ICS 91.200

A 31

T/CSEB

团体标准

T/CSEB 0021—202×

房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计规范

Technical design specification of buildings demolition blasting engineering

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

xxxxxxxx发布 xxxxxxxx实施

中国爆破行业协会 发布

目 次

[1 范围 3](#_Toc100643504)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc100643505)

[3 术语和定义 3](#_Toc100643506)

[4 符号 6](#_Toc100643539)

[5 设计依据、原则与内容 7](#_Toc100643540)

[5.1 设计依据 7](#_Toc100643541)

[5.2 设计原则 7](#_Toc100643542)

[5.3 设计内容 7](#_Toc100643543)

[6 方案选择 8](#_Toc100643544)

[6.1 一般规定 8](#_Toc100643545)

[6.2 爆破方案选择 8](#_Toc100643546)

[7 预拆除与预处理设计 9](#_Toc100643547)

[7.1 一般规定 9](#_Toc100643548)

[7.2 预拆除与预处理方案 9](#_Toc100643549)

[8 爆破参数设计 9](#_Toc100643550)

[8.1 一般规定 9](#_Toc100643551)

[8.2 爆破切口与立柱炸高设计 10](#_Toc100643552)

[8.3 钻孔爆破参数 11](#_Toc100643553)

[8.4 水压爆破参数 12](#_Toc100643555)

[8.5 聚能切割爆破参数 13](#_Toc100643556)

[9 起爆网路设计 13](#_Toc100643557)

[9.1 一般规定 13](#_Toc100643558)

[9.2 起爆方法与起爆网路 14](#_Toc100643559)

[10 爆破安全设计 14](#_Toc100643560)

[10.1 一般规定 14](#_Toc100643561)

[10.2 爆破有害效应安全校核及控制措施 14](#_Toc100643562)

[10.3 安全警戒 15](#_Toc100643563)

[10.4 爆破应急预案 16](#_Toc100643564)

[附　录　A （规范性附录） 房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计内容 17](#_Toc100643565)

[附　录　B （规范性附录） 房屋类建筑物拆除爆破工程参数设计表式样 18](#_Toc100643566)

附 录 C（资料性附录）双向折叠爆破的理论分析法 …………………………………………………..19

[附　录　D （规范性附录） 房屋类建筑物拆除爆破工程爆破有害效应安全计算表式样 22](#_Toc100643567)

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本标准由中国爆破行业协会提出。

本标准由中国爆破行业协会标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计规范

1. 范围

本标准规定了房屋类建筑物爆破拆除的技术设计编制原则、内容、方法和要求。

本标准适用于各类常见房屋类建筑物拆除爆破工程的技术设计。

1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6722爆破安全规程

T/CSEB 0007 爆破术语

1. 术语和定义

以下术语和定义适用本文件。



楼房拆除爆破 demolition blasting of buildings

拆除楼房、厂房和公用建筑物等的爆破作业。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.1]



爆破技术设计 blasting technical design

根据爆破工程要求进行的爆破方案制定和技术参数选择的设计工作，可用于指导爆破施工组织设计。

[来源：T/CSEB 0007-2019，2.30]

爆破参数 blasting parameter

爆破工程中表明炮孔规格、布置、炸药数量和装填方式的参数，包括：孔径、孔距、排距、孔深、装药长度、填塞长度、单孔装药量、炸药单耗等相关参数。

[来源：T/CSEB 0007-2019，7.1.12]

单位炸药消耗量 unit explosive consumption

爆破单位体积介质（岩体）的炸药消耗量。

[来源：T/CSEB 0007-2019， 7.1.21]

最小抵抗线 minimum burden

自药包中心至自由面的最短距离。

[来源：T/CSEB 0007-2019，4.26]

定向倒塌 directional blasting demolition

在待拆除建（构）筑物倾倒一侧的底部用爆破方法形成一个满足要求的爆破切口，破坏其结构的稳定性，导致整体结构失稳和重心点外移，在其自重作用下形成倾覆力矩，迫使其按预定的方向倒塌在一定范围内的现象。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.9]

逐跨坍塌span-by-span collapse

沿待拆建筑物纵向布置一个或多个爆破切口，通过跨间延时，使结构发生剪切破坏并倒塌触地解体的拆除爆破形式。

原地坍塌 vertical blasting demolition

建（构）筑物的底部结构被破坏后，在其自重作用下重心下移，借助产生的重力加速度和触地时的冲击力自行解体，致使建（构）筑物在原地坍塌、破坏的拆除爆破形式。

[来源：T/CSEB 0007-2019，定义8.1.12]

折叠倒塌 folded blasting demolition

使建（构）筑物先折叠后倒塌触地的拆除爆破形式。折叠式倒塌可分为单向折叠倒塌和双向折叠倒塌两种方式。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.13]

单向折叠倒塌 unidirectional successive folded collapse

自上而下将建（构）筑物分一定结构段按定向倾倒方式顺序起爆，使建（构）筑物的每个结构段均向一个方向连续倒塌的拆除爆破形式。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.14]

双向折叠倒塌 two side alternate folded collapse

自上而下将建（构）筑物分一定结构段按定向倾倒方式顺序起爆，使建（构）筑物的每个结构段交替向前后两个方向连续倒塌的拆除爆破形式。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.15]

爆破切口 blasting cutting

在建（构）筑物爆破拆除时，为创造可靠的失稳条件，而在其一定部位采用爆破破坏形成的切口。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.16]

切口形状 cutting shape

爆破切口的几何形状。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.17]

水压爆破 water pressure blasting

在容器类构筑物中注水，将药包悬挂于水中适当位置，利用水的不可压缩性传递炸药爆炸产生的爆轰压力传递到构筑物周壁上，使构筑物周壁的介质均匀受力破坏的爆破技术。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.1.21]

预拆除 preliminary- demolition

为确保建（构）筑物失稳倒塌和减少爆破量，爆破之前对建（构）筑物局部进行的机械等拆除作业。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.2.2]

预处理 preliminary processing

爆破拆除建（构）筑物前，根据需要预先对其结构局部进行削弱或者加强的行为。

[来源：T/CSEB 0007-2019，定义8.2.1]

起爆网路 firing circuit; initiating circuit

向多个起爆药包传递起爆信息和能量的系统，包括电雷管起爆网路、导爆管雷管起爆网路、导爆索起爆网路、工业电子雷管起爆网路和混合起爆网路等。

[来源：GB 6722-2014，3.28]

爆破振动 blast vibration

指爆破引起传播介质沿其平衡位置作直线或曲线往复运动的过程。

[来源：GB 6722—2014，3.30]

塌落振动 collapse vibration

爆破拆除建（构）筑物时，结构解体塌落触地引起的地面振动。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.2.4]

近体防护 nearby protection

对爆破拆除建（构）筑物时，采用防护材料对其爆破部位直接覆盖遮挡的技术措施。

[来源：T/CSEB 0007-2019，8.2.6]

爆破飞石 blasting flying rock

爆破作业过程中被炸药能量抛掷到空中或地面等碎渣、杂物或石块等。

[来源：T/CSEB 0007-2019，11.1.11]

爆破粉尘 blasting dust

爆破作业中产生的、众多悬浮于作业现场附近空气中的微小颗粒。

[来源：T/CSEB 0007-2019，11.1.12]

1. 符号

下列符号适用于本文件。

*a*：钻孔爆破炮孔间距，水压爆破药包间距，mm；

*B*：墙体壁厚或立柱截面边长，mm；

*b*：炮孔排距，mm；

*d*：炮孔直径，mm；

*d1*：立柱钢筋直径，mm；

*d2*：塌落范围宽度，m；

*E*：钢筋的弹性模量，N/mm2；

G：建筑物重心；

g：重力加速度，m/s2；

*H*：建筑物高度，m；

*H1*：立柱破坏高度，m；

*H2*：构件中心的高度，m；

*HS*：注水深度，m；

*h*：切口高度，m；

*h1*：水压爆破药包入水深度，m；

*I*：钢筋截面惯性距，m4；

*K*：与爆破方式、装药结构、爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数；

*K*t：塌落振动速度衰减系数；

*K1*：药量系数，一般情况下，根据爆破对象、材料和要求破碎程度等，取*K1*=2.5-10，对于钢筋混凝土结构，取*K1*﹥4；

*K2*：与结构物材质、强度、破碎程度、碎块飞掷距离等有关的系数，一般混凝土或砖石结构，视要求破碎程度取*K2*=1～3；

*K3*：结构物内半径R和壁厚δ的比值有关的坚固性系数，当薄壁时，，K2=1；其余情况，；

*k*：冲击能量分配系数，取2左右；

*k1*：承重立柱临界炸高计算修正系数，取k1=0.3~0.5；

*L*：楼体设计倒塌方向宽度，m；

*l*：炮孔深度，m；

*l1*：塌落范围长度，m；

*M*：下落构件质量，t；

*Pcr*：临界载荷，kN；

*Q*：水压爆破装药量，g；

*Qmax*：齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量，kg；

：单孔装药量，g；

*q*：单位炸药消耗量，g/m3；

*R*：保护对象与爆破点的距离，m；

R1：圆筒形容器通过药包中心的截面内半径，m；

R2：观测点至冲击地面中心的距离，m；

R3：距离塌落边界的最小距离，m；

：等效内径，m；

*r*：重心到转动轴的距离，m；

：通过药包中心结构物内空间的水平截面积，m2；

：通过药包中心结构物壁体的水平截面积，m2；

*V*：爆破介质的体积，m3；

*vt*：塌落振动速度，cm/s；

*v*：保护对象质点振动速度，cm/s；

*W*：最小抵抗线，m；

：与爆破方式、装药结构、爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的衰减系指数；

：压杆初挠度，cm；

*β*：塌落振动速度衰减指数；

δ：容器形构件壁厚，m；

：等效壁厚，m；

*γ*：塌落范围内土体的干容重，kN/m3；

*ξ*：衰减系数，对于土体取1.3~1.7；

μ：杆端系数；

*ρ*：塌落范围内土体的平均天然密度，kg/m3；

σ：地面介质的破坏参数，土质地面一般取10MPa；

[σ]：钢筋屈服强度，MPa。

1. 设计依据、原则与内容
   1. 设计依据

房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计应依据下列内容：

1. 法律法规、规范标准；
2. 项目合法性文件；
3. 项目工程文件、相关图纸资料；
4. 工程安全、质量、工期与环保要求；
5. 房屋类建筑物施工图、周围环境、地上（下）与空中需保护对象资料；
6. 现场勘查、试验、监测报告。
   1. 设计原则
      1. 应遵循安全可靠、技术先进、经济合理、节能高效和绿色环保原则。
      2. 应满足工程对安全、质量和进度的要求。
      3. 应积极推行智能设计、施工数字化等行之有效的新技术、新工艺、新设备和新材料。
   2. 设计内容

房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计内容的编写应符合附录A的规定。

1. 方案选择
   1. 一般规定
      1. 应根据下列内容进行方案选择与论证：
2. 工程的特点，包括：爆破对象的建设时间、地理位置、爆区环境、结构形式、材料特性、工程量等；
3. 工程质量、工期与安全环保要求等；
4. 其他应说明的情况。
   * 1. 应编制爆区环境平面示意图，相对位置剖面图及说明，包括：
5. 爆破对象的名称、数量、平面位置等；
6. 保护对象的名称、类别、特征以及与爆破对象的相对位置关系等；
7. 爆区周边交通情况；
8. 其他应说明的情况。
   * 1. 爆破对象结构及说明，包括：
9. 爆破体结构图；
10. 钢筋混凝土墙、梁、柱、板等的配筋及强度；
11. 电梯井、楼梯间、设备井、管道井等特殊结构情况；
12. 其他备注或说明。
    1. 爆破方案选择
       1. 依据爆破对象的结构形式、周边环境和工程要求等，可选择定向倒塌、原地坍塌、逐跨坍塌、折叠倒塌等倒塌方式，适用条件参照表1。

**表1 倒塌方式及其适用范围**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 倒塌方式 | | 适用范围 |
| 定向倾倒 | | （1）适用于各类建筑物；  （2）砖混、大板结构：允许倒塌距离≥1.0倍高度；  （3）框架、框-剪、框-筒等结构：允许倒塌距离≥1.2倍高度。 |
| 折叠倒塌 | 单向折叠 | （1）适用于高宽比>1的各类建筑物；  （2）四周倒塌空间不满足定向倒塌条件，但在某一个方向上有≥0.6倍高度的倒塌距离。 |
| 双向折叠 | （1）适用于高宽比>2的各类建筑物；  （2）四周倒塌空间不满足定向倒塌和单向折叠条件，但在某两个相对方向上均有≥1/3倍高度的倒塌距离。 |
| 逐跨坍塌 | | （1）适用于各类建筑物；  （2）四周倒塌距离≥1/5倍高度。 |
| 原地塌落 | | （1）适用于各类建筑物；  （2）四周倒塌距离≥1/6～1/4倍高度。 |
| 注：1.当采用定向倾倒方式时，若周边保护对象对塌落振动较为敏感，应通过增加上部切口或削弱整体刚度等措施来实现“空中解体”，以降低塌落振动效应；  2.当采用原地塌落方式时，且周边倒塌范围＜1/6倍高度，可采用内向原地塌落方式，进一步减小倒塌范围；  3.房屋的主要承重构件可采用钻孔爆破、水压爆破、聚能切割爆破等方法进行破坏：砌体构件、钢筋混凝土构件宜采用钻孔爆破，容器式结构物宜采用水压爆破，钢结构采用聚能切割爆破。 | | |

* + 1. 爆破方案还可参考类似工程案例进行选择。

1. 预拆除与预处理设计
   1. 一般规定
      1. 预拆除或预处理应起到简化结构、减少钻爆工作量、改善爆破效果、确保按设计倒塌等作用。
      2. 预拆除或预处理应有详细的设计，详细标明位置和尺寸，并应进行结构稳定性校核。
      3. 为防止建筑物倒塌时发生较大后坐，可对支撑区进行补强加固处理。
      4. 水压爆破时，应对待爆结构物漏水处进行补漏防水处理，并做好爆后泄水可能对周边设施产生影响的防护措施。
   2. 预拆除与预处理方案
      1. 在保证砖混结构建筑物结构稳定的情况下，可将切口范围内的承重墙 “化墙为柱”，拆除长度须保证结构的稳定性，并保持拆除部位上下楼层的一致性。
      2. 框架和框剪结构建筑物切口范围内的填充墙宜全部拆除，剪力墙宜“化墙为柱”，拆除长度须保证结构的稳定性。
      3. 在保证钢结构建筑物结构稳定的情况下，应拆除柱间加强结构、扶梯、部分连接梁、小车间办公室、钢立柱工字钢之间的横撑与斜撑及其他附属物等。

切口范围内的现浇楼梯应凿除休息平台连接处1～2个台阶的混凝土，并保留钢筋。

切口范围内的框架式电梯井应拆除填充墙，剪力墙式电梯井应“化墙为柱”。

非爆破楼层承重构件可根据需要采用凿除混凝土、切割钢筋、“化墙为柱”等措施进行削弱处理。

1. 爆破参数设计
   1. 一般规定
      1. 应根据工程特点、结构特征、爆区周边环境、施工方法、施工机械设备及爆破器材等情况，合理选取爆破参数。
      2. 爆破参数应主要包括：
2. 切口位置、数量、方向、几何参数；
3. 最小抵抗线、布孔形式、孔距、排距；
4. 炮孔孔径、孔深、倾角；
5. 单位炸药消耗量；
6. 单孔装药量、最大单段药量、总装药量、炮孔数量；
7. 装药结构；
8. 爆破器材类型及数量。
   * 1. 应编制爆破参数设计表，格式应符合附录表B.1的规定。
     2. 爆破设计参数应根据现场试爆情况进行优化调整。
   1. 爆破切口与立柱炸高设计
      1. 房屋类建筑物定向倾倒切口高度计算参考图1，按公式（1）计算：

（1）

* + - 1. 公式（1）适用于建筑物高宽比（H/L）大于1.5情况，高宽比小于1.5时可考虑采用其他倒塌模式。
      2. 宜根据建筑物结构类型、刚度和材料强度，对公式（1）计算结果做适当调整。



图1 房屋类建筑物结构失稳模型示意图

* + 1. 钢筋混凝土承重立柱临界炸高可按公式（2）和（3）计算：

（2）

（3）

* + 1. 采用定向倾倒或折叠坍塌方案爆破拆除的建筑物，对设计倒塌方向一侧的承重构件（墙、柱），炮孔布置高度从外向里逐排减小，最后一排墙柱不爆破或减弱爆破。
    2. 定向爆破拆除砖混结构或大板结构楼房时，对于高宽比较小的楼房爆破切口高度可增加1层~2层。
    3. 采用原地塌落或逐跨坍塌方案并布置多个切口时，上部切口高度可适当减小；逐跨坍塌时，最后一排墙柱可不爆破或减弱爆破。
    4. 折叠爆破切口的数量和布置高度遵循以下原则设计：

1. 除在底部布置1个爆破切口外，在中上部还应布置1个或1个以上爆破切口，中上部切口炸高可低于底部切口炸高，一般不少于2层；
2. 采用单向折叠爆破时，宜布置2个～3个爆破切口；采用双向折叠爆破时，切口数量应满足各段高宽比不小于2的条件；
3. 爆破切口的布置宜保证各分段的重量大致相等；
4. 底部切口的开口方向应朝向主体倒塌方向；
5. 爆破切口的数量和布置高度可通过附录C或数值模拟进行验算。
   * 1. 采用聚能切割爆破技术拆除钢结构厂房，宜分别在钢立柱上部和下部布置聚能药包来形成切口和达到炸高要求。前排立柱宜在上部布置1个聚能药包切断点，下部布置2个聚能药包切断点，最后一排立柱仅在下部布置一个聚能药包切断点。
   1. 钻孔爆破参数
      1. 最小抵抗线

在房屋类建筑物拆除爆破中，最小抵抗线的确定取决于构件的材质、结构特征、自由面的数量、构件尺寸等因素。

墙、梁和小截面钢筋混凝土立柱，最小抵抗线可按公式（4）计算：

（4）

大截面钢筋混凝土立柱，最小抵抗线宜取20cm～50cm。

* + 1. 炮孔孔距与排距

孔距*a*宜大于最小抵抗线*W*。

混凝土、钢筋混凝土的梁、柱和板等构件可按公式（5）计算：

*a*=（1.2~2.0）*W* （5）

砖墙、剪力墙炮孔间距*a*可按公式（6）计算：

*a*=（1.5~2.5）*W*  （6）

排距*b*可按公式（7）计算：

*b*=（0.6~0.9）*a* （7）

* + 1. 炮孔直径与深度

8.3.3.1炮孔直径*d=*(38～42)mm。

8.3.3.2炮孔深度应根据构件的截面形状与尺寸综合确定，应保证药包中心与构件炮孔方向的中心重合。矩形截面承重立柱可按公式（8）计算：

*l* =（0.6~0.8）*B* （8）

* + 1. 炮孔布置

炮孔布置应使炮孔排列规则与整齐，使药包均匀分布于爆破体中。

墙体宜在底部和上部各布置2排～3排炮孔。

小截面立柱可沿立柱中心线布置单排炮孔或沿立柱中心线左右相切布孔。

大截面钢筋混凝土立柱，可沿立柱纵向布置多排炮孔。

单位炸药消耗量与单孔装药量

8.3.5.1单位炸药消耗量*q*主要根据爆破构件形状、尺寸、自由面数量，以及材料强度、配筋情况和爆破器材性能等因素确定，应通过表2工程类比进行初选，再根据现场试爆结果合理确定。

表2 单位炸药消耗量取值推荐表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材质 | 截面尺寸或厚度（cm） | 单位炸药消耗量（g/m3） |
| 砖墙 | 24 | 1000～1400 |
| 37 | 800～1200 |
| 钢筋混凝土  墙体 | 25 | 1500～2000 |
| 40 | 1200～1800 |
| 钢筋混凝土  方形立柱 | 40×40 | 1000～1500 |
| 60×60 | 1000～1500 |
| 80×80 | 1800～2300 |
| 100×100 | 2000～2500 |
| 120×120 | 2500～3000 |
| 钢筋混凝土  圆形立柱 | Φ40 | 1000～1500 |
| Φ60 | 1000～1500 |
| Φ80 | 1800～2300 |
| Φ100 | 2000～2500 |
| 注：1、以上单位炸药消耗量按2号岩石乳化炸药计算；  2、根据构件配筋率做适当调整，表中未列出尺寸的构件的炸药单耗可根据相近尺寸及试爆结果确定。 | | |

8.3.5.2单孔装药量可按公式（9）计算：

（9）

* 1. 水压爆破参数
     1. 装药量计算

使用2号岩石乳化炸药时，圆筒形空心薄壁构件水压爆破装药量可按公式（10）或（11）计算：

（10）

（11）

非圆筒形薄壁构件进行水压爆破时，式（11）中应采用等效内径和厚度，可分别按公式（12）和（13）计算：

（12）

（13）

* + 1. 药包数量与布置

应根据薄壁构件的容积和形状确定布置单药包或群药包，使容器的四壁受到均匀的破碎作用。

药包间距可按公式（14）计算：

（14）

药包的入水深度*h*1可按公式（15）计算，其中，注水深度应不低于结构物净高的0.9倍，且宜注满。

*h*1=（0.6～0.7）*H*S （15）

* 1. 聚能切割爆破参数

房屋类建筑物的钢结构承重构件，宜采用聚能切割爆破。

应根据承重构件的材质、截面形状和几何尺寸，选用点状、线形、环形等适宜的聚能切割器。

钢结构房屋聚能切割爆破拆除，宜选用铅管整体压装法生产的线型聚能切割器。

聚能切割器的罩体角度、炸高、线装药量等参数可参考类似工程案例或通过现场试验、模型试验等方式确定。

当采用的线型切割器的罩体角度为90°，母线长15mm，厚度2mm，炸药类型R852，密度：1.69g/cm3时，线型切割器的性能参见表3。

表3 线型切割器的性能表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 线装药量/g.m-1 | 150 | 250 | 350 | 450 | 1000 |
| 切割钢板厚度/mm | 10 | 15 | 22 | 28 | 40 |
| 炸高/mm | 0 | 3～8 | 3～10 | 3～10 | 5～15 |
| 注：1. 14mm、16mm厚的Q235工字钢采用单侧切割，30mm厚的20#锰工字钢采用两侧对切。  2. 下部切割器成45°设置，上部切割器成30°～45°设置。 | | | | | |

1. 装药结构设计

应根据构件材料特征、炮孔深度、最小抵抗线、配筋情况、自由面条件、爆破效果以及安全要求等因素选择装药结构形式，一般宜采用连续装药结构，孔底起爆。

当采用间隔装药结构时，应遵循炸药能量均衡利用原则，并根据结构特征、设计炸药单耗、破碎要求综合确定药包数量和间隔距离。

进行装药结构设计时，应绘制装药结构图，内容包括：

1. 钻孔直径、角度；
2. 孔深；
3. 药包直径、长度和位置；
4. 填塞材料、填塞长度、填塞位置和填塞结构。
5. 起爆网路设计
   1. 一般规定
      1. 应根据爆破规模、爆破器材类型和周围环境特点及安全与质量要求，选择起爆方法并进行起爆网路设计。
      2. 原则上宜采用复式起爆网路。
      3. 在孔外接力网路中，孔内应采用高段位起爆雷管，孔外采用低段位传爆雷管。
      4. 应根据爆破现场实际情况和爆破效果要求综合确定起爆顺序。起爆顺序按下列原则确定：
6. 倾倒方向前排炮孔先行起爆；
7. 分区起爆时，应确保先爆炮孔不会影响后爆炮孔起爆网路。
   * 1. 进行起爆网路设计时，应编制起爆网路图，内容包括：
8. 起爆网路类型；
9. 起爆的炮孔数量、排数；
10. 孔内、外雷管段别及延时时间；
11. 起爆顺序、起爆点位置；
12. 其他备注或说明。
    * 1. 爆破切口范围内的承重构件应采用分区延时爆破，排（跨）间起爆时差一般取300ms~500ms。
      2. 采用折叠爆破时，宜采用“自上而下”起爆顺序；起爆时差应不小于上段旋转1°~2°所需的时间，不大于切口闭合时间；采用双向折叠爆破时，切口闭合时应确保楼房在空中的运动姿态呈Z字形，下段落地时上下段之间的夹角必须小于90°；应根据各段失稳状态、切口闭合状态和下落运动状态等要求，通过附录C的理论方法或数值模拟对起爆时差进行验算。
      3. 当多栋房屋一次性整体爆破拆除时，各栋房屋之间的延时时间应根据房屋结构、相对位置关系、倒塌方式等因素综合确定。
    1. 起爆方法与起爆网路
       1. 起爆方法可采用电起爆、非电起爆和混合起爆；电起爆方法主要为工业电子雷管起爆；非电起爆方法主要为导爆管雷管起爆；混合起爆方法主要为工业电子雷管-导爆管混合起爆。
       2. 导爆管雷管起爆网路应采用接力起爆网路或闭合起爆网路。
       3. 当采用工业电子雷管起爆时，应校核起爆能力，必要时应分区域组网，采用多起爆器起爆。
       4. 重要的建筑物拆除爆破工程，应采用复式起爆网路。
13. 爆破安全设计
    1. 一般规定
       1. 根据工程特点、周围环境和爆破安全要求等进行爆破安全设计。
       2. 爆破安全设计主要包括爆破振动、塌落振动、爆破个别飞散物、爆破空气冲击波与噪声、爆破有害气体与粉尘等有害效应的校核与控制，并根据实际情况选择监测项目。
       3. 评估有害效应对保护对象的影响时，应根据保护对象的特征，选择相应的规程、规范作为评估依据，并根据工程实际情况编制爆破有害效应安全计算表，格式参照附录D表D.1、表D.2。
       4. 爆破安全防护措施应明确防护方法、防护部位、防护参数和防护材料等具体内容，并绘制相应的安全防护措施示意图。
    2. 爆破有害效应分析与计算
       1. 爆破振动可按公式（16）计算，公式（16）中k、α取值应根据现场试爆的爆破振动实测结果估算确定，或参照类似工程选取。

（16）

塌落振动可按公式（17）计算，公式（17）中，*β*值应通过现场试验确定，在无试验数据的条件下，建议=3.37～4.09，*β*=-1.66～-1.80。

（17）

塌落振动也可按公式（18）计算：

（18）

* 1. 爆破安全防护

爆破振动控制措施包括：

1. 控制一次起爆总药量、最大单段起爆药量；
2. 选取合理的起爆顺序和延时时间；
3. 在爆破对象与保护对象之间开挖减振沟；
4. 其他控制措施。

塌落振动控制措施包括：

1. 选择合理的倒塌方式、起爆顺序和延时时间；
2. 控制结构单次触地质量；
3. 在倒塌范围内铺设减振堤；
4. 在爆破对象与保护对象之间开挖减振沟；
5. 其他控制措施。

个别飞散物控制措施包括：

1. 对爆破部位采用竹排、棉被、钢丝网等材料进行覆盖防护；
2. 在爆破切口外侧，临近房屋搭设防护排架、悬挂密目安全网等措施进行近体防护；
3. 在重要保护对象的迎爆侧搭设防护排架、悬挂密目安全网等措施进行保护性防护。

爆破空气冲击波与噪声的控制措施包括：

1. 选取合理的爆破参数；
2. 控制一次爆破总药量、单段最大起爆药量；
3. 确保填塞长度和填塞质量；
4. 对孔外雷管进行覆盖；
5. 其他控制措施。

爆破有害气体控制措施包括：

1. 选择合理的炸药品种和装药结构；
2. 确保装药质量、填塞长度和填塞质量。

爆破粉尘控制措施主要包括：

1. 选取合理的单位炸药消耗量；
2. 采取清除尘源、爆炸水雾降尘、爆后洒水等降尘措施。
   1. 安全警戒
      1. 安全警戒设计应包括作业安全警戒和爆破安全警戒等内容。
      2. 应根据爆区位置、周围环境、周边交通运输道路等情况进行爆破安全警戒设计，确定警戒范围、警戒点数量与位置、起爆站位置等。
      3. 作业安全警戒应包括爆破器材临时存放、药包制作、装药、填塞、网路连接等环节的安全警戒。
      4. 爆破安全警戒应包括起爆和爆后检查环节的安全警戒。
      5. 爆破安全警戒信号应包括预警信号、起爆信号、解除信号等。
      6. 爆破安全警戒范围应根据爆破有害效应安全验算距离确定，并满足GB 6722规定的爆破最小安全警戒范围。
      7. 应根据现场实际情况绘制爆破安全警戒示意图，内容包括：
3. 爆破对象位置；
4. 爆破警戒范围；
5. 警戒点数量、位置；
6. 警戒点与爆破点的直线距离；
7. 爆区周边交通运输道路；
8. 指挥部及起爆站位置；
9. 应急救援人员、设施位置；
10. 其他备注或说明。
    1. 爆破应急预案

应急预案主要内容包括：

——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。

1. （规范性附录）  
   房屋类建筑物拆除爆破工程技术设计内容

1 设计依据与原则

1.1 设计依据

1.2 设计原则

2 方案论证与选择

2.1 工程概况

2.2 安全与技术要求

2.3 方案比选

3 预处理与预拆除设计

3.1 主体结构预处理

3.2 附属结构预处理

4 爆破参数设计

4.1爆破切口

4.2钻孔爆破参数

4.2.1炮孔直径

4.2.2炮孔孔深

4.2.3最小抵抗线

4.2.4炮孔布置

4.2.5炮孔孔距

4.2.6炮孔排距

4.2.7单位炸药消耗量

4.2.8单孔装药量

4.3水压爆破参数

4.3.1水压爆破药量计算

4.3.2药包数目

4.3.3药包位置

4.3.4药包入水深度

4.4聚能切割爆破参数

5装药结构设计

6起爆网路设计

7 爆破安全设计

7.1 爆破有害效应分析与计算

7.2 爆破安全防护措施

7.3 安全警戒

7.4 爆破应急预案

8 附图表

附图1 爆破环境平面示意图

附图2地下管线示意图

附图3建筑物结构示意图

附图4总体方案示意图

附图5爆破切口示意图

附图6预处理部位平面和剖面示意图

附图7装药结构示意图

附图8起爆网路示意图

附图9爆破安全警戒示意图

表1 爆破参数设计表

表2 爆破振动预测值及安全评价表

表3 塌落振动预测值及安全评价表

表4 爆破个别飞散物飞散距离预测值及安全评价表

1. （规范性附录）  
   房屋类建筑物拆除爆破工程参数设计表式样

表B.1为房屋类建筑物拆除爆破工程参数设计表式样。

表B.1　房屋类建筑物拆除爆破工程参数设计表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 构件尺寸  (mm) | 最小抵抗线w(mm) | 孔径  （mm） | 孔距a  (mm) | 排距b  (mm) | 孔深*l*  (mm) | 单耗q  （g/m3） | 单孔药量Qi（g） | 布孔  方式 | 装药  结构 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. （资料性性附录）  
   双向折叠爆破的理论分析法

C.1 进行建筑物的双向双次折叠爆破时，应根据切口起爆顺序和时差分阶段进行如下运动学分析，对爆破切口位置、起爆时差等参数进行验算。

C.1.1 自上而下起爆时，第一切口起爆后，上段结构的运动学分析可采用下式计算：

 (C.1-1)

其边界条件为:



式中，为求解未知量，是的初始角；*t*为时间，设上切口的起爆时*t*=0；是角速度。*J*1是上段的转动惯量（旋转轴是上部塑性铰链），*r*1是上段质心到上部塑性铰链的距离，*θ*1是*r*1与垂直轴的夹角，*m*1是上段的质量，*g*是重力加速度。

C.1.2自上而下起爆时，第二切口起爆后，两分段的运动学分析可采用下式计算：

 (C.1-2)

设下切口起爆时间为*t*1，设相对时间为，其边界条件为:

, , , 

式中，和为求解未知量，和是下切口起爆(*t*=*t*1)时*θ*1和*θ*2的角度，是*t*=*t*1时刻上段转动的角速度，由上段运动学分析得到。



**(a)初始状态 (b)阶段(1) (c) 阶段(2) (d) 运动学模型**

**图 2 双次折叠爆破模式**

C.2 进行建筑物的双向三次折叠爆破时，应根据切口起爆顺序和时差分阶段进行如下运动学分析，对爆破切口位置、起爆时差等参数进行验算。

C.2.1 自上而下起爆时，第一和第二切口起爆后，前两个阶段的运动学分析可依据C.1计算。

C.2.2 自上而下起爆时，第三切口起爆后，三个分段的运动学分析可采用下式计算：

 (C.2)

式中，；； ； ； ； ； ； ； 。

设相对时间，上式的边界条件为:

； ； ； ； ； 

式中，、、为求解未知量，、、是第三切口起爆(*t*=*t*2)时*θ*1、*θ*2、*θ*3的角度，、是*t*=*t*2时刻第一段和第二段转动的角速度，由第二切口起爆后第一和第二分段的运动学分析得到。



**(a)初始状态 (b)阶段(1) (c) 阶段(2) (d)阶段(3) (e) 运动学模型**

**图3 三次折叠爆破模式**

1. （规范性附录）  
   房屋类建筑物拆除爆破工程爆破有害效应安全计算表式样

表D.1～表D.2为给出了爆破有害效应安全计算表式样

表D.1 爆破振动预测值及安全评价表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **保护对象** | **距离R/m** | **k、α值** | **Qmax/kg** | **V允许值/(cm/s)** | **V预测值 /(cm/s)** | **评价** |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| …… | …… | …… | …… | …… |

表D.2 塌落触地振动预测值及安全评价表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **保护对象** | **距离R/m** | ***Kt*** | ***β*** | ***M/t*** | **V允许值/(cm/s)** | **V预测值/(cm/s)** | **评价** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| …… | …… | …… | …… | …… |