

# 藏木水电站某标段边坡预应力锚固工程 风险评价模型

吴丽<sup>1</sup>, 陈礼仪<sup>1</sup>, 吴飞<sup>1</sup>, 赵晓俐<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059; 2. 四川准达岩土工程有限责任公司, 四川 成都 610072)

**摘要:**藏木水电站某标段边坡预应力锚固工程施工中面临众多的风险,且存在多种不确定因素,项目管理难度大。构建了项目风险评价指标体系,使用三标度法和层次分析法对指标进行权重分析,引入了模糊综合评判模型,将管理者和专家的经验由定性转为定量,对项目风险进行了定量化评价,评价结论为“风险较大”,为进一步制定项目管理方案提供了依据。

**关键词:**锚固工程;风险评价;模糊综合评判;三标度;层次分析法;藏木水电站

**中图分类号:**TV512;TV554<sup>+</sup>.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)07-0070-04

**Risk Assessment Model for Slope Pre-stressed Anchor Engineering in a Contract Section of Zangmu Hydropower Station/WU Li<sup>1</sup>, CHEN Li-yi<sup>1</sup>, WU Fei<sup>1</sup>, ZHAO Xiao-li<sup>2</sup>** (1. Chengdu University of Technology, State Key Laboratory of Geohazard Prevention & Geoenvironment Protection, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Sichuan Zhunda Rock and Soil Engineering Corporation, Chengdu Sichuan 610072, China)

**Abstract:** There are many risk factors and uncertainties in the slope pre-stressed anchor engineering construction in a contract section of Zangmu hydropower station, so the project management is very difficult. The risk assessment index system was established, index weight analysis was conducted by using three-demarcation method and AHP, fuzzy comprehensive evaluation model was introduced, the managers and experts' experience was changed from qualitative to quantitative, and quantitative assessment of the project risk was made with the result of "high risk". All of the above offered the basis for further project management scheme establishing.

**Key words:** anchor engineering; risk assessment; fuzzy comprehensive evaluation; three-demarcation method; AHP; Zangmu hydropower station

在藏木水电站某标段边坡预应力锚固工程施工过程中,由于地处偏远藏区,工程施工条件复杂、难度大,施工中很多风险因素难以定量化描述,工程管理者往往仅能凭借施工和管理经验对风险因素进行估计,用文字定性地描述其性质,且风险因素可能造成的后果也是模糊、不确定的,很难以统一的准则来判定。项目管理者无法系统地对项目风险进行全面客观地评价,给项目管理工作带来很多不确定因素。为了实现科学管理,笔者在本文中引入了模糊综合评价法对本项目进行风险评价,帮助管理者实现系统、客观、较定量地风险评价,并期望能对此类工程项目风险管理起到有益的指导作用。

## 1 工程概况

藏木水电站是雅鲁藏布江干流中游桑日至加查

峡谷段规划5级电站的第4级,上游衔接街需电站,下游为加查电站。本工程为二等大(2)型工程,开发任务为发电,无航运、漂木、防洪、灌溉等综合利用要求。工程位于西藏自治区山南地区加查县境内,坝址距山南到林芝的省道(S306)约7 km,距加查县城约17 km。加查县城距山南地区行署泽当镇约140 km,距拉萨约325 km,对外交通较方便。

### 1.1 本标段工程概况

本标段工程主要包括右岸缆机平台边坡、大坝右岸边坡等锚固工程。

右岸缆机平台基础高程3375.00 m,基础平台长156 m,宽15 m,边坡最大开挖高程为3475.00 m,边坡最大开挖高度100 m,开挖坡比为1:0.3。

右坝肩自然边坡>600 m,大多基岩裸露。高程3240~3400 m自然坡度约 $\angle 60^\circ \sim 70^\circ$ ,高程3400~

收稿日期:2010-02-04

作者简介:吴丽(1976-),女(汉族),山西临猗人,成都理工大学讲师,地质工程、工程管理专业,硕士,研究方向为地质工程、工程管理,四川省成都市成华区二仙桥东三路1号成都理工大学环境与土木工程学院,nonli@126.com。

3900 m 自然坡度约  $\angle 40^\circ \sim 50^\circ$ 。右岸边坡锚索分布在右岸坝肩、厂房边坡及上坝公路边坡高程 3290.00 ~ 3490.00 m 之间。

### 1.2 水文气象和工程地质

#### 1.2.1 水文气象

藏木水电站位于高原温带季风半湿润气候地区。加查气象站(测站高程 3260.0 m)位于电站坝址下游约 15 km 处,有 1978 年至今的实测降水、气温、蒸发、湿度等资料,根据 1978 ~ 2004 年实测资料统计,多年平均气温 9.2  $^\circ\text{C}$ ,极端最高气温和极端最低气温分别为 32.0  $^\circ\text{C}$ 、-16.6  $^\circ\text{C}$ ;多年平均降水量 540.5 mm,历年一日最大降水量 51.3 mm;多年平均相对湿度 51%,历年最小相对湿度为零;多年平均风速为 1.6 m/s,多年最大风速为 19 m/s,相应风向 SE;多年平均蒸发量为 2075.2 mm。

#### 1.2.2 工程地质

藏木水电站地处特提斯造山系(带)东段冈底斯-腾冲微陆块,紧邻雅鲁藏布江缝合带,区域构造背景复杂。坝址区紧邻雅鲁藏布江断裂带,最近距离约 5 km,无区域断裂通过,断裂构造以次级小断层和节理裂隙为主,未见滑坡、变形拉裂等大的不稳定岩体分布。

工程所在地地震基本裂度为 VII 度。

## 2 本工程风险分析的主要技术线路和方法

模糊综合评价法是一种基于模糊数学的综合评标方法。该综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。它具有结果清晰,系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题<sup>[1]</sup>,适合本项目的不确定性风险状态的评价问题。

### 2.1 风险源辨识

针对该锚固工程在施工期间影响施工质量、工程进度、工程费用、工程安全、人员安全、环境影响等方面的风险因素,对相关资料进行收集、分析、统计,形成风险源清单,为后续的风险评价与管理建立基础。

### 2.2 构建风险源指标体系

通过辨识后形成的风险源清单涉及的范围非常广,风险源的数量亦很巨大,须对风险源进行划分、归集。应用经验对比法和专家调查法构建本项目的风险源指标体系(图 1)。体系中,从第一级到第二级是级级分解的过程,第一级为准则层,第二级为指标层。在具体评价中应从第二级开始。

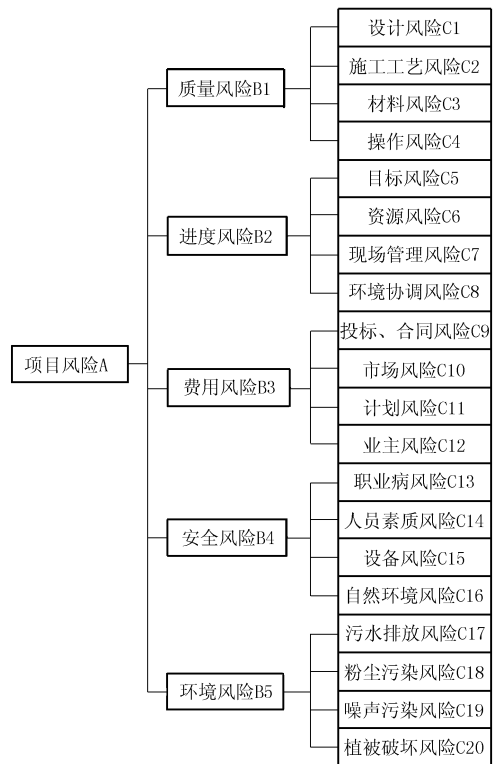


图 1 风险评价指标体系

### 2.3 构造判断矩阵

使用三标度法(表 1),组织有经验的技术人员和管理专家对指标进行两两对比,构建比较矩阵。

表 1 三标度法<sup>[2]</sup>

标度	含义
0	指标 $i$ 没有指标 $j$ 重要
1	指标 $i$ 与指标 $j$ 同等重要
2	指标 $i$ 比指标 $j$ 重要

应用层次分析法对专家的三标度结果——比较矩阵分析,计算得出各指标的权重,并分析出第二层次相对于总决策目标的综合权重,形成权重矩阵  $w$ 。

### 2.4 建立评价集

风险评价是分析各风险指标发生的概率及其影响的程度,评价集反映了专家对概率及影响程度划分的详细程度。评价集  $v = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ ,  $m$  的数值一般取决于专家的经验和对风险评价的精度要求,通常采用“大、较大、一般、较小、小”五个等级来评判风险因素和风险影响后果。

### 2.5 建立模糊评价矩阵

由风险评估小组依据给定的评价集,依据自身工作经验及对本项目现场踏勘、资料审阅等,对风险指标体系中的各指标进行评价,这种评价是一种模糊映射,小组内的评价不可能完全一致。即使对同一个风险指标的评定,由于不同评价人员的经验和

专业领域的不同,都可能作出不同的评定,所以评价结果只能用对某个风险指标做出某一评价的可能程度的大小来表示,即为隶属度  $R$ 。

$R_{ij}$  = 对第  $i$  个风险指标做出第  $j$  评价的专家人数/专家总人数。

$R_{ij}$  即组成模糊评价的隶属度矩阵。

### 2.6 模糊综合评判

依据各指标的综合权重组成的权重矩阵与模糊评价矩阵,取得综合评价的结果。

$$B = wR$$

根据隶属度函数的最大原则,  $\text{MAX}(B)$  所在的位置对应评价集中  $v$  的相应位置的评语,即为该项目风险评价的结果。

项目发生风险的概率为:  $P = BV$ 。

## 3 本项目中模糊综合评价法的应用

### 3.1 比较矩阵的建立和权重计算

层次分析法的计算结果见表 2。

表 2 各指标权重表

一级指标	权重	二级指标	权重	二级指标综合权重
B1	0.2835	C1	0.1381	0.0392
		C2	0.1953	0.0554
		C3	0.3905	0.1107
		C4	0.2761	0.0783
B2	0.1074	C5	0.1672	0.0180
		C6	0.2364	0.0254
		C7	0.3976	0.0427
		C8	0.1988	0.0214
B3	0.1628	C9	0.3905	0.0636
		C10	0.1953	0.0318
		C11	0.1381	0.0225
		C12	0.2761	0.0449
B4	0.2835	C13	0.1381	0.0392
		C14	0.3905	0.1107
		C15	0.2761	0.0783
		C16	0.1953	0.0554
B5	0.1628	C17	0.2775	0.0452
		C18	0.1650	0.0269
		C19	0.1650	0.0269
		C20	0.3925	0.0639

第二层风险指标权重集为:

$$W = \{0.0392, 0.0554, 0.1107, 0.0783, 0.0180, 0.0254, 0.0427, 0.0214, 0.0636, 0.0318, 0.0225, 0.0449, 0.0392, 0.1107, 0.0783, 0.0554, 0.0452, 0.0269, 0.0269, 0.0639\}$$

### 3.2 建立评价集

根据对本项目资料的掌握,建立了承包商在藏木水电站某标段边坡预应力锚固工程施工项目的风

险评价集:

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\} = \{\text{风险大, 风险较大, 风险一般, 风险较小, 风险小}\}$$

其等级分值分别对应为:

$$V = \{0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1\}$$

### 3.3 建立模糊评价矩阵

成立技术人员与管理专家等 10 人组成的风险评估小组,根据给定的评价基准对当前的风险指标体系的实际状况进行评价。

由此得到模糊评价隶属度矩阵为:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0 & 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 \\ 0.4 & 0.4 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.4 & 0.1 & 0.1 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.5 & 0.1 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.2 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.2 & 0.3 & 0.1 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.1 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \end{bmatrix}$$

### 3.4 模糊综合评判

$$B = WR = \{0.194, 0.335, 0.275, 0.146, 0.041\}$$

根据隶属度的最大原则,  $\text{MAX}(B) = 0.335$ , 其位置对应评价集的“风险较大”,则藏木水电站某标段边坡预应力锚固工程项目的风险评价结果为“风险较大”。

本工程发生风险的概率为:

$$P = BV$$

$$= (0.194, 0.335, 0.275, 0.146, 0.041) \times \begin{bmatrix} 0.9 \\ 0.7 \\ 0.5 \\ 0.3 \\ 0.1 \end{bmatrix} = 0.594$$

#### 4 结论

对于该项目施工阶段的风险评价,本文提出了模糊综合评价模型的解决方法,本方法给出了一个基于工程施工项目管理的质量、进度、费用、安全及环境5个主要管理目标的分析框架,并列出了具体指标,运用三标度评分法和层次分析法来确定各指标的权重。

针对评价指标难以量化的问题,采用了模糊数学的方法,使定性目标一定程度的量化,并将专家意见具体化和量化,为实现量化评价提供了有效手段。模糊综合评判法有助于排出众多指标的重要性权重,有利于排除次要因素,提高评价的有效性。除了对项目风险进行总体评价以外,项目经理在制定管理措施和资源投入时,亦可侧重于权重较

大的指标。因此使用模糊评价法进行风险评价,帮助项目管理从“经验主义”走向科学管理,对施工项目管理有很大积极意义。

#### 参考文献:

- [1] 戴树和. 工程风险分析技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [2] 李洪杰. 三标度法在群体判断和 Fuzzy 判断中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2001, (7): 87-91
- [3] 季玉国. 江海盾构隧道施工风险分析与评价[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(6).
- [4] 崔淑杰, 柳鹏. 模糊综合评判法在国际工程投标风险评价中的应用[J]. 森林工程, 2009, (5): 79-81.
- [5] 陶履彬, 等. 工程风险分析理论与实践[M]. 上海: 同济大学出版社, 2007.
- [6] 姚敏. 模糊决策方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 1999, (11): 61-64.

(上接第65页)

点4(d点), 测量出点4(d点)到点6(b点)的距离 $S$ , 则井筒上口在平面位置上调整的位移 $L$ 值为:

$$L = (H/h) \cdot S$$

式中: $H$ ——井筒深度, m;  $h$ ——测量面距井口的距离, m;  $S$ ——测量面位置处铅垂线与中心大线的距离, m。

地表操作人员用千斤顶调整井筒上口的位置, 井筒内操作人员观察, 使d点和b点重合为最佳状态。地表调整符合要求后, 将井筒上口与钻井锁口盘固定, 以免井筒内加水及壁后充填过程中发生位移。

主井壁后充填完成, 井筒内抽水后, 测量结果:

井壁底中心点偏离井口中心点位置 50 mm, 偏斜率为 0.18‰。

#### 5 结语

主井井壁安放工程从 2009 年 12 月 28 日开始至 2010 年 1 月 8 日结束, 历时 12 天。井壁总质量 8200 t, 井筒排出泥浆体积约 10000 m<sup>3</sup>, 井壁总接长 286.5 m。法兰盘连接间隙平均为 11 mm。井筒找正偏斜率为 0.18‰, 满足规范及设计要求。

#### 参考文献:

- [1] 翁家杰. 井巷特殊施工[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [2] 崔云龙, 等. 筒明建井手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003.

(上接第69页)

注减摩浆进行填充, 施工结束后对减摩浆液进行置换, 控制地面沉降。

通过上述技术措施的保证, 箱涵拉顶进施工完成后, 管线最大沉降为 5 mm。

#### 6 结语

运用地下暗埋箱涵拉顶式施工技术, 有效地解决了在复杂施工环境下箱涵暗挖施工, 对周边施工环境影响小; 采用土压平衡掘进原理, 有效地控制了地表的沉降与变形; 钢拉索的直线导向作用下, 掘进机导向精度高。可以相信, 随着其工艺细节的不断

改进和完善, 以及地下空间开发利用的推进, 其将在地下空间开发利用中发挥更大的作用。

#### 参考文献:

- [1] 葛金科, 沈水龙, 许焯霜. 现代顶管施工技术及其工程实例[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [2] 余彬泉, 陈传灿. 顶管施工技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [3] 孙钧, 虞兴富, 孙昊, 等. 超大型“管幕—箱涵”顶进施工变形的分析与预测[J]. 上海非开挖技术, 2006, (3).
- [4] 周海松, 李淑海. 非开挖技术在昆明呈贡昆洛路综合管沟施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(10).
- [5] 张志勇, 李淑海. 城市矩形隧道的应用与施工工艺的发展[J]. 施工技术, 2009, 38(S1).