

《露天爆破工程技术设计规范》(T/CSEB 0011-2020)

解读文件

中国爆破行业协会标准化技术委员会

2021年8月3日

为规范露天爆破工程技术设计、促进爆破技术进步、提升爆破本质安全水平、推动爆破行业健康可持续发展，中国爆破行业协会已于2020年12月25日发布，并于2021年3月25日正式实施了《露天爆破工程技术设计规范》(T/CSEB 0011-2020)。为便于广大设计、施工、科研、教学等单位有关人员在使用本标准时能够正确理解和规范执行有关条文规定，进一步促进本标准在行业内全面推广应用，特按章、节、条顺序编制了本标准的解读文件，以供参考。

一、编制目的与意义

本标准以露天爆破工程为对象，对技术设计的编制加以规范，从技术上降低爆破作业风险，提高爆破本质安全和社会公共安全，促进爆破技术进步与科学发展。本标准对技术设计的主要内容提出要求，并对具体内容的编制及编排给予指导。

编制的目的和意义：

- (1) 实现与相关法律和法规的统一；
- (2) 实现与国家强制性标准《爆破安全规程》(GB 6722-2014)的紧密衔接；
- (3) 规范露天爆破工程技术设计，促进行业健康可持续发展。

二、编制依据与原则

1. 编制依据

(1) 现行国家和行业的相关法律和法规。

(2) 《爆破安全规程》(GB 6722-2014)和《爆破术语》(T/CSEB 0007-2019)等现行相关标准与文献。

2. 编制原则

(1) 先进性原则。瞄准爆破行业发展的前沿，依据实际工程情况，积极推广应用新技术、新材料、新工艺和新设备，并遵循安全可靠、技术先进、经济合理、节能高效和绿色环保原则。

(2) 实用性原则。本标准坚持实用原则，设计规范满足工程对安全、质量和进度的要求，促进露天爆破工程技术设计工作向规范化方向发展。

(3) 连贯性原则。本标准的编制坚持承上启下原则。本标准与现有的国家标准、行业标准自然衔接，与其他相关标准保持了技术的一致性、连贯性。

三、标准内容与解释

为便于了解与熟悉编制目的、掌握编制方法，本标准按内容分为设计依据、原则与内容，方案论证与选择，爆破参数设计，装药结构设计，起爆网路设计，爆破安全设计和附录等内容。

标准在前言部分介绍了标准的起草规则、提出单位、归口部门、主要起草单位和起草人等。

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草，在编制过程中多次公开征求意见，经过反复论证和修改，最终发布了现行版本。

四、标准条文说明

3 术语与定义

GB 6722、T/CSEB 0007 界定的术语和定义适用于本标准。根据标准使用需要，本标准列出了 11 条术语和定义。

5 设计依据、原则与内容

5.2.3 应依据实际工程情况，推广应用新技术、新材料、新工艺和新设备。

进行露天爆破工程技术设计时，优先考虑现场混装爆破技术和控制爆破有害效应的新技术、新材料、新工艺和新设备，并符合安全可靠、技术先进、经济合理和节能环保原则。

6 方案论证与选择

方案论证与选择是决定露天爆破工程成功与否的前提与基础，爆破方案选择错误，不仅直接影响爆破质量和进度，而且很有可能会导致爆破事故；方案论证与选择应根据自身设计施工经验或借鉴类似工程的成功经验，在充分考虑本工程地质地形特点和周围环境因素及本工程具体要求的基础上，经过认真比对后确定最佳方案。

6.1 根据工程特点和周围环境，应依据安全、质量和进度要求，通过不同方案比选，确定最优设计方案。

露天爆破按爆破对象分为：露天矿山剥离爆破，水利水电开挖爆破，路堑、沟槽或基础开挖爆破，场地平整爆破等工程；按爆破方法分为：深孔爆破和浅孔爆破。

爆破工程特点是指爆破对象的类别、地形地质条件、工程规模等；周围环境是指爆区范围内需要保护的地下、地面和空中的管线、设施和建（构）筑物及与爆破点的方位、距离等。

6.3 爆区地形地质图应包括下列内容：

- 地形图包括比例尺、指北针、等高线和周边特征物；
- 地质图包括岩石类型及性质，岩层产状、断层、节理裂隙、溶洞及其他地质现象等；
- 其他备注或说明。

地形地质图是进行爆破技术设计的重要依据，爆破方案的选择、爆破参数的选取都必须根据地形地质情况进行确定。譬如，根据周边特征物安全和爆破效果要求，可选择采取强或弱松动爆破等、确定最小抵抗线的方向等；根据地质条件，可确定单位炸药消耗量、炮孔布置方式与位置、装药结构和填塞长度等。

6.4 爆区环境平面图应包括下列内容：

- 比例尺、指北针和周边特征物；
- 爆破范围、等高线（或等深线）；
- 保护对象名称、类别、特征及与爆破点最近直线距离等；
- 爆区周边交通运输道路；
- 爆区周边地上、地下主要管线分布情况；
- 其他备注或说明。

爆区环境平面图是进行爆破安全设计的重要依据，警戒范围与安全防护的选择、单响最大药量和一次起爆总药量的确定、爆破振动监测方案与监测点的布置等需要根据爆区周围环境图进行选择与确定。

7 爆破参数设计

爆破参数设计是继爆破方案选择与确定后的又一项决定爆破安全、爆破效果和经济效益的重要指标，其中：单位炸药消耗量按岩石性质和爆破要求并结合经验选取，再通过现场试爆确定；台阶参数、孔网参数由设备选型并按经验确定；装药结构、装药长度、填塞长度按爆破效果要求确定；单段最大药量和一次起爆药量根据被保护对象质点允许最大振动速度决定。

7.1.3 进行爆破参数设计时，应对单位炸药消耗量、单孔药量、装药长度、填塞长度、单段最大药量和一次起爆药量等进行验算，确保爆破参数选取准确。

进行爆破参数设计时，应根据类似工程实际并结合自身经验初

步确定单位炸药消耗量，然后结合经验公式计算出孔网参数，再根据孔网参数、爆破效果与安全要求计算出单孔药量、装药长度、单段最大药量、一次起爆药量等，最后进行整体校核验算。若参数设计不合理则应重新调整单位炸药消耗量，确保爆破安全、爆破质量和经济效益。

7.1.4 应根据工程实际情况，编制炮孔布置平面和剖面图，主要包括：

- 布孔形式；
- 炮孔直径、倾角；
- 孔距、排距；
- 最小抵抗线、孔深、超深、填塞长度；
- 其他备注或说明。

炮孔布置平面图和剖面图是进行爆后检查、确认有无盲炮和盲炮处理的主要依据，也是验收爆破效果并调整爆破参数的重要参考。为此，爆破参数设计应绘制炮孔布置平面和剖面图，图例中应详细标注上述参数的大小及单位。

7.2 单位炸药消耗量

单位炸药消耗量是爆破技术设计的一个最基础、也是决定爆破效果最重要的参数，其大小由地质条件、爆破方式（抛掷或松动）确定，不仅直接影响爆破效果、还决定着爆破本质安全。

7.2.1 单位炸药消耗量与岩石性质、裂隙发育程度、自由面条件、炸药特性、爆破类型、起爆方式及块度要求等有关，应根据工程经验或表 1 选取，并结合现场爆破试验优化调整。

表 1 单位炸药消耗量 q 值

f	0.8~2	3~4	5	6	8	10	12	14	16	20
$q/(\text{kg}/\text{m}^3)$	0.40	0.45	0.50	0.55	0.61	0.67	0.74	0.81	0.88	0.98
注：该表数据以 2 号岩石乳化炸药为标准。										

单位炸药消耗量的准确选取是进行其他爆破参数设计的基础，

首先应根据地质条件和爆破效果要求初选，然后再通过现场爆破试验，并结合爆破效果进行不断优化调整。

7.2.2 选取单位炸药消耗量时，除确保爆破破碎效果外，还应考虑周围环境条件和安全要求。

单位炸药消耗量选取过大容易导致岩石过度粉碎，同时容易产生飞石、爆破振动等爆破有害效应。

7.3 台阶参数

进行台阶参数设计时，应根据地形地质条件、钻孔设备、挖装设备、安全要求和爆破规模等进行综合选择，保证安全的前提下，实现爆破效果与挖装效率的高效匹配。

7.3.1 台阶高度应根据工程要求、地形地质条件、钻孔设备、挖装设备进行选择，确保钻孔效率与爆堆挖装安全高效。台阶高度应与主要设备的选型相适应，台阶高度与挖掘机斗容关系参照表 2。

表 2 台阶高度与挖掘机斗容关系

挖掘机斗容/m ³	0.5~0.6	1~2	3~4	6~8	8~10	≥15
台阶高度/m	8~10	10~12	12~14	14~16	16~18	18~20

台阶高度主要由设备选型和爆破安全确定，随着“四新”技术的研发与应用，钻孔与挖装设备逐步向大型化、自动化方向发展，钻孔深度、精度与效率显著提高、挖装爆堆的高度与挖装能力及挖装的安全性明显增强，从而大大提高了钻孔爆破的台阶高度。

7.3.2 台阶长度应根据挖装方式、爆破规模和环境条件等确定。

当采用电铲挖装、允许爆破规模较大时，台阶长度一般较大，当采用机械挖装时，台阶长度一般较小。

7.3.3 台阶宽度应根据岩石性质、安全要求、工程性质、挖装方式和爆破规模等确定。台阶最小宽度应满足钻爆挖装各工序互不影响，避免上下交叉作业。

当岩石可爆性好、采用电铲挖装和爆破规模较大时，可选取较大的台阶宽度。

7.5.6 露天钻孔台阶爆破第一排炮孔宜根据实际情况调整孔距和炮孔角度。

由于露天台阶爆破后排炮孔容易造成后部岩体的破碎，为确保爆破效果与安全，一般露天钻孔台阶爆破第一排炮孔宜减小炮孔孔距，并根据台阶坡面情况合理调整炮孔角度。

7.6.2 单孔药量依据单位炸药消耗量和单个炮孔所负担的体积计算。

进行单孔药量计算时，应依据单位炸药消耗量和单个炮孔所负担的体积进行计算。计算后应校核装药长度和填塞长度，确保参数合理。若不合理，则相应调整优化。

7.6.3 当一次起爆多排炮孔时，前排炮孔药量应根据实际情况适当调整，第一排孔单孔药量和多排孔时的后排孔单孔药量宜分别按公式（7）、公式（8）计算：

$$Q_i = qaWH \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$Q_i = kqabH \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

k ——取 1.1~1.2。

当一次起爆多排炮孔时，前排炮孔药量应适当减小，避免因前一次爆破使得前排炮孔的最小抵抗线发生变化而造成爆破飞石。

8 装药结构设计

8.4 进行装药结构设计时，应绘制装药和填塞结构图，内容包括：

- 钻孔直径、角度；
- 孔深及超深；
- 药包直径、长度和位置；
- 炮孔内炸药密度；
- 填塞材料、填塞长度、填塞位置和填塞结构。

装药结构是露天爆破工程技术设计的另一重要参数，对爆破效果具有较大影响，装药和填塞结构图是进行装药和填塞施工的指导书和说明书，爆破作业人员必须严格按其进行操作。

8.7 光面爆破和预裂爆破一般采用不耦合装药，根据地形地质、爆破参数、岩石力学性质等选取合适的耦合系数，耦合系数 R_d 宜取 2.0~5.0。

采用光面爆破或预裂爆破时，宜采用不耦合装药，应标注不耦合系数，间隔材料、长度和位置，雷管位置、数量等。不耦合系数应根据地形地质、爆破参数、岩石力学性质等综合选取，一般取 2.0~5.0。

孔距较小时取大值，反之取小值；岩石抗压强度较大时取小值，反之取大值。间隔材料一般为岩土、纸壳、砂石等，间隔位置一般为孔底间隔、孔中间隔和孔口间隔。应根据间隔要求确定雷管位置和数量。

9 起爆网路设计

起爆网路是爆破技术设计的又一重要参数，其决定着全部药包能否安全准爆，故被称为爆破工程的生命线。起爆网路的选择与爆破方式、爆破规模和起爆器材有关，在重大爆破工程中，往往使用混合网路，使用混合网路要注意与环境的兼容性，即环境条件必须容许两种起爆方法混合使用。

9.1.5 进行起爆网路设计时，应编制起爆网路敷设与起爆顺序图，内容包括：

- 起爆网路类型；
- 单次起爆的炮孔数量、排数、台阶自由面；
- 炮孔内、外雷管段别及延时时间；
- 起爆顺序、起爆站位置；
- 其他备注或说明。

起爆网路敷设与起爆顺序图是指导爆破作业的说明书和指导书，爆破作业人员只有在此指导书下进行网路敷设，才符合设计要求并确保网路安全准爆。

9.1.6 A、B级露天爆破工程，应根据周围环境和安全要求进行起爆网路试验。

根据《爆破安全规程》（GB 6722-2014）规定，A、B级爆破工程应进行起爆网路连接方式的传爆可靠性试验。大型起爆网路试验，应至少选一组典型的起爆支路进行试爆；对重要爆破工程，应考虑在现场条件下进行网路试爆。

9.3.1.2 在孔外接力网路中，孔内应采用高段别雷管，孔外采用低段别传爆雷管。前、后排炮孔的起爆间隔时间不宜太大。

一般孔内采用高段别雷管，孔外采用低段别雷管，实现逐孔起爆，能够有效提高爆破效果，降低爆破振动。当一次起爆的炮孔数量较多时，要保证距离先爆炮孔 20m 内炮孔中的雷管已被击发。

9.3.1.4 对于重要或复杂的露天爆破工程，宜采用复式起爆网路。

对于重要或复杂的露天爆破工程，可以采用交叉复式接力起爆网路或双复式交叉接力起爆网路。

10 爆破安全设计

10.1.1 爆破安全设计内容主要包括爆破作业中产生的可能危及人身、建（构）筑物、设施及环境安全有害效应的分析、计算及采取的有效安全防护措施。

爆破安全设计首先要进行危险源分析，即分析爆破作业中产生的可能危及人身、建（构）筑物、设施及环境安全的有害效应，并通过安全计算进行校核，若不满足《爆破安全规程》（GB 6722-2014）要求，则要调整爆破参数和方法。并且应设计有效的安全防护措施，在施工过程中对爆破有害效应进行实时监测。

10.2.1.3 当爆源处于低位，保护对象宜考虑高差。 $H' / R \geq 0.3$ 时，爆破振动速度宜按公式（12）计算：

$$v = K \left(\frac{\sqrt[3]{Q_{\text{总}}}}{R'} \right)^\alpha \left(\frac{\sqrt[3]{Q_{\text{总}}}}{H} \right)^\beta \dots\dots\dots$$

（ 12 ）

式中：

β ——一般取正值，应通过现场试验确定。

进行爆破振动校核时，应先估算爆破振动，根据受保护对象的爆破安全振速要求，及时调整爆破单段最大药量并选择合适的起爆方法。本标准给出了爆源与保护对象在同一高程及不同高程的振动计算公式，当爆源位于低位时，应考虑爆破高程效应，采用含高程因子的振速计算公式。爆破作业过程中应对爆破振动进行实时监测并反馈优

化爆破参数。可采用延时爆破、改变最小抵抗线方向和优化装药结构等方法进行振动控制，通过孔、排间起爆延时设置、改变起爆顺序和采用不耦合装药结构等方法降低爆破振动。

10.2.2.3 爆破个别飞散物对人员、设备和建筑物的安全允许距离应根据 GB 6722 要求确定，爆破个别飞散物安全距离参照表 4。

表 4 爆破个别飞散物对人员的安全允许距离

爆破类型和方法		最小安全允许距离/m
露天钻孔爆破	浅孔爆破法破大块	300
	浅孔台阶爆破	200（复杂地质条件下或未形成台阶工作面时不小于 300）
	深孔台阶爆破	按设计，但不小于 200

进行爆破个别飞散物校核时，应采用《爆破安全规程》（GB 6722-2014）中的计算公式进行计算，结合表 4 中的安全允许距离进行校核。若不满足要求，则及时调整爆破单段最大药量并选择合适的起爆方法。

10.2.3.3 露天地表爆破当一次爆破炸药量不超过 25kg 时，按公式（13）确定爆破空气冲击波对在掩体内避炮作业人员的安全允许距离：

$$R_k = 25^3 \sqrt{Q_{\text{总}}} \dots\dots\dots (13)$$

进行爆破空气冲击波校核时，应根据公式（13）计算爆破空气冲击波安全允许距离。若不满足要求，则及时调整单位炸药消耗量、最小抵抗线、起爆方法与起爆顺序、填塞长度和填塞质量。可采用控制一次爆破规模、采用延时起爆方法和合理的起爆顺序等方法对爆破空气冲击波及噪声等有害效应进行控制。

10.2.4.1 爆破有害气体控制技术包括选取合适的炸药品种、装药形式，采用起爆能较大的起爆药包，爆后洒水等。

10.2.4.2 爆破粉尘与污染的控制技术主要包括选取合适的单位炸药消耗量、单孔药量和一次起爆最大药量，并采用延时起爆技术和降尘防尘措施等。

进行爆破有害气体控制时，可以通过选取合适的炸药品种、装药形式及起爆能较大的起爆药包等方法。采用微负氧平衡的炸药可以减少爆破有害气体，同时起爆能较大的起爆药包能够使爆轰反应完全，减少爆破有害气体产生。采用不耦合装药结构可以增大爆轰反应时间，一定程度上减少爆破有害气体和粉尘。

10.4.7 应根据现场实际情况编制爆破安全警戒图，内容包括：

- 爆破区域位置；
- 爆破警戒范围；
- 警戒点位置；
- 警戒点与爆破点的直线距离；
- 爆区周边交通运输道路；
- 起爆站位置；
- 其他备注或说明。

爆破安全警戒是保证爆破安全的最后一个重要环节，也是防止爆破飞散物造成人员伤亡和财产损失的有效手段。爆破安全警戒图是指指导爆破安全警戒的说明书和指导书，爆破作业人员按照此图进行警戒才能有效控制爆破危害影响。

10.5 爆破应急预案

复杂环境露天爆破工程技术设计应制定应对复杂环境的方法、措施及应急预案，应急预案应包括：

- 应急救援指挥机构及组织；
- 应急救援处置的工作流程；
- 应急救援机构人员之间的通信联络方式；
- 事故应急措施及处理方案。

进行露天爆破技术设计时，应编制爆破应急预案，明确可能发生的爆破安全事故、应急措施及处理方案，设立应急救援指挥机构及组织，确定应急救援处置的工作流程及救援人员的通讯联络方式。

该标准如在宣贯及执行过程中，发现有需修改、补充和完善之处，请与中国爆破行业协会标准化技术委员会联系。

中国爆破行业协会标准化技术委员会