

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

(計畫名稱)

新型潮汐發電技術之研究

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2213-E-168-014-

執行期間：91年8月1日至92年7月31日

計畫主持人：卓胡誼

共同主持人：

計畫參與人員：呂世智、王鴻彬、白盛方

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：崑山科技大學電機系

中華民國 92 年 10 月 1 日

## 中文摘要

在用電離峰時段有電力過剩的問題，因此，傳統潮汐發電法在用電離峰時段的發電能力可能反使電力過剩的問題更嚴重。本專利假設滿潮時段與用電的離峰時段一致；而低潮時段與用電的尖峰時段一致，提出一種只在低潮時段發電的潮汐發電法，其主要貢獻在於：可以將用電離峰時段的發電能力轉移到用電尖峰時段。

**關鍵詞：**潮汐能，時間電價

## Abstract

It is noted that the electricity is in excess in the off-peak period. Therefore, the traditional tidal power plant with high power generation capacity at flood tide may be not so useful if the flood tide is concurrent with the off-peak period. In this patent, a method is proposed to generate electric power at the ebb tide. The dominant contribution of this research is that the power generation capacity in the off-peak period can be shifted to the peak period.

**Keywords:** Tidal power; The time-of-use electricity tariff

## 報告內容

### 前言

因為消耗性能源必定有用完的一天，所以，用再生能源取代現有的消耗性能源是未來必定要達成的目標。在各種再生能源之中，潮汐發電不但有長期商業運轉的發電廠存在，而且其發電成本與發電量，都比較有希望與現有的消耗性能源競爭。因此，本研究的重點便鎖定為潮汐發電的研究。

### 研究目的

傳統潮汐發電在滿潮與低潮時的發電量相等，如果低潮時段恰好是在用電的尖峰時段，而滿潮時段恰好是在用電的離峰時段，則低潮時段所產生的電力符合系統的需求，但是，滿潮時段所產生的電力則使離峰時段的電力過剩更嚴重。所以，本研究的目標在於：提出一種新的潮汐發電技術，可以將滿潮時段的發電能力，轉移到低潮時段，也就是將用電離峰時段的發電能力，轉移到用電的尖峰時段。因為尖峰電價高於離峰電價，所以可以提高收益。

### 文獻探討

國外研究情況：

因為地球自轉以及地球、月球與太陽間的引力隨著彼此間的相對位置不同，會造成海水的起落現象稱為潮汐。傳統潮汐發電法為在海邊修築堤壩圍成潮池，再利用潮池與外部海水間的水位差來進行發電。有以下幾種不同的方式：

- (1) 只在低潮時發電：只在低潮時使海水經由水輪發電機由潮池流向外部海域來進行發電。缺點為如果低潮時恰好為用電的離峰時段，則所產生的電力將反而使電力過剩的問題更嚴重。此外，滿潮時的水位差未加以利用，非常可惜。
- (2) 只在滿潮時發電：只在滿潮時使海水經由水輪發電機由外部海域流入潮池來進行發電。缺點為如果滿潮時恰好為用電的離峰時段，則所產生的電力將反而使電力過剩的問題更嚴重。此外，低潮時的水位差未加以利用，非常可惜。
- (3) 在滿潮時抽水並在低潮時發電：假設潮差為 10m，在滿潮當潮池與外部海水間的水位相等時，以抽水機再繼續將海水抽入潮池內，假設增加 5m，則在低潮時將可以有 15m 的水位差可用來發電。缺點為如果低潮時恰好為用電的離峰時段，而滿潮時恰好為用電的尖峰時段，則抽水所用電力的價格（尖峰電價）將遠高於發電所產生電力的價格（離峰電價），結果可能得不償失。
- (4) 在低潮與滿潮時都發電：以雙向發電機使在低潮與滿潮時都可以發電。缺點為如果低潮或滿潮時段其中之一恰好為用電的離峰時段，則所產生的電力將反而使電力過剩的問題更嚴重。

(5)雙潮池型：以兩個以上的潮池使發電時間延長。缺點為必須增加堤壩的數量或長度，將使成本大為提高。

以上方式都必須修築堤壩，造成適當地點難尋，以及成本較高的缺點。

國內研究情況：

新型專利第七二二六五一六號申請案提出的間接潮汐發電之裝置，主要是以活塞、連桿、缸體等裝置，利用潮差將海水抽吸到水庫儲存，最後使水庫內的海水經由水輪發電機流向外部海域來進行發電。缺點為大多數地區一天只有兩次低潮與滿潮，換句話說，一天只能抽水四次，所能抽取的水量有限，而且必須另外修築水庫，故成本高昂。

### 研究方法

傳統潮差發電方式必須在海邊建築海堤圍成潮池，這是造成傳統潮差發電成本偏高的主要原因，如果能夠改為不必建築海堤的設計，將能夠達成降低成本的目標。此外，傳統潮差發電在滿潮時與在低潮時的發電量相同，如果低潮或滿潮時段其中之一恰好為用電的離峰時段，則所產生的電力將反而使電力過剩的問題更嚴重。因為電力系統在尖峰時段電力不足，造成運轉與調度上的困擾，甚至演變成停電與限電事件，對國民生計與經濟發展構成極大的影響。因此，台電以提高尖峰電價的方式，希望能降低在尖峰時段的電力需求。另一方面，離峰時段的電力過剩嚴重，逼使台電以低於發電成本的價格，賠本促銷。所以，目前尖峰電價與離峰電價相差好幾倍。因此，如果能將潮差發電在離峰時段的發電能力轉移到尖峰時段，增加尖峰時段的發電量，因為尖峰電價與離峰電價相差好幾倍，故可使潮差發電更有經濟競爭力。本研究計畫假設，某一地區其低潮時段恰為用電的尖峰時段，而滿潮時段恰為用電的離峰時段，因此，我們希望能將滿潮時段的發電能力轉移到低潮時段。首先，以密度小於液體密度的材質製作發電箱，並以圖一的方式操作，在圖一中，WH表示滿潮線，WL表示低潮線，GD表示水底的地面，操作流程說明如下：

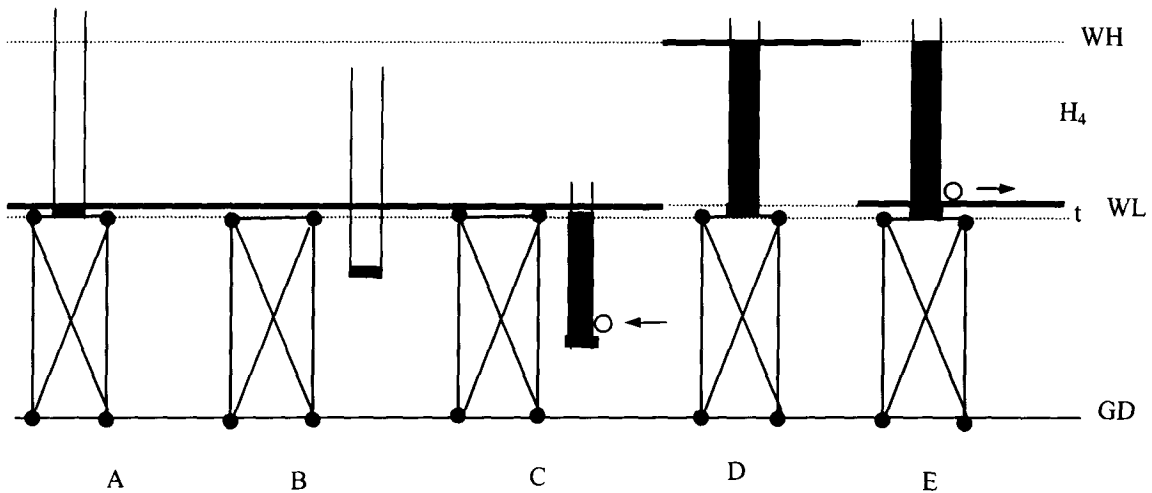
1. 如圖一(A)所示，最初發電箱的閥門關閉，發電箱放在支撐架上，內部沒有水。
2. 於低潮時將發電箱放入水中，如圖一(B)所示，則發電箱將因本身的重量而下沉，直到重力等於浮力為止。此時將在發電箱的內外形成一個水位差。
3. 如圖一(C)所示，打開閥門，則水將經由閥門與水輪發電機流入箱內發電。因為水流入箱內將使重力增加，故發電箱將會下沉。不過，因為是以密度小於液體密度的材質製作發電箱，所以發電箱不會完全沉入水中，而會以一部份露出水面的方式飄浮在水中。當發電箱內外水位等高時，將閥門關閉，設計使此時發電箱內的水位高度為潮差 $H_d$ 。
4. 如圖一(D)所示，在滿潮時發電箱將會隨水位升高而升高，然後將發電箱放在支撐架上，並將閥門關閉，則箱內水位高度為潮差 $H_d$ 。
5. 於低潮時，箱外水位比箱內低 $H_d$ ，如圖一(E)所示，將閥門打開，則水

將經由閘門與水輪發電機流出箱外發電。當箱內的水流光後，將閘門關閉，回步驟一，繼續下一次的循環。

值得注意的是：兩次的發電都是在低潮時段，而我們假設低潮時段恰為用電的尖峰時段，而滿潮時段恰為用電的離峰時段，因此，上述方法成功地將潮汐發電在滿潮時段的發電能力轉移到低潮時段，也就是將用電離峰時段的發電能力，轉移到用電的尖峰時段，因為尖峰電價與離峰電價相差好幾倍，故可使潮差發電更有經濟競爭力。

### 結果與討論

本研究提出一種新的潮汐發電技術，可以將滿潮時段的發電能力，轉移到低潮時段，也就是將用電離峰時段的發電能力，轉移到用電的尖峰時段。因為尖峰電價高於離峰電價，所以可以提高收益。



圖一 材質密度小於液體密度的操作流程

## 参考文献

1. L. B. Bernshtein, "Tidal power development – A realistic, justifiable and topical problem of today", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol. 10, No. 3, pp. 591-599, 1995.
2. R. J. Fostiak and H. R. Davis, "Electrical features of the rocky mountain pumped-storage project", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol. 9, No. 1, pp. 206-213, 1994.
3. L. B. Bernshtein, "Tidal power plants in Russia", IEEE Power Engineering Review, pp.18-19, 1994.
4. Derek Lovejoy, "Some current trends in renewable energy for developing countries", Renewable Energy, Vol. 5, Part I, pp. 215-224, 1994.
5. Michael Jefferson, "Global prospects for renewable energy", Renewable Energy, Vol. 5, Part I, pp. 5-11, 1994.
6. T. J. Hammons, "Tidal power", Proceedings of The IEEE, Vol. 81, No. 3, pp.419-435, 1993.
7. J. P. Frau, "Tidal energy: promising projects La Rance, a succesful industrial-scale experiment", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol. 8, No. 3, pp. 552-558, 1993.
8. D. M. Parker, "Environmental implications of tidal power generation", IEE Proceedings-A, Vol. 140, No. 1, pp. 71-75, 1993.
9. R. Ramakumar, Nicholas G. Butler, Alonso P. Rodriguez and S. (Mani) S. Venkata, "Economic aspects of advanced energy technologies", Proceedings of the IEEE, Vol. 81, No. 3, pp. 318-331, 1993.
10. T. J. Hammons and A. G. Geddes, "Assessment of alternative energy sources for generation of electricity in the UK following privatization of the electricity supply industry", IEEE Trans on Energy Conversion, Vol. 5, No. 4, pp. 609-615, 1990.
11. A. C. Baker, "Tidal power", IEE Proceedings-A, Vol. 134, No. 5, pp. 392-398, 1987.
12. D. Prandle, "Simple theory for designing tidal power schemes", Adv. Water Resources, Vol. 7, pp. 21-27, 1984
13. Yi Jwo-Hwu, "Electric power generation at the ebb tide", Electric Power Systems Research, Vol. 48, pp. 31-35, 1998.
14. Yi Jwo-Hwu, "Electric power generation at the flood tide", Journal of Technology, Vol.15, No.4, pp.589-594, 2000.
15. Yi Jwo-Hwu, "Electric power generation in the peak period part I: single material", Proceeding of the 19<sup>th</sup> symposium on electrical power engineering, pp. 269-273, 1998.
16. Yi Jwo-Hwu, "Electric power generation in the peak period part II: two materials", Proceeding of the 19<sup>th</sup> symposium on electrical power engineering, pp. 942-946,

- 1998.
17. A. C. Baker, "Tidal power", IEE Energy Series 5.
  18. 卓胡誼, "低潮發電法", 中華民國發明專利第一三一〇五〇號, 2001.
  19. 邱文肚, "間接潮汐發電之裝置", 新型專利第七二二六五一六號申請案, 1983.

## 計畫成果自評

本研究內容與原計畫完全符合，達成研發一種可以將滿潮時段的發電能力，轉移到低潮時段的新潮汐發電技術的預期目標。研究成果已經發表於國際期刊 (Electric Power Systems Research)，並且已經申請到專利，專利編號為：中華民國發明專利第一三一〇五〇號。



## 可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：92年10月1日

國科會補助計畫	計畫名稱：新型潮汐發電技術之研究 計畫主持人：卓胡誼 計畫編號：NSC-91-2213-E-168-014 學門領域：電力工程
技術/創作名稱	低潮發電法
發明人/創作人	卓胡誼
技術說明	<p>中文：</p> <p>在用電離峰時段有電力過剩的問題，因此，傳統潮汐發電法在用電離峰時段的發電能力可能反使電力過剩的問題更嚴重。本專利假設滿潮時段與用電的離峰時段一致；而低潮時段與用電的尖峰時段一致，提出一種只在低潮時段發電的潮汐發電法，其主要貢獻在於：可以將用電離峰時段的發電能力轉移到用電尖峰時段。</p> <p>英文：</p> <p>It is noted that the electricity is in excess in the off-peak period. Therefore, the traditional tidal power plant with high power generation capacity at flood tide may be not so useful if the flood tide is concurrent with the off-peak period. In this patent, a method is proposed to generate electric power at the ebb tide. The dominant contribution of this research is that the power generation capacity in the off-peak period can be shifted to the peak period.</p>
可利用之產業及可開發之產品	潮汐發電業。
技術特點	可以將潮汐發電在用電離峰時段的發電能力轉移到用電尖峰時段。
推廣及運用的價值	在用電離峰時段電力過剩，因此，電價低；相反地，在用電尖峰時段電力不足，電價高。本專利所提方法可以將潮汐發電在用電離峰時段的發電能力轉移到用電尖峰時段，一方面可以使電力系統供需平衡，另一方面，因尖峰電價高於離峰電價，可以提高收益。

- ※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- ※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- ※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。