

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5114-2000

水电水利工程施工导流设计导则

**Design guide of construction
diversion for hydropower
and water conservancy project**

2000 - 11 - 03 发布

2001 - 01 - 01 实施

中华人民共和国国家经贸委 发布

DL/T 5114—2000

前 言

根据原能源部、水利部能源技（1988）12号文《关于水利水电勘测设计技术标准体系的批复》原能源部、水利部水利水电规划设计总院于1990年委托原能源部、水利部东北勘测设计研究院负责本导则的编制工作。

施工导流设计是关系水利水电工程施工全过程的挡、泄水问题，因而施工导流设计是施工组织设计的重要组成部分。制定本导则是为了在设计中给予高度重视，通过各种方案比较，选出最优设计，使水利水电工程达到既安全、快速施工又节约投资的目的。

《水电水利工程施工导流设计导则》是在1990年颁布的原能源部、水利部《水利水电工程施工组织设计规范》（SDJ 338—1989）的基础上进行编制的，并将编写初稿广泛征求全系统各水利水电设计院及施工组织设计专家的意见，又进行汇总、补充和完善，提出送审稿，最后由原能源部、水利部水利水电规划设计总院主持审查并定稿。

本导则的施工导流标准，根据近年来水利水电系统在设计与施工中应用《水利水电工程施工组织设计规范》（SDJ 338—1989）中的规定较为可行，故本导则仍沿用该规范的规定。

本导则由原能源部、水利部水利水电规划设计总院提出。

本导则由国家电力公司水电水利规划设计总院归口。

本导则起草单位：水利部东北勘测设计研究院。

本导则主要起草人：吴承章、林淀翔。

本导则由国家电力公司水电水利规划设计总院负责解释。

DL/T 5114—2000

目 次

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 1 范围 | 1 |
| 2 引用标准 | 2 |
| 3 总则 | 3 |
| 4 施工导流标准 | 4 |
| 5 施工导流方式 | 8 |
| 6 围堰..... | 10 |
| 7 导流泄水建筑物..... | 12 |
| 8 河道截流..... | 16 |
| 9 基坑排水..... | 19 |
| 10 施工期蓄水、通航、排冰 | 21 |
| 条文说明 | 23 |

1 范 围

本标准给出了水电水利工程施工导流的设计导则，适用于大中型水电水利工程的预可行性研究、可行性研究（等同原初步设计）及招标阶段的施工导流设计工作。

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

2 引 用 标 准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

DL/T 5087—1999 水电水利工程围堰设计导则

SDJ 338—1989（试行）水利水电工程施工组织设计规范

网易 NetEase
WWW.SHUIGONG.COM
水利工程网

3 总 则

3.0.1 施工导流设计是水电水利工程施工组织设计中的重要组成部分，它直接影响坝址、坝型选择、枢纽布置及工程施工的总进度，为做好施工导流设计，特制定《水电水利工程施工导流设计导则》（以下简称“本导则”）。

3.0.2 本导则中“施工导流标准”部分为强制性规定，其余均为推荐性标准。

3.0.3 施工导流设计的主要内容为：

- 1 导流标准及导流方式；
- 2 导流挡水及泄水建筑物设计；
- 3 截流设计；
- 4 各期度汛设计；
- 5 基坑排水设计；
- 6 施工期通航、排冰及蓄水期对下游供水设计。

3.0.4 由于另有专项设计导则，故本导则中的“围堰”部分仅从简列出。

4 施工导流标准

4.0.1 导流建筑物系指枢纽工程施工期所使用的临时性挡水和泄水建筑物。根据其保护对象、失事后果、使用年限和工程规模划分为Ⅲ～Ⅴ级，具体按表 4.0.1 确定。

表 4.0.1 导流建筑物级别划分

| 项 目 级 别 | 保护对象 | 失事后果 | 使用 年限 年 | 围堰工程规模 | |
|------------|---------------|--|---------------|---------|------------------------|
| | | | | 堰高 m | 库容 亿 m ³ |
| Ⅲ | 有特殊要求的Ⅰ级永久建筑物 | 淹没重要城镇、工矿企业、交通干线，或推迟工程总工期及第一台（批）机组发电而造成重大灾害和损失 | >3 | >50 | >1.0 |
| Ⅳ | Ⅰ、Ⅱ级永久建筑物 | 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 | 1.5~3 | 15~50 | 0.1~1.0 |
| Ⅴ | Ⅲ、Ⅳ级永久建筑物 | 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 |

注

1. 导流建筑物包括挡水和泄水建筑物，两者级别相同；
2. 表列指标均按导流阶段（分期）划分；
3. 有、无特殊要求的永久建筑物均系针对施工期而言，有特殊要求的Ⅰ级永久建筑物系指施工期不允许过水的土坝及其他有特殊要求的永久建筑物；
4. 使用年限系指导流建筑物每一导流阶段（分期）的工作年限，两个或两个以上施工阶段共用的导流建筑物，如分期导流一、二期共用的纵向围堰，其使用年限不能叠加计算；
5. 围堰工程规模一栏中，堰高指挡水围堰最大高度，库容指堰前设计水位所拦蓄的水量，两者必须同时满足；
6. 确定导流级别的因素复杂，当按表 4.0.1 和上述各条规定所确定的级别不合理时，可根据工程具备条件和施工导流阶段的不同要求，经过充分论证，予以提高或降低。

4.0.2 当导流建筑物根据表 4.0.1 指标分属不同级别时，应以其中最高级别为准。当列为Ⅲ级导流建筑物时，至少有两项指标符合要求。

4.0.3 规模巨大且在国民经济中占有特殊地位的水电水利工程，其导流建筑物的级别和设计洪水标准，经充分论证后报上级批准。

4.0.4 不同级别的导流建筑物，或同级导流建筑物的结构型式不同时，应分别确定洪水标准、堰顶超高值和结构设计安全系数。

4.0.5 应根据不同的导流阶段（分期）按表 4.0.1 划分导流建筑物级别；同一导流阶段（分期）中的各导流建筑物的级别，应根据其不同作用划分；各导流建筑物的洪水标准必须相同，一般以主要挡水建筑物的洪水标准为准。

4.0.6 同一导流建筑物各部位所起作用不同时，其级别应根据其作用划分。

4.0.7 一个枯水期将主体工程抢出水面的导流建筑物，其级别仍按表 4.0.1 确定，导流设计流量应按该枯水时段内与级别相适应的重现期标准选用。

4.0.8 利用围堰挡水发电时，经过技术经济论证，围堰级别可以提高。

4.0.9 当导流建筑物与永久建筑物结合时，结合部分结构设计应采用永久建筑物级别设计标准，但导流设计级别和洪水标准按表 4.0.1 和表 4.0.9 规定执行，挡水建筑物与坝体结合时，应进行论证。

4.0.10 当Ⅳ～Ⅴ级导流建筑物地地质条件非常复杂，或工程具有特殊要求必须采用新型结构，或失事后淹没重要厂矿、城镇时，其结构设计级别可以提高一级，但设计洪水标准不相应提高。

4.0.11 导流建筑物设计洪水标准应根据建筑物的类型和级别，结合风险度综合分析，在表 4.0.9 规定的幅度内选择，使所选标

表 4.0.9 导流建筑物洪水标准划分

| 导流建筑物类型 | 导流建筑物级别 | | |
|--|------------|-------|------|
| | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ |
| | 洪水重现期 年 | | |
| 土 石 | 50~20 | 20~10 | 10~5 |
| 混 凝 土 | 20~10 | 10~5 | 5~3 |
| 注：河流水文实测资料系列较短（小于 20 年），或工程处于暴雨中心区；采用新型围堰结构型式；处于关键施工阶段，失事后可能导致严重后果；工程规模、投资和技术难度用上限值与下限值相差不大等情况下方可用上限值。 | | | |

准经济合理。

4.0.12 当枢纽所在河段上游建有水库时，导流设计采用的洪水标准应考虑上游梯级水库的影响及调蓄作用。

4.0.13 围堰修筑期间各月的堆筑最低高程应以安全拦挡下月设计流量为准，计算各月设计流量的重现期标准可用围堰正常运用时的标准，经过论证也可适当降低。

4.0.14 过水围堰的挡水标准应结合水文特点、施工工期、挡水时段，经技术经济比较后，土石围堰在（5~20）年、混凝土围堰在（3~10）年范围内选定。当水文系列大于 30 年时，也可根据实测流量资料分析选用。

4.0.15 按表 4.0.1 确定过水围堰级别，该表中的各项指标系以过水围堰挡水期情况作为衡量依据。

4.0.16 根据过水围堰的级别和表 4.0.9 选定围堰过水时的设计洪水标准。当水文资料大于 30 年时，也可按实测典型年资料分析并通过水力学计算或水工模型试验选用。

4.0.17 截流时段应根据河流水文特征、气候条件、围堰施工及通航等因素综合分析选定，宜安排在汛后枯水时段退水期，严寒地区尽量避开河道流冰和封冻期。

4.0.18 截流标准可采用截流时段重现期（5~10）年的月或旬平均流量，也可用其他方法分析确定。

4.0.19 当坝体筑高到不需围堰保护时，其临时度汛洪水标准

应根据坝型及坝前拦洪库容按表 4.0.19 规定执行。

表 4.0.19 坝体施工临时度汛洪水标准

| 大坝类型 | 拦 洪 库 容 亿 m ³ | | |
|-------|-----------------------------|---------|-------|
| | >1.0 | 1.0~0.1 | <0.1 |
| | 洪 水 重 现 期 年 | | |
| 土 石 坝 | >100 | 100~50 | 50~20 |
| 混凝土坝 | >50 | 50~20 | 20~10 |

4.0.20 导流泄水建筑物封堵后，如永久泄洪建筑物尚未具备设计泄洪能力，坝体初期度汛洪水标准应在分析坝体施工和运行要求后按表 4.0.20 规定执行，汛前坝体上升高度应满足拦洪要求，帷幕灌浆及接缝灌浆高程应能满足蓄水要求。

表 4.0.20 导流泄水建筑物封堵后坝体初期度汛洪水标准

| 大坝类型 | | 大 坝 级 别 | | |
|-------|----|----------------|---------|---------|
| | | I | II | III |
| | | 洪 水 重 现 期 年 | | |
| 混凝土坝 | 设计 | 200~100 | 100~50 | 50~20 |
| | 校核 | 500~200 | 200~100 | 100~50 |
| 土 石 坝 | 设计 | 500~200 | 200~100 | 100~50 |
| | 校核 | 1000~500 | 500~200 | 200~100 |

4.0.21 导流泄水建筑物的封堵时间应在满足水库拦洪蓄水要求前提下，根据施工总进度确定。封堵下闸的设计流量可用封堵时段（5~10）年重现期的月或旬平均流量，或按实测水文统计资料分析确定。

封堵工程施工阶段的导流设计标准，可根据工程重要性、失事后果等因素在该时段（5~20）年重现期范围内选定。

4.0.22 水库初期蓄水保证率根据发电、灌溉、通航、供水等要求和大坝安全超高等因素分析确定，保证率可为 75%~85%。

5 施工导流方式

5.0.1 施工导流方式，应根据地形、地质条件、水文特性、流冰、枢纽布置以及航运等要求综合比较选定。

5.0.2 断流围堰导流方式。当采用隧洞导流时，应考虑与永久泄洪、引水、尾水洞结合的可能性；当采用明渠导流时，明渠通过混凝土坝的底孔或明渠通过土石坝的泄水孔，宜在施工初期与明渠一并建成，以免后期重建。

5.0.3 分期围堰导流方式。宜减少分期数，并根据束窄河槽的地形、地质、枢纽布置及争取提前发电等综合条件确定纵向围堰位置。

5.0.4 分期围堰导流方式的各分期布置，需考虑束窄河槽的地形、地质条件、枢纽布置及导流期间综合利用要求等各因素确定，有条件时，可将发电站布置在第一期围堰围护范围内，以使二期围堰形成后，即可提前发电受益。

5.0.5 土石坝型的围堰工程，除混凝土面板堆石坝外，上游围堰尽可能与坝体相结合，采取以坝体拦挡第一个汛期洪水的导流方式。

5.0.6 一般情况下，不宜采取土石坝体过水度汛的导流方式。只在洪水流量过大、历时又较短，且对导流泄水建筑物和围堰规模要求很大时，才采取围堰和土石坝体经过保护过水度汛的导流方式。

5.0.7 混凝土面板堆石坝可提前拦洪度汛。当未浇筑混凝土面板之前，对上游坝坡采取碾压砂浆或喷混凝土、水泥砂浆等固坡措施后即可临时挡水度汛；对坝体预留部位及坝坡采取防护措施后，可用坝体过流度汛，此时可降低导流设施规模。

5.0.8 混凝土坝型中的导流方式，无论断流围堰或分期围堰，均可考虑利用坝体临时断面或预留底孔、梳齿、缺口等与其他导

流泄水建筑物组合导流。

5.0.9 导流标准选定后，对围堰与泄水建筑物规模通过施工工期、度汛影响及建设投资的比较，选其最优组合方案。

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

6 围 堰

6.1 围堰型式选择

6.1.1 围堰型式应按下述原则选择：

- 1 安全可靠，能满足稳定、防渗、抗冲的要求；
- 2 构造简单，施工方便，在预定工期内可修筑到需要的断面和高程；
- 3 堰基处理切实可行，堰体便于与岸坡或已有建筑物连接；
- 4 堰体可充分利用当地材料及开挖渣料，并便于维护和拆除；
- 5 具有良好的技术经济指标。

6.1.2 土石围堰是使用较广泛的围堰型式，如当地有合适的土石材料，宜优先选用土石围堰，但作为纵向围堰时，注意堰体的防冲保护。

6.1.3 混凝土围堰宜建于岩基，有条件时宜优先选用碾压混凝土围堰。

6.1.4 根据工程具体情况，还可选用草土、钢板桩、框架填石、竹笼等围堰型式。

6.2 围堰布置

6.2.1 围堰布置应满足所围护的永久建筑物所需的基坑开挖，施工机械设备布置，基坑排水及施工道路布置等场地的要求。

6.2.2 围堰轴线布置应考虑堰基的地形、地质条件简单、覆盖层浅，两岸较缓，并易与两岸道路相连。

6.2.3 分期导流时，一期围堰对河床的束窄度宜小于 60%，纵横围堰轴线宜布置成梯形。

6.2.4 采用一次断流围堰导流时，应注意防止堰脚冲刷。上游横向围堰轴线与导流泄水建筑物进口轴线交角宜为 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，且

围堰上游坡脚距泄水建筑物进口距离不小于 20m。下游围堰同导流泄水建筑物出口轴线交角大于 60° ，堰脚至出口距离不宜小于 30m。

6.2.5 围堰背水坡坡脚距永久建筑物开挖外轮廓线不宜小于 10m。

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

7 导流泄水建筑物

7.1 导流隧洞

7.1.1 导流隧洞轴线宜选在地质构造简单，岩性坚硬完整、断层较少、裂隙不发育的地层，尽量避免通过较大的不良地质构造。洞轴方向与岩层走向夹角大于 30° 为宜。

7.1.2 充分利用地形条件，尽量使洞线顺直。当坝址位于河湾地段时，宜将隧洞布置在凸岸，呈直线形布置。如无河湾，在地质条件允许时，可利用冲沟布置进口以使洞线顺直。

7.1.3 两岸洞线比较中，除考虑工程量大小之外，尚需考虑坝区施工布置、对施工交通的干扰、进出口水流对两岸的冲刷和折冲影响、后期封堵的条件。

7.1.4 洞线按下述原则布置：

1 当布置为曲线时，其弯曲半径应大于 5 倍洞径，转角宜小于 60° ，曲线两端以不小于 5 倍洞宽的直线相连。当流速超过 15m/s 时，应通过水工模型试验验证。

2 为使水流顺畅，出口段洞轴线与河道主流方向的交角一般以不大于 30° 为宜，进口段交角视具体情况可适当放宽，以防止出口水流冲刷及进出口水流对上、下游围堰的影响。

7.1.5 进出口位置宜选在洞顶岩层厚度在 1 倍洞径以上，并距上、下游围堰有一定的安全距离的地方。

7.1.6 隧洞进出口高程选择，除应满足导、截流要求外，尚需考虑通航、排冰、泥沙淤积以及封堵条件等综合要求。

7.1.7 隧洞断面设计应通过水力计算进行选定。为满足截流增大底部泄流量，以及排冰时增大底部宽度等要求，可采取圆拱直墙式断面。

7.1.8 导流隧洞衬砌型式应根据水流、围岩条件分段进行喷混凝土衬砌（或喷锚衬砌）与混凝土（或钢筋混凝土）衬砌的技术

经济比较后选定。只有当喷锚不能满足运行及围岩安全时，方可采用钢筋混凝土衬砌，如导流洞与永久水工隧洞结合时，应按永久工程要求衬砌。

7.1.9 导流结束后，不与永久水工隧洞结合的导流隧洞，应尽早进行封堵；与永久水工隧洞结合的导流隧洞，在结合段上游侧进行封堵。封堵段混凝土宜采用低热微膨胀水泥或外掺氧化镁水泥浇筑补偿收缩混凝土，以加快工期。

7.1.10 隧洞泄水能力、进出口流态、排冰不同块度的壅塞程度等均需经水工模型试验验证。

7.1.11 导流隧洞的封堵段宜在隧洞过水前形成封堵设计要求的开挖断面型式，并加以喷锚保护。

7.2 导流明渠

7.2.1 导流明渠轴线应按下述原则布置：

1 应避开严重的滑坡、崩塌体及较大断层构造带等不利地质条件；

2 宜充分利用缓坡、台地、垭口以减少开挖工程量；

3 当在凸岸布置导流明渠时，为使水流顺畅，不致引起对下游沿岸的不利冲刷，进口轴线与主流交角以不大于 30° 为宜，轴线转弯半径以不小于 3 倍明渠宽度为宜。

7.2.2 导流明渠进出口位置，应距上、下游围堰堰脚适当距离，避免因进出口回流淘刷围堰坡脚。渠内水流应平稳顺畅，避免回流、涡流等对建筑物的危害，力求不冲不淤。

7.2.3 明渠进出口底板高程和渠道纵坡根据水力学计算确定，并考虑截流时水流的分流条件。在有航运的河道，尚应根据其运行期内流速、落差、水深、转弯半径等特殊要求进行设计。

明渠底宽应按施工导流及航运、排冰等各项要求进行综合选定。

7.2.4 渠道衬砌需先研究不衬砌的可能性，如必须衬砌时应进行喷锚衬砌与混凝土衬砌的比较、优选。当采用混凝土衬砌时，

需根据渠内水深、脉动压力、扬压力及钢筋锚固力等进行计算。

7.2.5 明渠尾端为防止水流淘刷，应设混凝土齿墙等直达淘刷深度以下，以保护明渠运行安全。

7.2.6 明渠断面，底坡的选择应考虑不同底坡的流态、渠内水流与下游水面衔接时对河道冲刷的影响、渠道开挖宽度，以及尾端防淘、下游防护工程设置等因素并进行综合技术经济比较后确定，必要时，需经水工模型试验进行验证。

7.3 导流底孔

7.3.1 当采用导流底孔泄流时，宜与永久泄水建筑物结合。

7.3.2 底孔应按下述原则布置：

1 在单设导流底孔的布置中，底孔宜布置在近河道主流位置，以利于泄流顺畅；

2 当底孔与明渠组合导流，且底孔布置在明渠坝段内，条件允许时，宜先期形成梳齿或底孔；

3 混凝土支墩坝在选用底孔导流时，宜将底孔布置在支墩的空腔内。

7.3.3 底孔尺寸应满足截流、导流泄水、航运、排冰等各项要求；并根据坝体应力及闸门制造能力进行综合比较选定。底孔宽度以小于坝段宽的 50% 为宜。

7.3.4 底孔位置，在条件允许时，宜采取跨坝缝布置。

7.3.5 底孔进口型式应通过水工模型试验验证选定。为使进口水流顺畅，进口上缘宜选用椭圆曲线。

7.3.6 当底孔上部同时有坝体过水等双层泄水情况时，应通过水工模型试验验证，采取避免对底孔空蚀破坏的措施。

7.3.7 底孔导流后，应采用与坝体同标号的混凝土对底孔进行封堵，并须采取措施保证封堵混凝土与坝体的良好结合。

7.3.8 为防止导流底孔门槽、门槛运行期冲刷受损，及保证后期封堵时顺利下闸，其进口门槽、门槛的金属结构须按永久工程进行设计。

7.4 未完成建筑物过水

7.4.1 混凝土重力坝、拱坝等实体结构，在未完建过程中，可预留部分坝段形成缺口或梳齿导流；支墩坝、坝内厂房等非实体结构，在未封腔之前坝体不宜过水，如必须过水时，应增设临时溢流面板、或在腔内充水等措施，以保证坝体安全。

7.4.2 在未完建坝面泄水，应经水工模型试验验证，必要时可采取掺气减蚀措施。水流对坝后基础的影响，需经水工模型试验提出防止冲刷破坏的保护措施。

7.4.3 土石坝施工期洪水流量过大，增设导流泄水建筑物的技术、经济条件均不适宜时，可考虑坝体过水方案，过水前坝面需采取防冲保护措施，并经水工模型试验验证。

7.4.4 利用未完建厂房泄水，多在低水头河床式厂房中采用，因厂房过水断面复杂，应经水工模型试验验证，选定泄水方式、泄水能力并提出防护措施。

8 河道截流

8.1 截流方案的选定

8.1.1 选择截流方案时应充分分析水文、气候条件、流域特性、河床地形地质特点等综合因素，进行技术、经济比较后选定。

8.1.2 截流多采用戗堤法，其中常用立堵或立、平堵结合的方法，在特定条件下，经技术经济论证后亦可采用平堵法、定向爆破法、建闸法或浮运结构法。

8.1.3 当截流最大落差不超过 3.0m 时，宜优先选择单戗立堵的截流方式。当落差大于 3.0m，龙口水流能量较大时，可采用宽戗、双戗或多戗立堵截流方案。

8.1.4 在河床覆盖层较厚、水较深的条件下，可采用先平堵护底，后立堵合龙的平立堵结合方案。在具有架立浮桥或栈桥条件时，可用平堵截流方案。

8.2 截流戗堤布置

8.2.1 截流戗堤的布置应在综合分析地形、地质、截流方案、围堰型式、龙口位置及交通条件等因素后确定，并考虑河床护底、戗堤闭气、基础处理、围堰加高等要求。

8.2.2 采用栈桥或浮桥平堵截流时，截流戗堤的布置及桥头两侧应满足施工场地和运料的要求。

8.3 截流时段与龙口位置选择

8.3.1 截流时段选择应全面分析工程所在河流的水文、气象条件，河道天然径流量的变化规律，严寒地区还应考虑气温变化及冰凌规律，通航河道应考虑减少对航运、下游用水及施工的影响。

8.3.2 在截流设计中应考虑实际截流提前或推后时对截流各项控制指标如流速、落差、抛投料粒径等的影响，并应留有一定的余地。

8.3.3 龙口位置的选择应结合截流戗堤轴线的选择统一考虑，由地形、河床覆盖层、交通和水力条件等因素综合确定。

8.3.4 龙口两侧的地形应满足料物抛填及回车场地的要求。

8.3.5 应力求选择在河床较高，水深较浅，覆盖层较薄或基岩裸露的部位。

8.4 截流对工程施工形象面貌的要求

8.4.1 工程形象进度应满足设计要求的截流条件。

8.4.2 导流泄水建筑物应具备设计要求的分流能力，引渠进出口水流通畅。

8.4.3 截流设计应按截流龙口分区的要求确定各种物料的尺寸，并分类合理安排堆贮场地和运输道路。

8.4.4 对有通航、灌溉等要求的河道，在截流期或截流后应具备为解决通航及灌溉要求而设置的永久或临时建筑物能如期投入运用的条件。

8.5 截流、合龙水力计算

8.5.1 截流水力计算应确定：

1 截流过程中龙口段的单宽流量、落差、流速等水力参数及其变化规律；

2 截流材料的尺寸和重量。

8.5.2 截流设计流量通常只考虑经由龙口和分流建筑物下泄流量，戗堤渗流量和水库拦蓄量可不计。

8.5.3 计算截流合龙过程中各水力参数时，可用戗堤轴线作为计算断面。

8.5.4 截流设计中，应计算出各种规格物料的数量，特别应估算出较大的特殊物料的数量，如混凝土四面体等，并应考虑足够

的余量。

8.5.5 重要截流工程的截流设计应通过水工模型试验验证。

8.6 截流辅助措施

8.6.1 减少龙口单宽流量可采取以下措施：

- 1 有条件时加大泄水建筑物的分流量；
- 2 增大戗堤的渗透流量，采用抛投稳定性好，透水性强的抛投体，使戗堤尽早露出水面，以减少龙口流量；
- 3 采用大型运载工具，提高抛投强度，利用蓄水作用来减少龙口的过流量；
- 4 借助上游已建工程的控制作用，在工程截流合龙阶段减小下泄流量。

8.6.2 降低龙口落差可采取以下措施：

- 1 壅高龙口下游水位；
- 2 影响泄水建筑物过水的进、出口围堰应彻底拆除；
- 3 龙口前抛石分散龙口前落差；
- 4 降低泄水道进口高程。

8.6.3 软基河床宜对龙口段进行护底加糙，以增加河床段和抛投体的稳定性。

8.6.4 在龙口下游可增设拦石栅和拦石坎。

8.6.5 在龙口抛投时，可用石串、块体串或栓锚大块石抛投进占。

8.6.6 合龙进占时，可采用上游挑角法或上、下挑角法抛投进占，以减少抛投料的流失。抛投方向一搬应与戗堤轴线偏上游呈一定夹角，大型工程须根据试验确定。

9 基 坑 排 水

9.1 初 期 排 水

9.1.1 初期排水量计算应包括围堰合龙闭气后基坑内的积水、排水期的渗水。

9.1.2 初期排水流量可根据地质、围堰堰体和基础防惨结构型式及覆盖层的渗透系数大小等因素按下式计算：

$$Q = \eta \frac{V}{T} \quad (9.1.2)$$

式中：V——基坑的积水体积（m³）；

T——初期排水时间（s）；

η ——经验系数，主要与围堰种类、防渗措施、地基情况、排水时间等因素有关，一般取 $\eta = 3 \sim 6$ ，当覆盖层较厚，渗透系数较大时取上限。

9.1.2 初期排水时间应按基坑水位下降速度控制，一般大型基坑可采用（5~7）d，中型基坑采用（3~5）d。土石围堰基坑水位下降速度不宜大于（0.5~0.8）m/d。

9.2 经常性排水

9.2.1 排水量计算应按两种组合考虑，以排水量大者选择设备，两种组合为：

- 1 渗水加降雨；
- 2 渗水加施工废水。

9.2.2 渗水应按围堰渗水和基础渗水两部分构成计算。

9.2.3 经常性排水的降水量可按抽水时段日最大降雨量在当天抽干计算。

9.2.4 施工废水主要考虑混凝土养护用水，设计中可按施工总进度确定的混凝土施工强度，结合当地的气候条件确定。

9.3 过水围堰基坑充、排水

9.3.1 过水围堰基坑淹没后恢复基坑时的排水主要由基坑蓄水和渗水构成，基坑蓄水量可由基坑体积确定，渗水量可按经常性排水时渗流量确定，排水强度则由基坑内允许水位下降速度控制。

9.3.2 围堰中宜设置基坑充、排水设施。

9.4 基坑排水布置

9.4.1 初期排水可采用固定式或浮动式水泵站，当吸水高度小于6m时，宜采用固定式泵站，泵站可设在围堰上，当吸水高度大于6m时，可设置浮动式泵站。

9.4.2 基坑开挖过程中的排水系统布置，应考虑排水效果，以不妨碍基坑开挖和出渣运输为原则，抽水站布置不宜过于分散。

9.4.3 建筑物施工时的排水系统，宜布置在基坑四周，排水沟宜布置在建筑物轮廓线外侧，且留有一定的距离。

9.4.4 排水沟距基坑边坡坡脚宜大于0.3m，沟底宽不宜小于0.3m，沟深不宜大于1.0m，纵坡不小于0.002。

9.4.5 集水井布置在建筑物轮廓线以外较低的地方，距建筑物外缘的距离宜大于井的深度，井的容积应能保证更换备用水泵时井水不致漫溢，井底高程应低于排水沟底1.0m。

9.4.6 基础渗透系数小于 10^{-3}cm/s 时，可采用管井法或井点法降低地下水位。

9.5 排水设备选择

9.5.1 排水设备宜优先选用离心式水泵。过水围堰的设备选择时，应配备一定数量的排砂泵。

9.5.2 排水设备应选择容量不同的水泵，确定各种规格水泵台数时，其中关键设备应考虑有必要的备用量。

10 施工期蓄水、通航、排冰

10.1 施工期蓄水

10.1.1 初期蓄水前应按各年蓄水淹没高程完成水库内库底清理、库区移民、文化遗物迁移等各项库内工程。

10.1.2 水库初期蓄水计划应在枢纽各建筑物形象面貌均能满足蓄水水位上升速度要求的情况下进行。

10.1.3 对库容较大的枢纽工程，其蓄水历时较长，应满足：

- 1 75%~85%保证率的蓄水量；
- 2 与其建筑物级别相应标准的后期导流度汛要求。

10.1.4 下闸蓄水前的阶段验收应对导流泄水建筑物门槽、门槛等进行水下检查，处理验收合格后，再行下闸。

10.1.5 导流泄水建筑物下闸封堵时段，宜选在汛后枯水期。寒冷地区宜避开流冰期。

10.1.6 水库蓄水过程应考虑下游工农业、航运以及居民生活用水要求。

10.2 施工期通航

10.2.1 在制定施工期通航措施前，应收集工程所在河道的实际通航情况、保证率及助航措施等资料，并进行分析整理，制定施工期通航措施。

10.2.2 施工期通航过坝运量可取近期统计年份最大运量作为设计运量，当维持此运量困难时，可采用分流措施。

10.2.3 施工期通航方案应结合施工导流方案统一考虑，并经技术经济比较后选用下列方式：

- 1 利用束窄河床通航；
- 2 利用导流明渠、隧洞、缺口、底孔或闸孔通航；
- 3 利用永久过坝设施通航；

4 利用临时通航设施。

10.2.4 利用束窄河床通航时，应尽量推迟改变原主航道。当必须改变原主航道时，河床的束窄率应尽量满足施工期通航流速与水深要求。

10.2.5 当明渠的宽度、水深、流速、比降、弯道及进出口水流衔接条件满足施工期通航要求时，可利用明渠通航。

10.2.6 当枢纽中设有通航船闸或升船机时，其设计、布置及施工程序等尽可能考虑施工期通航的要求及特点，使其可利用为施工期通航设施。

10.2.7 当经技术经济比较后必须采用临时船闸通航时，宜与永久工程结合考虑。

10.3 施工期排冰

10.3.1 在制定排冰措施之前，应调查本河段的开江方式、流冰时段、流冰数量及最大冰块尺寸等冰情资料。

10.3.2 当导流建筑物孔口尺寸难以满足流冰冰块尺寸需要时，应根据泄水流态选用下列排冰措施：

- 1 泄水建筑物内为明流时，宜采用破冰措施；
- 2 泄水建筑物内为满流时，宜采用抬高水位的蓄冰措施。

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5114—2000

水电水利工程施工导流设计导则

条文说明

主编单位：水利部东北勘测设计研究院

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

中国电力出版社

2001 北京

目次

| | | |
|----|-------------------|----|
| 3 | 总则..... | 25 |
| 4 | 施工导流标准..... | 26 |
| 5 | 施工导流方式..... | 35 |
| 6 | 围堰..... | 49 |
| 7 | 导流泄水建筑物..... | 51 |
| 8 | 河道截流..... | 57 |
| 9 | 基坑排水..... | 61 |
| 10 | 施工期蓄水、通航、排冰 | 64 |

网易 NetEase
WWW.SHUIGONG.COM
水利工程网

3 总 则

3.0.1 施工导流设计不仅对工程施工安全度汛、保证施工总进度实施起着关键作用，而且在坝址选择、枢纽布置等各设计阶段均需导流设计与其同步进行。如葛洲坝、三峡等各工程既在各设计阶段中体现了导流设计成果，又促进工程施工中提前发电受益。

3.0.2 施工导流标准是引自现行的 SDJ 338 中的规定。

3.0.3 施工导流设计需解决工程施工全过程的挡、泄水问题，尤其要重视后期导流问题，因施工后期随坝体升高相应库容增大，要求导流标准更高，故导流设计必须统筹规划、全面安排，做出施工全过程安全可靠的导流方案。

4 施工导流标准

4.0.1 导流标准规范化，这在我国尚属第一次。1964 年制定的《大型水利水电枢纽工程施工组织设计工作简则》、1978 年颁布执行的 SDJ 12—1978《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》和 1983 年颁布的 SDJ 213—1983《碾压式土石坝施工技术规范》等准则都对施工导流标准作了一些零星规定，但都不够全面系统，缺乏完整性。从施工导流角度衡量，有的规定尚待研究。如《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（以下简称 SDJ 12—1978），确定临时建筑物的级别时，只考虑被围护的永久建筑物的级别这唯一因素，未能全面反映导流工程的复杂性。上述三个法定文件，第一个颁发时间较早，对施工导流仅作了一些原则性的规定，缺乏数据，不够具体；第二个主要是针对永久建筑物制定的，对临时建筑物的特点欠考虑；第三个仅涉及与土石坝有关的某些施工导流专门性问题，如过水围堰、截流、封孔、水库蓄水等，未能系统地解决施工导流设计的全部问题。本导则从施工导流本身具有的特点出发，在现行有关规范、标准的基础上，参考国内外施工导流实践经验，对已有的零星规定作进一步的综合、修改、补充、完善，形成水电水利工程导流设计的一套完整导则。

导则编制中，应该把国内外特别是我国 30 多年导流标准资料全部收集起来，加以系统总结，从中找出规律，作为拟定条文的依据，但实际上无法作到这点。我国建国以来，至 1981 年止，已建大型水库 321 座，加上副坝 26 座，共 347 座；中型水库 2293 座，加上国外已建工程就更多，欲收集到所有已建工程的导流资料，既不可能，也无必要。因此，编制本导则时，按照宜粗不宜细的原则，所定标准有一个范围，以便适应多种情况；条文尽可能精简，力求具体明确，避免模棱两可；拟定了挡水和泄

水、不过水围堰和过水围堰、坝体临时挡水和封堵蓄水等相应的导流标准；但未考虑不同导流方式对导流标准的影响。实际上，导流方案与导流标准是互相影响的，使用本规定时必须注意这一点。按一般设计程序是先定方案、后定标准，反过来，不同标准在经济效益上的差别衡量方案的优劣，从而决定导流方案的取舍。如潘家口工程将二期导流方案由全年挡水改为枯水时段挡水，设计流量由 $11700\text{m}^3/\text{s}$ ，降到 $1400\text{m}^3/\text{s}$ ，节省投资 580 万元，并加快了施工进度；石泉工程将明渠导流方案改为分期导流方案，降低了导流标准，缩短工期一年半时间。由此可见，导流方案与导流标准的紧密关系。本导则划分导流标准的特点主要有：

1 划级未划等。SDJ 12—1978 根据枢纽工程的库容、防洪、灌溉和发电固定指标将枢纽工程划分五等。施工导流在施工全过程中往往复杂多变，不同的施工阶段可能采用不同的导流方式和不同的标准，因而不宜也不能对整个导流工程固定划等。本导则仅划导流建筑物的级别而不划等，并将导流建筑物划分为三级，与 SDJ 12—1978 规定比较，取消了二级导流建筑物。

2 按施工阶段划级。工程施工全过程中，由于不同时期采用导流方式可能不同，从而分为若干个施工阶段。各施工阶段导流建筑物的级别应视其服务对象的重要性不同而有区别，如巴基斯坦的塔贝拉工程分为原河床导流、明渠导流、隧洞导流和隧洞完建四个施工阶段。各阶段采用不同的导流标准。

3 严格控制最高级别出现。导流建筑物属短期的临时性工程。为了节约投资，在拟定划级所依据各种指标时，指导思想是将绝大部分导流工程划为Ⅳ级或Ⅴ级，对划为Ⅲ级导流建筑物的指标控制较严。

影响导流建筑级别划分因素很多，本导则表 4.0.1 归纳为保护对象、失事后果、使用年限、导流工程规模四项指标，将导流建筑物型式这一影响因素放在洪水标准中考虑；将水文、地质、地形、施工条件等影响因素放在研究导流方案时考虑。

表 4.0.1 所列的保护对象、失事后果属于客观条件，在决定导流方案之前大致就可判断，导流建筑物使用年限和工程规模必须在拟定导流方案之后才能确定。

表 4.0.1 中四项指标说明：

1 保护对象是永久建筑物，其级别作为划分导流建筑物级别的依据之一，这和 SDJ 12—1978 规定一致，各级永久建筑物相应的临时建筑物级别一般应划Ⅳ～Ⅴ级；只有在施工期有特殊要求的Ⅰ级永久建筑物，其导流建筑物级别才有条件研究提高到Ⅲ级的可能性。

2 失事后果一栏很难用定量指标体现。SDJ 12—1978 把防洪保护城镇、工矿企业按特别重要、重要、中等和一般，共划分四级。美国土木工程学会大坝分级标准，将失事后果按人口死亡和灾害划分三级。英国土木工程学会按人口死亡和财产损失划分为四级。前苏联 CH 435—72 新规范中提出施工期按成本分类划分等级，但目前没有掌握具体资料。本导则将围堰失事后带来的经济损失按其程度划分为重大、较大和较小三级。

失事后果的定量分析方法如经济流量法，把设计流量、洪水重现期、导流建筑物的使用年限、风险率和工程费用等综合起来加以研究的方法，国内未采用过，暂不列入本导则。

3 使用年限系指各施工阶段导流建筑物的运用年限，年限的概念，即经济的概念，施工导流期间，围堰挡水期越长，遭遇洪水破坏的可能性越大，承担的风险也就越大，近年来国外对风险度理论研究很广泛，我国对此项理论研究还不够深入，目前尚无条件列入本导则。

国内外大型水电工程主体工程施工期（从基坑开挖到发电）大约为 5～7 年，一般工程大约 3 年左右。根据《全国大型水库》资料统计分析表明，施工总工期（从开工到竣工）：土石坝（1～3）年约占 60%，（1～5）年约占 70%，大于或等于 7 年约占 20% 左右；混凝土坝（1～3）年约占 30%，（1～5）年约占 50%，大于或等于 7 年约占 40%。上述工程中有的由于种种原

因拖延了工期，并非正常施工情况，由于导流建筑物使用年限是按施工阶段计算的，其值远远小于总工期，故将Ⅲ级导流建筑物使用年限定在3年以上，Ⅳ级～Ⅴ级导流建筑物的使用年限框在3年以内。

4 导流工程的规模用围堰高度和堰前库容来衡量，SDJ 12—1978 划分大坝级别用水库总库容衡量，大于1亿 m^3 为大型水库，小于1亿 m^3 为中小型工程。美国土木工程学会提出按坝高和库容两项指标分级。我国几个大型工程的围堰高度和库容见表1。

表1 我国几个大型工程的围堰高度和库容

| 工程名称 | 围堰高度 m | 库 容 亿 m^3 |
|--------|-----------|-----------------------|
| 龙羊峡 | 53 | 9.8 |
| 丹江口 | 45 | 26 |
| 升 钟 | 46.5 | 2 |
| 三峡（三期） | 85 | 124 |

本导则规定工程规模的上限为围堰高度大于50m，库容大于1亿 m^3 ，两项指标要同时满足。按此标准划分，龙羊峡和三峡导流建筑物可划为Ⅲ级，丹江口和升钟的导流建筑物只能定为Ⅳ级。围堰高和库容两者同时控制，不仅考虑了溃坝水头与水量的影响，而且也考虑到平原地区与高山峡谷地区的区别，一般情况下，平原地区库容较大，围堰较低；高山峡谷地区围堰较高，但库容较小。例如大伙房工程处于丘陵区，堰高37m，库容达10.39亿 m^3 ；石头河工程位于高山峡谷地区，堰高51.2m，库容仅0.255亿 m^3 。按表4.0.1“围堰工程规模”一栏规定，大伙房堰前库容大于1亿 m^3 ，相应导流建筑物级别应划为Ⅲ级，但堰高37m，只能划为Ⅳ级，由于两者需同时满足，其导流建筑物级别只能定为Ⅳ级。规定同时满足堰高与库容两个指标，实质上是由较低指标控制，高山峡谷区河流则多受库容控制。

4.0.2 本条规定了表 4.0.1 的使用方法。如采用将 4 项指标综合分析确定导流建筑物级别的方法，由于可能有若干组合方案，具体确定时将会产生困难，故未用此办法，而是根据 4 项独立指标分别划级，按其中最高级确定导流建筑物级别。

4.0.3 SDJ 12—1978 规定，临时建筑物最多划出 4 种级别，最高为Ⅱ级，实践证明国内并无Ⅱ级导流建筑物的现状，本导则规定为 3 种级别，但允许个别特殊工程经上级批准后可另行规定。

4.0.4 本条规定不同级别的导流建筑物应在洪水标准、超高等方面有不同的技术要求，建筑物同一级别但型式不同，其技术要求也各异。

4.0.5 有三方面含意。第一，在不同施工阶段，导流建筑物可能有不同级别；第二，同一施工阶段的导流建筑物，可能因作用和型式不同，其级别也不一，如上游围堰、下游围堰、纵向围堰就可能采用不同级别；第三，同一施工阶段必须采用相同的洪水标准，采用同一洪水标准以统一各导流建筑物的设计高程。本条建议按主要挡水建筑物统一确定洪水标准是通常采用的方法，但并不排除个别导流建筑物的洪水标准可以稍有不同。

4.0.6 同一导流建筑物的不同部位因作用不同应有差别，如混凝土纵向围堰的上段、中段和下段，中段如与坝体结合，可能需要分别拟定不同的级别。

4.0.7 本条是研究挡枯水期流量导流建筑物的导流标准，这种采用低水围堰、枯水期导流的方式，或者又叫“抢主体代临时”、“抢坝不抢堰”的方式，在我国长期广泛使用，如潘家口、大伙房、桓仁、白山、云峰、映秀湾、石泉、枫树坝等工程，都获得成功，取得一定的经济效益，利用低水围堰修建高水围堰亦属此种类型。采用这种导流方式的最大优点就是围堰低，一个枯水期主体工程抢出水面。本条规定导流建筑物的级别仍按表 4.0.1 考虑。

4.0.8 利用围堰挡水发电应具备一定的条件，不仅要有利的施工条件，而且还要有利的水工枢纽布置方案。葛洲坝工程是我国

水电工程围堰发电的一个例子，其经验可供参考。

4.0.9 同期导流建筑物中如其中一部分系利用永久建筑物，利用部分的结构设计标准应按永久建筑物采用，但其作为担负导流任务而言，与其他临时导流建筑物组合成一个整体，其导流设计级别应与其他临时导流建筑物级别相同，即仍应按表 4.0.1 规定划分，亦即导流设计洪水标准不因其系永久建筑物而提高。

4.0.10 规定提高导流建筑物结构设计级别应具备的条件。

4.0.11 按以下几个问题阐述：

1 洪水标准分级。我国曾采用一级、二级、三级 3 种方法，即一级不分设计校核，只有一个标准；二级分设计、校核，我国过去常用；三级即设计校核之外，再加保坝标准，个别工程曾采用。SDJ 12—1978 规定临时建筑物的洪水标准不分设计校核，本条采用这一规定，使用起来简便。

2 导流建筑物类型的影响。洪水标准是否考虑导流建筑物类型，对此有不同看法。本条考虑了导流建筑物类型的影响。一般概念，土石类型漫水失事的可能性比混凝土类型建筑物要大一些。根据 1981 年《全国水库垮坝登记手册》资料统计，绝大多数垮坝坝型为土石坝型，混凝土坝型只有四川的 3 座小坝，均为小（2）型，且均属坝身漏水导致垮坝。垮坝总数中由于过水漫顶失事的占 51.5%，仅有 2 座大型土坝工程，即河南的板桥和石漫滩，1975 年 8 月 8 日遇特大洪水漫顶垮坝。相反，闹德海、磨子潭、佛子岭、柘溪等混凝土坝型，发生洪水漫顶后都未垮坝。水电工程中，由于洪水漫顶而溃堰也是土石类型占多数，如白莲河上游土石围堰、新丰江下游土石过水围堰、新安江一期木笼围堰、建溪上游横向土石围堰等。因此，表 4.0.9 将围堰类型列为确定洪水标准的一个条件，土石围堰的设计洪水标准较同级混凝土围堰定的更高。

3 水文计算问题。关于洪水理论频率和经验频率等概念问题，留待施工设计洪水专题论证解决。本条采用重现年法，与 SDJ 12—1978 相同，便于使用。

4 洪水标准封顶。根据 SDJ 12—1978 临时建筑物的洪水标准规定，Ⅳ级导流建筑物采用 50 年重现期封顶。Ⅳ级导流建筑物封顶洪水标准为常用标准，比较重要。对Ⅳ级导流建筑物洪水封顶有两种不同意见，一是 30 年，一是 20 年。前者为 SDJ 12—1978 规定，后者为我国惯用标准。据不完全统计，我国导流标准习惯用 5 年、10 年、20 年、50 年等标准。从风险角度考虑，如施工期 3 年，采用 30 年重现期，风险率约为 0.1，即有 90% 的保证；采用 20 年，风险率约为 0.15，即为 85% 的保证率，相差仅 5%。从我国设计实际出发，并考虑到规范具有一定的先进性，本条规定Ⅳ级导流建筑物采用 20 年封顶。为了增加安全度，某些特别重要工程建议考虑遭遇超标准洪水的应急措施。

5 表 4.0.9 所列标准略低于 SDJ 12—1978 水平，给定的为范围值，可按具体情况分析选用。

4.0.12 本条规定了上游有梯级水库的设计流量选择计算应注意的原则。

4.0.13 本条规定了围堰修筑期间的安全标准。

4.0.14 采用过水围堰允许基坑淹没的导流方式在国内外得到了相当广泛的运用，让河流最大洪峰流量通过围堰或施工中的坝体，事实证明是既经济又可行的。国内外已建过水围堰最大高度达 40m，最大单宽流量 $90\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。虽然过水围堰在工程建设中得到广泛应用，也积累了不少经验，但至今尚未正式列入规范。

过水围堰的特点是既挡水又泄水，过水时最危险的流量不一定发生在最大洪水期，因此，其标准应按挡水和过水两种情况分别拟定。

1 根据我国设计施工经验，选择过水围堰的挡水流量必须经过充分比较论证，使选定的流量符合河流水文特性、满足基坑工期要求，而且经济合理。

2 我国以往习惯采用的过水围堰挡水标准变化范围，一般是在挡水时段（3~20）年一遇之内，本条采用这个范围值是可

靠的。

3 除了按重现期确定外，当水文系列较长时，亦可在分析实测资料基础上确定。

4.0.15 过水围堰的级别，我国以往习惯的设计方法是根据 SDJ 12—1978 表 2 规定，对应永久建筑物的等级即可确定围堰级别，此标准主要用于堰体稳定和结构计算。本条规定按表 4.0.1 确定过水围堰级别，一般情况下因挡水期围堰较低，库容较小，所定级别不会高于Ⅳ级，这是符合我国实际设计施工情况的。

4.0.16 过水流量同样可用频率法和实测资料两种方法确定。第一种方法用确定的围堰级别查看表 4.0.9 选定过水流量标准，第二种方法是分析实测洪水后选定过水标准。

4.0.17 本条为截流时段选择的一般规定。

4.0.18 本条重点在于降低常用的截流标准。

1 由于施工管理、施工技术和机械化水平的提高，截流经验不断丰富，目前对大流量的河道截流已不再是困难问题了。国内外实际最大截流流量为 $11600\text{m}^3/\text{s}$ ，最大截流落差 7.13m ，最大单宽流量 $89\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，使用的最大载重汽车 77t 。

2 以往国内外多选用（5~20）年一遇月或旬平均流量作为截流标准，据不完全统计，我国实际截流情况是，除极个别工程外，设计截流流量远远大于实际发生的流量，其比值最大为 5 倍，一般为（1~3）倍，如按工地截流材料备用量与实际用量比较，少则超出 50%，多则（3~4）倍。说明我国以往截流标准普遍偏高，因此应适当降低截流标准，故将上限 20 年一遇降低到 10 年一遇。

允许采用频率以外的其他方法，设计中往往都是采用综合比较成果方法确定截流流量的。即先分析实测水文资料，然后再比较频率分析成果后确定，或者同时用两种方法。

4.0.19 坝体施工期挡水度汛标准采用 SDJ 12—1978 第 18 条规定，本导则中的表 4.0.19 即引用该标准中表 7 之值。

4.0.20 水库蓄水阶段或大坝施工运用阶段的度汛标准，因导流泄水建筑物已经封堵、永久泄洪建筑物已具备泄洪能力，可按碾压式土石坝施工技术规范规定执行。本导则的表 4.0.20 中土石坝之值即在该规范表 3.3.2-3 的基础上增加了Ⅲ级大坝标准后定出的。这个标准比建成后的大坝正常运用洪水标准低，用正常运用时的下限值作施工期运用的上限值。由于混凝土坝施工期运用的标准应比土石坝低，故取土石坝的下限值作混凝土坝的上限值。

4.0.21、4.0.22 导流泄水建筑物封堵和水库施工期蓄水标准的一些规定。

网易 NetEase
WWW.SHUIGONG.COM
水利工程网

5 施工导流方式

5.0.1 进行施工导流方式比较时，一般须考虑的因素。一般导流方式，以围堰分期划分导流方式有断流围堰导流、分期围堰导流；以泄水建筑物划分导流方式有隧洞导流、明渠导流、底孔导流、梳齿导流、涵管导流、厂房导流以及前后期不同导流方式的组合。

5.0.2 在窄河床条件下，一般须采取断流围堰，如坝基工程量较大，或洪水期较长，则需采取挡水围堰型式，如龚嘴、龙羊峡、水口、二滩等工程；当坝基工程量不大，或洪水时段短、枯水时段长且流量稳定时，则可采取围堰只挡枯水期流量，洪水期围堰过水的型式，可减小导流建筑物规模、节约工程投资，如上犹江、乌江渡、东风等工程均采用过水围堰型式，达到降低导流工程规模、节约投资的效果，详见表 2，故设计中在进行导流方式比较时，须研究采取过水围堰的可能性。

断流围堰的泄水建筑物多数工程采取隧洞导流方式。但也有窄河床条件下断流围堰采用明渠导流方式的成功经验。如白山工程虽处于狭谷河段、且导流隧洞的导洞已经挖通，但第二阶段复工时经过重新比较，明渠导流仍优于隧洞导流，通过施工实践证明既满足了坝体施工要求，又可节约投资；安康工程窄河床条件下，也采用明渠导流方式取得成功经验。故在窄河床条件下仍需进行不同导流方式的技术经济比较。

隧洞导流方式，由于隧洞工程投资较大，如导流任务完成后即行封堵，利用率太低，故一般均应结合发电引水、泄洪、放空等永久工程利用。与永久工程相结合的国内工程如上犹江、毛家村、鲁布革等工程，国外工程如塔贝拉、鲍尔德、布列依等工程。国内外导流隧洞与永久工程结合情况见表 3、表 4。

明渠导流方式中通过坝体的导流底孔，在明渠施工时一并建

表 2 国内外部分断流围堰工程施工导流特性表

| 工程名称 | 河床宽 m | 导流方式 | 挡水标准 | | | | 过水标准 | | | 上游围堰 | | 下游围堰 | | 泄水建筑物 |
|------|----------|-------------|--------|----------|-------------------------|----|----------|-------------------------|----|---------------|---------|------------------|---------|---|
| | | | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 时段 | 型 式 | 高度 m | 型 式 | 高度 m | |
| 上犹江 | 40 | 隧洞导流 | | | 340 | 全年 | 20 | 3340 | | 混凝土面板 土石过水 | 14 | 木笼过水 | 9.5 | 全衬隧洞， $\phi = 7\text{m}$ ， $L = 310\text{m}$ |
| 建溪 | 120 | 隧洞导流 | 11月~2月 | 10 | 2500 | 全年 | 50 | 19900 | | 混凝土重力 式 | 34 | 木笼过水 | 24 | 隧洞， $\phi = 17\text{m}$ ， $L = 489\text{m}$ |
| 梅山 | 180 | 隧洞导流 | 11月~1月 | 5 | 1090 | | | | | 木板心墙土 石 | 16.5 | 土石 | 4 | 不衬隧洞， $\phi = 6.8\text{m}$ ， $L = 259\text{m}$ ，仅衬 40m |
| 流溪河 | 20 | 隧洞导流 | 10月~2月 | 20 | 196 | 全年 | 50 | 1780 | | 混凝土面板 土石过水 | 14 | 毛石混凝土重力 式 | 8 | 不衬砌隧洞， $\phi = 6.5\text{m}$ ， $L = 198\text{m}$ |
| 柘溪 | 100 | 隧洞、 明渠导流 | 9月~3月 | 10 | 2700 | 全年 | 20 | 11000 | | 混凝土面板 土石过水 | 26.5 | 混凝土 心墙堆石 | 11 | 方圆形隧洞 $12\text{m} \times 12\text{m}$ ， $L = 435\text{m}$ |
| 黄龙滩 | 90 | 明渠、 底孔导流 | 11月~3日 | 5 | 800 | 全年 | 10 | 8320 | | 混凝土面板 土石过水 | 15.5 | 土石过水 | 9.5 | 明渠宽 8m， 底孔 $8\text{m} \times 11\text{m}$ |
| 龚嘴 | 150 | 明渠、 底孔导流 | 全年 | 20 | 9560 | | | | | 木板心墙土 石 | 35 | 混凝土 防渗墙土 石 | 13 | 明渠宽 39m， 底孔 $2.5\text{m} \times 8\text{m}$ ， $1.5\text{m} \times 6\text{m}$ |

表 2 (续)

| 工程名称 | 河床宽 m | 导流方式 | 挡水标准 | | | 过水标准 | | | 上游围堰 | | 下游围堰 | | 泄水建筑物 |
|------|----------|------|--------|----------|-------------------------|------|----------|-------------------------|--------|---------|--------|---------|---|
| | | | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 型 | 高度 m | 型 | 高度 m | |
| 刘家峡 | | 隧洞导流 | 全年 | 10 | 4700 | 全年 | 50 | 6260 | 混凝土拱围堰 | 49 | 土石过水 | 13 | 13×13.5m, 左洞, L = 683m, 右洞, L = 520m |
| 乌江渡 | 50 | 隧洞导流 | 11月~4月 | 10 | 1500 | 全年 | 10 | 9700 | 混凝土拱围堰 | 38 | 堆石过水 | 20 | 方圆形隧洞 10m×10m, L = 500m |
| 白山 | 110 | 明渠导流 | 9月~7月 | 10 | 2910 | | | | 土石 | 28 | 土石 | 16 | 明渠宽20m, 底孔 2.9m × 14.2m |
| 龙羊峡 | 65 | 隧洞导流 | 全年 | 50 | 4720 | | | | 刚性心墙堆石 | 59 | 土石 | 19 | 方圆形隧洞 15m×16m, L = 661m, 临时 溢洪道 B = 10.5m |
| 东江 | 30 | 隧洞导流 | 10月~3月 | 20 | 1760 | 全年 | 2 | 1930 | 混凝土重力式 | 33.5 | 混凝土重力式 | 13.5 | 方圆形隧洞 11m×13m, L = 495m |

表 2 (续)

| 工程名称 | 河床宽 m | 导流方式 | 挡水标准 | | | 过水标准 | | | 上游围堰 | | 下游围堰 | | 泄水建筑物 |
|------|----------|------|--------|----------|-------------------------|------|----------|-------------------------|-----------|---|-----------|---|---------------------------|
| | | | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 型 | 式 | 型 | 式 | |
| 鲁布革 | 40 | 隧洞导流 | 全年 | 20 | 3400 | | | | 土石(结合坝) | | 土石 | | 方圆形隧洞, 12m×15.31m |
| 隔河岩 | 125 | 隧洞导流 | 11月~4月 | 20 | 3000 | 全年 | 10 | 12000 | 碾压混凝土 | | 混凝土面板土石过水 | | 方圆形隧洞, 13m×16m, L=645m |
| 水口 | | 明渠导流 | 全年 | 50 | 32200 | | | | 土石 | | 土石 | | 明渠宽 75m |
| 漫湾 | 70 | 隧洞导流 | 全年 | 20 | 9500 | | | | 土石 | | 土石 | | 隧洞 2-15m ×18m |
| 岩滩 | | 明渠导流 | 全年 | 5 | 15100 | 全年 | 20 | 19700 | 碾压混凝土 | | 碾压混凝土 | | 明渠宽 23m, 底孔 8-4m × 10m |
| 东风 | 70 | 隧洞导流 | 11月~4月 | 10 | 919 | 全年 | 20 | 8420 | 混凝土面板土石过水 | | | | 隧洞 12m × 14.13m |

表 2 (完)

| 工程名称 | 河床宽 m | 导流方式 | 挡水标准 | | | 过水标准 | | | 上游围堰 | | 下游围堰 | | 泄水建筑物 |
|----------------------------|----------|-------------|--------|----------|-------------------------|------|----------|-------------------------|---------------|---------|------------|---------|---|
| | | | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 时段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | 型 式 | 高度 m | 型 式 | 高度 m | |
| 普定 | 40 | 隧洞导流 | 11月~4月 | 10 | 423 | 全年 | 20 | 3890 | 混凝土面板 土石过水 | 15.5 | | | 隧洞 7m× 9m |
| 天生桥 二级 | | 明渠导流 | 11月~4月 | 10 | 1230 | 全年 | 20 | 7310 | 混凝土面板 土石过水 | 14.7 | | | 明渠 |
| (前苏联) 努列克 | | 隧洞导流 | | | 2790 | | | 实际 3700 | 土石(结合 坝) | 65 | 土石 | | 隧洞, 3条 不同高程各为 103m ² |
| (前苏联) 托克托 古里 | | 隧洞导流 | 全年 | 20 | 2200 | | | 实际 2900 | 薄膜防渗土 石 | 40 | 土石 | | 左隧洞断面 积 35m ² , 右隧 洞断面面积 150m ² |
| (津巴布 韦、赞比 亚) 卡 里巴 | | 隧洞导流 | | | 6000 | | | 实际 16100 | 混凝土筒形 | 40 | 混凝土 圆筒 | 40 | 隧洞 10m× 13m |
| (莫桑比 克) 卡博 拉巴萨 | | 隧洞导流 | | | 4500 | | | 实际 1450 | 石笼加固土 石 | 38 | 石笼加 固土石 | 32.5 | 隧洞 2条, 断面面积 250m ² |
| (巴西、巴 拉圭) 伊泰普 | | 明渠、 底孔导流 | 全年 | 100 | 30000 | | | | 土石 | 75 | 土石 | 75 | 明渠 宽 100m, 底孔 11- 6.7m×22m |

表 3 国内部分施工导流隧洞工程特性表

| 工程名称 | 坝型 | 坝高 m | 最大流量 m ³ /s | 导流隧洞 | | | 岩性 | 与永久泄水建筑物结合 |
|------|----------|---------|---------------------------|------|-----------------|--------------------|----------|--------------|
| | | | | 条数 | 断面 m | 衬砌 | | |
| 官厅 | 土石坝 | 50 | 350 | 1 | φ8 | 钢筋混凝土厚 0.7m | 石灰岩 | 与泄洪洞结合 |
| 大伙房 | 土石坝 | 48 | 398 | 1 | φ6.5 | 钢筋混凝土厚 0.4m | 花岗片麻岩 | 与发电、泄洪洞结合 |
| 上犹江 | 混凝土重力坝 | 67.5 | 700 | 1 | φ7 | 钢筋混凝土厚 1.0m | 板岩、石英砂岩 | 与泄洪放空洞结合 |
| 梅山 | 混凝土连拱坝 | 88.24 | 670 | 1 | φ6.8 | 衬砌段 40m 厚 0.6m | 微晶花岗岩 | 与泄洪隧洞结合 |
| 流溪河 | 混凝土拱坝 | 78 | 196 | 2 | 9.6×8.5 φ6.5 | 未衬砌 | 花岗岩 | |
| 岗南 | 土石坝 | 63 | | 1 | φ6 | 钢筋混凝土衬砌 | 花岗片麻岩 | 与发电、泄洪、灌溉洞结合 |
| 升钟 | 土石坝 | 79 | 666 902 | 2 | φ8 5.5×10.5 | 钢筋混凝土厚 0.6m | 砂页岩互层 | φ8m 一条与泄洪洞结合 |
| 柘溪 | 混凝土大头坝 | 104 | 850 | 1 | 13.6×12.8 | 进口顶拱衬 28m, 其余不衬 | 细砂岩及砂质板岩 | |
| 乌江渡 | 混凝土拱形重力坝 | 165 | 1320 | 1 | 10×10 | 衬砌段 287m, 其余不衬 | 石灰岩、页岩 | |
| 刘家峡 | 混凝土重力坝 | 147 | 2500 | 2 | 13×13.5 | 全村 330m, 顶拱衬砌 110m | 云母石英片岩 | 右岸洞与泄洪洞结合 |
| 石砭峪 | 堆石坝 | 82.5 | | 1 | φ4.8 | | 片麻花岗岩 | 与发电、灌溉结合 |

表 3(续完)

| 工程名称 | 坝型 | 坝高 m | 最大流量 m ³ /s | 导流隧洞 | | | 岩性 | 与永久泄水建筑物结合 |
|-------------|---------|---------|---------------------------|------|------------------------|------------|---------|-------------------------------|
| | | | | 条数 | 断面 m | 衬砌 | | |
| 毛家村 | 土石坝 | 82.5 | 1500 | 1 | 7×10.54 | 钢筋混凝土衬砌 | 玄武岩 | 与泄洪洞结合 |
| 碧口 | 土石坝 | 101 | 2840 | 1 | 11.5×13 | 50%顶拱未衬砌 | 千枚岩、凝灰岩 | 与泄洪洞结合 |
| 龙羊峡 | 混凝土重力拱坝 | 177 | 3340 | 1 | 15×18 | 23%衬砌 | 花岗岩、闪长岩 | |
| 察尔森 | 土石坝 | 39.8 | 323 | 1 | φ6 | 钢筋混凝土衬砌、喷锚 | 凝灰岩 | 与发电、灌溉、泄洪结合 |
| 东江 | 混凝土双曲拱坝 | 157 | 2500 | 2 | 11×13 6.4×7.5 | 钢筋混凝土衬砌 | 花岗岩 | 6.4m×7.5m洞与泄洪放空洞结合 |
| 鲁布革 | 土石坝 | 101 | 4260 | 2 | 左 12×15.31 右 φ10 | 钢筋混凝土衬砌 | | 左导流洞与泄洪洞结合 227m 右导流洞与泄洪洞结合 |
| 隔河岩 | 混凝土重力拱坝 | 151 | 3000 | 1 | 13×16 | 钢筋混凝土衬砌、喷锚 | 石灰岩、页岩 | |
| 小浪底 (在建) | 土石坝 | 167 | 8270 | 3 | φ14.5 | 钢筋混凝土衬砌 | 砂页岩 | 与泄洪洞结合 |

表 4 国外部分施工导流隧洞工程特性表

| 工程名称 | 国 家 | 坝 高 m | 最大 泄量 m ³ /s | 导 流 隧 洞 | | | 与永久泄水建筑物相结合情况 |
|-------|-------|----------|-------------------------------|---------|--------------------|--------------|---------------|
| | | | | 条数 | 横断面 m | 长 度 m | 衬 砌 |
| 曼格拉 | 巴基斯坦 | 115.8 | 8500 | 5 | φ9.15 | 580 | 混凝土及钢板 |
| 塔贝拉 | 巴基斯坦 | 143 | 4960 | 4 | φ13.7 | 660 770 | 混凝土衬砌 |
| 德沃歇克 | 美国 | 219 | 1930 | 1 | φ12.2 | 525 | 混凝土衬砌 |
| 鲍尔德 | 美国 | 225 | 2500 | 4 | φ15.2 | 4条总长 4940 | 钢筋混凝土衬砌 |
| 格兰峡 | 美国 | 216 | 7815 | 2 | φ13.2 φ14.6 | 838 918 | 钢筋混凝土衬砌 |
| 罗 贡 | 前苏联 | 325 | 3730 | 2 | 12×12 | | 混凝土衬砌 |
| 菲尔泽 | 阿尔巴尼亚 | 165.6 | 3240 | 2 | φ9 | 740 842 | 混凝土衬砌 |
| 波太基山 | 加拿大 | 183 | 8840 | 3 | φ14.6 | 780 | 混凝土衬砌 |
| 阿利亚河口 | 巴西 | 160 | 7700 | 2 | φ12 | 568 586 | 部分锚喷混凝土 |
| 比阿斯 | 印度 | 134 | 6370 | 5 | φ9.15 | 总长 4770 | 混凝土衬砌 |
| 买 加 | 加拿大 | 242 | 4250 | 2 | φ13.9 | 893 1093 | 混凝土衬砌 |
| 奇科森 | 墨西哥 | 264 | 4000 | 2 | 13×13 | 1380 | |
| 努列克 | 前苏联 | 300 | 3600 | 3 | 10×11.1 11.5×10 | 1352 1600 | 混凝土衬砌 |
| 涯洛维尔 | 美国 | 235 | 3200 | 2 | φ10.7 | | |
| 布烈依 | 前苏联 | 142 | 12000 | 2 | 17×22 | 860 990 | 混凝土衬砌 |

成底孔的工程有安康、白山等工程；也有为初期过木而在后期重新截流，再浇筑混凝土底孔的工程，如龚嘴工程等。为避免后期再增加一次截流的重复工序，除初期有航运等特殊要求外，一般在施工初期一并建成为宜。

5.0.3 采取分期围堰导流方式时，虽有时分三期以上也是必要的，但分期越多，左右河床交替导流，挡水围堰需反复拆除、填筑，如富春江工程导流分三期、八盘峡工程导流分四期、三峡工程亦拟采取分三期导流，但从实践总结说明，分期愈多导流工程费用愈高，故一般尽量以分两期导流为宜。国内外分期围堰导流方式特性见表 5。

5.0.4 自葛洲坝大江工程二期围堰截流后即行发电，为我国开创了围堰挡水发电的先例，经济效益显著。故在宽河床水利水电枢纽的设计中尽可能安排二期围堰挡水发电，以达工程提前受益。

5.0.5 土石坝型无论是心墙还是斜墙防渗的型式，均应考虑围堰与坝体结合的可能，以节约上游围堰的建设投资。尤其 80 年代以来，随着大型施工机械的发展，使土石坝建设速度明显加快，在截流以后的第一个汛期到来之前可将坝体抢筑至拦挡大汛水位。国内一些土石坝工程第一个汛前坝体抢筑至拦洪的实例见表 6，故在土石坝的导流设计中，应尽量做到由坝体拦挡大汛，以节约围堰的设计规模。

5.0.6 国内外均有土石坝施工期过水的工程，但坝面受冲毁的实例也较多，见表 7。如有计划的采取土石坝体过水导流，则应在汛前采取坝面加固保护措施，但所设计的某重现期标准的坝面过水流量又不一定发生，则在汛期中是等待洪水过坝，抑或坝体继续加高填筑，便举棋不定，延误工期。故对我国一般夏汛在三个月以上较长时段的情况下，以设计另外度汛途经，不采取坝面过水度汛为宜。

5.0.7 混凝土面板堆石坝可提前挡水和施工期坝面过流度汛，是优于土石坝的显著特点，我国关门山、成屏、株树桥，小干沟

表 5 国内外部分分期

| 工程名称 | 河床宽度 m | 导流方式 | 缩窄河床程度 % | 挡 水 标 准 | | | 上 游 围 型 式 |
|-------------------|-----------|------------------|-------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | | | | 时 段 | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | |
| 桓 仁 | 200 | 二期底孔、梳齿导流 | 55 | 一期 全年 二期 上游 6 月 二期 下游全年 | 20 10 10 | 7600 1660 6200 | 一期 混凝土重力 二期 混凝土重力 |
| 三门峡 | 300 | 二期梳齿、底孔 | 30 | 全年 设计校核 | 20 100 | 16500 22500 | 一期 土石 二期 土石 |
| 新安江 | 180 | 二期底孔导流 | 60 | 一期 9 月~4 月 二期 二月 | 20 20 | 4600 3000 | 一期 过水木笼 二期 不过水木笼、土石 |
| 盐锅峡 | 300 | 二期底孔导流 | 67 | 一期 11 月~4 月 二期 全年 | 10 100 | 1470 5870 | 一期 草土 二期 土石 |
| 回龙山 | 200 | 二期底孔导流 | 35 | 一期 11 月~7 月 二期 11 月~7 月 | 20 10 | 523 360 | 一期 土石 二期 土石 |
| 西 津 | 400 | 二期厂房导流 | 68 | 一期 全年 二期 11 月~3 月 | 10 10 | 15700 1300 | 一期 土石 二期 土石 |
| 红 石 | 200 | 二期底孔导流 | 70 | 一期 二期全年 | 2 | 1300 1820 | 一期 土石 二期 土石 |
| 葛洲坝 | 大江 880 | 二期泄水闸孔导流 | | 一期 全年 二期 全年 | 10 100 | 66800 71100 | 一期 土石 二期 土石 |
| 沙溪口 | | 二期厂房导流 | 72 | 一期 10 月~3 月 二期全年 | 10 50 | 4380 18500 | 一期 混凝土与砌石混合 二期 混凝土与戗石 |
| 三 峡 (设计) | 1000 | 二期明渠导流 三期底孔导流 | 30 | 一期 全年 二期 全年 三期 全年 | 20 100 20 | 72300 83700 72300 | 一期 土石 二期 土石 三期 碾压混凝土 |
| (前苏联) 萨扬—舒申斯克 | 350 | 二期梳齿底孔导流 | 58 | 二期 全年 | 20 | 10600 | 一期 土石 二期 土石 |
| (前苏联) 克拉斯诺雅尔斯克 | | 二期底孔导流 | 50 | 二期 全年 | 20 | 20400 | |

围堰导流方式特性表

| 堰 | 下游围堰 | | 纵向围堰 | | 泄水建筑物 |
|--------------------|-------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|--|
| 高度 m | 型 式 | 高度 m | 型 式 | 高度 m | |
| 13 10.5 | 一期 混凝土重力 二期 土石 | 10.5 7.5 | 一期 混凝土重力 | 13 | 梳齿 5 个, $B=7\text{m}$ 。 底孔 $8-3.5\text{m}\times 4\text{m}$ |
| 24 47 | 一期 土石 二期 土石 | 14 25 | 一期 土石 二期 混凝土 | 5~7 17.5 | 底孔 $12-3\text{m}\times 8\text{m}$ |
| 16 22 | 木笼 | 15 | 一期 木笼 二期 块石混凝土 | 12 | 底孔 $3-10\text{m}\times 13\text{m}$ |
| 6 28 | 一期 草土 二期 土石 | 12.5 | 一期 草土 二期 混凝土导墙 | 22 | 底孔 $6-5\text{m}\times 9\text{m}$, $2-4\text{m}\times 9\text{m}$ 坝顶溢洪道 宽 32m |
| 4 5.5 | 一期 土石 二期 土石 | 4 4 | 一期 土石 二期 混凝土 | 4 7 | 底孔 $6-4.2\text{m}\times 3.5\text{m}$ |
| 28 9 | 一期 土石 二期 土石 | 4 6 | 一期 木笼堆石 二期 木笼堆石 | 26 26 | 3#、4# 机组段及 2 # 机尾水管 |
| 10.5 14.1 | 一期 土石 二期 土石 | 7.4 8.6 | 一期 土石 二期 混凝土 | 10.5 15.1 | 底孔 $6-4\text{m}\times 7.5\text{m}$ |
| 14 38 | 一期 土石 二期 土石 | 20 28 | 一期 土石 二期 钢板柱 | 21 19.5 | 二江泄水闸 $27\text{孔}\times 12\text{m}$ 二江电站 7 台机组 三江冲砂闸 $6\text{孔}\times 12\text{m}$ |
| 44.2 | | 25 | | | 10 个溢流坝段 2 台 机组段 |
| 424 82.5 124 | 一期 土石 二期 土石 三期 土石 | 68.5 36.5 | 一期 土石 二期 碾压混凝土 三期 碾压混凝土 | 94 94 | 原河床 二期明渠 350m 宽 三期 $22-6\text{m}\times 9\text{m}$ 底孔, $23-7\text{m}\times 9\text{m}$ 永久泄水孔 |
| 23 | 一期 土石 二期 土石 | | 一期 土石 二期 土石 | | 梳齿、底孔 $9-5.3\text{m}\times 11\text{m}$ |
| | | | 钢板柱加固的土石围堰 | 19 | 底孔 $9-6\text{m}\times 6.6\text{m}$ |

表 6 国内部分土石坝第一个汛前坝体度汛施工特性

| 工程名称 | 总工程量 万 m ³ | 最大坝高 m | 设计拦洪标准 | | 开工至拦洪日期 年·月 | 拦洪坝高 m |
|------|--------------------------|-----------|----------|-------------------------|----------------|-----------|
| | | | 重现期 年 | 流量 m ³ /s | | |
| 密云 | 1105 | 66.0 | 100 | 8910 | 1958.9~1959.8 | 49.0 |
| 清河 | 773.5 | 39.4 | 100 | 5944 | 1958.5~1959.7 | 28.5 |
| 岗南 | 1447 | 63.0 | 100 | 6260 | 1958.3~1959.7 | 51.0 |
| 松涛 | 447.1 | 80.1 | 100 | 7100 | 1958.7~1959.8 | 55.0 |
| 黄壁庄 | 1930.1 | 30.7 | 100 | 9050 | 1958.10~1959.7 | |
| 王快 | 861.4 | 52 | 100 | 7860 | 1958.6~1959.6 | 35.0 |
| 西大洋 | 1198.3 | 54.8 | 100 | 6490 | 1958.7~1959.7 | 35.8 |
| 山美 | 154 | 74.5 | | | 1971.10~1972.7 | 74.0 |
| 察尔森 | 621.6 | 40.0 | 100 | 2280 | 1988.9~1989.6 | 28.0 |

表 7 国内外部分土石坝过水情况表

| 工程名称 | 国 家 | 坝 型 | 过水时 坝 高 m | 坝面防冲措施 | 坝面 过量 m ³ /s | 坝面 水深 m | 坝面过水影响 |
|---------|------|----------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|---|
| 龙凤山 | 中 国 | 土 坝 | 7 | 砌石护面 | 140 | 1.3 | 安全度汛 |
| 毛家村 | 中 国 | 土坝 | 9 | 干砌石与木框填石 | 40 | | 木框有冲坏,其余无损坏 |
| 官 昌 | 中 国 | 土石坝 | 12.5 | 条石护面、混凝土护脚 | 117 | | 堆石下沉 3cm,运行良好 |
| 百 花 | 中 国 | 堆石坝 | 28 | 未护面 | 1300 | 6 | 超标洪水冲失剥离堆石十余万立方米 |
| 升 钟 | 中 国 | 土 坝 | 9 | 干砌条块石护面 | 620 | 3 | 安全度汛 |
| 双 里 | 中 国 | 土石坝 | 12 | 25kg 块石护面 | 57 | | 黏土稍有冲刷,其余完好 |
| 琴 源 | 中 国 | 土石坝 | 11 | 下游坡用 30cm~40cm 块石护坡 | 160 | | 冲失土石 14000m ³ |
| 努列克 | 前苏联 | 土石坝 | 20 | 大块混凝土护面 | 1860 | 5 | 坝面降低 1m,混凝土板下局部冲深 2m |
| 乌斯特汉泰斯克 | 前苏联 | 土石坝 | 16 | 木笼及 15t~18t 巨石串钢筋 | 7000 | 9 | 下游冲出 10m 冲坑 |
| 奥 德 | 澳大利亚 | 堆石坝 | 28.8 | 钢筋网加固 | 5600 | 10.5 | 钢筋有破坏,堆石体沉降 3cm |
| 勃雷特尔屈夫特 | 南 非 | 堆石坝 | 18.5 | φ21mm 钢筋网加固 | 1134 | 3.7 | 未加固的左端冲出 30m×10m 缺口,损失石方 7.7% |
| 、波罗那 | 澳大利亚 | 堆石坝 | 10 | 钢筋网加固 | 850 | 3.9 | 安全度汛 |
| 圣伊狄方索 | 墨西哥 | 混凝土面板堆石坝 | 11 | 上游钢筋混凝土面板,下游 φ19mm 钢筋网加固 | 184 | 2 | 前 2 次过水未破坏,后因拆除钢筋网冲失块石 7000m ³ |
| 根米湖 | 芬 兰 | 堆石坝 | 17 | 沿坝轴线设一行钢筋桩其后用 1.5t~3.0t 块石护面 | | 3.25 | 安全度汛 |

等工程均用碾压砂浆固坡后提前挡水度汛；关门山工程还在坝下游坡用 1m 直径大块石护面后自坝面过流安全度汛。

5.0.8 充分利用混凝土坝允许过水的特点，在施工期预留底孔、梳齿、缺口与其他导流泄水建筑物组合导流是国内外惯用的导流方式，也为施工导流节约大量投资。

5.0.9 在导流标准确定的情况下，如何选取不同的围堰型式、高度，与不同型式和规模的泄水建筑物，使其组合后，达到导流工程投资最省，枢纽总工期又最短，要进行各种规模的堰型及可能的泄水建筑物型式、规模的比较，最终选定最优方案。

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

6 围 堰

6.1 围堰型式选择

6.1.1 围堰系临时工程，但对永久工程的施工建设关系甚大。因此，在围堰选择时应在满足安全运用的基础上，力求结构简单，施工方便，充分进行技术、经济比较后选择合理的堰型。

6.1.2 土石围堰是水利水电工程施工中广泛采用的围堰型式，能适应不同的地质条件和充分利用各种物料，便于机械化施工。其缺点是断面大，抗冲刷能力较弱，所以用作纵向围堰时，应控制堰边流速不能过大。

6.1.3 混凝土围堰具有断面小，工程量少，利于过水并易与混凝土建筑物结合和连接等优点，实际施工中采用的较多。混凝土围堰需修筑在基岩上，一般需在干地施工，以保证基础处理的可靠性。但在水深不大，流速较小的情况下，也可在水中清基浇筑水下混凝土。碾压混凝土是近年发展的新技术，施工速度快，利于在短期内将围堰抢至设计高程。我国在沙溪口、岩滩、隔河岩等工程中均采用碾压混凝土围堰以缩短围堰施工工期。

6.1.4 草土围堰是麦秸或稻草与土交叉搭叠在水中或干地填筑而成的混合结构。在黄河沿岸截流、堵口、引水及护岸抢险等工程中广为采用。在早期兴建的大型水利水电工程刘家峡、八盘峡、盐锅峡等工程中亦曾采用过草土围堰。因草的贮运、收集困难等原因，近年已少见使用。

钢板桩围堰有直线型、圆柱型、弧型和花瓣型格体型式，围堰中以圆型最多。格体内填土石料维持堰体稳定，基岩和非基岩上均可修建，堰体断面小，抗冲能力强，采用机械化施工。因受板桩锁口允许拉力限制，国内圆柱型格体围堰最高只能达 20m。葛洲坝工程实际工作高度为 19.5m，插入混凝土座内 0.5m。

木笼填石围堰采用方木或圆木交叉搭叠而成框格，用螺栓连

成整体，笼内填石，迎水面用木板夹油毡防渗。钢筋混凝土叠梁框架围堰结构形式同木笼围堰类似。因木材资源较紧张，一般少用木笼围堰。

竹笼围堰采用竹条编笼填石，再与土料防渗体组合的围堰，防渗体与竹笼间设反滤层。竹笼围堰断面紧凑，具有抗冲能力强，施工方便，造价低的优点。因竹条易于腐烂，故使用期短，但如采用防腐措施，使用期可延至2~4年。富春江一期围堰即采用竹笼堰体，背水坡堆筑砂卵石渣的剖面型式。

6.2 围堰布置

6.2.1 本条系围堰布置中的一般要求，是各种型式的围堰都应满足的条件。用于混凝土拦河坝的基坑施工，下游往往留的更宽些，以便于混凝土浇筑设备的转移，混凝土、钢筋、模板的运输和暂存。

6.2.2 围堰轴线布置应根据堰型来选择轴线的合理位置，尤其应重视同堰头连接处岸坡的地形、地质条件，一般来说堰头是围堰防渗处理的薄弱环节，因此，对岸坡接头位置应综合考虑，即考虑交通，也应考虑防渗处理。

6.2.3 本条从水流条件来考虑围堰轴线选择的一般要求。对于河床内布置发电和泄洪建筑物的工程来说，一期围堰的河床束窄率在很大程度上取决枢纽布置。一期围堰一般应尽量包括发电建筑物，又需安排足够的二期导流所需的泄水建筑物。

6.2.4 采用明渠或隧洞导流时，为防止进口收缩水流的冲刷和出口扩散水流及回流的冲刷，布置中应考虑使围堰坡脚距进、出口有一定的安全距离。

6.2.5 堰脚至坝体开挖轮廓线的距离一般应根据基坑内施工布置确定，但一般都布置得宽些，以便于围堰渗漏排水及坝体施工设施的布置。

7 导流泄水建筑物

7.1 导流隧洞

7.1.1 导流隧洞的施工安全及运行过程均要求岩体坚固、断层较少、裂隙不发育、地下水不严重等较理想的地段。

7.1.2、7.1.3 两岸洞线比较选择，往往需通过地质、地形、施工布置、场内交通、施工程序，以及对下游的冲刷、干扰等条件全面技术、经济比较，最后选定。

7.1.4 在有凸岸地形可供布置导流隧洞时，其洞线尽可能取直，以利水流顺畅，如升钟、响洪甸、乌江渡等工程均采取直线导流隧洞，水流顺畅；当无直线条件布置时，转角不宜过小、以避免高流速时产生负压引起空蚀破坏。

进出口与河道水流的交角尽可能减小，以利水流、通航等条件顺畅。

7.1.5 进出口位置尽可能选在洞顶岩层稳定、坡陡且岩石出露部位。

7.1.6 进出口高程、位置及底坡，既须满足运行期导流、截流、排冰等要求，又须兼顾施工期开挖出渣、排水等各项要求。

7.1.7 隧洞横断面，为增大截流时低高程泄流能力及过木、排冰等要求，尽可能采用圆拱直墙式断面为宜。

7.1.8 应优选选用喷锚或喷混凝土衬砌，对围岩坚固、完整的导流专用隧洞，可采用喷混凝土衬砌；如围岩稳定性较差时，可采用喷锚组合式衬砌。喷锚衬砌厚度一般不宜小于 5cm，锚杆直径不宜小于 16mm；采用喷锚衬砌型式时，对隧洞进出口及断层带仍需采用混凝土衬砌。

采用混凝土衬砌时，衬砌厚度不宜小于 25cm，混凝土标号不宜低于 150 号。

7.1.9 导流隧洞封堵，采用新材料、新技术，可避免以往封堵

混凝土须等待冷却及侧壁灌浆等繁琐工艺，拖延水库蓄水及初期发电时间。鲁布格水电站采取低热微膨胀水泥，浇筑补偿收缩混凝土，浇筑层高 3m~5m，层间仅间隔五天，连续浇筑，固结灌浆待蓄水后在导流洞中部预留的 3m×3m 散热廊道内再行补灌，堵塞混凝土与岩面结合力可达 20MPa，保证了结合质量，并提前 4 个月发电。

7.1.10 为隧洞导流水工模型试验应验证的项目。

7.1.11 一般情况下，下闸后的封堵工期较紧，有条件时，在导流洞开挖时将封堵段按设计要求的断面型式一次开挖，可有效减少封堵时的工期压力，利于保证封堵的工程质量。

7.2 导流明渠

7.2.1 导流明渠轴线选择既要考虑地质条件、地形条件，又须考虑水流条件，在顺直河床及凹岸布置导流明渠的工程，如拓溪、水口等工程，均获得顺畅水流的导流条件。在凸岸布置导流明渠的工程，如宝珠寺工程为避免出口水流冲刷对岸施工场地，将出口 107 m 长末段向凸岸扩散 8°以改善流向；白山工程导流明渠下游轴线与河床主流交角虽仅 14°，但当泄洪流量达 4983m³/s 时，明渠出口流速高达 20m/s，因河床狭窄，下游产生折冲水流使冲淤量达 14 万 m³，增大了厂房尾渠的水下清淤量。

7.2.2 明渠进出口位置一般须距上下游围堰坡角 30m 以上，以免回流淘刷堰脚，尤其在深厚覆盖层河床更须加设防护设施。如映秀湾工程明渠泄流量仅遇 570 m³/s，即将明渠出口冲深达 5m，因其筑有 11m 深钢筋混凝土沉井防护，故仍安全运行。

7.2.3 明渠进出口高程尽可能接近原河道高程，既便于截流时水流的分流，又便于航运的顺畅。

明渠底宽既需满足洪水期导流度汛，又需满足平、枯水期航运要求。安康工程在每年 180d 航运期内要求流速小于 2m/s，则底宽取 40m；水口工程航运期内要求流速小于 3m/s，则底宽取

75m；三峡工程复式明渠断面，设计底宽 350m，外侧渠宽 100m 为航道，内侧 250m 渠宽为导流泄洪，内侧较外侧渠底低 6m，对调节渠内流速分布、改善航道水流条件效果较好，使航运流速控制在 4m/s 以内，而导流泄洪时最大流速达 11 m/s。

7.2.4 在基岩坚固完整及低流速区的渠道，尽可能不衬砌。当基础不能抵御抗冲流速时，则采取衬护措施。

7.2.5 为防止明渠泄洪时高流速回流时渠底的淘刷，需根据水工模型试验的淘刷深度，修建混凝土齿槽进行保护。尤其软基上的明渠更需慎重处理，如映秀湾工程明渠末端建 16.5m 深的混凝土沉井，安康工程明渠外侧沉井群亦达 12m 深，均保证了明渠的运行安全。

7.2.6 我国大多导流明渠的断面、底坡设计均为缓坡，但当岸坡陡峻，如加宽明渠底宽增加开挖量过大时，采用大于“临界底坡”的陡坡流态，工程费用较经济时，则可设计成陡坡流态，如龚嘴工程岩基上的导流明渠底坡采用 5.4‰，出口水流方向与河槽主流夹角减小到 10°，使环流中心下移；映秀湾工程软基上导流明渠底坡采用 7.84‰，出口段采用反坡扩散消能，该两工程明渠底坡虽均大于“临界底坡”，却均取得良好的水力运行条件。

7.3 导流底孔

7.3.1 在混凝土坝中预留底孔单独担负导流泄洪，或与其他泄水建筑物组合导流，是经济可行的导流设施。如三门峡、白山、安康、水口等工程均采用底孔导流方式。白山工程为用底孔单独导流泄洪，完建期与永久中孔组合导流；安康工程施工后期采用底孔与永久排沙底孔、坝体缺口组合导流。

7.3.2 底孔布置。在采用单独底孔导流的布置中，一般为满足二期导流时泄洪，其布置均尽量选在近主流河道处，如新安江工程的底孔布置；底孔与明渠结合时，一次形成梳齿或底孔的工程有三门峡、白山、安康等工程，均可减省二次截流的工序；先明渠导流，待一期基坑内底孔坝段浇筑完成后，再行封堵明渠坝

段，如龚嘴工程；支墩坝型工程的导流底孔，设在坝体空腔内，导流工程投资最为经济，如桓仁、凤滩等工程。

7.3.3 底孔尺寸，除在满足各项综合要求之外，尚需根据坝体应力、封堵底孔闸门的钢结构允许应力等综合选定，除特殊要求外，尽可能取窄、高型式，如三门峡工程取 12 个 $3\text{m} \times 8\text{m}$ （宽 \times 高）、国外伊泰普工程取 12 个 $6.7\text{m} \times 22\text{m}$ （宽 \times 高）；我国白山工程为满足排冰最大尺寸要求，孔宽取 9m ；为满足航运要求，安康工程孔宽取 8m 、新安江取 10m 等。

7.3.4 当布置大尺寸底孔时，尽可能跨坝缝布置，以节约配筋量。如安康、白山等工程采用跨坝缝布置底孔，虽孔宽达 $8\text{m} \sim 9\text{m}$ ，孔周均为压应力区，仅需配置构造钢筋即可。

7.3.5 国内各工程底孔进口曲线，通过水工模型试验，对发生的负压区域及负压值进行修正，均能取得良好进口曲线，见表 8。

7.3.6 在底孔上部同时有坝体过水的双层水流时，须通过水工模型试验采取掺气减蚀等措施，以保证底孔与坝体的安全。

7.3.7 浇筑底孔封堵混凝土时，须对混凝土进行冷却，并在接触面采取灌浆措施；或用低热微膨胀水泥拌制封堵混凝土，利用混凝土后期的膨胀性能，以保证堵塞混凝土能与坝体的良好结合。以往白山、安康等工程众多导流底孔的混凝土封堵均采用前述措施；鲁布革工程导流洞封堵采取后一种措施可资借鉴。

7.3.8 导流底孔运行数年后经受过水、过沙的冲刷，当封堵时曾因对门槽、门槛临时工程重视不够，发生下闸时多种事故，影响蓄水、发电，故对高水头工程的导流底孔闸门及其门槽、门槛等均须按永久工程进行设计。

7.4 未完成建筑物过水

7.4.1 利用混凝土坝实体结构预留缺口单独导流或与其他导流设施组合导流，是重力坝和拱坝在施工过程中经常采用的导流泄水方式。空腹坝过水则需采取临时度汛措施，如石泉空腹重力坝

表 8 国内部分导流底孔进口顶部曲线

| 工程名称 | 坝 型 | 坝 高 m | 坝段宽 m | 底孔数量—宽×高 m | 进口顶部曲线方程 |
|------|------|----------|----------|------------------|---|
| 新安江 | 重力坝 | 105 | 20 | 3—10×13 | $\frac{X^2}{23.5^2} + \frac{Y^2}{7^2} = 1$ |
| 三门峡 | 重力坝 | 106 | 15.6 | 16—3.5×6.3 | $\frac{X^2}{10^2} + \frac{Y^2}{3^2} = 1$ |
| 磨子潭 | 双支墩坝 | 82.4 | 18 | 2—2.5×5 | $\frac{X^2}{2.5^2} + \frac{Y^2}{0.75^2} = 1$ |
| 桓 仁 | 单支墩坝 | 78.5 | 15 | 8—3.5×4 | $\frac{X^2}{6^2} + \frac{Y^2}{1.5^2} = 1$ |
| 黄龙滩 | 重力坝 | 107 | 20 | 1—8×11 1—6×10 | $\frac{X^2}{7^2} + \frac{Y^2}{3^2} = 1$ |
| 凤 滩 | 空腹拱坝 | 112.5 | 18 | 3—6×10 | $\frac{X^2}{4^2} + \frac{Y^2}{2^2} = 1$ |
| 池 潭 | 重力坝 | 78 | 20 | 1—8×13 | $\frac{X^2}{12^2} + \frac{Y^2}{8^2} = 1$ |
| 白 山 | 重力拱坝 | 149.5 | 20 | 2—9×14.2 | $\frac{X^2}{20.4^2} + \frac{Y^2}{6.8^2} = 1$ |
| 安 康 | 重力坝 | 120 | 16 | 3—8×15 | $\frac{X^2}{9.08^2} + \frac{Y^2}{2.48^2} = 1$ |
| 水 口 | 重力坝 | 101 | 20 | 10—8×15 | $\frac{X^2}{10.5^2} + \frac{Y^2}{2.9^2} = 1$ |

过水前在空腹内预充水；凤滩空腹重力拱坝施工初期过水前也采取预充水措施，施工后期将封腔盖板浇成斜坡顺利度汛；桓仁单支墩混凝土坝也采取预浇临时溢流面板度汛措施。

7.4.2 当临时过水坝面前沿过长时，因通气不畅可能引起负压过大，必要时采取增加隔墩掺气等措施。水流对坝后基础的冲刷破坏往往超过坝建成后的设计或校核泄洪时的影响，故需通过水工模型试验提出防止冲刷破坏的保护措施。

7.4.3 土石坝施工期虽在国内外均有过水的实例，但受洪水冲刷损失的比例也较多，如表 7 中所列的我国百花、琴源等工程，及前苏联的努列克、乌斯特汉泰斯克等工程，而且坝面修筑过水护面后，又影响汛期连续填筑施工，故在增设导流泄水设施实在不合理时，才采用土石坝面过水，过水前需铺设大块石、钢筋网或填块石的铅丝笼等护面措施。

7.4.4 未完建厂房泄水方式有两种：一种是在尾水管的肘管顶部加设临时盖板密封，形成闸孔泄流，富春江电站及西津和沙溪口电站的 3[#]、4[#] 机组段采用过此种方式；另一种是穿过蜗壳及尾水管形成弯曲通道泄流，大化电站及西津电站 2[#] 机组段曾采用过。

当采用未完建厂房泄水时，须对各种泄流量标准均经水工模型试验验证，以避免对厂房结构的空蚀破坏及震动破坏。

由于厂房结构相对较为单薄，当泄流流态不稳时，易引起结构振动破坏或空蚀，且对电站加快工期尽早受益不利，故一般尽可能不采用未完建厂房泄水。

8 河道截流

8.1 截流方案的选定

8.1.1 截流方案的拟定是否合理，应在保证总进度的要求下对各种可行的方案通过全面技术、经济比较，进行选定。

8.1.2 目前国内外应用较多的方法为戗堤法，并以戗堤立堵为多，该方法简单易行。尤其在大吨位汽车迅速发展的今天，更适应戗堤法对大强度进占、合龙的要求。据此，本条提出在拟定截流方案时，应首先考虑戗堤法立堵，只有在特殊的情况下或特殊要求时，方可采用平堵、定向爆破、建闸或浮运结构法。

8.1.3 单戗立堵是较为常用的方法，简单易行，截流辅助措施少，比较经济。但当落差大于 3m 时，合龙时非常困难，因此，本条以 3m 为控制指标，一般情况下，单戗立堵宜在 3m 落差以下时采用。

8.1.4 在河道水深流急，立堵十分困难时可考虑平立堵结合的方案，但应研究平堵的可能性，造桥费用高是平堵截流的主要缺点，但其截流水力条件好。因此，有架设浮桥或栈桥的条件下，亦应进行平堵截流方案与平、立堵截流方案的技术经济比较。

8.2 截流戗堤布置选择

8.2.1 涉及截流戗堤布置的因素很多，且这些因素均同截流难度有关。在进行截流布置时，应首先选定截流方案，根据选定截流方案选择龙口位置，使之总体布置合理，创造有利的戗堤进口、龙口封堵和闭气的条件。

8.2.2 平堵截流需架设栈桥或浮桥，如两岸地形不具备设桥条件或设桥后桥头不具备足够的回车场地、备料场地和通畅的运输条件，则不是合理的截流围堰布置，此时应调整布置或改变截流方案。

8.3 截流时段与龙口位置选择

8.3.1 截流流量是截流设计的主要参数之一，不同地区、不同河流上流量变化特性不同，在汛期较早的河流上截流，截流时段宜选择在汛末，风险度较小。但汛期滞后的河流，截流时段宜偏晚些。寒冷地区，尚须避开流凌，因此，在设计中应全面分析工程所在流域的水文特性，选择最优的截流时段。

8.3.2 在截流设计中虽可根据各种有关条件确定最优的截流时段，但实际施工过程中，因进度、气候、降水及物料等各种因素，有发生提前或滞后截流的可能性，因此，在设计中应对这种情况给出控制截流的主要水力技术指标。

8.3.3 龙口位置选择受综合因素控制，涉及的内容较多，但主要应从地形、河床覆盖层、交通和水力指标这些条件来分析比较。地形上要求具备足够的场地。河床覆盖情况是否需要护底，以提高抗冲刷能力。交通上要求距各料场近，运料方便。水力学上希望尽量在原主河道上，不改变流势，戗堤进占较易。综上，应根据工程的具体施工条件、设备水平，择其控制因素进行确定合理的龙口位置。

8.3.4 本条重点强调了从地形方面如何选择龙口位置。截流时抛投强度大，因此，在选择龙口位置时，力求运距短，回车迅速方便，保证所需的抛投强度。

8.4 截流对工程施工形象面貌的要求

8.4.1 本条即要求截流前应对设计要求的截流条件全面检查落实后方可进行截流。如某些条件尚不完全附合设计要求时，应进行详细的分析论证，只有在这些不足条件不致导致截流失败或通过其他工程措施可以弥补这些欠缺时方可进行实施截流。

8.4.2 截流能否进行，分流建筑物具备过流条件是必要条件。分流建筑物建成后，其相应的上、下游引道亦需完成，否则，无法实现设计所需的分流条件。

8.4.3 截流的实质是利用大强度地抛投大粒径物料来抗衡水力的冲移，因此，需保证运输道路的通畅和充足的所需用的各类物料，这是截流成功的必要条件。

8.4.4 截流以后，原河道断流，必然要影响原河道通航等条件，因此，要求设计采用的解决措施具备使用条件。

8.5 截流、合龙水力计算

8.5.1 截流水力计算需解决的两个主要问题中，水力计算参数是技术指标，截流材料的尺寸、重量和数量是经济指标。通过水力参数来确定各种物料的数量，以此来衡量截流方案的合理性和经济性。

8.5.2 因分流建筑物分流量和龙口泄量为主要下泄流量。分流建筑物的泄流量，可以通过水工模型试验或一般的水力学计算确定。

8.5.3 龙口处过流断面边界条件复杂，且龙口愈窄时，边界条件影响的作用愈大，难以准确计算，对于重要的大型工程应做水工模型试验确定。

8.5.4 截流设计，应按合龙过程中不同高程或宽度时各区段的水力参数来计算对应的材料粒径和数量。一般情况下，备料量可按戗堤设计用量的 1.25~1.35 倍计算。

8.6 截流辅助措施

8.6.1 龙口的单宽能量是衡量截流难易的标准。而单宽能量的大小和龙口的单宽流量与龙口的落差乘积成正比。因此，改善截流条件的措施关键是减小龙口单宽流量和降低截流落差。

减少龙口单宽流量的措施主要有两类，一是增大分流建筑物的泄水能力，二是增加龙口宽度。前者应用较多，后者对于平堵较为适用。增大库内蓄水流量的措施对多数工程无明显作用，尤其是坡降陡，库容小的山区河流无法采用这一措施。

8.6.2 降低或分散龙口的落差，实际上就是降低和减小龙口的

流速，本条所列的措施是几种主要常用且有效的措施。

8.6.3 软基河床上截流，护底加糙是保证抛投料稳定，减少合龙工程量的有效措施。即使非软基河床，加糙河床对改善截流条件也非常有利。如铁门工程截流时尽管河床覆盖层极薄，但下边为糙率很小的片麻岩，亦采用护底加糙。

8.6.4 在龙口下游设置拦石栅或拦石坎，对于防止块体流失有积极的效果。这一经验已在盐锅峡、西津和葛洲坝等工程运用并证实是行之有效的。

8.6.5 采用锚栓防止大块体流失，除用石串，块体串抛投外，还可以对抛投体进行拴锚。如前苏联伊里姆斯克工程将 5t~15t 几种不等重大块石，用 22mm~25mm 钢绳彼此连接，最大的留在戗堤顶上游侧，其他的抛入水中。龚嘴工程采用设置在戗堤上游侧的锚木将抛投体用钢绳连接在锚木上防止流失。

8.6.6 上游挑角抛投法是在戗堤上游角集中抛投大块料，使戗堤上游角凸入龙口进口，将水流沿戗堤前沿挑出一部分，在戗堤头中部和下游角形成流速较小的回流区。上、下游挑角法是在戗堤上、下游角同时集中抛投大块料，沿水流方向形成二级跌水，上下游挑角间形成壅水低流速回流区。三门峡等工程即采用这种抛投方式促进截流速度。

9 基 坑 排 水

9.1 初 期 排 水

9.1.1 围堰合龙闭气形成基坑时，多在旱季或枯水期，降水和围堰渗水均是较小的时段，因此，初期排水中以积水为主。

9.1.2 基坑排除积水的流量较易计算，而排水期的渗水流量则难以精确计算。实际排水量与计算值往往相差较大。因渗水量同围堰和基础防渗结构型式、围堰与基础及岸坡结合部位的处理情况、覆盖层的渗透系数等相关甚密，任意性很大。实际施工时，常采用试抽法来确定基坑排水量大小。

9.1.3 为防止基坑内水位下降过快，引起围堰坍塌破坏，故限制基坑内水位下降速度在安全的范围之内。

9.2 经 常 性 排 水

9.2.1 排水量计算的两种组合系根据 SDJ 338—1989《水利水电工程施工组织设计规范》中第 2.7.3 条所定。

9.2.2 渗水除由围堰和基础渗透两部分组成外，还应注意基坑内是否有出露的承压水，即泉眼，此部分涌出量亦应列入渗水中。

9.2.3 经常性排水中的降水量，在干旱地区有的工程忽略不计，在多雨地区有采用 20 年一遇三日降水中最大的连续 6h 雨量，亦有用（5～10）年一遇日最大降雨量。本条根据 SDJ 338—1989《水利水电工程施工组织设计规范》中第 2.7.3 条及其编制说明中的此条确定。

9.2.4 混凝土养护用水是施工期经常用水，除少量蒸发外，其余均需排出。其他施工废水因有时段性或数量相对有限，未被列入主要考虑范围，如灌浆排放废水虽数量较大，但时间较短，土石坝碾压渗水多被坝体吸收等。

9.3 过水围堰基坑充排水

9.3.1 过水围堰基坑淹没后恢复时基坑排水，基本同初期排水，所差别的是此时围堰和基础的渗水量已经可由经常性排水确定，此时主要按基坑水位下降速度来考虑排水能力。

9.3.2 为迅速恢复基坑，采用预置在围堰中的充排水管排水，是行之有效且在有些工程采用过的。

9.4 基坑排水布置

9.4.1 因受排水设备吸出高度的控制，根据水深情况，排水泵站分为浮动式和固定式。但无论采用固定式或浮动式，在泵站位置选择时应避免同施工干扰，并合理利用地形，既便于敷设排水管路，又节省排水管路长度。

9.4.2、9.4.3 这两条是基坑开挖期和建筑物施工期的排水系统布置主要原则及干、支沟一般布置方法。在布置中必须注意研究开挖规划和建筑物施工方案，以避免相互干扰。

9.4.4 主要以方便施工和利于排水的角度来确定的排水沟尺寸和设置位置的一般构造要求。

9.4.5 集水井的位置应同泵站位置的选择一起确定，既利于汇水，又应满足泵站的设置要求。

9.4.6 渗透系数大的粗颗粒结构的土层适宜于用明式排水。渗透系数小、颗粒较细的土层，采用明排时会产生较大的动水压力，使开挖边坡坍塌，产生管涌，这种情况宜采用人工降低地下水位的排水方法。

9.5 排水设备选择

9.5.1 离心泵是较为常用的充、排水设备，其结构简单、运行可靠、维修管理方便。过水围堰的排水设备，因有排淤问题，故需配备一定容量的排砂泵。

9.5.2 因受季节、降雨、河道水位变化的影响，基坑渗水量是

不稳定的。为适应排水流量的变化，选用不同流量的水泵，保证渗量小时，水泵不过多的停顿，渗量大时，也可以满足要求。但泵的种类不宜太多，以免造成维修、配件供应不足的困难。

网易 NetEase
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

10 施工期蓄水、通航、排冰

10.1 施工期蓄水

10.1.1 水库初期蓄水需按各年蓄水淹没高程妥善完成库区清理及移民后进行。

10.1.2 水库初期蓄水计划需在拦河坝、泄洪设备、过船设施、发电站、低高程导流泄水建筑物封堵措施等均具备蓄水水位上升速度要求下进行。

10.1.3 对蓄水历时较长的大水库，在考虑蓄枯水的同时，还要继续解决汛期后期导流措施，以保坝体安全。

10.1.4 为确保导流泄水建筑物封堵时下闸安全，在下闸前须对门槽、门槛等进行水下检查及处理，以使下闸万无一失。

10.1.5 汛后下闸封堵导流泄水建筑物，水位上升慢，利于下闸及封堵工程的施工，但在寒冷地区又须在流冰期之前完成下闸，以免流冰卡塞，影响下闸。

10.1.6 蓄水期间，要分析下游区间流量能否满足居民供水、灌溉要求；如原有航运的河道，尚需采取临时措施解决。

10.2 施工期通航

10.2.1 实际航运资料是临时通航设施设计的重要依据。施工期通航设施是临时工程，应以实际多数船型要求的条件为主要设计依据。

10.2.2 施工期的过坝运量应以所统计的近期实际最大运量作为依据。但应根据具体情况分析确定。如在近期有其他的货运渠道投入，如新建的铁路、公路等对货运有分流或替代大部水运的能力，则应力争缩小临时通航规模，以期节约投资。

10.2.3 本条所列是施工期常用的通航方式，并经一些工程所采用。如葛洲坝工程一期利用原河道通航，二期利用永久船闸通

航。新安江、安康等工程采用底孔过船通航。

10.2.4 束窄河床通航的原则是尽量维持原主航道通航，对通航条件的改变影响最小。当必须改变原主航道时，应注重新辟航道的流速、水力坡降等航运条件，必要时可设绞滩机或拖轮助航。

10.2.5 利用明渠通航也是比较理想的临时过船措施。除应满足航道的平顺以外，尚应注意不同流量下水面线的连接，渠道进口高程不宜太高，以满足枯水期通航的要求。

10.2.6 利用第一期工程完建的永久通航设施通航，是最经济的通航方案，应力争采用。

10.2.7 采用临时船闸通航是造价很高的一种施工期通航方式，一般不宜采用。但当必须采用时，应同永久工程结合，改做它用，以节省临时工程造价。

10.3 施工期排冰

10.3.1 寒冷地区的河道施工期流冰问题应予充分重视，尤其武开江的河道，流冰不畅，极易形成冰塞、冰坝；或流冰壅塞基坑，因处理积冰而影响工期。

10.3.2 天然河道开江排冰的冰块尺寸具有很大的随机性，武开江河道尤甚，导流建筑物的孔口尺寸难以满足所有冰块通过的要求。必要时，应采取限制冰块尺寸的措施。如桓仁工程，开江前在上游 2km 范围内，用撒砂将冰面分割成 5m×5m 的方法，开江时，撒砂部位冰体变薄，开江时沿变薄部位开裂，以此来控制流冰冰块尺寸。

| | | | | | |
|----------|----|----|--------|--------|--------|
| PDF 规范制作 | | | | | |
| 扫描 | 剪切 | 水印 | 制作 PDF | 助理主管审核 | 专业编辑审核 |
| | | | | | |