

氣象服務效益與用戶之間的關係

The Relationship between Benefits of Meteorological Services and Users

陶家瑞 李淑齡

Chia-Rei Tao, Shu-Ling Lee

軍事氣象系

Department of Military Meteorology
Air Force Institute Technology

摘 要

氣象投資由於資金龐大，一向都是由政府投資負擔，但社會發展快速，政府投資長期以來變成沉重負擔，加上氣象服務成效不易彰顯，普遍呈現負面評價多於正面評價，故1960年起美國氣象界為爭取政府預算，以經濟學之觀點評估氣象對社會、國家之整體效益，結果發現儘管氣象預報有其限制與不確定性，但對國家社會之整體投資報酬率卻是非常值得的投資的，今日先進國家已將它列為公共商品與戰略性投資。由於氣象服務影響層面既廣且深，由於已往對氣象教育的宣導的不足，讓使用者覺得成效不好，其實有的是用戶的過度要求所造成的。在現代的社會中，由政府出資的官方氣象服務已不足以應付現代的社會，更專業性的氣象服務應該由私人氣象公司來服務，才能達到企業與氣象服務雙贏的境界，一般的氣象服務仍由官方來做。21世紀的氣象服務走向商品化，如何建立有效率而又有效益氣象服務，是未來政府與氣象工作者的一大挑戰。

關鍵字：氣象經濟、氣象服務、氣象市場、公益氣象

Abstract

The huge amount of meteorological investment is supported by the government for long term. It has been thought a heavy burden. On the other hand, the meteorological service results were not presented obviously. Therefore, the American Meteorology Service strove the government budget in 1960. They tried to with viewpoint of appraisal meteorology by economic to the society. They found that although the weather forecast has its limitations and indeterminations. On the whole of investment reward rate to the national society actually is very worthy of investment. So far, the advanced countries have listed as the public commodity and the strategic investments. As a result of meteorological service influences are not only on individual behaviors but also on [the community](#) competitions. Because the meteorological education guidance insufficiency previously makes the users always have negative results impression. Actually, some were user's excessively request. In the modern society, It has been insufficient to deal with modern society that the meteorological service invested by government. The more specialized

meteorological service should provide by the private meteorological company. This can achieve the enterprise and the meteorological service reciprocal situation. The public meteorological service still provided by official government. The 21st century meteorological services move towards the commercialization. How do we established effectiveness and the benefit meteorological service? That will be the government and a meteorologist's great challenges in the future.

Keywords : meteorological economics, Meteorological services, meteorological market, public meteorology.

一、概 述

氣象對我們每個人、社會和國家多少都會有些影響，如何能將氣象之影響降到最低的程度，這是人類千、百年來一直努力的目標。儘管氣象在最近五十年來的進步比過去幾千年都來的大，但是「氣象」與「用戶」之間始終有一種極為獨特而難以言喻的關係存在。整體上而言，氣象人員不能幫他的用戶直接創造利潤或盈收。但是，他們可以幫客戶降低損耗而間接的製造盈收。也就因為氣象貢獻給顧客的主要是在降低不必要的損耗，而不是直接的產生利潤，我們很難正面的說出氣象真正的價值而讓別人重視。若以經濟學的觀念而言，投資氣象是將我們銀行帳戶內的存款保值，而不是直接將現金存入帳戶內 (Doswell, 1995)。如果用上述的觀念來說服一般人說：「投資氣象是件值得的事，那是件極為困難的事」。正如農人們不會告訴你，他們因為聽了準確的氣象預報，選對日子灌溉、播種或噴藥，比沒有選對時間他節省了多少錢。建築公司不會談他們，因為選對了好天氣的日子實施灌漿，又省下多少錢。軍方也不會告訴你，因為選對了氣象條件實施演（戰）訓任務，他們提升或保存了多少的戰力…等等，諸如此類的事情，不勝枚舉。由上述農業、建築業、漁業、航空、國防…等所產生的社會與經濟效益遠大於對氣象投資的十至數十倍，能夠達到減少不必要的損失與浪費，就是增加經濟實力與競爭力。要研究「氣象經濟」，首先要知道什麼是氣象經濟，但是找遍近十幾年來關於氣象經濟的研究文獻，很難找到一個明確的定義。氣象經濟主要被解釋為氣象服務所帶來的效益，包括減少災害損

失和增加經濟效益。大陸氣象學者們認為，這需要從兩個角度來理解氣象經濟：一是指氣象條件對經濟發展的影響，比如利用氣象資訊減少災害損失；二是以氣象資訊為手段，通過市場需求獲利。也就是把氣象經濟歸納為兩種方式：一是利用氣象預報進行防災所取得的效益，如防禦颱風、暴雨、乾旱…等；二是充分利用有利的氣象條件進行經濟活動所取得的效益，如進行農業綜合開發、商業部門利用氣象預報進行有益的經營活動等。由此可以看出，氣象經濟主要被理解為氣象服務的效益。

在美國評估由天氣災害造成各行業年度損失，平均都達30%以上如表一（賈朋群，2006），當然每種行業對天氣的敏感度（表二）也不盡相同（賈朋群，2006），因此其變動幅度也相對的不同。受天氣和氣候直接或間接影響的產業，從金融、保險和不動產到服務、零售和批發貿易，占國家GDP的三分之一。直接受到天氣影響的產業，例如農業、建築、能源傳輸和室外娛樂業，接近占國家GDP的10%。在2000年和2001年因惡劣天氣分別造成2796人和2718人傷亡，航空運輸延誤70%為天氣原因，平均每年經濟損失達60億美元 (NOAA Economic-statistics 2004)。

二、氣象服務投資的效益評估

世界先進國家的氣象事業在得到國家或其他管道長期投入的同時，也在創造著更大有形和無形的社會經濟和環境價值回饋給國家和社會，因此氣象投資已經逐漸演變成一種戰略性投資 (House etc., 1996)。尤其是在本世紀之交，在現代社會抵抗自然災害的脆弱性不斷增加以及大氣科學成熟和高速發展的雙重背景下，世

界各國過去幾十年的實施結果，都證明了無論是以公共投資或是市場機制的角度進行衡量，氣象事業對國家的投資無疑都是正向的“績優股”（賈朋群等，2006）。

我們評估出氣象服務的效益，並核算出其

表一. 美國災害天氣造成各行業年度損失
(估計值和可避免部分)

行業類別	價值 (百萬美元)		
	估計數	可減少的損失	(百分比)
農業	22413.8	9667.4	43.13%
航空	251.3	154.8	61.60%
建築	2714.6	893.8	32.93%
通信	210.5	17.4	8.27%
電力	124.3	37.8	30.41%
製造	1625.7	647.4	39.82%
運輸	261.9	124.6	45.58%
其他	6886.5	2877.2	41.78%
總計	34488.6	14420.4	41.81%

表二. 美國國家各行業對氣象敏感性

[單位：10億美元 (1977~2000年)]

行業類別	平均值	因天氣氣候原因		變化幅度	幅度 (%)
		最大	最小		
農業	127.6	134.4	119.0	15.4	12.09%
批發貿易	601.5	607.8	594.5	13.3	2.20%
零售	761.5	771.2	753.9	17.3	2.27%
防火	1,639.3	1,713.1	1,580.6	132.5	8.08%
通信	237.3	243.4	232.3	11.1	4.68%
公用事業	212.9	220.8	206.0	14.9	6.98%
運輸	276.1	280.7	271.0	9.8	3.53%
製造	1524.8	1583.2	1458.2	125.1	8.20%
建築	374.5	384.0	366.4	17.7	4.71%
採礦	102.0	108.9	94.2	14.7	14.38%
服務	1834.9	1865.4	1804.9	60.5	3.30%
國家總體	7692.4	7554.6	7813.4	258.7	3.36%

價值有很多好處。這種評估可以幫助氣象管理部門建立和提高該部門的地位和對社會的貢獻，並獲得必要的投資和資源，也可以確立未來發展目標。對氣象預報產品的使用者和政策制定者來說，氣象服務的效益和價值會使他們更加關注氣象的巨大經濟價值。經評估所提出最佳決策的制定過程也使氣象部門和氣象資訊的用戶能充分溝通，促進相互瞭解。氣象服務的實際和潛在的價值是非常廣泛的，但這些價值還沒有充分被開發出來，也沒有被社會充分認清。氣象資訊的價值對於政策制定者來講，已經成為降低決策中不確定性和提高決策的經濟效益需要考慮的一個重要因素。而評估氣象服務的方法，學者們提出了從市場價值、決策制定、行為反映、偶然選擇和一般平衡等不同的角度提出各種方法，但是都各有利弊，到目前為止，所有可用的氣象服務在經濟上價值的評估方法都受到某種條件之限制，應該開拓具有更廣泛基礎的評估方法 (Gunasekera, 2003)。

從60年代開始，美國氣象局 (NWS) 陸續進行氣象服務效益的成本分析和開發評估技術，目的是為了要說服美國政府投資氣象基礎建設。這一時期的評估研究結果得到，美國氣象局服務的總體國家收益與投入成本的比例約為10:1，80年代為20:1，到90年代中期為30:1，隨著時代進步，效益愈彰顯。而真正促使美國氣象界，尤其是以美國海洋暨大氣總署 (NOAA) 為代表的美國聯邦政府相關機構，重視氣象與社會和經濟之間聯繫的轉折性事件是1976年發生在美國科羅拉多州博德鎮 (Boulder) 聞名的湯普遜 (Thompson) 大暴雨，這場發生在週末，而又發生在有眾多氣象機構 (如NCAR、NOAA...等) 城市的大暴雨讓140人喪生。氣象學家們分析當天夜間暴雨發生時人們的行為習性，包括遇難者和倖存人員，發現氣象預報要達到引起社會重視的效果，還必須要關注大眾的習慣行為。這一轉折性事件給美國氣象事業帶來龐大的收益，就是包括經濟和人文科學在內的社會科學應該越來越多介入政府氣象工作的意識，他們開始逐漸取得共識 (Freebairn & Zillman, 1990)。從二十世紀80年代以來的近30

年中，美國在氣象資料共享、氣象現代化建設、私人氣象公司、大學和聯邦氣象部門三方合作以及進入20世紀展開的“天氣與社會-綜合研究”跨科學領域和部門項目等重要研究合作，都是這一理念逐步貫徹和落實的足跡。

三、氣象服務的本質

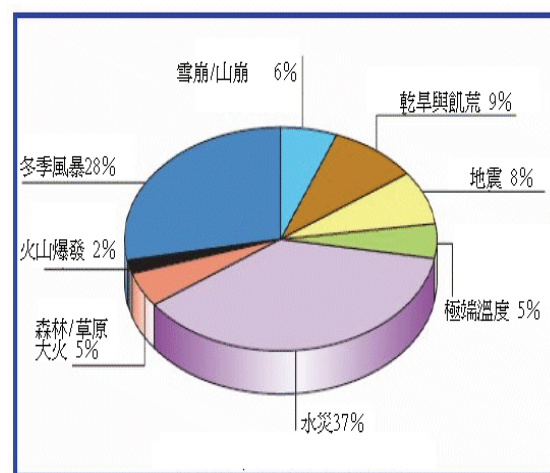
從經濟的角度來看，氣象服務應包含三方面的內容，即「基礎設施」、「基本服務」和「特殊服務」（馬鶴年等，2001）。

- (一) 基礎設施包括了氣象觀測、資料交換、資料處理和在研究和分析的基礎的數值模擬。
- (二) 基本服務是指一般通過媒體向大眾發佈的氣象預報和資訊，例如每天的天氣預報和警報。從經濟學的觀點來看，基本氣象服務屬於「公共商品」，這種服務被任何一個人利用並不會降低其他人的可利用性，即屬於「非對抗性」的利益。再者，不需要為維護自身利益用高昂的代價排除某些用戶。這種服務即基本服務又具有不排他性，另外提供公眾商品主要是政府的職責，它屬於國家公益事業。
- (三) 特殊服務是指為某些特殊用戶提供的有附加價值的氣象服務。這種服務被視為私人商品，它與公共商品不同，具有對抗性和排他性，例如航空、農業、…等，具有營利性又具有彼此競爭排他之特性。此外，氣象服務還有一種介於上述兩種之間的混合商品，即含有附加值且具有非對抗性和低排他性費用。這種混合商品的例子如刊載在不同大眾媒體上的氣象資訊。

現實中存在的問題是促進氣象服務的基礎設施的費用有很大部分會被政府機構所忽視，這就意味著有關氣象部門必須持續不斷地呼籲更新和改進氣象基礎設施。然而持續更新氣象衛星、氣象雷達、高速電腦、…等更新先進的科技裝備會使預算大幅增加，所以各國氣象部門均需要進行投資效益分析來說服政府預算部門投資氣象之基礎建設，對國家社會的經濟效

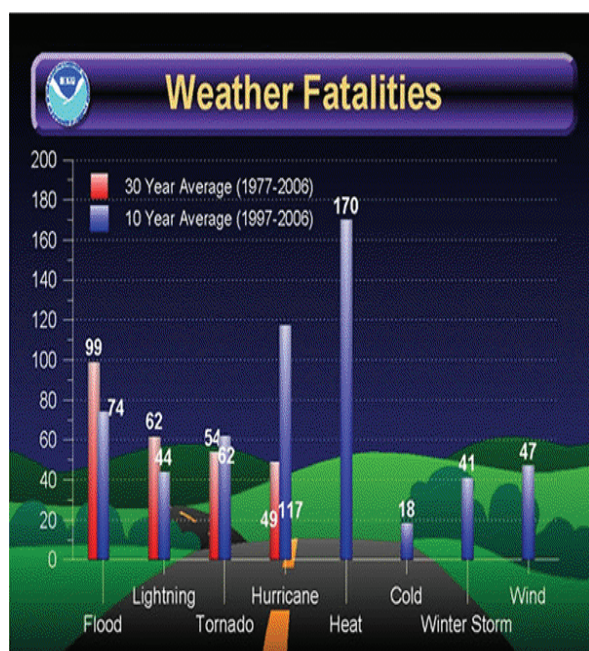
益是件值得的事。依據世界氣象組織（WMO）從1993-2002年之統計（圖一，Golnaraghi 2005）與表二中所顯示，在所有自然災害中因天氣氣候和水災所佔的比例約70%，跟氣象有關的更達90%之高，如果能有優質的氣象服務，可以減少的損失可達2587億美元，且這種因天氣之損耗是年年均有，如果以其十分之一的金額來投資氣象基礎建設，可說是極為划算之事。

我國在各種出版物中包含了天氣和氣候事件相關的災情和損失及各種氣象和海洋服務的報導。雖然政府各階層也都十分重視和關心與天氣和氣候相關的災情，尤其是各類氣象資訊服務在減災中產生效益的分析，但由於還沒有建立相關的專門追蹤和分析體系，使得各種資訊交叉存在，權責不清，很難有系統地獲得全面、權威的國家氣象服務的經濟效益資訊，這顯然與目前開展公益氣象觀念不足有關。舉例來講，國內目前所有災損資訊來源均來自於內政部消防署之救災中心，有大災難才會求救於救災中心，小災難該中心就不會有紀錄；此外災難的歸類也有爭議，如土石流的災損，應該歸因於氣象還是環保？…諸多因素均待釐清。圖二為美國近30年（紅色）和10年（藍色）因天氣災害每年平均死亡人數，可以發現近十年來由於地球氣候異常，常引起劇烈的天氣，致使死傷明顯大於30年平均。為因應台灣地理



圖一、WMO統計各種自然災害之比例(1993-2002)

天氣氣候和水災所佔比例最大，比例超過10%的均為氣象災害（洪澇37%，冬季風暴28%）其他災害包括乾旱和飢荒（9%），雪崩和土石流（6%），極端溫度（5%），林木火災（5%）以及地震（8%）和火山（2%）等。



圖二美國各種天氣災害最近30年和10年導致死亡人數。這些災害包括：洪水、雷電、龍捲風、颱風、熱浪、寒流和冬季風暴等。
(From: <http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats.shtml>)

環境，我國政府也應統一救災權責，提高氣象服務工作效益。首要目標應為「公益服務」，其次為「農、漁服務」，改善現有體制，發展有償服務及加強宣導與教育。

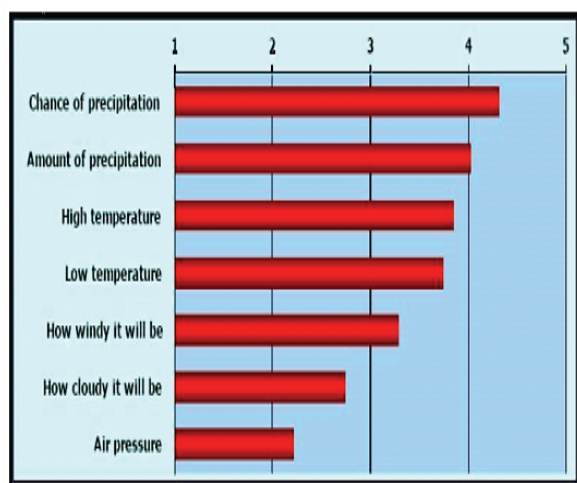
四、客戶最關心的氣象因素

1980年美國氣象局針對大眾氣象服務效益問題展開的一項研究，該項研究由市場科學院（Marketing Science Institute, M.S.I.）負責研究「大眾對氣象資訊的要求及對氣象局的態度」，結果顯示大眾對美國氣象局的表現均持肯定的態度。在電話調查過程中發現，大部分人（61%）每天看（聽）1~2次天氣預報，27.9%的人收聽更為頻繁，四分之三的人感到他們需要預報的時候就能得到，而對預報準確性的得分是2.14（1分為最佳，4分為最差），顯然民眾對美國氣象局的天氣預報準確度滿意度是有待加強的。幾乎一般的大眾（49%）感到天氣資訊對他們的日常活動有影響。

在諸多氣象因素中大眾最關心的因素是「

降水的機會」，其次是「降水量」、「高溫/低溫」、「風有多大」、「雲有多少」，感覺最不重要的是「氣壓」（圖三）。而在問及每年氣象服務對被訪問者產生多少美元的價值時，29.8%的人認為在50美元以上，有一半多（61.5%）估計每年至少10美元。就此報告估計美國公共氣象價值為每人平均24.15美元，考慮從1980年以來通貨膨脹的情況，1990年的平均數字約為35.5美元，全國的公共氣象服務效益為40.425億美元（Cornford, 2004）。

當然氣象預報在某個程度上是與實際天氣有明顯的誤差存在，當人們要求的愈精確時，預報錯誤的機會也就愈大。例如：當寒流來襲時，我們要求夜間最低溫度之預報之準確誤差要在1°C以內，它錯誤機會就遠比要求最低溫誤差在3°C內之機會高。又如定量的降水預報，又比只是定性的「下雨」或「不下雨」的預報困難度來的更高。這並不是說精準的氣象預報不重要，而是說只要是「預測」就有其不確定性，這是不可避免的。聰明的客戶大致都知道氣象預報的侷限性，所以在他們追求的目標下，他們會依據這種不確定的特性，發展出一套能幫助他們做決策的方法。至少有一部分客戶會去關心或瞭解這種決策的方法及過程，找出來面對這種不確定性的策略方法。但我們發現其結果是很令人失望的，大部分的客戶們寧願去抱怨氣象預報不準確，而不是去學習如何處理這種不可避免的不確定因素。例如，有個顧客很相信氣象預報，要求預報員要根據天氣預報去幫他做一個決策時，那麼這個決策是一個非常草率的決策，因為氣象預報員無法幫你去一個非他專業領域的決策。但是，假如你很相信預報，只是要求「有」或「無」式的預報，譬如今天的高溫會不會達到35°C？或明晨的霧「會」或「不會」達到禁航標準？明天上班「會」或「不會」下雨？當你要求的預報方式是此種預報，這對我們氣象預報員來講是如釋重擔，因為這個決定正是我們專業領域應該處理的問題。



圖三.調查顯示大眾對不同預報要素的重視程度，得分：1(=不重要)~5(=非常重要)。其中是否有降水和降水量的預報均為相當重要，較為重要的要素為最高和最低溫度以及風的預報，而雲和氣壓預報的重要性為一般。

任何人都知道預報都不是100%肯定的，如果你堅持要求精準的定量預報，那麼你肯定會很失望。因為預報員他可以告訴你某種氣象要素發生的機率有多少？但是他不能幫你做決策，因為這個決策可能還有天氣以外的因素來影響它。這就是「機率預報」的精神所在，它可以將不確定的比率顯示出來，這也就是我們常強調的機率預報 (probabilistic forecasting)。做決策是客戶或老闆的職責，我們不能越俎代庖，只有老闆知道他的投資花費與損失賠率是多少，這是在使用機率的預測決定過程中非常重要原則。

五、對客戶服務的不足

大眾氣象服務有一個地方普遍的一直未能做好，就是沒有幫助我們的客戶學習怎樣去運用氣象預報的資訊。當客戶提出氣象人員能力不及或無法提供的要求時，我們應該要讓他們理解，怎樣使用我們專業上所能提供的資訊。我們也不能夠承諾專業能力上做不到的事。但是官方的氣象單位還是要執行上級交代的任務，這一點在官方的預報員尤其感到壓力沉重。在目前政府預算日益緊縮及資訊爆炸的時代，

官方的氣象預報員在面對各種專業領域的氣象預報的壓力也愈來愈大，例如在農業、漁業、航空、航海…等等。但是我們認為官方應該僅提供一般大眾的天氣預報資訊，它能夠「一體適用」於大多數的人民，另外也要負責提供危險天氣的預警。而將一些特殊行業的專業預報留給民營的氣象顧問公司，當然這些行業也會將這部分的成本轉嫁給消費者。這個做法的目的是讓官方的氣象預報單純化，適用於一般納稅的大眾，而將航空、農業、漁業…等營利的專業預報，留給私人氣象顧問公司。因為航空、農業、漁業…等行業，它們都屬於營利的事業機構，他們如果也享受免費的氣象服務，這是不公平而且有爭議的，因為他們一面享受免費的氣象服務，可以減少損耗而又賺進大筆的利潤，可是享受這些利潤的只是全民的一小部分而已。在這些行業中，以航空、農業最為明顯。國內民航局、國軍均有專屬的氣象專責單位負責服務航空業。中央氣象局負責一般公眾免費的氣象服務。農、漁業並無專責氣象或特殊私營氣象公司服務，而是由中央氣象局肩負他們的氣象服務，若以上面的觀點而言，農漁業享受了免費的氣象服務，是不公平的現象，但是反觀台灣的農漁業規模，遠比美國、大陸這些國家小很多，經濟效益不足以養私營氣象公司，但是相對的氣象局的氣象服務，也不能滿足農漁業的要求，今年（2008）過年期間的寒流，台灣農漁業損失就達3億元台幣（聯合報2月21日報導），如果能有專業的氣象服務，損失也許會小一些，至今國內也沒有人做過這方面的評估。

一般而言，氣象市場的競爭是以「預報能力」為基礎的競爭，特殊的專業預報較一般性的預報為困難，私人氣象公司可以針對服務行業的特性研發出高品質的預報，因此而取得高額的利潤。如果私人的氣象公司沒有純熟的技術可言，他們的預報與一般大眾免費的預報無異，也就很難要求有高額的報酬。預報公司為了追求利潤，就不得不對預報員的工作給予高額の待遇。這會使得氣象公司彼此之間為了要求得到高額的報酬，提供高品質的服務，而走

向良性的科學競爭。這時免費的氣象預報已經是不太可能與私人氣象公司競爭。官方預報員在針對私人專業氣象公司之預報上，應當扮演教育或引導的角色，引導他們如何使用氣象產品來做決策，這應該是氣象資訊提供給大眾最重要的部分，而不是簡單的氣象資料與預報而已，應該要大眾瞭解如何從這些有效的資訊中得到他們想要的結果，及那裡可以找到額外的資訊。如果在此種一般與專業預報轉換過程中官方部門能夠擔任主導的角色，那麼在社會上公、私營企業可以建立穩固的合作關係，這種對一般大眾的教育永遠都有這方面的需求，

六、結論

從氣象服務的經濟基礎上，氣象主管部門應在分析我們經濟、法律法規和政府政策的基礎上，結合以下建議提出有利於氣象事業發展的措施。提出下列建議：

- (一) 氣象部門應該積極評估氣象服務的經濟和社會效益。評估要包括有效利用氣象和相關資訊和服務可避免的災害，還要有由於無視氣象部門提供的資訊和服務蒙受的損失。
- (二) 將公共氣象服務當作公共商品。氣象部門應採取適當的行動，提供高品質的公共氣象服務，尤其是保護人民生命和財產的氣象服務更應當作為中心任務。政府不應只注意氣象觀測、資料傳輸和資料處理的費用而忽視國際民生。
- (三) 爭取政府財政支持。各國氣象部門要利用各種形式的氣象服務的經濟和社會價值評估，爭取政府的財政支持，作為國際和全球利益運行和維持必須的氣象基礎設施、氣象監測和服務。
- (四) 制定國家氣象發展藍圖。讓氣象服務的經濟和社會效益評估同時進行，還可以制定本國氣象發展規劃，提出任務、要求、目標和實施方案。國家氣象發展規劃的制定可以保證氣象部門的作用和業務持久地受到重視。

- (五) 重視大眾宣傳。根據已有的經濟學研究結果，以各種方式如廣告和宣傳冊…等適合於不同階層人群對氣象部門地位和作用的瞭解，提高民眾和商業界對氣象服務應用價值的認知度和重視。
- (六) 氣象服務標價和資金提供。目前有一些國家將國家氣象部門推向競爭市場。建立氣象服務，尤其是特殊氣象服務的標價原則就十分重要。這也是氣象部門具有挑戰的新任務。在氣象服務政府資金支援壓力越來越大的情況下，各國氣象部門均欲探尋其他資金支援管道，包括對某些氣象服務標價就特別重要。但考慮到公益氣象服務的公共商品屬性，應該記住官方資金的支持永遠都是最重要的。
- (七) 樹立氣象部門的社會地位。應該確定氣象部門的社會事業型機構應有的權利，以保證其與經濟和其他領域相關的各項社會功能的正常運作。
- (八) 爭取國際合作。評估氣象服務的經濟和社會效益應該考慮國際方面，尤其是源自WMO成員國及其氣象部門參加國際合作產生的效益。大氣沒有國界，對它的探測和可能作用的瞭解需要跨國界的合作。

參考文獻

- 賈朋群，胡曉梅，2005：美國NOAA經濟效益統計結果及其啟示。中國氣象局培訓中心事業發展與資訊研究室諮詢報告第25期。
- 賈朋群，任振和，周京平，2006：國際上氣象預報和服務效益評估的分析。中國氣象局培訓中心事業發展與資訊研究室諮詢報告第26期。
- 馬鶴年，2001：氣象服務學基礎。氣象出版社，p59-74。
- Chuck Doswell, 1995: Meteorology and Users. National Severe Storms Laboratory, <http://www.cimms.ou.edu/~doswell/Users.html>

- Cornford, S.G. (2004): Some Socio-Economic Effects of High-Impact Weather Events in 2003, WMO Bulletin, Vol.53, No.3, pp.235-254.
- Gunasekera, D. (2003): Measuring the Economic Value of Meteorological Information, WMO Bulletin, Vol.52, No.4, pp.366-373.
- Guocai, Z. and Wang, H. (2003) Evaluating the Benefits of Meteorological Services in China, WMO Bulletin, Vol.52, No.4, pp.383-387.
- John W Freebairn, John W Zillman, 1990: Economic and Social Benefits of Meteorological and Hydrological Services—WMO Proceedings of the Technical Conference (Geneva, 26–30 March 1990)
- Maryam Golnaraghi, 2005: WMO's Activities in Disaster Risk Reduction. WMO-JMA Public Forum Workshop.
- NOAA Economic-statistics 2004.pdf, 561K.
- Tamzy J. House,...etc.,1996: Weather as a Force Multiplier : Owning the Weather in 2025.
- The U.S. Natural Hazard Statistics ,
<http://www.weather.gov/os/hazstats.shtml>.