

SL

中华人民共和国行业标准

P

SL 47—94

水工建筑物岩石基础开挖 工程施工技术规范

1994—03—31 发布

1994—07—01 实施

中华人民共和国水利部
电力工业部 发布

中华人民共和国行业标准
水工建筑物岩石基础开挖
工程施工技术规范
SL 47—94

主编单位：中国水利学会施工专业委员会爆破学组
批准部门：中华人民共和国水利部

中华人民共和国水利部
关于发布《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》
SL 47—94 的通知

水建[1994]96号

为适应水工建筑物岩石基础开挖工程施工的需要，我部委托中国水利学会施工专业委员会爆破学组为主编单位，对《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》SDJ 211—83 进行了修订，经审查，现批准为中华人民共和国水利行业标准，其编号为 SL 47—94，自一九九四年七月一日起施行，原规范同时废止。

各地在执行中应注意总结经验，发现问题请函告水利部建设司和主编单位。

本规范由水利部建设司负责解释，水利电力出版社出版发行。

一九九四年三月三十一日

目 次

1 总则	(3)
2 开挖、排水和出渣运输	(3)
3 钻孔爆破	(4)
4 基础检查处理与验收	(7)
附录 A 判断爆破破坏或基础岩体质量的标准	(9)
附录 B 质点振动速度传播规律的经验公式	(9)
附录 C 新浇筑大体积混凝土基础面上的安全质点振动速度	(9)
附加说明	(9)

1 总 则

- 1.0.1** 本规范适用于 1、2、3 级水工建筑物岩石基础开挖工程。
- 1.0.2** 编制水工建筑物岩石基础开挖施工组织设计,应符合本规范的规定。
- 1.0.3** 施工前,建设或设计、勘测单位必须向施工单位提交与施工有关的设计文件、施工图纸,以及工程地质和水文地质资料,并进行技术交底。
- 1.0.4** 施工中,勘测单位必须按照现行《水利水电工程施工地质规程》的规定,进行施工地质工作。
施工地质工作中,若发现实际地质情况与前期地质资料和结论有较大出入,或发现新的不良地质因素,建设、勘测、设计单位必须及时与施工单位协商,以便采取补救措施或修改设计。设计上的重大修改,必须报经原设计审批单位批准。
- 1.0.5** 施工单位必须按照现行《水利水电工程施工测量规范》的规定,进行施工测量工作。
- 1.0.6** 施工单位必须按照设计文件、施工图纸和本规范施工。
施工单位对设计文件、施工图纸存在异议,可向建设、设计、勘测单位提出意见,但在未接到修改设计通知书或修改图纸时,不得在施工中变更设计。
施工单位应做好施工记录和有关资料、报告等的整理、编制工作。
- 1.0.7** 施工单位应积极采取新技术、新材料、新工艺、新设备施工。
- 1.0.8** 水工建筑物岩石基础开挖,应采用钻孔爆破法施工。
严禁在设计建基面、设计边坡附近采用洞室爆破法或药壶爆破法施工。
其他部位如需采用洞室爆破法或药壶爆破法施工,必须通过专门试验(或安全技术论证)证明可行和制定补充规定,并经上级主管部门批准。
- 1.0.9** 本规范未作规定者,应执行现行国家或行业标准的有关规定,若仍无规定可循,应由建设、设计、勘测单位和施工单位协商制定补充规定,并经上级主管部门批准。

2 开挖、排水和出渣运输

2.1 开挖

- 2.1.1** 开挖前,施工单位必须提出开挖施工计划和技术措施。
- 2.1.2** 开挖应自上而下进行。
某些部位如需上、下同时开挖,应采取有效安全技术措施,并经主管部门同意。
未经安全技术论证和主管部门批准,严禁采用自下而上的开挖方式。
- 2.1.3** 设计边坡轮廓面开挖,应采用预裂爆破或光面爆破方法。
高度较大的永久和半永久边坡,应分台阶开挖。
- 2.1.4** 基础岩石开挖,应主要采用分层的梯段爆破方法。
- 2.1.5** 紧邻水平建基面,应采用预留岩体保护层并对其进行分层爆破的开挖方法,若采用其他开挖方法,必须通过试验证明可行,并经主管部门批准。
- 2.1.6** 设计边坡开挖前,必须做好开挖线外的危石清理、削坡、加固和排水等工作。
- 2.1.7** 处于不良地质地段的设计边坡,当其对边坡稳定有不利影响时,在开挖过程中,建设、勘测、设计、施工单位必须共同协商,提出相应解决办法。
- 2.1.8** 已开挖的设计边坡,必须在及时检查处理与验收,并按设计要求加固后,才可进行其下相邻

部位的开挖。

2.1.9 在坑、槽部位和有特殊要求的部位,以及在水下开挖,应另行确定相应的开挖方法。

2.1.10 基础面的开挖偏差,应符合下述规定:

对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬、中等坚硬的岩体:

(1)水平建基面高程的开挖偏差,不应大于 ± 20 cm。

(2)设计边坡轮廓面的开挖偏差,在一次钻孔深度条件下开挖时,不应大于其开挖高度的 $\pm 2\%$;在分台阶开挖时,其最下部一个台阶坡脚位置的偏差,以及整体边坡的平均坡度,均应符合设计要求。

对节理裂隙极发育和软弱的岩体,不良地质地段的岩体,以及对 2.1.9 所述情况,其开挖偏差均应符合设计要求。

2.2 排水

2.2.1 基坑开挖施工中,应及时排出工作场地的积水。基坑中来水量很大时,应采取有效办法减少来水量。

2.2.2 基坑排水应减少污水对河流的污染。

2.3 出渣运输

2.3.1 出渣运输应按设计要求进行。

2.3.2 堆(弃)渣应符合下述要求:

(1)场地应有足够的容量,施工过程中不宜变动。除通过论证合理或对堆(弃)渣需要利用者外,应避免二次挖运。

(2)宜不占或少占耕地,有条件时应结合堆(弃)渣造地。

(3)不得占用其他施工场地和妨碍其他工程施工。

(4)不得堵塞河道。

2.3.3 出渣运输和堆(弃)渣不得污染环境。

3 钻孔爆破

3.1 一般规定

3.1.1 钻孔施工不宜采用直径大于 150 mm 的钻头造孔。

钻孔孔径按造孔的钻头直径(d)可分为:

(1)大孔径 $110\text{ mm} < d \leq 150\text{ mm}$;

(2)中孔径 $50\text{ mm} < d \leq 110\text{ mm}$;

(3)小孔径 $d \leq 50\text{ mm}$ 。

3.1.2 紧邻设计建筑基面、设计边坡、建筑物或防护目标,不应采用大孔径爆破方法。

3.1.3 在有水或潮湿条件下进行爆破,应采用抗水爆破材料,若使用不抗水或易受潮的爆破材料,必须采取防水或防潮措施。

在寒冷地区的冬季进行爆破,必须采用抗冻爆破材料。

3.1.4 本规范所述炸药用量,以 2 号岩石硝铵炸药为准,若使用其他品种的炸药,其用量应进行换算。

3.1.5 爆破作业的安全,必须遵守现行《爆破安全规程》的规定。

3.2 爆破试验和爆破监测

3.2.1 钻孔爆破施工前或施工中,应按有关要求进行爆破试验。爆破试验宜成立由有关人员组成的试验组。

爆破试验前,应编制试验大纲(计划)。

3.2.2 爆破试验应选择下述内容进行:

- (1)爆破材料性能试验;
- (2)爆破参数试验;
- (3)爆破破坏范围试验;
- (4)爆破地震效应试验。

3.2.3 爆破破坏范围试验的观测方法:

- (1)在表面应采用宏观调查和地质描述方法;
- (2)在隐蔽部位应采用弹性波纵波波速观测方法。

采用上述观测方法判断爆破破坏的标准,可执行附录 A 的规定。

3.2.4 爆破地震效应试验,应采用质点振动速度观测方法。

质点振动速度传播规律,可采用附录 B 的经验公式进行统计分析确定。

3.2.5 重要的和有特殊要求的爆破试验,应按有关要求增加其他观测方法。

3.2.6 钻孔爆破施工中,对建筑物或防护目标的安全有要求时,应进行爆破监测。

3.2.7 对爆破空气冲击波(或噪音)、水中冲击波(或动水压力)和飞石等效应有防护要求时,应编入爆破试验或爆破监测大纲(计划),并予实施。

3.2.8 应做好爆破试验和爆破监测资料的记录、整理和分析,及时提出试验研究报告和监测报告。

爆破试验和爆破监测成果,应具有科学性和先进性,并能指导爆破设计与施工。

3.3 爆破设计与施工

3.3.1 钻孔爆破施工前,施工单位应进行爆破设计,并报主管部门;重要的爆破设计,应经主管部门批准。

钻孔爆破施工,应按爆破设计要求进行。

3.3.2 钻孔质量应符合下述要求:

- (1)钻孔孔位应根据爆破设计确定;
- (2)钻孔开孔位置与爆破设计孔位的偏差,不宜大于钻头直径的尺寸,实际孔位应有记录;
- (3)钻孔角度和孔深,应符合爆破设计的规定;
- (4)已造好的钻孔,孔内岩粉应予清除,孔口必须盖严。

钻孔经检查合格才可装药。

3.3.3 炮孔的装药和堵塞,爆破网络的联结以及起爆,必须由爆破负责人统一指挥,由爆破员按爆破设计规定进行。

3.3.4 爆破后,应及时调查爆破效果,并根据爆破效果和爆破监测结果,及时调整爆破参数。

3.4 预裂爆破和光面爆破

3.4.1 预裂爆破和光面爆破的效果,除其开挖偏差应符合 2.1.10 的规定外,还应符合下述要求:

(1)在开挖轮廓面上,残留炮孔痕迹应均匀分布。残留炮孔痕迹保存率,对节理裂隙不发育的岩体,应达到80%以上;对节理裂隙较发育和发育的岩体,应达到80%~50%;对节理裂隙极发育的岩体,应达到50%~10%。

(2)相邻两炮孔间岩面的不平整度,不应大于15cm。炮孔壁不应有明显的爆破裂隙。

3.4.2 对主要水工建筑物的设计建基面进行预裂爆破时,预裂范围应超出梯段爆破区,其超出尺寸及预裂缝的宽度,应由爆破设计确定。

3.4.3 预裂炮孔和梯段炮孔若在同一爆破网络中起爆,预裂炮孔先于相邻梯段炮孔起爆的时间,不得小于75~100ms。

3.5 梯段爆破

3.5.1 梯段爆破的效果,应符合下述要求:

(1)爆破石渣的块度和爆堆,应能适合挖掘机械作业。爆破石渣如需利用,其块度或级配还应符合有关要求。

(2)爆破对紧邻爆区岩体的破坏范围小,爆区底部炮根少。

(3)爆破地震效应和空气冲击波(或噪音)小,爆破飞石少。

3.5.2 紧邻设计边坡的一排梯段炮孔,其孔距、排距和每孔装药量,应较其他梯段炮孔的小。

3.5.3 若采用预留岩体保护层开挖方法,其上部的梯段炮孔不得穿入保护层。

3.5.4 梯段爆破的最大一段起爆药量,不得大于500kg;邻近设计建基面和设计边坡时,不得大于300kg。

在建筑物或防护目标附近,以及在2.1.9所述情况下进行爆破,最大一段起爆药量,应由爆破设计规定。

3.6 紧邻水平建基面的爆破

3.6.1 紧邻水平建基面爆破效果,除其开挖偏差应符合2.1.10的规定外,还不应使水平建基面岩体产生大量爆破裂隙,以及使节理裂隙面、层面等弱面明显恶化,并损害岩体的完整性。

3.6.2 紧邻水平建基面的岩体保护层厚度,应由爆破试验确定,若无条件进行试验,可采用工程类比法确定。

3.6.3 对岩体保护层进行分层爆破,必须遵守下述规定:

第一层

炮孔不得穿入距水平建基面1.5m的范围;炮孔装药直径不应大于40mm;应采用梯段爆破方法。

第二层

对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬的岩体,炮孔不得穿入距水平建基面0.5m的范围;对节理裂隙极发育和软弱的岩体,炮孔不得穿入距水平建基面0.7m的范围。

炮孔与水平建基面的夹角不应大于60°,炮孔装药直径不应大于32mm。应采用单孔起爆方法。

第三层

对节理裂隙不发育、较发育、发育和坚硬、中等坚硬的岩体,炮孔不得穿过水平建基面;对节理裂隙极发育和软弱的岩体,炮孔不得穿入距水平建基面0.2m的范围,剩余0.2m厚的岩体应进行撬挖。

炮孔角度、装药直径和起爆方法,均同第二层的规定。

3.6.4 必须在通过试验证明可行并经主管部门批准后,才可在紧邻水平建基面采用有或无岩体保护层的一次爆破法。

保护层的一次爆破法应符合下述原则:

- (1)应采用梯段爆破法;
- (2)炮孔不得穿过水平建基面;
- (3)炮孔底应设置用柔性材料充填或由空气充任的垫层段。

无保护层的一次爆破法应符合下述原则:

- (1)水平建基面开挖,应采用预裂爆破方法;
- (2)基础岩石开挖,应采用梯段爆破方法;
- (3)梯段炮孔底与水平预裂面应有一定距离。

3.7 特殊部位附近的爆破

3.7.1 如需在新浇筑大体积混凝土附近进行爆破,必须遵守下述规定:

(1)新浇筑大体积混凝土基础面上的质点振动速度,不得大于安全值。安全质点振动速度应由爆破试验确定,若难以获得试验成果,可执行附录 C 的规定。

(2)钻孔爆破施工中,可按附录 B 的经验公式进行预报和控制。

(3)若装药量控制到爆破的最低需用量,新浇筑大体积混凝土基础面的质点振动速度仍大于安全值,应采取有效减震措施,或暂停爆破作业。

3.7.2 如需在新灌浆区、新预应力锚固区、新喷锚(或喷浆)支护区等部位附近进行爆破,必须通过试验证明可行,并经主管部门批准。

4 基础检查处理与验收

4.1 一般规定

4.1.1 基础检查处理,包括在开挖后对基础面尺寸和基础岩体质量的检查与处理。

基础验收,必须遵守现行《水利基本建设工程验收规程》的规定。

4.1.2 基础验收应由基础验收小组进行。

基础验收小组之下,应有各有关方面的工作人员,代表验收小组进行日常的基础检查与验收工作。

4.1.3 基础检查可分为施工单位自检、基础验收小组初检和终检三个阶段。

4.1.4 对基础的检查处理和质量鉴定,必须以设计文件、施工图纸和本规范为准则。

4.2 基础检查处理与验收

4.2.1 开挖后,施工单位必须及时对基础进行检查(自检)和处理。

施工单位对基础检查(自检)处理后,基础验收小组必须及时初检,如发现有不符合质量要求的部位,施工单位必须继续处理。

4.2.2 检查基础岩体质量,宜采用弹性波纵波波速观测方法,并执行附录 A 之式(A1)的标准,也可采用设计规定的方法与标准。

4.2.3 基础处理应符合下述要求:

- (1)基础面如有欠挖,应处理到符合 2.1.10 的规定。
- (2)基础面如有反坡(设计规定者除外),应处理成顺坡。
- (3)基础面的陡坎顶部如呈尖角,应处理成钝角或弧形状,若确不易处理,则应采取结构措施。
- (4)基础面上的泥土、破碎岩石和松动岩块,以及不符合质量要求的岩体,必须清除或处理。
- (5)基础面如发现新的不良地质因素,以及前期地质勘探或试验中遗留的钻孔、平洞、竖井等,均应处理到设计重新提出的质量要求的高程或深度。
- (6)在外界环境作用下极易风化、软化和冻裂的软弱基础面,若其上部的土工建筑物暂不施工覆盖,应按设计要求进行处理或防护。
- (7)按设计提出的其他要求进行处理。

4.2.4 基础处理后,基础验收小组必须及时进行终检验收。

基础验收合格后,勘测、施工单位必须及时测绘基础竣工地质图、地形图。未经测绘基础竣工地质图、地形图,基础验收小组不得签署基础验收签证或基础验收鉴定书,施工单位不得进行基础面上的下一道工序施工。

附录 A 判断爆破破坏或基础岩体质量的标准

A1.0.1 宏观调查和地质描述方法判断爆破破坏的标准。

有下述情况之一时,判断为爆破破坏:

- (1)发现爆破裂隙,或裂隙频率、裂隙率增大;
- (2)节理裂隙面、层面等弱面张开(或压缩)、错动;
- (3)地质锤锤击发出空声或哑声。

A1.0.2 弹性波纵波波速观测方法判断爆破破坏或基础岩体质量的标准。同部位的爆后波速(C_{p2})小于爆破前波速(C_{p1}),其变化率 η 为:

$$\eta = 1 - (C_{p2}/C_{p1}) \quad (\text{A1})$$

当 $\eta > 10\%$ 时判断为爆破破坏或基础岩体质量差。

若只在爆后观测,可用观测部位附近原始状态的波速作为爆前波速,也可从观测资料的变化趋势和特点进行判断。

附录 B 质点振动速度传播规律的经验公式

B1.0.1 质点振动速度传播规律的经验公式如下:

$$V = K \left(\frac{W^{1/3}}{D} \right)^a \quad (\text{B1})$$

式中 V ——质点振动速度,cm/s;

W ——爆破装药量,齐发爆破时取总装药量,分段延迟爆破时视具体条件取有关段的或最大一段的装药量,kg;

D ——爆破区药量分布的几何中心至观测点或建筑物、防护目标的距离,m;

K 、 a ——与场地地质条件、岩体特性、爆破条件,以及爆破区与观测点或建筑物、防护目标相对位置等有关的常数,由爆破试验确定。

附录 C 新浇筑大体积混凝土基础面上的安全质点振动速度

C1.0.1 新浇筑大体积混凝土基础面上的安全质点振动速度见表 C1,其中各栏取值范围内的数值,可用插值法确定。

表 C1 安全质点振动速度

混凝土龄期(d)	0~3	3~7	7~28
安全质点振动速度(cm/s)	1.5~2	2~5	5~7

附加说明

主持单位:水利部建设开发司

主编单位:中国水利学会施工专业委员会爆破学组

参加单位:长江科学院

长江水利委员会设计局

主要起草人:朱传统 张正宇 曹稼良