

西藏小水电站前池淤沙处理措施

杨永红, 张元智, 康迎宾

(西藏农牧学院水利电力工程系, 西藏 林芝 860000)

摘要:就西藏引水式小水电站夏季普遍存在的前池泥沙淤积问题,提出了采用漏斗冲沙和管道排沙的工程措施。冲沙漏斗的排沙流量占设计引水流量的7%左右,是节水型的排沙设施。对西藏农牧学院教学实习电站前池泥沙严重淤积的工程实例进行冲沙漏斗和排沙管道设计,同时也提出排沙设施的运行方式。

关键词:小水电站;前池;淤沙;冲沙漏斗;排沙管道;西藏

中图分类号:TV732;TV742

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)02-0046-03

西藏地区河流在洪水季节含沙量较高,兴利水利工程中泥沙问题一般都比较突出。整个西藏地区,80%的电站都是引水式的,并且引水式电站中90%都存在前池淤沙问题。虽然大部分电站都设计了引水冲沙设施,如束水攻沙设施及沉沙池等,这些工程设施一般都能拦截95%以上的推移质泥沙,但由于布置上的需要,电站前池的断面一般都比沉沙池的断面大,导致电站引渠水流中的悬移质和少量的推移质泥沙在前池中淤积,进而使得西藏中小型电站的工程效益不仅不能充分发挥,而且还导致水轮机的磨损和引水管道的振动等问题,影响工程安全。因此,有效解决淤沙问题,是西藏中小型电站工程面临的重要课题。

为了说明冲沙、排沙设施的设计方法,本文以西藏农牧学院教学实习电站前池为例进行分析。

1 西藏农牧学院教学实习电站前池淤沙问题

西藏农牧学院教学实习电站是西藏一个典型的引水式小水电站,1981年建成,电站位于西藏八一镇,西距八一大桥3200m,即东经 $94^{\circ}15'$,北纬 $29^{\circ}45'$,建于发育型的山溪多泥沙河流上,该河流多年平均径流量为 $31\text{ m}^3/\text{s}$ 。该电站引水渠长1200m,设计引水流量 $4\text{ m}^3/\text{s}$,总装机容量 $2\times 250\text{ kW}+75\text{ kW}=575\text{ kW}$ 。其前池布置如图1所示。在前池的右侧设计了冲沙底孔,但其冲沙效果较差,前池淤沙问题比较严重。建站初期河流泥沙含量最大为 $3.08\text{ kg}/\text{m}^3$,17年来电站运行良好,但近年来由于森林的乱砍滥伐,破坏了土壤植被,造成了土壤的严重侵蚀。1998

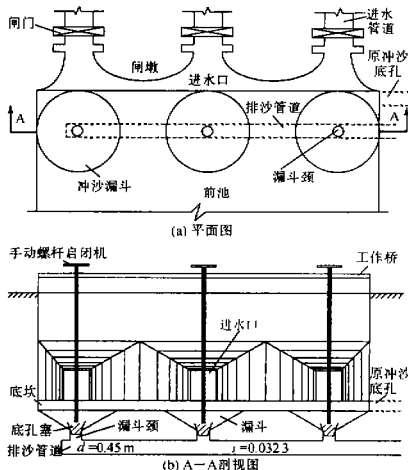


图1 前池布置示意图

年洪水期,其前池含沙量就高达 $5.47\text{ kg}/\text{m}^3$,淤沙中的中细沙粒径在 $0.15\sim 0.4\text{ mm}$ 的占总泥沙量的70%~80%,中沙粒径在 $0.4\sim 0.65\text{ mm}$ 的占20%~30%。如前所述,该前池中的淤沙少部分来源于引用水中的推移质,大部分来源于引用水中的悬移质。这是因为引水渠道的水流在前池中扩散,流速降低,所携带的大部分悬移质泥沙在前池中沉积下来。前池中泥沙淤积到一定的高度后,就以下述两个方面影响电站的正常运行。一方面,前池中淤沙改变了水流进入压力引水管的条件,使得水流不能平顺地进

作者简介:杨永红(1965—),男,重庆铜梁人,讲师,主要从事农田水利工程研究。

入钢管,导致压力钢管的振动加剧;另一方面,部分淤沙又被水流携带进入压力钢管对水轮机叶片造成磨损,导致水轮机产生空蚀,加剧水流的脉动,而水流的脉动又加剧了引水钢管的振动。1998年汛期由于前池淤沙引起了引水钢管的剧烈振动及水轮机叶片的空蚀,经前池清淤和叶片空蚀部位修补后电站运行正常。针对上述出现的泥沙淤积问题,我们提出采用漏斗冲沙和管道排沙的工程措施。

2 冲、排沙设施的设计

2.1 冲、排沙设施的组成

冲、排沙设施由冲沙漏斗和排沙管道组成。排沙管道中水流为无压流,漏斗颈下的水流为自由出流,设施布置见图1。

2.2 冲沙漏斗设计

冲沙漏斗的过流能力取决于漏斗底部孔口的直径(即漏斗颈的直径)、漏斗形状和水头。漏斗的设计包括漏斗顶部直径、漏斗颈的直径和漏斗的坡度。根据前池引水钢管的布置,漏斗顶部直径取3.0m。漏斗颈的直径按孔口出流公式计算。

$$Q_1 = \mu A \sqrt{2gH} \quad (1)$$

式中: Q_1 为冲沙流量(考虑为单孔轮流冲沙方式,即单漏斗冲沙流量), $Q_1 = 7\% Q$, 其中 $Q = 4 \text{ m}^3/\text{s}$, 为电站设计引水流量; μ 为流量系数, $\mu = 1/\sqrt{\alpha_c + \xi}$, 其中 α_c 为修正系数, 取 $\alpha_c = 1.05$, ξ 为孔口的水头损失系数, 取 $\xi = 0.05$, 即 $\mu = 0.95$; A 为孔口面积, $A = \pi r^2$, r 为漏斗颈的半径; H 为计算水头, $H = H_1 + h$, 其中 H_1 为前池设计水深, $H_1 = 3.82 \text{ m}$, h 为漏斗高度, $h = h_1 + h_2$, 参见图2。 h_1 为漏斗顶部至漏斗底部的高度, 设漏斗坡度为 m , 则 $h_1 = \frac{R-r}{m}$; h_2 为漏斗颈部的高度, 取 $h_2 = 0.3 \text{ m}$ 。

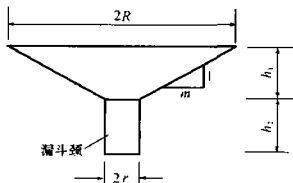


图2 冲沙漏斗示意图

根据文献[1]的试验资料及前池中淤沙的颗粒直径, 取 $m = 4$, 求得 $r = 0.1 \text{ m}$, $h_1 = 0.35 \text{ m}$ 。

2.3 排沙管道的设计

为便于施工和节省投资, 排沙管道可采用现有的钢管。设钢管直径为 d , 坡度为 i , 其过水断面的

水力要素如图3所示。

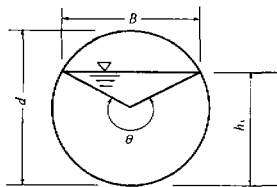


图3 排沙管道横断面示意图

水面宽度:

$$B = 2\sqrt{h_3(d - h_3)} \quad (2)$$

$$\text{过水断面面积: } A = \frac{d^2}{8}(\theta - \sin\theta) \quad (3)$$

$$\text{湿周: } \chi = \frac{1}{2}\theta d \quad (4)$$

$$\text{水力半径: } R = \frac{d}{4}\left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta}\right) \quad (5)$$

式中 θ 以弧度计。

根据淤沙颗粒及保证泥沙不在管道内淤积, 管道内设计水流流速 $v = 3.5 \text{ m/s}$, 糙率 $n = 0.012$ 。根据明渠均匀流公式计算排沙管道直径和坡度。

$$v = C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (6)$$

为了使管道中保持良好的流态, 管道中的水深不宜超过半径, 取排沙管道中水深等于半径来设计,

则 $R = \frac{d}{4}$, 有

$$v = \frac{1}{n} \left(\frac{d}{4}\right)^{2/3} i^{1/2} \quad (7)$$

$$Q_1 = v \frac{\pi d^2}{8} \quad (8)$$

将 $v = 3.5 \text{ m/s}$, $Q_1 = 0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ 代入式(7)和式(8)可求得 $d = 0.45 \text{ m}$, $i = 0.0323$ 。

2.4 冲、排沙设施的控制

为了控制冲沙漏斗冲沙, 漏斗上设置底孔塞。底孔塞可用混凝土或木材制作, 采用螺杆启闭方式操作, 参见图1。该控制方式具有操作方便, 造价低廉的优点。也可在漏斗颈处设置阀门室安装电动阀门控制, 但该方法造价较高, 维修困难。

2.5 排沙设施的运行方式

漏斗冲沙选在夜间用电低谷时进行。该运行方式既能保证冲淤效果, 又不影响水电站正常出力, 更不需为保证正常电站出力而对引水渠进行改建, 充分体现效益好、投资省的优点。

3 结 语

西藏水利资源十分丰富, 水能资源蕴藏量为全

国第一,可开发利用的水能资源为全国第二。由于受地形和水文因素的影响,修建中小型电站是必然趋势。西藏河流的水流侵蚀作用较强,如雅鲁藏布江干流上的羊村以上的曲水—泽当宽谷中每年至少有18.3万t以上的泥沙淤积下来,这还不包括推移质和较小支流的悬移质泥沙汇入在内。而西藏水利事业的建设,就必然首先解决淤沙、冲沙问题。设置冲沙漏斗、排沙管道是解决西藏水利工程中淤沙的一项有效的工程措施,其意义主要表现在:①该排沙设施一般只要在已建工程上稍加修改即可,工程量少,投资省,有利于推广应用;②该排沙设施发挥了节水排沙的工程经济效益;③冲沙漏斗的实施延

长了工程的使用寿命,扩大再增值;④不但对引水发电工程适用,而且对于工农业引水、灌溉工程的排沙也有借鉴作用。

参考文献:

- [1] 吴持恭.水力学[M].第二版.北京:高等教育出版社,1989.
- [2] 周著.等.强螺旋流排沙漏斗的模型试验和原型观测[J].水利水电技术,1991,21(7):44~48.
- [3] 谭冬初,周著,侯杰,等.乌斯图河渠首的排沙漏斗设计[J].水利水电科技进展,1998,18(6):50~53.

(收稿日期:1999-11-09 编辑:傅水斌)

(上接第42页)

b. NMR找水方法的工作结果,可以给出探查范围和深度内是否赋存地下水的肯定结论;若有地下水存在,则可给出地下含水层的深度、厚度及含水量的大小(体积百分比),得出各含水层的孔隙度大小的概念。NMR方法所提供的丰富信息是其它物探找水方法难以比拟的。

c. 作为一种直接找水的方法,NMR方法可以用来进行区域水文地质调查,确定找水远景区,圈定各种类型地下水在三维空间的分布,选定水井位置。这种方法投资小、见效快,可以减少钻探工作量,同时也可以降低勘探风险。

d. 实践证明,引进的 NUMIS 系统采用直径为100m的圆回线激发时,其勘探深度可达120~130m。

e. 由于仪器灵敏度高(可测量出几个nV的信号,1nV=10⁻⁹V),测量的NMR信号容易受到电磁干扰的影响,抗干扰能力弱是本方法的缺点,在城市内及火成岩分布区应用往往难以取得好的地质效果。

参考文献:

- [1] 陈文升.磁共振地球物理仪器原理[M].北京:地质出版社,1992.
- [2] 潘玉玲,张昌达,刘天佑.一种新的找水方法——磁共振找水[J].物探化探译丛,1995,18(5):592~595.
- [3] 董浩斌,袁照令,李振宇等.磁共振找水方法在河南某地的试验结果[J].物探与化探,1998,22(5):343~347.
- [4] 万乐,袁照令,潘玉玲.地面磁共振感应系统(NUMIS)及其在找水中的应用[A].地球物理协会勘探专业委员会.全国第三届水文物探学术研讨会论文集[C].北京:地质出版社,1998.49~51.

(收稿日期:1999-09-01 编辑:张志琴)

(上接第40页)

- [9] Bjernum L. Progressive failure in slopes of over consolidated plastic clay soil[J]. J. Mechanics and Found Div., ASCE, 1967, 93(5):3~50.
- [10] Skempton A W. Fourth rankine lecture long term stability of clay slopes[J]. Geotechnique, 1964, 14(2):231~242.
- [11] 廖济川.裂隙粘土现场抗剪强度的确定[J].岩土工程学报,1986,8(3):44~54.
- [12] Bishop A W, Bjernum L. The relevance of the triaxial test to the solution of stability problems[J]. Research Conf on Shear Strength of Cohesive Soils, ASCE, 1960, 75(3):437~501.
- [13] 孔官瑞.膨胀土边坡稳定性试验及数值分析[D].武汉:武汉水利电力大学,1993.
- [14] 廖济川.膨胀土抗剪强度的研究概况[A].全国首届膨胀土科学研讨会论文集[C].成都:西南交通大学出版社,1990.273~280.
- [15] Bishop A W, Blight G E. Some aspects of effective stress in saturated and partly saturated soils[J]. Geotechnique, 1963, 13(3):177~196.
- [16] Jennings J E B, Burland J B. Limitation to the use of effective stresses in partly saturated soils[J]. Geotechnique, 1962, 12(2):125~144.
- [17] Fredlund D G, Rahadjo H. Soil mechanics for unsaturated soils[M]. New York: John Wiley & Sons, 1993.
- [18] 卢肇钧,吴肖苒,孙玉珍,等.膨胀力在非饱和土强度理论中的作用[J].岩土工程学报,1997,19(5):20~27.
- [19] 廖林昌,殷宗泽.非饱和土的剪切强度[J].岩土力学,1999,21(3):1~6.

(收稿日期:1999-08-21 编辑:张志琴)

