

水电水利工程

风险辨识与典型案例分析

王民浩 主 编
杨志刚 刘世煌 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

水电水利工程 风险辨识与典型案例分析

王民浩 主 编
杨志刚 刘世煌 副主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书通过 240 余个工程案例,介绍了水电水利工程近坝库岸、枢纽布置、挡水建筑物、泄水系统、厂房及引水发电系统等部位可能存在的各种潜在风险,并对其危险性及防范重点进行了说明。通过对典型工程案例的重点分析,指出了导致风险产生的主要因素、风险事件后果,并在此基础上探讨各类风险的预防和改进措施,以及相应的风险等级划分。为实现上述目的,本书选择了 78 个较为典型的水电水利工程案例,采用风险分析表的方法进行了初步风险分析。

本书可供安全评价、设计、施工、监理、制造、调试、试运行及建设管理人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

水电水利工程风险辨识与典型案例分析/王民浩主编. —北京:中国电力出版社, 2010

ISBN 978-7-5123-0253-2

I. ①水… II. ①王… III. ①水利工程-风险分析-案例
②水力发电工程-风险分析-案例 IV. ①TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 053495 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 6 月第一版 2010 年 6 月北京第一次印刷
889 毫米×1194 毫米 16 开本 34.5 印张 1015 千字 8 彩页
定价 120.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

水电水利工程风险辨识与典型案例分析

编 审 委 员 会

编委会主任：吴 鑫

主 编：王民浩

副 主 编：杨志刚 刘世煌

审 稿：周建平 黄智全 彭 程 王柏乐 杨多根 彭土标

魏志远 赵 琨 党林才 白俊光 何海源 冯峻林

薛联芳 杨经会 胥树茂 郝荣国 陈寅其

编 著 人 员：牛文彬 郑新刚 张念木 王继琳 龚建新 夏君丽

熊敏峰 阴建康 刘正伟 王小拾 袁建新 王润玲

郭 晨 杨泽艳 余 奎 汤 旻 赵忠会 王惠明

赵全胜 肖 斌 刘爱梅 常作维 李 宏 秦 杨

潘 建 阮淑旺 江汉仁 韩 节 赵厉涛 阎 坤

李福云 田东胜 黎 静 周 治 姚云龙 叶钟黎

杨娟丽 张友科 李岳军 曹一鸣 李文江

安全是发展的基础。水电水利工程是一个涉及能源、国土、水利、环保、移民和社会发展等诸多方面的复杂的系统工程。水电水利工程的安全对整个社会公共安全和国民经济的可持续发展具有重要意义。为做好水电水利工程的风险管理工作，水电水利规划设计总院王民浩副院长组织编写了《水电水利工程风险辨识与典型案例分析》一书。

本书在总结国内外水电水利工程发生过的典型工程案例的基础上，通过 240 多个典型工程案例，详细介绍了水电水利工程近坝库岸、枢纽布置、挡水建筑物、泄水建筑物、引水发电系统等部位可能存在的各种潜在风险，并对风险进行了分析、评价，提出了相应的预防和控制措施。相信本书的出版，将对推动水电水利建设工程风险管理和安全评价工作起到重要的指导和促进作用。

希望水电水利工程的安全评价、设计、施工、监理、制造、调试、运行及建设管理等有关单位牢固树立和落实科学发展观，坚持“安全发展”的指导原则，高度重视水电水利工程的风险管理工作，认真落实胡锦涛总书记、温家宝总理关于加强安全生产的一系列重要指示精神以及党中央、国务院的部署，深入贯彻落实科学发展观，坚持以人为本，坚持安全发展，全面落实“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，继续深入推进安全生产“三项行动”，全面加强安全生产工作，进一步降低事故总量和死伤人数，坚决遏制重特大事故的发生，努力从源头上建设本质安全型工程，实现水电水利工程的长期安全稳定运行，努力促进安全生产形势稳定好转，为全国经济平稳较快发展提供安全保障。

国家安全生产监督管理总局副局长

王民浩

安全是水电水利工程开发建设的保证,也是水电水利行业可持续发展的强大生命力之源。开展水电水利工程安全评价和风险管理工作,是实现工程本质安全的重要措施之一。而水电水利工程风险辨识是开展安全评价工作首先需要解决的问题,也是进行工程风险管理的基础环节。对影响工程安全和人身健康、生命安全的主要危险、有害因素的识别、分类和风险分析,是保证后续安全评价工作顺利进行的根本。水电水利工程面临的风险主要包括自然的不可抗力造成的风险,如地震、泥石流、暴雨、洪水等;火灾、爆炸引起的事故;设计缺陷、制造工艺、原材料缺陷或技术不善引起的工程安全隐患;由于作业人员违反安全操作规程造成的意外事故;由于工程建设造成第三者的伤亡和财产损失的风险等。由于水电水利工程规模宏大、影响因素众多、建设周期长,与地形、地质、水文、气象等因素密切相关,使得各类风险因素在不同工程中所表现出来的形式、特点、影响范围、危害程度等又有所不同,因此每一个具体的水电水利工程都有其独特的复杂性和显著的个性。这就要求承担安全评价的工作人员应熟知与水电水利工程相关的规程规范、技术标准,深刻了解工程特点、主要工程问题及设计内容,同时还应具备丰富的工程实践经验,并具有较强的技术敏感性。

通过实际工程案例的分析和学习,能够从中总结经验、吸取教训、找出规律,有助于工程风险的辨识和确定,主要危险、有害因素监控和防范措施的实施,同时有助于提高安全评价人员的技术敏感性和安全评价水平,本书的编著正是基于此目的。本书汇集了240多个国内外水电水利工程案例,并尽可能力求各类案例覆盖水电水利工程近坝库岸、枢纽布置、挡水建筑物、泄水系统、厂房及引水发电系统等方面。另外,通过对水电水利工程危险、有害因素及重点防范部位的初步总结,重点选择了78个具有代表性的典型案例,采用风险分析表进行工程风险事件的详细分析。

本书分为六篇,除第一篇概述外,其他各篇均是以实际工程案例引出,继而进行危险性分析。针对每一类型的工程风险事件,采用典型案例风险分析表,对评价项目的主要风险因素、风险事件后果、固有风险、固有风险等级、改进及防范措施、剩余风险、剩余风险等级、教训或建议进行了说明和体现。

由于本书介绍了一些具体的工程案例,并对原因进行了剖析,因此书中难免涉及重大工程事故和设计缺陷,但这绝不影响对我国水电水利事业伟大成就的正确评价。希望读者不要因噎废食,而要正确吸取正反两面经验教训,进一步提高我国水电水利工程的本质安全程度和工程建设水平,同时希望本书的出版对推动水电水利工程安全评价工作的发展起到积极的促进作用。

本书的编著得到了国家安全生产监督管理总局,中国水电工程顾问集团公司,中国水利水电建设工程咨询公司本部及西北安全评价中心、中南安全评价中心、昆明安全评价中心、华东安全评价中心,中国水电顾问集团北京、西北、华东、中南、昆明、成都、贵阳勘测设计研究院,北京木联能工程科技有限公司等单位有关领导的大力支持和专家的热情帮助和指导,在此一并表示感谢!

尽管我们在编写过程中做了很大努力,但受到资料收集条件和知识、水平的限制,书中难免有不妥之处,热忱欢迎广大读者对本书提出宝贵的意见和建议。

编 著 者

2009年10月于北京

序 前言

第一篇 概 述

第一章 水电水利工程风险辨识	2
第二章 风险辨识的内容及方法	3
第三章 风险分析表结构设计	8

第二篇 近 坝 库 岸

第一章 地震	16
第一节 构造型地震及其震害分析	16
[案例 2.1-1] 唐山地震	17
[案例 2.1-2] 汶川地震	17
第二节 水库触发地震	18
[案例 2.1-3] 新丰江水库构造型触发地震	19
[案例 2.1-4] 龙羊峡水库构造型触发地震	21
[案例 2.1-5] 万家寨水库岩溶型触发地震	21
第三节 地震次生灾害	22
[案例 2.1-6] 太平驿水电站滑坡涌浪	22
[案例 2.1-7] 耿达水电站坝址两岸山体崩塌	23
[案例 2.1-8] 唐家山堰塞湖	23
第四节 小结	23
第二章 近坝库岸滑坡	27
第一节 上游近坝库岸滑坡	27
[案例 2.2-1] 瓦依昂拱坝左岸山体滑坡及其滑坡涌浪	27
[案例 2.2-2] 柘溪水库塘岩光滑坡	28
[案例 2.2-3] 龙羊峡水电站近坝库岸滑坡涌浪	29
第二节 坝址附近滑坡	30
[案例 2.2-4] 西藏日喀则年楚河某电站坝址变动	30
[案例 2.2-5] 某薄拱坝左坝肩山体浅层滑坡	31
[案例 2.2-6] 小浪底右坝肩滑坡处理	31
[案例 2.2-7] 大渡河天龙湖电站滑坡体利用	31
[案例 2.2-8] 映秀湾电站坝址区边坡滑塌	31
第三节 下游近坝岸边滑坡	33
[案例 2.2-9] 龙羊峡下游虎山坡不稳定体滑坡	33
[案例 2.2-10] 小浪底工程东苗家滑坡处理	34

[案例 2.2-11] 沙牌电站上下游近坝库岸边坡滑塌形成堰塞湖溢水淹厂房·····	34
第四节 小结 ·····	35
第三章 库岸崩塌 ·····	42
第一节 典型案例 ·····	42
[案例 2.3-1] 漫湾水库库岸再造 ·····	42
[案例 2.3-2] 官厅水库库岸崩塌 ·····	42
第二节 小结 ·····	43
第四章 泥石流 ·····	45
第一节 典型案例 ·····	45
[案例 2.4-1] 云南腾冲县槟榔江苏家河水电站泥石流·····	45
[案例 2.4-2] 云南迪庆电站冲沟泥石流 ·····	45
[案例 2.4-3] 龙羊峡水电站北大山水沟泥石流·····	45
第二节 小结 ·····	46
第五章 库岸异常变形 ·····	48
第一节 典型案例 ·····	48
[案例 2.5-1] 江垭近坝库岸整体抬升变形 ·····	48
[案例 2.5-2] 地下水位变化引起曹齐尔拱坝开裂·····	54
第二节 小结 ·····	55
第六章 水库渗漏 ·····	57
第一节 典型案例 ·····	57
[案例 2.6-1] 桃曲坡水库渗漏 ·····	57
[案例 2.6-2] 万家寨库区岩溶渗漏的成功预测·····	58
[案例 2.6-3] 铜头水库砾岩岩溶渗漏 ·····	61
[案例 2.6-4] 重庆市大宁河中梁水库岩溶勘测与梯级规划 ·····	62
[案例 2.6-5] 江口电站特大岩溶孔洞处理 ·····	66
[案例 2.6-6] 黄壁庄水库坝基岩溶塌陷 ·····	69
第二节 小结 ·····	76
第七章 库周浸没和内涝 ·····	86
第一节 典型案例 ·····	86
[案例 2.7-1] 三门峡水库浸没 ·····	86
[案例 2.7-2] 官厅水库浸没 ·····	86
[案例 2.7-3] 大化水库内涝 ·····	87
[案例 2.7-4] 百龙滩水库内涝 ·····	87
[案例 2.7-5] 岩滩水库内涝 ·····	87
第二节 小结 ·····	87
第八章 库盆塌陷 ·····	89
第一节 典型案例 ·····	89
[案例 2.8-1] 金鸡桥水库库盆塌陷、坝体开裂·····	89
第二节 小结 ·····	90
第九章 水库淤积及泥沙危害 ·····	91
第一节 典型案例 ·····	91

[案例 2.9-1] 三门峡电站水库淤积与枢纽工程改造	91
[案例 2.9-2] 盐锅峡电站水库淤积及其影响	93
第二节 小结	95
第十章 环境水对混凝土的影响	99
第一节 环境水对混凝土的侵蚀	99
[案例 2.10-1] 双塔水库环境水对灌溉洞混凝土衬砌的侵蚀	99
[案例 2.10-2] 皖河闸水下混凝土软水侵蚀	99
第二节 混凝土骨料碱活性反应	100
[案例 2.10-3] 大黑汀工程混凝土骨料碱活性反应	100
[案例 2.10-4] 野马坝混凝土碱骨料反应	102
[案例 2.10-5] 尚本重力坝混凝土碱骨料反应	103
第三节 排水孔析出物	103
[案例 2.10-6] 大黑汀等工程坝基排水廊道析出物异常	103
第四节 混凝土碳化	108
[案例 2.10-7] 陈村大坝混凝土碳化	109
[案例 2.10-8] 岗南水库混凝土碳化	109
第五节 混凝土冻融破坏	109
[案例 2.10-9] 参窝水库溢流坝坝面冻融破坏	109
第六节 小结	109

第三篇 枢纽布置

第一章 开发方式、坝址、坝线和坝型选择	116
第一节 开发方式选择	116
[案例 3.1-1] 石漫滩水库溃坝	116
[案例 3.1-2] 岷江上游长距离引水发电工程对河流生态供水的影响	117
[案例 3.1-3] 天龙湖和雪卡电站堰塞湖的利用方式对比	117
第二节 坝址选择	118
一、地形因素	118
[案例 3.1-4] 三峡坝址选择	118
[案例 3.1-5] 铜街子水电站坝址选择	118
二、地质因素	119
[案例 3.1-6] 东庄水电站坝址选择	119
[案例 3.1-7] 麻栗坝坝址选择	121
[案例 3.1-8] 沙坡头坝址选择与闸底板开裂	121
[案例 3.1-9] 龙羊峡坝址选择	124
三、施工因素	124
[案例 3.1-10] 来复水电站坝址选择	124
四、水力学因素	125
[案例 3.1-11] 后河水库坝址选择对溢流坝进口及下泄水流流态的影响	125
第三节 坝线选择	126
[案例 3.1-12] 安康电站坝轴线选择	126

[案例 3.1-13]	沟后面板坝坝轴线移动	128
[案例 3.1-14]	黑泉面板坝坝线和高趾墙	128
[案例 3.1-15]	白莲崖混凝土双曲拱坝轴线选择	128
[案例 3.1-16]	甘肃白龙江锁儿头水电站坝轴线优化	128
第四节	坝型选择	129
[案例 3.1-17]	后河水库坝型选择及所带来的问题	129
[案例 3.1-18]	台湾石门拱坝改型	133
[案例 3.1-19]	托克托古尔电站坝型变更	134
[案例 3.1-20]	周公宅水库坝型选择	134
[案例 3.1-21]	青山嘴水库坝型比选	135
[案例 3.1-22]	隘口水库坝型选择	135
第五节	小结	135
第二章	枢纽建筑物布置	141
第一节	典型案例	141
一、防洪		141
[案例 3.2-1]	某输水工程防洪规划	141
[案例 3.2-2]	汉江白河电站防洪标准及泄水、发电系统布置方案调整	142
[案例 3.2-3]	藤子沟电站厂房防洪与水淹厂房	142
二、发电		142
[案例 3.2-4]	惠州抽水蓄能电站黏土心墙堆石坝设计	142
[案例 3.2-5]	西沟水库蓄水影响地下厂房围岩稳定	143
三、灌溉		144
[案例 3.2-6]	小浪底水库南北两岸灌溉系统布置	144
四、供水		144
[案例 3.2-7]	周公宅供水水库及坝工设计	144
五、泄洪雾化		145
[案例 3.2-8]	龙羊峡、李家峡等水电站泄洪雾化影响	145
[案例 3.2-9]	某水电站泄洪消能方式改进	146
六、漂浮物堵塞		146
[案例 3.2-10]	石门水库排漂不利的影响	147
[案例 3.2-11]	甘肃党河水库漂浮物堵塞影响洪水下泄	148
[案例 3.2-12]	盐锅峡和黄坛口水电站拦污栅压垮被迫停机	149
七、冰凌与凌汛		149
[案例 3.2-13]	万家寨水库冰凌灾害及防凌措施	150
八、航运		151
[案例 3.2-14]	三峡航运与枢纽布置	152
[案例 3.2-15]	红水河乐滩电站引航道布置	152
九、泥沙淤积		154
[案例 3.2-16]	万家寨水库排沙措施	154
[案例 3.2-17]	小浪底水利枢纽排沙工程设计	155
十、涡流气锤		157

[案例 3.2-18]	昌马水库取水口防立柱漩涡措施	157
[案例 3.2-19]	张峰水库泄洪洞尾部防明、满流交替措施	157
[案例 3.2-20]	某倒虹吸管防气锤措施	158
第二节	小结	158
第三章	人工开挖边坡失稳	166
第一节	典型案例	166
[案例 3.3-1]	漫湾水电站左岸高边坡失稳及滑坡	166
[案例 3.3-2]	李家峡水电站高边坡失稳	169
[案例 3.3-3]	小浪底水利枢纽引水、泄水、发电系统进、出水口人工开挖边坡失稳	170
[案例 3.3-4]	拉西瓦水电站左岸坝顶岩石崩落	175
第二节	小结	176

第四篇 挡水建筑物

第一章	土石坝	188
第一节	土石坝的结构特点与主要危险性因素	188
第二节	洪水漫顶溃坝	188
[案例 4.1-1]	1963 年 8 月河北超标准洪水及多处土石坝溃坝	189
[案例 4.1-2]	1975 年 8 月河南特大洪水及板桥、石漫滩水库溃坝	189
[案例 4.1-3]	甘肃李家嘴、史家沟水库溃坝	192
[案例 4.1-4]	西班牙图斯心墙堆石坝溃坝	192
第三节	震害	192
[案例 4.1-5]	密云水库的白河大坝地震滑坡	192
[案例 4.1-6]	陡河大坝地震裂缝	194
[案例 4.1-7]	新疆西柯尔土坝地震溃决	194
[案例 4.1-8]	谢菲尔德土坝地震溃决	195
[案例 4.1-9]	海布根土坝地震破坏	195
[案例 4.1-10]	碧口壤土心墙堆石坝震害	196
[案例 4.1-11]	水牛家碎石心墙堆石坝震害	197
第四节	渗漏及渗流破坏	197
[案例 4.1-12]	山西榆林水库副坝坝基渗漏决口	198
[案例 4.1-13]	新疆八一水库溃坝	198
[案例 4.1-14]	美国提堂(Teton)坝水力劈裂溃决	199
[案例 4.1-15]	转角楼水库绕坝渗漏及处理	203
[案例 4.1-16]	玉马土坝塌陷	204
[案例 4.1-17]	双塔水库坝基和坝体渗漏	204
第五节	坝体裂缝和滑坡	205
[案例 4.1-18]	岳城水中填土土坝裂缝及滑动	206
[案例 4.1-19]	流光岭均质土坝上下游边坡滑坡	208
[案例 4.1-20]	七一水库岩塞爆破库水位骤降土坝滑坡	209
[案例 4.1-21]	某土坝坝顶裂缝	209
第六节	小结	215

第二章 混凝土面板堆石坝	230
第一节 混凝土面板堆石坝的结构特点	230
第二节 溃坝	230
[案例 4.2-1] 沟后砂砾石面板堆石坝溃坝	230
[案例 4.2-2] 汤姆索克抽水蓄能电站上库混凝土面板堆石坝溃决	234
第三节 震害	234
[案例 4.2-3] 紫坪铺大坝震害	234
[案例 4.2-4] 天生桥一级水库岩溶地震与面板挤压破坏	238
第四节 坝基渗漏	238
[案例 4.2-5] 茄子山面板堆石坝坝基渗漏	238
[案例 4.2-6] 西北口面板坝面板干缩和温度裂缝及坝基岩溶渗漏	241
[案例 4.2-7] 吉林台面板坝坝基渗漏	245
第五节 坝面开裂及漏水	246
[案例 4.2-8] 株树桥面板坝坝体渗漏	246
[案例 4.2-9] 天生桥一级面板堆石坝面板结构性裂缝	257
[案例 4.2-10] 江西大塆工程面板漏水	261
[案例 4.2-11] 松山面板堆石坝面板冻胀破坏	262
第六节 小结	264
第三章 重力坝	287
第一节 重力坝的结构特点与主要危险因素	287
第二节 震害	287
[案例 4.3-1] 参窝混凝土重力坝震害	287
[案例 4.3-2] 台湾石岗重力坝震害	287
[案例 4.3-3] 雾社重力坝震害	288
[案例 4.3-4] 宝珠寺水电站震害	289
[案例 4.3-5] 武都碾压混凝土重力坝震害	291
第三节 抗滑失稳	291
[案例 4.3-6] 朱庄浆砌石重力坝坝基抗滑稳定及加固处理	291
[案例 4.3-7] 双牌大头坝坝基抗滑稳定及加固处理	291
[案例 4.3-8] 长绍重力坝坝基处理	292
[案例 4.3-9] 万家寨重力坝坝基浅层抗滑稳定分析及加固处理	292
[案例 4.3-10] 安康重力坝坝基抗滑稳定及处理	305
[案例 4.3-11] 宝珠寺水电站坝基抗滑稳定及泄洪考验	309
[案例 4.3-12] 汾河二库碾压混凝土重力坝坝基抗滑稳定及处理	310
第四节 坝体裂缝	315
[案例 4.3-13] 丹江口水库重力坝裂缝	315
[案例 4.3-14] 观音阁碾压混凝土重力坝裂缝	316
[案例 4.3-15] 三峡工程混凝土裂缝处理措施	317
第五节 溃坝	319
[案例 4.3-16] 广西北流市独门重力坝溃坝	319
第六节 坝基变形	320

[案例 4.3-17] 纪村水电站软岩坝基变形	320
第七节 小结	321
第四章 拱坝	343
第一节 拱坝结构特点及主要危险因素	343
第二节 拱坝震害	343
[案例 4.4-1] 龙羊峡重力拱坝与共和地震	343
[案例 4.4-2] 巴柯依玛双曲拱坝震害	343
[案例 4.4-3] 沙牌碾压混凝土薄拱坝震害	345
第三节 坝肩失稳	346
[案例 4.4-4] 玛尔巴塞拱坝溃坝	346
第四节 坝体整体上抬	348
[案例 4.4-5] 梅花拱坝上抬溃坝	348
第五节 拱座及坝基变形	349
[案例 4.4-6] 深沟拱坝坝基煤矿采空区引起坝体开裂	349
[案例 4.4-7] 梅山连拱坝右坝座错动及坝体裂缝	350
第六节 坝踵剪切破坏	354
[案例 4.4-8] 柯恩布赖拱坝坝踵剪切破坏	354
[案例 4.4-9] 石门拱坝坝踵开裂	355
第七节 坝体裂缝	356
[案例 4.4-10] 东江拱坝施工期裂缝	356
[案例 4.4-11] 普定拱坝运行期裂缝	357
[案例 4.4-12] 丰乐拱坝施工期裂缝	359
[案例 4.4-13] 金坑拱坝运行期裂缝	361
[案例 4.4-14] 二滩拱坝施工期及运行期裂缝	362
[案例 4.4-15] 陈村重力拱坝裂缝发展	366
第八节 小结	369

第五篇 泄水系统

第一章 泄洪洞	382
第一节 典型案例	382
[案例 5.1-1] 刘家峡水电站泄洪洞冲蚀破坏	382
[案例 5.1-2] 李家峡水电站导流洞冲蚀破坏	385
[案例 5.1-3] 鲁布革水电站右岸泄洪洞破坏	387
[案例 5.1-4] 二滩水电站 1 号泄洪洞空蚀破坏	389
第二节 小结	392
第二章 溢洪道	405
第一节 典型案例	405
[案例 5.2-1] 刘家峡水电站溢洪道冲蚀破坏	405
[案例 5.2-2] 龙羊峡水电站底孔泄槽空蚀破坏	405
第二节 小结	407
第三章 消能设施	409

第一节 典型案例	409
[案例 5.3-1] 五强溪水电站消力池冲刷破坏	409
[案例 5.3-2] 萨扬·舒申斯克水电站消力池损坏	411
第二节 小结	412
第四章 泄洪冲沙设施金属结构	414
第一节 典型案例	414
[案例 5.4-1] 乐滩水电站冲沙底孔进口平面闸门坠落	414
[案例 5.4-2] 三盛公水利枢纽工程跌水闸弧形闸门支臂断裂	414
[案例 5.4-3] 刘家峡水电站泄水道平板闸门振动	414
[案例 5.4-4] 委内瑞拉古里水电站导流洞封堵故障	415
[案例 5.4-5] 佛尔松(Folsom)大坝溢洪道弧形闸门失事	415
[案例 5.4-6] 美国庞纳维利(Bonneville)坝平面闸门损坏事故	417
第二节 小结	419

第六篇 引水发电系统

第一章 进、出水口	424
第一节 地质条件不良	424
[案例 6.1-1] 不良地质条件逼使某水电站进水口移位和加固处理	424
第二节 地震	424
[案例 6.1-2] 映秀湾、渔子溪水电站进水口震损	424
[案例 6.1-3] 小浪底水电站进水口抗震设计	425
第三节 滑坡、泥石流	426
[案例 6.1-4] 天生桥二级水电站进水口前塌方	426
[案例 6.1-5] 甘肃白龙江锁儿头水电站进水口与泥石流	426
第四节 淤积	427
[案例 6.1-6] 山西运城引黄灌区进水口位置变迁	427
[案例 6.1-7] 三门峡水电站改造	427
第五节 水力学条件不利	429
[案例 6.1-8] 引黄入晋工程 1 号倒虹吸管水工模型试验	429
[案例 6.1-9] 黄坛口等水电站进水口漩涡	430
[案例 6.1-10] 密云水库进水口防冰花堵塞处理	430
[案例 6.1-11] 刘家峡水库泥沙淤积及其影响	430
[案例 6.1-12] 盐锅峡水电站泥沙淤积及其影响	431
[案例 6.1-13] 盐锅峡水电站排漂	431
[案例 6.1-14] 某水电站尾水洞变洞顶方案	432
第六节 小结	434
第二章 有压隧洞	437
第一节 典型案例	437
[案例 6.2-1] 江西蔡坊水电站浅埋有压隧洞爆裂	437
[案例 6.2-2] 江西遂川县安村电站压力隧洞浅埋段开缝	440
[案例 6.2-3] 下马岭水电站压力隧洞斜井段局部坍塌	442

[案例 6.2-4]	白莲河水电站压力隧洞段严重渗漏	443
[案例 6.2-5]	浙江省两起钢筋混凝土压力隧洞衬砌开裂漏水事故	444
[案例 6.2-6]	太平驿电站压力隧洞衬砌脱落	445
[案例 6.2-7]	石门水电站压力隧洞渗漏	446
[案例 6.2-8]	狮子滩、盐水沟等水电站压力隧洞气锤	447
[案例 6.2-9]	广州抽水蓄能电站二期钢筋混凝土高压岔管渗漏	448
第二节	小结	449
第三章	调压室	460
第一节	典型案例	460
[案例 6.3-1]	天生桥二级水电站调压室倒塌	460
第二节	小结	461
第四章	压力钢管	464
第一节	典型案例	464
[案例 6.4-1]	以礼河三级(盐水沟)电站钢管脆性爆裂	464
[案例 6.4-2]	响水电站钢管爆裂后外压失稳	467
[案例 6.4-3]	绿水河电站钢管两起事故	475
[案例 6.4-4]	泉水电站钢管外压失稳	478
[案例 6.4-5]	湖南镇电站斜井段压力钢管失稳	478
[案例 6.4-6]	刘家峡水电站 1 号机组钢管失稳	479
[案例 6.4-7]	广州抽水蓄能电站尾水管钢衬变形	480
第二节	小结	480
第五章	厂房	490
第一节	地面厂房后缘边坡失稳及地下厂房围岩失稳	490
[案例 6.5-1]	藤子沟电站厂房后缘边坡滑坡	490
[案例 6.5-2]	小浪底水利枢纽地下厂房顶拱预应力锚索加固	491
第二节	水淹厂房	491
[案例 6.5-3]	凤滩水电站水淹厂房	491
[案例 6.5-4]	鱼潭水电站水淹厂房	492
[案例 6.5-5]	马迹塘水电站发电机组进水	492
[案例 6.5-6]	某水电站水淹厂房事故教训及启示	492
第三节	厂房火灾	499
[案例 6.5-7]	双牌水电站载波室电缆短路引发火灾	499
[案例 6.5-8]	鱼潭水电站排水泵控制屏烧毁	500
[案例 6.5-9]	凤滩水电站烟头引发火灾	500
第四节	变压器故障	500
[案例 6.5-10]	柘溪水电站 3 号主变压器 C 相绕组烧毁钟罩炸裂	500
[案例 6.5-11]	水府庙水电站主变压器瓦斯保护电缆芯线绝缘损坏误动	500
[案例 6.5-12]	天荒坪抽水蓄能电站主变压器异常情况分析与处理	501
[案例 6.5-13]	变压器油中金属杂质的隐患及处理	502
第五节	立式机组机电设备故障	504
[案例 6.5-14]	柘溪水电站 5 号发电机出口短路	504

[案例 6.5-15]	柘溪水电站 3 号励磁机短路	505
[案例 6.5-16]	水府庙水电站副厂房漏水引起 10kV 母线短路	505
[案例 6.5-17]	十三陵抽水蓄能电站 220kV 主断路器触头放电故障	505
[案例 6.5-18]	水府庙水电站 10.5kV 母线因老鼠而短路	506
[案例 6.5-19]	马迹塘水电站 1 号机断路器触指烧损	506
[案例 6.5-20]	欧阳海水电站 1 号机励磁回路标准分流器发热烧坏	506
[案例 6.5-21]	柘溪水电站 3 号机推力轴瓦过热烧损	507
[案例 6.5-22]	万家寨水电站尾水管涡带振动及基础环开裂漏水	507
[案例 6.5-23]	小浪底水电站水轮机叶片开裂	507
第六节	灯泡贯流式机组定转子扫膛事故	508
[案例 6.5-24]	巴西 IGARAPAVA 水电厂转子和定子摩擦事故	508
[案例 6.5-25]	湖南某水电厂 1 号机转子支臂断裂事故	508
[案例 6.5-26]	四川某水电厂定转子扫膛事故	509
[案例 6.5-27]	青海某水电厂定转子扫膛事故	509
[案例 6.5-28]	福建某电厂 1 号机扫膛事故	509
[案例 6.5-29]	东欧贯流式机组定子变形事故	509
第七节	其他人身伤害事故	510
[案例 6.5-30]	马迹塘水电站金属梯放电, 导致职工触电死亡	510
[案例 6.5-31]	东江水电厂起吊工具坠落砸死工人	510
[案例 6.5-32]	柘溪水电站进水口清渣, 工人溺水死亡	510
[案例 6.5-33]	开放系统的安全防护缺陷	510
第八节	小结	511
第六章	引水发电系统金属结构	527
第一节	典型案例	527
[案例 6.6-1]	东风电站尾水闸门压垮致人员伤亡	527
[案例 6.6-2]	某抽水蓄能电站下水库进出水口 1 号尾水检修闸门坠落事故	527
[案例 6.6-3]	映秀湾、碧口、大化、鲁布格等水电站拦污栅被堵被毁	528
[案例 6.6-4]	冷竹关电站拦污栅清污方式的改造	529
第二节	小结	530
参考文献		536

第一篇

概 述

本书采用风险分析表对各类事件进行了固有风险分析和剩余风险分析，提出了相应的改进及防范措施。风险分析表综合吸收了预先危险性分析法和风险评价指数矩阵法的分析思路和方法。

本篇主要介绍水电水利工程风险辨识的内容、方法、单元划分，以及风险分析表的结构设计。