

P59

备案号:4009—1999



中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5087-1999

水电水利工程围堰设计导则

**Design guide of cofferdam for hydropower
and water conservancy project**

1999—08—02 发布

1999—10—01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5087-1999

水电水利工程围堰设计导则

**Design guide of cofferdam for hydropower
and water conservancy project**

主编部门：长江水利委员会长江水利勘测规划设计研究院

批准部门：中华人民共和国国家经济贸易委员会

批准文号：国经贸电力[1999]740号

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年委托长江水利委员会长江水利勘测规划设计研究院负责本导则的编写工作。

制定本导则是为了提高我国水利水电工程围堰设计水平，保证设计质量。

本导则编制过程中，经历了编制提纲、调查研究、导则编制三个阶段，先后提出了导则的征求意见稿、送审稿和报批稿。原能源部、水利部水利水电规划设计总院分期组织了对提纲、各文本内容等方面的讨论、函审和审查，在吸取了我国已建围堰工程设计、施工、运行经验的基础上，通过多次调整和修改，最后定稿。

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。

本导则起草单位为长江水利委员会长江水利勘测规划设计研究院。

本导则主要起草人：高黛安、蒋乃明、陈珙新、张小厅、夏仲平。

本导则由国家电力公司水电水利规划设计总院负责解释。

目 次

前 言

1 范围..... 5

2 引用标准..... 6

3 总则..... 7

4 设计标准与基本资料..... 8

5 围堰型式选择 10

6 围堰布置 12

7 围堰断面设计 14

8 围堰基础处理设计 17

9 围堰施工设计 19

10 围堰观测与拆除设计 20

1 范 围

本标准给出了水电水利工程围堰的设计导则，适用于大中型水电水利工程的可行性研究阶段和招标阶段的围堰设计。

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。

SDJ 21—78 混凝土重力坝设计规范

SDJ 145—85 混凝土拱坝设计规范

SDJ 218—84 碾压式土石坝设计规范

SDJ 338—89 水利水电工程施工组织设计规范

3 总 则

3.0.1 为正确贯彻 **SDJ338**，保证我国水利水电工程围堰设计质量，特制定本导则。

3.0.2 围堰设计应遵循就地取材，施工方便，结构简单，安全可靠，经济合理的原则。

3.0.3 与永久建筑物结合的围堰，应按永久建筑物标准设计。

3.0.4 围堰设计除了执行本导则外，还应符合现行国家、行业标准的有关规定。

4 设计标准与基本资料

4.1 设计标准

4.1.1 围堰等级应根据被保护的对象、失事后果、围堰工程规模和使用年限按 **SDJ338** 的规定划分为Ⅲ级～Ⅴ级。

4.1.2 围堰设计洪水标准应根据围堰类型和级别按 **SDJ338** 的规定结合风险度综合分析，使所选标准经济合理。

4.1.3 过水围堰的挡水标准应结合河流水文特点、施工工期、挡水时段，经技术经济比较后在重现期 3 年～20 年范围内选定。

4.2 基本资料

4.2.1 坝址的水文、气象条件：实测流量、水位和坝址河段汛期及枯水期水面比降资料；各种频率全年和枯水期时段及分月瞬时最大流量计算值和流量过程线、各种频率逐月及枯水时段旬平均流量计算值；坝址水位流量关系曲线、库容曲线；坝址降雨、冰情、气温及风速资料。

4.2.2 坝址地形、地质条件：实测坝址及围堰范围地形图和地质图，堰址河床覆盖层厚度、颗粒组成及渗透性等特性资料；岩层产状、物理力学指标及渗透性等特性资料；坝址附近建筑材料（防渗土料、块石料及砂砾石料）储量、物理力学指标及开采运输条件等资料。

4.2.3 水工、枢纽布置及工程规模，围堰保护的永久建筑物型式及布置。

4.2.4 施工导、截流方式，模型试验及枢纽工程施工总布置、总进度及施工方案资料。

4.2.5 围堰挡水期水力学条件，包括围堰挡水水位、流量和围堰附近的水流流态、流速资料，施工期河道通航、漂木及排冰情况。

4.2.6 过水围堰运行期的挡水条件和过水水力学条件，包括围堰

顶过流水深、单宽流量、流态及流速资料。

4.2.7 永久建筑物基础开挖施工时对围堰堰体稳定及基础渗透的影响。

4.2.8 围堰运行期泄水建筑物泄流对围堰坡脚的冲刷资料。

4.2.9 围堰运行期堰体迎水坡脚泥沙淤积和河床覆盖层冲刷情况。

5 围堰型式选择

5.1 选择原则

- 5.1.1 堰体运行必须安全可靠，满足稳定、防渗和抗冲要求。
- 5.1.2 围堰型式应结构简单，施工方便，在计划工期内按设计要求建成。
- 5.1.3 围堰基础应选在水文地质简单，易于处理，堰体便于与岸坡或已有建筑物连接的位置。
- 5.1.4 堰体材料宜充分利用当地材料及开挖渣料。
- 5.1.5 围堰堰体便于与永久建筑物相结合。
- 5.1.6 围堰型式应能适应施工和防汛抢险要求。

5.2 土石围堰

- 5.2.1 土石围堰充分利用当地材料，对基础适应性强，施工工艺简单，便于防汛抢险，应优先选用。
- 5.2.2 采用土料防渗的土石围堰，在当地富有砂壤土、风化料或砾质土，且经试验论证能满足防渗要求时，应优先用作防渗土料。
- 5.2.3 若当地无防渗土料或受气候条件影响较大，可选用钢板桩心墙、混凝土心墙、混凝土防渗墙、沥青混凝土防渗墙或土工膜等型式防渗。
- 5.2.4 土石围堰用作纵向围堰时，其坡脚流速宜控制在 5 m/s 以内。若围堰坡脚流速大于 5 m/s ，应专门研究防冲结构措施。
- 5.2.5 土石围堰用作过水围堰，应做好溢流面、堰趾下游基础和两岸接头的防冲保护。过水围堰应分析研究围堰过水水力条件，并通过水工模型试验论证消能防冲措施。

5.3 混凝土围堰

- 5.3.1 混凝土围堰宜建在岩石地基上，适用于纵向围堰和横向过

水围堰。

5.3.2 碾压混凝土围堰造价低，施工简便，可缩短工期，在有条件时，应优先采用。

5.3.3 纵向混凝土围堰，主要受基础抗冲流速控制，应研究基础防冲保护措施。

5.3.4 混凝土过水围堰应通过水工模型试验论证围堰下游消能防冲问题。

5.4 其他型式围堰

5.4.1 浆砌石、木笼、竹笼、草土等围堰型式，应用地区特点较强，可用于当地料源丰富、施工单位经验较多的工程。围堰高度均不宜太高。

5.4.2 钢板桩格型围堰适用于岩石地基或在混凝土基座上建造，也可用于软基，其最大挡水水头应不大于 30m。

6 围堰布置

6.1 布置原则

6.1.1 围堰布置应满足围护的建筑物基础开挖、施工机械及施工道路布置要求，且需满足基坑排水运行要求。

6.1.2 围堰布置应满足堰体及防渗体与岸坡接头或与其他建筑物的连接要求。

6.1.3 围堰布置应通过导截流整体水工模型试验，满足水力学条件及防冲要求。

6.1.4 围堰布置应考虑基础地质条件，以减少围堰基础处理工程量。

6.1.5 围堰布置应避开两岸溪流汇入基坑，当避不开时，应采取相应措施。

6.2 断流围堰布置

6.2.1 上、下游断流围堰布置宜选在离坝轴线较近，河道顺直，工程量较小，地形、地质条件较好，施工简便的位置。

6.2.2 上、下游横向围堰迎水面坡脚距导流泄水建筑物进出口的距离，应满足围堰坡脚防冲要求。

6.2.3 断流围堰宜布置成直线，若地形、地质条件较好，上游围堰亦可布置成拱型。

6.2.4 上、下游过水围堰轴线宜与河道水流流向垂直。

6.3 分期围堰布置

6.3.1 一期围堰对河床束窄程度可控制在 $40\% \sim 60\%$ 之间。纵向围堰位置应按分期导流流量结合枢纽布置，地形、地质条件，施工通航，河床防冲要求，综合比较后确定。

6.3.2 横向围堰轴线与纵向围堰轴线的交角宜控制在 $90^\circ \sim 120^\circ$ 之

间。

6.3.3 纵向围堰防渗体必须与横向围堰的防渗体形成封闭接头。

6.3.4 纵向围堰的长度应满足横向围堰坡脚防冲要求。

6.3.5 纵向围堰宜布置成直线并应满足二期泄水建筑物进流条件。

6.3.6 纵向围堰背水坡脚距永久建筑物基础开挖边坡开口线的距离必须考虑对堰基稳定的要求。

7 围堰断面设计

7.1 断面设计要求

7.1.1 不过水围堰堰顶高程应按设计洪水的静水位加波浪高度，并计入安全超高，其安全超高值应不低于表 7.1.1 所列数值。

土石围堰防渗体顶部高程在设计洪水静水位以上的超高值与防渗型式有关，心墙式防渗体应为 0.6m~0.3m；斜墙式防渗体应为 0.8m~0.6m。

表 7.1.1 不过水围堰堰顶安全超高下限值 m

围 堰 型 式	堰 顶 级 别	
	Ⅲ	Ⅳ~Ⅴ
土 石 围 堰	0.7	0.5
混 凝 土 围 堰	0.4	0.3

7.1.2 过水围堰堰顶高程应按设计洪水静水位加波浪高度确定，不另计安全超高值。

7.1.3 为满足施工需要和防汛抢险要求，各类围堰堰顶宽度宜按下列有关数值选用：土石围堰 7m~10m，混凝土围堰 3m~6m。

7.1.4 围堰断面设计应根据堰地质条件、筑堰材料性能、施工条件、施工工艺等因素初步拟定，再通过结构计算予以确定。

7.1.5 土石围堰防渗土料堰体与堰壳之间应设置反滤层。反滤料应优先选用天然级配砂砾料一次铺成。

7.2 水力计算

7.2.1 纵向围堰应按束窄河床进行各期导流水力计算，确定河道各束窄断面的设计洪水水位和流速、流态，用以确定纵向围堰防冲措施及河道通航条件。

7.2.2 过水围堰应在设计洪水标准范围内选择最不利情况进行水

力计算，研究改善水力条件及防冲设施。

7.2.3 土石围堰应进行渗流计算，根据浸润线研究堰体、堰基渗透稳定并计算其渗流量。

7.2.4 建在含有软弱夹层的岩基或软基上的混凝土围堰，应计算堰基渗透稳定和渗流量。

7.2.5 围堰渗流计算应考虑围堰运行中各种条件，选择最不利工况核算堰体及堰坡稳定。

7.2.6 围堰防渗体及堰基的安全渗透比降应根据试验成果经论证后取用。

7.3 稳定计算

7.3.1 围堰稳定安全系数见表 7.3.1。

表 7.3.1 围堰稳定安全系数

围堰型式	级 别	抗 滑	备 注
土石围堰	Ⅲ	≥ 1.2	边坡稳定
	Ⅳ、Ⅴ	≥ 1.05	
混凝土围堰	Ⅲ Ⅳ、Ⅴ	≥ 1.05	按抗剪强度公式计算
		≥ 3	按抗剪断强度公式计算
		≥ 2.5	按抗剪断强度，考虑排水失效

7.3.2 围堰稳定计算应根据围堰型式、围堰材料、工作条件等进行，主要考虑以下荷载：堰体自重、静水压力、扬压力、浪压力、动水压力、泥沙压力、冰压力、孔隙水压力等。

7.3.3 土石围堰宜按极限平衡法计算边坡稳定，均质土石围堰可采用不计条块间作用力的瑞典圆弧法，黏土斜墙和心墙土石围堰可采用折线滑动静力计算法或滑楔法。

7.3.4 混凝土围堰稳定应按抗剪强度公式或抗剪断强度公式进行计算。

- 核算围堰建基面的抗滑稳定。
- 核算围堰岸坡断面抗滑稳定。
- 当围堰基础内有软弱夹层、缓倾角结构面及不利的地形、

地质时，应核算沿最不利结构面的抗滑稳定。

7.3.5 过水围堰运用期，应分别对不同运行水位和不同工作状态（充水、过流、退水）进行堰体及堰基稳定性核算。

7.3.6 土石过水围堰运用期，必须依据过水条件及围堰结构型式特点，对下列堰体部位，进行分部结构的专项设计，除满足水力设计要求外，还应满足强度及稳定要求。

- a) 土石过水围堰进水端及堰顶溢流结构。
- b) 土石过水围堰下游坡护面结构。
- c) 土石过水围堰下游水面衔接及消能防冲措施。
- d) 土石过水围堰两岸防冲措施。

7.4 应 力 计 算

7.4.1 混凝土重力式围堰建基面和堰体垂直正应力应按 **SDJ21** 进行计算。

7.4.2 混凝土重力式围堰在设计洪水位时，迎水面允许有主拉应力 $0.1\text{MPa}\sim 0.15\text{MPa}$ ，堰体允许有主拉应力 0.2MPa 。

7.4.3 混凝土拱形围堰应力应按 **SDJ145** 中应力分析方法进行计算。

7.4.4 土石围堰垂直沉降变形应按 **SDJ218** 中的公式进行计算。

7.4.5 重要的和高水头的围堰除应按常规方法计算外，尚应采用有限元方法分析堰体及堰基的应力和应变。

8 围堰基础处理设计

8.1 一般规定

8.1.1 围堰基础处理应满足下列条件：

- a) 基础渗透稳定和控制渗水量的要求。
- b) 围堰变形和不均匀沉陷的要求。
- c) 堰体稳定要求。

8.1.2 堰基砂砾石层的防渗处理措施应考虑防渗可靠、施工方便、造价低、工期短，且有利于拆除等因素。

8.1.3 堰基防渗体与堰体防渗墙的连接，堰基防渗体与岸坡或建筑物接头防渗处理，应满足渗透稳定的要求。

8.1.4 围堰基础覆盖层下的基岩灌浆处理，应在分析研究基岩地质条件和建筑物级别等因素后确定。

8.2 防渗处理

8.2.1 在下列条件下宜采用铺盖防渗处理：土石围堰挡水水头不高，附近有适宜筑铺盖的土料，铺盖土料渗透系数小于 $0.1 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

8.2.2 覆盖层较浅，具备水下开挖施工条件，宜用截水槽防渗处理。截水槽尺寸必须满足防渗料与基岩接触面的容许渗透比降要求。

8.2.3 覆盖层厚度大于 **20m**，宜用混凝土防渗墙及柔性材料防渗墙处理。

8.2.4 砂土冲积层或砂砾石层中卵石含量小于 **40%**，且无大漂石，覆盖层厚度小于 **15m**，宜用钢板桩防渗墙处理。

8.2.5 根据覆盖层厚度和组成情况，可比较选用水泥或黏土水泥灌浆、高压喷射灌浆、板桩灌注墙、泥浆槽防渗墙等防渗处理方式。

8.3 其 他 处 理

8.3.1 在覆盖层较浅时，围堰基础可作挖除处理。

8.3.2 为防止堰基变形、液化、不均匀沉陷，可进行振冲加固、强夯等技术处理。

9 围堰施工设计

- 9.0.1** 围堰施工进度应满足工程施工总进度的要求。
- 9.0.2** 围堰施工设计应根据施工总进度的要求，确定施工进度、施工程序、施工方法、施工机械设备配置及劳动力数量、施工布置等。
- 9.0.3** 土石围堰堰体填料应做好料场规划和土石方平衡设计。
- 9.0.4** 用黏性土料做防渗体的土石围堰堰体或混凝土堰体的施工设计应有冬、雨季施工措施设计。
- 9.0.5** 混凝土围堰宜在临时低土石围堰围护下干地施工。施工设计应研究土石围堰施工、基坑排水、混凝土围堰基础开挖和混凝土浇筑进度和度汛要求。
- 9.0.6** 混凝土围堰施工可选用起重机起吊混凝土料罐入仓、混凝土泵入仓、汽车直接入仓和胶带机输送混凝土入仓等方案。
- 9.0.7** 碾压混凝土围堰应研究适合碾压混凝土围堰施工特点的施工布置、施工程序、施工强度和所需机械设备。
- 9.0.8** 混凝土围堰采用水下施工，应根据堰址水文、地形、地质资料研究确定水下清基、水下立模、水下浇筑混凝土的施工方案。
- 9.0.9** 根据堰址地形、地质、水文等条件，可选用钢板桩格型围堰、草土围堰、框架填石围堰、沉井等围堰，并做好围堰施工设计。

10 围堰观测与拆除设计

10.0.1 围堰运行期间，应进行下列项目观测：

- a) 堰体垂直位移和水平位移；
- b) 上、下游水位；
- c) 围堰堰基、堰体和两岸渗水量；
- d) 裂缝、堰体局部坍塌、堰基翻砂冒水等围堰外部观测；
- e) 过水围堰表面流速及流态。

10.0.2 重要围堰，采用新型式、新结构、新材料、新工艺的围堰，应进行原型观测设计。

a) 土石围堰观测堰体内部水平位移及土体应力、应变，总应力及孔隙压力，防渗墙应力、应变，堰基渗压观测等。

b) 混凝土围堰观测堰体应力、应变，堰基应力、应变，堰体及堰基渗压观测。

10.0.3 围堰拆除范围、拆除宽度和高程，应提出拆除设计。

10.0.4 围堰拆除设计根据施工总进度要求研究确定拆除时段、拆除程序、拆除方法和所需施工设备。