

# 深孔单排逐孔起爆法在软岩中应用

朱书成 杨丹涛

中国水电建设集团十五工程局有限公司国际公司

DOI:10.32629/hwr.v3i6.2200

**[摘要]** 目前,国内外露天石方爆破基本采用深孔多排、孔间有序微差爆破技术,满足工程施工要求。老挝南欧江七级电站K90料场为软岩料场,工程要求开采一定块度石料(排水体),采用深孔多排、孔间微差爆破技术,爆破后石料细料过多;进一步减小炸药单耗,引进水炮泥,块度率任然过小,不能满足工程要求。主要原因是采用多排孔起爆,爆破后石料产生碰撞作用导致软岩进一步破碎,严重影响石料块度率。为此,本工程采用单排逐孔起爆法进行试验,石料块度率满足工程要求,从而解决了该工程爆破石料要求。

**[关键词]** 软岩爆破; 单排逐孔起爆法; 石料场施工

## 1 工程概况

老挝南欧江七级水电站大坝为面板堆石坝,K90料场位于进场路K90+000m处,前期主要为大坝提供水平排水体料约60万 $m^3$ 。

料场为紫红色长石石英砂岩,岩体多呈互层状~中厚层状,裂隙发育,完整性较差。由于砂岩中普遍存在不同程度钙质溶失现象,干抗压强度为28.1MPa~56.4MPa,湿抗压强度为13.3MPa~44.5MPa,软化系数为0.45~0.73,岩石属于软岩~中硬岩。

2017年12月料场土方剥离结束,分别形成EL700、EL690、

EL680、EL670四个施工台阶。目前从揭露岩石岩性看,料场均为软岩。

## 2 试验原理

料场石料开挖是利用炸药爆炸瞬间产生的高压气体向外作功,并伴随着爆炸应力波相互作用,对岩体进行破碎。为保重岩体充分破碎,通常采用增加炸药单耗,采用多排毫秒微差起爆技术。K90石料场采用多排孔毫秒微差起爆技术,爆破后石料破碎块度过小,满足不了工程要求。为此,依据爆破机理,引进水介质爆破(以减小炸药单耗,降低爆破气体压

根据刘家洼站人工观测降水量与JDZ02-1型雨量传感器观测降水量对比发现两者存在一定的误差,经过分析发现产生误差的主要原因有:

7.1 受仪器分辨率影响,当降水量 $\leq 0.2mm$ 时,达不到JDZ02-1型雨量传感器的分辨率,导致其时段、日、月及年(汛期)降水量误差,以及降水日数偏少。

7.2 受人工观测时间误差,人工观测针对人员素质及工作态度、人工观测监督及可及时校核性差,观测数据的有效性无法及时进行确认等人因引起。

## 8 结语

经过对刘家洼站人工观测降水量与JDZ02-1型雨量传感器观测降水量,得出以下结论。

8.1 针对人工观测降水量与JDZ02-1型雨量传感器在善化站4~10月份的降雨量数据分析,其绝对误差及相对误差偏差较大。

8.2 受仪器分辨率影响,当降水量 $< 0.2mm$ 时,达不到JDZ02-1型雨量传感器的分辨率,导致其时段、日、月及年(汛期)降水量误差,以及降水日数偏少现象产生。

8.3 JDZ02-1型雨量传感器观测降水量与人工观测降水量绝对误差随降水量级增大而增大。

8.4 人工观测过程中,受人员素质,工作能力及态度方面影响较大,存在缺失、推迟观测、合并观测现象。

雨量传感器观测降水量与人工观测降水量数据的差异

是多种原因造成的。这些原因包括仪器的工作原理、日常维护和人为因素等等。从比较分析情况可以看出人工观测雨量获取数据在对比上较优于雨量传感器观测雨量。

固态雨量计能获取具有准确性、真实性和代表性的降水量资料。

但雨量计的维护及保养工作更为专业,对用人素质提出更高要求,通过该数据能有效反应人工的工作情况。针对本次数据的搜集及测量数据处理有以下建议:

8.4.1 数据的原始记录为POG文件,该文件在进行数据处理及转化成时段量、日量及月量过程中工作量繁重,建议终端开发相应软件,将数据转化为水利工作中要求数值,便于审阅和数据分析,减少人员工作量及数据处理错误现象。

8.4.2 人工在雨量观测工作中具有其灵活性及处理问题及时性等多方面优点,建议二者并用,及时对设备数据共享,建立更加完善优越的人员奖惩管理制度,互为校核,增加数据测量的准确性和可靠性。

## [参考文献]

[1] 陆凌华. 自动站与人工站雨量对比分析[J]. 气象研究与应用, 2008(S1): 97-98.

[2] 曾英. 自动站与人工站常规气象要素的对比分析[J]. 陕西气象, 2007(06): 48-51.

[3] 陆霞, 殷明洁. 自动站与人工观测降水量差值的成因分析[J]. 气象研究与应用, 2007(03): 83-84.

力峰值,增加爆破气体作用时间)进行试验,爆破后块度有所改善,但效果不佳。为避免爆破过程中石头进一步破碎,料场舍弃常规台阶爆破思维方式,采用单排逐孔起爆法进行试验,爆破后石料满足工程要求。

### 3 爆破、筛分试验

料场剥离完成,形成台阶后,参照相关工程料场排水体施工爆破参数,结合该料场地质情况及前期造台阶时爆破参数,初拟排水体施工爆破参数如表1。按表中参数进行试验,从爆破后石料表面看,细料均偏多,分析原因主要是料场石料为软岩,裂隙发育,爆破过程对块度造成一定影响。采用窄槽深入法取料进行筛分分析,试验结果细料偏多,爆破参数不满足施工要求。

表1 深孔梯段爆破法施工爆破参数表

序号	孔径 (mm)	孔深 (m)	孔距 (m)	排距 (m)	封堵长度 1(m)	单耗 (kg/m <sup>3</sup> )	单孔药量 (kg)
1	120	9.6	4.9	4	3.9	0.35	62
2	120	9.6	5.2	4	4	0.32	61
3	120	9.6	6	3.5	4	0.32	61

说明:以上均采用排间毫秒微差起爆,各排微差雷管分别为MS1、MS3、MS5、MS7;炸药采用铵油炸药,采用偶合装药结构;炮孔按方形布孔。

针对该料场特性,为进一步减小爆破影响,降低炸药单耗及炸药峰值压力,增加炸药爆炸作用时间,参照湖南双丰海螺水泥矿山明挖及江苏省江阴丰采石场明挖水介质爆破技术,分别拟定大水袋、小水袋爆破参数(见表2、表3)进行爆破试验,试验结果详见图。由图可以看出,大水袋爆破试验对爆破后石料基本没有变化,小水袋爆破试验石料块径虽有增加,但不够理想,且增加两种水袋施工难度加大,特别是小水袋施工,成本成倍增加。

表2 水介质换能爆破大水袋爆破参数

序号	孔径 (mm)	孔深 (m)	孔距 (m)	排距 (m)	水袋长 度(m)	封堵长 度(m)	单耗 (kg/m <sup>3</sup> )	单孔药 量(kg)
1	120	9	3.6	3.6	2.7	2.47	0.22	25.6
2	110	9	3.6	3.6	2.7	2.47	0.25	27.56

说明:装药结构下部为铵油炸药,采用偶合装药,中部为水袋,上部封堵;水袋为75mm×600mm型号自动封闭水袋;炮孔为正方形,斜向起爆,雷管为MS1、MS3、MS5、MS7、MS9、MS11、MS13。

表3 水介质换能爆破小水袋爆破参数

序号	孔径 (mm)	孔深 (m)	孔距 (m)	排距 (m)	水袋长 度(m)	封堵长 度(m)	线装药密 度(kg/m)	单耗 (kg/m <sup>3</sup> )	单孔药 量(kg)
1	120	9	2	2	4	1.7	0.8	0.18	6.6
2	120	10	2	2	4	1.8	0.8	0.19	7.4

说明:

(1)装药结构按照底部1m捆绑5卷,其余每米捆绑4卷占40cm,水袋占50cm,药卷与小水袋间隔敷设并紧密相连用竹片捆绑安装。

(2)爆破用自动封闭水袋采用32mm×570mm型号,安装炸药、水袋的竹片必须光滑,以免刺破水袋破损!

(3)钻爆参数严格按照梅花形布孔,导爆索与炸药、水袋一起捆绑伸入至孔底,排间微差起爆。

以上试验失败,分析原因主要是由于料场岩石为软岩造成。因此,不论采用上面那种爆破方式,料场岩石爆破时,首先炸药爆炸作用会使岩石沿原有裂隙分解成单块石块,在分解过程中,加之前后排孔爆破时分解石块相互挤压、碰撞作用,从而导致分解形成石块均变为细料,质量达不到要求。

为减小爆破岩块相互碰撞作用,依据上面分析,料场选用单排单孔起爆方式进行试验,爆破参数如表4:爆破后,堆渣表面全是块状石料,且表面很少有新鲜断裂面。通过筛分试验分析,调整爆破参数爆破后石料级配基本相似均满足要求。

表4 单排逐孔起爆施工爆破参数

序号	孔径 (mm)	孔深 (m)	孔距 (m)	抵抗 线(m)	封堵长 度(m)	单耗 (kg/m <sup>3</sup> )	单孔药 量(kg)	孔间时 差(ms)
1	120	9.6	4.5	5	4	0.25	50	150
2	120	9.6	6	4	4	0.23	50	150

### 4 方案选择

以上试验数据可以看出,该料场适合采用单排逐孔起爆方法。单排逐孔起爆方法可以开采出满足上坝要求排水体。采用该方法最大缺点是一次爆破方量小,不能满足高强度上坝要求。为此,料场充分利用已形成长250m~300m、高9m四个台阶,每个台阶分左右两块分别进行爆破、装料循环作业,各作业面独立施工,互不影响。料场每天按进行一次爆破计算,则每天可以爆破排水体约2.5万m<sup>3</sup>,满足大坝月高峰期要求。所以,南欧江七级电站排水体开采方案最终选用单排逐孔起爆法施工。

### 5 结语

南欧江七级电站k90料场为软岩,为开采出合格排水体料,选用多种爆破参数进行试验,在失败基础上,分析原因,抛开深孔台阶爆破常规思维,采用单排逐孔起爆法,取得理想效果,这对同类爆破施工要一定借鉴作用。

### [参考文献]

[1]程康,祝文化,王清华.岩土开挖工程爆破[M].武汉:武汉理工大学出版社,2010:13.

[2]汪旭光.爆破设计与施工[M].北京:冶金工业出版社,2014:35.

[3]刘殿中.工程爆破使用手册[M].北京:煤炭工业出版社,1999:36.