

投稿類別：自然科學類

篇名：

以壓電原理結合減速丘進行發電

作者：

陳宇歆。新北市崇林國中。九年1班。

蔡昀呈。新北市崇林國中。九年4班。

吳定軒。新北市崇林國中。九年7班。

指導老師：

羅陽青老師

摘要

本次研究探討了將壓電技術應用於減速丘進行發電的可能性。研究動機來自於希望在交通基礎設施中回收車輛通過減速丘時產生的機械能，透過壓電效應將其轉化為電能。報告詳細描述了壓電原理，並在多次實驗中測試了不同材質的減速丘模型，嘗試改善其結構穩定性及發電效率。最終實驗成功將壓電片產生的電能用於點亮 LED 燈，證明壓電技術可在特定條件下發電。然而，由於壓電片面積較小及電路設計簡單，發電效率仍有待提高。未來研究將聚焦於改善壓電片性能、標準化減速丘製作流程及探索實際應用場景中的可行性。

壹、前言

一、研究動機

我們想藉這次研究的機會進一步探討減速坡對於壓電發電的生活應用和壓電發電效率及效應。隨著近年來城市化的快速發展和整體交通流量的持續增加，交通安全和能源污染成為日益嚴重的問題。傳統的減速坡目前已經被廣泛的應用在城市道路和各種市區的交通熱點，主意旨是在降低車輛速度，從而減少各種交通事故的發生。

然而，這些減速坡通常只是將車輛運動的機械能轉化為熱能，而未能有效利用其潛在的能量資源。壓電技術的引入提供了一種新的可能性：通過使用壓電材料，將車輛通過減速坡時產生的機械壓力轉換為電能，從而實現能源的有效回收和再利用。

這種能源轉換方式不僅符合現代社會對可持續發展的需求，還有助於減少對有限自然資源的依賴，降低環境負擔。隨著壓電材料和技術的不斷進步，減速坡壓電發電的應用潛力越來越大，可以激發更多的科技創新和工程應用。

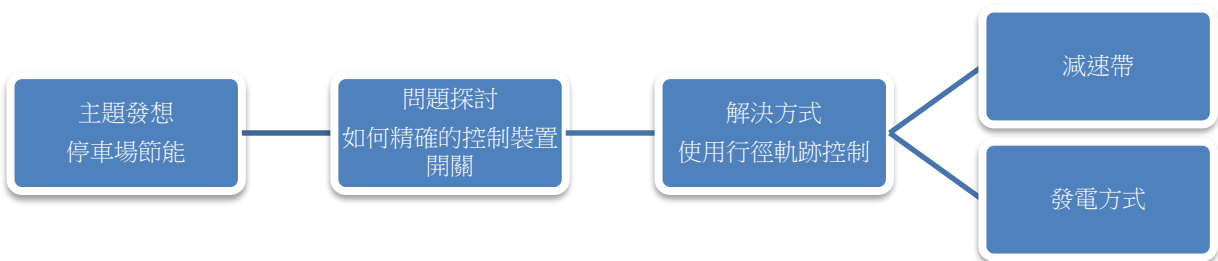
因此，我們希望透過這次研究，研究何謂壓電及相關原理，進行模型製作及實際測試，並先在車道進行小範圍應用，再推動其在實際應用的普及，而若能這些技術整合到停車場的照明和監控系統中，還可以為停車場內的照明、監控設備提供電力支持，減少對外部能源的依賴，推動智慧化管理系統的發展。這不僅能推動壓電技術在交通基礎設施中的應用，還能夠為未來能源回收技術的發展開辟新的前景和方向。

二、研究目的






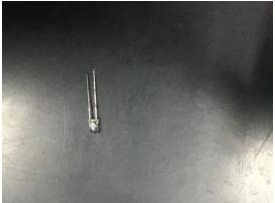

- (一)以壓電原理進行發電
- (二)將壓電發電所產的電運用在減速丘

三、研究方法

(一) 流程圖



(二) 研究器材

			
熱熔膠	塑膠片	黏土	壓電片
			
漆包線	LED 燈	遙控車	

貳、正文

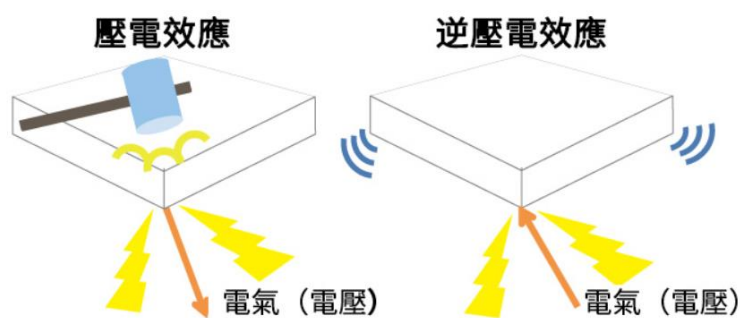
一、文獻探討

(一) 文獻回顧

作品類別	作品名稱	探究結果
中華民國第 48 屆中小學科學展覽會 國小組 自然科	來電捕手-新概念能源探究	利用電路累積微量電壓，並將其儲存於電池中，進而應用於環保發電設備。
中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 高職組 土木科	多功能綠色安全警示裝置	利用壓電技術結合 LED 燈應用於樓梯止滑條，提供環保的安全警示效果。
中華民國第 55 屆中小學科學展覽會 高中組 生活與應用科學科	微型壓電陶瓷散熱模組設計與應用之探討	微型壓電陶瓷散熱模組結合雙環型結構，能降低耗電功率並減小空間。
中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 高中組 工程學科	醜小「壓」發電-壓電材料發電之探討	當施予壓電片應力時，會由於形變而產生電極化的現象，進而產生電。

(二) 壓電原理

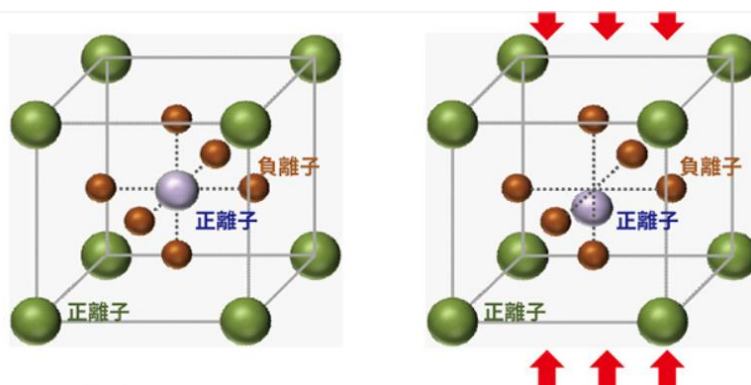
壓電表示壓電元件，壓電元件是指透過施加壓力產生電壓，也就是壓電效應，或與之相反，透過施加電壓產生變形，也就是逆壓電效應的元件。



【壓電的效果】

圖片引自：羅姆半導體集團

壓電元件使用具有壓電效應的壓電材料。施力時，(+) 正離子、(-) 負離子的位置會移動，產生 (+) 和 (-) 電荷的偏移 (電極化)，從而產生電壓。



離子移動示意圖

圖片引自：羅姆半導體集團

利用正壓電效應的主要用途是感測器，而利用逆壓電的主要用途是致動器，總的來說，我們使用壓電用途並非感測裝置而已，主要用途是當正壓電效應發生的時候，我們可以藉由產生電壓來致動我們的電燈產品，因此我們主要將會使用正壓電系統。

二、研究過程與方法

(一) 減速丘模擬

透過不同材質、尺寸及製作方法進行模擬

1. 第一次測試：

將塑膠板彎曲後以熱熔膠作減速丘直接擠入塑膠板中，然而塑膠板受熱易變形。

2. 第二次測試：

藉由手邊常見且容易塑型的黏土做為模具後鋪上塑膠板，再次放置塑膠板後擠入熱熔膠，希望能藉次固定住塑膠板，但塑膠板仍然變形，且底部不平整。

3. 第三次測試：

重新製作無塑膠板的模具，並將塑膠片換成能隔熱的鋁箔紙，包覆於模具外層，並在加完熱熔膠後蓋上板子，以克服底部不平滑的問題，但兩邊因無擋板，不平整，且鋁箔容易起皺。

4. 第四次測試：

將模具側邊也固定後整體造型變成型，但仍有點粗糙，所以我們將完成的成品表面加熱後，黏上塑膠板，使表面更為平滑。

5. 第五次測試：

將容易起皺的鋁箔紙換成烘焙紙，其餘作法同上，可大幅降低修剪時間。

6. 尺寸：

曲面面積為 5.5x7 平方公分，厚度為 1 公分。

(二) 發電方式

藉由金屬之壓電片置於減速帶下方進行發電後將動能用於路面周邊的電子器材，並達到位能轉換成動能的效果，以下將壓電的發電效應分為正壓電及逆壓電二種，並分析其發電原理。

以壓電原理結合減速丘進行發電

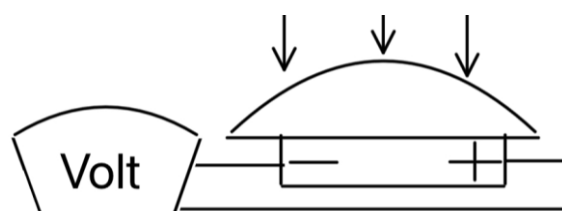
1. 第一種發電原理-逆壓電效應

將逆壓電裝置放置於減速坡下方，並對裝置施予壓力而間接產生逆壓電效應，因而先將電能儲存於一定的系統內再致動我們所需發電之產品，達到壓電減速坡發電的效果。

2. 第二種發電原理-正壓電效應

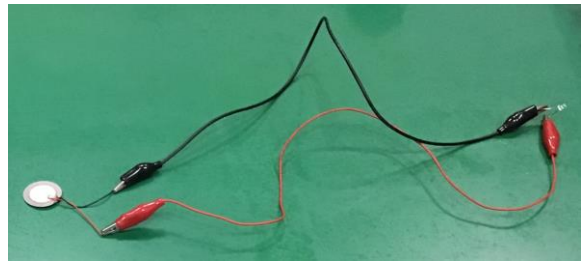
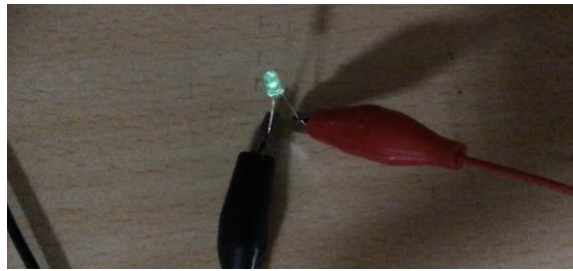
將正壓電裝置放置於減速坡下方，並對裝置施予直接性壓力而間接產生正壓電效應，因而同時致動我們所需發電之產品，最終達到以壓電減速坡發電的效果。

3. 綜述以上分析及原理，為了對壓電效果產生直接性的影響，因此我們決定採取正壓電裝置使所需的電能直接到達我們所要啟動之裝置。



發電方式示意圖

2. 實際操作

	
電路系統	通電狀況
使用直流式的正壓電系統，直接對 LED 燈泡進行發光發電，連接完壓電裝置之後，再將已做好的多種減速坡置於壓電片上方，並以遙控車對減速坡施加壓力，間接促使壓電片置動 LED 燈泡發光。	對壓電片施予敲擊動作後，成功透過施加壓力使壓電元件產生電壓，產生壓電效應，最終成功使 LED 燈泡發亮。施予的壓力越大，施加在 LED 上的電壓越高，流過的電流也會增加，從而釋放更多的光子，讓 LED 燈泡發出更亮的光。

電路系統說明表

綜述以上結果分析，我們能發現對壓電片施予的壓力大小對於整體電路系統有至關重要的影響，因為並非對壓電片施予的壓力將全部轉換成電能，因此若壓力過於微小的話是無法產生足夠的電力來成功使 LED 燈泡發亮。

以壓電原理結合減速丘進行發電

壓力是指對單位面積所施加的力，通常用來描述物體受到的外部作用。當對壓電片施加壓力時，壓電材料內部的電偶極子會重新排列，產生電場並產生電壓。這種壓電效應是其主要特性之一，使壓電材料能夠將機械能轉化為電能。

壓力加大對壓電材料的影響主要體現在以下幾個方面：

1. 電壓增強：

隨著施加的壓力增加，壓電材料內部的電偶極子受到更強的作用，會產生更高的電壓。使得從壓電元件獲取的電能增強，能夠更有效地驅動外部設備，如 LED 燈泡。

2. 產生電流的增長：

更大的壓力會促使更多的電荷在材料內部移動，從而產生更大的電流。這對於需要高功率的應用來說特別重要。

3. 材料的疲勞：

如果施加的壓力超過壓電材料的耐受範圍，可能會導致材料的疲勞或損壞，影響其性能。因此，了解材料的承受能力是非常重要的。

4. 響應速度：





隨著壓力的增加，材料的響應速度也可能發生變化。在某些情況下，過高的壓力可能導致響應變慢或失真。

5. 熱效應：


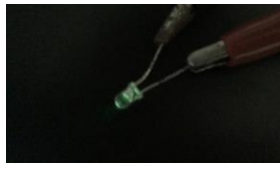
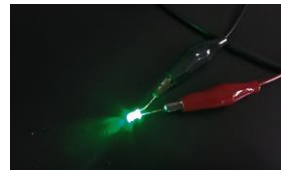
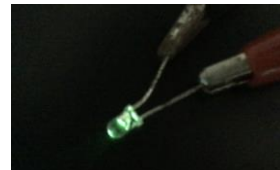
施加過大的壓力可能會導致材料內部產生熱量，進而影響壓電性能，尤其在高頻或連續操作的情況下。

綜上所述，適度的壓力可以有效提高壓電材料的電能輸出，但過大的壓力則可能導致材料損壞或性能下降。因此，在實際應用中需要仔細控制施加的壓力。

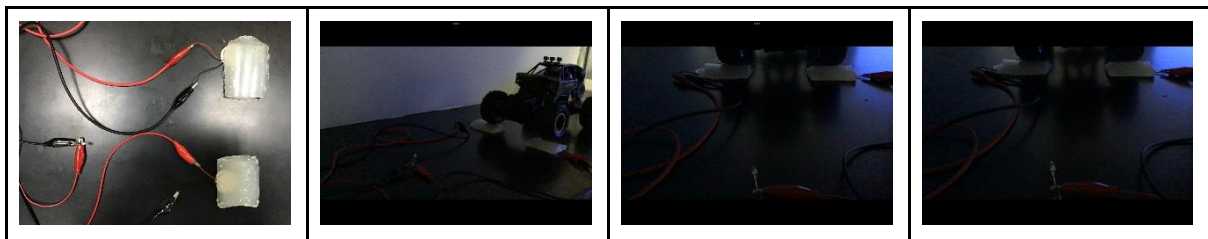
面積與壓力之間的關係可以用以下公式表示： $P=F÷A$

			
<p>改變遙控車輪胎寬度（重量相同）</p>		<p>改變減速波材質</p>	
<p>改變不同寬度探討燈泡發亮大小</p>		<p>改變不同減速坡材質探討燈泡發亮大小</p>	
<p>壓力是施加在某個面積上的力量的大小。面積越小，為相同的力，壓力就越大；反之，面積越大，壓力就越小。</p>		<p>材質對壓力的影響有以下幾項： 強度：不同材質具有不同的抗壓強度和抗拉強度。 變形性：某些材質在承受壓力時會發生彈性變形（如橡膠）變形的特性會影響</p>	

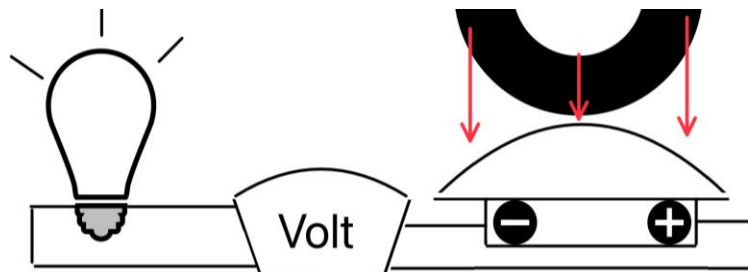
以壓電原理結合減速丘進行發電

<p>經算式：$P=F\div A$ F：輪胎的總負載（車輛重量）。 A：輪胎與地面接觸的面積。</p> <p>當輪胎寬度增加時，接觸面積(A)會增大，這會導致在相同負載下，壓力(P)下降。</p>		<p>結構的穩定性及減少壓力影響。 應力集中：材料的內部缺陷（如裂縫、氣泡等）會導致應力集中，增加某些部位的壓力。某些材質，如脆性材料對應力集中更敏感，容易在局部承受過高壓力而導致壓力分散不均。 摩擦係數：材質的摩擦係數影響到壓力的傳遞和接觸面之間的行為，高摩擦的材料會使得在相同壓力下，表面之間的滑動更困難，影響到整體結構穩定性。</p>	
寬度(2cm)	寬度(5cm)	熱熔膠壓模製成	塑膠板製成
			
較亮	較暗	較亮	較暗

實驗比較整理表



減速波發電線路及發電過程圖



發電效果示意圖

參、結論

一、研究討論

(一) 減速帶模擬

1. 弧度與輪胎圓周的關係：減速帶的弧度與車輛輪胎圓周的匹配關係，值得我們進一步探討，這對壓電效果的最大化至關重要。
2. 模具材質的選擇：本次實驗使用輕黏土作為模具材料，因其容易變形，模具穩定性不足。如果改用強度更高的材料，如金屬或硬質塑料，能使模具規格化水平提升。
3. 熱熔膠的使用：實驗中使用熱熔膠作為減速帶模擬材料，但與實際的橡膠減速帶有差異。如果能使用真實的減速帶，將能提高實驗準確性，更貼近實際應用情境。

(二) 壓電電路設計

1. 正壓電效應與 LED 燈發光：本次實驗採用正壓電效應，壓電片在受壓瞬間產電，導致 LED 燈短暫發亮。由於效應無法持續，且壓電片尺寸較小，導致發電效率不高。
2. 逆壓電壓片的應用：若改用較大尺寸的逆壓電壓片，可能會有更高效的發電效果，並能讓 LED 燈穩定長時間發光。
3. 電路結構的研究：目前實驗僅進行了基本的電路連接，尚未深入研究如何通過電路設計提升發電效率。未來我們需要進一步探討如何通過合理的電路佈局來最大化壓電效能。

(三) 壓電片產電與電路結合

1. 同重量下，受力面積越小燈光越亮，符合面積與壓力之間的關係： $P=F\div A$ ，兩整成正相關，但彼此之間交互影響之細節值得我們深入探討。
2. 不同材質與壓電片所產生的結果也不同，可能是兩者的軟硬度不同，推測越堅硬的材質能更好的將壓力傳至壓電片。
3. 本次實驗所產生的電量穩定度不高，推測是因為所使用之壓電片僅特定部分能完全產電，或是品質所造成的結果。

壓電片擺放位置的考量：在現實應用中，壓電片的擺放位置至關重要。如果能放置在車輛受壓較大的區域，發電效率可能會顯著提升。

二、研究結論

(一) 減速帶模擬的應用

本次實驗通過手邊常見的材料，如輕黏土和熱熔膠，模擬出減速帶，使實驗更貼近實際情況。我們選擇了不同的材質和設計變數，模擬車輛經過減速帶時對壓電片的影響，這使得我們能更直觀地了解壓電技術的實際應用效果。未來若能使用真實的減速帶材料進行測試，將進一步提升實驗的精確度。

(二) 壓電片產電與電路結合

實驗成功運用壓電片將機械能轉化為電能，並通過簡單的電路使 LED 燈短暫發亮，這證明了壓電技術在小範圍內的可行性。雖然目前發電量有限，但我們驗證了將壓電效應與交通設備相結合的潛力。進一步優化電路設計與壓電材料的應用，將有助於提高發電效率。

(三) 壓電技術與智能照明系統的結合

本作品運用壓電技術，將車輛通過減速帶時的機械能轉化為電能，並結合智能照明系統，將產生的電力用於驅動 LED 燈，從而實現能源的有效利用。

三、未來研究方向

(一) 減速帶製作方法的規格化

未來可進一步標準化減速帶的製作流程，確保每次製作出的減速帶在尺寸、材質、弧度和角度上具有一致性，從而提供穩定的實驗條件。通過規格化的製作方法，不僅能提高實驗的可重複性，也能更準確地測量和評估壓電片的發電效能。

(二) 壓電片的改進與電力儲存技術

1. 在後續的實驗中，可以將壓電片從正壓電效應改為逆壓電效應，並探討兩者在能量轉換效率上的差異。逆壓電效應可能提供更高的電力輸出，有助於延長 LED 燈的發光時間。
2. 同時，研究電力儲存系統的集成，確保能將壓電片所產生的電能儲存起來，以供未來使用，這將使發電裝置能夠實現穩定且可持續的電力供應。通過對儲能技術的探討，未來可實現電力的長期使用或多元應用場景。

(三) 將實驗成果擴展到實際生活應用

未來的研究將著眼於將此次小型實驗擴大規模，並嘗試將壓電發電技術應用到現實場景中，例如在停車場、路面或其他高車流量的地點進行實地測試。這不僅能夠檢驗該技術在實際環境中的應用潛力，也能進一步驗證其在能源回收和節能減排方面的效果。

材質對壓力的影響是材料科學和工程設計中的關鍵議題，以下是幾個重要的方面：

1. 變形性：

材料在受壓時的變形特性會影響結構的穩定性。一些材料，如橡膠和某些聚合物，具有良好的彈性變形能力，能夠在壓力作用下變形並隨後恢復原狀，這有助於減少壓力對整體結構的影響。相反，脆性材料在受壓時幾乎不會變形，一旦達到其極限，就會迅速破裂，這對壓電片的受力會直接造成極大減損。因此，在設計中必須考慮到材料的變形能力，以應對不同的應用場景。

2. 應力集中

應力集中是指材料內部缺陷導致的局部受力增加的現象。當材料承受外部壓力時，這種缺陷可能導致某些區域的受力超過材料所能承載的壓力，從而引發裂紋或破壞。特別是脆性材料對應力集中特別敏感，局部承受的過高壓力可能導致整體結構的失效。因此，在設計過程中，使用均勻性好的材料以及對材料進行適當的檢測和處理，可以有效減少能量轉換不完全的問題。

3. 摩擦係數

摩擦係數是影響材料間接觸面行為的重要一環。不同材質的摩擦係數不同，這會影響壓力的傳遞和接觸面之間的滑動行為。高摩擦係數的材料在相同壓力下，表面之間的滑動會更加困難，這可能導致整體結構的不穩定以致壓力減小。

總的來說，材質對壓力的影響是多方面的，從強度、變形性到應力集中和摩擦係數，這些特性在選擇材料和設計結構時都需充分考慮的。

肆、引註資料

一、書籍

- (一) 曾國輝。2005。化學下冊。藝軒。
- (二) 陸冠奇。2025。基本電學(含實習)完全攻略(升科大四技二專)。千華數位文化。
- (三) 曾重仁、張仍奎、陳清祺、薛康琳、江沅晉、李達生、翁芳柏、林柏廷、李岱洲、謝錦隆。2022。儲能技術概論(第2版)。全華科技圖書有限公司(全華圖書)。
- (四) 鍾金明。2020。綠色能源科技(第4版)。新文京開發出版股份有限公司。
- (五) 山下明，吳嘉芳。2020。文科生也看得懂的電路學(第二版)。碁峰資訊股份有限公司。

二、文章

- (一) 林世皓。無鉛壓電陶瓷與壓電複材平板動態特性及應用電極設計於鋁板激振之實驗量測與分析。華藝線上圖書管。國立臺灣大學/工學院/機械工程學研究所。
- (二) 葉天嘯。華藝線上圖書管。元智大學。機械論文研究所。碩士論文。貼賦予內埋壓電材料應力結構與撈取分析。
- (三) 國立臺灣師範大學機電科技研究所團隊。
- (四) 許紘維。壓電元件最佳化設計。華藝線上圖書管。國立台灣大學工學院土木工程學系碩士論文。
- (五) 楊智翔。壓電能量擷取器應用於感應線圈驅動同步切換電路之自供電系統設計。國立台灣大學工學院工程科學及海洋工程研究所碩士論文。

三、網站

- (一) 能源教育資源中心。<https://learnenergy.tw/index.php>。
- (二) 材料世界網。<https://www.materialsnet.com.tw/default.aspx>。
- (三) Piezo。<https://piezo.com/>。
- (四) 維基百科。<https://reurl.cc/A23m9p>。
- (五) 台灣經濟通訊。http://www.etop.org.tw/dsp_index.php。
- (六) 羅姆半導體集團 <https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/piezo/what1>。