

双轮铣在小浪底工程槽孔防渗墙施工中的运用

李立刚

(小浪底水力发电厂 河南济源 454681)

TV543.8
TV538.8.1

摘要 介绍双轮铣的组成、工作特性及其在小浪底工程槽孔防渗墙施工中的运用。小浪底工程槽孔防渗墙分两期施工,第一期由国内承包商施工,采用冲击钻造孔;第二期由法国地基建筑公司施工,采用抓斗和双轮铣造孔,选用了适合设备高效施工的横向接头孔方案,使处于大坝关键线路上的槽孔防渗墙在施工难度大、工期紧的情况下,提前 57 天完成。双轮铣造孔具有造孔效率高、垂直度好、扩挖系数小、操作方便等优点。

关键词 小浪底水利枢纽工程;连续墙;施工机械;双轮铣;槽孔防渗墙;横向接头孔

双轮铣,又称液压铣槽机(Hydrofraise),是建造地下连续墙的挖掘设备,由法国索列丹斯(Soletanche)公司首先研制成功。该设备的标准开挖深度为 30 m,最大开挖深度为 125 m,单次成槽长度为 2.4 m。从 70 年代开始,一些国家在建造连续墙中已开始使用双轮铣,现在,法国、德国、意大利、日本等国不少厂家都能制造此类设备。我国在建的三峡工程和小浪底工程在槽孔防渗墙施工中也使用了双轮铣。

小浪底工程大坝标由意大利英波吉诺(Impergilo)为责任公司的黄河承包商(Yellow River Contractor)施工,其中地基处理部分分包给法国地基建筑公司(Bachy Soletanche Group)施工。在槽孔防渗墙施工中,法国地基建筑公司使用自己公司生产的双轮铣和抓斗,从 1997 年 12 月 8 日开工,到 1998 年 3 月 10 日结束,历时 93 天,浇筑塑性混凝土 4210 m³,I 级配混凝土 7399 m³,造孔总进尺(1.2 m × 2.8 m)2 699.6 m,成墙面积 5 101 m²,最大成墙深度 70.3 m(以 EL. 132 m 施工平台计算),使关键线路上的工期提前 57 天完成,为大坝后续工作赢得了时间。

1 双轮铣的组成及工作特性

双轮铣是采用连续松动和切削地层的方式钻进、反循环排渣来建造连续墙的挖掘设备,它由槽孔内的切削机体和地面上的履带式起重机组成。其结构和主要部件如图 1 所示。

切削机体是一个钢制重型机架,它的功能除了固定各工作部件外,还可以为切削提供一定的重力,

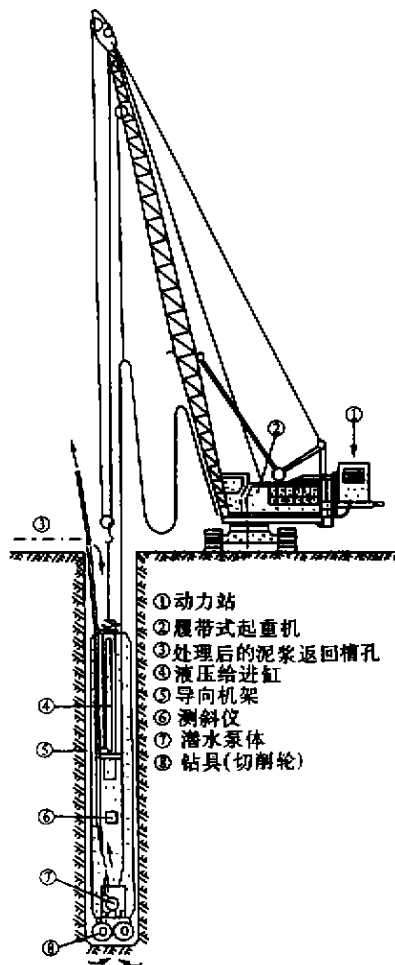


图 1 双轮铣结构

并起导向作用。两个切削鼓轮安装在机架的下端,鼓轮上装有滚轮铣刀,它们分别由两个潜水液压马达驱动,在转动过程中松动和铣削地层,使之与膨润土

浆液混合,在切削鼓轮上方安装液压潜水泵抽吸钻渣和膨润土浆液并通过排渣管排出地面送至除砂站.履带式起重机通过钢丝绳悬吊来升降切削机体,并为切削机体提供动力.起重机操作室装有电子指示仪,自动记录孔深、前后左右偏离方向、进尺、速度及鼓轮运转情况等.操作人员可通过油缸及时调整切削机体的工作状态,保证槽孔垂直开挖.

小浪底工程中使用的双轮铣型号为 HF4000,一次成槽 $1.2\text{ m} \times 2.8\text{ m}$,履带式起重机起重能力 120 t; 液压马达功率 354 kW,切削机体机架高 15 m,重 30 多吨,切削鼓轮转速 $9 \sim 25\text{ r/min}$,切削扭矩 $4000\text{ kg}\cdot\text{m}$,抽浆泵排量 $450\text{ m}^3/\text{h}$,最大渣径 100 mm,最大扬程 75 m.

双轮铣具有以下工作特性:①对地层适应性强,在淤泥、砂、砾石、卵石及中硬强度的岩石、混凝土中均可开挖;②钻进效率高,在松散地层中钻进效率 $20 \sim 40\text{ m}^3/\text{h}$,在中硬岩石中钻进效率 $1 \sim 2\text{ m}^3/\text{h}$;③运转灵活,操作方便,双轮铣的履带式起重机可自由行走,不需要轨道,在控制室可操作一切工作;④自动记录仪监控全过程施工,同时全部自动记录;⑤低噪音、低震动.

2 小浪底工程槽孔防渗墙的施工特点

小浪底河床砂卵石覆盖层 70 多米深,中间有 1~4 m 的夹砂层,基岩主要为紫红色细砂岩和粘土岩.槽孔防渗墙混凝土设计强度 28 d 最小为 35 MPa,渗透系数小于或等于 10^{-7} cm/s .根据地形条件和为减轻截流后的施工强度,槽孔防渗墙分两期施工:第一期为主槽孔,用冲击钻造孔、套打一钻的施工方法,采用掺加粉煤灰的缓凝性混凝土,来降低混凝土的早期强度,减少套打接头孔的困难;第二期为左岸河床部分(这部分工程处于大坝施工关键线路上,且防渗墙轴线中间有一“老虎嘴”,增加了施工难度,只有按期完成,才能保证 1999 年大坝全断面填筑到 EL.205 m 以上的渡汛要求),采用了高效的抓斗和双轮铣造孔设备和适合设备高效施工的横向接头孔方案(图 2).

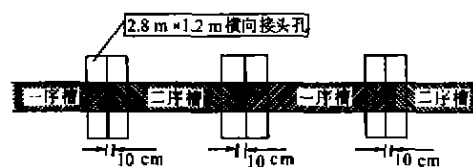


图 2 横向接头孔方案

横向接头孔方案即先开挖横向接头孔浇筑塑性混凝土,然后进行主槽孔的施工,在进行一序槽孔开挖时,超出接头孔中心线 10 cm,在二序槽孔开挖时,

必须把一序槽孔超出接头孔中心线 10 cm 的混凝土用双轮铣铣削干净,形成新鲜的混凝土接触面.接头孔中超出主槽孔的塑性混凝土保留下来,对接缝起加固和保护作用.

3 双轮铣在施工中的运用

在小浪底槽孔防渗墙施工中,双轮铣的主要作用是开挖基岩和铣削接缝混凝土,并兼顾测斜和清孔换浆工作.

a. 开挖.根据小浪底槽孔防渗墙的施工特点和设备的主要性能,在施工中,抓斗为主要的开挖设备,施工高峰期共有 4 台抓斗投入使用.当抓斗开挖到基岩时,开始用双轮铣对基岩进行铣削.对于二期槽孔防渗墙的开挖,超出槽孔中心线 10 cm 的一期槽孔的混凝土用双轮铣将其铣去,使槽孔接缝有新鲜的混凝土出露.双轮铣在抓斗的配合下,也用于均质地层的开挖,且工作效率较高.表 1 列出双轮铣在岩石开挖中的工作情况.

表 1 双轮铣在岩石开挖中的工作情况

开挖	总进尺 /m	总耗时 /h	平均进尺 /($\text{m}\cdot\text{h}^{-1}$)	效率 /($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)
接头孔	59.03	112.9	0.52	1.76
主槽孔	332.74	523.15	0.64	1.60
平均(总计)	391.77	636.05	0.62	1.65

另外,双轮铣自行转移,运转时间少,除了必要的维护和损坏外,工作时间约占总耗时的 75%.

b. 测斜、测深.双轮铣自身带有电子指示仪,自动记录孔深、孔斜等情况,全过程监控开挖过程中上下、左右的偏离方向,随时纠正偏差.在一序槽孔开挖过程中,双轮铣工作中的测斜即作为测斜资料,在二序槽孔开挖中,为了保证与在一序槽孔的混凝土接触,双轮铣必须重新定位后进行测斜,才能作为最终的测斜资料.

c. 基岩鉴定.技术规范要求槽孔防渗墙入基岩不小于 1 m.在单槽孔开挖时,为了保证全断面达到基岩面,岩样必须在双轮铣循环浆液的筛分机上取得,同时,岩样中有 90% 以上为基岩,且岩性与勘测岩性相符合,确定为初见基岩面.抓斗在开挖过程中,抓出的部分基岩块,只能作为初见基岩.

d. 清孔换浆.双轮铣在工作中,抽取槽孔内浆液,排出石渣,同时,补充新鲜的膨润土浆液,开挖槽孔完成后,槽孔内的浆液即为新换制的膨润土浆液,接着即进行混凝土浇筑的准备工作.

4 双轮铣与冲击钻的对比

小浪底工程槽孔防渗墙的两期 (下转第 56 页)

平均数再与上级招标投标管理部门批准的标底进行第二次算术平均,将第二次算术平均值作为最终标底.若采用总包合同方式的,则以报价最接近最终标底下限者为推荐中标单位,其次为第一、第二候补推荐中标单位;若是采用单价合同方式的,则着重分析各投标单位的单价合理性,再结合报价来确定推荐中标单位和候补中标单位.此法不容易发生标底泄密问题,保密问题较易解决.

c. 将所有通过技术标评审单位的经济标书当众开标并进行算术修正,然后将修正后的所有报价进行算术平均,以此平均值作为标底,再以标底上下一定范围内的值作为有效报价.如采用总价合同的,则将报价最接近规定下限的单位作为推荐中标单位,其次为第一、第二候补中标单位;如采用单价方式的,则主要考虑其单价分析的合理性来确定推荐中标单位和候补中标单位.

4 定标办法

建设单位(业主)根据评标委员会的评标报告和推荐意见,选定中标单位和候补中标单位.

建设单位(业主)选定中标单位和候补中标单位一般采用如下方式:

a. 综合评分评标法.一般是从所有评委的评分中去掉一个最高分和一个最低分后,将其它评委的分数进行算术平均,以分数最高者为中标单位,其次分别为第一、第二候补中标单位.

b. 两阶段评标法.在技术标评审合格后,根据经济标评审办法的不同而分别选定有效报价最低者或最接近最终标底下限者为中标单位,其次为候补

中标单位.

5 评标过程中应注意的几个问题

a. 评标前应首先宣布评标纪律,所有评标委员在评标过程中均不代表原来的单位和组织,应站在公正、公平的立场,严禁私下与投标单位接触,不得泄露评标情况.

b. 必须在开标前制定好评标定标原则和办法并经评标委员会讨论通过.若开标后再修正或制订评标办法,则极易引起混乱和误解,难于体现公平、公正的原则.

c. 评标委员会应由具有中级以上职称的工程技术和经济法律人员组成且应为单数,一般中小型工程以7~13人为宜,大中型工程或技术较复杂的工程以11~21人为宜,其中工程技术人员应占评委总数的80%以上.

d. 评标宜封闭进行,以减少不必要的影响和干扰.

e. 在对投标单位的业绩进行评价时,应着重考虑投标单位所有列入考察范围的工程项目的优良品率,有无经常发生合同纠纷和质量及安全事故.

f. 对工期的评价,重点应考虑投标单位的工期安排是否合理、可靠,特别对于有渡汛要求的工程,更要注意其工期安排是否满足渡汛需要.对于工期安排提前太多的,要考察其有无足够的保障措施,否则是不可取的,也不应作为评标的依据.

g. 在确定和推荐中标单位时,不要过分追求最低报价,应着重考察其施工技术方案的可靠性、工期进度、质量保证等方面的因素,从而合理确定和推荐中标单位.

(收稿日期:1998-08-10 编辑:张志琴)

(上接第52页)

施工,采用了不同的造孔设备,第二期施工过程中采用的双轮铣与第一期采用的冲击钻相比,具有以下优点:

a. 双轮铣造孔效率高.根据30多个工程的统计数据,双轮铣施工平均工效为 $2630\text{ m}^2/(\text{台}\cdot\text{月})$,而冲击钻的平均施工工效为 $90\text{ m}^2/(\text{台}\cdot\text{月})$.在小浪底工程中,冲击钻在右岸第一期防渗墙施工中平均工效为 $40\text{ m}^2/(\text{台}\cdot\text{月})$,双轮铣在左岸第二期防渗墙施工中开挖岩石的平均工效为 $700\text{ m}^2/(\text{台}\cdot\text{月})$.

b. 造孔垂直度高,避免了小墙和缩径.双轮铣机架高15m,宽2.8m,厚1.2m,一次成孔,槽孔只有保证较好的垂直性,双轮铣机架才能上下自由移动;冲击钻钻头重1.5~5t,高2m,在造孔过程中,由钢丝绳起吊,很容易发生偏移,在劈打副孔中,中部和底部容易发生遗漏的地层,即形成小墙或缩径.

c. 扩挖系数小.冲击钻对地层的冲击和震动,使地层的扩挖系数增大.小浪底右岸槽孔防渗墙冲击钻造孔中,扩挖系数平均为1.67;左岸使用抓斗和双轮铣造孔,主槽孔扩挖系数平均为1.18.

d. 双轮铣自行运转,操作简便,排渣同时即清孔还浆,减少了混凝土浇筑准备时间;冲击钻需建造施工平台和轨道,用抽筒出渣,清孔换浆不彻底、时间长.

e. 双轮铣也有一定的局限性,当遇到大型孤石时,必须用冲击钻或重锤来配合工作.

参考文献

- 1 蒋振中编译.建造连续墙新型挖槽设备——液压铣槽机.中国三峡建设,1995(3):13~14
- 2 高钟璞,王国民.小浪底水利枢纽工程主坝81.9m深混凝土防渗墙的施工.水力发电,1996(7):24~25

(收稿日期:1998-08-23 编辑:马敏峰)