

控制爆破技术在某水闸岩基开挖中的应用

王建华

(浙江钱塘江水利建筑工程公司 浙江 杭州 310020)

摘要 :为保护某重要建筑物 ,在岩基开挖中采用了浅孔爆破与中深孔爆破相结合的控制爆破技术 ,通过对爆破震动的安全验算 ,计算爆破分界点和不同距离的最大单孔装药量 ,通过对爆破飞石距离和高度的安全验算 ,确定飞石防护方案。

关键词 :岩基 ;控制爆破 ;爆破设计

中图分类号 :TV542+.4 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2010)S1-0092-03

爆破是工程施工中较为常见的施工方法 ,长期以来 ,工程爆破虽能完成工程设计目标 ,但在炸药爆炸作用的同时 ,也产生震动、飞石、强音等爆破危害 ,使其应用范围受到很大限制 ,而控制爆破技术的出现在很大程度上解决了这些问题 ,拓展了爆破技术的应用领域。

浙江省临海市城市防洪二期工程某排涝闸工程位于临海市江南开发区 ,为 3 级建筑物 ,防洪(挡潮)标准为 50 年一遇 ,是目前浙江省内最大 5 孔双扉钢闸门水闸(单孔净宽 7 m)。排涝闸闸室位置为小山丘 ,山坡基岩裸露 ,局部为第四系全新统残-坡积($el-dlQ4$)粉质黏土夹碎石覆盖 ,厚度小于 1.0 m ,基岩为保罗系上统西山头组(J3X)灰紫色流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩 ,强风化带厚度 0.5~3.0 m ,弱风化带厚度 6~9 m。无断层通过 ,节理不发育 ,岩体部分需采用中深孔爆破开挖。爆区东侧为灵江 ,南侧为当地一家最大的民营上市企业 ,该企业的废气处置系统距离爆破最近点约 21 m ,污水池距离爆破最近点 81 m ,烟囱距离爆破最近点 110 m。其中距离爆破点最近的废气处置系统为塑钢结构 ,基础为 30 cm 厚混凝土地坪 ,结构抗震能力差 ,爆破环境复杂。

为保障该企业正常生产 ,确保废气处理系统以及其他建筑物的安全 ,在一定范围内需采用控制爆破技术进行岩基开挖。

1 爆破设计

1.1 设计要求

a. 选择合理的爆破技术参数、台阶高度和可行

的施工工艺 ,确保周边构筑物安全。

b. 爆渣粒径满足工程使用要求。

1.2 中深孔爆破参数

a. 台阶高度 : $H=13\text{ m}$ 。

b. 钻孔孔径 : $D=90\text{ mm}$ 。

c. 钻孔倾角 : $\alpha=90^\circ$ 。

d. 钻孔深度^[1] : $L=\frac{H+h}{\sin\alpha}=14.0\text{ m}$ (超深为 $h=1.0\text{ m}$)。

e. 底盘抵抗线 : $W_{\text{底}}=(20\sim50)D$,取 $2.8\sim3.3\text{ m}$ 。

f. 孔距 : $a=(20\sim50)D$,取 3.9 m ;

g. 排距 : $b=2.8\text{ m}$ 。

h. 炸药单孔耗药量 : $q=0.36\sim0.40\text{ kg/m}^3$,具体根据试爆后确定。

i. 单孔装药量 : $Q=57\text{ kg}$ 。

j. 延米装药量 : $p=5.6\sim5.8\text{ kg/m}$ 。

k. 填塞长度 : $L_t=3.8\sim4.2\text{ m}$ 。

1.3 浅孔爆破参数

a. 台阶高度 : $H=4\text{ m}$ 。

b. 钻孔孔径 : $D=42\text{ mm}$ 。

c. 钻孔倾角 : $\alpha=90^\circ$ 。

d. 钻孔深度 : $L=\frac{H+h}{\sin\alpha}=4.5\text{ m}$ ($h=0.5\text{ m}$)。

e. 最小抵抗线 : $W=b$ 。

f. 孔距 : $a=1.3\sim1.5\text{ m}$ 。

g. 排距 : $b=1.2\text{ m}$ 。

h. 炸药单耗 : $q=0.35\sim0.38\text{ kg/m}^3$,根据试爆后确定。

i. 单孔装药量 : $Q=2.7\text{ kg}$ 。

作者简介 :王建华(1975—)男 ,浙江余姚人 ,高级工程师 ,工程硕士 ,从事工程项目管理工作。E-mail :zjqsj@126.com

j. 堵塞长度 : $L_t \geq W$ 。

2 安全校核

爆破产生的主要危害有 爆破地震波、爆破飞石、空气冲击波及噪音。该工程空气冲击波以及噪音产生的危害在理论和实践上都可以忽略不计 ,但对于爆破震动及爆破飞石的控制 需选择合理的爆破参数 控制最大一段起爆药量 采取浅孔松动控制爆破技术结合相应防护措施 就可将危害控制在允许范围内。

2.1 爆破震动范围的确定

爆破所引起的地面震动与天然地震一样 ,是一个非常复杂的变量 ,在工程应用上 ,通常是求振动的最大幅值加以简化处理 ,一般用振速表示^[2]。

根据垂直振速公式 $v = k(Q^{1/3}/R)^\alpha$ 推导出最大一段(次)起爆药量为

$$Q_{\max} = (v/k)^3 / \alpha R^3$$

式中 : $Q_{\max}$ 为最大一段(次)起爆药量 ,kg ,齐发爆破取 1 次爆破总药量 ,微差爆破取最大一段装药量 ; R 为被保护目标(建筑物)离爆区的距离 ; v 为被保护目标(建筑物)的安全震速 ,cm/s ,由于破坏判别受许多因素影响 ,如地质地形条件、建筑物类型、建筑物与爆源相对关系等 ,迄今为止尚无统一的认识与标准 ,多数学者倾向于用质点垂直振速作为判别依据 ,鉴于被保护建筑物的重要性 ,安全震速取最高值即 $1.0 \text{ cm/s}^{[3]}$ 。

k 、 α 分别为与爆破地形、地质等条件有关的系数和地震波衰减指数 ,其中 k 与介质特性、爆破方式及其条件等因素有关 , α 与传播途径、距离、地质地形等因素有关 ,爆区岩性为中硬岩石 ,取 $k = 150$, $\alpha = 1.7$ 。

经计算 ,可求出不同距离 R 所对应的最大一段装药量 $Q_{\max}$ 值见表 1。

表 1 不同距离的最大单孔装药量

R/m	$Q_{\max}/\text{kg}$	R/m	$Q_{\max}/\text{kg}$
21	1.3	50	18.0
30	3.9	60	31.2
36	6.7	70	49.6
40	9.2	75	61.0

根据表 1 计算结果可知 ,当爆点离被保护建筑物 75 m 时 $Q_{\max} = 61 \text{ kg}$,已大于中深孔爆破的单孔装药量 $Q_{\max} = 57 \text{ kg}$,由此可见 ,在爆区距被保护建筑物 75 m 范围以内 ,不宜采用中深孔爆破技术 ,应采用浅孔松动控制爆破技术 ,爆点离被保护建筑物不同距离的单孔装药量按表 1 控制 ;在爆区距建(构)筑物 75 m 以外 ,可采用以中深孔爆破为主、浅孔爆破为辅的松动控制爆破技术。在浅孔爆破施工时 ,当 R 值增大 , $Q_{\max}$ 应作适当调整。

2.2 爆破飞石安全距离的确定

爆破飞石是指爆破时被爆物体中的个别碎块脱离主爆堆而飞散较远的部分碎块 ,主要由于多余的爆生气体能量作用在软弱部位或介质突变部位产生应力集中 ,形成飞石。爆破飞石安全一般通过计算安全距离进行验算。

飞散距离^[4]公式 :

$$R = 20n^2 WKR$$

式中 : n 为爆破作用指数 ,取 0.75 ; W 为最小抵抗线 ,取 2.8 m ; K 为安全系数 ,取 1.5。

经计算 , $R = 47.3 \text{ m}$,即爆破点半径 47.3 m 范围内均可能受到飞石袭击 ,而被保护建筑物离爆破点最近处仅为 21 m ,因此需要采用立面防护墙进行防护 ,防护墙高度公式 :

$$H = \frac{1}{2} R \tan \alpha - \frac{g}{8R^2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

式中 : $R = 21 \text{ m}$; α 为飞石抛射角 ,取 45° ; g 为重力加速度 ,取 9.8 N/m ; v_0 为飞石初始速度 ,选用安全震速 30 m/s 。

经计算 ,爆破最近点爆破时在被保护建筑物处的飞石高度为 8 m ,因此立面防护墙的高度不应小于 8 m。防护墙可采用钢管脚手片排架 ,内外 2 层 ,有条件时可对被保护建筑物顶部设置 1 层脚手片保护层。

3 安全措施

3.1 防震动安全措施

a. 按上述计算的数据 ,限制一次爆破的最大用药量 ,可降低爆破振速。

b. 实践证明 ,在最小抵抗线方向上 ,爆破地震强度最小 ,反向最大 ,侧向居中 ,因此在开挖边界时先进行预裂爆破 ,局部形成抵抗线 ,可减少震动影响^[5]。

c. 采用延期间隔起爆 ,微差间隔 25 ~ 70 ms ,使地震波独立而不会叠加 ,可降低振速 50% 左右。

d. 开挖减震沟 ,即在爆破体与被保护之间钻凿不装药的双排防震孔 ,孔径 90 mm ,孔距 20 cm ,并注意防水 ,做到孔眼干燥 ,可有效降低地震强度^[6]。

e. 铺设减震压重板 ,一般多以钢板或块石压重 ,不但可以减震 ,同时也可以防止飞石。

f. 适时进行爆破地震监测 ,确保被保护物的安全。

3.2 防飞石保护措施

a. 优选爆破参数。在能够达到工程目的的前提下 ,尽量采用炸药单耗较低的爆破方式 ,设法降低实际耗药量。

b. 慎重选择炮位。尽量避免将炮位选在软弱夹层、断层、裂隙、孔洞、破碎带等弱面处。

c. 提高堵塞质量。应选用摩擦系数大、密度大

的材料作炮泥。堵塞要密实、连续,堵塞物中应避免夹杂碎石,应保证足够的堵塞长度,以延长炮泥的阻滞时间。

d. 对炮孔加压砂袋、旧橡胶输送带或竹笆等材料作有效的覆盖防护措施^[7]。

3.3 安全管理措施

a. 成立爆破安全小组,爆破负责人任组长,对工程安全全面负责,组员为爆破技术人员、安全员、爆破作业人员及警戒人员等组成。

b. 建立安全规章制度,组织爆破作业人员认真学习《爆破安全规程》、《矿山安全生产法》和省、市等有关规定,并严格按操作规范及有关规定执行。

c. 爆破作业人员必须做到持证上岗。

d. 爆破设计方案必须通过有关专家论证评估通过后,方可实施作业。

e. 开工前分工种进行技术交底,严格按设计要求进行施工,确保施工质量符合设计要求。

f. 装药时,爆破技术人员应认真复核装药量、填塞长度、填塞质量及防护措施的落实。爆破后认真检查,发现盲炮及时处理,如有危石进行排除。

g. 认真做好安全警戒工作,爆破时间做到定时,起爆前,所有无关人员及机械设备等必须撤离至警戒线以外,爆破要有明确的视、听信号。

h. 爆破器材严格按《爆破安全规程》的有关规定执行,做到专人看守,出入登记,账物相符,严防流失,确保安^[8]。

4 施工实施

4.1 工艺流程

钻爆设计→测量布孔→钻孔→钻孔验收→申请领取炸药→装药→填塞→连接网络→爆破系统安全检查→安全警戒→起爆→爆后检查处理→收集整理资料。

4.2 施工技术

a. 布孔。按设计要求,于现场布置炮孔位置,并向操作人员进行技术交底,使其掌握各项孔网参数(深度、倾斜角度、最小抵抗线、孔距和排距等)技术要求。

b. 钻孔。按设计技术交底要求,于现场布置的炮孔位置进行钻孔。在钻孔时,按标准化作业程序进行操作,把好质量关,使孔深、倾角、方向等均满足设计要求。

c. 装药。在装药前,应逐个检查炮孔,炮孔的孔深、倾角、孔距、排距等孔网参数是否符合设计要求,根据孔网参数按设计药量和装药密度进行装药,并在装药时进行调整,不同的爆破方法应有不同装药结构,以达到最理想的爆破效果。

d. 填塞。所有炮孔装药后,都要用泥团或岩粉渣填塞,并按设计要求,要有足够的堵塞长度,并边填塞边捣实,确保炮孔填塞质量。

e. 连线起爆。按设计的起爆网络连线后,人员撤离现场,派出警戒人员,发出爆破信号,待检查准确无误后,再点火起爆。

f. 爆后检查。起爆 15 min 后,爆破员方可进入爆破现场检查爆破效果。因地质情况不明等因素导致爆破欠佳时,应查明原因,调整参数,及时改进。

g. 爆后如发现盲炮,可用下列方法处理:
①经检查确认炮孔的起爆线路完好,且最小抵抗线无变化者,可重新连线起爆,同时加大警戒范围。
②处理浅眼盲炮,可打平行眼装药爆破。平行眼距盲炮孔口不得小于 0.3 m。
③处理深孔盲炮,可在距盲炮孔口不小于 10 倍炮孔直径处另行打平行孔起爆。如所用炸药为非抗水硝胺类炸药,且孔壁完好者,可取出部分填塞物,向孔内灌水,使之失效,然后作进一步处理。

5 结 语

采用控制爆破技术施工在水闸岩基开挖应用中取得较好效果,实践表明:爆破参数选用合理、防护措施有效、施工方法正确。

控制爆破作为一门新技术,由于生产和建设的需要而获得了飞速发展,应用越来越广泛,但在实际应用过程中,如何进一步提高控制水平,如何有效控制振动、空气冲击、噪声和飞石的危害,实现真正的爆破安全,还有待于进一步研究和探讨,爆破作用机理、爆破参数计算方法、安全准则与控制标准确定等仍采用经验数据或公式,有待于进一步研究和明确。

参考文献:

- [1] 陈华腾. 爆破计算手册[M]. 辽宁:辽宁科学出版社, 1991:102-106.
- [2] 张守中. 爆炸与冲击动力学[M]. 北京:兵器工业出版社, 1993:88-89.
- [3] 赵福兴. 控制爆破工程学[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1988:46-48, 55-56.
- [4] 何广沂. 大量石方松动控制爆破新技术[M]. 北京:中国铁道出版社, 1988:77-79.
- [5] 张国建. 实用爆破技术[M]. 北京:冶金工业出版社, 1997:122-124.
- [6] 冯叔瑜, 吕毅, 杨杰昌, 等. 城市控制爆破[M]. 北京:中国铁道出版社, 1987:98-101.
- [7] 秦明武. 控制爆破[M]. 北京:冶金工业出版社, 1991:123-124.
- [8] GB6722—2003《爆破安全规程》[S].

(收稿日期 2009-01-11 编辑:方宇彤)