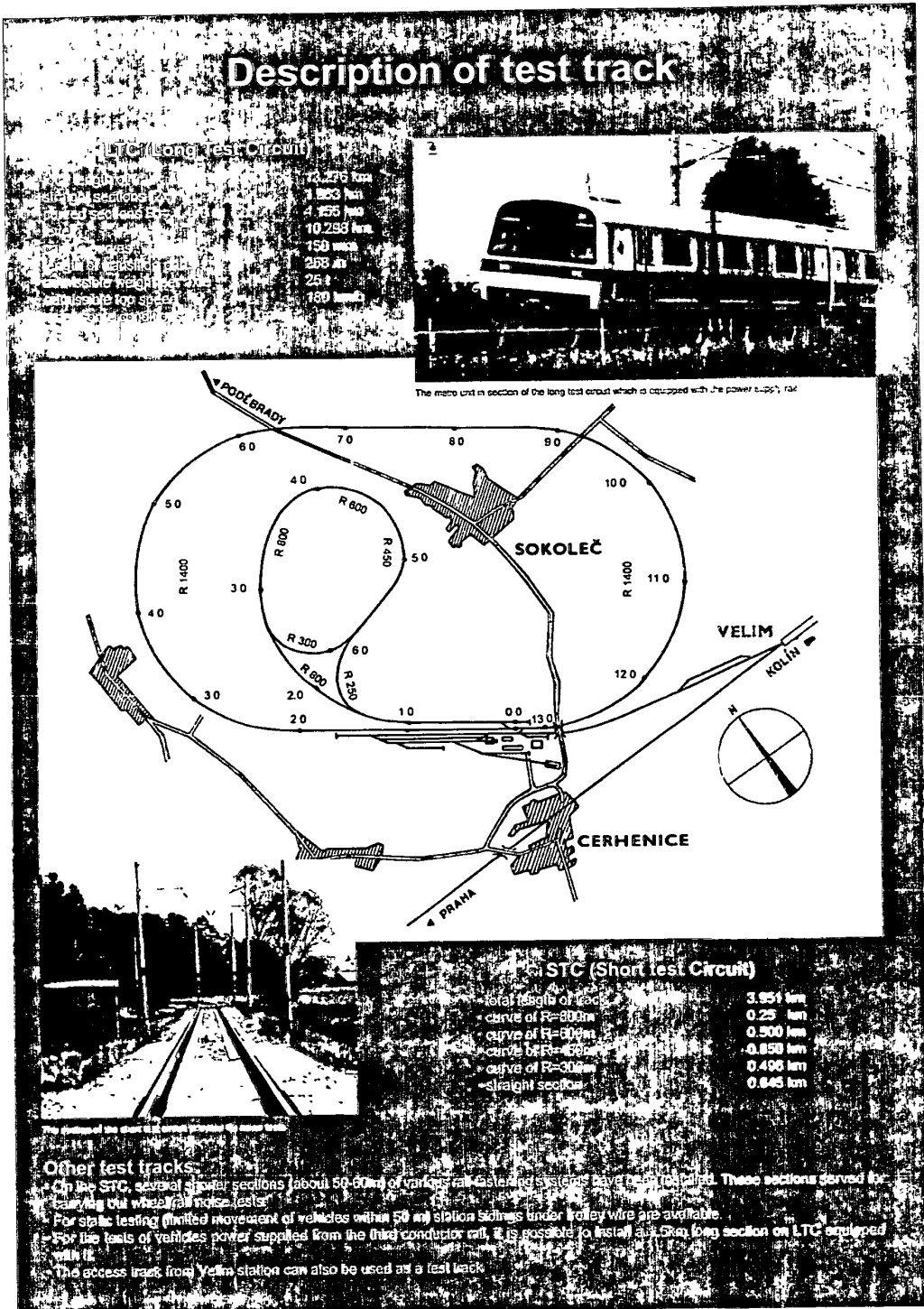


附圖十三、ICE-1 轉向架及底盤檢修區



DB2.jpg

附圖十四、VUZ 測試場曲線圖

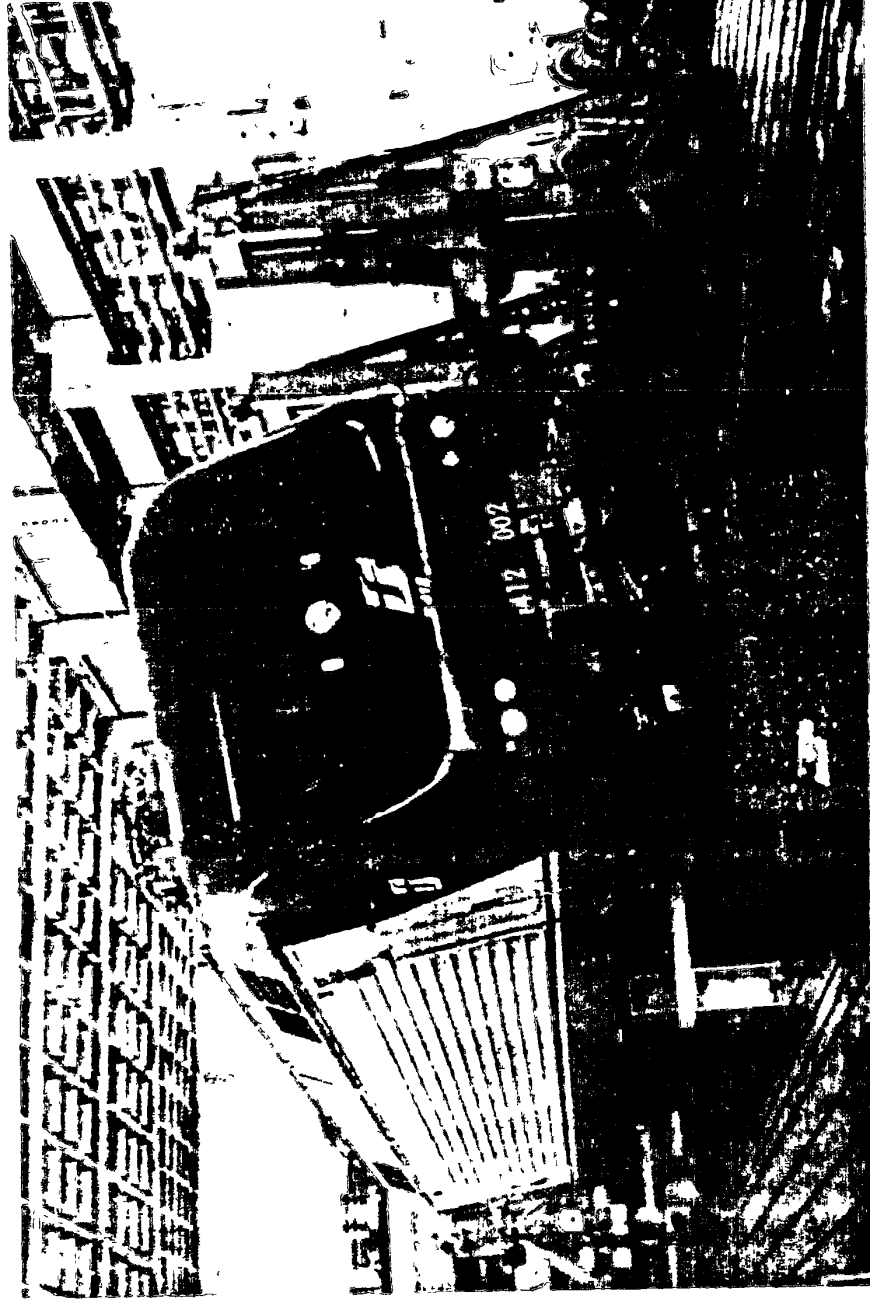


附圖十五、VUZ 測試場空照圖(小型測試場)



Vuz12.jpg

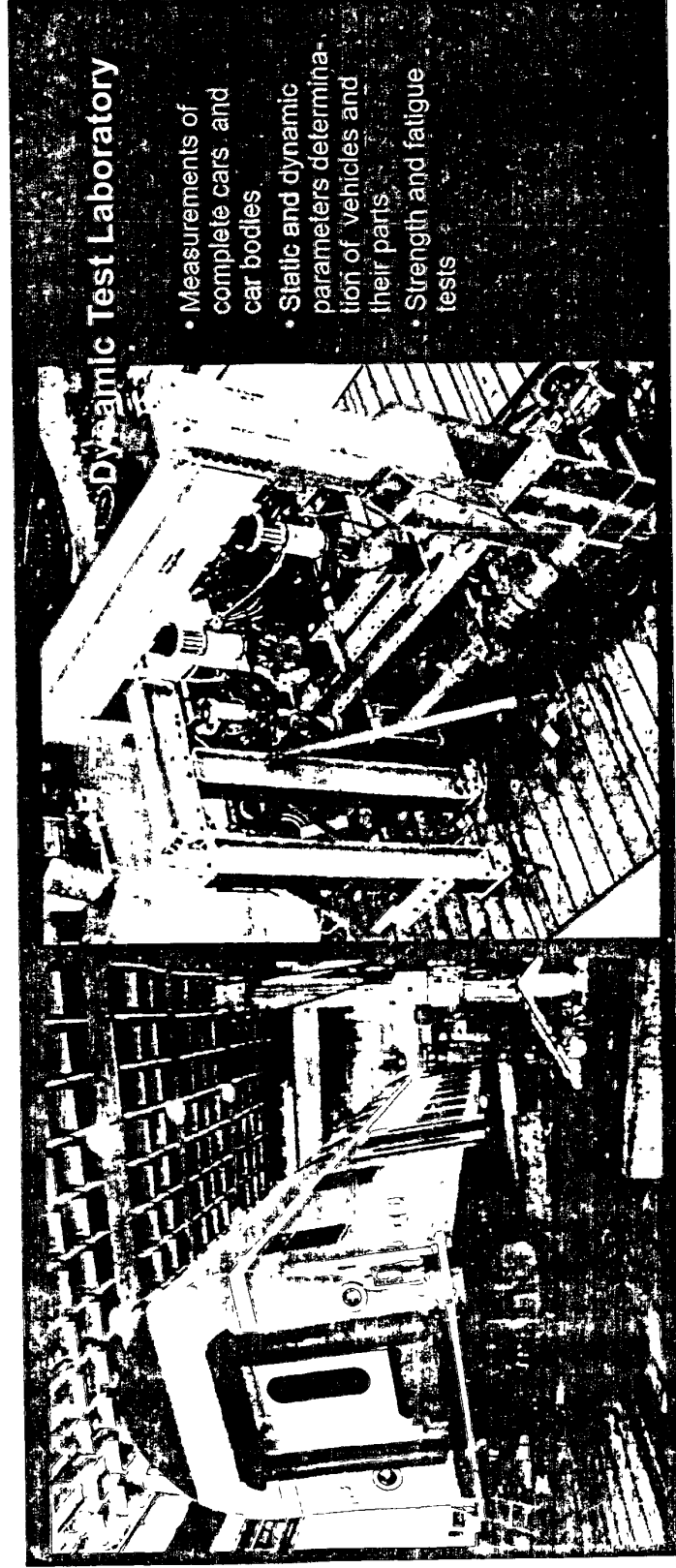
附圖十六、動態測試(一)



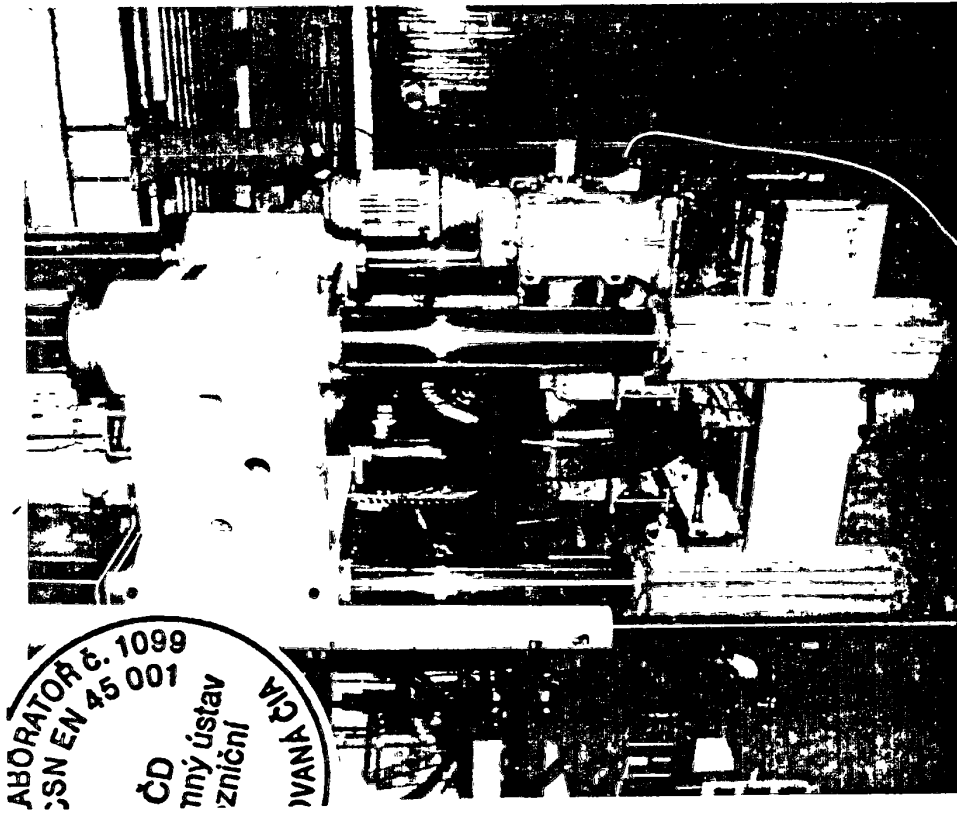
Testing on the Dynamic Test Bed

vuz1.jpg

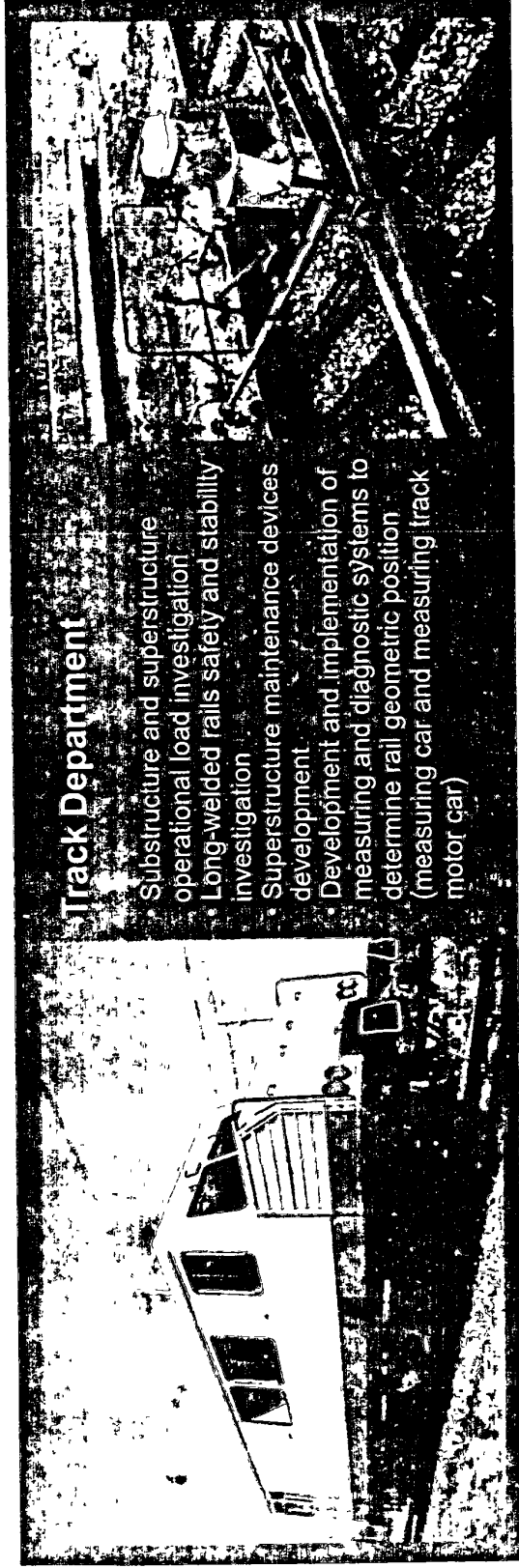
附圖十七、動態測試(二)



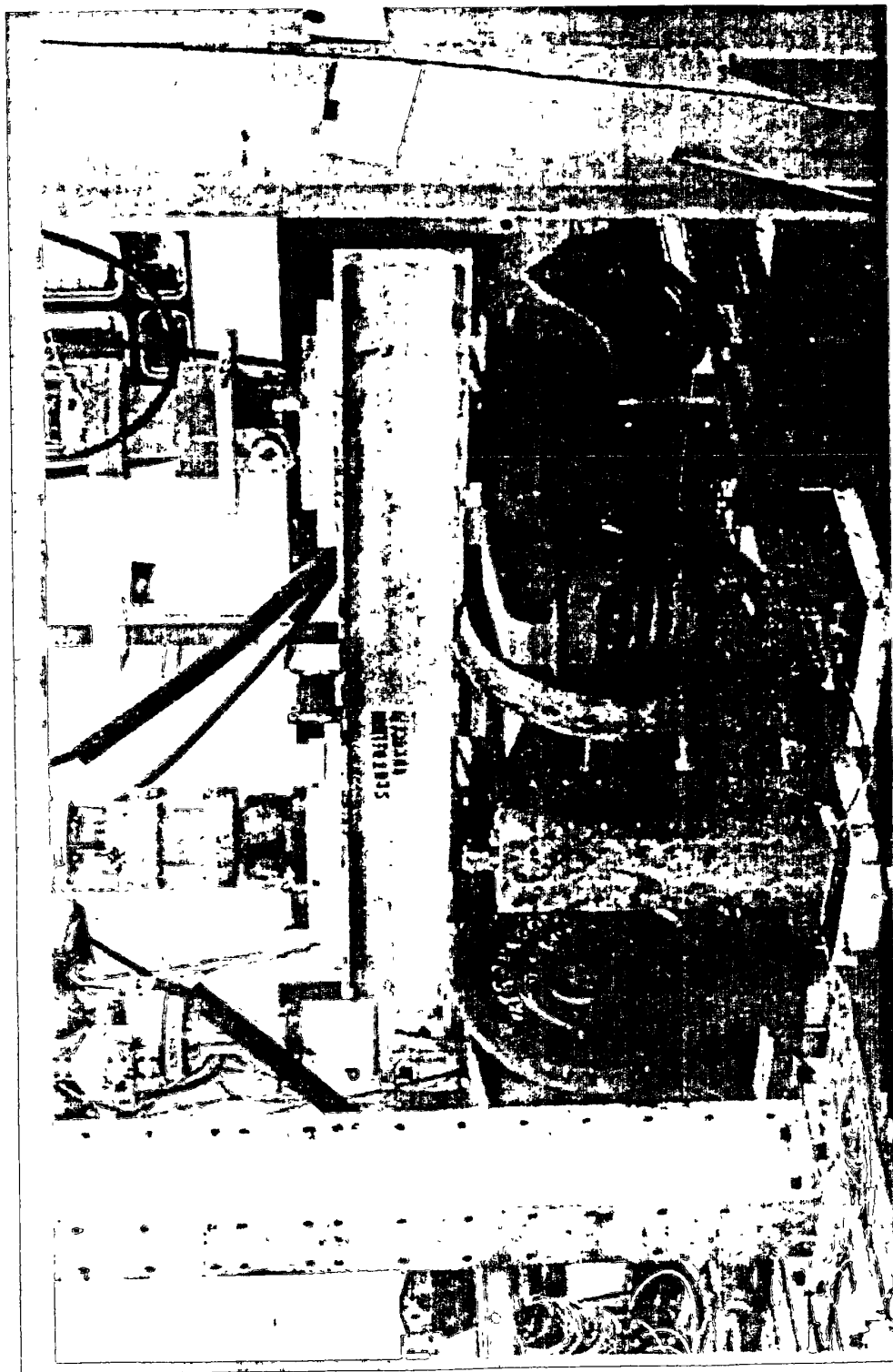
附圖十八、輪軸靜態測試台



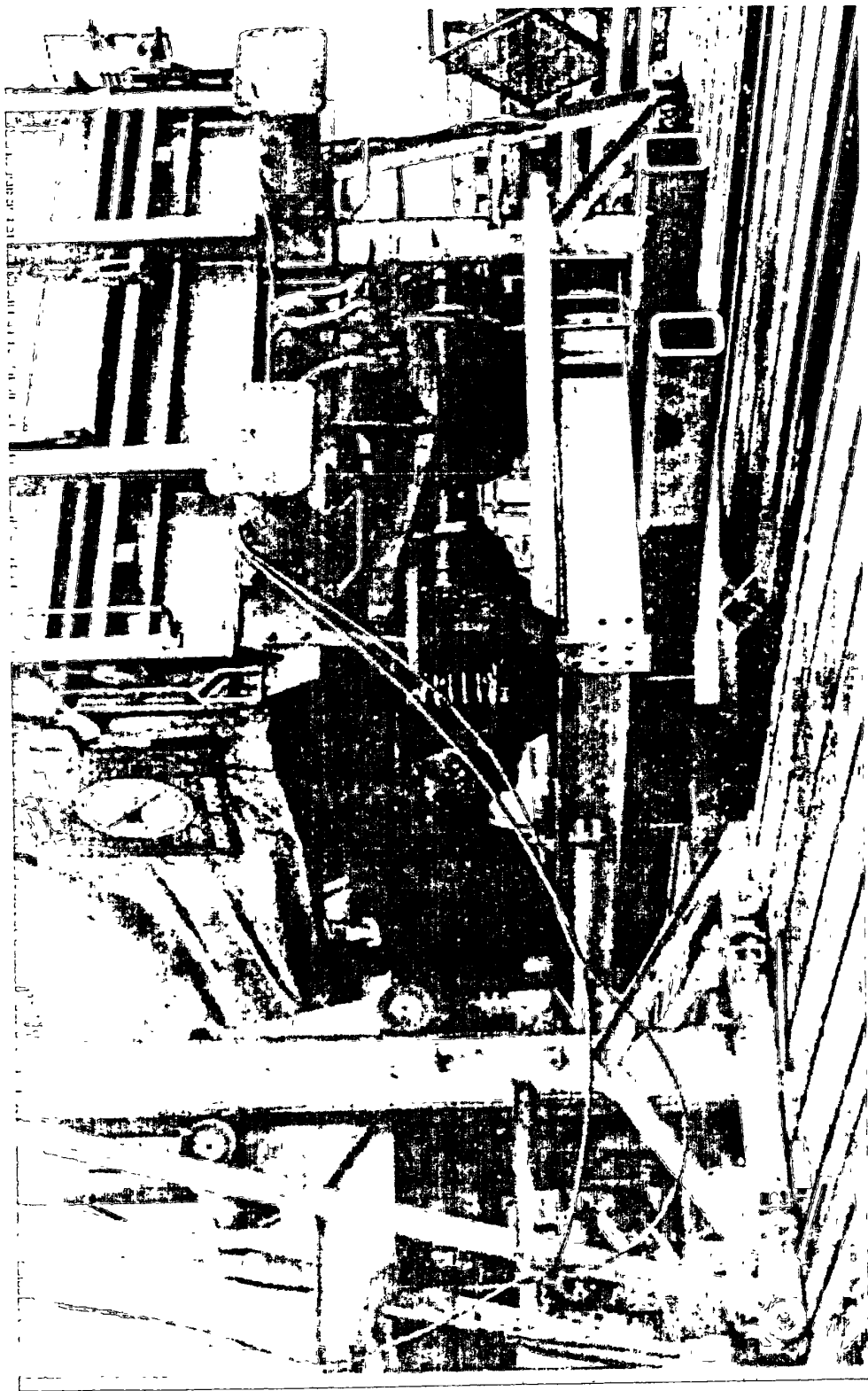
附圖十九、軌道量測儀



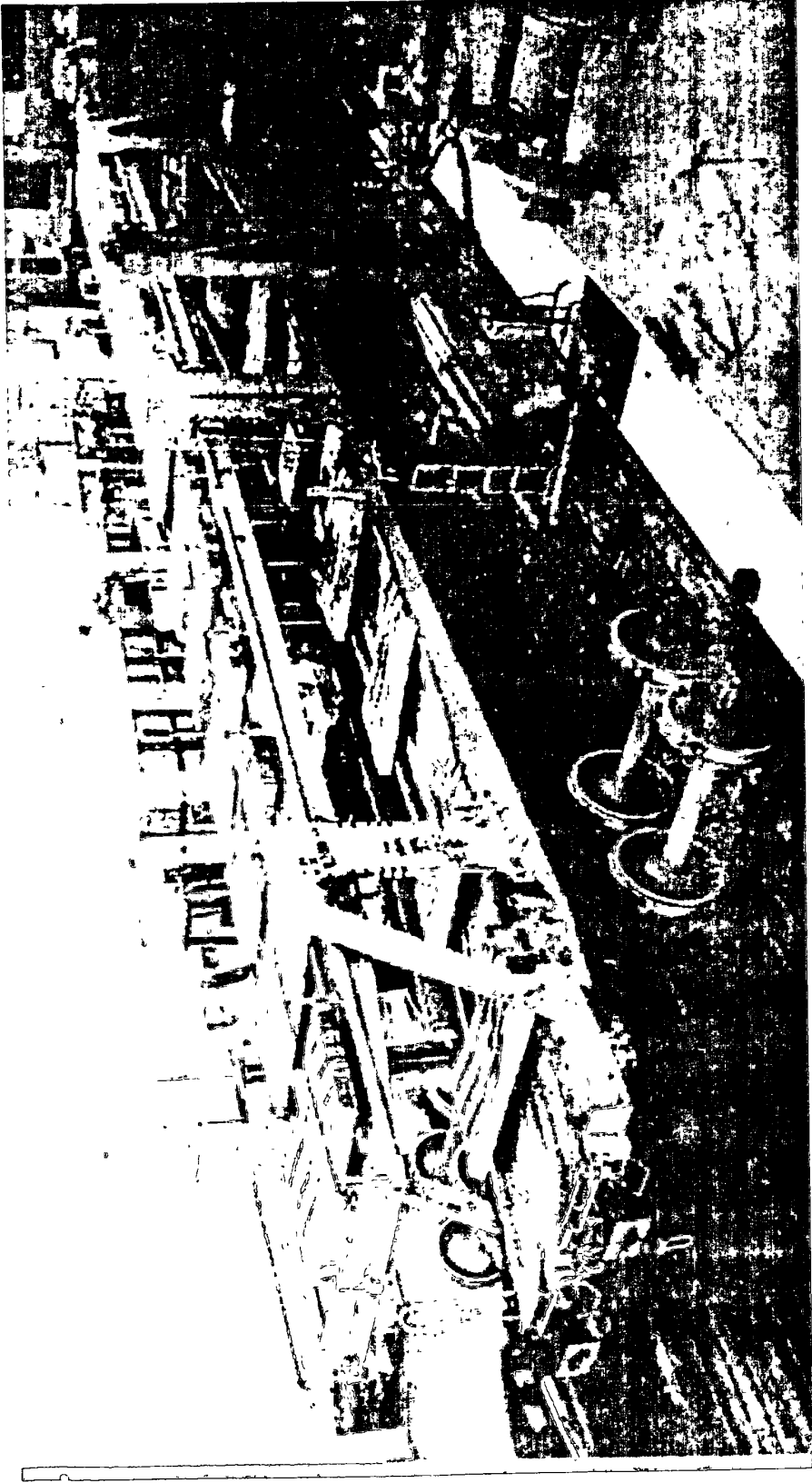
附圖二十、轉向架靜態測試



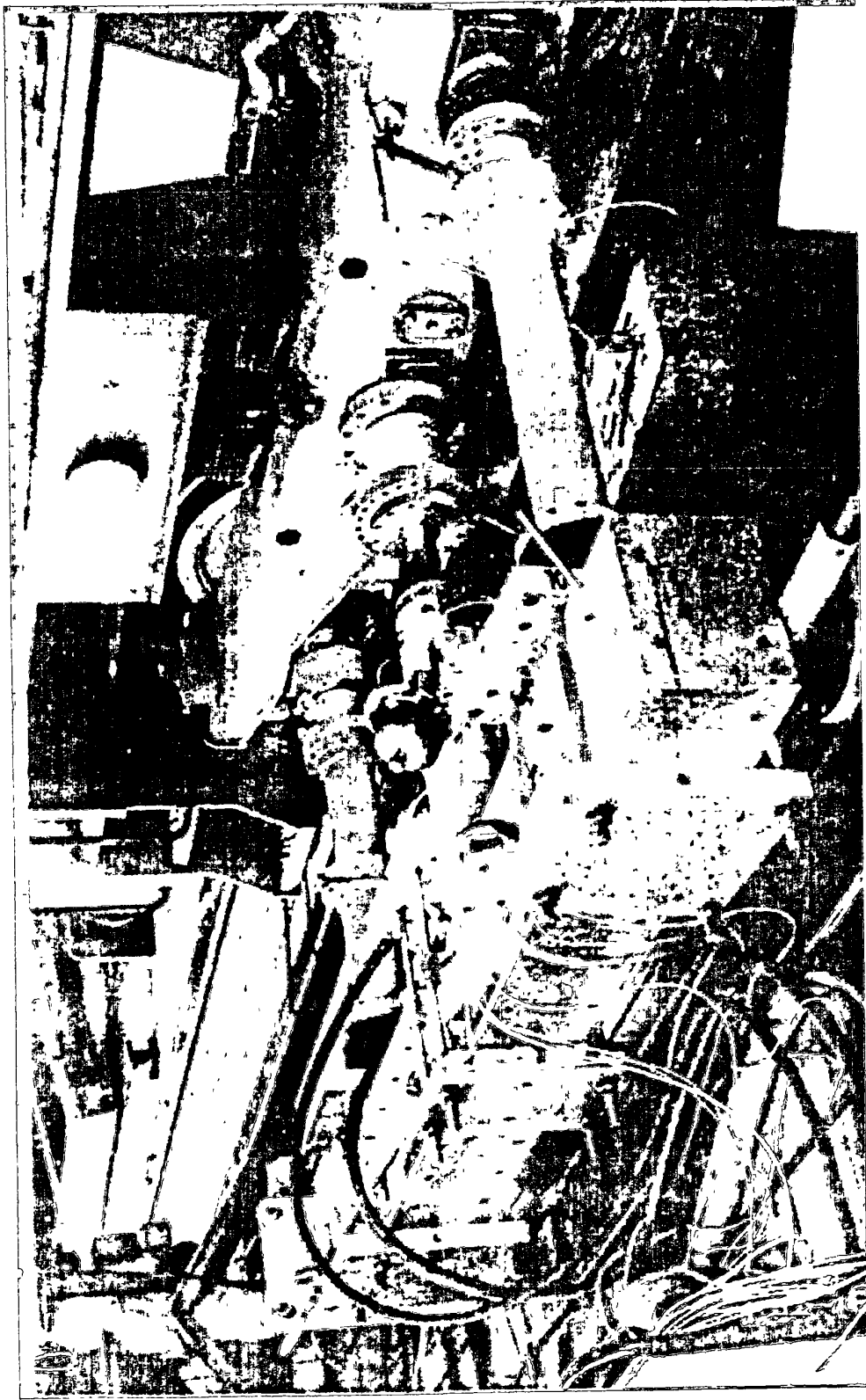
附圖二一、整車靜態測試



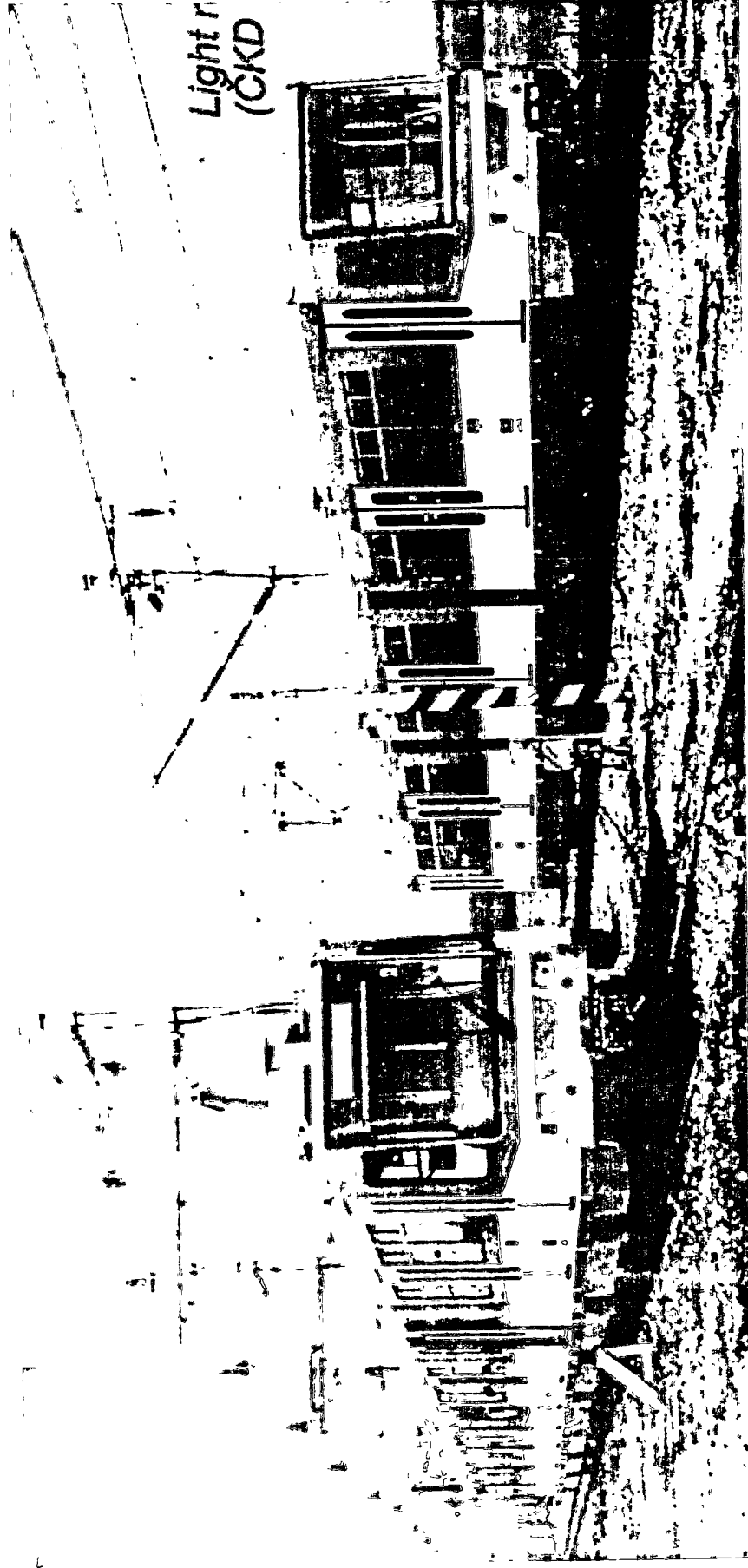
附圖二二、靜態負載測試。



附圖二三、整車靜態側向力測試



附圖二五、馬來西亞輕軌車線上測試

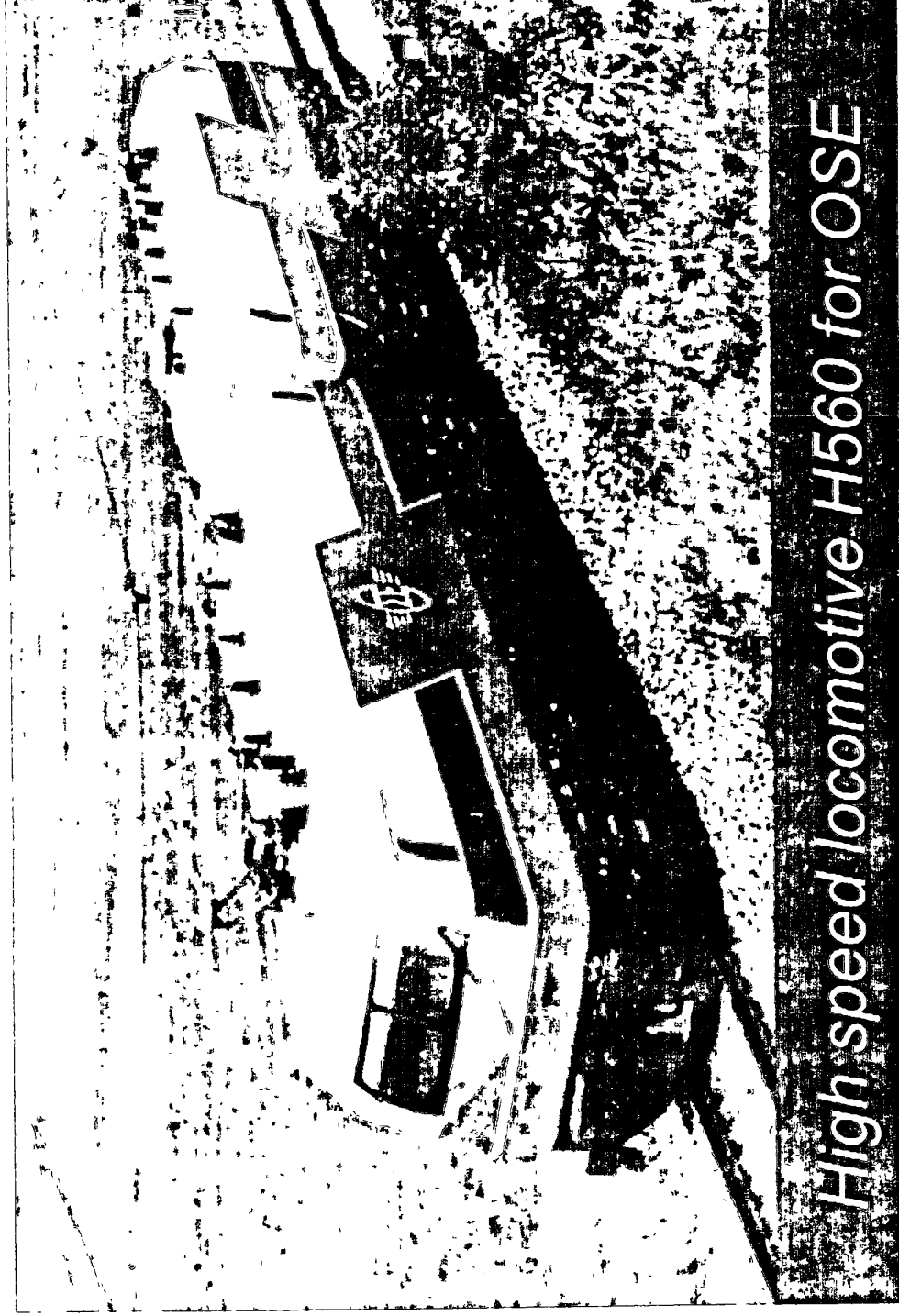


附圖二六、中國大陸客車線上測試

*e passenger coach
(Bombardier Transportation)*



附圖二七、高速機車頭線上測試



附圖二八、西門子快速列車測試

