

紧邻建构物的孤石爆破预处理方法研究

Study on the Pretreatment Method of Solitary Rock Blasting Next to the Building Structure

吴豪

Hao Wu

中铁十七局集团第六工程有限公司, 中国·福建 福州 350009

Sixth Engineering Co., Ltd., China Railway Seventeenth Bureau Group Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350009, China

【摘要】本文针对基于厦门地铁1号线集美中心站-诚毅广场站盾构区间右线526环处孤石的形状、大小以及所处的位置,盾构机无法直接掘进通过的难题,在钻孔验证后,对钻孔参数与爆破方案进行优化,总结出临近建构物孤石处理方法以及对工建构物的保护。

【Abstract】based on the shape, size and position of the isolated stone in the right of the 526 ring of shield section of Chengyi Square Station on Xiamen Metro Line 1, the shield machine is unable to drive through directly. After drilling verification, the drilling parameters and blasting scheme were optimized, and the treatment methods of isolated stone and the protection of construction structure were summarized.

【关键词】盾构;孤石;爆破方案;孤石;处理技术

【Keywords】shield; solitary stone; blasting scheme; solitary stone; treatment technology

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1407>

1 引言

花岗岩球形风化核体俗称卵石,单轴抗压强度可达200 mpa,卵石形成是盾构隧道的主要风险之一,也是国际和国内实际工程风险控制的难题。一般来说,它会导致隧道掘进速度慢,对刀具和刀具的严重损坏,地面沉降,无法控制的盾构,以及其他的施工困难和风险^[1]。

厦门地铁一号线集美中心站-诚毅广场站盾构掘进中遇到大量孤石,岩石的形状和大小不同,强度也不同,通常在弱地层中随机分布。在这种盾构隧道的生成效率低,刀盘刀具磨损严重,容易产生卡刀,斜刀和刀具偏心磨损现象,处理速度缓慢,严重影响施工进度,甚至一些不得不改变由于建筑不能进步设计,成本较高,经济效益差。如何以最快的速度处理盾构掘进过程中遇到的单块石头,特别是靠近盾构的单块石头,是盾构掘进的一大技术难题。

2 工程概况

集美中心站~诚毅广场站区间起讫里程为YDK23+650.910~YDK26+489.000,线路埋深15~20m。区间隧道为单隧道单线圆形隧道,总长度为1000.4m。离开集美中心站后,区间线向北延伸,建设成一广场,再向下延伸至第八钟楼

后的至城广场站^[2]。

2.1 竖井边孤石综述

在集美中心站与成一广场站之间的右线上,YDK24+YDK24+026的中轻风花岗岩固体对盾构隧道的掘进有显著影响。该石头位于集美区集美新城,位于公园坡的西北侧。孤立岩的西侧为工程的左竖井,井壁护桩角有两桩。(即与该孤石相连,如下图1)。

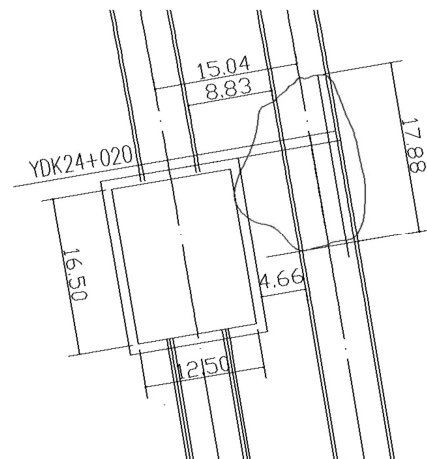


图1 孤石与竖井平面位置关系示意图

孤石沿盾构掘进轴线方向长度约17.88m,宽度10.96m,布

满盾构掘进横断面(盾构掘进断面宽度6.48m),厚度8.05m,其中对盾构掘进产生影响的厚度为4.05m,需爆破的方量约700m³。横、纵断面如图2所示:

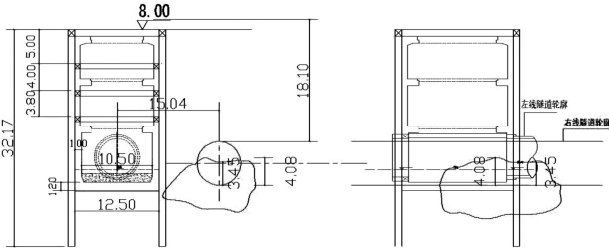


图2 孤石位于盾构掘进面横、纵断面示意图

2.2 工程地质

孤石所处位置工程地质自上而下情况为残积可塑状砂质粘土、残积硬塑状砂质粘土、全分化花岗岩、散体状强分化花岗岩。

所处位置水文地质情况:富水性强,透水性好。

2.3 孤石周围环境情况

孤石东侧、东南侧及南侧为市民公园山体,在距离孤石约130m的山顶上有一处新建的集美塔,孤石北侧为在建的诚毅大街。孤石西北侧约197m为西亭村民房,东北侧约115m为在建钢筋混凝土框架结构楼房,西侧约140m为已建诚毅书城。在竖井基坑围挡内为本工程项目部的临时活动板房,距离孤石约37m。

3 孤石爆破处理施工方案

3.1 孤石处理的方案选择

针对本工程孤石为中、微风化岩且方量大,并考虑到爆区周边的环境状况,所采取的爆破必须是小规模、小药量、小振动的,因此盾构区间孤石爆破采用多段别毫秒延期、小规模爆破、单孔单响的设计方案。

孤石将单岩爆破分为5个区域,第一次爆破为离井筒挡土桩最远的区域,监测井筒挡土桩的爆破振动速度和位移。根据从井到井的距离,从北到南,从东到西进行。首先,北端的第一个区域爆破,然后是第二个区域,第三个区域,第四和第五区域相继爆破。爆破孔分区如下图3所示。

防止轴开挖的爆破损伤保留桩,在轴盾构隧道开挖面距离线1.5m两排阻尼孔,阻尼孔直径127mm,110mm直径PVC套管洞的管理,在20cm,从20cm,钻井深度大于充电孔,应该超过50多cm竖井基坑底部深度。

3.2 爆法参数设计

3.2.1 钻孔孔间距、排距的选取

根据爆破孔间距排距计算公式

$$\text{孔距: } a=w=(20-40)d$$

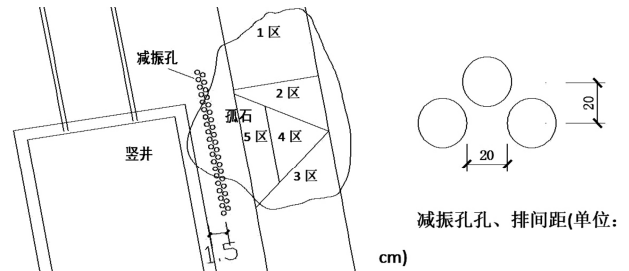


图3 爆破分区及减振孔布置平面示意图

其中w为最小抵抗线

b为爆破孔孔距

d为钻孔直径

计算得出排距为2200mm-4400mm,取中间值3000mm

排距 $b=m \times a$,

其中m为密集系数($m=1-1.4$)

a为孔间距

取 $m=1$,得出b排距为3000mm。

经过实际试验按照3000mm×3000mm布孔,爆破效果达不到盾构机刀盘开口及螺旋输送机所能传送最大岩石尺寸(岩石颗粒度<30cm);为了满足盾构机出渣要求,考虑施工工期的要求同时,根据实际爆破装药孔爆破经验,行间距是 $a * b = 0.8 \text{米} * 0.8 \text{米}$,即沿盾构隧道横断面方向间隔0.8米钻一个洞,在盾构隧道轮廓的方向间隔0.7米钻一个洞,洞两个三角形排列,钻井深度超过1.0米的盾构开挖边界。为了进一步减少爆破振动的影响保持桩的轴,五个领域的爆破孔和行间距接近保留堆调整轴 $a * b = 0.6 \text{米} * 0.5 \text{米}$,以减少单孔加载。如图4所示:

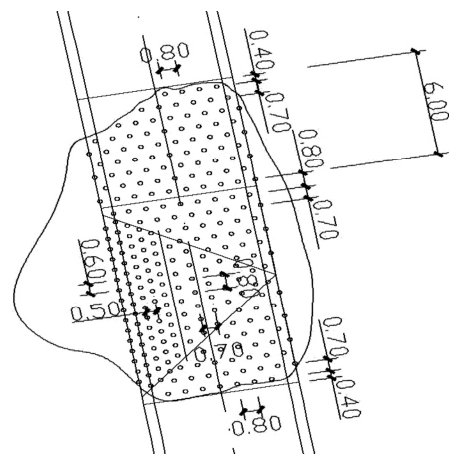


图4 各爆区孔排距布置示意图

3.2.2 炸药单耗计算

按照爆破孔间距为3m×3m,孔径为110mm,2#岩石乳化炸药密度为 $1.2 \times 10^3 \text{kg/m}^3$,按照不耦合装药药卷与炮孔壁间隙按照炮孔直径的10%,考虑计算出110mm炮孔每延米装药

表1 岩石坚固系数对应单位炸药消耗量

岩石坚固性系数 f	0.8-2	3-4	5	6	8	10	12	14	16	20
q/kg.m ⁻³	0.4	0.45	0.5	0.55	0.61	0.67	0.74	0.81	0.88	0.98

量为 $3.14 \times 0.05 \times 0.05 \times 1.2 \times 103 = 9.42 \text{kg}$,

其中爆破的方量为 $3\text{m} \times 3\text{m} \times 1\text{m} = 9(\text{m}^3)$

折合每方消耗炸药为 1.05kg/m^3

参照不同岩石坚固性系数对应的单位炸药消耗量(见表1),因盾构掘进探明孤石为微风化花岗岩,岩石坚固系数为 $f=20$,对应的单位炸药消耗量 0.98kg/m^3 ,基本吻合。

但因为盾构区间孤石处理又有别与一般意义上的深孔爆破,考虑到要求被爆岩石的颗粒度 $< 30\text{cm}$,因此布孔间距由计算的 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 调整为 $0.8\text{m} \times 0.7\text{m}$,参照上述计算式得出相应的单位炸药消耗量为 16.82kg/m^3 ,单位炸药消耗量数值偏高。

因此根据实际试验情况,由于被爆岩石在地面 10m 以下,即被爆岩石上面有厚度 10m 以上的覆盖层,该覆盖层可能是砂层、淤泥质土、残积砂质黏性土、全风化花岗岩、强风化花岗岩等土石构成,对被爆岩石直接厚重压盖,因此,被爆岩石没有临空面,几乎没有退让空间,很难进行石渣的抛掷,表现为“无限均匀介质中炸药的内部作用”现象,则岩石的破碎范围主要为“爆腔、粉碎区、裂隙区”。因此,为了尽量扩大“爆腔、粉碎区、裂纹区”,则该地下岩石的炸药单耗大于地面(有临空面)同类岩石的炸药单耗,一般取 $4.5 \sim 6.5 \text{Kg/m}^3$ 。项目取平均单耗 $q = 5.0 \text{Kg/m}^3$ 。

单孔装药量计算: $Q_{\text{单}} = qabH$

式中: $Q_{\text{单}}$ — 单孔装药量, Kg;

q — 炸药单耗, Kg/m^3 ;

a — 孔距;

b — 排距;

H —— 岩石中的钻孔深度,即从岩石上表面至孔底的深度, m。

4 结语

经过集美中心站-诚毅广场站盾构区间临近建构筑物孤石爆破处理的实践,采用钻孔取芯探明孤石大小,优化爆破分区、炮孔布置形式、装药结构、起爆网络,设置减振孔,总结出临近建构筑物孤石爆破预处理施工方法,满足了盾构顺利通过的要求,同时保证了建构筑物的安全,积累了一些施工经验,丰富了盾构施工技术。

参考文献

- [1]王鹏华.不同地质条件下盾构工程孤石处理工艺及实例[J].隧道建设,2012,32:571-575.
- [2]李有兵.长沙地铁孤石群地层盾构施工技术[J].建筑机械化,2012,33(6):74-76.