

北京市地方标准

DB

编 号：DB11/T 2387-2024

城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程

Technical specification for shield machine hoisting of
urban rail transit engineering

2024-12-26 发布

2025-04-01 实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程
**Technical specification for shield machine hoisting of
urban rail transit engineering**

编 号：DB11/T 2387-2024

主编单位：北京盾构工程协会
北京建工土木工程有限公司
中铁二十二局集团有限公司
批准部门：北京市市场监督管理局
施行日期：2025 年 04 月 01 日

2024 北京

前 言

根据北京市市场监督管理局《2023年北京市地方标准制定项目计划》（京市监发〔2023〕4号）的要求，编制组经过调查研究，总结实践经验，参考国内相关标准，在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容为：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 盾构机吊装设备及机具；5 盾构机吊装作业；6 监测。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会和北京市市场监督管理局共同管理，北京市住房和城乡建设委员会归口、组织实施，并组织编制单位对具体技术内容进行解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至北京盾构工程协会（地址：北京市海淀区清华东路16号汇清大厦916室；邮编：100023；邮箱：dgjcn6@163.com；电话：18901162202）。

本规程主编单位：北京盾构工程协会

北京建工土木工程有限公司

中铁二十二局集团有限公司

本规程参编单位：北京市轨道交通建设管理有限公司

北京建筑大学

北京旭壹吊装工程有限公司

中铁十八局集团市政工程有限公司

北京市政建设集团有限责任公司

中铁十五局集团城市轨道交通工程有限公司

中建交通建设集团有限公司

中铁十六局集团地铁工程有限公司

北京城建轨道交通建设工程有限公司

北京市市政四建设工程有限责任公司

本规程主要起草人员：帅玉兵 王利民 宋光明 张 宇

梁 宇 游大江 马千里 赵洪岩

姚 国 桂铁雄 马云新 王鑫平

邓启华 郭世荣 唐 汐 李一昕

赵 群 李会芳 耿思翔 胡宏飚

任正录 钱 浩 许长羽 乔国刚

王 渭 王文正 祁文睿 潘恒宇

尹清锋 杨智麟 郭 健 乔 龙

林士民 薛尔莎 程 琳 申庆梦

赵国斌 邹 俊

本规程主要审查人员：陶连金 张国京 徐克诚 张 军

卫 平 卢九章 李 玲

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 盾构机吊装设备及机具	4
4.1 起重机	4
4.2 吊耳	4
4.3 吊具、索具和卡具	4
5 盾构机吊装作业	5
5.1 一般规定	5
5.2 盾构机吊装作业准备	5
5.3 盾构机吊装	5
6 监测	7
6.1 一般规定	7
6.2 起重机、工作井及周边环境监测	7
附录 A 地基承载力校核	9
附录 B 盾构机吊装作业风险辨识与控制	11
附录 C 索具计算	13
本规程用词说明	15
引用标准名录	16
附：条文说明	17

Contents

1 General provisions	1
2 Terms	2
3 Basic requirements	3
4 Shield machine hoisting equipment and machinery	4
4.1 Crane	4
4.2 Lifting lug	4
4.3 Spreader, rigging and fixture	4
5 Shield machine hoisting operation	5
5.1 General requirements	5
5.2 Shield machine hoisting preparation	5
5.3 Shield machine hoisting	5
6 Monitoring	7
6.1 General requirements	7
6.2 Crane, working well and surrounding environment monitoring	7
Appendix A Subsoil bearing capacity proofread	9
Appendix B Risk identification and control of Shield machine hoisting operation	11
Appendix C Rigging calculation	13
Explanation of wording in this specification	15
List of quoted standards	16
Addition: Explanation of provisions	17

1 总 则

1.0.1 为规范北京市行政区域内城市轨道交通工程盾构机吊装作业, 做到安全适用, 技术先进, 经济合理, 制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内城市轨道交通工程盾构机吊装作业。

1.0.3 城市轨道交通工程盾构机吊装作业除应符合本规程外, 尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 盾构机 shield machine

在钢壳体保护下完成隧道掘进、出渣、管片拼装等作业，由主机和后配套设备组成的全断面推进式隧道施工机械设备，包括刀盘、前盾、中盾、盾尾、后配套台车等部件。

2.0.2 工作井 working shaft

盾构机组装、解体、调头、空推、吊运管片和输送渣土等使用的竖井，包括盾构机始发工作井、盾构机接收工作井、区间风井、检查井以及其他能为盾构机出井、入井提供条件的竖井等。

2.0.3 盾构机吊装作业 shield machine hoisting operation

起重机将盾构机或主要零部件移动至工作井内指定位置或将其从工作井内移出的施工过程。

2.0.4 翻转作业 turn-over operation

在吊装状态下，盾构机刀盘、前盾、中盾、盾尾和主驱动单元由平置状态竖向转动成安装状态或由安装状态竖向转动成平置状态的作业过程。

2.0.5 吊装载荷 hoisting load

吊装状态下，被吊物、吊钩组件、吊索具重量以及其他附件等重量的总和。

2.0.6 吊具 hoisting auxiliaries

拴挂和固定被吊物的工具、机具和配件，包括吊索、吊钩、吊梁和卸扣等。

2.0.7 吊耳 lifting lug

安装在被吊物上用于起重吊装的吊点结构。

2.0.8 试吊 trial hoisting

正式起吊前，将被吊物吊离基面 200 mm 悬停 5 min，检查并确认起重机下方地基承载力和工作井结构变形、起重机的稳定性、制动装置的可靠性、被吊物的平衡性和吊索具绑扎的牢固性等的过程。

3 基本规定

3.0.1 盾构机进场应核验以下资料：

- 1** 产品说明书；
- 2** 盾构机组装和解体方案及适用的吊装设备规格说明；
- 3** 拆装、运输时的注意事项；
- 4** 包括盾构机部件名称、规格、型号、尺寸、形状、数量及重量等内容的吊装单元清单；
- 5** 各个吊装单元的吊装受力点及重心资料。

3.0.2 盾构机吊装作业应在满足工作井结构设计工况并验收合格后进行。

3.0.3 起重机的站位处应符合下列规定：

- 1** 地基承载力应满足盾构机吊装作业要求，并应按照本规程附录 A 进行校核；
 - 2** 场地条件除应满足翻转作业要求外，还应满足设置或安装起重机械以及在起重作业完成之后拆卸和移动起重机械的要求。
- 3.0.4** 应按照吊装专项施工方案采取保护吊装作业区域内地上建（构）筑物、架空线、工作井、地下管线等周边环境的措施。

3.0.5 刀盘、前盾、中盾、盾尾、螺旋输送机、管片拼装机等主要零部件吊装宜采用吊耳或辅助起吊装置。

3.0.6 盾构机吊装前应进行试吊，并进行监测。

3.0.7 翻转作业可采用一台起重机的主、副钩或两台起重机进行。

3.0.8 单台起重机主副钩配合翻转作业时宜在较小工作幅度状态下进行。

3.0.9 双机抬吊翻转作业时应选用两台起重性能相近的起重机，起吊重量不得超过两台起重机在该工况下允许起重量总和的 75%，每台起重机的吊装载荷不得超过其额定起重量的 80%。

3.0.10 应对盾构机吊装作业风险因素进行辨识，并制定相应的控制措施，盾构机吊装作业风险因素辨识与控制可参考本规程附录 B。

4 盾构机吊装设备及机具

4.1 起重机

4.1.1 盾构机吊装可采用履带式起重机、汽车式起重机和门式起重机进行，起重机的选择应满足起重量、起重力矩、起升高度、下放深度、工作幅度、翻转作业等要求。

4.1.2 起重机的选择依据应包括下列内容：

- 1** 盾构机零部件的外形尺寸、重量和吊耳的形式及位置等被吊物特征；
- 2** 盾构机吊装区域环境情况。

4.1.3 起重机技术参数的选择应包括下列内容：

- 1** 起重机的起重性能；
- 2** 外形尺寸、臂杆长度及截面尺寸；
- 3** 起重机作业半径；
- 4** 起重机行车道路条件及作业回转界限；
- 5** 吊钩重量；
- 6** 起重机卷筒容绳量；
- 7** 翻转作业对起重机的要求。

4.2 吊耳

4.2.1 吊耳的形式、方向、位置及数量应满足盾构机吊装作业要求。

4.2.2 吊耳及其与刀盘、前盾、中盾和盾尾等被吊物的连接强度应进行校核。

4.2.3 吊耳的焊接应满足现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定，焊缝等级应为一级。

4.2.4 吊耳切割应采用不易损伤盾构机母材的切割方式。

4.2.5 不得使用经过三次焊接与切割后的吊耳。

4.2.6 盾构机母材同一位置吊耳焊接不应超过两次；重置吊耳焊接位置应不影响吊装姿态。

4.3 吊具、索具和卡具

4.3.1 吊具、索具产品应符合现行国家标准《起重机 安全 起重吊具》GB/T 41098 的规定。

4.3.2 专用吊具应有产品质量证明文件；自制吊具应有设计计算书。

4.3.3 索具安全系数不应小于 6，索具计算应符合本规程附录 C 的规定。

4.3.4 卸扣等卡具选择应以额定载荷标记为依据，严禁使用无标记的卸扣等卡具。

5 盾构机吊装作业

5.1 一般规定

- 5.1.1 盾构机吊装作业前应编制吊装专项施工方案，并经专家论证，且应进行方案交底和安全技术交底。
- 5.1.2 盾构机吊装作业过程中，应对未形成稳定状态的被吊物进行临时固定。
- 5.1.3 盾构机吊装作业不得在雷电、大雨、大雪、大雾、沙尘暴、五级及以上大风等恶劣天气条件下进行。

5.2 盾构机吊装作业准备

- 5.2.1 盾构机吊装作业前应对现场作业环境进行踏勘并核查下列情况：

- 1 盾构机运输车辆进出道路；
- 2 盾构机吊装作业区域地质条件；
- 3 盾构机吊装作业区域地上建（构）筑物、架空线、地下管线等周边环境情况；
- 4 盾构机吊装作业区域道路情况。

- 5.2.2 专项施工方案应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 编制依据；
- 3 施工计划；
- 4 施工工艺技术；
- 5 施工保证措施；
- 6 施工管理及作业人员配备；
- 7 验收要求；
- 8 应急处置措施；
- 9 计算书及相关图纸。

- 5.2.3 盾构机吊装作业应预先明确信号指挥方式、信号指挥人员，并保证信号畅通。

- 5.2.4 盾构机吊装作业前应进行安全检查。

5.3 盾构机吊装

- 5.3.1 刀盘吊装应符合下列规定：

- 1 刀盘应整体吊入工作井；
- 2 分块组装的刀盘宜在地面组装平台上实施组装，组装完成的刀盘圆度及平面度应满足产品使用说明书要求；
- 3 刀盘拆卸吊装前，需清理刀盘附着的渣土；
- 4 分块组装的刀盘应按盾构机生产厂家提供的拆装方案进行拆解；
- 5 异形盾构机多刀盘组装时，应先吊装里层，后吊装外层，先吊装下层，后吊装上层；刀盘拆卸时，应遵循后装先拆的原则。

- 5.3.2 前盾和中盾吊装应符合下列规定：

- 1 前盾和中盾吊装时应采取防碰撞措施；
- 2 主驱动吊装时，应使用翻转架等专用工装翻转；
- 3 分块组装的前盾和中盾各部件吊装下井前，应先调整至便于安装姿态后，再吊装下井就位；吊出时，部件离开工作井后，再调整成运输姿态。

5.3.3 盾尾吊装应符合下列规定：

- 1 起重机主钩吊点宜设置在盾尾外侧，副钩吊点宜设置在盾尾内侧；
- 2 宜采用千斤顶使盾尾与中盾靠拢或分离，应防止与中盾碰撞；
- 3 分块盾尾内部应采取设置钢支撑等增加整体刚度和稳定性的措施；
- 4 盾尾宜整体吊入工作井，分块盾尾在地面进行组装后，盾尾的圆度应满足产品使用说明书要求。

5.3.4 拼装机吊装应符合下列规定：

- 1 拼装机宜与拼装机行走梁进行临时固定，整体吊装；
- 2 拼装机与中盾的分离或靠拢应采取防碰撞措施。

5.3.5 螺旋输送机吊装应符合下列规定：

- 1 螺旋输送机的前端吊点不应少于两个；
- 2 螺旋输送机从拼装机的内圆插入或拔出前盾，应使前端负载平稳转移；
- 3 螺旋输送机与前盾的分离或就位宜采用倒链辅助完成。

5.3.6 连接桥吊装前应将连接桥上附着的管路、线缆、设备固定牢固或拆除。

5.3.7 后配套系统台车吊装应符合下列规定：

- 1 台车上附着的管路、线缆、设备应固定牢固或拆除；
- 2 应调整台车重心，与台车吊点位置相适应；
- 3 应采取防止后配套台车滑移措施。

5.3.8 翻转作业应符合下列规定：

- 1 主、副钩动作应协调配合；
- 2 应保证被吊物空中姿态平衡；
- 3 两个吊钩滑轮组应保持垂直状态；
- 4 索具与盾体接触棱角尖锐处应垫护角；
- 5 被吊物与吊臂的安全距离应大于 200 mm；
- 6 被吊物底部与地面的距离不宜大于 200 mm；
- 7 在吊装作业过程中，起重机、被吊物与周围设施的安全距离应大于 200 mm；与架空线路的安全距离应满足《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46 的要求；
- 8 在翻转作业中卸扣应能自由转动并保持垂直受力。

6 监 测

6.1 一般规定

- 6.1.1** 盾构机吊装作业过程中应对起重机及影响范围内的地上建（构）筑物、架空线、地下管线、工作井结构、成型隧道进行监测和现场巡查。
- 6.1.2** 监测频率应能及时、系统地反映盾构机吊装作业情况及监测对象的动态变化。
- 6.1.3** 监测点和工作基点宜结合既有监测网统筹布设。
- 6.1.4** 监测点的布设应覆盖吊装作业影响范围，且便于观测、易于保护。
- 6.1.5** 监测数据和巡查信息应真实、准确、完整，并应及时进行处理、分析和反馈。
- 6.1.6** 监测方法、信息反馈、监测项目控制标准应根据工程特点、监测对象状态及监测对象管理单位要求等确定，且应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 以及北京市地方标准《地铁工程监控量测技术规程》DB11/T 490 相关要求或设计要求。

6.2 起重机、工作井及周边环境监测

- 6.2.1** 监测项目应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 监测项目

监测对象		监测项目	监测仪器
起重机	回转平面倾斜	回转平面倾斜	水平仪
	地基基础	地基沉降、开裂	精密水准仪、裂缝观测仪等
		基础结构裂缝、变形	
工作井	支护结构	水平位移	全站仪、测斜仪
		支撑轴力	轴力计、钢筋计
		结构裂缝	裂缝观测仪
		沉降	精密水准仪
周边环境	建（构）筑物	沉降	精密水准仪
		结构裂缝	裂缝观测仪
		倾斜	全站仪、经纬仪
	地下管线	沉降	精密水准仪
		差异变形	精密水准仪
	成型隧道	沉降	精密水准仪
		收敛	收敛仪
		结构裂缝	裂缝观测仪

- 6.2.2** 现场监测应采用仪器监测与现场巡查相结合的方法。

- 6.2.3** 监测点布设应符合下列规定：

- 1** 起重机站位处地基基础沉降监测点应在起重机周边靠近支腿、履带位置均匀布置，监测点数量不宜少于 4 个；

2 地下管线的监测点宜直接布设在管线上，对无法直接观测的管线可采取地基沉降代替管线沉降；

3 工作井及周边建（构）筑物监测点应以起重机轴线为中线，按照近密远疏的原则进行布置。

6.2.4 盾构机吊装作业中应进行现场巡查，巡查对象包括翻转作业、起重机站位处地基基础变形和开裂、起重机回转平面倾斜、工作井支护结构状况、地下管线渗漏等。盾构机吊装作业期间现场巡查不应少于 2 次/天，并应记录巡查情况，发现异常或危险情况，应及时预警。

6.2.5 吊装盾构机刀盘、盾体、螺旋输送机、拼装机等主要零部件过程中应对起重机站位处地基基础、地下管线、工作井支护结构、成型隧道等周边环境进行监测，盾构机吊装作业期间监测频率不应少于 2 次/天。

6.2.6 起重机回转平面倾斜按起重机规定的倾斜允许值控制。风险较低且无特殊要求的起重机站位处地基变形控制值可按一般城市道路路基沉降控制值进行控制。

6.2.7 盾构机吊装作业结束且起重机撤出后可停止监测。

6.2.8 吊装过程中出现下列情形之一时，应停止吊装作业，并启动应急预案：

1 起重机站位处或周边地表突然出现明显沉降或裂缝、坍塌；

2 起重机出现倾斜现象；

3 建（构）筑物出现影响正常使用功能情况或结构出现变形、沉降、倾斜或裂缝；

4 地下管线变形量或变形速率明显增加或出现裂缝、泄漏等；

5 工作井支护结构侧壁出现涌砂涌水、坍塌现象；

6 工作井支护结构出现明显变形或位移明显增大。

附录 A 地基承载力校核

A.0.1 地基承载力校核应符合国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的相关规定。

A.0.2 地基承载力校核, 应以修正后的地基承载力特征值 f_a 控制。地基承载力特征值可由荷载试验、其他原位测试、公式计算, 并结合工程实践经验等方法综合确定。

A.0.3 轮胎起重机和汽车起重机在吊装过程中应符合下列要求:

1 当起重机回转的上部结构纵向轴线与承载底架纵向轴线成 90° 夹角时, 臂架下面承载侧的车轮 (轮胎) 或底架支腿的总荷载不应小于起重机总重力的 15%;

2 当起重机回转的上部结构纵向轴线与承载底架纵向轴线重合时, 在制造商规定的工作区域中承载底架的轻载端, 车轮 (轮胎) 或支腿上的总荷载不应小于起重机总重力的 15%, 在非工作区域内则不应小于起重机总重力的 10%。

A.0.4 履带式起重机在吊装过程中侧面或支承最小荷载的底盘端部倾覆线上的总荷载不应小于起重机总重力的 15%。

A.0.5 吊装过程中, 起重机基础底面的压力应符合下列规定:

$$p_k \leq f_a \quad (\text{A.0.5-1})$$

$$p_{k\max} \leq 1.2 f_a \quad (\text{A.0.5-2})$$

式中: p_k —起重机基础作用于地基的平均压力值 (kPa);

f_a —修正后的地基承载力特征值 (kPa);

$p_{k\max}$ —起重机基础底面边缘的最大压力值 (kPa)。

A.0.6 起重机基础底面压力计算应考虑相邻荷载引起的应力叠加效应, 采用角点法计算。

A.0.7 应分别对起重机回转的上部结构纵向轴线与承载底架纵向轴线重合以及 90° 夹角情况下最不利工况 (起重臂最长与被吊物最重) 进行起重机基础底面压力计算:

$$p_k = N / A \quad (\text{A.0.7-1})$$

$$p_{k\max0} = \max \left[\left(N / A \right) + \left(M_x / W_x \right), \left(N / A \right) + \left(M_y / W_y \right) \right] \quad (\text{A.0.7-2})$$

式中: N —作用于起重机基础底面的竖向力, 包含起重机, 被吊物、吊具、索具和卡具等自重 (kN);

A —起重机基础底面面积 (m^2), 汽车起重机和轮胎起重机为支腿下垫基础的面积, 履带式起重机为下设基础的底面面积 (如无基础, 则为履带与地基的接触面积);

M_x —作用于起重机基础底面的绕横轴力矩值 ($kN \cdot m$);

M_y —作用于起重机基础底面的绕纵轴力矩值 ($kN \cdot m$);

W_x —起重机基础底面偏心方向边缘绕横轴的面积抵抗矩 (m^3);

W_y —起重机基础底面偏心方向边缘绕纵轴的面积抵抗矩 (m^3);

$p_{k\max0}$ —未考虑相邻荷载影响的起重机基础底面边缘的最大压力值 (kPa)。

A.0.8 当地基持力层范围内有软弱下卧层时, 应按下式验算软弱下卧层的地基承载力:

$$p_z + p_{cz} \leq f_{az} \quad (\text{A.0.8-1})$$

式中: p_z —相应于最不利工况时, 软弱下卧层顶面处的附加压力值 (kPa) ;

p_{cz} —软弱下卧层顶面处土的自重压力值 (kPa) ;

f_{az} —软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值 (kPa) 。

附录 B 盾构机吊装作业风险辨识与控制

B.0.1 应按照地基与基础、起重性能、吊索具、就位过程、起重工艺、施工环境六个关键环节可能产生的风险因素，按表 B.0.1 判断其发生的可能性及风险类型。

表 B.0.1 盾构机吊装作业风险因素辨识表

关键环节		风险辨识			
编号	名称	风险因素	可能性	风险类型	主要风险类型排序
1	地基与基础	起重机械的地基承载力或稳定性不满足专项施工方案作业要求	很可能	起重机倾覆	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		起重机械基础的抗倾覆稳定性或支承结构（轨道等）的强度不满足吊装专项施工方案要求	可能	起重机倾覆	
		起重机设施的强度不满足设计要求	可能	起重机倾覆或失效	
2	起重性能	起重机站位不符合吊装专项施工方案安全要求	可能	起重机倾覆	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		超过起重机设施的额定荷载	很可能	起重机倾覆	
		起升高度不满足作业要求	可能	起重伤害	
		自制起重辅助设施未按照使用工况计算校核或者计算错误	可能	起重机倾覆或坍塌	
		起重机设施的钢结构、运转机构的零部件和安全装置失效	很可能	起重机倾覆或坍塌	
3	吊索具	吊索具本身的缺陷	很可能	起重伤害	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		采用错误的吊索具	很可能	起重伤害	
		系挂方式不符合设计要求	较可能	起重伤害	
		被吊物的强度或稳定性不满足要求，未对被吊物采取正确的加固措施	较可能	起重伤害	
4	就位过程	被吊物空中姿态控制不当	可能	起重伤害	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		起重机作业过程中与周边设备设施的安全距离不足	可能	起重伤害	
		吊运过程中被吊物与起重机自身干涉	可能	起重伤害	
		就位时的临时支撑固定措施不当	可能	起重伤害	
5	起重工艺	地锚设置不符合设计要求	可能	起重伤害	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		未设置安全施工区域	很可能	起重伤害	
		施工工艺不符合设计要求	可能	起重伤害	
		被吊物的滑移、翻转、举升等措施不当	可能	起重伤害	
		指挥信号有误或传递错误	可能	起重伤害	
		操作人员的误操作	可能	起重伤害	
6	施工环境	风力超过起重机设计允许工况	可能	起重机倾覆	起重伤害、起重机倾覆、坍塌、电击（触电）、中毒或窒息
		雷电天气	可能	电击（触电）	
		黑暗场所施工照度不足	可能	起重伤害	
		起重机或被吊物与其他起重机干涉	可能	起重伤害	
		与输电线路的安全作业距离不足	可能	电击（触电）	
		有限空间	可能	中毒或窒息	

B.0.2 应根据盾构机吊装风险采取相应的风险控制措施, 可按照表 B.0.2 实施。

表 B.0.2 盾构机吊装作业风险控制措施表

关键环节		风险因素描述	采用的风险控制措施
编号	名称		
1	地基与基础	起重机械的地基承载力或稳定性不满足专项施工方案作业要求	起重机站位区域须平整坚实, 满足安全要求
		起重机械基础的抗倾覆稳定性或支承结构(轨道等)的强度不满足吊装专项施工方案要求	禁止施工, 根据施工要求合理选择配合机械, 使用时, 严禁超负荷作业
		起重机设施的强度不满足设计要求	禁止施工, 重新选择
2	起重性能	起重机站位不符合吊装专项施工方案安全要求	重新加固处理或调整起重机站位
		超过起重机设施的额定荷载	禁止吊装作业, 重新优化作业工况
		起升高度不满足作业要求	重新选择吊装工况或吊索长度
		自制起重辅助设施未按照使用工况计算校核或者计算错误	按照使用工况重新计算
		起重机设施的钢结构、运转机构的零部件和安全装置失效	加强起重机进场的合格检查
3	吊索具	吊索具本身的缺陷	加强吊索具进场的合格检查, 符合规范安全要求方可进场使用
		采用错误的吊索具	按方案重新选择合理、合格的吊索具
		系挂方式不符合设计要求	合理选择吊点, 起吊前确认系挂无误
		被吊物的强度或稳定性不满足要求, 未对被吊物采取正确的加固措施	正确选择吊点, 缓慢起钩, 试吊无异常后方可进行吊装作业
4	就位过程	被吊物空中姿态控制不当	按厂家出厂要求配置吊索具长度
		起重机作业过程中与周边设备设施的安全距离不足	合理选择起重机作业吊装工况
		吊运过程中被吊物与起重机自身干涉	重新调整起重机作业吊装工况
		就位时的临时支撑固定措施不当	优化或加强临时支撑固定措施
5	起重工艺	地锚设置不符合设计要求	根据周边环境重新选择锚点
		未设置安全施工区域	根据作业要求重新设置作业安全施工区
		施工工艺不符合设计要求	优化施工工艺, 满足设计要求
		被吊物的滑移、翻转、举升等措施不当	吊装盾体时正确选择吊点, 缓慢起钩, 无异常后方可进行吊装作业
		指挥信号有误或传递错误	指定专人指挥, 对讲机使用专用频道, 履带吊司机做到信号不清不动作
		操作人员的误操作	指挥人员应站在起重机司机能看清指挥信号的安全位置用哨子或对讲机明确指挥, 司机严格按信号动作, 信号不明不动作
6	施工环境	风力超过起重机设计允许工况	遇五级以上大风、大雨等恶劣天气应停工禁止作业
		雷电天气	做好对电气设备保护, 做到一机一闸一保护
		黑暗场所施工照度不足	照明不足时禁止施工, 夜间施工时装设足够的照明灯具
		起重机或被吊物与其他起重机干涉	提前拆移障碍物, 确保与周边安全距离
		与输电线路的安全作业距离不足	提前拆移输电线路, 确保与输电线路安全距离
		有限空间	提前做有害气体成份检测, 增加对流通风

附录 C 索具计算

C.0.1 钢丝绳的允许拉力:

$$[S] \leq P / K \quad (\text{C.0.1})$$

式中: $[S]$ —钢丝绳的允许拉力 (kN);

P —钢丝绳的破断拉力 (kN);

K —钢丝绳的安全系数, 不应小于 6。

C.0.2 吊索及其附件应符合行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276 的下列规定:

1 当利用吊索上的吊钩、卸扣钩挂被吊物上的起重吊环时吊索的安全系数不应小于 6; 当用吊索直接捆绑被吊物, 且吊索与被吊物棱角间已采取妥善的保护措施时, 吊索的安全系数应取 6~8; 当起吊重、大或精密的被吊物时, 除应采取妥善保护措施外, 吊索的安全系数应取 10;

2 吊索与被吊物间的水平夹角宜大于 45°。计算拉力时可按表 C.0.2-1、表 C.0.2-2 选用。

表 C.0.2-1 吊索拉力简易计算值表

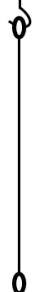
简图	交角 α	吊索拉力 F	水平压力 H
	50°	0.65G	0.45G
	55°	0.61G	0.35G
	60°	0.58G	0.29G
	65°	0.56G	0.24G
	70°	0.53G	0.18G
	75°	0.52G	0.13G
	80°	0.51G	0.09G

注: G —被吊物重力 (kN)。

表 C.0.2-2 吊索选择对应值表

钢丝绳根数	1	2	2	2	4	8
吊索钢丝绳与被吊物的水平夹角						
90°		60°		60°		60°
吊索的钢丝绳直径 (mm)						
10	15.5	11	11	13	11	11
20	22	15.5	11	17.5	13	11
30	26	19.5	13	19.5	15.5	11
40	30.5	22	15.5	24	17.5	13
50	35	24	17.5	26	19.5	13
60	37	26	19.5	28.5	19.5	15.5
70	43.5	28.5	19.5	30.5	22	15.5
80	43.5	30.5	22	32.5	24	17.5
90	47.5	32.5	24	35	24	17.5

续表 C.0.2-2

钢丝绳根数	1	2	2	2	4	8
						
吊索钢丝绳与被吊物的水平夹角						
	90°		60°		60°	60°
吊索的钢丝绳直径 (mm)						
100	47.5	35	24	37	26	19.5
150	60.5	43.5	30.5	39	32.5	24
200	—	47.5	35	47.5	37	26

本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应该这样做的词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1	《建筑地基基础设计规范》	GB 50007
2	《钢结构焊接规范》	GB 50661
3	《城市轨道交通工程监测技术规范》	GB 50911
4	《起重机 安全 起重吊具》	GB/T 41098
5	《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》	JGJ/T 46
6	《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》	JGJ 276
7	《地铁工程监控量测技术规程》	DB11/T 490

北京市地方标准

城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程

**Technical specification for shield machine hoisting of
urban rail transit engineering**

DB11/T 2387—2024

条文说明

2024 北京

目 次

3 基本规定	19
4 盾构机吊装设备及机具	20
4.1 起重机	20
4.2 吊耳	20
4.3 吊具、索具和卡具	20
5 盾构机吊装作业	21
5.1 一般规定	21
5.2 盾构机吊装作业准备	21
5.3 盾构机吊装	21
6 监测	22
6.2 起重机、工作井及周边环境监测	22

3 基本规定

3.0.2 盾构机吊装作业对工作井将产生附加荷载，满足工作井结构设计工况并验收合格是确保工作井结构具备足够的强度和刚度，是保证其安全的前提。

3.0.3 起重机行走区域，尤其是起重机带载荷行走区域应满足起重机安全通过要求。为保证安全，作业场地地基承载力应经核算，满足盾构机吊装作业要求。起重机站位处应有起重机安装、拆除的空间条件。

3.0.4 本条规定要求盾构机吊装作业时应保证周边环境安全。盾构机吊装作业区下方存在地下管线等地下构筑物时，应与产权单位联系获得允许载荷和允许变形量等要求，在吊装专项施工方案中明确保护措施，保证地下管线等地下构筑物的安全。

3.0.5 盾构机吊装作业所使用的辅助起吊装置有刀盘吊装架、主驱动单元吊装架等。

4 盾构机吊装设备及机具

4.1 起重机

4.1.1 起重机的选择是起重吊装的重要环节，因为其不仅关系到被吊物的吊装方法、起重机械的运行路线与停机位置、被吊物的平面布置等技术因素，还直接影响工程成本。本条列出盾构机吊装作业常用的几种类型起重机供选择使用，并列出选择起重机时需要考虑的技术因素。

4.1.2 选择起重机规格型号应考虑被吊物特征和环境情况。吊装区域环境情况包括：吊装作业区域内地上建（构）筑物、架空线及地下管线等地下构筑物情况；起吊位置、就位位置及被吊物空中运行轨迹；施工现场的道路状况；起重机站位处地质情况；起重机组装拆卸臂杆及安装配重所需的空间；起重机回转所需要的空间。

4.2 吊耳

4.2.2 刀盘吊装时，主钩吊耳一般焊接在大圆环外弧面上，副钩吊耳焊接在刀盘面板上；前盾、中盾和盾尾吊装时，主钩吊耳一般设置 4 只，副钩吊耳设置 2 只；在翻转作业过程中，吊耳受力大小及方向在不断发生变化，吊耳及其与刀盘、前盾、中盾和盾尾等被吊物的连接强度应按最不利工况进行校核。

4.2.4 吊耳切割可采用碳弧气刨、手砂轮等发热量小的切割方式。

4.2.5 吊耳每一次割焊，都是一次冶金的过程，会引起金属组织的变化、残余应力的产生和热影响区的形成，使焊缝韧性降低，接头变脆，产生再热裂纹等危害。这些变化会对母材的力学性能、物理性能和化学性质产生影响。

4.3 吊具、索具和卡具

4.3.2 产品质量证明文件包括产品合格证、质量证明书、试验报告等能说明产品质量状态的文件资料。自制吊具是指吊装单位根据施工现场需要，自行设计、制造的吊具，专用于某一零部件或某一类零部件的吊装。

5 盾构机吊装作业

5.1 一般规定

- 5.1.2** 在盾构机吊装过程中，盾体分块顺序吊装，当被吊物未达到稳定状态时，需临时固定；桥架和台车分段吊装过程中，前后未形成稳定状态时，需临时固定。当被吊物形成稳定状态并经检查确认无误后方可解除临时固定。
- 5.1.3** 《市政基础设施工程门式和桥式起重机安全应用技术规程》DB11/T 1842 规定，风速达到五级及以上或恶劣天气条件下，不得进行起重机的室外安装和拆卸作业。参考上述规定同时考虑盾构机吊装作业风险较大，为保证安全做出本条规定。

5.2 盾构机吊装作业准备

- 5.2.3** 信号工必须近距离指挥，距离吊装作业点不宜超过 5 m。盾构机吊装作业应在地面和工作井底分别设置信号工。

5.3 盾构机吊装

- 5.3.1** 分块设计的盾构机刀盘分块运输到现场，在现场搭设平台组装完成后再吊入工作井。
- 5.3.3** 防止在吊装过程中盾尾变形，每块盾尾内部钢支撑独立成体系，不与盾尾其他分块联系。
- 5.3.4** 拼装机行走梁与拼装机旋转架之间可以较大范围内滑动，宜采用分离运输，运输状态时将旋转架平放，稳定性更强，运输高度更低。
- 5.3.5** 螺旋输送机从拼装机的内圆插入或拔出前盾，有受力转换的过程，一般采取转换吊点措施使螺旋输送机前端负载平稳转移。
- 5.3.8** 卸扣在使用中应保持销轴和扣顶垂直受力，不应受到横向力作用，且卸扣可随吊索拉力方向改变而自由转动。

6 监 测

6.2 起重机、工作井及周边环境监测

6.2.3 起重作业过程中地基基础受力不断变化，监测点设置在汽车吊支腿或履带附近才能更加准确观测地基基础沉降情况，进而判断地基基础承载能力；多个监测点在起重机周边均匀布置便于同时监测起重机倾斜情况。

6.2.5 考虑到盾构机吊装作业多采用车站结构、区间风井结构等永久性钢筋混凝土结构作为工作井，且吊装作业往往在车站结构、区间风井结构等二次衬砌结构完成后进行，因此对于工作井支护结构的监测标准应按既有线结构进行监测控制；当盾构机接收时或吊装区域内有地下新建成型隧道时，也应按既有线隧道结构进行监测和控制。根据盾构机吊装作业特点，同时考虑监测工作便利，做出本条规定。