

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50927 – 2013

大中型水电工程建设风险管理规范

Code for risk management of large and medium
scale hydropower projects

2013 – 11 – 01 发布

2014 – 06 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

大中型水电工程建设风险管理规范

Code for risk management of large and medium
scale hydropower projects

GB/T 50927 - 2013

主编部门:中国电力企业联合会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2014年6月1日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
大中型水电工程建设风险管理规范
GB/T 50927-2013

☆

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.5 印张 88 千字

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 1580242·293

定价: 21.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 194 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《大中型水电工程建设风险管理规范》的公告

现批准《大中型水电工程建设风险管理规范》为国家标准,编号为GB/T 50927—2013,自2014年6月1日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013年11月1日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2011年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2011〕17号)的要求,由中国电力企业联合会、中国水力发电工程学会会同有关单位共同编制完成。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结近年来我国大中型水电工程建设风险管理的理论与实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并广泛征求意见,最后经审查定稿。

本规范共分9章和1个附录。主要技术内容包括:总则、术语、基本规定、流域水电规划与设计阶段风险管理、土建施工阶段风险管理、金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理、试运行阶段风险管理、风险控制专项措施、风险管理综合评价等。

本规范由住房城乡建设部负责管理,由中国电力企业联合会负责日常管理,由中国水力发电工程学会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国水力发电工程学会(地址:北京市海淀区车公庄西路22号院A座11层,邮政编码:100048),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国电力企业联合会

中国水力发电工程学会

参 编 单 位:中国长江三峡集团公司

中国水电工程顾问集团公司

中国水利水电建设集团公司

中国葛洲坝集团公司

国网新源控股有限公司

华能西藏发电有限公司
中国大唐国际发电股份有限公司
云南金沙江中游水电开发有限公司
国电大渡河流域水电开发有限公司
黄河上游水电开发有限公司
二滩水电开发有限公司
中国水电顾问集团北京勘测设计研究院
中国水电顾问集团成都勘测设计研究院
中国水力发电工程学会风险管理专业委员会

主要起草人: 杨 亚 许松林 祁宁春 秦建明 王振彪
李世东 张振汉 吴义航 周新光 吕明治
郭万侦 熊敏峰 陈东平 刘兴国 邢小平
王鹤鸣 楚跃先 李晓龙 王瑞华 康明华
梅 骏 罗小国 任耕云 徐定辉 李文谱
李国华 张俊侦 田新利 李云生 李章浩
王思德 王新明 马中景 储百生 王毅鸣
徐力波 徐 静 欧勇胜 时 斌 程 刚
徐 强 刘玉香

主要审查人: 孙家康 郭光文 汪 毅 周放生 许要武
崔学明 姜长飞 徐朝晖 陈 军 毛国权
曲立新 李红春 袁 杰 付启忠 伍康定
陈 江

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(5)
3.1	风险管理的基本要求	(5)
3.2	风险辨识	(6)
3.3	风险分析方法	(7)
3.4	风险估计	(8)
3.5	风险评价等级标准	(9)
3.6	风险控制措施	(10)
4	流域水电规划与设计阶段风险管理	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	风险因素辨识	(12)
4.3	风险因素评价	(18)
4.4	风险控制措施	(18)
4.5	移民风险控制	(22)
5	土建施工阶段风险管理	(23)
5.1	一般规定	(23)
5.2	风险因素辨识	(23)
5.3	风险因素评价	(25)
5.4	风险控制措施	(26)
6	金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理	(31)
6.1	一般规定	(31)
6.2	风险因素辨识	(31)
6.3	风险因素评价	(33)
6.4	风险控制措施	(33)

7	试运行阶段风险管理	(36)
7.1	一般规定	(36)
7.2	风险因素辨识	(36)
7.3	风险因素评价	(40)
7.4	风险控制措施	(41)
8	风险控制专项措施	(46)
8.1	一般规定	(46)
8.2	隐患排查	(46)
8.3	风险监控	(46)
8.4	应急管理	(47)
9	风险管理综合评价	(50)
附录 A	大中型水电工程应急预案分类	(51)
	本规范用词说明	(55)
	引用标准名录	(56)
附:	条文说明	(57)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic Requirement	(5)
3.1	General requirements of the risk management	(5)
3.2	Risk identification	(6)
3.3	Risk analysis method	(7)
3.4	Risk estimate	(8)
3.5	Risk assessment grades	(9)
3.6	Measures for risk	(10)
4	Risk management in planning and designing stage	(11)
4.1	General requirement	(11)
4.2	Identification of risk factors	(12)
4.3	Evaluation of risk factors	(18)
4.4	Measures for risk	(18)
4.5	Immigration risk control	(22)
5	Risk management in construction stage	(23)
5.1	General requirement	(23)
5.2	Identification of risk factors	(23)
5.3	Evaluation of risk factors	(25)
5.4	Measures for risk	(26)
6	Risk management in metal structure and mechanical & electrical equipment installation stage	(31)
6.1	General requirement	(31)
6.2	Identification of risk factors	(31)
6.3	Evaluation of risk factors	(33)

6.4	Measures for risk	(33)
7	Risk management in operation stage	(36)
7.1	General requirement	(36)
7.2	Identification of risk factors	(36)
7.3	Evaluation of risk factors	(40)
7.4	Measures for risk	(41)
8	Risk control special measures	(46)
8.1	General requirement	(46)
8.2	Hidden risk investigation	(46)
8.3	Risk monitoring	(46)
8.4	Emergency management	(47)
9	Comprehensive evaluation of risk management	(50)
Appendix A	Emergency classification in large and medium-sized hydropower projects	(51)
	Explanation of wording in this code	(55)
	List of quoted standards	(56)
	Addition; Explanation of provisions	(57)

1 总 则

1.0.1 为了规范大中型水电工程的规划、设计、施工期(含试运行)的风险管理工作,有效规避或控制工程建设及试运行风险,减少各类风险事故的发生,最大限度地降低因风险事故造成人身伤亡和各种损失,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于大中型水电工程的新建、改建、扩建和除险加固项目的风险管理。

1.0.3 大中型水电工程建设项目应进行风险分析评价,并应采取相应措施。

1.0.4 大中型水电工程建设风险管理应坚持“安全第一、以人为本、科学决策、预防为主”的原则。

1.0.5 大中型水电工程宜建立风险控制专项措施,并对风险控制工作进行评价,形成《风险控制专项措施评价报告》。

1.0.6 大中型水电工程建设风险管理除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 风险 risk

不利事件或事故发生的概率(频率)和其损失的组合。

2.0.2 风险事件 risk event

活动或事件的主体未曾预料到,或者虽预料到发生但未预料到后果的偶发(不利)事件,也称风险事故。

2.0.3 风险损失 risk loss

由于风险事件发生而导致的不利影响、破坏或损失,包括人员伤亡、经济损失、工期延误、环境影响、社会影响等。

2.0.4 风险因素 risk factors

导致风险事件发生的各种主客观的潜在原因。

2.0.5 风险管理 risk management

在对项目建设及试运行进行风险界定基础上,开展相关风险识别、风险分析和风险评价,从而选择和实施最佳风险控制,包括风险排查、风险监控以及风险沟通、应急预案等,期望以最小成本保障总目标最大限度实现的一系列管理及协调活动。

2.0.6 风险界定 risk delineation

分析与设定项目建设及试运行的风险管理目标及对象、主要内容及计划和风险标准等,划分风险评估单元或区域。

2.0.7 风险识别 risk identification

基于风险界定,通过某种或几种方式,系统调查发现、列举和描述项目建设及试运行中潜在风险及相关要素(包括风险类型、时空分布、主客原因、可能后果和影响范围等),并进行筛选、分类。

2.0.8 风险分析 risk analysis

根据风险类型、获得的信息和风险评价结果的使用目的,对识

别出的风险进行定性和定量分析,做出风险估计。

2.0.9 风险估计 risk estimation

对风险的概率或频率和损失进行赋值的过程。

2.0.10 风险评价 risk evaluation

根据设定的风险分级标准及接受准则,对工程风险进行等级评定、风险排序和风险决策的过程。

2.0.11 风险评估 risk assessment

包括风险识别、风险分析(及风险估计)和风险评价等在内的全过程。

2.0.12 风险控制 risk control

针对风险处置措施及应急预案,实施风险监测、跟踪与记录。

2.0.13 风险接受准则 risk acceptance criteria

对风险进行分析与决策,判断风险是否可接受的等级标准。

2.0.14 风险监控 risk monitoring and control

在决策主体的运行过程中,风险监控主体对风险的发展变化情况全过程动态监视和控制,准确掌握风险状态,根据需要及时启动或调整应对策略,避免或减少风险事件发生,消减风险事件产生的消极后果,实现风险管理预期目标。

2.0.15 风险沟通 risk communication

项目业主与相关方之间交换或分享有关风险信息。

2.0.16 隐患排查 survey for founding hidden risk exposure

基于风险控制的动态管理,按照有关风险管理的制度与程序,定期或不定期地对工程及相关区域的场所环境、人员作业、设备设施和项目管理等中潜在的、可能导致风险事故发生的物的危险状态、人的不安全行为及管理缺陷等风险因素和暴露进行系统检查、登记记录和分析评估等,并做好后续的治理整改。

2.0.17 第三方 the third party

不直接参与项目建设及试运行,但受到项目建设及试运行活动影响的周边区域环境或社会群体中的其他机构或人员等。

2.0.18 人员伤亡 loss of life and personal injury

项目建设及试运行过程中因风险事件发生而导致的各类人员健康危害、身体伤害及死亡等。

2.0.19 经济损失 economic loss

项目建设及试运行过程中因风险事件产生的各种直接和间接费用的统称。

2.0.20 工期延误 project delay

项目建设及试运行因风险事件发生而导致其进度未按照预计计划实现,引起建设工期的延长及不合理的工期提前。

2.0.21 环境影响 environmental impact

项目建设及试运行过程中因风险事件对所在区域、周边及流域环境的作用和导致环境质量变化以及由此引起的对人类社会经济发展的反馈效应。

2.0.22 社会影响 social impact

项目建设及试运行过程中因风险事件引起非正常移民安置、社会负面影响或不稳定以及政府公信力的丧失等。

2.0.23 试运行 commissioning

本规范提出的试运行是指水电站建设项目在其主要水轮发电机组及系统、水工结构设施等完成相关标准和合同规定的各项试验检测合格后、投入商业运行以前所进行的空载试运行、带负载连续试运行、考核试运行等。

3 基本规定

3.1 风险管理的基本要求

3.1.1 水电工程建设风险管理应制订总体目标及年度目标,且应进一步制订风险管理工作计划和措施保障风险管理目标的实现。

3.1.2 水电工程建设风险管理可通过合同方式约定参加建设方及相关各方的风险管理责任与保障措施。

3.1.3 水电工程建设风险可依据风险事故损失性质,按下列分类:

- 1 人员伤亡风险;
- 2 经济损失风险;
- 3 工期延误风险;
- 4 环境影响风险;
- 5 社会影响风险。

3.1.4 水电工程建设风险管理程序应符合相应的规定程序(图 3.1.4)。

3.1.5 水电工程建设的风险管理应划分为下列阶段:

- 1 流域水电规划与设计阶段风险管理;
- 2 土建施工阶段风险管理;
- 3 金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理;
- 4 试运行阶段风险管理。

3.1.6 水电工程建设的风险管理应涵盖工程阶段风险管理及商务风险管理。商务风险管理应贯穿于水电工程项目规划设计、施工安装以及试运行各阶段,内容应包括投资决策风险、招投标风险、合同风险等。

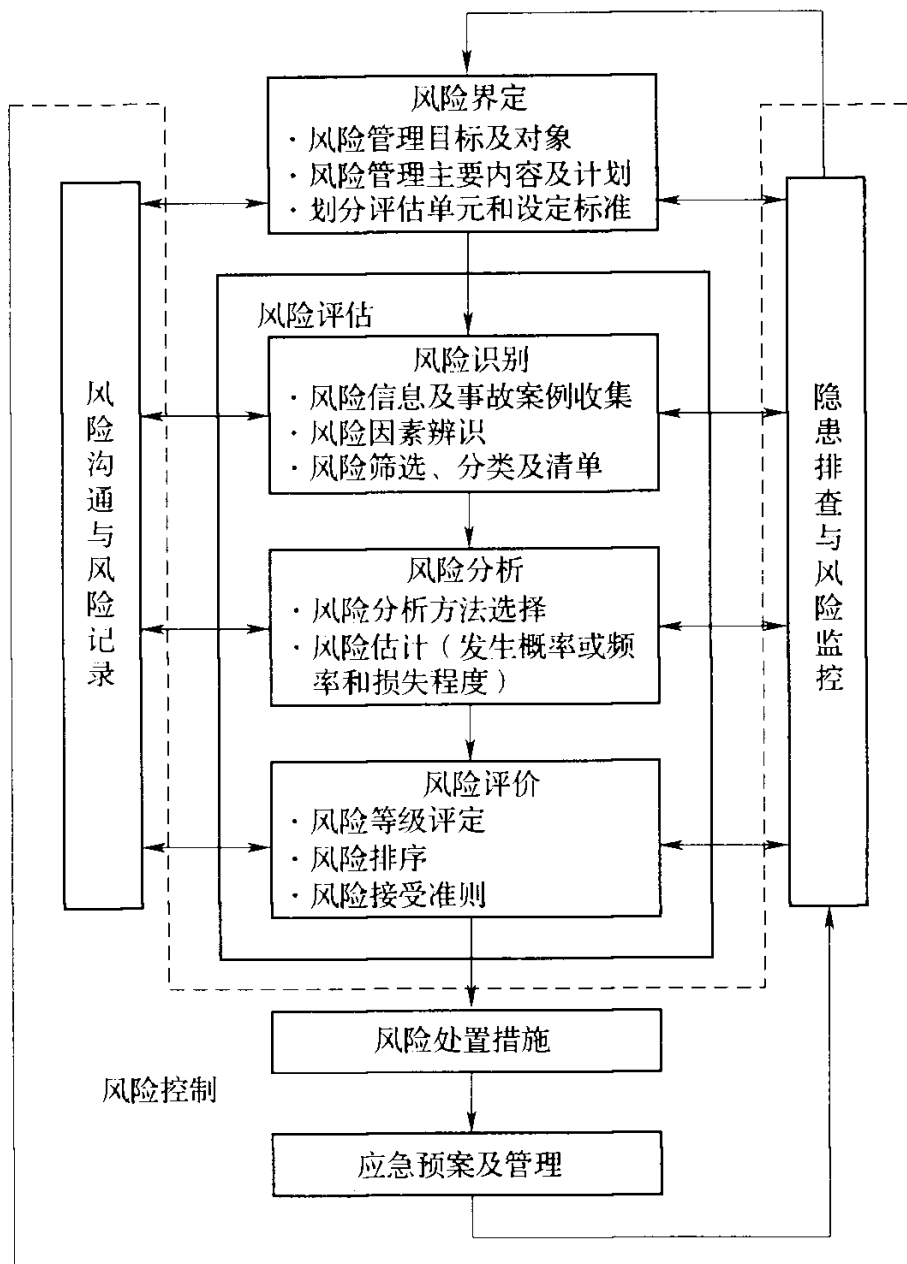


图 3.1.4 风险管理程序流程

3.1.7 在水电工程建设及试运行各个阶段,各单位应进行风险辨识,并应保留风险管理过程的相关记录。

3.2 风险辨识

3.2.1 项目建设风险辨识应主要收集下列资料:

1 项目建设的工程枢纽区、周边、库区移民安置点及相关上下游的水文气象、工程地质、自然环境、珍稀水生生物、动植物、交通运输、城镇建设、文物古迹及人文、社会区域情况等资料；

2 同类及类似水电工程建设的施工经验和风险事故或相关数据资料；

3 与工程有关的各类规划报告和材料、各阶段设计报告和材料、各阶段专题研究报告和实验材料等；

4 工程设计、施工组织设计、环境影响评估相关资料；

5 工程建设征地范围周边的建(构)筑物、道路、土地、林地、矿产、水源地等资料；

6 有业务联系或影响的相关部门与第三方信息；

7 本流域及区域已建水电工程的相关风险及事故资料；

8 其他相关资料。

3.2.2 风险辨识应包括收集资料、分析不确定性及识别风险、形成初步风险清单并分类三大步骤。

3.2.3 风险辨识可选用风险核查表法、头脑风暴法、专家个人调查法、德尔菲法、图解技术法、常识经验判断法、实验或实验结果法等。

3.3 风险分析方法

3.3.1 风险分析应根据工程的特点、评估要求和工程建设风险类型进行,分析方法应包括定性化方法、定量化方法、综合化方法等。

3.3.2 流域水电规划与设计阶段宜采用定性化方法,必要时也可用定量化方法或综合化方法辅助。在后续的工程勘测与设计阶段,一般风险宜采用定性化方法,对于重大风险,应增加定量化方法、综合化方法。

3.3.3 土建施工、金属结构及机电设备安装和试运行阶段的风险

管理,宜采用综合化方法。

3.4 风险估计

3.4.1 项目建设应从风险发生可能性与损失严重性进行风险估计。

3.4.2 风险发生可能性与损失严重性等级标准划分,宜采用概率或频率进行表示,可主要分为风险发生可能性与损失严重性两种等级划分方法,具体等级标准应符合表 3.4.2-1、表 3.4.2-2 的规定。

表 3.4.2-1 风险发生可能性程度等级标准

等级	可能性	概率或频率值
1	不可能	< 0.0001
2	可能性极少	0.0001~0.001
3	偶尔	0.001~0.01
4	有可能	0.01~0.1
5	经常	> 0.1

表 3.4.2-2 风险损失严重性程度等级标准

等级	A	B	C	D	E	
严重程度	轻微	较大	严重	很严重	灾难性	
人员伤亡	建设 人员	重伤 3 人以下	死亡(含失踪) 3 人以下或 重伤 3 人~ 9 人	死亡(含失踪) 3 人~9 人或 重伤 10 人~ 29 人	死亡(含失踪) 10 人~29 人或 重伤 30 人及 以上	死亡(含失 踪)30 人及 以上
	第三 方	轻伤 1 人	轻伤 2 人~10 人	重伤 1 人及 轻伤 10 人 以上	重伤 2 人~ 9 人及 以上	死亡(含失 踪)1 人及 以上
经济损失	工程 本身	100 万元 以下	1000 万元 以下	1000 万元~ 5000 万元	5000 万元~ 1 亿元	1 亿元以上
	第三 方	10 万元以下	10 万元~ 50 万元	50 万元~ 100 万元	100 万元~ 200 万元	200 万元以上

续表 3.4.2-2

等级		A	B	C	D	E
严重程度		轻微	较大	严重	很严重	灾难性
工期 延误	长期 工程	延误少于1月	延误1月~ 3月	延误3月~ 6月	延误6月~ 12月	延误大于 12月(或延 误一个汛期)
	短期 工程	延误少于 10d	延误10d~ 30d	延误30d~ 60d	延误60d~ 90d	延误大于 90d
环境 影响		涉及范围很小 的自然灾害 及次生灾害	涉及范围较小 的自然灾害 及次生灾害	涉及范围大的 自然灾害及 次生灾害	涉及范围很大 的自然灾害 及次生灾害	涉及范围非常 大的自然灾 害及次生灾害
社会 影响		轻微的,或 需紧急转移 安置50人 以下	较严重的,或 需紧急转移 安置50人~ 100人	严重的,或 需紧急转移 安置100人~ 500人	很严重的,或 需紧急转移 安置500人~ 1000人	恶劣的,或需 紧急转移安 置1000人 以上

3.5 风险评价等级标准

3.5.1 项目建设风险评价等级编制宜分为四级,其风险等级标准的矩阵应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 风险等级标准的矩阵

损失等级 可能性等级		A	B	C	D	E
		轻微	较大	严重	很严重	灾难性
1	不可能	I级	I级	I级	II级	II级
2	可能性极少	I级	I级	II级	II级	III级
3	偶尔	I级	II级	II级	III级	IV级
4	有可能	I级	II级	III级	III级	IV级
5	经常	II级	III级	III级	IV级	IV级

3.5.2 基于不同等级的风险,应采用不同的风险控制措施,各等级风险的接受准则应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 风险接受准则

等级	接受准则	应对策略	控制方案
I 级	可忽略	宜进行风险状态监控	宜开展日常审核检查
II 级	可接受	宜加强风险状态监控	宜加强日常审核检查
III 级	有条件可接受	应实施风险管理降低风险,且风险降低所需成本应小于风险发生后的损失	应实施风险防范与监测,制订风险处置措施
IV 级	不可接受	应采取风险控制措施降低风险,应至少将其风险等级降低至可接受或有条件可接受的水平	应编制风险预警与应急处置方案,或进行有关方案修正或调整,或规避风险

3.6 风险控制措施

3.6.1 风险控制应采用经济、可行、积极的处置措施规避、减少、隔离、转移风险,具体应采用风险规避、风险转移、风险缓解、风险自留、风险利用等方法。

3.6.2 风险控制应符合下列要求:

- 1 损失大、概率大的灾难性风险,应采取风险规避;
- 2 损失小、概率大的风险,宜采取风险缓解;
- 3 损失大、概率小的风险,宜采用保险或合同条款将责任进行风险转移;
- 4 损失小、概率小的风险,宜采用风险自留;
- 5 有利于工程项目目标的风险,宜采用风险利用。

3.6.3 采用工程保险等方法转移剩余风险时,工程保险不应被作为唯一减轻或降低风险的应对措施。

4 流域水电规划与设计阶段风险管理

4.1 一般规定

4.1.1 流域水电规划阶段风险管理的主要内容,应包括对规划流域水电开发建设造成较大影响的风险因素进行辨识,评估流域水电开发方案对社会环境和发展带来的风险,以及工程建设自身存在的风险因素,提出相应的风险控制措施或专项研究报告文件。

4.1.2 流域水电规划阶段风险管理的主要目标,应为通过综合比选确定的流域整体水电开发建设规模和建设方案合理可行,具有较好的社会发展综合效益,开发带来的社会及环境影响风险控制在合理、可接受的范围和程度。

4.1.3 水电站预可行性研究、可行性研究阶段风险管理的内容,应包括建设条件风险分析、工程规划风险分析、水库淹没损失及环境影响风险分析、建设方案风险分析、建筑物布置及施工方案风险分析、移民安置风险分析、工程造价及经济效益评价风险分析等。

4.1.4 预可行性研究阶段风险管理的主要目标,应为水电站工程建设主要风险因素得到初步辨识,水库淹没移民人数及实物指标初步调查基本完成,初步确定的建设方案的风险程度或可能的生态环境影响损失可以控制在合理范围和程度,初拟的风险控制措施合理、可行。

4.1.5 可行性研究阶段风险管理的目标,应为工程建设存在的风险因素得到了充分辨识,重要风险因素已进行专题研究,通过技术经济综合比较确定的工程任务、工程规模、正常蓄水位、移民安置、环境影响评价、建筑物布置、机电及金属结构设备、施工组织、工程造价等工程设计成果技术可行、经济合理,工程建设及运行剩余风险程度较低、合理。

4.1.6 招标设计阶段风险管理的主要内容,应包括复核涉及工程安全等方面的设计标准及计算成果,补充工程施工基本资料,研究工程枢纽布置、主要建筑物结构、施工期度汛等工程建设设计成果的风险程度,研究工程建设的分标方案、施工组织设计、工期安排等方面的风险因素和程度。

4.1.7 招标设计阶段风险管理的主要目标,应为研究确定的工程分标设计方案有利于工程建设和管理,风险程度较低,工程分标设计概算、年度静态投资合理、可行。

4.1.8 施工图设计阶段风险管理的主要内容,应包括土建、机电及金属结构设计满足设计规范的要求,工程施工、运行风险较低、可控;研究工程施工条件变化、工程施工方案变化、工程施工周边社会环境变化、工程施工工期变化调整等给工程施工、运行、效益等方面带来的风险。

4.1.9 施工图设计阶段风险管理的主要目标,应为对工程施工中的风险因素进行辨识和研究解决,建筑物设计、机电及金属结构设备设计满足工程施工、安全运行要求,工程建设及运行剩余风险程度较低。

4.2 风险因素辨识

4.2.1 流域水电规划阶段风险因素的辨识,应包括下列内容:

1 依据的各类地区现状基本情况资料及发展规划,应满足流域水电开发规划报告编制要求并相互协调;

2 应客观、公正、全面地辨识各水电开发方案存在的各种风险因素,特别是对工程安全、社会安定、生态环境、地质灾害等方面带来较大影响的风险因素;

3 开发方案、开发任务及各梯级电站任务分配应合理、全面,基本符合流域内社会、环境情况,水电开发水库环境影响及淹没损失较小、合理;

4 流域控制性社会敏感因素辨识,开发方案对珍稀鱼类、植

物等环境影响研究和水土保持措施确定应满足水电规划工作要求；

5 水库淹没损失调查、建设征地和移民安置规划工作应满足阶段工作深度要求,初拟的建设征地移民安置规划方案应合理、可行；

6 已收集的工程水文资料、综合利用要求应全面、准确,分析方法应满足规划设计要求；

7 地形图测量、工程区地质勘探、建筑材料勘察等勘测工作应满足阶段深度要求,区域地质条件和工程区地形、地质建设条件应满足工程规划要求,各梯级水电站选址应合理；

8 水工枢纽整体布置和建筑物设计应与工程建设条件相适应,水工建筑物结构设计应安全、合理；

9 梯级电站施工组织设计、工期安排、建筑材料选择应满足阶段深度工作要求；

10 通过综合分析评价确定的水电开发方案和次序应合理。

4.2.2 预可行性研究阶段风险因素的辨识,应包括下列内容：

1 规划电力市场、社会需求及发展规划；

2 主要水文、气象、泥沙设计参数成果；

3 区域特殊不良地质条件、地质灾害；

4 水库淹没、建设征地、移民安置、环境影响、压覆矿产等社会环境情况；

5 工程水库规模、装机规模、水库特征水位的初步选择风险；

6 水工建筑物代表性坝(闸)址和厂址布置方案的初步选择风险；

7 主要建筑材料的初步选择风险；

8 主体工程导流、施工组织设计、施工总布置的初步设计风险；

9 电站接入系统的方式；

10 抽水蓄能电站上、下水库供水水源的初步选择风险；

11 工程投资估算及经济评价应全面、合理、正确。

4.2.3 可行性研究阶段风险因素的辨识,应包括下列内容:

1 工程建设标准及工程任务。

2 社会环境对工程场址选择和建设的影响,应辨识下列情况:

1)存在难以接受或处理的淹没损失、移民问题,建设征地和移民安置十分困难,对社会安定和工程建设带来极大风险;

2)工程建设或运行带来的环境影响或其他方面影响难以解决,影响附近人们的正常生活和安全;

3)邻近重点保护的建筑物、设施、宗教场所等。

3 选择确定工程规模、装机规模和台数、水库特征水位风险。

4 不良地质条件或未查明不良地质构造对工程场址选择和建筑物安全的影响。

5 选择确定坝址、厂址风险,应辨识下列情况:

1)比选各坝址、厂址应开展同等深度的勘测、设计工作;

2)各坝址、厂址确定的水工布置方案应合适;

3)各坝址、厂址代表性水工建筑物结构设计应安全合理。

6 选择确定坝型风险,应主要辨识下列情况:

1)选择的坝型应适应工程地形、地质条件;

2)未查明工程地质条件对各坝型方案带来的风险影响;

3)推荐坝型超出工程建设经验或存在关键技术问题需要研究解决,给工程建设带来的风险。

7 选择确定水工建筑物整体布置风险,应辨识下列情况:

1)水工建筑物布置比选方案应开展同等深度的比选工作;

2)水工整体布置方案格局应合理;

3)水工布置比选方案满足工程任务要求程度应一致,安全控制设计标准应一致;

4)泄洪建筑物的布置与工程区水力学条件不相适应,对下

游河道、边坡造成较大冲刷、雾化,对电站运行带来的不利影响,或对下游通航、泄放生态流量造成的不利影响。

8 建筑材料风险,应辨识下列情况:

- 1) 工程建设所需要的材料,特别是大坝所需要的各类筑坝材料应满足质量、数量、开采、运输的要求等;
- 2) 建筑材料的料场选择宜减少建设征地和移民安置数量,应避免可能带来的复杂的社会安定风险或环境保护问题。

9 工程因泄洪、排沙、航运等运行方式不合理而存在风险。

10 施工导流设计风险,应辨识下列情况:

- 1) 导流方式选择风险;
- 2) 施工期洪水标准选择风险;
- 3) 导流程序及导流建筑物布置风险;
- 4) 导流建筑物设计风险。

11 主体工程施工风险,应辨识下列情况:

- 1) 施工程序及方案选择风险;
- 2) 重要、特殊的工程结构设计和施工方案风险;
- 3) 特殊不良地质构造、地下水及有害气体、放射性射线风险;
- 4) 大型临时设施规划设计风险。

12 施工交通运输风险,应主要辨识重大件及大宗物资运输线路风险。

13 施工工厂设施风险,应主要辨识噪声、粉尘、生活及生产污水对周边环境影响等情况。

14 施工总布置风险,应主要辨识下列情况:

- 1) 施工场地选择及布置风险;
- 2) 移民范围及影响范围风险;
- 3) 扰民风险;
- 4) 临时施工场地平整及复耕风险;

5)渣场规划设计风险；

6)水土流失风险。

15 施工总进度安排风险,应主要辨识施工工期和重大关键性节点安排风险等情况。

16 机电设计风险,应主要辨识下列情况:

1)机组形式、单机容量、主要技术参数选择风险,应开展同等深度的技术经济比选;

2)水电站过渡过程分析风险;

3)水轮发电机组、主变压器特殊要求、重大件运输和现场组装等特殊问题研究不到位的风险;

4)重大新技术、新型设备论证不足的风险;

5)电站电气主接线和厂用电可靠性设计的风险;

6)主要电气设备型式、主要技术参数选择风险;

7)过电压和接地系统设计选择风险;

8)全厂计算机监控系统及设备自动控制系统配置方案的风险;

9)继电保护配置设备选型的风险;

10)电站系统通信方案和设备选择风险。

17 工程量及机电设备数量设计漏项或计算错误风险。

18 工程投资概算及经济评价不全面风险。

4.2.4 招标设计阶段风险因素的辨识,应主要包括下列内容:

1 复核工程建设条件和设计成果不充分风险;

2 提出工程分标规划,分析不同分标方案的实施风险;

3 提出合理的工程分标设计概算。

4.2.5 施工图设计阶段风险因素的辨识,应主要包括下列内容:

1 施工开挖新揭示不良地质条件对建筑物施工、安全运行的风险影响,应辨识下列情况:

1)工程区或附近发现断层、裂隙带、软弱破碎带、溶洞等不良地质情况,对建筑物安全稳定、边坡稳定、地下建筑物

开挖有较大的风险影响；

- 2) 揭示的坝址区地形地质条件与原成果有较大差异,原设计施工图不满足相应变化,给建筑物原设计方案或结构形式带来相应调整变化影响；
- 3) 工程建设所需要的材料通过试验或进一步详细勘查不满足工程要求,特别是大坝所需要的各类筑坝材料不满足质量、数量、开采的要求等。

2 枢纽区边坡、地下建筑物等开挖、支护结构设计图及相应技术要求不能确保工程安全带来的风险。

3 建筑物结构设计风险,应主要辨识下列情况：

- 1) 主要建筑物结构形式不合理的风险；
- 2) 设计采用地质成果或设计参数选择不合理、不正确的风险；
- 3) 水工建筑物结构设计不满足相应设计规范的要求的风险；
- 4) 地下建筑物、边坡、坝基处理结构设计不合理的风险；
- 5) 主要建筑物防渗设计不合理的风险。

4 对采用新材料、新技术、新工艺研究论证不深入、不充分的风险。

5 重大关键技术问题研究论证不充分的风险。

6 施工进度不满足工程导流、度汛要求的风险。

7 工程施工对周围环境和社会安定的风险影响。

8 施工期环境保护措施不足的风险影响。

9 水库初期蓄水计划安排不合理的风险影响。

4.2.6 建设征地移民安置风险因素的辨识,应主要包括下列内容：

1 流域水电规划阶段应主要包括重大敏感对象对河流开发方式的影响。

2 预可行性研究阶段应主要包括下列内容：

- 1) 制约坝址、正常蓄水位和坝型选择,以及施工总布置的敏感对象;
- 2) 施工总布置的合理性,是否符合工程节约用地原则。
- 3 可行性研究阶段应主要包括下列内容:
 - 1) 停建通告下达前人口大量不正常迁入,调查前的抢栽抢建现象;
 - 2) 实物指标调查内容、方法与移民预期的契合度,技术把握准度;
 - 3) 实物指标调查、争议处理、公示复核程序的合理合法性,履行的严格度;
 - 4) 移民安置规划方案的参与度、认可度,方案的科学合理性、可行性;
 - 5) 移民补偿补助标准合理性、合规性;
 - 6) 勘察设计深度,施工工艺、资源利用及移民工程对周边环境影响的预判。

4.3 风险因素评价

4.3.1 预可行性研究阶段、可行性研究阶段水电工程风险因素的评价,宜主要通过水电工程安全预评价报告开展,必要时应针对工程建设存在的风险问题编制风险分析专题研究报告。工程安全预评价报告和各类风险分析专题研究报告等,宜与工程可行性研究报告一同编制。

4.3.2 一般风险因素的评价可定性评价;重要风险因素的评价应定性、定量评价,并应研究确定风险等级,必要时应研究所确定的应对措施剩余风险等级情况。

4.4 风险控制措施

4.4.1 流域水电规划及水电站各设计阶段一般风险控制措施,应符合下列要求:

1 对工程设计依据的各类流域发展规划、地形图、区域地质图、水文、气象、泥沙等资料应符合设计要求。不满足阶段工作深度要求的设计资料应补充完善。设计单位应对收集到的基本资料的可靠性与准确性风险进行必要的分析评估。必要时应对有关各类发展规划变更或调整的风险进行关注和风险分析。

2 大中型水电站工程勘察应满足各工程建设阶段深度要求,地质研究成果应反映工程区地质条件,逐步查明、探明不良工程地质问题和危害,提出降低工程建设风险的处理措施建议。

3 工程主要建设方案应在提出全面、合理比选方案的基础上,开展同等工作深度的比较工作,特别是工程规模、设计蓄水位、装机台数、坝(闸)址、挡水建筑物形式和枢纽区布置格局、重要机电和金属结构设计、施工导流及施工安排等方案宜通过综合技术经济比较确定。

4 各阶段规划设计成果报告应通过内部、外部专业技术评审和第三方单位咨询或审查等工作过程,识别风险因素,并应采取应对措施进行预防或规避。

5 在流域水电规划及水电站各设计阶段,宜对工程风险因素进行辨识和风险分析,必要时可进行风险评价,并应提出风险控制措施。

6 设计应执行工程建设标准的要求,在施工过程中应对工程建设有较大风险影响的施工部位、施工工艺编制施工技术要求,降低工程建设风险。

7 工程施工过程中应进行工程监测设计,根据安全监测信息,及时分析和反馈风险信息,提出可行的风险监控防范措施,降低风险发生概率或损失。

8 在施工过程中宜通过设计交底、图纸会审、参建方各类会议等识别一般风险,及时解决工程施工的技术问题,对施工中存在的风险因素进行辨识,及时修改完善设计成果。

9 设计报告中应对水电站发电、供水、泄洪、排沙、航运、河道

生态泄流等运行提出运行方式和技术要求,降低工程运行风险。

4.4.2 流域水电规划及水电站各设计阶段重大风险控制措施,应符合下列要求:

1 流域水电规划方案存在具有颠覆性的重大风险因素时,应采用规划方案调整等技术措施进行风险控制。

2 应对流域水电规划报告进行咨询和审查,进一步对流域水电规划风险因素进行辨识,确定水电流域开发方案剩余风险及应对处理措施。

3 预可行性研究阶段、可行性研究阶段重大风险,应确定工程规模、工程场址、建筑物形式、水工建筑物整体布置、工程施工布置、工期安排、机电设备运行、工程投资和经济评价等方面存在的重大风险;应针对重大风险因素开展专题研究,重大风险应采取方案调整等技术措施进行风险控制。

4 预可行性研究阶段应针对不同类型的重大风险采取下列措施:

- 1) 水库正常蓄水位等水库特征水位,场址选择,建筑物位置、形式选择应减少对库区环境、水库淹没损失的影响,避免因淹没城镇导致的移民安置人口增加,必要时应选择不确定因素最少的方案;
- 2) 坝址选择应避开重大不良工程地质条件,消除不良地质条件对工程安全的影响;
- 3) 提出的比选坝址方案应合理、全面,并适应不同的水工布置、施工布置情况,比选坝址采用的建筑物设计及施工安排应合理;
- 4) 提出的比选坝型、泄洪建筑物布置、厂址布置、施工布置方案应合理、全面,并适应工程建设条件和情况;
- 5) 电站额定水头的选择应合理,特别是对于水头变幅大的电站,应充分论证水轮机额定水头;
- 6) 水电站过渡过程计算应满足各种运行工况,确保引水发

电系统和机组的运行安全。在设计过程中,有关专业应加强协调,重视专业接口管理;

7)合理配置厂用电系统和直流系统,确保在溃坝、泄洪和水淹厂房、火灾等情况下应急电源的可靠性。

5 对辨识确定的工程建设重大风险因素或技术突破较大的关键性技术问题,应进行专题科学研究论证,并应通过咨询及审查加以验证。

6 工程地形地质条件复杂或社会、环境影响因素复杂的工程,可在预可行性研究阶段增加水库正常蓄水位初步选择专题研究报告、坝址初步选择专题研究报告、坝型初步选择专题研究报告、工程环境影响初步研究报告等阶段性研究报告,对工程建设风险进行深入研究。

7 采用新材料、新技术、新工艺或新设备应开展必要的试验论证研究,必要时应通过第三方咨询单位进行咨询或审查。重要关键技术问题应结合必要的试验或专题报告进行研究。

8 应对重大风险进行排查及识别,选择技术可行及经济合理的应对措施进行风险预防。

9 对施工期间发现的影响工程安全及社会环境的重大风险因素,应进行专题研究和风险评估。

10 工程施工截流前应组织开展工程截流验收,应对施工期年度的导流、度汛方案进行专题研究和风险评估。

11 应结合消防专项验收、枢纽工程重要建筑物专项验收等,对重大风险进行排查及辨识,必要时应采取降低风险等级或规避风险的措施。

12 应通过水电工程下闸蓄水验收,对运用风险进行排查及辨识,必要时应采取有针对性的处理措施,并应满足安全要求再蓄水。

13 开展水电工程安全验收评价,宜通过对水工建筑物、设备、装置实际运行状态及管理状况的调查、分析、查找,辨识建设项

目投产后存在的风险,并应提出合理可行的安全对策及建议。

14 通过水电工程竣工验收发现的工程风险问题,应采取有针对性的处理,并应满足要求后竣工。

4.5 移民风险控制

4.5.1 流域开发规划阶段风险控制措施应收集重大影响对象的资料,其处理方案的确定应经过认真地比选论证。

4.5.2 预可行性研究阶段风险控制措施应符合下列要求:

1 在坝址、正常蓄水位和坝型比选过程中,对可能影响的敏感对象应分析资料的可靠性和准确性,论证是否存在制约性的敏感对象;对经分析论证后存在可以采取处理措施处理的敏感对象,应提出合理、可行的处理方案;对经分析论证后存在不能或不宜采取处理措施处理的敏感对象,应调整坝址、正常蓄水位和坝型的方案。

2 在施工总布置研究过程中,应将节约用地作为比选条件,并应从经济、合理和可操作性等各方面加以综合分析比较。

4.5.3 可行性研究阶段风险控制措施应符合下列要求:

1 分析移民区经济社会状况和安置区资源状况,确定移民和安置范围,拟订移民安置方案;

2 建设征地移民补偿补助标准应结合建设征地区的实际情况和价格水平状况确定;

3 实物指标调查的内容及深度应达到相应技术要求。

5 土建施工阶段风险管理

5.1 一般规定

5.1.1 土建施工阶段风险因素应按施工准备阶段、施工实施阶段和缺陷责任期阶段辨识。

5.1.2 土建施工阶段风险管理应包含下列内容：

1 建立风险管理机制，完善风险管理制度，落实风险管理责任制，有效辨识风险；

2 根据工程自身条件、施工征地移民及外部环境，确定风险偏好、风险承受度、风险管理有效性标准，选择风险承担、风险规避、风险转移等策略，并确定风险管理所需人力和财力资源的配置；

3 使组织、人员、流程相互协调，且使投入的资源产生一个理想的回报。

5.1.3 土建施工阶段风险识别的方法应包含文件资料审查、信息收集整理、检查表法、流程图法、因果图法、WBS分解图法等。

5.1.4 土建施工阶段应采用定性、定量或综合方法评估风险。

5.1.5 土建施工阶段风险管理目标应为通过“人、机、料、法、环”的管理，确保人员安全、工程安全和财产安全，实现参建各方的战略目标、合规目标和盈利目标。

5.2 风险因素辨识

5.2.1 施工准备阶段风险辨识应包含下列内容：

1 承包商转包或者违法分包工程；

2 项目部管理组织机构不健全，不适应工程管理需要；

3 潜在的供货商资源不足,不能获得优质、优价和数量充足的物资;

4 自营队伍人力资源配置不能满足风险管理工作的需求;

5 材料和机械设备的中标价格与市场价格发生巨大差距;

6 建筑材料开采地发生变更、机械设备进场及使用、维护不方便;

7 施工总体布置不合理,与项目的具体地质条件、地理条件、水力条件、其他自然条件及施工区移民搬迁等不符,造成相应的风险。

5.2.2 施工实施阶段风险辨识应主要包含下列内容:

1 承包商未按照工程设计图纸和施工技术标准施工,未严格按照设计要求施工,偷工减料,造成工程质量的风险;

2 承包商未按照工程设计要求、施工技术标准和合同约定对建筑材料、建筑构配件、设备和商品混凝土进行检验,检验无书面记录和专人签字,使用了未经检验或者检验不合格的原材料和中间产品;

3 工程监理单位未依照法律、法规以及有关技术标准、设计文件和建设工程承包合同认真履行监理责任;

4 设计单位提供的设计图纸不规范、不及时,导致实施阶段停工待图;

5 承包商未按照《中华人民共和国安全生产法》及有关法律、行政法规和国家标准或行业标准的规定制定和完善各项工作标准和规则,或未严格按照施工规范的要求执行各专项安全措施,未实施监督检查,造成安全管理及工程施工过程中的风险;

6 发生重大设计变更,导致承包商大量索赔;

7 施工期出现严寒、酷暑、狂风、特大暴雨、洪水、泥石流、塌方等自然灾害,给工程造成意外的损失;

8 通货膨胀造成工程成本的上升;

9 保险方案中应投保项目未进行投保,投保的范围不满足项

目风险转移的特性,造成风险;

10 因移民征地问题导致施工阶段停工或无法按期正常施工;

11 特种作业人员的心理、生理状态不佳导致指挥错误、操作错误、监护错误等可能导致的安全风险;

12 机械设备或工器具性能不稳定或防护缺陷导致的安全风险;

13 易燃、易爆等材料,危险化学品,有毒、有害气体,粉尘和放射性物品可能导致的伤害;

14 施工环境不佳,可能存在的致病的微生物、传染病媒介物、致害动物、致害植物,以及其他生物性危险和有害因素;

15 安全管理机构不健全、职责不落实、制度不完善、培训不到位、投入不足等;

16 未对物体打击、车辆伤害、机械伤害、特种设备伤害、触电、溺水、灼伤、火灾、高处坠落、坍塌、冒顶片帮、透水、爆破、瓦斯爆炸和中毒等危险因素进行有效辨识。

5.2.3 缺陷责任期阶段风险辨识应包括下列内容:

- 1 缺陷责任期内发生返修的风险;
- 2 责任方不及时消缺,消缺成本大于质保金的风险。

5.3 风险因素评价

5.3.1 施工准备阶段风险评价应包括下列内容:

1 根据具体的施工条件和环境进行建设工期提前或延误风险评价;

2 征地移民、拆迁及场地准备等风险评价。

5.3.2 施工实施阶段风险评价应符合下列要求:

1 工程施工组织设计及技术方案可靠性风险评价,应重点考虑水文地质条件、施工监测布置及监测预警标准、现场风险管理制度及组织的建立情况、施工安全度汛技术措施及抢险物资储备、施

工营地安全防护、地质灾害、施工环境影响、劳动安全卫生管理等内容。

2 对人工开挖边坡的危险性分析,除应看到边坡失稳的概率,还应看到失稳后造成的危害后果。采取处理措施后,还应进行剩余风险分析。

3 有压隧洞等地下工程风险评价,应主要考虑隧洞沿线的围岩特性和地质构造、沿洞线的水文地质情况、洞口洞脸边坡的稳定情况、影响施工安全的地质现象、影响生态环境的地质情况、高低温情况、隧洞开挖洞线与岩层层面主要构造断裂面及软弱带的走向夹角、有压隧洞洞身部位岩体最小覆盖厚度、相邻隧洞之间的岩体厚度。

4 度汛风险。

5.3.3 缺陷责任期阶段风险评价应符合下列要求:

1 对重要隐蔽工程和分部工程验收应按照相关规范执行;

2 对大坝基础和防渗工程、大坝及其他挡水建筑物的高程、坝体接缝灌浆等是否满足水库初期蓄水要求等,工程质量验收应严格执行合同文件规定的标准和国家现行有关工程建设标准;

3 对蓄水、泄水所需的闸门、启闭机电源等可靠性应严格进行风险评价;

4 对影响工程安全的渗漏、浸没、滑坡、塌方等方面应严格进行风险分析。

5.4 风险控制措施

5.4.1 施工准备风险控制措施应符合下列要求:

1 项目资金和其他建设资金应落实,资金来源应符合国家有关规定,承诺手续完备,并经相关部门认可;

2 项目施工组织设计大纲编制内容应符合相应技术要求;

3 项目施工监理应及时进驻现场,设计图纸交付应严格按协

议执行,项目主体工程(或控制性工程)的施工图纸可至少满足连续三个月施工的需要;

4 应根据征地移民规划,使施工区移民搬迁满足工程要求。

5.4.2 施工实施阶段风险控制措施应符合下列要求:

1 项目管理团队中主要岗位管理人员应具有管理经验和相应的职业资格证书。

2 应建立健全对项目部及负责人业绩的及时反馈、信息及时掌握制度,以制度管人、管事,减少人为失误和损失。

3 分包实施过程中应及时检查考核,对存在的问题应及时要求分包方整改。当分包商确实无力完成所承担的任务时,应立即更换。

4 人工开挖边坡和地下工程施工中进行地质观测和预报,在地质编录过程中,出现地基的实际情况与原设计所依据的资料和结论有较大的变化时,应及时提出临时支护措施和修改设计意见。出现异常变化,将导致失稳引起破坏时,应及时采取加固处理措施。

5 施工导流期时,应对超标准洪水进行分析,并应制订专项防洪预案。

6 应随时关注市场动向,了解国家相关政策和区域发展规划,把握总体或区域市场价格趋势,预计市场价格将上涨时,可提前预订或采购相关货物,预计市场价格将下降时,可暂缓采购相关货物。

7 质量风险控制应包含下列内容:

1)主体工程施工前,应进行单元、分部、单位工程划分;

2)应按照工程设计要求、施工技术标准和合同约定,对建筑材料、建筑构配件、设备和商品混凝土进行检验,检验应有书面记录和专人签字;未经检验或者检验不合格时,不得使用。并应建立完善有效的建筑材料、半成品、建筑构配件检验合格准入制度;

3)应按所承建工程的规模和建筑物的等级,配备相应级别的工地试验室,测试仪器、设备应按计量部门要求经过检验;

4)质量检查应按初检、复检、终检的“三检制”程序进行。隐蔽工程在隐蔽前,应按规定通知相关参建各方。

8 应按现行国家标准《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T 13861 的有关规定等,对施工现场的危险和有害因素进行准确辨识。

9 应按规定保证充足的安全生产投入。

10 应加强安全生产教育培训,所有参建人员应熟练掌握有关安全的法律法规及技术规程、规范。

11 应严格执行班组之间和前、后班之间的安全、技术交底制度。

12 应严格执行班前 5 分钟安全生产教育制度,并应有记录。

13 应用先进的科学技术、信息技术进行风险控制。

5.4.3 缺陷责任期阶段风险控制措施应包含下列内容:

1 库底及库周边可能渗漏地段的处理情况;

2 岸坡特别是近坝库岸的稳定性及处理情况;

3 可能产生浸没地段的防护措施;

4 对影响水库安全的泥石流、泥沙发生区的防治措施;

5 核实前期勘察阶段预测可能发生水库诱发地震潜在震源区的基本情况以及监测台网设置情况;

6 做好工程外观质量维护和混凝土表面裂缝处理工作。

5.4.4 施工导流重大风险控制措施应符合下列要求:

1 规模巨大且在国民经济中占有特殊地位的水利水电工程,其导流建筑物的级别和设计洪水标准,应经充分论证后报上级批准;

2 导流建筑物设计洪水标准应根据建筑物的类型和级别选

择,并结合风险度分析,使所选标准经济合理。同时应计及超标准洪水的应急措施。

5.4.5 岩石边坡失稳重大风险控制措施应符合下列要求:

1 在枢纽布置及方案比较中,应将人工开挖边坡的稳定问题作为比选内容之一,并应充分考虑人工开挖高边坡的不利影响,同时应优选枢纽布置方案;

2 当枢纽布置方案确定后,应加强人工开挖边坡勘探及计算分析。

5.4.6 地下工程施工重大风险控制措施应符合下列要求:

1 应采用地质预报技术;

2 地下开挖工程应符合相关标准的要求;

3 应采用适用于软弱围岩条件的隧洞施工技术;

4 应执行隧洞设计规范;

5 应重点控制薄弱环节。

5.4.7 泥石流重大风险控制措施应符合下列要求:

1 营地建设应避开易出现山体滑坡、冲沟等不安全的地带;

2 选择坝址和坝线时,应避开可能发生较大泥石流的冲沟;

3 在泥石流频发地区,水工建筑物和临时建筑物不能避开易发生泥石流的冲沟时,应严格按规范设计、施工;

4 冲沟洪水流量应按规范规定以及所保护建筑物等级及防洪标准合理确定,并应做好相应泄洪和防洪工程;

5 泄洪沟的泄洪能力宜大于该冲沟设计洪水,并应充分考虑泥石流的影响,同时应增加相应排沙设施;

6 工程建设与拦沙坝、水土保持等泥石流综合治理工作应同步进行;

7 应按施工组织设计要求堆放弃渣;

8 应合理布置进厂公路。公路入厂房前宜有倒坡,公路旁宜

有相应的排水设施；

9 大坝和厂房各入口或排水洞口底高程宜高于冲沟设计洪水位；

10 暴雨期间应根据附近暴雨、滑坡、泥石流发展情况，及时启动应急预案、疏散人口、导引洪水和泥石流。

6 金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理

6.1 一般规定

6.1.1 水电工程金属结构及机电设备安装工程阶段应包括金属结构及机电设备(重大件)运输、设备仓储(露天存放场)、金属结构制作与安装、机电设备安装及调试。

6.1.2 水电工程金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理内容,应包括针对水电工程金属结构及机电设备安装工程阶段施工特点,制订现场风险管理制度与专项工程作业流程指导书,编制关键节点工程风险管理专项文件、突发事故或事件的应急救援预案,建立风险预报、预警及预控机制。

6.2 风险因素辨识

6.2.1 金属结构及机电设备(重大件)运输风险因素辨识应包括下列内容:

1 驾驶人员不熟练或疲劳驾驶,运输车辆、船舶带病行驶,安全制动系统失灵导致交通事故造成设备损坏和人身伤害;

2 超过运输道路、桥梁、涵洞等的承载及通过能力行驶,造成垮塌、倾翻事故;

3 重要设备或重大件设备运输安全技术方案有缺陷、重要条件发生变化时未对方案进行修改,导致发生事故;

4 运输途中突发的雷击、暴雨、暴风引起的设备损坏、倾覆、人员伤亡等;

5 装、卸车起重设备能力不足或停靠位置不合适造成设备损坏。

6.2.2 设备仓储(露天存放场)风险因素辨识应包括下列内容:

- 1 仓储条件不能满足特定的要求；
- 2 设备及材料未作标示(标记),易燃、易爆、危险品混装,过期变质油料、涂料等随意倾倒等造成生命、财产损失和环境污染；
- 3 仓库(露天存放场)布置在易发生塌方、泥石流、淹没、火灾等处,因自然灾害造成设备损坏或人员伤亡。

6.2.3 金属结构制作与安装风险因素辨识应包括下列内容:

- 1 施工现场安全防护装置不足或缺失,存在上下交叉作业而未采取有效防护措施,导致人身伤亡事故或设备损坏；
- 2 特种作业人员及无损检测人员不具备相应的操作技能,操作失误引发安全、质量事故；
- 3 施工材料质量缺陷,施工机具、设备不符合操作要求或存在质量缺陷,各种测量仪器、仪表未经检测而失准,导致质量事故发生；
- 4 未按规定要求进行焊接工艺评定或焊接方法、焊接材料、焊接设备选用不当,闸门门槽、蜗壳、尾水管、压力管道等结构埋件在混凝土施工时变形,导致质量事故发生；
- 5 射线探伤作业时,未设置警示标志和封闭隔离区域,造成人员辐射伤害；
- 6 大型构件翻身或抬吊前未编制施工方案,现场指挥人员疏忽或吊装人员操作失误,导致人身伤亡事故或设备损坏；
- 7 大型施工排架搭设未编制方案或未经专家审查,不按规定搭设和验收,造成排架坍塌或高空坠落事故；
- 8 对采用的新技术、新工艺、新材料、新设备未做专门研究或专项试验,造成技术准备不充分,影响施工质量和进度,甚至造成对人体的伤害及环境污染；
- 9 喷砂、除锈、防腐作业风险。

6.2.4 机电设备安装及调试风险因素辨识应包括下列内容:

- 1 安装调试人员不具备相应的能力,未按操作规程和设备厂

家技术文件进行调试,操作失误引发安全、质量事故;

2 施工现场交叉作业未采取有效防护措施,特种设备的安装及调试未按规定进行,导致人身伤亡事故或设备损坏;

3 大型设备吊装未编制施工方案,吊装人员操作失误或现场指挥人员疏忽,导致人身伤亡事故或设备损坏;

4 施工材料存在质量缺陷,施工机具、设备不符合操作要求或存在质量缺陷,设备的检验或测试不足,施工材料或零部件未经复核检验,施工材料、工器具遗忘在机组内,导致质量事故发生;

5 对采用的新技术、新工艺、新材料、新设备未做专门研究或专项试验,造成技术准备不充分,影响施工质量和进度,甚至造成对人体的伤害及环境污染。

6.3 风险因素评价

6.3.1 风险因素评价应根据本规范第 3.3 节~第 3.5 节的规定对水电工程金属结构及机电设备安装工程风险进行危害分析、等级评定和分析排序。

6.3.2 金属结构及机电设备安装工程阶段风险因素评价,应包括水轮发电机组和电气设备的运输、安装、调试,以及闸门、启闭机、压力钢管等金属结构的制作、安装等方面风险评价。

6.4 风险控制措施

6.4.1 一般控制措施应符合下列要求:

1 风险控制的方法应依据风险控制的策划原则,结合实际情况选择控制方法,包括制订目标、指标和管理方案,执行有关程序文件,编制作业指导书等,并进行必要的风险因素监测;

2 完善各项现场风险管理制度,现场区域作业人员宜执行登记制度,应对施工人员进行施工风险交底及安全技术培训等;

3 起重吊装工程、高处作业或特种脚手架搭设、拆除等风险较大的分部分项工程,施工前宜做充分技术准备,应采取保证施工

作业人身及设备安全的措施；

4 评估审核施工组织设计、施工技术方案及安全措施，评估审核金属结构及机电设备调试方案。

6.4.2 金属结构及机电设备(重大件)运输风险控制措施应符合下列要求：

1 车辆应检测合格，不应带病或超载行驶；船舶应适航，并应经检验合格，不应带病或超载航行；

2 运输超宽超长或重型大件设备，应对路基、桥梁、涵洞的承载能力，弯道半径，险坡，沿途架空线路的高度，隧道净空和其他障碍物进行调查分析，编制安全技术方案，应在确认可行并办理相关运输审批后再实施；

3 对大件金属结构设备运输途中可能发生的雷击、暴雨、暴风等自然灾害引起的设备损坏、倾覆、人员伤亡等，应编制应急预案；

4 重大件及精密设备吊装作业，宜制订施工安全技术措施方案和作业程序指导书，施工前应对全体作业人员进行分工及安全技术交底。

6.4.3 设备仓储(露天存放场)风险控制措施应符合下列要求：

1 仓库(露天存放场)场地选址及布置应合理，存放设备、材料的场地应平整坚固，周围通道应畅通，地面排水系统应合理畅通，并应配有防雷电设施，应符合设备仓储及吊运条件；

2 设备、材料存放应整齐有序，应按规划区域及要求标识后存放，钢管等金属结构材料存放时应垫稳，应采取防止倾倒、滚动及变形的措施，易燃、易爆、危险品应存放在专用场地，并应安排专人管理，不应与设备材料混放。

6.4.4 金属结构制作与安装风险控制措施应符合下列要求：

1 现场施工设施应符合安全要求，高处临边作业面应设置安全防护栏，并应悬挂安全网，上下交叉作业应设置安全防护平台、隔离棚或安全网等安全设施；

2 特种作业人员应按特种作业安全技术规程作业。应正确使用防护装置和防护设施,不应任意拆除和随意挪动安全防护装置和设施,高温作业时应采取相应保护措施;

3 焊接施工前应检查所使用的工器具、设备及安全设施完好可靠,焊接材料应符合质量要求,总拼装前应制订技术方案、安全技术措施,密闭容器焊接应采取相应措施;

4 作业前应划定警戒区和悬挂警告标志,并应提前通知在警戒区内的人员撤离,作业时应专人警戒;

5 大型构件翻身、抬吊作业应编制施工安全技术措施方案和作业程序指导书;

6 大型设施排架施工宜根据设计图纸和工程状况,制定安全技术措施,并应编制作业指导书。排架作业人员应经过专业培训,施工前应进行安全技术交底。排架搭设完成后应经工程技术、施工管理、安全监督和监理人员联合检查验收合格签字后再挂牌投入使用。

6.4.5 机电设备安装及调试风险控制措施应符合下列要求:

1 机电设备安装宜在安装施工前编制专项施工方案和安全技术方案,施工作业前应进行安全技术交底,施工照明应按使用要求和施工作业环境进行布置,高处作业应按安全规定搭设工作平台,并应设置安全防护栏和安全网;

2 电气高压试验区应与施工区隔离,设围栏、警戒线和悬挂标示牌,并应安排专人警戒监护;

3 大型部件吊装应制订安全技术措施方案和作业程序指导书,应对作业人员进行安全技术交底,重大构件的吊装应成立临时专门机构负责统一指挥。

6.4.6 针对自然灾害、复杂水文和地质条件、复杂施工工艺、恶劣天气、突发事件,以及采用新技术、新工艺、新材料、新设备等可能导致的重大风险,应编制应急预案并保障应急物资。

7 试运行阶段风险管理

7.1 一般规定

7.1.1 水电站试运行阶段的风险管理应包括大坝及厂房、设备设施、电力系统、库区(含枢纽区)、船闸运行等方面风险管控。

7.1.2 水电站试运行阶段的风险管理应包括自然灾害、火灾、水电站全站停电等方面风险管控。

7.2 风险因素辨识

7.2.1 大坝及厂房风险因素辨识应包括下列内容：

1 汛期发生特大暴雨时,入库流量超过校核洪水流量,无法及时宣泄,造成洪水漫坝或垮坝及水淹厂房；

2 水电站厂用电源故障,导致泄洪建筑物闸门不能开启,影响电厂正常泄洪,从而导致洪水漫坝；

3 库区大滑坡造成河道堵塞,形成天然拦河坝,堵断江流,最后漫顶溃决,形成超标准洪水,造成洪水漫坝；

4 水电站大坝上游近坝区边坡,在异常情况下的快速滑塌,涌浪可能会造成大坝漫顶过流；

5 泄洪能力设计不足、枢纽布置不合理、超标洪水宣泄等导致护坦大面积掀起及坝后冲坑,导致垮坝；

6 水情调度错误,洪水来不及开闸宣泄导致漫坝；水库水位超过校核洪水位且得不到有效控制,下游水位猛涨时,水从厂房进厂交通门、洞,尾水渠交通洞或从上游漫坝水淹厂房；

7 坝基(坝肩)地质条件认识不清,大坝基础地质缺陷导致大坝失稳破坏或溃决；

8 大坝设计不合理或施工质量低劣,导致大坝结构破坏或

溃决；

9 因地震、闸门结构垮塌、漂浮物堵塞溢洪道等导致洪水漫坝造成垮坝风险；

10 机组尾水管进入门、蜗壳进入门损坏造成水淹厂房。机组检修且蜗壳进入门或尾水管进入门开启状态下，误提进水口闸门或尾水闸门，导致水淹厂房（廊道）；

11 尾水洞、调压室、泄洪建筑物、压力钢管、进水口建筑物因外力导致破坏或机组压力钢管、引水管道严重爆裂，导致水淹厂房。

7.2.2 设备设施风险因素辨识应包括下列内容：

1 发电机非同期并列冲击及近距离电网故障、绝缘老化等引起发电机短路事故，水内冷发电机组定子堵头及管路漏水造成定子绕组短路事故，发电机转动部分故障引起发电机扫膛事故。

2 变压器及电抗器设计缺陷或安装失误引起事故，绝缘老化匝间或相间短路、绝缘老化或变压器油受潮带电体对外壳短路，套管漏油裂纹绝缘击穿短路事故。

3 水轮机运行在振动区使水轮机各部件机械疲劳损坏，多个剪断销剪断机组不能停机，水轮机事故动作停机中进水口闸不能动作，分段关闭不合理导致抬机或机组超速，超速保护不能正确动作停机导致机组飞逸至转动部分与固定部分碰撞事故。水轮机事故过渡过程计算不周和设备设计强度偏差等造成设备损坏，引起水淹厂房重大事故发生。

4 门机、桥机、泄水设施等发生机械事故，门机发生倾覆事故。压力容器等特种设备存在缺陷或操作不当导致发生事故。

5 高压断路器故障引起断路器拒动或误动导致设备损坏及电网事故。隔离开关操作机构及电气闭锁装置故障导致设备停电及电网事故。

6 电力监控系统、电力通信及数据网络系统设备故障导致保护误动或拒动、监控系统失控等事故。

7 设备保护及安全自动装置配置和整定计算不合理、二次寄生回路干扰导致保护误动或拒动,引发电网事故。

8 水电站接地网不满足设计要求,设备接地与主接地网未连通或连接不牢固导致设备损坏或电网事故。

7.2.3 电力系统风险因素辨识应包括下列内容:

1 输电线路输送功率超过稳定极限值运行造成静态稳定破坏;

2 电力网事故导致系统频率、系统电压崩溃等;

3 遭遇输电通道受阻或受电区域负荷异常下降等,无法完成发电任务,造成较大的经济损失;

4 电力二次系统遭受黑客或恶意代码的攻击后,引发电力系统事故。

7.2.4 库区(含枢纽区)地质灾害风险因素辨识应包括下列内容:

1 地势高差较大、斜坡陡峻的高山峡谷区,特别是有孤立或突出山嘴的地带发生崩塌。崩积物落入江河中,形成巨大的涌浪推翻或击沉船只,以及形成急流险滩而影响或中断航运等。

2 库岸及边坡受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素影响,在重力作用下形成滑坡。下游库岸滑坡,堵塞发电尾水出口或泄水建筑物出口;上游库岸高速滑入水库激起巨大涌浪,对大坝形成很大的冲击荷载,甚至漫顶,导致大坝失事;滑坡体堆积物还可能堵塞发电和泄洪进水口,严重的导致水库报废。

3 库区山体由于暴雨、冰雪融水将沟谷中松散岩土体向下游开阔地倾泻形成泥石流,摧毁房屋林木,淹埋耕地、道路及渠道,造成巨大灾害。发生近坝泥石流,阻塞进水口、尾水口或泄洪洞进口、出口等,严重的阻塞河道、淤积水库。

7.2.5 船闸运行风险因素辨识应包括下列内容:

1 闸门风险应包括下列内容:

1)金属结构变形或开裂;

2)输水阀门流激振动剧烈,影响正常开启和关闭;

- 3) 不明障碍物卡阻;
 - 4) 启闭机故障及控制系统故障。
- 2 通航建筑物风险应包括下列内容:
 - 1) 库岸失稳, 导致淤积或堵塞航道;
 - 2) 结构物方面, 应包括浮式系船柱故障、防撞警戒装置故障、船闸水工建筑物严重变形或开裂、靠船墩故障。
 - 3 船舶事故风险应包括下列内容:
 - 1) 通航船舶货物自燃或人为因素引起的火灾;
 - 2) 闸室内船舶相撞或船舶与闸室混凝土结构物相撞等;
 - 3) 危险物品或燃油泄漏, 危险品货物等引起的爆炸;
 - 4) 环境因素或操控失误引起的翻沉;
 - 5) 船舶间或船舶与闸门发生卡阻风险;
 - 6) 环境因素或设备故障导致的搁浅。
- 7.2.6 自然灾害风险因素辨识应包括下列内容:
- 1 冰雪;
 - 2 冰雹;
 - 3 雷电、暴雨;
 - 4 洪水;
 - 5 大风(龙卷风);
 - 6 地震;
 - 7 枯水年。
- 7.2.7 水电站全站停电风险因素辨识应包括下列内容:
- 1 主接线不合理, 因自然灾害或故障引发全站全部输出线路跳闸, 或者变配电设备发生事故, 导致电站与主网解列, 全站停电;
 - 2 主设备保护误动及监控系统失控造成全站停电;
 - 3 水电站稳控装置误动作切机、机组失磁或非同期并列导致发电机不同步运行、输电线路输送功率超过极限值造成静态稳定破坏、系统事故导致系统频率、系统电压崩溃等引起系统瓦解, 导

致全站停电；

4 机组事故跳闸或大负荷线路跳闸,造成系统低周减载或高周切机装置动作,水电站与主网解列,导致全站停电。

7.2.8 火灾事故风险因素辨识应包括下列内容：

1 发电机组、变压器等电气设备短路着火,引发整个厂房大面积火灾事故；

2 电缆廊道内电缆过载过热、电缆绝缘损坏、电缆头故障等导致电缆廊道火灾,使水电站设备失去动力电源或失去控制；

3 油系统泄漏着火导致火灾；

4 检修或施工现场动火作业,措施不当引燃可燃物造成火灾事故；

5 消防设施不健全或消防功能不完善,不能及时火灾报警或自动灭火导致火灾事故。

7.2.9 人身伤亡事故风险因素辨识应包括下列内容：

1 设备检修中,由于所做安全措施没有到位或不全,或者是检修人员违章作业,造成检修人员机械伤害、触电、高空坠落等；

2 设备运行中,由于误操作或设备缺陷,出现高压管道及压力容器破裂、电气设备接地、人员触电、高空坠落、机组飞车等造成人身伤亡；

3 油库、油罐区、变压器、发电机组及生产行政办公楼火灾,造成生产人员及周边地区居民的人身伤亡。

7.3 风险因素评价

7.3.1 风险因素评价应根据本规范第 3.3 节～第 3.5 节的要求对水电站试运行阶段风险进行危害分析、风险评价、等级评定和分析排序。

7.3.2 试运行阶段风险因素评价应包括挡水建筑物、厂房、升压站、送出线路、引水建筑物、通航建筑物等。

7.4 风险控制措施

7.4.1 一般应对措施应符合下列要求：

1 应采取消除风险的措施；在条件允许的情况下，应用低风险、低故障率的装备代替高风险装备；对不能立即消除的风险因素应进行隔离。

2 应利用安全帽、安全带、安全网、防坠器、绝缘工具等各类劳动保护用品，实现对工作人员人身安全、健康的保护。

3 应建立健全安全生产责任制及安全管理规章制度，明确各级各类人员安全职责。从业人员应进行上岗安全技术培训。外包工程项目施工前应进行安全技术交底、签订安全协议、明确双方安全责任。应开展日常、节假日、季节性安全检查，应对高边坡、特种设备、运输设备、重要设备、施工用电、防洪度汛、防火等进行专项安全检查，及时发现风险，组织整改。

4 设备操作及检修作业应执行操作票制度和工作票制度，动火作业应实行动火工作票管理，并应专人进行监护。应保持消防设施完好及功能完善。

5 应完善工作现场安全警示标识，并应做好孔洞的封堵，高处作业平台及孔洞门盖板打开后应及时加装遮拦，并应做好防高空坠落与物体打击的安全措施；对起重、电焊、搭拆排架等特种作业，发电机转子、转轮等大型部件起吊作业，应编制专项安全技术方案；应按安全规定对现场施工用电及照明进行管理。

7.4.2 大坝及厂房风险控制措施应包括下列内容：

1 应制订大坝安全监测管理制度和操作规程，建立大坝安全监测技术档案，应定期对大坝变形及渗流渗压情况、近坝区边坡运行情况、泄洪闸门及闸门启闭设备运行情况、供电设施运行情况、防汛道路畅通情况进行监测检查，及时整理、分析监测数据。

2 应对大坝进行安全评价及定期安全检查，涉及大坝稳定、大坝整体性裂缝等对大坝安全影响较大的重大工程缺陷和隐患，

应明确落实除险、加固等治理方案,并将责任落实到人。

3 应执行经防汛抗旱指挥机构批准的水库调度方案,合理调度洪水,当库水位达到正常蓄水位及以下时,宜每天 1 次监测检查;当库水位达到正常蓄水位以上时,应实行 24h 监测和巡视检查。

4 应定期检查水电站人孔门、压力管道,发现异常应及时处理,应制订并落实提机组闸门操作的安全措施,应编制水淹厂房(廊道)事故应急预案。

7.4.3 设备设施风险控制措施应符合下列要求:

1 应利用在线或离线监测手段对设备进行监测,应掌握泄水设施、水轮发电机组、变压器及各类辅助设备的运行状态,进行风险趋势分析。应按规定做好设备设施运行中的巡回检查、日常维护、状态诊断及趋势分析,及时发现缺陷并消除。

2 水电站应按规定定期对接地网接地电阻进行测试,对设备、设施的接触电势、跨步电压进行测量。应对设备、设施的接地引下线与地网的导通情况进行检测,保证水电站接地系统完好。

3 水电站机电设备安装调试及试运行应编制相应的调试程序及试验方案,并应编制事故应急预案以及制订反事故措施。

4 水电站宜以设备状态为依据、以状态检修与预防检修相结合,消除设备故障,对危及安全的设备设施及频发性故障设备应利用成熟的新设备和新技术进行设备技术改造,应避免设备的过维修和欠维修,对检修过程应进行控制,应消除设备及检修过程中存在的风险。

5 电力监控系统、电力通信及数据网络系统重要通信设备应采用主备方式建设,其主备通道相关线缆宜分走两条不同输电线路或电缆沟道,构成双路由配置。

6 应合理配置及整定计算保护、安全自动装置,220kV 及以上主变压器及母线等保护应双重化配置,继电保护操作电源应可靠。

7.4.4 电力系统风险控制措施应符合下列要求：

1 应按水电站外送断面稳定限额调整机组出力,严密监视系统频率、联络线潮流和 AGC 运行情况,保证机组励磁系统 PSS 按规定正常投入运行,当发现异常时,应立即采取措施;

2 应按调度下达的电压曲线和指令要求监视和调整电压,严密监视 AVC 运行情况,当发电机无功出力调整达到极限后,母线电压仍不能满足要求时,应及时汇报调度;

3 在负荷调整和倒闸操作时,应按要求提前调整线路潮流和线路电压,并应保证线路潮流、机组有功无功负荷、系统频率和电压在要求范围内;

4 电力二次系统安全防护应坚持安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的原则,保障电力监控系统和电力调度数据网络的安全。

7.4.5 库区(含枢纽区)地质灾害风险控制措施应符合下列要求：

1 水电工程建设运行单位应对库区库岸地质灾害险情进行巡视检查,因水电工程建设可能引发地质灾害时,建设运行单位应加强地质灾害动态监测。

2 发生地震、暴雨、洪水和其他异常情况后,水电工程建设运行单位应组织大坝巡视检查及库岸滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害专项检查;水库消落期及水库蓄水期,特别是水库首次蓄水时,应加强高边坡失稳、库岸滑坡等重点检查,发现险情应及时采取措施。

3 对库区可能形成的库岸滑坡、崩塌点,应填埋裂缝,应进行地表排水处理,并应植树种草防护坡面。汛期应特别加强危险点巡视监测,对风险较高的库岸滑坡、崩塌点地质灾害危险区的边界应设置警示标志,并应进行搬迁或临时避让,对可能形成泥石流的下游沿途应进行暴雨避让,并应保证地质灾害危险区内人民生命和财产安全。

7.4.6 船闸风险控制措施应包括下列内容：

1 应遵守通航过闸秩序,核实船舶尺寸;合理组织通航,操作人员加强船舶进闸监控,大风大雾时控制性运行。

2 应强化闸室充泄水过程中船舶状况监控,发现异常及时紧急关闭输水阀;船舶靠泊完成后,应确认发出关门指令,出现异常则紧急停机;定期检查系船柱,损坏的及时修复,未修复的做好警示,提醒船舶。

3 应加强设备现场巡检和监视,及时发现设备运行中的异常情况,严格执行起重安全规程及动火作业安全规定,按检修规程要求定期对设备维护检修。

4 危险品船舶过闸时,应严格安检,船闸应配备足够的消防设备和器材,确保消防设备处于热备状态,合理组织危险品船舶通航,及时发布危险品过闸计划,及时现场监护,严格按照规定执行过闸全程安全监护。

7.4.7 自然灾害风险控制措施应符合下列要求:

1 冰雪天气应清除设备冰溜、冰挂、输电线路覆冰,对有倾覆危险的杆塔应进行加固处理;融冰设施应运行正常。

2 冰雹天气应检查室外电气设备瓷瓶、绝缘子、母线、支撑柱、管道受损情况,发现异常应申请停电处理;室外作业人员应及时撤离现场。

3 雷雨季节前应定期对电站防雷设施进行全面检查,应保证防雷设施完好及接地符合要求,并应做好设备故障停电、水工建筑损坏及电网事故的应急准备。

4 应合理调度洪水下泄,密切关注上下游水位,加强廊道、孔洞、排水管路、逆止阀、真空破坏阀的返水情况检查,并应防止廊道孔洞进水、管路阀门返水致使水淹厂房或廊道事故发生。应根据水情做好漫坝(溃坝)、厂房进水、水工建筑损坏、全站停电的应急准备。

5 对运行设备周围存在的易被大风吹起的物品应转移或固定,门机防风位移措施应到位,室外作业人员应及时撤离现场。

6 当发生地震时应采取避险措施进行人员应急疏散;应检查人员伤害状况,大坝、厂房及水工建筑物裂缝、沉降及倾斜情况,以及设备受损情况,应保障泄水设施运行。

7 针对自然灾害事故,应编制自然灾害风险专项应急预案。

7.4.8 水电站全站停电风险控制措施应符合下列要求:

1 应合理安排水电站运行方式,使母线电压及输送功率满足稳定要求,并应保证机组稳定运行;

2 应严格设备检修和倒闸操作管理,严禁机组非同期并列,应防止误碰、误动和误操作运行设备;

3 应制订继电保护、监控系统、稳控装置、直流等二次系统管理规定,应合理整定保护定值;

4 应制订落实防止水电站全站停电事故预防措施,特别是单机、单母线、单线路情况下的保障措施。应编制水电站全站停电黑启动应急预案。

7.4.9 对于重大风险,水电站试运行应重点做好风险预控,应做到早发现、早纠正、早整改,应控制事故的发生或将事故的损失降到最低程度;应编制重大风险应急预案,并应做好应急准备,同时应定期组织演练。

8 风险控制专项措施

8.1 一般规定

8.1.1 项目建设应制订并落实应急管理制度,完善应急管理体系,加强应急设施、装备、物资管理,保证应急资源充足,预防或减少突发事件带来的损失。

8.1.2 风险控制专项措施工作重点应包括下列内容:

- 1 隐患排查;
- 2 风险监控;
- 3 应急管理。

8.2 隐患排查

8.2.1 项目建设应建立健全隐患排查制度,并应与现有的各项管理制度相融合。

8.2.2 项目建设应在开工前辨识并评估工程项目施工建设重大危险源。

8.2.3 隐患排查的方法应以现场排查方式为主、其他方式为辅。隐患排查中发现的问题应采用下列方法解决:

- 1 隐患技术控制应包括消除、预防、减弱、隔离、防护、控制、警告;
- 2 隐患行为控制应包括教育培训、专项技能考核;
- 3 隐患管理控制应包括建立健全隐患排查制度,明确责任或制订各项预案或措施,加强风险治理日常工作定期检查,加强信息反馈和及时整改,进行隐患排查管理的建档及考核、奖惩工作。

8.3 风险监控

8.3.1 应认真分析所在地区的自然灾害风险,确定防范自然灾害

的重点部位、重点时段,并建立对地震、洪水、泥石流、山体滑坡、台风等重大灾害的预警机制及相应措施。

8.3.2 应每季度组织对风险管理的实施状况进行监控,应对监控过程进行记录并保留相关记录。特殊情况、重大风险的监控应增加监控的频次。

8.3.3 风险监控的形式可采用现场检查、风险例会等形式。

8.3.4 风险监控的内容应包含下列方面:

1 风险管理计划的执行情况,包括机构人员、制度建设、资源配置等情况;

2 风险控制措施的实施情况及效果;

3 重大风险的分布及应对措施效果情况。

8.3.5 风险监控过程中发现的问题,应按风险隐患排查的要求进行整改,并应对整改措施的有效性进行确认,同时应保留整改相关的书面记录。

8.3.6 对风险监控的实施应进行信息沟通。

8.4 应急管理

8.4.1 应急管理工作应包括下列主要内容:

1 应急预案;

2 应急响应;

3 应急救援。

8.4.2 应急预案的编制应符合下列要求:

1 应按现行行业标准《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》AQ/T 9002 的要求,编制应急预案并实施分级管理;

2 综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案之间应相互衔接,并与所涉及的其他单位的应急预案相互衔接。

8.4.3 有下列情形之一时,应及时修订应急预案:

1 因兼并、重组、转制等导致隶属关系、经营方式、法定代表人发生变化时;

- 2 生产工艺和技术发生变化时；
- 3 周围环境发生变化,形成新的重大风险源时；
- 4 应急组织指挥体系或者职责已经调整时；
- 5 依据的法律、法规、规章和标准发生变化时；
- 6 应急预案演练评估报告要求修订时；
- 7 应急管理部门要求修订时。

8.4.4 应急预案培训和演练应按下列要求进行：

1 应将应急预案的培训纳入年度安全生产培训工作计划,负责培训的部门应对本单位应急培训计划完成情况进行检查,并应对培训效果进行评估,同时应形成记录；

2 风险管理部门应负责组织专项预案的培训,班组应负责组织现场处置方案的培训；

3 应定期组织综合演练,并应每年组织一次专项演练；

4 应组织相关专家按应急预案要求制订演练计划,演练结束后,应组织各参演单位和专家评估演练效果,编写演练评估报告,分析存在的问题,必要时应对应急预案提出修订意见。

8.4.5 应急管理文件应按下列要求进行控制：

1 风险管理部门应保存全部应急管理工作的相关文件和记录,并应将现行有效的专项应急预案、现场处置方案发放到班组；

2 班组应将专项应急预案、现场处置方案等相关应急管理文件和记录进行妥善的保管；

3 发生突发事件后,应立即启动应急预案,并应积极开展应急救援。

8.4.6 突发事件发生后,应立即组织事故救援小组,小组成员应包括领导决策层、协调指挥层、应急救援队伍。

8.4.7 重大事故应实行分级响应机制,相应级别应按下列要求分级：

1 需要利用所有有关部门和一切资源的紧急情况,或需要各个部门同外部机构联合处理的各种紧急情况,通常需要宣布进入

紧急状态时,应为一級紧急情况;

2 需要两个或更多个部门响应的紧急情况,需要成立现场指挥部来统一指挥现场的应急救援行动时,应为二级紧急情况;

3 需要一个部门正常可利用的资源即可处理的紧急情况时,应为三级紧急情况。

9 风险管理综合评价

9.0.1 风险管理综合评价应包括下列内容：

- 1 本阶段风险管理工作概况，特别是重大风险及应急措施的管理控制情况；
- 2 本阶段风险管理工作中存在的不足及改进措施；
- 3 下阶段风险管理工作的方向。

9.0.2 除流域开发规划与设计阶段应在项目完成时进行综合评价外，其他各阶段的综合评价应每年进行。

9.0.3 风险管理工作应组织行业内风险管理专家进行定期综合评价，并应形成风险管理综合评价报告并保存。

9.0.4 风险管理综合评价报告应作为下一阶段风险管理工作持续改进的依据。

附录 A 大中型水电工程应急预案分类

A.1 一般规定

A.1.1 大中型水电工程应急预案应包括综合应急预案、专项应急预案及现场处置措施。

A.1.2 综合应急预案应包括突发事件总体(综合)应急预案。

A.2 专项应急预案

A.2.1 自然灾害类专项应急预案应包括下列内容：

- 1 防汛应急预案；
- 2 防大雾应急预案；
- 3 防雨雪冰冻应急预案；
- 4 防地震灾害应急预案；
- 5 防地质灾害应急预案；
- 6 水电厂垮坝应急预案；
- 7 水淹泵(厂)房应急预案；
- 8 汛期泄洪闸门不能启闭应急预案；
- 9 台风应急预案；
- 10 异常高温应急预案；
- 11 异常低温应急预案。

A.2.2 事故灾难类专项预案应包括下列内容：

- 1 群死、群伤事故应急预案；
- 2 电网稳定破坏应急预案；
- 3 电网故障保厂用电应急预案；
- 4 局域网运行应急预案；
- 5 水电厂黑启动应急预案；

- 6 全厂对外停电应急预案；
- 7 公共系统故障应急预案；
- 8 生产调度通信中断应急预案；
- 9 发电机着火应急预案；
- 10 大型变压器着火应急预案；
- 11 电缆着火应急预案；
- 12 蓄电池爆炸应急预案；
- 13 化学危险品仓库着火应急预案；
- 14 交通(船闸通航)事故应急预案；
- 15 大型水电站水库试验性蓄水灾害事故应急预案；
- 16 大型水电站围堰爆破事故应急预案；
- 17 大型水电站清淤事故应急预案；
- 18 大型水电站消能设施故障应急预案；
- 19 施工期溃堰垮坝应急预案；
- 20 开挖爆破事故应急预案。

A.2.3 公共卫生事件类专项应急预案应包括下列内容：

- 1 传染病疫情事件应急预案；
- 2 群体性不明原因疾病事件应急预案；
- 3 食物中毒事件应急预案；
- 4 重大环境污染事故应急预案；
- 5 水厂水源污染、投毒事故应急预案。

A.2.4 社会安全事件类专项应急预案应包括下列内容：

- 1 群体性突发社会安全事件应急预案；
- 2 突发新闻媒体事件应急预案；
- 3 防恐怖袭击应急预案。

A.3 现场处置方案

A.3.1 人身事故类现场处置方案应包括下列内容：

- 1 高处坠落伤亡事故处置方案；

- 2 机械伤害伤亡事故处置方案；
- 3 物体打击伤亡事故处置方案；
- 4 触电伤亡事故处置方案；
- 5 火灾伤亡事故处置方案；
- 6 灼烫伤亡事故处置方案；
- 7 溺水伤亡事故处置方案；
- 8 高温中暑伤亡事故处置方案；
- 9 密闭空间窒息伤亡事故处置方案；
- 10 化学危险品伤害人身伤亡事故处置方案；
- 11 交通人身伤亡事故应急预案；
- 12 冻伤人身伤亡事故应急预案。

A.3.2 设备事故类现场处置方案应包括下列内容：

- 1 电网稳定破坏处置方案；
- 2 公用系统故障处置方案；
- 3 厂用电中断事故处置方案；
- 4 厂用气中断处置方案；
- 5 水轮机超速、轴系断裂处置方案；
- 6 大型起重设备事故处置方案；
- 7 水电厂水淹厂房现场处置方案；
- 8 快速闸门启闭控制设备事故预案。

A.3.3 电力网络与信息系统安全类现场处置方案，应包括下列内容：

- 1 电力二次系统安全防护处置方案；
- 2 生产调度通信系统故障处置方案。

A.3.4 火灾事故类现场处置方案应包括下列内容：

- 1 变压器火灾事故处置方案；
- 2 发电机火灾事故处置方案；
- 3 油系统火灾处置方案；
- 4 电缆火灾事故处置方案；

- 5 集控室火灾事故处置方案；
 - 6 计算机房火灾事故处置方案；
 - 7 危险化学品仓库火灾事故处置方案。
- A.3.5** 环境污染事故类现场处置方案应包括下列内容：
- 1 突发水环境污染事件处置方案；
 - 2 化学危险品、废弃化学品及辐射等污染事件处置方案；
 - 3 突发船舶污染事件处置方案。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《生产过程危险和有害因素分类与代码》GB/T 13861

《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》AQ/T 9002

中华人民共和国国家标准

大中型水电工程建设风险管理规范

GB/T 50927 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《大中型水电工程建设风险管理规范》GB/T 50927—2013,经住房和城乡建设部 2013 年 11 月 1 日以第 194 号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、验收、科研、学校等有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《大中型水电工程建设风险管理规范》编写组按章、节、条顺序编制了条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(63)
2	术 语	(64)
3	基本规定	(65)
3.1	风险管理的基本要求	(65)
3.3	风险分析方法	(67)
3.4	风险估计	(68)
3.6	风险控制措施	(68)
4	流域水电规划与设计阶段风险管理	(69)
4.1	一般规定	(69)
4.2	风险因素辨识	(69)
4.3	风险因素评价	(74)
4.4	风险控制措施	(75)
5	土建施工阶段风险管理	(76)
5.1	一般规定	(76)
5.2	风险因素辨识	(77)
5.3	风险因素评价	(82)
6	金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理	(87)
6.1	一般规定	(87)
6.2	风险因素辨识	(87)
6.4	风险控制措施	(88)
7	试运行阶段风险管理	(89)
7.2	风险因素辨识	(89)
7.4	风险控制措施	(94)
8	风险控制专项措施	(98)
8.3	风险监控	(98)
8.4	应急管理	(100)

1 总 则

1.0.4 大中型水电工程投资规模大,施工工艺复杂,工程建设期间受周边环境及其他多种因素影响,一旦发生风险事故往往对企业和人民的生命财产安全造成严重威胁。因此大中型水电工程建设的风险管理工作应坚持“安全第一、以人为本、科学决策、预防为主”的原则,将可能发生的损失减至最小。

1.0.5 为保证大中型水电工程建设项目风险管理工作的落实,项目建设宜自身或聘请第三方机构制订《风险控制专项措施评价报告》,其中第三方机构应为具备专业技能且有类似风险管理经验的相关机构。

2 术 语

基于国家和国际新近发布的风险管理普遍原则、术语和评估方法的有关标准(如《风险管理 原则与实施指南》GB/T 24353—2009、《风险管理 术语》GB/T 23694—2009/ISO/IEC Guide 73:2002、《风险管理 风险评估技术》GB/T 27921—2011和 *Risk Management-Principles and Guidelines* ISO/FDIS 31000),并结合水电工程建设行业标准及比较类似行业风险管理标准(如《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652—2011)等资料,经过编制组与评审组的归纳整理、分析选择,本章给出了23条术语,即:风险、风险事件、风险损失、风险因素、风险管理、风险界定、风险识别、风险分析、风险估计、风险评价、风险评估、风险控制、风险接受准则、风险监控、风险沟通、隐患排查、第三方、人员伤亡、经济损失、工期延误、环境影响、社会影响、试运行。

本规范的术语是从大中型水电工程建设风险管理的角度对其定义进行了说明,并给出了相应的推荐性英文术语以供参考。

3 基本规定

3.1 风险管理的基本要求

3.1.6 针对商务风险管理中的合同风险管理说明如下：

(1) 针对合同主体风险应采取下列控制措施：

① 应对合同方的资信情况、商业信誉、历史履约情况进行必要了解,包括其注册资本和净资产、法定地址及实际经营场所、银行基本存款账户等。

② 合同双方的授权委托应严格按照本企业授权委托管理制度规范授权委托行为。合同方的代理人、代表人,应严格审查其授权委托书授权范围、代理期限,必要时应查阅其公司章程,并应明确其法定代表人授权范围。

(2) 针对合同成立风险应采取下列控制措施：

① 合同方应严格按照法律程序签订合同,需招投标的合同应符合招标投标法规定。

② 合同一方因故不能签订合同时,应向对方进行书面申请,对方同意时,双方可协商解决,对方不同意时,应按相关法律规定办理。

(3) 针对合同履行风险应采取下列控制措施：

① 合同中应明确约定擅自转包、分包的违约责任承担方式。发包人同意转包、分包时,承包人应核实第三人具备相应资质等级,以及第三人完成的工作成果。承包人与第三人应对发包人承担连带责任。

② 合同项目对关键人员的资质、经验、技能、业绩有特殊要求时,应进行必要核查。

③ 当事人一方因不可抗力不能履行合同时,应及时通知对方,并应在合理期限内提供书面证明;同时应采取防止损失扩大的措施。

(4)针对合同变更风险应采取下列控制措施：

①超出商业风险范畴,继续履行合同对于一方当事人明显不公平或不能实现合同目的时,合同双方可协商变更。对物资、材料数量变更时,合同另一方、监理方应对变更合理性进行核查。对施工设计变更时,施工方的变更要求应同时得到设计方和监理方同意,设计存在瑕疵时,设计方应承担 responsibility。

②债权人转让权利时,应通知债务人;债务人将合同的义务全部或部分转移给第三人时,应经债权人同意;合同一方将自己在合同中的权利和义务一并转让给第三人时,应经另一方同意。

(5)针对合同终止风险应注意风险转移。合同一方行使合同解除权应以书面方式通知对方,并应做好合同履行阶段涉及商业秘密的保护和对无过错方损害的赔偿。

(6)针对合同违约风险,合同双方应明确违约责任、违约的形式,追求违约责任的方式与后果处理方法以及违约金的计算方法等应在合同条款中约定。

标准合同文本条款应与具体工程项目特殊条款相结合,应根据实际需要灵活修订和补充合同条款,重大合同应经法律顾问审核。

(7)大中型水电工程合同常见风险应采用下列风险控制措施：

①应明确发包人及承包人权利、义务以及违约处理方式。

②应明确合同变更处理方式,避免由于合同变更引起的风险。

③应明确由于自然灾害或不可抗力引起的人员及工程损失的处理原则和方式。

④应明确工程验收的程序和要求,避免工程不合格风险。

⑤应明确预付款、质保金、质量保证期,以及工程质量、施工进度、安全考核等涉及双方权利义务的条款。

⑥应明确设备、材料的性能、规格、交货时间、运输方式、包装、验收标准和验收方式及意外情况的处理原则等,并应明确违约责任的处理方式。

⑦应明确咨询、服务等成果的知识产权、保密等相关规定,并

应避免相关风险。

(8)项目建设相关方应通过合理的成本将项目风险转移给有承保能力的保险人。具体应注意以下方面：

①保险方案中危险单位的划分应遵循国家保险监管机构的有关规定,危险单位应合理划分。

②保险投保时应重点关注保险公司的承保能力、保险费率、保险服务等,承保能力和保险费率应遵循国家保险监管机构规定。业主可根据投保项目的风险情况,设计符合项目风险特点的扩展条款,充分保障投保项目风险。扩展条款应符合保险原理和监管规定。

③适当时业主应建立健全保险管理体系和制度体系,制订保险管理制度和实施细则,明确各相关部门人员职责,严格按照保险合同规定执行,重点做好保险理赔管理。

3.3 风险分析方法

3.3.1 根据现行国家标准《风险管理风险评估技术》GB/T 27921—2011,定性分析方法、定量分析方法和综合分析方法解释如下:

(1)定性分析方法,包括:专家调查法[如头脑风暴法(brain storming method)、德尔菲法(Delphi method)等]、“如果……怎么办”法(If… then)、失效模式和效应分析法(failure mode effect analysis, FMEA)等。

(2)定量分析方法,包括:模糊数字综合评判法、层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)、蒙特卡罗法(Monte Carlomethod)、控制区间记忆模型(controlled interval and memory model, CIM)、神经网络法(neural network method)、风险图法等。

(3)综合分析方法,包括:事故树法或故障树法(failure tree analysis, FTA)、事件树法(event tree analysis, ETA)、影响图法、原因—结果分析法、风险矩阵法以及各类综合改进评估方法

(如专家信心指数法、模糊层次综合评判法、模糊事故树法、模糊层次分析法、模糊层次分析法等)。

基于上述风险分析方法,可结合水电站建设的具体内容、建设阶段、风险特点等合理选用。这些风险分析法的较详细叙述可参见现行国家标准《风险管理 风险评估技术》GB/T 27921—2011。

3.4 风险估计

3.4.2 表 3.4.2-2“工期延误”项中,基于工程类型、规模和工期的不同,结合关键工期延误量,工期延误等级标准可采用两种时间单位进行等级划分,长期工程(建设周期在 3 年以上)采用“月”表示,短期工程(建设周期在 3 年以内,含 3 年)采用“d”表示。

3.6 风险控制措施

3.6.2 常用的风险控制措施方法有:风险规避、风险转移、风险缓解、风险自留、风险利用等方法。具体如下:

(1)风险规避。风险规避是指通过计划的变更来消除风险或风险发生的条件,保护目标免受风险的影响,不让项目建设风险发生或将其风险发生概率降至最小。

(2)风险转移。风险转移是指依法将项目建设风险的全部或部分转移给第三方(如专业单位),或通过保险等合法方式由第三方承担。

(3)风险缓解。风险缓解是指通过采取工程措施或修改技术方案等降低项目建设风险发生概率和(或)损失。

(4)风险自留。风险自留的前提是指所接受的项目建设风险可能导致的损失比风险规避、风险缓解和风险转移所需成本低,采取风险自留对策时应制订可行的风险应急处置预案,采取必要的安全防范措施等。

(5)风险利用(风险优化)。将风险有关不利后果及其概率最小化,同时将积极后果及其概率最大化。

4 流域水电规划与设计阶段风险管理

4.1 一般规定

4.1.1 水电规划一般包括两类：一类为某一条河流(河段)水电开发规划报告或某一流域几条相关河流或支流水电开发规划报告，另一类为抽水蓄能水电站选点规划报告。抽水蓄能水电站的规划报告一般是某一地区、省、市范围内抽水蓄能水电站选点规划报告。

4.1.3 水电站预可行性研究、可行性研究设计阶段风险管理的主要内容基本一致，随着水电站设计阶段的提升，不同阶段的设计报告或专题报告应对工程风险因素的辨识和风险控制措施等不断加深完善。

4.2 风险因素辨识

4.2.1 本条说明如下：

1 社会发展基本资料主要包括：规划河流(或河段)所在地区的经济现状及发展规划、电力需求现状及发展规划、各类水资源利用和需求规划，这些风险因素将影响河流(或河段)开发的电能的消纳以及供电范围的确定，对规划河流(或河段)的开发时间、项目安排也有较大的影响。

3 规划河流(或河段)的开发任务，这一风险因素对规划河流(或河段)的梯级电站的特征水位、库容、电站的运行方式、枢纽布置等均会产生较大的影响。因此，在进行规划时，应对规划的河流(或河段)范围内的情况及社会各方面发展需求进行详细调查，以明确规划河流(或河段)的开发任务及各梯级电站的建设任务。

4 社会敏感控制性因素的影响主要有以下方面：

(1)规划河流(或河段)内城镇、村庄、人口、耕地、文物古迹、设施及环境保护区分布位置、范围及高程,这些风险因素对规划河流(或河段)的开发布局、开发方案、开发规模以及经济性均会产生重大影响,甚至是颠覆性因素。

(2)重要的保护动物、植物,这些风险因素会对枢纽建筑物的布置、开发方案的经济性等产生重要影响。

5 水电开发会带来不同程度的水库淹没损失和建设征地及移民安置问题,应调查分析不同水电开发方案带来的影响程度和危害,特别是对社会安定带来的影响,合理确定流域水电开发方案。水库淹没损失、建设征地及移民安置规划方案风险因素对规划河流(或河段)的开发布局、开发方案均会产生重大风险影响,是重要的控制性因素。

6 水文风险来源于事件的不确定性,不确定性分为客观和主观两种。一是暴雨洪水本身的不确定性,它包括降水的时机、大小、历时等的随机性,是复杂天气系统固有的属性,为客观的不确定性;二是人类认识能力和分析方法欠缺产生的不精确性,它们是简化和近似的结果,如设计计算的误差,分析工具线性化,工程调度不适当等,它们代表主观的不确定性。水文成果的准确性,这一风险因素的正确与否,将对规划河流(或河段)的开发规模、动能经济指标、工程防洪安全以及枢纽布置将产生重大影响。

7 工程地形、地质勘测的影响主要有以下方面:

(1)规划采用地形图的精度,这一风险因素将对规划河流(或河段)的开发布局、开发方式、规模和动能经济指标产生比较大的影响。

(2)区域地质情况,这一风险因素对规划河流(或河段)的开发方案、布局产生重大影响,如:工程建设区要尽可能远离比较大的区域构造等。

(3)工程区的岩性、断层、覆盖层厚度等风险因素,对工程选址、枢纽布置产生较大影响。因此在河流(或河段)规划时,应根据

具体情况,针对这些风险因素,进行必要的阶段地质勘探工作。

8 由于规划阶段地形、地质勘测成果有限,工程设计经验不足或设计工作深度不够等方面原因,可能使初拟的水工布置规划方案和建筑物设计存在风险。

9 由于规划阶段地质勘测及建筑材料成果有限,梯级电站施工组织设计、工期安排等工作深度存在不足,给规划电站开发方案带来一定程度的风险。

10 通过综合分析、判别水库规划、地勘、水文、工程设计、环境保护等方面风险因素对河流(或河段)规划的影响程度,提出影响河流(或河段)开发方案成立的主要控制影响因素及各自影响程度。以上分析认识应全面、正确,否则将对河流开发方案的选择带来风险。

4.2.2 本条说明如下:

5、6 水电站水库规模、装机规模、水库特征水位、淹没损失、水工建筑物代表性坝(闸)址和厂址布置方案等的初拟和初步选择是预可研设计阶段的重要内容和风险因素,应满足阶段工作深度要求,必要时通过初步专题研究报告进行研究和风险分析。

7 由于受地质勘测初查深度的限制,初步比较拟定的主要建筑材料,特别是筑坝材料可能存在储量不足、质量不合格或需随建筑物设计改变而重新选择的危险。

8 受枢纽建筑物设计深度限制,本阶段坝址、坝型、枢纽布置格局及主体建筑结构形式尚未最终确定,以此初拟主体工程施工程序及方法,初拟施工总布置及用地范围,需要随下一阶段枢纽布置的变化而重新设计或者比选。

9 受工程建设设计阶段的限制,预可行性研究设计阶段尚未开展电站接入电力系统设计,初拟的送电方向和出线电压、初选电气主接线方案有变化调整的风险。

4.2.3 本条说明如下:

1 大中型水电站建设除满足发电任务外,还应满足工程建设

确定的其他任务要求,如:供水、灌溉、防洪。根据工程实际情况和相应规范要求,必要时通过论证确定工程等别、建筑物级别,合理确定工程主要建筑物的洪水设计标准、地震设计标准等。

4 不良地质条件对工程建设的影响和阶段工作深度要求主要有以下方面:

(1)不良地质条件和不良地质构造主要包括:区域性地质断层、库岸滑坡、崩塌、泥石流等。工程区或附近存在严重的工程地质危害,将对工程建设和运行安全产生不同程度的风险和危害。例如:坝址附近存在规模较大的滑坡体、坝址附近存在规模较大的活断层、地下厂房存在影响稳定的构造断层或不利于洞室稳定的高地应力等都将严重影响坝址、厂址的选择或对建筑物的施工和运行带来风险和危害。

(2)揭示的坝址区地形地质条件应满足大坝及其他水工建筑物的设计要求。

(3)发现影响水工建筑物安全的特殊不良地质条件,以及对应的处理方案、措施应合理、安全等。

5.7 水库规模、坝址选择、坝型选择、水工建筑物布置格局方案选择是水电站可行性研究设计阶段的重要内容和风险因素,要求通过技术经济综合比选确定。这些方案的选择与社会环境的影响、工程建设地形地质条件等方面密切相关,本阶段应充分辨识各种风险因素。例如:河床砂卵石覆盖层加深会对混凝土坝型带来较大的工程建设风险影响;未查明岩体地质构造、岩体卸荷深度变化等对混凝土拱坝肩稳定和坝体应力带来较大的安全风险的影响。筑坝材料的料场选择可能存在复杂的社会影响风险或环境保护问题等。

9 工程泄洪、排沙运行方式不合理风险主要是在工程运行过程中出现,泄流冲刷影响大坝、边坡等主要建筑物的安全;泄洪雾化区影响边坡稳定、电站发电运行;泄洪对下游道路交通和居民的生产、生活产生严重影响;泄洪、排沙运行不当给下游河床造成淤

积或冲刷,影响防洪或引水等。

10 施工导流设计风险主要包括:合理确定施工各期洪水标准选择及分析确定截流、度汛流量,合理确定各期导流方式及各导流工程布置,合理确定截流、度汛、封堵、蓄水、通航、下游供水、排冰、机组发电等各期工程安排。

11 主体工程施工程序及方案选择风险主要包括施工开挖、支护、混凝土浇筑、坝体填筑、灌浆、机电及金结安装等施工程序及对应的施工方案选择。

15 施工总进度及关键节点工期安排应根据工程实际情况确定合理的施工工期,否则将给工程管理、工程质量、施工安全等带来较大的困难和风险。

16 机组型式、单机容量应经技术经济比选后确定设计方案和技术参数;额定水头选择不当将会对电站今后安全稳定运行带来隐患,特别是对水头变幅较大的电站,规划和水机专业应共同研究并确定合理的额定水头;水电站过渡过程分析计算应全面,确保电站引水发电系统和机组的运行安全。

18 工程投资分析计算应关注由于工程量、设备量变化、政策调整、物价变化,特别是建设征地和移民安置费用变化给工程建设、经济评价造成的风险。

4.2.4 招标设计阶段风险因素的辨识一般内容包括:

1 招标设计阶段主要是根据工程可行性研究阶段咨询、审查意见对工程建设条件和设计成果进行全面的复核和风险辨识,主要包括:自然灾害和周边环境影响;水文计算成果;工程地质成果;工程任务、规模和运行特性;工程布置及建筑物设计;机电及金属结构设计;消防设计;施工组织设计;建设征地、移民安置及环境保护设计;劳动安全与工业卫生设计;工程投资等。

2 工程分标规划主要包括:分标规划依据、分标原则、分标方案及比选、选定的分标方案、工程招标计划等。

3 分标设计概算主要包括:分标概算、主体标招标概算、招标

设计概算等。

4.2.5 本条说明如下：

3 主要建筑物防渗设计不合理风险主要包括：坝基础防渗深度、范围不合理；防渗采用结构形式、厚度、防渗材料选择不合理；地下厂房防渗范围不合理；不良地质条件下引水隧洞防渗深度不合理；高压管道采用混凝土衬砌；防渗施工工艺、控制性技术指标不合理等。

4.3 风险因素评价

4.3.1 安全预评价报告应包括以下内容：

- (1)工程主要危险、有害因素辨识与分析；
- (2)确定工程固有风险的等级；
- (3)评价单元的划分和评价方法的选择(建议列出相应常用评价方法比较表)；
- (4)定性、定量评价；
- (5)需采取措施或建议。

大中型水电站可行性研究阶段主要专题报告如下：

- (1)压覆矿产资源调查专题研究报告；
- (2)地质灾害评估专题研究报告；
- (3)文物调查专题研究报告；
- (4)水库正常蓄水位选择专题研究报告；
- (5)工程坝址、厂址选择专题研究报告；
- (6)施工总布置规划专题研究报告；
- (7)防洪评价报告；
- (8)水土保持方案报告书；
- (9)水电站影响水域水生生物调查评价专题报告；
- (10)环境影响报告书；
- (11)地震安全性评价报告；
- (12)工程防震抗震专题报告。

4.4 风险控制措施

4.4.2 本条说明如下：

10 设计单位编制年度导流、度汛报告对施工进度形象、度汛标准提出设计要求,并对项目法人或施工单位提出的年度导流、度汛方案进行风险评估,指导项目法人、施工单位编制应急预案。

5 土建施工阶段风险管理

5.1 一般规定

5.1.3 土建施工阶段风险识别的方法应包含下列内容等：

(1)文件资料审查。从项目整体和详细的范围层次两个方面对项目计划、项目假设条件和约束因素、以往项目文件资料的审查中识别风险因素。

(2)信息收集整理。头脑风暴法是常用的风险识别方法,它借助专家的经验,通过会议的方式去分析和识别风险;德尔菲法是邀请专家匿名参加项目风险分析,主要通过信函方式进行;访谈法是通过资深项目经理或相关专家进行访谈来识别风险;SWOT 技术综合分析项目的优势与劣势、机会与威胁,从多视角对项目风险进行识别。

(3)检查表。检查表是有关人员利用他们所掌握的丰富知识设计而成的。

(4)流程图法。流程图法是将项目全过程按其内在的逻辑关系制成流程图。针对流程中的关键环节和薄弱环节进行调查和分析,找出风险存在的原因,从中发现潜在风险的威胁,分析风险发生后可能造成的损失和对项目全过程造成的影响有多大。

运用流程图法分析,项目人员可以明确地发现项目所面临的风险。但流程图法分析仅侧重流程本身,而无法显示问题发生阶段的损失值或损失发生的概率。

(5)因果图法。利用因果图将风险问题与风险因素之间的关系表示出来。一般风险因素包括人、机械设备、材料、方法(工艺)和环境等方面。

(6)WBS 分解图法。识别风险先要弄清项目的组成、各组成

部分的性质、它们之间的关系、项目同环境之间的关系,这些可利用 WBS 分解图法来完成。

5.1.4 土建施工阶段适用的风险评价方法有定性、定量或综合方法评估风险。

(1)从项目组织角度出发进行风险因素的分析。主要内容如下:

- ①业主和投资者。
- ②承包商(分包商、供应商)。
- ③设计、监理。
- ④其他方面。

(2)按风险对目标的影响分析是按照项目的目标系统结构进行分析,是风险作用的结果。主要内容如下:

①工期风险分析。即造成局部的(工程活动、分项工程)或整个工程的工期延长,不能及时投产。

②费用风险分析。包括财务风险、成本超支、投资追加、报价风险、收入减少、投资回收期延长或无法收回、回报率降低。

③质量风险分析。包括材料、工艺、工程不能通过验收、工程试生产不合格、经过评价工程质量未达标准。

④生产能力风险分析。项目建成后达不到设计生产能力,可能是由于设计、设备问题,或生产用原材料、能源、水、电供应问题。

⑤市场风险分析。工程建成后发电量未达到预期的市场份额,销售不足,没有销路,没有竞争力。

⑥信誉风险分析。即造成对企业形象、企业信誉的损害。

⑦人身伤亡,工程或设备的损坏风险分析。

⑧法律责任风险分析。即可能被起诉或承担相应法律的或合同的处罚。

5.2 风险因素辨识

5.2.1 施工准备阶段风险辨识主要内容说明如下:

1 承包商转包或者违法分包工程。《中华人民共和国建筑

法》第二十八条禁止承包单位将其承包的全部建筑工程转包给他人,禁止承包单位将其承包的全部建筑工程肢解以后以分包的名义分别转包给他人。第二十九条建筑工程总承包单位可以将承包工程中的部分工程发包给具有相应资质条件的分包单位;但是,除总承包合同中约定的分包外,必须经建设单位认可。施工总承包的,建筑工程主体结构的施工必须由总承包单位自行完成。

建筑工程总承包单位按照总承包合同的约定对建设单位负责,分包单位按照分包合同的约定对总承包单位负责。总承包单位和分包单位就分包工程对建设单位承担连带责任。

禁止总承包单位将工程分包给不具备相应资质条件的单位。禁止分包单位将其承包的工程再分包。

5 材料和机械设备中标价格与市场价格背离。材料的价格从中标到实施采购,可能需要经历比较长的时间,而市场的材料价格受政治、经济等很多因素影响,波动较大。

6 建筑材料开采地发生变更,若招标文件列出了建议的开采地,并说明仅供承包商参考,若承包商现场考察或勘查不细致,业主提供的参考料场可能不满足施工要求,导致料场变更。

7 施工总体布置不合理。影响水电站枢纽施工布置的因素有地形、地质、施工、水力学条件、建筑材料、建筑物施工布置等。总体布置首先必须满足施工任务的要求,同时必须保证劳动安全和工业卫生所必需的工作条件,提供相应的消防、通风、照明、交通等条件,预防泥石流、洪水等,防止机械伤害、电器伤害、火灾等恶性事故的发生。另外,总体布置应考虑便于管理,提供外部和内部的良好管理条件。总体布置常见地质风险如下:

(1)工程位于区域构造不稳定的地带,未避开烈度Ⅷ度以上的强震区,未避开活动性断裂等。

(2)工程施工区出现地质工程缺陷,可能影响建设期的工程安全及人员安全。地层组成、岩性、断裂构造、产状、结构面充填、结

构面组合、力学参数等,在水环境变化后工程地质条件可能变化,可能发生滑坡、泥石流等不良地质问题。

(3)工程水文地质问题及其对工程安全的影响。工程区地下水位及水质变化异常,存在岩溶发育、潜伏溶洞、溶沟和溶槽,可能造成水库不能蓄水和影响建筑物安全。

5.2.2 施工实施阶段风险辨识的主要内容说明如下:

1 建设单位、承包商、监理单位不得修改建设工程勘察、设计文件;确需修改建设工程勘察、设计文件的,应当由原建设工程勘察、设计单位修改。经原建设工程勘察、设计单位书面同意,建设单位也可以委托其他具有相应资质的建设工程勘察、设计单位修改。修改单位对修改的勘察、设计文件承担相应责任。承包商、监理单位发现建设工程勘察、设计文件不符合工程建设强制性标准、合同约定的质量要求的,应当报告建设单位,建设单位有权要求建设工程勘察、设计单位对建设工程勘察、设计文件进行补充、修改。建设工程勘察、设计文件内容需要做重大修改的,建设单位应当报经原审批机关批准后,方可修改。

2 承包商造成的工程风险。

(1)承包商未按照工程设计图纸和施工技术标准施工,擅自修改工程设计,偷工减料。

(2)承包商在施工过程中发现设计文件和图纸有差错,未及时提出意见和建议。

(3)承包商未按照工程设计要求、施工技术标准和合同约定,对建筑材料、建筑构配件、设备和商品混凝土进行检验,检验无书面记录和专人签字;使用了未经检验或者检验不合格的原材料和中间产品。

混凝土骨料含有发生碱骨料反应的安山岩、流纹岩、燧石等火山喷出岩。由于骨料中含有碱活性骨料,骨料中的活性二氧化硅与水泥中的氧化钠、氧化钾、氢氧化钠反应,生成硅酸盐和硅酸盐凝胶体,由于该反应是吸水反应并释放能量,产生的凝胶体吸水膨

胀,使坝体开裂,膨胀变形,严重时会使闸门无法启闭,甚至导致整个坝报废。

(4)承包商未建立健全施工质量的检验制度,未严格工序管理,未做好隐蔽工程的质量检查和记录。隐蔽工程在隐蔽前,承包商未通知建设单位和建设工程质量监督机构。

(5)施工人员对涉及结构安全的试块、试件以及有关材料,未在建设单位或者工程监理单位监督下现场取样,也未送具有相应资质等级的质量检测单位进行检测。

(6)承包商未建立健全教育培训制度。

3 工程监理单位造成的工程风险。

(1)工程监理单位未依照法律、法规以及有关技术标准、设计文件和建设工程承包合同认真履行监理责任。

(2)工程监理单位未选派具备相应资格的总监理工程师和监理工程师进驻施工现场。

(3)监理工程师未按照工程监理规范的要求采取旁站、巡视和平行检验等形式实施监理。

4 设计单位造成的工程风险。

(1)设计单位未按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计,因设计不合理导致生产安全事故发生。

(2)未按合同要求的供图计划及时提供图纸。

(3)设计图纸报批通过率低。

(4)编制的施工图设计文件不满足设备材料采购、非标准设备制造和施工的要求。

(5)设计单位未及时解决施工中出现的 design 问题。

5 安全生产事故风险。

(1)高边坡、基坑施工坍塌造成人员伤亡事故。

(2)隧洞等地下工程中,可能出现的涌水、坍塌和有害气体等造成的人员伤亡事故。

6 发生重大设计变更。工程变更带来很多不确定因素,尤其

是施工方案或施工技术改变等重大设计变更,将会造成材料品牌、新增材料类型和数量变更以及造成材料浪费等现象,使工程成本发生较大变化。

7 常见的坍塌风险。

边坡的失稳受内部和外部因素制约,当超过土体或岩体的平衡条件时,边坡便发生失稳现象。影响人工开挖边坡稳定性的因素可以分为两类:一是人工开挖边坡的地质背景因素;二是人类活动和天然动力因素。具体如下:

(1)地形地貌。地形地貌是影响人工边坡失稳的因素之一。同样的结构条件下,陡峻边坡的稳定性差于逆向坡,突肚形的边坡由于重力作用,比上陡下缓的凹形坡易于下滑、失稳。由于地形地貌主要受地质构造、岩性、河流切割等因素控制,同时与边坡产状和形状有关,因此,在分析地形对边坡稳定的影响时,常综合考虑地质等因素。

(2)岩土体结构。构造运动使岩体褶皱、破碎是直接影响边坡稳定的因素之一,岩土体软弱面物质成分也是影响边坡稳定的重要因素。

①岩层特性。不同的岩层以及岩层组合,对边坡的稳定性也起到重要的影响作用。岩层的抗剪强度、抗水能力、坚硬程度、抗风化能力、抗软化能力、强度、组成、透水性等对边坡的稳定性都有重要的影响。

②结构特征。结构面的贯通性、填充材料、力学性能、结构面与临空面的不利组合等,往往是边坡稳定的重要影响因素,特别是缓倾软弱结构面的存在,往往对边坡失稳存在重大影响。

滑动力和阻力、滑动体和抗力体的相互关系,往往决定边坡稳定的状态,如果在边坡上堆有较厚的土层、风化覆盖层,特别是当下伏土层或岩层不透水时,容易在交界面上发生滑动。

③地下水作用。地下水水位上升、水量增大、动水压力增大会使岩土体中的含水量增高,岩土体中易溶盐溶解,使岩土体质

地变软,强度降低;此外,还可使岩土体的容重增加,孔隙水压力变化,从而促使边坡失稳。因此,地下水的变化会直接影响边坡的稳定。

(3)天然地震原因。地震的反复作用会直接改变边坡原有的应力平衡状态,如砂土极易发生液化;震动时,易使黏性土土体的结构发生破坏,从而降低土体的抗剪强度,易使边坡失稳,出现滑坡、崩塌等灾害。

(4)大气降水。外界大气降水会改变边坡内部的含水状态,并改变边坡内部的应力状态,从而使边坡失稳。外界大气降水包括了天然降雨,也包括了由于人工作用导致的外界降水,如水电工程泄洪雾化降水、施工过程中边坡周围施工用水或生活用水的泄漏等。另外,当人工开挖边坡位于库水位变化范围内时,除受到一般的外界降水影响外,还受到库水水位的变化影响。

(5)人工作用。人工作用包括了人工引起的边坡的地质背景、自然动力因素改变,如人工爆破、坡脚开挖、人工堆积等。

5.3 风险因素评价

5.3.1 施工准备阶段常用风险分析评价标准见表1。

表1 专家评分比较分析

可能发生的 风险因素	权重 W	风险发生的可能性C					W×C
		很大 1.0	较大 0.8	中等 0.6	不大 0.4	较小 0.2	
1 物价上涨	0.15						
2 业主支付能力	0.10						
3 施工环境	0.1						
4							
5 运输	0.1						

注:W与C的乘积累计值就是该项口的风险度,一般小于0.5为中等以下风险。

5.3.2 施工实施阶段风险评价。

1 工程施工实施过程中可根据表2对工程质量、进度、成本

和使用功能造成影响进行综合分析评价。

表 2 风险对项目主体目标影响度分析

项目目标	很低 0.05	低 0.1	一般 0.2	高 0.4	很高 0.8
成本	不明显的成本增加	成本增加小于 5%	成本增加 5%~10%	成本增加 10%~20%	成本增加大于 20%
进度	不明显的进度拖延	进度拖延小于 5%	进度拖延 5%~10%	进度拖延 10%~20%	进度拖延 20%
质量	无察觉的降低	得到业主批准的质量缺陷	一般质量问题	较大质量事故	特大质量事故
设计功能减少	减少无察觉	个别次要功能受到影响	部分次要功能受到影响	不被业主接受	主要功能达不到要求

安全生产评价见表 3。

表 3 半定量分析安全生产风险等级

分数值	事故发生的可能性 L	分数值	人员接触危险源的频繁程度 E	分数值	事故产生的后果 C
10	完全可能、预料中	10	每天连续接触	100	大灾难, 许多人死亡或造成重大财产损失
6	相当可能	6	每天工作时间内接触	40	灾难、数人死亡或造成很大财产损失
3	可能发生、但不经常	3	每周一次或偶然接触	15	严重, 一人死亡或多人重伤或造成一定财产损失
1	可能性小、完全意外	2	每月一次接触	7	较重, 一人重伤致残或造成较小财产损失
0.2	极不可能	1	每年几次接触	1	轻伤, 需要治疗救护, 不造成财产损失

危险源等级(程度)采用公式 $D=L \cdot E \cdot C$ 值划分,按表 4 确定。

表 4 危险源等级的确定

分数值 D	危险程度	危险等级
>320	极其危险	5
160~320	高度危险	4
70~160	显著危险	3
20~70	一般危险	2
<20	稍有危险	1

其中,3级、4级、5级为不可容许的危险源,有的分法:一般、主要、重大危险源。

2 人工开挖边坡的风险分析。

(1)水电水利工程边坡按其所属枢纽工程等级、建筑物级别、边坡所处位置、边坡重要性和失事后的危害程度,划分边坡类别和安全级别,主要划分为枢纽工程区边坡(A类)和水库边坡(B类),共分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个级别。

(2)定性分析法。常用的方法有:地质分析法(历史成因分析法)、工程地质类比法、图解法、边坡稳定专家系统。

(3)半定量评价方法。常用的方法有:极限平衡法、数值分析法、圆弧法稳定分析、瑞典条分法、毕肖普法、泰勒图表法等。

虽然评价结果表现为确定的数值,但最终判断仍依赖于人们的判断。目前,所有定量的计算方法仍都是基于定性分析的基础之上。

极限平衡理论是经典的确定性方法,具体做法是将滑动趋势范围内的边坡岩体按某种规则化为一个个小块体,通过块体的平衡条件来建立整个边坡的静力平衡方程,从而求解安全系数。其基本出发点是把岩块看作刚体,不考虑岩体应力应变关系,因此无法考虑边坡的变形与分布。

数值分析法主要包括有限单元法、边界单元法、离散单元法、

不连续变形分析方法等。由于岩质边坡工程所处的边界条件和地质环境复杂,加上岩体本身的不连续性、不均匀性等特点,使得边坡工程问题十分复杂。而数值分析方法可以根据岩体的破坏准则,确定边坡的塑性区、拉裂区和压碎区,可以得到岩质边坡的应力和位移场,可以模拟岩质边坡的开挖和支护,可以考虑地下水渗流、地震等因素对边坡稳定性的影响。

主要的不确定性方法包括可靠度方法、模糊数学法、人工智能法和灰色预测系统法等几种。

3 有压隧洞等地下工程风险分析评价。

(1)隧洞开挖洞线与岩层层面主要构造断裂面及软弱带的走向夹角分析。现行行业标准《水工隧洞设计规范》DL/T 5195—2004 规定,洞线与岩层层面、主要构造断裂面及软弱带的走向应有较大夹角,其夹角不宜小于 30° ;对于层间结合疏松的高倾角薄岩层,其夹角不宜小于 45° 。若夹角小于上述规定的,必须采取工程措施。位于高地应力地区的隧洞,应考虑地应力对围岩稳定性的影响,宜使洞线与最大水平地应力方向一致,或尽量减小其夹角。

(2)有压隧洞洞身部位岩体最小覆盖厚度分析。有压隧洞洞身部位岩体最小覆盖厚度,按洞内静水压力小于洞顶以上岩体重力的要求确定;对高压隧洞围岩渗透水力梯度尚应满足渗透稳定的要求;对高压岔洞除应满足上述要求外,尚应满足洞内静水压力小于围岩最小地应力要求。当不能满足要求时,应采用相应的工程措施。

(3)相邻隧洞之间的岩体厚度,应根据布置的需要、地形地质条件、围岩的应力和变形情况、隧洞的断面形状和尺寸、施工方法和运行条件(一洞有水、邻洞无水)等因素,综合分析。相邻隧洞之间的岩体厚度不宜小于 2 倍开挖洞径(或洞宽)。确因布置需要,经论证岩体厚度可适当减少,但不应小于 1 倍开挖洞径(或洞宽)。应保证运行期不发生渗透失稳和水力劈裂。

4 度汛风险。

- (1)施工导流围堰的防洪标准确定的科学合理性分析；
- (2)水文地质条件风险分析；
- (3)降雨、洪水自动监测布置及其可靠性分析；
- (4)现场安全度汛管理制度及组织的建立适应性分析；
- (5)施工安全度汛技术措施及抢险物资储备分析；
- (6)施工营地安全防护风险分析；
- (7)超标准洪水风险图绘制及分析。

6 金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了水电工程金属结构及机电设备安装工程阶段风险管理的范围是水工金属结构设备和机电设备由出厂运输到工地存储再到安装调试的全过程,其中也包括施工现场制作的大型金属结构设备。

6.1.2 由于参与水电工程金属结构及机电设备安装工程的单位较多,管理复杂,为了明确各方在风险管理中的责任,风险管理应当由建设单位负责组织,明确风险管理流程,并在签订的合同文件中约定各方的风险管理责任,建立完善的风险管理机制。

6.2 风险因素辨识

6.2.1 风险因素辨识是风险管理的第一步,也是风险管理的基础。系统安全认为导致事故发生的根源是危险源,系统中之所以发生事故,是由于系统中危险源的存在,要防止事故的发生,必须首先对有可能引发事故的危险源进行辨认,识别危害因素,从而控制危险源所带来的风险。风险识别一方面可以通过感性认识和历史经验来判断,另一方面也可通过对各种客观的资料和风险事故的记录来分析、归纳和整理,以及必要的专家访问,从而找出各种明显和潜在的风险及其损失规律。因为风险具有可变性,因而风险识别是一项持续性和系统性的工作,要求风险管理者密切关注原有风险的变化,并随时发现新的风险,所以风险因素识别是风险管理的核心。

6.2.2 本条说明如下:

- 1 仓储条件不能满足下列特定的要求:露天存放场地未考虑

排水、照明、吊运、设备支垫以及封闭管理等,导致设备损坏或人员伤亡。

6.2.3、6.2.4 辨识各类风险因素是基于以往的工程实践归纳提炼的较大和重大的风险源,在具体工程项目实施过程中,风险管理应根据实际情况选择工程经验丰富及理论水平较高的工程技术人员、技术专家、管理人员一起参与辨识,防止遗漏,并按照本规范第3.2节的有关规定进行风险因素的识别。风险因素辨识中专家信息对辨识十分重要。

6.4 风险控制措施

6.4.1~6.4.6 风险控制措施是指风险管理者为了消灭或减少风险事件发生的各种可能性,或者减少风险事件发生时造成的损失而采取的各种措施和方法。水电工程金属结构及机电设备安装工程施工阶段是起重吊装事故、高处坠落事故的易发阶段,同时该阶段工程质量风险控制要求很高。针对水电工程金属结构及机电设备安装工程施工各阶段的不同风险因素,分别制订一般控制措施,参与各方应组织相关培训,落实各项措施,开展检查并采取有效手段进行风险监测,必要时及时修订改进对应措施。对于重大风险因素,如自然灾害、火灾、重要设备起重吊装作业等,应按照本规范第9章规定编制风险控制专项措施和应急预案,定期组织演练并进行评估改进,确保应急物资充足、措施有效,从而降低相关风险等级。

7 试运行阶段风险管理

7.2 风险因素辨识

7.2.1 本条说明如下：

1 汛期,水电站上游流域大面积降雨,入库洪峰流量大,超过大坝泄水校核洪水标准,由于暴雨的突然性或持续时间长,水电站来不及提前降水位腾出库容或洪水超过径流式水电站最大泄洪能力,造成洪水漫坝或垮坝及水淹厂房事故风险。

2 水电站泄水闸工作电源单路供电或为同一电源的双路供电,当水电站厂用电源故障或电力系统事故至厂用电消失,泄水闸由于失去工作电源无法及时操作开闸,导致洪水滞留漫坝事故风险。

5 泄水闸护坦是水闸下游消能防冲的主要设施之一,护坦的安全稳定正常运行直接影响大坝的安全。泄水闸在设计泄洪不足时泄洪工况不能最佳运行,枢纽布置不合理形成泄洪水流流态恶化,这些不利条件组合使水流消能不充分,护坦大面积掀起或坝后冲坑,得不到修复,长期运行危及大坝安全,甚至垮坝。

6 因为发电等需要抬高水库水位,减少防洪库容;水情预报来水量及来水时间出现偏差;上游流域支流与干流来水叠加,或上游水库下泄与近坝区降雨叠加等导致水情调度失误,洪水来不及开闸宣泄致使漫坝。由于上游干流及各支流水库大流量下泄,库区大量持续降雨,及下游降雨叠加多重因素组合作用,水库水位在安排错峰泄洪等手段后仍然得不到控制,下游(尾水)猛涨超过厂房下游建筑物设防标准,从进厂交通门、洞等使厂房大量进水,或上游超防汛水位漫坝水淹厂房。

10 运行及备用机组因尾水管检修进入门、蜗壳检修进入门螺丝松动损坏未能及时发现,运行中机组因尾水管检修进入门、蜗壳检修进入门振动变形及锈蚀损坏,导致大量进水,水淹厂房。机组在大修状态下,尾水管排水阀及蜗壳排水阀开启状态,尾水管检修进入门及蜗壳检修进入门在开启状态,此期间,若同一厂房有多台机组大修作业,如该提检修工作已完毕且关闭尾水管排水阀及蜗壳排水阀,并已封尾水管检修进入门及蜗壳检修进入门的机组尾水或进水口闸门,但因走错间隔误提正在大修机组的尾水或进水口闸门,将导致水淹厂房或廊道。

7.2.2 本条说明如下:

1 发电机组因长期超负荷或超设计要求进相运行至定子线棒及端部过热,使之绝缘老化或机械变形,导致发电机短路事故。发电机非同期并网及发电机出口短路冲击,使发电机定子铁芯支架系统及机组基础螺栓等相关设备变形导致发电机短路事故发生。发电机转动部分与定子间隙调整不当,机组异常运行时,或机组安装及检修中遗留杂物发生故障,引起发电机扫膛事故。

3 水轮机长期在振动区运行,顶盖、支承部分连接螺栓等金属结构疲劳受损,遇甩负荷等异常情况时,导致水轮机损坏。水轮机导叶多个剪断销剪断机组失控不能停机和机组进水口闸门(快速门)不能动作止水,机组飞逸,导致转动部分与固定部分碰撞事故。机组分段关闭定值不合理,如分段关闭投入过早,机组甩负荷中过速,过速保护不能正确动作时,机组飞逸导致转动部分与固定部分碰撞事故;如分段关闭投入过迟,机组甩负荷导叶关闭过快,在水流的惯性作用下,机组转动部分抬机,损坏机械设备或引起转子集电环碳刷故障致发电机转子短路事故。

6 水电站监控系统如温度保护装置故障,导致保护误动跳闸停机或轴承过热温度保护拒动至设备损坏,严重时损坏推力镜板,给修复运行带来困难。监控系统及电力系统稳控装置的通信设备故障或网络设备故障,导致保护及稳控装置误动或监控系统失控

误停机等事故,电网故障及主设备故障保护不能正确及时切除,引起电力系统事故。

7 发电机及变压器等主要设备保护,稳控及线路重合闸等安全自动装置配置或定值不合理,当设备故障时不能正确动作切除或无故障误动跳闸;保护及安全自动装置操作电源配置不合理,电源故障使装置拒动,或电力二次系统控制及操作回路由于寄生回路干扰引起误动,导致电网事故。

8 水电站接地网接地装置选材不符合要求,不满足导电或截面要求,接地体敷设及连接不符合要求等,导致接地网接电阻超标。设备外壳及构架接地、电气设备接地或接零接地引下线不符合要求等,遇雷击时设备损坏或系统故障保护拒动引起电网事故。

7.2.3 本条说明如下:

1 为了系统正常运行,系统中任一输电线路在正常情况和规定的事故后输送的有功功率必须低于稳定运行所允许的最大输送极限并保留合理裕度,否则,因输送功率或系统电压正常波动而使连接系统两端电源系统之间的电势角差非周期性地无限增大,导致电力系统静稳定破坏。

2 在电力网发生故障或断开线路事故引起大的扰动后,不能过渡到新的或者恢复到原来的稳定状态。如线路发生短路或断开故障,近处的发电机组因输出的电功率减少而机械功率却基本保持不变使转子加速,同时受端机组可能因短时增大电功率输出而转子减速,于是两侧电源的电势角差增大,故障切除后,由于机组的转动惯性作用,加速机组与受端机组间的功率角差发生摇摆发散,引起电力系统稳定破坏。

4 水电站监控等电力二次系统,由于控制区与非控制区及互联网隔离不符合要求至外部黑客入侵,控制区与外部通信交换数据,软件升级等遭恶意代码攻击至监控系统瘫痪,引起电力系统事故。

7.2.4 本条说明如下:

1 崩塌是斜坡顶部的岩土体被裂隙切割、拉裂后,在重力作

用下,突然向外倾倒、翻滚、坠落的现象。岩土类型、地质构造、地形地貌是形成崩塌的基本条件。

诱发崩塌的自然因素有:①地震;②连续降雨、暴雨、大量冰雪或冻土融化;③河流冲刷或坡脚浸泡等。

诱发崩塌的人为因素有:①不合理的开挖坡脚或斜坡;②地下矿产采空;③水库蓄水,渠道渗漏,泄洪冲刷坡脚或坡体;④强烈的机械振动或大爆破;⑤在斜坡上不适当地堆渣、堆土等。

2 滑坡是指斜坡上的岩土体受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素影响,在重力作用下,沿着一定的软弱面或软弱带,整体地或分散地顺坡向下滑动的自然现象。产生滑坡的主要条件有自然因素和人为因素:

(1)自然因素有:①岩土体是产生滑坡的物质基础,各类岩土体都有可能构成滑坡体,其中结构松软、抗剪强度和抗风化较低、遇水软化或泥化的岩土及软硬相间岩层所构成的斜坡易发生滑坡;②斜坡岩土体被断层、裂隙、层面等结构面切割分离成不连续状态时,才可能具备滑动的条件;③斜坡较陡,前缘地形开阔平坦有临空面,是产生滑坡的有利地形;④地下水的作用降低了岩土体中滑面的强度,产生动水压力和孔隙水压力,对透水岩石产生浮托力,潜蚀岩土,增大岩土密度等。

(2)人为因素有:①边坡开挖过陡,工农业和生活污水渗入滑坡体;②导流、泄洪、库水或渠水对坡脚的浸泡及冲刷,特别是库水位骤降时;③过度使用炸药或引爆方式不当,导致岩土体结构破坏及强度降低。④特别是,当水库首次蓄水,地下水位升高;或水库来流骤减,水位骤降,会诱发天然边坡或工程处理过的边坡出现失稳。

3 泥石流是指库区山体由于暴雨、冰雪融水将沟谷中松散岩土体向下游开阔地倾泻形成的突发性洪流,水与泥砂石块组成的高密度三相混合流体沿沟谷推进时刨床揭底,很短时间内可将大量泥砂石块冲出沟外的自然现象。泥石流沿途摧毁房屋林木,淹

埋耕地、道路及渠道,造成巨大灾害。近坝泥石流沟,在遭遇暴雨的情况下,发生泥石流,会阻塞进水口、尾水口或泄洪洞进口、出口等,严重的阻塞河道、淤积水库。

7.2.5 本条说明如下:

1 本款说明如下:

1)金属结构运行部件磨损、人字门背杆或阀门因受力不均变形未得到及时调整,闸门等金属结构物长期锈蚀未有效防腐等,导致闸门受力变形、开裂而导致事故。

2)船闸输水系统的反向弧形输水阀门是控制船闸充泄水的关键设备,一般当水头超过 20m 时,输水系统及输水阀的流激振动问题十分突出,长期运行可能使输水阀损坏失控导致事故。

3)船闸闸门开启或关闭中,水下不明障碍物卡阻导致事故。

4)启闭机、保护及自动控制系统故障,导致闸门及输水系统失控致使设备损坏,船舶发生事故。

2 本款说明如下:

1)船闸高边坡航道,由于水库水位变动、地表水渗入滑坡体等自然因素或人为因素,导致航道库岸失稳滑坡或山体崩塌,击沉船只或淤积堵塞航道而中断航运。

2)船闸闸首、闸室、输水系统、导航与靠船设施等水工建筑物,因结构变形或开裂,使输水系统及闸门操作故障,导致船舶进闸或停靠事故。船闸充泄水过程中,浮式系船柱发生卡阻、靠船墩及防撞警戒装置等故障,导致船舶损坏事故。

7.2.6 本条说明如下:

1 室外电力设备上结冰后造成闪络、变形以及输电线路铁塔倾倒和垮塌、全站停电和跳闸等;长期低温,大坝建筑物地基裂纹、下陷以及钢构件物理特性发生变化等。

2 室外电力设备受冰雹的袭击,瓷瓶绝缘受损,导致电力输送通道设备或输电线路事故,全站部分停电和跳闸等。

3 暴风雨造成山体滑坡、建筑物地基下陷、房屋漏水等使得

室内外电力设备短路、损坏,输电线路铁塔倾倒,全站停电和跳闸;雷电波冲击电力设备和建筑物,造成设备和建筑物损坏。

4 洪水造成水电站漫坝(溃坝)、厂房进水、水工建筑损害等,全站停电和跳闸等。

5 大风(龙卷风)造成室外电力设备及输电线路铁塔倾倒,大坝上下游门机移位倾倒,全站停电和跳闸。

6 地震造成水电站大坝裂纹、溃坝,大坝泄水闸失控不能开启或关闭,大坝廊道泵站失控不能抽水,建筑物损害,电力设备损坏,全站停电等。上游边坡失稳水库涌浪,造成漫坝事故,给大坝下游的建筑物和人民的生命财产带来损失。水工建筑物的边坡失稳对坡体下部的设备及在现场工作的人员造成伤害及设备损坏。

7 遭遇枯水年,无法完成蓄水、发电、灌溉、航运等任务,造成较大的经济、社会影响。

7.2.9 本条说明如下:

1 设备检修中由于工作质量不满足要求,安全措施不到位或不全,如检修设备装设接地线设备接线端因钳在导体油漆部分或接地点未接牢固等安全措施不到位,如设备检修漏装接地线、漏挂安全围栏或漏挂安全标示牌等安全措施不全,或检修人员违章作业,造成人员人身伤害。

2 运行中的高压电气设备由于误操作或绝缘损坏接地,使现场作业人员触电人身伤亡。高压管道及压力容器重大缺陷至管道或容器爆裂,碎片伤人或人员高处坠落伤害。水轮机保护控制失效,机组甩负荷失控,转子飞逸,导致设备损坏、水淹厂房或人身伤亡。

7.4 风险控制措施

7.4.1 本条说明如下:

3 本款说明如下:

(1)根据我国的安全生产方针“安全第一,预防为主,综合治

理”和安全生产法规建立的各级领导、职能部门、工程技术人员、岗位操作人员在劳动生产过程中对安全生产层层负责的制度，企业各生产班组都应该设有不脱产的安全员。企业的职工应该自觉地遵守安全生产规章制度，不进行违章作业，并且要随时制止他人违章作业，积极参加安全生产的各种活动，主动提出改进安全工作的意见，爱护和正确使用机器设备、工具及个人防护用品。

(2)企业各级人员应重视人身、设备安全，履行安全职责。管理人员应掌握各种作业的安全措施和要求，严格安全规程制度，严格劳动纪律，并经常深入现场检查，发现问题及时整改。定期对人员进行安全技术培训，提高职工的安全防护意识和安全防护方法，强化岗位培训，提高相关人员的技术素质，要求持证上岗。对执行安全规程制度中的主要人员，如工作票签发人、工作负责人、工作许可人、工作操作监护人等，定期进行正确执行安全规程制度的培训，使其熟练地掌握有关安全措施和要求。明确职责，加强对各种承包工程的安全管理，落实安全责任，做到严格管理，安全措施完善，并根据有关规定严格考核。在防止触电、高处坠落、机器伤害、灼烫伤等类事故方面，应认真贯彻安全组织措施和技术措施，并配备经国家或省、部级质检机构检测合格的、可靠性高的安全工器具和防护用品。完善设备的安全防护设施，从措施上、装备上为安全作业创造可靠的条件。淘汰不合格的工器具和防护用品，以提高作业的安全水平。采取针对性措施提高员工在生产活动中的可靠性，防止事故的发生。及时做好运行设备及作业环境的安全性评价和运行分析工作。

4 本款说明如下：

(1)操作票。操作票指进行设备操作的书面依据，包括调度指令票和电站操作票。发电厂运行人员进行倒闸操作多数情况下需使用操作票，能正确规范填写操作票是运行人员基本技能之一。使用操作票是为确保正确、迅速地完成任务，防止误操作造成

人身伤害、设备损坏和停电事故。主要项目包括：

- ① 发电机组的开/停机,开关/刀闸/地刀的状态改变;
- ② 继电保护、自动装置的启/停用,厂用电/主系统电气运行方式的改变;
- ③ 各系统阀门状态的改变,配合设备检修后或新投运设备的试验操作;
- ④ 防汛泄洪闸门状态的改变等。

(2)工作票。工作票是在电力生产现场、设备、系统上进行检修作业的书面依据和安全许可证,是检修、运行人员双方共同持有、共同强制遵守的书面安全约定。主要种类包括:

- ①电气第一种工作票;
- ②电气第二种工作票;
- ③水力机械工作票;
- ④一级动火工作票;
- ⑤二级动火工作票。

(3)动火作业。动火作业指在禁火区进行焊接与切割作业及在易燃易爆场所使用喷灯、电钻、砂轮等进行可能产生火焰、火花和炽热表面的临时性作业。根据现行行业标准《电力设备典型消防规程》DL 5027—1993 的规定,动火作业一般分为一级动火区和二级动火区:

①一级动火区:火灾危险性很大,发生火灾时后果很严重的部位或场所;

②二级动火区:一级动火区以外的所有防火重点部位或场所以及禁止明火区。

7.4.3 本条说明如下:

1 利用在线监测系统,收集机组各部振摆、轴承温度、液位以及频谱分析、轴心轨迹分析、转子不圆度等数据。实施点检管理系统,收集巡检工作中的数据。利用辅机监录装置,收集辅助设备包括压油装置、技术供水、空压机、闸门启闭机等运行信息。利用红

外谱图仪,定期对运行中的发电机、变压器等进行温度检测,拍摄温度场的分布。根据故障点跟踪监测的需要,增设临时监测点,重点监视故障部位运行信息。充分利用好监控系统历史数据存储和分析功能,对海量历史数据进行搜索和提取。

7.4.4 本条说明如下:

4 按照国家电力监管委员会发布的《电力二次系统安全防护规定》(电监令 5 号)要求,将水电站内部基于计算机和网络技术的应用系统划分为生产控制大区(如监控系统、设备状态监测系统)和管理信息大区(如办公系统等),并按不同安全区域进行安全防护。水电站在专用通道上使用独立的网络设备组建专用于承载电力实时控制、在线生产交易等业务的电力调度数据网,在物理层面上实现与水电站其他数据网及外部公共信息网的安全隔离,构成二次系统数据远程传输的专用通道,实现专网专用。水电站通过在生产控制大区和管理信息大区之间部署电力专用横向单向安全隔离装置,在生产控制大区内安全区 I(控制区)和安全区 II(非控制区)之间部署硬件防火墙等相应强度的安全防护设备,使各安全区有效隔离,构成二次系统安全防护体系的横向防线。水电站通过采用认证、加密、访问控制等技术措施实现数据的远方安全传输以及纵向边界的安全防护,构成二次系统纵向认证安全防护体系。

8 风险控制专项措施

8.3 风险监控

8.3.1 本条是对大中型水电站建立预警机制的规定。大中型水电站应明确专人接收当地气象、地震、林业、防汛抗旱部门的自然灾害预警信息,并做好防范应对工作:

(1)气象部门通报的台风、暴雨、暴雪、寒潮、大风、高温、地质灾害等橙色、红色预警信息及警报、紧急警报。

(2)防汛抗旱部门通报的江、河、湖泊、水库超设计水位值及其他重要险情信息。

(3)地震部门通报的地震监测及震情信息。

(4)林业部门通报的森林火灾信息。

同时,水电站要针对所在地区自然灾害风险,确定防范自然灾害的重点部位、重点时段,对可能发生的洪水、泥石流、山体滑坡进行定期监测,发现异常立即报告单位负责人,采取预防措施,防止引发次生事故。

8.3.2 本条说明如下:

(1)开展风险监控工作的目的是通过主动工作使各类风险事件发生概率降低,或力求避免发生,从而使建设过程或运行受控,实现监控主体设定的安全、质量、工期、投资、收益等预期目标。

风险监控主体包括电站建设期间的建设单位、承包商、设计单位、监理单位以及投产之后的运行单位等。

(2)风险评估报告是由监控主体组织或委托专业机构根据工程特点编制的,应注重指导性和操作性,并经监控主体或其上级单位批准后印发实施。风险控制措施包括组织措施、工程措施、经济措施、争取外界帮助等。可用于风险控制的资源包括人员、资金、

设备、物资等。

(3)风险监控频次是指给定时间段内进行的风险指标对比次数,频次越高说明该项风险越易触发或发生后影响较大。不同的风险类别采用不同的监控频次,同一风险类别的监控频次也不是一成不变的,应随风险等级变化调整。

(4)风险监控是一个持续性的不间断工作,贯穿于工程建设、投产运行全过程,在控制方式、手段选择上,要注重经济合理性,比较投入回报。专职部门作为监控主体的常设机构,统筹整个监控工作,其他部门岗位实行一岗双责,目的是全员参与,做到信息互通、成果共享,实现监控对象不遗漏、程序不脱节。

(5)风险监控规章制度由监控主体组织编写,针对性要强,要体现具体工程的特征,经监控主体或其上级单位批准后印发实施。风险监控规章制度的制定原则应既明确基本的控制要点,也给出具有普适性的方法。

(6)风险监控程序规定了监控工作的步骤,既适用于整个水电工程系统风险控制,也适用于单类单项风险控制。

(7)风险监控核心内容罗列的是监控主体开展的主要工作,在实际过程中不仅限于此,还应根据工程特征和监控对象开展其他相关工作。

8.3.3 本条说明如下:

(1)信息化手段主要是指利用计算机辅助和网络技术。利用计算机技术构建模型、搭建监控平台,记录风险状态,完成指标比对,输出监控报告。

(2)风险日志记录了各种风险对象的发现、发展和应对处置情况,由各部门相应岗位负责填写,是反映监控工作的最原始的一手资料,应定期汇总,并交专门部门存档保管。

(3)风险管理情况报告依据风险日志,由专职部门牵头编写,既总结上一阶段工作,也对下一阶段工作做出安排和计划。

(4)根据风险发生的环节确定处置主体,专职监控部门跟踪处

置过程,评价处置结果,决定是否需要继续处置或调整处置方案。

8.3.4 本条说明如下:

(1)信息传递过程反映监控主体的一系列工作,其实质是人机对话和信息通过网络共享的过程,过程输入、过程输出、过程机制均作为集成模块嵌入监控平台,进而实现过程自动化控制。过程输入是指启动监控工作前赋予监控平台的初始值、背景资料,输入资料尽可能定量化。作为过程机制的监控方法应可靠、稳定。

(2)结果利用的时效性是对信息加工速度和指导实际工作两方面的规定,既要实现信息处理的准确快速,又要根据结果及时调整具体工作。

(3)原始数据由各部门岗位采集,专职监控部门汇总核实,各关联数据应协调一致。推断或预测数据的置信度由专职监控部门或相应部门根据其所属风险类型等确定,并应满足数理统计的一般规律。

(4)分级信息包括初始信息和结果信息,分级的目的是保证信息安全和保护企业利益。信息的分级管理和获取均通过监控平台以用户认证等方式自动实现。

(5)明确信息传递的手段及辅助监控系统的功能,该系统设计时可预留接口以便后续加载新功能。同一工程项目不同监控主体间的控制系统应相互兼容,目的是资源共享。

8.4 应急管理

8.4.2 本条说明如下:

1 本款是对大中型水电站应急预案编制的规定。

为指导大中型水电站做好应急预案的编制,在充分分析大中型水电站可能存在突发事件类别基础上,制订好综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案,本规范提供了附录 A 大中型水电工程建设应急预案分类,明确 1 个综合应急预案,39 个专项应急预案,32 个现场处置方案作为大中型水电站预案的基本要求。综合

应急预案、专项应急预案和现场处置方案分类的基本原则是：

(1)针对多类风险,可能发生多种事故类型的综合应急预案应包括本单位的应急组织机构及其职责、预案体系及响应程序、事故预防及应急保障、应急培训及预案演练等主要内容。

(2)针对某一种类的风险的专项应急预案应当包括危险性分析、可能发生的事故特征、应急组织机构与职责、预防措施、应急处置程序和应急保障等内容。

(3)针对危险性较大的重点岗位的现场处置方案应当包括危险性分析、可能发生的事故特征、应急处置程序、应急处置要点和注意事项等内容。

2 本款是对大中型水电站应急预案之间相互衔接的规定。

预案的相互衔接主要体现在以下几个方面：

(1)主要内容上与国家应急预案对接,做到上下相衔接。

(2)大中型电站应急预案中涉及交通、消防、医疗救护和卫生防疫、通信等内容时往往需要依靠其他企业和社会现有资源,在这种情况下,相关的应急预案应与相关企业或社会机构衔接。

(3)大中型电站所编制的应急预案之间内容也不能前后矛盾,各相关部门的职责不能交叉,预案应急响应级别和响应行为必须保持一致。

8.4.3 本条是对大中型水电站应急预案修订的规定。

大中型电站应当按照有关法规,定期或适时修订应急预案,一般来说,每3年至少修订一次。本条特别强调了应当及时修订的七种情形。这七种情形归纳起来主要是：

(1)组织体制发生变化:一是“因兼并、重组、转制等导致隶属关系、经营方式、法定代表人发生变化时。”二是“应急组织指挥体系或者职责已经调整时。”

(2)法制基础发生变化:“依据的法律、法规、规章和标准发生变化时。”

(3)大中型电站出现新的风险源,可能发生的事故特征发生

变化,以及预案经过演练发现问题时。

8.4.4 本条是对大中型水电站应急预案培训和演练的规定。其中前两款是关于培训的管理要求,后两款是关于演练的管理要求。对于应急预案培训,明确了大中型水电站上级主管单位、水电站归口管理部门、水电站具体负责部门以及班组的责任。同时,对于培训,从编制计划、组织培训、效果评估以及形成记录等方面提出闭环管理要求。应急预案演练可以验证预案的整体或关键部分的科学性和合理性,检验应急响应行动的可行性和有效性,检查各项应急工作的准备情况。本条明确了应急预案演练分综合应急预案、专项应急预案、现场处置方案演练次数,同时对预案演练的计划、评审、评估提出要求。

8.4.5 本条是对大中型水电站应急管理文件发放、保存的规定。

S/N:1580242·293



9 781580 242293 01 >



刮涂层 输数码 查真伪

统一书号: 1580242·293

定 价: 21.00元