

# 高边坡预裂施工技术

龙 胜

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川 成都 610091)

**摘要:**对高边坡中超长边坡预裂后存在的较大超欠挖及处理成本较高问题进行了分析,针对飘钻提出了解决的办法,通过大量实践,解决了高边坡超欠挖、起伏过大的问题,有效地节约了成本。

**关键词:**高边坡;预裂;钻机;超欠挖

**中图分类号:**TV52;TV51

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2015)增1-0006-04

## 1 概 述

预裂技术在水电工程市场已日趋完善,同时,各类水电站在基础、边坡开挖设计时因考虑一些技术要求而使边坡长度较长,从而给施工带来了一定的难度。笔者详述了在基础和边坡开挖过程中对高边坡坡度较长的坡面的预裂施工方法,从指导思路、理论与实践多个方面进行了分析。根据成功的实践经验,为较长的边坡施工提供了一种有益的施工方法。

对于25 m坡面长度的预裂可考虑分解单次预裂长度,以达到坡面施工时超欠挖等技术指标不超标的目的。在西龙池抽水蓄能电站上水库施工过程中的坡比为1:2,从环库路到库底坡面长度为62 m,经过分层预裂达到了预期效果。在广西龙滩水电站岸坡开挖过程中,高程382 m至高程360 m间有一坡面半径为65 m,坡比为1:0.8,长度为90 m的圆弧,在经过对梯段高度进行分解后,预裂效果达到了弧线完美、超欠挖满足设计要求、半孔率为90%以上。

## 2 高边坡预裂施工方法

预裂在我国矿山、水电、公路等各个方面都已广泛应用,但对深孔预裂施工来说,其对预裂爆破作业和钻孔作业都提出了更高的要求。在现阶段水电行业施工中,考虑到钻机性能、实际钻孔深度达20 m以上等因素,钻头飘移原来方向较严重;爆破后,坡面起伏增加、超欠挖较严重,从而为其处理及后续作业带来难度。深孔预裂施工坡面检查数据见表1。

表1 坡面检查数据表

孔号	孔深 5 m处	孔深 10 m处	孔深 15 m处	孔深 20 m处	孔深 25 m处
①	+1	+2		+12	+18
②	0	+3		+40	+62
③		+1	+1	+2	+2
④	0		-4	-10	-17
⑤	-1		-10	-21	-33
⑥	0	-2	-2	-3	-3
⑦	-2			-32	-55
⑧		-1	-2	-4	-6
⑨	0	+2	+8	+30	+47
⑩	-1	-2	-5	-20	-38

注:“+”表示欠挖;“-”表示超挖;单位为cm。

由表1可知:当孔深超过15 m后开始出现偏差,随着孔深的加大偏移越大。根据实践经验,当预裂孔为垂直孔时,偏移较少,效果较好;当预裂孔角度不是垂直孔时,随着角度的变缓,偏移量增加。根据对不同地质条件进行的检查,无论地质条件好坏,均存在上述结果。因此,若要达到破面要求的超欠挖,保证预裂效果,需对钻机性能及钻杆材质提出更高的要求。钻机在钻预裂孔时,定位须牢固、稳定和准确,否则容易造成钻进过程中钻杆的磨损。一旦钻杆略有磨损,连结丝口和钻杆原有的刚性发生变化,将直接导致钻孔时钻头偏离原有方向。在施工过程中,不可能立刻对钻机性能、钻杆材质性能进行提升,若要解决问题并保证预裂坡面的效果,直接且有效的办法是把坡面依高程分成几层,减少钻孔深度,方能保证预裂效果及坡面的平整度和完整性。

收稿日期:2015-04-25

以下是在施工过程中对高、长边坡采取的处理办法。目前,钻预裂孔所选用的钻机为 YQ - 100

型潜孔钻机;固定方法采用  $\varphi 50$  钢管、脚手架固定,钻机角度调好后固定即可。固定方法见图 1。

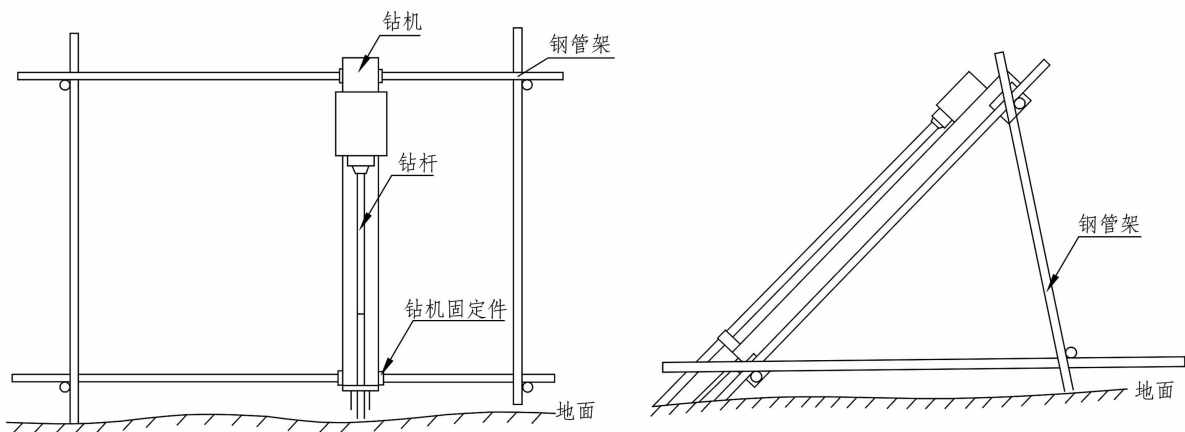


图 1 钻机脚手架固定示意图

2.1 梯段为 25 m、坡比为 1:0.8 直线段的坡面施工方法

1:0.8 的坡比坡长为 32 m,分解后上下两个台阶总长度为 31.6 m。台阶分解方法为开口、底口不变,中间设一个小台阶方便钻机架钻,台阶宽度

为 50 cm。

上一层由 1:0.8 调整为 1:0.76,下一层坡比仍为 1:0.8,台阶调整情况见图 2。

预裂爆破参数为:孔间距 0.8 ~ 1 m,孔径  $\varphi 95$ ,线密度为 320 ~ 400 g/m。具体参数见表 2。

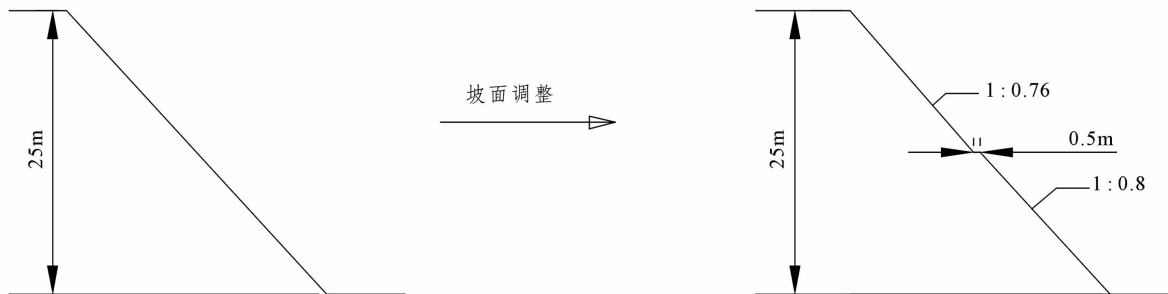


图 2 坡面调整对比图

表 2 梯段 25 m,坡比 1:0.8 直线段坡面爆破参数表

典型爆破次数	坡比	钻机	孔径 /mm	孔深 /m	间距 /m	线密度			堵塞 /m
						下部 /kg · m <sup>-1</sup>	中部 /g · m <sup>-1</sup>	上部 /g · m <sup>-1</sup>	
①	1:0.76	YQ - 100	95	15.7	1 m	1.2	320	120	0.8
②	1:0.76			1		300	120	0.8	
③	1:0.76			1.2		350	120	0.8	
④	1:0.76			1.2		350	120	0.8	
⑤	1:0.8			1.4		400	100	0.8	
⑥	1:0.8			1		350	120	0.8	
⑦	1:0.8			1		320	100	0.8	
⑧	1:0.8			1.2		320	100	0.8	

使用该方法共形成 3.2 万 m<sup>2</sup> 的预裂面。预裂面平顺,超欠挖少,达到了设计坡面的要求,最大超欠挖为 -15 cm。

2.2 梯段高度达 25 m、坡比为 1:0.8、半径超过 65 m 的圆弧度坡面施工方法

圆弧段在放样后,每个孔都有一个方向,在固

定角度的时候须逐个定角度,从而给预裂钻孔增大了误差环节,即偶然误差。若将圆弧段直线段化可减少误差环节,提高钻孔精度。

在圆弧段预裂时,对于每一个孔需放样出该孔的开口点及方向线。因为每一个孔的方向都不一样,可分析因操作带来的误差和分解成直线作业带来的误差(图3)。

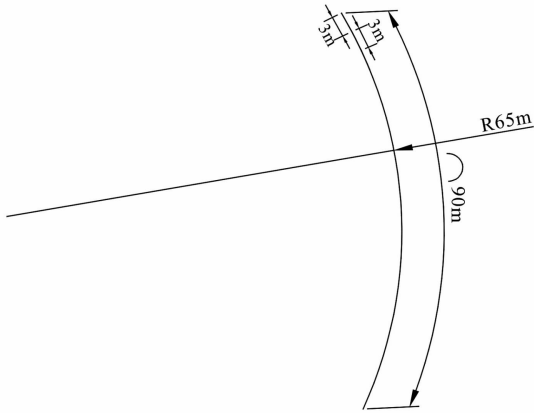


图3 圆弧段采用直线段法分解图

通过分析得知,将误差半径为65 m的圆弧分解成3 m长直线段后误差小于10 cm。每三个孔采用一个方向台阶的分解可分成两层。分解方法同图2所示的方法。预裂爆破参数见表3。

预裂面积为9 300 m<sup>2</sup>,经检查坡面最大超欠挖为18 cm。圆弧段经预裂施工后光滑、平顺,预裂面评定为优良。

### 2.3 梯段高度为32 cm,坡比为1:2、环状坡面的施工方法

环状坡面斜长为71.6 m,底部随桩号变化坡面长度逐渐变短,现场为1:2的坡比,从钻孔角度出发,若开口面与岩石面角度较大,钻孔误差也会增加。钻孔深度事实上为15 m,为保证钻机钻孔平台的稳定,平台宽度  $D = \frac{12.5}{2} + \frac{L}{\sin(\arctg(1:2))}$ ,计算得到钻孔平台的宽度为0.7 m,根据台阶宽度调整钻孔角度以保证开口与底口不变,中间坡角、钻孔角度见图4。

表3 圆弧段预裂参数表

典型爆破次数	坡比	钻机	孔径/mm	孔深/m	间距/m	线密度			堵塞/m
						下部/ kg·m <sup>-1</sup>	正常/ g·m <sup>-1</sup>	上端/ g·m <sup>-1</sup>	
①	1:0.76	YQ-100	95	15.6	0.8	1.4	300	100	0.8
②	1:0.76			15.6	0.8	1.4	300	100	1
③	1:0.76			15.6	0.8	1.2	320	100	1
④	1:0.76			16	0.7	1.4	300	100	1
⑤	1:0.8			16	0.7	1.4	320	100	1.2
⑥	1:0.8			16	0.7	1.2	320	100	1.2

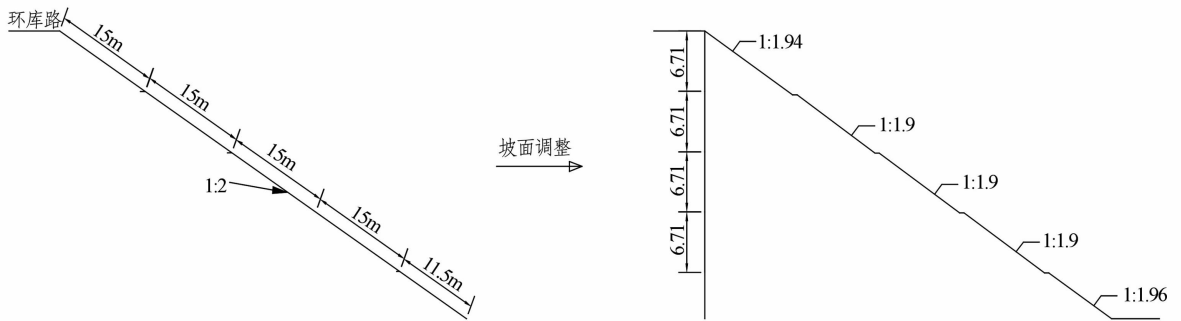


图4 坡比为1:2、高度为32 m的坡面调整图

一级预裂角度为27.3°,坡比为1:1.94;二级预裂角度为27.8°,坡比为1:1.9;三级预裂角度为27.8°,坡比为1:1.9;四级预裂角度为27.8°,坡比为1:1.9;五级预裂角度为27°,坡比为1:1.96。

预裂面积为4.8万 m<sup>2</sup> 坡面整合后的超欠挖检查其最大超欠挖为15 cm,平顺程度满足设计要求,最大超欠挖为22 cm。预裂爆破参数见表4。

### 3 施工实践分析

表 4 预裂爆破参数表

典型爆破次数	坡比	钻机	孔径 /mm	孔深 /m	间距 /m	线密度			堵塞 /m
						下部 /kg · m <sup>-1</sup>	中部 /g · m <sup>-1</sup>	上部 /g · m <sup>-1</sup>	
①	1:1.94			14.6	1	1	300	100	0.8
②	1:1.94			14.6	1	1.1	320	120	0.8
③	1:1.9			14	1	1.1	320	120	0.8
④	1:1.9			14	1	1.1	280	100	0.8
⑤	1:1.9	YQ-100	95	14	1	1	300	100	1
⑥	1:1.9			14	1	1	280	100	1
⑦	1:1.9			14	1	1	300	120	1
⑧	1:1.96			11.4	1	1.2	350	120	1

在上述几种施工方法中,通用的办法均为分解坡面来解决钻机钻深孔时引起的钻孔误差。以上方法均为设计单位认可、监理单位同意并在施工单位中得以成功解决深孔预裂的有效办法,其减少了施工单位技术上的难题,降低了施工中的直接成本,获得了较好的效益。预裂爆破完成后,开挖出来的预裂面超欠挖良好,坡面完整,工程质量优良,受到了业主的一致好评。以上方法已成功应用于广西龙滩水电站、山西西龙池抽水蓄能电站。

通过该方法的施工,大大降低了因坡面超欠挖的处理强度,减少了坡面修整的成本。

#### 4 需要改进的几个方面

若要更好地解决深孔预裂施工,到目前为止,对预裂孔装药、联网、爆破等爆破作业已不是难题,一次性解决深孔预裂的关键在于钻孔。水电

(7)临时引绳悬空部分人工收放绳时,将事先准备好的尼龙绳与钢丝绳用绳卡连接牢靠,尼龙绳绕过小车栏杆横弦杆一周,利用尼龙绳缓慢送放置作业平台。

(8)此次换绳卷扬机有 25 t 和 10 t 两种,其中 25 t 两台,开始时分别布置于主副塔,最后两台均布置于主塔;10 t 卷扬机一台,用于带动引绳,布置于主塔。

(9)对于主副塔用电线路的铺设,因主塔自身无备用电源,只能从武警部队处搭接,距离 300 m 左右,副塔从箱变搭接,距离 150 m 左右。

(10)所使用的机具必须为标定厂家并应附有产品合格证,经验收合格方可用于本次换绳作业。

(11)每步作业程序开始前,各作业点及滑

行业通常采用钻头小的钻机,一般直径在 105 mm 以下。小孔径钻机性能若要得到提升,主要需解决以下几个问题:

(1)钻机轻便,便于移动,方向、角度选择范围大。

(2)钻机易于固定,在钻孔过程中不易发生移动。

(3)钻机在钻孔过程中,无论是液压钻机还是潜孔钻孔,其提升系统移动性要好,无左右偏移。

(4)钻杆材质要好,钻杆在钻进过程不产生挠度,连接丝口要具有一定的耐磨性,不可在少量使用后即产生丝口之间的间隙。

#### 作者简介:

龙 胜(1970-),男,湖北荆门人,总经理助理,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工。 (责任编辑:李燕辉)

轮、窄小空间过障碍处的监控人员必须到位。

(12)钢索切断前,必须在切断处两边用铁丝扎紧,切断后氧焊绳头以防散丝,同时,在动用割具前必须采取防火扑救措施。

#### 6 结 语

某水电站缆机牵引绳更换全过程由于严格按照事前制订的更换安全技术实施,预防到位,控制得力,因而未发生任何安全事故,顺利地完成了跨江跨施工区域的牵引绳更换作业,其安全技术值得类似缆机牵引绳更换借鉴。

#### 作者简介:

蒋 萍(1971-),女,湖北当阳人,高级工程师,从事安全质量环保技术与管理工;

谢几何(1965-),女,湖南湘乡人,安质环部副部长,教授级高级工程师,从事水利水电工程施工安全质量环保技术与管理工。 (责任编辑:李燕辉)