

《全断面敞开式斜井岩石掘进机施工组织设计指南》  
(征求意见稿) 编制说明

《全断面敞开式斜井岩石掘进机施工组织设计指南》

团体标准

起草工作组

二〇二五年六月

# 《全断面敞开式斜井岩石掘进机施工组织设计指南》

## （征求意见稿）编制说明

### 一、工作简况

#### 1.1 项目背景

自上世纪九十年代末引入 TBM（全断面隧道掘进机）工法以来，随着国家经济的高速发展及基础设施建设规模的不断扩大，TBM 技术在我国工程建设中的应用范围也在不断拓展。尤其在长大隧洞等复杂地质条件下，TBM 施工的优势愈加凸显。该工法凭借其施工效率高、成型质量好、安全性高和对环境影响小等特点已经逐步取代传统钻爆法，进一步成为地下工程施工的重要技术手段。特别是在铁路、公路、城市轨道交通、水利水电等重点领域，TBM 工法的广泛推广与成功实践，极大地推动了我国隧道与地下空间工程建设的现代化进程。经过二十余年的技术积淀与工程实践，我国在 TBM 设备的自主研发与制造方面取得了重大突破，实现了多种型号 TBM 设备的国产化，形成了具有自主知识产权的核心技术体系。同时，配套施工技术、工艺流程与信息化管理手段也日趋完善，并且已经建立起涵盖设计、制造、施工、监测、维护等各环节的完整产业链。目前，我国 TBM 工程施工能力和综合技术水平已跻身世界前列，并且在多项国家重点工程中实现了规模化、复杂化和智能化应用，充分体现了我国在该领域的技术自信与装备能力。

近年来，随着国家对安全生产和绿色施工的政策要求不断提升，建设单位、施工企业及监管机构愈加重视施工现场的本质安全和智能化管理。以“机械化换人、自动化减人”为核心的现代施工理念日益成为推动施工模式转型升级的重要导向。然而，在实际工程中，部分特殊工况如：大坡度、长距离的斜井工程仍大量沿用传统钻爆法施工。该方法在作业过程中不可避免地存在较大震动与扰动效应，同时存在施工环境封闭恶劣、通风排水困难、作业人员安全风险高、作业效率难以保障等一系列问题。综合来看，该工法已难以适应当前高标准、高效率、低干扰的建设需求。为应对上述挑战，进一步研发并推广适用于斜井施工的全断面敞开式岩石掘进机显得尤为迫切和必要。该类装备针对斜井施工特殊需求进行专门设计，具备结构适应性强、掘进能力突出、操作安全性高、掘进连续性好等多方面优势。该设备集成了智能监测系统、自适应推进控制、高效排渣与通风技术，可实现“少人化”甚至“无人化”作业，有效降低了现场作业强度和人员风险，是推动斜井工程“安全高效、绿色智能”转型的重要技术路径。

值得指出的是，目前国内在全断面敞开式斜井岩石掘进机施工方面尚缺乏系统性、专业性和权威性的技术标准与规范指导。由于斜井掘进涉及纵坡大、运输路径复杂、通风排水不畅、设备布置受限等多种特殊工况，其施工组织、设备选型、工艺参数、质量控制、安全管控等方面均面临前所未有的技术挑战和管理压力。在实践中，由于缺乏统一标准导致工程实施过程中存在技术路径不清、作业流程不统一、质量控制不一致等问题。这些问题制约了该类设备在更广范围的推广应用。因此，制定一部科学完善、技术先进、实践导向、具有可操作性的标准文件，已成为当前推动全断面敞开式斜井岩石掘进技术高质量发展的迫切需求。该标准的制定将紧密围绕“安全第一、技术先进、经济合理、绿色环保”的总体原则，深入总结国内外典型工程经验，系统梳理各环节关键技术要点，从设备选型、施工组织设计、工艺流程控制、监测与信息化管理、施工安全与应急响应、质量保障体系建设等方面提出明确技术要求与管理建议。本标准不仅有助于提升斜井 TBM 施工的组织化、规范化水平，同时也为工程设计单位、施工单位和监理单位进一步提供了参数依据、操作指南和验收评判标准，最终实现施工全过程的标准化、智能化与安全化管控。通过标准的不断推广应用，将有效推动我国斜井掘进技术向系统化、专业化方向发展，进一步增强我国在隧道施工领域的技术自主权与行业引领力，为加快基础设施现代化建设提供坚实技术支撑和保障。

## 1.2 任务来源

根据中国科技产业化促进会发布《中国科技产业化促进会关于〈荒漠—绿植山水林田湖草沙一体化生态修复技术规程〉等 8 项团体标准立项计划的通知》(文件号：中科促字〔2024〕25 号)，下达了团体标准《全断面敞开式斜井岩石掘进机施工组织设计指南》的制定任务，计划编号是 T/CSPSTC-JH202424，本标准由中国科技产业化促进会归口，提出单位为中国水利水电第六工程局有限公司，计划 2025 年完成编制工作。

## 1.3 主要工作过程

本标准制定计划确定后，中国水利水电第六工程局有限公司、北京交通大学等单位的多名专家成立了标准起草小组，开展标准编制工作，明确小组成员工作任务并制定详细的工作计划，明确标准征求意见稿、送审稿以及报批稿的完成时间。

2024 年 9 月~2025 年 3 月，标准编制组开展广泛、深入的调研，收集、整理了国内外相关标准、科研成果、专著、论文，针对 TBM 选型适配、设备组装与调试、斜井 TBM 掘进与始发、TBM 设备拆机与转场、不良地质洞段处理与掘进等多个方面，开展相关国内外标准调研。标准编制组内部针对标准框架、标准定位、技术内容的多次研讨，对斜井 TBM 组装、

始发、步进、拆机、转场等工作流程的关键要素进行细致分析，形成了完整的草案稿。

2025 年 3 月 1 日下午，中国科技产业化促进会通过线上线下相结合的方式组织召开了标准研讨会，邀请到行业 40 多家行业相关单位的技术人员出席讨论交流，会后，标准编制组依据征求的相关意见和建议进行修改，形成《全断面敞开式斜井岩石掘进机施工组织设计指南》（征求意见稿）。

## 二、标准编制原则

### 2.1 科学性与适用性原则

本标准在编制过程中，充分结合当前全断面敞开式斜井岩石掘进施工技术的发展现状与工程实际需求，遵循科学性、实用性原则对掘进设备选型、组装与调试、施工组织与工艺、安全管理、运维保养等关键内容进行了系统归纳与规范。标准内容基于大量工程实践经验和典型项目技术总结，力求以科学的方法指导施工全过程。此外，不断提升斜井工程施工的系统化、规范化水平并确保在多种地质、环境和工况条件下的广泛适用性也是标准编制的一项重要原则。同时，标准在编制过程中也需要综合斜井掘进工程中存在的作业环境复杂、安全风险高、设备运输与组装困难、通风排水要求严苛等突出问题进一步对掘进装备型号、运输路径优化、步进与始发策略、施工参数控制、地质适应性分析、现场信息化管控等方面提出系统性要求，力求为工程各参与方提供技术统一、逻辑严谨、可落地的组织设计依据。

### 2.2 实用性与易操作性原则

本标准在编制过程中，对相关术语、定义和技术指标等内容的叙述尽可能清楚、确切、规范，并通过标准的应用实践对所拟标准进行印证，同时考虑实际工作过程可能产生的问题及其他类似应用的实际情况，使本标准执行起来尽可能易实现和可操作，充分满足使用要求。

### 2.3 与相关标准的协调性原则

本标准在编制过程中，针对有关技术内容方面，注意加强与其他标准的兼容和协调，在科学性、适用性的前提下，尽量保持与现有相关标准的一致性。根据水工隧洞 TBM 施工技术规程的需求确定本标准。

### 2.4 规范性原则

本标准按照 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。

## 三、标准主要内容和相关依据

### 3.1 标准主要内容

#### 3.1.1 范围

本文件规定了全断面敞开式斜井岩石掘进机在斜井工程施工中的组织设计要求，包括设备选型与配置、制造监造与出厂验收、设备运输、组装与调试、步进与始发、掘进施工、拆机与转场、支护、不良地质处理、测量、施工辅助设施、施工进度安排、信息系统、安全环保与设备运维管理等内容。本文件适用于采用全断面敞开式掘进机进行斜井开挖作业的各类岩石工程。

#### 3.1.2 基本原则

规定了斜井掘进施工组织设计应遵循的基本原则，包括安全性、技术先进性、经济合理性和绿色施工等方面内容。明确了施工方案应与工程地质、结构类型、环境条件、工期目标等相适配，鼓励因地制宜、统筹协调，推广新工艺、新技术和新装备。

#### 3.1.3 设备选型与配置

明确了斜井掘进机的选型依据与技术要求，涉及设备结构形式、动力系统、刀盘结构、支护与出渣系统、通风排水、液压与电气系统的配置要求，并对大坡度工况下的技术适应性提出具体设计导向。

#### 3.1.4 组装、始发与掘进施工

规定了掘进机的现场组装、系统调试、步进与始发流程，以及掘进作业过程中的操作规程、姿态控制、参数调整、支护协同、故障应对等方面技术要求，旨在保障掘进效率与作业安全。

#### 3.1.5 不良地质处理

针对软弱破碎带、富水地层、大变形围岩等复杂地质条件，规定了超前地质预报、风险评估、支护优化、注浆加固等应对措施，提出了不同地质情况下的掘进参数调整与施工技术路线。

#### 3.1.6 测量与导向

规定了斜井掘进过程中的测量控制要求，包括控制网布设、姿态监测、初始定位与导向系统运行，明确了导向数据采集、误差控制、复测频率与贯通测量等工作内容。

#### 3.1.7 施工辅助设施

对斜井掘进过程中所需的供电、通风、排水、供水、照明、轨道、通讯、物料运输等配套设施进行技术要求规定，提出了洞内外施工场地布置、安全防护与临时设施管理规范。

### 3.1.8 施工进度与组织管理

提出了施工总进度计划编制、里程碑控制、资源配置、施工队伍组织、月掘进效率评估与调整机制，明确了转场衔接与关键路径优化等管理要求。

### 3.1.9 信息系统与智能化监控

规定了掘进数据采集、传输、存储、展示与报警等信息系统功能，提出了数据库建设、设备状态监测、施工行为分析、应急预警等智能化运行要求。

### 3.1.10 安全生产与环境保护

明确了施工现场安全组织、人员培训、风险预控、隐患排查与事故处置机制，并提出了粉尘、噪声、水土保持等环保措施，倡导绿色施工理念。

### 3.1.11 维修保养与应急管理

规定了斜井掘进机日常、周期性与专项维修保养制度，明确了设备关键部件的检测、润滑、更换、故障诊断方法，并提出应急响应流程与备件管理要求。

## 3.2 标准编制依据

GB/T 41053-2021 全断面隧道掘进机 土压平衡-泥水平衡双模式掘进机

GB/T 41056-2021 全断面隧道掘进机 双护盾岩石隧道掘进机

GB/T 34354-2017 全断面隧道掘进机 术语和商业规格

GB/T 41051-2021 全断面隧道掘进机 岩石隧道掘进机安全要求

GB/T 37432-2019 全断面隧道掘进机再制造

GB/T 43246-2023 全断面隧道掘进机制造监理技术要求

GB/T 41052-2021 全断面隧道掘进机 远程监控系统

SL279-2002 水工隧洞设计规范

SL/T 790-2020 水工隧洞安全鉴定规程

SL/T 52-2015 水利水电工程施工测量规范

DG/TJ08-50-2012 隧道工程防水技术规程

DL/T 5407-2019 水电水利工程竖井斜井施工规范

DL/T 5819-2021 全断面岩石掘进机施工技术导则

DL/T 5854-2022 水电水利工程深埋地下洞室开挖施工规范

DL/T 5827-2021 地下洞室绿色施工技术规范

DL/T 5826-2021 水电水利地下工程施工安全评估导则 围岩稳定

DL/T 5099-2011 水工建筑物地下工程开挖施工技术规范

TB 10003-2016 铁路隧道设计规范

T/CCIA0030-2020 水工隧洞 TBM 施工技术规程

T/CCMA 0087-2020 全断面隧道掘进机状态监测与评估

T/HNMES 22-2022 隧道掘进机数据采集融合

NB/T 11429-2023 煤矿 TBM 安装技术规范

#### 四、本标准预期的经济效益和社会效益

从经济效益方面来看，本标准的制定有助于推动斜井工程 TBM 施工技术向标准化、系统化方向发展，尽可能的降低因施工组织混乱、工艺不当或设备选型不合理所带来的返工、误工和设备资源浪费等问题。通过对施工全过程的技术规范与质量控制要求的明确可有效提升作业效率和工程质量，进一步的对建设与运维成本进行降低，最终达到增强施工单位经济效益的目的。同时，标准所规范的设备配置与施工工艺有利于提高 TBM 设备的施工效率、运行稳定性和使用寿命，能够明显减少由非计划停机带来的维修费用支出，进而提升设备的投资回报率和施工整体效能。

从社会效益方面来看，斜井工程多处于高风险、高难度区域，长期以来施工安全问题频发。标准的实施将有助于规范施工行为，强化施工现场的安全风险防控体系，进一步降低人为失误与管理漏洞所导致的安全事故发生概率，从根本上切实保障现场作业人员的生命安全。此外，标准提出的施工理念和施工技术环境保护要求符合当前国家对生态文明建设和“双碳”目标的战略部署，此标准的颁布对斜井 TBM 施工组织流程工作的标准化意义重大。

#### 五、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

本标准制定过程中，未检索到国际标准或国外先进标准，标准水平达到国内先进水平。

#### 六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准符合现有的法律、法规、强制性国家标准。

#### 七、重大分歧意见的处理经过和依据

目前无分歧意见。

## 八、贯标的措施和建议

本标准团体标准，建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业化促进会团体标准管理要求，在协会会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

## 九、废止现行有关标准的建议

无。

## 十、其他应予说明的事项

无。