

中华人民共和国水利电力部

混 凝 土 重 力 坝 设 计 规 范

SDJ 21-78

(试 行)

水利电力出版社

2040/6/07

中华人民共和国水利电力部
混凝土重力坝设计规范
SDJ 21-78 (试行)

*

水利电力出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4.625印张 97千字 1插图

1979年9月第一版

1983年7月新二版 1983年7月北京第一次印刷

印数 00001—11750册 定价 0.45元

书号 15143·5170

中华人民共和国水利电力部
关于颁发试行
《混凝土重力坝设计规范》的通知

(78)水电规字第118号

根据国家建委关于修订设计规范的要求，我部先后委托水电十二工程局和华东勘测设计院负责编制《混凝土重力坝设计规范》SDJ21-78。

在编制过程中得到了各有关单位的积极支持，进行了广泛的调查研究和征求意见，并吸收了有关科研成果。现批准《混凝土重力坝设计规范》SDJ21-78颁发试行。

各单位在试行过程中，有何意见，请随时函告我部规划设计管理局和华东勘测设计院。

一九七八年十二月四日

基本符号

荷载

ΣW ——计算截面上全部法向荷载的总和；

ΣP ——计算截面上全部切向荷载的总和；

ΣM ——计算截面上全部荷载（包括法向和切向方向）对于计算截面形心轴的力矩的总和；

p ——静水压力；

p_v ——扬压力；

p_n ——水平泥沙压力；

P_i ——浪压力；

P_{bd} ——动冰压力；

p_m ——脉动压力；

P_d ——消力墩的冲击力。

几何特征

A ——坝体计算水平截面的面积；

J ——坝体计算水平截面对于其形心轴的惯性矩；

n ——上游坝坡；

m ——下游坝坡；

T ——坝体计算截面沿上、下游方向的长度；

T_u, T_d ——坝体水平截面形心轴到上、下游坝面的距离；

b, b_1 ——坝段宽度及宽缝段的坝体宽度；

x ——坝基面截面上计算点到形心轴的距离；

x' ——每一计算点的相对坐标；

\bar{x} ——从扬压力消失点到计算点的距离；

B ——溢流堰净宽；

P ——溢流堰高；

- D ——孔口高；
 A_s ——孔口出口处的面积；
 r ——反弧半径；
 l ——浇筑块长度；
 h ——浇筑块厚度。

计算指标、应力

- E ——基岩弹性模量；
 E_h ——混凝土的弹性模量；
 μ ——混凝土的泊松比；
 σ_x ——水平正应力；
 σ_y ——垂直正应力；
 τ ——剪应力；
 $\sigma_{y,max}$ ——坝基面所承受的最大垂直正应力；
 $\sigma_{y,min}$ ——坝基面所承受的最小垂直正应力；
 σ_{s1}, σ_{s2} ——主应力；
 σ ——坝体上游面的最小主压应力；
 γ ——水的容重；
 γ_h ——混凝土的容重；
 γ_n ——泥沙的浮容重；
 H_1 ——上游水深；
 H_2 ——下游水深；
 H ——上下游水位差或坝面计算点的静水头；
 Δh ——坝顶距水库静水位的高度；
 $2h_1$ ——浪高；
 $2L_1$ ——波长；
 h_o ——波浪中心线至水库静水位的高度；
 h_c ——超高；
 v ——流速；
 Q ——流量；

- q —— 单宽流量；
- H_s —— 定型设计水头；
- H_x —— 作用水头；
- g —— 重力加速度；
- h —— 水深；
- L —— 水舌挑距；
- L_c —— 消力池长度；
- h_b —— 波动及掺气后的水深；
- ΔT —— 基础容许温差；
- T_f —— 混凝土的浇筑温度；
- T_r —— 混凝土因水化热和其它原因产生的最高温升；
- T_d —— 坝体混凝土稳定温度；
- C_A —— 混凝土的比热；
- C_w —— 水的比热；
- ε —— 混凝土的极限拉伸值；
- Q_τ —— 在龄期为 τ 时的累积水化热；
- Q_0 —— 水泥最终发热量；
- T_h —— 水化热绝热温升；
- ω —— 岩体的单位吸水量值。

计算系数

- a_1 —— 帷幕中心线坝基扬压力系数；
- a_2 —— 排水孔线坝基扬压力系数；
- a_3 —— 排水管线坝体内部扬压力系数；
- σ_b —— 空蚀指数；
- Fr —— 福氏数；
- K —— 按抗剪强度计算的抗滑稳定安全系数；
- K' —— 按抗剪断强度计算的抗滑稳定安全系数；
- f —— 坝体混凝土与坝基接触面的抗剪摩擦系数；
- f' —— 坝体混凝土与坝基接触面的抗剪断摩擦系数；

- c' —— 坝体混凝土与坝基接触面的抗剪断凝聚力；
- m, m_z —— 溢流堰的流量系数；
- μ —— 孔口的流量系数；
- ϕ —— 流速系数；
- ε —— 侧收缩系数；
- σ_m —— 淹没系数；
- K_f —— 混凝土抗裂安全系数；
- R —— 基础约束系数；
- k_p —— 由混凝土徐变引起的应力松弛系数；
- k_v —— 考虑早期升温阶段压应力影响的折减系数；
- λ —— 混凝土的导热系数；
- a —— 混凝土的导温系数；
- α —— 混凝土的温度膨胀系数。

目 录

第一章 总则	1
第二章 坝体布置	2
第三章 坝体结构和泄水建筑物的水力设计	5
第一节 非溢流坝段	5
第二节 溢流坝段	7
第三节 深式泄水孔的设计	9
第四节 泄水建筑物的水力设计	11
第四章 坝体断面设计	16
第一节 荷载及其组合	16
第二节 坝的应力计算	24
第三节 坝体抗滑稳定计算	29
第五章 坝基处理设计	31
第一节 一般规定	31
第二节 基础开挖	32
第三节 岩石固结灌浆	33
第四节 坝基防渗和排水	34
第五节 断层破碎带和软弱夹层处理	38
第六章 坝体构造	40
第一节 坝顶布置	40
第二节 坝内廊道及交通	41
第三节 横缝、纵缝和水平施工缝	44
第四节 坝体止水和排水	45
第五节 坝体混凝土标号	47

第七章	温度控制及防止裂缝措施	50
第八章	观测设计	55
第一节	一般原则	55
第二节	一般性观测	56
第三节	专门性观测	60
附录一	泄水建筑物水力设计计算公式	
附录二	荷载计算公式	
附录三	用材料力学方法计算坝体应力	
附录四	坝体混凝土温度和温度应力计算	
附录五	本规范用词说明	

第一章 总 则

第 1 条 混凝土重力坝的设计必须全面贯彻执行“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线和党的各项方针政策，做到技术先进，安全适用，经济合理，保证质量。

第 2 条 本规范适用于大、中型工程中岩基上的 1、2、3 级混凝土重力坝（指实体重力坝和宽缝重力坝）的设计。4、5 级混凝土重力坝设计可参照使用。对于特殊重要的工程，设计时可进行专门研究，制定补充条例。

第 3 条 设计混凝土重力坝时，应符合《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）》、《水利水电工程水利动能设计规范》、《水利水电工程地质勘察规范》、《水工钢筋混凝土结构设计规范》和《水利水电工程钢闸门设计规范》等规范和标准的有关要求。设计地震区的混凝土重力坝时，还应符合《水工建筑物抗震设计规范》的要求。

第 4 条 混凝土重力坝按其坝高分为低坝、中坝和高坝。低坝的高度为 30 米以下，中坝的高度为 30~70 米，高坝的高度为 70 米以上。

【注】 坝高系指坝基（但不包括局部深槽或井、洞）的最低面至坝顶路面的高度。

第 5 条 混凝土重力坝的设计应符合下列要求：

1. 初步设计阶段应进行坝址、坝线、枢纽布置及主要建

建筑物形式的选择，根据综合利用要求，确定坝体上各建筑物（例如泄洪、发电、灌溉、航运、供水、过木、过鱼、导流和交通等）的规模、布置、结构型式和主要尺寸；并提出坝基处理、温度控制和主要施工方法的初步方案。

施工详图阶段应进一步确定经济合理的坝体断面、有关建筑物的尺寸、坝基处理、温度控制和观测设计等，进行各部分结构和细部构造设计，提出施工详图。在施工过程中，应根据现场实际情况，及时作出相应的修改。

对于工程规模大、涉及面广、技术复杂或地质条件不利的大型工程，可视需要编制专题报告或技术设计。

2. 应认真分析研究和掌握建坝地区的各项基本资料（包括水文、泥沙、地形、地质、地震烈度、试验、综合利用要求和施工、运用情况以及坝址上下游河流规划要求等）。

3. 必须重视坝体防洪安全设计。

4. 应重视坝基处理、泄洪消能、降低或放空库水的设计以及在地震区的坝的抗震设计，做到安全可靠。

5. 应认真考虑施工条件，如施工导流和渡汛，温度控制，浇筑设备和交通运输等。应力求节约三材，简化坝体结构。在有条件的部位，应尽量采用预制构件。

6. 在不断总结实践经验和科学试验的基础上，积极慎重地采用新技术，使设计不断创新，有所前进。

第二章 坝 体 布 置

第 6 条 坝体布置应结合枢纽布置全面考虑。根据综合利用要求，合理解决泄洪、发电、灌溉、航运、供水、过

木、过鱼等建筑物的布置，避免相互干扰。一般首先考虑泄洪建筑物的布置，使其下泄水流不致冲淘坝基和其它建筑物的基础，并使其流态和冲淤不致影响其它建筑物的使用。还应妥善解决排沙、冲淤以及岸坡防护等问题。

第 7 条 大型枢纽工程的坝体布置应经水工模型试验，验证运用期及施工期的流态和冲淤状况是否满足各项建筑物的运用需要。模型范围应包括下游河床及两岸可能冲淤部位。

中型工程应尽量进行一定的水工模型试验。

第 8 条 坝体溢流段的前沿长度、孔数、孔口型式、尺寸和堰顶高程，应根据以下主要因素综合比较决定。

1. 水库运用和泄洪以及排漂浮物的要求；
2. 坝址地形、地质条件、下游河床及两岸抗冲性能；
3. 下游水深及消能要求；
4. 坝体分段情况，与相邻建筑物的关系；
5. 闸门型式及定型尺寸，运行方式。

为使水库具有较大泄洪潜力，可优先考虑开敞式溢流孔。

【注】 闸门孔口尺寸应尽量符合《水利水电工程钢闸门设计规范》附录一“闸门孔口尺寸和设计水头系列标准”的规定。

第 9 条 溢流坝段的下游必须采用适当的消能和保护设施，使过坝水流能按设计要求平顺进入下游河道。

设计溢流坝段时，应根据坝高、坝基及其下游河床和两岸地形、地质条件，下游河道水深和水位变化情况，并考虑过船、过木、排冰、排推移质等要求，选择适当的消能设施。

第 10 条 当采用挑流方式消能时，挑流水舌与其它建筑物间宜有一定距离。为防止散射水流影响厂房等建筑物或冲刷岸坡，应设置导墙或采取其它措施。

当采用面流或消力戽消能时，下游宜设置较长导墙，隔断回流，使流态稳定。

第 11 条 凡符合以下情况之一，应设泄水孔：

1. 大型水库或高坝；
2. 坝的下游有重要城市、重要粮棉基地、大型企业、铁路干线；
3. 当地震设计烈度为 8 度以上或坝地质极为复杂时；
4. 运用期（包括检修期和施工蓄水期）需向下游供水，而由电厂与其它放水设施放水不能满足要求时；
5. 有排沙要求；
6. 经研究认为采用泄水孔泄洪有利；
7. 有检修或特殊要求，需降低或放空库水。

第 12 条 泄水孔的位置、型式、高程、孔数和孔口尺寸的选择应考虑以下因素：

1. 自然条件：地形、地质、水文和泥沙情况等；
2. 枢纽布置：在狭窄河谷泄水孔宜与溢流坝段结合，宽敞河谷可考虑分设。排沙孔应尽量靠近发电（或灌溉、供水）进水口、船闸闸首等需排沙部位，其流态不得影响此等建筑物的正常运用；
3. 施工条件：泄水孔不同位置对施工进度和施工方法的影响，施工期泄洪及下游供水等要求；
4. 运用条件：下泄流量，放水期限，检修条件以及木材流放情况等；
5. 闸门的工作水头、启闭机和坝体结构强度等。

第 13 条 泄水孔下游应设消能设施，例如出口喷射消能，或参照溢流坝消能方式。当泄水孔位于溢流坝段时，其消能方式应与溢流坝统一考虑。

第 14 条 设于坝体内的施工导流建筑物（如底孔、明渠、缺口、梳齿等），应根据导流方案和地形、地质、水文等条件经比较确定，其布置应符合下列要求：

1. 能宣泄所承担的施工流量；
2. 在通航河流上应考虑施工期通航（过木）要求，或采取其它措施来满足；
3. 当需要时能通过漂浮物或浮冰；
4. 泄洪时应不致冲坏永久建筑物或打乱施工部署；
5. 施工方便，运用可靠，便于回填封堵。

导流建筑物的封堵应有妥善的设计和施工措施。

第 15 条 设于中、低坝内的导流底孔，在条件许可时应尽量和永久泄水孔相结合。

第 16 条 设于坝内的发电引水管道的进水口高程，应根据水利动能设计要求和泥沙淤积等条件确定。

工农业供水取水口应满足供水期的引水高程和流量的要求，必要时宜考虑水温和泥沙情况分层设置。

发电进水口应设置拦污设施，并考虑清污问题。

当水库漂浮物较多时，宜增设拦污排，并考虑排污和清污措施。

第三章 坝体结构和 泄水建筑物的水力设计

第一节 非溢流坝段

第 17 条 混凝土重力坝的非溢流坝段的基本断面为三角形，其顶点一般在坝顶附近。

第 18 条 混凝土重力坝的上游面可为铅直平面、斜面或折面。折坡点高程应结合坝上的发电引水管、泄水孔等建筑物的进水口一并考虑。

实体重力坝的上游坝坡，一般采用 $1:0\sim 1:0.2$ ；宽缝重力坝可酌予放缓。当设置纵缝时，应考虑上游坝坡对坝体应力的影响，坝坡不宜太缓（参见第71条）。

第 19 条 坝体的下游坝面可采用一个或几个坡度，应根据稳定和应力要求，结合上游坝坡，同时选择。下游坝坡一般采用 $1:0.6\sim 1:0.8$ ，对横缝设有键槽进行灌浆的整体式重力坝，可适当陡些。

第 20 条 坝顶高程应不低于水库静水位，并应符合本规范第 119 条的规定。

第 21 条 坝顶宽度应根据设备布置、运行、检修、施工和交通等需要确定，并应考虑抗震、特大洪水时抢护，以及其它特殊要求。

第 22 条 宽缝重力坝的宽缝宽度，一般为坝段总宽的 $20\sim 40\%$ 。

如有引水管、泄水孔、导流孔等大孔洞横穿坝体时，该部分坝体结构和宽缝布置应经过论证决定。

第 23 条 设计宽缝重力坝的头部尺寸时，应考虑下列因素。

1. 改善头部应力；
2. 坝面防渗和止水系统的布置；
3. 帷幕灌浆廊道和坝内交通系统的布置；
4. 其它特殊要求。

迎水面头部最小厚度一般约为 $0.07\sim 0.10$ 倍坝面作用水头，並不得小于 3 米。寒冷地区应适当加厚。

第 24 条 宽缝重力坝尾部应有足够的厚度，以满足应力的要求，并应考虑施工条件和特殊要求，其最小厚度一般不小于 2 米。寒冷地区应适当加厚。

第 25 条 宽缝重力坝的宽缝不宜贯穿坝顶。宽缝的上游部、下游部以及顶部与邻近的实体部分连接处，应有足够的渐变长度。宽缝水平截面渐变坡度（平行坝轴线长度与垂直坝轴线长度之比），头部一般用 $1:1.5 \sim 1:2.0$ ，尾部一般用 $1:1 \sim 1:1.5$ 。顶部垂直截面渐变坡度（垂直高度与水平长度之比），一般用 $2:1 \sim 1.5:1$ 。

第 26 条 混凝土重力坝的各个坝段的外形应尽量协调一致。上游坝面应尽量保持平齐，止水尽量在同一面上。当地形、地质及运用条件（有无发电引水管、泄水孔、过坝、供水、施工导流设施等）有显著差别时，对实体重力坝，可按其不同情况分别采用不同的下游坝坡，使各坝段均能达到安全和经济的目的；对宽缝重力坝，首先应考虑调整宽缝顶高，其次宜考虑改变宽缝宽度，当这些调整尚不能满足要求时，可考虑采用不同的外形尺寸。

对于高、中坝应进行全坝总体的技术经济比较。

第 27 条 建筑在震区的混凝土重力坝的坝体断面，应根据抗震要求采取必要的结构措施，例如加强坝体上部结构的刚度和整体性；提高该部位混凝土标号；折坡处以曲线连接；结构单薄部位避免突变并适当配置钢筋；宽缝顶部的几何形状宜平缓等。有关坝体结构的抗震设计，应符合《水工建筑物抗震设计规范》的有关要求。

第二节 溢流坝段

第 28 条 溢流坝的堰面曲线，当设置开敞式溢流孔时

可采用幂曲线；当设有胸墙时可采用孔口泄流的抛物线。上述曲线的计算公式可参照附录一。

经过试验和论证，也可采用其它堰面曲线。

第 29 条 选择溢流坝的堰面曲线时，堰顶附近允许出现的负压值（考虑当地大气压的影响），应符合下列要求：

1. 常遇洪水位闸门全开时不得出现负压；

2. 校核洪水位闸门全开时出现的负压不得超过 3 ~ 6 米（水柱）；

3. 正常蓄水位或常遇洪水位闸门局部开启时（以运行中较常出现的开度为准），可允许有不大的负压值，应在设计中经论证确定。

当堰顶闸门槽产生过大负压足以引起严重空蚀破坏时，应设法改善闸门槽设计或改用弧门。

第 30 条 溢流坝的反弧段应结合下游消能设施统一考虑。反弧半径可采用 $(4 \sim 10) h$ （ h 为校核洪水位闸门全开时反弧的最低点处的水深），反弧处流速愈大，反弧半径也宜选用较大值。

当下游设置护坦或平直段时，反弧半径应尽量采用较大值。

第 31 条 闸墩的形式和尺寸应满足布置、水流条件和结构上的要求。当采用平面闸门时，闸墩在门槽处应有足够的厚度。

第 32 条 溢流坝的堰面曲线，闸墩形式，下游消能设施的型式、布置和尺寸，以及溢流坝上下游水流流态，坝面压力和泄水能力均应经水工模型试验验证选定。水力条件较简单的中型工程可参照类似工程的经验，经计算确定。

第 33 条 当溢流坝有排冰要求时，溢流孔口尺寸应根