

# 大河口电站排沙底孔设计

李永清

(四川省水电勘测设计研究院,成都,610072)

**摘要** 根据初设阶段对大河口水库泥沙淤积的分析计算,结合发电机组的进水要求,采用异重流排沙,设置排沙底孔,然后确定布置方案。对设计中遇到的一些其它问题,如,工作门槽的立柱漩涡、下游水塞等也作了分析。

**关键词** 大河口电站 水库泥沙淤积 异重流 拉沙半径 排沙底孔

大河口电站位于川东黔江地区酉阳县苍岭区境内的阿蓬江大滩河段。电站四周群山环抱,草木茂密,气候湿润温和,交通不便。大河口电站发电后将可缓解川东地区的电力不足,并对川东特别是黔江地区的经济发展起

到重要的作用。

## 1 大坝及排沙底孔概况

大河口电站拦河坝为空腹砼重力坝,水工结构十分复杂。坝高85m、坝顶长149.0m,3台机组,装机总容量6.9万kW。排沙底孔

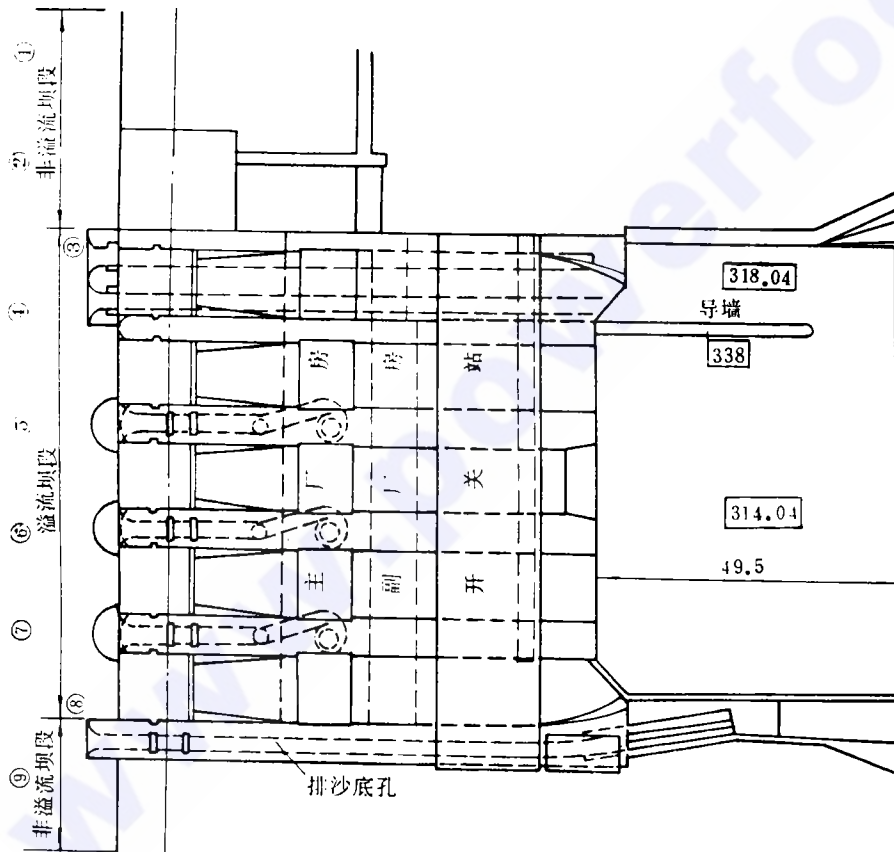


图1 排沙底孔位置图

是一个十分重要的水工建筑物,不但起到排、拉沙石的作用,而且可以和溢流堰同时泄洪,在大坝施工期间,也可以参加部分导流。运行中,由于水头高、流速大,形成强烈的振动,对坝体稳定产生一定影响。排沙底孔位置见图 1。

## 2 水库泥沙淤积及排沙方式的确定

大河口电站泥沙经统计计算,天然情况多年平均来沙量悬移质为 298 万 t,推移质为 23.6 万 t,考虑上游渔滩电站和朝阳寺电站两水库建成拦沙后,多年平均入大河口水库悬移质沙量将减少为 146 万 t,推移质为 6.6 万 t,库沙比为 72.7,水库淤沙高程为 335m,可见水库的泥沙淤积问题是较为严重的。

由于入库泥沙较细且坝前水位较高,又担负着发电、航运等任务,因此在初设时进行了水库异重流计算分析。利用异重流潜入点判别公式  $U^3/(\eta gh_0) = 0.6$  进行判别计算。结果表明在距坝 4.4~14km 库段内发生异重流潜入现象。到坝前断面还没有形成完整的异重流运动,只是表层有 20m 左右的清水层,泥沙含量较大的浑水层在 365m 高程以下。鉴于以上情况及 30 年设计标准下泥沙淤积洲头高程为 376.2m,距坝约 10km,但经长期运行后将威胁电站取水口。为了解决电站取水口不致受到泥沙淤积影响和更有利地排出浑水层泥沙,比较了滞洪排沙、泄空排沙,基流排沙等方案,采用异重流排沙,设置排沙底孔。据黑松林水库异重流排沙的 7 次观测结果表明,进库沙量 95.39 万 t,排走沙量 58.27 万 t,平均排沙效率为 61.2%,最高可达 91.4%,可见异重流排沙效果显著。

为了减少库内泥沙淤积,于可研阶段进行了汛期拉沙水位的分析计算;当流量大于  $600\text{m}^3/\text{s}$  时,坝前水位降至 375m 运行,后经复核宜将拉沙水位提高至 376m。

## 3 确定排沙底孔位置

排沙底孔原考虑布置在电站进水口下部能使电站进水口前形成漏斗。高程愈低,冲刷

漏斗愈大,对防止水库泥沙淤积及电站进口前沿淤堵能起到很好的作用。但这种布置形式,给施工、维修养护带来很大困难。因此,考虑放在电站一侧或两侧,只要底孔高程与电站进水口高程差距较大,同样能起到很好的作用。本电站进水口高程为 348.0m,所以,确定排沙底孔高程为 330.0m。

根据清华大学万兆惠计算拉沙漏斗经验公式求拉沙半径:

$$R = 0.32 \left( \frac{Q}{\sqrt{\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_{50}}} \right)^{1/2}$$

- 式中  $R$  —— 拉沙半径(m);  
 $Q$  —— 孔口流量( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 取坝前排沙水位 376.0m 高程时流量,  
 $Q = 250.24\text{m}^3/\text{s}$ ;  
 $\gamma_s$  —— 泥沙重率,  $\gamma_s = 2.50 \times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ ;  
 $\gamma$  —— 水比重;  
 $g$  —— 重力加速度;  
 $d_{50}$  —— 床沙质的中值粒径,  $d_{50} = 0.02\text{mm}$ ;

将以上数据代入公式,则  $R = 40\text{m}$

在拉沙半径以外,顺水流方向形成纵坡,坡度 1:6,垂直水流方向形成横坡,坡度 1:3,如图 2 所示。

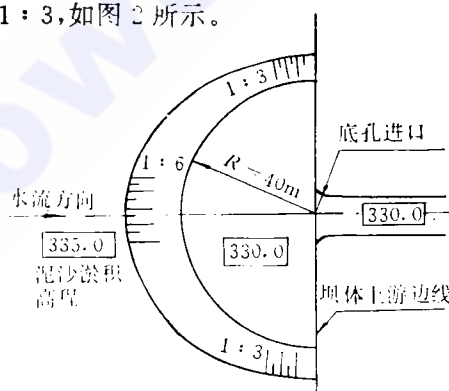


图 2 排沙底孔拉沙范围平面示意图

根据以上计算,考虑机组进水口的位置,在电站一侧设置排沙底孔。结合地质、施工、坝体结构等因素,确定在坝体右侧第 8 坝段布置  $2\text{m} \times 4.5\text{m}$  排沙底孔,完全能够满足排沙要求,布置也是合理的。经过水力模型试

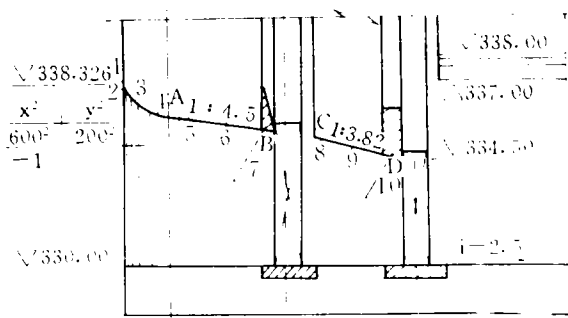


图3 排沙底孔进口纵剖面图

验证,最后确定其结构布置型式见图3。

#### 4 设计中遇到的一些问题

1. 经查资料得知,当CD段坡度为1:4时,AB段坡度为1:4.5。由于本工程结构集中,相互干扰,所以CD段坡度改为1:3.82。据成勘院水工模型试验验证,在拉沙时,均能形成正压,不会产生空蚀,压强变化比较平缓。据成勘院水工模型试验作库水位375.0m和385.0m时有压段顶板压强 $p$ 和空化数 $\sigma$

附表 进口顶板压强 $p$ 和空化系数分布值

上游水位	测点编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	375 (m)	$x$ (m)		6.00	5.95	5.81	4.683	3.328	1.777	0.225	-2.15	-3.70
$y$ (m)			0	0.25	0.5	1.25	1.664	1.942	2.22	2.895	3.295	3.695
375 (m)	高程 $z$ (m)		338.33	338.08	337.83	337.08	336.67	336.39	336.11	335.44	335.04	334.64
	$P \times 9.8$ (kPa)		35.47	34.32	32.77	25.22	22.83	22.11	20.19	15.66	12.96	3.26
375 (m)	$\sigma$		5.08	4.66	4.22	2.84	2.35	2.05	1.82	1.23	0.94	0.46
	$x$ (m)		6.00	5.95	5.81	4.683	3.328	1.777	0.225	-2.15	-3.70	-5.25
385 (m)	$y$ (m)		0	0.25	0.5	1.25	1.664	1.942	2.22	2.895	3.295	3.695
	高程 $z$ (m)		338.33	338.08	337.83	337.08	336.67	336.39	336.11	335.44	335.04	334.64
385 (m)	$P \times 9.8$ (kPa)		44.97	43.42	41.67	32.02	29.33	28.41	25.49	19.66	16.26	4.25
	$\sigma$		5.13	4.70	4.27	2.84	2.36	2.11	1.79	1.18	0.9	0.42

分布值见附表。

2. 由水工模型试验资料表明,当上游水位过低运行时,排沙孔无压段内形成水跃。跃后水面在337~338m高程,有冲击顶板现象,但在实际情况下这种低水位运行是不可能出现的。所以将无压段从原来方形顶板改为半圆形顶板(最高仍为338.0m),以改善孔口边界应力条件,这对边墙配筋有很大好处,而对排沙底孔的运行无不利影响。

3. 模型试验资料还表明,工作门槽内形成立柱漩涡,上游水头越高,漩涡越强烈,因

此诱发结构物的振动,对门槽周壁及底板有较强烈的磨蚀,为了解决这个问题,根据前人的大量资料可知,门槽的宽深比一般应在1.4~2.5之间,而大河口排沙底孔工作门槽的宽深比为1.28,所以解决立柱漩涡的最好办法是增大工作门槽的宽深比。

4. 排沙底孔,由于流速较大对侧墙、底板及门槽的冲刷较为严重。因此,在迎水面均衬砌50cm厚不低于400#的硅粉砼。

(收稿日期:19950117)