水工建筑物岩石基础保护层的开挖方法

刘红宝[1],李均军[2]

(1.水利部小浪底建设管理局,河南 郑州　450000;2.中国水利水电第九工程局,贵州 贵阳　560000)

摘要:介绍水工建筑物岩石基础保护层开挖使用的传统手风钻水平预裂加水平主爆孔爆破法、小湾水电站工程尝试使用的潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法、构皮滩水电站工程试验使用的手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法,分别介绍这 3 种方法所涉及的爆破施工工艺、爆破参数及爆破效果,并就 3 种方法的工效、施工质量等进行对比分析.分析结果表明:几种方法开挖的平整度、残孔率、声波衰减率等都达到了规范要求;与传统的分层开挖法和手风钻水平预裂爆破法相比,潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法循环进尺较深,手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法开挖深度大,并且它们都具有节省人力、施工进度快等特点,开挖后建基面的平整度好、残孔率高、声波衰减率小于 10%.

关键词:保护层开挖;爆破方法;岩石基础;水工建筑物建基面

中图分类号:TU94+1;TU751.9　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1006-7647(2005)S1-0082-02

为了保证水工建筑物建基面的质量,按规范要求,接近建基面应预留保护层.保护层开挖的传统方式是分层开挖,传统方式存在开挖速度慢、人工消耗大的弊端,随着我国大型、巨型水电站的建设,基础开挖的巨大工程量和施工强度的提高与以往相比已不可同日而语,传统的保护层开挖方式已不能满足工程建设速度的要求.不少工程对此都进行了卓有成效的探索.小湾水电站和构皮滩水电站基础开挖中分别尝试了潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法和手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法,取得了较好效果,积累了宝贵经验.

1　建基面开挖的 3 种方法

1.1　手风钻水平预裂加水平主爆孔爆破法

手风钻水平预裂加水平主爆孔爆破法是传统上使用较多的也是目前施工中采用较广的开挖方法,比分层开挖法效率高.施工时预留 2 m 左右的厚保护层,钻孔设备为手风钻,距顶部 1.2 m 处打 1 排水平主爆孔,在建基面上打 1 排水平预裂孔,然后冲孔、装药、联网、预裂爆破.爆破参数见表 1.

表 1　水平预裂加水平主爆孔爆破法爆破参数

施工方法	钻孔设备	孔径/mm	孔距/m	孔深/m	药卷直径/mm	线装药量/(g·m^{-1})	耗药量/(kg·m^{-3})
水平预裂孔	YT-28	42	约 0.5	3	32	<200	/
水平主爆孔	YT-28	42	1~2	3	32	/	0.20

该方法具有孔径小、装药量少、对建基面扰动小等特点,残留炮孔痕迹保存率可达 95% 以上,不平整度可控制在 15 cm 以下.

1.2　潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法

潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法在云南小湾水电站坝基开挖中进行了尝试,电站开挖区岩性主要为黑云花岗片麻岩和角闪斜长片麻岩,单斜构造,岩层走向与河流成大角度相交,产状为 N75°~85°W,NE∠75°~90°.

施工中预留保护层厚度 2 m,采用 YQ-100B 潜孔钻钻水平预裂孔,钻孔深度小于 15 m,用 ROCD7 液压钻钻垂直孔,水平预裂范围超出垂直主爆孔爆破范围 1.0~2.0 m,主爆孔孔底距水平建基面距离为 0.8~1.0 m.爆破参数见表 2.

表 2　潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法爆破参数

施工方法	钻孔设备	孔径/mm	孔距/m	孔深/m	药卷直径/mm	线装药量/(g·m^{-1})	耗药量*
水平预裂孔	YQ-100B 潜孔钻	89	70~80	/	≤15	32	400
垂直主爆孔	ROCD7 液压钻	89	180~200	150~200	1.0~1.2	60	0.50

* 水平预裂孔耗药量单位为 g/m,垂直主爆孔耗药量单位为 kg/m^3.

作者简介:刘红宝(1973—),男,山西蒲县人,工程师,从事水利工程管理工作.

水平预裂孔采用间隔不耦合装药.为阻止预裂缝延伸至预裂范围以外的保留岩体内,在水平预裂孔两端各预留 1 孔不装药,作为导向孔.水平预裂一般控制最大一段起爆药量小于 50 kg.水平预裂爆破和垂直爆破同时按设计的装药结构分别装药,并在同一网络内连接,控制预裂爆破先于垂直爆破的起爆时差为 75 ~ 100 ms.

爆破效果:在微新岩体中半孔保存率一般为 85% ~ 93%,平均半孔保存率大于 90%;在局部地质缺陷部位,半孔保存率均在 70% 以上.相邻水平炮孔间的不平整度最大 30 cm,最小 5 cm,一般控制在 10 ~ 20 cm,基本满足 15 cm 的设计要求.爆后声波最大波速为 8 000 m/s,最小波速为 3 700 m/s,平均波速在 5 300 m/s 以上,最大衰减率为 7.6%.

1.3 手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法

手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法在贵州构皮滩水电站进行了试验,电站坝基岩性主要为二叠系 P_{1m}^{1} 灰岩,单斜构造,产状为 N30° ~ 35°E,NW(上游)40° ~ 55°.

电站大坝基坑建基面高程为 410 m,上层已开挖至高程 415 m,还剩 5 m 厚的基岩需要开挖,为加快施工进度,在 3 m 厚的基岩上做了手风钻水平预裂加垂直爆破法试验.试验采用手风钻钻 3 m 深的水平预裂孔,用 CM-351 液压钻钻垂直孔,水平预裂范围超出浅孔梯段爆破范围 0.1 ~ 0.2 m,垂直主爆孔孔底距水平建基面距离为 0.8 ~ 1.0 m.爆破参数见表 3.

表 3 手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法爆破参数

施工方法	钻孔设备	孔径/mm	孔距/m	孔深/m	药卷直径/mm	线装药量/(g·m⁻¹)	耗药量/(kg·m⁻³)
水平预裂孔	手风钻	42	60	3.0	32/2	200	/
垂直主爆孔	CM-351 液压钻	105	200	2.2	50	/	0.20

注:32/2 表示把∅32 炸药切成 2 片分开装.

水平预裂孔采用间隔不耦合装药.垂直主爆孔药卷底部用竹片抬高,形成 20 cm 的空气垫层,以减小爆破对建基面的影响.水平预裂爆破和垂直爆破同时按设计的装药结构分别装药,并在同一网络内连接,控制预裂爆破先于垂直爆破的起爆时差为 75 ~ 100 ms.

爆破效果:半孔保存率一般为 90% 以上,最大超挖 13.8 cm,最大欠挖 6 cm,相邻水平炮孔间的不平整度最大 20 cm,最小 5 cm,一般控制在 10 ~ 15 cm.爆后声波最大波速为 5 322 m/s,最小波速为 4 211 m/s,平均波速在 4 812 m/s 以上,最大衰减率为 8.7%.

2 几种开挖方法的对比分析

从开挖效果看,几种开挖方法的平整度、残孔率、声波衰减率等都达到了规范要求,但各有特点,见表 4.

表 4 开挖方法对比分析

施工方法	钻孔次数/次	清渣次数/次	水平进尺/m	开挖深度/m	建基面修整	建基面质量	需要人力/个	进度与质量比较
1	3	3	—	2	撬挖整修工作量大	残留炮根较多	3	工作量大,但开挖质量好
2	1	1	3	2	基本不需整修	无明显爆破裂隙	2	工作量较大,开挖质量好
3	1	1	≤15	2	部分需撬挖整修处理	无明显大裂隙,有个别小裂隙	1	开挖进尺深,进度快,但由于药量大,水平预裂孔控制难,使建基面质量有所降低
4	1	1	3	>2	基本不需整修	无明显大裂隙,有个别小裂隙	1	开挖厚度大,进度快,但由于药量大,使建基面质量有所降低

注:施工方法 1 ~ 4 分别代表分层开挖法、手风钻水平预裂加水平主爆孔爆破法、潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法、手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法.

3 结 语

潜孔钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法循环进尺较深,手风钻水平预裂加垂直主爆孔爆破法开挖深度大,比用传统的分层开挖法和手风钻水平预裂爆破法具有节省人力、进度快等特点,开挖后建基面的平整度好、残孔率高、声波衰减率小于 10%,达到了规范要求.但由于装药量大、水平预裂控制难等特点,使开挖质量较传统方法有所降低,在使用中必须根据各个工程的岩性特点和开挖要求做进一步的试验,优化爆破参数,以满足开挖进度和开挖质量要求.

参考文献:

[1] 李祥金,张贵科.水平预裂爆破在基础保护层开挖中的应用[J].中国三峡建设,2000(1):24-27.

[2] 许韧初.保护层一次钻爆技术在三峡工程的研究与应用[J].工程爆破,1996(3):51-55.

(收稿日期:2005-07-30 编辑:高建群)