**CECS**

中国工程建设协会标准

T/CECS XXX-20XX

**建筑施工垂直运输设备安全风险监控**

**技术规程**

Standard for control and monitor of safety risk of vertical transport equipment for building construction

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

**前 言**

本规程根据中国工程建设标准化协会建标协字[2017]031号《2017年第二批工程建设协会标准 制订、修订计划》的通知的要求，由华中科技大学和上海建工集团股份有限公司会同各有关单位共同编制而成。

本规程基于我国塔式起重机与施工升降机安全生产形势与安全信息化需要，在充分调研和论证基础上，并广泛征求了有关设计、施工、监理等相关单位的意见，经讨论修改完成了本规程的制订。

本规程的主要内容是：1、总则；2、术语；3、安全风险评价与监控方法；4、监测内容；5、传感器与采集分析系统；6、安全预警；7、应急管理；附录。

各单位在执行本规程时，如发现问题或有相关建议、意见，请反馈给华中科技大学（地址：武汉市珞喻路1037号；邮编：430074；邮箱：pmsafety@163.com），以供今后修订时参考。

主编单位：华中科技大学

上海建工集团股份有限公司

参编单位：湖北省建设工程质量安全监督总站

中国建筑科学研究院机械分院

深圳市城市公共安全技术研究院有限公司

上海市机械施工集团有限公司

中交一公程局集团有限公司

中建三局第二建设工程有限公司

浙江省第三建设工程有限公司

深圳市建工集团股份有限公司

抚顺永茂机械有限公司

深圳市太科检测有限公司

北京天恒安科工程技术有限公司

九方安达工程技术集团有限责任公司

湖北毅瑞建设工程咨询有限公司

武汉竹安工程设备管理有限公司

中钢集团武汉安全环保研究院有限责任公司

浙江中能检测有限公司

主要起草人：

主要审查人：

# 目 次

[1 总则](#_Toc11256782) 6

[2 术语 7](#_Toc11256783)

[3 安全风险评价与监控方法 10](#_Toc11256784)

[3.1 一般规定 10](#_Toc11256785)

[3.2 建筑施工垂直运输设备安全风险评价 11](#_Toc11256843)

[3.3 建筑施工垂直运输设备安全风险监控方法 15](#_Toc11256846)

[3.4 安全监控技术方案 16](#_Toc11256847)

[4 监测内容 17](#_Toc11256848)

[4.1 一般规定 17](#_Toc11256849)

[4.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测 18](#_Toc11256850)

[4.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测 21](#_Toc11256855)

[4.4 建筑施工垂直运输设备运行安全监测 32](#_Toc11256864)

[5 传感器与采集分析系统 35](#_Toc11256869)

[5.1 一般规定 35](#_Toc11256870)

[5.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测传感器选型 36](#_Toc11256875)

[5.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测传感器选型 37](#_Toc11256876)

[5.4 建筑施工垂直运输设备运行安全状态监测传感器选型 38](#_Toc11256877)

[6 安全预警 39](#_Toc11256878)

[6.1 一般规定 39](#_Toc11256879)

[6.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警 39](#_Toc11256880)

[6.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警 42](#_Toc11256886)

[6.4 建筑施工垂直运输设备运行安全预警 43](#_Toc11256891)

[7 应急管理 45](#_Toc11256902)

[7.1 一般规定 45](#_Toc11256903)

[7.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置 45](#_Toc11256904)

[7.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置 47](#_Toc11256909)

[7.4 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置 48](#_Toc11256916)

[附录A 传感器分类及选型要求 50](#_Toc11256924)

[本规范用词说明 54](#_Toc11256931)

[引用标准名录 55](#_Toc11256932)

[条文说明 56](#_Toc11256933)

CONTENTS

[1 General](#_Toc11256782) 6

[2 Terminology 7](#_Toc11256783)

[3 Safety risk assessment and monitoring methods 10](#_Toc11256784)

[3.1 General provisions 10](#_Toc11256785)

[3.2 Safety risk assessment of vertical transportation equipment in construction 11](#_Toc11256843)

[3.3 Safety risk monitoring method for vertical transportation equipment in construction 15](#_Toc11256846)

[3.4 Safety monitoring technology scheme 16](#_Toc11256847)

[4 Monitoring content 17](#_Toc11256848)

[4.1 General provisions 17](#_Toc11256849)

[4.2 Safety monitoring of vertical transportation equipment and wall-attached integrated structure in construction 18](#_Toc11256850)

[4.3 Installation and dismantling safety monitoring of vertical transportation equipment in construction 21](#_Toc11256855)

[4.4 Operation safety monitoring of vertical transportation equipment in construction 32](#_Toc11256864)

[5 Sensors and acquisition analysis system 35](#_Toc11256869)

[5.1 General provisions 35](#_Toc11256870)

[5.2 Selection of safety monitoring sensor for vertical transportation equipment and wall-attached integrated structure in construction 36](#_Toc11256875)

[5.3 Selection of safety monitoring sensor for installation and dismantling of vertical transportation equipment in construction 37](#_Toc11256876)

[5.4 Selection of safety monitoring sensor for operation of vertical transportation equipment in construction 38](#_Toc11256877)

[6 Security warning 39](#_Toc11256878)

[6.1 General provisions 39](#_Toc11256879)

[6.2 Safety warning of vertical transportation equipment and wall-attached integrated structure in construction 39](#_Toc11256880)

[6.3 Safety warning for installation and dismantling of vertical transportation equipment in construction 42](#_Toc11256886)

[6.4 Safety warning for operation of vertical transportation equipment in construction 43](#_Toc11256891)

[7 Emergency management 45](#_Toc11256902)

[7.1 General provisions 45](#_Toc11256903)

[7.2 Safety emergency disposal of vertical transportation equipment and wall-attached integrated structure in construction 45](#_Toc11256904)

[7.3 Safety emergency disposal for installation and dismantling of vertical transportation equipment in construction 47](#_Toc11256909)

[7.4 Safety emergency disposal for operation of vertical transportation equipment in construction 48](#_Toc11256916)

[Appendix A. requirements for sensor classification and type selection 50](#_Toc11256924)

[Explanation of wording in the specification 54](#_Toc11256931)

[List of quoted standards 55](#_Toc11256932)

[Clause explanation 56](#_Toc11256933)

# 总 则

* + 1. 为贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全生产方针，保障建筑施工垂直运输设备安全，做到建筑施工垂直运输设备安全风险监控安全、可靠、技术先进，制定本规程。
    2. 本规程适用于建筑施工塔式起重机和施工升降机在安装、顶升（加节）、拆除过程及运行使用过程的安全风险监控。
    3. 本规程为建筑施工塔式起重机和施工升降机安全风险监控的基本要求。
    4. 建筑施工塔式起重机和施工升降机的安全风险监控除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 术 语

* + 1. 建筑施工垂直运输设备

建筑施工现场垂直载运建筑材料、设备或人员的机械设备，包括塔式起重机和施工升降机等。

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全

建筑施工垂直运输设备及附墙（附着装置或附墙架）的关键结构件及其连接可靠的状态和关键结构件的受力状况良好的状态。

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全

建筑施工垂直运输设备安装、顶升（加节）和拆卸过程中，工序作业流程正确，工序作业过程及工序完成质量符合标准规范和说明书要求的状态。

* + 1. 建筑施工垂直运输设备运行安全

建筑施工垂直运输设备运行使用过程中，作业流程符合标准规范和说明书的要求，作业环境条件良好，作业人员的操作行为正确，并与环境中其他对象的交互关系正常的状态。

* + 1. 建筑施工垂直运输设备机电安全

建筑施工垂直运输设备电气控制系统功能完好，并稳定运行的状态。

* + 1. 建筑施工垂直运输设备保护装置安全

建筑施工垂直运输设备限载、限位、防坠、接地等安全装置功能完好，稳定运行的状态。

* + 1. 风险事件

造成建筑施工垂直运输设备事故的直接原因和条件。

* + 1. 监测对象

需要监测的影响或反映建筑施工垂直运输设备安全状态的构件或部位。

* + 1. 监测参数

需要监测的反映监测对象状态的变量。

* + 1. 监测内容

监测对象和监测参数的集合。

* + 1. 测点

反映监测对象特定监测参数的测量点位。

* + 1. 关键结构件

建筑施工垂直运输设备中，直接承受和传递设备自重、起重载荷及风载、雪载等的结构件。

* + 1. 连接状态

建筑施工垂直运输设备及附墙结构件的连接节点，及使其相连构件共同工作的状态。

* + 1. 连接节点

建筑施工垂直运输设备构件与构件之间有效连接的区域结构。

* + 1. 连接界面

连接节点中两个或多个相连结构单元间的接触面。

* + 1. 监测断面

建筑施工垂直运输设备及附墙中表征设备设施安全状态特性的测试断面。

* + 1. 不利受力截面

建筑施工垂直运输设备及附墙中受力或变形绝对值最大的截面。

* + 1. 安全参数

表征监测对象安全状态的一组参数。

* + 1. 技术参数

表征监测对象过程状态的一组参数。

* + 1. 传感器

一种能感知监测对象的物理状态或逻辑状态信息，并按一定规律将其转换成可测量输出信号的监测装置。

* + 1. 前端预警

当传感器感知监测对象信息后，实时对信号所携带的信息进行分析判断并发出预警，而不依赖于特定后台服务器的一种监测预警方法。

* + 1. 数据传输系统

利用一条或多条数据链路，实现特定应用场景中数据有向传输的电路、调制解调器等数据传输设备的集合。

* + 1. 应急处置

为保障建筑施工垂直运输设备安全、避免发生生产安全事故或减轻事故后果，及时采取各种管控和整改措施，整改建筑施工垂直运输设备的异常状态，将安全风险降低到可控或可接受水平的机制。

* + 1. 测点预警

基于测点状态感知信息，评价监测点的安全状态，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施的方式。

* + 1. 警示等级

用以区分预警评价结论所表示风险水平高低的一种划分。

* + 1. 断面预警

依据监测断面的各项监测指标所进行的断面安全状态的综合性评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施的方式。

* + 1. 工序预警

依据工序各项监测指标所进行的工序安全状态的综合性评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施的方式。

* + 1. 整体牢固性

建筑施工垂直运输设备及附墙支撑结构所具有的能够形成稳定传力体系的一种特质，包括体系合理、构件完整和连接可靠等方面。

* + 1. 整体预警

根据测点预警和断面预警的结果，对建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构的整体安全性、安拆的整体安全性进行综合性评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施的方式。

# 安全风险评价与监控方法

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备的安全风险类型包括：建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全风险、建筑施工垂直运输设备安拆安全风险、建筑施工垂直运输设备运行安全风险、建筑施工垂直运输设备机电安全风险和建筑施工垂直运输设备保护装置安全风险。
    2. 建筑施工垂直运输设备进场安装前，设备租赁及安装单位应编制《垂直运输设备安全风险清单》，综合考虑施工现场人员、机械、材料、环境等因素，对垂直运输设备安全风险进行分级评价。建筑施工垂直运输设备服务的项目的工程设计、施工方案有重大变更、施工环境有重大变化或工程停工超过一个月复工的，必须重新进行安全风险评价。
    3. 建筑施工垂直运输设备安全风险评价宜采用风险等级矩阵法。其中，风险事件的发生可能性，宜通过查阅历史资料或专家咨询等方式确定，划分为“低”、“较低”、“较高”、“高”四个级别；风险事件的后果严重性宜综合考虑人员伤亡、直接经济损失、社会影响等因素确定，划分为“较小”、“一般”、“严重”、“非常严重”四个级别。

表3.1 安全风险事件发生可能性度量

|  |  |
| --- | --- |
| 级别 | 定性/定量描述 |
| 很低 | 行业内几乎没有发生过/发生概率低于0.01% |
| 低 | 行业内罕见发生/发生概率为0.01~0.1% |
| 较高 | 行业内偶尔发生/发生概率为0.1%~1% |
| 高 | 行业内经常发生/发生概率大于1% |

表3.2 安全风险事件后果严重性度量

|  |  |
| --- | --- |
| 级别 | 描述 |
| 较小 | 无人员伤亡，直接经济损失小于10万元，社会影响可忽略 |
| 一般 | 有人员轻伤，直接经济损失超过10万元，社会影响可忽略 |
| 严重 | 死亡1-2人或重伤1-9人，或直接经济损失超过50万元，社会影响需要考虑 |
| 非常  严重 | 死亡3人及以上或重伤10人及以上，或直接经济损失超过200万元，社会影响较为恶劣 |

* + 1. 根据安全风险事件的发生可能性和后果严重性，建筑施工垂直运输设备安全风险等级宜划分为一般（I级）、较大（II级）、重大（III）、特别重大（IV）四个级别，安全风险评估矩阵如表3.3，安全风险等级度量如表3.4所示。

表3.3建筑施工垂直运输设备安全风险等级划分矩阵

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 发生可能性  后果严重性 | 很低 | 低 | 较高 | 高 |
| 较小 | I | I | II | II |
| 一般 | I | II | II | III |
| 严重 | II | II | III | III |
| 非常严重 | II | III | III | IV |

表3.4 安全风险等级度量

|  |  |
| --- | --- |
| 级别 | 描述 |
| 一般风险（I级） | 可接受，可选择性进行监控 |
| 较大风险（II级） | 不愿接受，应加强日常监控，并制定应急措施 |
| 重大风险（III级） | 不可接受，应进行实时监控和预警，并制定应急措施 |
| 特别重大风险（IV级） | 拒绝接受，必须重新规划、选型 |

## 建筑施工垂直运输设备安全风险评价

* + 1. 塔式起重机安全风险评价
       1. 塔式起重机安全风险评价内容宜包括3.1.1条列举的安全风险类型。其中：

1. 塔式起重机及附墙一体化结构安全风险，指塔式起重机及附着装置一体化结构构造与构件、节点与连接构造以及整体稳定性等本质安全风险因素。
2. 塔式起重机安拆安全风险，指塔式起重机安装、顶升、拆卸过程中有关工序流程和工序质量的安全风险。
3. 塔式起重机运行安全风险，指塔式起重机正常使用状态下的安全风险。
4. 塔式起重机机电安全风险，指塔式起重机电气控制系统的安全风险。
5. 塔式起重机保护装置安全风险，指塔式起重机限载、限位、防坠、接地等安全装置可靠性方面的安全风险。
   * + 1. 塔式起重机及附着装置一体化结构安全风险评价，包括塔式起重机及附墙一体化结构构造与构件、节点与连接构造，以及结构整体稳定性是否符合相关标准规范规程和设计要求。
       2. 塔式起重机安拆安全风险评价，包括塔式起重机安装、顶升及拆卸过程的工序作业流程是否正确，工序作业过程及工序完成质量是否符合标准规范和说明书的要求，安拆作业是否影响其作业范围内的人员、机械、材料、环境。
       3. 塔式起重机作业运行风险评价，包括塔式起重机吊运作业是否影响其作业范围内的人员、机械、材料、环境，以及其与建（构）筑物、电力线路、天然气管线、石油管线、公铁路等之间是否存在不良交互关系。
       4. 塔式起重机机电安全风险评价，包括机电设备设施的故障风险。可参照说明书以及《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256中的有关规定进行风险识别与评价。
       5. 塔式起重机保护装置安全风险评价，包括保护装置的故障风险。可参照说明书以及《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256中的有关规定进行风险识别与评价。
       6. 编制塔式起重机安全风险清单，应至少包含表3.5中所列风险事件，参照本章一般规定进行风险等级评定。

**表3.5 塔式起重机安全风险清单**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **风险类型** | **风险事件** | **风险评级** |
| 结构  安全风险 | 基础下沉、开裂、积水 |  |
| 结构件、连接件等设计强度不足 |  |
| 结构件变形、疲劳开裂、锈蚀、损伤超过规范要求 |  |
| 连接螺栓规格或安装方式不符合说明书要求 |  |
| 连接螺栓缺失、松动或预紧力达不到要求 |  |
| 连接销轴、开口销缺失或安装不到位 |  |
| 活动爬爪强度不足或焊缝开裂 |  |
| 标准节踏步强度不足或焊缝开裂 |  |
| 附着装置与建筑物或构筑物的连接不符合说明书要求 |  |
| 附着装置水平距离或垂直间距不符合说明书要求 |  |
| 塔身自由高度超过说明书要求 |  |
| 自制附着装置的刚度、强度、稳定性不符合设计要求 |  |
| 塔身垂直度不符合规范要求 |  |
| 平台、走道、梯子、护栏的强度和构造不符合规范要求 |  |
| 吊钩磨损、变形达到报废标准 |  |
| 刹车片过度磨损、刹车间隙过大 |  |
| 钢丝绳不符合规格要求或磨损、断丝、变形、锈蚀达到报废标准 |  |
| 安拆  安全风险 | 施工单位及相关人员不具备相应资质或资格 |  |
| 未按规定编制安全可行的专项施工方案 |  |
| 安装、顶升、拆卸过程无安全员、监理员旁站 |  |
| 安装、顶升、拆卸过程施工区域无安全警戒 |  |
| 施工环境不良（风速大于12m/s、浓雾、雨雪天气等） |  |
| 安装、顶升、拆卸过程施工指挥信号不明 |  |
| 平衡臂、起重臂、配重安装顺序不正确 |  |
| 塔式起重机到达规定高度，未安装附着装置情况下进行顶升作业 |  |
| 升降作业前，未按说明书要求进行配平 |  |
| 升降作业前，未锁定回转机构 |  |
| 未能正确调整套架导向轮与标准节主弦杆间隙 |  |
| 顶升横梁未正确置入标准节踏步内或者未将防脱装置锁住 |  |
| 活动爬爪未正确搁置在标准节踏步上 |  |
| 顶升装置液压杆伸长或收缩速度过快 |  |
| 高空作业人员安全防护措施不到位 |  |
| 高空作业零星工具、材料未放稳 |  |
| 运行  安全风险 | 操作人员不具备相应操作资格 |  |
| 群塔作业无防碰撞措施或措施不可靠 |  |
| 作业环境不良（六级以上大风（风速大于12m/s）、浓雾、雨雪天气，夜间作业等） |  |
| 吊载作业过程指挥信号不明 |  |
| 吊点选择不正确、吊物绑扎不牢固 |  |
| 启动或制动过猛、越级换挡，机构调速失效 |  |
| 起吊、变幅、回转速度过快 |  |
| 回转操作时急停并反向回转 |  |
| 起吊高度不足情况下变幅、回转 |  |
| 使用限位装置代替操纵装置 |  |
| 起吊物重量不明情况下强行起吊 |  |
| 利用吊具载运人员或起吊物下方有人员通过 |  |
| 上下交叉作业时未采取防护措施或措施不可靠 |  |
| 调试、维修保养过程中擅自启动设备 |  |
| 操作人员进行安全检查和维修保养时防护措施不到位 |  |
| 运动部件裸露，防护罩缺失或损坏 |  |
| 电源线裸露、破损、老化 |  |
| 配电箱漏电保护器、接地装置失效 |  |
| 与周围高压输电线过近且无隔离防护措施 |  |
| 塔吊持续超负荷运转 |  |
| 使用高度超过30m时未配置障碍灯 |  |
| 使用高度超过50m时未配置风速仪 |  |
| 驾驶员在驾驶室内抽烟 |  |
| 作业结束后回转制动未释放，起重臂未顺风停 |  |
| 作业完毕后未将开关置于零位，切断总电源 |  |

* + 1. 施工升降机安全风险评价
       1. 施工升降机安全风险评价的评价内容包括：

1. 施工升降机及附墙架一体化结构安全风险，指施工升降机及附墙架一体化结构构造与构件、节点与连接构造以及整体稳定性等本质安全方面的安全风险。
2. 施工升降机安拆安全风险，指施工升降机安装、加节、拆除过程中有关工序流程和工序质量的安全风险。
3. 施工升降机运行安全风险，指施工升降机正常使用状态下的安全风险。
4. 施工升降机机电安全风险，指施工升降机电气控制系统可靠性方面的安全风险。
5. 施工升降机保护装置安全风险，指施工升降机限载、限位、防坠、接地等安全装置可靠性方面的安全风险。
   * + 1. 施工升降机及附墙架一体化结构安全风险评价，包括施工升降机及附墙架一体化结构构造与构件、节点与连接构造，以及结构整体稳定性是否符合相关标准规范规程和设计要求。
       2. 施工升降机施工安拆安全风险评价，包括施工升降机安装、加节、拆卸过程的工序作业流程是否正确，工序作业过程及工序完成质量是否符合标准规范和说明书的要求，安拆作业是否影响其作业范围内的人员、机械、材料、环境。
       3. 施工升降机运行安全风险评价，包括施工升降机与搭载人员、货物以及外部环境之间是否存在不良交互关系。
       4. 施工升降机机电安全风险评价，包括机电设备设施的故障风险。应参考说明书以及《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256中的有关规定进行风险识别与评价。
       5. 施工升降机保护装置安全风险评价，包括保护装置的故障风险。可参考说明书以及《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256中的有关规定进行风险识别与评价。
       6. 编制施工升降机安全风险清单，应至少包含表3.6中所列风险事件，参照本章一般规定进行风险等级评定。

**表3.6施工升降机安全风险清单**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **风险类型** | **风险事件** | **风险评级** |
| 结构  安全风险 | 基础积水、下沉、开裂 |  |
| 结构件、连接件等设计强度不足 |  |
| 结构件变形、锈蚀、疲劳开裂、损伤超过规范要求 |  |
| 连接螺栓规格或安装方式不符合说明书要求 |  |
| 连接螺栓缺失、松动或预紧力达不到要求 |  |
| 附着装置水平距离或垂直间距不符合说明书要求 |  |
| 导轨架自由高度超过说明书要求 |  |
| 自制附着装置的刚度、强度、稳定性不符合设计要求 |  |
| 附着装置与建筑物或构筑物的连接不符合说明书要求 |  |
| 导轨架垂直度不符合规范要求 |  |
| 层门安装高度、强度不符合规范要求 |  |
| 停层平台两侧未设置防护栏杆和挡脚板 |  |
| 地面出入通道防护棚的搭设不符合规范要求 |  |
| 齿轮、齿条磨损、变形、损伤超过说明书和规范要求 |  |
| 钢丝绳规格、固定不符合产品说明书和规范要求 |  |
| 钢丝绳磨损、变形、锈蚀达到报废标准 |  |
| 安拆  安全风险 | 施工单位及相关人员不具备相应资质或资格 |  |
| 未按规定编制安全可行的专项施工方案 |  |
| 安装、加节、拆卸过程无安全员、监理员旁站 |  |
| 安装、加节、拆卸过程施工区域无安全警戒 |  |
| 安装、加节、拆卸过程施工指挥信号不明 |  |
| 施工环境不良（风速大于12m/s、浓雾、雨雪天气等） |  |
| 施工升降机到达规定高度，未安装附着装置情况下进行加节作业 |  |
| 在吊笼内进行施工升降机安装操作 |  |
| 导轨架或附墙架有人员作业时开动施工升降机 |  |
| 安装吊杆有悬挂物时开动施工升降机 |  |
| 超载使用施工升降机安装吊杆 |  |
| 加节完成后未及时重新设置行程限位和极限限位 |  |
| 加节完成后吊笼顶部设置的安装吊杆未拆除 |  |
| 高空作业人员安全防护措施不到位 |  |
| 高空作业零星工具、材料未放稳 |  |
| 运行  安全风险 | 操作人员不具备相应操作资格 |  |
| 吊笼载荷和乘客人数超过额定值 |  |
| 吊笼通道内存在障碍物情况下进行升降作业 |  |
| 顶部风速大于20m/s工况下进行升降作业 |  |
| 调试、维修保养过程中擅自启动设备 |  |
| 操作人员进行安全检查和维修保养时防护措施不到位 |  |
| 运动部件裸露，防护罩缺失或损坏 |  |
| 电源线裸露、破损、老化 |  |
| 配电箱漏电保护器、接地装置失效 |  |
| 与周围高压输电线过近且无隔离防护措施 |  |
| 施工升降机电源接触不良或电压不稳 |  |
| 施工升降机持续超负荷运转 |  |

## 建筑施工垂直运输设备安全风险监控方法

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全风险监控方法，包括旁站、巡视、监测、视频监控等，应根据其安全风险等级和类型，选择相适应的监控方法。
    2. 安全风险等级为IV级的特别重大安全风险，应重新进行建筑施工垂直运输设备的选型或对专项施工方案进行优化设计，无法调整的，应强化实时监测和预警。

1）建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全风险，应采用传感器进行实时数据采集、分析和预警。

2）建筑施工垂直运输设备安拆安全风险，应采用旁站和专用传感器件进行监控。

3）建筑施工垂直运输设备运行安全风险，应采用旁站和视频监控进行监控。

* + 1. 安全风险等级为III级的重大安全风险，应进行实时监测和预警。

1）建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全风险，宜采用传感器进行实时数据采集、分析和预警。

2）建筑施工垂直运输设备安拆安全风险，宜采用旁站和专用传感器件进行监控。

3）建筑施工垂直运输设备运行安全风险，宜采用旁站和视频监控进行监控。

* + 1. 安全风险等级为II级的较大安全风险，应加强日常监控频率。

1）建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全风险，宜采用巡视或传感器进行监控。

2）建筑施工垂直运输设备安拆安全风险，宜采用旁站进行监控。

3）建筑施工垂直运输设备运行安全风险，宜采用巡视和视频监控进行监控。

* + 1. 安全风险等级为I级的一般安全风险，可选择性地进行安全监控。

## 安全监控技术方案

* + 1. 针对评级为III级及以上的重大和特别重大安全风险，建筑施工垂直运输设备租赁及安装单位应委托有资质的第三方监测单位编制安全监控技术方案，并报施工单位审批。
    2. 安全监控技术方案应按照全面、经济、适用、可行的原则进行编制，内容至少包括监控项目、监控指标、监控手段、监控频率、监控阈值、应急措施等。
    3. 监测单位应及时向监理单位、施工单位、设备租赁单位通报监测结果，对监测结果进行分析，并提出合理建议。监测数据达到或超过阈值时，应立即通知有关各方责任主体采取整改措施。

# 监测内容

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全监测是建筑施工垂直运输设备安全风险监控的重要内容，包括建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测、建筑施工垂直运输设备安拆安全监测和建筑施工垂直运输设备运行安全监测，如图4.1所示。



图4.1 建筑施工垂直运输设备安全监测内容

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全监测实施前，应检查塔式起重机或施工升降机相关准入文件资料的齐全性和规范性，检查内容包括：

1. 购销合同；
2. 特种设备制造许可证；
3. 产品合格证；
4. 说明书；
5. 备案证明；
6. 地基承载力与基础混凝土强度的验收合格文件。
   * 1. 监测内容包括监测对象和监测参数。
     2. 测点是反映监测对象特定监测参数的传感器测量点位。选取测点时应符合下列规定：
7. 能反映监测参数的实际状态及变化趋势；
8. 重要部位宜适度冗余布设；
9. 宜便于监测设备的安装、测读、维护和替代；
10. 不妨碍监测对象的施工和正常使用；
11. 信号传输障碍小。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测，指对建筑施工垂直运输设备及附墙关键结构件的本体损伤状况、结构件的连接状态、关键结构件的受力状况等进行监测。
    2. 塔式起重机及附墙一体化结构安全监测
       1. 塔式起重机及附着装置关键结构件的本体损伤状况监测，包括磨损、锈蚀、开裂、变形状况监测，其监测内容具体宜包括以下内容：

1. 塔身垂直度。
2. 塔臂挠度。
3. 基础的不均匀沉降、积水、水头冲刷情况。
4. 基础混凝土的开裂情况。
5. 基础钢梁、预埋固定支腿、预埋地脚螺栓杆等预埋件的磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。
6. 基础节、加强节和标准节的主弦杆、直腹杆和斜腹杆，附着装置的附着框、附着杆和连墙件，塔臂（包括平衡臂和起重臂）的臂节杆和拉杆，及回转塔身与塔顶的受力杆件等杆件的磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。其中，基础节的关键杆件、最上一道附着装置所在标准节的关键杆件、最上一道附着杆及起重臂根部的关键杆件可作为重点监测对象。
7. 回转支承齿轮的磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。
8. 监测设备设施本体损伤状况时，应综合考虑监测对象、监测参数及所采用监测手段的特点选择测点。其中，塔身垂直度测点宜选取为塔式起重机顶部和最上一道附着所在标准节处；塔臂挠度测点宜选取为起重臂和平衡臂变形最大处。
   * + 1. 塔式起重机及附着装置结构件的连接状态监测，其监测内容为结构件连接节点的可靠性。
9. 监测对象具体宜包括：基础节与基础的连接节点、基础节与加强节的连接节点、加强节与标准节的连接节点、标准节之间的连接节点、标准节与下支座的连接节点、套架与下支座的连接节点、回转支承与上下支座的连接节点、上支座与回转塔身的连接节点、回转塔身与塔臂的连接节点、回转塔身与塔顶的连接节点、塔臂臂节之间的连接节点、平衡重的固定连接节点、拉杆与塔臂的连接节点、拉杆与塔顶的连接节点、附着框与塔身的连接节点、附着框与附着杆的连接节点、附墙杆与连墙件的连接节点。
10. 重点监测对象包括：基础节与基础的连接节点、基础节与加强节的连接节点、加强节与标准节的连接节点、最上一道附着装置所在标准节与上下标准节的连接节点、其他附着装置所在标准节与上标准节的连接节点、标准节与下支座的连接节点、套架与下支座的连接节点。
11. 对于各类连接方式，监测参数可包括：对准情况、连接装置数量及完整性、拧紧力矩、应力等。
12. 连接状态监测的测点为结构件连接节点所在区域。应综合考虑监测对象、监测参数、所采用监测手段及现场实际情况确定具体测点。对于包含多个连接节点的连接界面，宜根据现场实际情况将连接界面所含多个连接节点所在位置选取为测点，构成监测断面，以反映连接界面的整体可靠性。
    * + 1. 塔式起重机及附着装置关键结构件的受力状况监测，其监测内容宜包括以下内容：
13. 基础混凝土的强度和应力。
14. 附着装置预埋处混凝土强度和应力。
15. 基础节、加强节和标准节的主弦杆、直腹杆和斜腹杆，附着装置的附着框、附着杆和连墙件，塔臂（包括平衡臂和起重臂）的臂节杆和拉杆，及回转塔身与塔顶的受力杆件等杆件的应力。其中，基础节的关键杆件、最上一道附着装置所在标准节的关键杆件、最上一道附着杆及起重臂根部的关键杆件可作为重点监测对象。
16. 受力状况监测的测点应选取为关键结构件的不利受力截面，应在结构受力分析的基础上确定不利受力截面。对于由多个关键结构件的不利受力截面形成的不利受力区，宜根据现场实际情况将不利受力区所含多个不利受力截面选取为测区，构成监测断面，以反映结构不利受力区的整体可靠性。
    * 1. 施工升降机及附墙架一体化结构安全监测
         1. 施工升降机及附墙架关键结构件的本体损伤状况监测，包括磨损、锈蚀、开裂、变形等损伤状况监测，其监测内容具体宜包括以下内容：
17. 导轨架垂直度。
18. 基础的不均匀沉降、排水措施与积水、水头冲刷情况。
19. 基础混凝土的开裂情况。
20. 基础钢梁、预埋固定支腿、预埋地脚螺栓杆等预埋件的磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。
21. 基础节和标准节的主弦杆、直腹杆和斜腹杆，及附着装置杆件的磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。其中，基础节的杆件、最上一道附着装置所在标准节的杆件，及最上一道附着装置的杆件可作为重点监测对象。
22. 齿轮齿条式施工升降机的齿轮和齿条，钢丝绳式施工升降机的钢丝绳，其磨损、锈蚀、裂纹、变形等损伤情况。
23. 监测施工升降机的本体损伤状况时，应综合考虑监测对象、监测参数及所采用监测手段的特点选取测点。其中，导轨架垂直度测点宜选取为导轨架顶部。
    * + 1. 施工升降机及附墙架结构件的连接状态监测，其监测内容为结构件连接节点的可靠性。
24. 监测对象具体宜包括：基础节与基础的连接节点、基础节与标准节的连接节点、标准节之间的连接节点、附着装置与导轨架的连接节点、附着装置与建筑物或构筑物的连接节点。
25. 重点监测对象包括：基础节与基础的连接节点、基础节与标准节的连接节点、最上一道附着装置所在标准节与上下标准节的连接节点、其他附着装置所在标准节与上标准节的连接节点。
26. 对于各类连接方式，监测参数可包括：对准情况、安装数量、拧紧力矩、应力等。
27. 连接状态监测的测点为结构件连接节点所在位置，应综合考虑监测对象、监测参数、所采用监测手段及现场实际情况确定具体测点。对于包含多个连接节点的连接界面，宜根据现场实际情况将连接界面所含多个连接节点所在位置选取为测点，构成监测断面，以反映连接界面的整体可靠性。
    * + 1. 施工升降机及附墙架关键结构件的受力状况监测，其监测内容宜包括以下内容：
28. 基础混凝土的强度和应力。
29. 附墙预埋处混凝土强度和应力。
30. 基础节和标准节的主弦杆、直腹杆和斜腹杆，及附着装置杆件的应力。其中，基础节的杆件、最上一道附着装置所在标准节的杆件，及最上一道附着装置的杆件可作为重点监测对象。
31. 受力状况监测的测点应选取为关键结构件的不利受力截面，可在结构受力分析的基础上确定。对于由多个关键结构件的不利受力截面形成的不利受力区，宜根据现场实际情况将不利受力区所含多个不利受力截面选取为测点，构成监测断面，以反映结构的不利受力区的整体可靠性。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测，指对建筑施工垂直运输设备安装、顶升（加节）和拆卸作业的工序流程、工序过程安全和工序完成状态等进行监测。
    2. 应根据建筑施工垂直运输设备的说明书，确定安装、顶升（加节）和拆卸作业的工序流程，明确工序的过程安全约束和完成状态质量，进而确定监测内容。
    3. 每个工序涉及一项或多项监测内容，监测内容所含监测参数可分为技术参数和安全参数。技术参数反应了工序的功能状态，工序所含全部技术参数达到规定的完成状态条件时，视为已完成该工序。安全参数指在工序施工过程中某一功能应当满足的安全约束。部分监测参数同时具备技术参数和安全参数的性质。
    4. 安拆安全监测，应综合考虑监测对象、监测参数及所采用监测手段的特点确定测点。
    5. 建筑施工垂直运输设备安装、顶升（加节）和拆卸作业过程中，均应满足设备最大高度处的风速不超过12m/s。
    6. 建筑施工垂直运输设备安装、顶升（加节）和拆卸施工前，应当检查相关文件资料的齐全性和规范性，检查内容包括：

1. 安装、顶升（加节）和拆卸专业分包合同；
2. 建筑施工垂直运输设备安拆单位专业分包资质证书、安全生产许可证等；
3. 安装、顶升（加节）和拆卸专项施工方案；
4. 特种作业人员的操作资格证书；
5. 辅助起重机械的合格证及作业人员的操作资格证书；
6. 建筑施工垂直运输设备安装、顶升（加节）和拆卸前的检查合格证明；
7. 书面安全技术交底资料。
   * 1. 塔式起重机安拆安全监测
        1. 安装作业
8. 塔式起重机安装作业前，应当完成以下准备工作：

1）施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；

2）确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气；

3）按照设计要求制作基础，基础混凝土强度达到设计要求；预埋件埋设位置准确；行走式塔式起重机按照说明书要求铺设轨道，吊装行走机构；

4）按照说明书要求组装套架，各构件连接齐全可靠；

5）按照说明书要求组装回转总成，下支座、回转支承、上支座、回转塔身及司机室对位准确，连接齐全可靠；

6）按照说明书要求组装塔臂，塔臂臂节组装顺序准确，连接齐全可靠；塔臂拉杆组装顺序准确，连接齐全可靠；平衡重组装数量和顺序准确，连接齐全可靠。

1. 塔式起重机的安装作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容及进行监测。对于普通上回转、小车变幅、附着式自升塔式起重机，表4.2和图4.2提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.2 塔式起重机安装作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 工序完成状态要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 吊装基础节 | 基础节与预埋件的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 2 | 吊装加强节 | 加强节与基础节的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 3 | 吊装标准节 | 标准节与加强节的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 标准节与标准节的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 4 | 测量垂直度 | 塔身 | 垂直度 | 垂直度偏差≤2/1000 |
| 5 | 吊装套架 | 套架与标准节的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 6 | 吊装回转总成 | 回转总成与套架的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 7 | 吊装塔顶 | 塔顶与回转总成的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 8 | 吊装平衡臂 | 拉杆与平衡臂的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 拉杆与塔顶的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 平衡臂与回转塔身的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 9 | 吊装起重臂 | 拉杆与起重臂的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 拉杆与塔顶的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 起重臂与回转塔身的连接节点 | 连接状态 | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 10 | 吊装平衡重 | 平衡重 | 组装顺序 | 顺序准确 |
| 平衡重与起重臂的连接节点 | 连接状态 | 连接齐全可靠 |
| 11 | 穿绕钢丝绳 | 钢丝绳 | 穿绕状态 | 穿绕准确 |



图4.2 塔式起重机安装作业工作流程图

* + - 1. 顶升作业

1. 塔式起重机顶升作业前，应当完成以下准备工作：

1）施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；

2）确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气；

3）放松电缆绳，放松长度略长于总顶升高度；

4）待安装标准节在标准节引入方向就位；

5）附着装置附着点处的建筑物或构筑物的结构强度，及预埋件的埋设位置满足说明书的要求。

1. 塔式起重机的顶升作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容进行监测。对于普通上回转、小车变幅、附着式自升塔式起重机，表4.3和图4.3提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.3 塔式起重机顶升作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 过程安全约束 | 工序完成状态要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 吊运待安装标准节 | 吊钩 | 高度 | 不得超限 |  |
| 标准节 | 位置 |  | 就位于引进平台 |
| 2 | 吊运平衡标准节 | 吊钩 | 高度 | 不得超限 |  |
| 起重臂 | 方向 |  | 位于标准节引入方向 |
| 回转制动器 | 状态 |  | 调至制动状态 |
| 小车 | 位置 |  | 停在参考配平位置 |
| 爬升滚轮与塔身 | 间隙 |  | 各滚轮与塔身间隙基本一致 |
| 3 | 顶升横梁一次就位 | 顶升横梁耳轴 | 位置 |  | 耳轴置入耳板 |
| 4 | 塔身与套架脱离连接 | 连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 5 | 套架初次顶升 | 液压活塞杆 | 顶升速度 | 顶升速度适中 |  |
| 顶升长度 | 不得顶升过多 | 顶升至活动爬爪略高于耳板 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 6 | 固定活动爬爪 | 活动爬爪 | 状态 |  | 活动爬爪固定在耳板内 |
| 7 | 顶升横梁回缩 | 液压活塞杆 | 回缩速度 | 回缩速度适中 |  |
| 回缩长度 |  | 回缩至顶升横梁略高于耳板 |
| 8 | 顶升横梁二次就位 | 顶升横梁耳轴 | 位置 |  | 耳轴置入耳板 |
| 9 | 释放活动爬爪 | 活动爬爪 | 状态 |  | 活动爬爪收回原位 |
| 10 | 套架二次顶升 | 液压活塞杆 | 顶升速度 | 顶升速度适中 |  |
| 顶升长度 | 不得顶升过多 | 顶升至足够引入标准节的高度 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 11 | 引入待安装标准节 | 待安装标准节 | 位置 |  | 与已安装标准节对准准确 |
| 12 | 套架回缩 | 液压活塞杆 | 回缩速度 | 回缩速度适中 |  |
| 待安装标准节 | 高度 |  | 下端与下部标准节上端贴合 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 13 | 连接待安装标准节与下部标准节 | 待安装标准节与下部标准节的连接节点 | 连接状态 |  | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 14 | 套架回缩 | 液压活塞杆 | 回缩速度 | 回缩速度适中 |  |
| 套架 | 高度 |  | 与待安装标准节上端贴合 |
| 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 15 | 连接待安装标准节与下支座 | 待安装标准节与下支座的连接节点 | 连接状态 |  | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 16 | 放下平衡标准节 | 平衡标准节 | 位置 |  | 到达地面卸载位置 |
| 17 | 安装附着装置 | 附着装置构件间的连接节点 | 连接状态 |  | 安装齐全可靠 |
| 附着框与塔身的连接节点 | 连接状态 |  | 安装齐全可靠 |
| 附着杆与连墙件的连接节点 | 连接状态 |  | 安装齐全可靠 |
| 18 | 顶升系统停机 | 顶升横梁 | 位置 |  | 收回 |
| 液压顶升装置 | 状态 |  | 停机 |
| 19 | 测量垂直度 | 塔身 | 垂直度 |  | 达标 |



图4.3 塔式起重机顶升作业工作流程图

* + - 1. 拆卸作业

1. 塔式起重机拆卸作业前，应当完成以下准备工作：
2. 施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；
3. 确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气。
4. 塔式起重机的拆卸作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容进行监测。对于普通上回转、小车变幅、附着式自升塔式起重机，表4.4和图4.4提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.4 塔式起重机拆卸作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 过程安全约束 | 工序完成状态要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 吊运平衡标准节 | 吊钩 | 高度 | 不得超限 |  |
| 起重臂 | 方向 |  | 位于标准节引入方向 |
| 回转制动器 | 状态 |  | 调至制动状态 |
| 小车 | 位置 |  | 停在参考配平位置 |
| 爬升滚轮与塔身 | 间隙 |  | 各滚轮与塔身间隙基本一致 |
| 2 | 顶升横梁一次就位 | 顶升横梁耳轴 | 位置 |  | 耳轴置入耳板 |
| 3 | 塔身与下支座脱离连接 | 连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 4 | 套架稍稍顶升 | 液压活塞杆 | 顶升速度 | 顶升速度适中 |  |
| 顶升长度 | 不得顶升过多 | 顶升至足够退出标准节的高度 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 5 | 拆除待拆卸标准节下部与塔身连接 | 连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 6 | 退出待拆卸标准节 | 待拆卸标准节 | 位置 |  | 位于标准节引进平台 |
| 7 | 套架一次回缩 | 液压活塞杆 | 回缩速度 | 回缩速度适中 |  |
| 回缩长度 |  | 回缩至活动爬爪略高于踏步 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 8 | 固定活动爬爪 | 活动爬爪 | 状态 |  | 活动爬爪固定在耳板内 |
| 9 | 顶升横梁下降 | 液压活塞杆 | 顶升速度 | 顶升速度适中 |  |
| 顶升长度 |  | 顶升至顶升横梁略高于耳板 |
| 10 | 顶升横梁二次就位 | 顶升横梁耳轴 | 位置 |  | 耳轴置入耳板 |
| 11 | 释放活动爬爪 | 活动爬爪 | 状态 |  | 活动爬爪收回原位 |
| 12 | 套架二次回缩 | 液压活塞杆 | 回缩速度 | 回缩速度适中 |  |
| 回缩长度 |  | 回缩至下支座上部与下部标准节上端贴合 |
| 套架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |  |
| 13 | 连接下支座与下部标准节 | 下支座与下部标准节的连接节点 | 连接状态 |  | 对准准确；连接齐全可靠 |
| 14 | 放下平衡标准节 | 平衡标准节 | 位置 |  | 到达地面卸载位置 |
| 15 | 放下待拆卸标准节 | 待拆卸标准节 | 位置 |  | 到达地面卸载位置 |
| 16 | 拆除附着装置 | 附着装置之间的连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 附着框与塔身的连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 附着杆与连墙件的连接件 | 状态 |  | 拆除 |
| 17 | 顶升系统停机 | 顶升横梁 | 位置 |  | 收回 |
| 液压顶升装置 | 状态 |  | 停机 |
| 18 | 拆除起升钢丝绳 | 钢丝绳 | 状态 |  | 拆除 |
| 19 | 拆除平衡重 | 平衡重 | 状态 |  | 按规定数量拆除 |
| 20 | 拆除起重臂 | 起重臂 | 状态 |  | 拆除 |
| 21 | 拆除平衡臂 | 平衡臂 | 状态 |  | 拆除 |
| 22 | 拆除塔顶 | 塔顶 | 状态 |  | 拆除 |
| 23 | 拆除回转总成 | 回转总成 | 状态 |  | 拆除 |
| 24 | 拆除套架 | 套架 | 状态 |  | 拆除 |
| 25 | 拆除剩余标准节（包括基础节与加强节） | 标准节 | 状态 |  | 拆除 |



图4.4 塔式起重机拆卸作业工作流程图

* + 1. 施工升降机安拆安全监测
       1. 安装作业

1. 施工升降机安装作业前，应当完成以下准备工作：

1）施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；

2）确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气；

3）按照设计要求制作基础，基础混凝土强度达到设计要求；预埋件埋设位置准确；

4）按照说明书要求在吊笼和对重升降通道周围设置地面防护围栏；

5）按照说明书要求在各停层处设置停层平台与层门；

6）对待安装基础节与标准节进行清理和润滑，并在地面按照说明书规定提前组装数节待安装标准节；

7）附着装置附着点处的建筑物或构筑物的结构强度，及预埋件的埋设位置满足说明书的要求。

1. 施工升降机的安装作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容进行监测。对于普通垂直安装齿轮齿条式施工升降机，表4.5和图4.5提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.5 施工升降机安装作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 工序完成状态要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 安装底架及吊笼下缓冲弹簧 | 底架 | 水平度 | 达标 |
| 底架与地脚螺栓的连接节点 | 可靠性 | 连接齐全可靠 |
| 2 | 安装基础节 | 基础节与地脚螺栓的连接节点 | 可靠性 | 连接齐全可靠 |
| 3 | 吊装一或两个吊笼 | 吊笼 | 状态 | 安装到位 |
| 4 | 吊装传动小车 | 传动小车 | 状态 | 安装到位 |
| 5 | 连接吊笼与传动小车 | 传动小车与吊笼的连接节点 | 可靠性 | 连接齐全可靠 |
| 6 | 测量及调整导轨架垂直度 | 导轨架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |
| 7 | 复紧地脚螺栓 | 地脚螺栓 | 拧紧力矩 | 达标 |
| 8 | 调整外笼门框垂直度 | 外笼门框 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |
| 9 | 安装吊笼顶部的护身栏杆 | 护身栏杆与吊笼的连接节点 | 可靠性 | 连接齐全可靠 |
| 10 | 调整门锁 | 门锁 | 状态 | 达标 |
| 11 | 吊装对重 | 对重 | 状态 | 安装到位；活动灵活 |
| 12 | 吊装标准节 | 标准节标准节间的连接节点 | 可靠性 | 对准准确，连接齐全可靠 |
| 13 | 附着装置就位与安装 | 附着装置 | 状态 | 安装到位 |
| 14 | 校核导轨架垂直度 | 导轨架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |
| 15 | 安装天轮与钢丝绳 | 天轮 | 状态 | 安装到位 |
| 钢丝绳 | 状态 | 安装到位 |
| 16 | 安装电缆、电缆保护架及电缆导向装置 | 电缆、电缆保护架及电缆导向装置 | 状态 | 安装到位 |



图4.5 施工升降机安装作业工作流程图

* + - 1. 加节作业

1. 施工升降机加节作业前，应当完成以下准备工作：

1）施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；

2）确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气；

3）按照说明书要求在各停层处设置停层平台与层门；

4）对待安装基础节与标准节进行清理和润滑，并可以在地面按照说明书规定提前组装数节待安装标准节；

5）附墙架附着点处的建筑物或构筑物的结构强度，及预埋件的埋设位置满足说明书的要求。

1. 施工升降机的加节作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容进行监测。对于普通垂直安装齿轮齿条式施工升降机，表4.6和图4.6提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.6 施工升降机加节作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 工序完成状态要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 拆除天轮与钢丝绳 | 天轮与钢丝绳 | 状态 | 拆除 |
| 2 | 释放电缆 | 电缆 | 长度 | 略长于加节长度 |
| 3 | 吊装标准节 | 标准节间的连接节点 | 可靠性 | 对准准确，连接齐全可靠 |
| 4 | 附着装置就位与安装 | 附着装置 | 位置 | 就位 |
| 附着装置与标准节及建筑物或构筑物的连接节点 | 可靠性 | 安装到位，连接齐全可靠 |
| 5 | 校核导轨架垂直度 | 导轨架 | 垂直度 | 在说明书规定范围内 |
| 6 | 安装天轮与钢丝绳 | 天轮 | 状态 | 安装到位 |
| 钢丝绳 | 状态 | 安装到位 |
| 7 | 调整电缆导向装置 | 电缆导向装置 | 状态 | 安装到位 |



图4.6 施工升降机加节作业工作流程图

* + - 1. 拆卸作业

1. 施工升降机拆卸作业前，应当完成以下准备工作：
2. 施工范围20m以内设置警戒区，警戒区标识明显；
3. 确认风速不超过12m/s，且无恶劣天气；
4. 施工升降机的拆卸作业过程中，对工序流程及各工序所含具体监测内容及工序的施工顺序进行监测。对于普通垂直安装齿轮齿条式施工升降机，表4.7和图4.7提供了参考的工序清单及工序流程。

表4.7 施工升降机拆卸作业工序清单及监测内容

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 工序 | 监测内容 | | 工序完成状态  要求 |
| 监测对象 | 监测参数 |
| 1 | 拆除天轮与钢丝绳 | 天轮与钢丝绳 | 状态 | 拆除 |
| 2 | 拆除电缆、电缆保护架及电缆导向装置 | 电缆、电缆保护架及电缆导向装置 | 状态 | 拆除 |
| 3 | 标准节拆除与吊运 | 标准节间的连接节点 | 状态 | 拆除 |
| 标准节 | 位置 | 位于地面卸载处 |
| 4 | 附着装置拆除与吊运 | 附着装置与标准节及建筑物或构筑物的连接节点 | 状态 | 拆除 |
| 附着装置 | 位置 | 位于地面卸载处 |
| 5 | 拆除对重 | 对重 | 状态 | 拆除 |
| 6 | 拆除传动小车 | 传动小车 | 状态 | 拆除 |
| 7 | 拆除吊笼 | 吊笼 | 状态 | 拆除 |
| 8 | 拆除基础节 | 基础节 | 状态 | 拆除 |
| 9 | 拆除底架及吊笼下缓冲弹簧 | 底架 | 状态 | 拆除 |



图4.7 施工升降机拆卸作业工作流程图

## 建筑施工垂直运输设备运行安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备运行安全监测，指对建筑施工垂直运输设备运行环境条件、作业人员的安全行为、建筑施工垂直运输设备与环境中其他对象的交互关系、运行作业流程等进行监测。
    2. 建筑施工垂直运输设备运行环境条件监测，具体包括作业环境的风速、风向、温度和雨雪天气等。当存在风速过大、风向不适、温度过高或过低等恶劣天气，严重影响建筑施工垂直运输设备运行安全的情况时，应停止建筑施工垂直运输设备运行作业。
    3. 塔式起重机吊运安全监测
       1. 监测塔式起重机司机、信号工与司索工的安全行为。

1. 司机、信号工与司索工应当具备特种作业人员操作资格证书；
2. 司机的操作应当遵循说明书要求，响应指挥信号，符合操作规范；
3. 信号工应当正确、清晰地向司机传递指挥信号；
4. 司索工应当合理选择吊具和索具，可靠地完成吊物的吊挂和卸载；
5. 司机、信号工和司索工应当沟通有效，配合默契。
   * + 1. 监测吊物的绑扎情况，吊物应当绑扎牢固、稳定；易散落的吊物应当使用吊笼。
       2. 监测吊钩的运动路径，判断吊钩与周边障碍物、作业人员的相对准置关系，吊钩的运动路径应当远离周边障碍物，且不得经过作业人员上方。
       3. 监测塔式起重机的吊运作业流程，宜按图4.8所示安全作业流程进行吊运。司机上、下塔式起重机途中，应当检查塔式起重机的安全状态并处置安全隐患。吊运开始前，应当检查塔式起重机机电设备的安全状态与吊索具的安全状态，合理规划吊运路径并设置警戒区域。在下放吊钩、吊运及收回吊钩过程中，当吊钩位于司机盲区时，不宜进行回转和变幅操作，可进行垂直升降操作；必须进行回转和变幅操作时，应严格按照信号工指挥进行操作，且操作幅度不得过大。吊运作业结束后，应松开回转制动器，将各部件置于非工作状态，控制开关置于零位，并切断总电源。



图4.8 塔式起重机吊运工作流程图

* + 1. 施工升降机运行安全监测
       1. 监测施工升降机司机的安全操作与乘员的安全行为。

1. 司机应当具备特种作业人员操作资格证书；
2. 司机的操作应当遵循说明书要求，响应乘客信号，符合操作规范；
3. 乘员及货物应当均匀分布，乘员应当文明乘梯。
   * + 1. 监测吊笼的运载量，包括乘员数量和起重质量，吊笼的运载量不得超过核载量限制。
       2. 监测吊笼运行轨道范围内的障碍物情况；吊笼运行轨道范围内不得出现构件、杂物或人员等障碍物。
       3. 监测吊笼门与楼层门的开闭。吊笼到达指定楼层位置时，方可打开吊笼门与楼层门；楼层门关闭，同时吊笼门关闭后，吊笼方可升降。

# 传感器与采集分析系统

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全风险监控，应当根据项目具体需求和实际应用条件，本着“性能稳定、性价比优”的原则，选择合适的传感器类型。具体要求如下：

1. 应具有良好的稳定性和抗环境干扰能力，以满足在建筑施工垂直运输设备恶劣工作环境下正常使用的要求。
2. 在确保监测可靠性与准确性的前提下，宜考虑传感器的经济性及可更换性，以满足大量使用和长期监测的要求。
3. 不得参与或影响监测对象受力，不得影响监测对象发挥正常功能。
4. 不得干扰正常作业活动。
   * 1. 传感器的性能应符合如下要求：
5. 监测对象处于正常使用状态时，监测参数值宜为传感器量程的30%-80%；监测对象处于最大工作负荷时，监测参数值不超过传感器量程。
6. 传感器的分辨率、精度等参数应满足项目使用需要。
7. 传感器具有较高的灵敏度和信噪比。
8. 传感器宜配备独立电源供电。
   * 1. 传感器的数据传输可采用有线传输或无线传输方式。
9. 设计传感器数据传输方式前，应当具备以下基本资料：

1）工程场地周边通信条件；

2）工程场地的平面布置图；

3）专项施工方案；

4）监测方案，包括测点与传感器布设方式、传感器选型及数据类型、传感器传输数据量等。

1. 应结合现场条件，综合考虑工程特征、布线难度、电磁屏蔽情况、数据传输距离、通信条件、已有通信设备等因素选择数据传输方式，选择原则如下：

1）传感器的数据传输方式应以无线传输为主；

2）当现场条件不允许采用无线传输方式或采用无线传输方式成本过高时，可选择有线传输方式；

1. 根据工程实际需要，可选择一种或多种数据传输方式组合使用。
2. 采用无线方式传输数据时，应根据已有通信条件、通信成本、硬件成本、数据传输距离、数据传输量及其他现场实际情况，选择合适的无线传输方式。
3. 采用有线方式传输数据时，宜充分利用工程现场已有的网络环境。
4. 数据传输系统应设计适当的冗余及备份机制，以保证数据传输线路出现故障时数据的完整性和可靠性：

1）布置于关键测点的传感器所发出的数据，应被至少两个以上的数据中继节点接收并对外发送；其它传感器所发出的数据，宜选择性地设置冗余机制；

2）数据中继节点应至少保存最近3天的数据作为备份。

* + 1. 传感器宜具备前端预警功能。具体要求如下：

1. 传感器宜具备分析处理监测数据，并进行预警判断的能力。其数据处理能力应满足其自身最高采样频率条件下的数据处理需求；
2. 传感器宜具有独立产生预警信号的能力，其预警信号可以为声、光等形式；
3. 传感器的前端预警功能，应当与传感器的测值功能相互独立，前端预警功能的故障不应导致传感器的测值及数据传输功能失效。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测传感器选型

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测，所采用的传感器类型包括应力应变类传感器、位移传感器和倾角传感器。传感器的选型和使用参见附录A。
    2. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测所采用的应力应变传感器，用于实现测点的应力应变、连接状态监测，除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：

1. 传感器可独立完成监测参数的换算，并对外输出应力应变值；
2. 传感器应能承受监测对象的反复变形；
3. 布设在施工扰动较多的测点的应力应变传感器，其数据传输方式应以无线传输为主，以避免线路对作业活动造成干扰；
4. 传感器的安装不应对结构造成损伤，宜优先选用机械连接或胶粘连接等安装方式；
5. 装设于附墙装置构件连接节点、基础节与预埋件连接节点等应力应变较大节点的应力应变传感器，应具有前端预警功能。
   * 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测所采用的位移传感器，用于实现测点的连接状态监测，位移传感器除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：
6. 传感器应安装可靠，以有效减少设备作业过程对传感器的扰动；
7. 传感器应能够修正由于热胀冷缩造成的测值误差。
   * 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测所采用的倾角传感器，用于实现测点的垂直度、沉降情况监测，除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：
8. 倾角传感器的数据传输方式应为无线传输；
9. 传感器应安装可靠，以有效减少设备作业过程对传感器的扰动；
10. 用于测定塔身垂直度、施工升降机导轨架垂直度等的倾角传感器，应配有5.1.4所述数据处理与预警功能模块，实现前端预警。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测传感器选型

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测，所采用的传感器类型包括开关量传感器、环境类传感器、倾角传感器和位移传感器。传感器的选型和使用参见附录A。
    2. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测所采用的开关量传感器，用于实现测点的就位状态、连接到位情况监测，除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：

1. 开关量传感器的数据传输方式应当以无线传输为主；
2. 开关量传感器的供能方式应当以独立电源供电为主，且续航能力满足长期监测的要求。
   * 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测所采用的环境类传感器，包括风速传感器、温度传感器等。用于实现测点风速、温度等的监测。传感器选择及安装除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：
3. 传感器宜能够独立完成监测参量的换算；
4. 传感器宜采用无线传输的形式输出信号；
5. 风速传感器宜具备5.1.4所述前端预警功能。
   * 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测所采用的倾角传感器，用于实现测点垂直度的监测，除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：
6. 倾角传感器的数据传输方式宜为无线传输；
7. 传感器应安装可靠，以有效减少设备作业过程对传感器的扰动；
8. 用于测定塔身垂直度、施工升降机导轨架垂直度等的倾角传感器应具备5.1.4所述前端预警功能。
   * 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测所采用的位移传感器，用于实现顶升高度、顶升速度等的监测，除应满足附录A中的相关要求外，还应满足以下要求：
9. 传感器应安装可靠，能够抵抗监测过程中反复伸缩，避开构件刮蹭影响区；
10. 传感器宜为独立电源供电，且数据传输方式采用无线传输方式。

## 建筑施工垂直运输设备运行安全监测传感器选型

* + 1. 建筑施工垂直运输设备运行安全监测，所采用的传感器类型包括环境类传感器、倾角传感器和位移传感器、开关量传感器等。传感器的选型和使用参见附录A。
    2. 建筑施工垂直运输设备运行安全监测所采用的环境类传感器，用于监控作业环境安全性，要求同5.3.3。
    3. 建筑施工垂直运输设备运行安全监测所采用的倾角传感器，用于监控塔吊塔身、塔臂倾斜状态，要求同5.3.4。
    4. 建筑施工垂直运输设备运行安全监测所采用的位移传感器要求，用于监控吊钩高度，要求同5.3.5。

# 安全预警

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全预警，指根据建筑施工垂直运输设备安全监测的结果，评价建筑施工垂直运输设备安拆及运行的安全水平，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。
    2. 根据建筑施工垂直运输设备的安全风险类型，建筑施工垂直运输设备安全预警可分为建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警、建筑施工垂直运输设备安拆安全预警和建筑施工垂直运输设备运行安全预警。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警可分为测点预警、断面预警和整体预警三个部分。
    2. 测点预警指对测点的监测结果进行预警评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。根据监测内容，测点预警分为关键结构件本体损伤状况测点预警、结构件连接状态测点预警和关键结构件受力状况测点预警。
       1. 关键结构件本体损伤状况的预警评价，指对建筑施工垂直运输设备及附墙关键结构件本体的磨损、锈蚀、开裂、变形等损伤状况的监测结果进行评价，评价范围可参考4.2.3.1和4.2.4.1。当关键结构件的本体损伤状况满足建筑施工垂直运输设备说明书、《建筑起重机械安全评估技术规程》JGJ/T189、《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ196及《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ215等的要求时，则评价结论为合格，否则为不合格。当评价结论为不合格时，应予以警示并实施针对性的应急处置措施。
       2. 结构件连接状态测点的预警评价，指对结构件连接节点可靠性的监测结果进行评价，评价范围可参考4.2.3.3和4.2.4.3。对于不同的连接方式，当连接状态满足相连构件的对准准确、螺栓的安装齐全且拧紧力矩达标、销轴与开口销的安装齐全、焊缝完整性、连接件应力不超过设计值、连接界面应变或位移不超限等要求时，则评价结论为合格，否则为不合格。当评价结论为不合格时，应予以警示并实施针对性的应急处置措施。
       3. 关键结构件受力状况测点的预警评价，指根据测点的应力、应变等作用效应及构件实际承载能力进行安全性评价，评价范围可参考4.2.3.5和4.2.4.5，根据测点处结构件的抗力与荷载效应的比值，评价结论可分为4个警示等级，见表6.1。

表6.1 受力状况测点预警的警示等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 警示等级 | 定量描述 | 定性描述 |
| 一级 | [1,) | 测点部位的受力状况良好，抗力富余 |
| 二级 | [0.95,1) | 测点部位的受力状况一般，抗力基本满足实际效应需求 |
| 三级 | [0.90,0.95) | 测点部位的实际效应值超过抗力设计值，需排查风险 |
| 四级 | [0,) | 测点部位的实际效应值过大，需马上采取应对措施 |
| 备注 | K =R/S  式中：R——测点部位的抗力设计值；  S——测点部位的实际效应值；  K——结构安全系数 | |

* + 1. 断面预警指对监测断面所含测点的预警评价结论进行综合评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。根据监测内容，断面预警分为跨结构连接界面预警和关键结构件不利受力截面预警。
       1. 跨结构连接界面预警，针对的监测断面为结构件连接状态测点构成的连接界面。宜按表6.2进行预警评价，并可根据各测点对监测断面的重要性程度适当调整警示等级。

表6.2 跨结构连接界面预警的警示等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 警示等级 | 定量描述 | 定性描述 |
| 一级 | 评价结论为不合格的测点不超过10% | 断面安全状态良好 |
| 二级 | 评价结论为不合格的测点超过10%  但不超过20% | 断面安全状态一般，继续使用可能存在安全风险 |
| 三级 | 评价结论为不合格的测点超过20%  但不超过30% | 安全状态差，安全风险较高， 需及时排查风险 |
| 四级 | 评价结论为不合格的测点超过30% | 安全状态差，安全风险高，应停工整改 |

* + - 1. 关键结构件不利受力截面预警，针对的监测断面为关键结构件受力状况测点构成的不利受力截面。宜按表6.3进行预警评价，并可根据各测点对监测断面的重要性程度适当调整警示等级。

表6.3 关键结构件不利受力截面预警的警示等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 警示等级 | 定量描述 | 定性描述 |
| 一级 | 所有测点的评价结论均为一级 | 断面安全状态良好 |
| 二级 | 不含三级和四级测点，可含二级但含量不超过15% | 断面安全状态一般 |
| 三级 | 不含四级测点，可含三级测点但含量不超过15% | 安全状态差，存在安全风险，应及时排查 |
| 四级 | 含四级测点或三级测点含量超过15% | 安全状态差，安全风险高，应停工整改 |

* + 1. 整体预警指对建筑施工垂直运输设备整体安全性进行综合评价，并根据整体预警警示级别实施针对性的应急处置措施，包括整体牢固性预警和整体受力状况预警两个部分。
       1. 整体牢固性预警应综合考虑关键结构件本体损伤状况测点预警评价和跨结构连接界面断面预警评价的评价结论，评价标准见表6.4。

表6.4 整体牢固性的警示等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 警示等级 | 定量描述 | 定性描述 |
| 一级 | 本体损伤状况测点的评价结论均为合格；且连接界面监测断面的评价结论均为一级 | 整体牢固性状况良好 |
| 二级 | 本体损伤状况评价结论为不合格的测点不超过10%；且评价结论为二级的连接界面监测断面不超过30%，其余连接界面监测断面的评价结论为一级 | 整体牢固性状况一般 |
| 三级 | 本体损伤状况评价结论为不合格的测点超过10%但不超过15%；或存在评价结论为三级的连接界面监测断面 | 整体牢固性状况较差，存在安全风险，应及时排查 |
| 四级 | 本体损伤状况评价结论为不合格的测点超过15%；或评价结论为三级的连接界面监测断面超过30%，或存在评价结论为四级的连接界面监测断面 | 整体牢固性状况差，安全风险高，应停工整改 |

* + - 1. 整体受力状况预警，应综合考虑关键结构件不利受力截面预警评价的评价结论，评价标准见表6.5。

表6.5 整体受力状况的警示等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 警示等级 | 定量描述 | 定性描述 |
| 一级 | 不利受力截面监测断面的评价结论均为一级 | 整体受力状况良好 |
| 二级 | 不含三级和四级断面，可含二级断面但含量不超过35% | 整体受力状况一般 |
| 三级 | 不含四级断面，可含三级断面但含量不超过25% | 整体受力状况较差，存在安全风险，应及时排查 |
| 四级级 | 含四级断面或三级断面含量超过25% | 整体受力状况差，安全风险高，应停工整改 |

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警应遵循图6.1所示的预警流程。



图6.1 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警流程

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警分为测点预警、工序预警和整体预警三个部分。
    2. 测点预警指对各项具体监测内容所含安全参数的状态进行预警评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。评价结论可分为表6.5所示的两种状态。当评价结论为不安全时，应予以警示并实施针对性的应急处置措施。

表6.5 测点预警的状态

|  |  |
| --- | --- |
| 状态 | 定性描述 |
| 安全 | 安全参数满足过程安全约束或达到完成状态要求 |
| 不安全 | 安全参数不满足过程安全约束或未达到完成状态要求 |

* + 1. 工序预警指对某一工序所含各项安全参数的状态进行综合评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。当工序所含各项安全参数的评价结论均为安全时，则工序的预警评价结论为安全，否则为不安全。当评价结论为不安全时，应予以警示并实施针对性的应急处置措施。
    2. 整体预警指对安拆作业工序流程及各工序环境条件的状态进行评价，并根据评价结论实施针对性的应急处置措施。评价结论可分为表6.6所示的两种状态。当评价结论为不安全时，应予以警示并实施针对性的应急处置措施。

表6.6整体预警的状态

|  |  |
| --- | --- |
| 状态 | 定性描述 |
| 安全 | 工序流程合规；风速不超限，天气良好 |
| 不安全 | 工序流程不合规；或风速超限、天气恶劣 |

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警应遵图6.2的预警流程。



图6.2 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警流程

## 建筑施工垂直运输设备运行安全预警

* + 1. 建筑施工垂直运输设备运行安全预警指对建筑施工垂直运输设备运行安全监测中发现的异常状态进行预警，包括运行环境条件预警、作业人员的安全行为预警、建筑施工垂直运输设备与环境中其他对象的交互关系预警、运行作业流程预警。
    2. 运行环境条件预警评价以安全监测方案中不宜作业的环境条件为标准，出现所述的恶劣条件时，应及时予以警示，并采取相应的管控措施。
    3. 塔式起重机吊运安全预警
       1. 作业人员的安全行为以本标准4.4.3.1条款为评价标准，出现不符合安全规定的行为时应予以警示并及时进行整改。
       2. 塔式起重机与环境中其他对象的交互关系以本标准4.4.3.2及4.4.3.3条款为评价标准，发生不符合安全规定的交互关系时应予以警示并及时进行整改。
       3. 塔式起重机吊运作业流程以本标准4.4.3.4条款为评价标准，出现不符合安全规定的作业行为时应予以警示并及时进行整改。
    4. 施工升降机升降安全预警
       1. 作业人员的安全行为以本标准4.4.4.4条款为评价标准，出现不符合安全规定的行为时应予以警示并及时进行整改。
       2. 施工升降机与环境中其他对象的交互关系以本标准4.4.4.2及4.4.4.4条款为评价标准，发生不符合安全规定的交互关系时应予以警示并及时进行整改。
       3. 施工升降机升降作业流程参考塔式起重机评价标准，出现不符合安全规定的作业行为时应予以警示并及时进行整改。

# 应急管理

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备应急管理是为了应对建筑施工垂直运输设备的不安全状态和相关人员的不安全行为，及时减少或消除负面效应，而采取的应急处置措施。按照发展时序，建筑施工垂直运输设备应急管理的工作内容可分为预防与准备、应急处置和事故处理三个部分。
    2. 预防与准备工作，指在建筑施工垂直运输设备入场前，应按照建筑施工垂直运输设备说明书、《建设工程安全生产管理条例》及《生产安全事故应急预案管理办法》等的要求，结合本规程建筑施工垂直运输设备的安全监测与安全预警方案，建立应急机构，制定应急救援预案，准备应急物资，并在建筑施工垂直运输设备服役期间定期组织应急演练，以便在紧急情况发生时能够迅速、有序地开展应急行动。
    3. 应急处置工作，指在建筑施工垂直运输设备安拆和运行期间，根据建筑施工垂直运输设备安全监测与安全预警结论，在收到预警警示后实施有针对性的应急处置措施。
    4. 根据建筑施工垂直运输设备的安全风险类型，建筑施工垂直运输设备应急处置可分为建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置、建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置和建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置。
    5. 事故处理工作，指在发生建筑施工垂直运输设备安全事故后，应遵照《生产安全事故报告和调查处理条例》等相关法律法规的规定，进行事故上报和调查处理。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置

* + 1. 根据监测内容，建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置可分为测点应急处置、断面应急处置和整体应急处置三个部分。
    2. 测点应急处置指根据测点预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，及时处理测点异常状态。根据测点预警内容，测点应急处置分为关键结构件本体损伤状况测点应急处置措施、结构件连接状态测点应急处置措施和关键结构件受力状况测点应急处置措施。
       1. 关键结构件本体损伤状况测点应急处置措施见表7.1。

表7.1 关键结构件本体损伤状况测点应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警结论 | 应急处置措施 |
| 合格 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 不合格 | 测点问题较轻，应上报现场安全管理人员，尽快安排人员采取处理措施，直至预警结论为合格。 |
| 测点问题严重，应立即停止作业，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对设备与关键结构件的本体状况进行全面检查，直至预警结论为合格，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + - 1. 结构件连接状态测点应急处置措施见表7.2。

表7.2 结构件连接状态测点应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警结论 | 应急处置措施 |
| 合格 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 不合格 | 测点问题较轻，应上报现场安全管理人员，尽快安排人员采取处理措施，直至预警结论为合格。 |
| 测点问题严重，应立即停止作业，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对结构件的连接状态进行全面检查，直至预警结论为合格，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + - 1. 关键结构件受力状况测点的应急处置措施见表7.3。

表7.3 关键结构件受力状况测点应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警等级 | 应急处置措施 |
| 一级 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 二级 | 应上报现场安全管理人员，建议安排人员采取处理措施，对预警的关键结构件受力状态进行检查，直至预警等级稳定为一级。 |
| 三级 | 应立即停止作业，并上报项目部安全主管，即刻安排人员采取紧急处理措施，对预警的关键结构件受力状态进行检查，直至预警等级稳定为一级方可继续作业。 |
| 四级 | 应立即停工整顿，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对关键结构件受力状态状况进行全面检查，直至预警等级稳定为一级后，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + 1. 断面应急处置指根据断面预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，及时处理监测断面的异常状态。根据断面预警内容，断面应急处置分为跨结构连接界面应急处置措施和关键结构件不利受力截面应急处置措施，见表7.4。

表7.4 跨结构连接界面和关键结构件不利受力截面应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警等级 | 应急处置措施 |
| 一级 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 二级 | 应上报现场安全管理人员，安排人员采取处理措施，对预警的断面异常状态进行检查，直至预警等级稳定为一级。 |
| 三级 | 应立即停止作业，并上报项目部安全主管，即刻安排人员采取紧急处理措施，对预警的断面异常状态进行检查，直至预警等级稳定为一级方可继续作业。 |
| 四级 | 应立即停工整顿，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对断面异常状态进行全面检查，直至预警等级稳定为一级后，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + 1. 整体应急处置指根据整体预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，及时处理设备整体的异常状态。根据整体预警内容，整体应急处置分为整体牢固性应急处置措施和整体受力状况应急处置措施，见表7.5。

表7.5 整体牢固性和整体受力状况应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警等级 | 应急处置措施 |
| 一级 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 二级 | 应上报现场安全管理人员，尽快安排人员采取处理措施，对预警的设备整体异常状态进行检查，直至预警等级稳定为一级。 |
| 三级 | 应立即停止作业，并上报项目部安全主管，即刻安排人员采取紧急处理措施，对垂直运输设备整体进行检查，直至预警等级稳定为一级方可继续作业。 |
| 四级 | 应立即停工整顿，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对垂直运输设备整体进行全面检查，直至预警等级稳定为一级后，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置可分为测点应急处置、工序应急处置和整体应急处置三个部分。
    2. 安拆作业前，应先检查相关文件资料的齐全性和规范性，具体检查内容参照4.3.6。若文件资料不齐全或不规范，则不可开展后续程序安全作业。
    3. 安拆作业前，应对风速进行确认。若建筑施工垂直运输设备最大高度处的风速超过12m/s，现场作业人员应退出20m内的警戒区，且不可开展后续安拆作业，直至现场风速情况达到安全范围。
    4. 测点应急处置指根据安拆测点预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，及时处理测点的异常状态。测点应急处置措施见表7.6。

表7.6测点应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警结论 | 应急处置措施 |
| 安全 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 不安全 | 应立即停止作业，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对关键结构件测点进行全面检查，直至预警结论为安全，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + 1. 工序应急处置指根据安拆工序预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，及时处理工序的异常状态。工序应急处置措施见表7.7。

表7.7工序应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警结论 | 应急处置措施 |
| 安全 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 不安全 | 应立即停止作业，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对关键工序进行全面检查，直至预警结论为安全，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

* + 1. 整体应急处置指根据安拆整体预警评价结论，采取一系列应对控制措施，及时处理施工顺序及环境条件的异常状态。整体应急处置措施如表7.8所示。

表7.8整体应急处置措施

|  |  |
| --- | --- |
| 预警结论 | 应急处置措施 |
| 安全 | 不需要采取应急措施，正常实施定期检查与维护工作。 |
| 不安全 | 应立即停止作业，并上报项目部项目经理，即刻安排人员采取紧急处理措施，对整体施工顺序及环境条件进行全面检查，直至预警结论为安全，方可重新开始作业，并加强日常管理检查与维护工作。 |

## 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置

* + 1. 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置，指根据建筑施工垂直运输设备运行安全监测的预警评价结论，采取针对性的应急处置措施，以及时处理建筑施工垂直运输设备运行作业中的异常状态。
    2. 司机、信号工、司索工等作业人员上岗前，应先检查其操作资格证书。若资格证书不齐全或不规范，则不可上岗作业。
    3. 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置，包括运行环境条件应急处置、作业人员行为应急处置、设备与环境中其他对象的交互关系应急处置和作业流程应急处置等。
    4. 建筑施工垂直运输设备运行环境条件应急处置，具体包括针对作业环境的风速、风向、温度和雨雪天气的应急处置等。当存在风速过大、风向不适、温度过高或过低、天气恶劣等严重影响建筑施工垂直运输设备运行安全的情况时，应停止建筑施工垂直运输设备运行作业，采取降低安全风险的保障措施，以及现场标识等保护管理措施。恶劣作业环境条件影响结束后，应全面检查评估设备安全，所有按隐患消除后方可重新开始作业。
    5. 建筑施工垂直运输设备作业人员行为应急处置，指当作业人员的操作与行为不符合安全生产要求或安全操作规程时，具体内容参照4.4.3.1及4.4.4.1，管理人员应立即制止并进行整改。另外，应对多次实施不安全操作或行为的作业人员，重新进行安全教育培训和考核评价。
    6. 建筑施工垂直运输设备与环境中其他对象的交互关系应急处置，包括针对建筑施工垂直运输设备与其作业范围内的人员、机械、材料、环境以及建（构）筑物之间的不良交互关系的应急处置。当建筑施工垂直运输设备与环境中其他对象出现不良交互关系时，应及时予以警示并指导交互对象安全分离。
    7. 建筑施工垂直运输设备运行作业流程应急处置，指当建筑施工垂直运输设备运行作业过程违背安全作业流程时，应及时予以警示并指导整改。

# 附录A 传感器分类及选型要求

## 传感器的分类及性能参数

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全监测所使用的传感器可分为以下几类：

1. 应力应变传感器，包括电阻应变计、振弦式应变计和光纤光栅应变计等。
2. 位移传感器，包括百分表、连通管、线性可变差动变压位移传感器（LVDT）、电阻位移计、激光测距仪、综合型加速度计（位移档）、微波干涉仪、激光测距仪等。
3. 倾角传感器，包括陀螺仪、加速度计、磁罗盘、光敏式倾角传感器等；
4. 开关量传感器，包括光电开关、电磁感应开关、压电感应开关、超声波感应开关、电容感应开关、微动开关传感器等；
5. 环境类传感器，包括风速传感器、风向传感器、温度传感器，具体包括：

1）风速传感器包括机械式风速仪、超声风速仪、多普勒雷达、多普勒SODAR等；

2）风向传感器包括电子风向标、电子风向袋等；

3）温度传感器包括热电偶、热敏电阻、电阻温度检测器、半导体温度传感器、膨胀式温度计、光纤温度计、红外测温仪、光学温度计等。

* + 1. 传感器的主要性能参数应当包括以下内容：

1. 量程：传感器能测量的物理量的极限范围；
2. 采样频率：传感器每秒从实际连续信号中提取并组成离散信号的采样个数；
3. 线性度：传感器的输出与输入成线性关系的程度；
4. 灵敏度：传感器在稳定状态下输出量变化对输入量变化的比值；
5. 信噪比：传感器接收的被信号量与噪声量的比值；
6. 分辨率：传感器能够感知或检测到的最小输入信号增量；
7. 精度：传感器测量值与真值的最大差异；
8. 重复性：传感器在输入量按同一方向做全量程多次测试时，所得的输入-输出特性曲线的一致程度；
9. 漂移：传感器在输入量不变的情况下，输入量随时间变化的现象；
10. 蠕变：元件在恒温、恒载荷的长期作用下缓慢的产生塑性变形的现象；
11. 动态响应速度：监测参数发生变化时，传感器输出从初值变化到终值的速度；
12. 测量误差：监测量的观测值或计算值与其真实值之差。
13. 抗干扰能力：传感器屏蔽内外部不良因素的影响，保持正常工作性能的能力；

## 应力应变传感器

* + 1. 应力应变传感器应根据监测目的和要求，按照表A.2.1选取。

表A.2.1 应力应变传感器性能表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 性能参数 | 电阻应变计 | 振弦式应变计 | 光纤光栅应变计 |
| 体积 | 小 | 较大 | 小 |
| 蠕变 | 较大 | 较小，满足长期测量需求 | 较小，满足长期测量需求 |
| 灵敏度 | 较高 | 高 | 高 |
| 抗干扰能力 | 较差，受温度及导线影响 | 较好 | 较好 |
| 动态响应速度 | 较好 | 较差 | 好 |

* + 1. 传感器的最大采样频率不应小于0.1Hz。
    2. 选择应力应变传感器时，应当充分考虑监测对象在使用过程中的振动、撞击、日晒雨淋、腐蚀、电磁干扰等情况。当监测环境较恶劣时，应当选取抗干扰能力强的应力应变传感器。
    3. 应力应变传感器的选择应当充分考虑监测点位的连接情况，选择标距合适的应力应变传感器。
    4. 应根据布设点位与应力应变传感器的材质，选用合适的粘贴剂；在选用应力应变传感器、粘贴剂和导线时，应充分考虑监测对象在制作、养护和施工中的环境条件。
    5. 若选用有线式的应力应变传感器，应力应变传感器及其连接电缆均应有可靠的防潮、绝缘等防护措施。
    6. 应力应变传感器还应当符合以下规定：

1. 电阻应变计的测量片和补偿片应当选择相同规格的产品，并做好绝缘防护措施；
2. 振弦式应变计应通过匹配的测量仪进行测量，要求分辨率小于1Hz；
3. 光纤光栅的静态波长测量精度应当小于3pm，重复性小于5pm，波长年漂移量低于30pm；动态波长测量精度小于5pm，重复性小于10pm，波长年漂移量低于60pm。

## 位移传感器

* + 1. 根据测量原理的不同，位移传感器可大致分为电位式、磁弹性式、应变式等。位移传感器应根据监测目的和要求，按照表A.3.1选取。

表A.3.1 位移传感器性能表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 性能参数 | 电位式 | 应变式 | 磁弹性式 |
| 体积 | 多样化 | 小 | 小 |
| 灵敏度 | 高 | 较高 | 极高 |
| 抗干扰能力 | 好 | 好 | 极强 |
| 动态响应速度 | 差 | 好 | 好 |

* + 1. 位移传感器的分辨率不应大于被测总位移量的2%。
    2. 选用位移传感器时，应确保监测参数的最大值不超过传感器量程的90%。

## 倾角传感器

* + 1. 倾角传感器的单轴倾角测量误差应该在0.1°以内，同时其分辨率不应小于0.01°。
    2. 倾角传感器宜能够测量三轴方向上的角度变化（平面角及扭转角）。
    3. 倾角传感器的最大采样频率不得小于1Hz，分辨率不得小于0.01°。

## 开关量传感器

* + 1. 根据原理的不同，开关量传感器大致可分为光电式开关传感器、电磁式开关传感器、机械式开关传感器、压电式开关传感器等。开关量传感器应根据监测目的和要求，按照表A.5.1选取。

表A.5.1 开关量传感器性能表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数类型 | 光电式 | 电磁式 | 机械式 | 压电式 |
| 工作方式 | 非接触式 | 非接触式 | 接触式 | 接触式 |
| 感应距离 | 较远 | 近 | 极近 | 极近 |
| 灵敏度 | 高 | 较高 | 高 | 较高 |
| 续航能力 | 差 | 好 | 好 | 好 |

## 环境类传感器

* + 1. 风速传感器的量程应当满足当地风速监测的要求，风速传感器的精度应当小于0.1m/s，非线性度应当在满量程的±1%范围内。
    2. 风速传感器的选用和布设应当满足以下规定：

1. 风速传感器的最大采样频率不应小于2Hz；
2. 风速传感器宜同时测定风向；
3. 风速传感器安装应避开工程结构紊流影响区。

# 本规范用词说明

1. 为便于在执行本标准条文时区别对待，对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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

* 1. 表示严格，在正常情况下均应该这样做的：

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：

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，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. 《电气装置安装工程 起重机电气装置施工及验收规范》GB50256-2014
2. 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB50652-2011
3. 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB50982-2014
4. 《塔式起重机安全规程》GB5144-2006
5. 《施工升降机安全规程》GB10055-2007
6. 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB50144-2008
7. 《建筑起重机械安全评估技术规程》JGJ/T189-2009
8. 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ196-2010
9. 《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ215-2010
10. 《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011
11. 《塔式起重机混凝土基础工程技术规程》JGJ/T187-2009

# 条文说明

# 目 次

1 总则

3 安全风险评价与监控方法

3.1 一般规定

3.2 建筑施工垂直运输设备安全风险评价

3.3 建筑施工垂直运输设备安全风险监控方法

3.4 安全监控技术方案

4 监测内容

4.1 一般规定

4.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测

4.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测

4.4 建筑施工垂直运输设备运行安全监测

5 传感器与采集分析系统

5.1 一般规定

5.2 垂直运输及设备附墙一体化结构安全监测传感器选型规定

5.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测传感器选型规定

5.4 建筑施工垂直运输设备运行安全状态监测传感器选型规定

6 安全预警

6.1 一般规定

6.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警

6.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警

6.4 建筑施工垂直运输设备运行安全预警

7 应急管理

7.1 一般规定

7.2 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置

7.3 建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置

7.4 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置

附录A 传感器分类及选型要求

# 总 则

* + 1. -1.0.4 鉴于垂直运输设备类型较多，同时考虑安全监控的技术要求高，适用对象明确为风险高、工程常用的塔式起重机和施工升降机。

# 安全风险评价与监控方法

## 一般规定

3.1.1 为加深对垂直运输设备安全风险的理解，根据风险的时空分布特征，将垂直运输设备安全风险划分为五种类型。

3.1.2 为提前合理制定风险防控措施，需在设备进场安装前对垂直运输设备进行安全风险分级评价。当工程方案、施工环境等发生重大变化时，需重新进行安全风险评价，并对风险防控措施进行调整。

3.1.3 垂直运输设备安全风险评价推荐采用风险等级矩阵法，企业亦可根据自身情况和工程实际选择适宜的风险评价方法，或者同时采用几种风险评价方法互相验证，确保风险评价的准确性。

风险事件发生可能性等级的划分参考了《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB 50652的分级方法，风险事件后果严重性等级的划分参考了国务院《生产安全事故报告和调查处理条例》的相关规定。

3.1.4 按照风险分级管控原则，将垂直运输设备安全风险划分为四级：一般风险、较大风险、重大风险、特别重大风险。

## 建筑施工垂直运输设备安全风险评价

3.2.1.1 明确了建筑施工塔式起重机的五类安全风险的定义，鉴于塔吊设备、施工升降机功能性安全为设备制造相关规范有明确要求，本规程只涉及塔式起重机及附墙一体化结构安全风险、塔式起重机安拆安全风险、塔式起重机作业安全风险的辨识、评价与监控。

3.2.1.2-3.2.1.6 明确了建筑施工塔式起重机五类安全风险的评价内容。

3.2.1.7 表3.5中所列风险事件参考了《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196和《建筑施工安全检查标准》JGJ 59中的部分条文内容，企业可结合工程实际对清单内容进行补充。

3.2.2.1 明确了建筑施工升降机五类安全风险的定义，本规程只涉及施工升降机及附墙一体化结构安全风险、施工升降机安拆安全风险、施工升降机作业安全风险的评价与监控。

3.2.2.2-3.2.2.6 明确了建筑施工升降机五类安全风险的评价内容。

3.2.2.7 表3.6中所列风险事件参考了《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 125和《建筑施工安全检查标准》JGJ 59中的部分条文内容，企业可结合工程实际对清单内容进行补充完善。

## 建筑施工垂直运输设备安全风险监控方法

3.3.1 给出了四种常用的安全风险监控方法。企业亦可根据自身情况和工程实际，在保证监控质量与效果前提下，选用其他风险监控方法。

3.3.2-3.3.5 按照风险分级管控原则，给出了建筑施工垂直运输设备不同等级不同类型安全风险监控方法的优先选项。

## 安全监控技术方案

3.4.1 经辨识评价的建筑施工垂直运输设备重大安全风险，应通过编制安全监控技术方案进行重点监控。为确保安全监控技术方案的全面性、经济性、适用性、可行性，方案在编制完成后应组织专家论证。

3.4.2 明确了安全监控技术方案编制的基本原则与内容。

3.4.3 明确了监测单位的主要责任。

# 监测内容

## 一般规定

* + 1. 本章将建筑施工垂直运输设备的监测内容分为三类，在实施监测时应根据建筑施工垂直运输设备的特征，及施工现场的安全风险水平、安全管控需求、成本约束、环境状况等实际条件，编制安全监测技术方案，针对性地选取监测内容。
    2. 监测内容指的是特定监测对象的某一参数，例如，对于监测内容“基础节主弦杆A的应力”，其监测对象为“基础节主弦杆A”，监测参数为“应力”。
    3. 本条参考现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982的有关内容制定。应根据现场实际条件，在监测方案中明确测点。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全是保障建筑施工垂直运输设备安拆安全和建筑施工垂直运输设备作业安全的基础。监测设备与关键结构件的本体损伤状况，目的是保证设备结构具有足够的抗力；监测结构件的连接状态，目的是保证设备结构能够保持完整的受力体系；监测关键结构件的受力状况，目的是保证设备结构的作用效应不超过结构抗力。
    2. 本条参考现行行业标准《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196和《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215的有关内容制定。

4.2.3-4.2.4建筑施工垂直运输设备由于类型、型号、生产厂家等方面的不同，在设备结构与构造上往往有显著差异，在实施结构安全监测时，必须以使用说明书为准，在监测方案中确定具体的监测内容。

塔式起重机及附墙设备与关键结构件的本体损伤状况，应满足《塔式起重机安全规程》GB 5144、《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196、《塔式起重机混凝土基础工程技术规程》JGJ/T 187等标准规范和使用说明书的要求。施工升降机及附墙设备与关键结构件的本体损伤状况，应满足《施工升降机安全规程》GB 10055、《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215等标准规范和使用说明书的要求。

塔式起重机基础节的主弦杆和起重臂根部的关键杆件受轴向力较大，最上一道附着装置所在标准节及最上一道附着装置受作业荷载较大；施工升降机基础节的主弦杆受轴向力较大，最上一道附着装置所在标准节及最上一道附着装置受作业荷载较大。这些杆件及其相关连接结点可作为重点监测对象。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安装、顶升和拆卸作业程序复杂，且各工序在时间和空间上存在严格的逻辑关系，属于典型的串联系统，作业过程容错率较低，任何工序的完成质量不达标或执行顺序不规范都可能导致安全生产事故。同时，建筑施工垂直运输设备在安装、顶升和拆卸施工过程中，是不稳定的临时结构体系，对不当操作或外界干扰的敏感性强，安全韧性较差。实施建筑施工垂直运输设备安拆安全监测，要求保证工序实施过程安全（如顶升速度不可过快），工序完成质量达标（如活动爬爪可靠固定在耳板内），且工序施工顺序规范（如必须在固定活动爬爪后方可回缩顶升横梁）。
    2. 建筑施工垂直运输设备由于类型、型号、生产厂家等方面的不同，往往具有不同的安装、顶升、拆卸施工流程与操作要求，在实施程序安全监测时，必须以使用说明书为准，在监测方案中确定具体的监测内容与监测要求。
    3. 技术参数可以是就位情况、连接情况和顶升高度等，安全参数可以是风速、垂直度、顶升速度和顶升高度等。
    4. 建筑施工垂直运输设备及其所在项目环境的差异性，会造成监测内容和监测手段的差异性，在确定测点时就需要因地制宜。

4.3.5-4.3.6 参考现行行业标准《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196和《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215的有关内容制定。

4.3.7-4.3.8 列举了塔式起重机和施工升降机安装、顶升和拆卸施工前的准备工作要求和施工过程中的监测内容。本条所示例的上回转、小车变幅、自升式塔式起重机，以QTZ100（TC6013）型和QTZ63（TC5510）型塔式起重机为参考；所示例的普通齿轮齿条式施工升降机，以SCD200/200G型施工升降机为参考。

## 建筑施工垂直运输设备运行安全监测

* + 1. 建筑施工垂直运输设备的作业活动是一种机械、人员、环境复杂交互的动态过程，具有风险水平高特点。本条提出了四类主要监测内容，主要考虑到：其一，建筑施工垂直运输设备处于露天作业环境，且作业高度大，其作业过程受风、雨、雾、高温等恶劣环境条件的影响大。其二，建筑施工垂直运输设备的作业过程涉及塔式起重机司机、信号工等多类特种作业人员，其作业安全水平受特种作业人员知识技能、身心条件及沟通协调等多方面因素的综合影响。其三，建筑施工垂直运输设备作业过程具有交叉作业、高空作业、动态作业等特性，在作业过程中与场内外人员、材料、其它施工机械设备等形成潜在的交互关系。其四，建筑施工垂直运输设备作业时必须遵循规范的作业流程，执行必要的检查和确认手续。
    2. 恶劣的作业环境条件，可能形成影响建筑施工垂直运输设备结构安全的外部荷载，也可能影响相关特种作业人员的判断或操作。

4.4.3-4.4.4 参考现行行业标准《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196和《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215的有关内容制定。

# 传感器与采集分析系统

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备工况复杂，外界干扰因素多，在进行传感器的选型时，需要着重考量传感器性能的稳定性和抗干扰性。同时，由于垂直运输设备施工作业工作面较小，人机交互界面多，在选用传感器时，应优先选择传感器布设不会对正常的施工作业造成影响。此外，传感器的可更换性及经济性也应当作为传感器选型的考虑因素。
    2. 不同型号的监测对象，如落地附着塔式起重机，内爬升是塔吊等，在工作方式及工作环境上存在较大的差别，由此对传感器的性能提出了不同的要求。对传感器性能参数的通用规定如下：

1. 量程：应对监测参数的测值范围进行预评估，在传感器选型时，使正常状态下监测参数值达到传感器最大量程的30%-80%，以提高传感器选型的经济性及测值的精确性。同时，监测对象处于最大工作负荷时，监测参数值不应超过传感器最大量程，以确保传感器能够正常工作。
2. 分辨率、精度、灵敏度、信噪比等：影响测值的有效性，应结合项目实际需要，选用分辨率及精度满足要求的传感器。
3. 是否独立供电：垂直运输设备施工现场扰动较多，供电线路存在被破坏的风险，传感器电源宜依据使用期限选择干电池、充电电池、太阳能电池独立电源供电方式，以保证采集系统的可靠性。
   * 1. 根据传输介质的不同，数据传输方式可被分为无线传输方式和有线传输方式。在选用传感器的数据传输方式时，应当充分了解现场情况及监测需求，综合考虑布线难度、电磁屏蔽情况等因素进行。为了减少传感器对现场施工作业的干扰，数据传输方式宜以无线传输为主。
     2. 为了提高预警的时效性，同时提高传感器系统的鲁棒性，传感器宜具备前端预警功能，使得传感器能够独立判断特定指标的安全状况。

## 垂直运输及设备附墙一体化结构安全监测传感器选型规定

* + 1. 垂直运输及设备附墙一体化结构安全监测的主要监测指标包括各类结构杆件的应力应变、垂直运输设备主体结构垂直度、各类关键构件转角及各类位移变化情况等。
    2. 所选用的应力应变传感器，应当满足以下要求：

1. 能够独立完成应力应变值的换算，以减少后台数据处理量，提高系统响应速度。并为实现传感器前端预警提供基础。
2. 传感器应具有较强的耐久性，以适应跨连接节点监测时存在的节点反复变形等情况。
3. 宜尽量减少现场通信线路数量，以避免线路对正常施工活动造成干扰。
4. 不得以损坏结构件，或降低结构件力学性能的形式进行传感器的安装，故优先采用粘接、机械连接等方式进行传感器的布置。
5. 关键节点布设的应力应变传感器宜具有前端预警功能，以增强监测系统的鲁棒性。
   * 1. 所选用的位移传感器，应满足以下要求：
6. 由于位移传感器在工作原理上，通常具有需要和监测对象共同变形的特性，故需能够抵抗作业环境对传感器的扰动。
7. 宜能够在前端独立完成热胀冷缩带来的误差值的修正，减少后台数据处理量，提高系统响应速度。
   * 1. 所选用的倾角传感器，应满足以下要求：
8. 倾角传感器的安装位置通常为垂直运输设备的顶部，或附墙架、吊臂等，布线难度大、施工扰动多，故倾角传感器的数据传输方式应以无线传输为主，避免传感器由于外力影响而失效。
9. 垂直运输设备的垂直度指标为高度重要的安全指标，倾角传感器宜搭载前端预警模块，在监测到指标异常时及时在现场发出预警信号，提高警示的时效性。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测传感器选型规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安拆安全监测的主要监测指标包括各类物理量的临界变化情况，风速、风向、温湿度等环境条件，垂直运输设备主体结构垂直度、各类关键构件转角及各类位移变化情况等。
    2. 所选用的开关量传感器，应满足以下要求：

1. 开关量传感器较多布设于界面狭窄、构件反复活动的点位，布线难度大，施工扰动多，故开关量传感器的数据传输方式应以无线传输为主，避免传感器由于外力影响而失效。
2. 开关量传感器的供能方式应当以独立电源供电为主，以减少现场布线数量，降低安拆安全监测对正常施工的影响。
   * 1. 所选用的环境类传感器，用于实现测点风速、温度等的监测，应满足以下要求：
3. 环境类传感器对外传输的信息宜为可解读可分析的换算后信号，以减少后台数据分析量，同时便于现场人员通过移动设备直接查看相关信息；
4. 环境类传感器通常安装于垂直运输设备的顶部或关键受力节点，故环境类传感器的数据传输方式应以无线传输为主，避免传感器由于外力影响而失效。
   * 1. 倾角传感器的选型规定，参照本条文说明5.2.4条。
     2. 位移传感器的选型规定，参照本条文说明5.2.3条。

## 建筑施工垂直运输设备运行安全状态监测传感器选型规定

5.4.1-5.4.4建筑施工垂直运输设备运行安全状态监测的主要监测指标包括风速、风向、温湿度等环境条件、垂直运输设备主体结构垂直度、各类关键构件转角、各类位移变化情况及各类物理量的临界变化情况等。

# 安全预警

## 一般规定

* + 1. 建筑施工垂直运输设备安全预警工作以安全监测结果作为可靠的现场安全信息来源，依据该标准第3部分制定的安全监测方案和本部分的预警体系，评价建筑施工垂直运输设备施工作业的安全水平，并最终根据该标准第7部分内容指导实施针对性的应急处置措施，从而实现评估安全风险、及时排除安全隐患的目的。
    2. 建筑施工垂直运输设备在服役过程中存在多种类型的安全风险。在结构本质安全方面，其安全风险呈现为整体牢固性不佳和整体受力状况不利的问题，前者导致设备整体不能形成完整合理的传力结构，后者导致构件失效、位移超限等；在程序安全方面，其安全风险呈现为某一工序内安全指标未达到要求和工序之间执行秩序混乱的问题，这些问题均会导致建筑施工垂直运输设备出现程序安全问题。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警

6.2.1建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警采用分层、分级预警思想，具体分为测点预警、断面预警和整体预警三个部分，测点层次的预警工作依据现场安全监测结果评定其预警等级，由同一断面内各个测点的预警等级评定断面的预警等级，最后根据各个断面的预警等级结合其重要性评定整体的预警等级。

6.2.2结构安全预警部分中测点预警工作分为牢固性和受力状况两类，本标准第四章节中列出各类可参考的监测内容，在不同的情形下，应由专家指导确定最终的监测内容。

牢固性类别的测点预警针对设备与关键结构件的本体损伤状况和结构件连接状态，评价关键结构件的本体损伤状况，旨在确保其实际抗力和设计值不会相差过大，也确认其使用年限内构件的有效性；评价结构件的连接状态，旨在确保各构件直接有效地连接在一起，能够合理地进行传力；评价标准宜参考建筑施工垂直运输设备说明书、《建筑起重机械安全评估技术规程》JGJ/T189、《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ196及《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ215等。

受力状况类别的测点预警针对设备在服役过程中各构件的力学效应是否超过其实际抗力，参考《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008相关内容，依据重要性系数K值大小（K=R/S）将受力状况测点预警的警示等级划分为4个级别，并对其进行定性说明，第三级和第四级测点部位的实际效应值超过抗力设计值，因此需要对其采取排查风险、及时修整的措施。

需要说明的是，《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008根据构件在结构体系中的重要性程度将其分为主要构件和一般构件两种，在该部分预警工作中测点所在的构件均默认为构件类别中的主要构件，本标准第四章节内容列出可供参考的监测内容，最终选取应以专家结论为准，因此我们默认其需要进行监测的构件均为主要构件。

6.2.3结构安全预警中断面预警层次工作以测点预警工作为基础，参考《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008相关内容，依据同一断面内各预警等级的测点分布占比来确定该断面的预警警示等级。

这里的各测点不包含具有“一票否决”性质的测点，这一类测点的确定宜根据现场实际情形由专家进行确定，在确定了这些测点之后编入安全监测方案中，这些测点的预警工作应单独作为一项工作进行，只有保证该类别测点所在的构件受力达标，方可进行其他的预警工作。

6.2.4结构安全预警中整体预警层次工作以测点预警工作和断面预警工作为基础，参考《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008相关内容，依据该设备整体中各预警等级的断面分布占比来确定该设备整体的预警警示等级。

6.2.5该条给出了建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警的工作流程图示，需要声明的是整体牢固性预警工作是整体受力状况预警工作的基础。对于一个结构体系，其牢固性合格意味着结构体系完整、传力途径合理；在此基础之上才能有效地承受外载，受力状况预警工作依据结构承受外载后产生的效应进行。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全预警

6.3.1建筑施工垂直运输设备安拆安全预警采用分层、分级预警思想，具体分为测点预警、断面预警和整体预警三个部分，测点层次的预警工作依据现场安全监测结果评定其预警等级，由同一断面内各个测点的预警等级评定断面的预警等级，最终根据各个断面的预警等级结合其重要性评定整体的预警等级。程序安全预警同样划分为测点预警、工序预警和整体预警三个部分，这里的整体应理解为施工过程中的某一工作流程，如塔式起重机的一次顶升作业流程；工序应理解为一次作业流程具体包含的各个工序，如顶升作业流程中的顶升横梁就位；测点应理解为某一工序中应进行监测的对象，该监测对象的监测参数在当前工序中应满足过程安全约束或达到完成状态条件。

6.3.2-6.3.5 安拆安全预警工作按测点、工序、整体层次顺序进行，测点预警评价参考该标准第4部分对监测参数的要求进行，满足相应的要求时，认为该参数对应的监测对象在该工序中处于安全状态；工序预警评价依据某一工序中测点预警评价进行，当该工序中所有监测对象的检测参数达到要求时，认为该工序操作无误，处于安全状态，可执行下一个工序；整体预警评价依据某一作业流程中各工序的预警评价进行，当该作业流程中所有工序操作无误且执行秩序无误时，认为该作业流程处于安全状态；程序安全预警工作中一旦出现不安全的状态，都应予以相应的警示，并及时采取管控措施使其恢复至安全状态后方可进行后续作业。

## 建筑施工垂直运输设备运行安全预警

6.4.1-6.4.2 建筑施工垂直运输设备运行安全预警中，作业环境条件预警、设备与环境中其他对象的交互关系预警可通过现场布设的传感器获取信息，并依据本标准第4部分相关条例评价其安全状态，出现不符合安全规定的环境条件或交互关系需进行整改；作业人员的安全行为预警和作业流程预警依赖人为巡查监督，发现不符合安全规定的作业行为应及时整改。

6.4.3-6.4.4 塔式起重机和施工升降机的运行安全预警工作以本标准第4部分相关条例制定。

# 应急管理

## 一般规定

* + 1. 本章按照国务院发布的《国家突发公共事件总体应急预案》的思想，将应急管理工作内容分为预防与准备、应急处置和事故处理三个部分，应在建筑施工垂直运输设备入场前，根据施工现场实际情况制定应急管理方案，完成应急管理工作。
    2. 预防与准备工作是在建筑施工垂直运输设备入场前，根据施工现场实际情况及相关文件的要求，对应急管理整个阶段的人员、机构、物资等进行整体安排，方便后期应急管理工作的开展。
    3. 应急处置工作应联系施工现场实际情况，根据施工现场建筑施工垂直运输设备实时监测和安全预警的内容，按照本规程第6部分设置的安全预警等级，制定有针对性的应急处置措施，实现快速上报处理安全隐患。
    4. 根据本规程第4部分监测内容与第6部分的安全预警分类，应急处置工作对应分为三类，在制定应急处置措施时应根据施工现场实际情况，安排具体的上报人员与详细的处理建筑施工垂直运输设备安全隐患的方案。
    5. 事故处理工作是在施工现场发生了建筑施工垂直运输设备的安全事故之后，应执行的处理工作，需要按照相关法律条文的规定，制定具体的事故处理方案，准备相应事故处理的人员和物资等。

## 建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置

* + 1. 根据6.2.1，把建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全应急处置分为测点应急处置、断面应急处置和整体应急处置三个部分，设置对应的安全预警评价结论的应急处置措施。

7.2.2～7.2.4 根据6.2.2～6.2.5的内容，考虑施工现场具体情况，在确定建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全预警内容后，制定与其对应的应急处置措施。各级预警结论与等级具体划分应由专家指导确定，具体的应急处置措施应考虑施工现场具体情况，设置具体上报人员，提供快捷上报通道及详细处理措施，尽可能快速处理建筑施工垂直运输设备及附墙一体化结构安全隐患。

## 建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置

* + 1. 根据6.3.1，把建筑施工垂直运输设备安拆安全应急处置分为测点应急处置、工序应急处置和整体应急处置三个部分，设置对应的安全预警评价结论的应急处置措施。

7.3.4～7.3.6 根据6.3.2～6.3.4的内容，制定不同预警结论下的应急处置措施。

## 建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置

* + 1. 根据6.4.1对作业安全预警的定义，说明建筑施工垂直运输设备运行安全应急处置应根据施工现场实际情况，在监测到作业中的异常状态时，采取有针对性的应急处置措施。
    2. 根据4.4.3.1，提出对作业人员的操作行为的要求。在其上岗作业前，企业应当检查其特种作业人员操作资格证书等，确保作业人员的资质合规性。

7.4.3～7.4.7 根据4.4.1作业安全监测内容，将建筑施工垂直运输设备作业安全应急处置分为对应的四部分。

建筑施工垂直运输设备作业环境条件应急处置主要考虑针对外界环境条件恶劣采取的应急措施，包括风速、风向、温度、雨雪天气等严重影响建筑施工垂直运输设备作业安全的情况；此时，应及时采取保护措施保障现场安全，在排除影响确认无碍后才可以开始作业。

建筑施工垂直运输设备作业人员行为应急处置主要针对作业人员的违规行为进行整改和再教育。建筑施工垂直运输设备与环境中其他对象的交互关系，具体可参照4.4.3.3和4.4.4.3；当出现不良交互关系时，会影响设备正常运行或导致现场安全事故，应及时予以警示并指导交互对象安全分离。建筑施工垂直运输设备作业流程，具体可参照4.4.3.4和4.4.4.4，施工过程中不可违背安全作业流程进行操作。

# 附录A 传感器分类及选型要求

## 传感器的分类及性能参数

**A.1.1-A.1.2** 参照标准《结构健康监测系统设计标准》CECS 333：2012的有关规定执行。

## 应力应变传感器

* + 1. 在垂直运输设备安全风险监控中，主要考虑不同类型应力应变传感器的可布设性、抗干扰能力及响应速度等特性。
    2. 传感器应具有较高的采样频率，以确保监测数据的连续性，提高安全监测及安全预警的响应速度；
    3. 垂直运输设备工程现场通常为无遮挡的室外环境，且现场电磁屏蔽现象较严重，所选用的应力应变传感器应当能够满足在恶劣环境条件下正常工作的要求。
    4. 在对构件连接节点进行监测时，应当选用标距核实的应力应变传感器。
    5. 应力应变传感器应当能够被可靠连接在监测点位上，以保证其在使用过程中能够持续输出正确的监测数值。
    6. 工程现场通常为露天环境，当选用有线式应力应变传感器时，应当做好绝缘防水措施，降低应力应变传感器在工作过程中短路或失效的风险。
    7. 参照标准《结构健康监测系统设计标准》CECS 333：2012的有关规定执行。

## 位移传感器

* + 1. 在垂直运输设备安全风险监控中，主要考虑不同类别位移传感器的可布设性、抗干扰能力、响应速度及灵敏度等特性。
    2. 参照标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982-2014的有关规定执行。
    3. 监测参数的最大值应当小于传感器的量程，以保证位移传感器不会在使用中损坏。

## 倾角传感器

**A.4.1-A.4.3** 参照标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982-2014的有关规定执行。

## 开关量传感器

* + 1. 在垂直运输设备安全风险监控中，主要考虑不同类别位移传感器感应距离、续航能力、测值灵敏度、工作方式等特性。

## 环境量传感器

**A.6.1-A.6.2** 参照标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982-2014的有关规定执行。