

澎湖縣風力發電機組消防搶救之研究

單 位：澎湖縣政府消防局

研究人員：洪添英 劉家誠

完成日期：96 年 8 月 31 日

目 錄

摘要

第壹章 緒論.....	
第一節 研究動機.....	6
第二節 研究目的.....	6
第三節 研究方法與範圍.....	6
第四節 研究架構與步驟.....	7
第貳章 風力發電的趨勢.....	
第一節 風力發電的歷史.....	8
第二節 配置原則.....	10
第參章 國外風力發電發展狀況與災害實例.....	
第一節 丹麥風力發電發展.....	13
第二節 美國風力發電發展.....	15
第三節 日本風力發電發展.....	
第四節 中國大陸風力發電發展.....	
第肆章 台灣現行風力發電模式	
第一節 我國風力發電之沿革.....	
第二節 我國現行風力發電現況.....	
第三節 澎湖縣風力發電之現況.....	
第四節 國內風力發電災害實例.....	
第五章結論與建議.....	
第一節 結論.....	
第二節 建議.....	

摘 要

澎湖地區由 64 座島嶼所組成，為台灣地區唯一的島縣。分佈於北緯 23 度 47 分至 23 度 9 分，東經 119 度 18 分至 119 度 42 分之間。夏季常見西南氣流，冬季有強烈西北風，適合發展風力發電。

本論文將針對本縣風力發電發展之現況與問題進行探討，並分析相關災害預防法規之要求，並借鏡先進國家之運行與經驗，最終提出本縣風力發電搶救運行方案。

早在數百年前荷蘭人就已甚為普及的利用風車產生之動力來碾動麥穀，風力發電則是靠風力帶動風車扇葉旋轉而生電，自本(廿)世紀初人類興建電廠以來，即有人考量容可將風車的旋動力轉換為電力。

但自九〇年代起，因排放二氧化碳造成的溫室效應(Greenhouse Effect)日益嚴重，「停核」的聲浪在各國間又日漸普遍，能源短絀的問題也已轉趨明顯的浮現於檯面之上，種種原因使得風力發電愈益受到重視，

現今所相關場所路段狹小且設置偏遠，莫說高層建物搶救用雲梯車無法進入，連運送水源以供滅火用消防車亦無法順利進入，加上水源取得不易，這些都造成搶救上之困難。

第壹章 緒 論

第1節 研究動機

澎湖地區由 64 座島嶼所組成，為台灣地區唯一的島縣。分佈於北緯 23 度 47 分至 23 度 9 分，東經 119 度 18 分至 119 度 42 分之間。夏季常見西南氣流，冬季有強烈西北風，適合發展風力發電。

國外風力發電機組災害…國內風力發電機組災害相繼發生，國民同胞對於風力發電安全性多有疑慮。

消防人員職司三大任務：預防火災、搶救災害、緊急救護，如何應付風力發電機組災害之挑戰，達成保障人民生命、財產的安全，遂成當前本縣消防局最大課題。

第二節 研究目的

本論文將針對本縣風力發電發展之現況與問題進行探討，並分析相關災害預防法規之要求，並借鏡先進國家之運行與經驗，最終提出本縣風力發電搶救運行方案，未雨綢繆以達到零災害的境界，增進人民福祉，實現本縣快樂島嶼、美滿人生的願景，此為本研究之目的。

第三節 研究方法與範圍

本研究採取社會科學常用之文獻回顧分析法、個案分析法與比較分析法，針對風力發電發展相關歷史、規範、國內外風力發電災害實例進行研究。

第四節 研究架構與步驟

本論文之研究架構與步驟安排如下(圖 1-1)：

第壹章 緒論

第貳章 簡論風力發電發展歷史，從早期以風力推動研磨器幫助人們碾動麥穀，到近期以風力發電提供電能，亦是一種乾淨又兼具環保的能源。

第參章 了解世界各國風力發展情形，並學習國外經驗，提供參考。

第肆章 本國現在風力發電情形，包含澎湖地區推動成效。

第伍章 就研究心得與發現作出歸納總結，並提出搶救本縣風力發電機組災害最經濟、可行、有效率的部署與具體可行之建議。

第貳章 風力發電的趨勢

第一節 風力發電的歷史

早在數百年前荷蘭人就已甚為普及的利用風車產生之動力來碾動麥穀，這種風車的扇葉遠比當前發電用風車的扇葉寬闊得多，唐·吉訶德小說中的主角人物還曾騎馬和「風車惡魔」大戰而被扇葉打落墜馬哩（註）！因為「發電機」(generator)和「電動機」(motor, 即俗稱的馬達)兩者的工作原理是十分相似的，差異之處僅在於一個是將動力轉變為電力、另一則是將電力轉變為動力。風力發電則是靠風力帶動風車扇葉旋轉而生電，自本(廿)世紀初人類興建電廠以來，即有人考量容可將風車的旋動力轉換為電力。長期以來，限於其穩定性和投資費用的經濟效益，以致泰半是停留於實驗或極小地區的試用階段，真正可進入商業運轉的實例並不多見。

但自九〇年代起，因排放二氧化碳造成的溫室效應(Greenhouse Effect)日益嚴重，「停核」的聲浪在各國間又日漸普遍，能源短絀的問題也已轉趨明顯的浮現於檯面之上，種種原因使得風力發電愈益受到重視，而石化資源並不充沛、卻擁有綿長海岸線且科技發達的國家，如中、北歐的丹麥、瑞典和德國…等，在此一風力發電領域已有豐碩的成果。在二〇〇〇年時全球發電用風車有85%係座落在中、北歐暨美國等地區，目前歐盟麾下十五個成員國都已建立有風力發電設施。

另猶較令人樂觀者乃是，自1996年起上述諸國的風力發電量是以每年逾10%的幅度呈穩定成長，預估此一趨勢至少可維持至2010年；而據統計，迄今年(2003年)年底全世界之風力發電容量可望臻於1,500萬瓩之容量。歐盟在風力發電領域的努力，與歐盟諸國向極重視環境生態之保護有密切的關連，在簽訂「京都議定書」時歐盟即已承諾，將於2008年至2012年之間每年減少二氧化碳排放量8%、相當於每年減少1900萬噸~1500萬噸的二氧化碳排放量，此則需拜廣應用風力發電以裨助其達到目標，且隨著新技術和新產品的使用，風力發電的成本在近廿年之內已下降了80%。

第二節 配置原則

風力發電是再生能源的一種，目前在風力發電使用的國家以丹麥，荷蘭，德國及美國等國家使用較多。而如以電力使用配比來看，丹麥的風力發電約佔全國電力消耗量的百分之八為最。

丹麥從一九八八到一九九八年十年之間，其經濟成長率約百分之二十五，但是其能源消耗並沒有增加，而二氧化碳排放量竟減少百分之十。究其原因，主要是其大力推動能源節約及利用再生能源。在二氧化碳排放減量方面，丹麥將在二〇〇五年減至一九八八年排放量之百分之七十五(依京都議定書之決議，丹麥必須於二〇〇八至二〇一二年間，將二氧化碳排放量減至一九九〇年的百分之

九十二)，而在二〇三〇年減至一九八八年排放量的百分之五十。在電力供應方面，一九九九年時，再生能源的電力使用量佔百分之十一，其中風力發電佔百分七十，即風力發電佔電力使用量約百分之八。未來風力發電之目標為二〇〇五年達到百分之十一，在二〇三〇年達到百分之四十五。其中離岸風力發電將裝置四、〇〇〇MW，陸上風力發電將裝置一、五〇〇MW。

丹麥的國家特性與我國相類似，是一海島型國家，丹麥的土地面積約四萬三千平方公里，僅比台灣稍大一些，人口為五百二十萬人，約台灣的四分之一。雖風力發電確實有其先天上的限制，如發電成本可能較高，發電品質較不穩定，可能無法全天候供電，噪音問題等。唯丹麥的風力發電量確能夠發展如此成功，台灣是否有潛力發展風力發電呢？據工研院能資所研究分析指出，台灣地區地面風場年平均風速，達到秒速五至六公尺以上的強風區域超過二、〇〇〇平方公里，風力潛能約四、〇〇〇MW，如考慮人文及地物因素，保守估計，台灣地區至少有一、〇〇〇MW 以上陸上風能潛能可供開發。而海上風能潛力方面，據估計，在台灣西海岸約有二、〇〇〇MW 以上發展潛力，合計台灣約有三、〇〇〇MW 的裝置容量。而如未來在風力發電技術的大幅進步，將有助於裝置容量之增加。所以風力發電在我國確實有其發展的潛力，尤其在核能發電成為各方關注的焦點時，不論是以二氧化碳減量的觀點論之，或是以環保的觀點論之，風力發電應是我國可以大力發展應用的一種可再生的乾淨能源。

我國在過去曾經對小型風力發電作過應用研究，但是並未受到重視，以致推動情形並不理想。近年來，能源會已開始推廣風力發電，目前規劃在五年內，預計至少裝置十八 MW，今年首先由台朔重工在麥寮將裝置四座六四〇kW 的風力發電廠，另外在澎湖將裝置四台六〇〇kW 的風力發電廠。依台灣發展潛能，未來裝置空間還很大。由於丹麥能源政策大力推動風能發電，同時扶植能源產業的發展，使得丹麥從過去能源進口國成為能源出口國，我國在風力推動工作上，應可效法丹麥的做法，一方面可降低對核能的依賴，另一方面可促進相關產業的發展，以我國的產業技術，未來應會有相當成果。

第參章 國外風力發電發展狀況與災害實例

第一節 丹麥風力發電

若以風力發電量佔各該國發電總量的比例而論，則當以丹麥居於鰲首之位，近年間風力發電量約佔全國發電總量的20%至25%，且丹麥的風力發電科技亦告領先全球諸國，有數家得生產中、大型風力發電機組的廠商，所產製的風車及相關的風力發電設施外銷到世界各國，為其賺得可觀的外匯收益。

丹麥特於其哥本哈根港埠的入口處附近，設立有一處全球最大的濱海風力發電園區--「米代爾·葛倫登」風力發電園區，計有二十座的白色風車，足以象徵丹麥在全球無污染風力發電領域的的牛耳地位。該風力發電園區的發電量為四萬瓩，是鄰國瑞典之濱海風車發電園區的四倍，可供32,000 戶的家庭用電之需，相當於哥本哈根市耗電量的3%；園區內的風車俱為64 公尺高，旋轉葉片直徑76 公尺，由市立的「哥本哈根電力公司」和「米代爾·葛倫登風力渦輪合作社」共同擁有。現之丹麥全境擁有5,600 餘座風車，風力發電業界共計僱用有12,000 名的從業人員，近些年來的每年平均供電量約為250 萬瓩，可相當於一個中型核電廠。

目前根據丹麥政府主管能源政策之部門所估計，到2030 年時風力發電可提供丹麥一半電力；另據風力發電業者指出，風力發電電價每瓩約為四美分，與其他能源比較極具競爭力。丹麥並已計畫再增設兩座更大的濱海風力發電園區，規劃中之新發電園區，發電量高達十六萬瓩，是原米代爾·葛倫登園區的四倍，頗受各國矚目。

為使風車結合周邊環境景觀，荷蘭還邀請藝術家共同參與風車的外型設計，讓它們更具觀賞價值。例如位於荷蘭鹿特丹市20 多公里處，一座由德國西門子公司·荷蘭分公司投資興建的現代化風車，即係全荷蘭唯一設有觀景台的「風力發電塔」，乃架設於離地面86 公尺的高處(指風車的中心轉動點)，而風力發電塔的總高則為120 公尺，三隻風葉各長35 公尺，發電容量1.5 萬瓩，發電能力則超過350瓩-小時，自開始進入商業運轉之階段以來，這座發電塔已可供給鄰近1250 戶居民的用電需求。迄今，風力發電能力在歐盟諸成員國當中排名第五的荷蘭，未來還將陸續展開兩項專案，一是100 萬瓩的北海沿岸風力發電專案，另一則是120 萬瓩的其它各地海岸發電專案。

第二節 美國風力發電

目前美國是世界上風力機安裝容量最大的前二個國家，裝機約 2568 百萬瓦。美國風力機主要安裝在加州和夏威夷、德州、華盛頓州和阿拉斯加州。目前美國開發的風力機有兩類：一類是聯網用(電廠)風力機，單機容量在 500kw 以上，這類風力機除用於美國之外，同時出口至荷蘭、加拿大、西班牙、中國、智利、紐西蘭等

國家。中國大陸已引進美國 Zond 公司 30 台 550kw 風力機。另一類是小型風力機，功率為 5~40kw，這類風力機多為獨立運行。在美國主要用於國防上，計劃取代數以千計的柴油發電機。對這類風力機要求可靠性高，現場維護方便，具有較好的防鹽霧能力。這類風力機除軍用外，還可用於民用。

美國能源部認為，開發和利用風能具有重要的戰略意義。於 1994 年 4 月成立了由工業、電力、環保、州政府、美國風能協會和電力研究所組成國家風能協調委員會，幫助解決風能開發利用過程中遇到的難題，同時為電力部門提供風力資源評估技術。此外，美國能源部還成立了一個美國風能技術中心，這是一個世界級的能源研究、開發和示範中心。在美國科羅拉多州的美國可再生能源實驗室內，該中心現有 16 套風力機結構試驗台，最大風力機容量可達 1 百萬瓦。中心有幾台風力機，這些風力機主要用作研究工具，提高電腦輔助設計能力，同時進一步瞭解這些風力機的運行和性能特性。中心還將安裝幾台試驗風力機，其上裝有先進的監控和資料讀取系統，對風力機進行監控。中心有一個 80 公尺高的測風塔，以研究風的特性。如每日風隨時間變化，季風影響和紊流度等。中心所在地秋季風很大，最大風速可達 54m/s，這對風力機的抗風試驗是十分有利的。該中心有一個工業用戶實驗室，面積為 929m²，為工業界提供一個試驗空間，對風力機的部件和系統的新技術進行試驗，同時為用戶保密。此外，中心還有一個葉片試驗室，以研究葉片的結構性能和疲勞特性。葉片最大長度可達 20m。該中心有一個混合系統試驗台，包括風力機、光電、備用電機和蓄電系統。該系統的目的是使這類混合系統商品化，具有較好的性能、成本低、實用可靠。美國風能技術中心進行了一些基本研究，以瞭解風和風力機之間的互相影響，幫助風力機設計人員設計出更有效、更可靠、成本低的風力機。美國能源部為了建立風能產業，並使美國本國的風能公司在國內外能源市場上具有競爭力，制定了風力機發展計劃。

第三節 日本風力發電

早期的發電風車，葉輪旋轉直徑係在廿至卅公尺之間，現因葉片旋轉直徑已可超過六十公尺（即單一槳葉得有近卅公尺之長）、擁有數千瓩、甚至達萬餘瓩發電容量的大型風車俱已告問世，致風力發電的成本得以日漸降低。亞洲國家中，缺乏石化礦產、科技又較進步的日本在近數年來對此一發電領域也積極投入，有一以生產食品原料著名的財團即擬定投資逾百億之日圓，在青森縣（本州最北之縣，青函海底隧道即是連通青森縣和北海道的函館）北邊半島東海村的海邊風強區，建造全日本發電容量最大的風力電廠，當地平均風速是每秒 8 至 9 公尺，計畫於其佔地 500 公頃的廠區用地內裝設 50 至 60 部風力發電機，每部單機的容量為 1000 至 2000 瓩，倘以最多機組和最大的單機容量來衡量，則全電廠可達 12 萬瓩的總發電量。

此一電廠發生的電力將由當地的「東北電力公司」全數收購，雙方已簽定 17

年的售電契約，估算每年得有15 億日圓的售電金額。其它如邇來裝設於日本山形縣的兩部風車，按其每年每部740,000 瓩小時的發電能力和一億日圓建造費、每年約一百萬日圓維護費的情況作分析，平均每瓩小時的發電成本為 9.5 日圓，幾乎是石油發電成本的一半。因此風力發電已具備優良的競爭力，預定在十年內，日本風力發電容量將可躍增加為目前的三倍。只是，受限於其可利用性，風力發電終究難以如同石油發電那般的穩定和普遍，致其發電總量也尚難以和火力發電相提並論。

日本為亞洲僅次於中國大陸的風力發電應用國家，全日本現今有 47 個縣市裝置大型風力電，其中安裝 10 座以上的縣有：北海道 127 座、青森 115 座、秋田 36 座、沖繩 35 座、三重 24 座、岩手 17 座、新瀉 12 座、山形 11 座、…等。

第四節 中國大陸風力發電

目前大陸僅內蒙古一地，安裝家用微小型風力發電機(150~ 500 瓦)已經超過 13 萬台。而大型風力發電設備，在內蒙已有：商都、錫林浩特、達里、珠日和、輝騰錫勒等五個風力發電廠，裝有大型風力發電機 128 台，年發電量超過 1 億仟瓦。而上海市與世界銀行組織合作，在一年內於崇明島建設 2 萬仟瓦的風力發電廠，每個單機在 600 仟瓦以上。大陸其他大型風力發電廠，裝機地分別有：新疆省達板城風電廠、布爾津縣風電廠；遼寧省：大連的東崗風電廠、橫山風電廠、營口風電廠、丹東風電廠、錦州風電廠；吉林省：通榆風電廠；山東省：榮城風電廠、長島風電廠；甘肅省：玉門風電廠；河北省：張北風電廠、承德風電廠；浙江省：嵊泗風電廠、蒼南的鶴頂山風電廠、臨海的括蒼山風電廠；福建省：平潭風電廠、及東山風電廠；海南省：東方風電廠。

目前大陸的大型風力發電機總裝機超過 900 台，大陸 500 瓦以下的微型風力發電機於公元 2000 年時，總裝機超過 20 萬台。

第肆章 台灣現行風力發電模式

第1節 我國風力發電之沿革

為實踐保護地球環境，台電致力於綠色能源的研究開發，如太陽能、風力、燃料電池、氫能、生質能等再生能源發電之研究，惟囿於成本、場地、技術等因素，大部分再生能源尚未達商業運轉階段。風力發電是目前技術最成熟、最具經濟效益的再生能源，台電位於澎湖白沙鄉中屯村的風力發電工程已於 90 年 10 月 27 日完工商轉，總裝置容量 0.24 萬瓩，年發電量約 0.08 億度，每年可節省燃料油約 2 千公秉，除降低環境污染，提升環境品質外，並可帶動澎湖地區觀光及相關產業成長。

為儘速達成政府綠色電力政策目標，台電參考澎湖中屯風力機組興建運轉之成功經驗，擴大推展風力發電計畫，於台灣本島風能優良地區次第裝置風力發電機組，以節省燃料及提供乾淨能源；目前已擬定「風力發電十年發展計畫」，規劃於未來 10 年內裝置 200 部或 30 萬瓩以上之風力發電機組，第一期計畫 64 部風力機組，總裝置容量 10.1 萬瓩，預計 94 年間陸續商轉，其中石門風力發電站業於 93 年 12 月 30 日正式按鈕啟動，為台灣本島第一座商業運轉的風力發電機組，總裝置容量 0.4 萬瓩，預估年平均發電量為 0.096 億度，每年可節約替代燃油約 3.3 千公秉或燃煤 3,819 噸，同時減少二氧化碳排放量 8,624 噸；為使風力機組成為地標，石門風力發電站之設計力求與當地環境景觀協調、融合，以配合地方發展觀光之需求，喜見風車展翼，迎風舞動的景觀已成為國人旅遊休憩的新景點，不僅為台灣本島風力發電寫下新頁，亦為台灣推展結合觀光資源與再生能源開發建立新里程碑。

台電將持續推展風力發電，第二期計畫已奉經濟部核定，計 69 部機組，總裝置容量 13.1 萬瓩，預計於 94~97 年間完成，另針對海堤區域開發風力研究已納入風力發電第三期計畫，並將陸續規劃第四~五期風力發電可行性研究。

第2節 我國現行風力發電現況

風力強烈而穩定的地區較有開發風力發電的效用，台灣沿海、山區及離島富有潛力，都值得開發利用。台灣澎湖風力發電歷史起源甚早，十餘年前就在澎湖的七美鄉設置二百五十千瓦的風力發電機組，惟當時設計用途為實驗性質，並藉此栽培風力發電人才，直到才決定在澎湖中屯，設置風力發電機組，該機組為四部六百千瓦風力發電機組成，此風力發電機組高塔型、垂直風葉片、水平發電機組，在二級風速時即可發電，十二級風時可滿載發電，預計九十年七月可完工。

中屯風力發電機組不但開啓綠色能源的大門，將來在縣府闢建週邊道路及進行綠美化工程後，該處一定會成為新興的遊憩據點，兼具發電與遊憩的雙重功

能。

目前四部機組佔澎湖總發電量的七%，澎湖規劃興建的尖山電廠發電量可達十二萬千瓦，但每度電力的成本為五元餘，風力發電每度成本約三元餘，似乎較為節省，惟澎湖夏季的風力顯有不足，供電高峰又集中在夏季，若要以風力發電為主力，需要審慎的評估。

此外台塑集團的台朔重工公司將在麥寮離島工業區建造風力發電廠，發電容量二千六百四十瓩，總投資一億多元，經濟部能源會將補助三千八百萬元。

不過由於發電成本較傳統能源為高，因此國際上推廣風力發電成效卓著的國家，如德國、丹麥、荷蘭、美國等，均於推廣初期經由補助措施來帶動設置風潮，能源會也訂出風力發電系統設置補助辦法，鼓勵民間投入風力發電示範系統的設置。能源會表示，台朔重工麥寮風力電廠是第一個獲准補助的風力電廠，目前正在申請補助設風力電廠的有新竹縣、宜蘭、屏東等地方政府，及十九個民間單位。

第3節 澎湖縣風力發電之現況

十餘年前，台灣電力公司便已擇定於澎湖縣的七美島建造一座250 瓩、著重於學術研究用途的風力電廠，而民國九十年七月則再斥資一億一千萬，連同經濟部之補助經費，假澎湖本島白沙鄉的中屯一帶，建竣一座發電容量2,400 瓩之新式風力發電廠。

此一工程係由日本「日立製作所」擔任技術指導，並由「中興電工公司」承包施工，裝設四部德製的Enercon 風力機組。每部風力發電機各具600 瓩之容量，在二級風速之下即可發出電力，十二級風時達到滿載發電。四部高塔型的風車係設計為垂直風葉片和水平發電機組，啓用後的發電量可達澎湖用電量的7%（澎湖縣「尖山電廠」的滿載發電量為十二萬風力電廠完建後，風車已成當地著名地標之一且因係高聳於空曠場地，自遠處即可瞧見，故知名度甚為響亮，澎湖縣政府並已著手在當地設置一座觀光公園。

經濟部復表示，將會再補助經費於澎湖縣興建容量逾13,000 瓩的風力發電廠。現今階段，澎湖縣火力發電之成本為每度新台幣五元左右，風力發電之成本則約每度三元餘，應可較為經濟實惠，且是一沒有污染、值得開發持續的「綠色能源」。

第4節 國內風力發電災害實例

(一) 新竹風力發電案例

新竹市香山區海山漁港旁六座台電發電風車，其中一座機組於 95 年 10 月 17

日下午冒出濃煙，帶著火團的葉片不停旋轉，消防局出動機械防水吊車灌救，台電切斷供電並聯系統控制火勢，台電工程人員懷疑可能是發電機組溫度過高而起火，損失至少 5000 萬元，這也國內首起發電風車火警。

台電風力發電施工處第二工作隊隊長周俊治說，起火的發電風車是漢翔公司所引進的西班牙製品，每小時滿載可發電兩千度，足可供應香山地區 200 戶一整個月電力，每座風車連同機組造價約 1 億 2000 萬元。

香山風力發電機組有六座，原定 95 年六月完工，但當時只有一、二、三、五等四座機組，從三天前開始試運轉，四、六機組還在測試中，昨天下午二時四十七分，試運轉中的四座機組的第二號風機，突然出現異常警訊，地面作業人員正在判讀時，風車葉片已經冒出濃煙，快速的燃燒起來，在風車正對面的海巡署海山安檢站立即報警。

風車機組高約一百零六公尺，起火點在七十公尺高的底座與葉片處，新竹市消防隊雲梯車派不上用場，最後請來機械防水吊車，以強力水柱噴灑，火勢一直延燒至傍晚五時五十四分才撲滅，整座風車發電機組，與碳纖維化合物所造的葉片全毀。

(二) 正隆紙業風力發電案例

正隆紙業位在竹北市的[關係企業](#)天隆造紙廠，其中一座風力發電機，96 年 8 月 8 日凌晨突起火。由於風車基座連同 3 片扇葉高達 90 餘公尺，消防雲梯車最高只有 60 公尺，加上當時是颱風夜，陣風每秒達 23 公尺，灌救困難，3 個多小時才控制火勢，斥資 6 千萬元打造的發電風車付之一炬。

這是繼去年十月新竹市海山漁港旁香山風力發電站二號機火警之後，國內第二起發電風車火災，起火原因待調查。

天隆造紙廠位在鳳山溪出口，廠內兩座風力發電機輔助工廠部分電力需求，其中一座機組八日凌晨近一時許開始冒煙，不久即變成一團熊熊火球，在漆黑夜晚不停地旋轉，嚇得路人趕緊報警。

竹北、新豐消防分隊據報後立即出動 6 輛灌水車及 50 餘名人員前往灌救，但因發電風車基座加上扇葉高達 93 公尺，當時又風勢強勁，灌救十分困難。

消防隊先叫廠方斷電，再出動 60 米高雲梯車支援，先將水灌入雲梯車送水口，再升上去噴水灌救，灌救行動緩慢，直到凌晨 4 點多才控制火勢。

這兩座丹麥製風力發電機，造價共 1 億 2 千萬元，由經濟部補助 5 千萬元興建。丹麥 3 名技術人員昨上午進入風車內勘驗，但沒有透露起火原因，初步研判是風車機箱齒輪機油外洩，機組發電機溫度高起火，也不排除是颱風夜雷殛所致。

第伍章 結論與建議

第1節 結論

風力發電是再生能源的一種，由於是年輕的產業，目前在風力發電使用的國家以丹麥，荷蘭，德國及美國等國家使用較多，我國也積極努力發展此種產業，因此如何防止此類建物的火災帶來損失，亦是一門重要課題。

而本研究依所蒐集之資料，及實地前往澎湖地區風力發電地查探，相關場所路段狹小且設置偏遠，莫說高層建物搶救用雲梯車無法進入，連運送水源以供滅火用消防車亦無法順利進入，加上水源取得不易，這些都造成搶救上之困難。

就本篇而言，如何在最短時間內，有效撲滅機組火勢，減低人員及財產損傷，筆者提出下列建議，可供日後設計時參考。

第二節 建議

綜觀以上資料，發現現今風力發電機組雖說平時大多數無人在內，但遇上機具定期維修檢查時，會由檢修人員親自進入內部進行作業，一但發生災害，就目前我國消防力而言，還無法在如此高的高度進行搶救，機具毀壞事小，一但造成人員傷亡，將是無法彌補的悲劇。

以下就幾點可供將來在進行此類建物規劃設計時，一並列入考量：

1、 避難逃生方面：

現今若人員於風力發電機上方維修，遇上緊急狀況，要逃生之路線有 2 種，一是沿原本進入之路線退出，但其路線係垂直路線，若時間充裕還有機會可從高達十幾層樓高向下攀爬逃出，若遇上臨時大火，勢必無法順利避難；另一項逃生方法，因工作人員進入塔內，須穿著逃生用工作衣，身上有垂降用扣環，配合繩索進行高空下降，但此方法一樣需要時間，在火災瞬息萬變的現場，是分秒必爭的，因此此方式仍有改善空間。

因此這邊有二項建議，可參考大樓用逃生緩降機，此項設備架設容易，使用上較為簡便，具有遇上緊急災害時，快速避難且操作簡便的優點，但一般市面上銷售之緩降機大多設計 2-10 樓等使用，若然要符合此類超高建物，需多與各類專業人員研商，是否能為此訂做堪用之設備。

第二項是我國國人自行研發之自走式避難梯，此類自走梯係利用物理原理，靠著逃身人員本身重量下降，不需經過任何電源或其他機組件，國內目前於台北市防災科學教育館及圓山飯店等，有設置此項設備，但其逃生時間所需時間，會較上述方法長，加上其機組件體積較大，如要安裝勢必要加大內部空間，才能供其使用。

2、 阻礙火勢方面：

此類場所大多數時間是無人在內的，且又可視為密閉空間，若能在瞬間降低空間內空氣量，可用滅火方式中窒息法，撲滅火勢，現今市面上有多項可達此效果之滅火設備，以下提供三項供參考：

〈1〉 二氧化碳滅火設備

- 利用壓力將二氧化碳噴射以進行滅火之滅火設備。
- 屬於化學系統，對於不適合使用水系統滅火之火災(如禁水性物質或電氣火災)，即可選用適當滅火藥劑之化學系統滅火設備。

〈2〉 乾粉滅火設備

- 利用壓力將乾粉藥劑噴射以進行滅火之滅火設備。
- 和二氧化碳滅火設備均屬化學系統。

〈3〉 海龍替代品

- 滅火效能極佳、絕緣性高、放射後污染性低、對人體的危險性也不高。

上述三種方式，其藥劑對人體皆有一定的傷害在，故對此種人員極少出入場所皆可考慮使用，但必須考量其人員進入維修時發生火災或誤動時，將人員困住之情形，

當遇到上述情形時，可在其裝置中加裝手自動切換裝置，一般無人時，開啓自動防護，可自動偵測是否發生火災，確認後加以撲滅，而當人員進入時，將其切換手動啓動，一但發生災害時，人員可先避難至安全區域後，再行啓動滅火，裝置這些滅火設備，不但可減少火災危害人員，也可有效減少機組件損壞之情形。

參考文獻

- 一、<http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01020601.htm>
- 二、<http://content1.edu.tw/webupload/hchiung/material/645256/windpow.htm>
- 三、<http://heresy.spaces.live.com/blog/cns!E0070FB8ECF9015F!1333.entry>
- 四、<http://udn.com/NEWS/DOMESTIC/DOM3/3561450.shtml>
- 五、http://www.epa.gov.tw/epa_forum/forumenviron/Web/WebForum/ArtListUg.aspx
- 六、http://www.epa.gov.tw/b/b0100.asp?Ct_Code=06X0001562X0003127&L=
- 七、<http://host.kuhs.tyc.edu.tw/~wind/page03.htm>
- 八、http://www.taipower.com.tw/left_bar/aboutus/history_develop.htm
- 九、<http://host.kuhs.tyc.edu.tw/~wind/page03.htm>
- 十、科技新知-風力發電的應用與發展
- 十一、漫談風力發電潛在之問題及改善方式
- 十二、警察百科全書(十一)-消防安全

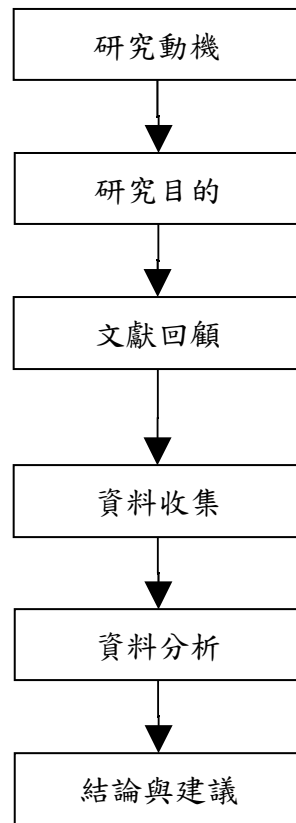


圖 1-1