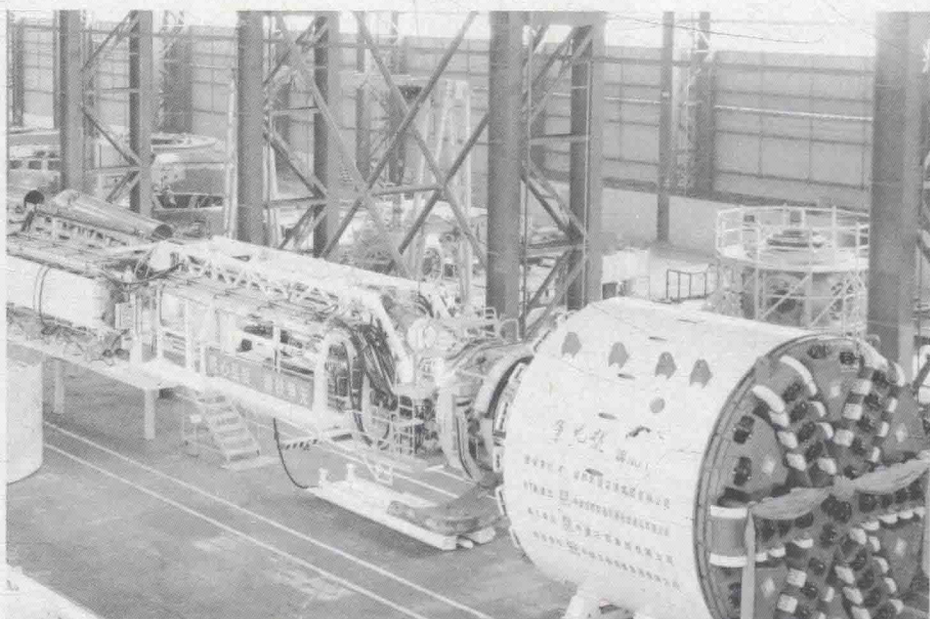


城市轨道交通 盾构隧道关键工序施工指南

本书编委会◎编著

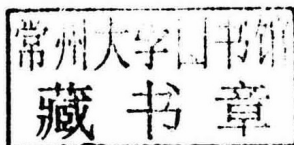
Construction Guide for Key Processes of
Transit Shield Tunnel in Urban Rail



中国建筑工业出版社

城市轨道交通盾构隧道 关键工序施工指南

本书编委会 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通盾构隧道关键工序施工指南/《城市轨道交通盾构隧道关键工序施工指南》编委会编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2019. 3

ISBN 978-7-112-23126-3

I. ①城… II. ①城… III. ①城市铁路-轨道交通-隧道施工-盾构法-指南 IV. ① U239.5-62 ② U455.43-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 295967 号

本书以盾构施工过程为主线, 对 19 项盾构施工关键工序进行了详细介绍, 内容涵盖了地质补充勘探、地层加固、盾构设备使用与管理、管片生产与使用、隧道掘进施工等多个方面的盾构施工知识。全书图表丰富、内容容易理解, 对盾构施工作业具有很好的借鉴作用。

本书可为我国城市轨道交通盾构施工管理人员、技术人员、作业人员提供参考和借鉴, 也可作为高专院校师生的参考资料。

责任编辑: 司 汉 李 阳 孙书妍

责任校对: 党 蕾

城市轨道交通盾构隧道关键工序施工指南

本书编委会 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 367 千字

2019 年 3 月第一版 2019 年 3 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-23126-3

(33209)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

主任：杨庭友

副主任：余仁国

编委（按姓氏笔画排列）：

马重刚	王旭	王金胜	龙宇	田桂青	曲贵阳
任志平	刘刚	孙厚强	杜飞	李刚	李明军
李鹰宇	杨加勇	杨向华	肖正东	何凯罡	张浩
张能	张利平	陈双	林涛	赵阶勇	段军朝
高展	高显江	郭程鹏	彭忠国	董天鸿	程景栋
谢成	蔡友刚	颜学芬			

主编：程景栋 段军朝 谢成

副主编：任志平 杨向华 马重刚

主审：赵阶勇 董天鸿

前 言

随着城市化进程加快发展、城镇化建设不断推进，城市交通运输压力急剧增加，而建设快速高效的城市轨道交通是目前缓解交通、解决拥堵的主要途径，也是拉动经济、促进发展的一大动力，具备条件的大中城市均积极组织规划筹建。目前全国已有 30 多个城市正在进行城市轨道交通工程建设，运营里程和在建里程逐年持续增加，其规模稳居世界第一。

与此同时，城市轨道交通工程施工从业人员不断增加，而施工人员的专业知识和技能水平对工程质量和施工安全有着决定性的作用。要不断提升工程质量，保障施工安全，提高施工标准化水平，就需要不断强化现场管理人员及作业人员的专业技能，不断规范施工人员的作业行为。盾构法作为城市轨道交通区间工程施工的主要施工方法，对作业人员的专业性要求相对较高，本书依据现行国家规范、标准及相关专业参考文献、资料，结合实际地铁工程盾构施工现场情况，以盾构施工过程为主线，对盾构隧道区间地质补充勘察、洞门钢环安装、始发和到达端头地基加固、始发台座安装、始发反力架安装、盾构机下井组装与调试、负环管片安装与拆除、盾构机始发、盾构机接收、盾构机解体与吊装、盾构机带压作业、常压刀具更换、施工测量、盾构机维修保养管理、管片生产、管片成品检验与维护、管片选型与拼装、同步注浆、二次注浆共计 19 项盾构施工关键工序进行了详细介绍，内容涵盖了地质补勘、地层加固、盾构设备使用与管理、管片生产与使用、隧道掘进施工等多个方面，图表丰富、内容容易理解，数据真实、可供参考，对盾构施工现场作业具有很好的借鉴和指导作用。

本书在编写过程中，得到了中建三局集团有限公司、中建三局基础设施建投投资有限公司、中建三局集团有限公司成都分公司、中建铁投轨道交通有限公司等单位专家的大力支持与帮助，在此一并表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，在编写过程中难免有不妥和疏漏之处，敬请广大读者批评、指正。

目 录

1 盾构隧道区间地质补充勘察	1
1.1 地质补勘孔设计原则与技术要求	2
1.2 地质补充勘探方法	2
1.3 地质补充勘探成果	5
1.4 勘探设备	7
1.5 质量控制措施	7
1.6 安全管理要求	7
2 盾构隧道洞门钢环安装	8
2.1 施工准备	9
2.2 主要施工工艺、方法与技术措施	11
2.3 质量控制标准与控制要点	17
2.4 安全管理要求	18
3 盾构机始发和到达端头地基加固	19
3.1 端头加固方案设计	20
3.2 主要施工工艺、方法与技术措施	21
3.3 加固效果检验	32
4 盾构机始发台座安装	35
4.1 施工准备	36
4.2 主要施工工艺、方法与技术措施	38
4.3 质量控制要点	38
4.4 安全管理要求	39
5 盾构机始发反力架安装	40
5.1 施工准备	41
5.2 主要施工工艺、方法与技术措施	42
5.3 质量控制标准与控制要点	44
5.4 安全管理要求	44
6 盾构机下井组装与调试	46
6.1 施工准备	47
6.2 主要施工工艺、方法与技术措施	49
6.3 质量控制	56
6.4 安全管理要求	57
7 盾构隧道负环管片安装与拆除	59

7.1	施工人员与设备配置	60
7.2	负环安装主要施工工艺、方法与技术措施	61
7.3	负环拆除主要施工工艺、方法与技术措施	66
7.4	质量控制标准与控制要点	73
7.5	安全管理要求	73
8	盾构机始发	75
8.1	施工准备	76
8.2	主要施工工艺、方法与技术措施	77
8.3	施工中常见问题及处理方法	84
8.4	质量控制要点	85
8.5	应急预案	85
8.6	安全管理要求	85
9	盾构机接收	87
9.1	施工准备	88
9.2	主要施工工艺、方法与技术措施	88
9.3	盾构接收常见险情及应对措施	94
9.4	施工其他注意事项	95
10	盾构机解体与吊装	96
10.1	施工准备	97
10.2	主要施工工艺、方法与技术措施	98
10.3	质量控制要点及检验	109
10.4	安全管理要求	109
11	盾构机带压作业	111
11.1	施工准备	112
11.2	压气作业适应的相关条件	118
11.3	压气系统	118
11.4	主要施工工艺、方法与技术措施	119
11.5	施工中常见问题及处理方法	123
11.6	压气作业安全保障措施	124
12	盾构机常压刀具更换	127
12.1	施工准备	128
12.2	主要施工工艺、方法与技术措施	130
12.3	换刀资料的整理	136
12.4	其他注意事项	137
12.5	安全管理要求及保障措施	138
13	盾构隧道施工测量	141
13.1	施工准备	142
13.2	主要施工工艺、方法与技术措施	143
13.3	质量控制标准与控制要点	161

13.4 安全及环境保护管理要求	162
14 盾构机维修保养管理	163
14.1 盾构机维修保养	164
14.2 盾构设备常见故障处理	171
14.3 盾构机的存放	173
14.4 盾构机项目维修与技术改造	173
15 盾构隧道管片生产	174
15.1 施工准备	175
15.2 主要施工工艺、方法与技术措施	176
15.3 质量控制标准与控制要点	187
15.4 安全管理要求	187
16 盾构隧道管片成品检验与维护	189
16.1 施工准备	190
16.2 管片成品检验	190
16.3 质量控制要点	196
16.4 安全管理要求	197
17 盾构隧道管片选型与拼装	198
17.1 施工准备	199
17.2 主要施工工艺、方法与技术措施	199
17.3 施工中常见问题及处理方法	205
17.4 生产效率	206
17.5 质量控制标准与控制要点	206
17.6 安全管理要求	207
18 盾构隧道同步注浆	208
18.1 施工准备	209
18.2 主要施工工艺、方法与技术措施	209
18.3 施工中常见问题及处理方法	213
18.4 质量控制要点	214
18.5 安全管理要求	214
19 盾构隧道二次注浆	216
19.1 施工准备	217
19.2 主要施工工艺、方法与技术措施	219
19.3 施工中常见问题及处理方法	224
19.4 质量控制标准与控制要点	224
19.5 安全管理要求	225
附录 引用标准名录	226
参考文献	228

盾构隧道区间地质补充勘察

【施工目的】

为了进一步查明盾构隧道区间沿线地质情况，施工前应对地质资料进一步核对，并进行地质补充钻探和物探等工作，给盾构机设备选型、盾构隧道施工安全、盾构机顺利掘进施工和采取相应技术措施提供可靠的依据。

【施工依据】

1. 设计单位提供的盾构区间工程施工设计图纸、勘察单位提供的盾构区间详细勘察报告以及业主单位提供的沿线调查等资料。

2. 《岩土工程勘察规范》GB 50021—2001、《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307—2012、《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T 50299—2018、《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446—2017 等国家现行施工及验收规范、质量技术标准。

1.1 地质补勘孔设计原则与技术要求

1.1.1 布孔原则

1. 地质补勘孔的布置应考虑在以下地段布孔：(1) 沿线岩土分层界线起伏变化超过 5m（尤其在隧道洞身范围内）；(2) 可能含有承压水地段，盾构始发端、到达端位置和联络通道位置；(3) 基岩上浮地段原勘探孔距超过 10m 的地段；(4) 原勘探孔距超过 50m 的，地层有一定变化的地段；(5) 部分钻孔没有穿过隧道底板的地段；(6) 计划作为更换刀具的位置；(7) 通过重要建（构）筑物地段以及需要桩基处理位置；(8) 可能存在孤石地段；(9) 可能存在土洞、溶洞等地段以及其他有必要地段等。

2. 在条件允许的情况下，补勘孔位置可布设在线路中心；而一般情况下，补勘孔位置不能布设在线路中心，应在隧道的左右两侧各布设 1 个补勘孔。

3. 在孤石地段，应尽量确保每条隧道纵向在 5m 范围内设置一个补勘孔，并在隧道外侧适当增设补勘孔，必要时应间隔 1~2m 布孔以探明孤石的具体位置和范围。

4. 在土洞、溶洞地段，钻孔应如下布置：平行隧道方向布置 5 列钻孔，分别在距离左右线隧道外侧 3m 处、区间隧道中线上和左右线区间隧道中间位置，每一列钻孔的孔距约为 5m，钻孔基本成矩形布置。在探到有溶洞（需要处理的）的钻孔周围时，按照纵、横间距 2m 再次布置钻孔。钻到有溶洞的钻孔要求加深，应钻穿溶洞至底下 2~3m。此外，在土洞、溶洞地段，还应辅以地质雷达、电磁波深孔 CT 探测等物理探测方法进行辅助探测。

1.1.2 技术要求

1. 进一步查明工程范围内岩土层的类型、深度、分布、物理力学性质，分析和评价地层的稳定性、均匀性等。

2. 查明原勘察中未查明的不良地质现象的特征和分布。

3. 查明不良地质现象对盾构施工有无直接危害和潜在威胁，划分对盾构施工有利、不利和危险的地段，并对地层进行综合工程地质评价。

4. 探明地下水埋藏条件、类型、水质的侵蚀性和地下水变化幅度等。

5. 提供钻孔平面布置图、工程地质剖面图、地质柱状图、试验成果表等成果资料。

1.2 地质补充勘探方法

一般情况下，补充勘探采用地质钻探的方法；特殊情况下可采用地质雷达探测、高密度电阻率法、电磁波深孔 CT 法等勘探方法。

1.2.1 地质钻探

地质钻探是地表下用钻头钻进地层的勘探方法。通过地质钻探能够鉴别钻进地层岩土性质，确定其埋藏深度与厚度；能够采取符合质量要求的试样；能够查明钻进深度范围内

地下水的赋存情况等。

1. 钻探点位测放

钻探点采用全站仪测放。钻探点位应设置有编号的标志桩，开钻之前应按设计要求核对桩号及其实地位置，两者必须符合。因障碍改变钻探点位时，应将实际钻探位置及时标明在平面图上，注明与原桩位的偏差距离、方位和地面高差，必要时重新测定点位。

2. 钻孔

钻孔口径应根据钻探目的和钻进工艺确定。采取原状土样的钻孔，口径不得小于91mm；仅需鉴别地层的钻孔，口径不宜小于36mm；在湿陷性黄土中，钻孔口径不宜小于150mm。

对要求鉴别地层和取样的钻孔，均应采用回转方式钻进，取得岩土样品。遇到卵石、漂石、碎石、块石等类地层不适用于回转钻进时，可改用振动回转方式钻进。钻进岩层宜采用金刚石钻头。对软质岩石及风化破碎岩石应采用双层岩芯管钻头钻进。在湿陷性黄土中应采用螺旋钻头钻进，亦可采用薄壁钻头锤击钻进。

3. 钻孔回填

钻孔完工后，采用普通混凝土水泥浆注浆封孔，并将地面补平以恢复原貌。所有钻孔必须回填密实（在隧道结构范围内的孔位应特别注意封堵），以避免盾构机掘进通过本段线路时同步注浆、二次注浆从钻孔中喷出。

1.2.2 地质雷达探测

地质雷达方法是通过发射天线向地下发射高频电磁波，通过接收天线接收反射回地面的电磁波，电磁波在地下介质中传播时遇到存在电性差异的界面时发生反射，根据接收到电磁波的波形、振幅强度和时间的变化特征推断地下介质的空间位置、结构、形态和埋藏深度的一种探测方法。地质雷达可用来划分地层、查明断层破碎带、滑坡面、岩溶、土洞、孤石，是一种比较先进的勘探方法。

1. 地质雷达的工作原理

地质雷达的探测原理（图 1-1）与探空雷达相似，地质雷达是用一对天线进行工作的。由地面通过发射天线向地下发射一定主频的电磁脉冲波，电磁脉冲波在地层介质中传播时，当遇到地下地质体或介质分界面时发生波的反射和透射。被反射的电磁波返回地面，被放置在地表的接收天线接收，电脑接收从接收天线经电路和光缆传回的地下反射波信息（到达时间、相位、振幅、波长等）并记录下来，再通过信号叠加放大、滤波降噪、图像合成等数据加工处理手段，形成地下剖面的扫描图像。由于电磁波在介质中传播时，其路径、电磁波场强度以及波形将随所通过介质的电磁特性及其几何形态而发生变化。因此，根据接收到的电磁波特征，即波的旅行时间、幅度、频率和波形等，通过雷达图像的处理和分析，可确定地下界面或目标体的空间位置或结构特征。

2. 操作步骤

（1）组装设备。根据探测地层的埋深选用合适的天线（盾构地质补勘一般采用100MHz加强天线），将选定好的发射天线、接收天线、电缆与控制器连接在一起。

（2）数据采集。地质雷达组装完成后，依次配置好地质雷达的天线参数、采集参数。之后由1~2人在探测区域匀速、均衡移动雷达天线，进入数据采集步骤。数据采集完成

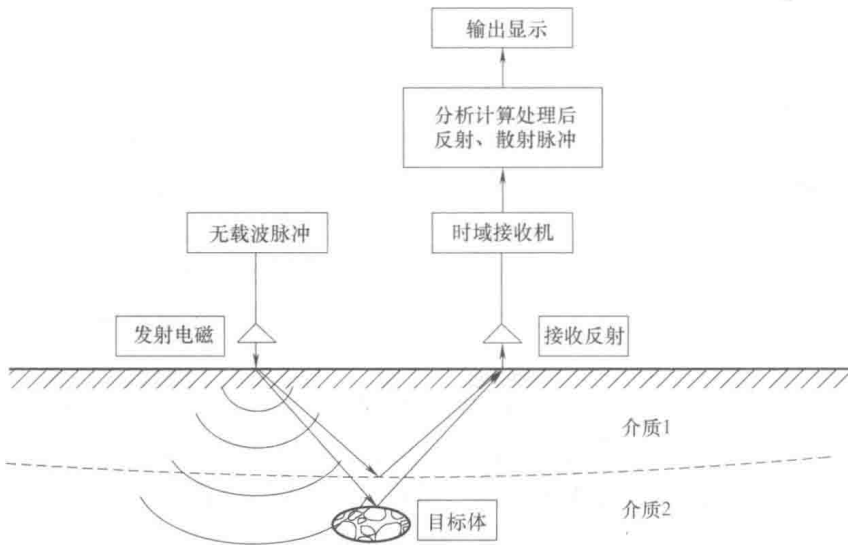


图 1-1 地质雷达工作原理示意图

后，关闭电源，拆卸电缆和天线。

(3) 数据分析。数据采集完成后，对雷达图像进行分析，从而对地层进行划分，查明地层中是否含有岩溶、土洞、孤石。

1.2.3 室内试验

室内试验是将现场勘探所取的岩石或土试样经封装后运至试验室进行拟定项目的试验，以揭示岩土的特性，进行分类定名和土层划分的一种试验方法。

1. 室内土工试验

(1) 含水量与密度

含水量与密度是土的两个最基本的物理指标。含水量采用烘干法、酒精燃烧法等方法测量；密度采用环刀法、蜡封法测量；土粒相对密度采用比重瓶法、浮称法、虹吸筒法等方法测量。土的其他物理指标（如土的密度、孔隙比、干密度、饱和密度、饱和度等）均可由上述实测指标计算得出。

(2) 液限与塑限

液限与塑限综合反映土的颗粒组成、矿物成分及土水相互作用。液限测定常用锥式液限仪测定，塑限则由搓条法测定。进一步计算得到土的塑性指数及液性指数。

(3) 土的变形

土的变形指标主要包含土的压缩系数、压缩指数、压缩模量及土的固结系数。土的压缩系数、压缩指数及压缩模量由室内压缩-固结试验可以得到，土的固结系数常用试验方法有时间平方根法和时间对数法。

(4) 土的抗剪强度计算指标

三轴压缩试验中的不固结不排水试验可以得出土的抗剪强度指标。

(5) 土的动力性质参数

土的动力性质试验的方法通常有动直剪试验、动三轴试验、共振柱试验。动三轴试验除了可以测定土的动弹性模量、动阻尼比和动强度参数，还可测定饱和砂土的抗液化强

度。共振柱试验是根据共振原理在一个圆柱形试样中进行振动,以测求试样的动剪切性模量和阻尼比等参数。

(6) 标准贯入试验

标准贯入试验是用 63.5kg 的穿心锤,自 76cm 的高度自由落下,将长度 51cm、外径 5.1cm、内径 3.49cm 的对标准贯入器击入土中 30cm 所需的锤击数,称为标准贯入击数。

(7) 其他

土的室内试验还可完成一系列特殊性的试验工作,如:黄土的湿陷试验、膨胀土的自由膨胀率和膨胀力测定以及酸碱度、可溶盐、有机质含量等试验。

2. 室内岩石试验

(1) 含水量与密度

岩石的含水量、密度、颗粒相对密度的测定与土的试验的基本要点是相同的。上述三个指标是实测指标,其他物理指标可计算导出。

(2) 单轴抗压强度

单轴抗压强度试验是岩石最主要的室内试验项目之一。通常取高度 100mm、直径 50mm 的圆柱形岩样在压力机上压至破坏,所得强度即单轴抗压强度。

在单轴抗压试验过程中,若测量试件的纵向变形 ϵ_x 与横向变形 ϵ_y ,绘制应力与应变关系曲线 ($\sigma \sim \epsilon$ 曲线),还可求得岩石的变形参数-弹性模量 E 及泊松比 μ 。

(3) 抗剪强度试验

岩石的抗剪强度试验包括直剪试验、三轴试验。岩石的直剪试验与土的直剪试验相同,同样根据库伦表达式来确定岩石的抗剪强度参数。能加工成规则试样的岩石可采用三轴试验,其试验方法与土的三轴试验基本相同。

(4) 抗拉试验

岩石的抗拉试验一般不采用直接施加拉应力的方法,通常是在一圆柱形试件的直径方向施加线性荷载,将试件沿直径方向压坏,根据弹性理论公式计算抗拉强度。

1.3 地质补充勘探成果

1.3.1 钻探现场记录

1. 钻探记录应在钻探进行过程中同时完成,记录内容应包括岩土描述及钻进过程两部分。

2. 钻探现场记录应按钻进回次逐项填写。在每个回次中发现变层时,应分行填写,不得将若干回次,或若干层合并一行记录。现场记录不得誊录转抄,误写之处可以划去,在旁边作更正,不得在原处涂抹修改。

3. 各类地层的描述内容应符合下列要求:

(1) 碎石土:颗粒级配,粗颗粒形状、母岩成分、风化程度和起骨架作用状况,充填物的性质、湿度、充填程度,密实度,层理特征。

(2) 砂土:颜色,颗粒级配,颗粒形状和矿物组成,黏性土含量,湿度,密实度,层理特征。

(3) 粉土：颜色，颗粒级配，包含物，湿度，层理特征。

(4) 黏性土：颜色，状态，包含物，结构及层理特征。

(5) 岩石：颜色、主要矿物、结构、构造和风化程度。对沉积岩应描述颗粒大小、形状、胶结物成分和胶结程度；对岩浆岩和变质岩应描述矿物结晶大小和结晶程度；对岩体的描述应包括结构面、结构体特征和岩层厚度。

4. 岩土定名应符合现行岩土工程分类标准的规定。描述术语及记录符号均应符合国家现行有关标准的规定。鉴定描述以目测、手触方法为主，可辅以部分标准化、量化的方法或仪器。

5. 钻进过程的记录内容应包含：使用的钻进方法、钻具名称、规格、护壁方式等；钻进的难易程度、进尺速度、操作手感、钻进参数的变化情况；孔内缩径、回淤、地下水位或冲洗液位及其变化等；取样及原位测试的编号、深度位置、取样工具名称规格、原位测试类型及其结果；岩芯采取率、RQD值等；其余异常情况等等。

1.3.2 钻探成果

1. 钻探成果应包括：钻探现场记录、岩土芯样、钻孔的柱状图、钻探点坐标、高程数据等，详见表 1-1。

钻孔的柱状图表

表 1-1

钻孔柱状图											
勘察单位：						第__页 共__页					
工程名称						设计结构底板标高					
里程			钻孔编号			钻孔类别					
孔口标高			坐标			Y=	开工日期	稳定水位			
孔口直径						X=	竣工日期	初见水位			
地层 编号	时代 成因	层底 标高 (m)	层底 深度 (m)	分层厚 (m)	柱状图 1:200	岩土描述及 其特征		采取率 (%)	RQD (%)	取样	标贯 击数 (击)
编录				制图		审核		日期			

2. 为便于对现场记录进行检查核对或进一步编录，勘探点应按要求保存岩土芯样。土芯存放于土芯盒或塑料袋内，每一回次至少留一块土芯。岩芯应全部存放在芯盒内，顺序排列，统一编号。岩土芯样应保存到钻探工作检查验收为止，亦可在检查验收之后拍摄岩土芯样的彩色照片。

3. 提交的补勘报告中土工参数应包括：岩土分层厚度、埋深、空隙比、渗透系数、液性指数、塑性指数和天然重度，以及岩石强度、岩性判别和石英含量等参数。

4. 最终成果要将补勘资料融入已有的详勘图中，形成新的详勘地质图。

1.4 勘探设备

勘探所需设备主要有以下几种：

1. 用于工程地质钻探的工程钻机及配套设备。
2. 探测地下管网的地下管道检测仪。
3. 测放钻孔孔位及高程的相关测量仪器。
4. 根据情况需进行地质雷达探测的相关设备。
5. 拍摄岩土芯样照片的相机。
6. 其他一些室内试验相关设备。

1.5 质量控制措施

1. 地质补勘工作应在进场后即着手开始，在盾构设备选型前完成地质补勘并提交补勘资料。如果隧道中包含孤石地段、土洞或溶洞，应加密补勘，以便详细了解地质情况，方便后续的调线调坡或土洞、溶洞注浆施工等。

2. 补勘工作开始前应编制详细的地质补勘方案，施工前需进行补勘方案评审，在评审会上对以上因素仔细讨论，然后再予以实施。

3. 准确测量补勘点的高程和平面位置，以便与附近详勘点联系起来。

4. 地质钻探期间，应详细记录钻孔过程中的变化情况，做到勘测结果准确无误。

5. 地质钻探钻进中应保持孔内水头压力等于或大于孔周地下水压，提钻时应能通过钻头向孔底通气通水，防止孔底土层由于负压、管涌而受到扰动破坏。

6. 地质钻探钻进过程中各项深度数据均应丈量获取，累计测量允许误差为 $\pm 5\text{cm}$ 。

7. 取出的试样应及时塑封。在土样封存、运输、开封以及进行土工试验时，都应注意避免扰动。严防振动、日晒、雨淋和冻结。

8. 地质雷达扫描探测应尽量选在凌晨进行，以减少车辆、人流对探测的干扰。移动雷达天线时，宜匀速、均衡，以获得良好的反射信号。

1.6 安全管理要求

1. 补勘施工前，对进场工人及时进行安全教育。

2. 进入勘探现场必须戴好安全帽，从事粉尘作业人员应戴防尘口罩，不准赤脚、穿拖鞋和易滑鞋上班作业。

3. 要特别注意交通安全。占道施工时，必须办理好相关占道打围手续，围挡必须挂上醒目的安全标志牌，并派专人监护，以提醒过往人员。

4. 地质钻探期间，在进行降钻具、强拉、打吊锤等高危险操作时，必须在醒目位置做好安全标识标牌，并派出专人员进行监督，预防无关人员进入现场。为保证安全，钻机的外露转动部位必须装上安全罩。

2

盾构隧道洞门钢环安装

【施工目的】

盾构机始发与接收时，洞门密封是防止地层泥水和背衬注浆砂浆外泄的重要措施，因此洞门密封装置安装是否牢固是关系盾构机顺利始发、接收的重要因素。故明确盾构隧道洞门钢环安装施工作业工艺流程、操作要点和相应的工艺、质量标准，有利于指导、规范其安装施工作业。

【施工依据】

主要依据《盾构法隧道施工及验收规范》GB 50446—2017、《地下铁道工程施工质量验收标准》GB/T 50299—2018、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001等国家现行施工及验收规范、质量技术标准。

2.1 施工准备

2.1.1 技术准备

1. 从事焊接作业人员、起重机械作业人员、电工、钢结构施工人员等必须持证上岗。对所有施工人员进行岗前技术、安全培训，作业前进行技术交底。
2. 安装前对洞门中心标高、位置进行测量复核，确保钢环安装位置的准确性。

2.1.2 工程准备

1. 按工程结构图纸制作盾构钢环，钢环采用 25mm 厚的钢板制作而成，其内径为 $\phi 6500\text{mm}$ （适用于盾构直径 $\phi 6250\text{mm}$ ，洞门钢环大样图如图 2-1 所示），其制作要求如下：

- (1) 环板内径允差 $+5\sim 10\text{mm}$ 。
- (2) 环板宽度允差 $0\sim +3\text{mm}$ 。
- (3) 整个平面不平整度 $\pm 5\text{mm}$ 。
- (4) 环板螺孔沿环向间隔 3° 均布（弧长 172.7mm ），相邻孔间距误差 $\leq 2\text{mm}$ 。
- (5) 环板外露表面均需涂红丹二度，此前须去除锈斑。

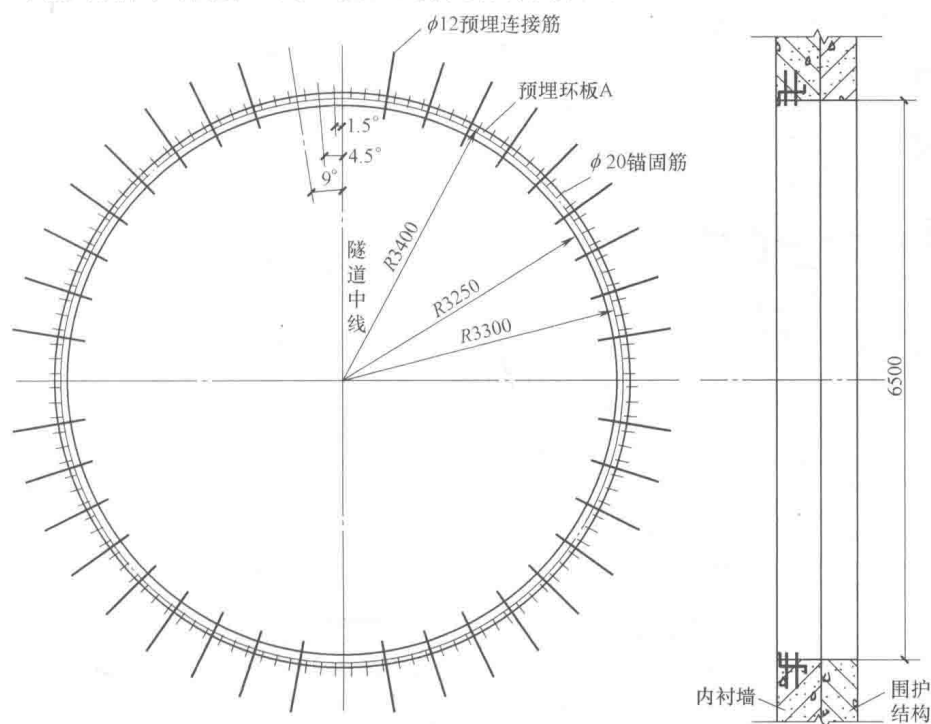


图 2-1 洞门钢环大样示意图

2. 由于运输和安装的需要，可将钢环分成四块等份制作，即每份为 90° 圆弧，钢环内侧设“Z”形锚筋（图 2-2）与内衬墙钢筋焊接成整体。安装盾构钢环时必须与隧道中心相吻合。