

ICS 93.060  
CCS P21

T



团 体 标 准

T/CSPSTC XXX—XXXX

# 隧道掘进机（TBM）数据采集、存储与 前处理技术规程

Technical regulations for data collection, storage, and preprocessing of  
tunnel boring machine (TBM)

（征求意见稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布  
中国标准出版社 出版



## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义、符号 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 符号 .....	2
4 基本规定 .....	3
5 数据采集与存储 .....	3
5.1 一般规定 .....	3
5.2 传感器布设与数据采集 .....	3
5.3 数据传输 .....	3
5.4 数据存储 .....	3
6 循环段提取 .....	4
6.1 一般规定 .....	4
6.2 数据与文件准备 .....	4
6.3 数据读取与保存 .....	4
6.4 循环段提取 .....	4
7 关键破岩参数提取 .....	6
7.1 一般规定 .....	6
7.2 数据与文件准备 .....	6
7.3 数据读取与保存 .....	6
7.4 提取关键破岩参数 .....	6
8 数据分类 .....	7
8.1 一般规定 .....	7
8.2 数据与文件准备 .....	7
8.3 数据读取与保存 .....	7
8.4 数据分类 .....	7
9 异常数据清理修正 .....	9
9.1 一般规定 .....	9
9.2 数据与文件准备 .....	10
9.3 数据读取与保存 .....	10
9.4 数据的清理与修正 .....	10
10 合并形成数据集 .....	12
10.1 一般规定 .....	12
10.2 数据与文件准备 .....	12
10.3 数据读取与保存 .....	12
10.4 不同类型数据的合并 .....	12
11 数据降噪 .....	13
11.1 一般规定 .....	13
11.2 数据与文件准备 .....	13
11.3 数据读取与保存 .....	13
11.4 循环段数据降噪 .....	13
12 内部段分割 .....	15
12.1 一般规定 .....	15
12.2 数据与文件准备 .....	15
12.3 数据读取与保存 .....	15
12.4 循环段内部分割 .....	15

13	数据绘图	17
13.1	一般规定	17
13.2	数据与文件准备	17
13.3	数据读取与保存	17
13.4	数据绘图	17
14	数据汇编	19
14.1	一般规定	19
14.2	数据与文件准备	19
14.3	数据读取与保存	19
14.4	数据汇编	19
	参考文献	21

## 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XXX提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

## 引 言

随着水工隧洞工程规模的持续扩大与施工环境的日益复杂，全断面隧道掘进机（Tunnel Boring Machine，简称TBM）在隧洞施工中的应用日趋广泛。TBM施工过程中会产生海量、多源、复杂的掘进数据，其准确采集、规范管理与高效处理已成为提升施工效率、保障施工安全、实现智能掘进与科学决策的关键环节。

目前，针对TBM施工数据的前处理工作，在实际工程中尚缺乏统一的技术规范，常存在数据处理流程不清、参数定义不一、异常处理不规范、图像信息表达不充分等问题，影响了数据的有效性与工程数据的标准化利用。为规范水工隧洞TBM法施工中的数据采集、存储与前处理技术流程，提升数据质量与可用性，指导相关从业单位开展科学、标准、高效的数据管理工作，特制定本技术规程。

本文件在总结国内外相关工程经验和标准的基础上，结合水利水电工程施工特点，系统规定了TBM法施工水工隧洞数据采集与存储、循环段划分、关键破岩参数提取、异常数据处理、数据降噪、数据绘图与汇编等前处理环节的技术要求与操作规范。规程强调以循环段为单位的数据组织方式，明确数据字段标准与指标计算方法，倡导采用Python、Java、C/C++等计算机程序提高处理效率，旨在为工程建设各参与方提供标准化、系统化的技术支撑。

本文件适用于采用全断面隧道掘进机法施工的水工隧洞工程大数据前处理工作，亦可为其他隧道类工程中类似数据处理场景提供参考和借鉴。

# TBM数据采集、存储及前处理技术规程

## 1 范围

本文件规定了TBM数据采集存储及前处理的流程，包括数据采集与存储、循环段提取、关键破岩参数提取、数据分类、异常数据的清理修正、合并形成数据集、数据降噪、内部段分割、数据绘图、数据汇编。

本文件适用于由采用全断面隧道掘进机法施工水工隧洞过程中产生的大数据前处理工作。在进行全断面隧道掘进机法施工水工隧洞施工数据监测和处理时除应符合本文件规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 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 50487 水利水电工程地质勘察规范

SL 279 水工隧洞设计规范

## 3 术语和定义、符号

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**全断面隧道掘进机** tunnel boring machine (TBM)

用于岩石地层能够进行掘进、支护、出渣等施工工序并进行连续作业，集机、电、液、光、气等系统于一体的隧道施工装备。

#### 3.1.2

**刀盘** cutterhead

位于全断面隧道掘进机前端，能够旋转进行开挖钢构件。

#### 3.1.3

**刀盘转速** cutterhead rotational speed

隧道掘进机（TBM）刀盘在工作过程中每分钟的旋转次数，单位为转/分钟。

#### 3.1.4

**刀盘扭矩** cutterhead torque

刀盘在旋转过程中，由于与岩体接触产生的反向力矩，单位为kN·m。

#### 3.1.5

**推进速度** advance speed

隧道掘进机（TBM）在作业过程中沿推进方向的实时移动速度。

#### 3.1.6

**围岩分类** classification of rock mass

水利水电工程为评估围岩质量设立的围岩评价等级，一般分为五个等级。

#### 3.1.7

**贯入度** penetration

刀盘每转侵入岩体的深度，单位为mm/rev。

#### 3.1.8

**掘进速度** penetration rate

在全断面隧道掘进机推进油缸行程范围内，一次连续掘进的长度除以相应的掘进用时，单位为m/h或mm/min。

#### 3.1.9

**施工速度** advance rate

全断面隧道掘进机设备在每天、每月或者每年内的推进长度，单位为m/d、m/m 或者 m/y。

### 3.1.10

**设备利用率 utilization**

全断面隧道掘进机用于掘进破岩的时间与总时间的比值，以百分比表示。

### 3.1.11

**推力贯入指标 field penetration index(FPI)**

全断面隧道掘进机单刀推力与贯入度的比值，单位 kN/(mm/rev)。

### 3.1.12

**扭矩贯入指标 torque penetration index(TPI)**

全断面隧道掘进机单刀扭矩与贯入度的比值，单位为 kN·m/(mm/rev)。

### 3.1.13

**数据降噪 data denoising**

通过一定的算法或方法去除或减少数据中的噪声成分，从而提高数据的准确性、可用性和分析的可靠性。

## 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$AR$  ——施工速度

$F_n$  ——单刀推力

$F_p$  ——TBM 护盾摩阻力

$F_T$  ——TBM 极限推力

$F_\mu$  ——圆周力

$FPI$  ——推力贯入指标

$Pr$  ——掘进速度

$p$  ——贯入度

$n$  ——刀盘转速

$n_s$  ——刀盘转速设定值

$T_r$  ——单刀扭矩

$TPI$  ——扭矩贯入指标

$v$  ——推进速度

$v_{set}$  ——推进速度设定值

## 4 基本规定

- 4.1 为规范大数据数据预处理在全断面隧道掘进机法施工水工隧洞中的应用，统一其技术标准，特制定本文件。
- 4.2 对采用全断面隧道掘进机法施工产生的数据进行处理应做到方法适用、技术先进、经济合理、节能环保。
- 4.3 采用全断面隧道掘进机法施工的工程建设单位宜组织施工、监测、科研等参与方建立高效协同的工作机制。
- 4.4 全断面隧道掘进机施工应实时收集各类掘进信息和监测资料，应用信息化、智能化技术，建立有关掘进信息和监测资料的共享机制。
- 4.5 前期地质勘察时，除应满足 GB 50487 的技术要求外，尚应结合全断面隧道掘进机的施工特点开展勘察工作，隧洞的选线和掘进机选型除应满足 SL 279 的技术要求外，尚应根据掘进机的施工特点进行设计。
- 4.6 全断面隧道掘进机应具备实时对掘进机装备数据、施工数据的监测、搜集、存储、传输等功能。
- 4.7 全断面隧道掘进机应具备具有数据处理能力的上位机或远程主机，上位机或远程主机具备安装 Python 或 Java 等常用计算机语言文件库的功能。
- 4.8 掘进机施工应结合隧洞的围岩条件、施工环境、隧洞结构型式、施工方法与进度要求，制定合理可靠的监测方案，数据监测、搜集、存储、传输仪器与掘进机设施宜做到永临结合。
- 4.9 工程参与各方应协同合作，加强现场地质条件确认和掘进机状态评估工作，保证在运行过程中数据的及时获取，出现中断状况，应及时采取应对和处理措施。
- 4.10 在进行数据预处理前，应确保全断面隧道掘进机数据的参数名称准确、参数单位符合要求、数据完备。
- 4.11 数据处理的目的是为提升数据质量、减小数据误差、便于直观查看数据，在实际处理过程中宜根据实际需求选择需要的处理方法并合理安排各方法的顺序。
- 4.12 各数据使用方应严格遵守数据保密协议，在各流程实现数据安全传输、安全存储、安全应用。

详细标准内容请来电索取。010-68701157

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 22240 信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
  - [2] GB/T 28181 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求
  - [3] GB/T 31496 信息技术 安全技术 信息安全管理体系 指南
  - [4] GB/T 41051 全断面隧道掘进机 岩石隧道掘进机安全要求
  - [5] GB 50021 岩土工程勘察规范
  - [6] SL 191 水工混凝土结构设计规范
  - [7] SL 197 水利水电工程测量规范
  - [8] SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
  - [9] SL 377 水利水电工程锚喷支护技术规范
  - [10] SL 378 水工建筑物地下开挖工程施工规范
  - [11] SL 642 水利水电地下工程施工组织设计规范
  - [12] SL 764 水工隧洞安全监测技术规范
  - [13] SL/T 789 水利安全生产标准化通用规范
-