**CECS**

中国工程建设协会标准

T/CECS XXX-20XX

**超高层建筑施工安全风险评估与  
控制标准**

Standard for control and assessment of safety risk of construction for super high-rise building

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

**前 言**

本规范根据中国工程建设标准化协会建标协字[2018]015号《关于印发<2018年第一批协会标准制定、修订计划>的通知》的要求，由上海市建筑科学研究院（集团）有限公司和上海建科工程咨询有限公司同各有关单位共同编制而成。

本规范总结了我国超高层建筑工程的施工经验，对超高层建筑施工安全风险作了大量的调研和论证，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范的制订。

本规范的主要内容是：1、总则；2、术语；3、基本规定；4、施工安全风险识别；5、施工安全风险评估；6、施工安全风险监测与预警；7、施工人员安全风险控制；8、施工机械设备安全风险控制；9、模板与脚手架安全风险控制；10、作业环境安全风险控制；附录。

各单位在执行本规范时，如发现问题或有相关建议、意见，请反馈给上海建科工程咨询有限公司（地址：上海市徐汇区宛平南路75号；邮编：200032；邮箱：cailaibing@jkec.com.cn），以供今后修订时参考。

主编单位：上海市建筑科学研究院（集团）有限公司

上海建科工程咨询有限公司

上海建工集团股份有限公司

参编单位：中国建筑工程总公司技术中心

中国建筑第八工程局有限公司

上海建工一建集团有限公司

上海宝冶集团有限公司

同济大学

绿地控股集团有限公司

福州第七建筑工程有限公司

合诚工程咨询集团股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[**1** 总 则 1](#_Toc8034990)

[**2** 术 语 2](#_Toc8034991)

[**3** 基本规定 4](#_Toc8034992)

[**4** 施工安全风险识别 6](#_Toc8034993)

[**4.1** 一般规定 6](#_Toc8034994)

[**4.2** 风险识别方法 6](#_Toc8034995)

[**4.3** 风险识别分析 7](#_Toc8034996)

[5 施工安全风险评估 9](#_Toc8034997)

[**5.1** 一般规定 9](#_Toc8034998)

[**5.2** 评估方法 9](#_Toc8034999)

[**5.3** 风险等级 9](#_Toc8035000)

[**5.4** 评估内容 12](#_Toc8035001)

[6 施工安全风险监测与预警 14](#_Toc8035002)

[**6.1** 一般规定 14](#_Toc8035003)

[**6.2** 风险监测 14](#_Toc8035004)

[**6.3** 风险预警 16](#_Toc8035005)

[**6.4** 应急措施 16](#_Toc8035006)

[7 施工人员安全风险控制 18](#_Toc8035007)

[**7.1** 一般规定 18](#_Toc8035008)

[7.2 施工作业人员岗前教育培训 18](#_Toc8035009)

[**7.3** 施工作业人员安全监控 18](#_Toc8035010)

[**7.4** 高处作业人员安全风险控制 19](#_Toc8035011)

[7.5 特种作业人员安全风险控制 20](#_Toc8035012)

[**7.6** 特殊部位作业人员风险控制 20](#_Toc8035013)

[8 施工机械设备安全风险控制 21](#_Toc8035014)

[**8.1** 一般规定 21](#_Toc8035015)

[**8.2** 塔式起重机 21](#_Toc8035016)

[**8.3** 施工升降机 26](#_Toc8035017)

[**8.4** 混凝土输送泵 27](#_Toc8035018)

[9 模板与脚手架安全风险控制 29](#_Toc8035019)

[**9.1** 一般规定 29](#_Toc8035020)

[**9.2** 液压爬升整体钢平台模架体系 29](#_Toc8035021)

[**9.3** 液压爬模体系 31](#_Toc8035022)

[**9.4** 整体提升脚手架体系 33](#_Toc8035023)

[10 作业环境安全风险控制 36](#_Toc8035024)

[**10.1** 一般规定 36](#_Toc8035025)

[**10.2** 立体交叉作业安全 36](#_Toc8035026)

[**10.3** 消防安全 36](#_Toc8035027)

[**10.4** 结构安全 37](#_Toc8035028)

[附录A 风险分析方法一览表 38](#_Toc8035029)

[附录B 常见超高层建筑施工安全风险 39](#_Toc8035030)

[附录C 风险评估方法一览表 44](#_Toc8035031)

[附录D 风险监测指标及预警指标 46](#_Toc8035032)

[附录E 人员安全风险控制要点 48](#_Toc8035033)

[附录F 塔式起重机安全风险控制要点 49](#_Toc8035034)

[附录G 垂直运输设备风险控制要点 51](#_Toc8035035)

[附录H 液压爬升整体钢平台模架体系风险控制要点 53](#_Toc8035036)

[附录I 液压爬模体系风险控制要点 54](#_Toc8035037)

[附录J 整体提升脚手架体系风险控制要点 55](#_Toc8035038)

[本规范用词说明 56](#_Toc8035039)

[引用标准名录 57](#_Toc8035040)

[条文说明 58](#_Toc8035041)

**1** 总 则

**1.0.1** 为指导我国超高层建筑施工风险的评估与控制，有效减少风险事故的发生，降低工程经济损失、人员伤亡和环境及社会影响，保障工程建设安全，特制定本标准。

**1.0.2** 本规范适用于新建和改扩建的超高层建筑工程的施工安全风险的评估和控制。

**1.0.3**  超高层建筑施工安全风险评估与控制除应遵循本标准外，尚应符合现行国家和行业相关标准的规定。

**2** 术 语

**2.0.1** 超高层建筑

建筑结构高度超过100m的建筑工程。

**2.0.2**  施工安全风险

在超高层建筑工程施工过程中，因施工技术方案、材料、机械设备、人员管理的不确定性造成对安全目标的影响。

**2.0.3** 风险评估

对风险进行识别、分析和评价的过程。

**2.0.4** 风险控制

采取各种措施和方法，减少风险事件发生的各种可能性或消除风险的影响因素，或者减少风险事件发生时可能造成的损失，使风险处于可接受状态的过程。

**2.0.5** 风险因素

引起或增加风险事故发生的机会或扩大损失幅度的原因和条件。

**2.0.6** 风险监测

通过不断对风险进行检查、监督、严格观察或确定状态，以识别所要求或期待的风险水平的变化。

**2.0.7** 风险预警

针对可能引发安全事故的风险所采取的预先报警和事前控制的技术措施。

**2.0.8** 敏感性分析

从多个不确定性因素中逐一找出对施工安全风险有重要影响的敏感性因素。

**2.0.9**  风险态势评估

对施工安全风险过去、现在的水平进行评估，并预评估下一阶段可能安全风险等级水平。

**2.0.10** 施工人员安全风险

在超高层建筑工程施工过程中，因现场施工及管理人员的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素以及管理缺陷，导致人员伤亡的风险。

**2.0.11** 施工机械设备安全风险

在超高层建筑工程施工过程中，因现场人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素以及管理缺陷，导致施工机械设备结构破坏的风险。

**2.0.12** 模板与脚手架安全风险

在超高层建筑工程施工过程中，因现场人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素以及管理缺陷，导致施模板与脚手架结构破坏的风险。

**2.0.13** 环境安全风险

在超高层建筑工程施工过程中，因现场人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素以及管理缺陷，导致场地周边环境质量破坏的风险。

**3** 基本规定

**3.0.1**  超高层建筑工程施工前，应选择经济合理的施工方法或工艺以减少或避免施工安全风险事件的发生。出现风险预警或发生风险事件后，应立即采取针对性的应急措施，以减少人员伤亡、经济损失和周边环境影响等。

**3.0.2** 超高层建筑工程施工安全风险管理应包括以下内容

**1** 工程施工前应明确风险管理目标，制定针对性的风险管理方案；

**2** 风险管理工作内容应包括风险识别与分析、风险评估与预控、风险跟踪与监测、风险预警与应急；

**3** 风险管理工作流程应包括风险识别与分析流程、风险评估与预控流程、风险跟踪与监测流程、风险预警与应急流程；

**4** 风险管理结束阶段，应汇总风险管理相关资料，并按档案管理规定，组卷归档。

**3.0.3**  超高层建筑工程施工安全风险管理方案主要应包含但不限于以下内容

**1**工程概况和编制依据；

**2** 风险管理目标；

**3** 风险管理组织架构及职责分工；

**4** 风险管理主要工作内容；

**5** 风险管理工作流程；

**6** 风险管理方法和措施；

**7** 风险管理记录。

**3.0.4**  超高层建筑工程施工安全风险管理宜采用有效的信息管理手段，应符合以下要求

**1** 信息管理宜由专人负责，做到定人定岗；

**2** 信息系统应具有及时收集与分析风险监控数据、及时传送风险预警信息和工程相关信息等功能，以便风险管控人员及时掌握工程风险信息、及时采取风险应对措施；

**3** 施工安全风险管理宜采用动态风险跟踪表、风险管理工作月报表等标准化的记录表式。

**3.0.5**  当发生工程设计变更或施工方案重大调整时，应对相应工程内容的施工安全风险进行识别和评估，并调整相应的风险管理方案。

**4** 施工安全风险识别

**4.1** 一般规定

**4.1.1** 风险识别前应进行超高层施工的相关资料收集和周边环境调查。

**4.1.2** 风险识别应包括超高层建筑施工准备阶段的总体风险识别和施工过程中的动态风险识别。

**4.1.3** 风险识别应考虑超高层建筑施工人、机和环相互影响和耦合作用。

**4.2** 风险识别方法

**4.2.1** 风险识别方法可采用专家调查法、故障树分析法、项目工作分解结构-风险分解结构分析法等，可根据超高层建筑类别采用某一种方法或组合方法进行风险识别。风险识别方法适用范围可参见附录A。

**4.2.2** 风险识别可从超高层建筑工程工作结构分解开始，运用风险识别方法对施工安全风险事件及其因素进行识别与分析，建立工程施工安全风险因素清单。风险识别与分析流程见图4.2.2，并应符合以下要求：

**1** 在超高层建筑工程每个阶段的关键节点都应结合具体的设计工况、施工条件、周围环境、施工队伍、施工机械性能等实际状况对风险因素进行再识别，动态分析建设工程项目的具体风险因素。

**2** 风险再识别的依据主要是上一阶段的风险识别及风险处理的结果，包括已有风险清单、已有风险监测结果和对已处理风险的跟踪。风险再识别的过程本质上是对建设工程项目新增风险因素的识别过程，也是风险识别的循环过程。



图4.2.2 风险识别与分析流程图

**4.3** 风险识别分析

**4.3.1** 风险识别前应详尽收集工程相关资料，主要包括：

**1** 工程周边环境资料；

**2** 工程勘察和设计文件；

**3** 施工组织设计（方案）等技术文件；

**4** 现场勘查资料；

**5** 工程事故案例历史资料

**4.3.2** 风险识别应确定风险的来源并分类，结合超高层建筑工作结构分解和风险结构分解，进行超高层建筑施工安全风险事件及其因素的识别与分析，形成施工安全风险事件与因素清单。常见的超高层建筑施工安全风险可参见附录B。

**4.3.3** 风险识别分析的分解应考虑自然环境、工程地质和水文地质、工程自身特点、周边环境以及工程管理等方面的主要内容：

**1** 自然环境因素：台风、暴雨、冬期施工、夏季高温、汛期雨季等；

**2** 工程地质和水文地质因素：触变性软土、流砂层、浅层滞水、（微）承压水、地下障碍物、沼气层、断层、破碎带等；

**3** 周边环境因素：城市道路、地下管线、轨道交通、周边建筑物（构筑物）、周边河流及防汛墙等；

**4** 施工机械设备等方面的因素；

**5** 建筑材料与构配件等方面的因素；

**6** 施工技术方案和施工工艺的因素；

**7** 施工管理因素。

**5** 施工安全风险评估

**5.1** 一般规定

**5.1.1** 在施工准备阶段，应结合工程特点、周边环境和施工组织设计以及风险识别与分析的情况，进行超高层建筑工程施工安全风险评估。在施工过程中应进行动态风险评估。

**5.1.2** 风险评估应明确相关责任人，收集基本资料，依据风险等级标准和接受准则制定工作计划和评估策略，提出风险评价方法，编制风险评估报告。

**5.2** 评估方法

**5.2.1** 风险评估方法可采用风险矩阵法、层次分析法、故障树法、模糊综合评估法、蒙特卡罗法、敏感性分析法、贝叶斯网络方法、神经网络分析法等，风险评估方法适用范围可参见本标准附录C。

**5.2.2** 在进行风险评估前，应收集相关工程数据或工程案例，并根据实际情况对风险进行定性或定量评估。

**5.2.3** 风险评估结果应得到确认，确认方式可以采用专家评审方式，也可报请上级单位审核确认。

**5.2.4** 风险评估等级确定后，应针对性地采取技术、管理等方面的预控措施，具体措施由项目实施单位制定。

**5.3** 风险等级

**5.3.1** 超高层建筑施工安全风险等级由风险概率等级和风险损失等级的关系矩阵确定。

**5.3.2** 风险概率等级标准及描述应符合表5.3.2的规定。

表5.3.2 风险概率等级及其描述

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 等级 | 描述 | 发生概率区间 |
| 1级 | 非常可能 | 0.1≤P≤1 |
| 2级 | 可能 | 0.01≤P＜0.1 |
| 3级 | 偶尔 | 0.001≤P＜0.01 |
| 4级 | 不太可能 | 0≤P＜0.001 |

**5.3.3** 风险损失等级包括直接经济损失等级、周边环境影响损失等级以及人员伤亡等级，当三者同时存在时，以较高的等级作为该风险损失等级。风险损失等级标准及描述应分别符合表5.3.3-1、表5.3.3-2、表5.3.3-3的规定。

表5.3.3-1 直接经济损失等级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 损失等级 | 1级 | 2级 | 3级 | 4级 |
| 经济损失  （万元） | EL≥10000 | 5000≤EL＜10000 | 1000≤EL＜5000 | EL＜1000 |
| 注：EL =经济损失；参考国务院令第493号《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007年6月1日）。 | | | | |

表5.3.3-2 周边环境影响损失等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 损失等级 | 涉及范围 | 影响程度描述 |
| 1级 | 很大 | 周边环境发生严重污染或破坏 |
| 2级 | 大 | 周边环境发生较重污染或破坏。 |
| 3级 | 一般 | 周边环境发生轻度污染或破坏 |
| 4级 | 很小 | 周边环境发生少量污染或破坏 |
| 注：周边环境指自然环境、周边场地及邻近建（构）筑物、市政设施等。 | | |

表5.3.3-3 人员伤亡等级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 损失等级 | 1级 | 2级 | 3级 | 4级 |
| 人员伤亡 | 是指造成30人以上死亡，或者100人以上重伤（包括急性工业中毒，“以上”包括本数，“以下”不包括本数。下同） | 10人以上30人以下死亡，或者50人以上100人以下重伤 | 3人以上10人以下死亡，或者10人以上50人以下重伤 | 3人以下死亡，或者10人以下重伤 |

**5.3.4** 超高层建筑施工安全风险按照不同风险程度可分为4个等级：

1. 一级风险，风险等级最高，风险后果是灾难性的，并造成恶劣社会影响或政治影响；
2. 二级风险，风险等级较高，风险后果严重，可能在较大范围内造成破坏或人员伤亡；
3. 三级风险，风险等级一般，风险后果一般，对工程建设可能造成破坏的范围较小；
4. 四级风险，风险等级较低，风险后果在一定条件下可以忽略，对工程本身以及人员等不会造成较大损失；

由风险概率等级和风险损失等级得到风险等级应符合表5.3.4的规定。

表5.3.4 风险等级矩阵表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风险等级 | | 损失等级 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 概率等级 | 1 | I级 | I级 | II级 | II级 |
| 2 | I级 | II级 | II级 | III级 |
| 3 | II级 | II级 | III级 | III级 |
| 4 | II级 | III级 | III级 | IV级 |

**5.3.5** 风险接受准则应与风险等级的划分对应，应符合表5.3.5的规定。

表5.3.5 风险等级描述及接受准则

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 风险等级 | 风险描述 | 接受准则 |
| I级 | 风险最高，风险后果是灾难性的，并造成恶劣的社会影响或政治影响 | 完全不可接受，应立即排除 |
| II级 | 风险较高，风险后果很严重，可能在较大范围内造成破坏或有人员伤亡 | 不可接受，应立即采取有效的控制措施 |
| III级 | 风险一般，风险后果一般，对工程可能造成破坏的范围较小 | 允许在一定条件下发生，但必须对其进行监控并避免其风险升级 |
| IV级 | 风险较低，风险后果在一定条件下可忽略，对工程本身以及人员等不会造成较大损失 | 可接受，但应尽量保持当前风险水平和状态 |

**5.4** 评估内容

**5.4.1** 风险评估应建立合理、通用、简洁和可操作的风险评价模型，并按下列基本程序进行

**1**  对初始风险进行估计，分别确定每个风险因素或风险事件对目标风险发生的概率和损失；当风险概率难以取得时，可采用风险频率代替；

**2** 分析每个风险因素或风险事件对目标风险的影响程度；

**3** 估计风险发生概率和损失的估值，并计算风险值，进而评价单个风险事件和整个建筑工程项目的初始风险等级；

**4** 根据评价结果制定相应的风险处理方案或措施；

**5** 通过跟踪和监测的新数据，对工程风险进行重新分析，并对风险进行再评价。

**5.4.2** 风险评估与预控工作流程见图5.4.2，并符合以下要求：

风险评估与预控应从风险事件发生概率和发生后果的估计开始，然后进行风险等级的评价，编制风险评估报告，通过风险预控措施的实施，降低工程风险。在工程不同阶段，需进行动态评估和预控。

**1** 通过对风险估计和评价得到的风险水平对比风险标准，确立单个风险事件和项目整体风险等级，并根据风险等级选择风险预控措施，编制风险处理策略实施计划。

**2** 风险预控措施实施后即进入风险跟踪与监测流程，经风险跟踪和监测来判断风险策略实施效果，并监测实施后是否还有风险残余，以及随之产生的新的风险因素。

**3** 分解残余风险和新的风险因素的风险水平大小确定是否采取新的风险预控措施，实现风险再评估。



图5.4.2 风险评估与预控流程图

**5.4.3** 风险评估报告中应根据风险评估结果制定针对风险事件的预控措施。

**5.4.4** 在超高层建筑工程施工前，应组织相关人员对工程的总体安全风险进行评估，确定总体施工安全风险等级和重大风险部位。

**5.4.5** 在重大风险部位施工前，应结合施工方案、施工机械设备、材料与构配件和作业环境等具体情况进行专项风险评估，制定风险预控措施、应对措施和应急预案。

**6** 施工安全风险监测与预警

**6.1** 一般规定

**6.1.1**  项目实施单位应根据风险评估结果选择适当的风险处理策略，编制风险监测和预警方案并实施。

**6.1.2**  项目实施单位应编制施工安全风险应急预案，并定期进行应急演练。

**6.1.3**  施工安全风险监测与预警宜采用的流程，见图6.1.3。



图 6.1.3 施工安全风险监测与预警流程

**6.1.4** 针对建筑施工项目的特点和风险管理的需要，宜建立风险监控和预警信息管理系统，对工程实施过程进行实时全方位监控。通过监测数据分析，及时掌握风险状态以选择不同的风险处理方案。

**6.2** 风险监测

**6.2.1** 风险监测方法可采用人工现场巡视、风险跟踪现场记录、远程监控技术，或采用多种方法的综合监测方法，宜有定量化的指标进行监控。人员指标、设备指标、环境指标参见附录D.1、附录D.2、附录D.3。

**6.2.2** 监测准备阶段应对重点监测对象、测点布置、监测频率和控制标准内容进行设计，制定监测管理大纲，形成监测方案。

**6.2.3** 监测实施阶段应依据监测方案对监测布点进行验点，对有破坏的测点及时补点。施工过程中或类似工程中发生过重大事故的位置，应重点监测。

**6.2.4** 监测实施阶段管理是动态的过程，应根据设计变更内容、工程环境变化、工程进展状况及时对监测体系进行调整；监测宜在每个施工工况过程中至少进行一次，重大施工工况应保证进行监测，停工后复工时，应进行一次监测。

**6.2.5** 风险监测实施过程中可采用远程监控技术和信息管理技术，根据监测结果选择不同的处理方案。

**6.2.6** 风险监测宜在每个施工工况过程中至少进行一次，重大施工工况应保证进行监测，停工后复工时，应进行一次监测。

**6.2.7** 施工时应对施工人员进行以下内容监测

**1** 职业培训；

**2** 身体状况；

**3** 防护设备；

**4** 职业服装；

**5** 安全意识。

**6.2.8** 采用整体钢平台体系、液压爬模体系及整体提升脚手架体系进行施工时，宜对以下内容进行施工监测

**1** 爬升钢柱承载力、爬升垂直度；

**2** 爬升油缸的同步性、液压压力、爬距；

**3** 筒架支撑承载力；

**4** 搁置牛腿承载力、牛腿销壳体承载力；

**5** 爬升工况中的防坠器监测。

**6.2.9** 采用整体钢平台体系、液压爬模体系及整体提升脚手架体系进行施工时，应对以下项目进行重点监测

1 爬升工况中障碍物监测；

2 施工工况及停工工况中堆载情况监测；

3 结构钢梁应力应变及变形等；

4 施工工况及停工工况中脚手架封闭性、临边洞口防护监测等。

**6.2.10** 施工时应对施工环境进行以下内容监测

**1** 气象条件；

**2** 临边洞口；

**3** 高处作业；

**4** 上部防护；

**5** 踩踏面；

**6** 特种作业。

**6.2.11** 监测完成后，应及时总结监测结果，并将结果记录，根据不同结果，采取不同措施。监测结果整理报告应为周期性报告与阶段性报告，周期性报告为每周期对监测对象的报告总结，阶段性报告为施工工况改变时所整理的整体报告。

**6.3** 风险预警

**6.3.1**  项目实施单位应明确各风险事件相应的风险预警指标（参见附录D.4），对预警信息需及时发布，并记录发布时间。

**6.3.2** 在建筑施工期间对可能发生的突发风险事件，应划分预警等级。根据突发风险事件可能造成的社会影响性、危害程度、紧急程度、发展势态和可控性等情况，分为四级，具体规定如下

**1** 红色风险预警，为最高级别的风险预警，风险事故后果是灾难性的，并造成恶劣社会影响和政治影响；

**2** 橙色风险预警，为较高级别的风险预警，风险事故后果很严重，可能在较大范围内对工程造成破坏或有人员伤亡；

**3** 黄色风险预警，为一般级别的风险预警，风险事故后果一般，对工程可能造成破坏的范围较小或有较少人员伤亡；

**4** 绿色风险预警，为较低级别的风险预警，风险事故后果在一定条件下可以忽略，对工程本身以及人员、设备等不会造成较大损失。

**6.3.3** 发现预警信号，应加强巡视，情况恶化，则需及时上报；当发现异常或高危情况时，应采取应急措施，并及时通报，并与相关单位沟通。

**6.3.4** 在风险事项发生后，项目实施单位应继续监测并在重要节点重新评估，及时更新风险预警等级，以指导各层级部门采取应急措施。

**6.3.5** 项目实施单位应在监测管理大纲中明确预警解除的标准，并依据标准解除预警。

**6.3.6** 项目实施单位应在预警解除后对原有警情进行跟踪，并留有记录。

**6.4** 应急措施

**6.4.1** 项目实施单位应编制针对各级安全风险事件的应急措施预案，建立健全的应急演练机制。

**6.4.2** 对相关人员进行应急措施培训和交底，并定期组织相关预案的演练，其上级管理部门应定期进行检查。

**6.4.3** 项目实施单位应在风险预警发布后，依据风险等级立刻行动，配备充足的应急指挥与操作人员，事先准备必要的应急资金与物资，并预留一定的应急时间。

**6.4.4** 当预警等级为黄色及以上时，应启动紧急应急预案，实施紧急应急措施。

**6.4.5** 应急预案启动后，施工现场应配置充足的技术管理人员、安全专业人员和熟练技术工人。

**6.4.6** 施工现场应配备应急救援物资及设施，并明确安全通道、应急电话、医疗器械、药品、消防设备设施等。

**6.4.7** 施工现场除应关注项目现场风险情况，还应监测关注周边环境变化，实时监测周边交通状况、河道水位、市政管线、输电线路等的安全状况。

**7** 施工人员安全风险控制

**7.1** 一般规定

**7.1.1**  超高层建筑分项工程施工前应对作业人员进行岗前安全教育培训和安全交底。

**7.1.2** 超高层建筑施工过程中应对施工作业人员进行监控和管理。

**7.1.3**  超高层建筑施工过程中应针对高处作业人员、特种作业人员和特殊部位作业人员制定安全风险控制措施。常见的人员安全风险控制要点可参考附录E。

7.2 施工作业人员岗前教育培训

**7.2.1** 施工作业人员上岗前应进行公司、项目、班组三级安全教育，建立三级安全教育档案，教育者和接受教育者应在有关资料上签名。

**7.2.2**  岗前教育培训宜采用视觉（文字、影像资料）、听觉（语音）、触觉（安全体验）相结合的方式进行。施工现场可配置安全培训工具箱开展安全教育培训，可使用安全培训工具箱实施集中培训、自动建档、无纸考核、自动评分等安全培训工作。

**7.2.3**  施工现场应设置安全教育区域，区域内应设置安全体验项目，施工作业人员上岗前应分工种体验相应项目，施工作业人员应在专职技术人员指导下进行安全体验。

**7.2.4**  施工现场主要人员出入口应设置危大工程公告牌、安全警示标牌、现场危险源告知牌等安全警示内容。

**7.2.5** 施工区域应设置风险告知牌、责任公示牌、安全操作规程牌等安全管理及操作内容。

**7.2.6**  施工现场可设置二维码应用系统，可将现场危险源、安全管理规定、安全技术交底、安全操作规程、安全检查记录等信息录入二维码系统并公示二维码信息。

**7.2.7** 施工现场每天应对施工作业人员接受教育情况进行统计、公告。

**7.3** 施工作业人员安全监控

**7.3.1** 施工现场应进行封闭式管理，主要出入口应设置实名制门禁考勤智能系统，实名制考勤可采用身份证、人脸识别、虹膜识别等方式。

**7.3.2** 施工现场主要出入口、道路、办公区、生活区、主要施工作业区域、塔式起重机上宜设置视频监控系统，视频监控应具备录像、调取、回放、截图等功能，存储时间应不低于30天。

**7.3.3** 施工现场危险区域、管制区域宜采用人员定位及区域管理系统，施工作业人员宜佩戴智能化安全装备、安全卡或其它智能化穿戴设备。管理系统实时记录施工人员区域分布和人员轨迹，辅助人员考勤和行为分析管控。

**7.3.4**  主要危险区域宜设置风险提示声光系统，人员进入危险区域系统可自动启动声光报警，并发送报警信息至监控平台。

**7.3.5** 智能化安全装备可添加佩戴异常功能，监控安全装备佩戴状态，安全装备未正常佩戴或出现异常将进行预警并上传至信息管理平台。

**7.4** 高处作业人员安全风险控制

**7.4.1**  从事超高层施工作业有关人员应满足以下要求：

1 从事超高层作业有关人员应定期体检，凡经医师诊断为高血压、贫血、心脏病、癫痫以及其他不适宜高处作业及登高作业人员，不得从事高处作业及登高作业。

2 从事超高层作业有关人员上岗前宜进行登高测试，测试不合格的人员不得从事高空作业。

**7.4.2** 超高层施工作业应符合下列规定：

1 超高层施工作业前，必须对有关防护设施及个人安全防护用品进行检查，不得在安全隐患的情况下强令或强行冒险作业。

2 从事超高层施工作业的人员衣着要灵便，禁止穿硬底、带钉和易滑的鞋，在没有防护的高空施工时，必须按规定使用安全带，安全带必须高挂低用，挂设点必须安全可靠。

3 超高层施工作业所用材料要堆放平稳，不得妨碍作业，并制定防止坠落的措施；使用工具应防止工具坠落伤人的措施；工具用完应随手放入工具袋内；上下传递物价时，禁止抛掷。

**7.4.3**  施工现场人员经常攀爬的部位或设备应设置竖向攀爬安全防护设备，设备应采用机械制动和电磁制动等多种制动措施，确保人员上下攀爬全程提供防坠落安全防护功能。

7.5 特种作业人员安全风险控制

**7.5.1**  垂直运输机械安装拆卸工、起重信号工、起重司机、司索工、登高架设作业人员等特种作业人员，必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，并取得取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业。

**7.5.2**  塔吊的操作司机宜坚持定人定机制度，操作室配置司机身份识别模块，严禁将机械让给他人操作。司机上岗前应经过专门培训，了解塔吊的结构、性能、传动机理、安全技术规程。

**7.5.3**  施工升降机司机上岗前应接受电梯使用专门培训，了解施工升降机的结构、性能、传动机理、安全技术规程。操作室配置司机身份识别模块，严禁将机械让给他人操作。

**7.5.4**  超高层混凝土泵送施工时，混凝土泵车应由专人操作。泵管前端、泵车后台、泵臂、布料杆下严禁站人。

**7.5.5**  模板与脚手架系统由专业技术人员进行爬升作业，爬升时人员只许站在固定的用作爬升支承的架体或模板上。

模板与脚手架系统升降过程必须统一指挥、指令规范，过程中若出现异常情况，必须立即停机，彻底查明原因，消除故障方能继续升降。

**7.6** 特殊部位作业人员风险控制

**7.6.1**  超高层建筑井道内作业时，井道口部应封闭，井内应有充足照明。

**7.6.2**  超高层建筑在管道试压和冲洗过程中，专职安全人员应旁站管理，由于试压压力高，现场试压地点应设置隔离带，试压用阀门应挂警示牌，如果遇到泄漏、爆裂等情况，不得带压修理，应泄压放水，缺陷消除后应重新试验。

**7.6.3**  电气竖井内电缆敷设人员应配备通讯设备，使用统一口号，由专人负责统一指挥。设备操作人员注意与导轮保持距离，避免肢体或衣服被电缆卷带入导轨，造成伤害；

**8** 施工机械设备安全风险控制

**8.1** 一般规定

**8.1.1** 超高层建筑施工机械设备应编制专项施工方案，制定施工安全风险控制措施。塔式起重机和垂直运输设备风险控制可参考附录F和附录G。

**8.1.2**施工机械设备进场时应证件齐全。使用前应进行检查，重大设备应进行验收。对有故障的设备，应排除故障后投入使用，国家命令淘汰、禁止使用和报废的设备禁止使用。

**8.1.3** 施工机械设备的安装、使用和拆除，应尊照相应的施工方案、设备使用说明书、操作手册和操作规范进行操作，禁止违章作业。

**8.1.4** 施工机械设备闲置时，应及时清理，使其在停机状态下，保持整洁有序。

**8.1.5** 应根据运行与保护情况适时对现场施工机械设备进行检查、维修和保养。

**8.1.6** 专用施工机械设备的操作人员和指挥人员应具有相应的专业资格。

**8.2** 塔式起重机

**8.2.1**  建筑起重机械安装与拆除应编制专项施工方案，并应向作业人员交底。建筑起重机首次使用、升节或爬升、附墙等应按现行有关规定进行验收。

**8.2.2**  塔式起重机的混凝土基础按塔机制造厂的使用说明书要求制作；使用说明书中混凝土强度未明确的，混凝土强度不应低于C30；

**8.2.3** 起重机的轨道基础或混凝土基础应验收合格后，方可使用。

**8.2.4**  起重机的基础应排水通畅，排水设施应与基坑保持安全距离。

**8.2.5**  起重机的拆装必须由取得建设行政主管部门颁发的起重设备安装工程承包资质，并符合相应等级的单位进行，拆装作业时应有技术和安全人员在场监护。

**8.2.6**  起重机使用的钢丝绳，应有钢丝绳制造厂签发的产品技术性能和质量的证明文件。其结构形式、强度等规格应符合起重机使用说明书的要求。钢丝绳与卷筒应连接牢固，放出钢丝绳时，卷筒上应至少保留三圈，收放钢丝绳时应防止钢丝绳损坏、扭结、弯折和乱绳，不得使用扭结、变形的钢丝绳。

**8.2.7**  建筑起重机的变幅限制器、力矩限制器、重量限制器、防坠安全器、钢丝绳防脱装置、防脱钩装置以及各种行程限位开关等安全保护装置，必须齐全有效，严禁随意调整或拆除。严禁利用限制器和限位装置代替操纵机构。

**8.2.8**  起重机使用时，每班都应对制动器进行检查。当制动器的零件，出现下述情况之一时，应报废：

1 裂纹；

2 制动器磨擦片厚度磨损达原厚度50％；

3 弹簧出现塑性变形；

4 小轴或轴孔直径磨损达原直径的5%。

**8.2.9** 制动轮的制动摩擦面不应有妨碍制动性能的缺陷或沾染油污。制动轮出现下述情况之一时，应报废：

1 裂纹；

2 起升、变幅机构的制动轮，轮缘厚度磨损大于原厚度的40%；

3 其他机构的制动轮，轮缘厚度磨损大原厚度的50%；

4 轮面凹凸不平度达1.5～2.0mm（小直径取小值，大直径取大值）时。

**8.2.10** 操作人员应按规定的起重性能作业，不得超载。严禁使用起重机进行斜拉、斜吊和起吊地下埋设或凝固在地面上的重物以及其他不明重量的物体。

**8.2.11** 起吊载荷达到起重机额定起重量的90％及以上时，应先将重物吊离地面不大于200mm后，检查起重机的稳定性，制动器的可靠性，重物的平稳性，绑扎的牢固性，确认无误后方可继续起吊。

**8.2.12** 重物起升和下降速度应平稳、均匀，不得突然制动。回转应平稳，当回转未停稳前不得作反向动作。非重力下降式起重机，不得带载自由下降。

**8.2.13** 严禁起吊重物长时间悬挂在空中，作业中遇突发故障，应采取措施将重物降落到安全地方，并关闭发动机或切断电源后进行检修。在突然停电时，应立即把所有控制器拨到零位，断开电源总开关，并采取措施使重物降到地面。

**8.2.14** 起重机与架空输电导线应保持安全距离。

**8.2.15** 起重机的拆装作业应在白天进行。当遇大风、浓雾和雨雪等恶劣天气时，应停止作业。

**8.2.16** 指挥人员应熟悉拆装作业方案，遵守拆装工艺和操作规程，使用明确的指挥信号进行指挥。所有参与拆装作业的人员，都应听从指挥，如发现指挥信号不清或有错误时，应停止作业，待联系清楚后再进行。

**8.2.17** 在拆装作业过程中，当遇天气剧变、突然停电、机械故障等意外情况，短时间不能继续作业时，必须使已拆装的部位达到稳定状态并固定牢靠，经检查确认无隐患后，方可停止作业。

**8.2.18** 在拆除因损坏或其它原因而不能用正常方法拆卸的起重机时，必须按照经审批的专项安全拆卸方案进行。

**8.2.19** 起重机安装过程中，必须分阶段进行技术检验。整机安装后，应进行整机技术检验和调整，各机构动作应正确、平稳、制动可靠、各安全装置应灵敏有效；在无载荷情况下， 塔身的垂直度允许偏差为4/1000.经分阶段及装机检验合格后，应填写检验记录，经技术负责人审查签证后，方可交付使用。

**8.2.20**  塔式起重机升降作业时，应符合下列要求：

1 升降作业过程，必须有专人指挥，专人照看电源，专人操作液压系统，专人拆装螺栓。非作业人员不得登上顶升套架的操作平台。操纵室内应只准一人操作，必须听从指挥信号；

2 升降应在白天进行，特殊情况需在夜间作业时，应有充分的照明；

3 在作业中风力突然增大达到8.0m/s及以上时，必须立即停止，并应紧固上、下塔身各连接螺栓；

4 顶升前应预先放松电缆，其长度宜大于顶升总高度，并应紧固好电缆卷筒。下降时应适时收紧电缆；

5 升降时，必须调整好顶升套架滚轮与塔身标准节的间隙，并应按规定使起重臂和平衡臂处于平衡状态，并将回转机构制动住，当回转台与塔身标准节之间的最后一处连接螺栓(销子)拆卸困难时，应将其对角方向的螺栓重新插入，再采取其它措施。不得以旋转起重臂动作来松动螺栓(销子)；

6 升降时，顶升撑脚(爬爪)就位后，应插上安全销，方可继续下一动作；

7 升降完毕后，各连接螺栓应按规定扭力紧固，液压操纵杆回到中间位置，并切断液压升降机构电源。

**8.2.21**  起重机的附着锚固应符合下列要求：

1 起重机附着的建筑物，其锚固点的受力强度应满足起重机的设计要求。附着杆系的布置方式、相互间距和附着距离等，应按出厂使用说明书规定执行。有变动时，应另行设计；

2 装设附着框架和附着杆件，应采用经纬仪测量塔身垂直度，并应采用附着杆进行调整，在最高锚固点以下垂直度允许偏差为2/1000；

3 在附着框架和附着支座布设时，附着杆倾斜角不得超过10°；

4 附着框架宜设置在塔身标准节连接处，箍紧塔身。塔架对角处在无斜撑时应加固；

5 塔身顶升接高到规定锚固间距时，应及时增设与建筑物的锚固装置。塔身高出锚固装置的自由端高度，应符合出厂规定；

6 起重机作业过程中，应经常检查锚固装置，发现松动或异常情况时，应立即停止作业，故障未排除，不得继续作业；

7 拆卸起重机时，应随着降落塔身的进程拆卸相应的锚固装置。严禁在落塔之前先拆锚固装置；

8 当风速大于8m/s时，严禁进行安装或拆卸锚固装置作业；

9 锚固装置的安装、拆卸、检查和调整，均应有专人负责，工作时应系安全带和戴安全帽，并应遵守高处作业有关安全操作的规定。

**8.2.22**  起重机内爬升时应符合下列要求：

1 内爬升作业应在白天进行，当风速大于8m/s时，应停止作业；

2 内爬升时，应加强机上与机下之间的联系以及上部楼层与下部楼层之间的联系，遇有故障及异常情况，应立即停机检查，故障未排除，不得继续爬升；

3 内爬升过程中，严禁进行起重机的起升、回转、变幅等各项动作；

4 起重机爬升到指定楼层后，应立即拔出塔身底座的支承梁或支腿，通过内爬升框架固定在楼板上，并应顶紧导向装置或用楔块塞紧；

5 内爬升塔式起重机的固定间隔应符合使用说明书要求；

6 当内爬升框架设置在的楼层楼板上时，该方案应经土建施工企业确认，并在楼板下面应增设支柱作临时加固。搁置起重机底座支承梁的楼层下方两层楼板，也应设置支柱作临时加固；

7 起重机完成内爬升作业后，楼板上遗留下来的开孔，应立即采用混凝土封闭；

8 起重机完成内爬升作业后，应检查内爬升框架的固定、确保支撑梁的紧固以及楼板临时支撑的稳固等，确认可靠后，方可进行吊装作业。

**8.2.23** 每月或连续大雨后，应及时对轨道基础进行全面检查，检查内容包括：轨距偏差、钢轨顶面的倾斜度、轨道基础的沉降、钢轨的不直度及轨道的通过性能等。对混凝土基础，应检查其是否有不均匀的沉降。

**8.2.24**  至少每月一次，对塔机工作机构、所有安全装置、制动器的性能及磨损情况、钢丝绳的磨损及端头固定、液压系统、润滑系统、螺栓销轴等连接处等进行检查；根据工作环境和繁忙程度检查周期可缩短。

**8.2.25**  配电箱应设置在塔机3m范围内或轨道中部，且明显可见；电箱中应设置保险式断路器及塔机电源总开关；电缆卷筒应灵活有效，不得拖缆；塔机应设置短路、过流、欠压、过压及失压保护、零位保护、电源错相及断相保护。

**8.2.26**  当同一施工地点有两台以上起重机时，应保持两机间任何接近部位(包括吊重物)距离不得小于2m。

**8.2.27**  起动前应重点检查以下项目，并符合下列要求：

1 金属结构和工作机构的外观情况正常；

2 各安全装置和各指示仪表齐全完好；

3 各齿轮箱、液压油箱的油位符合规定；

4 主要部位连接螺栓无松动；

5 钢丝绳磨损情况及各滑轮穿绕符合规定；

6 供电电缆无破损。

**8.2.28**  送电前，各控制器手柄应在零位。接通电源后，应检查供电系统有无漏电现场。

**8.2.29**  作业前，应进行空载运转，试验各工作机构是否运转正常，有无噪音及异响，各机构的制动器及安全防护装置是否有效，确认正常后方可作业。

**8.2.30** 起吊重物时，重物和吊具的总重量不得超过起重机相应幅度下规定的起重量。

**8.2.31** 在吊钩提升、起重小车或行走大车运行到限位装置前，均应减速缓行到停止位置，并应与限位装置保持一定距离。严禁采用限位装置作为停止运行的控制开关。

**8.2.32** 动臂式起重机的变幅应单独进行；允许带载变幅的，当载荷达到额定起重量的90％及以上时，不得增加幅度。

**8.2.33**  提升重物作水平移动时，应高出其跨越的障碍物0.5m以上。

**8.2.34**  作业中如遇风速大于10.8m/s大风或阵风时，应立即停止作业，锁紧夹轨器，将回转机构的制动器完全松开，起重臂应能随风转动。对轻型俯仰变幅起重机，应将起重臂落下并与塔身结构锁紧在一起。

**8.2.35** 作业中，操作人员临时离开操纵室时，必须切断电源。

**8.2.36** 停机时，应将每个控制器拨回零位，依次断开各开关，关闭操纵室门窗，下机后，应锁紧夹轨器，断开电源总开关，打开高空指示灯。

**8.3** 施工升降机

**8.3.1** 施工升降机地基基础，必须符合施工升降机使用说明书要求，说明书无要求时地基承载能力应大于150kPa，地基上表面平整度允许偏差为10mm，并应有排水设施。

**8.3.2** 应保证升降机的整体稳定性，升降机导轨架的纵向中心线至建筑物外墙面的距离宜选用说明书提供的较小的安装尺寸。

**8.3.3** 导轨架安装时，应用经纬仪对升降机在两个方向进行测量校准。其垂直度允许偏差应符合下列表中要求。

导轨架垂直度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 架设高度（m） | ≤70 | >70～100 | >100～150 | >150～200 | >200 |
| 垂直度偏差（mm） | ≤1/1000H | ≤70 | ≤90 | ≤110 | ≤130 |

注：表中H代表施工升降机的安装高度。

**8.3.4** 导轨架顶端自由高度、导轨架与附墙距离、导轨架的两附墙连接点间距离和最低附墙点高度均不得超过出厂规定。

**8.3.5**  升降机的专用开关箱应设在底架附近便于操作的位置，馈电容量应满足升降机直接启动的要求，箱内必须设短路、过载、错相、断相及零位保护等装置。

**8.3.6** 升降机梯笼周围应按使用说明书的要求，设置稳固的防护栏杆，各楼层平台通道应平整牢固，出入口应设防护门。全行程四周不得有危害安全运行的障碍物。

**8.3.7**  升降机安装后，应对基础和附墙支架以及升降机架设安装的质量、精度等进行全面检查，并应按规定程序进行技术试验，经试验合格签证后，方可投入运行。

**8.3.8** 升降机的防坠安全器，只能在有效的标定期限内使用，有效标定期限不应超过一年。使用中不得任意拆检调整。

**8.3.9**  升降机安装后，在投入使用前，必须经过坠落试验。升降机在使用中每隔3个月，应进行—次坠落试验。试验程序应按说明书规定进行，梯笼坠落试验制动距离不得超过1.2m；试验后以及正常操作中每发生一次防坠动作，均必须由专门人员进行复位。

**8.3.10**  作业前应重点检查以下项目，并应符合下列要求：

1 各部结构无变形，连接螺栓无松动；

2 齿条与齿轮、导向轮与导轨均接合正常；

3 各部钢丝绳固定良好，无异常磨损；

4 运行范围内无障碍。

**8.3.11** 启动前，应检查并确认电缆、接地线完整无损，控制开关在零位。电源接通后，应检查并确认电压正常，应测试无漏电现象。应试验并确认各限位装置、梯笼、围护门等处的电器联锁装置良好可靠，电器仪表灵敏有效。启动后，应进行空载升降试验，测定各传动机构制动器的效能，确认正常后，方可开始作业。

**8.3.12**  升降机应按使用说明书要求，进行维护保养，并按使用说明书规定，定期检验制动器的可靠性，制动力矩必须达到使用说明书要求；

**8.3.13** 梯笼内乘人或载物时，应使载荷均匀分布，不得偏重。严禁超载运行。

**8.3.14** 当升降机运行中发现有异常情况时，应立即停机并采取有效措施将梯笼降到底层，排除故障后方可继续运行。在运行中发现电气失控时，应立即按下急停按钮；在未排除故障前，不得打开急停按钮。

**8.3.15** 升降机在风速20m/s及以上大风、大雨、大雾以及导轨架、电缆等结冰时，应停止运行，并将梯笼降到底层，切断电源。暴风雨后，应对升降机各有关安全装置进行一次检查，确认正常后，方可运行。

**8.3.16**  升降机运行到最上层或最下层时，严禁用行程限位开关作为停止运行的控制开关。

**8.3.17** 作业后，应将梯笼降到底层，各控制开关拨到零位，切断电源，锁好开关箱，闭锁梯笼门和围护门。

**8.4** 混凝土输送泵

**8.4.1** 混凝土泵应安放在平整、坚实的地面上，周围不得有障碍物，在放下支腿并调整后应使机身保持水平和稳定，轮胎应揳紧。

**8.4.2** 混凝土输送管道的敷设应符合下列规定：

1管道敷设前检查管壁的磨损减薄量应在说明书允许范围内,并不得有裂纹、砂眼等缺陷。新管或磨损量较小的管应敷设在泵出口附近。

2管道应使用支架与建筑结构固定牢固。底部弯管应依据泵送高度、混凝土排量等设置独立的基础，并能承受最大荷载。

3敷设垂直向上的管道时，垂直管不得直接与泵的输出口连接，应在泵与垂直管之间敷设长度不小于15m的水平管，并加装逆止阀。

4敷设向下倾斜的管道时，应在泵与斜管之间敷设长度不小于5倍落差的水平管。当倾斜度大于7°时应加装排气阀。

**8.4.3** 作业前应检查确认管道各连接处管卡扣牢不泄漏。防护装置齐全可靠，各部位操纵开关、手柄等位置正确，搅拌斗防护网完好牢固。

**8.4.4**  启动后，应空载运转，观察各仪表的指示值，检查泵和搅拌装置的运转情况，确认一切正常后，方可作业。泵送前应向料斗加入10L清水和0.3m3的水泥砂浆润滑泵及管道。

**8.4.5** 混凝土泵工作时，料斗中混凝土应保持在搅拌轴线以上，不应吸空或物料泵送。

**8.4.6** 混凝土泵作业中，应对泵送设备和管路进行观察，发现隐患应及时处理。对磨损超过规定的管子、卡箍、密封圈等应及时更换。

**8.4.7**  混凝土泵作业后应将料斗和管道内的混凝土全部排出，并对泵、料斗、管道进行清洗。清洗作业应按说明书要求进行。不应采用压缩空气进行清洗。

**9** 模板与脚手架安全风险控制

**9.1** 一般规定

**9.1.1** 超高层建筑工程模板与脚手架体系施工前，应编制专项施工安全方案，制定安全风险控制措施。液压爬升整体钢平台模架体系、液压爬模体系和整体提升脚手架体系等风险控制措施可参考附录H、附录I和附录J。

**9.1.2** 模板与脚手架体系在安装施工阶段、爬升施工阶段、结构施工阶段、拆除施工阶段均应满足规定的承载力、刚度、整体稳固性的要求。

**9.1.3** 安装施工阶段、爬升施工阶段、结构施工阶段和拆除施工阶段四种阶段的划分情况如下：

**1**安装施工阶段是指模板与脚手架体系处于分体状态，模架通过拼接安装形成整体受力体系，以满足施工的需要。

**2**爬升施工阶段是指模板与脚手架体系处于爬升状态，模架体系通过爬升装置作用于混凝土结构上，油缸、导轨等爬升系统构件处于工作状态。

**3** 结构施工阶段模板与脚手架体系处于施工状态，模架体系通过竖向支撑构件作用于混凝土结构上，爬升系统构件处于停机状态。

**4** 拆除施工阶段是指模板与脚手架体系处于停工状态，模架体系完成施工并通过分块拆除由完整体系变为分体状态。

**9.1.4** 模板与脚手架体系应安装施工阶段、爬升施工阶段、结构施工阶段和拆除施工阶段四种阶段分别进行安全风险控制。

**9.1.5** 模板与脚手架体系安装与拆除必须按照专项施工方案组织施工。安装与拆除前相关人员、材料及设施必须全部到位，专业人员必须具有相应职业资格，现场交底必须全部完成。

**9.2** 液压爬升整体钢平台模架体系

一 安装施工

**9.2.1** 整体钢平台模架在安装前，应根据混凝土结构体型特征、系统构件受力特点以及分块或分段位置情况制定安装和拆除的顺序以及方法，并严格按先后顺序进行分区安装。

**9.2.2** 整体钢平台模架分块安装时，应满足分块的整体稳固性要求；安装过程应满足分块连接后形成单元的整体稳固性要求。

**9.2.3** 整体钢平台模架体系的钢平台系统、吊脚手架系统、筒架支撑系统、爬升系统、模板系统等安装时应符合相关规范和专项施工方案的要求。

**9.2.4** 整体钢平台模架在安装时，应对其上物体进行清理，在安装过程应有防止高空物体坠落的措施。

**9.2.5** 核心筒预留孔高低差应满足相关规范要求；钢牛腿支承预留孔应垂直于建筑结构外表面，其平面中心误差应满足相关规范要求；内构架的垂直偏差应满足相关规范要求。

**9.2.6** 钢平台各部分构件应符合设计要求并全部合格，安全防护设施齐备，并应设置必要的消防设施。

**9.2.7** 钢平台安装完成后应按相关规范要求对钢平台进行验收，验收通过后方可进行施工作业。

**9.2.8** 当风速大于或等于12m/s时，不得进行安装作业。

二 爬升施工

**9.2.9** 爬升钢平台前，必须对所有参与顶升的人员进行安全技术交底，明确各自职责，必须完成钢平台《提升令》的申请、审批，并完成相关规范要求的检查后方可进行爬升。

**9.2.10** 整体钢平台模架钢平台系统、吊脚手架系统、筒架支撑系统上的设备、工具和材料放置应有具体实施方案，爬升时荷载不得超过设计要求。

**9.2.11** 整体钢平台爬升作业宜采用信息化控制。爬升前应对爬升钢柱下部混凝土强度及爬升到位后牛腿处混凝土强度进行测量，爬升钢柱下部及爬升到位后牛腿处混凝土强度不应低于设计强度，且分别不应低于10MPa及20MPa。爬升时应对爬升钢柱的承载力、垂直度及爬升油缸的同步性、液压压力和爬距等进行测量监测。爬升钢柱承载力应满足相关规范中对钢结构强度及稳定性的相关要求，爬升垂直度应满足相关规范要求。宜采用双作用液压缸动力，其同步性及单次爬距应以保证钢平台变形不超过相关规范限值为准，液压压力应控制在油缸安全限值以内。

**9.2.12** 整体钢平台模架爬升后应全面检查吊脚手架系统、筒架支撑系统或钢梁爬升系统底部防坠挡板的封闭性，并应有防止高空坠物的安全技术措施。

**9.2.13** 当风速大于或等于18m/s时，不得进行爬升作业。

三 结构施工

**9.2.14** 整体钢平台结构施工阶段应按相关规范要求对临边洞口进行封闭或围挡，对因施工要求需拆除钢平台局部连梁的应按相关规范要求间隔拆除并尽快恢复，拆除后结构应满足设计及计算要求。

**9.2.15** 整体钢平台结构施工阶段应对牛腿销壳体承载力、结构钢梁应力应变和变形、附墙和拉结以及脚手架体系封闭性等进行监测。搁置牛腿承载力、牛腿销壳体、结构钢梁、附墙和拉结应满足相关规范中对钢结构强度、稳定性及变形的相关要求，且构件应力不应大于设计要求，结构钢梁变形不应大于相关规范要求。整体钢平台模架钢平台系统以及吊脚手架系统周边应采用全封闭方式进行安全防护；吊脚手架底部以及支撑系统或钢梁爬升系统底部与结构墙体间应设置防坠挡板，不应出现会使人或物掉出钢平台外部的洞口。

**9.2.16** 整体钢平台结构施工阶段钢平台顶部堆载及脚手架堆载应按计算及设计结果确定，载重不应超过相关规范要求，且顶部堆载区域堆载不宜大于7kN/㎡，脚手架堆载不宜大于2kN/㎡。

**9.2.17** 当10min平均风速大于或等于18m/s且小于26m/s时，应在吊脚手架系统上每两跨、每两步设置一道脚手抗风杆件，在混凝土结构门洞部位可不设置脚手抗风杆件；当10min平均风速大于或等于26m/s且小于32m/s时，应在吊脚手架系统上每两跨、每两步设置一道脚手抗风杆件；当风速大于32m/s时，整体钢平台模架应在吊脚手架系统上每跨、每步设置一道脚手抗风杆件进行加固。遇暴雨、暴雪或气温突变等天气状况时，应根据实际条件采取除冰、停止施工等措施。

四 拆除施工

**9.2.18** 整体钢平台模架应根据塔吊的起重能力、各系统分块拆除过程中剩余结构的承载力和稳固性等因素进行分块并严格按照相关规范要求的先后顺序进行拆除。

**9.2.19** 整体钢平台模架在拆除前，应对影响拆除的障碍物、所有剩余材料和零散物件应进行清除，并切断电源，拆除电线与油管。拆除时，应对其上物体进行清理，在拆除过程应有防止高空物体坠落的措施。

**9.2.20** 当风速大于或等于12m/s时，不得进行拆除作业。

**9.3** 液压爬模体系

一 安装施工

**9.3.1** 液压爬模模架在安装前，应根据混凝土结构体型特征、系统构件受力特点以及分块或分段位置情况制定安装和拆除的顺序以及方法，并严格按先后顺序进行分区安装。

**9.3.2** 液压爬模体系分块安装时，应满足分块的整体稳固性要求；安装过程应满足分块连接后形成单元的整体稳固性要求。

**9.3.3** 液压爬模体系在安装时，应对其上物体进行清理，在安装过程应有防止高空物体坠落的措施。

**9.3.4** 爬升锥预埋位置平面误差及高低差应满足相关规范要求；架体的垂直偏差应满足相关规范要求。

**9.3.5** 液压爬模各部分构件应符合设计要求并全部合格，安全防护设施齐备，并应设置必要的消防设施。

**9.3.6** 液压爬模安装完成后应按相关规范要求对其进行验收，验收通过后方可进行施工作业。

二 爬升施工

**9.3.7** 爬升液压爬模前，必须对所有参与顶升的人员进行安全技术交底，明确各自职责，必须完成液压爬模《提升令》的申请、审批，并完成相关规范要求的检查后方可进行爬升。

**9.3.8** 液压爬模上的设备、工具和材料放置应有具体方案，爬升时荷载不得超过设计要求。

**9.3.9** 液压爬模爬升作业宜采用信息化控制。爬升前应对爬升锥处的混凝土强度进行测量，爬升锥处的混凝土强度不应低于相关规范要求强度。爬升时应对爬升锥及爬升靴的承载力、爬升导轨承载力、垂直度及爬升油缸的同步性、液压压力和爬距等进行测量监测。爬升锥及爬升靴承载力应满足相关规范中对钢结构强度的相关要求。爬升导轨承载力应满足相关规范中对钢结构强度及稳定性的相关要求。爬升垂直度应满足相关规范要求。爬升油缸的同步性、液压压力、爬距等监测项目宜集成于爬升控制系统中，宜采用一体化软件进行监控。油缸同步性及单次爬距应以保证液压爬模体系变形及机位间高差不超过相关规范限值为准，且每段相邻机位间的升差值宜在1/200以内，整体升差值不应大于50mm。液压压力应控制在油缸安全限值以内。

**9.3.10** 液压爬模爬升后应全面检查封闭性，并应有防止高空坠物的安全技术措施。

**9.3.11** 当风速大于7级时，不得进行爬升作业。

三 结构施工

**9.3.12** 液压爬模体系在结构施工阶段应对结构应力应变和变形、拉结以及脚手架体系封闭性等进行检测。结构应力应变和变形应满足相关规范和设计要求，拉结应满足相关规范中对钢结构强度、稳定性及变形的相关要求，且构件应力不应超过规范要求。液压爬模体系外侧应采用全封闭方式进行安全防护；脚手架底部与结构墙体间应设置防坠挡板，不应出现会使人或物掉出液压爬模体系外部的洞口。

**9.3.13** 液压爬模体系结构施工阶段脚手架堆载应按计算及设计结果确定，且其第一步脚手堆载不宜大于4kN/㎡，下部脚手架堆载不宜大于1kN/㎡。

**9.3.14** 遇大风、暴雨、暴雪或气温突变等天气状况时，应根据实际条件采取除冰、停止施工等措施。

四 拆除施工

**9.3.15** 液压爬模应根据塔吊的起重能力、各系统分块拆除过程中剩余结构的承载力和稳固性等因素进行分块并严格按照相关规范要求的先后顺序进行拆除。

**9.3.16** 液压爬模体系在拆除前，应对影响拆除的障碍物、所有剩余材料和零散物件应进行清除，并切断电源，拆除电线与油管。拆除时，应对其上物体进行清理，在拆除过程应有防止高空物体坠落的措施。

**9.4** 整体提升脚手架体系

一 安装施工

**9.4.1** 整体提升脚手架在安装前，应根据混凝土结构体型特征、系统构件受力特点以及分块或分段位置情况制定安装和拆除的顺序以及方法，并严格按先后顺序进行分区安装。

**9.4.2** 整体提升脚手架分块安装时，应满足分块的整体稳固性要求；安装过程应满足分块连接后形成单元的整体稳固性要求。

**9.4.3** 提升脚手架系统、悬挂结构系统、爬升系统安装时应符合相关规范的要求。

**9.4.4** 整体提升脚手架在安装时，应对其上物体进行清理，在安装过程应有防止高空物体坠落的措施。

**9.4.5** 脚手架悬挂结构的高低差应满足相关规范要求；架体的垂直偏差应满足相关规范要求。

**9.4.6** 整体提升脚手架各部分构件应符合设计要求并全部合格，安全防护设施齐备。

**9.4.7** 整体提升脚手架安装完成后应按相关规范要求对脚手架进行验收，验收通过后方可进行施工作业。

二 爬升施工

**9.4.8** 整体提升脚手架进行爬升前，必须对所有参与顶升的人员进行安全技术交底，明确各自职责，必须完成整体提升脚手架《提升令》的申请、审批，并完成相关规范要求的检查后方可进行提升。

**9.4.9** 脚手架系统、悬挂结构系统、爬升框及电动葫芦、导轨等爬升系统上的设备、工具和材料放置应有具体实施方案，爬升时荷载不得超过设计要求。

**9.4.10** 整体提升脚手架爬升前应对爬升框处混凝土强度进行测量，爬升框处混凝土强度不应低于设计强度。爬升时应对爬升框钢结构的承载力、电动葫芦的同步性、提升拉力、悬挂结构及爬升导轨的垂直度等进行测量监测。爬升框承载力应满足相关规范中对钢结构强度及稳定性的相关要求，爬升垂直度应满足相关规范要求。电动葫芦同步性应以保证整体提升脚手架体系变形及机位间高差不超过相关规范限值为准。提升拉力应控制在电动葫芦安全限值以内。

**9.4.11** 整体提升脚手架应对爬升工况下防坠器进行监测，同时全面检查爬升后脚手架系统的封闭性，并应有防止高空坠物的安全技术措施。

**9.4.12** 当风速大于或等于7级时，不得进行爬升作业。

三 结构施工

**9.4.13** 整体提升脚手架施工阶段应按相关规范要求对临边洞口进行封闭或围挡。

**9.4.14** 整体提升脚手架施工阶段应对结构应力应变及变形、结构的拆分与恢复、脚手架堆载、脚手架封闭性、结构拉结及气象状态等进行监测。爬升框处混凝土应满足混凝土强度要求，爬升框结构、悬挂结构、爬升导轨、拉结等应满足相关规范中对钢结构强度、稳定性及变形的相关要求，且构件应力不应大于设计要求，钢结构变形不应大于相关规范要求。整体提升脚手架系统周边应采用全封闭方式进行安全防护；脚手架底部应设置防坠挡板，不应出现会使人或物掉出脚手架外部的洞口。

**9.4.15** 整体提升脚手架施工阶段脚手架堆载应按计算及设计结果确定，载重不应超过相关规范要求，且脚手架堆载不宜大于2kN/m2。

**9.4.16** 遇大风、暴雨、暴雪或气温突变等天气状况时，应根据实际条件采取除冰、停止施工等措施。

四 拆除施工

**9.4.17** 整体提升脚手架应根据塔吊的起重能力、各系统分块拆除过程中剩余结构的承载力和稳固性等因素进行分块并严格按照相关规范要求的先后顺序进行拆除。

**9.4.18**  整体提升脚手架在拆除前，应对影响拆除的障碍物、所有剩余材料和零散物件应进行清除，并切断电源，拆除电线。拆除时，应对其上物体进行清理，在拆除过程应有防止高空物体坠落的措施。

**10** 作业环境安全风险控制

**10.1** 一般规定

**10.1.1** 超高层建筑施工应设置防范物体高空坠落的安全措施。

**10.1.2** 超高层建筑施工应设置临时消防给水系统。

**10.1.3** 超高层建筑施工期结构安全应考虑材料、结构及荷载时变特性的影响。

**10.2** 立体交叉作业安全

**10.2.1** 高空立体交叉作业时，下层作业位置应处于上层作业的坠落半径之外，高空坠落半径宜按不小于6m确定。安全防护棚和警戒隔离区范围应大于坠落半径。

**10.2.2** 处于起重机臂架回转范围内的通道以及施工现场人员进出的通道口，应搭设安全防护棚。

**10.2.3** 对不搭设脚手架和设置安全防护棚时的交叉作业，应设置安全防护网，并应在高层建筑二层以及每隔四层设置一道固定的安全防护网，同时设置一道随施工高度同步提升的安全防护网。

**10.2.4** 安全防护棚及安全防护网的搭设应满足相关规定。

**10.3** 消防安全

**10.3.1** 临时室内消防竖管的设置位置应便于消防人员操作，数量不应少于2根，结构封顶时应将其设置成环状。

**10.3.2** 消防竖管的管径应根据临时消防用水量、竖管内水流速度确定，且不应小于100mm。

**10.3.3** 每个结构层均应设置室内消火栓接口及消防软管，其接口的间距不应大于30m。

**10.3.4** 高度超过100m的工程，应当在适当楼层增设临时中转水池及加压水泵。中转水池的有效容积不应小于10m3，上下两个中转水池的高差不宜超过100m。

**10.3.5** 施工现场可燃物及易燃易爆危险品应按相关规定进场、存储与使用。

**10.3.6** 施工现场用火、用电、用气应符合施工安全相关管理规定。

**10.4** 结构安全

**10.4.1** 楼层水平结构施工完成后，该位置核心筒和巨型柱的差异变形不应大于结构跨度的1/400。

**10.4.2** 超高层建筑施工期核心筒领先巨型柱的高度不宜大于50m。

**10.4.3** 超高层建筑施工期竖向标高补偿宜采用区段补偿方式，区段补偿的位置应综合考虑结构标高、差异变形、伸臂桁架层等因素。

**10.4.4** 伸臂桁架终固应在核心筒与巨型柱差异变形稳定后进行，最高一道伸臂桁架应在结构封顶后终固。

**10.4.5** 伸臂桁架临时终固节点应在满足结构侧向受力需要的前提下，具有竖向差异变形适应能力。

附录A 风险分析方法一览表

| 分类 | 名称 | 方法定义 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 定性分析方法 | 安全检查表法 | 运用安全系统工程的方法，发现系统以及设施设备、操作管理、施工工艺、组织措施等中的各种风险因素，列成表格进行分析。 | 安全检查表法可适用于建筑工程的设计、验收、运行、管理阶段以及事故调查过程。 |
| 专家调查法  （又称德尔菲法） | 基于经验的方法，由分析人员列出风险事件、风险因素和风险后果，通过不同专家的意见汇总归纳，对识别和分析结果进行重新排序，进而确定风险事件、风险因素和风险后果的关联性，及其重要程度。 | 它是在专家个人判断和专家会议方法的基础上发展起来的一种直观风险预测方法,特别适用于客观资料或数据缺乏情况下的长期预测,或其它方法难以进行的技术预测。  适用于难以借助精确的分析技术但可依靠集体的经验判断进行风险分析。对于简单的问题，可能取得比较相同意见；对于复杂问题，可能存在专家之间不同的意见和分歧。 |
| 定量分析方法 | 故障树分析法 | 采用逻辑的方法，形象地进行危险的分析工作，特点是直观、明了，思路清晰，逻辑性强，可以做定性分析，也可以做定量分析。 | 应用比较广，非常适用于重复性较大的系统。常用于直接经验较少的风险识别。 |
| 综合分析方法 | 项目分解结构-风险分解结构  风险分析法 | 通过定性分析和定量分析综合考虑风险影响和风险概率两方面的因素，对风险因素对项目的影响进行评估的方法。 | 该方法可根据使用需求对风险等级划分进行修改，其使用不同的分析系统，但要有一定的工程经验和数据资料作依据。应用领域比较广，适用于任何工程的任何环节。但对于层次复杂的系统，要做进一步分析。 |

附录B 常见超高层建筑施工安全风险

附录B.1工程作业施工安全风险

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程 部位 | 施工工序或工况 | | 施工安全风险 | | | | | | | | | | | |
| 人员安全 | | | | | | | | 机械安全 | 周边环境安全 | | |
| 高处坠落 | 起重伤害 | 密闭空间中毒 | 坍塌 | 溺水 | 火灾 | 触电 | 机械伤害或物体打击 | 倒塌 | 地下管线与地下设施破损 | 建筑物破损 | 地上设施破损 |
| 地基基础工程 | 桩基础施工 | | / | √ | √ | √ | √ | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 地基加固施工 | | / | √ | / | √ | / | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 基坑工 程施工 | 围护结构施工 | / | √ | / | √ | √ | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 降水施工 | √ | √ | / | / | / | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 基坑开挖 | √ | √ | √ | √ | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 地下结 构施工 | 防水施工 | √ | √ | √ | / | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 主体混凝土施工 | √ | √ | √ | √ | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 钢结构施工 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 上部结构工程 | 楼板体系 | | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 核心筒 | 液压爬模安装及拆除 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 液压爬模爬升 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 模板排架搭设 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 主体混凝土施工 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 外框架 | 附着式脚手架安装及拆除 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 附着式脚手架提升 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 钢结构施工 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 主体混凝土施工 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 悬挑钢 平台 | 钢平台安装及拆除 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 塔吊 | 塔吊安装及拆除 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 起重吊装 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 施工 电梯 | 施工电梯安装及拆除 | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | / | / | / |
| 建筑外围护工程 | 幕墙转接件、龙骨、支架焊接 | | √ | / | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 幕墙玻璃单元板块安装 | | √ | √ | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 幕墙线条安装 | | √ | √ | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 二结构与装修工程 | 墙体砌筑、抹灰 | | √ | / | / | / | / | √ | √ | / | / | / | / | / |
| 吊顶施工 | | √ | / | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 饰面板、门窗施工 | | √ | / | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 地面施工 | | / | / | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / | / |
| 机电安装工程 | 通风空调工程 | | √ | √ | √ | / | / | / | √ | √ | √ | / | / | / |
| 给排水及采暖工程 | | √ | √ | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | / | / | / |
| 建筑电气工程 | | √ | √ | / | / | / | √ | √ | / | √ | / | / | / |
| 建筑智能化工程 | | √ | / | / | / | / | √ | √ | / | √ | / | / | / |
| 电梯工程 | | √ | √ | √ | / | / | / | √ | √ | / | / | / | / |
| 室外总体与附属工程 | 室外土方开挖 | | / | √ | / | √ | / | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 排水管、煤气管、通讯管、电缆等管线施工 | | √ | / | √ | / | / | √ | √ | √ | / | √ | √ | √ |

附录B.2工程本体施工安全风险

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程部位 | 施工工序或工况 | 工程本体安全风险 |
| 地基基础工程 | 基坑工程施工 | 基坑整体失稳 |
| 基坑围护结构渗漏 |
| 支撑体系失稳 |
| 土坡失稳 |
| 承压水突涌 |
| 地下结构施工 | 模板支撑体系失稳 |
| 钢结构失稳 |
| 上部结构工程 | 液压爬模安装及拆除 | 物体坠落 |
| 架体坠落 |
| 局部変形过大 |
| 无法顺利安拆或返工 |
| 液压爬模爬升 | 物体坠落 |
| 爬升故障 |
| 架体变形过大 |
| 机位间爬升不协调 |
| 附着式脚手架安装及拆除 | 物体坠落 |
| 架体坠落 |
| 局部変形过大 |
| 无法顺利安拆或返工 |
| 附着式脚手架爬升 | 物体坠落 |
| 爬升故障 |
| 架体变形过大 |
| 机位间爬升不协调 |
| 结构施工 | 物体坠落 |
| 架体变形过大 |
| 爬升机构变形过大 |
| 架体脱落 |
| 爬升框处混凝土破坏 |
| 火灾 |
| 主体结构混凝土泵送施工 | 泵管铺设不顺畅导致泵管脱落砼飞溅 |
| 泵管铺设固定不牢导致泵管脱落砼飞溅 |
| 泵管接头爆裂 |
| 泵管堵塞 |
| 悬挑钢平台安装及拆除 | 物体坠落 |
| 模架坠落 |
| 局部変形过大 |
| 无法顺利安拆或返工 |
| 塔吊安装及拆除 | 无塔吊安装方案就进行施工 |
| 塔吊未按方案制定的安装顺序和措施进行安装 |
| 塔吊安装时基础未验收 |
| 塔吊基础不能满足承载要求 |
| 基础砼强度没有达到允许安装的强度 |
| 违章安装塔吊 |
| 附墙设施安装不符合规定要求 |
| 塔吊的主要受力构件的材质不合格 |
| 塔吊及塔身与基础连接部位或构件焊接有缺陷 |
| 塔吊起重吊装 | 违章指挥 |
| 吊钩没有保险装置 |
| 吊重物时吊绳绑点不牢脱落 |
| 选用的钢丝绳规格偏小吊绳断裂 |
| 选用的钢丝绳不合格吊绳断裂 |
| 钢丝绳长期使用磨损严重吊绳断裂 |
| 自制吊笼受力部位连接、焊接有缺陷 |
| 塔吊上的受力构件、杆件出现金属疲劳 |
| 在不允许吊装作业时违章作业 |
| 塔吊的限位器缺陷 |
| 群塔作业无方案 |
| 受场地限制起重臂旋转范围内会碰及其它构筑物而没有采取措施 |
| 塔吊的限位器人为调大 |
| 遭受强大外力作用（土方滑坡、坍塌；其他撞击） |
| 无塔吊拆除方案就进行拆除作业 |
| 未按方案制定的拆除顺序和措施进行 |
| 违章指挥拆除 |
| 现场停电 |
| 套架滚轮与标准节之间间隙过大 |
| 拆除附墙杆时未采用钢丝绳套拉缓冲 |
| 在起重臂与塔身脱离时未套拉钢丝绳缓冲 |
| 施工电梯安装及拆除 | 设计的基础不能满足承载要求 |
| 基础砼强度没有达到允许安装的强度 |
| 附墙不及时，电梯自由高度超标 |
| 主要受力件部位、连接处、焊接处和杆件材质出现缺陷 |
| 所用电梯为不具备安全性能的电梯 |
| 限位缺陷 |
| 提升用的钢丝绳严重磨损 |
| 未按规定安装附墙 |
| 建筑外围护工程 | 幕墙转接件、龙骨、支架焊接 | 动火人员无证上岗或动火证失效 |
| 监护人员不到位 |
| 幕墙玻璃板块及线条安装 | 吊篮设备、吊装钢丝绳等机械设备及工具安全情况未核查 |
| 吊装指挥人员未到岗或无证上岗 |
| 二结构与装修工程 | 墙体砌筑、抹灰 | 砌筑或抹灰高度2米以上的高处作业，其操作平台搭设不规范、平台超载堆物 |
| 临边洞口未封闭或无防护 |
| 吊顶施工 | 移动脚手架倾覆或满堂脚手架失稳 |
| 饰面板、地面施工 | 临时用电，乱拉乱接 |
| 机电安装工程 | 通风空调工程 | 空调水管坠落 |
| 给排水及采暖工程 | 消防管接口漏水 |
| 建筑电气工程 | 配电箱（柜）火灾 |
| 电梯工程 | 电梯轿厢坠落 |
| 室外总体与附属工程 | 室外土方开挖 | 开挖无警示标志 |
| 开挖超深无围护或无加固措施 |

附录C 风险评估方法一览表

| 名称 | 方法定义 | 适用范围 |
| --- | --- | --- |
| 层次分析法 | 将一个复杂的多目标决策问题作为一个系统，将目标分解为多个目标或准则，进而分解为多指标（或准则、约束）的若干层次，通过定性指标模糊量化方法算出层次单排序（权数）和总排序，以作为目标（多指标）、多方案优化决策的系统方法。 | 应用领域比较广阔，可以分析社会、经济以及科学管理领域中的问题。适用于任何领域的任何环节，但不适用于层次复杂的系统。 |
| 蒙特卡罗法 | 又称统计模拟法、随机抽样技术，是一种随机模拟方法，以概率和统计理论方法为基础的一种计算方法，是使用随机数（或更常见的伪随机数）来解决很多计算问题的方法。 | 比较适合在大中型项目中应用。优点是可以解决许多复杂的概率运算问题，以及适合于不允许进行真实试验的场合。对于那些费用高的项目或费时长的试验，具有很好的优越性。  一般只在进行较精细的系统分析时才使用，适用于问题比较复杂，要求精度较高的场合，特别是对少数可行方案进行精选比较时更有效。 |
| 可靠度分析法 | 分析结构在规定的时间内、规定的条件下具备预定功能的安全概率的方法。 | 适用于计算结构的可靠度指标，并可以对已建成的结构进行可靠度校核。该方法适用于对建筑结构设计进行安全风险分析。 |
| 数值模拟法 | 采用数值计算软件对结构进行建模模拟，分析结构设计的受力与变形，并对结构进行风险评估。 | 该方法适用于复杂结构的计算，判定结构设计与施工风险信息。 |
| 模糊综合评价法 | 根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价，即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。 | 结果清晰，系统性强，能较好地解决模糊的、难以量化的问题，适合各种非确定性问题的解决，能适用于任何系统的任何环节，适用性较广。 |
| 神经网络法 | 一种模仿动物神经网络行为特征，进行分布式并行信息处理的算法数学模型。这种网络依靠系统的复杂程度，通过调整内部大量节点之间相互连接的关系，从而达到处理信息的目的。 | 适用于预测问题，原因和结果的关系模糊的场合或模式识别及包含模糊信息的场合。  不一定非要得到最优解，主要是快速求得与之相接近的次优解的场合；组合数量非常多，实际求解几乎不可能的场合；对非线性很高的系统进行控制的场合。 |
| 敏感性评估法 | 敏感性分析法是指从众多风险因素中找出对建筑工程安全指标有重要影响的敏感性因素，并分析、测算其对工程项目安全指标的影响程度和敏感性程度，进而判断项目承受风险能力的一种不确定性分析方法。 | 用以分析工程项目安全性指标对各不确定性因素的敏感程度，找出敏感性因素及其最大变动幅度，据此判断项目承担风险的能力。  这种分析尚不能确定各种不确定性因素发生一定幅度的概率，因而其分析结论的准确性就会受到一定的影响。 |
| 故障树法 | 采用逻辑的方法，形象地进行危险的分析工作，特点是直观、明了，思路清晰，逻辑性强，可以做定性分析，也可以做定量分析。 | 应用比较广，非常适用于重复性较大的系统。常用于直接经验较少的风险识别。 |
| 事故树法 | 事故树分析法起源于故障树分析法，是从要分析的特定事故或故障（顶上事件）开始，层层分析其发生原因，直到找出事故的基本原因（底事件）为止的分析方法。 | 该方法应用比较广，非常适合于重复性较大的系统。在工程设计阶段对事故查询时，都可以使用该方法对他们的安全性作出评价，经常用于直接经验较少的风险识别。 |
| 事件树法 | 一种按事故发展的时间顺序由初始事件开始推论可能的后果，从而进行危险源辨识的方法。 | 该方法可以用来分析系统故障、设备失效、工艺异常、人为失误等，应用比较广泛，但不能分析平行产生的后果，不适用于详细分析。 |
| 项目分解结构-风险分解结构风险评价矩阵法 | 通过定性分析和定量分析综合考虑风险影响和风险概率两方面的因素，对风险因素对项目的影响进行评估的方法。 | 该方法可根据使用需求对风险等级划分进行修改，其使用不同的分析系统，但要有一定的工程经验和数据资料作依据。应用领域比较广，适用于任何工程的任何环节。但对于层次复杂的系统，要做进一步分析。 |
| 贝叶斯网络评估法 | 贝叶斯网络是基于概率推理的数学模型，所谓概率推理就是通过一些变量的信息来获取其他的概率信息的过程，基于概率推理的贝叶斯网络分析法能解决不定性和不完整性问题。 | 它对于解决复杂系统中的不确定性和关联性引起的风险有很大的优势。 |

附录D 风险监测指标及预警指标

附录D.1 人员监测指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **评价**  **项目** | **好** | **中** | **差** |
| 职业培训 |  |  |  |
| 身体状况 |  |  |  |
| 防护设备 |  |  |  |
| 职业服装 |  |  |  |
| 安全意识 |  |  |  |

注：1.评价好为20分，差为0分，中则根据各项目指标实际情况给予分数，0＜分值＜20；

2.职业培训主要包含人员岗位培训的次数及人员是否具有职业资格等，人员职业素养越高分值越高；

3.身体状况主要包含人员是否患有疾病及人员施工当天身体状态，是否饮酒等，身体状况越好分值越高；

4.防护设备主要包括安全帽、劳保鞋、安全带、手套等个人防护设备，防护设备越齐全分值越高；

5.职业服装主要指各工种人员是否穿戴指定的工装及适合本工种的防护用品，服装越齐备分值越高；

6.安全意识主要包括人员安全考核分数，是否履行了安全义务等，安全意识越好，分值越高；

7.各项权重从上至下依次为0.25、0.25、0.2、0.2、0.1，最终分数由各项分数加权相加得到；

8.根据施工需要，增设其它项目时，根据实际情况可重新分配权重，并应经过专家审核。

附录D.2 设备监测指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **评价**  **项目** | **好** | **中** | **差** |
| 操作规程 |  |  |  |
| 爬升设备 |  |  |  |
| 承力构件 |  |  |  |
| 堆载情况 |  |  |  |
| 防护措施 |  |  |  |

注：1.评价好为20分，差为0分，中则根据各项目指标实际情况给予分数，0＜分值＜20；

2操作规程主要包含设备安拆、爬升、施工过程是否严格按照操作规程进行施工，履行情况越好分值越高；

3.爬升设备主要包含爬升钢柱承载力、爬升垂直度、等爬升油缸的同步性、液压压力、爬距、爬升障碍物等，各项指标越好，分值越高；

4.承力构件主要包括筒架支撑应力应变、搁置牛腿应力应变、牛腿销壳体应力应变、结构钢梁应力应变等，应力应变相对材料极限比值越小分值越高；

5.堆载情况主要指模架体系各部分实际堆载与容许堆载比值，比值越小分值越高；

6.防护措施主要包括脚手架封闭性、临边洞口防护、防坠器等防护措施的到位情况，防护越好分值越高；

7.各项权重从上至下依次为0.25、0.2、0.25、0.1、0.2，最终分数由各项分数加权相加得到；

8.根据施工需要，增设其它项目时，根据实际情况可重新分配权重，并应经过专家审核。

附录D.3 环境监测指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **评价**  **项目** | **好** | **中** | **差** |
| 气象条件 |  |  |  |
| 临边洞口 |  |  |  |
| 高处作业 |  |  |  |
| 上部防护 |  |  |  |
| 踩踏面 |  |  |  |
| 特种作业 |  |  |  |

注：1.评价好为20分，差为0分，中则根据各项目指标实际情况给予分数，0＜分值＜20；

2.气象条件主要包含人员风级、雨雪、台风、极端气象条件等，条件越好分值越高；

3.临边洞口主要指作业面临边洞口数量及防护设施到位程度等，洞口越少防护越好分值越高；

4.高处作业主要指作业面高度，作业面高度越低分值越高；

5.上部防护主要指作业面上部防护的程度，防护越好分值越高；

6.踩踏面主要指作业面的稳固程度，越稳固分值越高；

7.特种作业指特种作业的危险程度，危险程度越低分值越高；

8.各项权重从上至下依次为0.1、0.2、0.2、0.15、0.2、0.15，最终分数由各项分数加权相加得到；

9.根据施工需要，增设其它项目时，根据实际情况可重新分配权重，并应经过专家审核。

附录D.4 预警指标及等级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **预警分值X** | 0＜X＜15 | 15≤X＜30 | 30≤X＜45 | 45≤X≤60 |
| **预警等级** | 红色预警 | 橙色预警 | 黄色预警 | 绿色预警 |

注：1.预警分值X应由C.1、C.2、C.3中所得分数相加得到；

2.根据预警分值X得出对应的预警等级并启动相应的应急措施。

附录E 人员安全风险控制要点

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 安全风险 | | 控制要点 |
| 安全教育培训 | （1）风险识别与分析不足  （2）未经培训，教育不到位，安全知识未领会  （3）自我防护意识不足  （4）危险源警示不足 | （1）主要管理和技术人员执业资格与要求相符，且具备类似施工经验。  （2）作业前须接受三级安全教育并组织考核，不合格不得上岗。  （3）上岗前组织安全体验。  （4）出入口、危险区域设置危险源警示标志。 |
| 防护用品及设施 | （1）防护用品与要求不符  （2）防护用品过期、失效  （3）防滑、安全设施破坏  （4）安全设施不牢靠 | （1）投入使用防护用品及设施。  （2）定期对防护用品及设施检查、检测。  （3）安全设施专人维护。  （4）发现防护用品及设施出现重大隐患时应停止作业，消除隐患后再恢复施工。 |
| 人员作业行为 | （1）塔吊安装、爬升、拆除、使用作业人员不符合要求  （2） 塔吊司机操作不熟练、塔机带病冒险作业  （3）模架爬升前检查不到位  （4）模架爬升状态交叉作业伤害  （5）模架固定状态检查不到位  （6）模架堆载平台超载  （7）爬模承重构架随意切割、修改。 | （1）特种作业人员执证上岗。  （2） 塔机的操作司机坚持定人定机制，司机上岗前应经过专门培训。塔机发现故障或异常现象时，应立即停止使用，待故障排出后方可继续使用。  （3）模架爬升前由专业技术人员组织检查。  （4）模架升降时严禁在同一区域进行其它同步作业。  （5）固定后由专业技术人员组织检查验收。  （6）在平台上设置醒目限载标志，并设专人检查。  （7）模架由专人负责监护，严禁破坏、修改、违规使用。 |
| 作业环境 | （1）六级以上大风、暴雨、雷电、雪、雾天作业  （2）高温作业  （3）低温作业  （4）高压线、电裸线区域作业  （5）潮湿环境作业  （6）临边、洞口作业 | （1）停止起重吊装、爬升、登高冒险作业。  （2）备足防暑降温用品，设置遮阳设施，塔机司机室内空调运行良好。  （3）设置防护棚，采取谢寒保暖措施。  （4）设置防护绝缘带。  （5）采用低压安全电压。  （6）设置风险提示声光系统。 |

附录F 塔式起重机安全风险控制要点

**F.0.1** 采用外挂内爬式塔吊的设计、制作、安装拆除、爬升作业等应编制专项方案，专项方案应通过有关专家论证。

**F.0.2** 外挂系统应根据混凝土结构的状况、塔吊可用空间与回转半径、塔吊自重与吊装重量情况等多种因素进行设计，并合理选择下撑杆形式、上拉杆形式、上拉杆与下撑杆结合形式及局部加强技术。

**F.0.3** 应配置三套悬挂系统，塔吊作业时两套悬挂系统协同作业，爬升时三套悬挂系统交替工作。

**F.0.4** 悬挂系统外挂架的设计应按照选用塔吊在工作与非工作状态下的实际荷载以及不同荷载组合，着重考虑风荷载的作用，选择最不利荷载工况进行塔吊支承系统分析计算，应考虑斜撑杆单独支承爬升梁工况、斜拉索单独支承爬升梁工况以及斜撑杆和斜拉索共同作用的三种工况，以提高安全度。

**F.0.5** 针对外挂架结构与主要节点的连接验算应采用大型有限元分析软件建模分析计算。

**F.0.6** 在塔吊最不利荷载组合下的核心筒墙体结构变形和强度应满足规范及施工要求，当不满足时应采取适当的加固措施。

**F.0.7** 外挂架的各构件之间均应采用易于拆卸的高强度销轴进行单轴固定，以适应施工过程中不断的拆卸与安装；同时要对节点作受力性能分析，以验证受力计算的可靠性。

**F.0.8** 预埋件应根据《混凝土结构设计规范》GB50010进行设计，设计时应取核心筒混凝土较低一级强度等级验算，锚筋直径大于20的应采用穿孔塞焊。

**F.0.9** 在核心筒剪力墙钢筋绑扎过程中按照埋件定位图将塔吊附墙埋件埋入指定位置，复核埋件的平面位置及标高后将埋件与剪力墙钢筋点焊固定牢靠，埋件埋设的过程务必按图施工，避免用错埋件及埋件方向装反的情况发生。

**F.0.10** 外挂架承重横梁、斜拉杆、水平支承杆等各部位零部件进场后，应按照设计图纸对其材质、数量、尺寸、外观质量等进行复检，合格后方可进行下一步架体的拼装。

**F.0.11** 应按照设计图纸明确的程序安装附墙外挂架结构；先整片式安装第一、第二个支撑架，待塔吊安装后，再分片安装第三个支撑架；每道支撑框架按照横梁→次梁→斜拉杆→水平支撑的顺序依次安装。

**F.0.12** 耳板竖板与埋件间焊缝为全熔透焊缝等级为一级，要求100％探伤检查。

**F.0.13** 在悬挂机构安装完成后，应由第三方的建设机械检测单位进行使用前的性能指标和安装质量检测，检测完成后应出具检验报告；塔机安装完成后，经空载调试，确认无误后即可按照塔机试吊步骤逐步完成空载、额定载荷、动载和超载试验，经检测合格后报当地技术监督和安监部门，经验收合格后投入使用。

**F.0.14** 塔机爬升作业应严格执行工艺要求与规定的作业程序；确保三套悬挂系统交替工作。

**F.0.15** 爬升前应将塔吊上及与塔吊相连的构件、杂物清理干净，非塔吊用电缆梳理并迁移离开塔吊，确保塔吊为独立体系，不与相邻其他结构或构件碰撞。

**F.0.16** 爬升结束后应及时检测塔吊垂直度，如发现塔吊垂直度大于3/1000，需要将塔吊顶起稍许，用垫块调整塔吊的垂直度，直至小于等于3/1000为止；其次检查塔吊底部所处的外挂支撑系统的各埋件处的混泥土是否有变形、开裂、埋件与外挂支撑系统的各连接焊缝有无开焊、杆件有无变形等。

**F.0.17** 当预知爬升当天当地风力大于6级（风速超过10.8 m/s～13.8m/s）时，应立即停止塔机爬升作业，并将塔机固定牢靠。

**F.0.18** 塔式起重机作业时严禁超载、斜拉和起吊埋在地下等不明重量的物件。当天作业完毕，起重臂应转到顺风方向，并应松开回转制动器，起重小车及平衡重应置于非工作状态。

附录G 垂直运输设备风险控制要点

**G.0.1** 施工升降机的安装和拆卸工作必须由取得建设行政主管部门颁发的拆装资质证书的专业队负责，并必须由经过专业培训，取得操作证的专业人员进行操作和维修。

**G.0.2** 施工升降机的地基应浇制混凝土基础，其承载能力应大于150kPa，地基上表面平整度允许偏差为10mm，并应有排水设施。

**G.0.3** 应保证升降机的整体稳定性，升降机导轨架的纵向中心线至建筑物外墙面的距离宜选用较小的安装尺寸。

**G.0.4** 导轨架安装时，应用经纬仪对升降机在两个方向进行测量校准，其垂直度允许偏差为其高度的5/10000。

**G.0.5** 导轨架顶端自由高度、导轨架与附壁距离、导轨架的两附壁连接点间距离和最低附壁点高度均不得超过出厂规定。

**G.0.6** 升降机的专用开关箱应设在底架附近便于操作的位置，馈电容量应满足升降机直接启动的要求，箱内必须设短路、过载、相序、断相及零位保护等装置。

**G.0.7** 升降机梯笼周围2.5m范围内应设置稳固的防护栏杆，各楼层平台通道应平整牢固，出入口应设防护栏杆和防护门，全行程四周不得有危害安全运行的障碍物。

**G.0.8** 升降机安装在建筑物内部井道中间时，应在全行程范围井壁四周搭设封闭屏障。装设在阴暗处或夜班作业的升降机，应在全行程上装设足够的照明和明亮的楼层编号标志灯。

**G.0.9** 升降机安装后，应经企业技术负责人会同有关部门对基础和附壁支架以及升降机架设安装的质量、精度等进行全面检查，并应按规定程序进行技术试验，经试验合格签证后，方可投入运行。

**G.0.10** 升降机的防坠安全器，在使用中不得任意拆检调整需要拆检调整时或每用满1年后，均应由生产厂或指定的认可单位进行调整、检修或鉴定。

**G.0.11** 新安装或转移工地重新安装以及经过大修后的升降机在投入使用前，必须经过坠落试验。升降机在使用中每隔3个月，应进行一次坠落试验。试验程序应按说明书规定进行，当试验中梯笼坠落超过1.2m制动距离时，应查明原因，并应调整防坠安全器，切实保证不超过1.2m制动距离。试验后以及正常操作中每发生一次防坠动作，均必须对防坠安全器进行复位。

**G.0.12** 作业前重点检查项目应符合下列要求：各部结构无变形，连接螺栓无松动；齿条与齿轮、导向轮与导轨均接合正常；各部钢丝绳固定良好，无异常磨损；运行范围内无障碍。

**G.0.13** 启动前，应检查并确认电缆、接地线完整无损。控制开关在零位，电源接通后，应检查并确认电压正常。应测试无漏电现象，应试验并确认各限位装置、梯笼、围护门等处的电器联锁装置良好可靠，电器仪表灵敏有效。启动后，应进行空载升降试验，测定各传动机构制动器的效能，确认正常后，方可开始作业。

**G.0.14** 升降机在每班首次载重运行时，当梯笼升离地面时，应停机试验制动器的可靠性。当发现制动效果不良时，应调整或修复后方可运行。

**G.0.15** 梯笼内乘人或载物时，应使载荷均匀分布，不得偏重，严禁超载运行。

**G.0.16** 操作人员应根据指挥信号操作，作业前应鸣声示意。在升降机未切断总电源开关前，操作人员不得离开操作岗位。

**G.0.17** 当升降机运行中发现有异常情况时，应立即停机并采取有效措施将梯笼降到底层，排除故障后方可继续运行。在运行中发现电气失控时，应立即按下急停按钮，在未排除故障前，不得打开急停按钮。

**G.0.18** 升降机在大雨、大雾、六级及以上大风以及导轨架电缆等结冰时，必须停止运行，并将梯笼降到底层，切断电源。暴风雨后，应对升降机各有关安全装置进行一次检查，确认正常后，方可运行。

**G.0.19** 升降机运行到最上层或最下层时，严禁用行程限位开关作为停止运行的控制开关。

**G.0.20** 当升降机在运行中由于断电或其它原因而中途停止时，可进行手动下降，将电动机尾端制动电磁铁手动释放拉手缓缓向外拉出，使梯笼缓慢地向下滑行，梯笼下滑时，不得超过额定运行速度，手动下降必须由专业维修人员进行操纵。

**G.0.21** 作业后，应将梯笼降到底层，各控制开关拨到零位，切断电源，锁好开关箱，闭锁梯笼门和围护门。

附录H 液压爬升整体钢平台模架体系风险控制要点

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **分部/分项工程** | | **风险**  **事件** | **风险因素** | **预控措施** | **应急对策** |
| 钢平台模架体系施工 | 安装及拆除施工 | 1.物体坠落  2.模架坠落  3.局部変形过大  4．无法顺利安拆或返工 | 1.安拆前未对上部物体进行清理，安拆及吊装过程中出现高空坠物。  2.违规吊装，连接强度未达到要求。  3.违规施工或加载。  4.人员未培训到位，前期准备未到位。 | 1.严格按照安装及拆除流程就行施工。  2.禁止违规施工，严格按照相关规定进行安装作业，并加强现场管理，严格执行质量检查及验收作业。  3.加强人员培训，专业人员具备相应职业资格，前期准备提前到位。 | 1.发生坠落事故应立即按照专项施工方案启动应急预案，迅速反应处理。  2、局部变形过大应立刻检查原因并进行纠偏或重新安装。  3、无法顺利安装及拆除应立刻找出问题所在并针对性采取措施。 |
| 爬升施工 | 1.物体坠落  2.爬升故障  3.架体变形过大  4.架体整体偏位 | 1.爬升前清理工作未到位，爬升过程中封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.爬升同步性未达到要求。  4.部分拉结未切断或遇到阻碍物。  5.大风状态爬升。  6.混凝土强度未达到埋件要求强度爬升。  7.导轨垂直度未达到要求。 | 1.爬升前派专人按相关规定严格检查各项准备工作，不得漏项，待一切指标均满足要求后方可进行爬升作业。  2.爬升过程中应对爬升钢柱的承载力、垂直度及爬升油缸的同步性、液压压力和爬距等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.爬升完成后应完成钢平台复位工作，关闭爬升系统，对临边洞口进行封堵。  4. 在平台上设置醒目限载标志。并设专人检查。  5.爬升时严禁专业人员之外人员进入钢平台，在同一竖向区域禁止进行其它同步作业。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.爬升过程必须统一指挥、指令规范，过程中若出现异常情况，必须立即停止作业，彻底查明原因，消除故障方能继续爬升。  5.爬升时出现不同步时应通过点动控制予以调整。出现导轨和爬升机构偏位，油缸压力明显增大时，应停机进行处理调正。 |
| 结构施工 | 1.物体坠落  2. 架体变形过大  3. 牛腿及牛腿销壳体变形过大  4.外挂架脱落  5.火灾 | 1.钢平台封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.意外碰撞。  4.违规进行明火作业。 | 1.应按相关规范要求对临边洞口进行封闭或围挡，对因施工要求需拆除钢平台局部连梁的应按相关规范要求间隔拆除并尽快恢复。  2.应对牛腿销壳体承载力、结构钢梁应力应变和变形、附墙和拉结以及脚手架体系封闭性等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.在平台上设置醒目限载标志。并设专人检查。  4.吊装工作应满足相关规定，避免与钢平台发生碰撞。  5.钢平台应与塔吊及升降机等大型机械留出足够的安全空间。  6.加强人员培训及安全教育。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.查明原因，完成整改后方能继续施工。  5.发生火灾等事故时应立即组织人员撤离并启动消防应急预案。 |

附录I 液压爬模体系风险控制要点

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **分部/分项工程** | | **风险**  **事件** | **风险因素** | **预控措施** | **应急对策** |
| 液压爬模体系施工 | 安装及拆除施工 | 1.物体坠落  2.架体坠落  3.局部変形过大  4．无法顺利安拆或返工 | 1.安拆前未对上部物体进行清理，安拆及吊装过程中出现高空坠物。  2.违规吊装，连接强度未达到要求。  3.违规施工或加载。  4.人员未培训到位，前期准备未到位。 | 1.严格按照安装及拆除流程就行施工。  2.禁止违规施工，严格按照相关规定进行安装作业，并加强现场管理，严格执行质量检查及验收作业。  3.加强人员培训，专业人员具备相应职业资格，前期准备提前到位。 | 1.发生坠落事故应立即按照专项施工方案启动应急预案，迅速反应处理。  2、局部变形过大应立刻检查原因并进行纠偏或重新安装。  3、无法顺利安装及拆除应立刻找出问题所在并针对性采取措施。 |
| 爬升施工 | 1.物体坠落  2.爬升故障  3.架体变形过大  4.机位间爬升不协调 | 1.爬升前清理工作未到位，爬升过程中封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.爬升同步性未达到要求。  4.部分拉结未切断或遇到阻碍物。  5.大风状态爬升。  6.混凝土强度未达到埋件要求强度爬升。  7.导轨垂直度未达到要求 | 1.爬升前派专人按相关规定严格检查各项准备工作，不得漏项，待一切指标均满足要求后方可进行爬升作业。  2.爬升过程中应对爬升锥及爬升靴的承载力、爬升导轨承载力、垂直度及爬升油缸的同步性、液压压力和爬距等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.爬升完成后应完成液压爬模复位工作，关闭爬升系统，对临边洞口进行封堵。  4. 在平台上设置醒目限载标志。并设专人检查。  5.爬升时严禁专业人员之外人员进入液压爬模，在同一竖向区域禁止进行其它同步作业。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.爬升过程必须统一指挥、指令规范，过程中若出现异常情况，必须立即停止作业，彻底查明原因，消除故障方能继续爬升。  5.爬升时出现不同步时应通过点动控制予以调整。出现导轨和机位爬升机构偏位，油缸压力明显增大时，应停机进行处理调正。 |
| 结构施工 | 1.物体坠落  2. 架体变形过大  3. 爬升锥及爬升靴变形过大  4. 爬升锥处混凝土破坏  5.火灾 | 1.液压爬模封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.突发外力作用。  4.违规进行明火作业。 | 1.应按相关规范要求对临边洞口进行封闭或围挡。  2.应对爬升锥及爬升靴的承载力、承力结构应力应变和变形、附墙和拉结以及模架体系封闭性等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.在平台上设置醒目限载标志。并设专人检查。  4.吊装工作应满足相关规定，避免与液压爬模发生碰撞。  5.加强人员培训及安全教育。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.查明原因，完成整改后方能继续施工。  5.发生火灾等事故时应立即组织人员撤离并启动消防应急预案。 |

附录J 整体提升脚手架体系风险控制要点

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **分部/分项工程** | | **风险**  **事件** | **风险因素** | **预控措施** | **应急对策** |
| 整体提升脚手架体系施工 | 安装及拆除施工 | 1.物体坠落  2.架体坠落  3.局部変形过大  4．无法顺利安拆或返工 | 1.安拆前未对上部物体进行清理，安拆及吊装过程中出现高空坠物。  2.违规吊装，连接强度未达到要求。  3.违规施工或加载。  4.人员未培训到位，前期准备未到位。 | 1.严格按照安装及拆除流程就行施工。  2.禁止违规施工，严格按照相关规定进行安装作业，并加强现场管理，严格执行质量检查及验收作业。  3.加强人员培训，专业人员具备相应职业资格，前期准备提前到位。 | 1.发生坠落事故应立即按照专项施工方案启动应急预案，迅速反应处理。  2、局部变形过大应立刻检查原因并进行纠偏或重新安装。  3、无法顺利安装及拆除应立刻找出问题所在并针对性采取措施。 |
| 爬升施工 | 1.物体坠落  2.爬升故障  3.架体变形过大  4. 机位间爬升不协调 | 1.爬升前清理工作未到位，爬升过程中封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.爬升同步性未达到要求。  4.部分拉结未切断或遇到阻碍物。  5.大风状态爬升。  6.混凝土强度未达到构件要求强度进行爬升。 | 1.爬升前派专人按相关规定严格检查各项准备工作，不得漏项，待一切指标均满足要求后方可进行爬升作业。  2.爬升过程中应对爬升框、悬挂结构及爬升导轨的垂直度及电动葫芦的同步性等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.爬升完成后应关闭爬升系统，对临边洞口进行封堵。  4. 在脚手架平台上设置醒目限载标志，并设专人检查。  5.爬升时在同一竖向区域禁止进行其它同步作业。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.爬升过程必须统一指挥、指令规范，过程中若出现异常情况，必须立即停止作业，彻底查明原因，消除故障方能继续爬升。  5.爬升时出现不同步时应通过点动控制予以调整。出现导轨和机位爬升机构偏位，应停机进行处理调正。 |
| 结构施工 | 1.物体坠落  2. 架体变形过大  3.爬升机构变形过大  4.架体脱落  5.爬升框处混凝土破坏  5.火灾 | 1.脚手架封闭性未达到要求。  2.堆载超载。  3.意外碰撞。  4.违规进行明火作业。 | 1.应按相关规范要求对临边洞口进行封闭或围挡。  2.应对爬升框处混凝土、爬升框钢结构应力应变和变形、拉结以及脚手架体系封闭性等进行监测，各项指标应满足规范要求。  3.在脚手架平台上设置醒目限载标志。并设专人检查。  4.吊装工作应满足相关规定，避免与整体脚手架发生碰撞。  5.脚手架体系应与塔吊及升降机等大型机械留出足够的安全空间。  6.加强人员培训及安全教育。 | 1.启动应急预案。  2.停止作业。  3.整改和加固。  4.查明原因，完成整改后方能继续施工。  5.发生火灾等事故时应立即组织人员撤离并启动消防应急预案。 |

本规范用词说明

**1** 为便于在执行本规范条文时区别对待，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，在条件允许时首先这样做的用词：

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用词，采用“可”。

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

引用标准名录

1. 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
2. 《钢结构工程施工规范》GB 50755
3. 《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870
4. 《施工升降机》GB/T10054
5. 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB50652
6. 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33
7. 《大型塔式起重机混凝土基础工程技术规程》JGJ/T301
8. 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10
9. 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3
10. 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ99
11. 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
12. 《建筑施工安全检查标准》JGJ 59
13. 《建筑起重机械安全评估技术规程》JGJ/T 189
14. 《建筑施工塔式起重机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 196
15. 《建筑施工升降机安装、使用、拆卸安全技术规程》JGJ 215
16. 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276
17. 《液压爬升模板工程技术规程》JGJ 195
18. 《液压升降整体脚手架安全技术规程》JGJ 183
19. 《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300
20. 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80
21. 《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ146
22. 《建筑施工作业劳动防护用品配备及使用标准》JGJ 184

条文说明

**2** 术 语

**2.0.1** 本标准依据《民用建筑设计通则》（GB50352-2005），将建筑结构高度超过100m的建筑工程定义为超高层建筑。

**3** 基本规定

**3.0.1**  超高层建筑工程往往位于城市中心区，施工安全对周边安全的影响大。同时，施工高度引起的风荷载和施工难度问题，对作业人员和施工机械设备要求高。因此，超高层建筑工程应进行风险管理，识别、评估、监控、预警与应急施工安全风险，控制施工安全风险处于可接受水平。

**3.0.4** 信息管理是超高层建筑工程施工安全风险管理有效手段。风险管理信息系统包括风险监控数据系统、风险预警系统、信息交流系统等功能模块，采用标准化管理表式，并由专人负责。

**4** 施工安全风险识别

**4.1.3** 对于超高层建筑，高度引起的作业环境影响大，对作业人员、施工机械设备等要求高，风险识别应考虑超高层建筑施工人、机和环相互影响和耦合作用。

**4.3.2** 超高层建筑施工是一个系统。在风险识别时，采用工作结构分析方法识别风险发生部位，风险结构可以从人员安全风险、机械安全风险、环境安全风险和工程本体安全风险等方面进行分解，进而建立超高层建筑施工安全风险清单。附录B给出了常见超高层建筑施工安全风险清单。

**5** 施工安全风险评估

**5.3.1** 根据住房和城乡建设部建质函[2018]28号“住房城乡建设部关于印发大型工程技术风险控制要点的通知”规定，超高层建筑施工安全风险等级由风险概率等级和风险损失等级的关系矩阵确定。

**5.4.4~5.4.5** 超高层建筑施工安全风险评估是一个动态过程，在工程超高层建筑工程施工前，应对工程的总体安全风险进行评估，确定总体施工安全风险等级和重大风险部位；在重大风险部位施工前，应进行专项风险评估，制定风险预控措施、应对措施和应急预案。

7 施工人员安全风险控制

**7.3.3**  安全体验区应根据工程实际选择所需体验项目，可包括安全帽撞击体验、安全带体验、平衡木体验、高空坠落体验、安全防护用品体验、灭火器演示体验、综合用电体验、重物搬运体验、防护栏推到体验、墙体倾倒体验、操作平台倾倒体验、急救展示、VR体验。

**7.5.1** 宜采用平衡木行走进行登高测试，测试内容包括：高低平衡木行走、平衡木转弯行走。

8 施工机械设备安全风险控制

8.1 一般规定

**8.1.2** 塔吊应具备建筑起重机械特种设备制造许可证、产品合格证、制造监督检验证明、备案证明、安装使用说明书、自检合格证明和安全技术档案；塔吊应具备产品生产许可证、合格证、备案登记证、产品出厂检验报告；混凝土泵应具备合格证及其他相关证明。报废与淘汰依据产品说明书及住建部最新公告的规定为准。

**8.1.3** 施工机械的方案编制、安装、使用和拆除等过程，均应符合《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33）等相关规范的要求。超高层施工机械设备安全要求较高，违章操作是人员和设备事故的主要原因之一。

**8.1.5** 适时维修和保养，可延长设备寿命降低设备风险。

8.2 塔式起重机

**8.2.1** 依据《建筑起重机安全监督管理规定》（第166号建设部令）规定编制本条。

**8.2.7** 本条规定的安全装置是起重机械必备的，否则不能使用。利用限位装置或限制器代替抽动停车等动作，将造成失误而发生事故。

**8.2.19** 安装过程使起重机回转台及以上结构与塔身处于分离状态，需要有严格的作业要求，本条所列各项属于保证塔吊安全顶升的必要措施。

**8.2.20** 如果因连接螺栓拆卸困难而采用旋转起重臂来松动螺栓的错误做法，将破坏起重臂平衡而造成倾翻事故。

**8.2.21** 塔式起重机接高到一定高度需要与建筑物锚固，以保证其稳定性。本条所列各项均属说明书规定的一般性要求。

**8.2.22** 内爬升起重机作业范围小，要求高，本条所列各项均为保证安全爬升的必要措施。

**8.2.31** 用行程开关作控制开关使用，将使其失去安全保护作用，易发生事故。

**8.2.32** 动臂式起重机不同幅度的额定起重量不同，因此，当达到额定起重量的90%时，不能再向下变幅，以防超载造成起重机倾倒。

**8.2.34** 遇到风暴时，锁紧夹轨器可以增加稳定性，防止倾翻；松开回转机构制动器可以使起重臂随风转动，减少起重臂的迎风面积。

8.3 施工升降机

**8.3.1** 施工升降机基础的承载力和平整度有严格要求，基础的承载力应大于150kPa。

**8.3.2** 施工升降机附着于建筑物的距离越小，稳定性越好。

**8.3.15** 本条依据《施工升降机》GB/T10054编制。

**8.3.16** 如果以限位开关代替控制开关，将使其失去保护作用，容易引起安全事故。

8.4 混凝土输送泵

**8.4.1** 混凝土输送泵作业时，可产生较大的振动，安装泵时应达到本规定要求。

**8.4.2** 向上垂直输送混凝土时，应依据输送高度、排量等设置基础，并能承受该工况的最大荷载。为缓解泵的工作压力，应在泵的输出口端连接水平管。向下倾斜输送混凝土时，应依据落差敷设水平管，以缓解管内气体对对输送作业的影响。

**8.4.7** 本条目的在于加强混凝土泵保养，并保证混凝土泵清洗安全。

**9** 模板与脚手架安全风险控制

**9.1.1** 模板与脚手架体系是超高层建筑工程施工安全风险的重要内容，施工前应编制专项施工安全方案，制定安全风险控制措施。本标准给出了液压爬升整体钢平台模架体系、液压爬模体系和整体提升脚手架体系等风险控制要点。

**9.1.2** 模板与脚手架体系为超高层建筑钢筋混凝土结构施工重要内容，包含有安装、爬升、结构施工、拆除等施工阶段，应满足规定的承载力、刚度、整体稳固性的要求。

**9.2.3** 整体钢平台模架体系由钢平台系统、吊脚手架系统、筒架支撑系统、爬升系统、模板系统等组成，安装时应符合相关规范和专项施工方案的要求，经参建相关方验收合格后方可使用。

**10** 作业环境安全风险控制

**10.1.1** 物体高空坠落是超高层建筑施工作业环境安全风险的控制重要内容，其影响范围随着施工高度增加而增大。

**10.1.2** 由于高度问题，超高层建筑施工火灾的救援难度大。本条文对临时消防给水系统设置进行规定。

**10.1.3** 结构安全是超高层建筑施工人员安全和施工机械设备安全的前提和基本保证，结构安全应考虑材料、结构及荷载时变特性的影响。