

团 体 标 准

T/CSPSTC XX—2022

盾构法隧道监测设计规范

Specification for design of shield tunnel monitoring

(征求意见稿)

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

中国科技产业化促进会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语、定义和符号 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 符号 2

4 基本规定 2

5 监测的项目和要求 4

6 监测点的布设 5

7 监测方法及技术要求 5

 7.1 基本规定 5

 7.2 竖向位移监测 5

 7.3 水平位移监测 6

 7.4 净空收敛监测 6

 7.5 管片错台监测 6

 7.6 管片接缝张开量监测 6

 7.7 管片裂缝监测 6

 7.8 管片结构应力监测 7

 7.9 结构外侧水土压力监测 7

 7.10 连接螺栓应力监测 7

 7.11 管片裂缝监测 7

 7.12 异物入侵监测 7

 7.13 水灾监测 7

 7.14 火灾监测 7

8 监测频率 8

9 监测项目控制值和预警 8

10 监测成果及信息反馈 10

附录 A （资料性） 检测项目代号和图例 11

参考文献 12

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。

本文件由中铁第四勘察设计院集团有限公司提出。

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、XXX 等。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX 等。

引 言

盾构隧道以其较高的安全性广泛应用于城市轨道交通、铁路、公路、市政、水利、电力等各个行业，且随着掘进技术的不断改进，其应用范围越来越广。建成后的盾构隧道衬砌结构会出现不同程度的变形或位移、开裂、接缝张开、渗漏水等病害，这些病害不仅降低了盾构隧道结构的安全性、耐久性，还会造成资源的巨大浪费，针对盾构隧道结构进行智能化综合监测可及时反映结构的工作状况、尽早采取应对措施，对结构长期健康服役、保证运营安全、节省资源具有重要意义。

随着监测技术已由传统的静态法监测，如应变片、钻芯法、回弹法等，扩展到声学、光学、机械振动技术、射线技术、电子和电气技术等检测技术，如地质雷达检测、三维激光扫描、声波检测、光线检测等，监测范围越来越广、监测及数据处理的效率越来越高，这些为盾构隧道结构综合监测提供了有力的基础条件。

针对盾构隧道进行综合监测，已是工程实际需求及科技发展进步的必然趋势，以此契机，进行了本次标准编制。本标准旨在对结构沉降、位移、变形、裂缝、异物入侵、水灾、火灾等监测项目通过多种监测方法，以实现自动化、智能化、信息化为目标，利用新型监测装备及技术，对隧道结构进行覆盖施工、运营全生命周期的综合性监测。

盾构法隧道监测设计规范

1 范围

本文件确立了盾构法隧道监测的监测的项目和要求、监测点的布设、监测方法及技术要求、监测频率、监测项目控制值和预警、监测成果及信息反馈的程序。

本文件适用于盾构隧道结构全生命周期监测。

注：盾构隧道结构全生命周期监测主要内容包括对结构沉降、位移、变形、裂缝、异物入侵、水灾、火灾等监测项目通过多种监测方法，以实现自动化、智能化、信息化为目标，利用新型监测装备及技术，对隧道结构进行覆盖施工、运营全生命周期的综合性监测。

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 50308 城市轨道交通工程测量规范
- CH/T 6004 车载移动测量技术规程
- GB/T 39559.3 城市轨道交通设施运营监测技术规范 第3部分：隧道
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB/T 50299 地下铁道工程施工质量验收标准
- GB 50446 盾构法隧道施工及验收规范
- GB 50497 建筑基坑工程监测技术规范
- GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范
- CJJ/T 202 城市轨道交通结构安全保护技术规范
- CJJ/T 289 城市轨道交通隧道结构养护技术标准
- JTG H12 公路隧道养护技术规范
- TB 10417 铁路隧道工程施工质量验收标准

3 术语、定义和符号

下列术语、定义和符号适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

盾构隧道 shield tunnel

采用盾构法施工技术修建成的预制管片拼装式隧道。

3.1.2

监测分级 monitoring classification

根据地质条件、运营条件、结构断面等因素的影响程度大小对监测进行的等级划分。

3.1.3

监测点 observation point

直接或间接设置在监测对象上，并能反映监测对象力学或变形特征的观测点。

3.1.4

监测项目控制值 controlled value for monitoring

为满足工程结构安全及环境保护要求，控制监测对象的状态变化，针对各监测项目的监测数据变化量所设定的受力或变形的设计允许值的限值。

3.2 符号

- C ——管片收敛变形（直径变化量）；
- D ——隧道外径。
- h ——设计厚度；
- h_i ——有效厚度；
- q ——设计强度；
- q_i ——实际强度。

4 基本规定

- 4.1 盾构隧道工程监测应为施工安全状态、服役安全状态提供诊断依据，并应反馈设计与施工，为后续工程提供参考。
- 4.2 盾构隧道工程监测应根据隧道工程地质条件、周边环境条件、设计及施工情况等因素制定不同的监测等级，做到全面监测、重点加强。
- 4.3 监测项目应便于观测、协调反映结构安全状态。
- 4.4 监测点宜网络覆盖化，重点部位应针对性加密监测。监测点耐久性不应低于主体结构耐久性，不应妨碍轨道交通的运营安全。
- 4.5 监测宜采用信息化监测方法、监测数据快速系统整合。
- 4.6 监测频率应根据监测等级确定，并应满足反映监测对象变化过程的要求。
- 4.7 周边环境条件变化时，如地面堆载、地层降水、临近基坑开挖、临近楼房修建与拆除、邻近隧道及综合管廊施工等，应有针对性的加强监测。
- 4.8 监测分区及分级：
 - a) 应根据盾构隧道工程地质条件、周边环境条件、设计情况等因素划分为不同分区。实施过程中应根据施工监测情况、周边环境条件变化进行调整。
 - b) 工程地质条件影响分区宜按照表 1 的规定进行划分。

表 1 工程地质条件影响分区

工程地质条件影响分区	范围
I	隧道周边为软弱地层、湿陷性地层、膨胀性地层、上软下硬或上硬下软地层、液化地层、

	岩溶或空洞地层、断层破碎带、高承压水地层、有害气体地层等特殊或者不良地层
II	隧道周边为黏性土地层、砂土地层、卵石地层、全风化地层、强风化地层等一般地层
III	隧道周边为中风化岩层、微风化岩层等较好地层

c) 周边环境条件影响分区宜按表 2 的规定进行划分。

表 2 周边环境条件影响分区

周边环境条件影响分区	范围
I	隧道周边主要影响区内存在既有轨道交通、铁路、高速公路、重要桥梁或隧道、需保护建筑、高层建筑、江河湖海
II	隧道周边次要影响区内存在既有轨道交通、铁路、高速公路、重要桥梁或隧道、需保护建筑、高层建筑、江河湖海；隧道周边主要影响区内存在一般建构筑物
III	隧道周边无建构筑物
盾构法隧道周边主要影响区为隧道结构边 1D 范围内。地铁区间隧道周边规划有建构筑物时，应按相关规划资料划分综合监测分区。	

d) 设计条件影响分区宜按表 3 的规定进行划分。

表 3 设计条件影响分区

设计条件影响分区	范围
I	管片外径超过 10 m 的大盾构隧道；结构断面型式变化处；道岔区；上下重叠隧道；净距 < 3 m 的平行隧道
II	6 m ≤ 管片外径 ≤ 10 m 的盾构隧道
III	管片外径 < 6 m 的盾构隧道

e) 当工程地质条件影响分区、周边环境条件影响分区、设计条件影响分区最高为 I 级时，综合监测等级为一级；当影响分区最高为 II 级时，综合检测等级为二级；当影响分区均为 III 级时，综合监测等级为三级。

f) 当周边环境条件变化时，如地面堆载、地层降水、临近基坑开挖、临近楼房修建与拆除、邻近隧道及综合管廊施工等，或者隧道施工过程中发生过险情等，应提高监测等级，可采用增设监测点或提高监测频率等针对性措施加强监测。

5 监测的项目和要求

5.1 监测项目宜包含盾构隧道竖向位移、水平位移、收敛变形、错台、接缝张开量、裂缝、道床脱空量、异物入侵、水灾、火灾等指标，根据隧道监测等级按照表 4 执行。

表 4 盾构法隧道监测项目

项目 编号	监 测 项 目	工程监测等级		
		一级	二级	三级
1	管片竖向位移	√	√	√
2	管片水平位移	√	√	√
3	管片净空收敛	√	√	√
4	管片错台	√	○	○
5	管片接缝张开量	√	○	○
6	管片结构裂缝	√	√	√
7	管片结构应力	○	×	×
8	结构外侧水土压力	○	×	×
9	连接螺栓应力	○	×	×
10	道床脱空	√	√	√
11	异物入侵	√	√	√
12	水灾	√	√	√
13	火灾	√	√	√

5.2 应针对下列项目，进行现场巡查：

- a) 管片破损、渗漏水。
- b) 嵌缝材料、手孔封堵材料、支架脱落。
- c) 支架锚固螺栓松动。
- d) 管片连接螺栓、钢管片、钢支架及锚固螺栓锈蚀。
- e) 疏散平台湿滑、破损、翘起。
- f) U型槽、洞门等出地面结构防护结构及周边环境。

6 监测点的布设

6.1 监测点的位置和数量应根据监测等级、监测方法综合确定，并应反映监测部位荷载、位移、内力变化规律，满足分析结构安全状态的要求。

6.2 监测点宜形成网络，重点部位应加密监测，各测点应能相互协调综合反映结构安全状态。

6.3 监测点的布设应满足施工期及运营期的监测要求。

