

中华人民共和国行业标准

水运工程爆破技术规范

JTS 204—2008

主编单位:长江重庆航道工程局

批准部门:中华人民共和国交通运输部

施行日期:2009年1月1日

人民交通出版社

2008·北京

关于发布《水运工程爆破技术规范》 (JTS 204—2008)的公告

2008年第23号

现发布《水运工程爆破技术规范》。《水运工程爆破技术规范》为强制性行业标准,编号为JTS 204—2008,自2009年1月1日起施行。《水运工程爆破技术规范》(JTJ 286—90)和《爆炸法处理水下地基和基础技术规程》(JTJ 258—98)同时废止。

本标准的第3.0.3条、第4.4.1条、第5.1.3条、第5.2.1条、第6.1.3条、第6.1.4条、第6.1.7条、第6.2.1条、第6.2.2条、第6.2.6条、第6.2.8条、第6.2.9条、第6.2.10条、第6.2.11条、第6.2.12条、第6.2.13条、第6.2.15条、第6.2.17条和第6.3.1条中的黑体字部分为强制性条文,与原建设部发布的《工程建设标准强制性条文(水运工程部分)》(建标[2002]273号)具有同等效力,必须严格执行。

本标准由我部组织长江重庆航道工程局等单位编制完成,由我部水运司负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部
二〇〇八年八月十九日

中华人民共和国行业标准
书 名: 水运工程爆破技术规范
著 者: 长江重庆航道工程局
责任编辑: 孙毓华
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号
网 址: <http://www.chinasybook.com> (中国水运图书网)
销售电话: (010)64981400, 64960094
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 人民交通出版社交实书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 880×1230 1/16
印 张: 3.25
字 数: 68千
版 次: 2008年10月第1版
印 次: 2008年10月第1次印刷
统一书号: 15114·1253
印 数: 0001—2500册
定 价: 30.00元
(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

修订说明

本规范是在《水运工程爆破技术规范》(JTJ 286—90)和《爆炸法处理水下地基和基础技术规程》(JTJ 258—98)的基础上,经深入调查研究,总结我国近年来水运工程爆破设计、施工和质量检验的实践经验,广泛征求有关单位和专家的意见,并结合我国水运工程爆破技术的现状和发展需要修订而成。主要包括爆破设计、爆破施工、爆破安全和质量检查与检验等内容。

本规范的主编单位为长江重庆航道工程局,参加单位为连云港港口工程设计研究所、贵州省航务管理局、广西壮族自治区航务管理局、中交广州航道局有限公司、广东省航道局、黑龙江省航道局和浙江省高能爆破工程有限公司。

《水运工程爆破技术规范》(JTJ 286—90)和《爆炸法处理水下地基和基础技术规程》(JTJ 258—98)自发布实施以来,在保障水运工程质量,保证工程安全,降低建设成本,促进水运工程爆破技术发展等方面发挥了重要作用。随着水运工程建设和新材料、新技术、新方法在爆破工程中的应用,原规范中的部分内容已不能适应我国水运爆破工程的发展需要。为此,交通部水运司组织长江重庆航道工程局等单位对上述规范进行合并修订。

本规范第3.0.3条、第4.4.1条、第5.1.3条、第5.2.1条、第6.1.3条、第6.1.4条、第6.1.7条、第6.2.1条、第6.2.2条、第6.2.6条、第6.2.8条、第6.2.9条、第6.2.10条、第6.2.11条、第6.2.12条、第6.2.13、第6.2.15条、第6.2.17条和第6.3.1条中的黑体字部分为强制性条文,与原建设部发布的《工程建设标准强制性条文(水运工程部分)》(建标[2002]273号)具有同等效力,必须严格执行。

本规范共分7章和4个附录,并附条文说明。本规范编写人员分工如下:

- 1 总则:黄超
 - 2 术语:黄超 武可贵
 - 3 基本规定:余俊华 覃柳贤
 - 4 爆破设计:余俊华 沙祖光 席正明 武可贵 王卫东
 - 5 爆破施工:梁毅 沈雁 姜长华 张校强 张正忠
 - 6 爆破安全:张校强 杨明远 张正忠
 - 7 质量检查与检验:梁毅 沈雁 武可贵
- 附录A~D:余俊华

本规范于2008年3月29日通过部审,于2008年8月19日发布,自2009年1月1日起实施。

本规范由交通运输部水运司负责管理和解释,请各有关单位在执行过程中,将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运司(地址:北京市建国门内大街11号,交通运输部水运司工程技术处,邮政编码:100736)和本规范管理组(地址:重庆市渝中区长滨路111号,长江重庆航道工程局,邮政编码:400011),以便再修订时参考。

目次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 基本规定	(3)
4 爆破设计	(4)
4.1 一般规定	(4)
4.2 爆破方法	(5)
4.3 爆破参数	(6)
4.4 爆破网路和起爆体	(13)
5 爆破施工	(14)
5.1 一般规定	(14)
5.2 爆破器材	(14)
5.3 钻孔爆破	(15)
5.4 水下裸露爆破	(15)
5.5 预裂爆破、光面爆破和拆除爆破	(15)
5.6 爆破排淤填石	(16)
5.7 水下爆破夯实	(16)
5.8 破冰爆破和冰下炸礁	(17)
5.9 网路连接和起爆	(17)
6 爆破安全	(19)
6.1 一般规定	(19)
6.2 作业安全	(19)
6.3 安全距离	(21)
7 质量检查与检验	(25)
附录 A 常用炸药性能表	(27)
附录 B 炸药量换算系数	(28)
附录 C 岩石类别与岩石分级对应表	(29)
附录 D 本规范用词用语说明	(30)
附加说明 本规范主编单位、参加单位、主要起草人、总校人员和 管理组人员名单	(31)
附 条文说明	(33)

1 总 则

- 1.0.1 为统一水运工程爆破的设计、施工和质量检验技术要求,有效控制工程质量,保证施工和环境安全,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于水运工程中爆破开挖、拆除、清障,爆炸法处理水下地基和基础的设计、施工和质量检验。
- 1.0.3 从事爆破工程施工的单位,必须具备相应的资质证书和爆破作业许可证;爆破作业人员必须具有相应的资格证书;爆破工程施工前,必须取得有关部门批准。
- 1.0.4 水运工程爆破的设计、施工和质量检验除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 气泡帷幕

在爆源与被保护设施之间的水底设置气泡发射装置,气泡群自水底向水面运动,从而形成一道可以有效减小水中冲击波的“帷幕”,以达到保护水下设施的目的。

2.0.2 爆破排淤填石

在抛石体外缘一定距离和深度的淤泥质地基中埋放群药包,起爆瞬间在淤泥中形成空腔,抛石体随即坍塌充填空腔,经多次爆破推进,最终达到置换淤泥的方法。

2.0.3 水下爆破夯实

在水下块石、砾石地基或基础表面布置裸露药包或在表面上方布置悬浮药包,利用爆破振动使地基和基础密实的方法。

3 基本规定

3.0.1 爆破工程施工前应编制爆破设计书或爆破说明书。

3.0.2 预裂爆破、光面爆破、水下拆除爆破、爆破排淤填石、水下爆破夯实、一次起爆总装药量大于或等于0.5t的水下钻孔爆破、大型土石方爆破、重要设施附近及其他环境复杂、技术要求高的水运工程爆破应编制爆破设计书;其他爆破可编制爆破说明书。

3.0.3 爆破影响范围内有重要设施时应进行爆破试验和监测。

3.0.4 内河陆上爆破和 underwater 爆破的分界线,应根据施工期间工程所在区域的水文资料、施工条件和周边环境等因素综合确定。

3.0.5 水运工程爆破设计中应制定控制噪声、控制有害气体和飞石、减少粉尘、降低地震和冲击波效应等环境保护措施。

3.0.6 水运工程爆破可采取下列保护环境的措施:

- (1) 限制一次起爆的单段最大用药量;
- (2) 采用低爆力、低爆速炸药;
- (3) 采用微差爆破;
- (4) 采用预裂爆破;
- (5) 开挖减震沟槽;
- (6) 采用气泡帷幕;
- (7) 采取覆盖防护、洒水防护等;
- (8) 采取定向控制爆破。

4 爆破设计

4.1 一般规定

4.1.1 爆破工程设计前应进行现场勘察,并应收集有关资料。

4.1.2 爆破设计书应包括下列内容:

- (1)设计依据;
- (2)工程概况;
- (3)工程水文、气象、地质、地形和环境等条件;
- (4)爆破方案及施工方法;
- (5)爆破器材选定;
- (6)爆破参数和药量计算;
- (7)起爆网路设计;
- (8)安全距离确定及防护措施;
- (9)环境影响评价;
- (10)施工组织;
- (11)施工预算及材料计划;
- (12)附图和附表等。

4.1.3 爆破说明书应包括工程概况、施工条件、爆破方案、起爆网路设计、药量计算和安全措施等主要内容。

4.1.4 施工区域和爆破区域地形图应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203)的有关规定,并应满足下列要求:

- (1)图比:施工区域地形图 1:1000 ~ 1:5000;爆破区域地形图 1:100 ~ 1:500;
- (2)范围:施工区域地形图满足施工总平面布置和安全警戒等要求;爆破区域地形图满足炮孔布置和工程量计算等要求。

4.1.5 施工区域的水文、气象资料应包括下列内容:

- (1)水位、潮汐、流速、流量、流态和波浪等有关资料;
- (2)风、雨、雷暴、雾和雪等有关资料;
- (3)封冻河流的冰冻期、冰层厚度、解冻期和流冰期等;
- (4)多沙河流的泥沙资料。

4.1.6 爆破区域的地质、地貌资料应包括下列内容:

- (1)爆破区的岩体结构、产状、岩性和风化程度;
- (2)附近岸坡、边坡、危岩和潜在滑坡体等的稳定状态;

(3)石灰岩地区的岩溶和地下水资料;

(4)重点爆破或地质复杂地区的爆破工程地质详图,河床、海床覆盖层厚度、组成、粒径及分布情况;

(5)砂土地质地区可能产生液化土层的分布范围。

4.1.7 施工区域周边环境资料应包括下列内容:

- (1)爆破影响范围内居民区、文物保护区和重要建筑物的结构特征及抗震要求等;
- (2)距爆源 1~3 km 范围内的主航道、锚泊区、水产养殖场、游泳场和水上游乐场等至爆源的距离及其对环境保护的要求。

4.1.8 爆破工程量计算时,超深、超宽值可按表 4.1.8 选取,有特殊要求的水下爆破开挖工程可另行确定。

爆破工程超深、超宽值 表 4.1.8

爆破类别	超深(m)	超宽(m)
陆上爆破	0.2	0
水下裸露爆破	0.5	2.0
水下钻孔爆破	沿海	1.0
	内河	1.0

4.2 爆破方法

4.2.1 爆破方法应根据工程规模、工况条件、施工水位、施工期限、施工设备和环保、安全、技术、经济等综合因素选择。

4.2.2 具有水下钻孔作业条件时,水下钻孔爆破可用于下列情况:

- (1)要求减少水下冲击波危害的;
- (2)炸区面积大,炸层较厚的;
- (3)要求岩石破碎均匀的;
- (4)水下基槽或沟槽开挖;
- (5)水下建筑物拆除;
- (6)对开挖断面形状有较高要求的。

4.2.3 水下裸露爆破可用于下列情况:

- (1)受水流、地形和设备等影响,钻孔爆破困难的;
- (2)零星礁石、大块石和浅点爆破;
- (3)沙卵石浅滩松动爆破;
- (4)破冰及冰下爆破;
- (5)清除水下障碍物;
- (6)盲炮处理。

4.2.4 预裂爆破可用于要求减震和保护围岩的工程。光面爆破可用于爆破面要求平整

的开挖工程。

4.2.5 水下拆除爆破可用于码头、船坞、船闸和船台等水工建筑物的拆除。

4.2.6 爆破排淤填石可用于抛石置换水下淤泥质地基的工程,置换厚度宜取4~25m,置换厚度小于4m或大于25m时,应进行技术经济论证。

4.2.7 水下爆破夯实可用于水下地基或基础为块石或砾石的工程,分层夯实厚度不宜大于12m,起爆药包在水面下的深度大于8m时,分层夯实厚度可适当增加,但不得超过15m。

4.2.8 破冰爆破可用于港区、船坞水域和船闸上下游引航道等的除冰。

4.2.9 冰下爆破可用于有一定冰层厚度的水下炸礁工程。

4.3 爆破参数

4.3.1 爆破参数应根据周边环境条件、地形地貌情况、岩土性质、施工机具和爆破器材性能,并结合工程要求计算确定。常用的炸药可按附录A选取。

4.3.2 规模较大、技术复杂、安全要求高的爆破工程应通过试爆校核确定爆破参数。

4.3.3 水下钻孔爆破的孔网参数和单孔装药量的计算,应结合施工区水深、岩石类别、开挖厚度和钻孔清渣设备等因素综合分析确定,并应符合下列规定。

4.3.3.1 炮孔直径可为75~150mm。钻孔设备在浅水区就位有困难或开挖深度不大时,孔径可小于75mm。

4.3.3.2 超钻深度可在1.0~2.0m范围内选取。硬岩宜取较大值,软岩宜取较小值。每次起爆的首排炮孔宜比其后各排炮孔深0.2m。

4.3.3.3 最小抵抗线应小于炮孔深度。

4.3.3.4 炮孔间距宜大于炮孔排距。

4.3.3.5 爆破孔网参数可参照表4.3.3-1选取。

水下钻孔爆破常用孔网参数和推荐的清渣设备 表4.3.3-1

炮孔直径(mm)	炮孔间距(m)	炮孔排距(m)	超钻深度(m)	推荐的清渣设备
75~95	1.6~2.0	1.5~1.8	1.0~1.2	1~4m ³ 抓斗挖泥船
95~115	2.2~2.4	1.5~2.0	1.0~1.4	4~8m ³ 抓斗挖泥船
115~150	2.4~3.5	2.0~3.0	1.4~2.0	4~13m ³ 抓斗挖泥船

注:表中所列炮孔间距和炮孔排距,硬岩宜取较小值,软岩宜取较大值。

4.3.3.6 单孔装药量可按下列式计算:

$$Q = q_0 abH_0 \quad (4.3.3)$$

式中 Q ——单孔装药量(kg);

q_0 ——水下钻孔爆破单位炸药消耗量(kg/m³),参照表4.3.3-2选取;

a ——炮孔间距(m);

b ——炮孔排距(m);

H_0 ——设计爆层厚度(m),即开挖岩层厚度与计算超深值之和。

水下钻孔爆破单位炸药消耗量(kg/m³) 表4.3.3-2

底质类别	水下钻孔爆破
软岩石或风化岩	1.72
中等硬度岩石	2.09
坚硬岩石	2.47

注:①表中单位炸药消耗量为2号岩石硝铵炸药综合单位消耗量的平均值,采用其他炸药应换算,换算系数可按附录B确定;岩石类别与岩石分级可按附录C确定;

②水深超过15m时,单位炸药消耗量可根据水深变化适当调整。

4.3.4 水下钻孔的孔位布置,应符合第4.3.2条的规定,并应满足下列要求:

(1)炮孔按三角形或梅花形错开布置;

(2)钻机位置固定而不能调整炮孔间距时调整炮孔排距;

(3)水下炸礁分带进行时,带与带之间的距离为炮孔间距的0.7~1.2倍;岩体节理、裂隙、风化发育取较大值,不发育取较小值。

4.3.5 水下钻孔的同排炮孔底高程应一致,炮孔装药长度宜为孔深的2/3~4/5,软岩宜取较小值,硬岩宜取较大值。

4.3.6 水下裸露爆破的药包排列和用药量应根据岩层性质、岩层形态、被炸岩石顶部的水深和炸层厚度等确定。炸层厚度小于0.7m时,单药包重量宜为8~12kg,间距与排距宜为1.0~1.5m。水下裸露爆破单药包用药量可按下列式计算:

$$Q = \Delta H ab q_0 \quad (4.3.6)$$

式中 Q ——单药包用药量(kg);

ΔH ——炸层厚度(m);

a ——药包间距(m);

b ——药包排距(m);

q_0 ——水下裸露爆破单位炸药消耗量(kg/m³),参照表4.3.6选用。

水下裸露爆破单位炸药消耗量(kg/m³) 表4.3.6

底质类别	水下裸露爆破
软岩石或风化岩	15.17
中等硬度岩石	30.34
坚硬岩石	44.94

注:①表中单位炸药消耗量为2号岩石硝铵炸药综合单位消耗量的平均值,采用其他炸药应换算,换算系数可按附录B确定;岩石类别与岩石分级可按附录C确定;

②水深超过15m时,单位炸药消耗量可根据水深变化适当调整。

4.3.7 陆上钻孔爆破的孔网参数和装药量的计算应符合下列规定。

4.3.7.1 陆上浅孔爆破的爆破参数确定应满足下列要求:

(1)炮孔孔距为最小抵抗线的1.0~2.0倍;硬岩取较小值,软岩取较大值;

(2)前后排同时起爆时的炮孔排距为孔距的0.8~1.0倍;硬岩取较小值,软岩取较大值;

(3)单孔装药量按下列公式计算:

$$Q = (0.4 + 0.6n^3)qW^3 \quad (4.3.7-1)$$

$$W = (0.4 \sim 1.0)H \quad (4.3.7-2)$$

式中 Q ——单孔装药量(kg);
 n ——爆破作用指数;
 q ——陆上钻孔爆破单位炸药消耗量(kg/m^3),参照表4.3.7-1选取;
 W ——最小抵抗线(m);
 H ——台阶高度(m)。

陆上钻孔爆破单位炸药消耗量(kg/m^3) 表4.3.7-1

炮孔	岩石类别与岩石分级		
	软岩石 5~7	中等硬度岩石 8~9	坚硬岩石 10~13
首排炮孔	0.40~0.41	0.43~0.55	0.55~0.70
后排炮孔	0.48~0.52	0.52~0.66	0.66~0.84
微差爆破各炮孔	0.21~0.47	0.39~0.53	0.44~0.58

注:表中单位炸药消耗量为2号岩石硝铵炸药综合单位消耗量的平均值,采用其他炸药应换算,换算系数可按附录B确定;岩石类别与岩石分级可按附录C确定。

4.3.7.2 陆上深孔爆破的爆破参数确定应满足下列要求:

(1)首排炮孔孔距为最小抵抗线的0.7~1.0倍;首排后的各排炮孔为最小抵抗线的1.0~1.3倍;硬岩取较小值,软岩取较大值;

(2)前后排同时起爆时,炮孔排距为孔距的0.6~0.9倍;前后排微差起爆时,炮孔排距为孔距的0.8~1.0倍;硬岩取较小值,软岩取较大值;

(3)台阶爆破的底盘抵抗线根据岩石性质、台阶高度和炮孔直径等参照表4.3.7-2确定,并满足下式要求:

$$W_i \leq H \text{ctg}\beta + B \quad (4.3.7-3)$$

式中 W_i ——底盘抵抗线(m);

H ——台阶高度(m);

β ——台阶坡面角,取 $60^\circ \sim 75^\circ$;

B ——首排钻孔孔口中心至坡顶线的距离(m),不小于2m。

(4)单孔装药量按下列公式计算:

$$Q_1 = qW_i a H \quad (4.3.7-4)$$

$$Q_2 = qabH \quad (4.3.7-5)$$

式中 Q_1 ——首排炮孔的单孔装药量(kg);

q ——陆上钻孔爆破单位炸药消耗量(kg/m^3),参照表4.3.7-1选取;

W_i ——底盘抵抗线(m);

a ——炮孔间距(m);

H ——台阶高度(m);

Q_2 ——首排后的炮孔单孔装药量(kg);

b ——炮孔排距(m)。

陆上台阶爆破底盘抵抗线

表4.3.7-2

爆破类别	爆破类别及条件		岩石类别及对应分级		
	孔径 (mm)	台阶高度 (m)	软岩石 5~7级	中等硬度岩石 8~9级	坚硬岩石 10~13级
浅孔爆破	38	1	0.90~1.00	0.90~1.00	0.80~0.85
		2	1.15~1.25	1.15~1.20	0.95~1.00
		4	1.30~1.40	1.25	1.15~1.20
	50	2	1.50~1.60	1.50~1.55	1.25~1.30
		3	1.60~1.70	1.50~1.55	1.40~1.50
		4	1.70~1.75	1.60	1.50~1.55
深孔爆破	75	5	2.40~2.55	2.30~2.45	2.15~2.30
		6	2.55~2.70	2.40~2.55	2.20~2.40
		8	2.70~2.90	2.55~2.70	2.35~2.45
		10	2.80~2.95	2.60~2.80	2.45~2.55
	100	5	3.20~3.40	3.10~3.25	2.85~3.15
		6	3.40~3.65	3.20~3.40	2.95~3.20
		8	3.65~3.85	3.40~3.60	3.15~3.30
		10	3.75~3.90	3.50~3.70	3.30~3.35
	150	5	4.80~5.10	4.65~4.85	4.25~4.65
		6	5.10~5.45	4.80~5.10	4.40~4.80
		8	5.45~5.75	5.10~5.40	4.70~4.95
		10	5.60~5.85	5.25~5.55	4.95~5.00

注:表中所述的岩石类别及岩石分级可按附录C确定。

(5)炮孔超钻深度根据岩层性质按下式确定:

$$h = \mu W_i \quad (4.3.7-6)$$

式中 h ——超钻深度(m);

μ ——超钻系数,软岩石取0.1~0.15,中等硬度岩石取0.15~0.25,坚硬岩石取0.25~0.35,底部处为破碎层时超钻系数取0;

W_i ——底盘抵抗线(m)。

4.3.8 陆上预裂爆破的爆破参数确定应符合下列规定。

4.3.8.1 钻孔直径应根据预裂孔的深度、爆破岩体的性质确定,宜取40~100mm。软岩和浅孔取较小值,硬岩和深孔取较大值。

4.3.8.2 炮孔间距可取孔径的8~12倍,硬岩宜取较小值,软岩宜取较大值。

4.3.8.3 预裂孔深度应大于主爆孔深度,并不宜大于 15m;边坡较高且预裂孔深度大于 15m 时,宜分层钻爆,分层处可留 0.3~0.5m 宽的边坡平台。

4.3.8.4 预裂爆破的线装药密度应通过实地试爆确定,试爆地段地质条件应具有代表性,每排应至少有 5 个预裂孔。试爆时线装药密度初值可按式计算:

$$q' = 0.127\sigma_{\text{R}}^{0.50} a^{0.84} \left(\frac{d}{2}\right)^{0.24} \quad (4.3.8)$$

式中 q' ——线装药密度 (kg/m);
 σ_{R} ——岩石极限抗压强度 (MPa);
 a ——炮孔间距 (m);
 d ——炮孔直径 (m)。

4.3.8.5 预裂孔装药的径向不耦合系数宜为 2~3。

4.3.8.6 装药段可分为底部加强段、中部正常段和顶部减弱段等 3 段。加强段宜为装药段全长的 0.2 倍;正常段宜为装药段全长的 0.5 倍;减弱段宜为装药段全长的 0.3 倍。

4.3.8.7 预裂孔超前主爆孔的起爆时间,软岩不应短于 150ms,硬岩不应短于 75ms。

4.3.9 边坡预裂爆破后,预裂缝宽度宜为 10~20mm;预裂面应平顺整齐,坡面局部凹凸差不宜大于 150mm;在完整边坡上应留有半个炮孔痕迹,其长度不宜小于钻孔深度的 70%,且炮孔周围岩石无明显碎裂。

4.3.10 采用预裂爆破减震时,预裂孔应深于主炮孔 0.10~0.15m,预裂缝两端应延长 1~2m。

4.3.11 陆上光面爆破的孔网参数和装药量的确定应满足下列要求:

- (1) 炮孔直径,浅孔取 38~50mm,深孔取 75~150mm;
- (2) 炮孔间距取孔径的 9~15 倍,硬岩取较小值,软岩取较大值;
- (3) 最小抵抗线取炮孔间距的 1.0~1.15 倍;
- (4) 超钻深度取孔径的 2~6 倍,硬岩取较大值,软岩取较小值;
- (5) 梯段高度,浅孔不超过 5m,深孔不超过 15m;
- (6) 线装药密度按下式计算:

$$q'_g = qaW \quad (4.3.11)$$

式中 q'_g ——光面爆破线装药密度 (kg/m);
 q ——光面爆破计算单位用药量 (kg/m^3),露天开挖时取 0.14~0.26 kg/m^3 ;
 a ——炮孔间距 (m);
 W ——最小抵抗线 (m)。

4.3.12 光面爆破可采用预留光爆层或分段延时一次起爆法,采用分段延时起爆时光爆孔宜延迟 100~200ms 起爆。

4.3.13 爆破排淤填石的装药量和布药线位置应符合下列规定。

4.3.13.1 药量计算应满足下列要求:

(1) 线药量按下式计算:

$$q'_L = q_0 L_H H_{mw} \quad (4.3.13-1)$$

$$H_{mw} = H_m + \left(\frac{\gamma_w}{\gamma_m}\right) H_w \quad (4.3.13-2)$$

式中 q'_L ——线布药量 (kg/m),即单位布药长度上分布的药量,炸药为 2 号岩石硝铵炸药,采用其他炸药时按附录 B 确定;

q_0 ——炸药单耗 (kg/m^3),即爆除单位体积淤泥所需的药量,按表 4.3.13-1 选取;

L_H ——爆破排淤填石一次推进的水平距离 (m),按表 4.3.13-2 选取;

H_{mw} ——计入覆盖水深的折算淤泥厚度 (m);

H_m ——置换淤泥厚度 (m),含淤泥包隆起高度;

γ_w ——水重度 (kN/m^3);

γ_m ——淤泥重度 (kN/m^3);

H_w ——覆盖水深 (m),即泥面以上的水深。

炸药单耗值 (kg/m^3)

表 4.3.13-1

H/H_w (m/m)	≤ 1.0	> 1.0
q_0	0.3~0.4	0.4~0.5

注:①表中 H_w 为泥面以上的填石厚度 (m);

②必要时通过超高填石加大 H_w 。

爆破排淤填石一次推进的水平距离

表 4.3.13-2

H_m (m)	4~10	10~15	15~25
L_H (m)	5~6	6~7	4~5

(2) 一次爆破排淤填石药量按下式计算:

$$Q = q'_L L_L \quad (4.3.13-3)$$

式中 Q ——一次爆破排淤填石药量 (kg);

q'_L ——线布药量 (kg/m),即单位布药长度上分布的药量,炸药为 2 号岩石硝铵炸药,采用其他炸药时可按附录 B 确定;

L_L ——爆破排淤填石的一次布药线长度 (m)。

(3) 单孔药量按下式计算:

$$Q_1 = \frac{Q}{m} \quad (4.3.13-4)$$

$$m = \frac{L_L}{a+1} \quad (4.3.13-5)$$

式中 Q_1 ——单孔药量 (kg);

Q ——一次爆破排淤填石药量 (kg);

m ——一次布药孔数;

L_L ——爆破排淤填石的一次布药线长度 (m);

a ——药包间距 (m)。

4.3.13.2 布药线平面位置应满足下列要求:

(1) 布药线平行于抛石前缘,位于前缘外 1~2m;

(2) 堤端推进爆破,布药线长度根据堤身断面稳定验算确定;堤侧拓宽爆破,布药线长度根据安全距离控制的一次最大起爆药量和施工能力确定。

4.3.13.3 药包在泥面以下的埋入深度可按表 4.3.13-3 选取。

覆盖水深(m)	<2	2~4	>4
埋入深度(m)	0.50H _m	0.45H _m	0.55H _m

注:表中药包埋入深度取值,泥面上水深小于或等于 4m 时,不计入水深的折算淤泥厚度,仅以置换的淤泥厚度为准;泥面上水深大于 4m 时,以折算的置换淤泥厚度为准。

4.3.14 水下爆破夯实的药量和药包布置应符合下列规定。

4.3.14.1 单药包药量可按下列公式计算:

$$Q = q_0 abH \frac{\eta}{n} \quad (4.3.14-1)$$

$$\eta = \frac{\Delta H}{H} \times 100\% \quad (4.3.14-2)$$

式中 Q ——单药包药量(kg);

q_0 ——爆破夯实单耗(kg/m³),指爆破压实单位体积石体所需的药量,可取 4.0~5.5kg/m³,较松散石体取大值,较密实石体取小值;

a ——药包间距(m);

b ——药包排距(m);

H ——爆破夯实前石层平均厚度(m);

η ——夯实率(%),取 10%~15%;

n ——爆破夯实遍数,取 2~4;

ΔH ——爆破夯实后石层顶面平均沉降量(m)。

4.3.14.2 药包布置应满足下列要求:

(1) 药包平面取正方形网格布置。间、排距取 2~5m,压密层厚度大时取大值,反之取小值。分遍爆破时,各遍间药包采用插档布置;

(2) 起爆时药包中心至水面的垂直距离满足下式要求:

$$h_1 \geq 2.32Q^{\frac{1}{3}} \quad (4.3.14-3)$$

式中 h_1 ——药包中心至水面的垂直距离(m);

Q ——单药包药量(kg)。

(3) 起爆时药包悬高满足下式要求:

$$h_2 \leq (0.35 \sim 0.50)Q^{\frac{1}{3}} \quad (4.3.14-4)$$

式中 h_2 ——药包悬高(m),即爆破夯实药包中心在石面以上的垂直距离;

Q ——单药包药量(kg)。

(4) 爆后石面平整度要求不高或石层下卧层为非岩石地基的工程,药包直接布放在石层顶面;

(5) 在平面上分区段爆破夯实时,相邻区段搭接一排药包布药。

4.4 爆破网路和起爆体

4.4.1 爆破工程应进行起爆网路设计,规模较大或重要的爆破工程应按设计网路进行模拟准爆试验。

4.4.2 电力起爆网路应符合下列规定。

4.4.2.1 水下爆破,通过每个电雷管的电流值,交流电不应小于 4.0A,直流电不应小于 2.5A;陆上爆破,交流电不应小于 2.5A,直流电不应小于 2.0A。

4.4.2.2 电爆网路必须进行各支路电阻的平衡和起爆电流的计算。

4.4.3 采用微差爆破时同排隔孔及排与排之间的起爆间隔时间宜通过试验确定;导爆管和导爆索网路采用微差爆破时,先爆的爆破网路不应破坏相邻的或后爆的爆破网路。

4.4.4 水下爆破的起爆网路和起爆体应符合下列规定。

4.4.4.1 电起爆网路可采用并串、并串并等连接方式,导爆管和导爆索网路可采用簇联,必要时可采用复式网路。

4.4.4.2 起爆体必须具有足够的抗水、抗压性能。

4.4.4.3 雷管起爆体内应安放不少于 2 发并联雷管。

4.4.4.4 炮孔装药长度小于 3m 时可只装一个起爆体,位置宜在距孔底 1/3 至 2/3 装药高度处;炮孔装药长度大于 3m 时,应增加起爆体,其位置应均匀配置。

4.4.4.5 水下钻孔爆破起爆导线、导爆管和导爆索的长度应根据水深、流速情况确定,不宜小于孔深与水深之和的 1.5 倍;

4.4.4.6 裸露药包的起爆体应安放在药包中央。

5 爆破施工

5.1 一般规定

- 5.1.1 施工单位应按批准的爆破设计书或爆破说明书编制施工组织设计。
- 5.1.2 爆破施工组织设计应对爆破设计书或爆破说明书的有关内容进行复核和细化,应包括下列内容:
- (1)工程概况;
 - (2)施工准备;
 - (3)爆破器材的运输、储存及管理;
 - (4)施工方法;
 - (5)装药及填塞;
 - (6)起爆网路与起爆站;
 - (7)安全警戒与撤离区域及信号标志;
 - (8)主要设施与设备的安全防护;
 - (9)预防事故的措施;
 - (10)环境保护措施;
 - (11)爆破施工组织;
 - (12)爆破工程进度表等。
- 5.1.3 爆破前必须对爆区周围的自然条件和环境状况进行调查,了解危及安全的环境因素,并采取必要的安全防范措施。

5.2 爆破器材

- 5.2.1 爆破作业前应对爆破器材进行检查,爆破工程应使用符合国家现行标准的爆破器材,禁止使用过期、出厂日期不明和质量不合格的爆破器材。
- 5.2.2 水下爆破工程应选用具有防水性能或经过防水处理的爆破器材,炸药宜采用乳化炸药或其他防水性能较好的炸药,雷管宜选用防水8号金属雷管。
- 5.2.3 用于深水区的爆破器材,应具有足够的抗压性能或采取有效的抗压措施,使用前应进行同等施工条件下的抗水和抗压试验。
- 5.2.4 预裂爆破、光面爆破宜采用低猛度、高爆力炸药。
- 5.2.5 各种起爆器和用于检测电雷管及爆破网路电阻的爆破专用欧姆表、爆破电桥等爆破仪表,应每月检查一次并在每次爆破前检查一次。电容式起爆器应至少每月赋能一次。

5.3 钻孔爆破

- 5.3.1 水下爆破钻孔船必须经过定位测量锚定,并应经常校核。
- 5.3.2 水下钻孔爆破应符合下列规定。
- 5.3.2.1 钻孔位置的偏差,内河不得大于200mm,沿海不得大于400mm。
 - 5.3.2.2 钻孔爆破宜由深水到浅水顺序进行。
 - 5.3.2.3 钻孔爆破不宜分层,宜一次钻到炮孔设计底高程。
 - 5.3.2.4 钻孔船移位时船体不得越过已装药的炮孔。
- 5.3.3 水下炮孔装药前,应将孔内的泥沙、石屑清除到设计孔深。清除后应立即装药。
- 5.3.4 水下钻孔爆破可采用震源药柱或PVC管内装药的药包,药包直径应小于炮孔直径10~20mm。装药时不应使药包自由坠落。
- 5.3.5 水下深孔采取间隔装药时,各段均应装有起爆药包,各起爆药包的导线应标记清楚,不得错接。
- 5.3.6 水下钻孔爆破的堵塞物,宜采用砂和粒径小于10mm的砾石,堵塞长度应确保药包不致浮起。
- 5.3.7 陆上炮孔宜用砂和黏土堵塞,浅孔应堵塞至孔口,深孔堵塞长度不宜小于最小抵抗线的1.2倍。

5.4 水下裸露爆破

- 5.4.1 水下裸露爆破应选用结构坚固、技术性能好的船舶作为投药船和定位船。定位船工作时应锚定稳固。
- 5.4.2 水下裸露药包应满足集中药包的要求,急流乱水区药包的包装应加保护层,起爆线应绑扎在药包上。
- 5.4.3 水下裸露药包可用土、砂包或石块作为加重物,流水中加重物的重量宜大于药包重量的2倍。水深小于1.5m时不宜用石块作加重物。在急流河段投入水底的裸露药包应在上游用绳缆牵引固定。
- 5.4.4 裸露药包投放方法可根据地形、水流条件选用投药船投放法、跨河缆吊放法或由潜水人员放置。
- 5.4.5 水下裸露药包应紧贴被爆体,条件允许时可放置在岩石的自然洞穴或凹槽处。
- 5.4.6 采用裸露爆破分层炸礁时,应在上一层石渣清除后进行下一层的爆破。

5.5 预裂爆破、光面爆破和拆除爆破

- 5.5.1 预裂爆破和光面爆破在钻孔前应清除孔位周围松散覆盖层,并进行周边孔的测量放线工作。
- 5.5.2 光面孔、预裂孔应严格按设计装药和堵塞。药包宜采用专用药卷,并应固定在钻孔中轴。

5.5.3 光面孔、预裂孔的允许偏差应满足下列要求:

- (1) 孔口中心位置偏差距设计开挖边线不大于 30mm;
- (2) 钻孔方向与设计边坡角一致, 钻孔偏斜误差不超过 1° ; 孔底中心偏离设计坡面, 垂直于开挖面方向, 不超过孔深的 2%;
- (3) 孔底在同一高程。

5.5.4 炮孔底部应适当增加装药量, 炮孔上部应适当减少装药量。非均匀介质的炮孔中, 应采取不同的线装药密度。

5.5.5 布置在同一平面上的光面孔、预裂孔, 宜用导爆索连接并同时起爆, 当采用孔内延时法分段预裂时, 应防止孔内炸药被冲出。

5.5.6 拆除爆破作业应符合下列规定。

5.5.6.1 爆破作业前应清理现场, 完成设计要求的预拆除工作, 并应准备现场药包临时存放和制作场所。

5.5.6.2 每个药包应按设计要求计量准确, 应按药包重量、雷管段别、药包个数分类编组放置, 并应设专人监督检查装药作业。

5.5.6.3 应按爆破设计进行防护和覆盖, 起爆前应由现场负责人检查验收。

5.5.6.4 在航道或需进行清挖的水域附近进行拆除爆破作业时, 应避免爆破弃渣进入航道或需清挖水域。

5.6 爆破排淤填石

5.6.1 爆破排淤填石可采用水上布药船或陆上布药机布药。

5.6.2 爆破施工可根据需要配备拖船、运输船和警戒船等辅助作业船。

5.6.3 装药器可选用压力式或振动式装药器, 并应满足下列要求:

- (1) 装药深度要求;
- (2) 药包的体积要求;
- (3) 药包脱钩可靠;
- (4) 安全要求。

5.6.4 爆破作业处于水位变动区时, 药包埋深应采用实测水位控制。

5.6.5 采用从套管内投放药包时, 不得使药包在套管内自由坠落。

5.7 水下爆破夯实

5.7.1 水下爆破夯实可采用水上布药船布药, 在低潮石面出露时也可采用人工陆上布药。

5.7.2 布药方法可选用点布、线布或面布。

5.7.3 有风影响时, 水上布药应逆风向布药; 有流影响时, 水上布药应逆流向布药; 风、流均有影响时, 水上布药应逆流向布药。

5.7.4 局部补抛石层平均厚度大于 0.5m 且范围大于一个布药网格时, 应减半装药在原位补爆一次。

5.8 破冰爆破和冰下炸礁

5.8.1 破冰爆破和冰下炸礁宜采用硝酸炸药。

5.8.2 破冰爆破的药包应根据需要置于未凿透的冰孔内或冰层以下, 并应与被爆体相接触, 药包与待爆点的水平距离误差不应大于 0.4 m。

5.8.3 破冰爆破的冰孔开凿应满足下列要求:

- (1) 清除孔内碎冰;
- (2) 冰孔直径大于药包最大直径 0.15 ~ 0.20m;
- (3) 冰孔按矩形或梅花型布置;
- (4) 冰孔实际位置与设计位置的偏差值不大于 0.15m。

5.8.4 采用爆破方法排除河流冰凌时, 宜从下游往上游进行; 在港区、坞池、湖区和船闸引航道等区域进行破冰爆破时, 应先在口门外炸出排冰通道, 然后由外向内依次进行。

5.8.5 破冰爆破和冰下炸礁应在冰层厚 0.5 ~ 1.0m 时进行。

5.8.6 冰上运输炸药时, 应将炸药装在稳定性好的载体上, 并应匀速牵引, 其间宜用一定长度的软连接相连; 一次运送炸药包不宜超过 20 个。

5.8.7 水中建筑物周围进行破冰爆破时应先凿碎周围冰层。

5.9 网路连接和起爆

5.9.1 电爆网路导线的截面积应计算确定, 自雷管线脚至主导线的截面积应逐渐增大。

5.9.2 水下电爆网路应采用防水性能好、有足够强度和韧性的绝缘铜芯导线, 不宜使用铝、铁芯线, 严禁使用裸线。

5.9.3 电力起爆的雷管应采用输出电流小于 30mA 的专用爆破仪表检测, 并应符合下列规定。

5.9.3.1 用于同一网路的电雷管必须是同厂、同批、同型号的产品, 镍铬桥丝电阻差值不得大于 0.8Ω ; 康铜桥丝电阻差值不得大于 0.3Ω 。

5.9.3.2 用于水下电路的电雷管, 其电阻差值不得大于 0.2Ω 。原雷管脚线的部分长度, 宜用电阻值较小、韧性好的绝缘导线代替。

5.9.4 爆破网路宜顺水流方向分组连接且必须在装药和堵塞完毕后进行。电爆网路在连接前应检测每个药包导线的电阻值; 连接时应自药包开始依次向主线顺序进行, 接点必须牢固并绝缘良好; 起爆前网路应保持短路状态。

5.9.5 急流乱水区的爆破网路应配用伸缩性小的防护绳, 应将起爆线松弛地绑扎在防护绳上。炮孔孔口段的起爆线可用耐磨物包裹。

5.9.6 电爆网路的主线与起爆电源连接前, 应检测网路的总电阻值。实测电阻值与计算值的偏差不得超过 5%。

5.9.7 电爆网路的导通与电阻值应使用专用导通器和爆破电桥进行检查, 专用爆破电桥的内部工作电流不得大于 30mA。

5.9.8 导爆管网路应符合下列规定。

- 5.9.8.1 用于同一工作面的导爆管雷管必须是同厂、同批、同型号产品。
- 5.9.8.2 导爆管内不得有泥沙、水和其他杂物。
- 5.9.8.3 导爆管不得拉细、打结,导爆管在水下和炮孔内不得有接头。
- 5.9.8.4 导爆管与连接块的连接,应符合出厂说明书的规定。
- 5.9.9 起爆雷管与导爆管的连接应满足下列要求:
 - (1)导爆管均匀敷设在起爆雷管周围,其端部伸出雷管的长度大于0.15m,并用胶布或聚丙烯带绑扎结实;
 - (2)起爆雷管的聚能穴不朝向导爆管的传爆方向。
- 5.9.10 导爆索网络的敷设应符合下列规定。
 - 5.9.10.1 两条导爆索平行敷设的间距不得小于0.20m;交错敷设时,应采用厚度不小于0.10m的垫块隔开。
 - 5.9.10.2 导爆索用搭接法连接时,搭接长度不得小于0.15m,并应绑扎结实。
 - 5.9.10.3 支线与主线传爆方向的夹角必须小于90°。
 - 5.9.10.4 导爆索与铵油炸药接触部分应用防油材料包裹。
 - 5.9.10.5 烈日下当气温高于30℃时,露在地面的导爆索应加以遮盖。
- 5.9.11 导爆索网络应采用两个雷管起爆,雷管应绑扎在离导爆索端部不小于0.15m处,雷管聚能穴应朝向导爆索的传爆方向。

6 爆破安全

6.1 一般规定

- 6.1.1 爆破施工前的安全工作应包括下列内容:
 - (1)检查爆破作业船和设备技术性能;
 - (2)制定爆破危险区内船舶、设备、管线和建筑物的安全防护措施;
 - (3)设立爆破危险区边界警戒标志和禁航信号;
 - (4)调查爆破区附近建筑物、水生物、不良地质现象和水下遗留爆炸物,检测杂散电流等。
- 6.1.2 夜间不宜进行爆破,确需进行爆破时,必须有可靠的安全措施和足够的照明设备。
- 6.1.3 大雾时不得进行爆破,遇雷雨时应立即停止爆破作业,并应迅速将人员撤至安全地点。
- 6.1.4 从事爆破作业和进入爆破器材库房、加工房、堆场的人员不得穿戴化纤衣物、铁钉鞋及携带火种、通信设备。
- 6.1.5 内河水位暴涨、暴落,沿海或河港施工水域波高大于0.8m或风力超过6级时,不宜进行水下钻孔、装药作业。
- 6.1.6 冰坝的宽度大于10m或坝体上下游水位差大于2m时,不得采用常规爆破方法。
- 6.1.7 爆破作业前应发布爆破通告,其内容应包括爆破地点、每次爆破起爆时间、安全警戒范围、警戒标志和起爆信号。

6.2 作业安全

- 6.2.1 起爆体、雷管和炸药包加工应在专用的加工房内或专用船上进行,加工房或专用船距爆破地点和生活区应有足够的安全距离。
- 6.2.2 检查雷管的工作台四周应有凸缘,台面应铺不产生静电的软垫。每个工作台上的雷管不得超过100发,操作者必须逐个检查。
- 6.2.3 起爆体、雷管和炸药包的加工数量不得超过当天或当班爆破作业的需用量。
- 6.2.4 运送起爆药包的机动船必须采取防电、防震和隔热措施;起爆药包应由爆破员搬运。
- 6.2.5 装药时应使用非金属炮棍。在雷管和起爆药包放入之前发生卡塞时,可用非金属长杆处理,装入起爆药包后,严禁用任何工具冲击和挤压。
- 6.2.6 爆破区的杂散电流值大于30mA或爆破区在高压线射频电源影响范围内时,不得使用普通电雷管起爆。
- 6.2.7 起爆站宜设在爆破危险区外,设在危险区内时,起爆站必须有牢固安全的掩体。起爆站设在船上时,防飞石和冲击波的措施必须安全可靠。
- 6.2.8 起爆主线引入起爆站后,起爆站必须有专人看守,并应由指定的爆破员进站检测。

和起爆。电力起爆开关箱或起爆器的钥匙,必须由指定的爆破员保管。

6.2.9 起爆主线与外接电源线之间应设中间开关,起爆电源线应与其他电源线路分开敷设。电爆总网络的检测、导通及与起爆电源的连接,应在装药堵塞完毕和无关人员撤离危险区后进行;起爆网路检测中发现问题应及时处理。

6.2.10 雷雨季节的爆破作业应采用非电起爆。

6.2.11 投药船的工作舱内和船体外表面不得有明显或尖锐的突出物。电力起爆时,投药工作舱内不得存放任何有电源的物品。投药船离开投药地点时,应仔细检查船底和船舱,发现有爆破导线或炸药包时必须及时处理。

6.2.12 投入水底的裸露药包不得拖曳,药包漂浮或有其他异常现象时,严禁起爆。

6.2.13 由潜水员放置水下药包时,必须待潜水员离开水面并到达安全地点后才可起爆。

6.2.14 进行破冰爆破和冰下炸礁时,开凿的爆破冰孔、爆破形成的冰穴或碎冰附近应设立标志。大雪天、风力大于4级的雪天或气温突然回升至10℃以上时,不得进行破冰爆破作业。

6.2.15 爆后检查的等待时间,陆上爆破不应少于15min,水下爆破不应少于5min。

6.2.16 爆破后应检查有无盲炮,陆上爆破尚应检查爆堆是否稳定、有无危石或危坡。

6.2.17 发现盲炮及其他险情时,检查人员应立即报告并及时处理,处理前应在现场设立危险标志,并应采取相应的安全措施。

6.2.18 盲炮处理应符合下列规定。

6.2.18.1 电力起爆发生盲炮时,应立即切断电源及时将爆破网路短路。

6.2.18.2 导爆索和导爆管网路发生盲炮时,应首先检查导爆索和导爆管是否有破损或断裂,有破损或断裂时应修复后重新起爆。

6.2.18.3 炮孔中的起爆药包不得直接拉出或掏出。

6.2.18.4 诱爆法处理盲炮应重新验算最小抵抗线和安全距离。

6.2.19 盲炮处理后,处理人员应仔细检查爆堆,并应收集销毁残余的爆破器材和填写登记卡片。登记卡片应包括盲炮的地点、发生的时间、发生的原因、处理的方法及过程、处理结果和避免再次发生的技术措施等。

6.2.20 处理陆上浅孔爆破的盲炮应符合下列规定。

6.2.20.1 爆破网路完好且抵抗线满足要求时可重新起爆。

6.2.20.2 打平行孔爆破时,平行孔距盲炮孔不应小于0.3m。

6.2.20.3 盲炮内为非抗水炸药时,可灌水取出雷管后重新装入防水药包或抗水炸药起爆。

6.2.21 处理陆上深孔爆破的盲炮应符合下列规定。

6.2.21.1 爆破网路未受损坏可重新连线起爆,最小抵抗线有变化时尚应验算安全距离并加大警戒范围。

6.2.21.2 打平行孔爆破时,平行孔距盲炮孔不应小于10倍孔径。

6.2.21.3 盲炮内为非抗水炸药且孔壁完好时,可取出部分堵塞物,并向孔内灌水,炸药失效后应作进一步处理。

6.2.22 处理水下钻孔爆破和爆破排淤填石的盲炮,因爆破网路而引起的盲炮,检查和处理后可重新连线起爆,其他盲炮可在附近投放裸露药包诱爆。

6.2.23 处理水下裸露爆破和爆破夯实的盲炮,可在盲炮附近另投药包诱爆或提起药包检查和处理后重新投放起爆。

6.2.24 破冰爆破的盲炮,可在盲炮处重新放置药包诱爆。

6.3 安全距离

6.3.1 爆炸源与人员和其他保护对象的安全允许距离,应根据地震波、冲击波和飞散物3种爆破效应分别计算并取其最大值。

6.3.2 各种爆破对不同类别建筑物和其他保护对象的振动影响可按表6.3.2选取安全判据和允许标准。

爆破振动安全允许标准

表6.3.2

保护对象类别	主振频率 F (Hz)	允许安全振速 (m/s)	
土窑洞、土坯房、毛石房屋	$F < 10$	0.5~1.0	
	$10 \leq F < 50$	0.7~1.2	
	$50 \leq F < 100$	1.1~1.5	
一般砖房、非抗震的大型砌块建筑物	$F < 10$	2.0~2.5	
	$10 \leq F < 50$	2.3~2.8	
	$50 \leq F < 100$	2.7~3.0	
钢筋混凝土结构房屋	$F < 10$	3.0~4.0	
	$10 \leq F < 50$	3.5~4.5	
	$50 \leq F < 100$	4.2~5.0	
一般古建筑与古迹	$F < 10$	0.1~0.3	
	$10 \leq F < 50$	0.2~0.4	
	$50 \leq F < 100$	0.3~0.5	
重力式码头	—	5.0~8.0	
水工隧道	—	7.0~15.0	
交通隧道	—	10.0~20.0	
矿山巷道	—	15.0~30.0	
水电站及发电厂中心控制室设备	—	0.5	
新浇大体积混凝土	初凝~3天	—	2.0~3.0
	3~7天	—	3.0~7.0
	7~28天	—	7.0~12.0

注:①主振频率根据现场实测波形选取,深孔爆破的主振频率可选10~60Hz;浅孔爆破可选40~100Hz;

②选取建筑物安全允许振速时,应综合考虑建筑物的重要性、结构型式、受力情况、建筑质量、新旧程度、自振频率和地基条件等因素;

③省级及省级以上重点保护古建筑与古迹的安全允许振速,应经专家论证选取;

④选取隧道、巷道安全允许振速时,应综合考虑建筑物的重要性、围岩状况、断面大小、深埋大小、爆源方向和地震振动频率等因素;

⑤非挡水新浇大体积混凝土的安全允许振速,可按本表规定的上限值选取。

6.3.3 爆破振动安全允许距离可按下式计算:

$$R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} Q^{\frac{1}{3}} \quad (6.3.3)$$

式中 R ——爆破振动安全允许距离(m),群药包爆破各药包至保护目标的距离超过平均距离的10%时,采用加权平均值法计算其等效距离;条形药包以1~1.5倍最小抵抗线长度分为多个集中药包,按群药包爆破的方法计算其等效距离;

K ——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数,按表6.3.3选取;对重要爆破对象或爆破条件复杂地区应通过爆破试验确定;

V ——保护对象所在地质点振动安全允许速度(cm/s);

Q ——炸药量(kg),齐发爆破为总药量,延时爆破为最大一段药量,群药包爆破各药包至保护目标的距离超过平均距离的10%时,采用加权平均值法计算其等效药量;条形药包以1~1.5倍最小抵抗线长度分为多个集中药包,按群药包爆破的方法计算其等效药量;

α ——衰减指数,按表6.3.3选取;对重要爆破对象或爆破条件复杂地区应通过爆破试验确定。

表6.3.3 爆区不同岩性的系数和衰减指数值

岩性	K	α
坚硬岩石	50~150	1.3~1.5
中硬岩石	150~250	1.5~1.8
软岩石	250~350	1.8~2.0

6.3.4 在复杂环境中多次进行爆破作业时,应从确保安全的单响药量开始且逐步增大到允许药量,并按允许药量控制一次爆破规模。

6.3.5 进行陆上裸露爆破时,一次起爆的炸药量不得大于20kg。空气冲击波对掩体内人员的安全距离可按式计算:

$$R_k = 25Q^{\frac{1}{3}} \quad (6.3.5)$$

式中 R_k ——空气冲击波对掩体内人员的安全距离(m);

Q ——一次同时起爆的炸药量(kg),秒延时爆破取最大一段药量计算,毫秒延时爆破取一次爆破为总药量计算。

6.3.6 覆盖水深小于3倍药包半径时,水下爆破的空气冲击波对水面以上人员或其他保护对象的安全距离应按陆上爆破计算。

6.3.7 在水深小于30m的水域内进行水下爆破,水中冲击波的安全距离的确定应符合下列规定。

6.3.7.1 水中冲击波对人员的安全允许距离可按表6.3.7-1确定。

水中冲击波对人员安全允许距离

表6.3.7-1

安全允许距离 (m)	炸药量 Q (kg)	$Q \leq 50$	$50 < Q \leq 200$	$200 < Q \leq 1000$
		新药及人员状况		
水中裸露装药	游泳	900	1400	2000
	潜水	1200	1800	2600
钻孔或药室装药	游泳	500	700	1100
	潜水	600	900	1400

6.3.7.2 水中冲击波对客船的安全允许距离应为1500m,对施工船舶的安全允许距离应按表6.3.7-2选取;其他船舶航行时应为1000m,停置时应参照表6.3.7-2选取。

水中冲击波对施工船舶安全允许距离

表6.3.7-2

安全允许距离 (m)	炸药量 Q (kg)	$Q \leq 50$	$50 < Q \leq 200$	$200 < Q \leq 1000$
		爆破及装药方式		
裸露装药	木船	200	300	500
	铁船	100	150	250
钻孔或药室装药	木船	100	150	250
	铁船	70	100	150

6.3.8 在重要设施附近、水产养殖场、水深大于30m的水域和其他复杂环境进行水下爆破时,水中冲击波安全允许距离应通过实测和试验研究确定。

6.3.9 一次起爆药量大于1000kg时,水中冲击波对人员和施工船舶安全距离可按式计算:

$$R_H = K_0 Q^{\frac{1}{3}} \quad (6.3.9)$$

式中 R_H ——水中冲击波的最小安全允许距离(m);

K_0 ——系数,按表6.3.9选取;

Q ——一次起爆的炸药量(kg)。

系数 K_0 值

表6.3.9

装药条件	保护人员		保护施工船舶	
	游泳	潜水	木船	铁船
裸露装药	250	320	50	25
钻孔或药室装药	130	160	25	15

6.3.10 个别飞散物对人员的安全允许距离应按表6.3.10确定,有掩体或采取了防护措施时应根据设计和现场实际情况分析确定。

爆破个别飞散物对人员的安全允许距离 表 6.3.10

爆破类型	爆破方法	最小安全允许距离
陆上爆破	裸露爆破	400m
	浅孔爆破	200m
	深孔爆破	200m
水下爆破	水深小于 1.5m 的裸露或钻爆	与陆上爆破相同
	水深在 1.5~6.0m 的裸露	400~100m
	水深在 1.5~6.0m 的钻爆	200~70m
	水深大于 6.0m 的裸露或钻爆	不考虑飞石对地面或水面以上人员的影响
破冰爆破	爆破薄冰凌	50m
	爆破覆冰	100m
	爆破阻塞的流冰	200m
	冰层厚度不大于 2.0m 的冰下炸礁	200m
	冰层厚度大于 2.0m 或阻塞流冰一次用药量超过 300kg	300m
水下拆除爆破		由设计根据实际情况确定

注:①对地质条件复杂或未形成台阶工作面时的陆上浅孔爆破,最小安全允许距离应扩大为 300m;
②在靠近边坡的地点进行爆破时,沿下坡方向的飞石安全允许距离应增大 50%。

6.3.11 个别飞散物对设备或建筑物的安全允许距离,应根据现场实际情况分析确定。

6.3.12 爆破对高压线、电缆、光缆、水管、气管和油管等水上水下管线的安全距离,应根据管线的结构和性能确定。

7 质量检查与检验

7.0.1 施工单位质量检查应包括下列内容:

- (1) 施工定位标志和水尺零点;
- (2) 施工工艺及工序检查;
- (3) 装药前钻孔质量检查;
- (4) 起爆前的装药及堵塞质量检查;
- (5) 起爆前的装药及网路准确性、可靠性检查;
- (6) 防护措施和安全质量检查等。

7.0.2 陆上爆破的质量检查与检验应符合下列规定。

7.0.2.1 爆破开挖后的边坡不得陡于设计边坡,并不得有松动和不稳定石,检查方法应采用现场观察,必要时抽查。

7.0.2.2 陆上爆破开挖基线应每 4~10m 测 1 处,检查方法可采用钢尺测量。

7.0.2.3 爆破开挖基槽的设计中心线两边宽度应每 5~10m 测 1 个断面,每个断面应测 2 处,检查方法可采用钢尺测量。

7.0.2.4 管沟和排水沟基槽内高程应每 5m 测 1 个断面,每个断面应测 2 处,检查方法可采用水准测量。

7.0.2.5 场地整平等大面积爆破高程应每 20 m² 测 1 处,检查方法可采用水准测量。

7.0.3 水下爆破质量检查与检验应符合下列规定。

7.0.3.1 炸礁边坡不得陡于设计边坡,应检查测量资料。

7.0.3.2 水下炸礁底高程应采用硬式扫床或多波束扫测检查;条件不具备时,非航行水域也可采用水下加密测量方法检查,并应在竣工验收资料中注明。

7.0.3.3 水下爆破开挖基槽应每 5m 测 1 个断面,且不得少于 3 个断面,每个断面 1~2m 应测 1 个点,检查方法可采用测深仪或测深水砣检查。

7.0.4 爆破排淤填石质量检查与检验应符合下列规定。

7.0.4.1 施工期和竣工验收前应检查置换淤泥质地基的平面位置和深度,检查方法可选用体积平衡法、钻孔探摸法和探地雷达法,并应满足下列要求:

- (1) 抛填石料流失量较小时采用体积平衡法,采用该方法时适当辅以钻孔探摸;
- (2) 一般工程采用钻孔探摸法,按横断面布置钻孔,断面间距取 100~500m,不少于 3 个断面;每断面布置钻孔 1~3 个,全断面布置 3 个钻孔的断面数不少于总断面的一半;钻孔深入下卧层不少于 2m;
- (3) 工程量大的工程采用探地雷达法,按纵横断面布置测线,纵断面分别布置在堤顶、内坡和外坡的适当位置上,横断面布满全断面范围,间距取 50~100m;点测时的测点

距离不大于2m,并有钻孔资料配合分析。

7.0.4.2 爆破排淤填石置换淤泥质地基的空间范围应以设计为准且应符合表7.0.4-1的规定。

置换淤泥质地基的允许偏差 表7.0.4-1

项 目	允 许 偏 差
填石底面高程(m)	-1.0~0
填石底面范围(m)	0~2.0

注:在填石置换层底面和下卧地基层设计顶面之间的混合层平均厚度不应大于1m。

7.0.4.3 药包制作和布放允许偏差应符合表7.0.4-2的规定。

药包制作和布放允许偏差 表7.0.4-2

项 目	允 许 偏 差
单药包药量	±5%
药包平面位置	±0.3m
药包埋深	±0.3m

7.0.4.4 相邻两炮抛填进尺与设计进尺之差不应大于0.5m。

7.0.4.5 每炮准爆率低于90%时,应补爆1次或减小下1炮的进尺量。

7.0.4.6 沉降位移观测应满足下列要求:

(1)施工期安排沉降位移观测,分析施工期的沉降位移规律;

(2)主体工程或大型工程在分段工程完工后及时设置长期沉降位置观测点,并按现行行业标准《港口设施维护技术规程》(JTJ 289)的有关规定进行观测。

7.0.5 爆破夯实质量检查与检验应符合下列规定。

7.0.5.1 夯实率检查可采用水砣、测杆和测深仪测深等方法,测量方法应符合现行行业标准《水运工程测量规范》(JTJ 203)等的有关规定,并应满足下列要求:

(1)采用水砣或测杆测深时,每5~10m设一个断面且不少于3个断面,1~2m设一个测点且不少于3个测点;测深仪测深,断面间距取5m且不少于3个断面;

(2)爆后边坡坍塌时测深范围包括全边坡。

7.0.5.2 药包制作和布设允许偏差应符合表7.0.5的规定:

药包制作和布放允许偏差 表7.0.5

项 目	允 许 偏 差
单药包药量	±5%
药包平面位置	±10%a
药包悬高	±5%

注:表中a为药包间距(m)。

7.0.5.3 每炮准爆率小于60%应补爆一次,60%~90%之间应局部补爆。

附录A 常用炸药性能表

常用炸药性能 表A.0.1

炸药名称	型 号	爆速 (m/s)	爆力 (ml)	猛度 (mm)	殉爆距离 (cm)	抗水性
岩石硝铵	1号	—	350	13	6	差
	2号	3600	320	12	6	差
	2号抗水	3750	320	12	5	好
露天硝铵	1号	3600	300	>11	4	好
	2号	3525	250	>8	3	差
胶质炸药	普通62%	>6000	≥380	≥16	8	差
	耐冻62%	>6000	≥380	≥16	8	良好
	普通40%	>4500	≥360	≥15	5	良好
	耐冻40%	>4500	≥360	≥15	5	良好
乳化炸药	普通35%	>4500	≥340	≥13	6	良好
	CLH	4500~5500	295~330	15~17	—	良好
水胶炸药	RJ-1	4500~6400	301	16~19	9	良好
水胶炸药	SHJ-K	>3500	350	>15	>8	好

附录 B 炸药量换算系数

B.0.1 爆力为 320ml、猛度为 12mm 的 2 号岩石硝铵炸药为标准炸药, 炸药量换算系数可按下列式计算:

$$e = \frac{320}{p} \quad (\text{B.0.1})$$

式中: e ——炸药换算系数;
 p ——炸药爆力。

B.0.2 常用炸药量换算系数可按表 B.0.2 选取。

常用炸药换算系数 表 B.0.2

炸药名称	型号	换算系数
岩石硝铵	1号	0.91
	2号	1.00
	2号抗水	1.00
露天硝铵	1号	1.07
	2号	1.28
胶质炸药	普通 62%	0.84
	耐冻 62%	0.84
	普通 40%	0.89
	耐冻 40%	0.89
	普通 35%	0.94
乳化炸药	CLH	0.97~1.08
	RJ-1	1.06
水胶炸药	SHJ-K	0.91

附录 C 岩石类别与岩石分级对应表

岩石类别与岩石分级 表 C.0.1

岩石类别	岩石分级	岩石种类	硬度系数 (f)
软岩石	5	褐煤、软煤、硬岩土、不紧的砾石、不坚实的页岩	1.5~2.0
	6	凝灰岩、软石灰岩、无烟煤、中等硬度的页岩、泥灰岩	2.0~4.0
	7	砾岩、黏土质砂岩、坚硬泥质页岩、泥灰岩	4.0~6.0
中等硬度岩石	8	砾装花岗岩、泥灰质石灰岩、黏土质砂岩、云母、砂质页岩、硬石膏	6.0~8.0
	9	风化花岗岩、片麻岩、正长岩、蛇纹岩、石灰岩、砾岩、砂岩、菱铁、镁矿、砂质石灰岩的页岩	8.0~10.0
坚硬岩石	10	白云岩、坚实石灰岩、大理石、密实砂岩、坚硬砂质页岩	10.0~12.0
	11	粗粒花岗岩、特坚白云岩、蛇纹岩、坚实砂岩、粗粒正长岩	12.0~14.0
	12	风化安山岩、玄武岩、片麻石、特坚石灰岩、粗面岩	14.0~16.0
	13	中粒花岗岩、坚实片麻石、辉绿岩、坚实粗面岩、中粒正长岩	16.0~18.0

附录 D 本规范用词用语说明

D.0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度的用词用语说明如下:

- (1)表示很严格,非这样做不可的:
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:
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:
正面词采用“宜”或“可”;
反面词采用“不宜”。

D.0.2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位、 主要起草人、总校人员和管理组人员名单

- 主 编 单 位:长江重庆航道工程局
参 加 单 位:连云港港口工程设计研究所
贵州省航务管理局
广西壮族自治区航务管理局
中交广州航道局有限公司
广东省航道局
黑龙江省航道局
浙江省高能爆破工程有限公司
- 主 要 起 草 人:黄 超(长江重庆航道工程局)
余俊华(长江重庆航道工程局)
武可贵(连云港港口工程设计研究所)
(以下按姓氏笔画为序)
王卫东(连云港港口工程设计研究所)
沙祖光(长江重庆航道工程局)
沈 雁(贵州省航务管理局)
张校强(中交广州航道局有限公司)
张正忠(浙江省高能爆破工程有限公司)
杨明远(广东省航道局)
姜长华(黑龙江省航道局)
席正明(长江重庆航道工程局)
梁 毅(贵州省航务管理局)
章柳贤(广西壮族自治区航务管理局)
- 总校人员名单:胡 明(交通运输部水运司)
李德春(交通运输部水运司)
仇伯强(交通运输部科教司)
李悟洲(中国水运建设行业协会)
吴敦龙(中交水运规划设计院有限公司)
黄 超(长江重庆航道工程局)