

中华人民共和国行业标准

水利水电工程沉沙池设计规范

SL269—2001

条 文 说 明

目 次

1	总则	(4)
3	设计资料	(5)
3.1	基本资料	(5)
3.2	入池含沙量及颗粒级配	(5)
4	沉沙池的设置条件及泥沙沉降设计标准	(8)
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	(8)
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	(8)
5	位置及类型选择	(10)
6	工程布置	(11)
6.1	水力冲洗式沉沙池一般规定	(11)
6.2	连续冲洗式沉沙池布置	(13)
6.3	定期冲洗式沉沙池布置	(14)
6.4	条渠沉沙池布置	(15)
7	主要尺寸确定	(17)
7.1	一般规定	(17)
7.2	工作深度计算	(17)
7.3	工作宽度计算	(17)
7.4	工作长度计算	(19)
7.5	工作段纵向底坡	(20)
7.6	水力冲洗式沉沙池冲洗计算	(21)
8	结构设计	(22)
9	运行设计	(23)
10	原型观测和安全监测设计	(24)
10.1	一般要求	(24)
10.2	定期冲洗式沉沙池原型观测和监测	(24)
10.3	连续冲洗式沉沙池原型观测和监测	(24)

10.4	条渠沉沙池原型观测和监测	(25)
附录 A	沉降计算方法	(26)
A.1	水面线计算	(26)
A.3	恢复饱和系数	(26)
A.4	淤积计算	(27)
附录 C	水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算	(29)

1 总 则

1.0.1 我国已在水利水电工程沉沙池的设计、运行与科学研究中积累了成功经验，但是由于长期无统一的设计标准，影响了沉沙池的设计与运用效果。为保证设计质量、充分发挥工程效益和推动该项技术发展，必须统一技术要求，特制定本规范。

1.0.2 由于悬移质泥沙与推移质泥沙运动机理不同，因此处理方式不同，本规范仅为处理悬移质泥沙的沉沙池设计制定。

由于沉沙池工程投资和规模较大，在大中型水利水电工程沉沙池设计中应遵守本规范规定执行。**3**级以下工程需要设置沉沙池时，可参照本规范执行。

1.0.3 水文泥沙等基本资料，对沉沙池规模影响很大，必须作好此项基本工作。由于我国地域辽阔，水沙状况差别很大，对重要工程应进行模型试验。

1.0.4 水利水电工程沉沙池设计和运行表明，沉沙池的功能、效益、效率与工程的其他建筑物和设备有关。水利工程沉沙池设置是为了减少渠道淤积、防止灌区沙化和减轻对泵站水泵的磨损危害；水电站设置沉沙池的目的是减轻过机泥沙对水轮机的磨损危害。设置沉沙池虽然可基本解决上述问题，但引起投资和运行费用等变化，因此，是否设置沉沙池或设置何种标准的沉沙池，应进行技术经济比较。

1.0.5 沉沙池是引水枢纽的组成部分，其运行原则必须与枢纽运行协调一致，以保证正常供水。

1.0.6 工程运行实践表明，对沉沙池进行原型观测分析和监测，是提高沉沙池设计、运行管理水平和充分发挥工程效益的有效措施，对重要工程应包括此项设计。

1.0.7 沉沙池为水利水电工程水工建筑物的一部分，除自身特点由本规范规定外，与其他水工建筑物具有共性的部分，应按有关规范的规定执行。

3 设计资料

3.1 基本资料

3.1.1 收集悬移质泥沙颗粒级配资料时,同时了解颗粒级配分析方法,以便选用相应的沉速公式计算泥沙颗粒沉速。

水力冲洗式沉沙池冲排沙道出口处的河流水位流量关系是冲洗设计中确定冲沙水头的基本资料;沉沙池外边墙天然河道水面线主要用于沉沙池外水压力和底板浮托力计算。

高寒地区在严寒期使用沉沙池时,应收集河流冰情资料。

河流污物不得进入沉沙池,应在引水口至沉沙池进口逐级处理。了解污物来源及其特性是为了确定拦污设施布置、栅格尺寸及水位等。

3.1.2 为确定水利水电工程沉沙池的设置标准,确定沉沙池的规模,评定其效益,应根据不同类型沉沙池,收集相关的各种资料。

1 沉沙池引渠、输水道的设计正常水位是确定沉沙池设计水位的依据。

2 沉沙池的设计引用流量及其过程是确定沉沙规模的主要依据。

3 为使引渠和输水道不应由于淤积,而影响沉沙池正常引水和输水,应收集引渠和输水道挟沙力分析成果。

4 水轮机、水泵过流部件耐磨性能、抗磨措施等资料,是用于分析判断沉沙池设计沉降粒径标准的一项依据;水轮机或水泵的大修间隔用于比较设置沉沙池后对减轻磨损的作用。

5 灌区资料是用以研究水利工程沉沙池泥沙沉降设置标准和规模的一项依据。

3.2 入池含沙量及颗粒级配

3.2.1 时段平均入池含沙量计算,在水电工程沉沙池中忽略了有

坝引水与取水口底坎的挡沙作用,在水利工程沉沙池中忽略了取水口底坎的挡沙作用,偏于安全。

3.2.2 入池设计泥沙特征值包括含沙量和悬移质颗粒级配。已建沉沙池均使用河流泥沙特征值作为入池设计值,实际上年平均或汛期平均河流含沙量与引水含沙量差别较大,因此规定使用入池泥沙特征值作为设计值较使用河流泥沙特征值作为设计值更合理。

至于选用何种时段平均或实测值作为入池设计泥沙特征值,应根据河流输沙特性、枢纽布置特点、沉沙池类型、供水重要程度、沉沙池工程量、效益等综合分析论证。

如渔子溪一级水电站沉沙池,因仅在汛期使用,故选用多年汛期平均悬移质颗粒级配作为确定沉沙池主要尺寸的设计值。排沙廊道输沙能力的复核,原考虑选用历年最大日平均含沙量 $54.7\text{kg}/\text{m}^3$ 。但其出现机会较少,为减少排沙流量,最后选用 $35.0\text{kg}/\text{m}^3$ 作为复核值。沉沙池投入运行 20 多年来,粒径 $d \geq 0.25\text{mm}$ 实测沉降率与设计值吻合,也未出现过廊道堵塞现象。

西藏羊卓雍湖水电站设置定期冲洗式沉沙池,为保证沉沙效果和冲沙可靠,设计中采用粒径组成偏细的多年汛期平均悬移质颗粒级配作为确定沉沙池主要尺寸的依据,选用粒径组成偏粗的实测悬移质级配作为沉沙池冲洗设施和排沙建筑物的设计依据。

水利工程沉沙池设计中,设计入池含沙量一般可由引水时段的日平均含沙量频率分析或典型年汛期日平均含沙量分级统计分析确定。也可根据含沙量大小分布情况和供水重要程度,调整相应的引水流量。

如禹门口沉沙池,汛期引水时段平均含沙量 $52\text{kg}/\text{m}^3$ (瞬时最大断面含沙量达 $933\text{kg}/\text{m}^3$),丰沙年和平沙年引水时段含沙量等于大于 $120\text{kg}/\text{m}^3$ 的分别为 23d/a 和 22d/a。根据供水保证率分析确定:当引水含沙量大于 $120\text{kg}/\text{m}^3$ 时,沉沙池停止运行,此时工业供水自备解决;当引水含沙量为 $120 \sim 100\text{kg}/\text{m}^3$ 时,引水流量 $6\text{m}^3/\text{s}$,仅供工业用水;当引水含沙量为 $100 \sim 80\text{kg}/\text{m}^3$ 时,引水

流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ ；当引水含沙量小于 $80\text{kg}/\text{m}^3$ 时，按设计引水流量 $26\text{m}^3/\text{s}$ 。禹门口沉沙池工程设计中，是以 40 余年汛期泥沙粒配（汛期粒径细于非汛期粒径）绘成泥沙粒配曲线包络图，采用包络图中的粒配曲线密集区平均值，作为设计入池泥沙粒径。

引黄济青条渠沉沙池，引水期为冬春季节，采用利津水文站在引水期的多年月平均含沙量为设计入池含沙量，平均含沙量为 $6.7\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大为 $14\text{kg}/\text{m}^3$ 。设计入池泥沙粒径 $d_{50} = 0.03 \sim 0.035\text{mm}$ ，其中粒径小于 0.025mm 的占 40%，小于 0.005mm 的占 18%。

山西浪店水源工程沉沙池设计入池含沙量为 $50\text{kg}/\text{m}^3$ ，大禹渡沉沙池设计入池含沙量为 $52\text{kg}/\text{m}^3$ ，均采用汛期平均泥沙粒径为设计入池泥沙粒径。内蒙小沙湾引黄工程沉沙池设计入池含沙量为 $60 \sim 80\text{kg}/\text{m}^3$ 。

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 根据调查,自流灌溉沉沙池的出池设计含沙量,除与粒径有关外,主要取决于排灌渠系允许挟沙力。不同地区出池设计含沙量差别较大,如黄河中游灌区汛期出池设计含沙量约为 $12\text{kg}/\text{m}^3$;黄河下游灌区,由于渠道纵坡缓 ($1/5000\sim 1/10000$),出池设计含沙量为 $2\sim 4\text{kg}/\text{m}^3$ (个别为 $1\text{kg}/\text{m}^3$)。出池允许粒径是根据目前黄河中、下游水利工程沉沙池出池泥沙粒径不大于 $0.04\sim 0.05\text{mm}$ 而确定的。

4.1.2 提水灌溉的灌区沉沙池沉降设计标准是根据水泵磨蚀要求提出的。黄河以高含沙量闻名于世,其含沙量具有上下游变化大的特点。根据黄河上、中、下游单级离心水泵扬程 $10\sim 108\text{m}$ 的主要泵站调查 (三角城,景台川,夹马口,东雷二级,南乌牛二级,小樊一、二级,龙行二级,尊村,大禹渡一、二级和凤陵渡),过泵汛期平均含沙量为 $0.5\sim 61\text{kg}/\text{m}^3$, $d_{50} = 0.032\sim 0.04\text{mm}$, $d_{95} \approx 0.1\text{mm}$,基本反映了我国多沙河流的提水工程过泵泥沙特征,根据水泵大修保证期 2500h ,经分析给出判别图 4.1.2。 10m 以下扬程的泵站多采用轴流泵或其他泵型,如山西尊村引黄渠首一级泵站将轴流泵的下导轴承改用全封闭,外加清水润滑,磨损问题就不严重。图 4.1.2 中的水泵设计扬程 H_p 系离心式水泵设计扬程。

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,是根据我国已投入运行的水轮机磨损及检修资料,综合考虑泥沙特性、我国现有水轮机水力特性及耐磨材料的水平、沉沙池的投资及其效益,加以类比分析,

并考虑下列条件制订的。

1 在能可靠运行的前提下,水轮机大修间隔取值为:水斗式水轮机一年(换喷针头及喷嘴口);额定水头大于等于 150m 的混流式水轮机大于等于两年;额定水头小于 150m 的混流式水轮机大于等于三年。

2 莫氏硬度大于等于 5 的硬矿物泥沙含量约占 50%。

3 主要过流部件材料的耐磨性能,不低于 ZG0Cr13Ni4MO (HB≥280)不锈钢。

4.2.2 泥沙对水轮机磨损危害表现为:水轮机运行效率下降、出力减小和年发电量相应减少;大修间隔缩短,检修费用增加;影响机组运行的灵活性和可靠性。

减轻泥沙对水轮机磨损危害的主要措施有:①采用耐磨材料或耐磨护面层,提高磨损部位的耐磨水平;②采取工程措施,如设置沉沙池、沉砾池或利用水库沉沙等,以减少过机含沙量及过机粗沙;③改善水轮机的水力及结构性能,降低关键磨损部位的流速,保持水流平顺流态;④提高水轮机设计制造质量;⑤保持良好的运行工况。

是否设置沉沙池及设置何种沉降粒径标准的沉沙池,要考虑电站在系统中的作用、泥沙特性、水轮机的耐磨水平、电站运行检修的要求及大修间隔、沉沙池的投资、年运行费及效益等因素,进行技术经济比较后确定。

4.2.3 各额定水头段沉沙池的设计最小沉降粒径标准,是考虑到经济合理性及实际需要推荐的。水电站沉沙池的设计沉降粒径,经过技术经济比较,可以等于或大于表4.2.3中的粒径,不宜小于该粒径。

5 位置及类型选择

5.0.1 一般情况下,沉沙池位置距离首部枢纽进水口近一些,可节省引渠工程量,减少水头损失,方便运行管理。如大禹渡沉沙池、禹门口沉沙池和渔子溪沉沙池均邻近首部取水口。

不良地段系指地形、地质和场地危及建筑物稳定的地段,如滑坡影响带、泥石流危及区、河流冲刷范围以及软弱地层等。如禹门口沉沙池建在液化的粉细沙地层上,采用振冲桩加固后,达到抗地震液化的设计标准。

5.0.2 定期冲洗式沉沙池较连续冲洗式沉沙池具有运行可靠、结构简单、便于施工等特点,所以在地形开阔的地方应优先考虑使用。

5.0.3 连续冲洗式沉沙池占地面积小,适合在地形狭窄的地方采用,若具备足够的冲沙水头和流量时,加之合理设计及运用,仍然可以满足运行要求。

5.0.4 提水灌溉工程的定期冲洗式沉沙池,一般多邻近首部取水口,可结合地形和灌溉渠布置,在引水首部设低扬程泵站,既满足扬水需要,又形成足够的冲沙水头,如大禹渡沉沙池和禹门口沉沙池。

5.0.5 定期冲洗式沉沙池存在泥沙排泄对环境影响的问题,这是应慎重对待、充分研究论证的问题。

定期冲洗式沉沙池有单室和多室型式,由于单室定期冲洗式沉沙池冲洗时一般要停止供水,而大、中型水利工程不允许停止运行,故不宜选用单室定期冲洗式沉沙池。

平原地区或滩涂地带的地形开阔,适合条渠型沉沙池布置。如引黄济青渠首条渠沉沙池,运用初期为自流沉沙,后期拟扬水沉沙,可使地面抬高,少占土地。

5.0.6 本规范未含机械清淤有关规定,可参照其他规程选用清淤机械,如河南邙山泵站的沉沙池为机械清淤。

6 工程布置

6.1 水力冲洗式沉沙池一般规定

6.1.1 在设计工作流量和含沙量范围内,引渠必须达到正常输水,在小流量引水时可允许有少量淤积,但不影响正常输水,随着流量增大达到冲淤平衡。如禹门口沉沙池前的引渠纵坡为 $1/740$,最小引水流量时的流速为 1.57m/s ,设计工作流量时的流速为 2.25m/s ,均大于不淤流速,引渠设计工作流量为沉沙池工作流量与冲洗流量之和。

一般在引渠末段或适当位置设置溢流设施,是为了出现超标准流量或特殊情况时,能够从引渠溢出,使沉沙池能够正常工作和安全。可在引渠一侧设计排沙底孔,以便引渠排沙和停止运行时泄空引渠。

6.1.2 由于引渠断面宽度和深度与沉沙池断面宽度和深度相差较大,水流进入沉沙池会出现流速横向及竖向分布不均匀。当沉沙池的布置受到地形、地质或冲沙水头等条件限制,沉沙池轴线与引渠轴线不在同一直线上时,更加剧上述流速分布的不均匀性,故沉沙池轴线宜与其进口前的引渠轴线的延线重合。当受到条件限制时,可使引渠下段轴线的延线与沉沙池轴线重合。工程实践表明,设置完好的上游联接段,是使进入沉沙池工作段水流流速分布较均匀和提高沉降效率的一项措施。

6.1.3 设置上游联接段的目的是使入池水沙在横向分布均匀,并最大限度减少泥沙在该段沉降,拦截污物,控制池室不同工况下的流量。

1 上游联接段(亦称行近段或扩散段)的平面布置采用对称扩散型式时,单侧扩散角不宜大于 12° (水流自由扩散角约为 $10^\circ \sim 12^\circ$);采用非对称扩散时,两侧扩散角之和不宜大于 24° 。当接近或大于上述角度时,应采取工程措施,防止涡流和泥沙淤积发

生。联接段底板与工作段底板应以竖横比缓于 1:4 的斜坡联接,使水流均匀扩散。已建沉沙池一般通过水力学模型试验来确定上游联接段的布置,以保证水流均匀扩散,不出现涡流区。

2 联接段内水流泥沙运动过程十分复杂,设置配水墩或其他整流设施的位置、尺寸应通过水力模型试验确定。如禹门口沉沙池扩散段采用对称布置,为缩短联接段长度,单侧扩散角为 $20^{\circ}28'12''$,要使水流比较均匀、稳定地分配至各池室,是一个相当困难的问题,经反复试验研究,最终得出在扩散段首部设置整流板,结合各进口闸前配水墩布置,逐渐整流扩散,以适应不同流量和含沙量范围内的正常运用要求。如西藏羊卓雍湖抽水蓄能电站沉沙池的整流栅,通过四个方案的模型试验后,才得到了比较满意的布置方案。

统计已建水电工程沉沙池,在上游联接段内设得整流栅整流后,单侧扩散角可达 $12^{\circ}\sim 25^{\circ}$,两侧扩散角之和达 $24^{\circ}\sim 33^{\circ}$ 。

渔子溪一级:单侧扩散角 $24^{\circ}29'04''$;

南桠河三级:单侧扩散角 $23^{\circ}50'19.46''$;

渔子溪二级:两侧扩散角之和 $32^{\circ}20'50.8''$;

映秀湾电站:两侧扩散角之和 $24^{\circ}37'34''$ 。

3 设置池室进口闸是为了控制各池室运行,是否在进口闸设置拦污栅,应根据入池污物的情况确定。从四川渔子溪、南桠河等水电站沉沙池的运行实践看,污物进入工作段常常堵塞进沙孔或堵塞整流栅,导致池身断面流速分布不均匀,因此对拦污问题应给予足够的重视。山西大禹渡、禹门口等沉沙池均在沉沙池进口设置拦污栅。

池厢进口闸是为控制冲洗运行,应满足局部开启工况要求。为满足沉沙运行要求,闸槛应高于池厢内达到冲洗周期时的泥沙淤积面。如禹门口沉沙池在 3 孔池室进口闸下游设有 9 孔池厢进口闸,均按局部开启工况运行。

4 上游联接段内的进口闸后设置整流栅或配水墩,其目的为使进入工作段的水流能均匀地分配,以达到沉沙池的设计沉沙

效率。

6.1.4 定期冲洗式沉沙池沉沙运行时，工作段的水流属于缓变流；冲洗运行时，工作段的水流为急流，工作段的布置除满足沉沙运行工况要求外，还应满足冲洗工况要求。连续冲洗式沉沙池工作段应同时满足沉沙和冲洗系统布置要求。

6.1.5~6.1.6 定期冲洗式沉沙池泄空冲洗过程中，往往受排沙道容量所限，需局部开启闸门控制流量。排沙道渠底纵坡应大于工作段池底纵坡，以保证排沙通畅，防止排沙道淤堵。排沙道出口受下游水位顶托时，将影响泄流排沙能力。一般沉沙池邻江河一侧的河道设计及校核洪水位较高，若以此确定冲洗水头，标准过高，当出现设计及校核洪水时可采取适当延长冲洗周期或者减小工作流量等措施，故提出排沙道出口设计水位以不受下游常年洪水位顶托为原则。禹门口沉沙池排沙道出口设有防洪闸，是为了防止洪水倒灌淤堵排沙道。

6.2 连续冲洗式沉沙池布置

6.2.1~6.2.5 连续冲洗式沉沙池的支廊道及主廊道是冲排沙的主要建筑物，为充分利用全部水流落差，常把沉沙池分成多段进行分段沉降和分段冲洗，各段可以利用的水位差均为沉沙池水位与排沙道出口处的水位差。四川南桠河三级电站及渔子溪一级、二级电站的沉沙池工作段均分别设置了三段支、主廊道系统进行分段沉降和分段冲洗。由于粗颗粒泥沙在前段沉降多，细颗粒泥沙在后段沉降，一般前段支廊道长度短于后段支廊道长度，以达到对各段支廊道进行冲沙总水头校核时，保持大约相同的安全程度。

本规范推荐的冲沙廊道(包括支廊道、主廊道和进沙孔等)的布置、水力计算方法和结构形式等，是在总结四川渔子溪一级、二级和南桠河三级等水电站沉沙池设计经验的基础上提出的，并已经受了多年运行实践考验，图 2.1.2-1 中，底廊道系统采用分段布置且前段短于后段，其原因是前段的落淤量大于后段，且以粗沙为主。

连续冲洗式沉沙池冲排沙廊道一旦淤塞，可使用设置的事故冲沙闸冲沙，因此，事故冲沙闸是连续冲洗式沉沙池的一种备用冲沙设施。

6.2.6 设置旁侧溢流堰，目的在于宣泄进水口闸门操作不当及机组丢负荷时，进入沉沙池超过设计流量的水量，在确定泄流量后，按堰流公式确定堰顶高程和宽度。堰顶高程一般比运行水位高5cm。

6.2.7 水电站沉沙池下游联接段采用逐渐收缩的型式，以使出池水流能畅通进入下游输水道。下游为明渠时，收缩角按水流收缩角确定；下游为有压输水道时，有压引水道进口顶部淹没水深由淹没条件确定。

6.3 定期冲洗式沉沙池布置

6.3.1 为保证各池室交替运行，各池室边墙和隔墙应与相应的池室进口闸闸墩联接，墙顶应高于正常运行水位0.5~0.7m，以策安全。各池厢间的隔墙与相应的池厢进口闸闸墩相联，控制墙顶高程是为了逐池厢集中进行溯源冲洗，防止水流串厢。根据交替运行工况要求，池室宜为钢筋混凝土结构。梯形断面的池室运行实践表明，在坡面上有严重的挂淤现象，很难冲洗，故边坡不宜缓于1:0.1。

阳武河、大禹渡和禹门口等沉沙池运行实践表明，由于入池含沙量较大且粒径较细，泥沙经工作段沉降后，沉降了部分较粗粒径并减少了含沙量，但还需经溢流堰区吸取表层水，才能满足供水要求，否则需将工作段延长相当长度，是不经济的。溢流堰区长度一般为工作段长度的15%~20%，溢流堰和集水槽相结合布置在该区的墙顶上(见图2.1.3)，集水槽的边墙即为溢流堰，宜采用曲线型非真空实用堰。为提高沉沙池的沉降效率，堰顶水深不宜大于0.1m。为了保证堰顶水深稳定，溢流堰为非淹没出流，各集水槽间为自由出流。隔墙上的测向集水槽净宽，一般为隔墙间净距的1/5~1/6。

6.3.2 在溢流堰区末端设置排沙底孔(禹门口沉沙池,每池厢净宽6m,每厢设底孔3个),可采用连续或间隔排沙方式,排泄池末的高浓度含沙水流,以保证溢流堰出池含沙量。按连续排沙方式的池末底孔时段排沙平均含沙量可按下式计算:

$$S_d = \frac{Qt_j(S_{n+1} - S_f) + Q_d t_j S_f - 1000 V_f \rho_d}{Q_d t_j} \quad (1)$$

式中 S_d ——池末底孔时段排沙平均含沙量 (kg/m^3),据大禹渡沉沙池试验为 $200\text{kg}/\text{m}^3$,可据类同工程或试验确定;

S_{n+1} ——第 $n+1$ 断面含沙量 (m^3/s);

S_f ——溢流堰时段出池含沙量 (kg/m^3),见式(8);

Q_d ——池末底孔时段平均流量 (m^3/s);

t_j ——时段长度 (s)。

6.3.3 当沉沙池出口下游输水道邻近扬水泵站时,在泵站机组突然停电,入池水量尚未得到控制时,为防止回流影响沉沙池安全,应在输水道适当位置设置旁侧溢流堰,如禹门口和大禹渡沉沙池均在输水道一侧设置旁侧溢流堰。

6.3.4 水电站定期冲洗式沉沙池下游联接段后设置出口闸门,是为了控制沉沙与冲沙交替运行。

6.4 条渠沉沙池布置

6.4.1 湖泊型沉沙池在占地面积、渗漏损失、浸没影响、沉淤管理等方面存在较多问题,很少采用;条带形沉沙池由于进口突然扩大,沉沙效果较差,也较少采用。梭形沉沙池布置较合理,运行效果较好,采用较多。

在条渠容积受到地形条件限制时,可以人工或机械开挖,以开挖的土方筑成渠堤而形成条渠;运行若干年达到淤积高程后,邻渠另挖新的条渠,并以新渠开挖的耕植土覆盖于淤积高程上面还耕,依此进行称以挖待沉,如山东潘庄沉沙池。引黄济青渠首沉沙池,初期为自流沉沙,后期拟为扬水沉沙,既延长了沉沙池的

使用年限，又可少占耕地。

6.4.2 条渠沉沙池进、出口设置节制闸的目的是调节流量和分水引水。出口闸还具有调整水位、调节水面比降和流速、控制泥沙淤积等作用。条渠宜做成逐渐展宽的上段和比较顺直的中段；下段应徐缓收缩，但不宜过于束窄，以利于后期沉沙。上段为输沙段，长度一般为全池长的 15%，流速要大些，以免进口淤塞；中段为主要淤积段，流速应小，以利于泥沙沉降，长度约为全池长的 70%；下段的流速主要靠出口控制，流速应大于中段，使泥沙下移，长度约为全池长的 15%。根据黄河下游的经验，条渠沉沙池长度不宜小于 2km。

6.4.3 根据国内已建条渠沉沙池设计及运行经验，土质边坡一般为 1:4~1:5，坡面宜植树种草，以御风浪。堤顶高程应为水面高程加浪高再加大安全超高。对于大型沉沙条渠，标准要适当提高，浪高按 7 级大风计算，安全超高采用 1m。另外要有足够的顶宽，以适应风浪冲击，并满足防护交通的要求。对于大型沉沙条渠的围堤、格堤的堤顶宽一般为 5~7m。由于堤高顶宽，土方工程量较大，可利用沉沙条渠淤土分期加高，分层夯实，做成多级坡面。

6.4.4 采取防、截、排渗措施的目的是防止条渠外围地区发生次生盐渍化。防渗措施包括渠底和渠堤两部分。渠底防渗主要是先在来沙较细的季节（汛期），用小水放淤渠底，以形成细淤防渗盖层，厚约 0.3m。渠堤防渗，一是利用细淤土作堤；二是在条渠使用初期（来沙较细季节），渠内引放大水或雍高水位，使细淤土覆盖堤坡，形成贴淤防护面。

截渗主要是条渠外围修建 2~3 道截渗沟、防止渗水浸没条渠周围地区。截渗沟要有足够深度和稳定的边坡。

排渗是在截渗的基础上，使条渠渗水能结合条渠周围田间工程，布置完整的排水系统，或结合灌溉，建立井排系统，将渗水排出。

7 主要尺寸确定

7.1 一般规定

7.1.1~7.1.2 沉沙池设计中以不同水深、宽度、长度的组合,均可得到满足设计要求的沉降率,因此,沉沙池主要尺寸的确定应拟定多种方案进行技术经济比较。

7.2 工作深度计算

7.2.1~7.2.2 水力冲洗式沉沙池进口水深不宜过大,以免因池底高程过低,致使冲排沙不畅。前苏联水电站沉沙池设计规范建议在通常情况下沉沙池的工作深度可选择4~5m;我国一般为3~8m,个别为15~18m(天生桥二级)。式(7.2.1-1)中,当工作段底坡*i*或排沙道底坡*i*₀为变坡时,则取其平均底坡。式(7.2.1-2)中的 ΔH_k 值,对于水利工程定期冲洗式沉沙池,可按下式初步选值:

$$\Delta H_k \geq \frac{V_s}{L_w B} - \frac{1}{2} L_w i \quad (2)$$

式中 V_s ——沉沙池冲洗周期内淤积体积(m³),按附录A计算;

B ——工作宽度(m),按式(7.3.1)计算。

7.2.3 国内长渠沉沙池水深一般2.0~3.5m。

7.3 工作宽度计算

7.3.1~7.3.2 实测资料表明,水力冲洗式沉沙池宽深比过大,池内水流三度性明显,池底泥沙淤积易形成滩槽,沉沙效果明显降低,因此水电工程沉沙池工作段宽深比不宜大于4.5,水利工程定期冲洗式沉沙池工作段宽深比不宜大于3.5。

国内已建水电工程沉沙池工作段平均流速见表1。

式(7.3.1)中,水利工程定期冲洗式沉沙池的平均深度 H_w ,

可取工作段首端和末端的冲洗周期初、末的水深平均值。

已观测的大禹渡等水利工程定期冲洗式沉沙池平均流速、工作深度见表 2。

表 1 已建水电工程沉沙池工作段平均流速、工作深度表

工程名称	设计最小沉降粒径 (mm)	沉沙池平均流速 (m/s)	工作深度 (m)
渔子溪一级电站	0.25	0.387	8.0
渔子溪二级电站	0.25	0.387	8.1
南桡河三级电站	0.25	0.34	6.2
映秀湾电站	0.25	0.35	10.0
羊卓雍湖电站	0.10	0.05	7~8
天生桥二级电站	0.40	0.675~0.810	15~18
清水河电站	0.25	0.2~0.3	5.2
槟榔江电站	0.25	0.25	
苏帕河电站	0.20	0.287~0.162	
安顺关脚水电站	0.25	0.52	

表 2 大禹渡等水利工程定期冲洗式沉沙池平均流速、工作深度表

沉沙池 名 称	工作段 长 度 (m)	出池泥沙 允许粒径 (mm)	最大工作深度(m)		工作段平均流速(m/s)	
			工作段 首 端	工作段 末 端	冲洗周 期 初	冲洗周 期 末
大禹渡	220	0.04	4.2	8.2	0.08	0.13
禹门口	118	0.05	5.3	7.0	0.09	0.21
阳武河	250	0.05	3.6	5.0	0.16	0.33

注:1.禹门口沉沙池工作段后段为斜板区,为复合型定期冲洗式。

2.最大工作深度系指冲洗周期初(开始),池室内无淤积状况。

在前苏联水电站沉沙池规范中,工作段平均流速建议如下:

1 设计最小沉降泥沙粒径在 0.25~0.40mm 之间的沉沙池,其平均流速可以在 0.25~0.50m/s 范围内选择;

2 设计最小沉降泥沙粒径为 0.70mm 时, 平均流速的上限可提高到 0.70~0.80m/s;

3 平均流速的选取与入池悬移质颗粒级配有关, 当水流中较粗颗粒的泥沙占优势时, 可以选取较大的平均流速。

7.3.3 已观测的水利工程定期冲洗式沉沙池池厢单宽冲洗流量如下:

阳武河沉沙池 $0.8\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$;

大禹渡沉沙池 $0.5\sim 0.75\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$;

禹门口沉沙池 $0.83\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$;

博克拉沉沙池 $0.37\sim 0.55\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。

7.4 工作长度计算

7.4.1~7.4.2 附录 A 推荐的计算公式和方法, 通过大量水槽试验资料和原型观测资料验证, 效果较好、但还存在以下问题:

水力冲洗式沉沙池的池长短、水深大、流速小, 水流挟沙力可以忽略不计。但当条渠沉沙池淤积后形成主流沟时, 主流沟的水流是有一定挟沙力的, 由于当前对挟沙力的研究还不够成熟, 特别是分组水流挟沙力。因此采用了较简便途径, 即通过原型观测资料分析给出恢复饱和系数经验式, 一定程度上反映了水流挟沙力的因素, 今后还待继续研究。

为留有余地, 采用池长较计算长增加 20%。

7.4.3 水利工程定期冲洗式沉沙池, 虽然工作段沉降了大部分泥沙, 但还应经溢流堰区引取表层水才能满足供水要求, 应考虑含沙量在堰前的垂线分布并以极限吸出高度范围内的含沙量作为出池含沙量。

1 极限吸出高度可近似用下式计算:

$$h_L = 2.5 \left(\frac{\rho g_f^2}{4\rho g} \right)^{1/3} \quad (3)$$

式中 h_L ——溢流堰堰上水流极限吸出高度 (m);

ρ ——浑水密度 (t/m^3);

q_f ——溢流堰平均单宽流量 $[\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})]$;

$\Delta\rho$ ——清水与浑水密度差 (t/m^3) ;

2 经溢流堰段的出池分组含沙量、分组沉降率及溢流堰出池含沙量可用以下各式计算:

$$S_{if} = S_{i(n+1)} \left[\frac{ah_L}{(2h - h_L)(h - a)} \right]^{Z_{1i}} \quad (4)$$

$$Z_{1i} = 0.034 + \frac{e^{1.5Z_i} - 1}{e^{1.5Z_i} + 1} \quad (5)$$

$$Z_i = \frac{\bar{\omega}_i}{\kappa U_*} \quad (6)$$

$$\eta_{if} = 1 - \left[\frac{ah_L}{(2h - h_L)(h - a)} \right]^{Z_{1i}} \quad (7)$$

$$S_f = \sum_{i=1}^m S_{if} \quad (8)$$

式中 S_{if} ——经溢流堰出池分组含沙量 (kg/m^3) ;

$S_{i(n+1)}$ ——第 $n+1$ 计算断面分组平均含沙量 (kg/m^3) ;

h ——计算时段初堰前淤积床面以上水深 (m) ;

a ——溢流堰前垂线分组含沙量参考点距离淤积床面的高度,随不同粒径组而变,由试算确定该值;

Z_{1i} ——第 i 粒径组悬浮指标修正值;

Z_i ——第 i 粒径组悬浮指标值;

U_* ——近似取工作段的末池段在计算时段内的摩阻流速 (m/s) ;

κ ——卡门系数。

溢流堰内的水流、泥沙是相当复杂的三维流动问题,本条提出的计算式为简化的近似计算,必要时应进行模型试验。

7.5 工作段纵向底坡

7.5.1 式 (7.5.1) 为均匀流流速公式,由于池底泥沙淤积,床面糙率较大,各工程的糙率系数取值不同,一般为 0.0225~0.0275。定期冲洗式沉沙池工作段底坡一般取 0.01~0.02。工作

段冲沙流速 v_{1c} 不宜小于 2.5m/s 。排沙道底坡应大于沉沙池工作段底坡，以确保冲排沙效果。水利工程定期冲洗式沉沙池的溢流堰区纵向底坡宜大于工作段前段底坡，但不得大于排沙道底坡。

7.5.2 根据地形条件确定纵向底坡时，还应重视与条渠沉沙池宽度间的协调。由于条渠沉沙池是人工控制的宽浅渠道，如果纵向底坡选择太小，宽度太大，则会形成水流刚进入条渠即大量落淤，影响进水。反之，如果纵向底坡选择太大，宽度过窄，则泥沙淤积甚少，甚至发生冲刷。

7.6 水力冲洗式沉沙池冲洗计算

7.6.1~7.6.4 定期冲洗式沉沙池淤积容积与冲洗周期成正比。淤积容积选得小一些，可减少沉沙池工程量，但冲洗周期短，对供水或发电可能造成不利影响；冲洗周期长一些，可能有利于供水或发电，但沉沙池淤积容积相应增大，增加了工程量。因此应根据工程的具体情况，进行技术经济比较，确定合适的冲洗周期和淤积容积尺寸。

水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算的目的，是为给出冲洗流量和池室冲洗总历时，以求合理地确定沉沙池布置、运行设计和引渠设计流量。

8 结构设计

8.0.1 不同类型的沉沙池,其水工建筑物的形式亦有所不同。对于各类建筑物的一般设计规定(包括结构设计、渠堤设计、防渗排水设计和地基设计等),应按现行有关规范执行,本规范不再重复写入。

水力冲洗式沉沙池的布置受地质、地形、冲沙水头等条件的限制,一般布置于沿河的一、二级阶地,因此有些工程应特别重视沉沙池底板抗浮稳定的验算。条渠沉沙池应重视土渠边坡的稳定性。

8.0.2 沉沙池的纵横向沉陷缝的位置和分缝间距,应据地基和结构条件确定,本条不包括地下式沉沙池和条渠沉沙池。

8.0.3 应重视基础处理设计。曾有沉沙池地基属软弱地层,由于处理不当,使沉沙池不能正常运行,不得不重新进行改建。禹门口沉沙池系建筑在液化地基上,妥善地采用了桩基处理。当沉沙池布置在山脚时,应重视边墙外侧的排水设计,防止山洪或出现泥石流而危及沉沙池安全。

9 运行设计

9.0.1 沉沙池作为引水枢纽的组成部分,其运行原则必须与枢纽运行协调一致。在沉沙池各方案技术经济比较时,应根据河流泥沙情况及枢纽布置,拟定不同设计方案的沉沙池进行比较,应满足其运用条件,故选定方案时必须明确运用条件。

9.0.2~9.0.4 不同河流泥沙特性、输沙量年际和年内分配不同,设计在充分掌握各方面资料的前提下,根据泥沙设计特征值及沉沙池冲洗方式,提出冲洗的控制条件,以指导沉沙池的实际运行。

定期冲洗式沉沙池包括冲洗时机、冲洗方式及底孔排沙运行方式。连续冲洗式沉沙池若不连续开启排沙,落淤的泥沙将堵塞排沙廊道及进沙孔。

根据阳武河、大禹渡等沉沙池冲洗运行经验,沉沙池的沉沙容积刚淤满,池内淤积物尚未固结,及时打开冲沙闸进行冲洗,可减少冲沙时间并节省冲洗用水量,冲洗效果最佳。

9.0.5 沉沙条渠运用前期沉降率比较高,一般在 80%~90%,有的甚至达 95%以上。清水灌溉与适当含沙浓度(保证支渠以上渠系不淤积)的浑水灌溉相比,一是不能肥田,二是容易冲刷渠道,故在沉沙池运用前期,为使灌溉用水具有一定含沙浓度,在调配用水时,可调配部分流量经沉沙池处理,部分流量直接送入输水渠,清浑水掺合后进行灌溉。清浑掺合流量比例可根据支渠冲淤平衡时的临界含沙量确定。

一般情况下,沉沙池淤沙较粗,不利于耕作。沉沙淤积至设计淤积高程以下 0.3~0.5m 以下时,应停止运行,待汛期引入细颗粒泥沙覆盖,可利于淤后耕种。

9.0.6 条渠沉沙池采用分期淤高,轮换沉淤的方式,可保证条渠的安全运用,并可提高条渠的利用率。高水高淤,就是在汛期高水位时将河水引到枯(低)水位时不能沉沙的条渠,使之淤得更高;低水低淤,就是在枯水季节,将河水引到新(低)条渠沉沙。

10 原型观测和安全监测设计

10.1 一般要求

10.1.1~10.1.7 根据工程等级、规模、类型、布置和水沙条件等，有针对性地确定相应观测项目及其合理的布置。按有关规范进行观测和资料整编，从而达到以下主要目的：

1 掌握沉沙池施工和运行期建筑物沉降、位移、应力等情况，当出现不正常情况时，及时分析原因，采取措施，以保证工程正常运行；

2 掌握沉沙池运行过程中的水沙变化、泥沙沉降率、泥沙沉降标准，以指导沉沙池合理运行；

3 积累资料，提高管理和设计水平。

GB50159—92《河道悬移质泥沙测验规范》属国家标准，为保证测验精度，沉沙池工作段及引渠悬移质测验应执行该规范规定的方法和技术要求。对过机泥沙取样方法有待进一步研究。

10.2 定期冲洗式沉沙池原型观测和监测

10.2.1 定期冲洗式沉沙池的冲洗周期较短，应选择入池流量和含沙量稳定的时期进行原型观测，才能获取泥沙运行的可靠资料，便于分析。沉沙池运行过程中，为掌握冲沙时机，应在运行中进行监测。

10.2.2 所列主要观测项目系为掌握沉降运行及冲洗过程中的水力、泥沙变化。

10.3 连续冲洗式沉沙池原型观测和监测

10.3.2 排沙廊道出口取单样计算输沙率并作颗粒级配分析，目的在于检验入池、出池沙量是否平衡及排沙廊道输沙能力。

10.4 条渠沉沙池原型观测和监测

10.4.1~10.4.2 打渔张条渠沉沙池长度为 **7200m**，原型观测是根据条渠断面变化，分别在进口、出口和沿条渠布设 **7** 个水力泥沙观测断面，观测项目包括流量、含沙量、泥沙粒径、水位、淤积形态。各观测断面的距离为 **920~1540m** 不等。在各水力泥沙观测断面间有测淤断面 **1~2** 个，监测水位和淤积形态。观测过程中要避免入池含沙量变化掩盖沉沙池的实际沉降效率。

附录 A 沉降计算方法

A.1 水面线计算

A.1.1 水面线计算宜从工作段末端算起。水利工程定期冲洗式沉沙池尾部设有溢流堰区,该区水流是相当复杂的三维流动,为便于计算,可近似取为水平,水面线可从溢流堰区首端向上游逐断面推算。一般水面线坡度甚缓,计算时应注意有效取值位数。

A.3 恢复饱和系数

A.3.1 恢复饱和系数随水力泥沙因素变化而变化,变幅较大,考虑到选用相似已建工程资料的困难性,给出式(A.3.1—1)和式(A.3.1—3)计算式。

式(A.3.1—1)一般适用于悬移质颗粒组成较细(小于0.25mm)的水利工程沉沙池分组沉降率计算,如我国黄河及长江中下游地区。该式是根据山东打渔张、窝头寺、河南人民胜利渠、山西阳武河和大禹渡沉沙池实测资料分析所得。

由长江中游的严家台、丢丢垸放淤工程实测资料得到:

$$\alpha_{ik} = 0.0523 \left(\frac{\overline{\omega_i}}{u_{*k}} \right)^{-0.608} \quad (9)$$

将黄河、长江中下游各沉沙池实测资料,仅按 $\alpha_{ik} \sim \frac{\overline{\omega_i}}{u_{*k}}$ 关系得到的点据虽有一定关系,但按(A.3.1—1)计算,则更收敛。式(9)可供初步计算时之用。

式(A.3.1—3)是根据四川渔子溪一级、南桠河三级、云南清水河电站沉沙池实测资料及水槽试验得到。一般适用于我国西南地区悬移质颗粒组成较粗($d > 0.25\text{mm}$)的水电站沉沙池分组沉降率计算。

摩阻流速亦可按下式计算:

$$U_* = \frac{n\sqrt{g}}{R^{1/6}} \quad (10)$$

式中 n ——糙率系数;
 v ——池段平均流速 (m/s);
 g ——重力加速度 (m/s²);
 R ——池段平均过水断面水力半径 (m)。

A.4 淤 积 计 算

A.4.2 水利工程定期冲洗式沉沙池一般设有多池室,淤积计算是分池室计算,故工作流量为池室工作流量,淤积体积为池室淤积体积。在式(A.4.2—1)中,计算时段历时长 t_j 的取值,可据泥沙条件和工作段长度确定。入池含沙量大,工作段短,则 t_j 的取值宜短;反之,则 t_j 值宜长。一般定期冲洗式沉沙池 t_j 可取 $0.5(h)$ 。

水利工程沉沙池一般呈三角洲淤积形态,淤积过程中,洲面由上游向下游逐渐推进,前坡慢慢调平,直到沉沙容积淤满。各时段淤积厚度可从下游向上游逐断面按下面方法近似计算。式(A.4.2—7)是按溢流堰段首端的淤积厚度与第 $n+1$ 断面相同,并假定淤积面为水平,忽略楔体的影响。

第 $n+1$ 断面和第 n 断面的时段淤积厚度为:

$$D_{n+1} = \left[1 + \frac{\eta_n - \eta_{n-1}}{2} \right] \bar{D}_n \quad (11)$$

$$D_n = \left[1 - \frac{\eta_n - \eta_{n-1}}{2} \right] \bar{D}_n \quad (12)$$

第 $n-1$ 池段至第 1 池段的上游断面淤积厚度为:

$$D_k = 2\bar{D}_k - D_{k+1} \quad (13)$$

式中 D_{n+1} ——第 $n+1$ 断面(即 $K = n$ 池段的下断面)时段淤积厚度(m);

D_n ——第 n 断面时段淤积厚度(m);

$\bar{D}_n$ —— $K = n$ 池段(即末池段)平均淤积厚度(m);

η_n —— $K = n$ 池段的全沙沉降率;

η_{n-1} —— $K = n - 1$ 池段的全沙沉降率；

D_k, D_{k+1} ——第 k 池段上断面、下断面淤积厚度(m)。

池室出池含沙量及其粒径超过泥沙沉降设计标准,是对计算的池室而言。实际上,当三个或三个以上池室交替运行时(两个或两个以上池室沉沙,一个池室冲沙),后投入沉沙的池室出池含沙量和允许粒径是不会超过设计标准的,综合平均一般不超过泥沙沉降设计标准,淤积计算略去了这些可能的安全因素。

A.4.3 条渠沉沙池各池段的时段淤积体积仍可采用附录 A 中的式(A.4.2—1)计算,但计算时段长宜取 1~10 天,根据水沙条件和条渠沉沙池规模确定。

实际观测资料表明,池末泥沙淤积面近于水平,为便于计算,设 $K = n$ 池段(末池段)的上、下断面的淤积厚度相等,近似按下式计算:

$$D_n, D_{n+1} = \sqrt{\frac{2V_n}{L_n(m_n + m_{n+1})} + \frac{1}{4} \left(\frac{b_n + b_{n+1}}{m_n + m_{n+1}} \right)^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{b_n + b_{n+1}}{m_n + m_{n+1}} \right) \quad (14)$$

式中 V_n —— $K = n$ 池段的淤积体积(m³);

L_n —— $K = n$ 池段长度(m);

b_n, b_{n+1} —— $K = n$ 池段上断面、下断面底宽(m);

m_n, m_{n+1} —— $K = n$ 池段上断面、下断面边坡系数。

$K = n - 1$ 池段至 $K = 1$ 池段的上游计算断面淤积厚度可从下向上按下式计算:

$$D_k = \sqrt{\frac{2V_k}{L_k m_k} - \frac{D_{k+1}}{m_k} (b_{k+1} + m_{k+1} D_{k+1}) + \left(\frac{b_k}{2m_k} \right)^2} - \frac{b_k}{2m_k} \quad (15)$$

式中 D_k, D_{k+1} ——第 k 池段上断面、下断面淤积厚度(m);

V_k ——第 k 池段淤积体积(m³);

m_k, m_{k+1} ——第 k 池段的上、下断面边坡系数;

b_k, b_{k+1} ——第 k 池段的上、下断面底宽(m)。

附录 C 水利工程定期冲洗式沉沙池冲洗计算

C.0.1 模型试验、原型观测和运行实践表明,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。

C.0.2 对刚淤满的池室进行冲洗时,首先关闭其进口闸门,停止水流进入冲洗的池室,并开启冲沙闸门进行泄空冲洗。泄空冲洗阶段,池末和池内尚未淤积密实的泥沙被泄空水流挟带出池,直至水体泄空出露新的洲面,此过程称泄空冲洗。概化计算中忽略后坡洲面变化。泄空冲洗的特点是时间短,排出含沙量大,当水位降到接近淤沙面时,出池含沙量最大。根据原型观测和模型试验,泄空冲洗出池平均含沙量 $200\sim 500\text{kg}/\text{m}^3$,排出沙量可占淤积量 $25\%\sim 50\%$,参见表 3,或者根据类同工程、试验确定。

表 3 沉沙池泄空冲洗排沙含沙量表

沉沙池 名 称	观测方式	泄空平均单宽流量 [$\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$]	出池平均含沙量 (kg/m^3)	出池最大含沙量 (kg/m^3)	淤沙粒径 (mm)
大禹渡	原型观测	0.33	500	900	0.09~0.18
大禹渡	原型观测	0.33	460	860	0.09~0.18
阳武河	原型观测	0.27	200	400	0.05~0.40
禹门口	模型试验	0.16	280	670	$d_{50} \approx 0.06$
禹门口	模型试验	0.16	275	600	$d_{50} \approx 0.06$
禹门口	模型试验	0.16	250	700	$d_{50} \approx 0.06$
禹门口	模型试验	0.16	284	873	$d_{50} \approx 0.06$

为便于计算,可近似取闸孔最大出流流量和最小流量的平均值,作为平均泄空流量。

C.0.3 泄空冲洗结束后,及时开启池室进口闸门,引水入池进行溯源冲洗。溯源冲洗沿着新的洲面从下游至上游的水面线出现明

显折坡点,水面有较大跌落。折坡点上游后坡的水面比降小于池底比降,远离折点的上游洲面变化较小。折坡点下游坡陡流急,发生强烈冲刷,使折点位置不断向上游发展,三角洲面徐徐降低。以冲沙闸前池底为基点,从下游向上游冲刷发展为特征,使淤沙洲面不断切割调平至前后坡趋于一致,即标志着由下而上的溯源冲洗转变为由上而下的沿程冲洗。

图 1 为阳武河沉沙池原型观测冲洗变化过程。

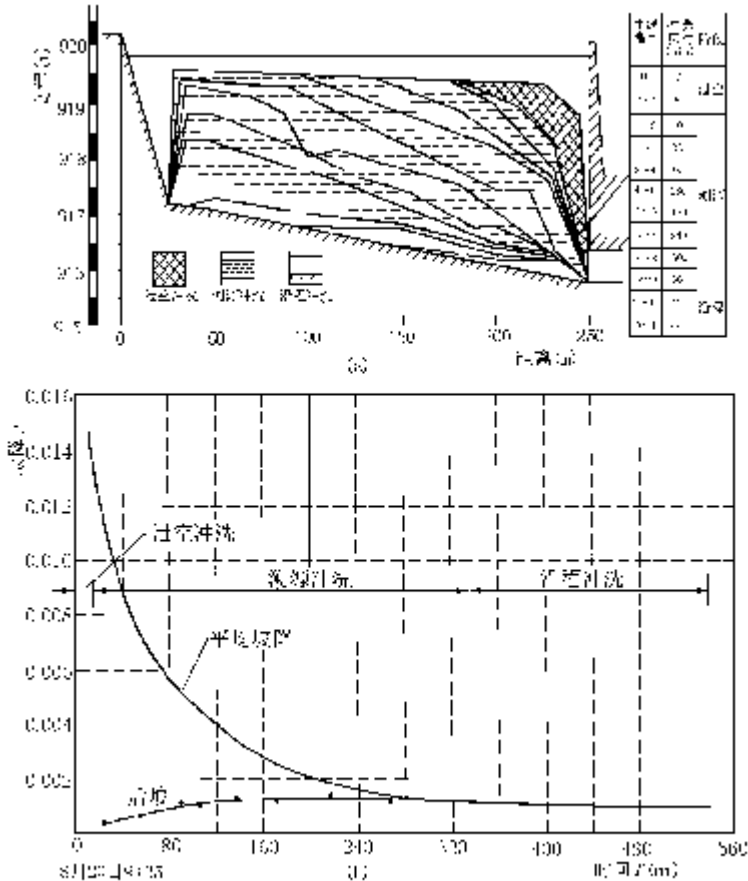


图 1 阳武河沉沙池原型观测冲洗变化过程

(a) 洲面变化率; (b) 洲面纵剖面变化

据阳武河、大禹渡沉沙池实测资料得到式 (C.0.3—1) 中:
 $\beta = 47.5$ 、 $m = 1.286$ 、 $n = 0.915$ 。

C.0.4 沿程冲洗阶段的冲洗效率低于前两阶段的冲洗效率。沿程冲洗与溯源冲洗的划分位置, 可见附录 C 中图 C, 图中 J_{n+1} 坡线首端淤积厚度约为其起始淤积厚度 30%, 并使计算块 V_{sn} 的冲洗出池平均含沙量大于沿程冲洗出池平均含沙量 1.2 倍为宜。

C.0.5 当式 (C.0.5—2) 不能满足时, 应改变工程布置, 调整 T_c 、 T_s 值。

C.0.6 当池室较宽, 为提高沉沙和冲沙效率, 宜在池室内分隔成若干个池厢。因池厢间的隔墙低于正常水位, 泄空冲洗按池室一次泄空计算, 溯源冲洗和沿程冲洗按逐厢集中冲洗进行计算。

1 池厢内溯源冲洗的各冲洗块体单宽平均输沙率可用式 (C.0.3-1) 和式 (C.0.3-2) 计算。设有 m 个池厢的池室溯源冲洗历时可按下式计算:

$$t_s = \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{3.6} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{V_{si} \rho_d}{q_{si} b_i - S_0 Q'_s} \right\} \right] \quad (16)$$

式中 Q'_s ——池厢集中冲洗流量 (m^3/s);

j ——单室池厢数, $j = 1, 2, \dots, m$ 。

2 池厢内沿程冲洗平均含沙量可用式 (C.0.4—1) 计算, 设有 m 个池厢的池室沿程冲洗历时可按下式计算:

$$t_y = \sum_{j=1}^m \frac{\rho_d V'_y}{3.6 Q'_s (S_* - S_0)} \quad (17)$$

式中 V'_y ——单厢沿程冲洗排沙体积 (m^3)。

3 每池室冲洗总历时可根据池厢数参照式 (C.0.5—1) 计算, 并应满足式 (C.0.5—2) 要求。