

浅谈超大直径盾构工厂总装

张智勇

摘要:随着城市现代化的不断深入,盾构掘进机在市域铁路、隧道工程等领域发挥着至关重要的作用,超大直径盾构作为地下施工核心装备的作用愈发关键。其工厂总装涉及前期筹备、工艺实施、安全管控、质量管控等多个环节,需依托规范方案、专业团队与适配设备保障质量。从方案编制、人员部署到设备筹备,从安装拆卸流程到关键部件适配,从风险评估到应急处置,每个环节都直接影响盾构机后续运行效能。科学的总装流程不仅是盾构机性能发挥的前提,更对工程效率与施工安全具有重要支撑,为城市交通基础设施建设筑牢装备基础。

关键词:超大直径盾构;工厂总装;施工工艺;安全管控;前期筹备

在城市空间开发向地下延展的趋势下,市域铁路、越江隧道等重大工程对施工装备实现大型化、高精度的要求越发苛刻,超大直径盾构机成为战胜复杂地质与长距离施工难题的核心利器。工厂总装作为盾构机投入使用前的关键节点,其质量直接对设备运行稳定性和施工可靠性起决定作用。与常规机械装配不同,超大直径盾构总装涉及海量部件精准对接、重型构件吊装调试、多系统协同匹配,需对技术方案、人员配置、场地设备等多样资源进行统筹。若总装环节存在欠缺,可能导致设备运行故障,让工程进度受阻,甚至引发安全事故。本文围绕总装前期筹备、核心工艺、安全管控三大维度,系统探讨超大直径盾构工厂总装的关键要点,为相关工程项目实践给予参考,提升盾构总装的标准化、高效化水平。

一、总装前期筹备与基础保障

(一)总装方案编制与核心依据

总装方案编制的核心目标是保障超大直径盾构吊装的安全与质量,针对最大单件292t的刀盘驱动等重型构件吊装过程中的风险,构建体系性执行框架。其核心依据涵盖三类关键内容:一是法规与标准体系,包含《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》《起重机械安全规程》等28项国家及行业规范,明确技术的基本底线与安全要求;二是技术与场地文件,以盾构设计图、生产总装车间平面布置图、起重机械性能资料为依托,确保方案与设备特性及现场条件相适配;三是实践经验支撑,

借鉴先前类似工程的施工及管理经验,调整流程衔接与风险防控细节。方案要专项明确部件吊装的参数、流程步骤、质量规格及安全验算内容,确保各个环节均有规可依、有据可查,给总装工作给予精准引导^[1]。

(二)人员配置与组织架构部署

人员配置依照“专业适配、责任落实”原则,组建一支50余人的专项团队,涉及项目总负责人、机电技术负责人、焊工、起重工等关键岗位。其中技术负责人按机电专业各配备1名,保证多系统协同匹配;配备专职的安全员与质量员各1名,加大全程监督力度。组织架构以项目总负责人为核心要点,确立“总负责人—分项负责人—作业班组”三级管理体系,明确各级岗位的职责与权限。所有特殊工种均需持证上岗,外协人员需签署安全生产协议,同时接受三级教育及安全交底,采用每周安全巡检、每日班前安全会等机制,实施安全责任的落实,使作业人员具备相应的技能与安全意识,形成“职责分明、协同有力”的工作架构。

(三)设备工具、场地与吊索具筹备

场地筹备聚焦受力与安全保障,选用经地基加固的1#车间,在主机与车架竖立的位置铺40mm厚钢板分散受力,保障地面承载符合重型吊装要求。设备配置对超大直径盾构特性做针对性适配,涉及160T行车、4×90T门式起重机等起重机械,满足各不同重量部件的吊装需求;配套对讲机、手拉葫芦等工具,保障指挥交流与姿态调整的精度。吊索具筹备认真把控安全标准,配备φ40mm、φ120mm规格不同的钢丝绳以及55T、120T的卸扣等,所有吊索具破断拉力需满足6-8倍的安全系数条件,使用前经严格检验。同时储备备用吊索具与应急

作者简介:张智勇(1970.09—),男,汉族,大专,助理工程师,主要从事地下隧道装备(盾构机)制造相关方面的研究工作。

工具，保障设备工具性能达标、数量充足，为总装作业提供硬件相关的支持。

二、总装核心施工工艺与流程

(一) 安装作业核心流程与关键工序

安装作业遵照“基础定位—部件装配—系统调试”的闭环逻辑开展，核心流程可归纳为以下步骤：1.车架结构拼装与设备定位；2.胎架及搁凳布置；3.分段吊装车架；4.以“底部→中部→上部→封顶”顺序将扇块安装好；5.主驱动、拼装机、刀盘依次适配；6.整机管线连接与联动调试。关键工序聚焦三点：一是试吊验证，所有重型构件开始吊装前，需吊离地面0.2–0.3m，核查起重机稳定性以及吊点牢固性，反复试吊两次，确认没问题后再开展作业；二是精准契合，以手拉葫芦调整构件的水平姿态，螺栓连接扭矩以及管路对接精度需契合技术规范；三是流程衔接，切实依照“先基础后部件、先下部后上部”的原则，避免交叉作业引发的干扰，保障各工序衔接连贯，为后续的调试与验收工作打下基础^[2]。

(二) 拆卸作业规范与分段实施要点

以“安全有序、部件无损”为核心开展拆卸作业，

严格遵循与安装反向的流程规范：整机断电→拆除电缆及管路→车架分段吊离搁凳→按“刀盘→拼装机→顶部扇块→两侧扇块→主驱动→底部扇块”顺序拆解。分段实施要点包括：拆卸工作开展前必须填写起重吊装安全监护检查表，清理场地并检查吊具性能；重型构件采用四点水平吊装法，利用手拉葫芦矫正姿态，防止出现碰撞损伤；划分作业警戒区域，由专人进行统一指挥，吊索具安全系数应满足6–8倍要求；对拆卸后的部件按类别打包，如主驱动、刀盘等关键部件需添加防护装置，保障运输过程中部件不受损，全程坚守“先非承重后承重、先外围后核心”原则，保障拆卸步骤在可控范围。

(三) 关键部件（刀盘、主驱动等）总装技术

关键部件总装的核心是“重型吊装精准化、部件适配一体化”，核心技术参数与要求如表一。技术实施中，主驱动需重点控制翻身角度与对接精度，刀盘分块安装后需校验刀具同心度，车架吊装需确保搁凳受力均匀，拼装机需实现平移梁与H梁的精准适配，所有部件均需通过吊耳强度校验，保障总装质量与安全^[3]。

表一 核心技术参数与要求统计表

部件名称	重量 (t)	核心吊装技术	安全系数
主驱动	278	4根 φ 120mm 双股钢丝绳吊装，经翻身架翻至 90° 后对接主机，四钩并一钩翻身	11.6
刀盘	中心块 165/周边块 30	中心块采用 360T 行车四钩并一钩翻身，周边块分块安装，葫芦调整姿态	中心块 10.9/周边块 11.2
车架	分段最重 130	多根钢丝绳四点吊平，手拉葫芦校准水平，按 1#→2#→3#→4# 顺序分段吊装	8.2–14.4
拼装机	整体 170	盘体套至平移梁后整体吊装，控制钢丝绳夹角 21° – 27°，双钩并钩作业	7.3–8.1

三、总装安全管控与风险防范

(一) 全流程安全保证体系构建

全流程安全保证体系以“责任闭环、制度兜底、专项管控”为核心，覆盖总装的各个阶段。构建分级责任体系，确定项目负责人、技术负责人、专职安全员和作业人员的安全职责，建立“总负责人—分项负责人—作业班组”三级管理架构，实现责任层层传导落实，完善制度体系，切实执行三级安全教育、安全交底、特殊工种持证上岗等制度，每周实施安全巡检与学习，每日安排班前安全交底活动，规范动火作业、大件吊装等高危活动的审批流程。针对焊接、起重、高处、临时用电等关键作业，制定专项安全措施：焊接作业强化通风及防

护实施，起重作业依照“十不吊”和试吊要求来做，高处作业应强制系挂安全带且搭建防护结构，临时用电要落实“一机一闸一漏一箱”。通过全面覆盖的安全标志、分区实施隔离的作业区域、定期进行校验的设备工具，创建“人员制度现场”三位一体的安全保障格局，从源头规避安全风险。

(二) 风险评估与危险源动态管控

风险管控以“科学评估、精准辨识、动态监控”为原则，采用LEC作业条件风险评价法，从事故可能性(L)、人员暴露频率(E)、事故后果(C)三方面量化风险等级(D=L×E×C)，划分极其危险(D>320)至低风险(D<20)五个等级。开展全面辨识，梳理起重作

业违规、设备吊索具缺陷、高处作业防护缺失等63项危险源，明确各类风险的防控实施措施。实施动态管控机制：专职安全员每日实施巡检，重点检查吊索具强度、吊装指挥信号、用电设备绝缘等关键部分；定期对风险源予以复评，对已完成整改的隐患跟踪验证，保证风险实现闭环管理模式。对高风险环节（如292t主驱动吊装）专项制定防控方案，实时监测吊装角度、吊索受力等参数，同时把风险分析表纳入作业人员岗前培训内容，确保全员知晓风险点与防控要求，实现风险的事前预判与动态化解^[4]。

（三）应急处置机制与保障措施

应急处置机制以“快速响应、科学施救、兜底保障”为基础构建，厘清应急工作原则和分级响应次序。建立应急抢险领导小组，下设现场救援、技术攻关、医疗急救等专业小组，清晰界定各组的职责与分工，保证事故发生后5分钟内投入救援。制定物体打击、机械伤害、高空坠落、触电等方面的专项应急处理措施，使急救流程符合规范，如遇到物体打击事故，优先处理休克与出血，触电事故要依照“脱离电源—就地抢救—送医诊疗”的原则，遇到高空坠落事故不要随意挪动伤者。强化保障支撑：现场配置急救药品、灭火器等应急物资，针对每100m²作业区域配置一组灭火器，定时检查更换，定期演练提升反应速度，持续优化应急预案确保高效处

置各类突发事故。

结语

综上所述，超大直径盾构工厂总装是一项系统性、高精度的复杂工程，前期筹备的充分性、核心工艺的规范性、安全管控的严密性是保障总装质量的关键。通过科学编制预案、配置专业团队、优化施工流程、强化风险抵御，可有力提升总装效率及设备性能。未来，随着智能制造技术的融入，超大直径盾构工厂总装会向数字化、智能化方向做进一步升级，为城市重大基础设施建设供给更坚实的装备后盾，推动地下工程建设往高质量迈进。

参考文献

- [1] 李东利, 朱永超, 马强, 等. 基于数据要素驱动的盾构5G工厂管控系统研究[J]. 中国设备工程, 2025, (S1): 388-390.
- [2] 晏子雄, 程旺, 白洲宸. 盾构管片智慧工厂的研究与应用[J]. 上海建材, 2024, (02): 81-88.
- [3] 戴旭. 土压平衡盾构渣土工厂规模化处理与效益分析[J]. 江西建材, 2023, (01): 376-378.
- [4] 陈磊, 包崇筌. 土压平衡盾构机工厂预组装机工艺[J]. 水电站机电技术, 2021, 44(09): 104-108.