

# 磁浮的原理及應用

## 磁浮列車



學校：庇道學校

研究員：冼嘉嘉 溫浩淦 李進源 李梓聰 楊浩源 曾紫欣

班級：六年級

報告完成日期：2017年4月

## 目錄

第一章	緒論	
一、	研究動機	3
二、	研究目的	3
三、	研究方法	3
四、	研究進程	3
第二章	研究過程	
一.	文獻探討	4 – 6
二.	實驗過程	7 – 10
三.	實驗數據	11
四.	實驗結果	11
五.	實驗過程遇到的困難	12
第三章	研究結論與建議	
一.	研究結論	12
二.	研究建議	12 – 13
三.	研究後感想	13
四.	參考文獻	14

## 摘要

本年學校常識科老師為了提高我們對科學的興趣，所以參加了今次”小學生動手做研究”的計劃，我們先後以環保、機械和運輸等等議題作討論，最後我們以集體運輸工具作為我們今次研究的主題。

我們透過利用磁石“同性相斥、異性相吸”的原理，製作出能浮起來的列車，加上馬達的帶動讓列車在指定的而無軌的情況下運行，並測出行使的時間和距離，計出相對的車速。另一方面，我們在相同條件下，利用有軌的火車模型，作出同樣的測試，比較兩者在時間和速度上的差異，並求證磁浮列車比有軌列車的車速更為快捷。

最後實驗證明，磁浮列車比有軌列車在同樣的條件情況下車速確實要快，我們得出的結論是由於磁浮的接觸面較少，因而相反的力（即摩擦力）相對減少，所以磁浮速度比較快，因而得出的結果合乎我們的要求。

# 磁浮列車

## 第一章 緒論

### 一. 研究動機

我國一帶一路的發展，國與國之間的經貿日益頻繁，便利已經是一個重要的議題，隨著我國改革開放，科技與經濟已經成為很重要的一環。我們不受距離的阻隔，時間亦相對縮短，人與人之間接觸亦變得更簡便，有見及此，讓我們產生一份好奇心，想探究如何利用磁浮原理在運輸工具的應用。而中國現今高鐵已取得高速而穩定的成果，所以我們深信，下一個方向必定走進磁浮行列。

### 二. 研究目的

根據以上的研究動機，我們從磁浮的原理及應用，以「磁浮列車」作為實際題材，希望透過該次的研究，了解如何利用物理學原理去增加速度，利用科學上的技術，實現出低成本高效能的列車。我們會準備建造實體模型，體現磁浮列車行使的時間和速度。

### 三. 研究方法

本研究主要採用實驗及資料搜集的形式。

### 四. 研究進程

11月：搜集有關磁浮及現代磁浮列車的相關資訊和資料

12月-1月：設計及構思磁浮列車模型及搜集過往的相關資料，尋找購買製作的相關用料及製作用所需物資清單

2月-3月：動手製作模型

3月-4月：拍攝製作過程、討論及撰寫報告

## 第二章 研究過程

### 一. 文獻探討

#### 1. 磁浮列車的原理

磁浮火車是利用磁力使火車懸浮於路軌之上。磁浮火車經常被稱為 MagLev，即 Magnetically Levitated train 的簡寫。但是，利用一般的磁鐵並不能把火車穩定地浮起。要是你將兩塊磁鐵的北極相對，你會發現無法使一塊磁鐵穩定地浮在另一塊上。所以，要把火車浮起並不如想像中般簡單。

磁浮火車是怎樣被推動的？它的基本原理很簡單。以日本的磁浮火車為例。移動的列車帶同超導磁鐵在導槽兩邊的線圈感應出電流，根據這些訊息，系統便會把交流電輸入導槽兩邊的推進線圈，產生南北梅花間竹的磁極，對超導磁鐵造成拉力和推力，使列車加速。

磁浮火車能懸浮在路軌上行駛，免除了火車與路軌之間的磨擦力，故能以高速飛馳。估計未來的磁浮火車能以高達 500 km/h 的速度行駛，比現在最快的火車速度要高一倍。此外，磁浮火車非常寧靜。

#### 2. 中國的磁浮列車研發進程

1986 年	國防科技大學開始磁浮列車的原理型研究。
1989 年	國防科技大學成功研製出我國第一台磁懸浮列車實驗樣車。
1994 年	西南交通大學成功研製了 4 個座位、自重 4 噸、懸浮高度為 8 毫米、時速為 30 公里的磁懸浮列車試驗。
1995 年	國防科技大學在株洲電力機車研究所的支援下，花了 90 萬元研製成 1 台磁轉向架，首次實現了全尺寸單轉向架的載人運行。4 個磁轉向架可承載 1 輛 14m 長的磁懸浮車。
1996 年	由鐵科院主持，長春客車廠、中科院電工所、國防科技大

	<p>學參加共同研製的設計時速為 100 公里，長 6.5 米、寬 3 米、重 4 噸、內設 15 個座位單轉向架磁懸浮試驗車在鐵科院的軌距 2 米、長 36 米的環行試驗線上成功進行了試驗，並於 1998 年 12 月通過了鐵道部科技成果鑒定。</p>
1999 年	<p>國防科大與北京控股磁懸浮技術發展有限公司合作，開始研究建造我國第一條中低速磁懸浮列車試驗線。2001 年 9 月，我國第一條長 204 米，包括一段 100 米半徑彎道和千分之四的坡度的中低速磁懸浮列車試驗線在國防科技大學建成。該磁懸浮列車車廂長 15 米，可載客 130 人，設計時速 150 公里。2002 年，該試驗系統實現 2000 公里無故障運行。</p>
2001 年	<p>採用德國 Transrapid08 磁浮系統的上海高速磁浮線開工建設，2002 年底試運營，2004 年正式運營。</p>
2004 年	<p>由大連永磁懸浮課題組首席科學家李嶺群領銜的大連磁谷科技研究有限公司成功研製出我國首輛擁有自主知識產權的磁懸浮樣車“中華 01 號”磁懸浮技術試驗車。該磁懸浮技術試驗車車長 10.3 米，寬 3.12 米，高 2.86 米，設計載客 32 人，最高時速 110 公里，是專為城市公交運輸設計的低速磁懸浮列車。</p>
2006 年	<p>我國自行研製、設計、施工的首條中低速磁懸浮線路——青城中低速磁懸浮列車工程試驗線在四川省都江堰市建成並聯調成功。這標誌著我國已掌握磁懸浮軌道交通的完整技術，具有中低速磁懸浮列車投入實際應用的能力。試驗線全長 419.925 米，由中國鐵路工程總公司電氣化局集團西安電化公司、西鐵工程公司施工。本次實地運行的磁懸浮列車最高時速在 80—160 公里之間。</p>
2006 年 4 月	<p>位於同濟大學嘉定校區的“三個一”高速磁浮試驗線建成並投入使用。該試驗線是我國首次自主設計、研製和集成了高速磁浮交通試驗線系統，是國內唯一的高速磁浮交通系</p>

	統綜合性研發試驗平臺，可為高速磁浮交通技術的研發、系統集成、軟體調試、部件性能考核與改進提供基本試驗條件。能實現一列車、五個分區、雙端供電的試驗環境，列車最高試驗時速可達到 100km/h。
2006 年底	位於浦東新區臨港的上海中低速磁浮試驗線建成，同時完成了車輛組裝與調試。2008 年 11 月，上海低速磁浮線上實現三節連挂列車 85km/h 速度試驗運行，同年 12 月，上海低速磁浮試驗線實現了列車的 101km/h 試運行速度。
2009 年	中低速磁懸浮列車唐山試驗線工程在中國北車唐山軌道客車有限公司竣工並通過驗收。唐山試驗線全長 1.547 公里，是中國首條中低速磁懸浮列車工程化試驗示範線，坐落於中國北車唐車公司廠區北部，由中鐵六局、中鐵寶橋等單位承建。
2014 年	西南交通大學牽引動力國家重點實驗室與常州西南交大軌道交通研究院、同濟大學磁浮中心以及國內多家企業聯手，自主研製出時速可達 140 公里的磁懸浮列車。該車輛在上海臨港中低速磁浮系統試驗線上進行線路實際運行的可行性試驗驗證後，開展運用的可靠性驗證。  5 月 16 日，長沙磁浮工程正式開工建設。
2015 年	北京市中低速磁浮交通示範線開工。
2016 年	5 月 6 日，長沙磁浮快線開通試運營。

### 3. 未來動態

## 中國擬研發 時速 600 公里高速磁浮列車



2016 年 10 月 22 日 05:43 中國擬研發高速磁浮列車，包括時速 600 公里高速磁浮、時速 400 公里跨國聯運高速列車，和時速 200 公里的中速磁浮。其中時速 600 公里磁浮列車由中車四方股份公司主導，將建設一條長度至少 5 公里的高速磁浮試驗線，並研製一系列高速磁浮試驗列車。時速 200 公里的中速磁浮項目由中車株機公司主導，將研製一系列時速 200 公里的中速磁浮列車，以及配套的多分區牽引供電系統和運輸組織與控制保障系統成套裝備，建設一條長度至少 3 公里的中速磁浮試驗線路。另外，還將研究一帶一路沿線國家不同軌距、不同電壓、不同環境溫度、不同技術標準、不同信號控制的運用需求，研發時速 400 公里跨國聯運高速列車。採用 6 動 2 拖 8 輛編組模式，能夠適應攝氏 40 度至零下 50 度環境。這次啟動的三個專案也是首批由企業主導的中國國家重點專項。（大陸中心／綜合外電報導）

### 二. 實驗過程

#### 1. 製作磁浮列車的材料

- I. 基座
- II. 磁條
- III. 圓磁鐵



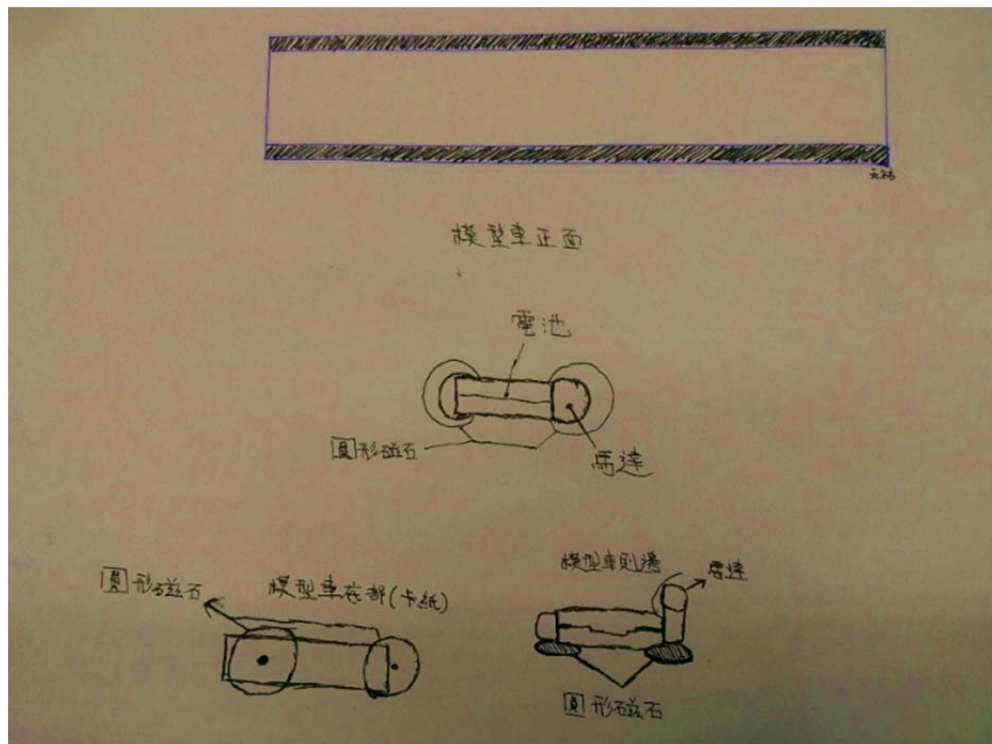
- IV. 開關
- V. 電池盒
- VI. 馬達
- VII. 螺絲
- VIII. 螺帽
- IX. 硬卡紙

## 2. 原理

利用磁鐵相互間的斥力及吸力，產生磁浮現象，並加上馬達驅動車子在磁條軌道上走動。

## 3. 製作步驟

### (1) 設計初稿



(2) 利用硬卡紙或透明膠片作為基座，間距為 1cm

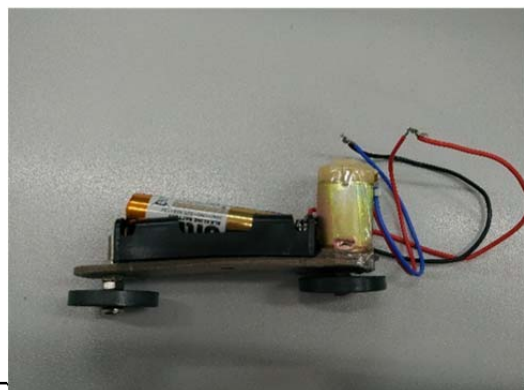


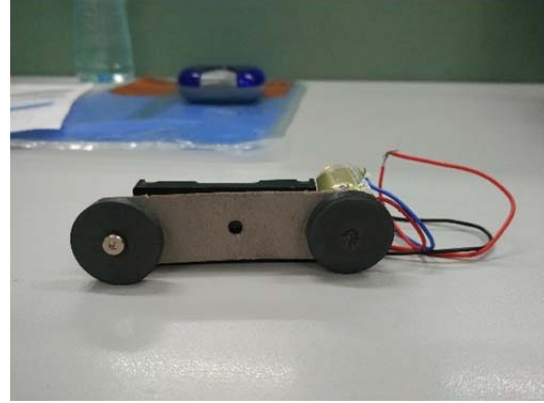
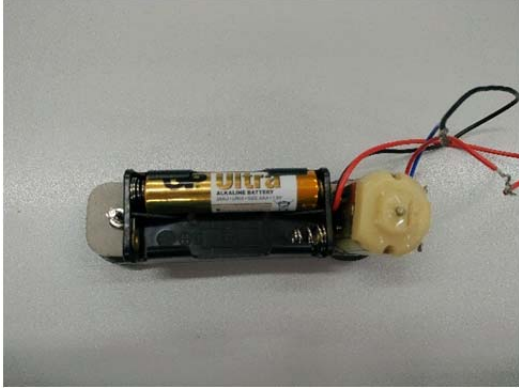
(3) 先剪一段內圈磁條長約 128cm，並小心剪至完全密合，利用”雙面膠”垂直並緊貼在內外圈作出固定



(4) 把黑磁鐵放在軌道上，找出浮起面，把浮起面的高度作出記錄。

(5) 馬達貼雙面膠帶，轉軸穿過車身的孔，再對準黑磁鐵中心點用熱熔膠黏住 (注意黑磁鐵漂浮的記錄)，開關轉壓入車身中孔。用手扭緊電線並用膠布固定電路。





- (6) 最後目測列車行駛情況慢慢調整螺絲與車身的高低，試跑順利後，用膠水固定螺母，以避免螺母愈轉愈低會卡住或愈轉愈高而脫落。



#### 4. 實驗步驟

- (1) 測試磁浮列車一圈(內圈長度 128cm)的時間及速度。
- (2) 製作一輛重量也是 60g 的有軌列車。

有軌列車與磁浮列車的重量一致 (60 g)



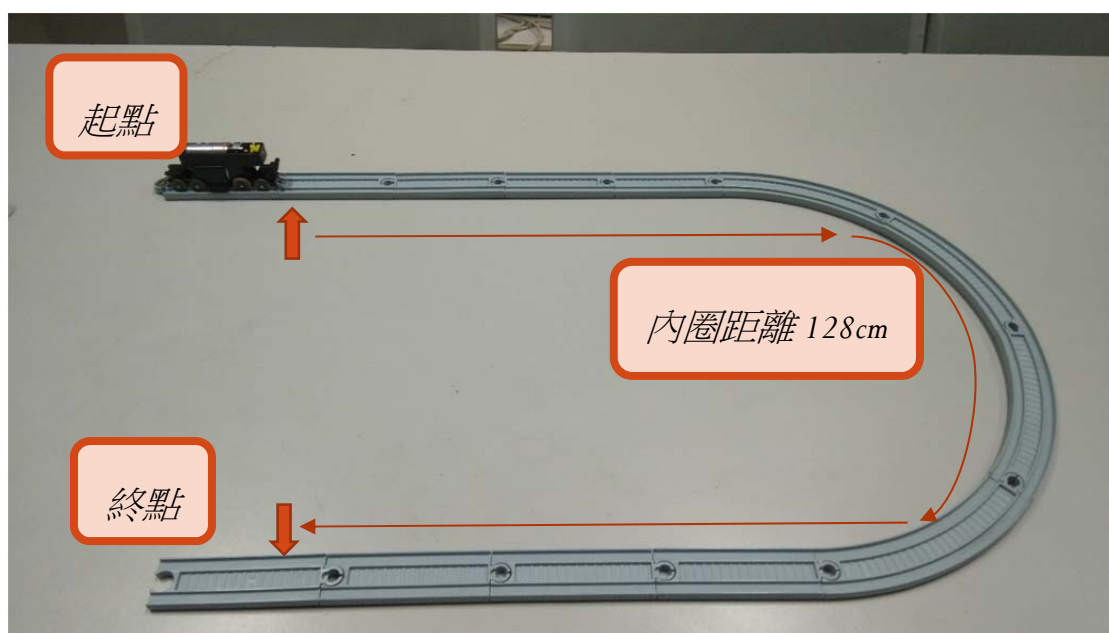
有軌列車



磁浮列車

(3)測量有軌列車在同一路軌上行走相同路程（一圈，內圈 128cm）所需時間並計算其平均速度。

有軌列車在路軌行駛的情況，並計算所需的時間及速度



(4)把數據登記在表格上，作出分析和比較。

### 三. 實驗數據

一般列車及磁浮列車在運行時間和平均速度上的比較

	第一圈運行時間(s)	平均速度(m/s)
一般列車	3.8	0.34
磁浮列車	0.96	1.33

### 四. 實驗結果

磁浮列車裝設電源後高速運行，運行一圈(內圈長度 128cm)的時間只需 0.94 秒平均速度為 1.33m/s，浮起高度 6mm；而有軌列車運行同等距離(內軌長度 128cm)的情況下，需約 3.8 秒，平均速度為 0.34m/s，磁浮列車比有軌列車車速快 3 倍。

### 五. 實驗過程遇到的困難

1. 當初只有”同性相斥、異性相吸”的觀念，但製作其間雖然可做到同性相斥，但難以作出固定，因此，使用兩邊磁帶作為軌道，以便浮起及固定運行。
2. 在固定磁帶位置時經常出現偏差，原因基座的交接位置並不齊整，所以車子在運行時有些位置會卡住，花了很多時間作出調整。
3. 在安裝車子的時候，馬達滾軸穿過硬卡板時，由於硬卡板上的穿孔較小，把馬達的轉軸卡住，而無法讓黑磁鐵有效轉動。
4. 車子走動次數增加，讓組件有勞損的情況，螺絲亦有鬆脫。

## 第三章 研究結論與建議

### 一、研究結論

通過本次的研究和實驗，我們了解到磁浮列車的相關知識及運作原理，認識了製造磁浮列車所需的材料。經過多次實驗試驗，總結到製造磁浮列車需要確保軌道、列車、馬達等材料的合理配置，才能成功令磁浮列車懸浮並前進。

### 二、研究建議

1. 此列車研究只是初型，在供電系統中我們可以透過可再生能源（例如：太陽能電路或其他能量形式轉換）作取代。
2. 我們在製作的過程中，只用一般的磁鐵，並依靠馬達作動力的來源，若更進一步，我們可以利用電磁鐵的方法，控制磁力的強度，使得車輛走得更快，更可控制時速及煞車。
3. 當然現在已發展超導體磁鐵等技術，而在網上和參考書的資料所得，我們亦可以用相關的技術作出更高效能的列車，或許日後有機會可再作探討
4. 完成所有車輛技術層面的穩定性過後，在車箱的外形設計和物料上亦有特定的標準和影響，有見及此，我們亦可以利用3D打印機的技術，製作比例性的模型，無論在速度和真實感更鮮明。

### 三、研究後感想

由設計、構思、製作等過程，我們遇到不同程度的困難，但我們與老師不停在問題上追尋解決的方法，這是我們很重要的經驗，回望老師和文獻提及我國鐵路發展史，從遠遠落後到現在自主研發（如高速鐵路）的成功，有見及此，在這次研究當中我們體現到現今我國科技成果是得來不易的，配合國家未來的發展方向，我們相信科技與經濟發展是相關而且是很重要的。

透過老師提出的基本概念及我們平時接觸的資訊，我們假設利用磁浮的原理作出實驗和研究，從中得到成果和體現。在實驗其間，老師協助我們如何搜尋有關資料和製作材料，進行一系列的測試。但過程中我們亦遇到多不少的困難，但在過程中，我們透過網路上一些資料，不停作出修正和改良，最後車子最後成功行駛，並透過記錄和錄影，寫成報告。

在提問、假設、實驗、結果和結論的過程中，我們第一次有系統地工作，發揮了合作和團隊精神，亦促使我們在遇到困難的時候，如何去解決問題，帶來一個寶貴的經驗。國家的規劃、中國鐵路史、科技、文化和人們的便利串聯起來，已經成為緊扣的一環，所以在這次的研究當中有深刻的體會，獲益良多！

## 五、參考文獻

- 1 · 中國磁浮交通產業發展概覽 第一情報 ---裝備製造業 柳賀 (2016)
- 2 · <http://www.hk-phy.org/articles/maglev/maglev.html> 物理園－磁浮火車  
馬秀盈 湯兆昇
- 3 · <http://www.appledaily.com.tw/realtimenews/article/new/20161022/973112/> 蘋果新聞 (台灣地區)