

# **Analysis and Evaluation on the Risks of the Construction Project**

## **Analyses et évaluation sur les risques du projet de construction**

### **建設工程項目風險的分析與評價**

**HU Xingfu**  
胡幸福

Received 15 October 2008; accepted 4 November 2008

**Abstract:** The thesis, starting from the characteristics of the construction project, deploys the combining method of normative and empirical research. According to integrated Risk Management Paradigm, the thesis sums up the overall framework of the construction project system and proposes the evaluation index system of the risk analysis based on the Analytic Hierarchy Process. In addition, the paper puts forward a comprehensive risk evaluation model and makes clear the relative importance of various risk factors. By so doing, it provides some thoughts for the construction projects' management and evaluation.

**Key words:** Construction Project; Risk Management; Risk Evaluation; Analytic Hierarchy Process

**Résumé:** A partir des caractéristiques du projet de construction, cette thèse utilise la méthode de combinaison de recherches normatives et de recherches empiriques. Selon le Paradigme de management de risques, cette thèse résume le cadre global du système de projet de construction et propose le système d'indexation de l'évaluation des analyses des risques, basé sur le Processus hiérarchique analytique. En plus, cet article met en avant un modèle d'évaluation de risques globaux et clarifie l'importance relative des différents facteurs de risque. En agissant de la sorte, il fournit quelques idées concernant la gestion et l'évaluation des projets de construction.

**Mots-Clés:** Projet de construction; Gestion des risques; évaluation des risques; Processus hiérarchique analytique

**摘要:** 本文從建設工程項目的特點出發，採用規範性研究和實證性研究相結合的方法，根據集成風險管理範式，總結了建設工程項目風險管理系統的整體構架，運用層次分析法提出了建設專案工程風險分析的評價

指標體系，並構建了建設專案工程風險的綜合評價模型，得出了判斷各個風險因素相對重要性的結論，為建設工程項目的管理和評價提供了一些依據。

**關鍵字：** 建設項目； 風險管理； 風險評價； 層次分析法

## 1. 國內外研究現狀

專案風險管理是專案管理不可缺少的一部分，作為近 20 年才發展起來的新興的經濟管理科學，它是在經濟學、管理學、行為科學、運籌學、概率統計、電腦科學、系統論、控制論、資訊理論等學科和現代工程技術的基礎上，結合現代建設專案和高科技開發等專案的實際，逐漸形成的一門新興的經濟管理邊緣科學。

從出版的著作和發表的論文看，英國學者 J-R-Turner 所著《The Handbook of Project-based Management》有一章專門討論了工程項目風險管理的問題，最具有代表性的期刊是由英國 Butterworth-Heinemann Ltd 主辦的《International Journal of Project Management》，其中經常刊登有關工程項目風險管理的文章。常刊登有關工程項目風險方面文章的雜誌還有：英國的《Project Appraisal》、美國的《Journal of Risk and Uncertainty》，《Risk Analysis》，《The Engineering Economist》等，與此有關的還有其他雜誌《Insurance: Mathematics and Economics》，《Decision Sciences》，《Management Science》，《Econometrics》等。論文的主要內容集中在技術方法的開發和理論體系的完善上，也有一定數量的應用報告和體會的文章。從開發的軟體和應用方面來看，已經開發的軟體如美國的 Palisade Corporation 的“Analytical Power Tools”系列軟體、英國的“Risk-Net”軟體、挪威的“Dyn-Risk”軟體、芬蘭的“Riskman”軟體等。在西方工業發達國家，工程項目風險管理的應用範圍很廣，已經從最初的國防、航太和建設部門廣泛應用到醫藥、化工、礦山、石油等部門。當今世界上一些大型專案均無一例外採用了風險管理。從掌握的資料看，美國的華盛頓地鐵、英國倫敦地鐵、香港地鐵、新加坡鐵等大型專案都採用了風險管理技術，從而保證了專案的成功。

我國對於風險問題的研究是從風險決策開始的，起步很晚。這與我國改革開放前長期實行的

高度集中統一的中央計劃經濟體制是相適應的。在計劃經濟體制下，國家是唯一的投資主體，原材料價格都由國家控制，企業沒有獨立的經濟效益，風險都由國家承擔。所以，在很長一段時間內，我國的建築工程都沒有風險管理，這與發達國家相比，差距巨大。我國在 70 年代末、80 年代初引進專案管理理論與方法時，只引進了專案管理的基本理論、方法與程式，沒有同時引入風險管理。“風險”一詞是在 1980 年首次由周士富提出的，從 1987 年起至 1996 年，由國家科委主持的國家重點科技攻關“三峽工程重大科學技術研究”專案中，安排了三峽工程的風險研究，在國內首次對大型工程項目進行風險分析與評價。但迄今為止，我國的一些研究成果大多是針對某一具體風險的研究，著重於工程項目進度、費用的控制。從開發的軟體和應用方面來看，各高校的管理學院、計算技術所、北京夢龍科技開發公司、大連同洲電腦有限公司(中日合資)等單位元都對工程項目管理的進度開發過一些軟體，但是主要是採用計畫協調技術而沒有針對工程項目風險。工程項目風險分析在我國也曾經應用於實踐，如三峽工程工程項目、上海地鐵建設工程項目、大亞灣核電站工程項目等。

從上述國內外研究的綜述可以看出：在工程項目風險管理方面，無論是理論研究還是實務應用，與西方發達的國家相比，我國都有很大差距，我國的水準仍然處於引進、吸收和消化階段。為了儘快縮小國內外差距並力爭有所突破和創新，應充分利用現代化的管理技術手段和提高企業的風險管理水準，吸取發達國家的先進經驗和做法，同時結合我國國情，使風險管理工作制度化、規範化和程式化，對專案管理的三大指標“成本、品質、進度”進行綜合控制，形成一套科學規範的風險管理體系。

## 2. 建設工程項目風險的特點

建設工程項目風險的特點是由建設工程項目

的本質特點所決定的，工程項目生產過程與其他產品的生產過程相比具有特殊性。因此，對於建設工程項目的本質特徵進行闡述和分析是必要的。

### 2.1 建設工程項目的特點

性；(5) 工程項目生產的單件性和多樣性；(6) 工程項目施工隊伍的臨時性和開放性；(7) 工程項目施工現場的協調、指揮和監理等工作的複雜性。在建設過程中不可預見的因素較多，所以建

一般來說，建設工程項目具有的主要特徵有：(1) 建設工程項目風險大，變化複雜；(2) 風險的影響不會是局部或某一個時間段，而是全域性的；(3) 參與工程建設的各方均有風險，但各自承擔的風險不盡相同，承受能力也有所不同；(4) 工程項目的建築結構固定，但施工具有流動性。建築工程專案是一個高風險的過程，導致工程項目風險源複雜且風險規律難以把握。建設工程項目的主要參與單位元在不同階段的參與情況見表 1。

表 1 建設工程項目各主要參與單位在各階段的參與情況

參與單位	可行性研究	設計階段	施工階段	竣工驗收
建設單位	※	&	§	※
設計單位	&	※	§	§
承包單位	§	&	※	※
分包單位	§	§	※	&
監理單位	§	§	※	&
材料供應單位	§	§	※	§

注： ※ 主要參與； & 參與； § 不參與

### 2.2 建設項目風險的特點

由建設專案的本質特徵所決定的風險特點如下：

(1) 風險來源廣泛。建設項目風險來源不僅包括項目外部的自然條件(如：火災、洪水、颱風)、社會環境(如：經濟、政治、法律法規)，還包括項目內部的技術條件、管理水準、人員素質等諸多方面。

(2) 風險潛伏週期長。建設項目中的一些風險從其產生到引起損失需要經歷若干階段或很長一段時間，例如設計不正引起的風險，這一風險有可能到建設項目的竣工驗收階段甚或在投入使用時才被發現。

(3) 風險動態變化性。建設專案中的風險不是一成不變的，是隨時間或者建設項目階段的不同而不斷變化的。工程項目的可變性主要體現在風險性質的變化、後果的變化，出現新的風險或風險因素已消除。因此，在實際建設項目運行中，應即時監控風險的變化情況，並建立有效的風險預警系統。

(4) 風險後果嚴重。當建設專案的風險發生時，實

際的損失很嚴重。而且，還可能會間接地影響到社會經濟發展、自然環境以及人民生活等諸多方面。

(5) 風險管理技術複雜。在進行建設專案風險管理時，不僅要求風險管理者對建設專案本身具有深入瞭解，以及掌握一定的風險管理理論和方法，而且還需要其具有經濟、政策、法律、金融，甚或是數學、電腦等相關領域的知識。

## 3. 建設工程項目風險的管理體系

一般來說，風險管理包括風險分析、風險管理規避策略制定、風險控制、風險預警、風險管理效果評價等 5 個內容。風險分析是風險管理的基礎，又包括風險因素識別、風險估計和風險評價 3 個內容。並且，這些內容發生於工程項目的全過程，是一個連續的環狀結構。建築工程專案風險管理從橫向上看可劃分為成本風險管理、工期風險管理、品質風險管理、安全風險管理等 4 個重要方面；從縱向上看可按階段將風險管理分

為立項風險管理、可行性研究階段風險管理、設計階段風險管理、施工階段風險管理、竣工使用風險管理等方面。

因此,根據以上分析的建設專案風險的特點及風險管理的內容,建設專案風險管理過程可以描述為如圖 1 所示的內容。圖 1 中各符號代表意義如下: I-風險識別; E-風險估計; A-風險評價; S-規避策略制定; C-風險控制; W-風險預警; R-風險管理效果評價; TRM-工期風險管理; CRM-成本風險管理; QRM-品質風險管理; SRM-安全風險管理。

風險管理方面又可分為風險因素識別、風險估計、風險評價、風險規避策略制定、風險控制、風險預警、風險管理效果評價 7 個步驟。另外,這 4 個重要的風險管理之間也是彼此相關聯的。圖的外圈表示了建設項目風險管理的階段性,表明在建設項目的生命週期內,風險的管理是連續不斷的,每一階段都包括這 4 個重要方面的幾個或全部的風險管理內容。並且,下一階段的風險內容和大小一定程度上取決於上一階段風險的管理和控制程度等。

#### 4. 建設專案工程風險的層次分析法 評價

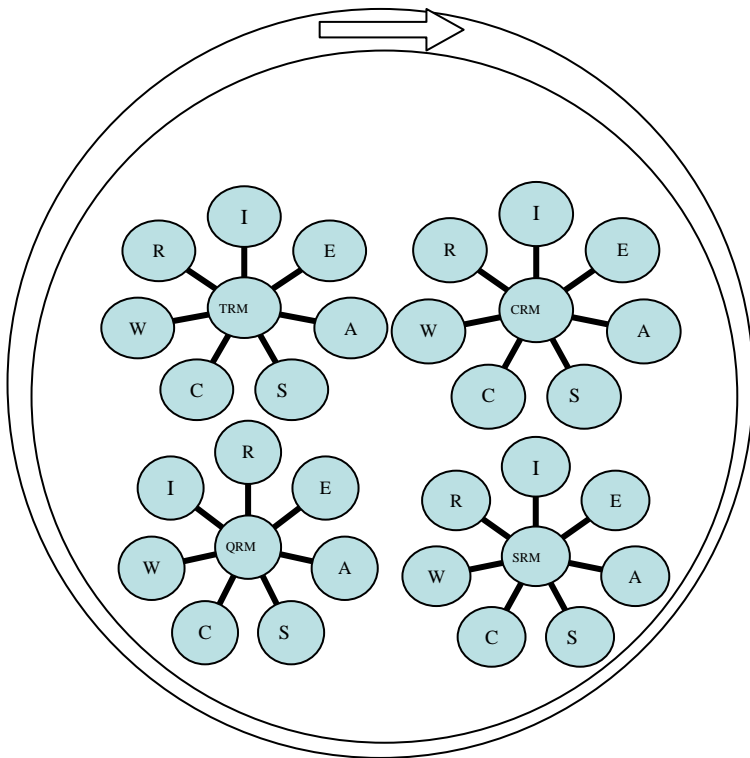


圖 1 建設工程項目風險管理過程

圖 1 所表示的意義為 4 個小圈各代表建設專案風險管理的 4 個重要方面: 成本、工期、品質和安全, 並且每一個小圈內部, 即每個重要的

##### 4.1 AHP 法的基本內容

AHP 法是定性分析和定量分析相結合的工程風險估計方法。該法在工程領域應用較廣泛。它是利用遞階層次結構方式識別目標工程存在的主要風險因素, 然後由多位專家從風險損失額和風險發生概率等方面判斷風險因素的相對重要性, 在次基礎上對專家判斷矩陣進行一致性檢驗, 若通過一致性檢驗, 則計算各個風險因素的相對重要度排序。若未通過一致性檢驗, 則要重複前面的過程, 修正專家意見, 直到通過一致性檢驗。

##### 4.2 AHP 法的特點

AHP 法特點: (1) 損失期望和損失估計主要基於專家們的主觀判斷; (2) 風險評估結果是以本專案的風險因素系統中的各因素相對重要度表示, 不能得出各種風險的風險損失額和風險發生概率等絕對指標。

##### 4.3 層次分析法評價

表2 工程變更風險評價指標體系

主風險因素 ( $g_1, \dots, g_4$ )	子風險因素 ( $p_1, \dots, p_{23}$ )	評價方法
$g_1$ 運作風險	(1) 地質地基條件	專家預測
	(2) 材料供應	
	(3) 設備供應	
	(4) 工程變更	
	(5) 技術規範	
	(6) 設計與施工	
$g_2$ 財務風險	(1) 匯率變動	專家預測
	(2) 利率變動	
	(3) 抵押	
	(4) 負債	
	(5) 稅收	
	(6) 通貨膨脹	
$g_3$ 戰略風險	(1) 戰略環境	專家預測
	(2) 戰略資源	
	(3) 企業的競爭能力	
	(4) 企業領導者	
	(5) 戰略定位	
$g_4$ 管理風險	(1) 設計單位人員素質	專家預測
	(2) 建設單位人員素質	
	(3) 承包商人員素質	
	(4) 監理單位人員素質	
	(5) 業主素質	
	(6) 政府職能部門人員素質	

4.3.1 構造判斷矩陣

為了比較出各個風險因素的風險重要性，選定的四個評價標準為運作風險、財務風險、戰略風險、管理風險，假設這四個評價指標的實際風

險分別為  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$ 、 $w_4$ ，對這四個指標兩兩比較的結果為下表 3：

表3 四個指標兩兩重要度比較的結果

風險重要度	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_4$
$g_1$	$w_1 / w_1$	$w_1 / w_2$	$w_1 / w_3$	$w_1 / w_4$
$g_2$	$w_2 / w_1$	$w_2 / w_2$	$w_2 / w_3$	$w_2 / w_4$
$g_3$	$w_3 / w_1$	$w_3 / w_2$	$w_3 / w_3$	$w_3 / w_4$
$g_4$	$w_4 / w_1$	$w_4 / w_2$	$w_4 / w_3$	$w_4 / w_4$

$$Ag = \begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & w_1/w_4 \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & w_2/w_4 \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & w_3/w_3 & w_3/w_4 \\ w_4/w_1 & w_4/w_2 & w_4/w_3 & w_4/w_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

### 4.3.2 相對重要程度的計算

即求出判斷矩陣的最大特徵根和相應的特徵向量。通常採用名為方根法的近似解法。其步驟如下：

(1) 將矩陣按行求  $\mu_i = \sqrt[n]{\prod_j a_{ij}}$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )

(2) 對向量  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4)^T$  作歸一化處理，得到特徵向量  $w = (w_1, w_2, w_3, w_4)^T$ ，即： $w_i = \mu_i / \sum_{i=1}^n \mu_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )

以  $Ag = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 3 \\ \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{5} & 3 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 5 & 3 & 1 \end{pmatrix}$  為例： $\mu = \begin{pmatrix} 3.201 \\ 0.312 \\ 1.189 \\ 1.495 \end{pmatrix}$   $w = \begin{pmatrix} 0.564 \\ 0.055 \\ 0.118 \\ 0.263 \end{pmatrix}$

### 4.3.3 一致性檢驗

由於只有當矩陣  $Ag$  具有完全一致性時，才有  $\lambda_{max} = n$ ，為了檢驗判斷矩陣的一致性（相容性），根據 AHP 的原理，可以利用  $\lambda_{max}$  与  $n$  之差檢驗一致性。定義計算一致性指標：

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1},$$

$$\lambda_{max} \text{ 可由下式求出： } \lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_i \left( \frac{(AW)_i}{w_i} \right)$$

$$\text{本例中: } \mathbf{AW} = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 3 \\ \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{5} & 3 & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 5 & 3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.564 \\ 0.055 \\ 0.118 \\ 0.263 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.893 \\ 0.723 \\ 0.484 \\ 1.080 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{4} \times \left( \frac{1.893}{0.564} + \frac{0.723}{0.055} + \frac{0.484}{0.118} + \frac{1.080}{0.263} \right) = 4.117$$

$$CI = \frac{4.117 - 4}{4 - 1} = 0.039$$

顯然，隨著  $n$  的增加判斷誤差就會增加，因此判斷一致性時應當考慮到  $n$  的影響，使用隨機性一

致性比值  $CR = \frac{CI}{RI}$ ，式中  $RI$  為平均隨機一致性指標。表 4 是 500 個樣本的平均值。

表 4 平均隨機一致性指標

階數	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$RI$	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.51	1.54	1.54	1.56	1.57	1.59

當  $CR < 0.1$  時，判斷矩陣的一致性是可以接受的。本例中， $CR = \frac{0.039}{0.90} = 0.043 < 0.1$ ，說明判斷矩陣的一致性符合要求，因此所計算出來的特徵向量可以代表各主風險因素的優先權重。

#### 4.3.4 綜合風險重要度的計算

在分層獲得了同層各要素之間的相對重要程度後，就可以自上而下地計算各級要素關於總體的綜合重要度。本例中  $g$  級有四個要素  $g_1, g_2, g_3, g_4$ ，其對總值的重要度為  $w_1, w_2, w_3, w_4$ ；

它的下級有 23 個要素  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_{23}$ ，其關於  $g_j$  的相對重要度為  $v_{ij}$ （其分析計算方法同  $w_i$  一樣），則  $P$  級的要素  $p_i$  的綜合重要度。

$$W_i' = \sum_j w_j v_{ij}$$

表 5 工程項目的風險綜合重要度

	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_4$	$W'_i$
	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	
$p_1$	$v_{11}$	$v_{12}$	$v_{13}$	$v_{14}$	$W'_1 = \sum_j w_j v_{1j}$
$p_2$	$v_{21}$	$v_{22}$	$v_{23}$	$v_{24}$	$W'_2 = \sum_j w_j v_{2j}$
...	...	...	...	...	...
$p_{23}$	$v_{231}$	$v_{232}$	$v_{233} \dots$	$v_{234}$	$W'_{23} = \sum_j w_j v_{23j}$

通過比較  $W'_i$  的大小，得到各子風險因素風險重要度的排序， $W'_i$  越大，表明該風險因素的風險程度大，風險等級高。

### 5. 結束語

工程項目由於其自身的建設特點，使得其風險涉及到方方面面的因素，要保證工程項目順利建設，確保建設專案的經濟效益，就必須進行有效的風險管理，而風險評價是風險管理的關鍵步驟，必須給予足夠的重視。現代數學和電腦技術的迅猛發展為工程項目風險研究提供了大量的評價方法。建設專案工程風險的評價還有其他很多方法，如模糊數學法、灰色關聯法、PERT(計畫評審技術)以及蒙特卡洛模擬等，對於風險辨識和風險評價方法的研究將為專案管理者提供決策支援，從而使管理者有意識的控制風險，減少風險，轉嫁風險，使風險損失減少到最低程度。

### REFERENCES

Mottershead N, Taylor R, Marsh P. (2001). Managing risk to protect and grow shareholder value[R]. *Risk Management Guide*. Ernst & Young.

Moore P. G. (1997). *The Business of risk* [M]. Cambridge: Cam2 Bridge University, 59-67.

Nicos S. (2000). *Integrated risk management* [J]. *The Journal of Risk and Insurance*, 67: 63 – 74

盧有傑, 盧家儀 (1998). **專案風險管理**[M]. 北京: 清華大學出版社, 2-50.

邱宛華 (2003). **現代風險管理方法與實踐**[M]. 北京: 科學出版社, 19:103-120.

楊乃定, Mirus R. (2002). 企業集成風險管理研究[J]. **工業工程與管理**, 7 (5): 1 – 5.

陳守煜. (1994). **系統模糊決策理論與應用**[M]. 大連: 大連理工大學出版社.

**The author:** HU Xingfu(胡幸福), 武漢大學科學管理學院, 4300710, 中國湖北武漢; 四川建築職業技術學院, 618000, 中國四川德陽。