

注册土木工程师(水利水电工程)

资格考试指定辅导教材

水利水电工程

专业案例

(水工结构与工程地质篇)

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会
中国水利水电勘测设计协会

编



黄河水利出版社

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试指定辅导教材

水利水电工程专业案例

(水工结构与工程地质篇)

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编
中国水利水电勘测设计协会

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程专业案例. 水工结构与工程地质篇/全国勘察
设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会、中国水利
水电勘测设计协会编. —郑州:黄河水利出版社, 2007. 4

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试指定辅导教材
ISBN 978-7-80734-081-2

I. 水… II. ①全…②中… III. ①水利工程-水工结
构-工程技术人员-资格考核-教学参考资料②水力发电
工程-水工结构-工程技术人员-资格考核-教学参考资
料③水力发电工程-工程地质-工程技术人员-资格考核
-教学参考资料④水力发电工程-工程地质-工程技术人
员-资格考核-教学参考资料 IV. TV-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 060503 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:54.5

字数:1 259 千字

印数:1—4 000

版次:2007 年 4 月第 1 版

印次:2007 年 4 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-081-2/TV·460

定价:129.00 元

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试 指定辅导教材编委会

- 名誉主编:沈凤生 王柏乐
- 主编:曾肇京
- 副主编:仲志余 袁定远 关志诚 周建平 司富安
陈伟 朱党生 孙荣博
- 编委:(以姓氏笔画排序)
- 规划组:龙超平 仲志余 刘子慧 邱忠恩 沈佩君
张荣国 陈肃利 陈炳金 季学武 袁定远
蒋光明 曾肇京 谭培伦 熊明
- 结构组:王仁超 王目宣 王宏斌 方光达 冯平
关志诚 刘锡岭 孙富行 严永璞 李启业
李振富 杨敏 吴鹤鹤 吴毅瑾 闵家驹
张社荣 陆宗磐 陈登毅 林继镛 周建平
练继建 钟廷英 钟登华 党林才 钱诗湘
彭新民
- 地质组:马贵生 牛世玉 司富安 杜忠信 余永智
汪雍熙 宋子玺 宋嶽 陈德基 范中原
周火明 袁建新 徐福兴 高玉生 蔡耀军
鞠占斌 魏岩俊
- 移民组:王晓峰 张一军 陈伟 翟贵德 蔡频
潘尚兴
- 水保组:丁国栋 王英顺 王治国 毕华兴 朱党生
朱清科 齐实 孙保平 纪强 杨建英
余新晓 张洪江 赵廷宁 胡振华 段喜明
姜德文 贺康宁 贾泽祥 高甲荣 梁其春
董强 解新芳
- 专业基础组:孙荣博 苏加林 李亚娟 李孝振 陈雷
雷兴顺

前 言

为加强对水利水电工程勘察、设计人员的管理,保证工程质量,国家对从事水利水电工程勘察、设计活动的专业技术人员实行职业准入制度,注册土木工程师(水利水电工程)执业制度于2005年9月起正式实施。今后,在水利水电工程勘察、设计活动中形成的勘察、设计文件,必须由注册土木工程师(水利水电工程)签字并加盖执业印章后方可生效。专业技术人员经考试合格并注册后方可注册土木工程师(水利水电工程)名义执业。根据执业岗位需要,注册土木工程师(水利水电工程)执业岗位划分为水利水电工程规划、水工结构、水利水电工程地质、水利水电工程移民、水利水电工程水土保持5个执业类别。

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试分为基础考试和专业考试,基础考试合格后方可报名参加专业考试。基础考试分为两个半天,分别进行公共基础、专业基础考试;专业考试分为两天,分别进行专业知识、专业案例考试。基础考试、专业知识考试不分执业类别,专业案例考试分执业类别进行。

为更好地帮助考生复习,全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会和中国水利水电勘测设计协会成立了由行业资深专家、教授组成的考试复习教材编审委员会,组织编写了参加资格考试的专用复习教材,全套复习教材共分《水利水电工程专业基础知识》、《水利水电工程专业知识》及《水利水电工程专业案例(水工结构与工程地质篇)》、《水利水电工程专业案例(工程规划、水土保持与工程移民篇)》四册,分别供考生参加专业基础、专业知识、专业案例考试参考。本套复习教材及《勘察设计注册土木工程师(水利水电工程)资格考试大纲》由黄河水利出版社出版发行。《注册土木工程师(水利水电工程)专业考试技术标准汇编》由中国水利水电出版社出版发行。

本复习教材以《勘察设计注册土木工程师(水利水电工程)资格考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业知识、勘察设计技术标准为重点,紧密联系实际工程实践,不仅能帮助考生系统掌握专业知识和正确运用设计规范、标准处理工程实际问题,而且可作为水利水电专业技术人员从事勘察、设计、咨询、建设项目管理、专业技术管理的辅导读本和高等院校师生教学、学习的参考用书。

参加本教材编写的专家以其强烈的责任感、深厚的理论功底、丰富的工程实践经验以及对技术标准的准确理解,对复习教材字斟句酌,精心编撰,付出了辛勤劳动。我们对各位作者表示深切的谢意,对编者所在单位给予的关心和支持表示衷心的感谢,对黄河水利出版社展现的专业精神表示敬意。

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会
中国水利水电勘测设计协会
2007年3月

目 录

前言

水工结构篇

第一章 总体设计能力	(1)
第一节 工程等别与水工建筑物级别划分依据和原则.....	(1)
第二节 洪水标准.....	(7)
第三节 场址选定原则及技术经济比选.....	(11)
第四节 主要建筑物基本型式选择的依据.....	(14)
第五节 水利水电工程总布置应考虑的主要因素.....	(16)
第六节 安全超高及顶高程确定.....	(18)
第七节 水工建筑物稳定与强度安全标准.....	(21)
第八节 水工建筑物抗震设计基本要求.....	(29)
第九节 水工建筑物荷载和组合.....	(31)
第十节 天然建材.....	(38)
第十一节 水工建筑物的工程地质条件及建基条件.....	(44)
第十二节 安全监测设计.....	(50)
第二章 水工混凝土结构	(55)
第一节 水工混凝土材料.....	(55)
第二节 水工混凝土结构基本设计规定.....	(57)
第三节 素混凝土结构构件承载能力极限状态计算.....	(61)
第四节 钢筋混凝土结构构件承载能力极限状态计算.....	(64)
第五节 钢筋混凝土结构构件正常使用极限状态验算.....	(71)
第六节 水工混凝土结构的设计构造.....	(74)
第七节 水工混凝土结构的温度作用.....	(79)
第八节 钢筋混凝土构件抗震设计.....	(80)
第九节 水工钢筋混凝土施工.....	(81)
第三章 水工金属结构	(89)
第一节 水工金属结构布置、选型和主要构造设计.....	(89)
第二节 闸门的受力条件和运用方式.....	(98)
第三节 强度、刚度、稳定计算方法.....	(106)
第四节 闸门构件及连接件的材料和容许应力.....	(123)
第五节 闸门表面防腐蚀和防冰冻.....	(131)
第六节 启闭机.....	(134)

第七节	金属结构制造、安装及试验	(141)
第八节	压力钢管	(145)
第四章	挡水、蓄水建筑物	(153)
第一节	碾压式土石坝设计	(153)
第二节	混凝土重力坝设计	(183)
第三节	混凝土拱坝设计	(222)
第五章	输水、泄水建筑物	(246)
第一节	水工隧洞设计	(246)
第二节	溢洪道设计	(275)
第三节	水闸设计	(312)
第六章	水电站建筑物	(356)
第一节	水电站厂房设计	(356)
第二节	进水口设计	(397)
第三节	压力钢管设计	(405)
第四节	调压室设计	(422)
第七章	堤防与渠系(输水)建筑物	(431)
第一节	堤防	(431)
第二节	取水建筑物	(447)
第三节	渠系(输水)建筑物	(483)
第八章	施工组织设计	(514)
第一节	施工导流	(514)
第二节	主体工程施工方法	(524)
第三节	施工交通运输	(529)
第四节	施工工厂设施	(531)
第五节	施工总体布置	(538)
第六节	施工总进度	(542)
第七节	料场开采规划设计	(544)
第八节	新材料、新工艺、新施工措施	(547)
第九节	工程质量检查与控制	(552)
第十节	工程验收	(556)
第十一节	工程施工分标原则	(561)

工程地质篇

第一章	水利水电工程地质勘察	(565)
第一节	工程地质勘察阶段划分	(565)
第二节	工程地质勘察大纲	(565)
第三节	各阶段工程地质勘察的基本任务和内容	(566)
第四节	工程地质勘察报告及附图的编制	(571)

第五节	水库区工程地质勘察的主要内容和方法	(575)
第六节	坝(闸)址区工程地质勘察	(579)
第七节	溢洪道工程地质勘察	(583)
第八节	渠道的工程地质勘察	(584)
第二章	勘察技术方法	(586)
第一节	勘察技术方法的选用原则	(586)
第二节	水利水电工程地质测绘	(588)
第三节	水利水电工程物探	(606)
第四节	水利水电工程钻探	(614)
第五节	水利水电工程钻孔压水试验	(620)
第六节	水利水电工程钻孔抽水试验	(624)
第七节	室内试验	(628)
第八节	岩石(体)物理力学性质试验	(638)
第九节	地下水观测	(646)
第十节	各种勘测技术方法的适用性评述	(648)
第三章	区域构造稳定性	(655)
第一节	概述	(655)
第二节	区域构造稳定性研究评价	(655)
第三节	活断层的判别和研究方法	(660)
第四节	常用的断层活动性测年方法	(663)
第五节	地震安全性评价	(668)
第六节	《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)	(669)
第七节	地震反应谱的基本概念	(670)
第八节	水库诱发地震	(671)
第四章	水库工程地质	(679)
第一节	概述	(679)
第二节	水库渗漏	(679)
第三节	水库浸没	(684)
第四节	水库库岸稳定	(690)
第五节	水库其他环境问题	(701)
第五章	水工建筑物工程地质	(709)
第一节	水工建筑物对地形地质条件的基本要求	(709)
第二节	水工建筑物地基稳定问题	(711)
第三节	混凝土坝工程地质	(730)
第四节	土石坝地基工程地质	(757)
第五节	坝地质缺陷的处理措施	(761)
第六章	边坡工程地质	(768)
第一节	概述	(768)

第二节	边坡的应力分布特征·····	(768)
第三节	边坡变形破坏的基本类型·····	(770)
第四节	滑坡的工程地质特征·····	(773)
第五节	影响边坡稳定性的因素·····	(777)
第六节	边坡稳定性的工程地质评价方法·····	(781)
第七节	边坡原位监测·····	(789)
第八节	防治边坡变形破坏的工程措施·····	(792)
第七章	地下洞室工程地质·····	(794)
第一节	地应力及地下洞室围岩应力·····	(794)
第二节	地下洞室选线(址)的地质要求·····	(799)
第三节	地下洞室工程地质勘察·····	(800)
第四节	常用的围岩分类方法及其适用性·····	(803)
第五节	围岩稳定性评价方法·····	(810)
第六节	地下洞室超前预报、支护加固处理措施及适用条件·····	(815)
第七节	地下洞室围岩监测·····	(817)
第八章	天然建筑材料勘察·····	(818)
第一节	勘察的目的和料场选择的基本原则·····	(818)
第二节	勘察的依据和勘察大纲的编制·····	(818)
第三节	勘察精度分级·····	(818)
第四节	各设计阶段天然建筑材料勘察的基本要求·····	(819)
第五节	料场勘探和取样试验·····	(820)
第六节	天然建筑材料的质量要求·····	(825)
第七节	天然建筑材料开采运输条件·····	(826)
第八节	资料整理与报告编写·····	(827)
第九章	特殊岩土体地质问题·····	(830)
第一节	岩溶地质·····	(830)
第二节	特殊(岩)土体·····	(842)

水工结构篇

第一章 总体设计能力

第一节 工程等别与水利建筑物级别划分依据和原则

一、工程等别

水利水电工程的等别,应根据其工程规模、效益及在国民经济中的重要性,划分为5等,按表 1-1-1 确定。

表 1-1-1 水利水电工程分等指标

工程等别	工程规模	水库总库容 (亿 m ³)	防洪		治涝	灌溉	供水	发电
			保护城镇及工矿企业的重要性	保护农田 (万亩)	治涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供水对象重要性	装机容量 (万 kW)
I	大(1)型	≥10	特别重要	≥500	≥200	≥150	特别重要	≥120
II	大(2)型	10~1.0	重要	500~100	200~60	150~50	重要	120~30
III	中型	1.0~0.10	中等	100~30	60~15	50~5	中等	30~5
IV	小(1)型	0.10~0.01	一般	30~5	15~3	5~0.5	一般	5~1
V	小(2)型	0.01~0.001		<5	<3	<0.5		<1

注:1. 水库总库容是指水库最高水位以下的静库容。

2. 治涝面积和灌溉面积均指设计面积。

3. 1hm² = 15 亩,下同。

(1)对综合利用的水利水电工程,当按各综合利用项目的分等指标确定的等别不同时,其工程等别应按其中最高等别确定。

水利水电工程等别的划分列入了水库总库容、装机容量、防洪、治涝、灌溉、供水等指标。

(2)拦河水闸工程的等别,应根据其过闸流量,按表 1-1-2 确定。

表 1-1-2 拦河水闸工程分等指标

工程等别	工程规模	过闸流量(m ³ /s)
I	大(1)型	≥5 000
II	大(2)型	5 000~1 000
III	中型	1 000~100
IV	小(1)型	100~20
V	小(2)型	<20

(3)灌溉、排水泵站的等别,应根据其装机流量与装机功率,按表 1-1-3 确定。工业、城镇供水泵站的等别,应根据其供水对象的重要性,按表 1-1-1 确定。

表 1-1-3 灌溉、排水泵站分等指标

工程等别	工程规模	分等指标	
		装机流量(m ³ /s)	装机功率(万 kW)
I	大(1)型	≥200	≥3
II	大(2)型	200~50	3~1
III	中型	50~10	1~0.1
IV	小(1)型	10~2	0.1~0.01
V	小(2)型	<2	<0.01

注:1.装机流量、装机功率是指包括备用机组在内的单站指标。

2.当泵站按分等指标分属两个不同等别时,其等别按其中高的等别确定。

3.由多级或多座泵站联合组成的泵站系统工程的等别,可按其系统的指标确定。

(4)引水枢纽工程等别应根据引水流量的大小,按表 1-1-4 确定。

表 1-1-4 引水枢纽工程分等指标

工程等别	I	II	III	IV	V
规模	大(1)型	大(2)型	中型	小(1)型	小(2)型
引水流量(m ³ /s)	>200	200~50	50~10	10~2	<2

二、水工建筑物级别

(一)永久性水工建筑物级别

(1)水利水电工程的永久性水工建筑物的级别,应根据其所在工程的等别和建筑物的重要性,划分为 5 级,按表 1-1-5 确定。

表 1-1-5 永久性水工建筑物级别

工程等别	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3
II	2	3
III	3	4
IV	4	5
V	5	5

(2)失事后损失巨大或影响十分严重的水利水电工程的 2~5 级主要永久性水工建筑物,经过论证并报主管部门批准,可提高一级;失事后造成损失不大的水利水电工程的 1~4 级主要永久性水工建筑物,经过论证并报主管部门批准,可降低一级。

(3)水库大坝按表 1-1-5 规定为 2 级、3 级的永久性水工建筑物,如坝高超过表 1-1-6 指标,其级别可提高一级,但洪水标准可不提高。

表 1-1-6 水库大坝提级指标

级别	坝型	坝高(m)
2	土石坝	90
	混凝土坝、浆砌石坝	130
3	土石坝	70
	混凝土坝、浆砌石坝	100

(4)当永久性水工建筑物基础的工程地质条件复杂或采用新型结构时,对 2~5 级建筑物可提高一级设计,但洪水标准不予提高。

(5)城市防洪建筑物级别,根据《城市防洪设计规范》(CJJ50—92)确定。应按城市等级及其在工程中的作用和重要性划分为四级,可按表 1-1-7 确定。

表 1-1-7 防洪建筑物级别

城市等级	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
I	1	3	4
II	2	3	4
III	3	4	4
IV	4	4	

注:1.主要建筑物是指失事后使城市遭受严重灾害并造成重大经济损失的建筑物,例如堤防、防洪闸等。

2.次要建筑物是指失事后不致造成城市灾害或者造成经济损失不大的建筑物,例如丁坝、护坡、谷坊。

3.临时性建筑物是指防洪工程施工期间使用的建筑物,例如施工围堰等。

(6)堤防工程的级别,应按《堤防工程设计规范》(GB50286—98)确定。堤防工程的防洪标准应根据防护区内防洪标准较高的防护对象的防洪标准确定。堤防工程的级别应符合表 1-1-8 的规定。

表 1-1-8 堤防工程的级别

防洪标准 (重现期(年))	≥ 100	$< 100, \text{且} \geq 50$	$< 50, \text{且} \geq 30$	$< 30, \text{且} \geq 20$	$< 20, \text{且} \geq 10$
堤防工程的级别	1	2	3	4	5

堤防工程上的闸、涵、泵站等建筑物及其他构筑物设计防洪标准,不应低于堤防工程的防洪标准,并应留有适当的安全裕度。

(7)灌溉渠道或排水沟的级别应根据灌溉或排水流量的大小,按表 1-1-9 确定。对灌排结合的渠道工程,当按灌溉和排水流量分属两个不同工程级别时,应按其中较高的级别确定。

表 1-1-9 灌排渠沟工程分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
灌溉流量(m ³ /s)	>300	300~100	100~20	20~5	<5
排水流量(m ³ /s)	>500	500~200	200~50	50~10	<10

(8)水闸、渡槽、倒虹吸、涵洞、跌水与陡坡等灌排建筑物的级别,应根据过水流量的大小,按表 1-1-10 确定。

表 1-1-10 灌排建筑物分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
过水流量(m ³ /s)	>300	300~100	100~20	20~5	<5

(9)在防洪堤上修建的引水、提水工程及其他灌排建筑物,或在挡潮堤上修建的排水工程,其级别不得低于防洪堤或挡潮堤的级别。

(10)倒虹吸、涵洞等灌排建筑物与公路或铁路交叉布置时,其级别不得低于公路或铁路的级别。

(二)临时性水工建筑物级别

(1)水利水电工程施工期使用的临时性挡水和泄水建筑物的级别,应根据保护对象的重要性、失事后果、使用年限和临时性建筑物规模,按表 1-1-11 确定。

表 1-1-11 临时性水工建筑物级别

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	临时性水工建筑物规模	
				高度(m)	库容(亿 m ³)
3	有特殊要求的 1 级永久性水工建筑物	淹没重要城镇、工矿企业、交通干线或推迟总工期及第一台(批)机组发电,造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0
4	1、2 级永久性水工建筑物	淹没一般城镇、工矿企业或影响工程总工期及第一台(批)机组发电而造成较大经济损失	3~1.5	50~15	1.0~0.1
5	3、4 级永久性水工建筑物	淹没基坑,但对总工期及第一台(批)机组发电影响不大,经济损失较小	<1.5	<15	<0.1

(2)当临时性水工建筑物根据表 1-1-11 指标分属不同级别时,其级别应按其中最高级别确定。但对 3 级临时性水工建筑物,符合该级别规定的指标不得少于两项。

(3)利用临时性水工建筑物挡水发电、通航时,经过技术经济论证,3 级以下临时性水工建筑物的级别可提高一级。

第二节 洪水标准

一、一般规定

(1) 水利水电工程永久性水工建筑物的洪水标准,应按山区、丘陵区和平原、滨海区分别确定。

(2) 当山区、丘陵区的水利水电工程永久性水工建筑物的挡水高度低于 15m,且上下游最大水头差小于 10m 时,其洪水标准宜按平原、滨海区标准确定;当平原区、滨海区的水利水电工程永久性水工建筑物的挡水高度高于 15m,且上下游最大水头差大于 10m 时,其洪水标准宜按山区、丘陵区标准确定。

(3) 江河采取梯级开发方式,在确定各梯级水利水电工程的永久性水工建筑物的设计洪水与校核洪水标准时,还应结合江河治理和开发利用规划,统筹研究,相互协调。

二、山区、丘陵区水利水电工程的永久性水工建筑物

(1) 山区、丘陵区水利水电工程永久性水工建筑物的洪水标准,应按表 1-2-1 确定。

表 1-2-1 山区、丘陵区水利水电工程永久性水工建筑物的洪水标准(重现期(年))

项目		水工建筑物级别				
		1	2	3	4	5
设计		1 000~500	500~100	100~50	50~30	30~20
校核	土石坝	可能最大洪水(PMF)或 10 000~5 000	5 000~2 000	2 000~1 000	1 000~300	300~200
	混凝土坝、浆砌石坝	5 000~2 000	2 000~1 000	1 000~500	500~200	200~100

(2) 对土石坝,如失事下游将造成特别重大灾害时,1 级建筑物的校核洪水标准,应取可能最大洪水(PMF)或重现期 10 000 年标准;2~4 级建筑物的校核洪水标准,可提高一级。

(3) 对混凝土坝、浆砌石坝,如洪水漫顶将造成极严重的损失时,1 级建筑物的校核洪水标准,经过专门论证并报主管部门批准,可取可能最大洪水(PMF)或重现期 10 000 年标准。

(4) 山区、丘陵区水利水电工程的永久性泄水建筑物消能防冲设计的洪水标准,可低于泄水建筑物的洪水标准,根据泄水建筑物的级别按表 1-2-2 确定,并应考虑在低于消能防冲设计洪水标准时可能出现的不利情况。对超过消能设计标准的洪水,容许消能防冲建筑物出现局部破坏,但必须不危及挡水建筑物及其他主要建筑物的安全,且易于修复,不致长期影响工程运行。