

UDC

中华人民共和国行业标准

P

SL 269—2001

水利水电工程沉沙池设计规范

**Design code for desilting basin
of water conservancy and hydropower projects**

2001-07-19 发布

2001-12-01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国行业标准

水利水电工程沉沙池设计规范

**Design code for desilting basin
of water conservancy and hydropower projects**

SL269—2001

主编单位:水利部山西水利水电勘测设计研究院

批准部门:中华人民共和国水利部

施行日期:2001 年 12 月 1 日

中华人民共和国水利部
关于批准发布《水利水电工程沉沙池设计规范》
SL269—2001 的通知

水国科 [2001] 290 号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市、计划单列市水利（水务）厅（局），新疆生产建设兵团水利局：

经审查，批准《水利水电工程沉沙池设计规范》为水利行业标准，并予发布。标准的编号为 **SL269—2001**。

本标准自 2001 年 12 月 1 日起实施。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇一年七月十九日

前 言

SL269—2001《水利水电工程沉沙池设计规范》是根据水利部水利水电技术制定、修正计划，由水利水电规划设计管理局（98）水规技便字第 12 号文下达的任务安排制定，按照 **SL01—97《水利水电技术标准编写规定》**编制的。

沉沙池的设计涉及水文泥沙、水轮机和水泵、水力学、技术经济及水工建筑物等多学科专业。且我国地域辽阔，各流域水系的水沙状况差异较大，水利工程与水电工程的沉沙池也有很大不同。上述情况形成本规范的特殊性。

本规范共 10 章 4 个附录。10 章分别为：总则；术语、主要符号；设计资料；沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准；位置及类型选择；工程布置；主要尺寸确定；结构设计；运行设计；原型观测和安全监测设计。4 个附录分别为：沉降计算方法；悬移质泥沙沉速计算；水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算；水电站沉沙池有压及无压排沙水力学计算。

本规范解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本规范主编单位：水利部山西水利水电勘测设计研究院

副主编单位：国家电力公司成都勘测设计研究院

参编单位：水利部西北水利科学研究所

本规范主要起草人：黎运葵 杨晋营 胡克让

谭伟民 曹鉴湘 王仁龙

李杜元 李国梁 刘期勇

陈 星 刘旭东

目 次

1	总则	(7)
2	术语、主要符号	(8)
2.1	术语	(8)
2.2	主要符号	(12)
3	设计资料	(13)
3.1	基本资料	(13)
3.2	入池含沙量及颗粒级配	(13)
4	沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(15)
4.1	水利灌溉工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(15)
4.2	水电引水工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(16)
5	位置及类型选择	(18)
6	工程布置	(19)
6.1	水力冲洗式沉沙池一般规定	(19)
6.2	连续冲洗式沉沙池布置	(20)
6.3	定期冲洗式沉沙池布置	(20)
6.4	条渠沉沙池布置	(21)
7	主要尺寸确定	(22)
7.1	一般规定	(22)
7.2	工作深度计算	(22)
7.3	工作宽度计算	(23)
7.4	工作长度计算	(24)
7.5	工作段纵向底坡	(25)
7.6	水力冲洗式沉沙池冲洗计算	(25)
8	结构设计	(26)
9	运行设计	(27)

10	原型观测和安全监测设计	(28)
10.1	一般要求	(28)
10.2	定期冲洗式沉沙池原型观测和监测	(28)
10.3	连续冲洗式沉沙池原型观测和监测	(29)
10.4	条渠沉沙池原型观测和监测	(29)
附录 A	沉降计算方法	(30)
A.1	水面线计算	(30)
A.2	沉降率计算	(31)
A.3	恢复饱和系数	(32)
A.4	淤积计算	(32)
附录 B	悬移质泥沙沉速计算	(35)
附录 C	水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算	(37)
附录 D	水电站沉沙池有压及无压排沙水力学计算	(40)
D.1	有压排沙水力学计算	(40)
D.2	无压排沙水力学计算	(42)
	本规范的用词和用语说明	(43)

1 总 则

- 1.0.1** 为统一水利水电工程引水建筑物中沉沙池设计的技术标准,保证设计质量,推动沉沙池工程技术发展,特制定本规范。
- 1.0.2** 本规范适用于大中型水利水电工程中 3 级及 3 级以上用以处理悬移质泥沙的沉沙池设计。
- 1.0.3** 沉沙池设计中,应做好基本资料分析工作。对重要工程应用理论分析和模型试验相结合的方法,确定沉沙池主要布置尺寸。
- 1.0.4** 沉沙池设置及设计,必须进行技术经济比较。
- 1.0.5** 沉沙池应进行运行设计,并应与枢纽工程的运行协调一致。
- 1.0.6** 沉沙池设计中,应提出泥沙原型观测和安全监测设计。
- 1.0.7** 沉沙池设计,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家及行业现行有关标准。

2 术语、主要符号

2.1 术 语

2.1.1 沉沙池 desilting basin

用以沉降挟沙水流中泥沙颗粒大于设计沉降粒径的悬移质泥沙、降低水流中含沙量的建筑物。

按运行方式,可分为水力冲洗式沉沙池和非冲洗式沉沙池。水力冲洗式沉沙池可分为连续冲洗式沉沙池和定期冲洗式沉沙池。

2.1.2 连续冲洗式沉沙池 continuous flushing desilting basin

在连续供水的同时,将沉落的泥沙连续不断地冲排入下游河道的沉沙池。连续冲洗式沉沙池由上游联接段、工作段、下游联接段、排沙廊道等部分组成,如图 2.1.2-1 和图 2.1.2-2 所示。

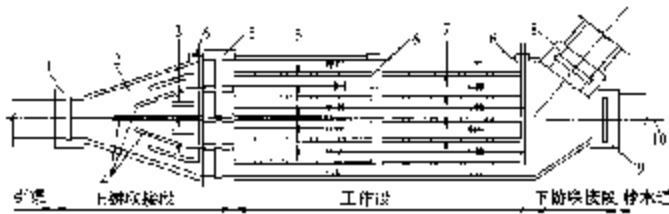


图 2.1.2-1 单室连续冲洗式沉沙池

1—进口闸; 2—扩散段; 3—冲沙支廊道; 4—配水墩; 5—整流栅段; 6—冲沙主廊道; 7—梯形槽壁; 8—事故冲沙闸; 9—出口闸; 10—沉沙池中心线

2.1.3 定期冲洗式沉沙池 periodic flushing desilting basin

沉沙与冲沙交替运行连续供水的沉沙池。即当沉沙池中某池室淤积到一定程度后,出池含沙量及其粒径超过泥沙沉降设计标准时,及时进行冲洗,以恢复沉沙容积,同时已将已冲洗后恢复沉沙容积的另一池室投入沉沙运行。定期冲洗式沉沙池由上游联接段、工作段(包括溢流堰区)、集水和排沙系统等组成,如图 2.1.3 所示。

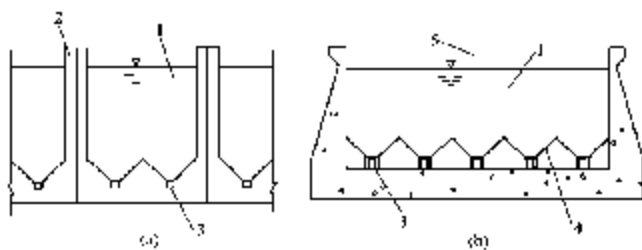


图 2.1.2—2 连续冲洗式沉沙池池室横断面

(a)多室式;(b)单室式

1—沉沙室;2—隔墙;3—冲沙支廊道;4—梯形槽壁;5—沉沙池中心线

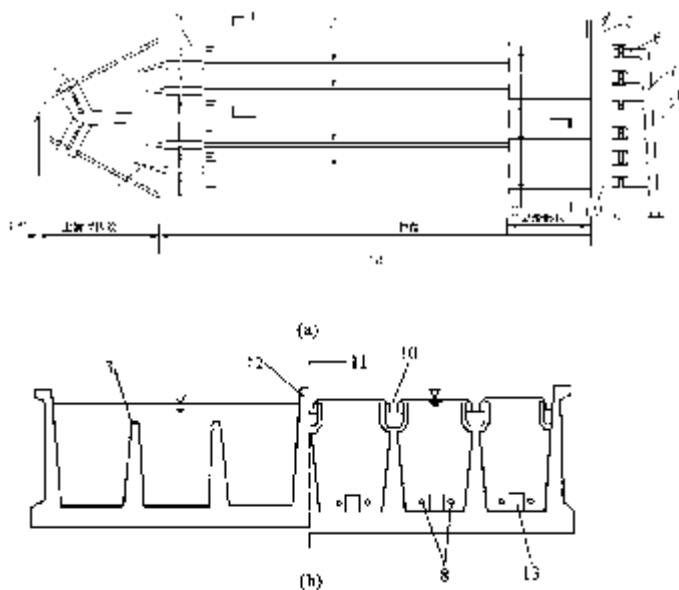


图 2.1.3 定期冲洗式沉沙池布置图

(a)平面图;(b) I—I 剖面图

1—池室进口闸;2—池厢进口闸;3—池厢隔墙;4—配水墩;5—输水道;
6—冲沙闸;7—排沙道;8—排沙底孔;9—横向集水槽;10—侧向集水槽;
11—沉沙池中心线;12—池室隔墙;13—冲沙闸孔

2.1.4 条渠沉沙池 desilting channel

利用天然洼地、滩涂,筑成的长度较长的宽浅土渠沉沙池。淤满后可还耕或清淤后可重复利用,也可应用于堤防淤培。条渠沉沙池由进口段、工作段、出口段等组成,如图 2.1.4—1 和图 2.1.4—2 所示。

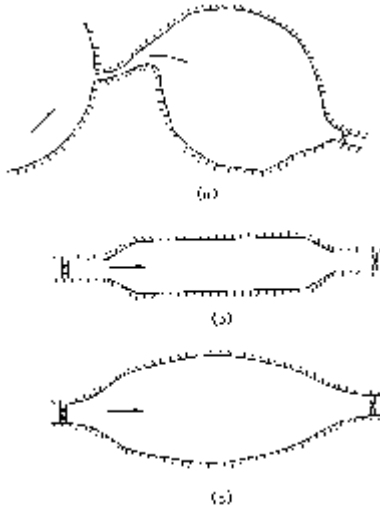


图 2.1.4—1 沉沙条渠平面型式
(a)湖泊型;(b)条带型;(c)梭型

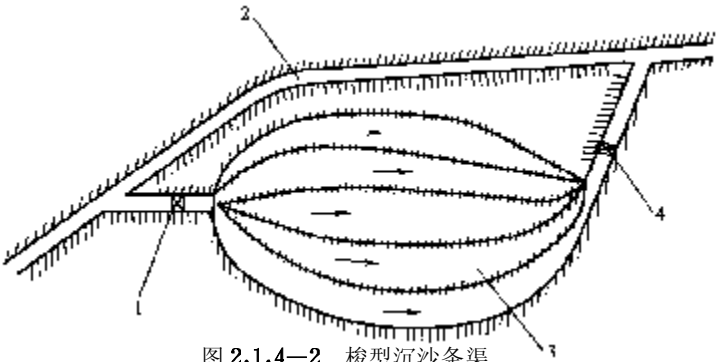


图 2.1.4—2 梭型沉沙条渠
1—进水闸;2—渠道;3—沉沙条渠;4—节制闸

2.1.5 工作段 working section

沉沙池中用于沉降泥沙的主要池段。

2.1.6 工作长度 working length

沉沙池工作段的长度。

2.1.7 工作宽度 working width

沉沙池工作段的净宽度。梯形断面沉沙池为正常水位以下的平均净宽度。

2.1.8 工作深度 working depth

沉沙池工作段正常水位以下至泥沙淤积高程之间的水深。

2.1.9 工作流量 working flow

对连续冲洗式沉沙池，为引用流量与冲沙流量之和；对定期冲洗式水利工程沉沙池，为引用流量与池末底孔排沙流量之和；对定期冲洗式水电工程沉沙池和非冲洗式沉沙池，为引用流量。

2.1.10 冲洗流量 flushing flow

定期冲洗式沉沙池，沉沙与冲沙交替运行，池室（厢）冲沙时，经进口闸引入冲沙的流量。引渠设计流量不得小于沉沙池工作流量与冲洗流量之和。

2.1.11 池室 basin chamber

按工作流量、工作宽度和工作深度，由高于正常水位的隔墙，将工作段平行水流方向分成的若干室槽。

2.1.12 池厢 basin tank

定期冲洗式沉沙池中，根据冲沙流量，由高于设计淤积面以上的冲沙水位的隔墙，将池室平行水流方向分隔成的若干厢槽。

2.1.13 溢流堰区 overflow area

定期冲洗式水利工程沉沙池工作段尾部设有溢流堰，用以引取表层水的区段。

2.1.14 过机多年平均含沙量 average annual sediment concentration through turbine

通过水轮机的多年输沙量与过机多年引水量之比。

2.1.15 粗粒径含沙量 coarse sediment concentration

大于沉沙池设计最小沉降粒径的悬移质泥沙含沙量。

2.2 主要符号

B ——工作宽度；

H ——工作段进口水深；

H_e ——工作段进口工作深度；

H_w ——工作段平均工作深度；

H_p ——水泵设计扬程；

H_r ——水轮机额定水头；

L_w ——工作段长度；

S_g ——过泵汛期多年平均含沙量；

S_p ——过机多年平均含沙量；

S_p' ——过机多年平均粗粒径含沙量；

η ——大于某粒径级的沉降率。

3 设计资料

3.1 基本资料

3.1.1 沉沙池设计应收集以下基本资料：

- 1 地形、地质资料；**
- 2 工程所在河段实测悬移质含沙量、颗粒级配(包括分析方法)及水温资料；**
- 3 泵站、水电站沉沙池,应收集悬移质泥沙矿物成分和硬度资料；**
- 4 沉沙池冲排沙道出口为天然河道时,出口处天然河道的水位流量关系；**
- 5 沉沙池边墙临近天然河道时,该河段各级流量水面线；**
- 6 高寒地区河流冰情和气温资料；**
- 7 了解河流污物来源及其特性。**

3.1.2 根据沉沙池类型,应收集以下相关专业资料：

- 1 沉沙池引渠、输水道水位；**
- 2 设计引用流量及其过程；**
- 3 引渠及输水道水流挟沙力；**
- 4 水轮机或水泵过流部件耐磨性能、抗磨措施及大修间隔,水轮机工作水头或泵站单级扬程；**
- 5 灌区渠系布置、干支渠水流挟沙力、灌区调节水库资料、灌区土壤粒径、灌溉效益及环境评价。**

3.2 入池含沙量及颗粒级配

3.2.1 时段平均入池含沙量,应按取水枢纽引水期或汛期引水期的天然河道逐日平均含沙量和逐日引水流量统计计算。

时段平均入池含沙量按下式计算：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^T Q_i S_i}{\sum_{i=1}^T Q_i} \quad (3.2.1-1)$$

$$Q_i = \begin{cases} Q_n & (Q_n \leq Q_d) \\ Q_d & (Q_n \geq Q_d) \end{cases} \quad (3.2.1-2)$$

式中： S ——时段平均入池含沙量 (kg/m^3)；

S_i ——天然河道日平均含沙量 (kg/m^3)；

Q_n ——天然河道日平均流量 (m^3/s)；

Q_d ——设计引用流量 (m^3/s)；

Q_i ——实际引用日平均流量 (m^3/s)；

T ——时段天数。

3.2.2 应根据沉沙池类型、供水特点和河流输沙特性，经分析论证，选用有代表性的入池悬移质泥沙含沙量及颗粒级配特征值作为设计沉沙池的依据。

4 沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.1 水利灌溉工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.1.1 自流灌溉引水含沙量和泥沙粒径超过输水渠道允许挟沙能力和对灌区土壤改良不利时,宜设置沉沙池。沉沙池出池含沙量及泥沙允许粒径,应根据灌排水渠道允许挟沙能力和灌区土壤改良要求,通过技术经济分析后确定。出池泥沙允许粒径不宜大于 0.05mm。

4.1.2 提水灌溉泵站的沉沙池设置,除符合本标准第 4.1.1 条规定外,还应根据设计过泵多年平均汛期含沙量,按图 4.1.2 初步判别(图中 A 区为可不设置泥沙池,C 区为宜设置沉沙池),并经进一步技术经济比较后确定,出池泥沙允许粒径不宜超过 0.05mm。

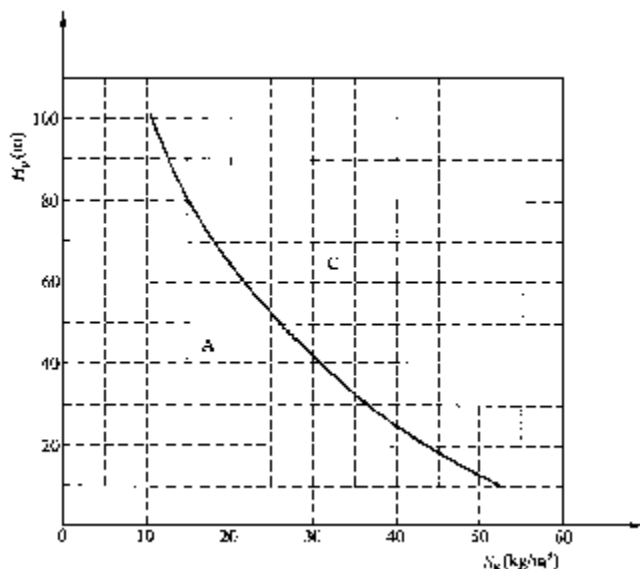


图 4.1.2 提水灌溉泵站设置沉沙池的初步差别条件图

4.1.3 大于等于泥沙允许粒径的泥沙沉降率宜取 80%~85%。

4.2 水电引水工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.2.1 设置沉沙池的初步判别条件：当过机多年平均含沙量 S_p 及过机多年平均粗粒径含沙量 S'_p 与水轮机额定水头 H_T 的交点处

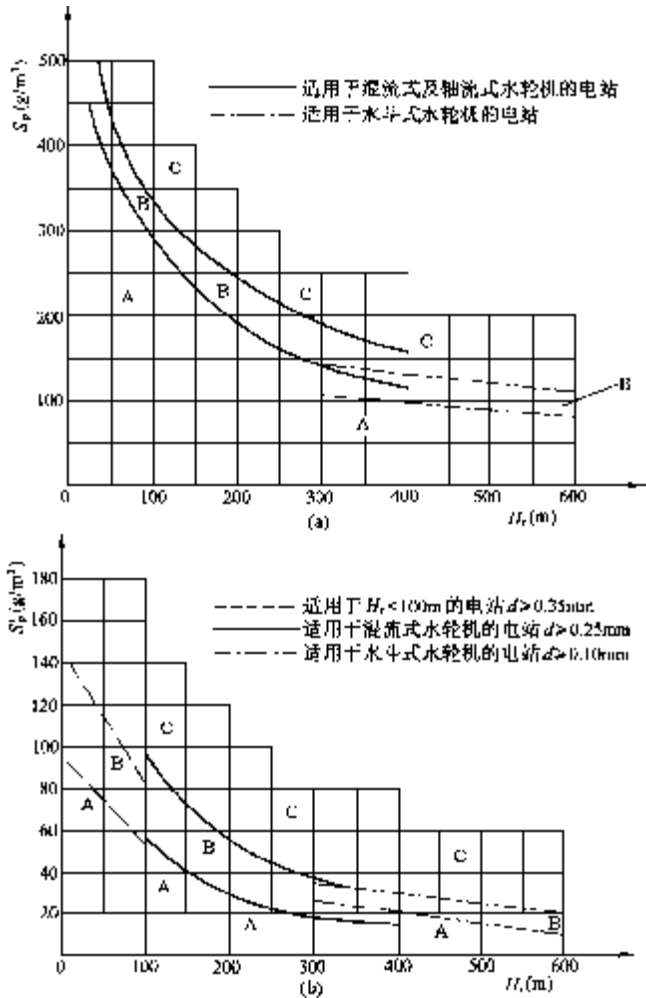


图 4.2.1 水电站设置沉沙池的初步判别条件图

于图 4.2.1 (a)、(b) 的 A 区时,可不设置沉沙池;若均处于图 4.2.1 (a)、(b) 的 C 区时,宜设置沉沙池;若均处于图 4.2.1 (a)、(b) 的 B 区时,只有水轮机在水力、结构设计及过流部件材料选用方面均采用了可靠的抗磨措施,可不设置沉沙池。

4.2.2 水电站设置沉沙池,应在水轮机泥沙磨损程度及磨损危害分析计算的基础上,考虑电站在系统中的作用、枢纽布置条件、沉沙池的投资、泥沙特性、水轮机的耐磨水平、电站效益及运行检修要求等,进行技术经济比较后确定。

4.2.3 水电站沉沙池设计最小沉降粒径标准见表 4.2.3。

表 4.2.3 水电站沉沙池设计最小沉降粒径

额定水头 (m)	600~300	400~100	<100
设计最小沉降粒径 (mm)	0.10	0.25	0.35

注:表中 600~300m 水头段只限于水斗式水轮机。

4.2.4 大于等于设计最小沉降粒径的泥沙沉降率,宜取为 80%~85%。

5 位置及类型选择

5.0.1 沉沙池的位置宜邻近首部取水枢纽进水口,当受地形条件限制或冲沙水头不能满足要求时,可沿引水道下移至适当的位置,亦可布置为地下式;布置沉沙池应合理利用地形地质条件,避开不良地段,否则应采取相应工程措施。

5.0.2 沉沙池按用途可分为水利工程沉沙池和水电工程沉沙池。水利工程沉沙池宜采用定期冲洗式沉沙池或条渠沉沙池,也可采用连续冲洗式沉沙池。水电工程沉沙池宜采用定期冲洗式沉沙池或连续冲洗式沉沙池。

5.0.3 水力冲洗式沉沙池应具有足够的冲沙水头及流量。若地形开阔,宜选用定期冲洗式沉沙池;地形狭窄,宜选用连续冲洗式沉沙池。

5.0.4 水利工程定期冲洗式沉沙池可结合枢纽工程总体布置,设置首部低扬程泵站来满足冲沙水头要求。

5.0.5 山区、丘陵区且有足够冲洗水头的水利工程沉沙池,在对环境无不利影响条件下,宜选用定期冲洗式沉沙池。平原地势低洼地区或滩涂地带的水利工程沉沙池,宜选用条渠沉沙池;如有必要,后期可增设泵站,扬水沉沙。

5.0.6 当无冲洗条件时,可采用机械清淤式沉沙池。采用机械清淤的沉沙池应有足够的堆沙场地,且不致对该地区环境和工程造成不利影响。

6 工 程 布 置

6.1 水力冲洗式沉沙池一般规定

6.1.1 沉沙池的引渠必须满足设计引用流量和含沙量范围内正常输水。宜在引渠适当位置设置溢流、排沙设施。

6.1.2 沉沙池轴线宜与其进口前的引渠轴线的延线重合,并应采取措使进入沉沙池工作段水流的流速分布均匀。

6.1.3 上游联接段的布置应使水流均匀扩散至沉沙池工作段,并符合下列要求:

1 联接段平面布置宜采用对称扩散形式,单侧扩散角不宜大于 12° 。采用非对称扩散型式,两侧扩散角之和不宜大于 24° 。该段底板与工作段池底联接处不应出现跌坎。

2 在联接段中应设配水墩或其他整流设施,其位置、尺寸及方向应通过模型试验确定。

3 定期冲洗式沉沙池应设池室进口闸,池室内设有池厢时,应设池厢进口闸,进口闸的孔数应与池室(厢)数一致。池室(厢)进口闸闸槛顶应与其上游底板齐平或略高,并宜高于池室(厢)设计泥沙淤积面。有污物来源的应在进口闸设拦污栅及清污设施,闸室尺寸应满足闸门、启闭机、拦污栅及清污设施的布置和运行要求。闸门应满足局部开启工况要求。

4 进口闸后整流栅的排距、栅距或配水墩的布置等应根据模型试验确定。

6.1.4 沉沙池工作段除满足沉沙要求外,还应满足冲洗排沙要求。

6.1.5 定期冲洗式沉沙池末端应设冲沙闸。冲沙闸的闸门及启闭机应满足闸门局部开启工况要求。

6.1.6 排沙道宜采用无压排沙形式,其纵坡不应缓于沉沙池工作段纵坡。排沙道出口应有抗冲、防淤措施并使排沙通畅。出口应

不受河道常年洪水（重现期两年）顶托，必要时可设防洪闸。

6.2 连续冲洗式沉沙池布置

6.2.1 连续冲洗式沉沙池冲洗系统应由若干条支廊道和主廊道组成。

6.2.2 连续冲洗式沉沙池工作段池底可沿池宽方向做成若干倒梯形槽，槽壁坡角（与水平向夹角）宜大于泥沙水下休止角。槽底板应布置进沙孔并与冲沙支廊道相通。

6.2.3 连续冲洗式沉沙池冲洗系统支廊道应顺水流方向布置于池底进沙孔下。各条支廊道应分别汇入一条主廊道。沉沙池工作段内宜设置多个冲洗系统，前段冲洗系统的支廊道长度宜短于后段冲洗系统的支廊道长度。

6.2.4 主、支廊道应具有良好的水力条件，并应采取抗磨措施。冲沙主廊道出口应有抗冲、防淤措施并保证排沙通畅。

6.2.5 单室连续冲洗式沉沙池宜在沉沙池工作段末端设置事故冲沙闸。

6.2.6 水电站沉沙池宜在沉沙池工作段、引渠或输水道适当部位设置旁侧溢流堰，堰顶高程宜略高于沉沙池运行水位。溢流能力应根据水电站机组丢弃负荷和进水闸可能引入过多流量等因素确定。

6.2.7 水电站沉沙池下游联接段宜采用逐渐收缩型式。当其下游为有压引水道时，该段水深应满足有压进水口最小淹没深度要求。

6.3 定期冲洗式沉沙池布置

6.3.1 水利工程定期冲洗式沉沙池的工作段除符合本规范第6.1.4条规定外，还应符合下列要求：

1 池室的边墙和隔墙应高于正常水位 $0.5\sim 0.7\text{m}$ ，各墙与相应的池室进口闸的闸墩相联接。

2 当池室内设有池厢时，各池厢间的隔墙应与相应的池厢进口闸的闸墩相联接，墙顶应高于设计泥沙淤积面以上的冲沙水面

高程。

3 池室宜为钢筋混凝土结构,边墙、隔墙的迎水面边坡不宜缓于 1:0.1。

4 应在工作段尾部设置侧向、横向溢流堰和集水槽,溢流堰顶水深宜小于 0.1m,溢流堰和集水槽均应满足自由出流条件。通过水力学计算,合理确定侧向和横向集水槽的断面。

6.3.2 应在池末横墙底部设置排沙孔,排沙孔的流量可取工作流量的 5%~8%。每池厢的排沙孔不宜少于 2 孔。

6.3.3 当沉沙池出口邻近下游输水道的提水泵站时,宜在输水道的适当位置设置旁侧溢流堰,堰顶高程和堰宽应根据泵站机组突然停机及沉沙池可能出池流量计算确定。

6.3.4 水电站定期冲洗式沉沙池下游联接段后输水道应设置出口闸。

6.4 条渠沉沙池布置

6.4.1 条渠沉沙池可根据地形条件布置为湖泊形、条带形或梭形;亦可根据地形和运用条件布置为以挖待沉、自流沉沙、扬水沉沙或分期实施的自流与扬水结合等形式。

6.4.2 条渠沉沙池进、出口宜设置节制闸。条渠宜按上、中、下段分段布置。

6.4.3 条渠沉沙池的围堤、格堤边坡应根据筑堤上料的特性以及条渠的规模等确定,堤顶高程应通过水面波浪爬高计算确定,堤顶宽度应满足防护交通要求。

6.4.4 在布设条渠时,应采取有效的防渗、截渗和排渗措施。沉沙条渠用完还耕后,应建排灌系统。

7 主要尺寸确定

7.1 一般规定

7.1.1 沉沙池主要尺寸应根据地形地质条件拟定不同方案,经技术经济比较后确定。

7.1.2 沉沙池主要尺寸应符合本标准第4章中规定的泥沙沉降设计标准的要求。

7.2 工作深度计算

7.2.1 定期冲洗式沉沙池工作段进口水深和进口工作深度的计算要求如下:

1 工作段进口水深,应满足下式:

$$H \leq \Delta Z + \frac{q}{v_c} - (iL_w + i_0 L_0) \quad (7.2.1-1)$$

式中 H ——工作段进口水深 (m);

ΔZ ——工作段进口水位与排沙道出口天然河道水位差 (m);

q ——排沙道冲沙单宽流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$]

v_c ——排沙道出口冲沙流速 (m/s);

i ——沉沙池工作段底坡;

L_w ——沉沙池工作段长度 (m),水利工程定期冲洗式沉沙池包括溢流堰区长度;

i_0 ——排沙道底坡;

L_0 ——排沙道长度 (m)。

2 工作段进口工作深度按下式计算:

$$H_e = H - \Delta H_k \quad (7.2.1-2)$$

式中: H_e ——工作段进口工作深度 (m);

ΔH_k ——工作段进口设计泥沙淤积厚度 (m),初拟方案时,水

利工程定期冲洗式沉沙池可选 $(0.5 \sim 0.6)H$; 水电站定期冲洗式沉沙池可选 $(0.25 \sim 0.3)H$ 。

7.2.2 连续冲洗式沉沙池工作段进口工作深度,应满足下式要求:

$$H_e \leq \Delta Z_1 - (1 + \sum \xi) \frac{v_c^2}{2g} - v_c^2 \int_0^L \frac{dl}{c^2 R} \quad (7.2.2)$$

式中: ΔZ_1 ——沉沙池运行水位与廊道出口处顶的高差(m);

$\sum \xi$ ——局部水头损失系数总和;

L ——支、主廊道总长度(m);

c ——谢才系数;

R ——水力半径(m)。

7.2.3 条渠沉沙池水深宜选择在 $2.0 \sim 3.5\text{m}$,并按附录A计算。

7.3 工作宽度计算

7.3.1 工作宽度可按式计算:

$$B = \frac{Q}{H_w v} \quad (7.3.1)$$

式中 Q ——工作流量(m^3/s);

v ——工作段平均流速,初拟方案时,可在下列范围内选择:当沉降最小粒径为 $0.05 \sim 0.10\text{mm}$ 时,其值可选 $0.05 \sim 0.15\text{m/s}$;当沉降最小粒径为 0.25mm 时,其值可选 $0.25 \sim 0.55\text{m/s}$;当沉降最小粒径为 0.35mm 时,其值可选 $0.40 \sim 0.8\text{m/s}$;

H_w ——平均工作深度(m)。

7.3.2 水力冲洗式沉沙池单室工作宽度与平均深度之比不宜大于4.5。

7.3.3 定期冲洗式沉沙池工作段分厢宽度应满足下式:

$$b_s = \frac{Q'_s}{q_s} \quad (7.3.3)$$

式中 b_s ——定期冲洗式沉沙池工作段分厢宽度(m);

Q'_s ——池厢冲洗流量 (m^3/s);

q_s ——池厢单宽冲洗流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$].

7.3.4 条渠沉沙池工作宽度可用式 (7.3.1) 初选尺寸, 当出池泥沙允许粒径不宜大于 0.05mm 时, v 值可按 $0.20 \sim 0.40\text{m/s}$ 初选。

7.4 工作长度计算

7.4.1 应初拟沉沙池多个主要尺寸方案, 按附录 B 计算沉速, 按附录 A 计算泥沙沉降率, 在符合第 7.1 节规定的原则下, 确定沉沙池工作段计算长度。

沉沙池工作段设计长度宜取计算长度的 1.2 倍。

必要时应通过模型试验, 验证悬移质出池含沙量和大于等于设计最小沉降 (或大于等于允许) 粒径的泥沙沉降率。

7.4.2 条渠沉沙池的长度, 按附录 A 有关规定计算各时段出池分组含沙量。当出池含沙量及泥沙允许粒径接近第 4.1.1 条~第 4.1.3 条规定的标准上限时, 可将其累积运行时间作为条渠使用期限或清淤周期。

7.4.3 定期冲洗式沉沙池, 当设有侧向溢流堰时, 可根据工作段尾部溢流堰区的堰前含沙量垂线分布计算出池分组含沙量。各池室的侧向溢流堰合计长度可按下式计算:

$$L_e = \frac{1}{\beta} \left[\frac{Q_f}{m\sqrt{2g}h_f^{3/2}} - b_f \right] \quad (7.4.3)$$

式中 L_e ——池室侧向溢流堰合计长度 (m);

Q_f ——池室引用流量 (m^3/s);

b_f ——池室横向正堰宽度 (m);

h_f ——堰顶平均水深 (m);

g ——重力加速度 (m/s^2);

m ——流量系数;

β ——溢流堰的侧向影响系数。

7.5 工作段纵向底坡

7.5.1 定期冲洗式沉沙池的工作段应具有足够的纵向底坡,且应满足下式:

$$i \geq \frac{v_{1c}^2}{c^2 R} \quad (7.5.1)$$

式中 v_{1c} ——工作段冲沙流速 (m/s)。

7.5.2 条渠沉沙池的纵向底坡可根据地形条件,结合条渠宽度确定。

7.6 水力冲洗式沉沙池冲洗计算

7.6.1 定期冲洗式沉沙池冲洗周期与淤沙容积的确定应进行技术经济比较。应以设计冲洗周期内的淤积量确定淤沙容积。冲洗周期内的淤积量、淤积时间、冲洗周期按附录 A 计算。

7.6.2 水利工程定期冲洗式沉沙池的冲洗过程,可概化为泄空冲洗、溯源冲洗和沿程冲洗三个阶段,按附录 C 计算。必要时,应通过模型试验验证。

7.6.3 水电工程水力冲洗式沉沙池工作段冲沙流速不得小于附录 D 中的临界冲沙流速。

7.6.4 水电工程定期冲洗式沉沙池的设计单宽冲沙流量、冲洗历时可按附录 D 中无压排沙水力学计算。必要时,应通过模型试验验证。

7.6.5 连续冲洗式沉沙池的廊道水力学计算可按附录 D 中有压排沙水力学计算方法进行。

当进行排沙廊道输沙能力复核时,入池含沙量可参照实测最大含沙量选用。

8 结构设计

8.0.1 沉沙池结构设计应包括对各种设计工况下的稳定、应力计算。

8.0.2 地面沉沙池工作段、联接段的边墙和底板,宜沿水流方向每隔 10~20m 设置横向沉陷缝。

当工作段或联接段设有隔墙或配水墩时,隔墙或配水墩与底板可组成“倒 T 型”结构,并设置纵向沉陷缝。当沉沙池内无隔墙且池宽较大时,应根据地基条件考虑设置纵向沉陷缝。当池宽较小时,边墙和底板亦可作为整体式,按“倒 II 型”结构计算。

8.0.3 应进行基础设计及边墙外地表排水设计。

8.0.4 定期冲洗式沉沙池的工作段和冲、排沙道断面型式及尺寸均应便于冲沙和检修。

8.0.5 连续冲洗式沉沙池冲沙支廊道顶板宜采用预制盖板。顶板上应设进沙孔,进沙孔宜选用百叶窗式孔口。

连续冲洗式沉沙池的冲沙廊道(支廊道和主廊道)过水断面宜采用矩形,主廊道高度不宜小于 1.5m,支廊道的过水断面应沿程加大。

8.0.6 应根据运行、交通、检修的需要,设置必要的爬梯、交通桥、工作桥、进人孔、起重挂钩等。

8.0.7 寒冷地区和高寒地区的沉沙池设计,应根据冬、春季运用要求,采取防止冰冻和泄放冰凌措施。

9 运行设计

9.0.1 沉沙池的泥沙运行设计应符合沉沙池运行水位、设计入池流量、含沙量、泥沙沉降设计标准和运用时间等运用条件的要求。

9.0.2 定期冲洗式沉沙池运行设计应根据泥沙淤积和出池泥沙沉降标准,提出冲洗时机、冲洗方式及闸门调度方式。

9.0.3 水利工程定期冲洗式沉沙池,当引水含沙量或粒径超过设计特征值时,应减小引水流量,直至暂停运行。设计中应提出底孔排沙运行方式。

9.0.4 连续冲洗式沉沙池运行期间应连续开启冲沙廊道出口闸门进行排沙。当出现入池含沙量大于设计含沙量时,应调整运行安排,直至暂停运用。

9.0.5 条渠沉沙池运用前期,可控制部分流量经条渠沉沙,部分流量直接进入输水渠;中、后期可利用出口闸调节水位,控制出池含沙量和粒径。条渠沉沙应与盖淤改土相结合,当淤积达到设计淤积高程以下 0.3~0.5m 时,宜停止使用,并引入细颗粒泥沙或用新挖条渠表土覆盖至还耕高程。

9.0.6 条渠沉沙池宜采用高水高淤、低水低淤的分期淤高方式。对较长的条渠沉沙池,可采用自上而下的分段放淤方式。

9.0.7 应根据不同沉沙池的运行要求,设置必要的运行和检修设施,清淤设施或辅助冲洗设施等。

9.0.8 水利工程沉沙池应安排在非供水期或小流量供水期检修。水电工程沉沙池的检修应安排在允许停电或电力系统低负荷期。

10 原型观测和安全监测设计

10.1 一般要求

10.1.1 沉沙池安全监测设计应根据工程类型、布置和水沙条件，提出观测项目、目的和方法。

10.1.2 沉沙池安全监测设计应包括观测项目选定、观测布置、设备选型、设施安装及保护、观测方法、观测记录表格格式和观测资料整编分析要求等内容。

10.1.3 应根据实际需要，按照国家及行业现行有关标准及规范进行建筑物沉降、位移、应力、扬压力等结构观测设计。

10.1.4 水沙原型观测的主要项目应包括：

- 1 入池流量及水位；
- 2 含沙量及颗粒级配沿池变化；
- 3 水流流速分布。

10.1.5 观测断面位置的布设和数量应能控制过池水力泥沙因子的沿程变化。

10.1.6 观测设施布置应考虑观测方便；流量、水位观测方法应符合有关测验规范；悬移质测验方法应按 GB50159—92《河流悬移质泥沙测验规范》执行。

10.1.7 在拟定水电站或泵站沉沙池沉沙效率观测项目的同时，可根据需要，安排各水轮机组或抽水机组过机含沙量和颗粒级配等观测项目。

10.2 定期冲洗式沉沙池原型观测和监测

10.2.1 选定有代表性的入池流量、含沙量和颗粒级配的时期进行原型观测；在运行过程中应进行以掌握冲洗时机的运行监测。

10.2.2 原型观测项目除第 10.1.4 和第 10.1.5 条规定之外，还宜包括以下项目：

- 1 池内淤积变化及淤沙干密度；
- 2 底孔排沙流量和含沙量；
- 3 当池末设有溢流堰段时,应施测堰前含沙量垂线分布、出池含沙量及分组粒径级配；
- 4 应观测冲洗过程中的池厢进、出口断面含沙量、沿程水面和沙面变化。

10.3 连续冲洗式沉沙池原型观测和监测

- 10.3.1 连续冲洗式沉沙池应以检验沉沙池实际沉、排沙效果为目的,提出观测项目和观测方法。
- 10.3.2 连续冲洗式沉沙池沉沙效果观测应包括在各排沙廊道出口取单样计算含沙量、输沙率并作颗粒级配分析等项目。

10.4 条渠沉沙池原型观测和监测

- 10.4.1 条渠沉沙池的原型观测和监测应以掌握沉沙效果和淤积形态为目的,提出观测项目和观测方法。
- 10.4.2 应选择入池流量和含沙量较稳定时期进行原型观测,上、下断面的观测时间应考虑水沙流程的因素。

附录 A 沉降计算方法

A.1 水面线计算

A.1.1 当沉沙池工作宽度、淤积厚度或工作深度沿程变化时,应将沉沙池划分为 n 个计算池段,从下游向上游按下列公式计算水面线:

$$L_k = \frac{\left\{ H_{k+1} + \frac{v_{k+1}^2}{2g} \right\} - \left\{ H_k + \frac{v_k^2}{2g} \right\}}{i_k - \bar{J}_k} \quad (\text{A.1.1-1})$$

$$\bar{v}_k = \frac{v_k + v_{k+1}}{2} \quad (\text{A.1.1-2})$$

$$\bar{J}_k = \frac{\bar{v}_k^2}{c_k^2 R_k} \quad (\text{A.1.1-3})$$

$$\bar{R}_k = \frac{R_k + R_{k+1}}{2} \quad (\text{A.1.1-4})$$

$$\bar{c}_k = \frac{1}{n} \bar{R}_k^{1/6} \quad (\text{A.1.1-5})$$

式中 L_k —— k 池段长度 (m);

H_k, H_{k+1} —— k 池段上断面、下断面水深 (m);

v_k, v_{k+1} —— k 池段上断面、下断面流速 (m/s);

i_k —— k 池段床面纵坡;

$\bar{J}_k$ —— k 池段平均水力坡度;

g ——重力加速度 (m/s^2);

$\bar{v}_k$ —— k 池段平均流速 (m/s);

R_k, R_{k+1} —— k 池段上断面、下断面水力半径 (m)。

$\bar{R}_k$ —— k 池段平均水力半径 (m);

$\bar{c}_k$ —— k 池段平均谢才系数;

n ——糙率系数,一般各池段相同;

k ——池段编号,由工作段进口至池末或溢流堰区首端

排序, $k = 1, 2, \dots, n$ 。

A.2 沉降率计算

A.2.1 应从上游向下游逐池段计算各计算断面分组含沙量变化、各池段分组沉降率、全池分组沉降率和大于某粒径级的沉降率。

1 池段下断面分组含沙量变化按下式计算:

$$S_{i(k+1)} = S_{ik} e^{-\alpha_{ik} \frac{\bar{\omega}_i L_k}{q_k}} \quad (\text{A.2.1-1})$$

式中 $S_{ik}, S_{i(k+1)}$ —— k 池段上、下断面分组含沙量 (kg/m^3);
 α_{ik} —— k 池段粒径组的恢复饱和系数 (见 A.3);
 $\bar{\omega}_i$ ——粒径组的平均沉速 (m/s), 按附录 B 计算;
 q_k —— k 池段单宽流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$];
 i ——粒径组编号, 按粒径由小到大排序, $i = 1, 2, \dots, m_0$ 。

2 池段分组沉降率按下式计算:

$$\eta_{ik} = 1 - \frac{S_{i(k+1)}}{S_{ik}} \quad (\text{A.2.1-2})$$

式中 η_{ik} —— k 池段 i 粒径组沉降率。

3 全池分组沉降率按下列公式计算:

当工作段无溢流堰区时

$$\eta_i = 1 - \prod_{k=1}^n (1 - \eta_{ik}) \quad (\text{A.2.1-3})$$

当工作段尾部设有溢流堰区时

$$\eta_i = 1 - (1 - \eta_{if}) \prod_{k=1}^n (1 - \eta_{ik}) \quad (\text{A.2.1-4})$$

式中 η_i ——全池 i 粒径组沉降率;

η_{if} ——溢流堰区分组沉降率。

4 大于 i 粒径级沉降率按下式计算:

$$\eta_l = \frac{\sum_{i=m}^l \eta_i \Delta P_i}{\sum_{i=m}^l \Delta P_i} \quad (\text{A.2.1-5})$$

式中 l ——第 i 粒径组下限粒径级编号,按粒径由大到小顺序排列, $l = m, m-1, \dots, 2, 1$, 当 $l = 1$ 时, η_l 为总沉降率 η ;

ΔP_i ——入池悬移质泥沙第 i 粒径组沙重百分数 (%)。

A.2.2 沉沙池淤积泥沙的第 i 粒径组沙重百分数按下式计算:

$$\Delta P_{di} = \frac{\eta_l \Delta P_i}{\eta} \quad (\text{A.2.2})$$

式中: ΔP_{di} ——沉沙池淤积泥沙或廊道、排沙孔水流中的第 i 粒径组沙重百分数 (%)。

A.3 恢复饱和系数

A.3.1 恢复饱和系数宜尽量选用水质和泥沙特征相似的已建沉沙池实测资料确定,当选用有困难时,可用以下方法确定。

1 处理悬移质泥沙粒径较细的水利工程沉沙池可用下式计算分段恢复饱和系数:

$$\alpha_{ik} = 6.644 \times 10^{-5} J_k^{-0.61} \left[\frac{\bar{\omega}_i}{u_{*k}} \right]^{-0.62} \quad (\text{A.3.1-1})$$

$$u_{*k} = \sqrt{g R_k J_k} \quad (\text{A.3.1-2})$$

式中 α_{ik} —— k 池段 i 粒径组恢复饱和系数;

u_{*k} —— k 池段水流摩阻流速 (m/s)。

2 处理悬移质泥沙粒径较粗的水电站沉沙池恢复饱和系数可用下式计算:

$$\alpha_{ik} = K \left[\frac{\bar{\omega}_i}{u_{*k}} \right]^{0.25} \quad (\text{A.3.1-3})$$

式中 K ——综合经验系数,当沉沙池宽度与深度之比在 1.5~4.0 之间时,取 $K=1.2 \sim 1.0$ 。

A.4 淤积计算

A.4.1 水电工程定期冲洗式沉沙池设计冲洗周期内淤积体积可按下式计算:

$$V_s = \frac{S_0 Q \eta T}{1000 \rho_d} \quad (\text{A.4.1-1})$$

式中 V_s ——淤积体体积 (m^3);
 S_0 ——设计冲洗周期内入池平均含沙量 (kg/m^3);
 Q ——沉沙池工作流量 (m^3/s);
 η ——总沉降率;
 T ——设计冲洗周期 (s);
 ρ_d ——淤积物干密度 (t/m^3)。

当取 T 为一天的秒数时, 式 (A.4.1-1) 中 V_s 为沉沙池内的日淤积体积, 可按下式计算冲洗周期:

$$T = \frac{V_0}{V_s} \quad (\text{A.4.1-2})$$

式中: T ——冲洗周期 (d);
 V_0 ——设计淤积体积 (m^3)。

A.4.2 水利工程定期冲洗式沉沙池的池室淤积计算可按下列公式计算:

1 工作段(不含溢流堰区) k 池段某时段淤积体积可按下式计算:

$$V_k = \frac{3.6 Q t_j (S_k - S_{k+1})}{\rho_d} \quad (\text{A.4.2-1})$$

$$S_k = \sum_{i=1}^m S_{ik} \quad (\text{A.4.2-2})$$

$$S_{k+1} = \sum_{i=1}^m S_{i(k+1)} \quad (\text{A.4.2-3})$$

式中 V_k —— k 池段淤积体积 (m^3);
 t_j ——计算时段历时长 (h);
 S_k, S_{k+1} —— k 池段上断面、下断面含沙量 (kg/m^3)。

2 根据淤积体积计算淤积厚度, 池段的时段平均淤积厚度按下式计算:

$$\overline{D}_k = \frac{V_k}{b L_k} \quad (\text{A.4.2-4})$$

式中 $\overline{D}_k$ —— k 池段的时段平均淤积厚度 (m);

b —— k 池段池室工作宽度 (m)。

溢流堰区前的工作段各池段计算断面在各时段内的淤积厚度,可从 $k = n$ 池段的下断面(第 $n+1$ 断面)向上游逐断面推算。

3 全池室冲洗周期的淤积体积可按下列公式计算:

$$V_s = \sum_{j=1}^{m_0} V_j \quad (\text{A.4.2-5})$$

$$V_j = \sum_{k=1}^n V_k + V_f \quad (\text{A.4.2-6})$$

$$V_f = b'_f L_f D_{n+1} \quad (\text{A.4.2-7})$$

式中 V_j ——全池室某时段内淤积体积 (m^3);

V_f ——溢流堰区某时段内淤积体积 (m^3);

b'_f ——溢流堰区池室工作宽度 (m);

L_f ——溢流堰区长度 (m);

D_{n+1} ——第 $n+1$ 断面的时段淤积厚度 (m);

j ——时段数, $j = 1, 2, \dots, m_0$ 。

4 当池室淤积到一定程度后,出池含沙量及其粒径超过泥沙沉降设计标准时,及时进行冲洗,以恢复沉沙容积,池室冲洗周期按下式计算:

$$T_s = \sum_{j=1}^{m_0} t_j \quad (\text{A.4.2-8})$$

式中 T_s ——池室冲洗周期 (h)。

A.4.3 条渠沉沙池的沉降率按第 A.2.1 条计算;各池段的时段淤积体积可用式(A.4.2-1)计算,各时段断面淤积厚度可由池末断面向上游逐断面计算。

时段内全池淤积量

$$V_j = \sum_{k=1}^n V_k \quad (\text{A.4.3-1})$$

全池各时段淤积体积

$$V_s = \sum_{j=1}^{m_0} V_j \quad (\text{A.4.3-2})$$

式中 V_s ——全池各时段累积淤积体积 (m^3)。

附录 B 悬移质泥沙沉速计算

B.0.1 粒径级的划分,应能控制颗粒级配曲线的线型,并应包含泥沙池设计最小沉降粒径。

B.0.2 对应于选用沉降分析法所得悬移质颗粒级配,粒径级沉速必须使用该沉降分析法所规定的公式进行计算。

B.0.3 对粒径小于 0.062mm 部分采用沉降分析法、粒径大于 0.062mm 部分采用筛分析法所得悬移质颗粒级配,粒径级沉速可使用下列公式计算。

1 当粒径等于或小于 0.062mm 时,采用斯托克斯公式计算:

$$\omega = \frac{g}{1800} \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right) \frac{d^2}{v} \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$v = \frac{0.01775}{1 + 0.0337 t + 0.000221 t^2} \quad (\text{B.0.3-2})$$

2 当粒径为 0.062~2.0mm 时,采用沙玉清天然沙沉速公式计算:

$$(\lg S_a + 3.790)^2 + (\lg \Psi - 5.777)^2 = 39.0 \quad (\text{B.0.3-3})$$

$$S_a = \frac{\omega}{g^{1/3} \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)^{1/3} v^{1/3}} \quad (\text{B.0.3-4})$$

$$\Psi = \frac{g^{1/3} \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)^{1/3} d}{10 v^{2/3}} \quad (\text{B.0.3-5})$$

3 当粒径大于 2.0mm 时,采用沙玉清紊流区沉速公式计算:

$$\omega = 4.58 \sqrt{10 d} \quad (\text{B.0.3-6})$$

以上各式中 v ——水的运动粘滞系数(cm^2/s);

t ——水温($^{\circ}\text{C}$);

d ——泥沙粒径 (mm);
 ρ_s ——泥沙密度 (g/cm³);
 ρ_w ——清水密度 (g/cm³);
 ω ——泥沙沉速 (cm/s);
 g ——重力加速度 (cm/s²);
 S_a ——沉速判数;
 Ψ ——粒径判数。

B.0.4 粒径组平均沉速应使用其上下限粒径沉速的几何平均值:

$$\bar{\omega}_i = \sqrt{\omega_i \omega_{i+1}} \quad (\text{B.0.4})$$

式中 $\bar{\omega}_i$ ——粒径组平均沉速 (cm/s);
 ω_i ——粒径组下限粒径沉速 (cm/s);
 ω_{i+1} ——粒径组上限粒径沉速 (cm/s)。

附录 C 水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算

C.0.1 对设有 n 个池室的多池室沉沙池,各池室按沉沙与冲洗交替方式运行。设计条件下宜为 $n-1$ 个池室沉沙,1 个池室冲洗,逐池室交替运用,满足连续供水。冲洗过程可划分为泄空冲洗、溯源冲洗和沿程冲洗三阶段,如图 C 所示。

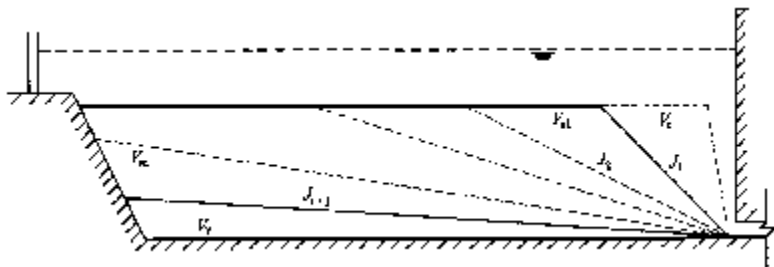


图 C 冲洗过程示意图

V_c —泄空冲洗排沙体积; $V_{s1} \cdots V_{sn}$ —溯源冲洗排沙体积; V_y —沿程冲洗排沙体积

C.0.2 池室泄空冲洗的排沙体积和历时可用以下方法确定。

1 池室泄空冲洗排沙体积可用下式计算:

$$V_c = \frac{V_w S}{1000 \rho_d - S} \quad (\text{C.0.2-1})$$

式中 V_c ——池室泄空冲洗排沙体积 (m^3);

V_w ——池室泄空冲洗起始淤积面以上水体体积 (m^3);

S ——池室泄空冲洗出池平均含沙量 (kg/m^3)。

2 池室泄空冲洗历时可按式计算:

$$t_c = \frac{V_w + V_c}{3600 Q_c} \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中 t_c ——池室泄空冲洗历时 (h);

Q_c ——池室平均泄空流量 (m^3/s)。

C.0.3 以池末冲沙闸前的池底为基点,将溯源冲洗阶段的淤沙

容积概化为 n 个计算冲洗块体,逐块计算。

1 各冲洗块体单宽平均输沙率可用下式近似计算

$$q_{si} = \beta q_i^m \bar{J}_i^n \quad (\text{C.0.3-1})$$

$$\bar{J}_i = \frac{J_i + J_{i+1}}{2} \quad (\text{C.0.3-2})$$

式中 q_{si} ——计算冲洗块体平均单宽输沙率 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m})]$;

q_i ——计算冲洗块体冲洗平均单宽流量 $[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})]$;

$\bar{J}_i$ ——计算冲洗块体平均坡度 ($\%$);

J_i, J_{i+1} ——计算冲洗块体的起始、终止坡度 ($\%$);

i ——计算冲洗块体的编号, $i = 1, 2, \dots, n$;

β ——综合系数;

m, n ——指数。

2 溯源冲洗历时可按式计算:

$$t_s = \frac{1}{3.6} \sum_{i=1}^n \left[\frac{V_{si} \rho_d}{q_{si} b_i - S_0 Q_s} \right] \quad (\text{C.0.3-3})$$

式中 t_s ——池室溯源冲洗历时 (h);

V_{si} ——计算冲洗块体的淤沙体积 (m^3)

b_i ——计算块体平均宽度 (m);

S_0 ——冲洗水流入池含沙量 (kg/m^3);

Q_s ——池室冲洗流量 (m^3/s)。

C.0.4 沿程冲洗出池平均含沙量和冲洗历时可用以下方法确定。

1 沿程冲洗出池平均含沙量可用挟沙力公式计算:

$$S_* = K \left[\frac{U^3}{g R \omega} \right]^m \quad (\text{C.0.4-1})$$

式中 S_* ——沿程冲洗出池平均含沙量 (kg/m^3);

U ——沿程冲洗平均流速 (m/s);

R ——沿程冲洗平均水力半径 (m);

ω ——大于 d_{10} 淤沙粒径的平均沉速 (m/s);

K, m ——分别为系数和指数, 又是 $\frac{U^3}{g R \omega}$ 的函数。

2 沿程冲洗的冲洗历时可按下式计算:

$$t_y = \frac{\rho_d V_y}{3.6 Q_s (S_* - S_0)} \quad (\text{C.0.4-2})$$

式中 t_y ——池室沿程冲洗历时(h);

V_y ——池室沿程冲洗排沙体积(m^3)。

C.0.5 单室冲洗总历时可按式(C.0.5-1)计算,由式(A.4.2-8)得 T_s 值,并应满足式(C.0.5-2)要求。

$$T_c = K(t_c + t_s + t_y) \quad (\text{C.0.5-1})$$

$$T_c \leq \frac{T_s}{n-1} \quad (\text{C.0.5-2})$$

式中 T_c ——单室冲洗总历时(h);

K ——工作安全系数,可取 $K = 1.2 \sim 1.4$;

n ——池室数。

单室冲洗总用水量为:

$$W = V_w + 3600(t_s + t_y) Q_s \quad (\text{C.0.5-3})$$

式中 W ——单室冲洗总用水量(m^3)。

C.0.6 当池室内设有池厢时,泄空冲洗按池室一次泄空计算;溯源和沿程冲洗可用池室计算公式逐池厢进行计算。

附录 D 水电站沉沙池有压及无压 排沙水力学计算

D.1 有压排沙水力学计算

D.1.1 有压排沙道内不应出现淤堵,选定的冲沙流速 v_c 应大于临界冲沙流速 v_k ,且不宜小于 2.5m/s 。

矩形断面排沙道的临界冲沙流速可采用罗耶尔经验公式计算:

$$v_k = E \sqrt[3]{(\rho_m - 1) \omega_{75} \sqrt{R}} \quad (D.1.1-1)$$

$$\rho_m = 1 + \left[1 - \frac{\rho_w}{\rho_s} \right] \frac{S_e}{1000} \quad (D.1.1-2)$$

$$S_e = \eta S_0 \frac{Q + Q_c}{Q_c} \quad (D.1.1-3)$$

式中 v_k ——临界冲沙流速 (m/s);

E ——常数,与廊道表面绝对糙度有关,当 $\Delta = 1\text{mm}$ 时, $E = 66$; 当 $\Delta = 5\text{mm}$ 时(水泥敷面和混凝土建筑物), $E = 50$;

ρ_m ——廊道内浑水密度 (t/m^3);

ρ_s ——泥沙密度 (t/m^3);

ρ_w ——清水密度 (t/m^3);

ω_{75} ——泥沙沉速 (m/s),廊道挟沙水流中,小于该粒径沙重占 75%;

S_e ——冲沙水流中的含沙量 (kg/m^3);

S_0 ——沉沙池设计入池含沙量 (kg/m^3);

Q ——沉沙池工作流量 (m^3/s);

Q_c ——冲沙流量 (m^3/s);

R ——水力半径 (m)。

圆形断面临界冲沙流速可用克诺罗兹经验公式计算:

$$v_k^{5/4} = \omega_{75} \left[\frac{100 S_e}{1000 + 0.63 S_e} \right]^{1/6} \sqrt[4]{\frac{4 Q_e}{\pi d_{75}^2}} \quad (\text{D.1.1-4})$$

式中 d_{75} ——泥沙粒径(m), 廊道挟沙水流中, 小于该粒径沙重占 75%。

D.1.2 为使沿沉沙池宽度方向冲沙能力均匀及有利于排沙, 应保证各支廊道与主廊道交汇点处的水头损失相等; 廊道总水头损失应小于上游水面与廊道出口处的水位差。为便于计算, 各条支廊道内流速宜采有同一值, 用各支廊道的长度变化来保证交汇点处的水头损失相等。沿廊道长度的水头变化按下式计算:

$$H_1 = \Delta Z - (1 + \sum \xi) \frac{v_k^2}{2g} - v_k^2 \int_0^L \frac{dl}{C^2 R} \quad (\text{D.1.2-1})$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (\text{D.1.2-2})$$

式中 H_1 ——计算断面的水头 (m);

ΔZ ——上游水面与廊道出口处的水位差 (m);

$\sum \xi$ ——局部水头损失系数总和;

L ——廊道首端至计算断面长度 (m);

n ——糙率系数, $n = 0.017 \sim 0.0225$, 计算支廊道水头差时取 0.0225, 计算进水孔面积时取 0.017。

D.1.3 支廊道沿长度方向的截面积按下式计算:

$$A = \frac{Q_1}{v_k} \quad (\text{D.1.3-1})$$

$$Q_1 = Q_0 + \left[\frac{Q_m - Q_0}{L_T} \right] l_c \quad (\text{D.1.3-2})$$

式中 A ——支廊道断面面积 (m²);

Q_1 ——支廊道在计算断面的流量 (m³/s);

L_T ——支廊道长度 (m);

l_c ——支廊道首端至计算断面的长度 (m);

Q_0 ——支廊道首端的流量 (m³/s), 可采用等于廊道末端流量的 20%;

Q_m ——支廊道末端的流量 (m^3/s)。

D.1.4 支廊道进沙孔断面面积按下式计算：

$$A_1 = \frac{Q_L}{n_0 \Phi \sin \theta \sqrt{2g(H-H_1)}} \quad (D.1.4)$$

式中 A_1 ——进沙孔断面面积 (m^2)；

n_0 ——进沙孔孔数；

H ——工作段进口水深 (m)；

θ ——孔口轴线与水平面的倾斜角($^\circ$)；

Φ ——流量系数,可取 $\Phi = 0.75 \sim 0.85$ 。对百叶窗式孔口可取 0.75。

D.2 无压排沙水力学计算

D.2.1 无压排沙冲沙临界流速可按下式计算：

$$v_c = \omega_{75} \sqrt{\frac{h}{d_{75}}} \left[\frac{100 S_e}{1000 + 0.63 S_e} \right]^{1/4} \quad (D.2.1)$$

式中 S_e ——冲沙水流中的含沙量,可取 $20 \sim 85 kg/m^3$ ；

d_{75} ——泥沙粒径(m),在淤积物中小于该粒径沙重占 75%；

ω_{75} ——泥沙沉速 (m/s),在淤积物中小于该粒径沙重占 75%；

h ——冲沙时的平均水深 (m)。

D.2.2 冲沙单宽流量按下式计算：

$$q = (1.1 \sim 1.25) h v_c \quad (D.2.2)$$

D.2.3 等速流冲沙时冲沙历时可按下式近似计算确定：

$$\Delta T = (1.5 \sim 2.0) \frac{1000 \rho_d V}{S_e q B} \quad (D.2.3)$$

式中 ΔT ——冲沙历时 (s)；

ρ_d ——淤积物干密度 (t/m^3)；

V ——沉沙池的沉沙容积 (m^3)；

B ——池厢工作宽度 (m)。

本规范的用词和用语说明

为便于执行本标准，对要求严格程度不同的用词说明如下：

——表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

——表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

——表示指明应按其他有关标准、规范规定执行的：

采用“按……执行”。

UDC

中华人民共和国行业标准

P

SL 269—2001

水利水电工程沉沙池设计规范

**Design code for desilting basin
of water conservancy and hydropower projects**

2001-07-19 发布

2001-12-01 实施

中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国行业标准

水利水电工程沉沙池设计规范

**Design code for desilting basin
of water conservancy and hydropower projects**

SL269—2001

主编单位:水利部山西水利水电勘测设计研究院

批准部门:中华人民共和国水利部

施行日期:2001年12月1日

中华人民共和国水利部
关于批准发布《水利水电工程沉沙池设计规范》
SL269—2001 的通知

水国科〔2001〕290号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市、计划单列市水利（水务）厅（局），新疆生产建设兵团水利局：

经审查，批准《水利水电工程沉沙池设计规范》为水利行业标准，并予发布。标准的编号为 **SL269—2001**。

本标准自 2001 年 12 月 1 日起实施。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇一年七月十九日

前 言

SL269—2001《水利水电工程沉沙池设计规范》是根据水利部水利水电技术制定、修正计划，由水利水电规划设计管理局（98）水规技便字第 12 号文下达的任务安排制定，按照 **SL01—97《水利水电技术标准编写规定》**编制的。

沉沙池的设计涉及水文泥沙、水轮机和水泵、水力学、技术经济及水工建筑物等多学科专业。且我国地域辽阔，各流域水系的水沙状况差异较大，水利工程与水电工程的沉沙池也有很大不同。上述情况形成本规范的特殊性。

本规范共 10 章 4 个附录。10 章分别为：总则；术语、主要符号；设计资料；沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准；位置及类型选择；工程布置；主要尺寸确定；结构设计；运行设计；原型观测和安全监测设计。4 个附录分别为：沉降计算方法；悬移质泥沙沉速计算；水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算；水电站沉沙池有压及无压排沙水力学计算。

本规范解释单位：水利部水利水电规划设计总院

本规范主编单位：水利部山西水利水电勘测设计研究院

副主编单位：国家电力公司成都勘测设计研究院

参编单位：水利部西北水利科学研究所

本规范主要起草人：黎运葵 杨晋营 胡克让

谭伟民 曹鉴湘 王仁龙

李杜元 李国梁 刘期勇

陈 星 刘旭东

目 次

1	总则	(7)
2	术语、主要符号	(8)
2.1	术语	(8)
2.2	主要符号	(12)
3	设计资料	(13)
3.1	基本资料	(13)
3.2	入池含沙量及颗粒级配	(13)
4	沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(15)
4.1	水利灌溉工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(15)
4.2	水电引水工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(16)
5	位置及类型选择	(18)
6	工程布置	(19)
6.1	水力冲洗式沉沙池一般规定	(19)
6.2	连续冲洗式沉沙池布置	(20)
6.3	定期冲洗式沉沙池布置	(20)
6.4	条渠沉沙池布置	(21)
7	主要尺寸确定	(22)
7.1	一般规定	(22)
7.2	工作深度计算	(22)
7.3	工作宽度计算	(23)
7.4	工作长度计算	(24)
7.5	工作段纵向底坡	(25)
7.6	水力冲洗式沉沙池冲洗计算	(25)
8	结构设计	(26)
9	运行设计	(27)

10	原型观测和安全监测设计	(28)
10.1	一般要求	(28)
10.2	定期冲洗式沉沙池原型观测和监测	(28)
10.3	连续冲洗式沉沙池原型观测和监测	(29)
10.4	条渠沉沙池原型观测和监测	(29)
附录 A	沉降计算方法	(30)
A.1	水面线计算	(30)
A.2	沉降率计算	(31)
A.3	恢复饱和系数	(32)
A.4	淤积计算	(32)
附录 B	悬移质泥沙沉速计算	(35)
附录 C	水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算	(37)
附录 D	水电站沉沙池有压及无压排沙水力学计算	(40)
D.1	有压排沙水力学计算	(40)
D.2	无压排沙水力学计算	(42)
	本规范的用词和用语说明	(43)

1 总 则

1.0.1 为统一水利水电工程引水建筑物中沉沙池设计的技术标准,保证设计质量,推动沉沙池工程技术发展,特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于大中型水利水电工程中 3 级及 3 级以上用以处理悬移质泥沙的沉沙池设计。

1.0.3 沉沙池设计中,应做好基本资料分析工作。对重要工程应用理论分析和模型试验相结合的方法,确定沉沙池主要布置尺寸。

1.0.4 沉沙池设置及设计,必须进行技术经济比较。

1.0.5 沉沙池应进行运行设计,并应与枢纽工程的运行协调一致。

1.0.6 沉沙池设计中,应提出泥沙原型观测和安全监测设计。

1.0.7 沉沙池设计,除应符合本规范的规定外,尚应符合国家及行业现行有关标准。

2 术语、主要符号

2.1 术 语

2.1.1 沉沙池 desilting basin

用以沉降挟沙水流中泥沙颗粒大于设计沉降粒径的悬移质泥沙、降低水流中含沙量的建筑物。

按运行方式,可分为水力冲洗式沉沙池和非冲洗式沉沙池。水力冲洗式沉沙池可分为连续冲洗式沉沙池和定期冲洗式沉沙池。

2.1.2 连续冲洗式沉沙池 continuous flushing desilting basin

在连续供水的同时,将沉落的泥沙连续不断地冲排入下游河道的沉沙池。连续冲洗式沉沙池由上游联接段、工作段、下游联接段、排沙廊道等部分组成,如图 2.1.2-1 和图 2.1.2-2 所示。

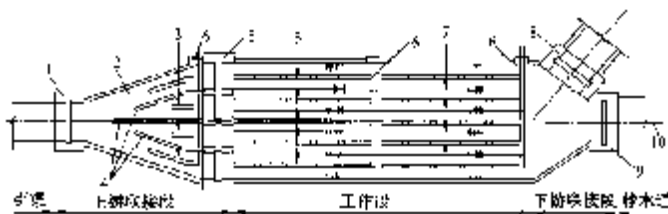


图 2.1.2-1 单室连续冲洗式沉沙池

1—进口闸；2—扩散段；3—冲沙支廊道；4—配水墩；5—整流栅段；6—冲沙主廊道；7—梯形槽壁；8—事故冲沙闸；9—出口闸；10—沉沙池中心线

2.1.3 定期冲洗式沉沙池 periodic flushing desilting basin

沉沙与冲洗交替运行连续供水的沉沙池。即当沉沙池中某池室淤积到一定程度后,出池含沙量及其粒径超过泥沙沉降设计标准时,及时进行冲洗,以恢复沉沙容积,同时将已冲洗后恢复沉沙容积的另一池室投入沉沙运行。定期冲洗式沉沙池由上游联接段、工作段(包括溢流堰区)、集水和排沙系统等组成,如图 2.1.3 所示。

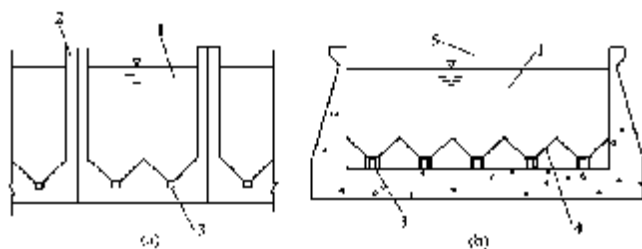


图 2.1.2—2 连续冲洗式沉沙池池室横断面

(a)多室式;(b)单室式

1—沉沙室;2—隔墙;3—冲沙支廊道;4—梯形槽壁;5—沉沙池中心线

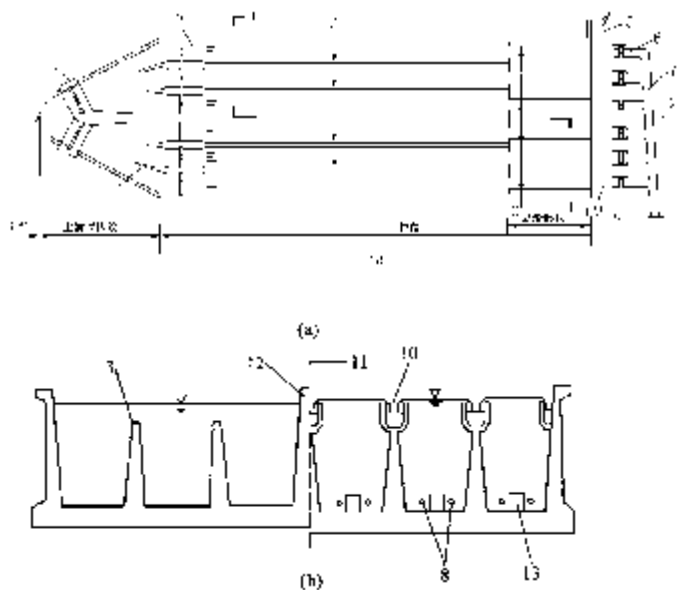


图 2.1.3 定期冲洗式沉沙池布置图

(a)平面图;(b) I—I 剖面图

1—池室进口闸;2—池厢进口闸;3—池厢隔墙;4—配水墩;5—输水道;
6—冲沙闸;7—排沙道;8—排沙底孔;9—横向集水槽;10—侧向集水槽;
11—沉沙池中心线;12—池室隔墙;13—冲沙闸孔

2.1.4 条渠沉沙池 desilting channel

利用天然洼地、滩涂,筑成的长度较长的宽浅土渠沉沙池。淤满后可还耕或清淤后可重复利用,也可应用于堤防淤培。条渠沉沙池由进口段、工作段、出口段等组成,如图 2.1.4—1 和图 2.1.4—2 所示。

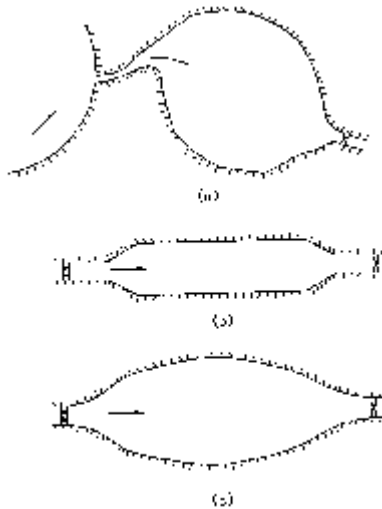


图 2.1.4—1 沉沙条渠平面型式
(a)湖泊型;(b)条带型;(c)梭型

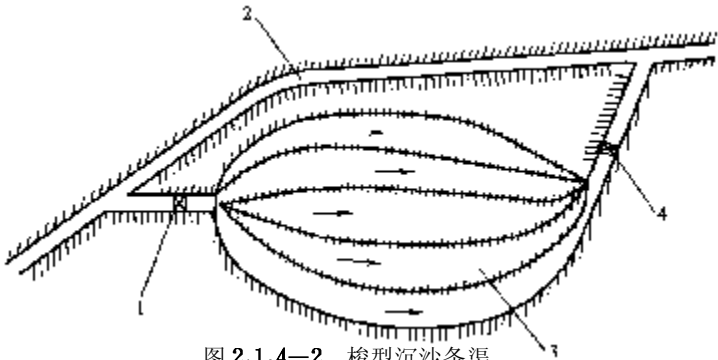


图 2.1.4—2 梭型沉沙条渠
1—进水闸;2—渠道;3—沉沙条渠;4—节制闸

2.1.5 工作段 working section

沉沙池中用于沉降泥沙的主要池段。

2.1.6 工作长度 working length

沉沙池工作段的长度。

2.1.7 工作宽度 working width

沉沙池工作段的净宽度。梯形断面沉沙池为正常水位以下的平均净宽度。

2.1.8 工作深度 working depth

沉沙池工作段正常水位以下至泥沙淤积高程之间的水深。

2.1.9 工作流量 working flow

对连续冲洗式沉沙池，为引用流量与冲沙流量之和；对定期冲洗式水利工程沉沙池，为引用流量与池末底孔排沙流量之和；对定期冲洗式水电工程沉沙池和非冲洗式沉沙池，为引用流量。

2.1.10 冲洗流量 flushing flow

定期冲洗式沉沙池，沉沙与冲沙交替运行，池室（厢）冲沙时，经进口闸引入冲沙的流量。引渠设计流量不得小于沉沙池工作流量与冲洗流量之和。

2.1.11 池室 basin chamber

按工作流量、工作宽度和工作深度，由高于正常水位的隔墙，将工作段平行水流方向分成的若干室槽。

2.1.12 池厢 basin tank

定期冲洗式沉沙池中，根据冲沙流量，由高于设计淤积面以上的冲沙水位的隔墙，将池室平行水流方向分隔成的若干厢槽。

2.1.13 溢流堰区 overflow area

定期冲洗式水利工程沉沙池工作段尾部设有溢流堰，用以引取表层水的区段。

2.1.14 过机多年平均含沙量 average annual sediment concentration through turbine

通过水轮机的多年输沙量与过机多年引水量之比。

2.1.15 粗粒径含沙量 coarse sediment concentration

大于沉沙池设计最小沉降粒径的悬移质泥沙含沙量。

2.2 主要符号

- B ——工作宽度；
 H ——工作段进口水深；
 H_e ——工作段进口工作深度；
 H_w ——工作段平均工作深度；
 H_p ——水泵设计扬程；
 H_r ——水轮机额定水头；
 L_w ——工作段长度；
 S_g ——过泵汛期多年平均含沙量；
 S_p ——过机多年平均含沙量；
 S_p' ——过机多年平均粗粒径含沙量；
 η_1 ——大于某粒径级的沉降率。

3 设计资料

3.1 基本资料

3.1.1 沉沙池设计应收集以下基本资料：

- 1 地形、地质资料；
- 2 工程所在河段实测悬移质含沙量、颗粒级配(包括分析方法)及水温资料；
- 3 泵站、水电站沉沙池,应收集悬移质泥沙矿物成分和硬度资料；
- 4 沉沙池冲排沙道出口为天然河道时,出口处天然河道的水位流量关系；
- 5 沉沙池边墙临近天然河道时,该河段各级流量水面线；
- 6 高寒地区河流冰情和气温资料；
- 7 了解河流污物来源及其特性。

3.1.2 根据沉沙池类型,应收集以下相关专业资料：

- 1 沉沙池引渠、输水道水位；
- 2 设计引用流量及其过程；
- 3 引渠及输水道水流挟沙力；
- 4 水轮机或水泵过流部件耐磨性能、抗磨措施及大修间隔，水轮机工作水头或泵站单级扬程；
- 5 灌区渠系布置、干支渠水流挟沙力、灌区调节水库资料、灌区土壤粒径、灌溉效益及环境评价。

3.2 入池含沙量及颗粒级配

3.2.1 时段平均入池含沙量,应按取水枢纽引水期或汛期引水期的天然河道逐日平均含沙量和逐日引水流量统计计算。

时段平均入池含沙量按下式计算：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^T Q_i S_i}{\sum_{i=1}^T Q_i} \quad (3.2.1-1)$$

$$Q_i = \begin{cases} Q_n & (Q_n \leq Q_d) \\ Q_d & (Q_n \geq Q_d) \end{cases} \quad (3.2.1-2)$$

式中： S ——时段平均入池含沙量 (kg/m^3)；

S_i ——天然河道日平均含沙量 (kg/m^3)；

Q_n ——天然河道日平均流量 (m^3/s)；

Q_d ——设计引用流量 (m^3/s)；

Q_i ——实际引用日平均流量 (m^3/s)；

T ——时段天数。

3.2.2 应根据沉沙池类型、供水特点和河流输沙特性,经分析论证,选用有代表性的入池悬移质泥沙含沙量及颗粒级配特征值作为设计沉沙池的依据。

4 沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.1 水利灌溉工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.1.1 自流灌溉引水含沙量和泥沙粒径超过输水渠道允许挟沙能力和对灌区土壤改良不利时,宜设置沉沙池。沉沙池出池含沙量及泥沙允许粒径,应根据灌排水渠道允许挟沙能力和灌区土壤改良要求,通过技术经济分析后确定。出池泥沙允许粒径不宜大于 0.05mm。

4.1.2 提水灌溉泵站的沉沙池设置,除符合本标准第 4.1.1 条规定外,还应根据设计过泵多年平均汛期含沙量,按图 4.1.2 初步判别(图中 A 区为可不设置泥沙池,C 区为宜设置沉沙池),并经进一步技术经济比较后确定,出池泥沙允许粒径不宜超过 0.05mm。

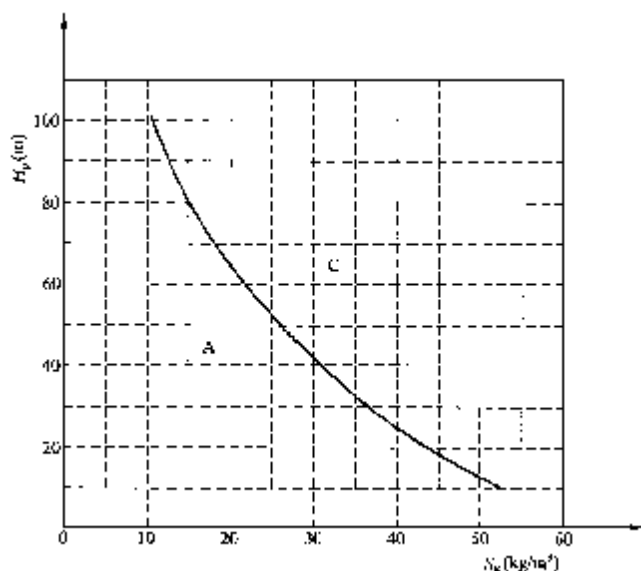


图 4.1.2 提水灌溉泵站设置沉沙池的初步差别条件图

4.1.3 大于等于泥沙允许粒径的泥沙沉降率宜取 80%~85%。

4.2 水电引水工程沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准

4.2.1 设置沉沙池的初步判别条件：当过机多年平均含沙量 S_p 及过机多年平均粗粒径含沙量 S'_p 与水轮机额定水头 H_r 的交点处

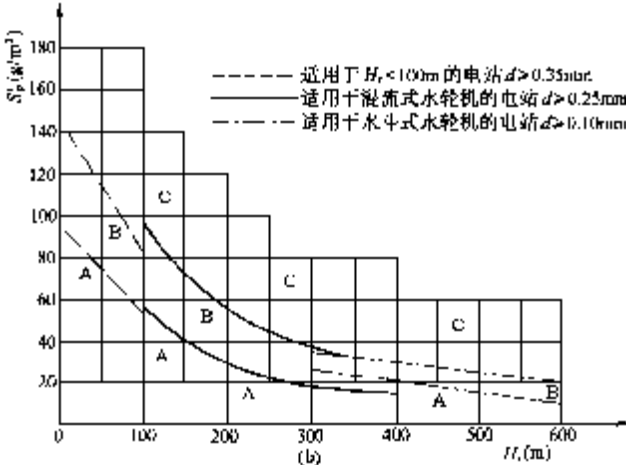
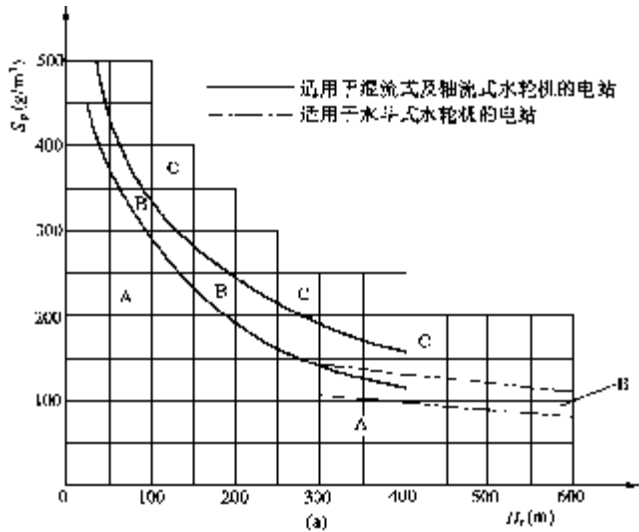


图 4.2.1 水电站设置沉沙池的初步判别条件图

于图 4.2.1 (a)、(b) 的 A 区时,可不设置沉沙池;若均处于图 4.2.1 (a)、(b) 的 C 区时,宜设置沉沙池;若均处于图 4.2.1 (a)、(b) 的 B 区时,只有水轮机在水力、结构设计及过流部件材料选用方面均采用了可靠的抗磨措施,可不设置沉沙池。

4.2.2 水电站设置沉沙池,应在水轮机泥沙磨损程度及磨损危害分析计算的基础上,考虑电站在系统中的作用、枢纽布置条件、沉沙池的投资、泥沙特性、水轮机的耐磨水平、电站效益及运行检修要求等,进行技术经济比较后确定。

4.2.3 水电站沉沙池设计最小沉降粒径标准见表 4.2.3。

表 4.2.3 水电站沉沙池设计最小沉降粒径

额定水头 (m)	600~300	400~100	<100
设计最小沉降粒径 (mm)	0.10	0.25	0.35

注:表中 600~300m 水头段只限于水斗式水轮机。

4.2.4 大于等于设计最小沉降粒径的泥沙沉降率,宜取为 80%~85%。

5 位置及类型选择

5.0.1 沉沙池的位置宜邻近首部取水枢纽进水口,当受地形条件限制或冲沙水头不能满足要求时,可沿引水道下移至适当的位置,亦可布置为地下式;布置沉沙池应合理利用地形地质条件,避开不良地段,否则应采取相应工程措施。

5.0.2 沉沙池按用途可分为水利工程沉沙池和水电工程沉沙池。水利工程沉沙池宜采用定期冲洗式沉沙池或条渠沉沙池,也可采用连续冲洗式沉沙池。水电工程沉沙池宜采用定期冲洗式沉沙池或连续冲洗式沉沙池。

5.0.3 水力冲洗式沉沙池应具有足够的冲沙水头及流量。若地形开阔,宜选用定期冲洗式沉沙池;地形狭窄,宜选用连续冲洗式沉沙池。

5.0.4 水利工程定期冲洗式沉沙池可结合枢纽工程总体布置,设置首部低扬程泵站来满足冲沙水头要求。

5.0.5 山区、丘陵区且有足够冲洗水头的水利工程沉沙池,在对环境无不利影响条件下,宜选用定期冲洗式沉沙池。平原地势低洼地区或滩涂地带的水利工程沉沙池,宜选用条渠沉沙池;如有必要,后期可增设泵站,扬水沉沙。

5.0.6 当无冲洗条件时,可采用机械清淤式沉沙池。采用机械清淤的沉沙池应有足够的堆沙场地,且不致对该地区环境和工程造成不利影响。

6 工 程 布 置

6.1 水力冲洗式沉沙池一般规定

6.1.1 沉沙池的引渠必须满足设计引用流量和含沙量范围内正常输水。宜在引渠适当位置设置溢流、排沙设施。

6.1.2 沉沙池轴线宜与其进口前的引渠轴线的延线重合,并应采取使进入沉沙池工作段水流的流速分布均匀。

6.1.3 上游联接段的布置应使水流均匀扩散至沉沙池工作段,并符合下列要求:

1 联接段平面布置宜采用对称扩散形式,单侧扩散角不宜大于 12° 。采用非对称扩散型式,两侧扩散角之和不宜大于 24° 。该段底板与工作段池底联接处不应出现跌坎。

2 在联接段中应设配水墩或其他整流设施,其位置、尺寸及方向应通过模型试验确定。

3 定期冲洗式沉沙池应设池室进口闸,池室内设有池厢时,应设池厢进口闸,进口闸的孔数应与池室(厢)数一致。池室(厢)进口闸闸槛顶应与其上游底板齐平或略高,并宜高于池室(厢)设计泥沙淤积面。有污物来源的应在进口闸设拦污栅及清污设施,闸室尺寸应满足闸门、启闭机、拦污栅及清污设施的布置和运行要求。闸门应满足局部开启工况要求。

4 进口闸后整流栅的排距、栅距或配水墩的布置等应根据模型试验确定。

6.1.4 沉沙池工作段除满足沉沙要求外,还应满足冲洗排沙要求。

6.1.5 定期冲洗式沉沙池末端应设冲沙闸。冲沙闸的闸门及启闭机应满足闸门局部开启工况要求。

6.1.6 排沙道宜采用无压排沙形式,其纵坡不应缓于沉沙池工作段纵坡。排沙道出口应有抗冲、防淤措施并使排沙通畅。出口应

不受河道常年洪水（重现期两年）顶托，必要时可设防洪闸。

6.2 连续冲洗式沉沙池布置

6.2.1 连续冲洗式沉沙池冲洗系统应由若干条支廊道和主廊道组成。

6.2.2 连续冲洗式沉沙池工作段池底可沿池宽方向做成若干倒梯形槽，槽壁坡角（与水平向夹角）宜大于泥沙水下休止角。槽底板应布置进沙孔并与冲沙支廊道相通。

6.2.3 连续冲洗式沉沙池冲洗系统支廊道应顺水流方向布置于池底进沙孔下。各条支廊道应分别汇入一条主廊道。沉沙池工作段内宜设置多个冲洗系统，前段冲洗系统的支廊道长度宜短于后段冲洗系统的支廊道长度。

6.2.4 主、支廊道应具有良好的水力条件，并应采取抗磨措施。冲沙主廊道出口应有抗冲、防淤措施并保证排沙通畅。

6.2.5 单室连续冲洗式沉沙池宜在沉沙池工作段末端设置事故冲沙闸。

6.2.6 水电站沉沙池宜在沉沙池工作段、引渠或输水道适当部位设置旁侧溢流堰，堰顶高程宜略高于沉沙池运行水位。溢流能力应根据水电站机组丢弃负荷和进水闸可能引入过多流量等因素确定。

6.2.7 水电站沉沙池下游联接段宜采用逐渐收缩型式。当其下游为有压引水道时，该段水深应满足有压进水口最小淹没深度要求。

6.3 定期冲洗式沉沙池布置

6.3.1 水利工程定期冲洗式沉沙池的工作段除符合本规范第6.1.4条规定外，还应符合下列要求：

1 池室的边墙和隔墙应高于正常水位 0.5~0.7m，各墙与相应的池室进口闸的闸墩相联接。

2 当池室内设有池厢时，各池厢间的隔墙应与相应的池厢进口闸的闸墩相联接，墙顶应高于设计泥沙淤积面以上的冲沙水面

高程。

3 池室宜为钢筋混凝土结构,边墙、隔墙的迎水面边坡不宜缓于 1:0.1。

4 应在工作段尾部设置侧向、横向溢流堰和集水槽,溢流堰顶水深宜小于 0.1m,溢流堰和集水槽均应满足自由出流条件。通过水力学计算,合理确定侧向和横向集水槽的断面。

6.3.2 应在池末横墙底部设置排沙孔,排沙孔的流量可取工作流量的 5%~8%。每池厢的排沙孔不宜少于 2 孔。

6.3.3 当沉沙池出口邻近下游输水道的提水泵站时,宜在输水道的适当位置设置旁侧溢流堰,堰顶高程和堰宽应根据泵站机组突然停机及沉沙池可能出池流量计算确定。

6.3.4 水电站定期冲洗式沉沙池下游联接段后输水道应设置出口闸。

6.4 条渠沉沙池布置

6.4.1 条渠沉沙池可根据地形条件布置为湖泊形、条带形或梭形;亦可根据地形和运用条件布置为以挖待沉、自流沉沙、扬水沉沙或分期实施的自流与扬水结合等形式。

6.4.2 条渠沉沙池进、出口宜设置节制闸。条渠宜按上、中、下段分段布置。

6.4.3 条渠沉沙池的围堤、格堤边坡应根据筑堤上料的特性以及条渠的规模等确定,堤顶高程应通过水面波浪爬高计算确定,堤顶宽度应满足防护交通要求。

6.4.4 在布设条渠时,应采取有效的防渗、截渗和排渗措施。沉沙条渠用完还耕后,应建排灌系统。

7 主要尺寸确定

7.1 一般规定

7.1.1 沉沙池主要尺寸应根据地形地质条件拟定不同方案,经技术经济比较后确定。

7.1.2 沉沙池主要尺寸应符合本标准第4章中规定的泥沙沉降设计标准的要求。

7.2 工作深度计算

7.2.1 定期冲洗式沉沙池工作段进口水深和进口工作深度的计算要求如下:

1 工作段进口水深,应满足下式:

$$H \leq \Delta Z + \frac{q}{v_c} - (iL_w + i_0 L_0) \quad (7.2.1-1)$$

式中 H ——工作段进口水深 (m);

ΔZ ——工作段进口水位与排沙道出口天然河道水位差 (m);

q ——排沙道冲沙单宽流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$]

v_c ——排沙道出口冲沙流速 (m/s);

i ——沉沙池工作段底坡;

L_w ——沉沙池工作段长度 (m),水利工程定期冲洗式沉沙池包括溢流堰区长度;

i_0 ——排沙道底坡;

L_0 ——排沙道长度 (m)。

2 工作段进口工作深度按下式计算:

$$H_e = H - \Delta H_k \quad (7.2.1-2)$$

式中: H_e ——工作段进口工作深度 (m);

ΔH_k ——工作段进口设计泥沙淤积厚度 (m),初拟方案时,水

利工程定期冲洗式沉沙池可选 $(0.5 \sim 0.6)H$ ；水电站定期冲洗式沉沙池可选 $(0.25 \sim 0.3)H$ 。

7.2.2 连续冲洗式沉沙池工作段进口工作深度，应满足下式要求：

$$H_e \leq \Delta Z_1 - (1 + \sum \xi) \frac{v_c^2}{2g} - v_c^2 \int_0^L \frac{dl}{c^2 R} \quad (7.2.2)$$

式中： ΔZ_1 ——沉沙池运行水位与廊道出口处顶的高差(m)；

$\sum \xi$ ——局部水头损失系数总和；

L ——支、主廊道总长度 (m)；

c ——谢才系数；

R ——水力半径 (m)。

7.2.3 条渠沉沙池水深宜选择在 2.0~3.5m，并按附录 A 计算。

7.3 工作宽度计算

7.3.1 工作宽度可按下式计算：

$$B = \frac{Q}{H_w v} \quad (7.3.1)$$

式中 Q ——工作流量(m³/s)；

v ——工作段平均流速，初拟方案时，可在下列范围内选择：当沉降最小粒径为 0.05~0.10mm 时，其值可选 0.05~0.15m/s；当沉降最小粒径为 0.25mm 时，其值可选 0.25~0.55m/s；当沉降最小粒径为 0.35mm 时，其值可选 0.40~0.8m/s；

H_w ——平均工作深度 (m)。

7.3.2 水力冲洗式沉沙池单室工作宽度与平均深度之比不宜大于 4.5。

7.3.3 定期冲洗式沉沙池工作段分厢宽度应满足下式：

$$b_s = \frac{Q'_s}{q_s} \quad (7.3.3)$$

式中 b_s ——定期冲洗式沉沙池工作段分厢宽度 (m)；

Q'_s ——池厢冲洗流量 (m^3/s);

q_s ——池厢单宽冲洗流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$].

7.3.4 条渠沉沙池工作宽度可用式 (7.3.1) 初选尺寸, 当出池泥沙允许粒径不宜大于 0.05mm 时, v 值可按 $0.20 \sim 0.40\text{m/s}$ 初选。

7.4 工作长度计算

7.4.1 应初拟沉沙池多个主要尺寸方案, 按附录 B 计算沉速, 按附录 A 计算泥沙沉降率, 在符合第 7.1 节规定的原则下, 确定沉沙池工作段计算长度。

沉沙池工作段设计长度宜取计算长度的 1.2 倍。

必要时应通过模型试验, 验证悬移质出池含沙量和大于等于设计最小沉降 (或大于等于允许) 粒径的泥沙沉降率。

7.4.2 条渠沉沙池的长度, 按附录 A 有关规定计算各时段出池分组含沙量。当出池含沙量及泥沙允许粒径接近第 4.1.1 条~第 4.1.3 条规定的标准上限时, 可将其累积运行时间作为条渠使用期限或清淤周期。

7.4.3 定期冲洗式沉沙池, 当设有侧向溢流堰时, 可根据工作段尾部溢流堰区的堰前含沙量垂线分布计算出池分组含沙量。各池室的侧向溢流堰合计长度可按下式计算:

$$L_e = \frac{1}{\beta} \left(\frac{Q_f}{m\sqrt{2gh_f^{3/2}}} - b_f \right) \quad (7.4.3)$$

式中 L_e ——池室侧向溢流堰合计长度 (m);

Q_f ——池室引用流量 (m^3/s);

b_f ——池室横向正堰宽度 (m);

h_f ——堰顶平均水深 (m);

g ——重力加速度 (m/s^2);

m ——流量系数;

β ——溢流堰的侧向影响系数。

7.5 工作段纵向底坡

7.5.1 定期冲洗式沉沙池的工作段应具有足够的纵向底坡,且应满足下式:

$$i \geq \frac{v_{1c}^2}{c^2 R} \quad (7.5.1)$$

式中 v_{1c} ——工作段冲沙流速 (m/s)。

7.5.2 条渠沉沙池的纵向底坡可根据地形条件,结合条渠宽度确定。

7.6 水力冲洗式沉沙池冲洗计算

7.6.1 定期冲洗式沉沙池冲洗周期与淤沙容积的确定应进行技术经济比较。应以设计冲洗周期内的淤积量确定淤沙容积。冲洗周期内的淤积量、淤积时间、冲洗周期按附录 A 计算。

7.6.2 水利工程定期冲洗式沉沙池的冲洗过程,可概化为泄空冲洗、溯源冲洗和沿程冲洗三阶段,按附录 C 计算。必要时,应通过模型试验验证。

7.6.3 水电工程水力冲洗式沉沙池工作段冲沙流速不得小于附录 D 中的临界冲沙流速。

7.6.4 水电工程定期冲洗式沉沙池的设计单宽冲沙流量、冲洗历时可按附录 D 中无压排沙水力学计算。必要时,应通过模型试验验证。

7.6.5 连续冲洗式沉沙池的廊道水力学计算可按附录 D 中有压排沙水力学计算方法进行。

当进行排沙廊道输沙能力复核时,入池含沙量可参照实测最大含沙量选用。

8 结构设计

8.0.1 沉沙池结构设计应包括对各种设计工况下的稳定、应力计算。

8.0.2 地面沉沙池工作段、联接段的边墙和底板,宜沿水流方向每隔 10~20m 设置横向沉陷缝。

当工作段或联接段设有隔墙或配水墩时,隔墙或配水墩与底板可组成“倒 T 型”结构,并设置纵向沉陷缝。当沉沙池内无隔墙且池宽较大时,应根据地基条件考虑设置纵向沉陷缝。当池宽较小时,边墙和底板亦可作为整体式,按“倒 II 型”结构计算。

8.0.3 应进行基础设计及边墙外地表排水设计。

8.0.4 定期冲洗式沉沙池的工作段和冲、排沙道断面型式及尺寸均应便于冲沙和检修。

8.0.5 连续冲洗式沉沙池冲沙支廊道顶板宜采用预制盖板。顶板上应设进沙孔,进沙孔宜选用百叶窗式孔口。

连续冲洗式沉沙池的冲沙廊道(支廊道和主廊道)过水断面宜采用矩形,主廊道高度不宜小于 1.5m,支廊道的过水断面应沿程加大。

8.0.6 应根据运行、交通、检修的需要,设置必要的爬梯、交通桥、工作桥、进人孔、起重挂钩等。

8.0.7 寒冷地区和高寒地区的沉沙池设计,应根据冬、春季运用要求,采取防止冰冻和泄放冰凌措施。

9 运 行 设 计

9.0.1 沉沙池的泥沙运行设计应符合沉沙池运行水位、设计入池流量、含沙量、泥沙沉降设计标准和运用时间等运用条件的要求。

9.0.2 定期冲洗式沉沙池运行设计应根据泥沙淤积和出池泥沙沉降标准,提出冲洗时机、冲洗方式及闸门调度方式。

9.0.3 水利工程定期冲洗式沉沙池,当引水含沙量或粒径超过设计特征值时,应减小引水流量,直至暂停运行。设计中应提出底孔排沙运行方式。

9.0.4 连续冲洗式沉沙池运行期间应连续开启冲沙廊道出口闸门进行排沙。当出现入池含沙量大于设计含沙量时,应调整运行安排,直至暂停运用。

9.0.5 条渠沉沙池运用前期,可控制部分流量经条渠沉沙,部分流量直接进入输水渠;中、后期可利用出口闸调节水位,控制出池含沙量和粒径。条渠沉沙应与盖淤改土相结合,当淤积达到设计淤积高程以下 0.3~0.5m 时,宜停止使用,并引入细颗粒泥沙或用新挖条渠表土覆盖至还耕高程。

9.0.6 条渠沉沙池宜采用高水高淤、低水低淤的分期淤高方式。对较长的条渠沉沙池,可采用自上而下的分段放淤方式。

9.0.7 应根据不同沉沙池的运行要求,设置必要的运行和检修设施,清淤设施或辅助冲洗设施等。

9.0.8 水利工程沉沙池应安排在非供水期或小流量供水期检修。水电工程沉沙池的检修应安排在允许停电或电力系统低负荷期。

10 原型观测和安全监测设计

10.1 一般要求

10.1.1 沉沙池安全监测设计应根据工程类型、布置和水沙条件，提出观测项目、目的和方法。

10.1.2 沉沙池安全监测设计应包括观测项目选定、观测布置、设备选型、设施安装及保护、观测方法、观测记录表格格式和观测资料整编分析要求等内容。

10.1.3 应根据实际需要，按照国家及行业现行有关标准及规范进行建筑物沉降、位移、应力、扬压力等结构观测设计。

10.1.4 水沙原型观测的主要项目应包括：

- 1 入池流量及水位；
- 2 含沙量及颗粒级配沿池变化；
- 3 水流流速分布。

10.1.5 观测断面位置的布设和数量应能控制过池水力泥沙因子的沿程变化。

10.1.6 观测设施布置应考虑观测方便；流量、水位观测方法应符合有关测验规范；悬移质测验方法应按 GB50159—92《河流悬移质泥沙测验规范》执行。

10.1.7 在拟定水电站或泵站沉沙池沉沙效率观测项目的同时，可根据需要，安排各水轮机组或抽水机组过机含沙量和颗粒级配等观测项目。

10.2 定期冲洗式沉沙池原型观测和监测

10.2.1 选定有代表性的入池流量、含沙量和颗粒级配的时期进行原型观测；在运行过程中应进行以掌握冲洗时机的运行监测。

10.2.2 原型观测项目除第 10.1.4 和第 10.1.5 条规定之外，还宜包括以下项目：

- 1** 池内淤积变化及淤沙干密度；
- 2** 底孔排沙流量和含沙量；
- 3** 当池末设有溢流堰段时，应施测堰前含沙量垂线分布、出池含沙量及分组粒径级配；
- 4** 应观测冲洗过程中的池厢进、出口断面含沙量、沿程水面和沙面变化。

10.3 连续冲洗式沉沙池原型观测和监测

- 10.3.1** 连续冲洗式沉沙池应以检验沉沙池实际沉、排沙效果为目的，提出观测项目和观测方法。
- 10.3.2** 连续冲洗式沉沙池沉沙效果观测应包括在各排沙廊道出口取单样计算含沙量、输沙率并作颗粒级配分析等项目。

10.4 条渠沉沙池原型观测和监测

- 10.4.1** 条渠沉沙池的原型观测和监测应以掌握沉沙效果和淤积形态为目的，提出观测项目和观测方法。
- 10.4.2** 应选择入池流量和含沙量较稳定时期进行原型观测，上、下断面的观测时间应考虑水沙流程的因素。

附录 A 沉降计算方法

A.1 水面线计算

A.1.1 当沉沙池工作宽度、淤积厚度或工作深度沿程变化时,应将沉沙池划分为 n 个计算池段,从下游向上游按下列公式计算水面线:

$$L_k = \frac{\left[H_{k+1} + \frac{v_{k+1}^2}{2g} \right] - \left[H_k + \frac{v_k^2}{2g} \right]}{i_k - \bar{J}_k} \quad (\text{A.1.1-1})$$

$$\bar{v}_k = \frac{v_k + v_{k+1}}{2} \quad (\text{A.1.1-2})$$

$$\bar{J}_k = \frac{\bar{v}_k^2}{c_k^2 R_k} \quad (\text{A.1.1-3})$$

$$\bar{R}_k = \frac{R_k + R_{k+1}}{2} \quad (\text{A.1.1-4})$$

$$\bar{c}_k = \frac{1}{n} R_k^{1/6} \quad (\text{A.1.1-5})$$

式中 L_k —— k 池段长度 (m);

H_k, H_{k+1} —— k 池段上断面、下断面水深 (m);

v_k, v_{k+1} —— k 池段上断面、下断面流速 (m/s);

i_k —— k 池段床面纵坡;

$\bar{J}_k$ —— k 池段平均水力坡度;

g ——重力加速度 (m/s²);

$\bar{v}_k$ —— k 池段平均流速 (m/s);

R_k, R_{k+1} —— k 池段上断面、下断面水力半径 (m)。

$\bar{R}_k$ —— k 池段平均水力半径 (m);

$\bar{c}_k$ —— k 池段平均谢才系数;

n ——糙率系数,一般各池段相同;

k ——池段编号,由工作段进口至池末或溢流堰区首端

排序, $k = 1, 2, \dots, n$ 。

A.2 沉降率计算

A.2.1 应从上游向下游逐池段计算各计算断面分组含沙量变化、各池段分组沉降率、全池分组沉降率和大于某粒径级的沉降率。

1 池段下断面分组含沙量变化按下式计算:

$$S_{i(k+1)} = S_{ik} e^{-\alpha_{ik} \frac{\bar{\omega}_i L_k}{q_k}} \quad (\text{A.2.1-1})$$

式中 S_{ik} 、 $S_{i(k+1)}$ —— k 池段上、下断面分组含沙量 (kg/m^3);
 α_{ik} —— k 池段粒径组的恢复饱和系数 (见 A.3);
 $\bar{\omega}_i$ ——粒径组的平均沉速 (m/s), 按附录 B 计算;
 q_k —— k 池段单宽流量 [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$];
 i ——粒径组编号, 按粒径由小到大排序, $i = 1, 2, \dots, m$ 。

2 池段分组沉降率按下式计算:

$$\eta_{ik} = 1 - \frac{S_{i(k+1)}}{S_{ik}} \quad (\text{A.2.1-2})$$

式中 η_{ik} —— k 池段 i 粒径组沉降率。

3 全池分组沉降率按下列公式计算:

当工作段无溢流堰区时

$$\eta_i = 1 - \prod_{k=1}^n (1 - \eta_{ik}) \quad (\text{A.2.1-3})$$

当工作段尾部设有溢流堰区时

$$\eta_i = 1 - (1 - \eta_{if}) \prod_{k=1}^n (1 - \eta_{ik}) \quad (\text{A.2.1-4})$$

式中 η_i ——全池 i 粒径组沉降率;

η_{if} ——溢流堰区分组沉降率。

4 大于 i 粒径级沉降率按下式计算:

$$\eta_l = \frac{\sum_{i=m}^l \eta_i \Delta P_i}{\sum_{i=m}^l \Delta P_i} \quad (\text{A.2.1-5})$$

式中 l ——第 i 粒径组下限粒径级编号,按粒径由大到小顺序排列, $l = m, m-1, \dots, 2, 1$, 当 $l = 1$ 时, η_l 为总沉降率 η ;

ΔP_i ——入池悬移质泥沙第 i 粒径组沙重百分数 (%)。

A.2.2 沉沙池淤积泥沙的第 i 粒径组沙重百分数按下式计算:

$$\Delta P_{di} = \frac{\eta_l \Delta P_i}{\eta} \quad (\text{A.2.2})$$

式中: ΔP_{di} ——沉沙池淤积泥沙或廊道、排沙孔水流中的第 i 粒径组沙重百分数 (%)。

A.3 恢复饱和系数

A.3.1 恢复饱和系数宜尽量选用水质和泥沙特征相似的已建沉沙池实测资料确定,当选有困难时,可用以下方法确定。

1 处理悬移质泥沙粒径较细的水利工程沉沙池可用下式计算分段恢复饱和系数:

$$\alpha_{ik} = 6.644 \times 10^{-5} J_k^{0.61} \left(\frac{\bar{\omega}_i}{u_{*k}} \right)^{-0.62} \quad (\text{A.3.1-1})$$

$$u_{*k} = \sqrt{g R_k J_k} \quad (\text{A.3.1-2})$$

式中 α_{ik} —— k 池段 i 粒径组恢复饱和系数;

u_{*k} —— k 池段水流摩阻流速 (m/s)。

2 处理悬移质泥沙粒径较粗的水电站沉沙池恢复饱和系数可用下式计算:

$$\alpha_{ik} = K \left(\frac{\bar{\omega}_i}{u_{*k}} \right)^{0.25} \quad (\text{A.3.1-3})$$

式中 K ——综合经验系数,当沉沙池宽度与深度之比在 1.5~4.0 之间时,取 $K=1.2 \sim 1.0$ 。

A.4 淤积计算

A.4.1 水电工程定期冲洗式沉沙池设计冲洗周期内淤积体积可按下式计算:

$$V_s = \frac{S_0 Q \eta T}{1000 \rho_d} \quad (\text{A.4.1-1})$$

式中 V_s ——淤积体体积 (m^3);
 S_0 ——设计冲洗周期内入池平均含沙量 (kg/m^3);
 Q ——沉沙池工作流量 (m^3/s);
 η ——总沉降率;
 T ——设计冲洗周期 (s);
 ρ_d ——淤积物干密度 (t/m^3)。

当取 T 为一天的秒数时, 式 (A.4.1-1) 中 V_s 为沉沙池内的日淤积体积, 可按下式计算冲洗周期:

$$T = \frac{V_0}{V_s} \quad (\text{A.4.1-2})$$

式中: T ——冲洗周期 (d);
 V_0 ——设计淤积体积 (m^3)。

A.4.2 水利工程定期冲洗式沉沙池的池室淤积计算可按下列公式计算:

1 工作段(不含溢流堰区) k 池段某时段淤积体积可按下式计算:

$$V_k = \frac{3.6 Q t_j (S_k - S_{k+1})}{\rho_d} \quad (\text{A.4.2-1})$$

$$S_k = \sum_{i=1}^m S_{ik} \quad (\text{A.4.2-2})$$

$$S_{k+1} = \sum_{i=1}^m S_{i(k+1)} \quad (\text{A.4.2-3})$$

式中 V_k —— k 池段淤积体积 (m^3);
 t_j ——计算时段历时长 (h);
 S_k, S_{k+1} —— k 池段上断面、下断面含沙量 (kg/m^3)。

2 根据淤积体积计算淤积厚度, 池段的时段平均淤积厚度按下式计算:

$$\overline{D}_k = \frac{V_k}{b L_k} \quad (\text{A.4.2-4})$$

式中 $\overline{D}_k$ —— k 池段的时段平均淤积厚度 (m);

b —— k 池段池室工作宽度 (m)。

溢流堰区前的工作段各池段计算断面在各时段内的淤积厚度,可从 $k = n$ 池段的下断面(第 $n+1$ 断面)向上游逐断面推算。

3 全池室冲洗周期的淤积体积可按下列公式计算:

$$V_s = \sum_{j=1}^{m_0} V_j \quad (\text{A.4.2-5})$$

$$V_j = \sum_{k=1}^n V_k + V_f \quad (\text{A.4.2-6})$$

$$V_f = b'_f L_f D_{n+1} \quad (\text{A.4.2-7})$$

式中 V_j ——全池室某时段内淤积体积 (m^3);

V_f ——溢流堰区某时段内淤积体积 (m^3);

b'_f ——溢流堰区池室工作宽度 (m);

L_f ——溢流堰区长度 (m);

D_{n+1} ——第 $n+1$ 断面的时段淤积厚度 (m);

j ——时段数, $j = 1, 2, \dots, m_0$ 。

4 当池室淤积到一定程度后,出池含沙量及其粒径超过泥沙沉降设计标准时,及时进行冲洗,以恢复沉沙容积,池室冲洗周期按下式计算:

$$T_s = \sum_{j=1}^{m_0} t_j \quad (\text{A.4.2-8})$$

式中 T_s ——池室冲洗周期 (h)。

A.4.3 条渠沉沙池的沉降率按第 A.2.1 条计算;各池段的时段淤积体积可用式(A.4.2-1)计算,各时段断面淤积厚度可由池末断面向上游逐断面计算。

时段内全池淤积量

$$V_j = \sum_{k=1}^n V_k \quad (\text{A.4.3-1})$$

全池各时段淤积体积

$$V_s = \sum_{j=1}^{m_0} V_j \quad (\text{A.4.3-2})$$

式中 V_s ——全池各时段累积淤积体积 (m^3)。

附录 B 悬移质泥沙沉速计算

B.0.1 粒径级的划分,应能控制颗粒级配曲线的线型,并应包含沉沙池设计最小沉降粒径。

B.0.2 对应于选用沉降分析法所得悬移质颗粒级配,粒径级沉速必须使用该沉降分析法所规定的公式进行计算。

B.0.3 对粒径小于 0.062mm 部分采用沉降分析法、粒径大于 0.062mm 部分采用筛分析法所得悬移质颗粒级配,粒径级沉速可使用下列公式计算。

1 当粒径等于或小于 0.062mm 时,采用斯托克斯公式计算:

$$\omega = \frac{g}{1800} \left(\frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} \right) \frac{d^2}{v} \quad (\text{B.0.3-1})$$

$$v = \frac{0.01775}{1 + 0.0337t + 0.000221t^2} \quad (\text{B.0.3-2})$$

2 当粒径为 0.062~2.0mm 时,采用沙玉清天然沙沉速公式计算:

$$(\lg S_a + 3.790)^2 + (\lg \Psi - 5.777)^2 = 39.0 \quad (\text{B.0.3-3})$$

$$S_a = \frac{\omega}{g^{1/3} \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)^{1/3} v^{1/3}} \quad (\text{B.0.3-4})$$

$$\Psi = \frac{g^{1/3} \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1 \right)^{1/3} d}{10 v^{2/3}} \quad (\text{B.0.3-5})$$

3 当粒径大于 2.0mm 时,采用沙玉清紊流区沉速公式计算:

$$\omega = 4.58 \sqrt{10d} \quad (\text{B.0.3-6})$$

以上各式中 v ——水的运动粘滞系数(cm^2/s);

t ——水温($^{\circ}\text{C}$);

d ——泥沙粒径 (mm);
 ρ_s ——泥沙密度 (g/cm³);
 ρ_w ——清水密度 (g/cm³);
 ω ——泥沙沉速 (cm/s);
 g ——重力加速度 (cm/s²);
 S_a ——沉速判数;
 Ψ ——粒径判数。

B.0.4 粒径组平均沉速应使用其上下限粒径沉速的几何平均值:

$$\bar{\omega}_i = \sqrt{\omega_i \omega_{i+1}} \quad (\text{B.0.4})$$

式中 $\bar{\omega}_i$ ——粒径组平均沉速 (cm/s);
 ω_i ——粒径组下限粒径沉速 (cm/s);
 ω_{i+1} ——粒径组上限粒径沉速 (cm/s)。

附录 C 水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算

C.0.1 对设有 n 个池室的多池室沉沙池,各池室按沉沙与冲洗交替方式运行。设计条件下宜为 $n-1$ 个池室沉沙,1 个池室冲洗,逐池室交替运用,满足连续供水。冲洗过程可划分为泄空冲洗、溯源冲洗和沿程冲洗三阶段,如图 C 所示。

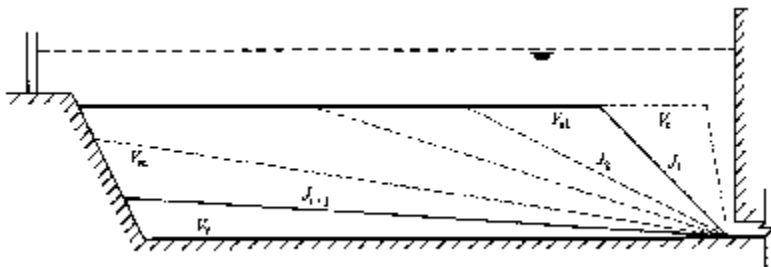


图 C 冲洗过程示意图

V_c —泄空冲洗排沙体积; $V_{s1} \cdots V_{sm}$ —溯源冲洗排沙体积; V_y —沿程冲洗排沙体积

C.0.2 池室泄空冲洗的排沙体积和历时可用以下方法确定。

1 池室泄空冲洗排沙体积可用下式计算:

$$V_c = \frac{V_w S}{1000 \rho_d - S} \quad (\text{C.0.2-1})$$

式中 V_c ——池室泄空冲洗排沙体积 (m^3);

V_w ——池室泄空冲洗起始淤积面以上水体体积 (m^3);

S ——池室泄空冲洗出池平均含沙量 (kg/m^3)。

2 池室泄空冲洗历时可按下式计算:

$$t_c = \frac{V_w + V_c}{3600 Q_c} \quad (\text{C.0.2-2})$$

式中 t_c ——池室泄空冲洗历时 (h);

Q_c ——池室平均泄空流量 (m^3/s)。

C.0.3 以池末冲沙闸前的池底为基点,将溯源冲洗阶段的淤沙

容积概化为 n 个计算冲洗块体,逐块计算。

1 各冲洗块体单宽平均输沙率可用下式近似计算

$$q_{si} = \beta q_i^m \bar{J}_i^n \quad (\text{C.0.3-1})$$

$$\bar{J}_i = \frac{J_i + J_{i+1}}{2} \quad (\text{C.0.3-2})$$

式中 q_{si} ——计算冲洗块体平均单宽输沙率 $[\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m})]$;

q_i ——计算冲洗块体冲洗平均单宽流量 $[\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})]$;

$\bar{J}_i$ ——计算冲洗块体平均坡度 ($\%$);

J_i, J_{i+1} ——计算冲洗块体的起始、终止坡度 ($\%$);

i ——计算冲洗块体的编号, $i = 1, 2, \dots, n$;

β ——综合系数;

m, n ——指数。

2 溯源冲洗历时可按下式计算:

$$t_s = \frac{1}{3.6} \sum_{i=1}^n \left(\frac{V_{si} \rho_d}{q_{si} b_i - S_0 Q_s} \right) \quad (\text{C.0.3-3})$$

式中 t_s ——池室溯源冲洗历时 (h);

V_{si} ——计算冲洗块体的淤沙体积 (m^3)

b_i ——计算块体平均宽度 (m);

S_0 ——冲洗水流入池含沙量 (kg/m^3);

Q_s ——池室冲洗流量 (m^3/s)。

C.0.4 沿程冲洗出池平均含沙量和冲洗历时可用以下方法确定。

1 沿程冲洗出池平均含沙量可用挟沙力公式计算:

$$S_* = K \left[\frac{U^3}{gR\omega} \right]^m \quad (\text{C.0.4-1})$$

式中 S_* ——沿程冲洗出池平均含沙量 (kg/m^3);

U ——沿程冲洗平均流速 (m/s);

R ——沿程冲洗平均水力半径 (m);

ω ——大于 d_{10} 淤沙粒径的平均沉速 (m/s);

K, m ——分别为系数和指数, 又是 $\frac{U^3}{gR\omega}$ 的函数。

2 沿程冲洗的冲洗历时可按下式计算：

$$t_y = \frac{\rho_d V_y}{3.6 Q_s (S_* - S_0)} \quad (\text{C.0.4-2})$$

式中 t_y ——池室沿程冲洗历时(h)；

V_y ——池室沿程冲洗排沙体积(m^3)。

C.0.5 单室冲洗总历时可按式(C.0.5-1)计算,由式(A.4.2-8)得 T_s 值,并应满足式(C.0.5-2)要求。

$$T_c = K(t_c + t_s + t_y) \quad (\text{C.0.5-1})$$

$$T_c \leq \frac{T_s}{n-1} \quad (\text{C.0.5-2})$$

式中 T_c ——单室冲洗总历时(h)；

K ——工作安全系数,可取 $K = 1.2 \sim 1.4$ ；

n ——池室数。

单室冲洗总用水量为：

$$W = V_w + 3600(t_s + t_y) Q_s \quad (\text{C.0.5-3})$$

式中 W ——单室冲洗总用水量(m^3)。

C.0.6 当池室内设有池厢时,泄空冲洗按池室一次泄空计算；溯源和沿程冲洗可用池室计算公式逐池厢进行计算。

附录 D 水电站沉沙池有压及无压 排沙水力学计算

D.1 有压排沙水力学计算

D.1.1 有压排沙道内不应出现淤堵,选定的冲沙流速 v_c 应大于临界冲沙流速 v_k ,且不宜小于 2.5m/s 。

矩形断面排沙道的临界冲沙流速可采用罗耶尔经验公式计算:

$$v_k = E \sqrt[3]{(\rho_m - 1) \omega_{75} \sqrt{R}} \quad (D.1.1-1)$$

$$\rho_m = 1 + \left[1 - \frac{\rho_w}{\rho_s} \right] \frac{S_e}{1000} \quad (D.1.1-2)$$

$$S_e = \eta S_0 \frac{Q + Q_c}{Q_c} \quad (D.1.1-3)$$

式中 v_k ——临界冲沙流速 (m/s);

E ——常数,与廊道表面绝对糙度有关,当 $\Delta = 1\text{mm}$ 时, $E = 66$; 当 $\Delta = 5\text{mm}$ 时(水泥敷面和混凝土建筑物), $E = 50$;

ρ_m ——廊道内浑水密度 (t/m^3);

ρ_s ——泥沙密度 (t/m^3);

ρ_w ——清水密度 (t/m^3);

ω_{75} ——泥沙沉速 (m/s),廊道挟沙水流中,小于该粒径沙重占 75%;

S_e ——冲沙水流中的含沙量 (kg/m^3);

S_0 ——沉沙池设计入池含沙量 (kg/m^3);

Q ——沉沙池工作流量 (m^3/s);

Q_c ——冲沙流量 (m^3/s);

R ——水力半径 (m)。

圆形断面临界冲沙流速可用克诺罗兹经验公式计算:

$$v_k^{5/4} = \omega_{75} \left[\frac{100 S_e}{1000 + 0.63 S_e} \right]^{1/6} \sqrt[4]{\frac{4 Q_c}{\pi d_{75}^2}} \quad (\text{D.1.1-4})$$

式中 d_{75} ——泥沙粒径(m), 廊道挟沙水流中, 小于该粒径沙重占 75%。

D.1.2 为使沿沉沙池宽度方向冲沙能力均匀及有利于排沙, 应保证各支廊道与主廊道交汇点处的水头损失相等; 廊道总水头损失应小于上游水面与廊道出口处的水位差。为便于计算, 各条支廊道内流速宜采用同一值, 用各支廊道的长度变化来保证交汇点处的水头损失相等。沿廊道长度的水头变化按下式计算:

$$H_1 = \Delta Z - (1 + \Sigma \xi) \frac{v_k^2}{2g} - v_k^2 \int_0^L \frac{dl}{C^2 R} \quad (\text{D.1.2-1})$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (\text{D.1.2-2})$$

式中 H_1 ——计算断面的水头 (m);

ΔZ ——上游水面与廊道出口处的水位差 (m);

$\Sigma \xi$ ——局部水头损失系数总和;

L ——廊道首端至计算断面长度 (m);

n ——糙率系数, $n = 0.017 \sim 0.0225$, 计算支廊道水头差时取 0.0225, 计算进水孔面积时取 0.017。

D.1.3 支廊道沿长度方向的截面积按下式计算:

$$A = \frac{Q_1}{v_k} \quad (\text{D.1.3-1})$$

$$Q_1 = Q_0 + \left[\frac{Q_m - Q_0}{L_T} \right] l_c \quad (\text{D.1.3-2})$$

式中 A ——支廊道断面面积 (m²);

Q_1 ——支廊道在计算断面的流量 (m³/s);

L_T ——支廊道长度 (m);

l_c ——支廊道首端至计算断面的长度 (m);

Q_0 ——支廊道首端的流量 (m³/s), 可采用等于廊道末端流量的 20%;

Q_m ——支廊道末端的流量 (m^3/s)。

D.1.4 支廊道进沙孔断面面积按下式计算：

$$A_1 = \frac{Q_L}{n_0 \Phi \sin \theta \sqrt{2g(H-H_1)}} \quad (\text{D.1.4})$$

式中 A_1 ——进沙孔断面面积 (m^2)；

n_0 ——进沙孔孔数；

H ——工作段进口水深 (m)；

θ ——孔口轴线与水平面的倾斜角($^\circ$)；

Φ ——流量系数,可取 $\Phi = 0.75 \sim 0.85$ 。对百叶窗式孔口可取 0.75。

D.2 无压排沙水力学计算

D.2.1 无压排沙冲沙临界流速可按下式计算：

$$v_c = \omega_{75} \sqrt{\frac{h}{d_{75}}} \left[\frac{100 S_e}{1000 + 0.63 S_e} \right]^{1/4} \quad (\text{D.2.1})$$

式中 S_e ——冲沙水流中的含沙量,可取 $20 \sim 85 \text{kg}/\text{m}^3$ ；

d_{75} ——泥沙粒径(m),在淤积物中小于该粒径沙重占 75%；

ω_{75} ——泥沙沉速 (m/s),在淤积物中小于该粒径沙重占 75%；

h ——冲沙时的平均水深 (m)。

D.2.2 冲沙单宽流量按下式计算：

$$q = (1.1 \sim 1.25) h v_c \quad (\text{D.2.2})$$

D.2.3 等速流冲沙时冲沙历时可按下式近似计算确定：

$$\Delta T = (1.5 \sim 2.0) \frac{1000 \rho_d V}{S_e q B} \quad (\text{D.2.3})$$

式中 ΔT ——冲沙历时 (s)；

ρ_d ——淤积物干密度 (t/m^3)；

V ——沉沙池的沉沙容积 (m^3)；

B ——池厢工作宽度 (m)。

本规范的用词和用语说明

为便于执行本标准，对要求严格程度不同的用词说明如下：

——表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

——表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

——表示指明应按其他有关标准、规范规定执行的：

采用“按……执行”。