

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXX—2024

全断面隧道掘进机 回转支承岩石顶管机

Full face tunnel boring machine—
Rotary bearing rock pipe jacking machine

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024 – XX – XX 发布

2024 – XX – XX 实施

中国中小商业企业协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 组成、基本参数与型号 2

5 总体要求 4

6 技术要求 4

7 试验方法 7

8 检验规则 9

9 标志、随行文件、包装和运输 9

参考文献 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由扬州地龙机械有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：扬州地龙机械有限公司……

本文件主要起草人：……

全断面隧道掘进机 回转支承岩石顶管机

1 范围

本文件规定了全断面隧道掘进机回转支承岩石顶管机的基本参数与型号、总体要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、随行文件、包装和运输。

本文件适用于全断面隧道掘进机回转支承岩石顶管机的制造和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 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/T 3785.1 电声学 声级计 第1部分：规范

GB/T 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1000V a.c. 或1500V d.c. 但不超过36KV的高压设备的技术条件

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 13306 标牌

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 14039—2002 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 37400.3—2019 重型机械通用技术条件 第3部分：焊接件

GB/T 37400.6 重型机械通用技术条件 第6部分：铸钢件

GB/T 37400.7 重型机械通用技术条件 第7部分：铸钢件补焊

GB/T 37400.8 重型机械通用技术条件 第8部分：锻件

GB/T 37400.9 重型机械通用技术条件 第9部分：切削加工件

GB/T 37400.10 重型机械通用技术条件 第10部分：装配

GB/T 37400.11 重型机械通用技术条件 第11部分：配管

GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装

GB/T 40122—2021 全断面隧道掘进机 矩形土压平衡顶管机

GB/T 40127—2021 全断面隧道掘进机 顶管机安全要求

JB/T 2300 回转支承

JB/T 10205 液压缸

JB/T 14522 建筑施工机械与设备 全断面隧道掘进机 刀盘

3 术语和定义

GB/T 34354—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

回转支承岩石顶管机 rotary bearing rock pipe jacking machine

采用回转支承驱动结构，无中心轴，具有前部开挖、盾体支撑功能，可前供水、外供水、中心注水，通过顶推系统将管节和主机一同顶进的全断面隧道掘进机。以下简称顶管机。

3.2

后闸门 discharge gate

螺旋输送机除渣闸门。

[来源：GB/T 34651—2017，3.9]

3.3

顶推装置 thrust equipment

安装在工作井内，用于顶管机主机和管节前进并且不随主机前进的动力装置。

注：由顶推液压缸、液压缸支架、阀组、泵站、行程测量装置等组成。

[来源：GB/T 34354—2017，2.43，有修改]

3.4

顶铁 jacking block

当顶管施工需求的单次顶进长度超过顶推液压缸行程时，安装在液压缸与管片或液压缸与顶环之间以实现所需行程的辅助推进顶块。

[来源：GB/T 40127—2021，3.7]

3.5

顶环 thrust ring

将顶推液压缸顶推力均匀传递给管节的装置。

[来源：GB/T 40127—2021，3.8]

3.6

后靠 jacking base

安装在顶推液压缸与反力墙之间，使反力均匀的施加在反力墙上的装置。

[来源：GB/T 40127—2021，3.9]

3.7

纠偏系统 steering system

用于调整顶管机轴向姿态的装置。

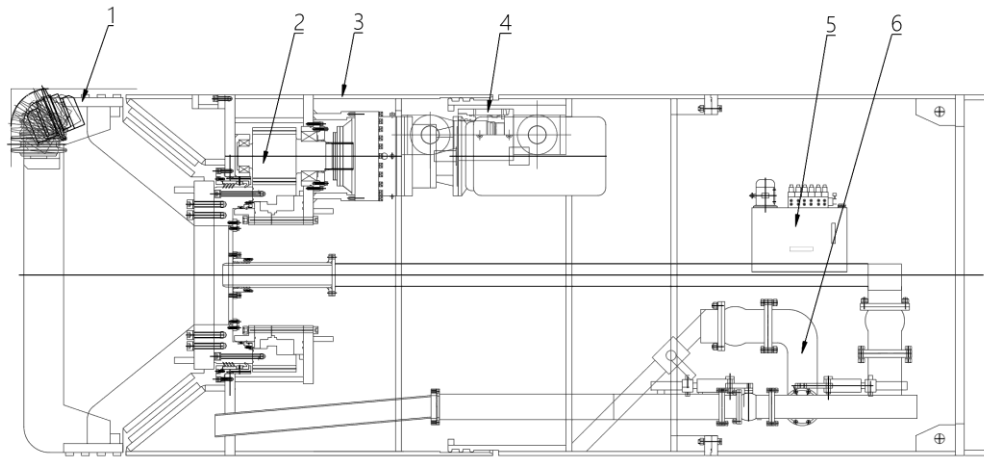
注：由纠偏液压缸、纠偏密封、泵站等装置组成。

[来源：GB/T 40127—2021，3.3，有修改]

4 组成、基本参数与型号

4.1 组成

顶管机主要由刀盘与刀具、回转支承驱动单元、盾体、顶推装置、出渣装置、纠偏系统、液压系统、电气系统、数据采集系统、导向系统组成，结构示意图1。



标引序号说明：

- 1——刀盘与刀具；
- 2——回转支承驱动单元；
- 3——盾体；
- 4——纠偏系统；
- 5——出渣装置；
- 6——液压系统。

图1 顶管机结构示意图

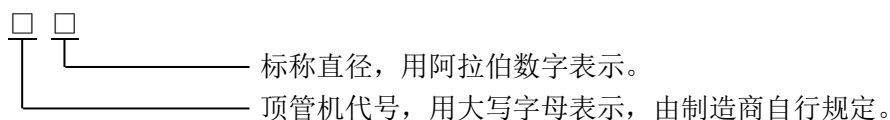
4.2 基本参数

顶管机的基本参数如下：

- a) 标称直径，单位为毫米（mm）；
- b) 开挖尺寸，单位为毫米（mm）；
- c) 刀盘最大转速（各刀盘分别表示），单位为转每分钟（r/min）；
- d) 刀盘驱动功率（各刀盘分别表示），单位为千瓦（kW）；
- e) 最大工作扭矩，单位为千牛·米（kN·m）；
- f) 设计最大推进速度，单位为毫米每分钟（mm/min）；
- g) 最大顶推力，单位为千牛（kN）；
- h) 总长度，单位为米（m）；
- i) 总质量，单位为千克（kg）；
- j) 最小水平转弯半径，单位为米（m）；
- k) 允许最大坡度，%；
- l) 最大不可分割件质量，单位为千克（kg）；
- m) 最大不可分割件尺寸（长×宽×高），单位为毫米（mm）；
- n) 最大工作压力，单位为兆帕（MPa）；
- o) 装机功率，单位为千瓦（kW）；
- p) 最大纠偏力，单位为千牛（kN）；
- q) 最大纠偏角度，单位为度（°）。

4.3 型号

型号由顶管机代号和标称直径组成，表示方法如下：



5 总体要求

5.1 零部件

- 5.1.1 开挖轮廓尺寸单侧偏差范围应为 $0\text{ mm}\sim+3\text{ mm}$ 。
- 5.1.2 回转支承应符合 JB/T 2300 的规定。
- 5.1.3 焊接件应符合 GB/T 37400.3—2019 的规定。
- 5.1.4 切削加工件的应符合 GB/T 37400.9 的规定。
- 5.1.5 铸钢件应符合 GB/T 37400.6 的规定。铸钢件补焊应符合 GB/T 37400.7 的规定。
- 5.1.6 锻件应符合 GB/T 37400.8 的规定。
- 5.1.7 液压缸应符合 JB/T 10205 的规定。
- 5.1.8 装配应符合 GB/T 37400.10 的规定，管路装配应符合 GB/T 37400.11 的规定。
- 5.1.9 部件不能满足运输要求时应进行分块设计。
- 5.1.10 顶管机设计应为智能制造、绿色环保、再制造提供条件。
- 5.1.11 制造顶管机所用材料及外购部件，应经检验部门入厂检验复检合格后方可装配。

5.2 工作环境

顶管机在以下条件下应能正常工作：

- a) 环境温度 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度小于 90%；
- c) 全岩、卵砾石、砂石等含石混合型地质体；
- d) 含土小于三分之一土砂石混合地质层；
- e) 单轴抗压强度 $<200\text{ MPa}$ 的岩石层。

6 技术要求

6.1 外观质量

外观应整洁，无变形、划伤、涂层露底等缺陷。

6.2 涂装

涂装应符合 GB/T 37400.12 的规定。

6.3 刀盘与刀具

- 6.3.1 刀盘应符合 JB/T 14522 的规定。
- 6.3.2 刀盘系统由多个破岩滚刀单元组成，应具备二次碎石的功能。
- 6.3.3 刀盘应能正、反两个方向运动。
- 6.3.4 刀盘最外侧刀具安装位置应满足开挖轮尺寸偏差要求。
- 6.3.5 刀盘宜设置运动位置指示装置。

6.4 回转支承驱动单元

- 6.4.1 回转支承驱动单元轴承设计寿命不应小于 10 000 h。
- 6.4.2 脱困扭矩应不小于最大工作扭矩的 1.2 倍。
- 6.4.3 刀盘动力小于 88 kW，宜采用星三角启动；刀盘动力大于等于 88 kW，应采用变频启动。采用变频电机驱动时宜具有慢速点动功能。
- 6.4.4 回转支承驱动单元应能双向运动，应具有无级调速功能，最大转速应符合设计要求。
- 6.4.5 油脂密封润滑系统应具备压力检测报警功能及漏脂检测功能，并具有流量调节功能。
- 6.4.6 刀盘驱动系统与顶推系统顶推模式应具有联锁控制功能。
- 6.4.7 回转支承中部应有人孔，供维修人员进入破碎仓检查、更换刀具。

6.5 盾体

- 6.5.1 盾体外轮廓尺寸偏差、形状偏差（平面度、垂直度、圆柱度）应符合设计要求。
- 6.5.2 盾体应符合以下要求：
 - a) 土仓隔板预留风、水、电通道；
 - b) 盾体环周设置减摩剂注入孔；
 - c) 盾体设置能检测周侧土压的土压传感器。
- 6.5.3 土仓隔板应设有检测土仓压力的土压传感器，土压传感器宜满足带压更换需要。
- 6.5.4 施工地质富含水时，宜配置前闸门。
- 6.5.5 盾体设计应为导向系统预留测量通道。
- 6.5.6 应设置盾体滚转角度检测装置。

6.6 顶推装置

- 6.6.1 顶推液压缸应分区设置，各分区宜具有行程检测功能，且工作压力和动作可单独调节。
- 6.6.2 最大推进速度应符合设计要求。
- 6.6.3 最大顶推力应符合设计要求。
- 6.6.4 顶推液压缸的行程偏差不应超过 ± 5 mm。
- 6.6.5 顶推液压缸支架中心位置应预留导向装置安装及操作空间。
- 6.6.6 轨道的平面度和直线度应不低于 GB/T 37400.3—2019 中 E 级的规定。
- 6.6.7 顶推装置顶推控制应与刀盘旋转具有联锁控制功能。

6.7 顶铁、顶环、后靠及始发机架

应符合 GB/T 40122—2021 中 5.6 的规定。

6.8 出渣装置

6.8.1 一般要求

出渣装置可采用包括但不限于螺旋输送机、泥水系统、皮带输送机等的多种形式。

6.8.2 螺旋输送机

- 6.8.2.1 应具有双向旋转和无级调速功能，最大转速应符合设计要求。
- 6.8.2.2 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。
- 6.8.2.3 应设置检修窗口。
- 6.8.2.4 施工地质富含水时，宜配置双后闸门。

6.8.3 泥水系统

6.8.3.1 泥水系统应具有实现旁通、隔离、逆洗和补浆工作模式的功能，模式切换的阀门动作应符合设计要求。

6.8.3.2 气垫仓工作压力控制波动范围不应大于设计压力的 3%。

6.8.3.3 破碎后的岩石粒径应小于泥水泵允许通过的最大粒径。

6.8.3.4 在刀盘中心和排渣口区域宜设置高压冲刷口。

6.8.3.5 应设置压力和流量检测装置。

6.8.3.6 泥水泵进、出口宜采用软连接并配置压力传感器。

6.8.3.7 主机区域排水管路弯管内壁应采取耐磨措施，并应减少弯管布置。

6.8.3.8 底部宜设置备用出口，并安装手动闸阀。

6.8.4 皮带输送机

6.8.4.1 皮带输送机运行应平稳，无异常振动及声响，起动与运行过程中无打滑、打带现象。

6.8.4.2 皮带输送机负载运行时，所有转动件应能灵活转动，物料与皮带无相对运动，液压元件无渗漏现象。

6.8.4.3 皮带张紧机构应调节灵活，定位可靠。

6.9 纠偏系统

应符合GB/T 40122—2021中5.9的规定。

6.10 液压系统

6.10.1 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定。

6.10.2 应设置液压油油温检测装置。

6.10.3 油液固体颗粒污染等级应不低于 GB/T 14039—2002 中规定的一/18/15 等级。

6.11 电气系统

应符合GB/T 40122—2021中5.12的规定。

6.12 数据采集系统

6.12.1 应符合 GB/T 40122—2021 中 5.13 的规定。

6.12.2 应在主机区域、顶推装置区域设置监视设备，并在主控室设置显示终端。

6.12.3 应预留外传输接口。

6.13 导向系统

应符合GB/T 40122—2021中5.14的规定。

6.14 安全要求

6.14.1 顶管机安全应符合 GB/T 40127—2021 的规定。

6.14.2 电气安全应符合 GB/T 5226.1、GB 5226.3 的规定。

6.14.3 电气设备应设置警告标志，高压电设备应配置防护隔离装置。

6.14.4 日常操作和维修期间所需接触区域内的尖角和锐角应符合 GB/T 17301 的规定。

6.14.5 顶管机主机内应配置气体检测装置，至少能检测氧气、甲烷、一氧化碳和硫化氢气体的浓度，当气体含量超标时应能声光报警。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)。

6.14.6 在存在安全风险且人员易于接触的区域应设置急停装置，急停装置复位时不应直接恢复供电。

6.14.7 应设置灭火器，并应根据可能的火灾类型选用适合的灭火剂。

7 试验方法

7.1 外观质量

目测检查。

7.2 涂装

按GB/T 37400.12的规定进行。

7.3 刀盘与刀具

7.3.1 刀盘按 JB/T 14522 的规定进行。

7.3.2 破岩滚刀单元目测检查，刀盘顺时针旋转，转速达到最大且旋转平稳后检查二次碎石功能。

7.3.3 刀盘顺/逆时针旋转，转速达到最大且旋转平稳后，逆向运转进行检查。

7.3.4 刀盘最外侧刀具安装位置按 GB/T 40122—2021 中 6.5.2 的规定进行。

7.4 回转支承驱动单元

7.4.1 回转支承驱动单元轴承设计寿命检查并核对回转支承厂家提供的技术文件。

7.4.2 启动顶管机，模拟测量脱困扭矩。

7.4.3 启动顶管机，检查刀盘启动方式、变频电机驱动功能。

7.4.4 回转支承驱动单元双向运动、无级调速功能对照技术文件检查。刀盘顺/逆时针旋转，转速达到最大且旋转平稳后，用秒表记录各个刀盘旋转 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。

7.4.5 启动顶管机，检查油脂密封润滑系统压力检测报警功能、漏脂检测功能、流量调节功能。

7.4.6 在驱动系统启动和关闭情况下，测试顶推系统顶推模式是否能够开启。

7.4.7 目测检查人孔。

7.5 盾体

7.5.1 盾体外轮廓尺寸偏差、形状偏差（平面度、垂直度、圆柱度）按 GB/T 40122—2021 中 6.7 的规定节能型。

7.5.2 风、水、电通道、减摩剂注入孔、土压传感器、前闸门、导向系统预留测量通道、盾体滚转角检测装置目测检查。

7.6 顶推装置

7.6.1 顶推液压缸目测检查，启动顶管机检查行程检测功能，且工作压力和动作可单独调节。

7.6.2 最大推进速度按 GB/T 40122—2021 中 6.8.1 的规定进行。

7.6.3 最大顶推力按 GB/T 40122—2021 中附录 A 的规定进行。

7.6.4 顶推液压缸的行程偏差使用千分尺测量。

7.6.5 导向装置安装及操作空间目测检查。

7.6.6 轨道的平面度和直线度使用千分尺测量。

7.6.7 顶推装置顶推控制应与刀盘旋转联锁控制功能按 7.4.6 的规定进行。

7.7 顶铁、顶环、后靠及始发机架

按GB/T 40122—2021中6.9的规定进行。

7.8 出渣装置

7.8.1 螺旋输送机

7.8.1.1 启动顶管机检查双向旋转和无级调速功能，最大转速按 GB/T 40122—2021 中 6.10.1 的规定进行。

7.8.1.2 在螺旋输送机后闸门打开至最大状态下，手动操作调节开度，使用秒表测量断电后闸门关闭时间。

7.8.1.3 目测检查检修窗口。

7.8.1.4 目测检查双后闸门。

7.8.2 泥水系统

7.8.2.1 在旁通、隔离、逆洗和补浆工作模式下，手动检查阀门动作。

7.8.2.2 在前进过程中，检查主控室界面上显示的气垫仓压力值的波动范围。

7.8.2.3 用钢直尺测量破碎装置排出的岩石粒径。

7.8.2.4 目视检查刀盘中心和排渣口区域高压冲刷口。

7.8.2.5 目视检查压力和流量检测装置。

7.8.2.6 目视检查泥水泵进、出口宜软连接方式、压力传感器。

7.8.2.7 目视检查主机区域排水管路弯管内壁耐磨措施、弯管。

7.8.2.8 目视、手动检查备用出口。

7.8.3 皮带输送机

7.8.3.1 启动皮带输送机，空载运行，目视、耳听检查运行状态。

7.8.3.2 启动皮带输送机，负载运行，目视检查转动件、物料与皮带相对运动、液压元件。

7.8.3.3 手动调节皮带张紧机构。

7.9 纠偏系统

按GB/T 40122—2021中6.12的规定进行。

7.10 液压系统

7.10.1 液压系统按 GB/T 3766 的规定进行。

7.10.2 液压油油温检测装置目测检查。

7.10.3 油液固体颗粒污染等级按 GB/T 20082 的规定进行。

7.11 电气系统

按GB/T 40122—2021中6.15的规定进行。

7.12 数据采集系统

启动顶管机，手动操作、目测检查。

7.13 导向系统

应符合GB/T 40122—2021中5.14的规定。

7.14 安全要求

- 7.14.1 顶管机安全按 GB/T 40127—2021 的规定进行。
- 7.14.2 电气安全按 GB/T 5226.1、GB 5226.3 的规定进行。
- 7.14.3 目测检查电气设备的警告标志、高压电设备的防护隔离装置。
- 7.14.4 日常操作和维修期间所需接触区域内的尖角和锐角使用角度尺、千分尺、游标卡尺测量。
- 7.14.5 气体检测按 GB/T 40122—2021 中 6.16 的规定进行，当气体含量超标时，检查是否发出声光报警，使用符合 GB/T 3785.1 规定的声级计测量声音报警装置输出的最低声级值。
- 7.14.6 目测检查急停装置，手动操作急停装置复位，检查是否直接恢复供电。
- 7.14.7 目测检查灭火器、灭火剂。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验、工地检验和型式检验。

8.2 出厂检验

- 8.2.1 每台顶管机应经出厂检验合格后，方准许出厂。
- 8.2.2 出厂检验项目为 6.1~6.8、6.11、6.12、6.14.5、6.14.6。
- 8.2.3 若出厂检验结果全部合格，则判该顶管机合格；若出现不合格项，允许返修，直至所有出厂检验项目合格。

8.3 工地检验

- 8.3.1 工地检验包括顶管机工地组装检验和试掘进检验。
- 8.3.2 工地组装调试完成后，由制造商和用户联合进行组装检验。
- 8.3.3 在完成制造商和用户协议约定的顶推距离后进行试掘进检验，检验合格后出具验收证书。
- 8.3.4 工地组装检验项目为 6.4.4、6.4.6、6.8.1、6.8.2、6.10.3、6.14.5；试掘进检验项目为 6.8.2、6.9、6.10.3、6.11。
- 8.3.5 工地检验所有项目合格时，则判工地检验合格；若有项目不合格，则判工地检验不合格。

8.4 型式检验

- 8.4.1 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) 出厂检验结果与上次型式检验差异较大时；
 - d) 行业主管部门提出型式检验的要求时。
- 8.4.2 若属 8.4.1 中 a)、d) 两种情况，应检验第 6 章规定的全部项目；若属 8.4.1 中 b)、c) 两种情况，应进行专用功能检验。
- 8.4.3 型式检验所有项目合格时，则判型式检验合格；若有项目不合格，则判型式检验不合格。

9 标志、随行文件、包装和运输

9.1 标志

9.1.1 顶管机出厂时，应在显著位置喷涂或粘贴产品标牌和有关标志，标牌和标志应符合 GB/T 13306 的规定。标牌上至少应标出以下内容：

- a) 顶管机名称；
- b) 顶管机型号；
- c) 出厂编号；
- d) 出厂日期；
- e) 装机功率；
- f) 供电电压；
- g) 主机质量；
- h) 制造商名称；
- i) 制造商地址。

9.1.2 顶管机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。警示标志和标语应符合 GB/T 40127—2021 的规定。

9.1.3 包装运输图示标志应符合 GB/T 191、GB/T 6388 的规定，应包括以下内容：

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

9.2 随行文件

顶管机应附有以下随行文件：

- a) 出厂检验合格证；
- b) 质量证明书；
- c) 使用说明书；
- d) 维护保养手册（包括顶管机的适用范围、结构功能说明、维护保养及操作规程等）；
- e) 主要部件装配尺寸图；
- f) 电气系统、液压系统原理图；
- g) 外购主要部件随机资料；
- h) 随机配件清单/易损易耗件清单；
- i) 随机工具清单。

9.3 包装

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

9.4 运输

顶管机运输应符合铁路、公路和航运的有关规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34651—2017 全断面隧道掘进机 土压平衡盾构机
 - [2] GB/T 35019—2018 全断面隧道掘进机 泥水平衡盾构机
 - [3] JB/T 12055—2014 三辊顶管机组技术条件
 - [4] JB/T 14346—2023 建筑施工机械与设备 泥水平衡顶管机
-