

苏联部长會議国家建設委員會

岩基上混凝土重力坝 設計规范

(CH 123-60)

武汉水利电力学院水工結構教研室譯

中国工业出版社

目 录

I. 总 则	1
适用范围	1
混凝土重力坝的分类	2
A. 按泄洪条件	2
B. 按坝体结构	2
B. 按地下轮廓结构	2
F. 按高度	3
岩石的分类	3
专门名词	6
设计和勘测资料的内容和数量	8
对混凝土重力坝及其地基的基本要求	8
在设计时应考虑的坝的施工和运用条件	10
II. 坝在水利枢纽中的布置	11
关于布置的一般指示	11
混凝土坝与其他水工建筑物的连接	12
混凝土坝与两岸的连接	12
III. 过水建筑物	13
过水孔的型式和作用及水力学计算条件	13
过水建筑物的布置	17
过水孔的型式和主要尺寸及闸门型式的选择	18
IV. 坝体的主要建筑材料	20
水工混凝土	20
其他材料	24
V. 混凝土重力坝及其各部份的构造设计	25
一般原则	25

A. 非泄水坝	26
非泄水坝的横断面形状	26
非泄水坝坝顶的宽度及构造	27
非泄水坝坝顶在上游最高水位以上的超高	27
坝体与地基的连接	28
坝内廊道	30
温度缝及其止水 and 混凝土浇筑块的划分	32
非泄水坝坝面的保护层	35
坝基防渗	36
坝的排水设备	41
坝体排水	41
坝基排水	42
非泄水坝个别区域的配筋	43
B. 泄水坝的特点	44
一般指示	44
溢流坝各部份的外形和结构特点	44
下游护坦设备	49
深孔	51
闸墩和边墩	51
溢流坝个别区域的配筋	54
闸门及其提升设备	54
工作桥和交通桥	57
VI. 混凝土重力坝的计算	58
作用力及荷载	58
水力学计算	64
坝基强度计算及坝的稳定计算	70
坝的强度计算	75
与坝的混凝土浇筑分块及温度缝的止水有关的计算	83
附录 I. 关于混凝土浇筑分块及防止裂缝的指示	84

一般原則	84
一、確定不設縱向建築縫的可能性(按“B”型澆筑分塊的情況)	91
二、溫度縫之間塊體中央鉛直面上溫度應力的確定	93
三、計算實例	99
附錄Ⅱ 關於岩基上混凝土重力壩的溫度(變形)縫和上游面防水層構造的指示	111
一、壩的溫度(變形)縫	111
A. 一般原則	111
B. 縫的構成方法	112
B. 縫的止水	114
Γ. 排水設備及檢查設備	118
二、壩上游面的防水層	119
三、鉛直瀝青鍵橫斷面尺寸的確定	122
附錄Ⅲ 混凝土重力壩經濟斷面的初選方法	123
一、實體混凝土重力壩經濟斷面的初步選擇	123
二、混凝土寬縫重力壩經濟斷面的初步選擇	130
附錄Ⅳ 混凝土重力壩壩體的強度計算	136
一、用材料力學方法計算混凝土重力壩	136
二、用彈性理論方法計算實體三角形斷面壩	145
三、不同材料壩應力狀態的計算	159
四、考慮地基對壩體應力狀態影響的計算	175
附錄Ⅴ 觀測儀器及其在混凝土重力壩壩體內的布置	176
一、檢查觀測	178
二、專門觀測	180

苏联部长會議 国家建設委員會	建筑法規	CH 123-60
	岩基上混凝土重力坝 設計規範	

I. 总 則

适用范围

1. 本規範适用于岩基上的 I、II 和 III 級混凝土重力坝的設計。

附注: 1) 岩石是指在被水飽和的状态下极限抗压强度不低于 50 公斤/厘米² 的火成岩、变质岩和沉积岩。

2) 坝的級別按建筑法規(CH II)第二卷第五篇第二章(II-Д.2)的指示确定。

3) 对要求較低的 IV、V 級坝可按本規範的基本原則进行設計。

4) 当設計混凝土重力坝时, 还应考虑“水工建筑物混凝土和鋼筋混凝土結構設計規範”(CH 55-59)的規定。

5) 当設計修建在震區区的混凝土坝时, 尚須遵照“地震区建筑規程”(CH 8-57)和其他專門的規范性文件。

6) 当設計修建在永久冻土帶上的混凝土坝时, 尚須遵照相应的專門的規范性文件。

7) 当坝基的工程地质条件复杂时(例如在本規範表 1 中的第 II 类岩石上), 必須用在类似条件下的筑坝經驗和对一些設計問題的專門

电站建設部 提 出	苏联部长會議 国家建設委員會批准	实施日期
	1960 年 9 月 15 日	1961 年 4 月 1 日

探討來論証所採用的設計措施，以補充本規範的要求。

8) 坝上的永久設備(閘門、桥梁、起重机、起重机軌道等)按相应的规范性文件进行設計。

混凝土重力坝的分类

2. 混凝土重力坝是指基本上以自重來保持抗滑稳定的坝型。

3. 混凝土重力坝按下列特征分类:

A. 按泄洪条件

泄水坝——水可以通过专门設置于坝体的过水孔从上游泄至下游。

当水經過坝的表孔下泄(漫溢)时称为**溢流坝**。

非泄水坝——坝内不具有任何过水孔。

附注: 对于用以引水至水电站厂房的坝以及坝体内設有水电站机房和设备的坝(坝内式厂房)，其特点不在本规范內考虑。

B. 按坝体结构

1) **实体坝**(图1, a)。

2) **輕型坝**:

a) **寬縫坝**(图1, б);

б) 在坝基有空腔的坝(图1, в);

в) 用錨筋嵌固于地基并将上游面加压的坝(图1, г);

г) 坝体分开建造的坝(图1, д);

д) 坝体内部用当地材料(石、砂等)來代替混凝土的坝。

B. 按地下輪廓结构

地基內沒有**防滲帷幕**和**排水**的坝(图2, a)。

地基內設有防滲帷幕的壩(圖2,б)。

地基內設有防滲帷幕和排水的壩(圖2,в)。



圖 1 混凝土重力壩的型式

a—實體壩；б—寬縫壩；в—在壩基有空腔的壩；г—用錨筋嵌固于地基并將上游面加壓的壩；д—分開建造的壩。

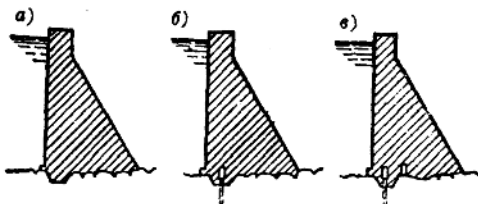


圖 2

a—地基內沒有防滲帷幕和排水的壩；б—地基內設有防滲帷幕的壩；в—地基內設有防滲帷幕和排水的壩。

Г. 按 高 度

低壩——高度小于25米；

中等高度的壩——高度从25米到75米；

高壩——高度在75米以上。

岩石的分类

4. 作为混凝土重力壩地基的岩石按下列特征分类：

a) 按构成的特性:

均质的——由成分、状态和建筑性能一致的岩石构成;

非均质的——由各种成分不同的岩石或由性质相同但各段的状态和建筑性能差异很大的岩石所构成。

б) 按风化程度:

风化岩石——由个别坚硬的或显著地软化了的小岩块所组成;

弱风化岩石——破碎成个别的大块;

基本上未风化的岩石——受了极轻微的风化。

в) 按裂隙及透水程度:

强裂隙性、强透水性岩石——单位吸水率 $q_0 > 1$ 升/分 和渗透系数 $K_\phi > A \times 10^{-3}$ 厘米/秒;

裂隙性、中度透水性岩石—— $q_0 = 0.05 \sim 1$ 升/分, $K_\phi = A \times 10^{-4} \sim A \times 10^{-3}$ 厘米/秒和岩基变形模量 $M < 10^4$ 公斤/厘米²;

弱裂隙性、弱透水性岩石—— $q_0 = 0.01 \sim 0.05$ 升/分, $K_\phi = A \times 10^{-5} \sim A \times 10^{-4}$ 厘米/秒和 $M = 10^4 \sim 10^5$ 公斤/厘米²;

基本上无裂隙、透水性极弱的岩石—— $q_0 < 0.01$ 升/分, $K_\phi < A \times 10^{-5}$ 厘米/秒和 $M > 10^5$ 公斤/厘米²。

г) 按强度:

软弱岩石——在被水饱和的状态下极限抗压强度在 50 公斤/厘米² $< \sigma_{пасп} < 150$ 公斤/厘米² 的范围内;

中等强度的岩石—— $150 \text{ 公斤/厘米}^2 \leq \sigma_{пасп} < 400 \text{ 公斤/厘米}^2$;

坚硬岩石—— $\sigma_{пасп} \geq 400 \text{ 公斤/厘米}^2$ 。

附注: 1) 风化岩石和强裂隙性岩石属于容易开挖的岩石(不用爆

表1 岩石的工程地质分类

按工程地质 分类的岩类	岩石的生成种类						
	火成		变质岩		沉积		岩
	中粒或粗粒 的全晶质的	细粒的和障 粒的全晶质的 的成斑状的	隐晶质的、几 乎紧密的	变质的 片状的	破碎的和 粘土状的	有机生成的 和生物-化 学生成的	
I. 极限抗 压强度 > 400公 斤/厘米 ² 的岩 石	花岗岩 正长岩 闪长岩 辉长岩	花岗斑岩 细晶花岗岩 正长花岗岩 闪长岩 辉长岩	石英斑岩 流纹岩 斑岩 粗面岩 石英斑岩 石英安山岩 玢岩 安山岩 辉绿岩 玄武岩	大理岩 片麻岩 石英岩 结晶片岩	砂岩、粉 砂岩和砂质 或碎屑胶 结的砾岩	砂化石灰岩 白云岩	—
II. 极限抗 压强度等于 50 ~ 400 公斤/厘 米 ² 的岩石	由于裂隙和风化而降低了物理力学性能 指标的第I类岩石				砂岩和由 粘土质胶结 的砾岩、粘 土状片岩、 泥岩	石灰岩 白云岩	火山凝灰 岩凝灰沉积 岩和凝灰质 沉积岩 (角 砾岩和砾岩、 砂岩和粉砂 岩)

附注: 1. 在胶结物中含有或混有可溶于水的化合物(硫酸盐、氯化物)的第II类沉积岩在各种个别情况下应专门研究。
2. 可溶性的卤素岩石(石膏、硬肝、钾盐类)在本规范中不作研究。

破就可以开挖)。

2) 岩石的变形模量(M)应看成是岩石抗剪断性能最有代表性的指标, 单位吸水率和渗透系数在这方面只能看作间接指标。

5. 作为混凝土重力坝地基的岩石的工程地质分类列于表 1。

专门名词

6. 混凝土重力坝各组成部分的名称按图 3 和图 3' 采用。

7. 在重力坝各部分主要尺寸的名称中采用了下列专门名词:

坝(非泄水)的顶宽 $b_{n.a}$ ——坝横断面上部水平段的长度。

坝的底宽 B ——坝底(在其横断面内)的水平投影长度。

坝的高度 $H_{n.a}$ ——沿坝轴从坝顶到坝底的铅直距离(不

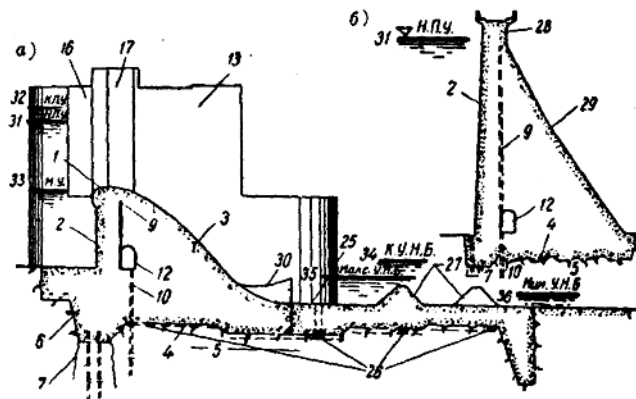


图 3 混凝土重力坝各组成部分的名称

a—软弱岩基上中等高度的实体溢流坝; 6—坚硬岩基上中等高度的实体非溢流坝。

計齿墙深度)。

坝的长度 L_{na} ——坝顶二个端点之间的水平距离。

坝上下游面的坡度(相对于铅垂线)以相应的边坡系数 m_1 、 m_2 来表示。

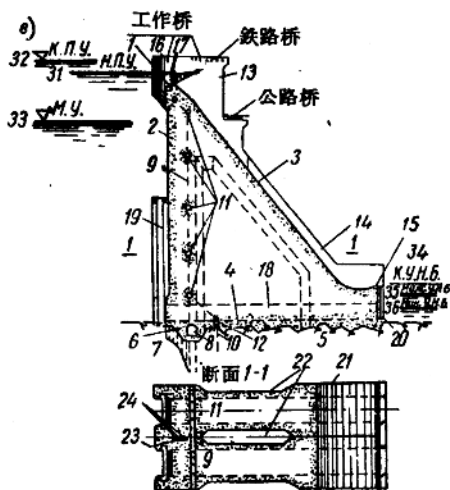


图 3' 混凝土重力坝各组成部分的名称

6—坚硬岩基上高的宽缝坝；1—溢流头部(溢流坝顶)；2—坝的上游面(挡水面)；3—溢流坝的下游面(溢流面)；4—坝底；5—坝基；6—上游齿墙；7—防渗(通常为水泥灌浆的)帷幕；8—灌浆廊道；9—坝身排水；10—坝基排水孔；11—观察廊道；12—排水廊道；13—溢流坝的中间墩；14—岸墩；15—挑流鼻坎；16—透梁闸槽；17—溢流孔的工作闸槽；18—临时过水孔—施工泄水槽；19—施工泄水槽的上游闸槽；20—施工泄水槽下游挡水门槽；21—温度缝；22—宽的温度缝(空腔)；23—观察井；24—防渗缝；25—护坦；26—基面排水；27—消能设备；28—非泄水坝坝顶；29—非泄水坝的下游面；30—下游分流鼻坎；31—上游正常高水位；32—上游非常高水位；33—上游最低水位；34—下游非常水位；35—下游最高水位；36—下游最低水位。

防滲帷幕深度 $H_{\text{сас}}$ ——从坝底或坝的上游齿墙底到帷幕底部的鉛直距离。

坝基鉛直排水的深度 $H_{\text{др}}$ ——从坝底到排水钻孔口的鉛直距离。

閘墩高度 H_0 或边墩高度 $H_{\text{всг}}$ ——从閘墩或边墩頂部到其底部的鉛直距离。

閘墩厚度 a_0 ——閘墩的两个側面之間沿坝軸綫的距离。

坝上水头 H ——上下游水位差。

坝上的設計水头——相应于一定計算条件(例如, 坝的穩定、强度、下游冲刷的計算条件等)的水头。

設計和勘测資料的內容和数量

8. 混凝土重力坝的設計阶段、設計材料的內容和数量按“水利工程設計和預算的編制規程”决定。

9. 地形、工程地质、水文、水文地质、地质技术、施工以及其他勘测研究的內容和数量按現行的水工建筑物的勘测規程决定。

对于某些設計問題和决定的探討和論証, 在必要时应进行專門的勘测、室內和室外的試驗。

对混凝土重力坝及其地基的基本要求。

10. 要求混凝土坝在同时滿足造价最低的条件下有耐久性和可靠性(相应于它們的級別)以及在运用管理上方便。

混凝土坝應該具有:

足够的强度、穩定性、抗裂性、基本上不透水性、对各种大气因素的破坏作用的抵抗力、对侵蝕性水的化学作用的抵抗力以及对生物侵蝕的抵抗力。

附注：在設計重力坝时，应考虑进行設計的坝所属的国民經济 相应項目工艺設計的基本情况。

11. 在沒有河岸溢洪道，而在某些情况下甚至当具有河岸溢洪道时，混凝土重力坝应该保証能在上下游計算水位下把由本樞紐运用条件所决定的流量宣泄到下游去，而在必要时还要能宣泄施工流量。

在必要时还应保証能将泥沙、冰块、屑冰和其他漂浮物排至下游以及在給定的时期內将水库部分地放空。

12. 通过坝下泄运用流量时，不应引起对航运不許可的阻碍和对下游河床及两岸的破坏作用。

13. 坝的結構設計应该考虑施工高度机械化、工业化的要求，在适当的技术經济論証下尽可能广泛地采用装配式結構以縮短工期以及考虑最大限度地利用当地建筑材料。

14. 当需要在水利樞紐擋水前緣全部建成之前，保証某些水工建筑物(如电站、船閘等)可能投入运用时，坝的設計应该考虑到以最少的混凝土量来进行分期澆筑的施工条件。

当必須在施工期間拦洪或者工程在降低的水头下投入运用时，坝的結構应该考虑到中間水位升高和降低的可能性以及在水库部分蓄水的情况下建筑的可能性。

15. 在設計梯級水电站的坝时，应该考虑到当上游水电站的发电机组长期不工作时下游水力樞紐工作的可能性。

16. 混凝土重力坝最好是建立在基面具有均一的变形性能和渗透稳定性(抵抗化学和机械管涌的持久性)的岩基上。

当有相应的技术經济論証时也可以在复杂和不利的地质条件下建造混凝土重力坝。

使混凝土重力坝坝区的工程地质情况复杂化的因素有如下一些：

岩石的裂隙性和强透水性以及它們的可溶性；在被水飽和的状态下岩石的体积有变化，同时它們的强度性能也随之降低；工区具有断层、折断綫和强烈地震；在不均匀地基內有极易被压縮土壤的軟弱夹层；具有傾向下游的层理，在浸水和渗透时，这些岩层接触面的强度可能会降低；两岸岸坡有滑动、坍方、崩陷等变形的可能性。

在設計时应考虑的坝的施工和运用条件

17. 混凝土坝应该根据它所有的施工和运用条件进行設計。

在設計时应该考虑的基本資料及坝的施工和运用的主要条件是：

a) 混凝土坝和樞紐中其他建筑物总的施工进度計劃和施工期限(一个或几个方案)；

b) 当地建筑材料料場的位置和儲量；

c) 施工期間可能的水流情况，計算的最大施工流量和施工导流方案，施工流量的調节問題和施工期間的排冰、过木、过船等問題；

d) 坝在运用期間水流的流量和水位情况以及已求出的这一期間計算的最大流量和非常校核流量(包括通过坝孔的流量)，在运用期間閘門的操纵方式；

e) 运用期間水流可能的冰冻情况和排冰条件；

f) 有无通过坝頂和閘墩的鉄路、公路和其他道路(干綫的和地方性的)的交通要求；

g) 对所設計的工程有无專門要求及其內容。

附注：建議只是在上游水流流速达到能够在上游造成冰的移动时才考虑大型水庫樞紐在运用期間的排冰，当樞紐两岸是直綫形时，这

个流速大致应大于 $0.5 \sim 0.6$ 米/秒，当为曲线形时，这个流速大致应大于 $0.7 \sim 0.8$ 米/秒。在施工群图阶段，枢纽上下游冬季情况的问题应在专门研究的基础上解决。

II. 坝在水利枢纽中的布置

关于布置的一般指示

18. 在初步设计阶段，枢纽的轴线及其建筑物的组成和型式在各个方案技术经济比较的基础上决定。

轴线的选择应遵照现行的有关选择和决定轴线及施工场地的步骤的条文和规程进行。

在已选定的枢纽轴线中，混凝土坝的位置决定于地形、地质、水文、施工及其他当地条件。

坝及整个枢纽的布置，在初步设计阶段应该用水力学模型试验对施工情况和运用情况进行校核，并在以后的设计过程中对某些问题进行补充试验。

19. 混凝土重力坝的长度通常取决于必需的溢流前缘长度；枢纽挡水前缘的其余部分，除其他的混凝土或钢筋混凝土水工建筑物外，应该建成当地建筑材料（土、堆石）的堤坝。

只有在混凝土重力坝与当地材料坝的连接部分需要建造复杂而昂贵的混凝土连接边墩时，经过经济论证才可以不遵照上述规定而在枢纽的两岸部分用混凝土非泄水坝来代替当地材料坝。

20. 在平面上，混凝土重力坝的轴线建议设计成直线。

在枢纽所在地河谷处于一定的地形和地质条件下或需要造成足够的溢流前缘长度的条件下，坝轴线在平面上可以采用曲线或折线形。

21. 在选择坝的泄水孔口的位置时应该考虑：

本地区水流的水文特点(主河床的位置、保证在上游、特别是在通航建筑物附近,有最好的水流水力学条件),排冰、排污、冲沙等条件,在运用条件下使下游水流对河底及两岸的冲刷尽可能地减少等等;

在水流下泄地区地基的地质和水文地质条件;

施工条件(施工导流、过冰、施工方法等)。

22. 在设计水力枢纽中混凝土坝的泄水设备时,应该研究在水电站机组块内和电站安装段范围内设置泄水孔的技术经济合理性,以便减少溢流段的长度。

在高坝中建议研究在坝内设置水电站的方案。

在评价挡水建筑物的综合式方案时,应该同时考虑经济指标和施工与运用的条件(建筑结构及其施工条件的复杂化,水力机械设备运用条件的恶化等)。

混凝土坝与其他水工建筑物的连接

23. 混凝土重力坝的各个部分(如溢流部分与非泄水部分或电站部分)相连接时,不宜使某一段坝的挡水面做得很突出于另一段。

在挡水面有突出部分时,必须校核由于静水压力作用在这些突出面上的附加侧压力所引起的坝体以及与地基接触部分的应力。

必须考虑混凝土坝相连部分防渗及排水系统的连续性。

24. 混凝土重力坝以混凝土连接边墩与土坝、堆石坝或混合式坝相连接;边墩的尺寸要与土坝断面及其所采用的防渗设备相适应。

混凝土坝与两岸的连接

25. 混凝土坝与两岸的连接建议做成与基岩表面等高线

相垂直的形式。

26. 为了消除混凝土坝的繞坝渗透或者减少到允許的数值，混凝土坝的防渗和排水设备应该嵌入土中达足够的深度（和与地基的连接相似）。

27. 当坝頂以上岸坡很陡时，应该校核它們的稳定性；当有可能发生滑泻或崩坍时，应该采取加固措施或放緩岸坡。

III. 过水建筑物

过水孔的型式和作用及水力学計算条件

28. 在有坝樞紐中，按照运用条件，通常都考虑有过水孔：

泄水的（溢流的、深式泄水的）；
取水的。

水溢过坝頂下泄的溢流孔口是表面式的（开敞式的）；以底孔形式工作的泄水孔是深水式的。

取水孔可以是表面式的，也可以是深水式的。

附注：仅在施工期間用来泄水和排冰的泄水孔叫做施工泄水孔。

29. 泄水建筑物的溢流孔用来：

在庫滿期間宣泄洪水或其他流量（在某些情况下洪水可以在低于正常高水位时宣泄到下游去）；

当樞紐的运用条件有要求时，亦用以排冰和其他漂浮物以及排沙。

30. 混凝土泄水坝的深式泄水孔有下列作用：

在很少出現的大洪水时期从水庫泄洪（在大多数情况下是为了輔助溢流孔）；