



中华人民共和国国家标准

GB/T 35020—2018

全断面隧道掘进机 单护盾-土压平衡双模式掘进机

Full face tunnel boring machine—
Dual mode (single shield and EPB mode) tunnel boring machine

2018-05-14 发布

2018-12-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本参数与型号 3

5 技术要求 5

6 试验方法 9

7 检验规则..... 15

8 随行文件..... 17

9 标志、包装和运输 17

附录 A（资料性附录） 单护盾-土压平衡双模式掘进机模式转换步骤 19

附录 B（资料性附录） 带式输送机电动机功率计算方法 20

附录 C（资料性附录） 检查记录表 22

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国建筑施工机械与设备标准化技术委员会(SAC/TC 328)归口。

本标准起草单位：中铁工程装备集团有限公司、中铁七局集团有限公司、中铁四局集团有限公司、石家庄铁道大学、中交天和机械设备制造有限公司、北京建筑机械化研究院、中国铁建重工集团有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、北方重工集团有限公司。

本标准主要起草人：谭顺辉、卓兴建、张炳根、邓能伟、郭京波、张天举、刘双、程永亮、黄继敏、党军锋、郑永光、贾连辉、毛三华、陆跃、杨绍普、王涛、张思妍、麻成标、许金林、韦丹、周紫晗。

全断面隧道掘进机

单护盾-土压平衡双模式掘进机

1 范围

本标准规定了单护盾-土压平衡双模式掘进机的术语和定义、基本参数与型号、技术要求、试验方法、检验规则、随行文件、标志、包装和运输。

本标准适用于圆形断面的单护盾-土压平衡双模式掘进机。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 150(所有部分) 压力容器
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件
- GB 5226.3 机械安全 机械电气设备 第11部分:电压高于1 000 V a.c.或1 500 V d.c.但不超过36 kV的高压设备的技术条件
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 10595 带式输送机
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14039 液压传动 油液 固体颗粒污染等级代号
- GB/T 17301 土方机械 操作和维修空间 棱角倒钝
- GB/T 20082 液压传动 液体污染 采用光学显微镜测定颗粒污染度的方法
- GB/T 34354—2017 全断面隧道掘进机 术语和商业规格
- GB/T 34650 全断面隧道掘进机 盾构机安全要求
- GB/T 34651—2017 全断面隧道掘进机 土压平衡盾构机
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50168—2006 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
- JB/T 5000.3 重型机械通用技术条件 第3部分:焊接件
- JB/T 5000.10 重型机械通用技术条件 第10部分:装配
- JB/T 5000.11 重型机械通用技术条件 第11部分:配管
- JB/T 10205 液压缸

3 术语和定义

GB/T 34354—2017、GB/T 34651—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使

用,以下重复列出了 GB/T 34354—2017、GB/T 34651—2017 中的某些术语和定义。

3.1

单护盾-土压平衡双模式掘进机 **dual mode(single shield and EPB mode)tunnel boring machine**
在隧道内可实现单护盾掘进模式和土压平衡掘进模式转换的全断面隧道掘进机。

3.2

单护盾掘进模式 **single shield mode**

不需要介质平衡隧道开挖面地层压力,通过刮渣板和溜渣槽集渣,以主机带式输送机出渣的掘进方式。

3.3

土压平衡掘进模式 **earth pressure balance mode**

以渣土为主要介质平衡隧道开挖面地层压力、通过螺旋输送机出渣的掘进方式。

3.4

标称直径 **nominal diameter**

前盾外径。

[GB/T 34651—2017,定义 3.2]

3.5

开挖直径 **excavation diameter**

刀盘旋转一周,最外端新刀(不包括超挖刀)刀刃形成的轨迹直径。

[GB/T 34651—2017,定义 3.3]

3.6

最大工作扭矩 **maximum working torque**

刀盘在工作转速范围内,主驱动单元能够输出的可持续工作的最大扭矩。

[GB/T 34651—2017,定义 3.5]

3.7

脱困扭矩 **breaking out torque**

刀盘在最大工作扭矩工况下无法转动时,主驱动单元所能够短时输出的最大扭矩。

[GB/T 34651—2017,定义 3.6]

3.8

刮渣板 **scraper**

刀盘旋转时刮铲岩渣的装置。

3.9

溜渣槽 **muck chute**

将刀盘开挖的渣土导入主机带式输送机的装置,也称集渣斗。

[GB/T 34354—2017,定义 2.23]

3.10

稳定器 **stabilizer**

安装于盾体上,通过伸出动作支撑于洞壁以实现稳定盾体的装置。

[GB/T 34354—2017,定义 2.89]

3.11

主机带式输送机 **machine belt conveyor**

安装在主机内部,利用摩擦驱动以连续方式运输渣土的带式输送机,由机架、输送带、托辊、滚筒、张紧装置、动力装置等组成。

[GB/T 34354—2017,定义 2.53]

3.12

后配套带式输送机 back-up belt conveyor

安装在后配套系统上,利用摩擦驱动以连续方式运输渣土的带式输送机,由机架、输送带、托辊、滚筒、张紧装置、传动装置等组成。

[GB/T 34354—2017,定义 2.59]

4 基本参数与型号

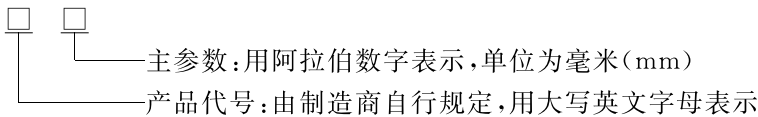
4.1 基本参数

单护盾-土压平衡双模式掘进机基本参数如下:

- 标称直径,单位为毫米(mm);
- 开挖直径,单位为毫米(mm);
- 滚刀数量,单位为刃;
- 刮刀数量,单位为把;
- 刀盘最大转速,单位为转每分(r/min);
- 刀盘驱动功率,单位为千瓦(kW);
- 设计最大推进速度,单位为毫米每分(mm/min);
- 最大推力,单位为千牛(kN);
- 螺旋输送机设计最大输送能力,单位为立方米每小时(m³/h);
- 主机带式输送机设计最大输送能力,单位为立方米每小时(m³/h);
- 适应管片尺寸(外径/内径-宽度),单位为毫米(mm);
- 总长度,单位为米(m);
- 总质量,单位为千克(kg);
- 主机长度,单位为米(m);
- 主机质量,单位为千克(kg);
- 最小水平转弯半径,单位为米(m);
- 允许最大坡度,%;
- 最大不可分割件重量,单位为千克(kg);
- 最大不可分割件尺寸(长×宽×高),单位为毫米(mm);
- 最大工作压力,单位为兆帕(MPa);
- 装机功率,单位为千瓦(kW)。

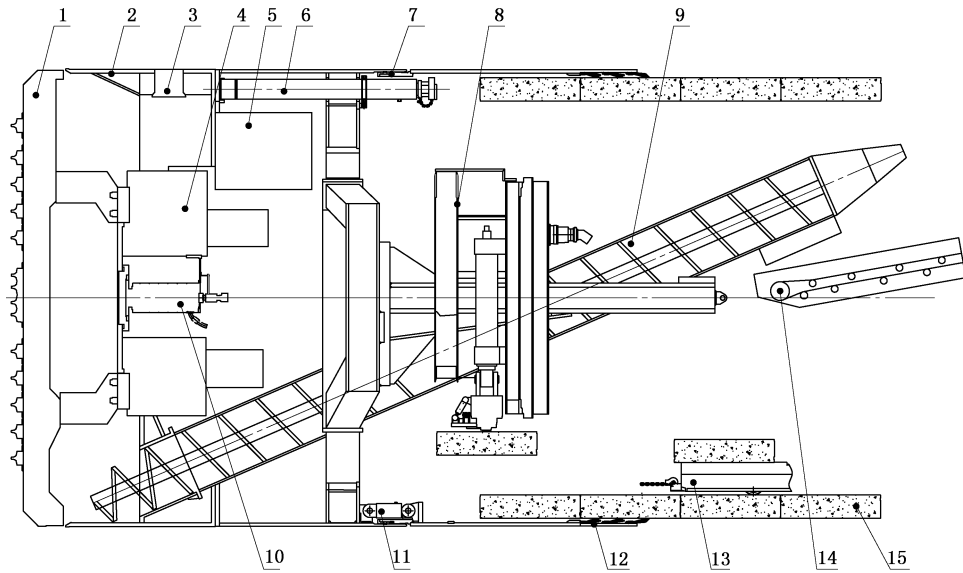
4.2 产品型号

产品型号由产品代号和主参数组成,主参数为标称直径,其表示方法如下:



4.3 结构示意图

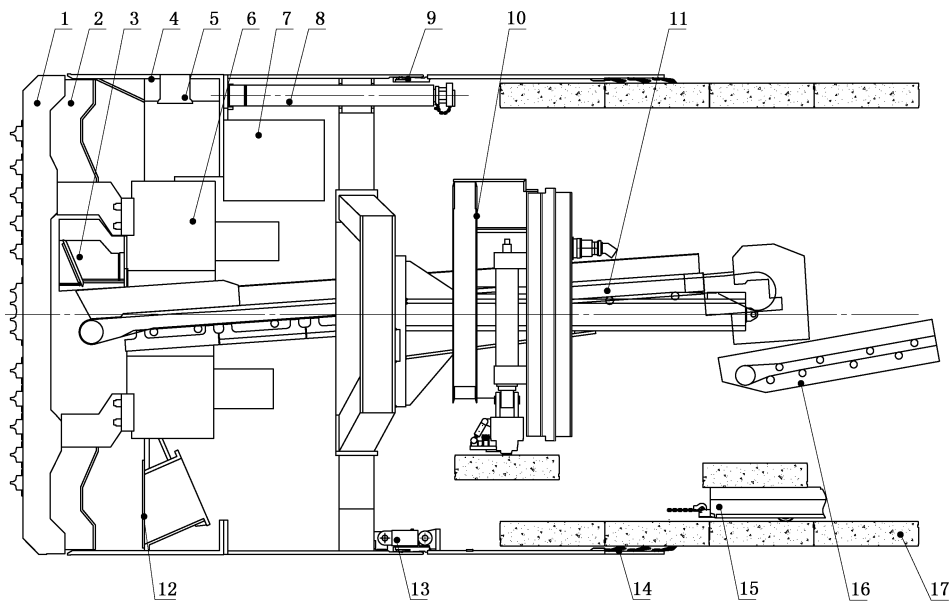
土压平衡掘进模式主机示意图见图 1,单护盾掘进模式主机示意图见图 2。



说明：

- 1 —— 刀盘；
- 2 —— 盾体；
- 3 —— 稳定器；
- 4 —— 主驱动单元；
- 5 —— 人舱；
- 6 —— 推进液压缸；
- 7 —— 铰接密封；
- 8 —— 管片拼装机；
- 9 —— 螺旋输送机；
- 10 —— 中心回转接头；
- 11 —— 铰接液压缸；
- 12 —— 盾尾密封；
- 13 —— 管片输送小车；
- 14 —— 后配套带式输送机；
- 15 —— 管片。

图 1 土压平衡掘进模式主机示意图



说明：

- | | |
|-------------|-----------------|
| 1 —— 刀盘； | 10 —— 管片拼装机； |
| 2 —— 铲斗； | 11 —— 主机带式输送机； |
| 3 —— 溜渣槽； | 12 —— 前闸门； |
| 4 —— 盾体； | 13 —— 铰接液压缸； |
| 5 —— 稳定器； | 14 —— 盾尾密封； |
| 6 —— 主驱动单元； | 15 —— 管片输送小车； |
| 7 —— 人舱； | 16 —— 后配套带式输送机； |
| 8 —— 推进液压缸； | 17 —— 管片。 |
| 9 —— 铰接密封； | |

图 2 单护盾掘进模式主机示意图

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 焊接件应符合 JB/T 5000.3 的规定。
- 5.1.2 装配应符合 JB/T 5000.10 的规定。
- 5.1.3 管路装配应符合 JB/T 5000.11 的规定。
- 5.1.4 开挖直径偏差范围应为 0 mm~+4 mm。
- 5.1.5 部件不能满足运输要求时应进行分块设计。
- 5.1.6 设备应具有隧道内完成掘进模式转换的功能，出厂前应进行模式转换试验，单护盾-土压平衡模式转换步骤参见附录 A。
- 5.1.7 设备应能在工作环境温度 5℃~50℃、相对湿度小于 90% 的条件下正常使用。
- 5.1.8 设备设计应为智能化制造、绿色环保、再制造提供条件。

5.2 刀盘与刀具

- 5.2.1 除刀盘最外端新刀外，其他刀具的安装半径偏差范围应为 -2 mm~+2 mm。

- 5.2.2 正面刀的刀刃高度偏差不应大于 2 mm。
- 5.2.3 刀盘的强度和刚度应满足设计要求。
- 5.2.4 刀盘最外侧刀具相对前盾的高差应满足设计要求。
- 5.2.5 刀盘宜配置超挖刀或仿形刀,超挖量应符合设计要求。
- 5.2.6 滚刀刀座宜具有安装其他刀具的功能。
- 5.2.7 刀盘内部管路耐压性能应符合 JB/T 5000.11 的规定。
- 5.2.8 刀盘应具有喷水冷却降尘功能。
- 5.2.9 刮渣板和铲斗应能实现刀盘双向旋转出渣。
- 5.2.10 铲斗和溜渣槽应具有在隧道内安装、拆卸的功能。
- 5.2.11 铲斗应具有耐磨性。
- 5.2.12 铲斗和溜渣槽的出渣能力应满足最大掘进速度要求。

5.3 盾体

- 5.3.1 盾体外径偏差和圆柱度应符合设计要求。
- 5.3.2 盾体的强度和刚度应满足设计要求。
- 5.3.3 设有铰接装置时,设备应设置防扭装置。
- 5.3.4 盾体稳定器数量不应少于 2 个,具有独立控制功能。
- 5.3.5 单护盾掘进模式下,前盾连接螺旋输送机的通道应具有密闭功能。
- 5.3.6 设置在土仓隔板上的搅拌棒应为可拆卸式。
- 5.3.7 除尘风管开口宜设置在土仓隔板上方,开口处应设置格栅。
- 5.3.8 盾体和土仓隔板宜设置超前注浆孔。
- 5.3.9 盾体应设有径向注入孔。
- 5.3.10 土仓隔板应预留风、水、电通道和渣土改良注入孔。
- 5.3.11 土压传感器宜满足带压更换需要。

5.4 主驱动单元

- 5.4.1 主轴承设计寿命不应小于 15 000 h。
- 5.4.2 扭矩系数不宜小于 18。
- 5.4.3 应能够双向旋转,具有无级调速功能,最大转速应满足单护盾掘进模式掘进要求。
- 5.4.4 应配置驻车制动器,驻车制动器与刀盘动作现地控制应具有联锁功能。
- 5.4.5 脱困扭矩不应小于最大工作扭矩的 1.2 倍。
- 5.4.6 应具有扭矩限制功能。
- 5.4.7 应具有慢速点动功能,点动转速不应大于 0.2 r/min。
- 5.4.8 在单护盾掘进模式时,主驱动中心位置应设置降尘装置。
- 5.4.9 在土压平衡掘进模式时,主驱动中心通道应具有密闭功能。
- 5.4.10 齿轮油润滑系统应设置磁性过滤器及冷却装置。
- 5.4.11 油脂密封润滑系统应具有压力和流量检测报警功能。
- 5.4.12 主驱动系统与推进系统应具有联锁控制功能。

5.5 推进系统

- 5.5.1 单位开挖面积(m^2)的最大推力不应小于 1 000 kN。
- 5.5.2 推进液压缸中心线宜与管片厚度中心重合。
- 5.5.3 最大推进速度应满足设计要求。

- 5.5.4 推进模式下的推进液压缸伸出速度应连续可调。
- 5.5.5 管片拼装模式下的推进液压缸伸缩速度应满足设计要求。
- 5.5.6 推进系统应具有防后退功能。
- 5.5.7 推进液压缸行程应满足管片拼装需要,行程偏差不应大于 ± 2 mm。

5.6 管片拼装机

- 5.6.1 应能够在不拆卸管片拼装机部件的条件下实现掘进模式转换。
- 5.6.2 应具有管片的抓持、提升、平移、回转及定位功能,回转速度应满足设计要求。
- 5.6.3 采用机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 1.5,非机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 2.5。
- 5.6.4 应进行载荷试验,静载试验载荷为设计最重管片重量的 1.25 倍,动载试验载荷为设计最重管片重量的 1.1 倍。
- 5.6.5 在断电情况下,真空吸盘式管片拼装机应保证吸持管片的时间不小于 20 min,且真空度不低于 80%。
- 5.6.6 沿周向顺时针、逆时针旋转角度不应小于 200° 。
- 5.6.7 纵向行程宜满足在隧道内更换两道盾尾刷的需要。
- 5.6.8 宜具备有线、无线两种控制方式,无线遥控有效控制范围应覆盖工作区域。
- 5.6.9 应配置制动装置。

5.7 螺旋输送机

- 5.7.1 设计最大出渣量应满足最大推进速度时的出渣需要。
- 5.7.2 应具有双向旋转和无级调速功能,最大转速应满足设计要求。
- 5.7.3 伸缩与前闸门开关动作应具有联锁控制功能。
- 5.7.4 伸缩量应满足前闸门关闭要求。
- 5.7.5 后闸门应具有开度调节及断电自动关闭功能,断电自动关闭时间不应大于 20 s。
- 5.7.6 应设置渣土改良孔和检修窗口。

5.8 带式输送机

- 5.8.1 应符合 GB/T 10595 的规定。
- 5.8.2 主机带式输送机接渣口应具有防冲击功能。
- 5.8.3 主机带式输送机宜采用液压驱动,应具有脱困功能。
- 5.8.4 主机带式输送机应具有调速功能。
- 5.8.5 主机带式输送机应具有伸缩功能,伸缩行程应满足更换刀盘中心刀具的空间要求。
- 5.8.6 主机带式输送机宜具有集渣、清渣功能。
- 5.8.7 主机带式输送机与后配套带式输送机转接处应设置喷水降尘装置。
- 5.8.8 带式输送机应配置刮渣及清洗装置。
- 5.8.9 带速及出渣能力应满足设备最大掘进速度的要求,带式输送机电动机功率计算参见附录 B。

5.9 辅助系统

- 5.9.1 铰接系统应满足隧道施工最小转弯半径要求。
- 5.9.2 除尘器宜为湿式,除尘能力应符合设计要求。
- 5.9.3 除尘器前部的除尘风管应易清理。
- 5.9.4 采用机械锁固的管片吊机抓取装置安全系数不应小于 1.5,非机械锁固的管片吊机抓取装置安

全系数不应小于 2.5。

5.9.5 应对管片吊机进行载荷试验,静载试验载荷为设计最重管片重量的 1.25 倍,动载试验载荷为设计最重管片重量的 1.1 倍。

5.9.6 在断电情况下,真空吸盘式管片吊机应保证吸持管片的时间不小于 10 min。

5.9.7 注浆系统能力应按不低于 150% 的浆液注入率计算。

5.9.8 宜配置豆砾石注入系统。

5.9.9 气动系统应符合 GB/T 7932 的规定。

5.9.10 空气压缩机额定压力不应低于 0.8 MPa。

5.9.11 空气压缩机排气量不应低于设备同时工作时最大用气量的 1.5 倍。

5.9.12 空气压缩机出口应设置过滤及除水装置。

5.9.13 储气罐应符合 GB/T 150 的规定。

5.9.14 宜采用内外循环水冷却方式,内循环水应采用软水。

5.9.15 应配备满足延伸要求的水管储存装置。

5.9.16 给排水系统应能满足正常施工需要。

5.9.17 应配备二次通风系统,后配套拖车尾端的回风速度不应小于 0.5 m/s。

5.9.18 储风筒风管储存长度不应小于 100 m,应配备升降装置。

5.10 液压系统

5.10.1 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定。

5.10.2 液压缸应符合 JB/T 10205 的规定。

5.10.3 应设置液压油冷却及油温检测装置。

5.10.4 油液固体颗粒污染等级不应低于 GB/T 14039 规定的一/18/15。

5.11 电气系统

5.11.1 低压配电系统平均功率因数不应低于 0.9。

5.11.2 低压供配电应具有两级漏电保护、短路保护、过载保护、缺相保护和相序保护功能。

5.11.3 高压开关柜应具有短路、过载等保护功能,宜具有外部分励脱扣装置。

5.11.4 主驱动电机及照明灯具防护等级不应低于 IP65,其他电气设备外壳防护等级不应低于 IP55。

5.11.5 控制系统应采用集散方式,通讯系统应采用现场总线网络方式。

5.11.6 控制电源应采用稳压电源。

5.11.7 盾体内部、管片拼装机区域的照度不应低于 100 lx,主控室内照度不应低于 150 lx。

5.11.8 通道应配置应急照明设备,应急照明最低照度不应小于 15 lx,应急照明时间不应小于 1 h。

5.11.9 电气设备及线路的绝缘电阻应符合 GB 50150 的规定。

5.11.10 电缆的敷设应符合 GB 50168—2006 中 5.1、5.3、5.4、6.1、6.2 的相关规定。

5.11.11 应配备满足延伸要求的高压电缆储存装置。

5.11.12 主机及后配套拖车应配置备用电源插座。

5.12 数据采集系统

5.12.1 应具有实时监控、实时/历史曲线显示、报警及主控室重要操作和重要历史数据的记录及查询、掘进数据报表生成等功能。

5.12.2 信息储存容量不应小于 500 G。

5.12.3 应有远程数据传输接口。

5.12.4 应配置不间断电源,不间断电源的供电时间不应低于 1 h。

5.13 导向系统

5.13.1 应具有设计轴线管理、空间位置检测、姿态检测、图形显示、测量基点校核及与主机控制系统通信的功能。

5.13.2 直线段有效测量距离不应小于 200 m, 角度测量精度不应低于 2"。

5.14 职业健康与环境安全

5.14.1 设备安全要求应符合 GB/T 34650 的规定。

5.14.2 主控室应具有隔热、隔音、减震功能, 并配置空调设备, 主控室内的噪声不应高于 70 dB(A)。

5.14.3 电气装置应符合 GB 5226.1、GB 5226.3 的相关要求。

5.14.4 高压电设备应配置防护隔离装置。

5.14.5 操作维护区域内的棱角应符合 GB/T 17301 的规定。

5.14.6 声音报警装置输出的最低声级值应比施工环境噪声至少高出 10 dB(A)。

5.14.7 螺旋输送机出渣口、主驱动中心位置、除尘风机出风口处应配置气体监测系统, 应至少能检测 O_2 、 CH_4 、 H_2S 气体的浓度。

5.14.8 在存在安全风险且人员易于接触的区域应设置急停装置。

5.14.9 后配套拖车出入口、主控室内应设置紧急信息指示牌, 应包括疏散路线、救护设备和灭火设备存放位置等。

5.14.10 应配置检测盾体滚转角度的装置。

5.14.11 螺旋输送机出渣口及带式输送机卸料口应配置视频监视设备, 主控室设置显示终端。

5.14.12 盾体和后配套拖车应配置灭火器。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境温度宜为 5℃~35℃。

6.1.2 试验场地应满足承载设备要求。

6.1.3 试验用仪器仪表应校准, 仪器仪表包括: 全站仪、钢卷尺、钢直尺、直角尺、吊线锤、秒表、兆欧表、照度仪、声级计和风速仪。主要仪器仪表的推荐量程及精度如下:

- a) 全站仪角度测量精度不应低于 2", 采用标准棱镜的测距标准偏差为 $1\text{ mm} + 1.5 \times 10^{-6}$;
- b) 兆欧表额定电压为 500 V(低压系统)和 2 500 V(高压系统)两种, 准确度达到 20 级以上;
- c) 照度仪总量程为 0 lx~200 000 lx, 照度精度 $\pm 3\%$ rdg;
- d) 声级计选用参照 GB/T 34650, 性能不应低于 2 型仪器的要求;
- e) 风速仪风速测量范围为 0.3 m/s~45 m/s, 分辨率 0.001 m/s。

6.2 目测检查

6.2.1 检查范围包括设备的布置状态、动作状态和显示状态。

6.2.2 检查不应拆解部件。

6.3 数据采集

试验检测时, 单项数据采集不应少于 3 次, 并与规定值进行比对。

6.4 开挖直径

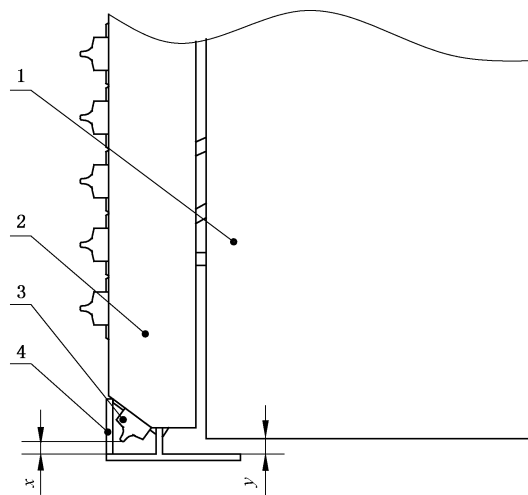
在刀盘已安装到掘进机的条件下,选定并标识水平及垂直方向基点,旋转刀盘至不同位置,使用全站仪测量最外端刀具刀刃的位置坐标,计算得出开挖直径。

6.5 刀盘与刀具

6.5.1 高差检测

检测步骤如下:

- 将检测装置固定在刀盘最外侧刀具位置,见图 3;
- 使用钢直尺测量最外侧刀具刀刃与检测装置的径向距离 x ,测量结果记入表 C.1;
- 将前盾等分为 12 个检测区域,缓慢转动刀盘,使用钢直尺测量各区域检测装置与前盾的最小距离 y ,测量结果记入表 C.1。



说明:

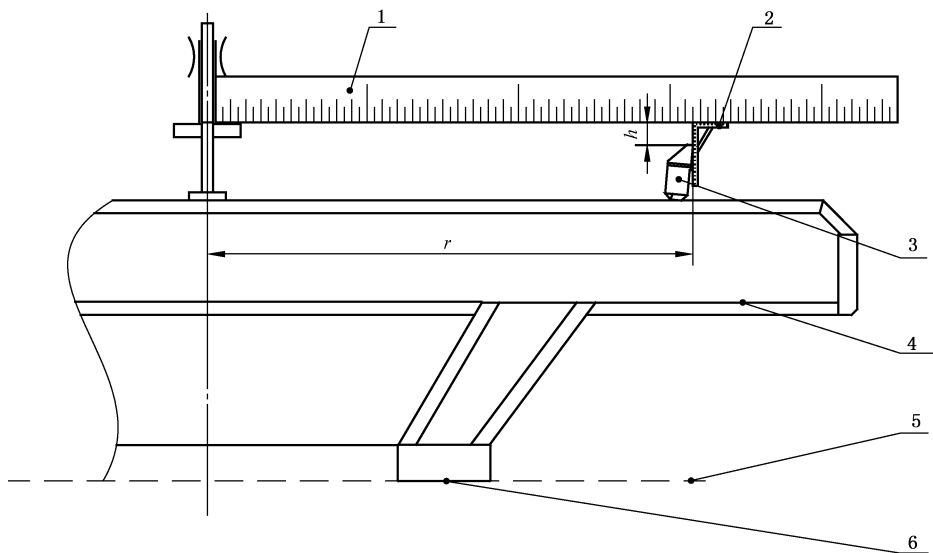
- 1——前盾;
- 2——刀盘;
- 3——最外侧刀具;
- 4——检测装置。

图 3 刀具相对前盾高差检测示意图

6.5.2 刀具安装半径

检测步骤如下:

- 将刀盘水平放置,以法兰面为基准调至水平;
- 将测量工装固定于刀盘面板中心,调平工装测量面;
- 直角尺水平边紧靠测量工装,竖直边与刀具刀刃中心线对齐,见图 4;
- 记录直角尺对应工装上的刻度值;
- 依次测出每件刀具的安装半径,并与设计值比对。



说明：
1——测量工装；
2——直角尺；
3——刀具；
4——刀盘；
5——水平基准面；
6——刀盘法兰面。

图 4 刀具安装半径和刀具高度检测示意图

6.5.3 刀具高度

- 检测步骤如下：
- a) 将刀盘水平放置,以法兰面为基准调至水平；
 - b) 将测量工装固定于刀盘面板中心,调平工装测量面；
 - c) 直角尺水平边紧靠测量工装,竖直边与刀具刀刃最高点对齐,见图 4；
 - d) 记录直角尺水平边到刀具最高点的刻度值；
 - e) 依次测出每件刀具的高度尺寸,并与设计值比对。

6.5.4 管路耐压

按 JB/T 5000.11 中的方法进行刀盘内部管路耐压试验。

6.6 盾体

6.6.1 盾体外径

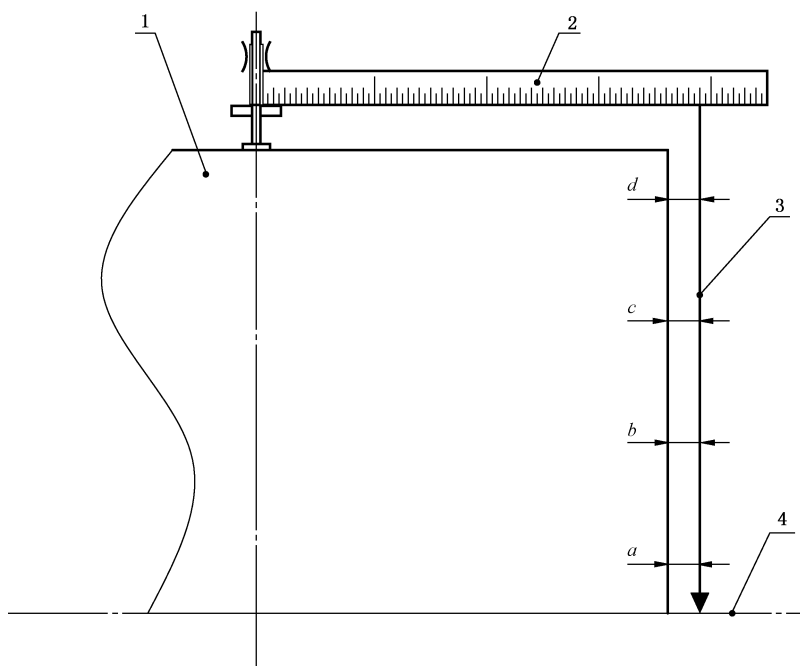
- 检测步骤如下：
- a) 将盾体放置在水平平台上,初定测量中心,将测量工装安装于盾体顶部,见图 5；
 - b) 将吊线锤固定于测量工装上,距离盾体外圆 30 mm~50 mm 处,使线锤方向与测量工装上的整数刻度线重合；
 - c) 沿周向每隔 30°分别使用钢直尺测出外圆面与线锤间距 a ,计算吊线锤对应刻度值与各测量值的差值,得到盾体半径值,拟合盾体外圆轨迹,确定测量中心,将测量工装重新找正；

- d) 再次测量 a 值,计算出盾体半径值,并与设计值比对;
- e) 计算得出盾体外径。

6.6.2 盾体圆柱度

检测步骤如下:

- a) 根据 6.6.1 的测量方法,分别测量 $a \sim d$ 值($a \sim d$ 位置的高度间隔约为三分之一盾体高度),记入表 C.2,见图 5;
- b) 根据 $a \sim d$ 各位置平面的测量值,计算最大值与最小值的差值,得到盾体圆度: $a_{\max} - a_{\min}$ 、 $b_{\max} - b_{\min}$ 、 $c_{\max} - c_{\min}$ 和 $d_{\max} - d_{\min}$,并与设计值进行比对;
- c) 根据 a)、b)测得的直线度和圆度,计算得出圆柱度。



说明:

- 1——盾体(前盾/中盾/尾盾);
- 2——测量工装;
- 3——吊线锤;
- 4——水平平台面。

图 5 盾体外径和圆柱度检测示意图

6.7 主驱动单元

6.7.1 主轴承寿命

检查并核对主轴承厂家提供的寿命计算文件。

6.7.2 最大转速

刀盘顺/逆时针旋转,转速由零调至最大,在刀盘旋转平稳后,使用秒表记录刀盘旋转 3 圈的时间,计算刀盘正/反转最大转速,并与设计值进行比对。

6.7.3 驻车制动

启动刀盘动作现地控制装置,刀盘停止旋转后,在刀盘边缘施加最小 5 kN 偏心载荷,检查刀盘的制动状态。

6.7.4 点动转速

点动状态下刀盘慢速旋转,使用秒表记录刀盘旋转 1 圈所用时间,计算刀盘转速。

6.8 推进系统

6.8.1 最大推进速度

在空载状态下,控制所有推进液压缸同时伸出,使用秒表测量全部达到最大行程时间,计算得出最大推进速度。

6.8.2 速度连续可调

在空载状态下,依次伸出各分区带有位移传感器的推进液压缸,伸出过程中旋转推进速度旋钮,观察速度显示值。

6.8.3 伸缩速度

在管片拼装模式下,推进液压缸全行程伸、缩,使用秒表记录伸、缩时间,分别计算得出伸、缩速度。

6.9 管片拼装机

6.9.1 抓取装置安全系数

检查并核对抓取装置安全系数的计算文件。

6.9.2 回转速度

在管片拼装机抓取设计最重管片状态下,进行提升、平移、回转及定位动作,使用秒表记录回转时间,计算得出回转速度。

6.9.3 载荷试验

载荷试验包括静载试验和动载试验,试验方法如下:

- a) 静载试验:抓取机构静载试验载荷为设计最重管片的 1.25 倍,抓取时间 10 min 以上,观察管片拼装机的状态。
- b) 动载试验:抓取机构动载试验载荷为设计最重管片的 1.1 倍,分别进行全行程的提升、平移、回转及定位动作,观察管片拼装机的运行状态。

6.9.4 吸持状态检测

在真空吸盘式管片拼装机吸持设计最重管片状态下,切断动力源,20 min 后观察管片的吸持状态及真空表显示值。

6.9.5 制动性能

在管片拼装机抓取设计最重管片状态下,旋转过程中关闭动力源,检查制动性能。

6.10 螺旋输送机

6.10.1 转速检测

在螺旋输送机正向及反向旋转状态下,转速由零调至最大,分别使用秒表测量 1 min 内旋转圈数或旋转 5 圈~10 圈所用的时间,计算得出转速。

6.10.2 后闸门应急关闭

在螺旋输送机后闸门打开至最大状态下,使用秒表记录断电后闸门关闭时间。

6.11 主机带式输送机

6.11.1 伸缩动作

控制主机带式输送机进行伸缩动作。

6.11.2 带速检测

主机带式输送机运转正常后,使用秒表记录皮带至少旋转 1 圈的时间,计算得出带速。

6.12 最小转弯半径

采用计算机模拟方法验证最小转弯半径有效性。

6.13 管片吊机载荷试验

管片吊机载荷试验包括静载试验和动载试验,试验方法如下:

- a) 静载试验:抓取机构静载试验载荷为最大管片重量的 1.25 倍,抓起悬空高度不应低于 50 mm,悬空时间不应少于 10 min,观察吊机的状态。
- b) 动载试验:抓取机构动载试验载荷为最大管片重量的 1.1 倍,至少观察 3 个吊运循环内吊机的运行状态,试验应包括对各机构在整个运动范围内作反复起动和制动,加速度和速度应控制在设计范围内。

6.14 二次通风系统回风速度

在隧道施工及二次风机运行正常的状态下,使用风速仪检测后配套拖车尾端回风速度。

6.15 污染度检测

按照 GB/T 20082 的规定对液压油进行污染度检测。

6.16 电气系统

6.16.1 照明检测

在通电状态下,使用照度仪检查工作区域和人行通道的照度。

6.16.2 应急照明

在断电状态下,使用照度仪测量照度值。

6.16.3 绝缘检测

使用兆欧表检测电气设备和线路的绝缘电阻值。

6.17 职业健康与环境安全

6.17.1 噪声检测

在掘进作业状态下,使用声级计检测主控室内噪声,检测方法按照 GB/T 34650 的规定执行。

6.17.2 气体监测

依次使用 O₂、CH₄、H₂S 标准气体分别对安装于螺旋输送机出渣口、主驱动中心位置、除尘风机出风口处的气体监测系统进行测试,将标准气体容器通过管路连接至气体监测系统进气口,气瓶喷嘴与集气罩距离不应大于 5 mm,查看报警状态和浓度值。气体监测系统监测 O₂ 浓度范围一般为 0% vol~25% vol,精度 0.1% vol;监测 CH₄ 浓度范围一般为 0% lel~100% lel,精度 1% lel;监测 H₂S 浓度范围一般为 0~100×10⁻⁶,精度 1×10⁻⁶。

6.17.3 急停检测

分别按下急停开关,检查相应系统运行状态。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验、工地检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验由制造商质量检验部门进行,检验合格后出具出厂检验合格证。

7.2.2 检验项目见表 1。

7.3 工地检验

7.3.1 工地检验包括工地组装检验和试掘进检验。

7.3.2 工地组装调试完毕后,由制造商和用户联合进行工地组装检验。

7.3.3 在完成制造商和用户协议约定的掘进距离后进行试掘进检验,检验合格后出具验收证书。

7.3.4 检验项目见表 1。

表 1 检验项目分类表

序号	类别	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	工地检验	
						工地组装 检验	试掘进 检验
1	整机	开挖直径	5.1.4	6.4	√		
2	刀盘与刀具	高差检测	5.2.4	6.5.1	√		
3		刀具安装半径	5.2.1	6.5.2	√		
4		刀具高度	5.2.2	6.5.3	√		
5		管路耐压	5.2.7	6.5.4	√		

表 1 (续)

序号	类别	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	工地检验	
						工地组装 检验	试掘进 检验
6	盾体	盾体外径	5.3.1	6.6.1	✓		
7		盾体圆柱度	5.3.1	6.6.2	✓		
8	主驱动单元	主轴承寿命	5.4.1	6.7.1	✓		
9		最大转速	5.4.3	6.7.2	✓	✓	
10		驻车制动	5.4.4	6.7.3	✓		
11		点动转速	5.4.7	6.7.4	✓		
12		联锁控制	5.4.12	6.2	✓	✓	
13	推进系统	最大推进速度	5.5.3	6.8.1	✓		
14		速度连续可调	5.5.4	6.8.2	✓		
15		伸缩速度	5.5.5	6.8.3	✓	✓	
16	管片拼装机	抓取装置安全系数	5.6.3	6.9.1	✓		
17		动作检测	5.6.2	6.2	✓	✓	✓
18		回转速度	5.6.2	6.9.2	✓		
19		载荷试验	5.6.4	6.9.3	✓		
20		吸持状态检测	5.6.5	6.9.4	✓	✓	
21		制动性能	5.6.9	6.9.5	✓	✓	✓
22	螺旋输送机	转速检测	5.7.2	6.10.1	✓	✓	
23		联锁控制	5.7.3	6.2	✓	✓	
24		后闸门应急关闭	5.7.5	6.10.2	✓	✓	✓
25	带式输送机	调速测试	5.8.4	6.2	✓		
26		伸缩动作	5.8.5	6.11.1	✓		
27		带速检测	5.8.9	6.11.2	✓		
28	辅助系统	最小转弯半径	5.9.1	6.12	✓		
29		管片吊机载荷试验	5.9.5	6.13	✓		
30		管片吊机吸持状态	5.9.6	6.2	✓		
31		空气压缩机额定压力	5.9.10	6.2	✓		
32		二次通风系统回风速度	5.9.17	6.14			✓
33	液压系统	污染度检测	5.10.4	6.15		✓	✓
34	电气系统	照明检测	5.11.7	6.16.1	✓		✓
35		应急照明	5.11.8	6.16.2	✓		✓
36		绝缘检测	5.11.9	6.16.3	✓	✓	

表 1（续）

序号	类别	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	工地检验	
						工地组装 检验	试掘进 检验
37	职业健康与 环境安全	噪声检测	5.14.2	6.17.1			√
38		气体监测	5.14.7	6.17.2	√		
39		急停检测	5.14.8	6.17.3	√	√	
40		紧急信息标识	5.14.9	6.2	√		
41		视频监视设备	5.14.11	6.2	√		

7.4 型式检验

7.4.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 制造商或用户有需求时;
- b) 结构、工艺和材料有较大改变,有可能影响产品性能时;
- c) 出厂检验与上次型式试验有较大差异时;
- d) 国家质量监督管理部门提出型式检验要求时。

7.4.2 如果属 7.4.1 中 a)、d)两种情况,应检验表 1 规定的全部项目;如果属 7.4.1 中 b)、c)的情况,应进行专用功能检验。

7.5 判定规则

产品检验结果全部符合本标准所有技术要求者判为产品合格。

8 随行文件

8.1 随行文件应包括:

- 出厂检验合格证;
- 产品质量证明书;
- 产品使用说明书;
- 产品维护保养手册;
- 主要部件装配尺寸图;
- 电气系统、液压系统、辅助系统原理图;
- 外购主要部件随机资料;
- 随机配件清单;
- 易损易耗件清单;
- 随机工具清单。

8.2 产品维护保养手册应包括产品的适用范围、结构功能说明、维护保养,以及操作规程等内容。

9 标志、包装和运输

9.1 标志

9.1.1 设备出厂时,应在显著位置喷涂或粘贴产品标牌和有关标志,产品标牌和标志应符合 GB/T 13306

的规定。在标牌上至少应标出如下内容：

- 设备名称；
- 设备型号；
- 出厂编号；
- 出厂日期；
- 装机功率；
- 供电电压；
- 整机重量；
- 制造商名称；
- 制造商地址。

9.1.2 应有警告和安全标志、起吊标志、润滑指示标记、操作及工作位置指示标记。警示标志和标语按照 GB/T 34650 的规定执行。

9.2 包装和运输

9.2.1 包装应符合 GB/T 13384 的相关规定，并适合陆路运输、水路运输或航空运输及装卸的要求。

9.2.2 包装运输图示标志应符合 GB/T 191 及 GB/T 6388 的规定，其主要内容包括：

- 收货站及收货单位名称；
- 发货站及发货单位名称；
- 产品名称和型号；
- 重量、箱号及外形尺寸；
- 起吊作业标志。

9.2.3 设备运输应符合铁路、公路和航运的有关规定。

附录 A

(资料性附录)

单护盾-土压平衡双模式掘进机模式转换步骤

A.1 概述

模式转换作业宜在相对稳定的地层条件下进行,应提前制定模式转换技术方案,并配备所需的工具或辅助工艺装备。

本附录给出了单护盾-土压平衡双模式掘进机两种模式相互转换的步骤。

A.2 模式转换步骤

A.2.1 单护盾掘进模式向土压平衡掘进模式转换

转换步骤示例如下:

- a) 断开并移除主机段的除尘风管,封堵前盾隔板上的除尘口;
- b) 将连接后配套拖车与主机的液压缸及各种管路、线缆断开,整理后作固定处理;
- c) 牵引后配套拖车后退一定距离,为模式转换提供足够的作业空间;
- d) 拆卸主机带式输送机并运出;
- e) 拆除刀盘所属的溜渣槽、铲斗结构并运出;
- f) 安装刀盘搅拌棒、前盾隔板搅拌棒、泡沫管路保护装置、主驱动中心封闭隔板、泡沫管路和中心回转接头等;
- g) 利用专用吊具和导链将螺旋输送机吊装、调整、安装到位;
- h) 牵引后配套拖车复位,重新连接断开的液压缸及各种管路、线缆;
- i) 进行土压平衡掘进模式调试。

A.2.2 土压平衡掘进模式向单护盾掘进模式转换

转换步骤示例如下:

- a) 将后配套拖车与主机之间的液压缸及各种管路、线缆断开,整理后作固定处理;
- b) 牵引后配套拖车后退一定距离,为模式转换提供足够的作业空间;
- c) 拆卸螺旋输送机,并通过专用吊具运出;
- d) 拆除刀盘搅拌棒、前盾隔板搅拌棒、泡沫管路保护装置、主驱动中心封闭隔板、泡沫管路和中心回转接头等;
- e) 安装刀盘所属的溜渣槽、铲斗结构;
- f) 将前盾隔板上的除尘口开启,安装主机段的除尘风管;
- g) 安装主机带式输送机;
- h) 牵引后配套拖车复位,重新连接断开的液压缸及各种管路、线缆;
- i) 进行单护盾掘进模式调试。

附录 B

(资料性附录)

带式输送机电动机功率计算方法

B.1 理论计算法

B.1.1 圆周力

圆周力计算方法按式(B.1):

$$F_{\mu} = C f L g [q_{RO} + q_{RU} + (2q_B + q_C)] + q_G g H + F_{s1} + F_{s2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

 F_{μ} ——圆周力,单位为牛(N); C ——系数; f ——模拟摩擦系数; L ——带式输送机长度,单位为米(m); g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2); q_{RO} ——承载分支托辊每米长旋转部分质量,单位为千克每米(kg/m); q_{RU} ——回程分支托辊每米长旋转部分质量,单位为千克每米(kg/m); q_B ——每米长输送带的质量,单位为千克每米(kg/m); q_C ——每米长输送物料的质量,单位为千克每米(kg/m); q_G ——附加阻力,单位为牛(N); H ——提升高度,单位为米(m); F_{s1} ——特种主要阻力,托辊前倾摩擦阻力及导料槽摩擦阻力,单位为牛(N); F_{s2} ——特种附加阻力,清扫器、卸料器及反转回程分支输送带的阻力,单位为牛(N)。

B.1.2 传动滚筒轴功率

传动滚筒轴功率计算方法按式(B.2):

$$P_A = F_{\mu} \times v / 1\,000 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

 P_A ——传递滚筒轴功率,单位为千瓦(kW); v ——带速,单位为米每秒(m/s)。

B.1.3 电动机功率

电动机功率计算方法按式(B.3):

$$P = K \times P_A / \eta \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

 P ——电动机功率,单位为千瓦(kW); K ——功率备用系数; η ——传动效率。

B.2 经验计算法

B.2.1 传动滚筒轴功率

传动滚筒功率计算方法按式(B.4):

$$P_A = (k_1 L_n v + k_2 L_n Q + 0.002\ 73QH)k_3 + \Sigma P \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

- P_A ——传递滚筒轴功率,单位为千瓦(kW);
- k_1 ——空载运行功率系数;
- L_n ——水平带式机机长,单位为米(m);
- v ——带速,单位为米每秒(m/s);
- k_2 ——物料水平运行系数;
- Q ——额定输送能力,单位为千克每秒(kg/s);
- H ——提升高度,单位为米(m);
- k_3 ——附加功率系数;
- ΣP ——附加功率,单位为千瓦(kW)。

B.2.2 附加功率

附加功率 ΣP ,当导料槽长度不大于 3 m 时可忽略不计,当导料槽长度大于 3 m 时计算方法按式(B.5):

$$\Sigma P = (0.09 \sim 0.115) \times L' \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

- ΣP ——附加功率,单位为千瓦(kW);
- L' ——为超过 3 m 的长度值,单位为米(m)。

B.2.3 电动机功率

电动机功率计算方法按式(B.6):

$$P = K \times P_A / \eta \dots\dots\dots (B.6)$$

- P ——电动机功率,单位为千瓦(kW);
- K ——功率备用系数;
- η ——传动效率。

附 录 C
(资料性附录)
检查记录表

刀盘最外侧刀具与前盾高差记录表见表 C.1。

表 C.1 刀盘最外侧刀具与前盾高差记录表

盾构机型号 _____ 编 号 _____ 检验地点 _____
测量日期 _____ 检验人员 _____ 其 他 _____

区域序号	x 值	y 值	$[y-x]$ 值
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
检测结果判定			

盾体外径和圆柱度测量记录表见表 C.2。

表 C.2 盾体外径和圆柱度测量记录表

盾构机型号 _____ 编 号 _____ 检验地点 _____
测量日期 _____ 检验人员 _____ 其 他 _____

盾体 名称	位置 平面	实测值												圆度 [max—min]
		0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	
前盾	<i>a</i>													
	<i>b</i>													
	<i>c</i>													
	<i>d</i>													
中盾	<i>a</i>													
	<i>b</i>													
	<i>c</i>													
	<i>d</i>													
尾盾	<i>a</i>													
	<i>b</i>													
	<i>c</i>													
	<i>d</i>													
检测结果判定														
