北京市地方标准

DB

编号：DB 11/X X X X－2024

备案号：J×－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

（征求意见稿）

2024－××－××发布 2024－××－××实施

北京市住房和城乡建设委员会

联合发布

北京市市场监督管理局

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/XXXX-202X

备案号：J×-202×

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

实施日期：2024年×月×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，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，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 起重机及吊索卡具；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，并负责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，请寄送北京盾构工程协会(地址：北京市海淀区清华东路16号宝源大厦A2座503；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

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc2498)

[2 术 语 2](#_Toc2336)

[3 基本规定 3](#_Toc6904)

[4 起重机及吊索卡具 4](#_Toc30151)

[4.1 起重机 4](#_Toc13247)

[4.2 吊耳 4](#_Toc20571)

[4.3 吊具、索具和卡具的技术要求 5](#_Toc29169)

[5 盾构机吊装作业 6](#_Toc30240)

[5.1 一般规定 6](#_Toc303)

[5.2 盾构机吊装作业准备 6](#_Toc25058)

[5.3 盾构机吊装 7](#_Toc8214)

[6 监测 9](#_Toc21185)

[6.1 一般规定 9](#_Toc2141)

[6.2 起重机、工作井及周边环境监测 9](#_Toc32355)

[附录A 地基承载力校核 11](#_Toc6320)

[附录B 工作井支护结构稳定性验算 13](#_Toc20960)

[附录C 盾构机吊装作业风险辨识与控制 15](#_Toc22137)

[附录D 吊具计算 17](#_Toc7904)

[附录E 索具计算 20](#_Toc20228)

[附录F 盾构机吊装前安全检查表 22](#_Toc16060)

[本规程用词说明 25](#_Toc23193)

[引用标准名录 26](#_Toc17320)

[条文说明 27](#_Toc6523)

# 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。分为敞开式盾构机、土压平衡盾构机、泥水平衡盾构机、多模式盾构机等。

**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 lifting operation

起重设备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

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 lifting load

吊装状态下，被吊物、吊钩组件、吊索具重量以及其它附件等重量的总和。

**2.0.6** 吊具 hoist auxiliaries

拴挂和固定被吊物的工具、机具和配件，如吊索、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 lifting

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

# 3 基本规定

**3.0.1** 盾构机出厂应出具产品使用说明书，进场后核验以下资料：

**1** 设备拆分方案及适用的吊装设备的规格说明；

**2** 拆装、运输时的重要注意事项；

**3** 吊装单元清单，包括形状、尺寸、规格及重量等参数；

**4** 各个吊装单元的吊装受力点及重心。

**3.0.2** 盾构机吊装作业应在工作井结构满足设计工况并验收合格后进行。

**3.0.3** 起重设备的站位处应符合下列规定：

**1** 起重设备的地基承载力应能满足盾构机吊装作业要求，地基承载力应按照本规程附录A进行计算；

**2** 应满足翻转作业所需场地要求；

**3** 工作井结构稳定性应能满足盾构机吊装作业要求，工作井支护结构稳定性应按照本规程附录B进行计算；

**4** 场地条件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** 在起重机上应为操作人员设置醒目可见的警示信息。

**3.0.5** 刀盘、盾体、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** 盾构机吊装应进行试吊。

**3.0.7** 单台起重机主副钩配合翻转作业时宜以较小工作幅度状态进行。

**3.0.8** 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能力的80%。

**3.0.9** 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应执行本规程附录C。

# 4 起重机及吊索卡具

## 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，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、位置。

**2** 吊装环境：

**1）**吊装作业的平、立面布置，周边地上及地下情况；

**2）**起吊位置、就位位置及被吊物空中运行轨迹；

**3）**施工现场的道路状况；

**4）**起重机站位处地基承载力；

**5）**起重机组装拆卸臂杆及安装配重所需的空间；

**6）**起重机回转所需要的空间。

**3** 翻转作业对起重机的要求。

**4** 起重机的技术参数：

**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。

## 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** 吊耳的强度及其与刀盘、盾体的连接处应进行核算，吊耳的设计系数不宜小于1.5，强度计算和核算参照本规程附录D。

**4.2.3** 吊耳的焊接应满足《钢结构焊接规范》GB50661的规定，焊缝等级应为一级焊缝。

**4.2.4**吊耳切割应采用冷切割，不得损伤盾构机母材。

**4.2.5** 经过三次焊接与切割后的吊耳，不应继续使用。

**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、索具和卡具的技术要求

**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》GB41098的规定。

**4.3.2** 专用吊具应有产品质量合格证明文件和安全使用说明书；自制吊具应有设计计算书。

**4.3.3** 索具安全系数应大于等于6，索具计算应符合本规程附录E的规定。

**4.3.4** 卸扣选择应按额定载荷标记为依据，无标记的卸扣严禁使用。

# 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专项施工方案，并经专家论证。

**5.1.2** 盾构机吊装作业应对未形成稳定体系的部分采取临时固定。

**5.1.3** 翻转作业可采用一台起重机的主、副钩或两台起重机进行。

**5.1.4** 盾构机吊装作业不应在雷雨、大雪、大雾、沙尘、能见度低、风力等级大于或等于五级等恶劣条件下进行。

**5.1.5**按专项方案采取措施保护吊装作业区域内地上构筑物及地下设施等周边环境。

## 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，核查下列情况：

**1**运输盾构机车辆进出道路；

**2** 盾构机吊装作业区域地质条件；

**3** 吊装作业场地内地下构筑物、管线的特征；

**4** 架空线情况；

**5** 周边建（构）筑物情况；

**6** 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** 盾构机吊装作业应进行方案交底和安全技术交底。

**5.2.4** 盾构机吊装作业应先明确信号指挥方式、信号指挥人员，并保证信号畅通。

**5.2.5** 盾构机吊装作业前应进行安全质量检查，安全质量检查内容应符合本规程附录F。

## 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组装平台上实施组装，组装完成的刀盘的圆度及平面度满足产品使用说明书要求；

**3** 刀盘拆除吊装前，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，分块吊出工作井；

**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，刀盘拆解时，应先吊拆上层，后吊拆下层，先吊拆外层，后吊拆里层。

**5.3.2** 前体和中体吊装应符合下列规定：

**1** 前体和中体吊装时应采取防碰撞措施；

**2** 主驱动吊入吊出时，应使用翻转架等专用工装翻转；

**3** 分块组装的前体和中体各部件吊装下井前，应先调整至适于安装姿态后，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** 应采取防盾尾与中体碰撞的措施，盾尾与中体组装或拆解宜采用千斤顶使其靠拢或分离；

**3** 在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** 盾尾应整体吊入工作井，分体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** 拼装机与中体的分离或靠拢应采取措施完成。

**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和拔出，应使前端负载平衡转移；

**3** 螺旋输送机与前体的分离或就位宜采用导链辅助完成。

**5.3.6** 连接桥吊装前应将连接桥上附着的管路、线缆、设备应固定牢固或拆除。

**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。

**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200mm；

**5** 被吊物底部与地面宜小于等于200mm的距离；

**6** 在吊装过程中，起重机、设备与周围设施的安全距离应大于200mm；

**7**卸扣在翻转作业中应可自由活动。

**5.3.9** 应采取防止后配套系统溜车措施。

# 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建（构）筑物、地下管线、工作井结构（支护结构）、地下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、传递和反馈。

## 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 |
| 站位处基础 | 地基沉降、开裂、沉陷 | 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 |
| 周边环境 | 建筑物 | 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 |
| 地下成型隧道 | 结构沉降 | 精密水准仪 |
| 结构收敛 | 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要求：

**1** 起重机站位处支撑面沉降监测点应在起重机周边靠近支腿、履带均匀布置，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，测点间距宜取5m～20m。

**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、起重机站位处地基变形或支撑面变形和开裂、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。现场巡查应填写巡查记录，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试吊过程中应对起重机站位处地基或支撑面、地下管线、工作井支护结构、地下成型隧道等周边环境进行监测和巡查。盾构机试吊应进行监测。监测方法宜采用自动化实时监测。

**6.2.6** 监测方法、监测频率、信息反馈应符合《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911相关要求及本规程**6.2.5**条规定。

**6.2.7** 监测采用新技术、新方法的，监测方案应经专家评审通过。

**6.2.8** 盾构机吊装作业结束且起重机撤出后停止监测。

**6.2.9** 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《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911相关要求或设计要求。

**6.2.10** 工作井及周边环境监测预警分级、预警条件及预警响应符合《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911相关要求。当监测数据达到预警值时，应停止吊装作业，并启动应急预案。

**6.2.11** 吊装过程中巡查发现下列情形之一时，应停止吊装作业，并应启动应急预案：

**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、倾斜或裂缝等；

**4** 地下管线变形量明显增长或出现裂缝、泄漏等；

**5** 工作井支护结构侧壁出现涌砂涌水、坍塌；

**6** 工作井支护结构出现明显变形或位移明显增大等。

# 附录A 地基承载力校核

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

**A.0.2** 地基承载力的验算，应以修正后的地基承载力特征值*fa*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°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** 起重机吊装过程中，起重机基础底面的压力应符合下列规定：

 (A.0.5-1)

 (A.0.5-2)

式中：*Pk*——起重机基础作用于地基的平均压力值(kPa)

*fa*——修正后的地基承载力特征值(kPa)

*P*kmax——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°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：

 (A.0.7-2)

 (A.0.7-1)

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(m2)，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）

*Mx*——作用于起重机基础底面的绕横轴力矩值(kN·m)

*My*——作用于起重机基础底面的绕纵轴力矩值(kN·m)

*Wx*——起重机基础底面偏心方向边缘绕横轴的面积抵抗矩 (m3)

*Wy*——起重机基础底面偏心方向边缘绕纵轴的面积抵抗矩 (m3)

*pk*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** 当地基受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：

 (A.0.8-1)

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

*pcz*——软弱下卧层顶面处土的自重压力值(kPa)

*faz*——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 工作井支护结构稳定性验算

**B.0.1** 工作井支护结构稳定性验算应符合国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的相关规定。

**B.0.1** 桩、墙式支护结构应按表B.0.1的规定进行抗倾覆稳定、隆起稳定和整体稳定验算。

**B.0.2** 当坡体内有地下水渗流作用时，稳定分析时应进行坡体内水力坡降与渗流压力计算，也可采用替代重度法作简化分析。

**表B.0.1 工作井支护结构的稳定性验算**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计算方法与稳定安全系数 | 结构类型 | 桩、墙式支护 | |
| 稳定性验算 | 悬臂桩倾覆稳定 | 带支撑桩的倾覆稳定 |
| 计算简图 | |  |  |
| 计算方法与稳定安全系数 | | 悬臂支护桩在坑内外水、土压力作用下，对O点取矩的倾覆作用，应满足下式规定：    式中：∑MEp——主动区倾覆作用力矩总和（kN·m）；  ∑MEa——被动区倾覆作用力矩总和（kN·m）；  Kt——桩、墙悬臂支护抗倾覆稳定安全系数，取Kt≥1.30。 | 最下一道支撑点以下支护桩在抗内外、土压力作用下，对O点取矩的倾覆作用应满足下式规定：    式中：∑MEp——主动区倾覆作用力矩总和（kN·m）；  ∑MEa——被动区倾覆作用力矩总和（kN·m）；  Kt——桩、墙悬臂支护抗倾覆稳定安全系数，取Kt≥1.30。 |
| 备注 | |  |  |

**续表B.0.1**

| 计算方法与稳定安全系数 | 结构类型 | 桩、墙式支护 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 稳定性验算 | 隆起稳定 | | 整体稳定 |
| 计算简图 | |  |  |  |
| 计算方法与稳定安全系数 | | 基坑底下部土体的强度稳定性应满足下式规定：    式中：Nc——承载力系数，Nc=5.14  τo——由十字板试验确定的总强度(kPa);  γ——土的重度(kN/m3)  KD——入土深度底部土抗隆起稳定安全系数，取KD≥1.60；  t——支护结构入土深度(m);  h——基坑开挖深度(m);  q——地面荷载(kPa) | 基坑底下部土体的强度稳定性应满足下式规定：    式中：MP——支护桩、墙横截面抗弯强度标准值(kN·m)；  KD——入土深度底部土抗隆起稳定安全系数，取KD≥1.40； | 按圆弧滑动面法，验算基坑整体稳定性，应满足下式规定：  KR=MR/MS  式中：MS、MR——分别对于危险滑弧面上滑动力矩和抗滑力矩(kN·m)；  KR——整体稳定安全系数，取KR≥1.30。 |
| 备注 | | 适用于支护桩底为软土（φ=0）的基坑 | |  |

**附录C 盾构机吊装作业风险辨识与控制**

**C.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发生的风险因素，按表C.0.1判断其发生的可能性及风险类型。

**表C.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方案作业要求 | 很可能 | 起重设备倾覆 | 起重伤害、起重设备倾覆、坍塌、电击(触电)  、中毒或窒息 |
| 起重机械基础的抗倾翻稳定性或支承结构(轨道等)的强度不满足施工组织设计要求 | 可能 | 起重设备倾覆 |
| 起重设备设施的强度不满足设计要求 | 可能 | 起重设备倾覆或失效 |
| 2 | 起重性能 | | 起重机支放不符合施工组织设计安全要求 | 可能 | 起重设备倾覆 |
| 超过起重设备设施的额定荷载 | 很可能 | 起重设备倾覆 |
| 起升高度不满足作业要求 | 可能 | 起重伤害 |
| 自制起重设备设施未按照使用工况计算校核或者计算错误 | 可能 | 倾覆或坍塌 |
| 起重设备设施的钢结构、运转机构的零部件和安全装置失效 | 很可能 | 倾覆或坍塌 |
| 3 | 吊索具 | | 吊索具本身的缺陷 | 很可能 | 起重伤害 |
| 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 |
| 被吊物的强度或者稳定性不满足要求，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 |
| 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 | | 风力超过起重设备设计允许工况 | 可能 | 起重设备倾覆 |
| 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 |

**C.0.2** 根据盾构机吊装风险采取相应的风险控制措施，可参照表C.0.2。

**表C.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 | 吊车站位区域须平整坚实，满足安全要求 |
| 起重机械基础的抗倾翻稳定性或支承结构(轨道等)的强度不满足施工组织设计要求 | 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 |
| 起重设备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 | 起重机支放不符合施工组织设计安全要求 | 重新加固处理或调整吊车站位 |
| 超过起重设备设施的额定荷载 | 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 |
| 自制起重设备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 |
| 起重设备设施的钢结构、运转机构的零部件和安全装置失效 | 加强起重设备进场的合格检查 |
| 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 |
| 被吊物的强度或者稳定性不满足要求，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安装作业 |
| 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 | 合理选择起重设备作业吊装工况 |
| 吊运过程中被吊物与起重机自身干涉 | 重新调整起重设备作业吊装工况 |
| 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，无异常后方可进行安装作业 |
| 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 | 指挥人员应站在吊车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 | 风力超过起重设备设计允许工况 | 遇5级以上大风、雷雨等恶劣天气停工禁止作业 |
| 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工具 |
| 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 |
| 有限空间 | 提前做有害气体成份检测，增加对流通风 |

**附录D 吊具计算**

**D.0.1** 吊耳受力简图如图D.0.1所示。



**图D.0.1 吊耳受力简图**

**D.0.2** 符号

1 几何特征

*L*——吊耳板高度，mm

*R*——吊耳外圆半径，mm

*D*——吊耳孔直径，mm

*S*——吊耳厚度，mm

*W*——单个吊耳吊装设计的有效质量，kg

*d*r——销轴直径，mm

*h*——角焊缝计算厚度，取0.7*δ*，计算应符合《钢结构设计标准》GB50017中的规定，mm

*δ*——焊脚尺寸，mm

*α*——吊索张角，吊索与竖直方向的夹角，（°）

*β*——吊耳外圆切点半径方向角，（°）

*θ*——提升角，设备轴线与水平方向夹角，（°）

2 载荷、材料等

*E*——吊耳材料弹性模量，MPa

*F*h——横向计算载荷，N

*F*v——垂直计算载荷，N

*F*L——吊索计算载荷，N

*g*——重力加速度，m/s2

*K*e——吊耳设计系数，取1.5

*σ*hz——吊孔处的最大挤压应力，MPa

[*σ*]——吊耳材料的许用拉应力，MPa

[*σ*hz]——吊耳材料的许用挤压应力，MPa

[*τ*]——吊耳材料的许用剪应力，MPa

[*σ*e]——被吊物材料的许用拉应力，MPa

[*τ*e]——被吊物材料的许用剪应力，MPa

*ψ*a——角焊缝系数，取0.7

**D.0.3** 吊孔挤压应力校核

计算载荷按式（D.0.3-1）计算：

 (D.0.3-1)

吊索载荷按式（D.0.3-2）计算：

 (D.0.3-2)

吊耳的挤压应力按式（D.0.3-3）计算：

 (D.0.3-3)

**D.0.4** 吊耳头部强度校核

拉应力按式（D.0.4-1）计算：

 (D.0.4-1)

剪应力按式（D.0.4-2）计算：

 (D.0.4-2)

**D.0.5** 吊耳板与被吊物连接处校核

横向计算载荷按式（D.0.5-1）计算：

 (D.0.5-1)

拉应力按式（D.0.5-2）计算：

 (D.0.5-2)

剪应力按式（D.0.5-3）计算：

 (D.0.5-3)

横向载荷引起的弯曲应力按式（D.0.5-4）计算：

 (D.0.5-4)

组合应力按式（D.0.5-5）计算：

 (D.0.5-5)

**D.0.6** 吊耳板与被吊物连接角焊缝强度校核

拉应力按式（D.0.6-1）计算：

 (D.0.6-1)

剪应力按式（D.0.6-2）计算：

 (D.0.6-2)

横向载荷引起的弯曲应力按式（D.0.6-3）计算：

 (D.0.6-3)

组合应力按式（D.0.6-4）计算：

 (D.0.6-4)

# 附录E 索具计算

**E.0.1** 钢丝绳的许用拉力

 (E.0.1)

式中：*P*——钢丝绳的破断拉力

*K*——钢丝绳的安全系数大于等于6

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

1 当利用吊索上的吊钩、卸扣钩挂重物上的起重吊环时吊索的安全系数不应小于6；当用吊索直接捆绑重物，且吊索与重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、大或精密的重物时，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E.0.2-1、表E.0.2-2选用。

**表E.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° | 0.65*G* | 0.45*G* |
| 55° | 0.61*G* | 0.35*G* |
| 60° | 0.58*G* | 0.29*G* |
| 65° | 0.56*G* | 0.24*G* |
| 70° | 0.53*G* | 0.18*G* |
| 75° | 0.52*G* | 0.13*G* |
| 80° | 0.51*G* | 0.09*G* |

注：G——构件重力

表E.0.2-2 吊索选择对应值表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢丝绳根数 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 8 |
|  |  |  |  |  |  |
| 吊物重量(kN) | 吊索钢丝绳与重物的水平夹角 | | | | | |
| 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 |
| 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 |

# 附录F 盾构机吊装前安全检查表

工程名称： 受检单位： 天气情况： 检查时间：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检查项目 | | 检查内容 | | | 符合 | 不符合 | 备注 |
| 1 | 主控条件 | 盾构吊装专项施工方案 | 盾构机吊装专项施工方案（包括应急预案）编审、专家论证、审批齐全有效。 | | |  |  |  |
| 2 | 作业单位资质 | 作业单位资质、许可证等资料齐全，安全生产协议已签署。 | | |  |  |  |
| 3 | 吊装作业人员 | 司机、操作工、信号工等安全培训资料齐全，考核合格，持证上岗。施工和安全技术交底已完成。 | | |  |  |  |
| 4 | 地基基础或起重机支撑面 | 地基基础或吊机支撑面满足吊装施工要求。自行式起重机工作时应将支腿全部伸 出，并应支垫牢固 | | |  |  |  |
| 5 | 安全装置 | 起重机倾斜监测装置灵敏可靠 | | |  |  |  |
| 6 | 起重机报警装置灵敏可靠 | | |  |  |  |
| 7 | 起重机力矩限制器是否灵敏可靠 | | |  |  |  |
| 8 | 起重机重量限制器是否灵敏可靠 | | |  |  |  |
| 9 | 所有外露的传动部件均应装设防护罩且固定牢靠；制动器应装有防雨罩 | | |  |  |  |
| 10 | 起重机幅度限位和防止起重臂后倾装置且工作可靠有效 | | |  |  |  |
| 11 | 变幅指示器各限位装置应完好、齐全、灵敏可靠 | | |  |  |  |
| 12 | 机械设备资料 | 机械设备进场应有质量证明资料、相关 技术文件，手续齐全，并经验收合格，满足方案要求。 | | |  |  |  |
| 13 | 一般条件 | 机械作业环境 | 作业空间应满足起重机械设备组装、行走、吊装作业、设备运输等条件。 | | |  |  |  |
| 14 | 起重机整机 | 各种灯光、信号、标志应齐全清晰，大灯光束应符合照明要求；后视镜安装应正确，喇叭音响应符合说明书规定 | | |  |  |  |
| 15 | 各总成、零部件、附件及附属装置应齐全完整 | | |  |  |  |
| 16 | 金属结构件螺栓或铆钉连接不应松动，不应有缺件、损坏等缺陷；高强度螺栓连接的预紧力应符合说明书规定 | | |  |  |  |
| 17 | 周边环境及气候条件 | 周边环境及气候条件满足吊装要求。 | | |  |  |  |
| 18 | 吊钩与钢丝绳 | 起重机使用的钢丝绳的规格、型号应符合该机说明书要求 | | |  |  |  |
| 19 | 卷筒与滑轮 | 钢丝绳与滑轮和卷筒相匹配，穿绕正确，钢丝绳未达到报废标准，钢丝绳达到最大出绳量时，在卷筒上应保留3圈以上 | | |  |  |  |
| 20 | 吊钩严禁补焊，不得使用铸造的吊钩，吊钩表面应光洁、不应有剥裂、锐角、毛刺、裂纹，并设有防脱钩装置且工作可靠有效 | | |  |  |  |
| 21 | 卷筒两侧边缘的高度应超过最外层钢丝绳，其值不应小于钢丝绳直径的2倍 | | |  |  |  |
| 22 | 电气系统 | 卷筒上钢丝绳尾端的固定装置，应有防松或自紧性能 | | |  |  |  |
| 23 | 滑轮应有防止钢丝绳跳出轮槽的装置 | | |  |  |  |
| 24 | 电控装置应灵敏，熔断器配置应合理、正确；各电器仪表指示数据应准确，绝缘应良好 | | |  |  |  |
| 25 | 制动机构 | 启动装置反应灵敏，与发动机飞轮啮合应良好 | | |  |  |  |
| 26 | 照明装置应齐全、亮度应符合使用要求 | | |  |  |  |
| 27 | 制动轮的摩擦面，不应有妨碍制动性能的缺陷或油污 | | |  |  |  |
| 28 | 回转机构 | 制动片与制动轮之间的接触面应均匀，间隙调整应适宜，制动应平稳可靠 | | |  |  |  |
| 29 | 回转机构各部间隙调整应适当，回转时不应有明显晃动或抖动，并具有滑转性能，行走时转台应能锁定 | | |  |  |  |
| 30 | 机械维保制度 | 起重机械设备产权单位应制定起重设备检查制度，各类机具设备应制定维修保养制度，定期进行设备检查及维修保养，并如实填写保养、运转记录 | | |  |  |  |
| 31 | 钢丝绳、吊索卡具 | 钢丝绳断丝、钢丝绳直径的减小、绳股 断裂、腐蚀、变形和机械损伤、热损伤 超出规范允许范围内，应采取报废措 施；钢丝绳采用编结固接时，编结部分 的长度不得小于钢丝绳直径的 20 倍， 并不应小于 300mm，其编结部分应捆扎 丝钢丝；钢丝绳采用绳卡固接时，与钢 丝绳直径匹配的绳卡的规格、数量应符 合规范要求，最后一个绳卡距绳头的长 度不得小于 140mm | | |  |  |  |
| 32 | 吊钩、吊环、卷筒、滑轮表面有裂纹、 破口、变形以及磨损程度超过规范要求 应及时更换，吊钩、卷筒、滑轮应安装 钢丝绳防脱装置 | | |  |  |  |
| 33 | 龙门吊 | 龙门吊基础应设置排水措施；基础周边应安装防护栏 | | |  |  |  |
| 34 | 轨道应平直，鱼尾板连接螺栓应无松 动，轨道和起重机运行范围内应无障碍 物；轨道两侧应设有缓冲器和止档装 置； | | |  |  |  |
| 35 | 警戒区域 | 起重吊装作业应划定警戒区，设专人警 戒或设警戒标志 | | |  |  |  |
| 36 | 吊装牵引 | 作业人员应使用牵引绳推、拉被吊运 物；吊装散物时应捆扎牢固或采用专用 吊笼 | | |  |  |  |
| 符合率及结论 | | |  | | | | | |
| 检查人 | | |  | 被检查人 |  | | | |

注：任一主控条件不满足的或一般条件不满足项超过一般条件总项数20%的，不予通过核查。

# 本规程用词说明

**1** 执行本规程条文时，对要求严格程度不同的用词说明如下，以便在执行中区别对待：

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”。

1. 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”。

1. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

**2** 条文中指定应按其他有关标准、规程执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……规定”。

**引用标准名录**

**1** 《钢结构焊接规范》GB 50661

**2** 《起重机 安全 起重吊具》GB41098

**3** 《建筑地基基础设计规范》GB50007

**4** 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911

**5** 《地铁工程监控量测技术规程》DB 11/490

**6** 《钢结构设计标准》GB50017

**7** 《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ276

北京市地方标准

城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程

**DB 11/X X X X－202X**

# 条文说明

**编 制 说 明**

《城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程》DB 11/X X X X－202X，经xxxxx20xx年x月x日以第xxx号公告批准、发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了北京市城市轨道交通工程领域的盾构机吊装工程实践经验，同时参考了国内先进技术法规、技术标准。为便于广大设计、施工、监理、科研、学校装备制造等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目 次**

[1 总 则 30](#_Toc947)

[2 术 语 31](#_Toc13403)

[3 基本规定 32](#_Toc6909)

[4 起重机及吊索具 33](#_Toc2550)

[4.1 起重机 33](#_Toc28255)

[4.2 吊耳 33](#_Toc8016)

[5 盾构机吊装作业 34](#_Toc23403)

[5.1 一般规定 34](#_Toc15874)

[5.2 盾构机吊装作业准备 34](#_Toc1653)

[5.3 盾构机吊装 34](#_Toc32169)

[6 监测 35](#_Toc727)

[6.2起重机、工作井及周边环境监测 35](#_Toc23965)

# 1 总 则

**1.0.1** 盾构法作为暗挖法施工中的一种全机械化施工方法，其具有对地面交通影响小、机械化程度高、作业迅速等优点，由于其独特性和优越的技术经济性，逐渐受到建设单位和施工单位的青睐。作为国际大都市的北京，采用盾构法施工地铁区间隧道更为普遍，几乎每条已运营和在施的地铁线路都有盾构法区间且比例在逐步加大。

由于盾构机吊装存在涉及人员多、工种多、辅助性工作多、吊装环境的苛刻性、吊装程序的复杂性、提升高度高，起重量大等特点，因此安全隐患较多，危险性大。

近年来地铁施工中，因盾构机吊装引发一系列工程事故不在少数，目前针对盾构机等大型吊装作业尚没有相应全面的国家标准、行业标准和地方标准，只能参考有关国标、行标中的对应条款，通过组织专家论证的方式落实具体施工方案，这种特殊渠道已逐渐无法满足地铁盾构机吊装工程。因此，制定一个适宜北京地区，满足地铁盾构机吊装施工要求，符合国家总体大安全理念的城市轨道交通工程盾构机吊装技术规程，能够起到及时指导和规范的作用，对首都的隧道工程施工安全施工起到积极、促进的作用。

**1.0.2** 顶管机等其他隧道掘进机吊装作业可参照执行。

**1.0.3** 未列入本规程专门章节的吊装相关要求，尚应参照国家和北京现行有关标准执行。

# 2 术 语

本章内容在条文中已经明确，此处不再重述。

# 3 基本规定

**3.0.1** 吊运盾构机或部件应提供吊耳或辅助起吊装置，并应清晰明确地示出重量、尺寸、吊耳或吊点位置。起吊部件的方法应在说明书中说明。分块设计的盾构机的分块图、拼装方案应说明书中说明。

**3.0.2** 盾构机吊装作业区域在工作井周边，需要工作井具备足够的抗挤压变形能力。

**3.0.3** 起重机行走区域应能使起重机安全通过、尤其是起重机带荷载行走区域，宜施工成重载道路。作业场地支承面承载能力最小值应不低于计算值。起重机站位或行走对工作井挡土结构产生挤压，挡土结构强度应能提供足够的抗倾覆力矩。

**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 起重机及吊索具

## 4.1 起重机

**4.1.1** 起重机的选择是起重吊装的重要问题，因为它关系到荷载的吊装方法、起重机械的开行路线与停机位置、荷载的平面布置等许多问题，应认真对待，满足要求。

## 4.2 吊耳

**4.2.1** 吊耳设计时，需对其强度及吊耳与盾构机连接处的局部应力进行核算，以避免吊装施工中对盾构机造成损伤。

**4.2.2** 刀盘吊装时与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，或直接将吊索具绑在刀盘结构上，主钩吊耳要考虑翻转前后受力方向变化大，大直径刀盘主钩吊耳一般使用经专门设计的工装。前盾和中盾主钩吊耳一般设置4支，出入工作井时4根绳索同时受力，该4支吊耳也要考虑翻转前后受力方向的变化，副钩吊耳多使用螺栓连接吊耳。

**4.2.3** 吊耳母材应选用Q355B及以上钢材，施焊前需要打坡口，吊耳焊接完成后需要做焊缝探伤检测，优选二氧化碳保护焊，手工电弧焊也能满足质量要求。

**4.2.4** 以吊耳为消耗品，保护盾构机本体，减少因多次焊接、切割造成的影响。

**4.2.6** 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。

# 5 盾构机吊装作业

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 京建法【2021】1号《北京市轨道交通建设工程盾构施工安全质量管理办法》第二十一条规定：施工单位在盾构机组装、解体前应编制吊装专项施工方案，由施工单位技术负责人审核，监理单位审查后并经专家论证。

**5.1.2** 《建筑施工起重吊装安全技术规范》JGJ276-2012术语第2.1.7“临时固定”对搁置就位的被吊物进行临时性拉结和支撑的措施。在盾构机吊装过程中，左右两侧的盾体分块顺序吊装，安装或拆除过程左右侧不同步，未形成稳定体系，桥架和台车分段吊装过程中，前后未形成稳定体系，需要采取临时固定，形成稳定体系并经检查确认无误后解除临时固定。

**5.1.3**采用履带起重机的主钩和副钩配合完成翻转作业，也可采用两台起重机分别作为主吊和副吊抬吊完成翻转作业。

**5.1.4** 《市政基础设施工程门式和桥式起重机安全应用技术规程》DB11T 1842- -2021第5.4.6款：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。《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33-2001第4.1.7款：在露天有六级及以上大风或大雨 大雪 大雾等恶劣天气时 应停止起重吊装作业。

**5.1.5**盾构机吊装作业区下方存在管线等地下构筑物时，应与产权单位联系获得容许荷载和容许变形量等，吊装作业过程应保证地下构筑物的安全。

## 5.2 盾构机吊装作业准备

**5.2.3** 京建法【2019】11号文，第二十五条 专项施工方案实施前，编制人员或者项目技术负责人应当向施工现场管理人员进行书面的方案交底，并由双方共同签字确认。

　　施工现场管理人员应当向所有作业人员进行书面的安全技术交底，并由双方和项目专职安全生产管理人员共同签字确认。

**5.2.4** 信号工必须近距离指挥，距离吊装作业点不宜超过5米。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一般是分块运输到现场，在现场搭设平台组装完成后再吊装入工作井。

**5.3.2** 分块设计的盾构机主驱动吊装架及翻转架应是基本配置。

**5.3.3** 防止在拆解过程中盾尾变形，每块盾尾内部钢支撑独立成体系，不与盾尾其它分块联系。

**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，宜以分离运输，运输状态时将旋转架平放，稳定性更强，运输高度更低。

# 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或支撑面受力不断变化，监测点设置在汽车吊支腿和履带附近方能更加准确观测地基或支撑面沉降情况，进而判断支撑面承载能力；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。