

ICS27.140

P59

备案号:J230-2003

**DL**

**中华人民共和国电力行业标准**

**P**

**DL/T 5181-2003**

代替 SDJ 57-1995

# 水电水利工程喷锚支护 施工规范

**Construction specifications for anchor and  
shotcrete support of hydropower and  
water conservancy engineering**

2003 - 01 - 09 发布

2003 - 06 - 01 实施

**中华人民共和国国家经贸委 发布**

## DL/T 5116—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、水利部昆明勘测设计研究院负责本导则的编写工作。

本导则编制的目的在于制订编制碾压式土石坝施工组织设计的指导原则，规范碾压式土石坝施工组织设计工作，提高该项设计水平。

本导则的编制工作始于1991年初，同年3月确定了编写提纲，1993年8月形成初稿，并进行了函审。1994年提出了送审稿，在1995年电力工业部水电水利规划设计总院组织召开的审查会议后，根据审查意见，于1996年9月提出了报批稿。

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管理。

本导则起草单位：国家电力公司昆明勘测设计研究院。

本导则主要起草人：徐永。

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 5116—2000****目 次****前 言**

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 范围 .....               | 1  |
| 2 引用标准 .....             | 2  |
| 3 总则 .....               | 3  |
| 4 设计依据、设计内容与施工条件分析 ..... | 4  |
| 5 施工导流与度汛 .....          | 8  |
| 6 料场选择和料物开采规划.....       | 10 |
| 7 土石方平衡调度规划.....         | 15 |
| 8 坝基开挖及地基处理.....         | 17 |
| 9 大坝的施工程序与进度.....        | 18 |
| 10 坝体填筑和主要设备选型 .....     | 20 |
| 条文说明 .....               | 23 |

## 1 范 围

本标准给出了编制水电水利碾压式土石坝施工组织设计文件的指导原则，适用于编制大、中型新建、改建、扩建碾压式土石坝可行性研究（等同原初步设计）报告施工组织设计文件。预可行性研究和招标设计阶段碾压式土石坝施工组织设计文件编制可参照使用。

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。

SDJ 218—1984 碾压式土石坝设计规范

SDJ 338—1989 水利水电工程施工组织设计规范（试行）

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

## 3 总 则

**3.0.1** 《水电水利工程碾压式土石坝施工组织设计导则》（以下简称“本导则”）是 SDJ 338（试行）中碾压式土石坝施工部分的细化和补充，是编制碾压式土石坝施工组织设计文件的准则。

**3.0.2** 编制碾压式土石坝施工组织设计文件，除应遵循本导则外，还应遵循 SDJ 338 和其他有关规程、规范。

**3.0.3** 碾压式土石坝系采用当地土石材料，用分层碾压方法修筑的。应研究当地建材勘探、试验资料，掌握其工程特点和施工特性；分析水文、气象等资料，认识建设条件。遵循就地取材、因材设计、充分合理地利用工程开挖料和经济合理的原则，编制碾压式土石坝施工组织设计。

**3.0.4** 编制碾压式土石坝施工组织设计应参与坝址、坝型选择，枢纽布置，坝体断面和坝料设计等方案的研究。



## 4 设计依据、设计与施工条件分析

### 4.1 设计依据

#### 4.1.1 设计工作需依据的基本资料应包括：

- 1 预可行性研究报告及审批意见、项目建议书及业主对本工程建设的要求。
- 2 国家和工程所在地区有关基本建设的法规和条例。
- 3 施工设备供应条件。
- 4 国民经济有关部门和已建上下游梯级电站对本工程建设期间有关防洪、泄洪、度汛、灌溉、发电、供水、通航等要求。
- 5 河流和工程地区的水文、气象特征及坝区的地形、地质等自然条件。
- 6 枢纽布置、建筑物结构和对施工的要求。
- 7 河道水流控制规划及水工模型试验成果。
- 8 筑坝材料的勘探试验资料。
- 9 交通运输条件及对外交通设计规划。

### 4.2 设计内容

#### 4.2.1 碾压式土石坝施工组织设计应包括下述基本内容：

- 1 分析水文气象条件，确定各种坝料施工时段和有效工作日。
- 2 坝体填筑料物来源选择，土石方动态平衡分析计算，料物开采、制备、调配和存弃规划。
- 3 坝基开挖、基础处理、坝体填筑的程序和进度计划。
- 4 上坝方式选择，上坝线路和其他施工临时设施布置。
- 5 选择施工方案、施工方法、施工工艺、施工参数和主要施工设备配套选型。
- 6 施工强度和施工设备、材料、用电负荷、劳动力计算。

- 7 计算大型施工临时设施工程量和主体工程施工附加量。
- 8 施工期环境保护措施。

### 4.3 施工条件分析

**4.3.1 研究当地气象条件。**当工程附近有两个或两个以上气象台(站)时，对气象台(站)观测资料的选择应考虑下列因素：

- 1 与工程所在地属同一气象分区的气气象台(站)。
- 2 与工程所在地较近的气气象台(站)。
- 3 观测系列较长、观测项目较全、观测精度较高的气象台(站)。

**4.3.2 气象资料分析，**可根据各气象要素对坝料施工影响的程度分为两类：

1 对坝料施工有显著影响的降水、气温和蒸发三个项目应作定量分析，除统计月总量和月平均数据外，还应根据其施工影响程度的大小，统计各种量级在各个月份出现的天数。

2 对供研究坝料施工条件参考的相对湿度、日照、风力风向和雾等观测资料，可仅统计月总量和月均量数据，以便定性分析。

在上述资料统计工作的基础上，提出当地气候特征对施工时段选择和防护措施的建议。

**4.3.3 停工标准的确定**包括下列内容：

- 1 国家规定放假的重大节日和不良的气象条件影响。

国家规定放假的重大节日指元旦、春节、“五·一”劳动节和国庆节，一般情况下，按停工处理。

因不良气象条件因素而停工的时段和天数，应在研究筑坝材料施工特性和气候特征的基础上确定。

2 在不采用特殊施工防护措施的条件下，统计有效工作日可采用表 4.3.3 所列停工标准。

**4.3.4 设计有效施工天数**可按下列方法计算：

- 1 设计有效施工天数采用统计法计算。各月的日历天数扣



表 4.3.3 碾压式土石坝采取一般防护措施的停工标准

| 序号 | 施工项目                  | 放假的<br>重大节日 | 停工标准       |            |                |                |                |                  | 日平均气温<br>℃ | 备注   |      |        |      |      |      |      |  |
|----|-----------------------|-------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------|------|------|--------|------|------|------|------|--|
|    |                       |             | 日降水量<br>mm |            |                |                |                |                  |            |      |      |        |      |      |      |      |  |
|    |                       |             | 0~<br>0.5  | 0.5~<br>5  | 5~10           | 10~30          | >30            | 日蒸发量<br><4<br>mm |            |      |      |        |      |      |      |      |  |
| 1  | 土料翻晒                  | 停工          | 雨日停工<br>停工 | 雨日停工<br>停工 | 雨日停工<br>停工     | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 雨日停工,雨后天<br>停工 | >5               | 照常施工       | 0~-5 | 防护施工 | -5~-10 | 防护施工 | <-10 | 停工   |      |  |
| 2  | 黏土料<br>填筑             | 停工          | 照常施工       | 雨日停工<br>停工 | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 照常施工             | 照常施工       | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工   | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 |  |
| 3  | 砾质土,掺<br>合土、风化<br>土填筑 | 停工          | 照常施工       | 照常施工       | 雨日停工<br>停工     | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 雨日停工,雨后天<br>停工 | 照常施工             | 照常施工       | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工   | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 |  |
| 4  | 反滤料<br>填筑             | 停工          | 照常施工       | 照常施工       | 照常施工           | 照常施工           | 照常施工           | 照常施工             | 照常施工       | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工   | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 | 当与防<br>渗料同时,<br>施工时,<br>有效施工<br>天数同防<br>渗料 |
| 5  | 石料填筑                  | 停工          | 照常施工       | 照常施工       | 照常施工           | 照常施工           | 照常施工           | 照常施工             | 照常施工       | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工   | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 | 照常施工 |  |

注

1. 表列停工标准,是设计阶段统计有效工日的标准,不作施工停工标准。
2. 该表源自 SDJ 338—1989 附录五附表 5.1。必要时,可以采用特殊的技术措施以增加设计有效施工天数。在这种情况下,停工标准不受表 4.3.3 推荐的表列数据限制,其设计有效施工天数应根据所采用措施的预计效果测定。
3. 多雾地区施工天数尚应考虑雾天影响。

除停工天数，即为该月的设计有效施工天数。

2 不良气象条件影响的停工天数，根据降水、气温和蒸发各种量级在各个月份出现的天数和停工标准计算。

3 受相邻坝料施工限制的填筑料，应采用有效工作日较少料种的施工天数。

4 坝料施工时段的确定应避开不良的气象条件影响。需要安排在不良气象条件下进行施工时，应有相应的技术措施。

**4.3.5** 为确定施工时段、截流时间、初期蓄水时间、度汛标准和施工程序，应分析河道水流特性、坝体结构型式、水库特征和初期蓄水要求。对于库容较大的工程，应作调洪计算，以便确定各年的度汛水位。

**4.3.6** 上坝方式选择和料物运输线路布置，应研究坝址地形地质条件、料场分布、物料流向、场内外公路布置、各建筑物施工通道和运输要求。

水利工程网  
WWW.SHUIGONG.COM

## 5 施工导流与度汛

**5.0.1** 施工导流与度汛贯穿碾压式土石坝施工全过程，应进行系统分析、全面规划、统筹安排，妥善处理施工与洪水的关系。

**5.0.2** 碾压式土石坝应根据坝址地形地质条件、河道水文特性、大坝的结构特点、施工程序和进度要求选择导流方式。确定是采用一次断流还是分期导流，全年导流还是枯水期导流。

**5.0.3** 碾压式土石坝施工期间，在无可靠保护措施的情况下，不允许漫顶过水。以堆石为主体的坝体，经论证比较，可在采用可靠过水防护措施的情况下，允许施工期坝面过水。

**5.0.4** 由坝体拦洪度汛时，应根据当年坝体设计填筑高程所形成的拦洪库容大小按表 5.0.4 确定度汛标准。

表 5.0.4 坝体施工期临时度汛洪水标准

| 坝 型    | 拦 洪 库 容<br>$10^8\text{m}^3$ |         |       |
|--------|-----------------------------|---------|-------|
|        | >1.0                        | 1.0~0.1 | <0.1  |
|        | 洪 水 重 现 期<br>年              |         |       |
| 碾压式土石坝 | >100                        | 100~50  | 50~20 |

注：表列标准录自 SDJ 338—1989 表 2.2.5。

**5.0.5** 碾压式土石坝可利用坝体的一部分作为围堰挡水，以降低工程费用。

**5.0.6** 导流泄水建筑物封堵时间安排应遵循下列原则：

- 1 满足水库初期蓄水过程中大坝安全度汛要求。
- 2 满足本电站发电所需要的初期蓄水要求。
- 3 保证初期蓄水阶段的下游发电、航运、灌溉、防凌、供

水要求。

- 4 符合闸门设计的下闸水头、提闸水头和挡水水头设计条件。
- 5 满足库区征地、移民安置和清库进度要求。
- 6 满足导流泄水建筑物封堵结构施工工期要求。

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM



## 6 料场选择和料物开采规划

### 6.1 料源选择

**6.1.1** 为保证坝体填筑质量和施工进度，降低工程造价，应正确选择料源、作好料场规划和坝料处理设计。

**6.1.2** 应在坝型研究阶段开展坝料研究工作。根据坝料设计需要对开采料和可能利用的工程开挖料的勘探试验提出明确要求，在分析勘探试验资料的基础上选定料源。

**6.1.3** 应充分合理地利用工程开挖料。

### 6.2 料场勘探与试验

**6.2.1** 料场勘探工作应按现行的天然建筑材料勘察有关标准进行。

**6.2.2** 在普查阶段，料场勘探应拓宽选料范围，随设计阶段的加深，逐步收缩勘探范围，加深勘探精度，提供设计需要的各项资料。

**6.2.3** 料场勘探除应查明料物的物理力学特性外，还应查明施工特性。

**6.2.4** 用作坝料的工程开挖料的勘探应按设计的要求，提供建筑物设计所需要的地质资料和作为建筑材料所需要的勘探试验成果。

**6.2.5** 料物的试验应随设计阶段逐步加深。应在常规试验的基础上，根据设计要求，针对选定料场料物特性和存在问题进行试验研究工作。大型工程宜作爆破试验、现场碾压试验和料物加工试验。

### 6.3 料场选择

**6.3.1** 石料场选择应遵循下列原则：



- 1 石料的质量应满足坝料设计要求。
- 2 料场的储量应满足坝料供应规划要求。
- 3 应根据工程具体条件就近取料。
- 4 开采条件良好，可满足所要求的开采强度要求。
- 5 覆盖薄、剥离量少、岩性均一、开采获得率高，开采料级配易于控制。
- 6 应与大坝和其他建筑物保持必要的距离，不得影响工程附近山体稳定和地基渗流稳定，不得影响居民点和工程设施的安全。

### 6.3.2 土料场选择应遵循下列原则：

- 1 碾压坝的土料应有良好的防渗性和渗流稳定性，适当的塑性和压缩性，较高的抗剪强度和较好的施工特性。
- 2 宜选用天然含水量与填筑含水量接近的土料。
- 3 应有良好的开采条件，可满足开采强度要求。
- 4 宜选用剥离量少、土层厚、可采率高，含水量和土质较均一，质量易控制的料场。
- 5 应不占或少占耕地、林地，不拆迁或少拆迁居民点和工程设施。
- 6 应与坝基保持必要的距离，不影响地基渗流稳定。

### 6.3.3 砂砾料场选择应遵循下列原则：

- 1 砂砾料的质量和数量应满足设计要求，有良好的级配，质量均一，压实后能满足设计要求的强度、变形特性和渗透性。
- 2 分布比较集中。
- 3 应有良好的开采条件，河道水情变化对开采影响小，开采强度满足设计要求。
- 4 运距较近，专用运输设施和费用较少。
- 5 应少占或不占耕地，不宜拆迁居民点。

## 6.4 料物开采

### 6.4.1 石料开采规划应遵循下列原则：

1 开采范围宜根据料场的供料要求，料场的储量、覆盖、岩性、地质构造、地形、开采出料等条件确定。采区范围内有效料物储量应满足开采量的需要，并应安排备用料场，以备施工过程中情况发生变化时使用。

2 为便于控制开挖料的块度和级配，应优先考虑采用梯段爆破法开采方案，宜采用微差挤压爆破技术。

3 应根据供料强度要求确定开采工作面和出料作业线，为连续供料，宜设两个以上开采工作面和出料作业线。

4 根据钻孔和装料设备性能确定梯段高度，提高爆破效果和形成适当的堆料高度，以期安全高效率的出料。梯段高度宜在7m~15m范围内选定。

5 做好开采顺序和场地使用规划，确定废料堆弃、出料线、动力供应和附属设施布置。

6 开采前应清除植被、覆盖层和不可用岩层。

7 为提高料物利用率，岩性和风化程度不同的岩体应分区开采，以便分别用于相应品质要求的坝体填筑部位。

8 开挖料的开挖方法应符合建筑物开挖和坝料开采的双重要求。开挖梯段布置应和马道设置匹配，开挖边界符合建筑物设计体型，设计线应采取光爆或预裂措施，避免对基础和边坡破坏，并按设计要求及时对边坡进行处理，进度满足建筑物使用需要，开挖料的级配符合坝料要求，开挖强度与上坝强度要求匹配。

9 料场开采时，应根据地形、岩性和地质构造进行边坡稳定分析，确定开挖边坡，并应满足环境保护要求，使开采后的料场边坡整齐、安全稳定。

10 料场开采应逐层下挖，不得采用切断顺坡岩层层面的掏脚式开采方法。无法避免时，应对边坡进行稳定分析，采取适当的支护措施。

#### 6.4.2 土料开采规划应遵循下列原则：

1 土料开采范围和深度，应根据土料用量和料物分层特性、

天然含水量在平面和立面上的分布及变化规律确定。采区范围内的有效储量应满足开采量的需要，并应安排备用料场。

2 开采方法应根据土料在平面和立面上性质差异和天然含水量的分布规律确定。

3 取用耕地下部的土料时，应做好耕植土的存放、还耕规划。

4 做好土料场的防洪、排水、道路、土料堆存和施工附属设施的布置。

5 当天然含水量偏高或偏低，难以压实到设计规定指标时，应在坝外处理合格后方可上坝。

6 当土料的工程特性和施工特性不能满足设计要求时，可以考虑用两种不同性质的材料掺合或剔除超径粒级。

材料的掺合应力求工艺简单、设备通用、费用低廉、掺合均匀。可优先选用水平互层铺料、立采掺拌混合的工艺。

#### 6.4.3 砂砾料的开采规划应遵循下列原则：

1 开采范围应根据需要量，砂砾料场有效层的储量、分布和开采条件等因素确定。有效储量应满足需要，并应安排备用料场。

2 开采、加工工艺应根据料场位置的高低、水文和水文地质条件、天然砂砾料的级配、使用粒级范围等因素确定。

3 开采强度应根据施工时段和上坝强度、开采获得率、折方系数、工艺损耗和储存条件确定。

4 开采分层和开采程序应根据料场天然级配在深度和平面上的分布状况、河床水位变化、料物级配平衡要求确定。

5 场地平面布置应根据施工工艺、储备需要和防洪排水要求确定。

6.4.4 反滤料和垫层料应优先考虑使用天然砂砾料。当工程附近缺乏天然砂砾料，或其质量不能满足设计要求，或使用天然砂砾料并不经济时，可考虑使用人工制备料。

6.4.5 设置储备和调节用的存料场时，其布置应遵循下列原则：



- 1 有用料和弃料应分别堆放，不得混杂。
- 2 存料场的位置应尽量靠近上坝路线，使物料流向顺畅合理。
- 3 存料场的场地应相对平缓、地基稳定、不受洪水威胁，容量能满足储料和调节需要。
- 4 运输道路易布置，进出料方便。

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

## 7 土石方平衡调度规划

### 7.1 土石方平衡

#### 7.1.1 土石方平衡应遵循下列原则：

- 1 充分合理地利用开挖料。
- 2 根据开挖料和开采料的料种与品质，安排采、供、弃规划，根据材料不同的性质安排在坝体不同的部位。
- 3 便于施工，便于管理，便于质量控制。
- 4 协调挖填进度，创造直接上坝条件。
- 5 考虑开挖料储存、调度要求和回采运输条件，并留有余地。
- 6 妥善安排弃料，沿河堆存时不得影响河道行洪和抬高下游水位。

7.1.2 折方计算应根据坝料的自然方、松方、填筑方的干容重计算折方系数，在无具体试验资料的情况下，可按表 7.1.2 选用。

表 7.1.2 折方系数参考表

| 料种 \ 方别 | 自然方 | 松方        | 填筑方       |
|---------|-----|-----------|-----------|
| 堆石料     | 1   | 1.5~1.7   | 1.28~1.32 |
| 砂砾料     | 1   | 1.18~1.22 | 0.92~1.10 |
| 土料      | 1   | 1.25~1.33 | 0.85~0.9  |

7.1.3 坝料损耗计算应根据坝料开采、加工、运输、堆存转运和施工条件具体分析确定。

#### 7.1.4 平衡计算应按下列步骤进行：

- 1 根据坝体和围堰等设计填筑工程量统计各料种填筑方量。
- 2 根据建筑物设计开挖工程量、地质资料和不可用料分选



标准，并经经济比较，确定并计算可用料和不可用料数量。

3 根据施工进度计划和开挖料存储规划，确定可用料的直接上坝数量和需要存储的数量。

4 根据折方系数、损耗系数，计算各建筑物开挖料的设计使用数量（含直接上坝数量和堆存数量）、舍弃数量和由料场开采的数量。

## 7.2 土石方调度规划

7.2.1 为降低工程造价，应进行土石方调度规划的优化，寻求总运输量最小的调度方案。

7.2.2 土石方调度可用线性规划方法进行优化处理。对于大型碾压式土石坝，有条件时宜进行料物调度施工模拟计算，论证并优化调度方案。

水利  
工程  
网  
WWW.SHUIGONG.COM

## 8 坝基开挖及地基处理

- 8.0.1** 坝基开挖分期和施工程序应根据坝址水文、地形、地质条件，坝基开挖设计要求，导流方式和施工总体规划确定。
- 8.0.2** 爆破作业宜安排在邻近的基础混凝土和地基灌浆施工之前完成。
- 8.0.3** 两岸坝肩应按照自上而下程序开挖，并根据地质条件和设计要求及时进行基础处理。
- 8.0.4** 防渗体部位和坝壳部位基础开挖应统一安排，以简化开挖程序和控制超挖工程量。
- 8.0.5** 坝基部位不得采用洞室爆破。
- 8.0.6** 靠近建基面的岩石开挖应采用控制爆破法施工，或在设计建基面上部预留保护层，采用浅孔、小药量爆破和撬挖，避免对基础的破坏。
- 8.0.7** 坝基和岸坡为易风化、易崩解的岩石地基时，开挖后应及时回填。不能及时回填时，应留保护层或及时保护。
- 8.0.8** 深厚砂砾石地基处理需占用较长工期，在施工程序上应作妥善安排，进度安排上留有余地。

## 9 大坝的施工程序与进度

### 9.1 大坝施工程序

#### 9.1.1 确定大坝施工程序应遵循下列原则：

- 1 大坝施工程序安排应与施工导流规划相适应。应满足大坝安全度汛、下游供水和水库初期蓄水要求。
- 2 满足坝体变形控制的要求。
- 3 满足坝料季节性施工的要求。
- 4 坝体填筑分期符合坝体的结构、填筑坝体的稳定和施工工艺的要求。
- 5 坝体填筑相对均衡。
- 6 满足地基处理施工要求。

### 9.2 拦洪断面

9.2.1 坝体宜全断面填筑到拦洪高程，当无法全断面填筑或坝体填筑强度过高时，可采用临时拦洪断面拦洪。

#### 9.2.2 临时拦洪断面设计应遵循下列原则：

- 1 临时拦洪断面的确定应根据坝体结构型式确定。
- 2 临时拦洪断面的顶面高程，根据坝前水位加超高确定。坝前水位应根据防洪度汛标准经调洪演算分析的度汛设计水位要求确定。坝顶超高按 SDJ218 规定确定。
- 3 临时拦洪断面的顶部宽度，应根据顶面用途和施工工艺要求确定，并应考虑抢险加高的可能性。无特殊用途时，顶部宽度不宜少于 15m~20m；
- 4 临时拦洪断面应满足临时挡水的整体稳定、边坡稳定和渗流稳定要求。并应考虑后期形成大坝设计断面时，不影响大坝的整体性。

## 9.3 施工进度

### 9.3.1 施工进度的编制应遵循下列原则：

1 施工进度编制应考虑工程的建设条件和要求，合理安排施工程序。

2 施工分期应与施工导流、度汛和下闸蓄水适应，明确各期施工项目、工程量和应达到的工程面貌，并注意各期的衔接。

3 应分析关键线路。关键线路上的施工项目应明确、突出，根据需要安排；非关键线路上的施工项目施工时段和强度安排，应力求施工均衡。

4 施工强度安排应经过论证，应考虑施工洪水的不确定性，留有余地。

9.3.2 施工进度的内容应包括，大坝施工准备、施工导流、坝料采集制备、坝基开挖、基础处理、坝体填筑、原型观测设备埋设、导流泄流建筑物下闸封堵、水库初期蓄水等项目。

9.3.3 施工进度的表示，宜采用带时标的施工网络进度图，可在图上加注必要的说明。务求逻辑关系清晰，关键线路明确，便于资源平衡汇总。



## 10 坝体填筑和主要设备选型

### 10.1 上坝方式

**10.1.1** 上坝方式应根据枢纽布置、坝料分布和特性、运输强度、地形条件、设备供应条件等因素确定。

**10.1.2** 坝料上坝运输方式选择应遵循下列原则：

- 1 满足填筑强度要求。
- 2 在运输过程中不掺混、不分离、不污染，可保持运输料物原有的工程特性和施工特性。
- 3 综合运输费用较低。
- 4 各种坝料尽量采用相同的上坝方式和通用运输设备。
- 5 临时设施简易，准备工程量和施工附加量少，对其他料种运输上坝和其他作业干扰小。
- 6 运行调度灵活，应变能力强。

### 10.2 上坝线路布置

**10.2.1** 汽车上坝方式线路布置应遵循下列原则：

- 1 根据坝区地形地质条件、坝体填筑程序、料源分布、各建筑物施工通道要求等因素，确定主要线路的层次和走向。
- 2 场内施工道路应统筹安排，减少道路数量，并使各期上坝道路能衔接使用，运输不致中断。
- 3 主要上坝线路宜与地方交通线路分开布置。
- 4 施工道路应充分利用工程永久道路。

**10.2.2** 汽车上坝线路标准的确定应遵循下列原则：

- 1 上坝线路标准根据各路段的总运输量、运输高峰强度、使用时间、选用车型、行车密度等因素确定。
- 2 上坝线路标准宜参照露天矿山公路标准。
- 3 路面结构应适应选用车型正常使用的需要，便于养护。



### 10.2.3 胶带机连续运输上坝方式的布置应遵循下列原则：

- 1 布置在平面上应顺直、单节长度大，减少连接环节。在布置上应尽量减少与其他建筑物或其他施工作业作业的干扰。
- 2 宽度应满足运输强度和运输料物块度的要求。
- 3 坡度应根据运输物料的种类、向上或向下输送确定。
- 4 可以采用隧道、栈桥等结构型式连接，以缩短线路长度。
- 5 装料设施与布料方式应配套，保证料物运输效率和质量。

## 10.3 坝料填筑

### 10.3.1 铺料方法选择应遵循下列原则：

- 1 铺料厚度容易控制。
- 2 铺料过程中料物不产生粒级分离，不同料物不易掺混。
- 3 已压实合格的坝体，不因上层料物铺筑而遭致破坏。
- 4 效率高、易操作、便于施工。

10.3.2 填石料应在碾压前对铺料洒水，加水量通过现场碾压试验确定。冰冻期填筑时不应加水，但应适当减小铺料厚度和增加碾压遍数。

10.3.3 土料宜安排在少雨季节施工。需要在多雨季节施工时，应采取可靠的防雨措施。

10.3.4 在严寒地区，当日平均气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，应采取低温季节施工措施。日平均气温低于 $-10^{\circ}\text{C}$ 时，不宜填筑土料，否则应进行技术经济论证。

## 10.4 施工设备选型

### 10.4.1 施工设备选型应遵循下列原则：

- 1 所选施工机械的技术性能应适合施工对象的性质和施工场地特征，能充分发挥机械效率，保证施工质量。
- 2 性能优良、效率高、操作灵活、机动性好、安全可靠、结构简单、坚固耐用、易于检修保养。
- 3 机型单一、通用。

- 4 所用机械配套，环节少。
- 5 购置费和运行费用低，效率高。
- 6 防护设备齐全，废气噪声得到控制，有利于环保。

**10.4.2** 挖装设备的机型应适合挖装料种及其特性要求，单机容量应与运料方式、装料强度、料物块度和运料设备单机容量匹配。

**10.4.3** 运输设备的型号应适合运输材料及其特性要求，单台容量应与运输强度、料物块度和挖装设备单斗容量匹配。

**10.4.4** 压实机具应适应填料的特性，能满足设计的压实效果。有特殊压实要求的料区和不易压实的区位应选配专用压实设备。

**10.4.5** 施工设备数量按施工高峰时段的平均强度计算，同时考虑工作面的调配及保养备用需要。

网易 NetEase  
WWW.SHUIGONG.COM  
水利工程网

# DL

## 中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5116—2000

# 水电水利工程 碾压式土石坝施工组织设计导则

## 条文说明

主编单位：国家电力公司昆明勘测设计研究院

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

|    |                  |    |
|----|------------------|----|
| 1  | 范围               | 25 |
| 2  | 引用标准             | 26 |
| 3  | 总则               | 27 |
| 4  | 设计依据、设计内容与施工条件分析 | 28 |
| 5  | 施工导流与度汛          | 30 |
| 6  | 料场选择和料物开采规划      | 31 |
| 7  | 土石方平衡调度规划        | 33 |
| 8  | 坝基开挖及地基处理        | 34 |
| 9  | 大坝的施工程序与进度       | 35 |
| 10 | 坝体填筑和主要设备选型      | 36 |

网易 NetEase  
www.shuigong.com  
水利工程网



## 1 范 围

本章是对本标准适用范围的规定。有下述四个方面的含义：

- 1 适用的坝型范围是碾压式土石坝。
- 2 适用的工作性质范围是编制和审查施工组织设计文件。
- 3 适用的工程规模范围是大、中型碾压式土石坝，为便于使用，具体量化为 1、2、3 级建筑物，包括新建和改扩建工程。
- 4 适用的设计阶段范围，根据现行规定，水电工程是可行性研究阶段，等同原初步设计深度。

网易 NetEase  
WWW.SHUIGONG.COM  
水利工程网

## 2 引 用 标 准

本标准与 SDJ218《碾压式土石坝设计规范》和 SDJ338《水利水电工程施工组织设计规范》关系密切，故为本标准的引用标准。

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

## 3 总 则

**3.0.1** 本导则与已颁布的 SDJ218、SDJ213—83《碾压式土石坝施工技术规范》配套，是 SDJ338 第三章第五节“碾压式土石坝施工”部分的细化和补充。应与 SDJ338 一起作为编制碾压式土石坝施工组织设计文件的指导原则。

**3.0.2** 本条明确与其他规程、规范的关系。

**3.0.3** 碾压式土石坝不能像混凝土坝那样根据需要制备所要求性能的筑坝材料，而是就地取材，有什么材料就填筑什么材料的坝。而且，施工受水文、气象条件影响较大。因此，本条强调了对当地建材特性和当地建坝条件的认识的重要性，强调从实际出发的基本原则。

**3.0.4** 施工组织设计和建筑物设计关系密切，碾压式土石坝的设计需要更多的考虑筑坝材料的来源、性质和筑坝条件，二者关系尤其密切。坝址和坝型选择、枢纽布置方案、坝体断面和坝料设计，虽然主要由水工专业完成，产品也纳入建筑物设计部分，但应有施工专业参与方案研究。实践证明只有水工、施工两专业密切配合才能使方案更完备、工作少反复周折。

## 4 设计依据、设计与施工条件分析

### 4.1 设计依据

4.1.1 设计所需基本资料分为三大类，即国家法规、上级批示、业主要求类，自然条件类，与之相关的其他专业、其他项目的设计成果类。

### 4.3 施工条件分析

4.3.1 在气候过渡区，存在着距工程所在地最近的气象站所观测的气象资料，并不能很好地代表工程所在地气象特征的情况，因此，在选用气象资料时应当注意。

4.3.2 各种坝料受气象条件影响程度不同，因此气象资料的分析工作应根据碾压式土石坝施工组织设计的工作需要确定。土料需在接近最优含水量的状态下压实，不能在冻结的状态下施工，因此降水 and 气温对施工影响很大。当土料的天然含水量需要做加水或减水处理时，其处理效果与蒸发关系密切。因此，这三个气象指标需作定量分析，除统计月总量、月均量外，还应统计各种量级在各个月份出现的天数，以便预测有效工作日和确定施工时段。其他气象要素需要参考，也应统计月总量和月均量数据，以便定性分析。

该条除要求统计气象要素的数据外，还强调了气象特征分析，作为决策和选择防护措施的依据。

4.3.4 本导则引用 SDJ338 附录五制订的停工标准，但需强调：

- 1 应充分研究当地建材施工特性，特别是土料对含水量变化的敏感性。

- 2 应充分研究当地气候特征，特别是小雨量的雨日特点，以便采取技术措施，争取小雨量的雨日利用。



3 表列停工标准是在不采取特殊施工防护的条件下制定的。  
采取特殊施工防护措施时，不受表列停工标准约束。

4 浓雾对行车和坝面作业有影响，应注意其影响。

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

## 5 施工导流与度汛

碾压式土石坝施工与河道水流控制关系极为密切，因此，单列本章，对碾压式土石坝施工对河道水流控制的特殊要求及其关系作出规定。关于河道水流控制设计请见专项导则。

**5.0.3** 碾压式土石坝施工期间，在无可靠保护措施的情况下是不允许漫坝过水的。因此，常存在导流建筑物工程量大、导流费用高、导流工程自身工期长的问题。随着在干流河段和重要支流上建设水利水电项目的增多，上述问题更加突出。由于工程技术的发展，国内外已有不少工程，特别是以堆石为主体类的坝体，采取了在可靠过水保护的条件下允许坝面过水的施工方案，取得了显著的经济效益，也积累了经验。因此，本条提出有条件的采用坝面过水规定。

坝面过水是碾压式土石坝施工的某一阶段所采取的河道水流控制方式，是有特定适用条件的，应经过技术经济比较论证，保护措施可靠才可采用。

**5.0.4** 碾压式土石坝的度汛标准引自 SDJ338。但原表拦洪库容分为三档，随着工程建设规模的逐渐增大，使用起来已感困难，虽然如此，因上述规范是已颁布施行的，使用时，可根据工程的具体情况确定。天生桥一级水电站面板堆石坝坝体挡水的第一年和第二年，坝体高度已分别达到 112m 和 155m，坝前形成的库容分别为 22 亿  $m^3$  和 65 亿  $m^3$ ，分别采用 300 年和 500 年重现期洪水的度汛标准。

## 6 料场选择和料物开采规划

### 6.2 料场勘探与试验

选择坝体填筑料是碾压式土石坝施工组织设计需要解决的首要问题。不少工程有过教训，在总结经验的基础上，条文强调三点：

1 料场的勘探和试验思路应当开阔，勘探范围由大逐步缩小，勘探深度由浅逐步加深，避免遗漏可能使用的料源，造成勘探、设计工作的反复和施工组织的困难。

2 强调勘探除应查明料场的物理力学特性外，还应查明施工特性。这是料场选择的重要因素之一，常被忽略。

3 强调可能作为坝料的建筑物开挖体的勘探工作，除应满足建筑物设计要求外，还应满足天然建材的勘探要求。

条文中的“开挖料”指为形成建筑物的体型和基础条件而引起的开挖并用作坝料的部分。如经分选的地下工程开挖、溢洪道明挖所得坝料等。以采集料物为主要目的的料场取料称“开采料”，以示区别。

### 6.3 料场选择

6.3.1 自70年代初，振动平碾用于堆石料碾压以后，堆石坝体填筑工艺发生了根本性的变化。对坝体堆石料的要求，已不再是新鲜、坚硬、块大、严格限制细粒含量的传统观念；而应是料物级配良好，便于开采、铺筑和压实，压实体有足够的强度。选料观念的转变，能拓宽选料范围，提高建筑物开挖料的利用率。这是降低碾压式土石坝工程造价、加快施工进度和保证施工质量的重要途径。

6.3.2 土料的选料观念，已在总结国内外筑坝经验的基础上不断更新。防渗性能应满足设计要求，但不必要追求高黏粒含量和

高防渗性能。应重视变形特性和施工特性，这对高坝更为重要。选料观念的转变，可以拓宽选料范围，有利于降低工程造价、加快施工进度和保证施工质量。

## 6.4 料场开采

**6.4.1** 石料开采规划的任务，是根据所选料场的实际情况，确定能满足供料质量（块度、级配）和供料强度要求的开采方案。对于开挖料，取料要同时满足建筑物开挖要求；对于料场取料，应满足环保要求。

在以往的碾压式土石坝施工中，曾在施工过程中遇到因选料不当、料源不足，因而导致重新寻找料源、补充勘探和更换料场的教训，在施工组织上造成困难，经济带来损失，其原因是多方面的，除应更新选料观念，提高勘探精度，加强施工管理外，在设计阶段还应考虑施工的多变性，选择备用料场（区），以提高应变能力。土料和砂砾料也应如此。

**6.4.2** 土料开采规划根据料场特性，强调处理合格后方可上坝，并作好耕植土的存放、还耕规划。

**6.4.3** 砂砾料的开采规划应注意两点：

1 天然砂料料场多分布在河边或河心，因其分布位置较低，开采方案要考虑河道水情影响。

2 反滤料和垫层料的设计级配和砂砾料场的天然级配通常是不一致的，所以常需要分选加工，仅使用部分粒级。这里有两点值得注意，一是应考虑开采获得率，开采范围要划够；二是反滤料、垫层料未用粒级部分的利用和妥善处理。

**6.4.5** 料物的开采和填筑总是很难同步的，即使在进度上安排开挖和填筑同期施工，也难以做到完全同步施工，宜设置储备和调节用的存料场。



## 7 土石方平衡调度规划

### 7.1 土石方平衡

7.1.2 折方系数一般应根据自然方、松方、填筑方的试验干容重计算。该条给出一个参考表，供在无具体试验资料的情况下使用。该表主要参考《水利水电工程施工组织设计手册》和《水利水电建筑工程概算定额》制订。这两份材料推荐的指标见表 1。

表 1 主要参考的折方系数

| 资料来源             | 项 目  | 自然方 | 松 方  | 实 方  |
|------------------|------|-----|------|------|
| 《水利水电工程施工组织设计手册》 | 黏 土  | 1   | 1.27 | 0.90 |
|                  | 壤 土  | 1   | 1.25 | 0.90 |
|                  | 砂    | 1   | 1.12 | 0.85 |
|                  | 爆破块石 | 1   | 1.50 | 1.30 |
|                  | 固结砾石 | 1   | 1.42 | 1.29 |
| 《水利水电建筑工程概算定额》   | 土 方  | 1   | 1.33 | 0.85 |
|                  | 石 方  | 1   | 1.53 | 1.31 |
|                  | 砾 方  | 1   | 1.07 | 0.94 |
|                  | 混合料  | 1   | 1.19 | 0.88 |
|                  | 块 石  | 1   | 1.75 | 1.43 |

注：表中实方即 7.1.2 中的填筑方。

7.1.4 开挖体的可用料和不可用料计算考虑两个基本因素：其一，岩性分选标准，应据岩石特性和坝体填料要求确定，一般将全、强风化岩石作为不可用料，岩性比较软弱的岩石或弱风化岩石可用于次堆石区；其二，开采工艺的损耗，即某些部分岩体，虽然岩性可以使用，但因开采工艺无法分选，只能将其作为不可用料处理。在计算可用料和不可用料时，应考虑实际施工条件，留有余地。

## 8 坝基开挖及地基处理

**8.0.1** 施工程序安排要在截流前完成坝肩岸坡部分的开挖工作，以减少截流后基坑工作量，减少开挖填筑施工干扰，保证安全施工。

**8.0.5、8.0.6、8.0.7** 在许多失事和存在病害的碾压式土石坝中，是由于坝的防渗体与基础连接不好造成的。因此，防渗体岩石基础开挖应尽量减少因爆破引起的破坏，开挖后妥善保护并对缺陷进行处理。

网易 NetEase  
WWW.SHUIGONG.COM  
水利工程网

## 9 大坝的施工程序与进度

### 9.2 拦洪断面

**9.2.1** 大坝度汛拦洪填筑断面设计要作整体稳定、边坡稳定和渗流稳定计算。考虑到坝体尚未填筑到设计坝高，库容远未达到大坝设计的库容，失事所造成的灾害远比大坝建成后失事时为小，而且施工度汛拦洪断面使用期短，尚属临时工程性质，因此，安全系数可以比大坝设计要求适当降低。建议按大坝度汛拦洪填筑断面高度所形成的库容等级取值。

### 9.3 施工进度计划

**9.3.1** 在施工进度计划的编制原则中主要强调三点：

- 1 应坚持科学的、合理的施工程序。
- 2 强调分析关键线路和关键线路上控制工期的工程项目进度安排，应当明确、突出、确保。
- 3 由于施工条件的多变性和施工洪水的不确定性，应充分重视施工期的安全风险，因此，在进度安排上应当留有余地，有应变措施。

## 10 坝体填筑和主要设备选型

### 10.1 上坝方式

10.1.2 所拟6条原则的最终目标是使所选运输方式能满足运输强度和运输质量要求，运输费用低且便于管理，保证运输料物的工程特性和施工特性是上坝方式选择的重要原则。在这个前提下，力求经济和运行管理上的便利。

### 10.2 上坝线路布置

10.2.2 露天矿山公路主要技术标准见表2。

表2 露天矿山公路主要技术标准

| 项目                       |    | 等级     |          |      | 说明  |
|--------------------------|----|--------|----------|------|---|
| 线路(等)                    |    | 一      | 二        | 三    |   |
| 年运量<br>10 <sup>4</sup> t |    | >1200  | 250~1200 | <250 |   |
| 行车密度<br>辆/单向小时           |    | 85~105 | 25~85    | <25  |   |
| 计算行车速度<br>km/h           |    | 40     | 30       | 20   |   |
| 最大坡度<br>%                |    | 7      | 8        | 9    | 在工程特别困难路段可增加1%，三级公路个别地段可增加2%，但在积雪严重及海拔2000m以上地区不得增加 |
| 最小平曲线半径<br>m             |    | 45     | 25       | 15   |   |
| 不设超高的平曲线半径<br>m          |    | 250    | 150      | 100  |   |
| 视距<br>m                  | 停车 | 40     | 30       | 20   |   |
|                          | 会车 | 80     | 60       | 40   |   |



续表

| 项目             |               | 等级    |     |           | 说明                          |  |  |
|----------------|---------------|-------|-----|-----------|-----------------------------|--|--|
| 线路(等)          |               | 一     | 二   | 三         |                             |  |  |
| 竖曲线最小半径<br>m   |               | 700   | 400 | 200       | 当相邻坡度代数差<br>>2%时，应设置竖<br>曲线 |  |  |
| 竖曲线最小长度<br>m   |               | 35    | 25  | 20        |                             |  |  |
| 路基设计洪水重现期<br>年 |               | 50    | 50  | 25        |                             |  |  |
| 双车道路面宽度<br>m   | 车宽<br>分类<br>m | 一     | 2.3 | 7.0       | 6.5                         | 6.0  |  |
|                |               | 二     | 2.5 | 7.5       | 7.0                         | 6.5  |  |
|                |               | 三     | 3.0 | 9.5       | 9.0                         | 8.0  |  |
|                |               | 四     | 3.5 | 11.0      | 10.5                        | 9.5  |  |
|                |               | 五     | 4.0 | 13.0      | 12.0                        | 11.0   |  |
|                |               | 六     | 5.0 | 15.5      | 14.5                        | 13.5   |  |
|                |               | 七     | 6.0 | 19.0      | 18.0                        | 17.0   |  |
|                |               | 八     | 7.0 | 22.5      | 21.5                        | 20.0   |  |
| 单车道路面宽度<br>m   | 车宽<br>分类<br>m | 一     | 2.3 | 4.0       | 3.5                         |  |  |
|                |               | 二     | 2.5 | 4.5       | 4.0                         |  |  |
|                |               | 三     | 3.0 | 5.0       | 4.5                         |  |  |
|                |               | 四     | 3.5 | 6.0       | 5.5                         |  |  |
|                |               | 五     | 4.0 | 7.0       | 6.0                         |  |  |
|                |               | 六     | 5.0 | 8.5       | 7.5                         |  |  |
|                |               | 七     | 6.0 | 10.5      | 9.5                         |  |  |
|                |               | 八     | 7.0 | 12.0      | 11.0                        |  |  |
| 纵坡限制坡长<br>m    | 坡<br>度<br>%   | >4~5  | 700 |           |                             | 当地形条件限制或<br>需要适应开采台阶标<br>高时，限制坡长可采<br>用括号内数值 |  |
|                |               | >5~6  | 500 | 600       |                             |  |  |
|                |               | >6~7  | 300 | 400       | 500                         |  |  |
|                |               | >7~8  |     | 250 (300) | 350                         |  |  |
|                |               | >8~9  |     | 150 (170) | 200                         |  |  |
|                |               | >9~11 |     |           | 100 (150)                   |  |  |

续表

| 项 目        |                | 等 级          |     |              | 说 明          |              |
|------------|----------------|--------------|-----|--------------|--------------|--------------|
| 线路 (等)     |                | 一            | 二   | 三            |              |              |
| 回头曲线主要技术指标 | 计算行车速度<br>km/h | 25           | 20  | 15           |              |              |
|            | 最小曲线半径<br>m    | 20           | 15  | 15           |              |              |
|            | 超高横坡<br>%      | 6            | 6   | 6            |              |              |
|            | 停车视距<br>m      | 25           | 20  | 15           |              |              |
|            | 会车视距<br>m      | 50           | 40  | 30           |              |              |
|            | 最大纵坡<br>%      | 3.5          | 4.0 | 4.5          |              |              |
|            | 双车道路面加宽值<br>m  | 汽车轴距加前悬<br>m | 5   | 1.3          | 1.7          | 1.7          |
|            |                |              | 6   | 1.8          | 2.4          | 2.4          |
|            |                |              | 7   | (2.5)<br>2.0 | (3.3)<br>2.5 | (3.3)<br>2.5 |
|            |                |              | 8   | 2.5          | 3.0          | 3.0          |
| 8.5        |                |              | 2.7 | 3.3          | 3.3          |              |

注：本表摘自 GBJ22—87 《厂矿道路设计规范》。

10.2.3 胶带机的宽度与物料粒径关系可参考表 3 确定。

表 3 胶带机宽度与物料粒径关系

| 带 宽<br>mm  | 500 | 650 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 |
|------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 最大粒径<br>mm | 150 | 200 | 300 | 400  | 500  | 600  | 700  | 800  |

注：最大粒径组含量应不超过 15%。

胶带机最大允许纵坡可参考表 4 确定。

表 4 胶带机最大允许纵坡

| 物料名称    | $\beta$ |           |
|---------|---------|-----------|
|         | 向上      | 向下        |
| 土料      | 20°~23° | 16°~18°   |
| 砂料      | 15°~22° | 12°~17.5° |
| 砾石      | 16°     | 13°       |
| 天然砂石混合料 | 18°     | 14.5°     |

### 10.3 坝料填筑

**10.3.2** 实践证明，堆石料在碾压前洒水浸润是必要的，应在铺料后碾压前洒水，洒水量应不少于堆石填筑体积的 10%~20%，但冰冻期因水冰冻无法压实，所以不应加水。

### 10.4 施工设备选型

**10.4.1** 施工设备选型除应遵循适用、高效的基本原则外，在条文中还强调了类型比较单一、通用性好的原则。所谓通用性有两层含义：一是指一般施工企业通常有的设备，避免为本工程的施工需要购置大量专用设备；另一层含义是能适合多种料物使用，这样便于调度，可以减少设备数量，也便于维修管理。

条文中还强调了设备的配套。机械化施工非常忌讳在高度机械化系统中插入人工施工工序。机械选配时，应特别注意诸如超径料的处理、边角和接合部位压实、护坡镶护、反滤料铺料压实等等工序的设备选配。