

ICS

CCS

团体标准

T/CI XXX—2024

工业固废混凝土盾构管片

Industrial solid waste concrete shield segments

(征求意见稿)

2024-X-X 发布

2024-X-X 实施

中国国际科技促进会 发布

中国国际科技促进会（CIAPST）是 1988 年经中华人民共和国国务院科技领导小组批准而成立的全国性社会团体。制定团体标准、开展标准国际化和推动团体标准实施，是中国国际科技促进会的工作内容之一。任何团体和个人，均可提出制、修订中国国际科技促进会团体标准的建议并参与有关工作。

中国国际科技促进会标准按《中国国际科技促进会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国国际科技促进会征求意见稿经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 80% 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国国际科技促进会标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国国际科技促进会标准化工作委员会，以便修订时参考。

任何团体和个人，均可对本标准征求意见稿提出意见和建议，牵头起草单位联系方式：
guxiaowei@mail.neu.edu.cn

中国国际科技促进会

地址：北京市海淀区中关村东路 89 号恒兴大厦 13F

邮政编码：100190

电话：010-62652520 传真：010-62652520

网址：<http://www.ciapst.org>

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》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这些专利的责任。

本文件由东北大学提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本标准起草单位：东北大学、沈阳工业大学。

本标准主要起草人：顾晓薇。

本文件为首次发布。

征求意见稿

工业固废混凝土盾构管片

1 适用范围

本文件规定了工业固废混凝土盾构管片分类、规格和标记、一般规定、材料、技术要求、试验方法、检验规则、标志与产品合格证，运输与贮存等。

本文件适用于粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、铁尾矿、火山灰质混合材料、铁矿废石机制砂石骨料、锂渣等工业固废制备的混凝土盾构管片。

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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 22082	预制混凝土衬砌管片
GB/T 38901	纤维混凝土盾构管片
GB/T 1596	用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB 8076	混凝土外加剂
GB/T 51003	矿物掺合料应用技术规范
GB/T 27690	砂浆和混凝土用硅灰
GB/T 203	用于水泥中的粒化高炉矿渣
GB/T 21371	用于水泥中的工业副产石膏
GB/T 31288	铁尾矿砂
GB/T 2847	用于水泥中的火山灰质混合材料
JT/T 819	公路工程 水泥混凝土用机制砂
YB/T 4230	用于水泥和混凝土中的锂渣粉
YB/T 4561	用于水泥和混凝土中的铁尾矿粉

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

工业固废基胶凝材料 industrial solid waste based cementitious materials

指利用粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、铁尾矿粉、火山灰质混合材料、锂渣等工业固体废弃物为原料，经加工磨细后按一定比例复配制成的水硬性胶凝材料。

3.2

工业固废混凝土盾构管片 industrial solid waste concrete shield segments

指采用工业固废基胶凝材料和工业固废机制骨料制备的混凝土盾构管片。

3.3 工业固废掺量

指工业固废粉体和工业固废骨料在混凝土中的参加总量。

3.4

工业固废机制砂石骨料 industrial solid waste machine-made gravel aggregate

指采用矿业废石经破碎制成的机制砂细骨料和机制碎石粗骨料。

3.5

抗渗漏试验 leakage resistance test

指对应用于实际工程的工业固废混凝土盾构管片进行的渗透性检验,确定盾构管片抗地下水渗透能力。

3.6

水平拼装检验 horizontal assembly inspection

指测量盾构管片水平组装两环或三环后的尺寸精度和形位偏差,对盾构管片和模具进行检验。

4 分类、规格和标记

4.1 分类

4.1.1 根据拼装成环后的隧道线型

盾构管片按拼装成环后的隧道线型分为: 直线段盾构管片 (Z)、曲线段盾构管片 (Q) 及既能用于直线段又能用于曲线段的通用盾构管片 (T) 三类。曲线段盾构管片又分为左曲盾构管片 (ZQ)、右曲盾构管片 (YQ)、竖曲盾构管片 (SQ)。

4.1.2 根据隧道的直径大小

根据隧道的直径大小, 盾构管片块数可分为 4 块~13 块。

4.1.3 根据拼接位置

按照盾构管片在环内的拼装位置可分为: 标准块 (B)、邻接块 (L1、L2)、封闭块 (F)。

4.1.4 根据工业固废替代材料类别

盾构管片按工业固废替代材料类别可分为: 工业固废基胶凝材料混凝土盾构管片 (JN)、工业固废机制骨料混凝土盾构管片 (G)、工业固废基胶凝材料和工业固废机制骨料混凝土盾构管片 (JG)。

4.1.5 根据隧道的断面形状

盾构管片根据隧道的断面形状可分为: 圆形盾构管片 (Y)、椭圆形盾构管片 (TY)、矩形盾构管片 (J)、双圆形盾构管片 (SY)、异形盾构管片 (YY)。

4.2 规格

工业固废混凝土盾构管片规格按 GB/T 22082-2017 的要求执行，特殊规格由设计确定。

4.3 标记

盾构管片以隧道形状、分类代号、块数、规格、管片在环内的位置、工业固废替代材料类别，标准编号编排，标记示例如下，圆形隧道、直线段盾构管片、6 块、内径 5500 mm、宽度为 1200 mm、厚度为 350 mm、标准块、工业固废基胶凝材料的管片标记如下：

YZ6-5500×1200×350-B-JN T/CI 0XX—2024。

5 一般规定

5.1 固废基胶凝材料原材料

5.1.1 粒化高炉矿渣

粒化高炉矿渣应符合 GB/T 203 规定的技术要求。

5.1.2 粉煤灰

粉煤灰应符合 GB/T 1596 规定的技术要求（强度活性指数、碱含量除外）。粉煤灰中离子含量不大于 210 mg/kg。

5.1.3 工业副产石膏

工业副产石膏应符合 GB/T 21371 规定的技术要求。

5.1.4 锂渣

锂渣应符合 YB/T 4230 规定的技术要求。

5.1.5 火山灰质混合材料

火山灰质混合材料应符合 GB/T 2847 规定的技术要求。

5.1.6 硅灰

硅灰材料应符合 GB/T 27690-2023 规定的技术要求。

5.1.7 铁尾矿粉

铁尾矿粉应符合 YB/T 4561-2016 和 T/CECS 10103-2020 规定的技术要求。

5.2 工业固废机制砂石骨料

5.2.1 铁矿废石机制砂细骨料

铁矿废石机制砂细骨料应符合 GB/T 31288-2014 的技术要求。

5.2.2 铁矿废石机制碎石粗骨料

铁矿废石机制碎石粗骨料应符合和 T/LJH 024-2022 的技术要求。

5.3 其他

5.3.1 拌合用水

工业固废混凝土拌合用水应符合 JGJ 63 中钢筋混凝土用水的有关规定。

5.3.2 外加剂

混凝土外加剂应符合 GB 8076 的规定，严禁使用氯盐类外加剂或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。

5.3.3 工业固废材料

工业固废材料使用前应进行试验验证，避免对制品产生有害影响。

5.3.4 钢筋

盾构管片钢筋直径大于 10 mm 时宜采用热轧螺纹钢，其性能应符合 GB/T 1499.2 的规定；直径小于或等于 10 mm 时宜采用热轧光圆钢筋，其性能应符合 GB/T 1499.1 的规定。钢筋加工和钢筋骨架制作按 JC/T 2030 的规定执行。

5.3.5 预埋件

槽式预埋件等其他配件应符合设计要求；注浆孔、吊装孔预埋件的规格和性能应符合设计要求。

6 技术要求

6.1 工业固废混凝土

6.1.1 抗压强度等级

工业固废混凝土的抗压强度等级不应小于 C50，且应符合工程设计要求。

6.1.2 抗渗等级

工业固废混凝土的抗渗等级应符合工程设计要求，无设计要求时抗渗等级应符合 GB 50108 的规定。

6.1.3 抗弯性能等级

工业固废混凝土的抗弯性能等级应符合工程设计要求，其性能等级分级见表 1。

表 1 工业固废混凝土的抗弯等级

强度等级	f_{R1k}/MPa	残余强度等级	f_{R3k}/f_{R1k}
1	$1 \leq f_{R1k} < 1.5$	a	$0.5 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 0.7$
1.5	$1.5 \leq f_{R1k} < 2.0$	b	$0.7 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 0.9$
2	$2.0 \leq f_{R1k} < 2.5$	c	$0.9 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 1.1$
2.5	$2.5 \leq f_{R1k} < 3$	d	$1.1 \leq f_{R3k}/f_{R1k} < 1.3$
3	$3 \leq f_{R1k} < 3.5$	e	$f_{R3k}/f_{R1k} \geq 1.3$
3.5	$3.5 \leq f_{R1k} < 4$	—	
4	$4 \leq f_{R1k} < 5$	—	
5	$5 \leq f_{R1k} < 6$	—	
N	$N \leq f_{R1k} < N+1$	—	
N+1	$N+1 \leq f_{R1k} < N+2$	—	

注：分级示例如下，混凝土的等级为 3b，表示其 f_{R1k} 为 3MPa~3.5MPa， f_{R3k}/f_{R1k} 为 0.7~0.9；混凝土的等级为 2c，表示其 f_{R1k} 为 2MPa~2.5MPa， f_{R3k}/f_{R1k} 为 0.9~1.1。

6.1.4 拌合物含量

工业固废混凝土拌合物的含量应符合配合比设计要求。

6.1.5 耐久性

工业固废混凝土的耐久性和其他长期性能应同时符合 GB 50010、GB/T 50476 的规定，工业固废混凝土的氯离子含量不应大于 0.06%，碱含量不应大于 3.0 kg/m³。

6.2 外观质量

当盾构管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落以及宽度 0.1 mm~0.2 mm 非贯穿性裂缝时，应进行修补。管片修补时，修补材料的抗拉强度和抗压强度均不低于管片混凝土设计强度。修补后的管片质量应符合 GB/T 22082 的要求。盾构管片成品的外观质量应符合表 2 的要求。

表 2 管片外观质量缺陷等级划分

名称	缺陷描述	缺陷等级
露筋	管片内钢筋未被混凝土包裹而外露	严重缺陷
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	严重缺陷
孔洞	混凝土中出现深度和最大长度均超过保护层厚度的孔穴	严重缺陷
夹渣	混凝土中有少量深度或最大长度未超过保护层厚度的孔穴	一般缺陷
疏松	混凝土内夹有杂物且深度达到或超过保护层厚度	严重缺陷
裂缝	从管片混凝土表面延伸至内部且超过设计给出的允许宽度或深度的裂缝	一般缺陷
	其他少量不影响管片结构性能和使用功能的宽度小于 0.2 mm 的裂缝	严重缺陷
预埋部位缺陷	管片预埋件松动	严重缺陷
	预埋部位存在少量麻面、掉皮或掉角	一般缺陷
外形缺陷	外弧面混凝土破损到密封槽位置	严重缺陷
	存在少量且不影响结构性能或使用功能的棱角磕碰、翘曲不平或飞边凸肋等	一般缺陷
外表缺陷	密封槽及平面转角部位的混凝土有剥落缺损	严重缺陷
	其他部位的混凝土表面有少量麻面、掉皮、起砂或少量气泡等	一般缺陷

6.3 尺寸偏差

工业固废混凝土盾构管片的几何尺寸、钢筋的混凝土保护层厚度和预埋槽道位置允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 几何尺寸、钢筋的混凝土保护层厚度和预埋槽道位置允许偏差

项目	允许偏差/mm
宽度	±1
弧长	±3
厚度	±3
钢筋保护层厚度	±1
预埋槽道位置	±1

6.4 水平拼装

工业固废混凝土盾构管片的水平拼装尺寸允许偏差应符合 GB/T 22082 的要求。

6.5 检漏试验

在设计检漏试验压力的条件下，恒压 2 h，不得出现漏水现象，渗水深度不超过 50 mm。

6.6 抗弯性能

设计有要求时，工业固废混凝土盾构管片的抗弯性能应符合设计要求。

6.7 抗拔性能

设计有要求时，工业固废混凝土盾构管片的抗拔性能应符合设计要求。

6.8 盾构管片吊装孔抗拔性能

工业固废混凝土盾构管片吊装孔应进行抗拉拔检验，检验结果符合设计要求。当设计无要求时，抗拉拔力不应低于管片自重的 7 倍。

6.9 盾构管片预埋槽道性能

工业固废混凝土盾构管片预埋槽道的径向抗拔性能、沿槽道方向和垂直槽道方向抗剪切性能应符合设计要求。

6.10 盾构管片整环径向承载力

异形、特大直径等非标准断面隧道的工业固废混凝土盾构管片可根据设计要求进行整环径向承载力验证试验。

7 试验方法

7.1 工业固废混凝土试验

7.1.1 抗压强度

工业固废混凝土抗压强度应按 GB/T50081 规定的方法进行试验，强度的评定应符合 GB/T 50107 的规定。

7.1.2 抗渗性能

工业固废混凝土的抗渗性能应按 GB/T 50082 规定的方法进行试验。

7.1.3 抗弯性能

工业固废混凝土的抗弯性能应按 GB/T 38901-2020 中附录 B 规定的方法进行试验。

7.1.4 强度标准值和极限强度标准值

工业固废混凝土的正常使用阶段的强度标准值 $f_{t,sk}$ 和极限强度标准值 $f_{t,ak}$ 的计算方法应符合 GB/T 38901-2020 中附录 C 的规定。

7.1.5 耐久性能

工业固废混凝土的耐久性能和其他长期性能应按 GB/T 50082 规定的方法进行试验，在满足设计要求的条件下，对工业固废混凝土的耐久性评定宜采用 60 d 或 90 d 龄期的试样，游离氯离子含量和碱含量分别为相应试验方法测得的各组分离氯离子含量和碱含量的总和。

7.2 盾构管片外观质量、尺寸偏差、水平拼装尺寸允许偏差试验

工业固废混凝土盾构管片外观质量、尺寸偏差、水平拼装尺寸允许偏差试验按 GB/T 22082 规定的方法进行试验，成环后外径的测量方法同内径测量方法相同。

7.3 管片抗弯性能试验

工业固废混凝土盾构管片抗弯性能试验按 GB/T 38901 中附录 E 规定的方法进行。

7.4 管片检漏试验

工业固废混凝土盾构管片检漏试验按 GB/T 22082 规定的方法进行。

7.5 干燥收缩率

7.5.1 设备和仪器

7.5.1.1 测量装置应表盘的千分表，并应有足够大的测量范围

7.5.1.2 恒温恒湿箱或电热鼓风干燥箱的最小容积应能放置三个完整的测试试件，并且每一个测试试件四周的净空间距至少 25 mm 以上；能满足 $(50 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的温度和 $(17 \pm 2)\%$ 相对湿度控制精度要求。

7.5.1.3 水池最小容积应能放置一组试件。

7.5.1.4 测长头由不锈钢或黄铜制成。

7.5.1.5 台钻或麻花钻带有深度限位尺，精度为 1 mm。

7.5.2 试件

试件应为完整混凝土板，数量为三个。在每个试件任一条面上划出中心线，用手持应变仪配备的标距定位器，在中心线上确定测长头安装插孔的位置。在确定的位置上用直径为 12 mm 的钻头钻孔，孔深 $14 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 安装测长头前，测长头插孔应干燥且无灰尘。用黏合剂（水泥、水玻璃浆或环氧树脂）注入插孔后，用标距杆把测长头挤压到合适的标距。擦掉多余的黏合剂。工业固废混凝土试件的测量标距为 250 mm。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

出厂检验项目包括工业固废混凝土抗压强度、工业固废混凝土抗渗透性能、管片外观质量和尺寸偏差。

8.2.2 批量与抽样

以同一原料，同一生产工艺，同一品种、同一规格型号，稳定连续生产的产品为一个检查批。出厂检验批量组成与抽样数量应符合表 4 的规定。

表 4 出厂检验批量组成与抽样

项目		批量	抽样数量
工业固废混凝土	抗压强度	同一配合比的工业固废混凝土，每天取样不准许少于 1 次	成型 3 组试块，每组 3 块，规格 150 mm×150 mm×150 mm。两组同条件养护试块分别进行脱模强度检测和出厂强度检测，一组标准养护试块进行混凝土 28 d 抗压强度评定
	抗渗性能	混凝土配合比有较大调整时，同一配合比的工业固废混凝土，每天取不准许少于 1 次	成型 1 组试块，每组 6 块，规格为上口直径 175 mm、下口直径 185 mm、高度 150 mm 的圆台体。标准养护 28 d 的试块进行混凝土抗渗性能测试
	抗弯性能	同一配合比的工业固废混凝土，每 200 环取样不准许少于 1 次	成型 1 组试块，每组 6 块，规格 150 mm×150 mm×550 mm。标准养护试块进行混凝土抗弯性能测试
	游离氯离子含量	混凝土配合比有较大调整时，同一配合比的工业固废混凝土，每天取样不准许少于 1 次	1 组，每组 5L 混凝土
	碱含量		
工业固废混凝土盾构管片	外观质量	200 环	1 环
	尺寸偏差	200 环	1 环
	水平拼装	200 环	1 环
	检漏试验	200 环	1 环
	抗弯性能	200 环	1 环

	抗拔性能	200 环	1 环
--	------	-------	-----

8.2.3 判定规则

- 8.2.3.1 工业固废混凝土抗压强度按 GB/T 50107 的规定进行检验评定。
- 8.2.3.2 工业固废混凝土盾构管片受检样品外观所有检查项目无缺陷即为合格；当批次产品外观存在一般缺陷时，取 2 环管片进行复检，复检无缺陷则判定该批产品外观质量合格，否则为不合格。
- 8.2.3.3 工业固废混凝土盾构管片受检样品中宽度、厚度、弧长项目所有检查点全部合格为单项合格；当批产品宽度、厚度、弧长合格，钢筋的混凝土保护层厚度超差点数量不超过检查点数量的 20%，最大偏差值应在允许偏差值的 1.5 倍范围内，则判定该批产品的尺寸偏差合格，否则为不合格。
- 8.2.3.4 工业固废混凝土的抗渗性能、抗弯性能、游离氯离子含量、碱含量等项目检验全部合格，则判定该项合格，否则为不合格。
- 8.2.3.5 工业固废混凝土盾构管片的水平拼装，受检样品中超过允许偏差的检查点不超过检查点总数的 20%为该项合格，4 个子项合格则判定该项合格，否则为不合格。
- 8.2.3.6 工业固废混凝土盾构管片的抗弯性能(包括正常使用极限状态和承载力极限状态)满足设计要求，则判定该项合格，否则为不合格。
- 8.2.3.7 工业固废混凝土盾构管片受检样品检漏试验合格，则判定该项合格；若受检样品不合格，则复检 2 块，复检样品均合格，则判定该项合格，否则为该项不合格。
- 8.2.3.8 工业固废混凝土盾构管片受检样品吊装孔抗拔性能试验合格，则判定该项合格；若受检样品不合格，则复检 2 块，复检样品均合格，则判定该项合格，否则为该项不合格。
- 8.2.3.9 工业固废混凝土盾构管片如有预埋槽道，受检样品径向抗拔性能试验合格，则判定该项合格。若受检样品不合格，则复检 2 块，复检样品均合格，则判定该项合格，否则为该项不合格。
- 8.2.3.10 工业固废混凝土盾构管片如有整环径向承载力验证要求时，整环径向承载力检验满足设计职求，则判定该项合格，否则为不合格。
- 8.2.3.11 全部项目均合格，则判定该批产品为合格，否则为不合格。

9 标志与出厂证明

9.1 标志

盾构管片出厂产品应有质量合格证书和警示语标志，并标明生产厂标识。盾构管片的弧面或端侧面应喷涂标志或粘贴数字标识，该标志在施工现场组装结束之前应易识别。标志内

容应包括：管片标记、管片编号、模具编号、生产日期、检验状态。每片管片应独立编号。

9.2 产品出厂合格证书

凡经检验合格的产品，应按规定填写出厂证明书，应包括下列内容：

- a) 产品名称，产品标准编号，商标和产品标记；
- b) 生产厂名称，详细地址，产品产地；
- c) 主要技术参数；
- d) 生产日期，生产批号，出厂日期或编号；
- e) 产品检验报告单，其中应有检验人员代号，检验部门印章；
- f) 产品说明书和出厂合格证。

10 运输和贮存

10.1 运输

产品运输时应放在支垫物上并采取可能引起产品损坏的必要防护措施，层与层之间采用垫木或标准成型的垫块隔开，每层支撑点在同一平面上，各层支垫物在同一直线上。在吊装过程中应采取适当的防护措施，防止损坏盾构管片。

10.2 贮存条件

产品可在常温常湿条件下贮存。应保持干燥通风，并应采取措施，防止侵蚀介质和雨水侵害。产品成型后，在工厂内存放时间不应少于 28 天。产品堆放场地应坚实平整。

10.3 贮存方式

盾构管片应按型号分别码放，可采用侧面立放或内弧面向上平放。管片之间应使用适当的材料进行支撑或分隔，上下对齐，侧立放正以防倒塌。管片堆放高度，宜根据管片大小、自重计算决定。
