

盾构穿越花岗岩球形风化残留体发育地层施工关键技术

肖筱

中电建南方建设投资有限公司

DOI:10.32629/bd.v3i10.2786

[摘要] 以深圳地铁11号线、7号线、东莞地铁R2线盾构施工为背景,针对盾构区间孤石爆破预处理引起的周边地层扰动的问题开展工作,通过孤石控制爆破振动对周围地层的影响分析、爆破引起的松动围岩预处理技术、孤石破碎及注浆效果检验、盾构过孤石爆破区域掘进参数分析及盾构遇未探明孤石掘进参数控制等方法予以解决。总结施工经验,为今后类似施工提供参考和借鉴。

[关键词] 地铁隧道; 孤石; 爆破预处理

1 孤石控制爆破振动对周围地层的影响分析

1.1 孤石控制爆破振动现场测试及回归分析

(1) 爆破振动现场测试

布点均沿隧道轴向方向布置一条线,为了取得比较有效的振动测试数据,在与爆源相隔30m时开始布点,测点距离不小于5m,一次测点不少于3个点。

(2) 测试结果分析

根据现场实测的数据回归出的质点振动方程如表1所示。

表1 实测的爆破振动速度回归方程

探头方向	垂直方向(Z向)
孤石	
回归方程	$V = 183.4 \left(\frac{Q}{R}\right)^{1.4}$ $r=0.7407$

(3) 孤石控制爆破安全控制标准

现场孤石爆破区域地处繁华城区(东莞大道绿化带中),大道两侧主要为高层钢筋混凝土结构写字楼、居民小区(6层砖房),大道下有直径2.2m的城市供水管线。由于孤石控制爆破属深孔爆破,且现场测试结果表明其主振频率6Hz~41Hz,故将较为距离近、较敏感的供水管线作为本次爆破振动控制标准的对象,即:安全质点振动速度为2.3cm/s~2.8cm/s,本次取2.3cm/s作为控制指标。

针对回归出的孤石控制爆破预处理的地震波传播公式,在孤石控制爆破预处理的过程中,为避免爆破震动对22m处地下管线的影,结合相关规范,将指点振动速度2.3cm/s作为控制指标,反算出单段最大装药量宜小于1.0Kg。由此计算的单段最大装药量可作为起爆网路优化设计的依据。

(4) 孤石控制爆破参数优化

以现场常见的2m×2m孤石控制爆破的起爆网络为例。炮孔的行、排间距均为60cm,将孤石爆破分为两组,远离敏感建筑为第一组,靠近为第二组,每组布置炮孔8个,待第一组起爆完成后,在对第二组进行钻孔、装药。各炮孔雷管布设如下表所示。

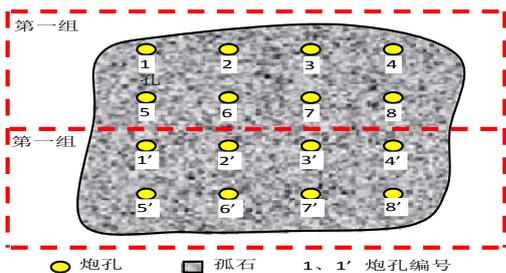


图1 炮孔分组布置示意图

1.2 地表沉降测试及分析

现场测试。

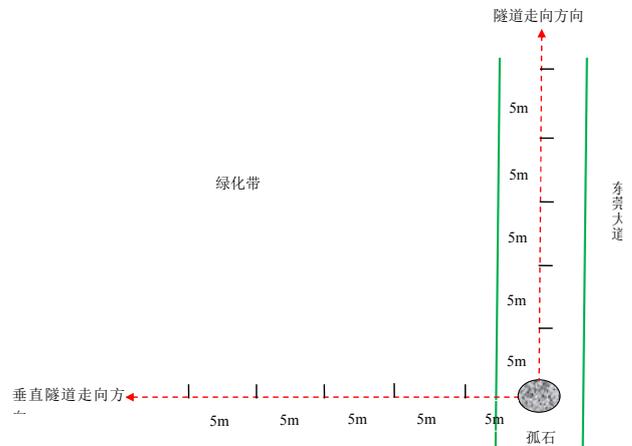


图2 地表沉降测点布置示意图

测试结果分析:

1) 爆破后、注浆前爆破区域地表沉降分析

- ①沿隧道走向地表沉降。
- ②垂直隧道走向方向地表沉降。

2) 盾构掘进通过时爆破区域地表沉降分析

- ①沿隧道走向地表沉降。
- ②垂直隧道走向地表沉降。

2 球形风化残留体爆破效果及注浆效果检验技术

2.1 爆破效果检验

(1) 理论计算

裂隙扩展范围为:

$$R_l = R_a \left[\frac{\lambda \rho_m C_p (C_p - a)}{12} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \sim R_a \left[\frac{\lambda \rho_m C_p (C_p - a)}{3.5} \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$= 14.61 \times \left[\frac{\frac{1}{3} \times 2.55 \times 6.1357 \times 2.5357}{12} \right]^{\frac{3}{5}} \sim 14.61 \times \left[\frac{\frac{1}{3} \times 2.55 \times 6.1357 \times 2.5357}{3.5} \right]^{\frac{3}{5}}$$

$$= 17.18 \sim 1392 \text{cm}$$

即：裂纹扩展半径在17.18cm~1392cm之间。

鉴于现场采用行排间距为70×70cm布孔方式。

裂纹扩展半径越小，则炮孔连线间未破碎岩石的粒径愈大。故本次考虑裂纹扩展将最不利的因素，将裂纹扩展半径取17.18cm。

①炮孔连线方向上：可能存在最大粒径尺寸为70cm-2×(粉碎区半径+裂纹扩展半径)，即是70-2×(14.61+17.18)=6.42cm。

②炮孔450连线方向上：可能存在最大粒径尺寸为84.84-2×(粉碎区半径+裂纹扩展半径)，即是98.99-2×(14.61+17.18)=35.41cm。

由此可知，当炮孔间距为70×70cm时，爆破后，此区域可能存在岩石破碎块度粒径在6.42~35.41cm之间。

(2)物探验证

高密度电法可以较好地描述由于爆破施工进度导致的地下介质的电阻率变化，从而推测了解其施工质量的情况，实现对于爆破施工质量的监测，综合上述分析，整个工区内爆破效果良好。

由于跨孔测量距离成像目标较近，各种干扰较少，所以其视电阻率的观测和反演值比较接近真实电阻率，从而可以作为不同介质的标准数据库，为解释奠定基础。根据以上探测结果显示，爆破前后视电阻率差异很大，表明爆破效果良好。

(3)取芯验证

爆破后，对区间39个验证孔的最长芯样进行统计，表3为各取芯孔岩芯长度统计情况。

表2 不同长度芯样所占比例

类别	各孔最长芯样长度 (cm)			
	≤10	11~20	21~30	≥31
数量 (个)	11	19	8	1
所占比例	28.2%	48.7%	20.5%	2.6%

从表2中可以看出，爆破后，就各取芯孔的最长芯样长度而言，48.7%的长度范围在10~20cm之间，97.4%的芯样长度在30cm以内，爆破效果较好。

2.2注浆效果检验

(1)取芯验证

通过对检查孔取芯率、岩芯的完整性及岩芯强度等指标进行综合分析，判定注浆效果，检查孔数量一般为注浆孔数量的5%~10%且不少于3个，注浆要求越高，检查孔数量应越多。取芯检查注浆效果虽有“一孔之见，以偏概全”的缺点，但对注浆效果的评价仍具有一定的参考意义。注浆设计取芯孔67个(按设计注浆孔数量的7%考虑)，实际取芯10个。

从岩芯情况来看，注浆后浆液大部分分布在浅层，即地表以下6~8m范围内，8m以下很少见到浆液分布，实际设计的注浆加固深度为地表下10m~22m(隧道圆心下约1.5m)，且原爆破后的基岩碎石未能被浆液胶结。虽在取芯过程中，由于钻孔冲洗液的影响，会导致芯样与实际有所差别，但芯样整体情况表明浅层(地表下0~8m)注浆效果要比深层(地表下8~22m)好，深层的注浆还有待加强。

(2)物探验证

综上所述，在同时考虑注浆施工的整个过程和实际各孔注浆浆量、注浆压力的前提下，通过对现有数据及资料的分析，结合物探检验成果，认为注浆效果相对较差的区域主要为：

ZCK7+695~+705(A区)、ZCK7+710~+715(B区)、ZCK7+725~+740(C区)；YCK7+689~+715(A、B区)，YCK7+735~+755(D区)。总体而言，两侧的注浆效果要好于中间区域，浅层(地表下0~8m)的要好于深层(地表下8~22m)。

注浆评价标准及实际探测结果如表3所示。

表3 注浆效果评价

解译标准	里程	实测值	注浆效果
电阻率差值>2.5Ω·m 或横波速度>350m/s	ZCK7+710~ZCK7+736	电阻率差值>2.5Ω·m	较好
	YCK7+689~YCK7+700	电阻率差值>3Ω·m	
	YCK7+715~YCK7+740	电阻率差值>2.5Ω·m	
电阻率差值1~2.5Ω·m 或横波速度300~350m/s	ZCK7+690~ZCK7+710	电阻率差值1~1.5Ω·m	一般
	ZCK7+736~ZCK7+754	电阻率差值1~1.5Ω·m	
电阻率差值<1Ω·m 或横波速度<300m/s	ZCK7+754~ZCK7+762	横波速度<300m/s	较差
	YCK7+700~YCK7+715	横波速度<300m/s	
	YCK7+740~YCK7+758	横波速度<280m/s	

3 盾构过孤石爆破区域掘进参数分析及孤石洞内处理方法研究

3.1盾构过孤石爆破地段与正常地段掘进参数对比分析

选取了东莞地铁R2线西平站~蛤地站区间左线具有典型孤石爆破预处理区域作为分析对象。区间ZDK18+880~884为孤石分布位置，因此将孤石所在里程处的829~834环，作为孤石爆破处理区域。为便于分析，将盾构到达孤石爆破预处理区域前的20m(815~828环)正常地段与孤石爆破区域进行对比。

(1)正常地段和孤石爆破预处理地段盾构掘进速度对比。

(2)正常地段和孤石爆破预处理地段刀盘扭矩对比。

(3)正常地段和孤石爆破预处理地段刀盘总推力对比。

(4)正常地段和孤石爆破预处理地段土仓压力对比。

(5)正常地段和孤石爆破预处理地段刀盘转速对比。

3.2盾构过类似孤石爆破预处理地段掘进参数选择及关键技术

通过现场跟踪记录及回归分析，总结出针对东莞地铁R2线盾构过孤石爆破预处理区域掘进参数的合理范围。

表4 孤石预处理地段盾构掘进参数合理选择范围

类别	推力 F	刀盘转速 n	掘进速度 v	刀盘扭矩 T	土仓压力
单位	10KN	rpm	mm/min	KN.m	bar
范围	900~1000	1.4~1.6	15~25	800~1000	1.0~1.3

4 案例分析——深圳地铁 11 号线车红区间

遇到的问题及处理措施：

(1)右线上穿一号线段遇到孤石施工关键技术

工程区间隧道从既有运营一号线上方斜交通过，左线隧道穿越长度约83m，右线隧道上穿长度约68m，盾构开挖面距一号线结构实际净距仅1.36m。

出现孤石的恰好位于既有有线隧道的上方，为了不在既有线上长时间停机，经研究采取以下措施：

①掘进时密切关注刀盘扭矩情况，推进时扭矩不大于600KN.m，当扭矩波动至800 KN.m时，立即停止推进，停止刀盘转动，进行换向。

②刀盘转速控制在1.0r/min以内；放慢掘进速度，控制在15mm/min以内。依据掘进速度及刀盘扭矩选择适宜的总推力，总推力不大于2000T。

③采用半敞开模式，即在土仓内保留1/2~2/3的渣土，在土仓内注入空气及泡沫保持气压维持土仓压力，在隧道埋深计算的土压力的基础上提高0.2bar的土仓压力，即顶部土仓压力设定为1.2bar左右。

④铰接压力不能持续上涨，最大铰接压力不能超过300bar。螺旋输送机最大压力设定为100bar，掘进时，密切关注螺旋输送机压力，压力超限时，立即停止转动，进行反转，防止土仓内孤石住螺旋输送机。

⑤同步注浆：管片背后注浆遵循“同步注入，快速凝结，信息反馈，适

探讨城市规划中生态城市规划设计

王崇

阜新市规划设计研究院

DOI:10.32629/bd.v3i10.2785

[摘要] 随着城市建设的不断发展和工业化水平的不断提高,环境污染日益严重,制约了城市建设的可持续发展。在此基础上,介绍了生态城市规划的现状以及生态城市规划在城市规划建设中的原则。其主要内容是简要分析城市规划建设中生态城市规划的要求和策略。

[关键词] 城市规划;生态城市规划;规划;设计

城市规划中的生态城市规划涉及城市人类活动以及城市气候,生物学,新陈代谢,迁移和污染。为了充分发挥生态城市规划的作用,下面讨论了生态城市规划在城市规划建设中的要求和策略。

1 城市规划建设中的生态城市规划现状分析

生态规划在城市规划建设中的现状具有以下主要特点:(1)忽视环境保护。当前,中国的城市规划建设对城市生态环境影响很大。尽管该国也颁布了相关法律法规,但这些法律法规实际上只是正式的且难以实施。(2)缺乏长期性。首先,城市基础设施规划落后于经济增长。第二,生态环境规划不能满足社会发展的需要。第三,没有科学有效的分区计划,使整个城市的结构,土地利用的平衡,资源的分配等处于模棱两可的状态。(3)当地特征不明确。一些城市规划没有结合该地区的人文,历史,地理和景观,而是热切地从事外交事务,花费大量精力,并在高海拔地区进行大规模规划;自己的经济能力和自己的社会发展。组合的。规划利用了生态环境以及其他好处和功能,但它基于政治成就,预防思想和本地化的本地化思想

当补充”的原则。每环注浆量6.8~8.2m³,注浆压力2~4bar,浆液初凝时间控制在3~5h。

通过采取以上措施,经过五天的掘进,顺利并安全通过YDK5+398.2—YDK5+387.7共10.5m的连续孤石群,既有运营一号线结构沉降控制在4mm以内,未影响其正常运营。

(2)左右线下穿地铁一号线遇到孤石施工关键技术

右线1940环发现孤石右线1964环发现孤石右线1984环发现孤石左线1955环遇到的孤石。

处理措施:

①刀盘转速控制在1.2~1.5r/min以内,放慢掘进速度,控制在10mm/min以内。

②掘进时密切关注刀盘扭矩情况,推进时扭矩控制600~1000KN.m,当扭矩波动至1000KN.m时,立即减少推力,降低速度;若扭矩仍然很大,应停止刀盘转动,进行换向。

③掘进时,密切关注螺旋输送机压力,降低螺最大压力为100bar,压力超限时,立即停止转动,进行反转,大块孤石住螺旋输送机。

④因掘进速度慢,应严格控制出渣量,根据油缸行程控制出渣量,对出渣量进行动态控制,防止渣土的多出少出。

⑤为控制地铁一号线结构沉降,根据自动化监测情况,增大注浆压力,增加注浆量,做到信息化施工,并在从盾尾第五环开始及时进行二次注浆。

5 研究成果

以深圳地铁11号线为背景,针对盾构区间孤石爆破预处理引起的周边地层扰动的问题开展工作。主要采用了综合研究方法,即:理论研究、现场测试等手段相结合的方法,将研究成果相互印证,获得的主要技术成果如下:

和目标。结果,出现了城市设施模型不完整的现象。

2 城市规划建设中的生态城市规划原则及其主要内容

2.1 城市规划和建设中的生态城市主义原则

主要表现为:(1)可持续发展原则。首先,建立生态城市必须尊重自然,考虑自然,考虑环境的承载能力,开展节能,可再生和可持续的生产活动。并根据当前情况设计方案。符合当地条件。其次,建设生态城市必须建立在物质发展的基础上,符合社会的利益,促进社会发展,改善居民的生活质量。它强调人文价值的人文关怀,并强调文化的传承。(2)特征原理。如果规划生态城市的概念与该地区的实际情况相关联,那么规划生态城市只能产生预期的结果。生态城市的规划不能盲目模仿他人的成果。有必要设计一个与该地区的地理和人类状况相适应的计划。(3)协调原则。在该计划中,协调了社会,经济和自然方面之间的关系,并促进了它们之间的高速通信。这是规划的目的和难点,在生态规划中做得很好。这项工作可以做得很好。

5.1 爆破引起的松动围岩预处理技术

注浆孔平面布置间距为1m,竖向加固范围为隧道底板下1m及顶板上5m。通过现场试验调整,浆液配比:单液浆配比W:C=0.6~1:1;双液浆W:C=0.8~1:1,C:S=1:1,水玻璃浓度35Be',注浆压力控制在1.5~2.0Mpa。经现场注浆后,通过现场地表沉降测试分析,以及后续盾构掘进通过加固区域,实践证明扰动土体加固效果明显,满足了工程的需要。

5.2 孤石破碎及注浆效果检验

(1) 孤石爆破破碎块度理论计算

理论上,对现有爆破设计条件下,相邻两炮孔之间的爆破块度进行计算。结果表明:当炮孔间距为70×70cm时,爆破后,此区域可能存在岩石破碎粒径在6.42~35.41cm之间。

(2) 取芯验证

就各取芯孔的最长芯样长度而言,48.7%的长度范围在10~20cm之间,97.4%的芯样长度在30cm以内,爆破效果较好,满足盾构顺利通过的要求。

(3) 物探验证

采用高密度电法、跨孔电阻率层析成像、多道面波分析技术、三维视电阻率立体成像等相结合的方法,对孤石破碎效果及注浆效果进行检验,其结果与取芯验证相吻合。

[参考文献]

- [1]张凤祥,朱合华.盾构隧道[M].北京:人民交通出版社,2004:822-832.
- [2]周文波编著.盾构法隧道施工技术及应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2004:89-105.
- [3]地盘工学会,牛清山,陈凤英,等.盾构法的调查设计施工[M].北京:中国建筑工业出版社,2008:117-124.

2.2 生态城市主义在城市规划和建设中的内容

它主要包括: (1) 城市住房规划。为了保护人们的生活环境, 有必要突出人们在城市生态系统中的主要地位, 强调社区的生态建设, 创造和谐的生活环境。首先, 根据生态经济原则和绿色GDP的要求, 实现生态工业设计, 并在尊重生态系统承载力的基础上建设生态友好, 资源友好的绿色产业。其次, 利用节水技术, 节能技术, 太阳能技术, 自然透明技术, 环保技术设计绿色建筑, 环境, 增加了人类住区的适应性; 还必须突出历史和文化遗产, 充分探索城市的自然和人力资源, 以满足城市文化和人类住区的需求。(2) 区域城市规划。首先, 空间规划应全面研究土地利用与环境之间的关系, 完善土地利用与规划体系。其次, 在水资源规划中, 充分考虑该地区水资源的循环利用, 创造亲水的城市空间并开发节水技术。保护饮用水源, 建立有效的城市废水处理系统, 保护水生生物多样性; 第三, 计划能源, 减少排放, 推广绿色建筑, 充分利用自然能源, 风能和水力, 开发绿色材料, 减少能源消耗和排放。四是交通规划, 开发电动汽车和氢能汽车, 控制城市燃料汽车的通行, 提高交通规划作业的效率。第五, 开展绿地规划设计, 扩大城市绿地系统覆盖范围和人均绿地面积。

3 城市规划建设中的生态城市规划要求

生态城市化在城市规划建设中的要求主要包括以下几个方面: (1) 社会绿化。生态城市规划要求人们具有自觉的生态意识和环境价值。全社会都倡导和遵守生态文明。消费方式已日益生态化, 可持续消费的概念已成为一种自觉行为, 一种人类的身心健康, 其全面发展, 完善的法律法规体系, 有效的社会管理和调整。自动化, 社会保障体系和服务体系健全, 服务能力全面, 人口结构优化, 城乡交通便捷。(2) 经济绿化。生态城市规划中的经济增长不仅要关注增长量, 而且还要不断提高质量, 提高资源再生水平和整体利用水平。全面实施生态农业, 实施清洁产品的工业生产, 改进生产设计, 使用清洁能源以减少所有原材料, 技术和设备的污染先进, 改进的管理和维护, 整体使用及其他产品和服务, 改善了资源的使用, 减少或消除了人类健康危害环境, 能源的生产和消费结构可再生清洁能源已成为能源结构的主体: 大规模推广生态运输方式, 生态旅游方式和生态安置方式。(3) 生态环境。生态城市规划必须以自然保护为基础, 并与环境的承载能力, 对生物多样性及其生物环境的最大保护, 对自然环境及其保护的协调。进化过程, 良好的景观和区域生态系统, 合理利用根据当地条件, 根据当地条件确定植被覆盖率, 树木, 灌溉和植被的合理组成和结构, 大气环境和水生环境符合《自然环境标准》。

4 城市规划建设中的生态城市规划策略分析

规划城市的城市规划和建设规划策略主要体现在: (1) 科学发展生态城市规划方案。科学制定城市规划方案是加强城市发展的重要手段。鉴于生态环境在城市建设中的重要性, 在新时代背景下规划城市规划时, 应制定合理的生态城市规划, 以保护环境。这不仅包括经济总量的增长和生态经济的发展, 还包括自然生态环境和环境质量的改善。换句话说, 在现代城

市规划过程中, 我们必须始终考虑经济, 社会和环境的三个要素, 以便这三个要素能够协调和促进城市的可持续发展城市。(2) 城市生态居住区规划策略分析。城市居民区的生态规划首先必须保证城市基础设施的状况, 包括城市交通, 通讯, 能源, 供水, 能源供应, 信息网络以及环境保护。基础设施规划周密, 从根本上保证了人民的生活水平。城市居住区的生态规划要以生态学原理为基础, 将绿色建筑与城市基础设施建设相结合, 以满足城市居民的基本需求, 促进生态系统的健康发展。在设计城市居住区时, 有必要以城市的实际地理特征和生态环境为出发点, 并在考虑当地特征的情况下设计居住区。加强居住区绿化, 创建集中居住区的绿化区, 提高居住区绿化率。对于某些城市, 有必要通过加强一些经济发达的城市经济来促进其他城市的工业化和计算机化。此外, 我们必须重视生态安全设施的建设和完善, 节约能源, 减少排放, 加强废水处理, 修复生态区的生态环境。并保证周围山区和河流的生态功能。(3) 《绿色城市环境规划战略》。生态城市规划应充分利用自然生态基础, 既可以保护环境, 又可以节约资源, 减少不必要的浪费。在使用自然资源时, 我们必须首先保护自然资源, 保护自然环境不受城市原始生态的影响, 针对当地环境进行规划, 并采取使自然环境最大化的策略。保护原始的生态环境。其次, 需要在保护和运用生态学原理和设计原理的基础上进行合理的管理和完善, 科学合理地改造原始生态环境, 从而更好地进行生态保护。在维护和保养的基础上服务于城市规划。提高生态价值。使用是提高绩效, 生态效率和共享自然资源的主要资产。因此, 有必要充分利用生态环境的设计, 充分利用牧场的绿化, 提高居住区的绿化率, 改善居民的居住环境。并提高生态环境的利用率。(4) 生态城市产业规划战略。生态城市的规划应充分考虑资源的保护和保存, 加强对不可再生资源的保护, 限制其使用, 节约可再生资源。科学合理地促进生产活动的各个方面, 加快自然, 社会和人际关系的流动, 循环利用资源, 减少能源消耗, 减少污染物排放, 并集中精力。

5 结束语

综上所述, 随着低碳环保概念的深入, 城市规划建设越来越重视科学与生态。科学的规划方法。目的是促进社会发展, 环境保护和经济增长的协调发展。有必要在城市规划和建设中加强对城市规划要求和战略的分析。

【参考文献】

- [1] 张剑. 关于生态城市规划设计的相关问题探讨[J]. 居业, 2017(09):69-70.
- [2] 黎静. 对于城市规划设计中生态城市规划的研究[J]. 江西建材, 2017(9):41-43.
- [3] 李丹. 生态城市理念下的城市规划要点探析[J]. 住宅与房地产, 2017(05):230.
- [4] 李宏飞. 城市规划设计中生态城市规划[J]. 科学技术创新, 2018(03):111-112.