

锦屏二级水电站进水口基坑泥沙控制 及水下清淤施工

吴晓伟

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:锦屏二级水电站进水口为独立岸塔式进水口,进水口底板低于河床高程。在进水口建筑物形成后,限制泥沙进入拦污栅后和闸前引水隧洞空间,以减少悬移质泥沙进入进水口基坑的总量,并采取措施在汛期有水状态下进行基坑淤沙清理,取得了较好的效果。

关键词:进水口基坑;泥沙控制;水下清淤;锦屏二级水电站

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)增1-0063-03

1 工程概述

锦屏二级水电站进水口为独立岸塔式进水口。拦污栅布置在地面岸塔式拦污栅墩内,进水口事故闸门采用地下洞内竖井式布置。拦污栅布置在连续通长的拦污栅墩内,拦污栅底槛高程为1 618 m(低于河床高程1 632 m),检修平台高程为1 659 m,各拦污栅墩之间在死水位高程1 640 m以上采用胸墙连接,墩后为通仓流道接引水隧洞进口喇叭段,总长度为44.4 m,4个进水口中心轴线间距36 m。

2 施工背景

2010年汛期,雅砻江锦屏二级水电站进水口河段最高水位高程约为1 646.8 m,围堰堰顶高程为1 641 m,基坑总储水方量约25万 m^3 ,拦污栅基坑悬移质泥沙沉积约5.4万 m^3 ,其中上游端外侧淤沙最大高度约为18 m,下游端内侧淤沙高度约为4 m,基坑从上游端外侧至下游端内侧整体呈斜面淤积。枯期抽水清淤时,由于拦污栅主要建筑物还未开始浇筑,施工场地较开阔,围堰内基坑抽水清淤总耗时约33 d,清淤主要采用大批量大型挖装设备提闸后直接进入基坑清淤。

2011年汛期,进水口河段最高水位高程约为1 648.6 m,围堰堰顶高程约为1 641.7 m,基坑总储水方量约为24万 m^3 ,拦污栅基坑悬移质泥沙沉积约4.3万 m^3 ,其中外侧端淤沙最大高度约为9 m,内侧端淤沙高度约为4 m,基坑从外侧端至内侧端整体呈斜面淤积。枯期抽水清淤时,由于

拦污栅主要建筑物已经形成,施工场地受栅墩影响较狭窄(栅墩间净空6.5 m),围堰内基坑抽水清淤耗时约42 d,清淤主要采用多台抽沙泵抽沙和小型挖装设备提闸后直接进入基坑清淤;所使用的抽沙泵受吸程影响,抽沙效果不佳;小型挖装设备进入基坑后,由于淤积层富水,场地狭窄,淤沙开挖进展缓慢。

锦屏二级水电站进水口相关主要建筑物在2012年4月底已全部完成。按照发电目标倒排工期要求,进入基坑内抽水清淤的时间不能迟于2012年10月15日,抽水清淤计划历时15 d。与前两个汛期比较,若不采取相应措施,由于拦沙坎设计高程为1 635 m,进入拦污栅基坑内的悬移质泥沙沉积将大大超出5.4万 m^3 ,此时正处于汛后江水过渡期,仍存在水下清淤的风险,且干地进入基坑清淤的计划工期不能满足电站发电的节点要求。

为此,研究如何限制泥沙进入拦污栅后和闸前引水隧洞空间,以减少悬移质泥沙进入进水口基坑的总量,如何有效地在汛期进行泥沙清理是确保业主2012年底发电目标顺利实现的关键,同时也将为国内类似工程泥沙的控制和处理施工提供参考。

3 针对进水口泥沙采取的控制措施

3.1 挡沙方案和措施

利用拦污栅16扇工作栅布置挡沙滤水设施。其中,拦污栅栅叶格栅净孔尺寸为700 mm×150 mm,胸墙下高度为22 m。考虑到汛期泥沙的运

行状态,同时,为防止土工布意外被破坏后进入基坑,胸墙下 22 m 利用工作栅肋板设置拦淤。

挡沙滤水设施的布置:下部 9 m 依托拦污栅栅叶固定厚度为 3 mm 的钢板挡沙,上部 13 m 依托拦污栅栅叶固定土工布及土工格栅滤水阻沙。

在汛前对拦污栅基坑反充水时,利用栅顶启闭门机先放下 1 扇备用栅,提起对应的工作栅以满足内外水压平衡;充水结束后,再放下提起的工作栅挡沙,最后提起备用栅。清淤结束,反顺序逐栅吊起工作栅,拆除挡沙设施。

3.2 水下检查方法

潜水员(手持摄像机镜头)及水下机器人下水后按照预先确定的检查方向和顺序逐一对被检查体进行水下检查,陆上监视器同步跟踪并对缺陷部位或疑似缺陷部位进行录像,闸室内由潜水员在水下对该部位的尺寸进行测量,同时陆上人员配合测量出其所在的平面位置,做好相应的文字记录,水下机器人进洞后由平台上的操作人员遥控操作,进行洞内淤积情况探摸和摄像,做好探查记录。

水下平面定位:结构施工后,在混凝土墙面会留有模板印迹,事前了解清楚模板的尺寸,潜水员依次前进并通知水面人员记录,同时,水面配合人员记录放出气管的长度供粗略复核。

水下机器人通过遥控自主水下定位、定深、摄像。由于水下机器人只能测定正下方泥面距离,因此需将引水隧洞平面尺寸划分为测量网格,按照单条隧洞平面尺寸长约 100 m,宽约 10 m 划分,以隧洞中心线向两边划分,长度方向 5 m 布置一个点,宽度方向为隧洞中心线两侧 2.5 m 各布置 1 个点即由隧洞两侧向内 2.5 m 距离各布置 1 个点(考虑到机器人外轮廓尺寸,避免与隧洞混凝土面碰撞),从而形成 5 m × 4 m 的测量网格(共计测点 42 个,4 条引水隧洞总计 168 个测点)。

水下高程定位:闸室以潜水员经验估计为主,同时由水面人员配合,如有条件,可采用测绳辅助测量;ARV 水下机器人高程定位根据水位自主定深,根据测量到泥面的距离推算出洞内泥面的高程,测量时需按照上述测量网格设定程序,从引水隧洞口直线进入开始测量,先由洞口向洞内测,然后回测回来,测点过程中也可附带摄像观测,测量路线形成“U”形,ARV 测量淤泥厚度的原理见图 1。ARV 测量数据包括离水面的深度 z (通过压力传感器进行测量)和距离底部高度 h (通过高度计测量)。已知顶部水位 $WL1$ 和底部水位 WLO ,ARV 底部淤泥厚度 t 的测量公式为 $t = WL1 - WLO - z - h$ 。

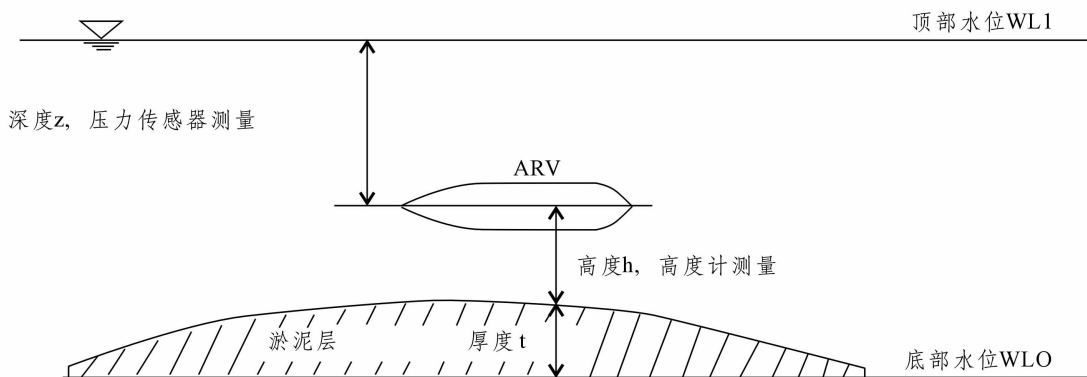


图 1 ARV 测量淤泥厚度原理图

3.3 清淤方案和措施

根据水下摄像、测量的成果,查清了水下淤泥的总量及分布情况,根据此情况进行疏浚设备的选型。选择合理的疏浚设备是施工功效提高的关键。

锦屏二级水电站进水口基坑清淤采用组装式

SJS180 气力泵疏浚船进入拦污栅前基坑清淤。江苏气力泵 SJS180 型船舶尺寸为 22.5 m × 5 m × 1.2 m × 0.7 m(型长 × 型宽 × 型深 × 吃水),其最大疏浚深度为 40 m,最佳作业水深在 25 m 以内,生产能力为 180 m³/h,额定排料距离为 500 m,非常适合细沙、淤泥等淤积物的疏浚作业。

设备进场后,临时存放在拦污栅闸墩平台上,采用吊车将浮箱逐个吊放到水面并完成拼装,然后依次安装其他设备并固定。撤场时,顺序相反。

所有设备全部安装在浮箱拼装而成的工程船上,工程船的移位通过分别设置在挡沙坎、上游侧导水墙、下游侧导水墙上的地锚完成。

排泥管为尼龙管,接近泵体处采用胶管,管径为DN180 mm,用浮体固定漂浮水面,也可在岸边布置地垄用钢丝绳拴牢,避免水流冲击失稳,随作业点的变动及时调整长度。排泥口设于下游侧导水墙的下游50 m处,避免泥沙回流,具体根据水流情况确定。

疏浚清淤采用自上游而下流的作业方向,将清淤区域划分成若干条带,采用拖挖方式进占作业。对于任一条带,一般按自深而浅的顺序进行清淤。对于无法进入的死角,通过设置高压射水枪对死角淤积物进行扰动以最大可能的予以清除。

清淤后的效果检查:主要采用比较直观的潜水员持水下摄录设备水下摄像以及侧扫声纳对水底进行扫描获取图像两种方法进行定性和定量分析。

4 进水口水下清淤实施成果

4.1 挡沙设施的布置

2012年进入主汛期后,受雅砻江上游来水影响,进水口段水位持续走高。2012年7月底的浚前测量:拦污栅前上游段泥层均厚10.11 m;中段泥层均厚6.09 m;下游段泥层均厚2.57 m。测量拦污栅后泥层均厚3 m左右,其中上游段约2.4 m,下游段约4 m。

从测量数据看,拦污栅前泥沙呈上游高、下游低,而栅后则为上游低、下游高且对应段泥沙泥面高差最大达8 m(上游段),说明布置挡沙设施后效果明显,栅前、栅后淤积走势符合水流回流趋势。

4.2 栅前清淤

清淤作业区域共分17段,从上游至下游依次为上游斜坡段及拦污栅墩间16个孔段。清淤作业时,先将船头朝向上游方向,从第12孔段开始

清淤至上游斜坡段,随后船体掉头,依次清理下游剩余4个孔段。2012年8月中旬的浚后测量表明,泥面平均标高为1 618.52 m,即泥层均厚0.52 m。

根据测量结果计算,第一次清淤前总淤积量为13 555.93 m³,清淤后淤积量为1 276.45 m³,实际完成清淤12 279.5 m³。清淤累计用时182.25 h,平均生产能力为67.4 m³/h;扣除辅助作业及移点时间,清淤机生产能力为151.9 m³/h。

4.3 栅后清淤

进入拦污栅栅后部位水面周边无通道,施工从拦污栅栅顶备用栅槽吊入自制浮体,安装SSYA200型清淤机,将排泥管引接至拦污栅平台,通过栅顶排水沟排放。

拦污栅栅后布置有纵横支撑梁、隔墙等混凝土结构,布置高程分别为1 640.7 m、1 645.9 m和1 651.8 m,浮体进入栅后受水位影响始终不能全面正常实施清淤,且工效低下。

清淤施工过程中,根据浚前、浚后栅后测量数据计算,采用SSYA200(计算生产能力为15 m³/h)清淤机组的生产能力分别为6.55 m³/h、8.83 m³/h及7.53 m³/h,平均小时生产能力为7.64 m³/h。

4.4 清淤成效

对上述成果进行分析得知,采用该种水下清淤方法,在最终清淤后再次对水下进行一次重复清理,能够具备达到30 cm残留的能力。

5 结 语

采用挡沙设施阻沙和气力泵水下清淤技术,对于内河水电站泥沙控制是适用、可行的。该项技术不仅解决了基坑不具备干地清淤施工条件的难题,而且保证了施工进度要求。该项技术用于水电工程中小平面空间基坑水下清淤,具有高效及安全保证性、节省成本,具有创新性和适用性,该项技术与施工方法已获得四川省工法。

作者简介:

吴晓伟(1982-),男,四川达州人,项目副经理,工程师,从事水电站施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)