

●〔苏〕B. П. 涅特里加 主编

●顾慰慈 滕庭熊 译 郑顺炜 校

水工建筑物设计手册

〔苏〕

●水利电力出版社

水工建筑物设计手册

[苏]

[苏] B.П. 涅特里加 主编
顾慰慈 滕庭熊 译 郑顺炜 校

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书由七篇组成: 水工设计中的共性问题; 土石坝; 混凝土坝和钢筋混凝土坝; 泄水建筑物和放水建筑物; 取水枢纽建筑物; 水库和防护土地淹没、浸没的措施; 废料储积场。

本书着重介绍坝工设计, 兼顾进水建筑物和泄水建筑物, 以及渠道上的建筑物和沉沙池等, 对水库的水利计算和库区周围浸渍沼泽化的防护也给予一定的论述。

本书取材新颖, 较全面地反映了水工设计中的问题, 叙述简明扼要, 图文并茂, 实用性强。

本书可供水工设计人员使用, 也可供科研、教学和运行人员参考。

本书由顾慰慈主译, 其中第一篇的第三、四、五章由滕庭熊译。

Гидротехнические Сооружения Справочник Проектировщика
Под Общей Редакцией Д-Ра Техн. Наук, Проф., В.П. Недриги
МОСКВА СТРОЙИЗДАТ, 1983

水工建筑物设计手册

[苏]

[苏] В.П. 涅特里加 主编

顾慰慈 滕庭熊 译 郑顺炜 校

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 42.5印张 969千字

1992年3月第一版 1992年3月北京第一次印刷

印数 0001— 3540 册

ISBN 7-120-01361-0/TV·478

定价33.95元

序 言

根据苏联共产党第26次代表大会和苏联共产党中央委员会1982年11月全会的决定，苏联要在全苏气候条件和地质条件极不相同的各个地区进行以综合利用水资源为目的的大规模的水利建设，以解决动力、灌溉、供水、航运和渔业等方面的需要。

为了实现水利建设纲领，必须采用最先进的和最经济的建筑物结构及其施工方法。要达到这一点，只有在专家们广泛熟悉现代水利技术成就的情况下才有可能。在苏联共产党中央委员会1983年6月全会的文件中，强调了迅速运用科学技术成就、合理利用国家生产能力以加强生产的重要性。

本手册是在全苏给排水、水工建筑物及工程水文地质科学研究院(ВНИИ ВОДГЕО)的倡议下编写而成的。在这本手册中，简要地介绍了设计所需要的资料，这些资料反映了用于国民经济各部门的水工建筑物方面的最新成就。

对近年来在河川水利枢纽建设实践中得到广泛应用的土石坝，以及轻型混凝土坝和钢筋混凝土坝的设计问题，本手册给予了极大的注意。

考虑到气候严寒、存在永久冻土带的北方地区水利工程建设的广为发展，在本手册中阐述了在这种条件下所采用的坝体结构及其温度状况的计算方法。

本手册十分全面地介绍了各种用途的土石壅水建筑物和混凝土壅水建筑物的静力计算和渗透计算方法。

在阐述泄水建筑物的那一篇中，在阐明这些建筑物通用的水力计算方法的同时，也论述了控制急流的方法和遭受空蚀作用的建筑物防止空蚀破坏的方法。

在本手册中，对修建河川水工建筑物时的护鱼措施问题也给予了极大的注意。阐述了鱼通过建筑物的方法和防止幼鱼被带入各种引水建筑物中去的方法。

在本手册中，也阐述了关于防护库岸土地免遭淹没和浸没的问题。列举了防护建筑物的形式和结构，以及其渗透计算的方法，并指出了它们的使用条件。

在本手册的最后一章中，阐述了构成固体废料和液体废料储积场的水工建筑物的设计和施工方法。这些废料是由采矿工业、化学工业和冶金工业所产生的。阐述了防护储积场所在地区地下水和周围自然环境免受剧毒废料污染的方法。

本手册中所述的建议是根据现行的建筑法规、国家标准和苏联宪法中有关保护自然环境的条例提出的。在每一章末，列出了所探讨的问题的参考文献。

鉴于有关水利工程方面的问题的多种多样性，同时由于受篇幅限制，本手册没有阐述建筑物的施工方法，也没有列入有关水能利用、工程土壤改良和海洋水利工程方面所采用的专门建筑物的资料，以及诸如隧洞、整治建筑物、闸门、河运建筑物和木材浮运建筑物等方面的资料。

由于本手册中所列资料繁多，因此不可能对这些资料都加以适当的阐述。为了今后对本手册作进一步改进，作者请读者将自己的意见和要求按下列地址告知：119826, Москва, Комсомольский просп., 42, ВНИИ ВОДГЕО。

作者对提出宝贵意见和建议的、俄罗斯苏维埃联邦社会主义共和国功勋工作者、评论家、技术科学博士Н.А.尔扎尼津 (Н.А.Ржаницын) 表示感谢。

Под Общей Д—Ра Техн. Наука, Проф., В.П.Недриги
1983г.

目 录

序 言

第一篇 设计的一般问题	1
第一章 水工建筑物设计的基本原理和标准	1
1.1 建筑物的分类	1
1.2 作用力和荷载	3
1.3 基本计算原理	28
1.4 水工建筑物的稳定计算	29
第二章 水工建筑物的地基	34
2.1 非岩质土的物理力学性质	34
2.2 岩质土的性质	47
2.3 建筑物的沉陷计算	49
2.4 建筑物水平位移的确定	72
第三章 水力计算	75
3.1 概述	75
3.2 液体出流	81
3.3 明槽中的均匀流	83
3.4 断面比能	93
3.5 明槽恒定非均匀流和非恒定流	96
3.6 溢流堰溢流	103
3.7 上下游水面衔接和水流消能	115
3.8 跌水和陡槽上的水流流动	122
第四章 渗流计算	128
4.1 概述	128
4.2 在水工建筑物地基中有压渗流计算的流体力学法	129
4.3 在水工建筑物地基中有压渗流的分段计算方法	135
4.4 用流网进行水工建筑物地基中的有压渗流计算	139
4.5 建筑物下面的部分有压渗流 (按B.И.阿拉文和C.Н.努米洛夫算法)	141
4.6 当考虑岸坡地下水流的影响时,水工建筑物与河岸连接段的无压绕渗计算 (按B.П.涅特里加算法)	143
4.7 混凝土坝与位于水平隔水层上的土坝连接段上的无压绕渗 (按B.П.涅特里加算法)	150
4.8 在恒定流条件下土坝中的渗流	157
4.9 在非恒定流条件下土坝中的渗流	169
4.10 均质冲填坝在其施工过程中的渗流 (按B.П.涅特里加算法)	172
4.11 非岩质土的渗透强度	185

第五章 河川水利枢纽建筑物的布置	199
5.1 一般原则	199
5.2 开敞式水利枢纽	200
5.3 低水头水利枢纽	200
5.4 中水头水利枢纽	201
5.5 高水头水利枢纽	203
5.6 周围自然环境的保护	207
第二篇 土石坝	209
第六章 土坝	209
6.1 概述	209
6.2 坝的分类	209
6.3 筑坝土料	211
6.4 坝的构造	213
6.5 坝体与坝基、岸坡和混凝土建筑物的连接	223
6.6 分层干填土坝的施工特点	224
6.7 水中填土坝的施工特点	227
6.8 冲填坝的施工特点	229
第七章 土石坝和堆石坝	234
7.1 概述	234
7.2 分类	235
7.3 筑坝土料	236
7.4 坝型选择	237
7.5 坝的构造	238
7.6 通过未完建的坝体来宣泄洪水流量	247
7.7 透水的和溢流的土石坝	252
7.8 爆破堆石坝的施工特点	253
7.9 在严寒气候条件下用土料筑坝的特点	258
第八章 水工建筑物边坡和岸坡的护坡	265
8.1 护坡的基本技术特性及其使用条件	265
8.2 在冰的作用下护坡的计算	267
8.3 边坡护坡的垫层设计	271
8.4 整体的和后浇成整体的装配式钢筋混凝土护面的设计	273
8.5 由钢筋混凝土板构成的装配式透空护面的设计	277
8.6 堆石护面的设计	278
8.7 坡脚周围坡底处轻型护面的设计	280
第九章 土石坝的稳定和强度计算	281
9.1 边坡的稳定性	281
9.2 孔隙压力	292
9.3 变形的预测	295
9.4 土坝的应力-变形状态的计算	300

9.5 地震力的考虑	300
9.6 坝、库底和库岸的温度计算	303
第三篇 混凝土坝和钢筋混凝土坝	316
第十章 混凝土坝和钢筋混凝土坝概述及其设计要求	316
10.1 坝的基本形式及特性	316
10.2 对混凝土的要求和混凝土的主要物理力学性质	322
10.3 混凝土浇筑的分区和坝面的护面	329
10.4 对混凝土坝布置上和构造上的一般要求	333
10.5 对坝与地基连接的要求, 地基的加固, 防渗帷幕和排水	341
10.6 混凝土坝和钢筋混凝土坝及其地基计算和研究的要点	345
第十一章 岩石和半岩石地基上的混凝土坝和钢筋混凝土重力坝	351
11.1 实体重力坝	351
11.2 轻型重力坝	364
11.3 重力坝的强度计算	371
11.4 支墩坝的类型和结构	378
11.5 支墩坝各构件主要尺寸的初步确定	380
11.6 支墩坝的强度和稳定计算	382
11.7 拱坝的分类和主要坝型	404
11.8 拱坝的概况和应用范围	407
11.9 拱坝设计的主要问题	408
11.10 拱坝主要构件的构造	419
11.11 改善拱坝坝址处地基和狭谷两岸的方法	422
11.12 关于拱坝及其与岸坡连接计算的概念	424
第十二章 非岩基上的混凝土坝和钢筋混凝土坝	428
12.1 非岩石地基的特性	428
12.2 坝的形式	428
12.3 坝的构造	433
12.4 下游设施	435
12.5 坝的强度计算	438
12.6 坝的稳定计算	443
第四篇 泄水建筑物和放水建筑物	449
第十三章 河川枢纽的溢洪道和泄水建筑物	449
13.1 总则	449
13.2 溢洪道	450
13.3 泄水管道	470
13.4 泄水建筑物的空蚀及其防止	476
第十四章 渠道	486
14.1 分类	486
14.2 过水断面的形状	486
14.3 渠道中的流速	487

14.4	综合利用渠道的过水断面	490
14.5	在不均匀的和不稳定的水流情况下渠道的水力计算	492
14.6	渠道边坡的坡度	493
14.7	渠道渗透损失的确定	494
14.8	渠道的横断面	497
14.9	渠道的衬砌和护面	498
14.10	护面范围	502
14.11	渠线选择	502
第十五章	渠系建筑物	505
15.1	分类	505
15.2	取水建筑物	506
15.3	连接建筑物	506
15.4	渡槽和泥石流槽	506
15.5	倒虹吸	510
15.6	填方下的涵管	514
15.7	宣泄洪水的建筑物	517
15.8	检修和事故建筑物	517
15.9	灌溉和排水系统上的建筑物	519
15.10	建筑在冻胀土上的建筑物的设计特点	520
15.11	建筑在永久冻土上的建筑物的设计特点	521
15.12	建筑在沉陷性黄土上的建筑物的设计特点	522
第五篇	取水枢纽建筑物	523
第十六章	从地表水源引水的建筑物	523
16.1	一般原理	523
16.2	河川无坝引水建筑物	524
16.3	有坝引水建筑物	529
16.4	进水建筑物的结构	538
16.5	进水建筑物部件的计算	542
16.6	有坝枢纽以外的水库引水建筑物	547
16.7	在永久冻土地区的引水建筑物	549
第十七章	沉沙池	550
17.1	一般要求	550
17.2	沉沙池形式和位置的选择	552
17.3	沉沙池的结构	554
17.4	沉沙池的计算	558
17.5	沉沙池中泥沙冲洗和冰凌排泄的计算	566
第十八章	过鱼建筑物和护鱼设备	570
18.1	概述	570
18.2	生物学方面的资料	570
18.3	过鱼建筑物	571

18.4 护鱼设备	577
第六篇 水库和防护地区淹没和浸没的措施	585
第十九章 水库和水利计算	585
19.1 水库设计用的原始水文资料	585
19.2 水利平衡	596
19.3 水利计算	597
19.4 水库的淤积和由于淤积在水利枢纽下游所引起的河槽变形	608
第二十章 使保护区免遭淹没和浸没的工程防护措施	612
20.1 概述	612
20.2 防护土地的淹没	612
20.3 自防护地区排除地表水	616
20.4 防护土地的浸没	618
20.5 防护排水的渗透计算方法	624
第七篇 废料储积场(工业企业的固体废料和液体废料)	638
第二十一章 储积场的形式和结构	638
21.1 总则	638
21.2 储积场的基本类型及其应用条件	638
21.3 地表径流的组织管理	643
21.4 泄水建筑物	644
21.5 循环供水系统的建立	645
21.6 坝(围堤)	645
21.7 防渗设备	646
21.8 排水设备	651
第二十二章 储积场围堤的稳定和沉陷计算	655
22.1 总则	655
22.2 围堤的稳定性计算	663
22.3 围堤的沉陷计算	668

第一篇 设计的一般问题

第一章 水工建筑物设计的基本原理和标准

1.1 建筑物的分类

根据使用条件,水工建筑物分为永久性的和临时性的。永久性建筑物用在工程长期运用的情况。临时性建筑物仅用在工程施工期或修理期(围堰,临时性围墙和围堤,施工导流水道和泄水道,不作永久使用的施工导流隧洞等)。

永久性水工建筑物可分成主要的和次要的。如建筑物的检修或事故将导致工程完全停用,或使工程的效用大大降低(电站正常工作的破坏,灌溉系统供水的停顿或减少,排水地区和围护地区被淹没,航运、木材浮运或河港运行的停顿或减少),这些建筑物就是主要建筑物。如建筑物及其个别部分的工作停顿不会引起如此严重的后果,这类建筑物就是次要建筑物。

坝、堤、泄水建筑物、引水建筑物、引水渠、灌溉干渠和运河、隧洞、输水管道、压力前池和调压井、水力发电站和抽水蓄能电站的厂房,以及水泵站、船闸和升船机、客运码头、港口中装卸主要货物用的机械化货运码头、承受港口起重运输机械荷载的建筑物、水电站和核电站的水工建筑物、过鱼建筑物等,都是主要建筑物。

护岸建筑物、检修闸门、不承受起重机械荷载的工作桥、防冰设备、用于装卸主要货物的港口码头等,可作为次要建筑物的例子。

所有的永久性水工建筑物分为四级(由I级到IV级)。建筑物的等级是根据建筑物的国民经济意义,考虑到建筑物发生事故或其运用遭到破坏时的后果来确定的(СНипП^① II-50-74)^[9]。同时应注意到:1)下游存在居民点、国民经济企业和设施、运输干线等情况;2)壅水建筑物的最大高度和水库的容积;3)地基的地质构造、地区的地震强度、河谷的地形条件等。

壅水建筑物的等级是根据其高度、地基的类型及事故的后果(表1.1)和根据其运用遭到破坏的后果(表1.2)来确定的。主要建筑物的级别可按表1.1和表1.2确定的最高级别采用。

土壤改良系统建筑物的级别,可根据其进行的土壤改良的土地面积来确定(表1.3)。

同时为保证国民经济不同部门(动力工程、内河航运、土壤改良、供水)的几个目标的作用时,综合利用水利枢纽水工建筑物的级别,可按其中最高级别来确定。

在某些情况下,主要水工建筑物的级别可以比按表1.1和表1.3确定的级别提高或降低

① СНипП——建筑法规——译者注。

表 1.1 壅水水工建筑物根据其高度、地基的类型和事故后果的分级

壅水建筑物	地 基	确定级别的建筑物高度(m)			
		I	II	III	IV
土石坝	岩 石	>100	70~100	25~70	<25
	砂,大块土, 固态和半固态的粘土	>75	35~75	15~35	<15
	塑性状态的饱和粘土	>50	25~50	15~25	<15
混凝土坝和钢筋混凝土坝, 水电站厂房的水下结构, 船闸, 升船建筑物, 参与组成迎水面的挡水墙和其它混凝土建筑物	岩 石	>100	60~100	25~60	<25
	砂, 大块土, 固态和半固态的粘土	>50	25~50	10~25	<10
	塑性状态的饱和粘土	>25	20~25	10~20	<10

注 1. 如果壅水建筑物的事故对于其下游的城市、大型工业企业、运输干线造成严重后果, 可根据后果的严重程度进行可靠论证后, 允许将按表确定的建筑物级别提高。

2. 如果壅水建筑物的事故不会在下游造成严重后果(当水利枢纽位于无人烟的地区或靠海的地方时), 允许将按表确定的建筑物级别降低一级。

表 1.2 水利工程根据其运用遭到破坏的后果的分级

水 利 工 程	建筑物级别		水 利 工 程	建筑物级别	
	主要建筑物	次要建筑物		主要建筑物	次要建筑物
水工建筑物: 水力发电站, 抽水蓄能电站和火电站装机容量, MW: ≥ 1500 < 1500 核电站装机容量, MW: ≥ 500 101~499 ≤ 100	I II~IV	III III~IV	小河流上地区航道具有下列水运货运量的河港建筑物, 万标准吨: > 300 15.1~300 ≤ 15	IV II III IV	IV III IV IV
内河水道: 特级干线 干线和地区航道	I II III II III	III III IV III IV	河川水利枢纽和干渠: 灌溉面积超过40万公顷的灌溉系统 灌溉或排水面积为下列值(万公顷) 的土壤改良系统: 5.1~40 ≤ 5	II II III IV	III III IV IV

注 1. 可根据内河水道上桥下净空的现行设计标准来划分级别。

2. 参与组成壅水前缘的和位于水道特级干线和干线上的, 以及位于灌溉干渠上的水工建筑物级别, 应该比按上表确定的级别提高一级。

3. 参与组成壅水前缘的过鱼建筑物的级别, 可按确定壅水建筑物级别的同样方法来确定。

4. 调配径流的水泵站枢纽建筑物的级别, 可根据该系统的国民经济价值来确定。

5. 生活饮用水和生产用水的供水系统的供水可靠性级别, 可根据СНП II-31-74的规定^[1]来确定。

表 1.3 土壤改良建筑物的级别

由建筑物所进行的土壤改良的土地面积, 万公顷		建筑物的级别	
灌 溉	排 水	主要建筑物	次要建筑物
≥ 40	—	II	III
5~40	≥ 5	III	IV
< 5	< 5	IV	IV

(除IV级建筑物之外)。

容量超过150kW的水电站或火电站的主要水工建筑物,如果这些电站不与电力系统联网,而是单独向大型居民点或工业企业、运输部门供电,在这种情况下允许将按表1.1确定的级别提高。应该以供电中断所产生后果的严重程度来提高电站水工建筑物的级别。

在下列情况下,经过充分论证,允许将土壤改良系统建筑物的级别提高一级。

(1) II~IV级主要建筑物的事故将对位于建筑物下游的居民点和企业造成毁灭性的后果,或者可能使国民经济蒙受极大损失,以及引起长时间的供水中止或供水量大幅度减少;

(2) 在土壤改良系统上存在表1.3中未计入的额外用水户,对它们供水的临时中断或减少可能给国民经济带来极大的损失;

(3) 在土壤改良系统上存在居民点和企业;它们的淹没或浸没将使国民经济蒙受极大的损失。

在下列情况下主要水工建筑物的级别应该降低一级:

(1) I级或II级建筑物未参与组成壅水前缘(不包括水电站厂房、压力引水道和水轮机输水道、压力前池和调压井);

(2) 根据运用条件,允许进行发电、通航和土壤改良等建筑物的检修,而不致破坏水利枢纽的工作;

(3) 土壤改良系统建筑物的使用期限有限,不超过10年,而且在系统运用期间,这一建筑物将由其它建筑物来取代。

如果临时建筑物的事故可能对施工场地、居民点、建筑物或企业引起严重后果,或者能使I~III级主要建筑物的施工大大推迟,则在具有可靠论证的情况下,允许将这些临时建筑物列为IV级。

在具有可靠论证的情况下,允许将围堰和施工导流隧洞列为III级建筑物。

根据建筑物的级别,按现行的标准和规程确定勘测和设计工作的内容和工作量;确定强度计算和稳定计算的安全系数;决定计算流量;选择施工时采用的材料种类和数量。

在设计水工建筑物时应遵守本章末参考文献中所列的主要标准和规程、规范。

1.2 作用力和荷载

1.2.1 关于荷载、作用力及其组合的概述

在设计建筑结构和厂房地基及建筑物地基时,可将荷载和作用力(温度的,湿度的,地震的等)分为固定的和临时的(长期的,短时的,特殊的)。在建筑物施工和运用情况下,荷载按其标准值和比较高的值持久地作用,则称这种荷载为固载或固定荷载。在运用的某些时期可能不再存在的荷载,则称为活载或临时荷载。

在计算河川水工建筑物时,除了在设计一般建筑结构时所考虑的荷载和作用力之外(СНиП II-6-74)^[8],还必须考虑下列荷载和作用力(СНиП II-50-74)^[9]。

固定荷载和作用力——在正常蓄水位和防渗设施及排水设施正常工作情况下的静水压

力、渗透压力和孔隙水压力，以及在混凝土和钢筋混凝土结构的计算截面和施工缝中的扬压力；在运用过程中，在建筑物上的位置保持不变的设备的重量（水力发电机组，变压器等）；

长期的变动荷载和作用力——由于地基和结构的变形或由于温度作用所产生的附加土压力（超出基本压力之外的压力）及淤砂压力；

短时荷载和作用力——船舶所产生的荷载（挤压，系缆和冲击），冰荷载和波浪荷载，起重设备、卸载设备和运输设备及其它结构和机械（桥式起重机和高架式起重机等）所产生的荷载，漂浮物所产生的荷载，正常运用时期的水锤压力，无压和有压输水道中的脉动荷载；

特殊荷载和作用力——在非常洪水情况下的附加静水压力和孔隙水压力；混凝土和钢筋混凝土结构计算截面和施工缝中的扬压力；温度和湿度作用力；由于防渗设备和排水设备正常工作遭到破坏所产生的附加渗透压力，正常运用时期全部弃荷时的水锤压力，在冰坝溃决和冬季向下游泄水时的冰压力。

在计算水工建筑物时，可将荷载和作用力的组合分为基本组合和特殊组合（СНП II-50-74）^[9]，根据建筑物的级别，对这两种组合分别确定允许的最小安全系数。荷载的基本组合由固定荷载、长期荷载和短时荷载组成。荷载的特殊组合由固定荷载、长期荷载、某些短时荷载和某种特殊荷载组成。

对于施工期和运用期的荷载和作用力应该分别选用最不利的、然而可能出现的组合。

表1.4中列出计算水工建筑物时所采用的超载系数 n 的值。

表 1.4 超 载 系 数 n 值

荷 载 和 作 用 力	n	荷 载 和 作 用 力	n
建筑物的重量	1.05(0.95)	由起重机械，装卸机械和运输机械	按СНП II-6-74
隧洞衬砌的重量	1.2(0.9)	所产生的垂直荷载和水平荷载，以及	采用
垂直土压力	1.1(0.9)	由人群重量，堆集物品和固定设备重	
侧向土压力	1.2(0.8)	量所产生的荷载	
泥沙压力	1.2	雪 荷 载	按СНП II-6-74
静水压力和浪压力，以及沿建筑物	1.0	风 荷 载	采用
的地下轮廓、混凝土和钢筋混凝土结		船舶荷载	按СНП II-6-74
构的接缝中和计算截面上的渗透压力		冰 荷 载	采用
（扬压力）		温度和湿度作用力	1.2
作用在隧洞衬砌上的地下水的静水	1.1(0.9)	地震作用力	1.1
压力			1.1
			1.0

注 1. 当采用最小的系数会导致建筑物承载的不利情况时，其超载系数值列于括号内。

2. 铁路和公路上车辆的超载系数值，应该根据桥梁的设计标准来采用。

3. 山岩压力的超载系数值，应该根据水工隧洞的设计标准来采用。

4. 对于建筑物的重量，回填土的垂直压力（如果其重量不超过建筑物总重的20%），以及对于按 СНП II-16-76^[1]确定土壤计算参数情况下的所有土壤荷载，允许采用超载系数值为1。

1.2.2 建筑物重量

建筑物，以及装备和位于其上的设备的重量，根据设计图纸上的尺寸和建筑材料的密

度来确定。在某些情况下,可以使用经验公式估算(例如,确定闸门的重量时)。

当结构的稳定性借自身的重量来保证时,这类结构物中的混凝土和砌石体的密度应通过试验确定。试验精度可达 0.005t/m^3 。在设计初期阶段,混凝土的密度初步可以采用 2.4t/m^3 ,钢筋混凝土可取用 2.5t/m^3 。

1.2.3 静水压力和动水压力

静水压力可按水力学中的已知公式来确定。净水的密度采用 1t/m^3 ;当水中含有悬浮质泥沙时,其密度为 $1\sim 1.1\text{t/m}^3$ 或更大。

作用在建筑物上的动水压力取决于水的流速、绕流条件、建筑物表面的面积和流束方向与承受流束冲击的平面之间所形成的夹角。水流脉动流速所引起的动水压力可经试验确定或按经验关系式①来估计。

1.2.4 渗流对混凝土和钢筋混凝土坝的作用力

在设计混凝土和钢筋混凝土坝时要完成渗透计算,以确定建筑物基底面上的渗水扬压力、平均的和局部最大的水流梯度、两岸接头区内浸润面的位置、水库的渗漏损失和防渗设备及排水设备的参数。

在采用线性渗流定律情况下,根据给定的上下游水位高程进行建筑物基础的稳定渗流计算。在渗流是无压的和上下游水位变动很快的情况下,完成不稳定渗流计算。

在计算I~III级坝时,为了确定渗流的特征值,根据СНП II-54-77^[12]的规定,应该使用电拟法(ЭГДА),以及模拟计算机和数字电子计算机。此时对于河床坝段研究垂直剖面中的二维问题,而对于岸坡坝段——空间问题或平面内的和沿流线方向垂直剖面中的二维问题。

对于IV级坝和均质地基上的I~III级坝作初步计算时,可以使用近似的解析方法(参见第四章)。

在地基中存在均匀各向异性土的情况下,当渗透系数既可能在垂直方向,也可能在水平方向取极限值时,则要有条件地研究位于均匀各向同性地基上的建筑物的变态图,此图是将所有实际的地下轮廓的水平尺寸乘上列 a 值的方法得到的:

$$a = \sqrt{k_v/k_h} \quad (1.1)$$

式中, k_v 和 k_h ——分别为土在垂直方向和水平方向的渗透系数。

利用上述均匀各向同性地基的计算方法,确定变态图中地基各点处的水头。通过将变态图上所有水平尺寸除以 a 值的方法,把所得到的水头值转移到建筑物的实际图中。若已知地基各点处的水头,则可求得扬压力和必需的水流动水力学要素。

在双层地基的情况下,当 $k_2 \leq 0.1k_1$ 时,则可将渗透系数为 k_2 的下层视作不透水层来进行研究。

对于由比较薄的弱透水性土层和强透水性土层的互层所组成的不均匀地基的情况,实际的地基可用均匀各向异性土组成的虚拟地基来替代,这种虚拟地基在垂直方向和水平方向的渗透系数分别按下列公式确定:

① B.M.里亚特赫尔,水工建筑物中的紊流,莫斯科,动力出版社,1968

$$k_0 = \frac{(t_1 + t_2)k_1k_2}{t_1k_2 + t_2k_1} \quad (1.2)$$

$$k_s = \frac{k_1t_1 + k_2t_2}{t_1 + t_2} \quad (1.3)$$

式中 t_1 和 t_2 —— 分别为由弱透水性土和强透水性土所组成的夹层的厚度;

k_1 和 k_2 —— 分别为弱透水性土和强透水性土的渗透系数。

而后, 按均匀各向异性土的地基来进行计算。

在更为复杂的地质条件下, 当不可能把问题转化为上述简化形式时, 在所谓的有效渗透范围内, 应该用电拟法来完成计算。

坝体和地基中渗透水流的作用力, 按坝的级别和材料, 根据 СНиП II-54-74^[12], 用下列方法来计算:

(1) 对于 III 级和 IV 级混凝土和钢筋混凝土坝, 以及在对所有各级坝作初步计算时——作为沿坝与地基接触面上的表面力 (图 1.1);

(2) 对于 I 级和 II 级钢筋混凝土坝和 II 级混凝土坝——作为坝与地基接触面上的表面力和上下游地基上的压重, 或者作为作用在建筑物地基中的渗透体积力;

(3) 对于岩石地基上的 I 级混凝土坝——作为上下游地基上的表面力 (压重) 和坝体迎水面上的表面力, 或者作为作用在排水孔中心线上游侧坝体中的和地基中的渗透体积力。

坝与地基接触面上的表面力 (建筑物底面上的总扬压力) p_n 按下式确定:

$$p_n = (p_\phi + p_{\phi\phi})\alpha \quad (1.4)$$

式中 p_ϕ —— 地下轮廓各段上的渗透扬压力;

$p_{\phi\phi}$ —— 考虑坝的基底面和齿墙的坡度及埋深后的浮托力;

α —— 扬压力的有效面积系数。

对于非岩石地基上的坝, p_n 值按 2.3.4 节的规定来确定。对于 III 级和 IV 级坝, 以及对于岩石地基上的各级坝在初步计算时, p_n 值可以根据图 1.1 来确定。此时 $p_{\phi\phi}$ 值根据下水深按矩形图计算, 而沿水泥灌浆帷幕轴线处 p_ϕ 图的纵坐标 h_s 和沿排水设备轴线处 p_ϕ 图

表 1.5 渗透压力图上的相对纵坐标 h_s/H_p 和 h_ϕ/H_p 值

坝	作用于坝上的荷载组合			
	基本组合		特殊组合①	
	h_s/H_p	h_ϕ/H_p	h_s/H_p	h_ϕ/H_p
实体重力坝: 迎水面设有护面; 地基中有锚固——坝的级别为:				
I	0.4	0.2	0.6	0.35
II	0.4	0.15	0.5	0.25
III, IV	0.3	0	0.4	0.15
宽缝重力坝: 靠地基处有纵向空腔; 支墩坝——I ~ IV 级	0.4	0	0.5	0
拱坝和重力拱坝——I ~ IV 级	0.4	0.2	0.6	0.35

① 仅指正常蓄水位时防渗设备和排水设备的正常工作遭到破坏的情况。

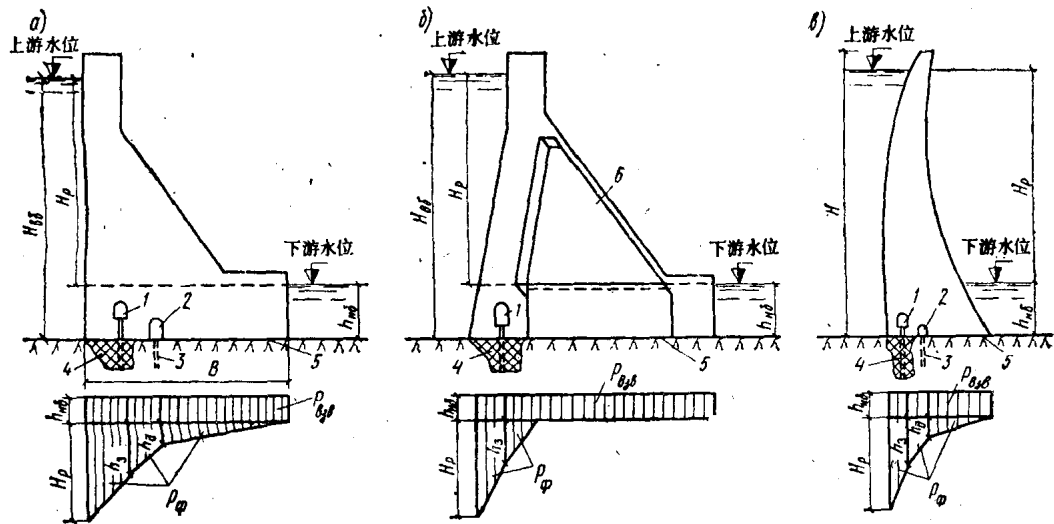


图 1.1 在设有防渗帷幕和排水设备的情况下,沿坝与岩石地基接触面上的扬压力图

a)重力坝; b)大体量支墩坝; c)拱坝

1—灌浆廊道; 2—排水廊道; 3—垂直排水; 4—灌浆帷幕; 5—混凝土-岩石接触面; 6—内部空腔;
 p_{ss} —浮托扬压力; p_{ϕ} —渗透扬压力; H_{ss} —上游面的水头; h_{ss} —下游面的水头; H_p —计算水头;
 h_{ss} —灌浆帷幕轴线处的剩余渗透水头; h_{ϕ} —排水孔轴线处的剩余渗透水头; B —地基面处坝的宽度; H —坝高

的纵坐标 h_{ϕ} ,可用表1.5的资料来确定。

考虑下列因素,用计算和研究来确定系数 α :混凝土和岩土地基的透水性;水库的蓄水速度;混凝土和岩土地基的应力状态;

迎水面处、坝体接缝中和水库库盆内防渗设施的具体情况。在确定坝与由砂土和大块土所组成的地基接触面处的 p_n 时,以及在相应论证的情况下,确定坝与粘土和岩土地基接触面处的 p_n 时,可取 $\alpha = 1$ 。

在确定上下游地基上(参见图1.2)和坝的迎水面处的渗透体积力和水压力时,在计算中也引用系数 $\alpha < 1$ 。对于粘土和岩土地基,允许采用 $\alpha = 0.5$ 。

1.2.5 风浪作用力 (CHN II-57-82)

A. 开阔水域上风浪的计算参数 确定这些参数时要考虑水面以上持续作用的风的速度、方向和历时,水池的尺寸、轮廓形状和深度;此时应该考虑由于风引起的壅水和退水,以及水库的强迫蓄水和消落所产生的水位变化。在确定风浪要素时,将水库(水池)分为下列几个区:

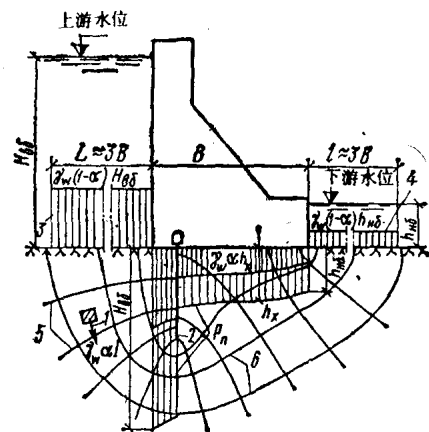


图 1.2 坝基中渗透水流的作用力图

1—单位渗透力; 2—灌浆帷幕; 3—作用在上游地基上的压重; 4—作用在下游地基上的压重; 5—等水头线; 6—流线; p_n —沿混凝土-岩石接触面处的总扬压力; L 和 l —分别为上游地基和下游地基的水压力的计算长度; h_x —混凝土与岩石接触面处测压管的水柱高度($H_{ss} \geq h_x \geq h_{ss}$); γ_w —水的容重; α —扬压力的有效面积系数; I —水力梯度