

GAODENG YUANXIAO JINGPIN
GUIHUA JIAOCAI

高等院校精品规划教材

水工建筑物实训指导

◎ 冷爱国 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

GAODENG YUANXIAO JINGPIN
GUIHUA JIAOCAI

高等院校精品规划教材

水工建筑物实训指导

◎ 冷爱国 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材为高等院校精品规划教材。全书共分四个部分,包括课内训练,水工建筑物认识实习,水工建筑物课程设计和水利工程图的绘制与阅读。

本教材可作为高职高等教育水利工程专业学生的实训之用,也可作为水利建筑工程、水利水电工程管理等专业的实训参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

水工建筑物实训指导/冷爱国编著. —北京:中国水利水电出版社, 2008

高等院校精品规划教材

ISBN 978-7-5084-5209-8

I. 水… II. 冷… III. 水工建筑物—高等学校:技术学校—教材 IV. TV6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 005662 号

书 名	高等院校精品规划教材 水工建筑物实训指导
作 者	冷爱国 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 11.5 印张 249 千字
版 次	2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	22.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

《水工建筑物》是水利类专业的一门主要专业课，具有很强的实践性和综合性。其内容主要讲述“三大件”，即挡水、泄水、取水等水工建筑物的功用、性能、特点、工作条件、结构型式、构造要求、材料、地基处理和设计计算的方法。这门课程主要培养学生分析和解决水工建筑物的总体布置、设计计算和阅读设计说明书以及工程图的能力。

根据新时期专业教学改革对现代高等职业技术教育的要求，紧紧围绕《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《水利部关于大力发展水利职业教育的若干意见》等文件精神，按照实用性和有利于实践能力培养的原则，坚持以社会需求为导向，以技能培养为特色，以应用为本位，以优化课程体系和改革课程内容为重点，加大了《水工建筑物》“工学结合”配套教材建设的力度，进一步突出专业基本技能和职业核心能力的培养。在总结经验的基础上，编写了这本《水工建筑物实训指导》教材。

本教材力求突出学生技能的训练，充分发挥学生的动手能力，以有利于学生学习、实践和解决工程问题为宗旨。全书共分为四个部分：第一部分为课内训练，主要是训练课程基本知识的掌握情况；第二部分为水工建筑物认识实习，从观看影像资料、实地参观等不同的方面对各种水工建筑物和水利工程有一种感性认识；第三部分为水工建筑物课程设计，主要训练学生对小型水工建筑物进行设计、计算、编写说明书和对设计规范的运用能力；第四部分为水利工程图的绘制与阅读，主要训练学生阅读工程图的技巧，读、识图能力。每一部分训练内容各有侧重，这样既有利于专业培养目标的实现，又为后续课程学习打下良好的基础。

本教材第一部分由山东水利职业学院张云清、刘宁编写；第二部分由冷爱国、吕贵梅编写；第三部分由程兴奇、张宁编写；第四部分由冷爱国、刘昌礼编写。

对教材中存在的缺点和不足，恳请广大师生批评指正。

编 者

2007 年 12 月

目 录

前言

第一部分 课 内 训 练

第一章 绪论·····	1
第二章 重力坝·····	3
第三章 拱坝·····	8
第四章 土石坝·····	13
第五章 水闸·····	19
第六章 河岸溢洪道·····	24
第七章 水工隧洞与坝下涵管·····	25
第八章 渠系建筑物·····	27
第九章 水利枢纽布置·····	31
第一部分 课内训练答案·····	32

第二部分 水工建筑物认识实习

第一章 实习目的、任务和要求·····	37
第二章 水资源状况及水利工程建设情况·····	39
第三章 水利工程、水利枢纽和水工建筑物·····	41
第四章 水工建筑物介绍·····	44
第一节 重力坝·····	44
第二节 拱坝·····	44
第三节 土石坝·····	46
第四节 水闸·····	54
第五节 橡胶坝·····	58
第六节 河岸溢洪道·····	61
第七节 水工隧洞·····	63
第八节 渡槽·····	67
第九节 倒虹吸·····	70
第十节 跌水和陡坡·····	72
第五章 典型水利工程介绍·····	75
第一节 三峡水利枢纽工程·····	75

第二节	小浪底水利枢纽工程	78
第三节	都江堰	81
第四节	南水北调工程	84
第五节	引黄济青工程	87
第六节	红旗渠灌区	88
第七节	青峰岭水库	88
第八节	日照水库	90
第九节	东调南下工程	92

第三部分 水工建筑物课程设计

第一章	课程设计的目的和内容要求	94
第一节	课程设计的目的和内容	94
第二节	土坝设计内容及要求	94
第三节	水闸设计内容及要求	95
第二章	设计任务及设计指导	96
第一节	水闸设计一	96
第二节	水闸设计二	103
第三节	土石坝设计	108
第三章	水闸设计大纲	112
第一节	引言	112
第二节	编制依据文件和规范	112
第三节	基本资料	113
第四节	工程布置	117
第五节	水力设计	119
第六节	闸室稳定计算	119
第七节	结构设计	122
第八节	地基设计	126
第九节	观测设计	130
第十节	专题研究(必要时)	130
第十一节	应提供的设计成果	131
第四章	水闸设计实例	132

第四部分 水利工程图的绘制与阅读

第一章	制图与阅读	149
第一节	水利工程图的表示方法	149
第二节	水工图的分类	150
第三节	水利工程图的尺寸标注方法	153
第四节	水利工程图的阅读	154

第五节 配筋图的表示方法	155
第二章 水工建筑物读图训练	158
第一节 水闸工程图阅读训练	158
第二节 橡胶坝工程图阅读训练	158
第三节 生产桥工程图阅读训练	159
第四节 水工建筑物读图训练答案	159
附图	

第一部分 课内训练

第一章 绪论

一、填空题

1. 我国人均水资源约为世界水资源的_____。
2. 河道常用的防洪体系为_____、_____、_____。
3. 水利工程按所承担的任务可分_____、_____、_____、_____和_____。
4. 水工建筑物按用途可分为_____、_____、_____、_____、_____和_____。
5. 水工建筑物按使用时间可分为_____、_____。
6. 组成水库枢纽的“三大件”包括_____、_____和_____等类型建筑物。

二、名词解释

1. 水利工程
2. 水利枢纽
3. 水工建筑物
4. 水利事业

三、判断题

1. 我国地大物博，河流众多，是一个水资源充沛的国家。 ()
2. 我国的水资源分布情况大体是南涝北旱的局面。 ()
3. 水工建筑物的级别越高所采用的洪水重现期越短。 ()
4. 所谓水利工程，是指对自然界的地表水和地下水进行控制和调配，以达到除害兴利目的而修建的工程。 ()

四、简答题

1. 我国水资源分布的特点是什么?
2. 水利工程按所承担的任务分为哪几类?
3. 简述水工建筑物的特点。
4. 水工建筑物按用途分为哪几类?
5. 为什么要在江河上兴建水利工程?
6. 兴建水利工程对国民经济、自然环境有哪些影响? 如何充分利用其有利方面并做好不利方面的转化工作。
7. 什么是水工建筑物的工作条件, 应包括哪些内容?
8. 水工建筑物有哪些结构特点, 有哪些工作特点?
9. 如何对水工建筑物分类?
10. 为什么要对水利水电枢纽工程分等和对水工建筑物分级, 分等分级的原则、方法是什么, 分等分级有哪些作用?
11. 请以三峡水利枢纽工程为例, 说明水利工程的根本任务。
12. 拟建高 50m 的土石坝, 形成总库容 2.0 亿 m^3 、装机容量 0.9 万 kW、灌溉面积 20 万亩的水电枢纽工程。试问该水利工程属几等? 各主要、次要、临时建筑物属几级?
13. 下列哪些指标是确定水利工程等别的依据? 哪些指标是提高挡水建筑物级别的依据?
①水利兴利库容; ②坝高; ③总库容; ④挡水建筑物类型; ⑤水电站的装机容量;
⑥水电站年发电量; ⑦设计灌溉面积; ⑧保护农田面积; ⑨保护城镇及工矿区; ⑩淹没损失; ⑪过坝陆上交通货运量。

第二章 重力坝

一、填空题

1. 重力坝是指_____。其坝轴线一般为直线，垂直于坝轴线方向设_____，将坝体分成若干个坝段，每一个坝段相当于固接于地基上的_____。
2. 重力坝按坝高可分为_____、_____、_____三类。按泄水条件可分为_____、_____。按坝体结构形式可分为_____、_____和_____。
3. 重力坝承受的主要荷载是呈三角形分布的_____，控制坝体剖面尺寸的主要指标是_____、_____，重力坝的基本剖面是_____形。
4. 非溢流坝的坝顶或防浪墙顶必须高出库水位，其高出库水位的高度为 $\Delta h = h_1 + h_z + h_c$ ，其中 h_1 表示_____， h_z 表示_____， h_c 表示_____。
5. _____表示地震对建筑物的影响程度。_____越大，表示对建筑物的破坏越大，抗震设计要求越高。
6. 按承载能力极限状态设计时，应考虑_____和_____两种作用效应组合。
7. 按正常使用极限状态设计时，应考虑_____和_____两种作用效应组合。
8. 溢流坝既是_____，又是_____。因此，坝体剖面设计时除满足稳定和强度要求外，还要满足_____的要求，同时要考虑下游的消能问题。
9. 溢流坝的溢流面由顶部的_____、中间的_____、底部的_____组成。
10. 单宽流量的大小是溢流坝设计中一个很重要的控制指标。单宽流量越大，对_____不利，但对_____有利。
11. 溢流坝段的横缝有两种布置方式。其中，横缝布置在_____时，相邻坝段产生的不均匀沉陷不影响闸门启闭，但闸墩厚度_____；另一种形式，横缝布置在_____时，闸墩比较薄，但受地基不均匀沉陷的影响大。
12. 闸墩的水平剖面形状应使_____，减小水头损失，墩头的形状常用_____、_____等。
13. 工作闸门常在_____中启闭，检修闸门在_____中启闭，事故闸门常在_____中快速关闭，在_____中开启。

14. 通气孔的上端进口不允许设在_____内, 自由通气孔的上端进口应高于_____。

15. 重力坝坝体排水措施是: 靠近上游坝面设置_____, 其上下端与坝顶和廊道直通。坝基排水措施是_____。

16. 坝体分缝的目的是_____, 满足施工的要求。常见的缝有_____、_____和_____施工缝。

17. 重力坝内廊道的作用是_____, _____和观测, 交通廊道常分为_____和_____。

18. 排水孔幕布置在_____的下游, 通常在防渗帷幕灌浆后施工。

19. 重力坝岩基渗流危害性有①_____, ②_____, ③_____, ④_____等。采用的措施是_____。

20. 扬压力对重力坝的_____不利。重力坝主要依靠自重满足_____和_____要求。

21. 重力坝坝基岩体若坚固完整且抗渗能力强, 其地基采用_____降低扬压力, 若节理裂隙发育常采用_____降低扬压力。

22. 混凝土重力坝控制坝基渗流的目的有控制_____, _____和_____大小, 一般是控制_____。

23. 重力坝临时性横缝键槽方向一般为: 当相邻坝段要求传递铅直向剪力时, 采用_____向键槽; 要求传递水平向剪力时, 则采用_____向键槽。

二、名词解释

1. 扬压力

2. 重力坝的基本剖面

3. 重力坝的实用剖面

4. 荷载作用的基本组合

5. 荷载作用的偶然组合

三、选择题

1. 溢流坝属于()。

A. 挡水建筑物和泄水建筑物

B. 次要建筑物

C. 挡水建筑物

D. 泄水建筑物

2. 下列重力坝是按坝体的结构形式进行分类的有()。

A. 混凝土重力坝

B. 浆砌石重力坝

C. 实体重力坝

D. 溢流重力坝

3. 下面关于坝体应力的几种说法正确的是()。

- A. 正常运用期, 坝基面的最大铅直正应力应小于坝基容许压应力
B. 正常运用期, 坝基面的最大铅直正应力应大于坝基容许压应力
C. 坝体内绝对不允许出现拉应力
D. 以上说法都不对
4. 重力坝的坝体廊道的主要作用是 ()。
A. 检查和排水
B. 灌浆和排水
C. 排水
D. 交通
5. 采用以下 () 措施主要用来降低重力坝坝基的扬压力。
A. 开挖与清理
B. 固结灌浆
C. 帷幕灌浆
D. 混凝土齿墙
6. 重力坝的基本剖面为 ()。
A. 梯形
B. 三角形
C. 矩形
D. 正方形
7. 重力坝地基处理时, 顺水流方向的开挖面不宜 ()。
A. 成台阶状
B. 成锯齿状
C. 向下游倾斜
D. 向上游倾斜
8. 高度超过 () 的坝属于高坝。
A. 50m
B. 60m
C. 70m
D. 100m
9. 因为作用于重力坝上游面的水压力呈 () 分布, 所以其基本剖面是三角形。
A. 三角形
B. 矩形
C. 梯形
D. 弧形

四、判断题

1. 检修闸门和事故闸门都只能在静水中关闭和开启。
2. 官厅公式只适合于计算峡谷水库的波浪三要素。
3. 对于基本烈度为 6 度及其以下地区不考虑地震荷载。
4. 坝内水平截面上的剪应力 τ 呈三次抛物线分布。
5. 挑流消能适用于基岩较坚固、水头较高的情况。
6. 固结灌浆是深层高压水泥灌浆, 其主要目的是为了降低坝体的渗透压力。
7. 地震烈度大, 对建筑物的破坏小, 抗震设计要求低。
8. 设计洪水情况属于荷载的偶然组合。
9. 按定型设计水头确定的溢流面顶部曲线, 当通过校核洪水位时不能出现负压。
10. 重力坝的基本剖面是三角形是因为考虑施工方便。

五、简答题

1. 重力坝的工作原理是什么?
2. 重力坝的工作特点有哪些? 你认为有哪些途径和方法可以改进实体重力坝存在的缺点?
3. 重力坝有哪些类型?
4. 作用于重力坝上的荷载有哪些? 何为计算荷载的标准值? 何为设计值? 为什么要进行荷载组合?
5. 如何对作用在重力坝上的荷载进行组合?
6. 用材料力学法进行重力坝应力分析做了哪些基本假设?

7. 重力坝应力分析的目的是什么? 需要分析哪些内容?
8. 试述重力坝坝面和坝基面的应力控制标准。为何坝面用主应力, 坝基面用正应力作为控制标准? 应力控制标准又分有无扬压力两种情况, 为什么?
9. 若坝踵、坝趾应力不满足强度标准要求, 应如何改善呢?
10. 为什么要对坝体混凝土进行分区?
11. 简述溢流重力坝的消能形式、消能原理及适用条件。
12. 重力坝设计规范要求抗滑稳定分析需验算哪些作用组合? 提高坝体抗滑稳定性的工程措施有哪些?
13. 重力坝为什么要进行分缝? 常见的缝有哪些?
14. 坝内廊道有哪些? 各有什么作用?
15. 重力坝对地基有哪些要求?
16. 重力坝地基处理的措施有哪些?
17. 固结灌浆、帷幕灌浆各有什么作用?
18. 简述重力坝坝基的防渗透排水措施。
19. 什么叫浮托力、渗透压力、扬压力和渗流力? 为什么扬压力对重力坝的稳定不利?
20. 分别画出实体重力坝、空腹重力坝及宽缝重力坝的扬压力分布图。
21. 选择渗透压力折减系数时应考虑哪些因素?
22. 说明地震震级和烈度的概念。说明地震基本烈度和设计烈度的含义以及确定其值应注意的问题。

六、计算题

1. 某混凝土重力坝为3级建筑物, 如图1-2-1所示, 上游坝坡取折坡形, 折坡点位于坝高的2/3处, 即169.30m高程。在此以上坝坡铅直, 在此以下坝坡坡率 n 取0.2, 下游坝坡坡率 m 取0.7, 坝顶宽度5.0m。防洪高水位177.2m, 相应下游水位154.3m; 校核洪水位177.8m, 相应下游水位154.7m; 正常高水位176.0m, 相应下游水位154.0m; 死水位160.4m, 淤沙高程160.4m。淤沙的浮重度 $\gamma_s=8\text{kN/m}^3$, 内摩擦角 $\varphi=18^\circ$; 混凝土重度 $\gamma_c=24\text{kN/m}^3$ 。河床基岩面高程为149.3m, 地基为较完整的微风化花岗片麻岩, 坝基设帷幕灌浆和排水孔, 帷幕及排水孔中心线距上游坝脚分别为5.3m和6.8m。地震设计烈度为7度, 50年一遇风速22.5m/s, 水库吹程 $D=3\text{km}$ 。试分析其荷载组合。

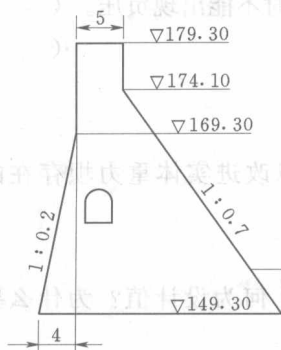


图 1-2-1 非溢流重力坝剖面 (单位: m)

2. 已知资料见习题1, 用分项系数极限状态设计法核算基本组合(防洪高水位情况)时坝体沿坝基面的抗滑稳定性能。

3. 某重力坝坝体尺寸和比较分析的坝基防渗帷幕、排水孔幕等布置如图1-2-2所示。请分别计算扬压力大小, 并分析应采用的坝基防渗、排水布置和原因。

4. 已知实体重力坝坝体混凝土重度为 23.5kN/m^3 , 水的

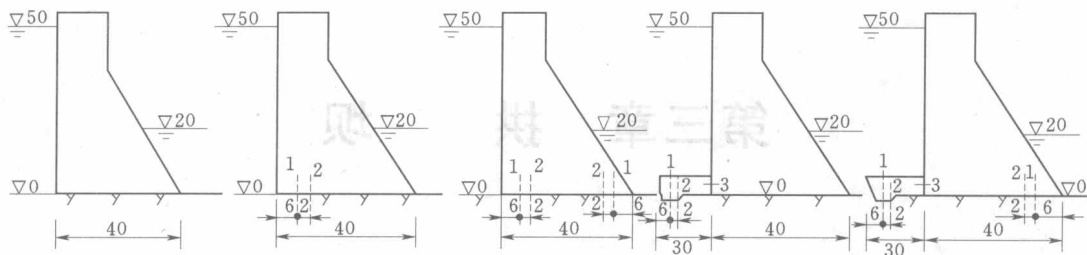


图 1-2-2 防渗帷幕、排水孔幕布置图 (单位: m)

1—防渗帷幕中心线; 2—排水孔幕中心线; 3—水平止水

重度为 9.8 kN/m^3 , 坝与地基间的摩擦系数 $f=0.7$, 要求的大坝抗滑稳定安全系数为 1.05, 试问:

(1) 当坝底扬压力折减系数分别为 1.0 和 0.3 时, 坝的基本三角形剖面尺寸各是多少?

(2) 计算上述情况的工程量相差多少?

(3) 应如何按照实用要求修改基本剖面?

5. 初拟非溢流重力坝剖面及坝体稳定计算

基本资料:

某重力坝为 2 级建筑物, 建在山区峡谷非地震区, 坝顶无交通要求。

上游设计洪水位 66.0m, 相应下游水位 4.0m。上游校核洪水位 68.0m, 相应下游水位 5.0m。坝址处基岩表面高程为 0.0m, 坝底与基岩之间的摩擦系数 $f=0.6$ 。

为了进行坝基灌浆和排水, 设置一标准廊道, 其尺寸为 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$, 廊道上游至坝面的最小距离为 4.0m, 廊道底面至坝底面的距离为 6.0m。

多年平均最大风速 $v=16\text{m/s}$, 吹程 $D=3\text{km}$ 。计算中暂不计泥沙压力, 坝体材料为细骨料混凝土, 其重度 $\gamma_h=24\text{kN/m}^3$ 。

要求:

(1) 根据教材中确定基本剖面的原理 (不必用基本剖面计算公式), 并参考实用剖面经验数据, 初拟坝体剖面 (要按比例)。

(2) 根据初拟剖面进行坝体抗滑稳定计算 (设计洪水位情况)。如不满足抗滑稳定要求, 指出改进措施 (不要求重新计算)。

第三章 拱 坝

一、填空题

1. 地形条件往往是决定拱坝结构型式、工程布置以及经济性的主要因素。地形条件主要指_____、_____与_____、平面形状_____、_____、_____。
2. 一般来说，拱圈的曲率相对较_____时，曲率半径就相对较_____，拱圈内的弯矩较_____。（大、小）
3. 做应力分析时，应考虑_____情况；作稳定分析时一般考虑_____情况。（温升、温降）
4. 拱坝的水平拱圈在温降时，拱圈将向_____变位，相当于拱圈承受向_____的均匀水平水压力所产生的变位。（上游、下游）
拱圈内产生的剪力、弯矩与水平水压力产生的剪力和弯矩的方向_____，而轴向力则_____。（相同、相反）
拱冠上游面受_____，下游面受_____，拱端上游面受_____，下游面受_____。（拉、压）
5. 均匀温度变化 T_m 是温度荷载的_____部分，等效线性温差是温度荷载_____部分，而非线性温度变化 T_n 仅对局部应力有影响。（主要、次要）
6. 拱坝的外部观测包括对坝体和坝基进行_____、_____、_____、_____以及_____、_____的观测；内部观测包括_____、_____及_____观测；此外，还有地震、水力学观测等。
7. 拱坝必须注意坝基观测：首先是蓄水观测，其次是注意观测的时空连续性和整体_____观测。
8. 一般情况下，气温低于封拱温度时，对拱坝坝体应力_____利，但对坝肩稳定_____利。

二、名词解释

1. 拱坝
2. 拱冠梁
3. 纯拱法

4. 拱梁分载法

三、选择题

1. 双曲拱坝是指坝体在 () 方向上呈拱形。
A. 水平 B. 铅直 C. 水平和铅直 D. A、B、C 均不对
2. () 将拱坝视为由一系列各自独立、互不影响水平拱圈所组成。
A. 纯拱法 B. 拱梁法 C. 有限单元法 D. 拱冠梁法
3. 与重力坝相比, 拱坝的 () 荷载上升为主要荷载。
A. 扬压力 B. 自重 C. 温度 D. 水压力
4. 在 V 形或接近 V 形河谷中, 多采用 ()。
A. 等半径拱坝 B. 变半径、变中心角拱坝 C. 等中心角拱坝 D. 双曲拱坝
5. () 泄洪方式, 其溢流面曲线由溢流坝顶和紧接其后的泄槽组成。
A. 自由跌流式 B. 鼻坎挑流式 C. 滑雪道式 D. 坝身泄水孔
6. 拱坝应力计算的拱冠梁法仅需满足 () 变位协调。
A. 径向 B. 切向 C. 竖向 D. 三个方向的角变位
7. 拱坝非溢流坝段顶宽度应根据剖面设计, 满足运行、交通要求确定, 不宜小于 ()。
A. 3m B. 4m C. 5m D. 6m
8. () 将拱坝视为由一系列水平拱圈和拱冠处的一根悬臂梁所组成。
A. 纯拱法 B. 拱梁法 C. 有限单元法 D. 拱冠梁法
9. 拱坝体型设计要求拱圈内弧与该高程可利用岩体等高线间的夹角宜大于或等于 ()。
A. 10° B. 20° C. 30° D. 40°

四、判断题

1. 拱坝的超载能力高是由于坝体厚度较薄、材料均匀性好。()
2. 拱坝坝肩的抗滑稳定决定了拱坝的安全。()
3. 拱圈中心角 2α 增加对稳定有利, 对应力不利。()
4. 如果封拱时混凝土温度过高, 则以后温降时拱轴线收缩对坝肩岩体稳定不利。()
5. 在拱坝的应力分析方法中, 拱冠梁法在荷载分配时仅考虑了径向变位的调整。()

五、简答题

1. 简述拱坝的结构特点和工作特点。
2. 拱坝对地形、地质条件有哪些要求? 为什么有这些要求?
3. 拱坝可按坝高、厚高比、拱圈形状、坝体几何形状等分类, 各有哪些类型? 分类的意义是什么?
4. 河谷的高宽比与拱坝的厚高比有什么关系? 为什么基本上是这种对应关系?
5. 在水压力作用下, 双曲率拱坝中上部的梁应力在上游面受压, 在下游面受拉, 和自重产生的梁应力正好相反, 使坝体应力得到改善。试分析上述现象。

6. 坝肩岩体的稳定是拱坝安全的根本保证。你是怎样理解的? 薄拱坝、厚拱坝、重力拱坝对坝肩岩体要求是否相同? 为什么?

7. 什么叫拱圈的最优中心角? 试分析在收缩、平顺、扩散河谷情况下如何选择拱圈的最优中心角。

8. 拱圈的中心角大小对拱的应力有什么影响?

9. 在河谷高宽比相同时,河谷断面形状为V形、U形、┐形时,拱坝布置有何不同?

10. 拱坝布置的内容是什么? 如何正确拟定拱冠梁和拱田的形状和尺寸?

11. 说明拱坝布置的原则、方法和步骤。

12. 根据拱圈内力的变化情况,说明拱圈厚度从拱冠到拱端如何变化较好?

13. 试从应力、稳定、经济及施工等方面比较各种常见拱形的优缺点,并分析各自的适用条件。

14. 增加拱坝顶刚度可以改善悬臂梁的受力条件,为什么? 而设置表孔泄洪,孔口会破坏顶拱刚度,应怎样协调这个矛盾呢?

15. 试述拱坝坝面倒悬度控制标准和处理方法。等中心角拱坝最大倒悬度在拱端吗?

16. 在进行拱坝布置时,要求地基开挖成连续光滑的曲线,坝面连续光滑,倒悬度满足要求,其原因是什么?

17. 对比重力坝,说明拱坝的荷载特点及其原因。

18. 什么是拱坝的温度荷载? 为什么将温度荷载列为拱坝的主要荷载? 为什么温降肯定对拱坝的应力不利,而温升一般对拱坝稳定不利?

19. 与重力坝比较,地震对拱坝的作用有什么特点? 地震荷载公式有什么异同点? 为什么要考虑侧向地震? 如何考虑? 在什么条件下考虑竖向地震?

20. 与重力坝相比较,拱坝的荷载组合原则、计算情况及荷载项目有什么异同点? 为什么有这些异同点?

21. 按拱梁分载法,可把拱坝看成由水平拱圈和铅直悬臂梁组成的交织体,取它们交织的微单元体,作用在其水平和铅直面上各有哪些“力”? 若微单元趋于一点,又有哪些“力”?

22. 拱冠梁法、考虑扭转的拱冠梁法和多拱梁法有何不同? 精度如何? 适用情况呢?

23. 拱坝坝肩岩体稳定是拱坝安全的根本保证。岩体稳定的含义是什么? 根本保证的根据和内容是什么?

24. 拱坝坝肩岩体稳定分析有哪些方法? 这些方法的优缺点和适用条件是什么?

25. 改善拱坝坝肩岩体稳定有哪些措施? 它们的原理、方法和适用条件是什么?

26. 拱坝优化设计方法有哪些? 试述其原理、方法和步骤。

27. 拱坝有哪些泄水方式? 试述其特点和适用条件。

28. 拱坝下泄水流有哪些特点? 拱坝消能有哪些方式? 各有何特点? 为什么拱坝一般采用挑流消能呢?

29. “高拱坝外部混凝土的水灰比应限制在0.45~0.55范围内,内部可为0.60~0.65。”对于薄、厚、重力拱坝是同样要求吗? 对溢流坝和非溢流坝是同样要求吗? 为什么?