

環境保護與多安全才是安全
**ENVIRONMENTAL PROTECTION AND HOW
SAFE IS SAFE ENOUGH**

易隆毅

L. Y. Yee

原著載於第七屆環境規劃與管理研討會論文集，

1994年11月，458-464頁

*Reprinted from Proceedings of The Seventh National
Conference on Environmental Planning and Management
November 1994, pp. 458-464*

ABSTRACT

With the recognition of the importance of environmental protection, society is becoming increasingly aware of the environment related problems heretofore unknown or ignored. However, the government officials, private agencies and industry owners currently do not have the same perspective to solve the environment and safety related problems. The argument on the perspectives among different parties already caused considerable costs to society. The basic problem to cause the argument is that environmental protection and safety issue is as much a socio-political problem as it is a technical one. This basic problem will be discussed in this paper in detail. Also, the application of risk analysis for answering the question of "How safe is safe enough?" or "How clean is clean?" will be covered. Finally, a risk management policy for the nuclear power plant industry suggested by U.S. NRC will be introduced, which provides a reference for how to deal with a public agenda for potential hazards accompanying benefit of technological ventures.

環境保護與多安全才是安全

易隆毅

亞新工程顧問股份有限公司

摘要

隨著環保意識的抬頭，國人已逐漸重視以前所忽略的或不知的與環境保護有關的問題。但由於政府、民眾及工商業團體在環境保護與安全問題上認知的差距，國人已在此些問題的爭議上付出了相當可觀的社會成本。此一認知差距的產生，在於環保的問題暨是一個科技的也是一個政治的課題。文中將對此基本問題有所說明。同時介紹如何以風險的角度，量化的分析方法去處理與環保有關的問題，以便在政治的"多安全才是安全"及"多乾淨才是乾淨"的爭議上有了交談的空間。最後本文將介紹美國原子能委員會(U.S. NRC)在應用風險角度評估及確保美國核能電廠安全時特別注意的事項，以供國人在從事環境保護與安全問題方面的研究參考。

關鍵詞：環保、安全、風險、經濟效益

一、前言

由於對於人類活動及生活環境之緊密交互作用關係的認知，人們已逐漸重視以前所忽略的或不知的與環境保護有關的問題。人們已能了解以往對環境毫不保護為所欲為所犯下的嚴重錯誤。而能以務實的態度去面對人類與其生活環境交互影響及同步改變的事實。隨著環保意識的抬頭，過去十年來國內更嚴格的環保法令相繼出爐，而且制定的過程也已非常透明化。以往緊閉的環保大門現已完全打開，民眾已能參予以往祇有政府官員與工商業團體們所能參予的與環保有關問題的討論。因此，

這些年來國內在推行經濟建設計畫以及處理已污染土地方面所衍生的環保與安全問題，常常是新聞媒體報導的焦點。同時由於政府、民眾及工商業團體在環境保護與安全問題上認知的差距，國人已在這些問題的爭議上付出了相當可觀的社會成本。合理的、理性的去面對及處理與環境保護及安全有關的問題，實為確保國人經濟發展與生活環境相融並存的首要任務。

本文首先將說明環境保護與安全問題的困難之處與複雜地方，以便了解為什麼在這問題的認知上會產生如此不同的差距。並經由對於環境保護與安全問題的困難之處與複雜地方的探討，說明面對環保及安全問題應有的態度及處理這類問題應該考量的重點。以便了解為什麼唯有能以風險的角度、以量化的方式去評估環保與安全的問題，才能使得環保、安全、經濟效益等各方面的因素立於同一基準上並作全盤的考量，進而減低認知差距的爭議所付出的社會成本，同時提高社會整體的利益。

最後本文將介紹美國原子能委員會(U.S. NRC)在應用風險角度評估及確保美國核能電廠安全時特別注意的事項，以供國人在從事環境保護與安全問題方面的研究參考。

二、基本問題

科技的發展創造了今日的文明社會，使現代的人們能夠享受舒適方便的物質生活。然而在科技、文明持續發展的同時，其所產生附屬的有毒廢棄物質卻對人類生活的環境造成了莫大的衝擊。這些衝擊所造成的環境破壞也已威脅了人類的生存。如臭氧層的受到破壞所導致皮膚癌病率的增加，就是一個例子。如今，人們已能認清以往對環境毫不保護為所欲為所犯下的嚴重錯誤，同時也已清楚知道在科技、文明發展的同時，若不能做好適當的、有效的環境保護，所造成的災害將不祇是有限資源的浪費，而是人類的寶貴生命。

或許有人會說，人類若是肯回歸自然，停止一切科技、文明的發展，將不會再有環保問題。其實不然，縱使撇開處理自然界本身所可能造成的環境破壞不談，爲了要處理過去人爲因素所造成的環境破壞所需的科技及其龐大的處理經費，保持科技及經濟的持續發展絕對有其必要。更何況要降低物質生活水平回歸自然，不能說是不可能但卻是一件不容易的事。因此合理的、理性的去面對及處理與環保有關的問題，才是解決環保問題、確保經濟發展與生活環境相融並存的正確途徑。

處理環保問題的困難之處與複雜地方，在於環保的問題暨是一個客觀的也是一個主觀的課題，暨是一個科技的也是一個政治的課題。如何評估一個經建方案或已污染場址，所可能造成的環境影響衝擊及可能發生意外事故的風險問題是個客觀的、科技的課題。而相對這些環境影響衝擊及意外事故所研擬出的環境影響減輕策略、清除計畫及意外災害防治計畫，也是經過一聯串客觀的及科技的解析過程。然而在經濟效益、有限資源的分配及現實情況的考量下，在環境影響無法減至為零及意外風險無法完全免除的情況下，也就產生了主觀的、政治的"多安全才是安全"及"多乾淨才是乾淨"的課題。

在推動經建、科技計畫的同時，所遇到的環保問題的爭議就是安全問題。換句話說，就是"多安全才是安全"的問題[1]。同樣的，有關已污染場址的環保問題就是清除工作的問題。換句話說，就是"多乾淨才是乾淨"的爭議[2]。而在面對及處理與安全或乾淨有關的問題上，環保專業人員的態度是應相似於醫生面對及處理病人的情形。環保的專業知識人員所提出的是評估環保問題的方法及研擬相對的防治對策，就如同醫學的專業知識是用來分析出病情及提出治療的方法。但不論是醫生或是環保專業人士，他們的心理都非常清楚目前並沒有萬無一失、完全沒有副作用的方法，祇不過醫生已能夠直接告訴病人，在治療過程中其所面對的風險，而建議病人應該採用何種治療方式。所以在處理"安全"及"乾淨"問題的爭議上，我們應有的認知是安全或乾淨絕對不是零風險或零危害的代名詞，而是定義在可被接受的風險範圍內。唯有能以風險的角度、以量化的方式去評估環保的問題，我們才能在主觀的、政治的"多安全才是安全"及"多乾淨才是乾淨"的爭議上有了交談的空間。

三、風險管理

基於經濟、社會、政治及科技等各方面因素的考量，在環保基本問題"多安全才是安全"或"多乾淨才是乾淨"的爭議上，是不可能所有的人都同意的唯一答案。但是若能以風險的角度去看待此一安全與乾淨的問題，則是能夠轉化原本主觀的、政治的爭議為客觀的、科技的討論。就以國人所熟悉的核電四廠興建問題為例，假若國人知道不論是核能電廠、燃煤電廠、燃石油電廠或燃天然氣電廠都同樣有安全上的考慮，同時又能以風險分析的方法把各種電廠的安全考慮量化表達，則

核電四廠安全的爭議將會是客觀的、科技的爭議。因為安全問題能以量化表達後，最有爭議的地方將會是分析方法的準確度及引用資料的可信度等科技的問題，而不再是原本主觀的、政治的安全爭議。

雖然風險分析能夠使原本主觀的、政治的爭議轉化成爲客觀的、科技的問題，但我們對環保問題爭議的態度是，風險分析的結果是祇能作爲決策者的參考，而絕非是最後的仲裁判定。因爲我所能接受的風險，你不一定能夠接受，同時他人也可能有意見。但在今日我們一張開眼即面對健康、社區安全、交通、環保等等各式各樣風險問題的時候，處理風險問題的唯一方法就是面對風險、評估風險，以便從事正確的風險管理[3]，而達到控制風險、確保安全的目的。

有關風險管理的討論，可以從個人意外災害防治[4]、工廠的工安與防災計畫[5]、污染場址的清除計畫[6]、到關係全國利益之重大經建及科技計畫所衍生的安全問題[7]。由於本文探討的課題爲大區域、非個人意願的環保問題，所以本節所要討論的風險管理爲污染場址及關係全國利益之重大經建、科技計畫有關的風險管理策略。

如果我們回顧一下以風險的角度去面對及處理環保問題的發展過程，將不難發現在美國這些年來風險的觀念之所以被廣泛的應用於環保有關的工作上，就是爲了要有效的、經濟的、合理的解決污染場址的問題。在美國有關污染場址的處理上，他們發現如果祇採用美國已有的飲用水標準 (Safe drinking water standard)、地下水保護條例 (RCRA groundwater protection guidelines) 及空氣品質與有毒物質含量的限值爲污染場址清除的標準的話，則所需要的清除經費將會是個天文數字，而所得到最後的清除結果也將會遠高出實際所需要的保護範圍[6]。所以美國政府與學者專家瞭解到，在研擬污染場址的清除計畫時風險分析的必要性。瞭解到以風險的觀念去處理污染場址的問題，絕對不是降低安全標準，而是在所要求的安全標準下，依據土壤、地下水及空氣中有毒物質的含量，分析這些有毒物質可能的擴散路徑及範圍，進而判定這些有毒物質對人類及環境所可能造成的危害，以作爲擬定清除計畫的依據。因此，我們可以明顯的看出，風險管理策略在污染場址的應用上，其有別於原本有的有毒物質的管理策略，是將重點放在承受體(即人類與環境)而非有毒物質本身。換句話說，就是體認到清除計畫的最終目的是爲了保護人們的身體健康使其免受危害，而非要將所有有毒的物質幾乎全部根除。就如同在醫療保健的措施上，所要作的是如何保護人們、防止生病(如打預防針)，而非是要將所有的病菌消滅。事實上美國環保署(U.S. EPA) 於1990年即推動以相對風險的觀念來訂定環

保問題執行的先後次序，依據1994年5月份健康與環保文摘(Health & Environment Digest)所示，目前全美已有15個州，應用風險管理的理論，來分配有限的資源以解決環保的問題。

在關係全國利益之重大經建、科技計畫的風險管理方面，首先要做的工作就是分別將經建、科技計畫依其關係全國福祉的程度歸類。依據參考文獻[7]，建議經建、科技計畫可依其關係全國福祉的程度歸納為下列三類：

- (1) 關係國民的基本生計 (essential to society)
- (2) 增建國民的福祉 (beneficial to society)
- (3) 滿足人們的喜好 (peripheral, if any, value to society)

一般說來，對我國或已開發國家所提的經建、科技計畫大都可歸屬於第二類，即此計畫的推行是爲了增進國民的福祉。

由於不同類別的經建、科技計畫關係到國民福祉程度的不同，所以其相對所可能產生的風險的可被接受程度也不一樣。基本上，關係到全國國民基本生計的計畫，其可被接受的風險程度是最高，增進國民福祉的計畫則次之，而滿足人們喜好的計畫則是最低。不過，可被接受風險程度的訂定，將因各國的風俗民情、政治的需求不同而有所不同。原則上，在訂定國人可接受的風險程度時，政府與民眾可經由歷史的記錄，過去的規範及國人面對天災人禍的統計資料，依據各種建設關係到民生基本需求的程度，而研擬出一套爲國人能夠接受的安全標準。

四、核電安全

若依國內現有尖峰用電量及未來電力需求程度來考量，核電四廠的興建計畫是歸屬於第一類 "關係國民基本生計" 的計畫。不過核電四廠興建的爭議，並不是要不要蓋電廠的爭議，而是要不要用核能發電的爭議。因此，本節將介紹美國原子能委員會(U.S. NRC)應用風險角度評估及確保美國核能電廠安全時應特別注意的事項[8]，以供國人在從事環境保護與安全問題方面的研究參考。

如果我們回顧一下反核的歷史文獻，將可以於發現反核的事件是源起於美國。由於美國民眾對核能電廠安全的質疑，當時的卡特政府便下令停止興建核能電廠的申請案，同時責成美國原子能委員會(U.S. NRC)辦理核能電廠安全的研究工作。在從事核能電廠安全的研究分析時，

美國的學者專家們認為必須把安全的問題量化表達，才有可能化解核能電廠安全問題的爭議。但同時他們也發現到核電安全的爭議是政治及科技結合在一起的問題。核能電廠的安全標準及決策原則的訂定是政治的課題，而如何評估核能電廠的風險及達到應有的安全標準則是科技的問題。在核能電廠安全標準或決策原則的訂定上，美國的專家們認為主要的考慮項目有下列幾項[8]：

- (1) 有關核子反應器 (reactor) 之特定危害事故機率的評估。
- (2) 有關意外事故造成個人死亡或引起癌症致死的風險分析。
- (3) 有關造成輻射外洩影響範圍內人們死亡的風險分析。
- (4) 祇要是經濟效益許可的範圍內，要盡一切的努力降低風險，以防治人們因核電意外事故所造成之死亡。
- (5) 雖然上述的考慮項目是著重於發生機率小危害大的事件上，但對於造成相同風險的許多發生機率大危害小的事件也要加以防治。

美國的原子能委員會 (U.S. NRC) 依據上述的安全原則及各種意外事故(如車禍)造成死亡的統計資料分析結果，建議因核電廠意外事故造成個人死亡之可被接受的年平均風險為 10^{-5} [1, 8]，然後再依據此數值(即 10^{-5})推估反應器爐心融化 (large scale fuel melt) 的年平均風險為 10^{-4} [8]，以做為反應器及其有關的安全設備之安全設計標準。由於美國自卡特政府以後至今並沒有核發新的核能電廠的申請案，所以上述美國原子能委員會 (U.S. NRC) 建議的安全標準，還沒有真正被應用於核能電廠的設計上。當然，我國的民情及政治環境與美國不同，美國原子能委員會 (U.S. NRC) 建議的安全標準是否就適用於我國，還需要作更進一步的評估。

五、結 論

本文說明環保的問題暨是一個科技的也是一個政治的課題及處理此一問題應有的態度，同時也介紹如何以風險的角度，量化的分析方式去處理與環保有關的問題，以便在政治的"多安全才是安全"及"多乾淨才是乾淨"的爭議上有了交談的空間。並藉由美國環保署 (U.S. EPA) 及美國原子能委員會 (U.S. NRC) 以風險的觀念處理污染場址與核電安全的例子說明風險分析及風險管理的應用，以供國人在從事環保問題方面的研

究參考。

六、參考資料

- [1] B. Fischhoff et. al., "How safe Is Safe Enough? A Psychometric Study of Attitudes Towards Technological Risks and Benefits," UCLA-ENG-7717, University of California at Los Angeles, January 1977.
- [2] D.J. Leu and P.W. Hadley, "The California Site Mitigation Decision Tree Process - An Approach to Solving the *How Clean Is Clean?*," Manual, Toxic Substances Control Division, California Department of Health Services, 1986.
- [3] M.G. Morgan, "Risk Analysis and Management," Scientific American, July 1993.
- [4] K.A. Solomen et. al., "Classification of Risks," UCLA-ENG-8245, University of California at Los Angeles, May 1982.
- [5] 易隆毅, "風險管理策略在化工廠之應用," 第一屆化學災害預防技術研討會, 台灣, 新竹, 1994年5月。
- [6] R.G. Fessler et. al., "The Role of Risk Assessment in Remedial Action Cleanup Program (RACP) - A Case History," DOE Model Conference, 1988.
- [7] D. Okrent and C. Whipple, "An Approach to Societal Risk Acceptance Criteria and Risk Management," UCLA-ENG-7746, University of California at Los Angeles, June 1977.
- [8] "An Approach to Quantitative Safety Goals for Nuclear Power Plants," NUREG-0739, U.S. Nuclear Regulatory Commission, October 1980.