

UDC

中华人民共和国行业标准

TB

TB 10122—2008

J 810—2008

P

铁路路堑边坡光面(预裂)爆破 技 术 规 程

**Code for smooth (presplitting) blasting
on cutting of railway**

2008-07-09 发布

2008-07-09 实施

中华人民共和国铁道部 发布

中华人民共和国行业标准

铁路路堑边坡光面(预裂)爆破技术规程

Code for smooth (presplitting) blasting on cutting of railway

TB 10122—2008

J 810—2008

主编单位：中国铁道科学研究院

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2008年07月09日

中 国 铁 道 出 版 社

2008年·北京

关于发布《铁路路堑边坡光面(预裂) 爆破技术规程》的通知

铁建设[2008]120号

各铁路局,集装箱、投资公司,各铁路公司(筹备组):

现发布《铁路路堑边坡光面(预裂)爆破技术规程》,自发布之日起施行。

本标准由铁道部建设管理司负责解释,由铁路工程技术标准所、中国铁道出版社组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇八年七月九日

前 言

本规程是根据《2008 年铁路工程建设标准编制计划》(铁建设函〔2007〕1374 号)的要求进行编制的。

本规程编制过程中,认真总结了十几年来铁路科研、施工单位在光面(预裂)爆破研究和工程实践中的主要成果,学习和借鉴了其他行业的先进经验,征求了国内有关单位和专家的意见。本规程包含了铁路路堑光面(预裂)爆破设计、施工、安全和质量验收全过程的内容,体现了科学性和可操作性。

本规程共分 5 章,主要内容包括:总则、术语和符号、爆破设计、钻爆施工和质量验收,另有 4 个附录。

本规程以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

在执行本规程过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请及时将意见及有关资料寄交中国铁道科学研究院(北京市海淀区大柳树路 2 号,邮政编码:100081),并抄送铁路工程技术标准所(北京市海淀区羊坊店路甲 8 号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规程由铁道部建设管理司负责解释。

本规程编制单位:中国铁道科学研究院。

本规程主要起草人:杨年华、张志毅、王中黔、邓志勇。

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 爆破设计	4
3.1 一般规定	4
3.2 光面爆破参数设计	5
3.3 预裂爆破参数设计	6
3.4 施工技术设计	7
4 钻爆施工	9
4.1 一般规定	9
4.2 钻 孔	9
4.3 装药、爆破	9
4.4 安全措施	10
5 质量验收	12
本规程用词说明	18
《铁路路堑边坡光面(预裂)爆破技术规程》条文说明	19

1 总 则

1.0.1 为统一铁路路堑边坡光面(预裂)爆破技术标准,保证铁路路堑边坡开挖工程质量,使路堑边坡光面(预裂)爆破符合安全适用、技术先进、经济合理的要求,制订本规程。

1.0.2 本规程适用于新建铁路路堑边坡光面(预裂)爆破工程。

1.0.3 铁路路堑岩石边坡,宜采用光面爆破或预裂爆破开挖;边坡坡率为 $1:0.1 \sim 1:0.75$ 的岩石边坡必须采用光面爆破或预裂爆破开挖,其光面(预裂)爆破设计、施工和质量验收应执行本规程。

1.0.4 路堑工程设计单位应提出光面(预裂)爆破工程施工范围、技术经济指标和质量要求。爆破施工前,应由施工单位提出爆破设计和施工方案。

1.0.5 铁路路堑边坡光面(预裂)爆破如采用新技术、新工艺、新材料、新设备,应经试验或论证,报有关部门批准后实施。

1.0.6 铁路路堑边坡爆破开挖设计和施工除应符合本规程外,尚应符合国家和行业现行的有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 光面爆破 smooth blasting

沿开挖边界布置密集炮孔，采取不耦合装药或装填低威力炸药，在主爆区爆破后起爆，并形成平整轮廓面的爆破作业。

2.1.2 预裂爆破 presplitting blasting

沿开挖边界布置密集炮孔，采取不耦合装药或装填低威力炸药，在主爆区爆破前起爆，使主爆区与保留区之间形成贯通的裂缝，以减弱主爆破对保留岩体的损伤并形成平整轮廓面的爆破作业。

2.1.3 不耦合装药 decoupling charge

在光面(预裂)爆破的炮孔中，炸药卷表面与孔壁之间留有空气间隙或在装药长度内采用间隔装药的结构称不耦合装药。

2.1.4 光爆层 smooth blasting range

光爆层是指光面爆破孔与相邻主爆孔之间的岩石层。

2.1.5 半孔率 half cast factor

光面(预裂)爆破后在边坡壁面上残留的炮孔痕迹长度比率。

2.1.6 平整度 degree of plainness

光面(预裂)爆破后在边坡壁面上产生的凹凸差。

2.2 符 号

d ——炮孔直径

H ——台阶高度(即一次开挖层深度)

h ——炮孔超深

L ——炮孔深度

Q_g ——光面爆破的单个炮孔装药量

W_g ——光面爆破的炮孔最小抵抗线

a_g ——光面爆破的炮孔间距

k_g ——光面爆破的单位体积岩石炸药消耗量

q_g ——光面爆破的炮孔线装药密度

Q_y ——预裂爆破的单个炮孔装药量

a_y ——预裂爆破的炮孔间距

k_y ——预裂爆破的单位面积岩石炸药消耗量

q_y ——预裂爆破炮孔的线装药密度

η ——半孔率

3 爆破设计

3.1 一般规定

3.1.1 路堑工程设计单位应提供下列资料:

- 1 爆破工点名称、起止里程和光面(预裂)爆破的工程数量。
- 2 设计断面图,以及边坡高度和坡度。
- 3 开挖工点的地形地质条件,包括:地形、地貌,以及岩石类别、岩性、等级、岩体结构、风化程度和地下水情况等。
- 4 开挖工程地段的线路方向及附近环境平面图。
- 5 边坡开挖的技术经济指标和质量要求。

3.1.2 整体爆破设计应包括下述内容:

- 1 工程概况、环境与技术要求。
- 2 爆破区地形、地貌、地质条件,及爆破工程量计算。
- 3 设计方案比选。
- 4 爆破参数选择与装药量计算。
- 5 钻孔、装药、填塞和起爆网路设计。
- 6 爆破安全距离计算、安全防护技术措施。
- 7 施工机具、仪表及器材表。
- 8 爆破施工组织。
- 9 主要技术经济指标。
- 10 设计图纸应包括:
 - 爆破环境平面图;
 - 爆破区地形、地质图;
 - 炮孔布置平面和剖面图;
 - 装药和填塞结构图;

- 起爆网路敷设图；
- 爆破安全警戒及监测点平面布置图。

3.2 光面爆破参数设计

3.2.1 光面爆破宜与主体爆破一起分段延时起爆，也可预留光爆层在主体爆破后起爆。

3.2.2 光面爆破炮孔应沿设计开挖边界布置，炮孔倾斜角度应与设计边坡坡度一致，炮孔底应处在同一高程上。

3.2.3 炮孔直径可根据光面爆破的台阶高度、地质条件和钻机设备选定，台阶高度大、岩石坚硬宜选用较大孔径；反之选择较小的孔径。

3.2.4 光面爆破炮孔超深 h ，宜为 $0.3 \sim 1.5 \text{ m}$ ；钻孔深及岩石坚硬完整者取大值，反之取小值。

3.2.5 光面爆破的孔网参数可参照下列公式计算，必要时通过试验调整确定：

最小抵抗线：
$$W_g = Kd \quad (\text{m}) \quad (3.2.1)$$

式中 K ——计算系数， $K=15 \sim 25$ ，软岩取大值，硬岩取小值；
 d ——炮孔直径 (m)。

孔距：
$$a_s = mW_g \quad (\text{m}) \quad (3.2.2)$$

式中 m ——炮孔密集系数， $m=0.6 \sim 0.8$ ，硬岩取大值，软岩取小值。或者孔距按经验法 $a_s = (10 \sim 16)d$ 确定，并满足式 (3.2.2)。

3.2.6 炮孔深度 L ，按式 (3.2.3) 计算：

$$L = (H + h) / \sin \alpha \quad (\text{m}) \quad (3.2.3)$$

式中 α ——边坡坡度角 ($^\circ$)，也即钻孔角度；

H ——台阶高度 (m)；

h ——炮孔超深 (m)。

3.2.7 光面爆破的炮孔线装药密度 q_g 可按式 (3.2.4) 确定：

$$q_g = k_g \cdot a_g \cdot W_g \quad (\text{g/m}) \quad (3.2.4)$$

式中 k_g ——光面爆破的单位体积岩石炸药消耗量 (g/m^3)。可根据不同岩性的经验值选取。

光面爆破单孔装药量 Q_g 按式 (3.2.5) 计算:

$$Q_g = q_g \cdot L \quad (\text{g}) \quad (3.2.5)$$

3.2.8 光面爆破与主体爆破同次爆破时, 光爆孔应迟后相邻主炮孔起爆, 迟后时间宜为 50 - 150 ms。

3.3 预裂爆破参数设计

3.3.1 对于拉槽路堑或坡面前方开挖层比较宽的路堑, 以及需要设置隔振带的爆破区, 边坡开挖宜采用预裂爆破。

3.3.2 预裂爆破炮孔应沿设计开挖边界布置, 炮孔倾斜角度应与设计边坡坡度一致, 炮孔底应处在同一高程上。

3.3.3 炮孔直径可根据预裂爆破的台阶高度、地质条件和钻机设备确定。

3.3.4 炮孔超钻深度 h , 宜为 0.5 ~ 2.0 m, 钻孔深及岩石坚硬完整者取大值, 反之取小值。

3.3.5 炮孔深度 L 按式 (3.2.3) 计算。

3.3.6 孔距 a_y 按式 (3.3.1) 计算:

$$a_y = nd \quad (\text{m}) \quad (3.3.1)$$

式中 n ——孔距计算系数, 与岩性及孔径有关, $n = 8 \sim 12$ 。

3.3.7 预裂爆破的炮孔线装药密度 q_y 和单孔装药量 Q_y 按式 (3.3.2) 和式 (3.3.3) 计算。

$$q_y = k_y \cdot a_y \quad (\text{g/m}) \quad (3.3.2)$$

$$Q_y = q_y \cdot L \quad (\text{g}) \quad (3.3.3)$$

式中 k_y ——预裂爆破的单位面积岩石炸药消耗量 (g/m^2)。可根据不同岩性的经验值选取。

3.3.8 预裂孔与主炮孔之间应符合下列关系:

1 两者应有一定距离, 该距离与主炮孔药包直径及单段最

大起爆药量有关，可根据相关经验值选取。

2 预裂爆破时，预裂孔的布孔界限应超出主体爆破区，宜向主体爆破区两侧各延伸 5 ~ 10 m。

3 预裂爆破和主体爆破同次起爆时，预裂爆破的炮孔应在主体爆破前起爆，超前时间不宜小于 75 ms。

3.4 施工技术设计

3.4.1 爆破工艺整体设计审批后，每次爆破均应作爆破施工技术设计，施工技术设计应包括以下内容：

- 1 炮孔位置、编号、钻孔方向及倾斜角度与深度；
- 2 炮孔的爆破技术参数表；
- 3 炮孔装药结构及填塞方法；
- 4 起爆方法、起爆网路图；
- 5 爆破器材用量；
- 6 安全技术措施及所需防护材料用量；
- 7 施工质量要求和注意事项。

3.4.2 光面(预裂)爆破炮孔装药结构设计：

1 光面(预裂)爆破的炮孔均应采用不耦合装药，不耦合系数宜为 2 ~ 5。

2 装药结构：光面(预裂)爆破宜采用普通炸药卷和导爆索制成药串进行间隔装药，间隔装药的结构图见附录 A。也可用光面(预裂)爆破专用炸药卷进行连续装药。

3 光面(预裂)爆破炮孔的整体装药结构宜分为底部加强装药段、正常装药段和上部减弱装药段，炮孔的总装药量按式(3.2.5)和式(3.3.3)计算确定，可将减弱装药段减少的药量和孔口填塞段应计药量移至加强装药段。减弱装药段长度宜为加强装药段长度的 1 ~ 4 倍。炮孔底部增加的装药量见表 3.4.1。

表 3.4.1 光面(预裂)炮孔底部加强装药段药量增加表

炮孔深度 L (m)	<3	3~5	5~10	10~15	15~20
L_1 (m)	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5
q_{yl}/q_y (倍)	1.0~2.0	2.0~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~6.0
q_{gl}/q_g (倍)	1.0~1.5	1.5~2.5	2.5~3.0	3.0~4.0	4.0~5.0

注: L_1 ——底部加强装药段长度;

q_{yl} ——预裂爆破孔加强装药段线装药密度 (g/m);

q_y ——预裂爆破孔正常装药段线装药密度 (g/m);

q_{gl} ——光面爆破孔加强装药段线装药密度 (g/m);

q_g ——光面爆破孔正常装药段线装药密度 (g/m)。

3.4.3 光面(预裂)爆破起爆网路宜用导爆索联接,组成同时起爆或多组接力分段起爆网路,联接方法见附录 B。当环境不允许设孔外导爆索网路时,可用相应设计段别的电雷管或非电导爆管雷管直接绑于孔内药串上起爆。

4 钻 爆 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 爆破工点应建立爆破领导小组，并指定专人负责日常施工管理工作。

4.1.2 爆破施工前应做好开工准备工作，编制施工程序、安全措施、应急预案和施工进度计划。应对该工点爆破作业人员进行安全教育和技术交底。

4.1.3 从事光面(预裂)爆破作业的人员，必须通过爆破专业技术培训，并持有爆破作业许可证。

4.1.4 爆破施工作业应分工明确、专人负责，并制定相应的岗位责任制。

4.2 钻 孔

4.2.1 施工前应做好测量放线工作，标明钻孔位置。

4.2.2 钻孔作业应做到“对位准、方向正、角度精”，并符合下列要求：

1 地面起伏不平处应先予平整，并根据平整后的地面调整炮孔深度，钻孔深度误差不得超过 $\pm 2.5\%$ 的炮孔深度；

2 孔口位置偏差不得超过1倍炮孔直径；

3 方向误差不得超过 1° 。

4.2.3 钻孔完毕，应检查是否符合设计要求，按附录C做好钻孔施工记录，并做好孔口保护。不合格的钻孔应在设计人员指导下重新钻孔。

4.3 装药、爆破

- 4.3.1 炮孔装药前应对全部炮孔进行查验，吹净孔内残渣和积水，排不干积水的炮孔应有防水措施。
- 4.3.2 应按设计装药量、装药结构制作药串。药串加工完毕后需标明编号，并按药串编号送入相应炮孔内。
- 4.3.3 使用竹片或木板条绑扎的药串，应使竹片或木板条贴靠在边坡侧的孔壁上。
- 4.3.4 填塞时应保护好爆破引线，填塞质量应符合设计要求。
- 4.3.5 爆破前应进行起爆网路模拟试验。
- 4.3.6 应按附录 D 做好钻孔验收及爆破施工记录。

4.4 安全措施

- 4.4.1 每个爆破工点，应根据具体情况，制定并落实安全和文明施工措施、应急救援预案和安全检查制度。
- 4.4.2 爆破作业、爆破器材的加工及盲炮处理应严格遵守《爆破安全规程》(GB 6722) 的规定。
- 4.4.3 光面(预裂)爆破网路采用导爆索联接引爆时，应对裸露地表的导爆索进行覆盖，降低爆破冲击波和爆破噪声。
- 4.4.4 爆区附近有电气化铁路或其他需保护的建(构)筑物时，严禁最小抵抗线方向指向保护目标，且爆破时应应对孔口进行覆盖防护，必要时对被保护物进行遮挡防护。
- 4.4.5 临近爆破区有隧道、桥梁或其他对振动敏感的建(构)筑物时，应验算爆破地震安全距离，必要时应进行爆破振动监测。
- 4.4.6 临近爆破区有古滑坡、高陡或不稳定边坡时，实施前应进行专家论证和安全评估，并在坡面设置观测点和爆破振动测点，爆破施工阶段跟踪监测坡面的变形趋势，发现异常立即发出警戒撤离信号，并制定相应对策。

4.4.7 爆破影响范围内有重要文物、风景名胜、重要设施、精密贵重仪器和重要建（构）筑物等保护对象时，必须对爆破设计进行专家论证和安全评估。经安全评估审批通过的爆破设计，施工时不得更改。施工中如发现实际情况与提交评估的资料不符，并对安全有较大影响时，应及时修改原设计，并重新进行安全评估。

4.4.8 光面（预裂）爆破单独施爆时，警戒范围按设计确定，并不小于 200 m；若与主体爆破同时进行，警戒距离按主体爆破的设计要求确定。

4.4.9 爆破后应认真检查有无盲炮和其他不安全隐患，若发现盲炮和不安全隐患应及时处理，未处理前应在现场设立危险警戒标志，并派安全员看守。

5 质量验收

5.0.1 路堑光面(预裂)爆破质量验收作为路堑质量验收的一个分部分项工作。半孔率、坡面平整度和边坡坡率为光面(预裂)爆破质量验收指标的主控项目;预裂爆破裂缝宽度、坡面观感为光面(预裂)爆破质量验收指标的一般项目。

5.0.2 路堑边坡光面(预裂)爆破主控项目质量验收检测数量和检测方法:

1 半孔率指标检测数量:按不同的地质区段(或同一地质区每100 m分2段)分别进行全面统计计算。

2 半孔率指标检测方法:采用观察、米尺测量手段检测,量尺误差应小于0.2 m。

3 坡面平整度和边坡坡率指标检测数量:每开挖层每100 m等间距检测6个断面,检测断面应在两个残留炮孔中间。

4 坡面平整度和边坡坡率指标检测方法:在确定的检测断面前方架设全站仪,从坡脚开始垂直向上每隔1m测量一个坡面坐标,计算出坡面平均坡率 ϕ 为边坡坡率,再根据平均坡率线计算各测点的偏差,即坡面凹凸差,凹陷取正值,凸起取负值。

5.0.3 不同岩性边坡光面(预裂)爆破后坡面半孔率的质量标准见表5.1。

表 5.1 按半孔率验收光面(预裂)爆破的质量标准

半孔率 η (%) 质量等级	岩 性	硬 岩 (I、II级)	中 硬 岩 (III级)	软 岩 (IV、V级)
	合 格	$\eta \geq 80$	$\eta \geq 60$	$\eta \geq 30$

注:半孔率 $\eta = \Sigma l_0 / \Sigma L_0$ 。 ΣL_0 为检测区段坡面上的总钻孔延米数; Σl_0 为检测区段炮孔在坡面上残留炮孔痕迹的长度总和。

5.0.4 光面(预裂)爆破形成的边坡坡面应平顺,坡面平整度(凹凸差)小于 $\pm 150\text{ mm}$ 为合格。局部地质原因的超标凹凸差,应据实确定。

5.0.5 光面(预裂)爆破形成的边坡坡率应符合表 5.2 规定的质量标准。

表 5.2 光面(预裂)爆破边坡坡率评价标准

项 目	允 许 偏 差	质 量 等 级
倾斜坡面坡率 ϕ	$\pm 2^\circ$	合 格
垂直坡面坡率 ϕ	正坡 2° , 不允许倒坡	合 格

5.0.6 路堑边坡光面(预裂)爆破一般项目质量验收检测数量和检测方法:

1 预裂爆破裂缝宽度:

检测数量:每 100 m 等间距检测 6 个点。

检测方法:尺量。

2 坡面观感:

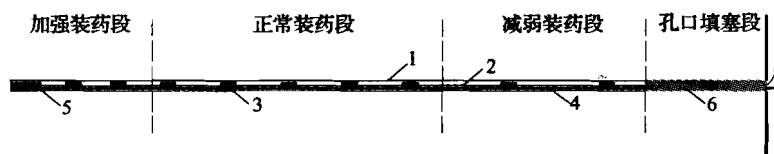
检测数量:全部检查。

检测方法:建设单位组织施工单位、监理单位现场共同观察。

5.0.7 预裂爆破后,裂缝应沿预裂孔中心连线贯通,裂缝宽度以 5~20 mm 为合格。

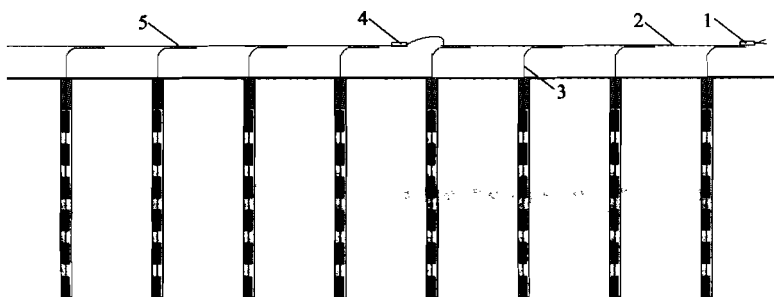
5.0.8 光面(预裂)爆破残留的半孔壁面上应没有肉眼明显可见的爆震裂缝,坡面观感应达到稳定、平整、美观的要求。

附录 A 光面(预裂)爆破炮孔装药结构图



- 图中：1——炮孔；
2——导爆索；
3——炸药卷，按设计的线装药量间隔捆绑在导爆索上连成药串；
4——竹片或木板条，应与药串捆绑牢固，装药时使其贴靠在边坡面一侧；
5——底部药包，可按表 3.4.1 增大孔底装药量；
6——砂性土填塞，填塞长度宜为 8~20 倍炮孔直径。

附录 B 光面(预裂)爆破导爆索 联接起爆网路图



图中：1——引爆雷管。光爆孔或预裂孔单独起爆时，可用任意段别电雷管或非电导爆管雷管作引爆雷管；与主体爆破同时施爆时，应使用符合设计要求段别的电雷管或非电导爆管雷管作引爆雷管。

2——铺设于地面的导爆索主线。

3——由孔内药串引出的导爆索。

4——孔外接力分段雷管，以减小单段起爆药量，降低爆破振动，雷管分段和延时时间按设计确定，孔外接力雷管延时宜小于 50 ms。

5——孔内引出导爆索与地面导爆索主线的连接点。

附录 C 光面(预裂)爆破钻孔 施工记录表

工程名称与里程				
日 期			天 气	
钻孔位置			钻孔编号	
钻机型号			操作人员	
钻孔直径 (mm)	钻孔深度 (m)	钻孔间距 (m)	钻孔方向	倾斜度 (°)
地质记录: (根据岩粉、钻进速度等描述)				
故障与处理:				
钻见地下水深度				
开钻时间		完成时间		
记录人员				

附录 D 光面(预裂)爆破钻孔 验收及施爆记录表

工程名称 与里程								
日 期					天 气			
钻孔验收人员					爆破作业人员			
钻孔 编号	钻孔深 度(m)	地下水 深度(m)	钻孔间 距(m)	钻孔方向 误差(°)	钻孔倾斜 度误差(°)	装药量 (kg)	填塞长 度(m)	起爆段 别(段)
网路联结与复查记录：								
防护与警戒记录：								
爆破效果描述：								
开始时间					完成时间			

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《铁路路堑边坡光面(预裂)爆破技术规程》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

1.0.1 铁路路堑光面(预裂)爆破技术标准在其他铁路工程建设标准中有所涉及,考虑到与相关标准的衔接和统一,凡是铁路路堑边坡光面(预裂)爆破的设计、施工和质量验收均以本规程为准。

1.0.3 光面(预裂)爆破开挖坡面,可以提高铁路路堑边坡工程质量,最大限度地减少石方爆破对边坡岩体损伤破坏,形成的边坡稳定、平整、美观,因此在铁路路堑岩石边坡开挖中,应大力推广光面(预裂)爆破技术。即使在软弱岩体中采用光面(预裂)爆破,也能降低边坡内部岩体的损伤,提高坡面开挖平整度,有利于后期支护施工,提高边坡的长期稳定性。对于边坡坡率为 $1:0.1 \sim 1:0.75$ 的边坡,基本为中硬或坚硬岩石,而且该坡率的边坡钻孔质量容易控制,光面(预裂)爆破易实施、效果好,因此应在铁路工程中强制推行。光面(预裂)爆破对提高路堑边坡的质量、确保铁路路堑的长期安全稳定有十分重要意义。

1.0.4 由于科学技术的不断发展,光面(预裂)爆破使用的技术、工艺、材料和设备也会不断更新,施工中应积极提倡技术创新,但在采用“四新”时,事先应经过试验鉴定或技术论证,并报请主管部门批准后方能使用。

3.1.1 设计单位应提出必须进行光面(预裂)爆破的工点和起

较多。某些工程中在光面(预裂)炮孔钻凿时,专用设备在炮

3.2.5 光面爆破孔距,实际使用中按经验法 $a_g = (10 \sim 16)d$ 计算

条件选取。孔距大、钻孔深、岩体坚硬完整者超深 h 取大值。

3.2.4 光面爆破炮孔超深 h ,宜根据钻孔间距、钻孔深度和岩性

业平台宽度 $B = 0.2 \sim 1.5 m$ 。

80 mm,钻机作业平台宽度 $B = 1.5 \sim 2.5 m$;当 $d < 50 mm$,钻机作

80 mm,钻机作业平台宽度 $B \geq 2.5 m$;当钻孔直径 $50 mm < d \leq$

满足钻孔作业的要求。根据当前钻机条件,当钻孔直径 $d >$

坡设计中除了考虑边坡稳定性而设置平台,还应考虑平台宽度需

由于不同钻孔直径的钻机需要不同的作业平台宽度,因此边

50 mm。

当 $H = 5 \sim 10 m$ 时,可取 $d = 50 \sim 80 mm$;当 $H < 5 m$ 时,可取 $d <$

可取 $d = 100 \sim 150 mm$;当 $H = 10 \sim 15 m$ 时,可取 $d = 80 \sim 100 mm$;

范围,根据台阶高度 H 差异按以下原则选取:当 $H = 15 \sim 20 m$ 时,

3.2.3 铁路路基光面爆破采用的炮孔直径 d 一般在 $40 \sim 150 mm$

保孔底处在同一高程上。

径。每个炮孔的钻孔深度应根据地形变化加以调整,其原则是确

较大时,根据经验宜将开孔位置向坡面后移 $0.5 \sim 1.0$ 倍钻孔直

3.2.2 光面爆破的钻孔原则上应在设计开挖边界上,当钻孔直径

成后预留光爆层单独爆破。

破损伤提出特别要求时,为更严格地保护边坡,也可在主体爆破完

体爆破同次起爆,光爆孔设为最后延时段起爆。设计中对坡面爆

3.2.1 边坡面前方开挖体较薄(小于 $5 m$)时,光面爆破孔宜与主

定。

及两项爆破相互协调措施。设计内容和设计图纸应符合本条规

设计,设计文件中应包括光面(预裂)爆破和石方开挖爆破,以

3.1.2 规定施工单位进行光面(预裂)爆破前,应作专项爆破

标和质量要求。同时提供施工单位进行爆破设计的相关资料。

止里程,统计光面(预裂)爆破的工程数量,标明其技术经济指

孔连线方向再切割一定宽度和深度的定向槽,以便引导裂缝方向的发展,更有利于光面(或预裂面)的成形。这种应用定向刻槽技术的爆破可以适当增大光面(预裂)炮孔的间距,但间距增大大量应由试验确定。

3.2.7 光面爆破的炮孔装药量计算式中,需要确定光面爆破的单位体积岩石炸药消耗量 k_g ,可根据说明表 3.2.7 中的经验值选取,也可根据其他工程经验或现场试验确定。

说明表 3.2.7 各类岩石光面(预裂)爆破炸药单耗表

岩石名称	岩石特征	岩石坚固性系数 f	深孔松动爆破 $K_s(g/m^3)$	光面爆破 $k_g(g/m^3)$	预裂爆破 $k_y(g/m^2)$
页岩 千枚岩	风化破碎	2~4	330~480	140~280	270~400
	完整、微风化	4~6	400~520	150~310	300~460
板岩 泥炭岩	泥质、薄层、层面张开、较破碎	3~5	370~520	150~300	300~450
	较完整、层面闭合	5~8	400~560	160~320	320~480
砂岩	泥质胶结、中薄层或风化破碎	4~6	330~480	130~270	270~400
	钙质胶结、中厚层、中细粒结构、裂隙不甚发育	7~8	430~560	160~330	330~500
	硅质胶结、石英砂岩、厚层裂隙不发育、未风化	9~14	470~680	190~390	380~580
砾岩	胶结性差、砾岩以砂岩或较不坚硬岩石为主	5~8	400~560	160~320	320~480
	胶结好、以较坚硬的岩石组成、未风化	9~12	470~640	180~370	370~550
白云岩 大理岩	节理发育、较疏松破碎、裂隙频率大于4条/m	5~8	400~560	160~320	320~480
	完整、坚硬	9~12	500~640	190~380	380~570
石灰岩	中薄层或含泥质、竹叶状结构及裂隙较发育	6~8	430~560	160~330	330~500
	厚层、完整或含硅质、致密	9~15	470~680	190~380	380~580

续上表

岩石名称	岩石特征	岩石坚固性系数 f	深孔松动爆破 $K_s(g/m^3)$	光面爆破 $k_g(g/m^2)$	预裂爆破 $k_y(g/m^2)$
花岗岩	风化严重、节理裂隙发育、多组节理交割、裂隙频率大于5条/m	4~6	370~520	150~300	300~450
	风化较轻、节理不甚发育或微风化的伟晶、粗晶结构	7~12	430~640	180~360	360~540
	细晶均质结构、未风化、完整致密	12~20	530~720	210~420	420~630
流纹岩 蛇纹岩	较破碎	6~8	400~560	160~320	320~480
	完整	9~12	500~680	200~400	400~590
片麻岩	片理或节理发育	5~8	400~560	160~320	320~480
	完整坚硬	9~14	500~680	200~400	400~590
正长岩 闪长岩	较风化、整体性差	8~12	430~600	170~340	340~520
	未风化、完整致密	12~18	530~700	200~410	410~620
石英岩	风化破碎、裂隙频率大于5条/m	5~7	370~520	150~300	300~450
	中等坚硬、较完整	8~14	470~640	190~370	370~560
	很坚硬完整、致密	14~20	570~800	230~460	460~680
安山岩 玄武岩	受节理裂隙切割	7~12	430~600	170~340	340~510
	完整坚硬致密	12~20	530~800	220~440	440~660
辉长岩 橄榄岩	受节理切割	8~14	470~680	190~380	380~580
	很完整、很坚硬致密	14~25	600~840	240~480	480~720

注：表中所用炸药为 $\phi 32\text{ mm}$ 的2#岩石药卷。若采用新技术或新材料，应按产品说明书和试炮效果确定。

3.3.1 预裂爆破同光面爆破一样都能提高边坡工程质量，使坡面稳定平整。施工单位可根据现场条件、施工组织 and 爆破安全等因素安排选用光面或预裂。对于拉槽路堑或坡面前方开挖层宽度大于5 m的路堑，临空面条件不好，可选用预裂爆破。此外，预裂爆破还可用于在爆破区设置隔振带，预裂爆破缝具有阻隔爆破

振动的作用。

3.3.2 ~ 3.3.7 预裂爆破的参数计算基本同光面爆破一样，但预裂爆破的炮孔超深稍大，预裂孔的深度不应浅于主炮孔爆破的破坏深度。预裂爆破炮孔间距一般比光面爆破孔间距小 10% ~ 20%。预裂爆破的单位面积岩石炸药消耗量 k_1 可根据说明表 3.2.7 中的经验值选取，也可根据其他工程经验或现场试验确定。

3.3.8 预裂孔与主炮孔之间的关系：

1 预裂孔与相邻主炮孔之间应有一定间距。距离太小，主炮孔爆破会伤害预裂爆破的坡面；距离太大，预裂孔与主炮孔之间岩体不能爆落，形成所谓“贴饼”现象。这个间距可根据炮孔直径、前排主炮孔的单段起爆药量等参数，结合相关经验选取，说明表 3.3.8 给出了经验取值范围。

说明表 3.3.8 预裂孔、主炮孔间距与主炮孔药径药量关系表

主炮孔药包直径 d (mm)	<32	$32 \leq d < 50$	$50 \leq d < 80$	$80 \leq d < 100$	$100 \leq d < 150$
主炮孔单段起爆药量 (kg)	<20	<50	<100	<300	$<1\ 000$
预裂孔与主炮孔间距 (m)	0.8	0.8 ~ 1.2	1.2 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 3.0

3.4.1 单次爆破的施工技术设计可力求简单，以图表形式为主，方便施工技术交底。单次爆破的施工技术设计应符合爆破整体设计方案，由有资质的爆破工程师签发即可执行。

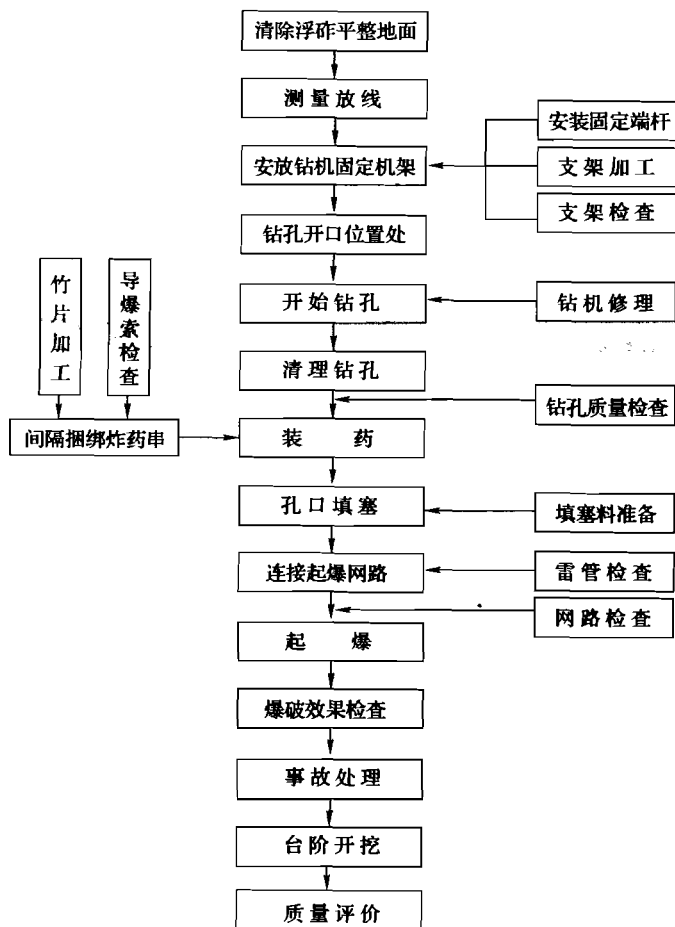
3.4.2 光面(预裂)爆破炮孔装药结构以间隔药串最常见。光面爆破专用药卷或设有聚能槽的聚能药卷应在光面(预裂)爆破工程中大力推广，它可以提高光面(预裂)爆破的半孔率、降低坡面岩体损伤程度，获得更好的光面(预裂)爆破效果。

3.4.3 用导爆索联接在一起的炮孔可视为同时起爆，一般情况下地表导爆索应采用砂包覆盖，以减小爆炸冲击波和爆破噪声。当需要控制单响爆破药量时，可采用每隔数孔甚至逐孔分组接力起爆，为了减小分组延时对光面(预裂)爆破质量的影响，接力雷管延时宜小于 50 ms。若用导爆管雷管作接力延时，导爆管宜用水手结垂直搭接在导爆索上。

4.1.1 在爆破领导小组中，通常由施工单位项目经理任组长，专业爆破工程师任副组长，工段长负责日常的施工管理工作。

4.1.2 光面(预裂)爆破的施工工艺流程参见说明图 4.1.2。安全措施应包括：制定和落实安全操作制度、安全责任制度、安全检查制度、安全教育制度、环保与卫生管理制度。应急预案应包

说明图 4.1.2 路堑边坡光面(预裂)爆破施工工艺流程



括：预想爆破可能发生的安全事故、制定应急救援快速反应和处理的详细方案、应急救援现场处置和善后工作计划、应急救援请示报告制度和应急预案演习。

4.1.3 光面(预裂)爆破是专业性很强的一项爆破作业，只有专业施工队伍才能保证安全和质量。参加此项施工的人员，除了应持有公安部门颁发的爆破作业许可证外，还必须进行光面(预裂)爆破专项技术培训。

4.2.2 光面(预裂)爆破钻孔作业的原则是“对位准、方向正、角度精”。对位准即钻孔开口位置偏差不得超过一倍炮孔直径；方向正即钻孔左右方向偏差不得超过 1° ；角度精即钻孔前后方向偏差不得超过 1° 。

4.3.4 光面(预裂)爆破炮孔填塞长度宜为8~20倍炮孔直径，通常为0.8~1.5 m。为保证炮孔填塞料不流进间隔装药段，先在填塞段下端用编织袋或其他材料塞紧，然后用砂性土填实。填塞捣实过程中应保护好爆破引线，防止引线滑落或折断。

4.3.5 第一次爆破前应进行起爆网路模拟试验，若第一次爆破成功，以后的爆破网路与前次相同，可以省去网路模拟试验，只检查爆破器材质量是否合格。

4.4.4 在电气化铁路线旁实施爆破，爆破飞石防护尤其重要，必须遵照《铁路技术管理规程》的有关规定，做好爆破与安全防护方案，与铁路运营部门共同建立爆破领导指挥部。

4.4.5 临近爆破区有对振动敏感的建筑(构)筑物时，通常应进行爆破振动监测，通过振动监测一方面可以优化爆破方案，另一方面可以评价保护物所受的振动危害。爆破振动监测单位应有相应的检测资质。

4.4.7 参加爆破设计论证和安全评估的专家，不仅应具有相应“作业范围和作业级别”的安全作业证，而且应有过不少于2个类似爆破工程的设计或施工经验。

4.4.8 预留光爆层单独进行光面爆破时，按照柳桂高速公路和

其他工程的施工经验,最小抵抗线方向警戒范围应不小于300 m,其他方向按不小于200 m设计。

4.4.9 当风速很小时,爆破炮烟曾有长达半小时才驱散的记录,倘若爆破炮烟滞留在铁路、公路上,将严重影响交通安全,因此安全警戒需预留足够时间。万一爆破发生意外,应立即与运营等相关部门联系,指挥调度行驶中的车辆。

5.0.1 评价光面(预裂)爆破质量的指标有很多,其中半孔率和坡面平整度是最直观、最有代表性和方便检测的指标,所以选择它们为验收指标的主控项目。若光面(预裂)爆破后路堑边坡尚需作支护处理,半孔率和坡面平整度质量指标应作为路堑隐蔽工程质量验收的一部分。

5.0.2 路堑边坡某一地质区按50 m等间隔分段,若最后一段长度小于等于50 m,则对该段边坡半孔率指标单独统计计算;路堑边坡地质分区按表5.1的岩性分类,分为:硬岩、中硬岩、软岩三类区段,每一地质区段分类统计和评价半孔率指标。

光面(预裂)爆破坡面凹凸差主要在两个残留炮孔之间形成,所以坡面平整度检测断面应处在两个残留炮孔中间。

5.0.3 半孔率统计方法:在每个检测区段,先统计边坡钻孔数和各炮孔在坡面范围内的钻孔延米数量 L_0 ,合计坡面范围内的总钻孔延米数 ΣL_0 ;再统计各炮孔在坡面范围内残留炮孔痕迹的长度 l_0 ,合计坡面范围内残留炮孔痕迹的长度的总和 Σl_0 ;半孔率 $\eta = \Sigma l_0 / \Sigma L_0$ 。

实际操作中为方便统计,也可只统计坡面范围内未残留炮孔痕迹的长度 l'_0 ,合计坡面范围内未残留炮孔痕迹的长度的总和 $\Sigma l'_0$;半孔率 $\eta = (\Sigma L_0 - \Sigma l'_0) / \Sigma L_0$ 。

5.0.4 若光面(预裂)爆破形成的边坡坡面整体上比较平顺,但因局部地质原因造成凹凸差过大,在嵌固后不影响整体稳定的情况下,应据实确定是否合格。

5.0.5 光面(预裂)爆破形成的边坡质量要求较高,所以将边坡

坡率也作为质量指标的主控项目，边坡坡率与坡面平整度一起检测，边坡坡率指标反映出钻孔角度偏差，只要认真校验完全可以达到这一精度要求。

5.0.7 预裂爆破的裂缝宽度作为检测指标，主要在预裂爆破单独实施时采用，特别将预裂缝作为减振措施之一时，需要验收是否合格。在边坡开挖中，预裂爆破缝可以不作检查，预裂爆破面最终质量评价仍以半孔率和坡面平整度为主。

5.0.8 本条是光面(预裂)爆破坡面观感指标的合格标准。