

# 磁浮式公路車輛控制系統研究發展之初步規劃



**交通部運輸研究所**

中華民國八十一年十一月

# 交通部運輸研究所

## 合作研究計畫報告書摘要表

<b>出版品名稱</b> 中 文：磁浮式公路車輛控制系統研究發展之初步規劃 外 文：A PRELIMINARY PLANNING TO CONDUCT THE R&D OF AHVCS MAGLEV SYSTEM IN TAIWAN			
<b>國際標準書號(或叢刊號)</b> ISBN 957-00-1452-0	<b>行政機關出版品統一編號</b> 009104810425	<b>運輸研究所出版品編號</b> 81 - 43 - 609	
<b>本所</b> 主辦單位主管：楊淑貞 計畫主持人：楊淑貞 研究人員：張芳旭		<b>合作研究單位：中華民國運輸學會</b> 計畫主持人：謝長宏 研究人員：黃台生、林春福、呂淑美 地址：台北市忠孝西路一段114號4樓 聯絡電話：3146515	<b>研 究 期 間</b> 自 80 年12 月 至 81 年 6 月
<b>關鍵詞：</b> 磁浮式公路系統、個人捷運系統、平衡式運輸技術開發、電動懸浮、電磁懸浮、雙用型車輛、智慧型車路系統。			
<b>摘 要：</b> 磁浮公路車輛系統在美國與日本已開始進行有關之研究，為瞭解我國在此背景下應有之因應方式，本研究進行了相關科技發展狀況之瞭解，開發此系統所需進行研究課題之探討，並經由問卷調查，收集國內相關人員對我國進行此一系統研發項目與推動方式之意見。結果顯示，由於磁浮技術與短間程車輛自動控制技術發展尚未成熟，我國技術水準與先進國家仍有相當差距，短期內不宜直接進行此一系統核心技術之研發，只能以掌握此一系統發展狀況及運輸需求變化狀況為工作重點，並依國內捷運系統建設之技術轉移及相關產業技術之提昇，在適當時機引進核心技術，或以國際合作方式參與國外研發工作，進而建立零件生產或整體系統裝配能力。			
<b>出版日期</b>	<b>頁數</b>	<b>工本費</b>	<b>本 出 版 品 取 得 方 式</b>
81年11月	102	165元	凡屬機密性出版品均不對外公開。凡屬一般性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。
<b>管制等級：</b> <input type="checkbox"/> 機密 ( <input type="checkbox"/> 解密日期為      年      月      日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況辦理解密 ) <input type="checkbox"/> 限閱 <input checked="" type="checkbox"/> 一般			
<b>備 註：</b> 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

# 目 錄

目錄 .....	I
表目錄 .....	III
圖目錄 .....	IV
<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究範圍 .....	2
1.3 研究課題 .....	5
1.4 研究架構與流程 .....	6
<b>第二章 開發磁浮式公路車輛之主要課題 .....</b>	<b>9</b>
2.1 運輸技術開發之系統架構 .....	9
2.2 磁浮式公路之系統輪廓 .....	14
2.3 相關技術之發展狀況 .....	18
2.4 磁浮式公路系統可行之先決條件 .....	32
2.5 磁浮式公路系統發展課題 .....	34
<b>第三章 磁浮公路系統發展之推動方式 .....</b>	<b>41</b>
3.1 美國磁浮公路系統發展之推動狀況 .....	41
3.2 日本磁浮公路系統開發之推動狀況 .....	42
3.3 我國推動磁浮公路系統方式之探討 .....	43

3.4 我國推動磁浮公路系統開發之工作建議 .....	44
<b>第四章 研發課題及推動規劃之意見調查 .....</b>	<b>47</b>
4.1 調查計畫 .....	47
4.2 受訪者對開發磁浮公路車輛系統價值之看法 .....	49
4.3 開發課題及其優先性之意見 .....	51
4.4 有關參與規劃及開發研究單位之意見 .....	53
4.5 調查意見之檢討 .....	55
<b>第五章 磁浮式公路車輛研究發展之推動規劃 .....</b>	<b>57</b>
5.1 我國推動磁浮公路車輛系統之工作計畫 .....	57
5.2 推動磁浮公路車輛系統開發之組織架構 .....	61
<b>第六章 結論與建議 .....</b>	<b>65</b>
<b>參考文獻 .....</b>	<b>69</b>
附錄一 調查問卷 .....	71
附錄二 磁浮公路車輛系統開發研究問卷調查受訪者名單 .....	75
附錄三 國內運輸專業及有關人員意見調查書面意見 .....	78

# 表 目 錄

表 4.1	國內運輸專業及有關人員意見調查問卷回收率 .....	48
表 4.2	受訪者對磁浮公路車輛系統開發價值意見統計表 .....	50
表 4.3	受訪者對參與規劃單位之意見統計表 .....	54
表 4.4	受訪者對參與開發研究單位之意見統計表 .....	54

# 圖 目 錄

圖 1.1	AHVCS MAGLEV 系統構想圖 .....	3
圖 1.2	運輸技術開發流程 .....	4
圖 1.3	研究架構與流程 .....	7
圖 2.1	運輸技術研究發展過程 .....	11
圖 2.2	平衡式運輸技術開發架構 .....	13
圖 2.3	磁浮公路系統操作示意圖 .....	17
圖 2.4	電動懸浮之支撐與導引方式 .....	21
圖 2.5	電磁懸浮之支撐與導引方式 .....	22
圖 2.6	磁浮車輛運行控制示意圖 .....	31
圖 5.1	我國推動磁浮公路車輛系統工作架構圖 .....	60
圖 5.2	推動磁浮公路車輛系統開發短期組織架構圖 .....	62
圖 5.3	推動磁浮公路車輛系統開發中期組織架構圖 .....	63

# 第一章 緒 論

## 1.1 研究背景

小汽車可謂是二十世紀最重要的發明之一，它不但為人們提供一項舒適、便利的交通工具，也改變了人們的生活方式與都市發展型態，擁有一部小汽車幾乎已是每個現代人的希望。然而在二十世紀末期，小汽車之發展也顯現一些問題，首先是 1970 年代兩次石油危機，使人們警覺到小汽車所奠基的石化能源，有枯竭的可能，至少其費用將日漸上昇，在沒有其他替代能源時，終將使小汽車不再是一般人所支付得起的交通工具；其次，由於小汽車廣泛使用所造成之擁塞、空氣污染等問題，使大眾運輸工具之研究發展積極進行，而目前磁浮技術與有軌鐵路均已創造每小時 500 公里之速率，雖然這些技術之開發尚未完全成熟，但已使人們意識到二十一世紀的運輸工具所需要的速率即為每小時 500 公里左右之速率，而以小汽車現在的構造是無法滿足此一需求的，由此，如何將小汽車作一改進以符合二十一世紀的要求，不但是關係二十一世紀人們生活方式之重大課題，亦隱含一難以精確計算之鉅大商業利益。識者有見於此，即著手小汽車之改進研究。

美國維吉尼亞技術學院 Donald Drew 教授在上述背景下提出磁浮式公路車輛控制系統 (Automated Highway/Vehicle Control System with Magnetic Levitation Technology 簡稱 AHVCS MAGLEV) 之構想，將磁浮技術應用於小汽車，以軌道上與車輛上超導體所生磁場之斥力



支持車重，並維持車輛行進方向（如圖 1.1 所示），再以目前捷運技術上已使用之線性感應馬達 (Linear Induction Motor) 推動車輛，初步估計最大行車速率可達 300mile/hr，可算是此方面最早之研究工作 [1]。日本方面也已注意磁浮技術在公路車輛之應用，但基於技術尚未成熟，目前仍以車輪支持車重，但以線性感應馬達推動車輛，且以貨運之運用作為進一步研發之基礎 [2]。可看出此一構想正逐漸受到廣泛重視，我國應在此運輸系統潛存重大變化，而 AHVCS MAGLEV 很可能成為下一代交通工具之時，應如何因應、如何在各相關機構形成共識以研擬出合宜之行動計畫，均為應積極探討之課題，本計畫即為有關此一系統之研究發展的先期規劃工作。

## 1.2 研究範圍

運輸技術之開發工作，由構想到開發成功以至實際應用，一般大致可以分為五個階段。第一階段為推廣構想，形成共識，並研擬發展工作之推動計畫，以組織有關機構配合進行；第二階段由各相關機構深入進行本身主管或涉及課題之相關研究，使發展系統之各項細節及該系統應具備之性能均更確定；第三階段為確定系統之各項規格，並進行系統設計；第四階段依據系統規格與設計結果，開發模型，並進行模型測試，如果測試結果仍有問題，則檢討有關之研究結果與所訂規格，變更設計，重新修改模型，直到模型測試完全滿意為止；第五階段進行原型製造，原型測試。同樣需經過反覆之檢討修正，直至原型測試亦通過。最後即為實際應用。整個流程如圖 1.2 所示。



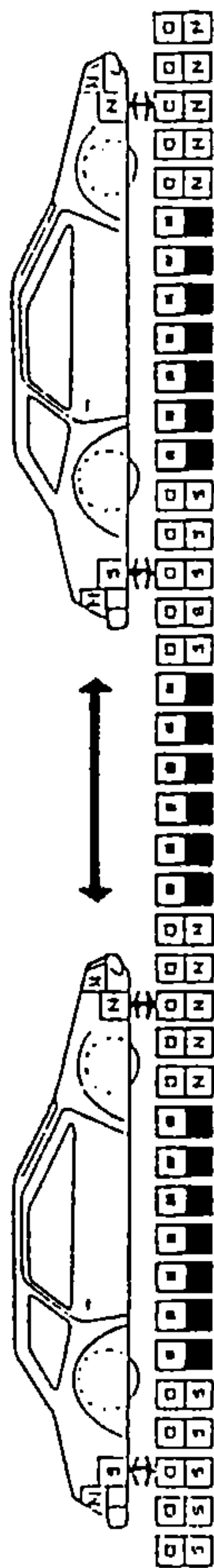
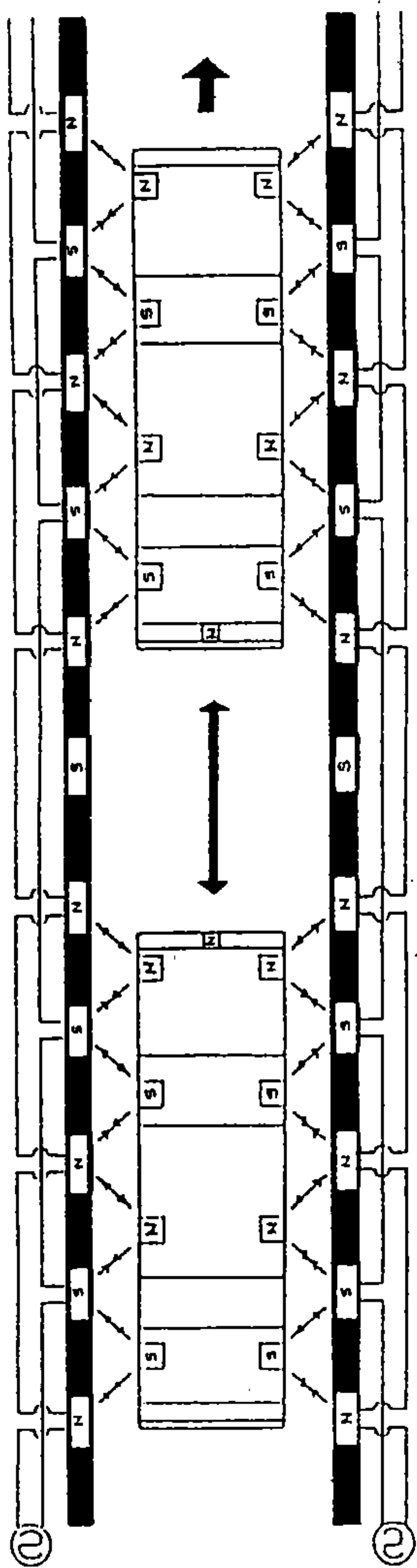


圖 1.1 AHVCS MAGLEV 系統構想圖

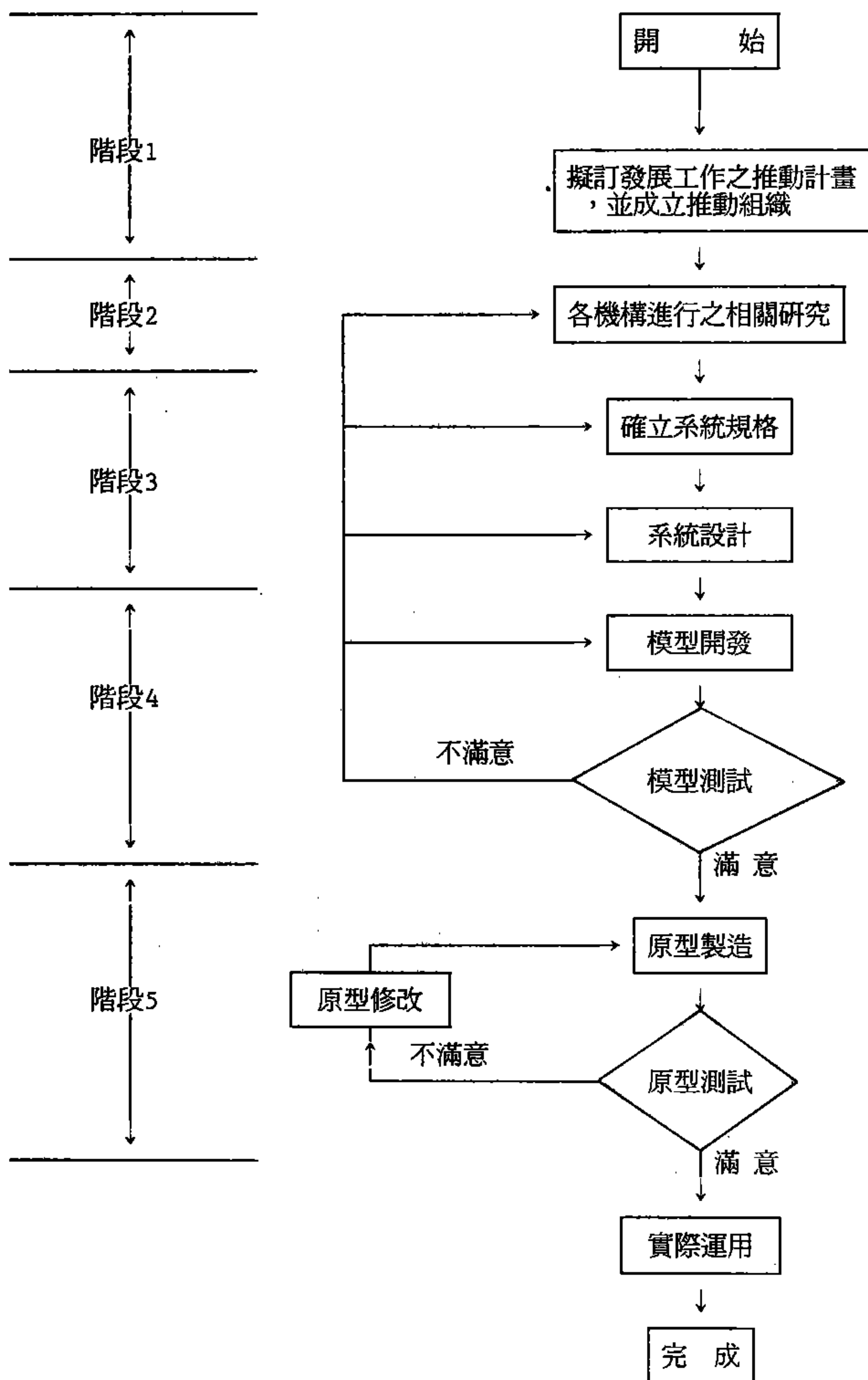


圖 1.2 運輸技術開發流程

AHVCS MAGLEV 系統之開發亦應循此程序進行，雖然我國很可能不需作全系統之開發，但為有效掌握此一系統的發展全貌，仍需依上述流程進行。本研究將僅進行上述流程之第一階段工作，主要目標在於瞭解問題，尋求共識，研擬推動計畫。

### 1.3 研究課題

AHVCS MAGLEV 系統研究發展第一階段工作之重點主要有三：

1. 我國是否需要對此一系統進行研究發展？
2. 前項答案如為肯定，則研究發展之範圍及內容應如何？
3. 就前項所定研究發展範圍及內容之各項工作，如何進行研發之推動？

AHVCS MAGLEV 系統之研究發展，至少涉及交通部門、產業部門、經濟發展部門、區域發展部門、科技發展部門等，因此，上述三個問題應綜合各部門及相關機構之意見後，方能得到較明確之答案，而在此之前，亦有必要使各部門對 AHVCS MAGLEV 系統有一較完整之看法，才能深入思考上述各問題，基於此，本計畫在第一階段工作擬進行之研究課題主要有以下幾項：

1. 探討 AHVCS MAGLEV 發展將涉及之部門，以及對各部門之衝擊或與各部門之關係。
2. 搜集有關部門相關單位或機構，對發展 AHVCS MAGLEV 系統之法。
3. 彙整各方面之正反意見，歸納國內各方對發展 AHVCS MAGLEV 系統的主要觀點，以探討研發 AHVCS MAGLEV 之可行性或適當方式。
4. 研擬各部門所需進行之研究課題，並研擬工作小組之組織原則。

- 5.排定各研究課題之先後順序，研擬往後各項工作之執行單位與分工方式。
- 6.綜合以上結果，訂定發展 AHVCS MAGLEV 系統之工作計畫，俾供實施之參考。

## 1.4 研究架構與流程

由於 AHVCS MAGLEV 系統仍在概念發展階段，其功能、構件、以及與使用者之關係均未確定，國外之研究亦剛起步，因此，本研究首先由運輸技術開發之全面考慮，粗略勾勒出 AHVCS MAGLEV 系統之輪廓，再由國外有關方面之發展狀況歸納出 AHVCS MAGLEV 系統之開發課題。透過初步之整理工作，希望能使國內相關機構對 AHVCS MAGLEV 系統有較清晰之認識，而能對推動此一系統之開發研究表示意見。最後本研究再綜合各機構的意見，確定系統開發範圍，以及應進行之研發工作項目，並排列這些工作之先後順序，訂定整個開發工作之推動計畫。全部研究架構如圖 1.3 所示。

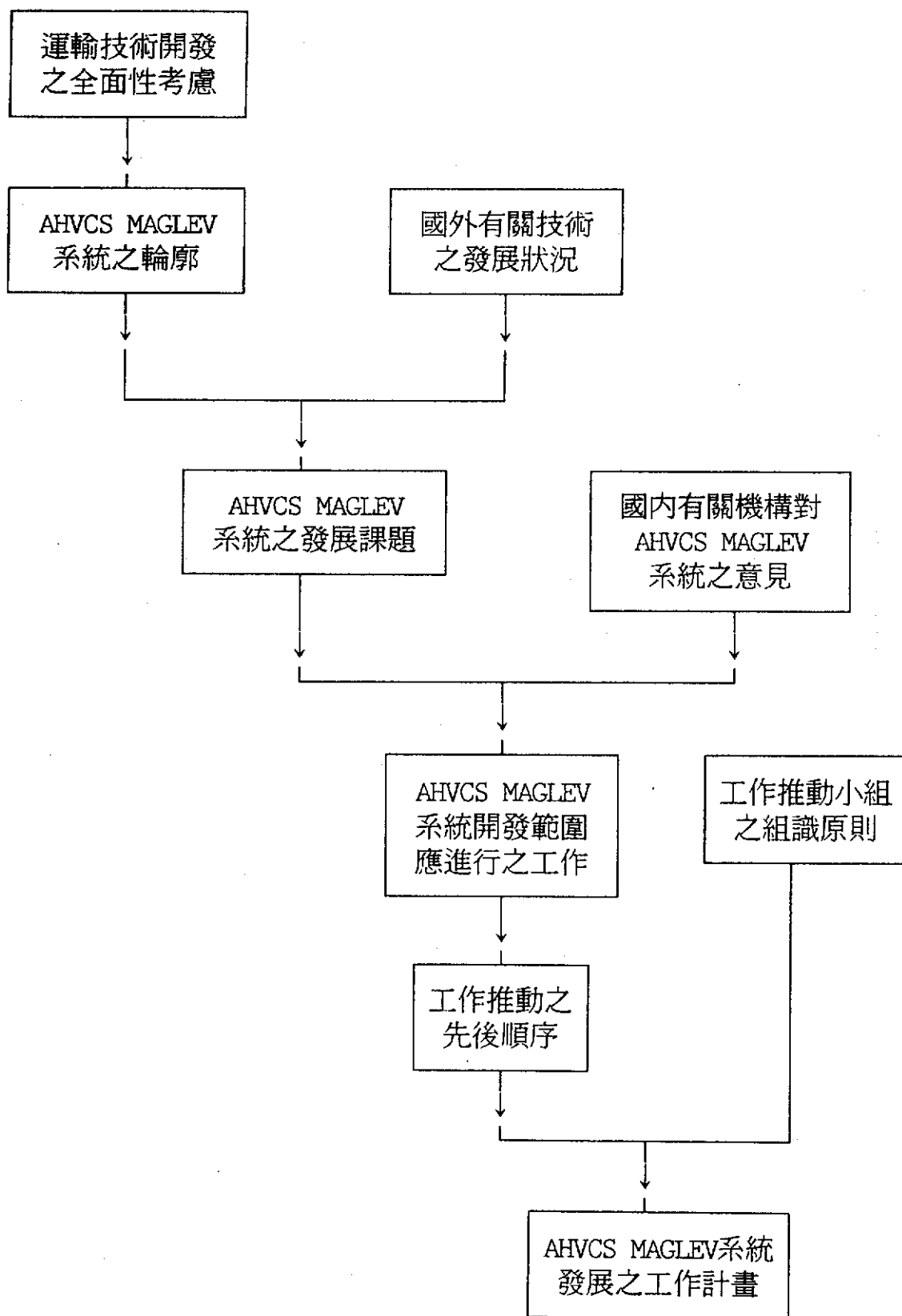


圖 1.3 研究架構與流程

## 第二章 開發磁浮式公路車輛之主要課題

### 2.1 運輸技術開發之系統架構

#### 2.1.1 運輸技術開發之構面

運輸技術之開發主要包括三個層面的因素，一為運輸技術之本體，二為運輸系統關聯者之需求，三為運輸技術構件與系統之研究發展。各因素在運輸技術開發中之角色及內涵說明如下：

##### 1. 運輸技術本體

運輸技術本體係提供運輸服務之各項設施之總稱，藉由此些設施之組合始可發揮運輸系統之服務功能。

運輸技術本體主要包含動力器、載具、控制設施、運行道、場站、維修系統等六項構件；動力器是推動載具之設備，將輸入之能源轉換為動能，使載具得以移動；載具為載運乘客之設施，除動力器所提供之移動功能外，亦會應乘客搭乘舒適之需要，而裝設避震、空調等設備；控制設施係控制載具移動方向之裝置，使載具能依操作者或使用人希望之方向移動；運行道係載具運行之通道，亦為載具移動所經過之空間或使用之設施；場站則是乘客進出運輸系統之場所，為乘客與運輸技術本體之介面；維修系統則為維修各構件使其維持正常功能之設施。上述六項構件結合在一起，運輸系統才能正常提供運輸服務。



## 2. 運輸系統關聯者之需求

運輸系統關聯者之需求包含乘客之需求、操作者之需求、經營者之需求、主管單位之需求、及環境之需求。乘客對運輸系統之需求主要有運送安全、速度快、與搭乘舒適；操作者之需求在於技術之可靠性（運輸技術之反應與操作命令一致），操作簡易、及操作過程舒適；經營者之需求主要為資本成本與營運成本低，及有較高之營收能力；主管單位的需求為安全、運能、及服務水準可滿足社會整體要求，對環境之衝擊能為社會所接受；環境之需求則為運輸技術所產生之噪音、空氣污染不能超過一定的限度。運輸技術本體必須滿足社會各方面之要求。而社會對運輸系統之要求亦隨社會、經濟的發展而改變，因此，運輸技術本體各構件的技術亦必須隨社會對其要求之改變而不斷地開發出新技術，以因應社會發展的需要。

## 3. 運輸技術構件與系統之研究發展

研究發展係推動技術更新或開發新技術之工作。研究發展工作一般分為規劃、設計、實驗、量產製造或施築，及使用等五個階段。規劃乃探討既有運輸技術與各關聯者需求之差異，研訂新技術功能之工作；設計為依新技術應具備之功能決定系統各構件、組件的規格、尺寸、材料結構、及操作機制之工作。實驗是依設計階段所訂之藍圖先做一模型或實體，試驗運行，以改進設計。經廣泛嚴密之實體測試後，如果沒有問題，即進行量產製造或施築，並作實際上之商業運轉。此過程為一反覆之過程，每一階段發現問題，均需回到前面之階段，重新檢討改進，消除所發現之問題（如圖 2.1 所示）。一個國家如果沒

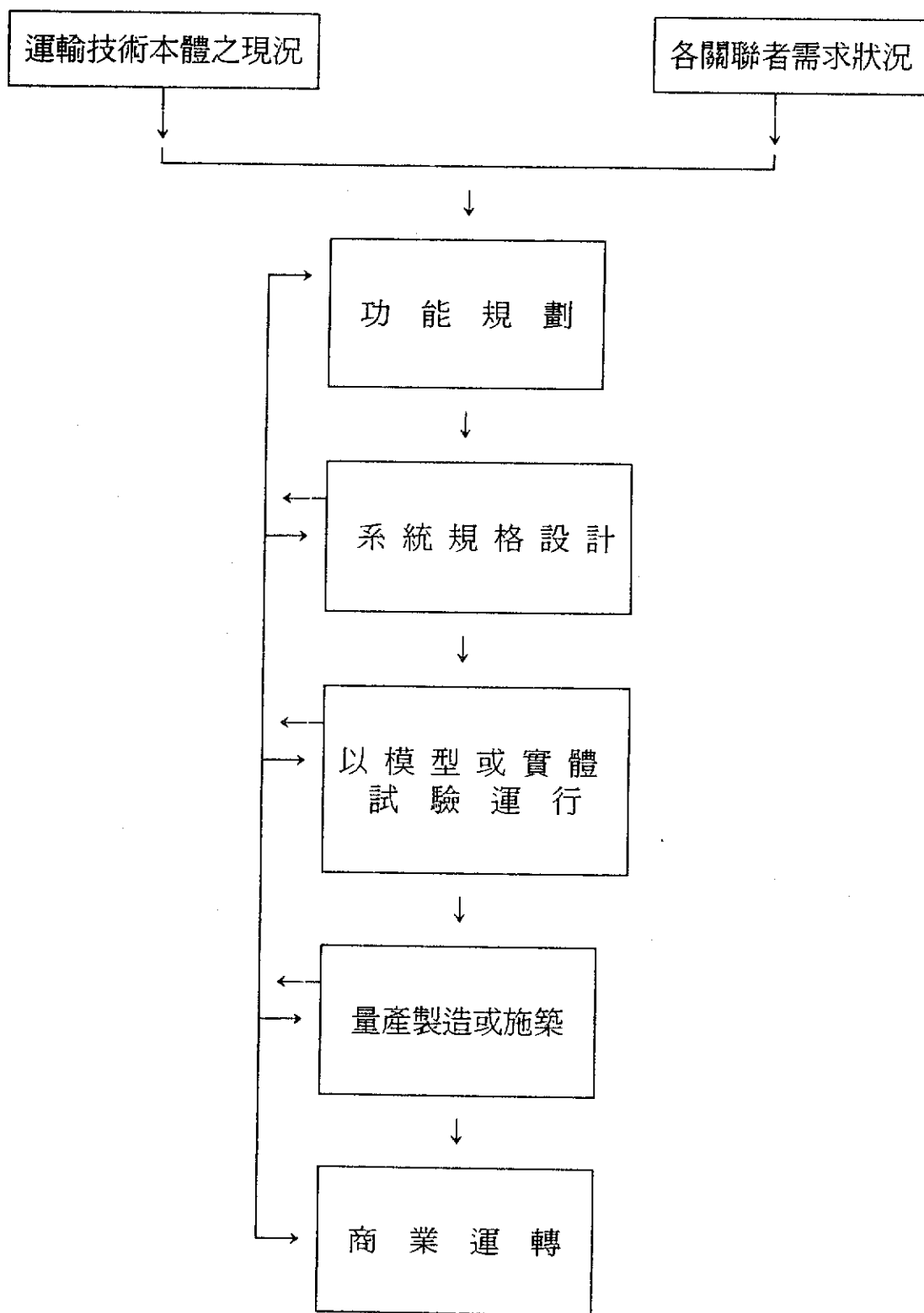


圖 2.1 運輸技術研究發展過程

有運輸技術研究發展之能力，當其運輸系統不能滿足需求時，只能引進國外之既有技術來改善其運輸服務。

就研究發展橫剖面而言，因各關聯者對運輸技術之需求是多方面的，因此除了基本上對運輸技術本體之研究發展外，尚有與人（乘客、操作者）之介面考慮、及與環境之介面考慮。研究課題除了機械、電子、材料、控制、空氣動力等運輸技術本體方面之問題外，尚需包含人因工程、環境工程、對社經發展影響等問題；設計製造時亦須進行將各方面要求實現之研究開發。另外，研究發展活動本身之成本效益亦為研究發展工作之一重要考慮。

### 2.1.2 平衡式運輸技術之開發架構

以往運輸技術之開發固有因應社會需求而進行並且成功者，如 streetcar 之發展係 1832 年紐約市因環境維護之要求，將市內一段鐵路改用馬拉街車 (Horse-Drawn Streetcar)，以後又為降低經營成本而找尋替代之動力方式，逐步發展成 Cablecar 及使用電力之 Streetcar。但這些發展大部分均為因應局部性之需求而改善者。

至於完全以新型式運輸技術之開發者，或導源於新技術之應用，如蒸氣機之於火車、內燃機之於汽車；或導源於人類對特殊功能之期盼，如飛翔之於飛機。這種類型的發展初期並不以滿足社會對運輸技術之需求為目標，往後繼續依社會需求逐步研究發展，才成為今日之主要交通工具。此種方式所開發之運輸工具，固然有如火車、汽車、飛機之成功者；亦有因考慮不完整而歸於失敗者，如 1960 年代美國個人捷運系統 (Personal Rapid Transit System) 之開發因無法取代小汽車而停止開發，英法兩國聯合開發之協和式噴射客機，亦因所產

生之噪音不能為環境保護人士所接受，而無法廣泛地被使用，均為以技術為導向或以構想為導向開發新運輸技術不成功之實例。

平衡式運輸技術之開發方式，即是在前述影響運輸技術開發三構面間平衡把握以開發運輸技術之進行方式，所謂平衡把握係指此一開發計畫應先就使用者，操作者、經營者、管理單位、環境等各方面對運輸技術動力器、載具、控制設備、運行道、場站、維修設備各子系統之要求，確定各子系統之功能規格、結構、材料、操作機制，再探討在規劃、設計、實驗、製造施築、使用各過程中達成上述各項要求應解決之問題與應進行之工作。在此平衡式運輸技術之開發架構（如圖 2.2 所示）下，運輸技術開發之主要問題及其定位都能一目瞭然，據此訂定開發計畫，將可降低運輸技術開發之風險。

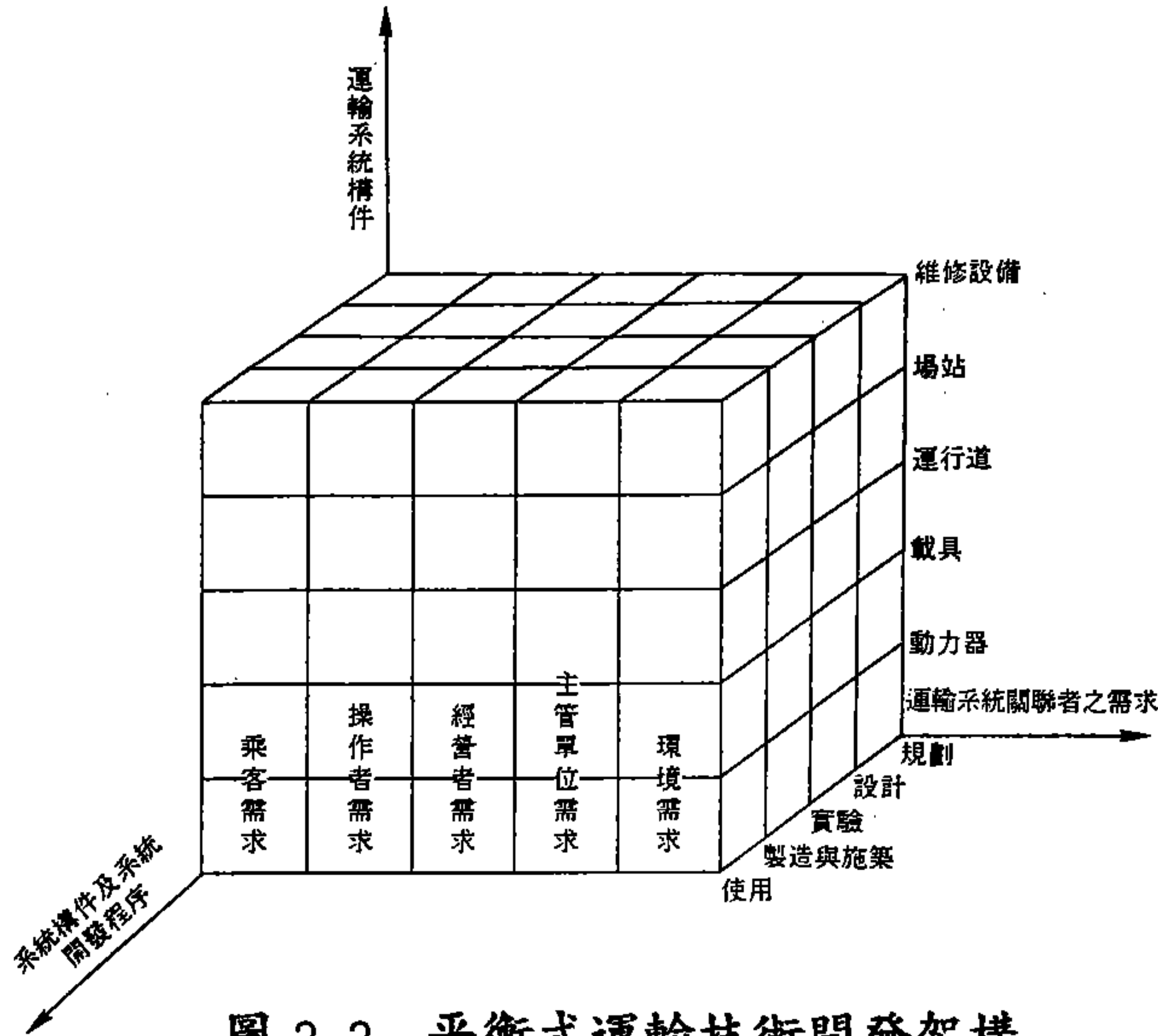


圖 2.2 平衡式運輸技術開發架構

雖然平衡式運輸開發架構已可對運輸技術之開發有一全面性之把握，然而架構中之各項因素，如各方面對運輸技術之需求、其他相關技術之發展等均會隨時間與環境而改變，而運輸技術之開發係長時期性的，往往需要 20 年以上，因此以平衡式運輸技術開發架構為基礎，將可用於發展過程之定期或不定期反覆檢討，若其中某些問題已經解決或已經不存在，即可予以剔除；如有新的問題產生或新的考慮應加入，亦能隨時增加且掌握其與其他問題或其他構面的關係。

## 2.2 磁浮式公路之系統輪廓

### 1. 公路運輸之技術類別

公路運輸之技術類別可由各子系統之技術現況說明之。在動力器方面可分別為內燃機（包含汽油引擎與柴油引擎）、電力馬達、與磁力推動（包含線性感應馬達與線性同步馬達）三類。雖然電力馬達與磁力推動之動力來源均為電力，但電力馬達除了將電能轉為動能外，尚需車輛與運行道之摩擦力牽引，才能推動車輛；磁力推動則不需要車輛與運行道之摩擦力牽引，直接由電力轉為磁力，利用磁力同性相斥與異性相吸之作用推動車輛。載具方面除車體尺寸上之差異外，最重要的就是可分為單車（一個車廂）運送與列車運送兩大類。控制方面雖然有駕駛依目視控制、依號誌控制、與自動控制等類別，但基本上應分為車輛操作者與載具同體，及車輛操作者與載具分離兩大類。駕駛人依目視、依號誌控制、與半自動控制，駕駛人仍負有部分控制功能者，均屬於車輛操作者與載具同體；只有全自動控制為車輛操作者與載具分離。運行道可分別為一般道路上運行，與在專用道路上運



行。前者係不同運輸工具可混合使用之道路，後者則只有單一運輸工具使用，如公車專用道路 (Exclusive Bus Street)、捷運系統之軌道等。站場一般可分為站牌 (Stop)、場站 (Terminal)，與無場站三類，但基本觀之，應可歸類為由站場進出運輸系統，及隨處可進出運輸系統兩類，隨處可進出之意義即為可及門運送。維修設備沒有太明顯之分類。

## 2. 公路運輸之服務狀況

公路運輸主要係指以公路作為運行道之運輸方式，由於公路之基本特性在於具有普及性，因此公路運輸可作及門運輸，亦因此，其車輛必須自帶能源，控制亦為駕駛以目視方式控制。公路運輸之車輛幾乎全使用汽油或柴油為動力來源，以車輛與車道間之摩擦力驅動車輛，最高速率大約在每小時 150 公里左右。

公路運輸之最大優點的在於及門運輸；其速率目前尚可為使用者接受，預期將不能滿足二十一世紀之需求已如前述；公路運輸目前之控制方式雖可達成 2 秒鐘間距，已大幅超過鐵路或軌道運輸約 30 秒之最小間距，但仍不敷流量需求。因車道容量不足致使運行速率降低，亦為公路運輸之一大問題。

## 3. 磁浮式公路之系統輪廓

磁浮公路系統開發之目標如果訂為提昇公路運輸系統之服務至二十一世紀之需求標準，則磁浮公路系統應具以下之功能特性：

- 擺脫對石化能源之依賴。
- 仍保持及門運輸之運送方式。



- 行車速率最高可達每小時 500 公里。
- 提高系統之運能，主要係車道之運能。

以磁浮技術驅動載具，應可具備擺脫石化能源，及速率達到每小時 500 公里兩項功能之要求。但即使如此，要達到每小時 500 公里之最高速率，除動力系統外，尚受行駛距離及行程中有無其他干擾之影響。換言之，磁浮公路應是以長程運輸為主，而且應以專用車道之方式運行。至於保持及門運輸，則磁浮公路車輛應兼具長程行駛時在專用車道運行，短程行駛時在一般道路運行之雙用型態 (Dual Mode)，亦因此，雖然其在專用車道上以磁力懸浮推動，但在一般道路上很可能仍需以車輪支撐車重，以電力馬達驅動車輛，類似目前發展之電動車。最後提高車道之運能，若要大於每車道 2,000 輛車之容量，則前後兩車之間距必須小於 2 秒鐘，此將超越人的控制能力，必須依賴自動控制，其他如車輛之停放、車輛之維修很可能仍由使用者負責，車道之維修則由政府主管單位或營運機構負責。

茲依此些條件勾勒出磁浮公路車輛之操作狀況，並將其示意圖示如圖 2.3。在市區內，磁浮公路車輛仍如現在之小汽車一樣，在一般道路上行駛，最高速率約每小時 60 ~ 80 公里；作長程行駛時，則由匝道進入磁浮主車道，車輛在匝道與磁浮主車道上均為自動控制，車輛須經加速後，才能併入主車道，因此在主車道上車輛之速率均相同，而無超車之操作。車輛要離開磁浮公路時，亦先由主車道分出，逐漸減速至一般道路之行車速率時，再離開磁浮車道。

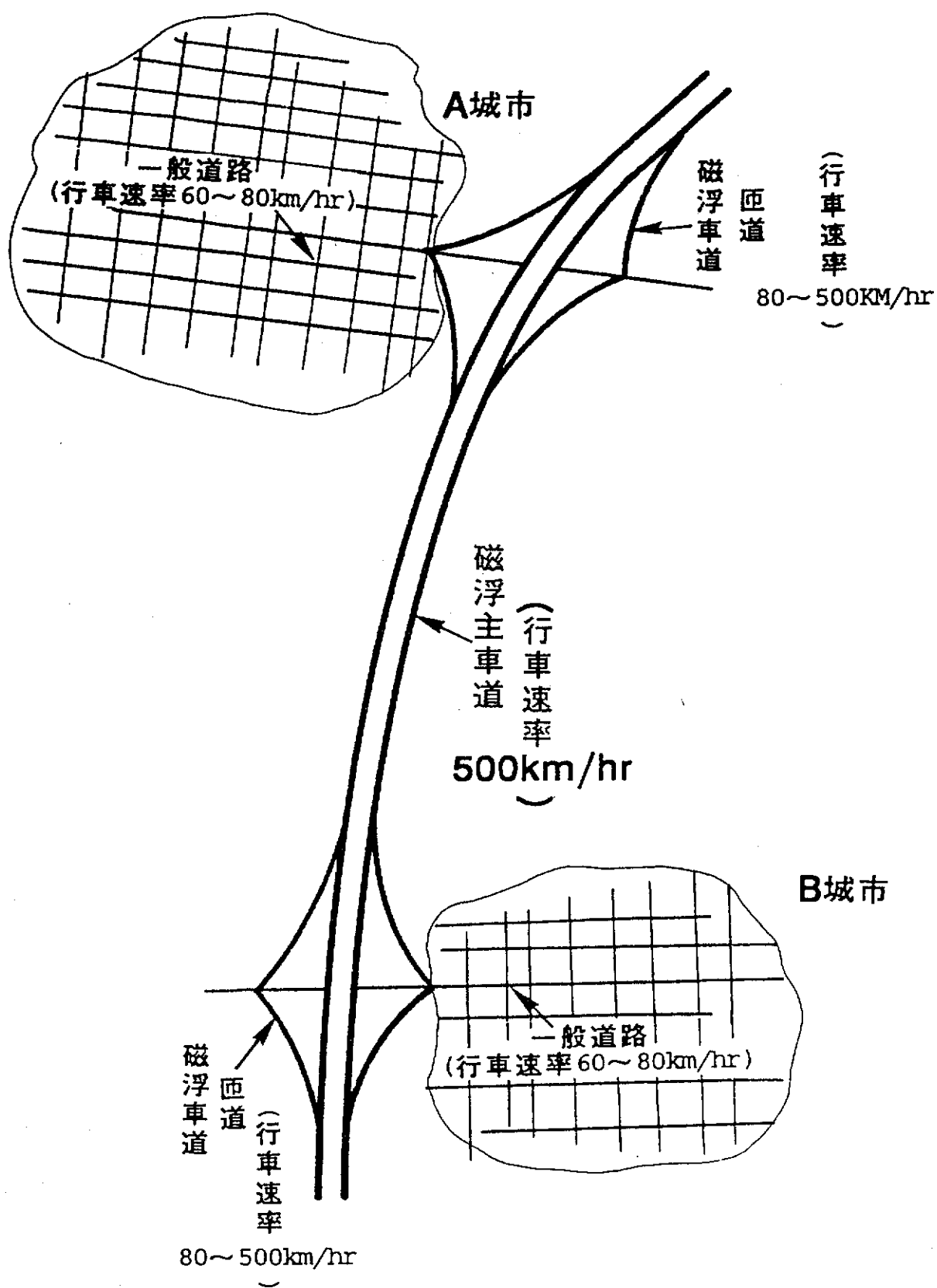


圖 2.3 磁浮公路系統操作示意圖

## 2.3 相關技術之發展狀況

與磁浮公路系統有關之技術，主要有磁浮 (Maglevitation)、智慧型車路系統 (Intelligent Vehicle-Highway System 簡稱 IVHS)，及雙用車輛系統 (Dual Mode System) 三類，此三類技術之發展狀況及其對磁浮公路系統開發之意義，茲分別說明如下：

### 2.3.1 磁浮技術之發展狀況

#### 1. 磁浮技術之開發與應用

進行磁浮技術開發與應用之國家計有美國、日本、英國，與德國四個國家，各國發展狀況如下：

##### 1) 美國之發展狀況 [3,4]

美國為發展磁浮技術最早的國家，美國在 1930 年代即擁有磁浮技術之專利權，但一直到 1960 年代才正式開始發展此一技術。1970 年、1971 年且由政府資助進行此方面之研究，1975 年卻因決策當局認為美國的公路及民航系統足敷所需，以及東北走廊鐵路系統需要資金修復而中止了此一研究，磁浮技術之發展遂由日本、德國、與英國所取代。近年由於美國公路及航空系統之使用已呈飽和，美國又有意發展磁浮技術。應用之對象為 100 哩～500 哩之距離，目前有關之發展構想有以下五項：

- 佛羅里達州奧蘭多國際機場至迪斯耐樂園 World's Epcot Center 之高速磁浮系統計畫，路線長 20 哩，預計速率為每小

時 250 哩，採用德國之技術，而由日本提供資金進行之。

- 拉斯維加斯運人系統

拉斯維加斯運人系統公司 (Las Vegas People Mover Corporation) 與市政府計劃在該市 Cashman Field Convention Center Complex 到 the Festival Marketplace 建一磁浮運人系統，全長 1.3 哩，設四處車站。該系統將由德國 Magnetbahn GMBH 公司及 AEG、AG 公司負責設計與監造。

- 賓夕法尼亞州考慮在費城與匹資堡間建一磁浮路線，亦考慮在匹資堡市中心到匹資堡國際機場間建一磁浮運人路線。
- 俄亥俄州考慮在克里夫蘭、哥倫布市、及辛辛納提走廊建一磁浮路線。
- 亦有人建議在東北走廊、亞拉罕到拉斯維加斯、及底特律到芝加哥，建設磁浮系統。

其中以第一項計畫最有實現之可能。

## 2) 日本之發展狀況 [3,5]

日本磁浮技術發展係以高速車輛為主，發展之單位有二，一為日本國鐵，一為日本航空公司。日本國鐵在九州宮崎設一實驗場；日本航空則在東京以西 80 哩之 Sakaigawa 建有一 27 哩之試驗軌。

日本磁浮試驗車雖然曾經創下 517km / hr 之世界記錄，但距商業運轉似乎尚有一段距離。

## 3) 英國之發展狀況 [6]

英國在磁浮技術上之發展主要是低速方面，目前在伯明罕已有一

條 620 公尺之路線自 1984 年即開始營運。

#### 4) 德國之發展狀況 [3,6,7]

德國磁浮技術在高速與低速兩方面均有良好之成果。低速方面德國 Magnetbahn GMBH 公司在柏林建有一條 1.6 公里之路線，已實際營運。Thyssen 公司所主導之 TRANSRAPID 系統在 Emsland 試驗場試驗近二十年後之現在，亦已完成，俟德國政府核准後，即將開始興建第一條正式營運之路線。目前所選定之路線有漢堡至 Hanover 與 Essen 至 Bohn 兩條，未來更計劃將此兩條連接而形成一條由漢堡到慕尼黑之路線。TRANSRAPID 車輛已發展到 TRANSRAPID 07 型，設計行車速率  $500\text{km/hr}$ ，由兩節車廂組成，全長 55 公尺，全重 90 噸。

## 2. 磁浮車輛之技術類別

磁浮車輛之技術主要包含支撐、導引、與驅動三個部分，各部分之技術類別分別為：

### 1) 支撐與導引之技術類別

磁浮車輛之支撐與導引基本上均是以電流產生磁場，利用磁場間之斥力或吸力達成之，然依利用斥力或吸力之不同可分為電動懸浮 (Electrodynamic Suspension 簡稱 EDS) 與 電磁懸浮 (Electromagnetic Suspension 簡稱 EMS) 兩類。

#### • 電動懸浮之技術特性

電動懸浮係利用磁場間之斥力來支撐車重，並導引行車方向，此



類技術最主要的部分係在車輛上裝設一可產生磁場之電磁鐵，而在軌道上裝設感應線圈，當車輛上電磁鐵通電產生磁場後，軌道上之感應線圈經感應而產生一同向磁場，兩者間之斥力即可支撐車重，導引車輛行駛方向（如圖 2.4 所示），日本宮崎實驗場即採用此種技術。此種技術之優點為只要電磁鐵之電流固定，車輛與軌道間之斥力即固定，車輛與軌道間之間隙亦能大致固定，日本技術大致可將間隙維持在 10 ~ 15 公分之間。缺點則為無法自靜止時即產生磁浮作用，車輛必須先行駛一段距離，俟達到某一速率後，才能懸浮，因此車輛上仍需裝設輔助輪，以助車輛浮起與降落。

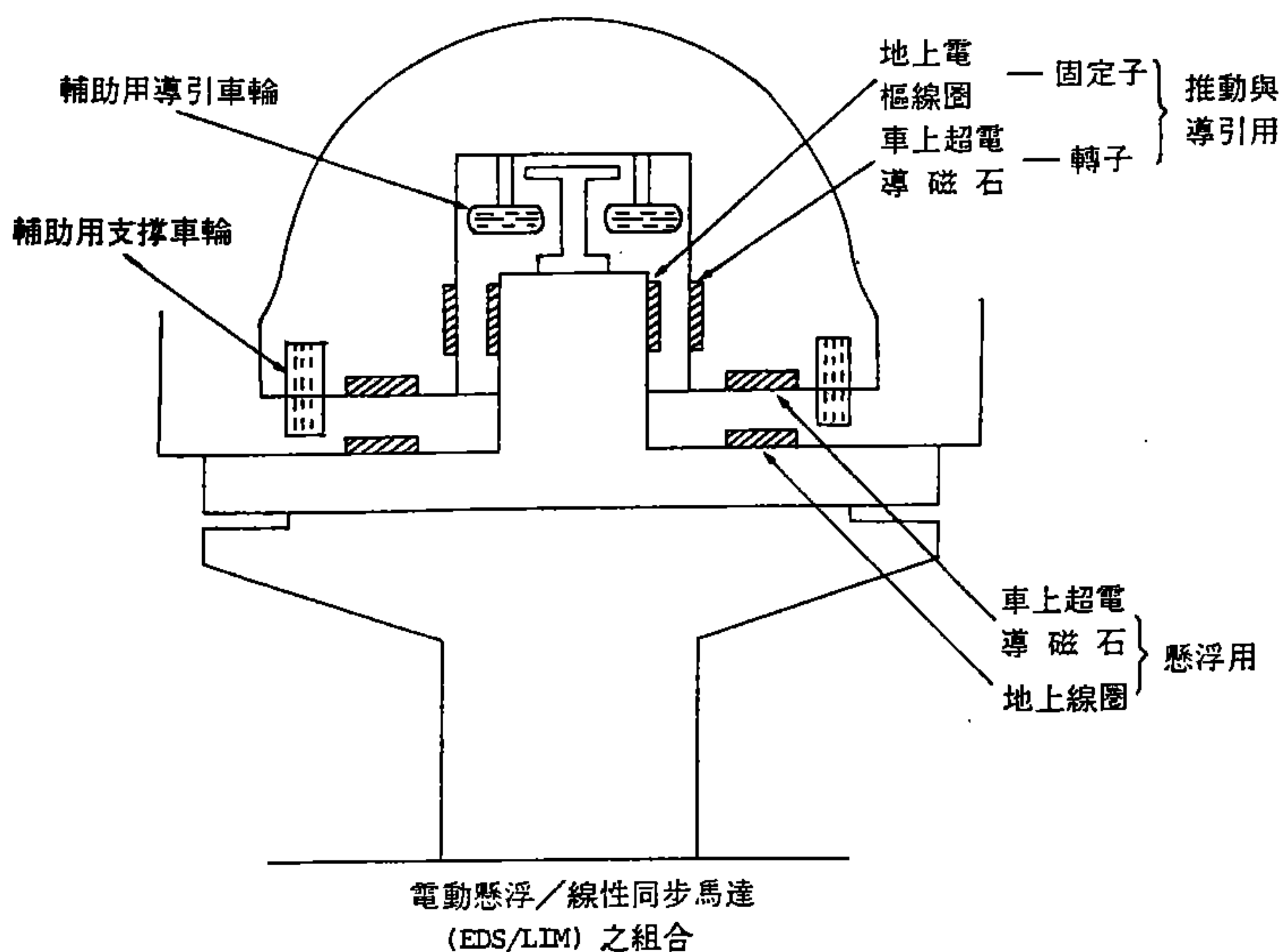
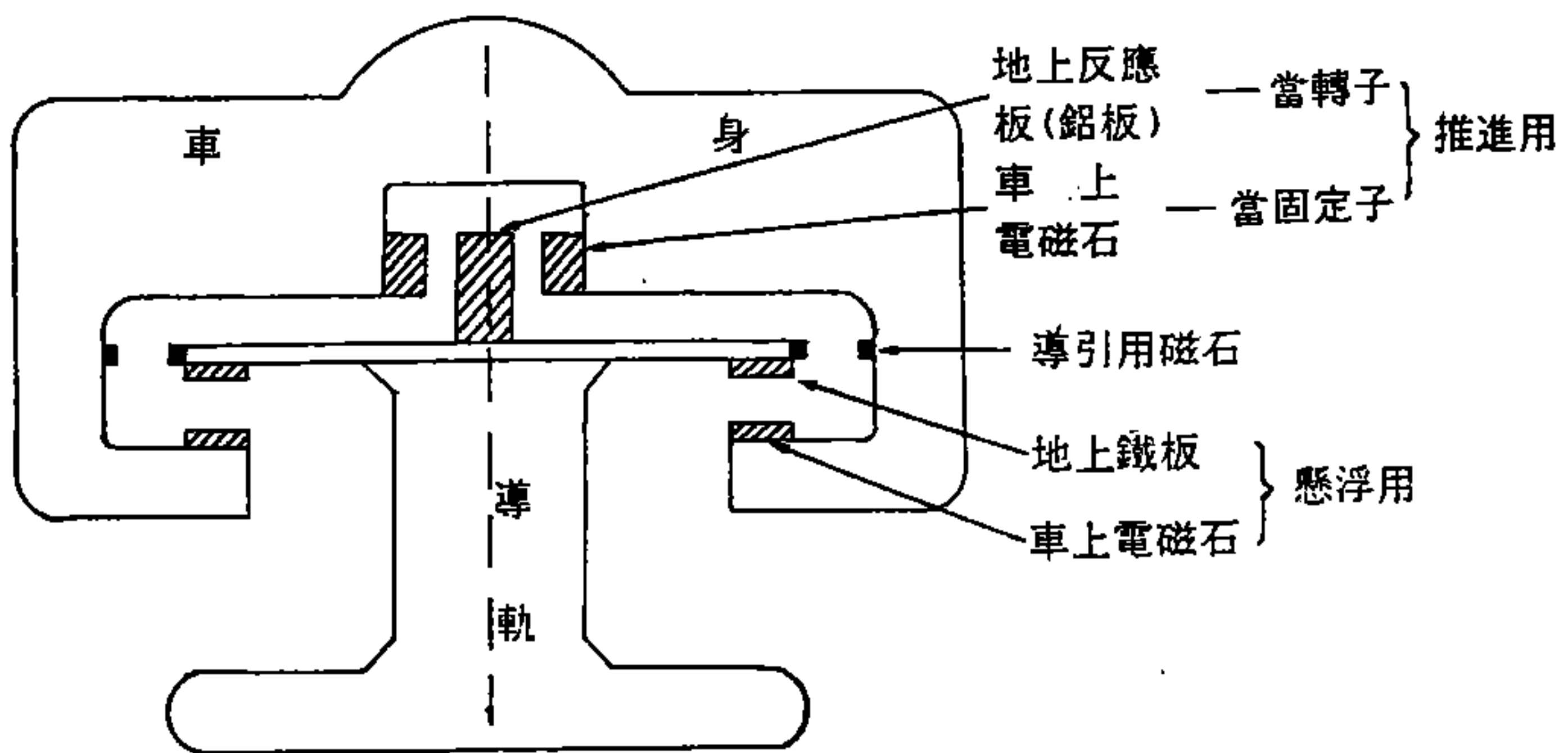


圖 2.4 電動懸浮之支撐與導引方式



### • 電磁懸浮

電磁懸浮則係利用電磁吸力支撐車重，並導引行車方向，此種技術之車輛底盤環抱車道（如圖 2.5 所示），車上之電磁鐵裝設於在車道下方之車輛底盤上，車道上不設感應線圈，而以鐵板替代，利用電磁鐵與鐵板間之吸力支撐車重，導引行車，日本航空公司及德國 TRANSRAPID 系統均採用此種技術。此種技術之缺點在於磁力與車重之平衡較難控制，必須加裝間隙檢知器以作調整，此一間隙控制要求極為精密嚴格，德國所發展之技術，間隙已可控制在 1 公分左右。另外，此種技術在車輛靜止時亦可懸浮，不需像電動懸浮技術要有浮起與降落之動作，因此不需要加裝輔助輪。



電動懸浮／線性感應馬達  
(EMS/LIM) 之組合

圖 2.5 電磁懸浮之支撐與導引方式

## 2) 驅動之技術類別

磁浮車輛之驅動技術亦可依動力來源之不同分爲線型感應馬達 (Linear-Induction Motor 簡稱 LIM) 與線型同步馬達 (Linear Synchronous Motor 簡稱 LSM) 兩類。

### • 線型感應馬達

線型感應馬達之磁力來源在於車上之電磁石（相當於一般電力馬達之固定子 Stator），車道因感應所生磁場之磁力產生推力驅動車輛（車道相當於一般電力馬達之轉子 Rotor）。

### • 線型同步馬達

線型同步馬達則將產生磁場之線圈置於車道上（相當於固定子），而在車上裝置一超電導磁石作爲轉子，同樣以磁力推動車輛。

兩者相較，線型同步馬達之車輛較輕，出力較大，但技術複雜度較高；線型感應馬達則反是。目前低速之磁浮車輛多使用線型感應馬達，高速之磁浮車輛多使用線型同步馬達。

## 3. 磁浮技術發展狀況之檢討

磁浮技術之發展在車輛推進、導引、與支撐方面均已有相當之成就，問題不大。但是在車輛控制方面，因目前磁浮技術之應用均以大眾運輸爲對象，列車之班距較大，控制容易，而且均以單線往返式操作，列車與列車間之互動關係比較單純。用於公路車輛時，如何將間程 (Headway) 大幅縮小，以提供較大之運能，技術因難度將大幅提高；另外，如何在高速行駛且間程很小之狀況下，完成車輛之併入 (Merge) 與分出 (Diverge)，亦爲非常複雜之工作，這些均爲磁浮技術應用於

公路車輛時，必須進一步克服之問題。

### 2.3.2 智慧型車路系統之發展

智慧型車路系統 (IVHS) 亦是最近十多年來各工業先進國家傾力發展之運輸技術，從事開發之國家亦為美國、英國、德國、日本、及歐洲共同體 (European Community)，發展狀況及技術特性說明如下：

#### 1. 發展狀況：

##### 1) 美國之發展狀況

美國在 IVHS 方面之開發計有下列八項：

- 電子路線導引系統 (Electronic Route Guidance System, ERGS)
- 駕駛者輔助、資訊、及路線系統 (Driver Aid、Information、and Routing System, DAIR) -- 1976 年通用汽車公司發展。
- 全球定位系統 (Global Positioning System, GPS)。
- Etak / Navigator 系統。
- 路線引薦系統 (Pathfinder) -- 聯邦公路署 (FHWA)、加州交通局 (Caltrans)、及通用汽車公司 (GM) 合作發展。
- 先進駕駛者資訊系統 (Advanced Driver Information System, ADIS)
- 先進交通管理系統 (Advanced Traffic Management System, ATMS)
- 自動車輛控制系統 (Automated Vehicle Control System,

AVCS)

美國在 1970 年代初期完成 ERGS 之發展計畫後，對 IVHS 研究工作即呈停頓狀態，一直到 1980 年代才又重新開始重視此方面之研究。目前美國在 IVHS 方面之技術較其他國家落後甚多。1989 年聯邦運輸部向國會提送一份報告，決定致力於此一技術之發展。

## 2) 德國之發展狀況

德國開發之系統計有下列四項

- 駕駛者導引與資訊系統 (Autofahrer-Leit-und Informations System, ALI) — 1970 年代後期德國 Blaupunkt 公司發展。
- 駕駛者電子導引系統 (Elektronischer Verkehrsleitsystem für Autofahrer, EVA) — 1980 年代 Blaupunkt 公司發展。
- ALI-SCOUT 系統：為 ALI 系統之第二代，由 Bosch Blaupunkt 及 Siemens 公司發展。
- 柏林導引及資訊系統 (Leit-und Information System Berlin) ——德國政府與工業界合作發展。

德國除進行研究開發外，亦甚重視各系統之測試，及由實際使用中收集經驗。

## 3) 英國之發展狀況

- 車內路線導引系統 (In-Vehicular Route Guidance System, IVRG) —— 由英國聯邦公路局 (Federal Highway Administration) 於 1970 年代後期所發展。

- AUTOGUIDE 系統——亦為一種車內路線導引系統，並可提供車速、外在天候與交通狀況等資訊。由英國運輸及道路研究實驗室 (TRL) 規劃，由 12 家公司共同參與開發，已於倫敦作示範性之測試。

#### 4) 歐洲之其他系統

- DRIVE 系統 (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)——由歐洲共同體 (EC) 於 1985 年推動發展。
- PROMETHEUS 系統 (Programme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety)——為歐洲 EUREKA 組織於 1986 年開始推動發展。
- 汽車道路資訊系統評估 (Automobile Road Information System Evaluation, ARISE)——由瑞典發展。

#### 5) 日本發展之系統

- 綜合性汽車控制系統 (Comprehensive Automobile Control System, CACS)——由通產省所屬工業科技局 (Agency of Industrial Science and Technology) 於 1973 年開始推動發展。
- GYRO-CATOR 系統——日本本田研究發展公司 (Honda R&D Co. Ltd) 在 1980 年初期發展完成。
- 道路自動通訊系統 (Road Automotive Communication System RACS)——由建設省公共工程研究所 (Public Works Institute



of Ministry of Construction)、與道路工業發展組織 (Highway Industry Development Organization)自1984年開始推動發展，並有25家民間企業參與。

- 先進車輛交通資訊與通訊系統 (Advanced Mobile Traffic Information and Communication System, AMTICS)——由郵電省 (The Ministry of Posts and Telecommunications)、國家政策局 (The National Policy Agency)、日本交通管理與技術協會 (The Japan Management and Technology Association)，以及59家私人企業共同推動，1987年10月開始生產測試，1988年4月在東京實地裝設。

## 2. 技術特性

到目前為止，IVHS並沒有統一之定義，各國所發展之系統亦因目標不同，功能亦有很大之差異。大體而言IVHS有以下四種層次：

### 1) 交通管理系統電腦化

即在道路中裝設偵測器，收集交通狀況資料，送回控制中心之電腦，經運算後，決定號誌之時制及可變標誌之資訊等。

### 2) 車內交通資訊之提供

主要工作包含道路路網之數據化，及將控制中心之交通狀況資料即時傳送與顯示於車內螢幕之地圖上。

### 3) 車輛定位與路線導引



將車內數據化地圖與實際路網套疊 (Map Matching)，並將車輛位置定於地圖中 (Vehicle Positioning)，經由目的地之設定，及交通狀況資料，計算最短路徑，顯示於螢幕上，導引車輛之駕駛。

#### 4) 行車控制

最後之目標在於儀板操縱 (On-Board Navigation)，設定起點與迄點後即可由自動控制系統操縱行車。目前此方面之發展計畫計有接近警告 (Proximating Warning)，重心過高警告，及車速過高警告等。

依各國目前之發展狀況來看，前三個層次所需要之技術已發展完成，第四個層次才剛開始。由於前三個層次之系統所具備之功能只在於提供交通狀況之資訊與建議行駛路線，這些訊息駕駛人亦可由收音機之路況報導，或路外可變標誌得到，對駕駛人行車便利及整體性交通改善之助益不大。因此 IVHS 之功能尚不能為一般人所認同。預期俟第四層次之發展工作完成，公路車輛可以自動控制方式行駛，IVHS 之功能才能完全發揮。

### 3. IVHS 發展之檢討

IVHS 所欲達成對車輛自動控制之功能，在軌道或大眾運輸系統已經完全達成。目前美國西屋公司發展之運人系統 (People Mover System)、法國 Matra 公司發展之 VAL 系統，日本發展之新交通系統 (包含 AGT 系統與單軌系統)，及德國發展之磁浮捷運 (M-Bahn 與 H-Bahn) 均已可以完全自動監控 (Automatic Train Supervision, ATS) 及自動運行 (Automatic Train Operation, ATO)。因此，未來

磁浮公路系統在專用車道部分之自動控制，基本上已沒有大的問題，若 IVHS 第四層次發展工作得以成功，磁浮公路車輛在一般道路上亦能以自動控制方式運行，對磁浮公路之推廣將大有幫助。

### 2.3.3 雙用型車輛之發展

雙用型車輛迄今主要在德國發展，由德國聯邦政府與 Daimler-Benz 及 MAN 兩家公司共同開發。目前德國 ESSEN 市有一條 1.3 公里之路線、澳洲 Adelaide 市有一條 11.8 公里之路線，均已營運，使用之車輛均為大型客車，雙用型車輛之特性在於可在專用道路上以軌道導引作自動控制運行，亦可在一般道路由司機駕駛。德國所發展之系統配有兩套設備，在專用車道上以外供方式使用電力為動力，在一般道路上則以自帶方式使用石化能源為動力，效果尚不理想。雙用車輛可兼在專用車道與一般道路運行之技術概念，亦為磁浮式公路系統之一重要屬性 (Attribute)，磁浮式公路系統之開發，亦需與此技術之發展密切配合。

### 2.3.4 磁浮車輛之控制

磁浮車輛的控制可區分為磁浮車輛本身的控制及與車輛運行的控制兩方面，茲分述如下：

#### 1. 磁浮車輛本身之控制

磁浮車輛本身之控制，主要有磁浮間距之控制（亦即磁浮力大小之控制）、車輛穩定之控制（如何隨著車輛行駛之振動，載客之變化，同步調整磁浮力，使車輛保持平穩），車輛行駛方向之控制（即側向

斥力與引力之控制），與加速、減速之控制（即如何因應車輛運行中加速、減速，及等速之需要，適時調整車道與車輛磁力之方向與大小）。這些控制之基本原理均係運用磁力同性相斥與異性相吸所產生之推力與拉力達成之，並沒有太困難之處。但在高速行駛時，如何掌握狀況，並及時做出適度反應，即為一非常精密之控制技術，目前有關研究亦多集中於這些課題 [15 ~ 18]。另外就磁浮系統總體經濟上之考量，磁浮間距究應訂為多大，技術困難度與車道精密度所需要之成本最低，亦尚無定論。

## 2. 車輛運行之控制

車輛運行之控制主要包含車輛位置與速率之偵測，以作為決定車輛加速、減速、與停止之依據。此部分之控制技術，目前捷運系統均已達成，因此，可以自動列車操作 (Automatic Train Operation, 簡稱 ATO) 之方式運行。其控制原理如圖 2.6 所示，說明如下：

車道上將控制電纜以固定距離 (D) 相互交叉，因此而形成磁場方向不同之線圈，車輛行經其上，即可以經過線圈之個數 (n) 知道其位置 ( $n \times D$ )；亦可以  $\Delta t$  時間內經過線圈個數 ( $\Delta n$ )，知道其速率 ( $\Delta n \times D / \Delta t$ )。控制中心再以前後兩車之位置、間距與速率差、控制車輛之加速、減速。

此一技術應用於磁浮系統之關鍵，在於磁浮車輛與控制中心間之通訊是否能滿足列車高速行駛之需求。

參考點

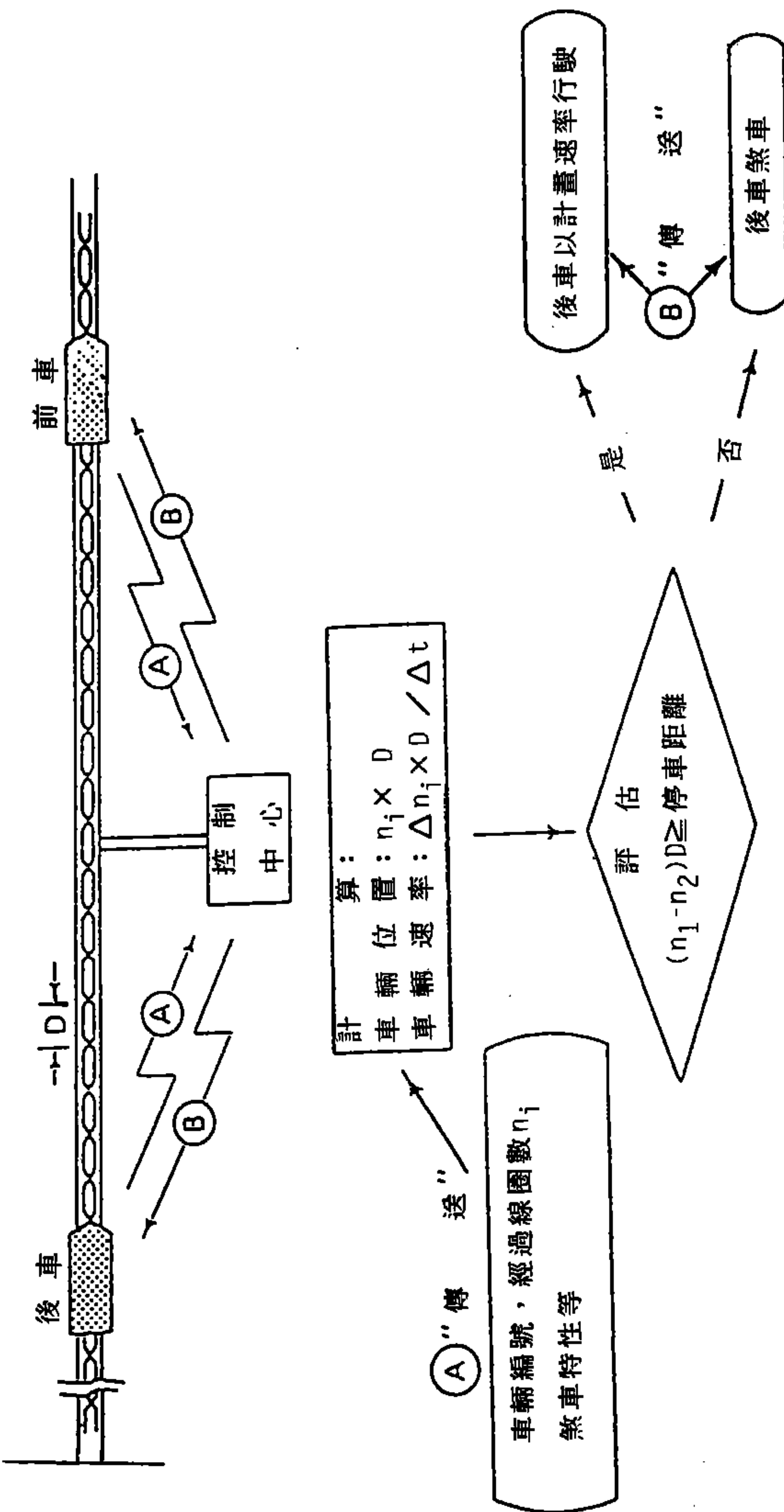


圖 2.6 磁浮車輛運行控制示意圖

## 2.4 磁浮式公路系統可行之先決條件

雖然磁浮公路系統開發之技術環境已漸趨成熟，但其可行之先決條件有以下三項：

### 1. 技術發展之完備

磁浮公路系統要讓人們接受，首要之條件即是其技術發展需完備，在系統控制及系統安全方面，必須達到更週密、更確實之程度，使社會各方面對其具備信心。此一地步應達成使目前磁浮列車，有相當年期無事故營運之經驗，再以小汽車操作要求，設計並製造試驗實體，經確定技術上沒有問題，才能進入第二個條件。

### 2. 降低磁浮公路系統之成本

使磁浮公路系統各項成本降低至社會有能力支付 (Affordable)，而且由於未來專用道路將開放公共使用，性質上類似目前之道路，因此磁浮公路車輛之價格應偏於大眾化，一般人均可支付，非僅限有錢之少數人才有能力使用。依此，磁浮公路車輛之持有及使用成本應不超過普通型小汽車之成本，以國內而言，持有成本似應在新台幣 50 萬元左右，使用成本應在每月 10,000 元上下。

### 3. 具備應有之週邊設備

此為關乎使用者及操作者便利性之有關設施。如停車設備、車輛維修保養之服務、零件之供應等。目前有些小汽車改善技術之發展，



在技術可行性方面已完全完成，而且成本亦不比現在之小汽車高，但仍無法普遍被使用，即是因週邊設備無法配合之緣故，如電動車之發展，其充一次電需要 8 個小時，而且無法如加油站一般很方便地在各地充電，充一次電也只能行駛 60 哩，使用非常不方便。另外，液化石油氣之車輛，使用成本低於汽油（以日本為例，每公里燃料成本僅 4.7 日圓，較汽油每公里 9.9 日圓便宜一半以上 [8]），亦因週邊設備不如現有小汽車之完備，而無法廣泛使用。以上實例均顯示運輸技術之發展，除成本因素外，決定使用便利與否之週邊設備亦為關鍵性因素。

#### 4. 社會環境之強烈需求

另外，社會環境之巨大改變，使既有運輸系統無法維持或逐漸淘汰，亦將促使磁浮式公路系統實現。此方面可能之狀況計有：1）石化能源枯竭，以使用石化能源為主之運輸體系必須根本放棄，磁浮公路系統之技術發展亦已完成，以其能源之可得性與有效性，取代原有之運輸體系。2）石化能源運輸體系所造成之環境破壞已讓人無法容忍，必須對其作強制性地改變，而磁浮公路系統之發展已足敷使用時。此由美國南加州空氣品質管理單位，The South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)，在 1989 年 3 月完成一空氣品質管理計畫，訂出 2000 年～2010 年空氣污染排放物降低標準，即促使洛杉磯市水電局，(The City of Los Angeles Department of Water & Power, LADWP) 與 Southern California Edison 合作推動在 1995 年以前達成 10,000 輛電動車在洛杉磯地區使用之行動看出其效果。3）社會作更高強度之發展，既有運輸系統實在無法承擔其需求，且土地



資源亦無法充份供應運輸需要時，高效率之磁浮公路系統即可能被利用。

以上四者中第一項為必備條件 (Necessary Condition)，如果不具備，即使後三條件成立亦不可行；後三條件為充份條件 (Sufficient Condition)，必備條件成立，充份條件只要有一成立，磁浮公路系統即將可行。

## 2.5 磁浮式公路系統之發展課題

依平衡式運輸技術之開發架構，及與磁浮式公路系統相關技術之發展狀況，可由使用者、操作者，經營者、管理者、及環境各方面對磁浮公路系統動力器、載具、控制、運行道、站場、及維修各子系統之要求，及在規劃、設計、實驗、製造施築、使用等步驟之各項問題，整理出磁浮式公路系統之發展課題如下：

### 2.5.1 運輸系統構件之課題

#### 2.5.1.1 動力器之研究課題

1. 磁浮式公路系統之動力應採雙能源系統或單能源系統？亦即兼用電力能源與石化能源，或只用電力能源？
2. 如果採單能源系統，則在專用車道下以外供方式供電，及在一般道路上以自帶方式供電，如何兼顧此兩種方式？如何轉換？

3.能源運用效率為何？

#### 2.5.1.2 載具之研究課題

- 1.載具應有之容量、防震能力、及達成搭乘舒適應有之配備。
- 2.載具之尺寸形狀。
- 3.載具與動力器之配合。

#### 2.5.1.3 控制系統之研究課題

- 1.在專用車道上由控制中心控制，在一般道路上應由控制中心控制，或由駕駛人控制？
- 2.如何控制載具，以達到間程 (Headway) 小於 1.8 秒之車流密度。
- 3.如何控制車輛之加速與減速。
- 4.如何偵知其他車輛之動態。
- 5.如何偵知車道上有障礙物。
- 6.如何將自己的動態，如變換車道、減速等傳達給鄰近車輛。
- 7.車輛在一般道路上之控制方式與所需機件。
- 8.車輛控制應有之人機介面。
- 9.進出專用車道之控制。

#### 2.5.1.4 運行道之研究課題

- 1.專用道路車道之配置。
- 2.專用車道上之設施及各設施設置位置與方式。
- 3.專用道路與一般道路之連接。

4. 專用道路需要之淨寬與淨空。
5. 專用車道需要之防護（防止外物侵入）。
6. 專用車道與一般車道的介面。

#### 2.5.1.5 場站之研究課題

1. 磁浮車輛之停放方式。
2. 供應車輛停放所需要之社會資源。
3. 車輛停放之費用或成本。

#### 2.5.1.6 維修設備之研究課題

1. 磁浮公路系統各子系統檢修所需要之設備。
2. 各項檢修設備與作業之成本。
3. 各子系統檢修之作業方式。
4. 各項檢修設備之配置方式。
5. 檢修作業對環境之衝擊。

### 2.5.2 系統構件及系統開發程序課題

#### 2.5.2.1 規劃作業之研究課題

1. 社會對運輸服務要求之演變。
2. 既有運輸技術之服務狀況。
3. 磁浮公路系統運行速率與系統運能之訂定。
4. 磁浮公路系統操作方式之規劃研究。

- 5.磁浮公路系統各子系統功能之訂定。
- 6.磁浮公路系統研究開發之步驟。
- 7.磁浮公路系統研究開發各步驟所需之經費。
- 8.磁浮公路系統研究開發所需人力之組織或培訓。

#### **2.5.2.2 設計作業之研究課題**

- 1.動力器結構與操作機制之設計。
- 2.動力器之機件設計，所需強度、及適用材料。
- 3.車輛之車型設計。
- 4.車輛結構與操作機制之設計。
- 5.車輛機件設計，所需強度、及適用材料。
- 6.控制系統之架構與操作機制之設計。
- 7.控制系統之機件設計，應有強度與功能、及適用材料。
- 8.運行道之結構與操作機制之設計。
- 9.運行道之線型規格。
- 10.運行道各部分之尺寸、強度、與適用材料。
- 11.站場之設計。
- 12.維修設備結構與操作機制之設計。
- 13.維修設備各機件之設計，所需功能、與適用材料。

#### **2.5.2.3 實驗有關之研究課題**

- 1.實驗項目。
- 2.實驗設施與設備。
- 3.實驗場之規模。

- 4.實驗場區位之選定。
- 5.實驗場之建造與實驗設備之設置。
- 6.實驗場建造費與操作費用之估算。
- 7.實驗場對環境之衝擊與防治。

#### **2.5.2.4 製造施築之研究課題**

- 1.材料之取得。
- 2.製造施築之方法。
- 3.所需機具、設備、及人力。
- 4.製造施築品質之檢定。
- 5.製造施築所需費用。

#### **2.5.2.5 使用有關之研究課題**

- 1.系統運作所需之組織與人力。
- 2.系統運作之監督。
- 3.系統運作所需之經費。
- 4.對使用者之收費。

### **2.5.3 運輸系統關聯者需求之課題**

#### **2.5.3.1 使用者需求之課題**

- 1.使用者係以自備方式或搭乘方式使用磁浮公路系統。
- 2.使用磁浮公路系統之過程有那些作業，是否足夠方便？

- 3.磁浮公路系統之運行規則為何？
- 4.磁浮公路系統之安全性如何？
- 5.磁浮公路系統之使用舒適水準？
- 6.使用磁浮公路系統之成本為何？

#### **2.5.3.2 操作者需求之課題**

- 1.如何操作磁浮公路車輛？
- 2.磁浮公路車輛安全性為何？
- 3.如何接收外界之狀況？
- 4.如何確定磁浮公路車輛是否正常？
- 5.在緊急狀況下，如何應變？

#### **2.5.3.3 經營者需求之課題**

- 1.磁浮公路系統之營運體系為何？
- 2.經營磁浮公路系統應有之組織。
- 3.磁浮公路系統之設置成本與營運成本。
- 4.經營磁浮公路系統之獲利能力。
- 5.經營磁浮公路系統所需受到之管制。
- 6.磁浮公路系統之安全性為何？

#### **2.5.3.4 管理者需求之課題**

- 1.磁浮公路系統是否能滿足社經發展所需之運輸功能。
- 2.磁浮公路系統應有之監督與管理。
- 3.磁浮公路系統對土地使用與都市發展之影響。



4.磁浮公路系統對環境之影響。

5.磁浮公路系統之安全性。

#### **2.5.3.5 環境需求之課題**

1.與自然環境之和諧共存。

2.與生態環境之和諧共存。

3.不破壞人們之生活環境。

4.提昇社經環境之水準。

#### **2.5.4 整合性之研究之課題**

1.磁浮公路系統各構件間之平衡關係。

2.磁浮公路系統各關聯者需求間之平衡關係。

3.磁浮公路系統構件與各關聯者需求間之平衡關係。

4.構件與系統開發研究作業與各系統構件間之平衡關係。

5.構件與系統開發研究各作業間之平衡關係。

以上計，合計 95 項研究課題。大致已包含磁浮公路系統開發之主要工作，唯部分項目尚可依設備，甚至機件作更細之分項。

## 第三章 磁浮公路系統發展之推動方式

磁浮公路系統目前是在構想階段，其技術是否可行，以及未來角色為何均尚不確定。在這樣之狀況下，國外有關單位對此一系統之看法如何，以及推動此系統開發之方式，非常值得本研究參考，茲說明美國與日本在此方面之狀況如下：

### 3.1 美國磁浮公路系統發展之推動狀況

美國在運輸技術之開發方面落後日本與歐洲已如前章所述。美國由於地廣人稀，運輸系統之發展一直偏向於個人運輸之小汽車，土地使用型態亦因應於此而呈平面式低密度之發展，大眾運輸系統在美國難以生存，美國亦對大眾運輸系統之發展興趣不大。然而，由日本與歐洲高速鐵路與磁浮技術之開發成果，使美國已領悟到二十一世紀人們所需要之速率將為每小時 500 公里之水準，小汽車之技術若能提昇到此一水準，不但可以使美國在運輸技術發展上落後日本歐洲之局面改觀，亦可為美國之汽車工業獲致無法計數之利潤。基於此，美國對磁浮公路系統之發展，基本上是肯定的。

維吉尼亞技術學院 (Virginia Polytech Institute) Donald Drew 教授在推動此一工作時鑒於美國運輸系統之發展，車輛技術係由民間開發，但車道部分則由政府負責，因此磁浮公路系統之推動，若要汽車工業產生意願投入資金與人力進行開發，則必須先說服政府主管部門，開放一處地方興建車道，然後汽車工業才得以配合開發車輛。

基於此一想法，Donald Drew教授即先由建立一動態模擬系統開始，假想在既有高速公路上設置一高架磁浮車道，模擬各種條件下磁浮車輛之操作狀況，並產生績效值，以顯示磁浮公路系統之功能與操作情形。目前此一動態模擬系統正建立中。

### 3.2 日本磁浮公路系統開發之推動狀況

日本在發展高速鐵路與磁浮技術之同時，亦未曾疏忽公路車輛之必要改進，日本所想到的亦是將磁浮技術用於公路車輛。唯由於磁浮公路之技術尚不完備，日本不以用於人之運輸作為開發此系統之起點，而以貨物運輸作為應用之對象。而且，日本在運輸技術之開發方面一向是民間與政府合力一體進行，因此，日本也不需要先有說服之過程，直接即找一處地方，整體性地進行車輛開發與車道施築，一方面並進行實驗與改良。

依日本道路公團之表示，日本磁浮公路系統初步重點並不在於磁浮，而僅以線性馬達推動車輛，仍由車輪支持車重，稱為「線性馬達貨櫃台車」，線性馬達之磁力亦以電磁石產生。至於操作之方式目前尚未決定，基本上將在雙用卡車 (Dual - Mode Truck) 與專用車道車輛兩種方式中間選擇一種。雙用卡車即在專用車道上以自動控制操作，無人駕駛，在一般車道上即由司機接手駕駛；專用車道車輛則只能在專用車道上以自動控制方式操作。設置地點初步選擇在東京大阪間第二東名高速公路及名神高速公路之兩側，據稱公元 2000 年可實際使用，運送速率只希望能達到每小時 100 公里之標準。

### 3.3 我國推動磁浮公路系統方式之探討

我國推動磁浮公路系統開發之方式，不外以下三種：

#### 1. 直接作整體性之開發

即像日本與美國一樣，結合有關機構之力量，直接進行磁浮公路系統之整體性開發。

#### 2. 當作一種交通工具引進

如高速鐵路建設一般，俟國外發展完成，並經實際營運沒有問題後，再引進國內。如此，國內僅需注意國外之發展狀況即可，完全不需進行任何研究開發工作。

#### 3. 作間接式之開發

即不直接以磁浮公路系統作為開發之號召，但逐步進行與磁浮公路系統有關技術之開發工作，俟這些技術之開發有相當成果後，再整合為磁浮公路之開發。

美國與日本很明顯係以第一種方式進行磁浮系統之開發，此種方式之好處為目標明確，力量集中，開發工作之進行效率較高，但需要有較多相關高科技人才之投入，較大之財力支援，開發成功所得到之利益很大，失敗所要承擔之損失也很大。第二種方式成本最小，我國以往運輸技術之改進幾乎均是以此方式進行，但由於國內沒有相關技術配合，不論在系統之維修、擴充，甚至部分功能之本土化，均遭遇



甚多之困難，支付相當大之代價。我國只能以運輸技術引進後促進社會發展，增加旅行便利等社會效益來償付缺乏技術能力之代價。第三種方式之缺點在於已肯定無法獲得磁浮公路系統開發之最大利益，但在進行過程中，能將磁浮公路系統有關技術與相關領域之應用相結合，也不致承擔太大的開發風險，而且，俟此些技術建立完成後，即使引進國外之磁浮公路系統，對部分功能之修改、部分零件之生產，甚至於整個系統之維修工作亦應有能力承擔。

依國內目前工業技術之發展狀況，不論有關技術人員之質與量、以及設備與資本之規模，似乎都沒有能力以第一種方式進行磁浮公路系統之開發。但以第二種方式進行則又太過保守，對國內相關工業與運輸技術發展之結合，以及工業技術之提昇完全沒有作用。因此，我國在進行磁浮公路系統之開發工作時，似以採行第三種方式為宜。尤以我國正值產業轉型期，磁浮公路系統有關之技術，如超導體技術、自動控制技術，車輛技術等都是我國所亟欲發展者，只要在此些技術發展過程中，加強其在磁浮公路系統上之應用，並在適當時機作某種程度之結合，即可產生相當大之效果。

### **3.4 我國推動磁浮公路系統開發之工作建議**

基於以上之想法，我國推動磁浮公路系統開發之工作建議如下：

#### **1. 引進線性感應馬達與磁浮之捷運技術**

配合國內捷運系統之推廣，政策性引進使用線性感應馬達之系統，如加拿大 UTDC 之 ALRT 系統或日本之線性馬達系統，使國內相關工業能有機會對以磁力推動車輛之技術進行瞭解、掌握，甚至建立維修與

改進之能力。並視磁浮式捷運系統之發展狀況，亦政策性地引進磁浮式捷運系統，以協助國內建立磁浮技術之能力。

## 2. 落實國內之車輛自動控制技術

國內所有捷運系統之控制部分，均輔導國內相關產業參與產製，並要求國外參與廠商移轉有關技術予國內廠商，而國內廠商則應擔負維修及研究發展之責任。

## 3. 汽車製造業進行雙用及電動車之研究發展能力

此一部分目前較難與國內進行之相關計畫配合，可能需由政府與業者集資，委託業者進行雙用車與電動車之開發研究，在研究過程中若能開發出其他方面之應用則為最佳，否則亦可作為磁浮公路系統發展之投資。

## 4. 逐步推動智慧型車路系統之發展

政府交通管理部門逐步建立智慧型車路系統之資料庫，並與管制設施相結合，作即時性之交通管制；車輛製造業配合進行車內接收與顯示設施之研究開發，進而建立利用這些資訊控制車輛運行之技術。

上述各項技術發展至相當程度後，再將其結合為磁浮公路系統之開發。但可以看出，這些工作之任何一項均需政府、產業界、學術界密切結合，長時間努力以赴，才能達成。磁浮公路系統可能會是二十一世紀非常重要的運輸系統，我國能否掌握此一機會，政府、產業界、與學術界能否作密切之配合係關鍵因素，三者之密切結合又有賴對此一課題之共識與信心。



## 第四章 研發課題及推動規劃之意見調查

爲瞭解國內相關人員對磁浮公路系統研發課題與推動規劃之看法，本研究進行一問卷調查，茲說明如下：

### 4.1 調查計畫

#### 1. 問卷設計

鑒於磁浮公路系統仍在構想階段，許多人對此一系統並無具體概念，因此，本研究在寄發問卷之同時，附寄一份本研究之期中報告，使受訪者有一共同之評論對象，以免發生受訪者意見基礎不一致，無法比較之問題。本調查主要是想瞭解受訪者在接觸到此一概念之第一印象，即國內有無開發此一系統之價值，如果傾向於有開發價值，則請其對第二問題「除附件報告所列 95 項研發課題外，還有那些課題需列入研究？」，第三問題「那幾項課題最應優先進行研究？」，及第四問題「那些單位或機構應該參與磁浮式公路車輛系統之規劃及開發研究工作？」，予以填答；如果傾向於沒有開發價值，則請其對第五問題「對沒有開發價值之主要觀點為何？」予以填答，第六問題爲一中性題目，即「對附件報告之初步研究結果有那些建議。」全部問卷列如附錄一。

#### 2. 調查對象

磁浮公路車輛系統之開發研究需要政府、產業界、學術界之密切

配合，已如前述。因此本問卷調查即以此三方面有關之專家學者為對象。又顧及政府機構學術界和磁浮公路車輛系統之關聯係多方面的，如政府機構之交通管理部門、運輸規劃部門、工業發展部門、能源管理部門、運輸系統之操作管理者等均與磁浮公路系統之開發研究有關聯；學術界之運輸學域、都市計畫學域、自動控制學域、機械工程學域等亦與磁浮公路系統開發研究有關聯，本研究在受訪者之選擇上儘可能涵蓋有關部門，產業界則只選擇汽車製造業。依此，計選出 48 位受訪者，名單如附錄二所列，其中政府機構 15 人，學術界 24 人，產業界 9 人。又為使受訪者在填答問卷時，不要有「能否代表任職機構」之壓力，調查前均告知僅以個人身份作答，不代表任職機構。

### 3. 問卷回收狀況

計回收問卷 46 份，回收率 95.8%，其中兩份表示不願作答外，有效問卷計 44 份。各類受訪者之問卷回收率如表 4.1 所示。

**表 4.1 國內運輸專業及有關人員意見調查問卷回收率**

受訪者類別	發生問卷數	回收問卷數	問卷回收率	有效問卷份數
政 府 機 構	15	15	100.0%	14
學 術 界	24	23	95.8%	22
產 業 界	9	8	88.9%	8
合 計	48	46	95.8%	44

## 4.2 受訪者對開發磁浮公路車輛系統價值之看法

### 1. 同意與不同意者之比例

受訪者對磁浮公路車輛系統開發價值意見之統計，如表4.2所示，政府機關受訪者中非常同意有開發價值的有1位，同意有開發價值與沒意見的均為5位，不同意的有3位，沒有非常不同意的。學術界受訪者中非常同意的有4位，同意與不同意的各6位，沒意見的有4位，非常不同意的有2位。產業界8位中有4位同意，3位沒意見，1位不同意。總計來看，非常同意的有5位，同意的有15位，沒意見的有12位，不同意的10位，非常不同意的有2位。

由統計結果來看，除產業界明顯傾向於同意外，政府機關與學術界似亦有偏於同意的傾向。然而學術界同意者與不同意者均為6位，政府機關同意者5位，不同意者3位，大致相當，顯示意見相當分散而平均，難以遽下斷論。另外，由同意與不同意者之專業背景來看，並無顯著傾向，更顯示磁浮公路車輛系統是否具有開發價值，尚難由專業知識領域予以論斷。

### 2. 同意與不同意之意見

回答問卷中，同意磁浮公路車輛系統有開發價值者之意見大致如下：

- 同意以現有公路車輛系統無法滿足未來的需要，磁浮公路車輛系統有其發展潛力。

- 台灣公路運輸規模太小，可能用不上，但以胸懷大陸之眼光來看，即有其需要。
- 對都市及區域發展將有重大影響。
- 我國過去運輸技術往往採用直接引入之方式，以致運輸技術之發展與工業界脫離關係，運輸業得不到工業界支持，系統很容易老化，工業界得不到運輸業的輸入，沒有機會發展相關工業，均非長久之計，應想辦法解決。

表 4.2 受訪者對磁浮公路車輛系統開發價值意見統計表

意見別 統計數 受訪者類別	非常同意		同 意		沒 意 見		不 同 意		非常不同意		合 計	
	份數	%	份數	%	份數	%	份數	%	份數	%	份數	%
政府機構	1	7.2	5	35.7	5	35.7	3	21.4	0	0.0	14	100.0
學 術 界	4	18.2	6	27.3	4	18.2	6	27.3	2	9.0	22	100.0
產 業 界	0	0.0	4	50.0	3	37.5	1	12.5	0	0.0	8	100.0
合 計	5	11.4	15	34.1	12	27.3	10	22.7	2	4.5	44	100.0

不同意磁浮公路車輛系統有開發價值之意見大致如下：

- 磁浮公路車輛系統所需要之科技層次太高，我國沒有這方面的能力。
- 我國地窄人稠，不宜鼓勵公路系統之發展，以免對整體環境有損。
- 磁浮公路車輛系統之技術尚未成熟，不應冒然投入政府資源。
- 我國公路運輸市場太小，無法達到磁浮公路系統開發之經濟規模，



開發後成本必然高昂，難以爲使用者接受。

- 開發成本太高，耗用太多社會資源，其實用價值短期內又未必可見。
- 將與短程之捷運系統或／及長程之高速鐵路投資重覆。
- 我國現行運輸系統值得改進之處仍多，無論硬體建設與軟體之管理均需大量人力與財力，目前似無餘力開發世界最尖端之運輸技術。
- 磁浮式公路車輛系統之市場不確定，不具肯定性之經濟效益。
- 磁浮式公路車輛系統並未能達到 Door to Door 的運輸方式，高速公路的擁塞問題，並非快速的運輸方式可以解決，而是功能不分的問題造成。若是爲了解決快速及提高容量的目的，則開發價值猶待重新考慮。

#### 4.3 開發課題及其優先性之意見

磁浮公路車輛系統開發課題，除本研究所列 95 項外，尚有那些需要列入，受訪者大都同意本研究所列之課題已相當完整，但仍有以下六項課題希望加強或增列：

##### 1. 磁浮公路車輛系統之需要性問題

此方面之課題包含 (1) 在那些先決條件下，磁浮公路車輛系統才有存在之需要，(2) 磁浮公路車輛系統與既有運輸系統之相對優劣比較，(3) 磁浮公路車輛系統之市場展望如何？

##### 2. 磁浮公路系統之系統特性問題

此方面之課題包含 (1) 磁浮公路車輛系統各組件操作方面及所需

用地面積，(2)此些用地在都市或郊區可得性如何？(3)磁浮公路系統所湧出之大量車流在市區如何疏散？(4)磁浮公路系統與其他運具間之整合方式等。

### 3. 磁浮公路系統發展有那些關鍵性技術

此方面之課題主要係磁浮公路車輛系統技術可行性必先具備之技術項目：如磁浮技術、控制技術、電動車技術等。

### 4. 我國推動磁浮公路車輛系統開發研究之有關問題

如(1)磁浮公路車輛系統所需技術與國內技術水準之差距如何降低？(2)如何透過國際技術合作之方式，提昇我國在有關方面之技術水準等。

### 5. 相關行政法規之檢討與修正

如產業界 R&D 經費比例之提高及優惠等，以利磁浮公路車輛系統開發研究之推動。

### 6. 安全方面之考慮應特別予以加強。

至於應優先進行之研究課題，依受訪者提到次數之多少排列如下：

1. 系統各關聯者需求之課題
2. 規劃作業之研究課題。
3. 控制系統之研究課題。



- 4.動力器之研究課題。
- 5.運行道之研究課題。
- 6.推動方式或如何取得關鍵技術之課題。

#### 4.4 有關參與規劃及開發研究單位之意見

有關那些單位應參與磁浮公路車輛系統之規劃與開發研究，受訪者之意見整理如表 4.3 與表 4.4。

建議應參與規劃之其他單位計有：

- 1.公路機構
- 2.中華經濟研究院
- 3.台灣經濟研究所
- 4.國科會
- 5.財團法人或基金會
- 6.大學機械、電機、電子、土木、資訊工程相關系所
- 7.機電、控制之研究部門
- 8.資訊工業策進會
- 9.工程顧問公司
- 10.內政部
- 11.財政部

表 4.3 受訪者對參與規劃單位之意見統計表

單位別	交通部	大學運輸 有關係所	工業局	工研院	汽 車 製造業	大學都市計畫有關係所	經建會	大學環境工程 有關係所	捷運局
勾選次數	39	37	30	26	25	22	21	20	15
先後順序	1	2	3	4	5	6	7	8	9

表 4.4 受訪者對參與開發研究單位之意見統計表

單位別	大有 學關 運系 輸所	工研院	大有 學關 機系 械所	大 學有 控關 制系 工所 程	工業局	汽 車 製造業	交通部	大 學有 土關 木系 工所 程	大 學有 材關 料系 工所 程	大 學有 環關 境系 工所 程	捷運局	大 學有 都關 市系 計所 畫	經建會
勾選次數	31	30	29	29	26	26	25	22	20	12	12	12	9
先後順序	1	2	3	3	5	5	7	8	9	10	10	10	13

建議應參與開發研究單位之其他單位計有：

1. 公路機構
2. 財團法人車輛研究測試中心
3. 電機、電子、及機械業者
4. 汽車零件業
5. 財團法人、基金會
6. 中研院超導體中心
7. 國科會
8. 工程顧問公司
9. 大學電子、電機有關係所

## 10.人體工學有關係所及研究機構

由此調查結果可以看出，交通部與大學運輸有關係所，在磁浮公路車輛系統之規劃上，應扮演較重要之角色；在進行開發研究時，則大學運輸有關係所、工研院、大學機械、控制工程等系所應扮演較重要之角色。

本研究將受訪者所有之書面意見均整理列如附錄三，以供參考。

### 4.5 調查意見之檢討

以上調查結果顯示，雖然受訪者對於磁浮公路車輛系統之開發價值有不同之看法，但兩者之意見並非絕對對立，同意者均著眼於未來，著眼於廣大之需求，著眼於長遠之發展；不同意者則多著眼於近期，著眼於我國當前之環境，及著眼於短期問題之改善。因此，受訪者之意見雖非一致，但均能肯定磁浮公路車輛系統未來有發展的潛力，且以我國目前之國力，並沒有能力進行此系統之開發工作。另外，亦有部分意見認為：以我國目前之空間特性，發展磁浮公路車輛系統，可能更將促使小汽車之使用，使都市交通更為惡化。本研究基本上同意以上之觀點，唯如果磁浮公路車輛系統確為未來公路車輛之主要發展方向，則我國絕無法自外於此一系統各項發展之影響，與其被動地等待其衝擊，應不如主動地掌握其發展，預為因應，以收其利而避其害較為恰當。

至於開發課題之優先性，受訪者之意見較為一致，即先瞭解各方面的需要，磁浮公路車輛系統本身之特性，再掌握磁浮公路車輛系統

之關鍵技術，然後才研究我國之開發計畫，及配合修正相關法規。本研究亦將依此擬訂此一系統研究發展之推動計畫。

受訪者對參與規劃及開發研究單位之意見，則與有關開發課題優先性之意見相呼應，即在早期應以瞭解狀況，進行需要研究為主，但需要有主導機關，因此以交通部與大學運輸有關科系為主要參與單位，其後需掌握系統關鍵技術時，則以工研院、大學相關系統為主，至要進行實體製造時，汽車製造、控制、通訊、機械等相關產業才需進入。在此過程中，如何以國際合作之方式提昇國內技術水準，亦為需要特別重視之工作。

# 第五章 磁浮式公路車輛系統研究發展 之推動規劃

由前述國外發展狀況，與國內專家學者意見調查，應可肯定磁浮公路車輛系統確有發展之潛力，但由於所需科技水準之層次很高，以我國目前之實力，難以獨力進行研究發展，再加以一些關鍵性技術，如高速之磁浮、短間程之車輛控制，在先進國家發展均尚未成熟，距實用階段尚有一段距離，因此，短期內我國應無法直接進行此一系統之研究開發，而以間接、重點式之研究開發，其可行性較高。

## 5.1 我國推動磁浮公路車輛系統之工作計畫

基於以上之原則，我國推動磁浮公路車輛系統開發之有關工作，可依短、中、長期說明如下：

### 5.1.1 短期工作內容

我國推動磁浮公路車輛系統開發，短期能做的工作，主要有資料收集，進行先期研究兩件事：

#### 1. 資料收集

資料收集又包含磁浮公路車輛系統及其相關技術發展狀況之資料、及影響磁浮公路車輛系統需要性之環境變化資料兩類。前者如磁浮技



術、車輛控制技術等；後者如石化能源供應狀況，核融合技術及其在發電上之應用與對電力價格之影響，及既有運輸系統服務狀況之資料等。

## 2. 進行先期研究

即進行 2.5 節中規劃作業之部分研究課題與系統各關聯者需求之部分課題，茲將其抽出依先後順序條列如下：

- 我國推動磁浮公路系統研究開發應進行之重點項目。
- 磁浮公路系統各關聯者需求間之平衡關係。
- 磁浮公路系統構件與各關聯者需求間之平衡關係。
- 磁浮公路系統操作方式之規劃研究。
- 磁浮公路系統各子系統功能之訂定。
- 人因工程在磁浮公路車輛系統之考慮。
- 磁浮公路車輛系統對土地使用與都市發展之影響。
- 磁浮公路系統對環境之影響。

### 5.1.2 中期工作內容

中期工作即視磁浮公路車輛系統有關技術之發展狀況，及環境變化之狀況，在適當時機藉引進捷運系統等方式，引進磁浮技術，車輛控制技術等磁浮公路車輛系統關鍵性技術，並輔導有關產業配合參與，一方面提昇技術水準以建立必要之技術能力，一方面為進一步之研發工作奠定基礎。因應此一需要應建立一實驗場，作為集中資訊、人才，與設備之場所。此一時期應進行之研究課題包含：

- 我國推動磁浮公路車輛系統開發重點項目之開發步驟與所需費。



- 研究開發所需人力與其培訓。
- 如何促成國際合作進行相關開發研究工作。
- 各重點開發項目之研究細目，如機件強度、材料、規格、製造方法等。

### 5.1.3 長期工作內容

最後即依社會需要，進行磁浮公路車輛之零組件製造，甚至整個系統之裝配。

以上磁浮公路車輛系統開發之架構，以流程圖方式示如圖 5.1。

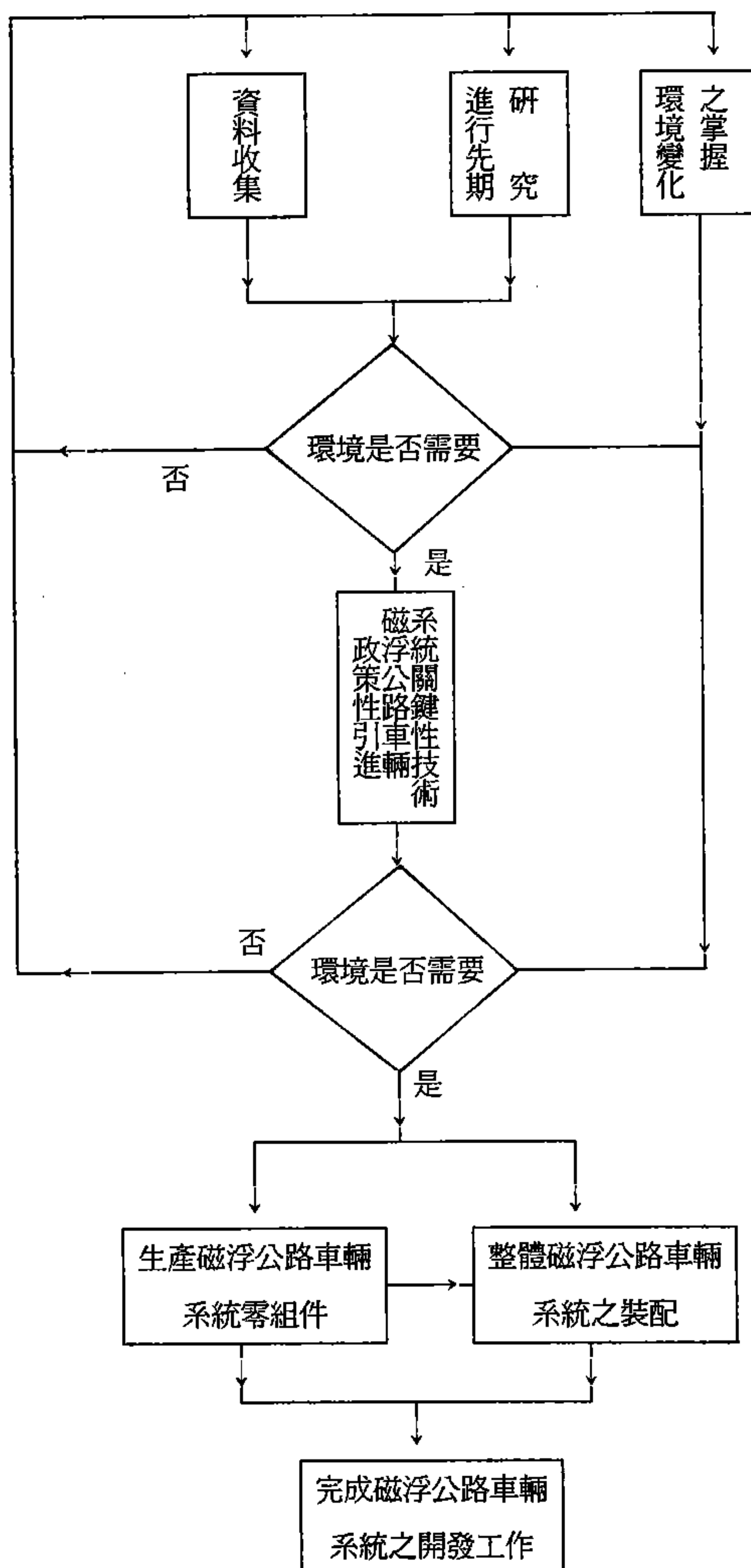


圖 5.1 我國推動磁浮公路車輛系統工作架構圖

## 5.2 推動磁浮公路車輛系統開發之組織架構

在以上工作架構中，短期工作之磁浮公路系統技術發展狀況資料收集可由本所及大學運輸有關係所共同負責；而先期研究工作則需由交通部運輸研究所主導，由大學運輸有關係所負責；環境變化之掌握，在我國應為經濟部能源委員會之工作，但因其有既定之任務，這方面亦由本所主動與其聯繫。因此在短期工作中本所應屬主要領導地位，由大學運輸有關係所與經濟部能源委員會配合辦理，其架構示如圖 5.2。

中期工作在政策性引進磁浮技術、車輛控制技術後，即應由交通部、經濟部與國科會共同負責推動，由工業局、工研院、各相關產業，各大學相關係所共同參與；交通部、經濟部與國科會間之協調則由行政院科技顧問小組擔任之。此時期之組織架構如圖 5.3 所示。

長期工作即已進入製造與裝設階段，應由各產業自行負責研發；交通部則專責系統之監督管制工作。

至於開發所需經費，短期各研究案，依個案需求估計。但中期以後，所需經費即相當龐大，目前亦無法估計，需要屆時再以專案方式編列。

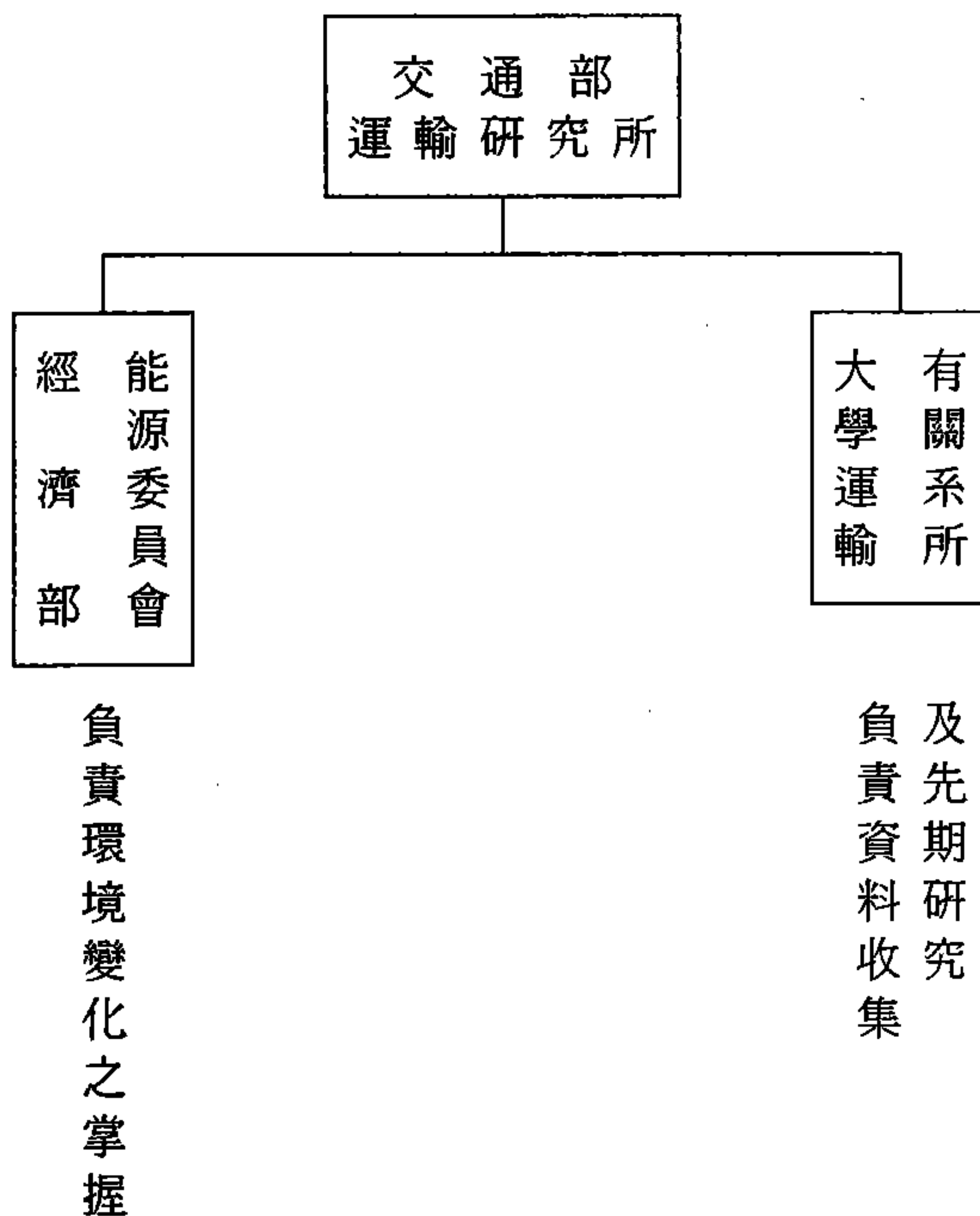


圖 5.2 推動磁浮公路車輛系統開發短期組織架構圖

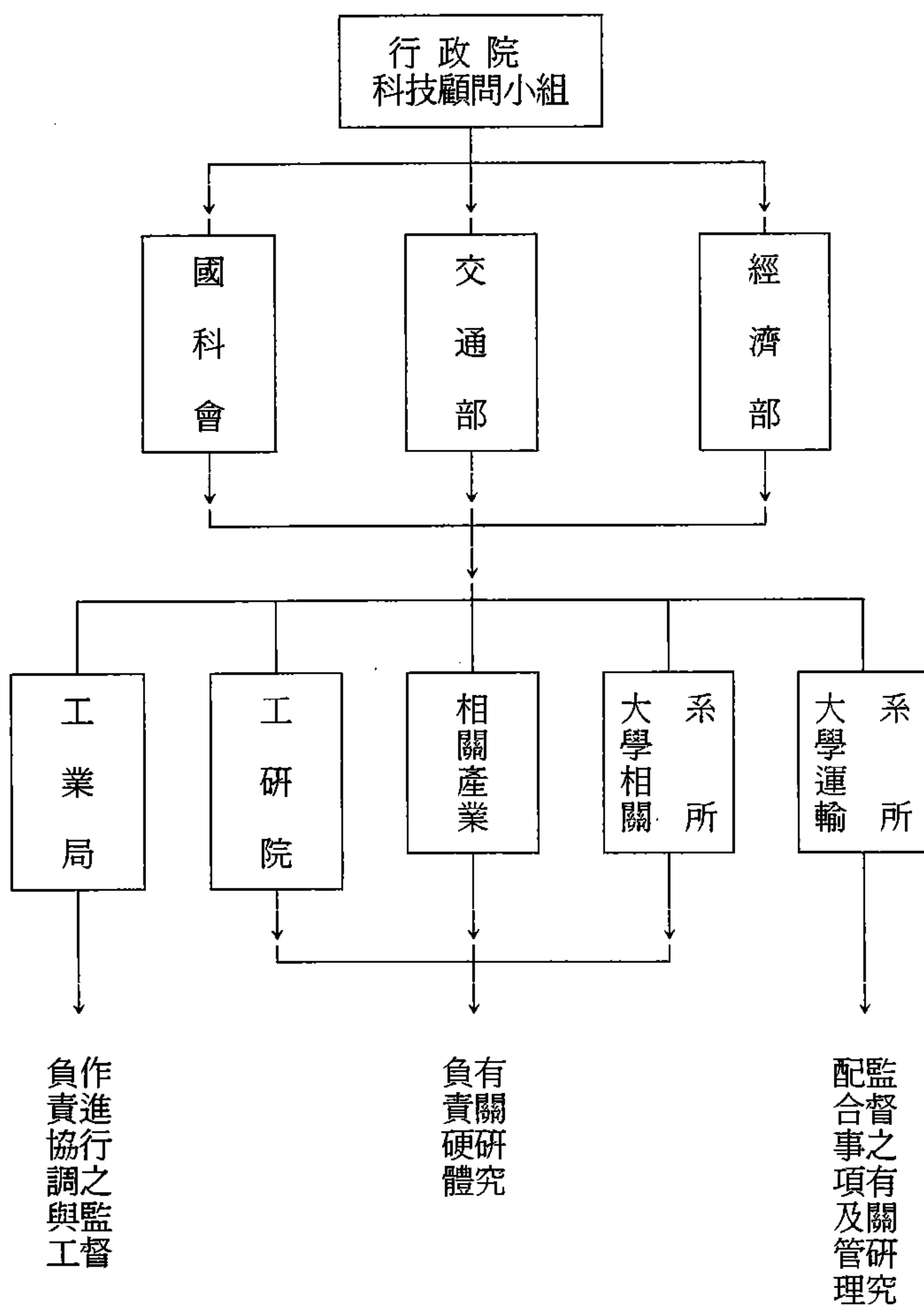


圖 5.3 推動磁浮公路車輛系統開發中期組織架構圖

## 第六章 結論與建議

小汽車是二十世紀最重要的發明之一，但在二十世紀末期因石化能源成本昇高，及因小汽車廣泛使用所造成之擁塞、環境污染等問題，使小汽車之發展出現危機，此時大眾運輸之高速鐵路、磁浮系統卻創造出每小時 500 公里之高速，使人意識到二十一世紀人類對速率之要求即約如此。基於此些背景，美國與日本均開始進行磁浮公路車輛系統之開發研究，我國在此一開始轉型之時刻應該如何因應，即為本研究欲探討之課題。經六個月之資料收集、分析整理，及國內有關人員之意見調查，得到以下八點結論。

1. 磁浮公路車輛系統之有關技術，散佈在磁浮列車、智慧型車路系統、雙用車輛等系統之技術，但其關鍵技術如高速磁浮技術，短間距之車輛控制等尚未達到實用之地步。
2. 磁浮公路車輛系統可行之先決條件為技術發展需完備、持有及使用成本一般人能夠支付、具備應有之週邊設備、社會環境有強烈之需求。其中前三項為必要條件，最後一項為充分條件。
3. 磁浮公路車輛系統之開發研究應考慮系統本身之構件、系統各關聯者之需求，及系統開發程序三個向度，以及各向度本身及向度間之平衡。在此平衡式運輸技術開發架構下，磁浮式公路車輛應進行之開發研究課題計有動力器、載具、控制系統、運行道、場站、維修設備、規劃作業、設計作業、實驗、製造施築、系統使用、及使用需求、操作者需求、經營者需求、管理者需求、環境需求，及整合性問題等十七大類 95 項。



- 4.我國工業技術水準、人力、資本，距發展磁浮公路車輛系統所需要者仍有一大段距離。
- 5.國內運輸專業及有關人員除產業對發展磁浮公路車輛系統傾向於同意外，政府機構與學術界均相當分歧，同意者與不同意者大致相當。
- 6.國內運輸專業及有關人員對於本研究所列研究課題大致同意，但仍強調應增加國內需要性、發展策略，及法規方面之有關課題。
- 7.國內運輸專業及有關人員建議應優先進行之研究課題計有：系統各關聯者之需求、規劃作業、控制系統、動力器、運行道，如何取得關鍵性技術等項。
- 8.國內運輸專業及有關人員認為磁浮公路系統之規劃工作應由交通部及大學運輸有關係所主導；開發研究則應由交通部、工業局、工研院、大學有關係所、汽車製造業等單位參與。

針對以上結論，本研究對磁浮公路車系統之開發研究提出下四點建議。

- 1.我國應採逐步漸進之方式，進行磁浮公路車輛系統之開發研究，初期以磁浮公路系統技術發展狀況及環境變化狀況之掌握為工作重點，俟適當時機，磁浮公路車輛系統之需要性加強時，再由交通部政策性地引進磁浮技術、短間距車輛控制等磁浮公路車輛系統之關鍵性技術，並進而建立零組件生產或整體系統裝配之能力。
- 2.推動開發短期工作應由本所主導，大學運輸有關係所及經濟部能源委員會配合。
- 3.中期工作，則由交通部、經濟部、與國科會共同主導，由工業局與

相關產業，及大學相關系所負責建立硬體製造及研究發展能力，大學運輸有關係所負責配合事項及管理監督有關研究，而由行政院科技顧問小組負責協調。

4. 有關磁浮公路車輛系統開發所需經費，短期可依個案需求編列，中期以後則應以專案方式編列預算進行之。

## 參考文獻

1. Donald Drew, et al., "Assessment of the Potential for AHVCS MAGLEV for Intercity Personal Transportation".
2. 交通部運輸研究所，「運輸科技發展報導」，第一卷第一期，民國 81 年 6 月。
3. 張有恆、張贊育，「磁浮運輸系統技術之探討」，運輸計劃季刊，第十四卷四期，民國 74 年 12 月。
4. 沈龍利，「美國高速鐵路」，都市交通，第 59 期，民國 80 年 7 月。
5. 壽俊仁，「日本最近磁浮式超高速鐵路之進展」，台鐵資料，第 218 期，民國 70 年 11 月。
6. 台北市政府工務局新建工程處，「台北市中運量捷運系統優先路線系統規劃綜合報告」，民國 75 年 4 月。
7. Manfred Wackers, "TRANSRAPID-Characteristics and Aspects of Application", Proceedings of High Speed Rail in the Twenty-first Century, Nov. 9-10, 1989, Taipei.
8. 經濟部能源委員會，「開放車輛使用液化石油氣可行性研究」，民國 77 年 10 月。
9. 壽俊仁，「歐洲磁力浮揚式車輛之行駛及歐洲鐵路電氣化近況」，台鐵資料，第 197 期，民國 69 年 2 月。
10. 陳忠孚，「邁向應用途中之磁性懸浮技術」，台鐵資料，第 215 期，民國 70 年 8 月。
11. 壽俊仁，「磁力浮揚和線型馬達式鐵路的理論和概念」，台鐵資

- 料，第 206 期，民國 69 年 11 月。
12. 郭清輝，「新運輸系統簡介－電磁浮力導引高速列車」，運輸計劃季刊，第十一卷第四期，民國 71 年 12 月。
  13. 徐亦南，「高速鐵路之迷思」，台鐵資料，第 260 期，民國 78 年 6 月。
  14. 李孔謀，「斐歐鐵路考察報告」，台鐵資料，第 257 期，民國 77 年 9 月。
  15. D.I. Jones and R.G. Owen, " A Magnetically Levitated Anti-Vibration Mount ", IEEE Trans. on Magnetics, Vol. MAG-20, No.5, Sept. 1984.
  16. M. Morishita and T. Azukizawa, " Zero Power Control of Electromagnetic Levitation", Electrical Engrg. in Japan, Vol. 108, No. 3, 1988.
  17. T. Hoshino, No. Sato, Y. Hayashi and Y. Ogura, " An Application of the Observer to the Attractive-Type Magnetic Levitation ", Electrical Engrg. in Japan, Vol. 99, No. 4, 1979.
  18. H. Fujita, S. Masukawa, M. Sakui and Y. Takayasu, "Calculation Method of Levitation Force of AC Magnetic Levitation System", Electrical Engrg. in Japan, Vol. 102, No.5, 1982.

## 附錄一

# 磁浮式公路車輛控制系統 研究發展之推動規劃

## 調查問卷

交通部運輸研究所 委託  
中華民國運輸學會 辦理



磁浮式公路車輛系統之主要構想是將磁浮技術用於公路車輛，一方面發揮磁浮技術以軌道磁力推動車輛，可達成高速行駛之目標（目前磁浮鐵路可達成 500km/hr 以上之速率）並減少車輛之損耗；一方面長途旅次以高架軌道方式操作，可於高速公路兩側或中央分隔島設置，亦有減少土地需求，增加車道運送能量（20,000 輛／車道／小時）之好處。以我國土地資源有限，小汽車成長迅速，高速公路建設無法滿足城際個人運輸需求之背景，若能引進磁浮式公路車輛系統應有其特殊之意義。

美國與日本均已展開對磁浮式公路車輛系統之發展研究，本研究已初步整理出目前美日之進行狀況及有關技術之發展成果，並依運輸技術開發之整體性考慮，就我國推動磁浮式公路車輛系統之開發，列出 95 項研發課題（如附件）。在此構想階段，希望能夠請教您對有關問題之看法，敬請惠示卓見，俾利規劃之周密，謝謝您的支持與協助。

1. 您是否同意磁浮式公路車輛系統在我國具有開發之價值？

- (1) ☐ 非常同意      (2) ☐ 同意      (3) ☐ 沒意見  
(4) ☐ 不同意      (5) ☐ 非常不同意

2. 除附件報告中所列的 95 項研發課題，您認為還有那些課題需列入研究？

3. 您認為那幾項課題最應優先進行研究？

4. 您認為那些單位（或機構）應該參與磁浮式公路車輛系統之規劃及開發研究工作（可複選）

（ I ） 規劃

- (1) ☐ 經建會                      (2) ☐ 工業局                      (3) ☐ 交通部  
(4) ☐ 工研院                      (5) ☐ 汽車製造業                      (6) ☐ 捷運局  
(7) ☐ 大學運輸有關學系                      (8) ☐ 大學都市計劃有關學系  
(9) ☐ 大學環境工程有關學系  
(10) ☐ 其他 請說明 \_\_\_\_\_

（ II ） 開發研究

- (1) ☐ 經建會                      (2) ☐ 工業局                      (3) ☐ 交通部  
(4) ☐ 工研院                      (5) ☐ 汽車製造業                      (6) ☐ 捷運局  
(7) ☐ 大學運輸有關學系                      (8) ☐ 大學都市計劃有關學系  
(9) ☐ 大學機械有關學系                      (10) ☐ 大學控制工程有關學系  
(11) ☐ 大學土木工程有關學系                      (12) ☐ 大學材料工程有關學系  
(13) ☐ 大學環境工程有關學系  
(14) ☐ 其他 請說明 \_\_\_\_\_

5.如果您認為磁浮式公路車輛系統在我國沒有開發之價值，您的主要觀點為：

6.您對附件報告之初步研究結果，有那些建議？

再一次謝謝您的支持與協助。

## 附錄二 磁浮公路車輛系統開發研究問卷調查受訪者名單

### 一、政府機構

1. 歐輝政（國道高速公路局組長）
2. 徐亦南（台灣鐵路局企劃處處長）
3. 楊松隆（國道新建工程局組長）
4. 歐嘉瑞（經濟部工業局）
5. 馮正民（交通部運輸研究所副所長）
6. 楊淑貞（交通部運輸研究所組長）
7. 張芳旭（交通部運輸研究所）
8. 張桂林（經建會專門委員）
9. 陳椿亮（台北市捷運局副總工程師）
10. 簡世德（交通部路政司副司長）
11. 周勝次（交通部科技顧問室主任）
12. 邱錦祥（高鐵籌備處總工程師）
13. 陳朝民（能源委員會）
14. 施鴻志（國科會國際合作處處長）
15. 劉中鴻（工研院機械所所長）

### 二、學術界

1. 黃承傳（交通大學交通運輸研究所長）

- 2.陳武正（交通大學交通運輸研究所教授）
- 3.韓復華（交通大學運輸工程管理学教授）
- 4.吳水威（交通大學運輸工程管理学系主任）
- 5.張新立（交通大學運輸工程管理学教授）
- 6.吳永春（交通大學控制工程系教授）
- 7.陳英亮（交通大學管理科學系教授）
- 8.陳光華（交通大學運輸工程管理学教授）
- 9.龍天立（台灣大學土木研究所交通組教授）
- 10.羅永光（台灣大學土木研究所交通組教授）
- 11.曹壽民（台灣大學土木研究所交通組教授）
- 12.周義華（台灣大學土木研究所交通組教授）
- 13.黃世孟（台灣大學建築暨城鄉研究所教授）
- 14.林建元（台灣大學建築暨城鄉研究所教授）
- 15.辛晚教（中興大學都市計劃研究所教授）
- 16.黃書禮（中興大學都市計劃研究所所長）
- 17.謝潮儀（中興大學都市計劃研究所教授）
- 18.陳敦基（淡江大學交管系教授）
- 19.張有恆（成功大學交管系教授）
- 20.何志宏（成功大學交管系教授）
- 21.何東波（成功大學都市計劃系教授）
- 22.丁國樑（成功大學交管系教授）
- 23.段良雄（成功大學交管系教授）
- 24.黃光治（清華大學動力工程系教授）



### 三、產業界

1. 黃重洲（裕隆汽車公司工程中心主任）
2. 洪寶燄（裕隆汽車公司技術經理）
3. 沈英銓（福特汽車公司技術處處長）
4. 陳世全（中華汽車公司副總經理）
5. 李東陽（三富汽車公司副總經理）
6. 吳寬榮（羽田機械公司協理）
7. 洪秋雄（大慶汽車公司技術部經理）
8. 洪光雄（太子汽車公司技術部協理）

### 附錄三 國內運輸專業及有關人員意見調查書面意見

●除附件報告中所列的 95 項研發課題，您認為還有那些課題需列入研究？

- 對都市發展之影響及對房地產市場之影響。
- 對都市及區域發展之影響。
- 強大磁場對駕駛人、附近居民、生物及通訊干擾等生理及心理影響。其防護設施或成本等部分宜細分再研究。
- 載具、運行道之研究課題。
- 目前社會環境、科技工業水準以及人民公共道德與磁浮式公路車輛系統之需求相去甚遠，如何減小這些差距的研究，必須先加入。
- 磁浮系統與整體都市發展之整合問題；磁浮系統與其他運具系統之間的整合方式。
- 磁浮式公路系統之市場性（國際市場）；系統發展與地區工業、科技資源的發展關係：地區產業帶動效果、都市發展型態的改變。
- 所考慮之課題已相當齊全，但在週邊配合措施方面，如能將電動車之問題點亦納入研究課題，屆時採雙能源系統時，才不會因係電車問題所耽誤。
- 如欲發展磁浮公路系統，其所牽涉之政府各部門、民間部門任務，宜先以系統架構圖釐清；以問卷調查或其他方式，讓相關之政府、民間部門慢慢了解並教育之。
- 使用者之接受性如何。
- 關鍵技術有那些。

- 發展策略之分析。
- 依我國的條件，應先確定運輸發展重點為大眾運輸或個人運輸。
- 此一研究在我國的運輸問題中的急迫性如何。
- 由磁浮式公路系統所湧出之大量車輛在市區如何疏散。
- 開發此系統之廠商在商業上獲利之前景如何。
- 能否快速地取得先進國已有之技術，以利迎頭趕上。
- 各項研發工作之成本估計。
- 國內現況及未來能自行發展之項目（涉及高科技人力預估與能評估）。
- 開發成本與未來可創造效益之評估（以確認其經濟可行性，並應與其他高速運具一如高鐵、航空現已實際運作之運具相比較）。
- 磁浮公路的 "安全" 課題可單獨列出，並列入重點研究。
- 磁浮公路在台灣實施之可行性評估（包括技術、市場、法規、經濟財務等可行性）。
- 相當完整；希望加入我國技術水準與磁浮公路系統之技術間落差如何處理。
- 動力器之研究課題：防止電力能源斷電及防護措施。
- 場站之研究課題：車輛進出場站的流程、場站週邊道路之規劃。
- 專用車道、土地取得的問題，可否利用既有道路；磁浮公路系統完整之成本效益分析。
- 研究課題之研擬，似應先對磁浮式公路車車輛系統之 "開發需要" 給予肯定。在系統研究發展之初步規劃之前，是否應先進行 "開發需要分析" 呢？研究課題之第一至第三項已列出 "開發需求之分析"，然在報告中卻未見進一步之探討。是否報告中所列之

95 項研發課題係基於 " 已肯定開發需要 " 後，針對進一步規劃，開發研究而擬呢？抑是該 95 項課題要列入 " 開發需要分析 " 呢？

- 國內產業界、學術界對於磁浮公路 " 系統技術 " 之評估——適合產業需求，國人科技未來發展之項目。
- 適合磁浮公路系統之非專用軌道之路線規格、相關運轉設施之空間需求、區位需求。
- 現有課題已夠多，非在短期（十年）內，可以完成解決。
- 運輸系統構件有關中心控制系統之控制邏輯，例如動態最短路徑等。
- 高速行駛對人體健康之研究。
- 已考慮十分週詳。
- 已相當完備。
- 對於 95 項研發課題之研發人力、經費，所需之時間等應作詳細評估，方能作為往後是否投入及投入之優先順序之依據。
- 對於磁浮式公路車輛系統所涉及之關鍵技術，在國內之開發之可行性、人力、技術水準、國外合作之可能性均應詳加探討。
- 相關行政法規之研究，以利依法行政。
- 以長程高速抑或短程低速為優先開發之運輸技術之研究。
- 相關支持產業研發擴充能力與意願之評估。
- 我國參與國際分工共同研發（資金、人才、之提供）之可行性評估。此外，磁浮式公路車輛系統在我國運輸系統發展之優先性、切需性如何是否已不必研究，而逕行進入技術開發階段？
- 政府相關行政配合措施之研究課題。
- 須增修訂之法規、研提相關配合措施。

- 相關支持產業研發擴充能力與意願之評估。
- 進出系統發生佇列 (Queue) 時問題之解決。
- 車輛製造商遵守之設計問題共同規範。
- 載具之研究、設計、開發、製造、維修能力。
- 載具之製造成本及可能售價。
- 磁浮公路由目前到實用階段所需之時間、費用、成功可能性預估。
- 磁浮公路與其他交通系統之經濟性（研發成本、製造成本、使用成本）、及使用性（安全性、操作性、方便性）之比較，如磁浮鐵路。
- 各類假設磁浮系統在市場中可能之定位及生存空間之預測，由全球、社會運輸技術、發展及未來與探討各類磁浮系統市場潛力與可能發展。我國各類生產技術在研發磁浮系相關技術之潛力與最適發展之領域探討。
- 請先就：
  - 台灣現有之科技水準及資源運用狀況。
  - 台灣已有之可運用於磁浮系統之科技產品的製造技術。
  - 國外後續研究的成果蒐集，作一有系統並深入的調查。



●您認為那幾項課題最應優先進行研究？

- 對社會經濟環境水準之影響，對都市及區域發展之影響應先確定其貢獻。  
使用者能否接受，列為第二階段；技術可行性，列為第三階段；經營管理列為第四階段。
- 目前進行磁浮交通工具與能源設備系統中，何種關鍵零組件，我國可以藉工業升級方式參與製作，其未來市場潛能（不祇交通業或磁浮工業使用）如何？
- 在從事本案研究之前，有些工作可以先作的就是，高速鐵路及捷運系統都已在推動，但在社會環境、科技工業水準以及人民公共道德方面，都尚未準備就緒，請本案請主持人先看看目前之台鐵、台汽及市內公車與未來高鐵捷運是否僅止於硬體的投資之差異，如否，則如何趕快加以研究改善這對本案的推動也是必須的。
- 磁浮公路系統乃是先進科技，宜先進行國內實施之可行性研究。
- 建立可行性評估之準則。
- 先作可行性研究，以決定研究的深度。
- 技術可行性（技術上有那些障礙須要突破？技術須要何時才可能成熟？）。
- 市場可行性（自行開發或直接引進較經濟？以國內公路的長度而言，是否在國內有此市場？）
- 依國內狀況：  
磁浮式公路車輛系統的功能與定位。  
動力器、載具、控制系統、運行道、場站、經濟性等初步研究與整合研究。

視初步研究進行評估後，再研擬持續研究工作項目。

- 個人認為本研究應首先分析磁浮式公路車輛系統在我國之開發需要性，在確定開發之需要後，再行規劃未來之研發課題。而在開發需要性之分析過程中，因針對我國之運輸環境、運輸政策、工業政策、區域發展政策、環境與能源政策、…等作廣泛之探討。
- 決定推動磁浮公路系統之方式。
- 產業、學術界對於磁浮公路 "系統技術" 之評估。
- 建立與國外相關研究機構之資訊蒐集交流管道。
- 規劃作業之研究課題。
- 勾勒出 AHVCS MAGLEV 的完整系統，做法上可參考 Donald Drew 教授或日本的構想，假想西元 2020 年，台灣有一以 AHVCS MAGLEV 為架構之公路系統，描繪出公路系統、管理系統、車輛系統，重點在於傳達系統之功能以及人、車、環境三者間之和諧，報告中亦須概估其投資成本（包括 R&D 及生產投資）以及使用後的效益。並以這種系統與高速磁浮鐵路做一比較。
- 基本應用研究之規劃：本計畫亦如報告中述是一長期發展計畫，但以汽車業者界過去產品發展之做法，近期內業者皆不可能投入這方面的發展，甚至沒有配合發展的意願。唯有學校先進行基礎應用研究。因此，可先規劃基礎應用研究之項目及其目標與做法，目的是評估系統之技術可行性，做法上則須整合／分工，完成一套 Scale Down 的真實系統。
- 關鍵技術之建立或取得，應先由政府委託學術機構或工研院作先導性研究，以建立雛型系統印證可行後，再大量投入人力於週邊、硬體設施、人文及社經之規劃。

- 我國具備有那些優勢條件可趨使進入研究過程，掌握先機者始應列入最優先課題。
- 自行研究發展是否符合經濟性？將來生產時，是否有競爭力？
- 自行研究發展或參與國際分工，何者較有利？
- 就台灣地區之自然環境、社會情形、人民生活習慣，所需要之交通系統為何？都市捷運系統、都市大眾運輸系統、……。

●如果您認為磁浮式公路車輛系統在我國沒有開發之價值，您的主要觀點為：

- 同意期中報告論點：資金、人才、技術均不足，似應採第三種方式即相關零組件之開發。
- 以政府有限的資源（人力、財力）及私人企業之經營方式，我國目前實看不出有任何機會作本案所需之龐大投資與開發。
- AHVCS MAGLEV 之技術尚未成熟，現有相關技術分散於捷運磁浮與IVHS 兩方面，欠缺整合技術，我們應先觀察美、日、歐各先進國家之發展，確定其技術可行性之後，再展開國內適用性之評估，目前不應投入政府資源。
- AHVCS MAGLEV 之系統基本上仍是私人運具，政府應投入較多經費，在大眾運輸服務品質提昇方面，不應該再投入經費研究開發AHVCS MAGLEV，補貼私人運具之使用。
- 再就其未來之市場而言，國內已持有小客車者不太可能再添購為磁浮公路使用之車輛，其市場規模必然無法達到經濟規模，成本及週邊設備必定使其費用高昂無法被一般民衆接受。
- 國土小，本系統開發價值值得再評估。
- 我國現有科技工業水準及公眾道德尚不及使用高速鐵路及捷運系統的階段，在這方面的研究應先行列入，將來（上述兩系統運作之時）或有收獲，如一步踏入較高層次的磁浮式鐵路及更高層次的磁浮式公路系統，似乎太高估自己。
- 目前不值得：  
傳統的運具系統都做不好，不如集中人力與物力先改善現有之技術。



磁浮式之市場不確定，不具肯定性之經濟效益。

總體資源有限，應選擇較具體有利之項目進行。

- 磁浮式公路車輛系統並未能達到 Door to Door 的運輸方式；高速公路的擁塞問題，並非快速的運輸方式可以解決，而是功能不分的問題造成；若是爲了解決快速及提高容量的目的，則開發價值猶待重新考慮。
- 公路系統用地廣大、運能小、安全性差、環境污染嚴重，尤其在地狹人稠的我國，似乎不宜鼓勵。
- 國外開發磁浮式公路車輛系統，必須具有良好之汽車工業基礎與現代捷運技術或高速鐵路技術，我國在上述三方面均在起步階段，目前談論磁浮式公路車輛系統似乎言之過早。
- 我國市場太小，投資高科技若無法拓展國際市場，經濟效益堪慮。
- 我國現行的運輸系統值得改善處仍多，無論是硬體的建設或是軟體的管理均需大量人力與財力，目前似乎並無餘力開發世界最尖端之運輸技術。
- 可能在土地取得方面是一大障礙。
- 科技層次太高，我國無此能力。
- 抑制小汽車成長，不宜鼓勵公路發展，以免對整體環境有損。
- 如技術成熟，成本合理且有相當市場時應有其開發價值。
- 應審慎詳估，其技術上、經濟上、可行性（尤應有數據支持），方可確認。
- 就國內“科技水平”與“客觀環境（如台灣狹小，而非大陸）需要性”，有進一步評估之必要。
- 此技術恐太先進，以我國目前之人力組織、技術、材料等之有限，



開發成本太高，而且我國目前公路長度有限，市場不大，除非此技術可延伸擴展至大陸及東南亞，否則現階段開發價值似乎有限。

- 同意研究。
- 我並非認為磁浮式公路車輛系統在我國沒有開發價值，但我認為在分析是否有開發價值時，對下列問題加以考量：磁浮式公路車輛系統基本上仍屬個人運輸系統，是否是我國運輸系統上鼓勵使用之運輸方式？

開發後之市場何在？效益如何？是否有推展大陸市場之可能？或是其它之政策性考量呢？

- 開發成本太高，耗用太多社會資源；實用價值短期內未必可見；用於城內運輸與捷運系統投資重複；用於城際運輸與高速鐵路投資重複。
- 須整合太多先進科技，非我用現有科技人力可開發完成。
- 距離短，土地小，人口分布平均：磁浮專用道路出入口少時，無法為大多數人服務，且車輛集中於出入口，連接城市之道容量無法滿足，影響高速運輸之功能及效益，出入口多時，出入口之場地取得困難，除非出入口之空間設計，出入技術能克服，否則應以磁浮鐵路為方向。
- 研究成本過高，無投資效益。
- 無開發價值，由於本身自有市場規模太小，無法達到經濟規模，最好能參與國際分工，較合經濟性。
- 空間的安排，使用者的方便程度，早期系統規模不足等。
- 磁浮公路在國外尚未進入實用階段，而我國在研發方面較先進國家為差，似可再對若干年待磁浮公路科技成熟後再開發。

- 國人遵守交通規則及駕駛習慣、道德均不甚佳，於時速 500 km，秒速 140m 的情況下稍有不當之操作或人為疏忽，後果嚴重。
- 應著重發展大眾運輸磁浮科技之發展，有關磁浮式公路有鼓勵國內小汽車使用之嫌，同時台灣區土地資源有限，不宜再於此種系統。
- 磁浮技術目前使用在城際高速運輸，尚未達成熟階段，建議僅需注意國外之發展情況即可。
- 台灣機械工業的技術水準即使連自行研發基礎都不成熟，想要開發磁浮公路系統，似乎必須考慮以技術合作方式進行較為妥當。
- 應將研究目標放在更實際的事物上，如電動車及電動車週邊整體系統的開發，抑或磁浮式高低速鐵路系統的研發。
- 台灣資源少，應將資源集中應用於幾項能夠幫助台灣立足世界的事物。
- 構想很好，利用現成資源，減少投資土地節省經費。

●您對附件報告之初步研究結果，有那些建議？

- 對於世界各國在磁浮公路系統發展情形如能儘可能補充更詳細的資料，或許更有助於後續工作的推動。
- 初步研究結果尚稱豐富，先進國家發展現況之似待加強，或可在進一步研究時多注入。
- 接續「磁浮式鐵路系統」之研究，並相互配合。
- 如果資金許可，短程機場至都市間捷運鐵路式之磁浮系統似可評估選用，藉機充分瞭解並掌握其技術及相關影響。
- 可考慮引進線性感應馬達與磁浮之捷運技術。

落實國內引進控制技術：應該作。

汽車製造業進行雙用及電動車之研究發展能力：應考慮到成本再決定。

逐步推動智慧型車路系統之發展：運輸研究所正在進行規劃。

- 若干圖表文獻之資料來源請補充。
- 本系統開發對國內科技提升的效益。
- 高速鐵路與本系統開發及發展關係易造混淆。
- 我國過去交通運輸往往採用直接引入的方式，這種方式很容易與我國工業界脫離關係，交通運輸業得不到工業界的支持，系統很容易老化，工業界得不到交通運輸業的輸入，而沒有機會發展相關工業，這非長久之計，建議交通運輸規劃者多想想這方面的問題，如有解決之方法將來交通運輸業所獲得之回饋當十倍、百倍於今日所付出的。
- 如果經費與時間允許，建議就所提的各種方式，進行較為詳細之比較評估。甚至說明如果三個方案都不採行，會冒那些風險。

- 對於開發方式，較支持作間接式之開發，俟國外技術發展至相當程度後，再進行磁浮公路系統之開發，並重視大陸的市場，才具價值開發的意義。
- 報告上作的建議以間接式之開發，完全贊同，建議在下一次的研究報告中能更具體、詳細地說明初期的進行方式，以更能讓外行人曉得其進行方式與參與方法。
- 收集資料相當廣泛。
- 建議請運研所暫停研究。
- 似可從引進一小規模磁浮系統（如從幹道某點聯結某大型遊樂區）著手，以帶動國內各方面研究。培養各種人材，免流於空泛。
- 對國外發展過程所遇問題之資料應進一步蒐集並整理之，以爲我未來發展之殷鑑。
- 在結論中，可考慮加上一些 "國內發展之可行性" 的評述；在建議中，請對後續工作能有較具體的方向建議。
- 加強經濟、財務、環境可行性的探討。
- 多加強研究國內磁浮式公路車輛控制系統研究發展的環境條件。
- 本系統的功能與定位能有初步的研究與建議。
- 應檢討目前磁浮運輸系統未能推廣之原因；磁浮式公路車輛不應只限於小汽車，貨車、公共運輸也可考慮可否作更有彈性之定義。
- 自動控制的問題，不能只依賴 IVHS 第四層次之發展；應與美、日、德有關機關多聯繫，充分瞭解現況及問題。
- 針對國技術狀況及組織研提具體可行之之未來發展方向。
- 可否請 Donal Drew 教授來台灣說明及發表成果。
- 本研究案名爲 "系統研究發展之初步規劃"，是否已有相關之研



究確定 "開發之需要" 呢？報告中對未來之研究課題之考慮極為細密，惟在閱讀過程中，因缺乏對 "我國對該系統之需要性" 之相關資料，讀起來但覺不知該如何把握問題之重點，好像我們在規劃對整個系統之進行發展開發，建議未來在期末報告中，能更明確指出 "開發之需要性及需要之開發內容"。

- 對於國外磁浮公路系統發展推動方式介紹不夠具體；宜先初步評估磁浮公路 "系統技術" 之複雜度，以決定我國之推動方式，再界定細節研究課題。
- 磁浮式公路車輛控制系統之系統功能與 IVHS 中之 AVCS (Automatic Vehicle Control System) 幾乎完全相同，而 AVCS 在 U.S.A. 現有 Univ. of California 所領導之一 "PATH" 計畫為主，盼能多吸收其研究經驗與成果，相信必有極大助益。
- 相關之文獻未全列出；相關技術之發展狀況，除 IVHS 與磁浮本身外，應可加入如自動導引捷運系統之發展。
- 系統之構思甚為完整，但這種系統要能達到成功運用地步，其複雜性與困難性遠高於磁浮鐵路，本系統唯有在磁浮鐵路普及化之後，才有商業化的可能，目前似不宜進行大規模的開發計畫。
- 本報告對於讓該系統之後續發展課題作相當詳細之整理，但對於該系統之關鍵技術；及經費預估，後續發展步驟，則尚未作規劃，或許這是下一階段之主題吧！
- 本案系統之開發，需由政府相關部會主導，且產、官、學界要密切配合，始能達成；故建議於研究報告內補列各相關單位於本案之分工及配合措施等。
- 探討我國之狀況，建議增列我國發展本案系統之優劣勢分析及可



行方向。

- 請加強研究說明 AHVCS 之需要性？包括社會、經濟、環境、能源及使用者觀點。
- 請研擬整體系統研究發展之組織架構或體系，用以顯示各項課題之關係，並說明其研究時機及參考研究機構之屬性。
- 初期研究宜合併多項研究課題，由上而下 (Top Down) 進行之。
- 對我國當前運輸系統發展之燃眉之急的次序應有所詳述。
- 對我國運輸技術發展歷程及基礎之建立應有先後，為何要直接訴諸於美、日均尚在開發階段之技術理由何在，侷限於何著眼點似應有所交待。
- 磁浮技術發展已相當成熟，若採用分散式磁浮車輛，其重點應為系統控制邏輯，系統所有權之劃分與定位；評估則應先解決空間大小問題。
- 本報告偏重於技術性方面說明，對經濟性如投資金額使用成本，以及與其他交通系統之比較，何者適用於台灣之自然環境，建議加以研究。
- 建議在報告中，對下述數種運輸技術，進行比較分析或評估：高速鐵路、磁浮城際鐵路、智慧型車道系統、磁浮式公路車輛系統。
- 可考慮加入「線性馬達全自動貨櫃運輸及倉儲系統」。
- 磁浮式公路車輛系統為一整體性非常龐大的系統，絕非台灣目前科技水準及整體資源應用所應耗費的研究項目。但就如研究報告中所述，可對一些目前本身已有基礎的科技技術且可能會在磁浮系統派上用場繼續研究。

磁浮式公路車輛控制系統研究發展之初步規劃

出版者：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路150號7樓

電話：7123121-5

印刷者：建華印書有限公司

地址：台北市北平西路六號五樓之一

電話：(02)3313031

中華民國八十一年十一月初版

本書印製200冊・每冊工本費165元

ISBN 957-00-1452-0