

基坑围护钢筋混凝土支撑精确爆破拆除

温尊礼¹, 顾月兵², 韩文红¹

(1. 核工业南京建设集团有限公司, 江苏 南京 210003; 2. 解放军理工大学工程兵工程学院, 江苏 南京 210007)

摘要:介绍了南京新城科技园国际研发总部园基坑支撑体系精确爆破拆除实例。针对大面积、大体量的支撑拆除, 提出了精确爆破参数、科学起爆网络、可靠安全防护措施方案, 取得了良好的爆破效果。

关键词:深基坑; 围护结构; 精确爆破; 安全防护

中图分类号: TU746.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2015)03-0080-05

Accurate Blasting Demotion of Reinforced Concrete Support for Foundation Pit Enclosure/WEN Zun-li¹, GU Yue-bing², HAN Wen-hong¹ (1. Nuclear Industry Nanjing Construction Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210003, China; 2. Engineering Institute of Engineering Corps., PLAUST, Nanjing Jiangsu 210007, China)

Abstract: The paper introduces an engineering case of accurate blasting demotion of supporting system for foundation pit in Nanjing. The accurate blasting parameters, scientific initiation network and reliable safety protection scheme were presented with good blasting effect.

Key words: deep foundation; pit enclosure structure; accurate blasting; safety protection

城市大厦的建设非常注重地下空间的利用, 在十分复杂的环境下安全高效拆除大面积的深基坑围护结构是建设过程中关键的一环。南京新城科技园国际研发总部园基坑支撑体系爆破拆除工程, 面积大、体量大, 周边环境复杂。根据多年在基坑围护拆除方面的经验, 提出了精确控制爆破参数、科学敷设起爆网络、周密设置安全防护措施, 确保了爆破效果并控制了危害效应^[1]。

1 工程概况

南京国际研发总部园工程位于南京市河西奥体大街旁。爆区北侧距项目部板房 10 m; 东侧距云龙山路 8 m、距厂房 35 m; 东南侧距污水提升泵房 10 m、距在建楼房 123 m; 南侧距职工宿舍 8 m、距最近管道 15 m、距奥体大街 16 m、距新城商务酒店 95 m; 西南侧距居民小区 170 m; 西侧距最近弱电线路 15 m、距 220 kV 莫双线 19 m、距泰山路 25 m、距万达华府小区 75 m; 西北侧距中海赛拉利舍小区 93 m。工程环境如图 1 所示。

地下室为 2 层, 框架结构, 基坑占地面积约 62000 m², 基坑支护竖向设置 2 道钢筋砼支撑, 采用圆环体系。钢筋混凝土支撑梁的混凝土标号均为 C30。

2 爆破技术设计

2.1 总体方案

本方案拟采用露天爆破法对基坑内 2 道砼支撑进行拆除, 在换撑结构进入养护期后, 分 2 期按照由下至上的顺序对支撑实施爆破作业^[2]。每道支撑分 3 次爆破。每次爆破装药分 6 片。爆破区域划分与分片如图 2 所示。

爆破采用小药量、延时起爆的爆破技术, 精心设计严格施工, 确保基坑结构和周围环境的安全。飞石防护主要采用搭建全封闭防护棚的方法进行, 并针对一些特殊位置的建筑及设备加以保护性防护^[3]。

2.2 施工工艺

施工工艺为: 预埋炮孔—爆前准备—爆破实施—爆破效果分析与爆渣清理。

2.2.1 预埋炮孔

选用外径 4 cm 的 PVC 管为预埋管, 在砼浇筑后按设计要求的孔网参数, 将预埋管插入刚浇捣完毕的湿砼并固定。这样既节约了钻孔时间、降低了钻孔难度、避免了噪声与粉尘污染, 还解决了拆除时交叉施工带来的复杂难题^[4]。现场插管如图 3 所示。

2.2.2 爆前准备

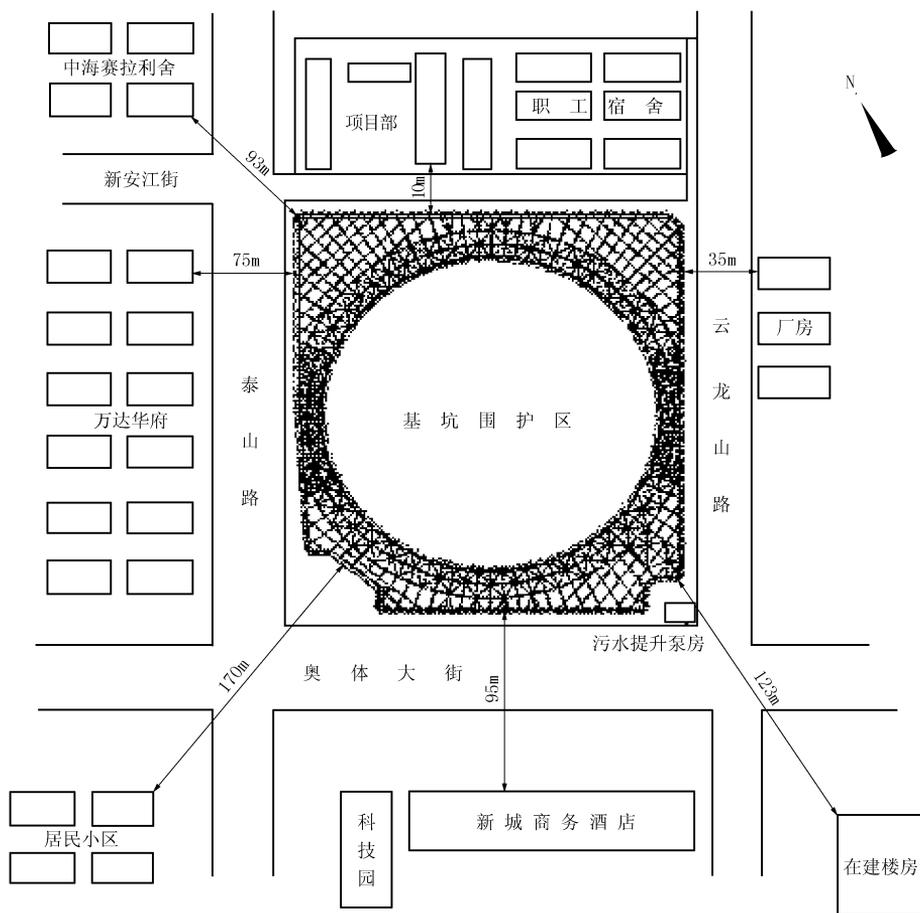


图 1 工程环境示意图

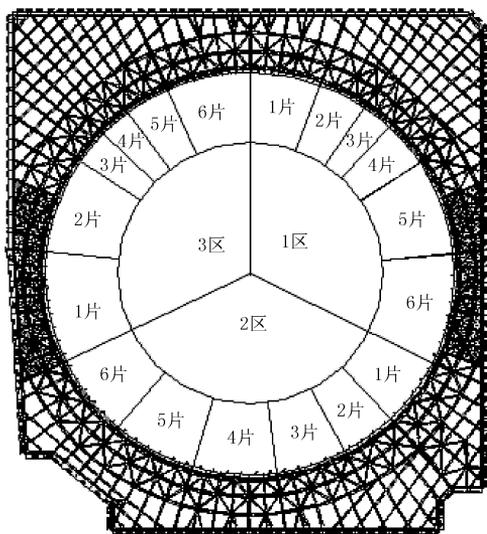


图 2 区域划分与分片示意图



图 3 现场插管照片

(1) 进场: 完成施工准备(接电、连管、施工定位、安全技术交底等)及生活安排。

(2) 验孔: 对预埋孔进行疏通检查与验收, 对缺孔的地方补孔。

(3) 备填塞料: 炮孔填塞材料采用黄沙。

(4) 防护搭设: 在换撑结构进入养护期后, 按设

计要求搭设防护棚,防止爆破时飞石飞离基坑。

(5)张贴爆破告知:爆破前在工地内、周边办公楼张贴爆破告知,告知爆破时间和爆破注意事项。

2.2.3 爆破实施

当地下室结构砼强度值达到要求时,开始组织爆破。单次爆破作业流程如下。

(1)作业编组:将作业人员按时间段分为装药填塞组和起爆网路联接组,每组可分为若干小组。

(2)炸药、火工品进场:炸药、火工品运输按照公安局的有关规定执行,进场后在监理监督下进行点验。

(3)装药与填塞:根据装药结构与装药量逐孔进行药包制作、入孔与填塞。

(4)起爆网路联接与保护:本工程采用孔外延期接力起爆技术,单段起爆药量按不同位置控制在允许的范围内。对孔外延时雷管用橡胶套管进行保护,预防雷管破片对后续起爆网路的破坏。

(5)爆破警戒:爆破前必须进行清场,将人员及车辆撤离危险区,警戒人员对指点区域进行警戒,交警部门对危险区域道路临时中断交通。

(6)起爆:在安全措施落实与警戒就位后,起爆站按照指令起爆。

(7)爆后检查:起爆 15 min 后,安检组对爆破效果与周围环境安全情况进行检查。检查有无拒爆药包,周围保护目标是否损坏。对发生的情况及时报告指挥部,在指挥部统一安排下进行处置。

(8)解除警戒:爆后检查确认安全后,指挥部下达解除警戒命令。

2.2.4 爆破效果分析与爆渣清理

对不同爆破部位、不同爆破参数下的爆破效果进行分析,对爆破危害效应监测结果进行评价,以进一步优化爆破参数与完善爆破安全措施。

对解体不够充分的围檩和支撑,进行用人工或破碎机械使其解体。在后期的破碎与爆渣清理过程中,爆破人员须留守现场,随时检查、发现并回收残留的炸药、火工品,并按规定集中销毁。

2.3 爆破参数

2.3.1 围护结构

第一道支撑梁规格为:压顶梁 800 mm × 1200 mm;支撑环梁 1000 mm × 1800 mm、1000 mm × 1500 mm;支撑梁 900 mm × 1200 mm、800 mm × 800 mm;栈桥梁 1000 mm × 1200 mm、1000 mm × 900 mm。第

二道支撑梁规格为:围檩 1000 mm × 1400 mm、1000 mm × 1600 mm;支撑梁 1000 mm × 2000 mm、1000 mm × 1600 mm、900 mm × 1300 mm、800 mm × 800 mm。

2.3.2 炮孔布置

布孔成一线或梅花形方式。为保证格构柱安全,格构柱内砼不炸药。平均布孔数约为 4 ~ 5 孔/ m^3 。典型支撑与围檩布孔如图 4 所示,节点布孔如图 5 所示,围檩与支撑爆破参数如表 1 所示。

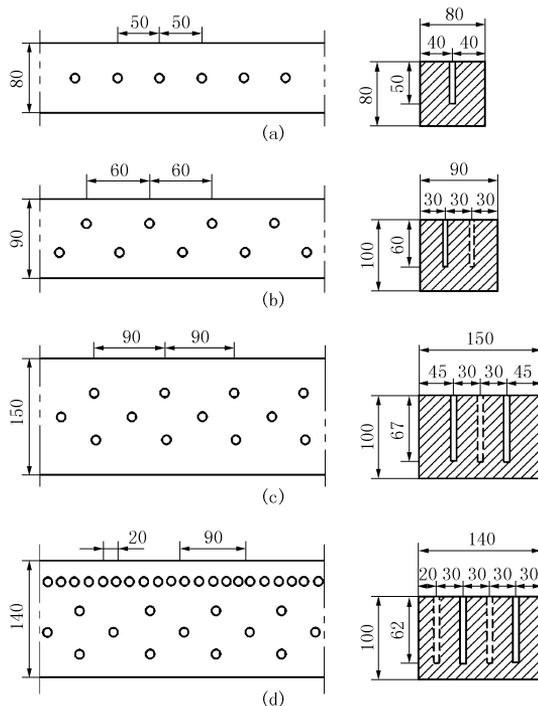


图 4 典型支撑与围檩布孔示意图

爆破总工程量:约 19000 m^3 (其中栈桥板大部分采用机械拆除),使用乳化炸药 12.5 t,导爆管雷管 90000 发,导爆管 100000 m。

2.4 起爆网络

为改善爆破效果,减小一次齐爆药量,同时保证整个爆破网络的稳定可靠传爆,拟采用非电雷管延期起爆:即孔内装 HS - 10 段高段位雷管,孔外以 MS - 1—MS - 15 段,根据单段装药量数量采用“一把抓”方式联接分段,每把用 4 发雷管,绑扎 5 ~ 15 个孔内伸出的雷管脚线;再以同样方式用 MS - 2 雷管将同片的雷管联接起来;最后,片与片用 HS - 3 雷管(4 发)联成起爆网路。起爆时,采用起爆器击发导爆管雷管,从而引爆延期雷管和孔内炸药^[5]。同片网路联接方法和总起爆网络见图 6 所示。

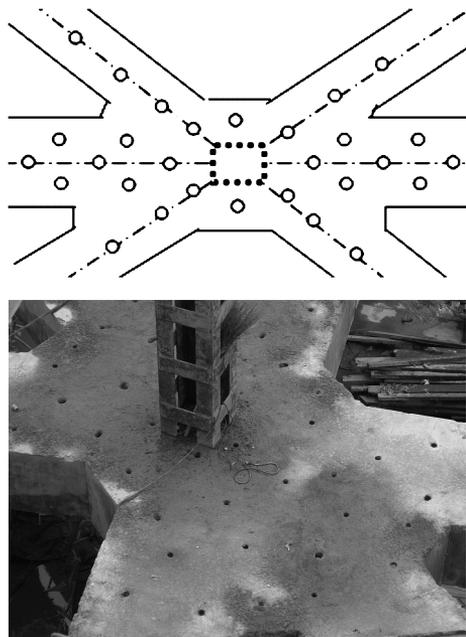


图 5 节点布孔示意

表 1 围檩与支撑爆破参数

项目	规格/ (cm × cm)	孔距/ cm	排距/ cm	孔深/ cm	单耗/ (kg · m ⁻³)	单孔装 药量/g
围檩	100 × 140	90	30	62	0.74	200
围檩	100 × 160	100	40	65	0.63	250
支撑梁	80 × 80	50	单排	50	0.63	100
支撑梁	90 × 120	90	50	60	0.62	250
支撑梁	90 × 130	90	60	60	0.52	250
支撑梁	100 × 160	100	40	65	0.63	250
支撑梁	100 × 200	120	55	75	0.61	400
栈桥梁	100 × 90	60	30	65	0.74	200
栈桥梁	100 × 120	90	50	65	0.56	250
支撑环梁	100 × 150	90	30	67	0.62	250
支撑环梁	100 × 180	120	50	75	0.67	400

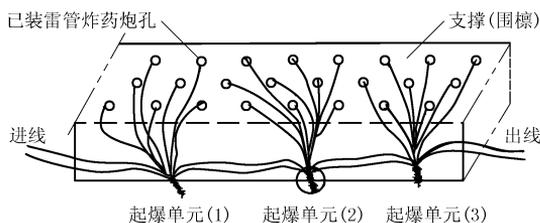


图 6 起爆网络示意图

3 爆破安全设计

为确保周围建筑、地下电缆、临近在建工程基坑及基坑自身结构的安全,须严格控制爆破震动、爆破飞石的危害效应。

3.1 爆破震动控制

根据萨道夫斯基爆破震动计算公式:

$$Q_{齐} = R^3 \left(\frac{V}{KK'} \right)^{3/\alpha}$$

式中: $Q_{齐}$ ——一次齐爆的最大药量, kg; R ——保护目标到爆点之间的距离, m; V ——质点震动速度, cm/s, 管线取 1.0 cm/s, 构筑物取 2.5 cm/s; K 、 K' 、 α ——与不同结构、不同爆破方法有关的系数^[5]。

式中参数按照有关标准取值, $KK' = 7.06$, $\alpha = 1.6$, R 取爆源中心距现地最近重点保护目标的距离(地下管线), 即 $R = 15$ m, 代入上式, 得到允许的一次齐爆药量为 $Q = 86.4$ kg; 污水提升泵房距离为 10 m, 代入上式, 得到允许的一次齐爆药量为 $Q = 142.7$ kg。实际爆破时, 支撑最大单段装药量 > 60 kg, 围檩 > 10 kg。

爆破时, 先爆破围檩, 使支撑与维护桩断开, 改变震动传播途径, 有利减小爆破震动。

3.2 飞石控制

为使爆破飞石全部限制在基坑范围内, 须搭设防护棚。在第二道支撑爆破时, 依托其上一道支撑体搭设防护棚; 第一道支撑爆破时, 需要搭设立体防护棚。其防护棚结构如图 7 所示。同时, 使用废旧模板或者竹笆对基坑内立柱、楼板及大底板、楼梯口及电梯井等部位进行必要的保护性防护。

4 爆破效果与结论

(1) 全部爆破上下 2 层支护结构分两期进行, 每层爆破 3 次, 每次爆破体量为 2000 ~ 3000 m³。爆破声不大, 只有少量粉尘影响周边且很快散去。

(2) 爆破网路设计科学, 非电雷管及导爆管性能优良, 起爆过程没有出现网路传爆中断现象, 雷管炸药全部可靠起爆。爆后检查与清渣过程中未发现残留炸药与雷管。

(3) 虽然支护结构为加密的钢筋砼结构, 由于爆前配筋清楚, 布孔均匀, 爆破参数使用合理, 砼破碎无大块, 且基本脱离钢筋, 为后期清理创造了很好的条件。爆破效果如图 8 所示。

(4) 由于采用的是加强松动与弱抛掷爆破的单耗, 钢筋砼解体充分并有飞石飞散。在全封闭的防护措施下, 虽有部分钢管架受冲击变形, 但没有飞石冲破竹笆与绿网的综合防护, 防护结构安全可靠。



图7 露天爆破防护棚搭设实例照片

(5) 监测爆破震动强度弱小于计算值。围檩爆破震感明显, 支撑爆破震感弱, 与震动波传播衰减规律一致。测得距离最近35 m处厂房的震动强度为

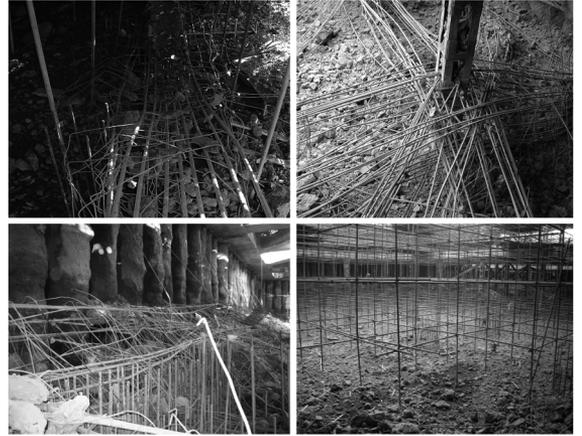


图8 围檩与支撑爆破效果照片

1.2 cm/s, 10 m处工房无玻璃损坏, 表明爆破产生的震动对周边保护的建筑物与设施不构成损伤。

参考文献:

- [1] 汪顺庆, 杨志, 等. 超大面积钢筋混凝土支撑爆破拆除[J]. 工程爆破, 2007, (2).
- [2] 刘君, 谭雪刚, 等. 大型深基坑支撑爆破拆除中的技术措施[J]. 爆破, 2005, (4).
- [3] 徐健, 周华俊. 临近居民区钢混凝土支撑梁爆破拆除施工技术[J]. 江苏建筑, 2008, (1): 46-49.
- [4] 赵坤, 蒋昭懿. 预埋炮孔法在钢筋混凝土支撑爆破拆除中的应用研究[J]. 爆破, 2005, (2).
- [5] 谭雪刚, 谢兴博. 支撑爆破的震动控制[J]. 工程爆破, 1998, (1).
- [6] GB 6722—2003, 爆破安全规程[S].
- [7] 沈云刚, 邵晓蓉. 深基坑钢筋混凝土支撑的爆破拆除[J]. 四川建筑, 2006, 26(6): 151-151, 153.
- [8] 黄甫. 超大、超深基坑的钢筋混凝土支撑爆破拆除[J]. 建筑施工, 2010, 32(7): 676-678.

(上接第79页)

(3) 在堵水作业中为防止浆液被稀释, 可增大注入排量, 使浆体的流速大于动水的速度, 可以应用在地层水流动的情况下的堵水作业, 可获得良好的封堵效果。

参考文献:

- [1] 邱元瑞, 李家库, 王桂军, 等. 凝胶堵漏技术在冀东油田唐29X1(侧)井的应用[J]. 钻井液与完井液, 2012, 29(3): 40-43.
- [2] 钱志伟, 王平全, 白杨. 钻井液用特种凝胶的适应性[J]. 钻井液与完井液, 2012, 29(2): 51-54.

- [3] 李旭东, 郭建华, 王依建, 等. 凝胶承压堵漏技术在普光地区的应用[J]. 钻井液与完井液, 2008, 25(1): 53-56.
- [4] 杨振杰, 李美格, 郭建华, 等. 油水井破损套管的化学堵漏修复[J]. 石油钻采工艺, 2001, 23(4): 68-71.
- [5] 聂勋勇. 段塞堵漏机理及技术研究[D]. 四川成都: 西南石油大学, 2010.
- [6] 杨立华, 李早元, 王小勇, 等. 长庆安塞油田出水套损井封堵微膨胀水泥浆体系研究[J]. 石油与天然气化工, 2012, 41(3): 314-316.
- [7] 王小勇, 杨立华, 何志武, 等. 智能凝胶尾追微膨胀水泥套损井化学封堵技术[J]. 钻井液与完井液, 2013, 30(6): 17-20.
- [8] 谷穗, 乌效鸣, 蔡记华. 纤维水泥浆堵漏实验研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(4): 4-6.