

# 超高层建筑机电安装：暖通-给排水-电气管线的综合支吊架优化设计

刘敏

362532\*\*\*\*\*3452

**摘要：**随着我国城镇化进程的加速，超高层建筑凭借其土地利用率高优势，在城市建设中占据着愈发重要的地位。机电安装工程作为超高层建筑功能实现的核心环节，其中暖通、给排水与电气管线的安装质量直接影响建筑整体运行效率与安全性。综合支吊架作为管线安装的关键支撑结构，传统设计方式常存在空间利用率低、施工效率差、后期维护困难等问题。本文基于超高层建筑机电安装的特殊性，从设计原则、结构优化、协同设计、材料选择及施工工艺等方面，深入探讨暖通-给排水-电气管线综合支吊架的优化设计路径，旨在为提升超高层建筑机电安装工程质量、降低工程成本、保障建筑长期稳定运行提供理论参考与实践思路。

**关键词：**超高层建筑；机电安装；综合支吊架；管线优化

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.10.058

## 引言

超高层建筑通常指高度超过100米的建筑，其结构复杂、功能多样、管线密集，暖通、给排水、电气等专业管线在有限的建筑空间内交叉排布，对管线支撑系统提出了极高要求。综合支吊架作为整合多专业管线的支撑载体，能够有效解决传统分散支吊架占用空间大、管线冲突多、安装工序繁琐等问题。然而，当前部分超高层建筑机电安装工程中，综合支吊架设计仍沿用传统思维，缺乏系统性与前瞻性，导致施工过程中频繁出现管线调整、支吊架返工等情况，不仅增加了工程成本，还延误了施工工期，甚至对建筑结构安全埋下隐患。

因此，针对超高层建筑的特点，开展暖通-给排水-电气管线综合支吊架优化设计研究，具有重要的现实意义。通过优化设计，可实现多专业管线的有序排布，提升建筑空间利用率；减少施工过程中的不确定性，提高施工效率；增强支吊架的结构稳定性与耐久性，降低后期维护成本，最终推动超高层建筑机电安装工程向精细化、集约化方向发展。

## 1 超高层建筑机电管线综合支吊架设计现状与问题

### 1.1 设计现状

目前，我国超高层建筑机电管线综合支吊架设计主要依赖设计人员的经验，部分项目虽引入BIM技术进行管线碰撞检查，但在支吊架的系统性优化方面仍存在不足。设计过程中，往往先完成各专业管线的排布，再根据管线位置设计支吊架，导致支吊架与管线的匹配度不高，难以充分发挥综合支吊架的整合优势。此外，设计

规范对综合支吊架的具体设计要求较为宽泛，不同地区、不同设计院的设计标准存在差异，进一步影响了综合支吊架设计的统一性与科学性。

### 1.2 主要问题

#### 1.2.1 空间利用率低

超高层建筑机电管线主要集中在吊顶内、管井及设备层等区域，空间有限。传统综合支吊架设计未充分考虑多专业管线的特性与排布规律，常出现支吊架占用空间过大、管线间距不合理等问题，导致吊顶高度降低，影响建筑使用功能与美观性。同时，部分支吊架设计过于复杂，增加了施工难度，进一步降低了空间利用效率。

#### 1.2.2 结构稳定性不足

综合支吊架需承受暖通、给排水、电气等多专业管线的重量，对结构稳定性要求较高。当前部分设计中，支吊架的材质选择不当、截面尺寸设计不合理，或支吊架与建筑结构的连接方式不符合规范要求，导致支吊架在长期使用过程中出现变形、松动等问题，严重时可能引发管线脱落，威胁建筑安全运行。此外，设计过程中未充分考虑管线运行时产生的振动荷载，也会影响支吊架的结构稳定性。

#### 1.2.3 协同设计缺失

暖通、给排水、电气等专业管线设计分属不同专业团队，在综合支吊架设计过程中，各专业之间缺乏有效的沟通与协同。设计人员往往仅关注本专业管线的安装需求，忽视了与其他专业管线及支吊架的协调配合，导致管线冲突频繁，支吊架设计无法满足多专业管线的共同支撑需求。后期施工过程中，需对管线与支吊架进行反复调整，不仅增加了工程成本，还延误了施工工期。

#### 1.2.4 后期维护困难

传统综合支吊架设计未充分考虑后期维护的便利性,支吊架布局不合理、遮挡管线检修口等问题较为常见,导致后期管线维护时需拆除部分支吊架或管线,增加了维护难度与成本。此外,支吊架的防腐、防锈处理不到位,在潮湿、腐蚀性环境下易出现锈蚀,缩短了支吊架的使用寿命,进一步增加了后期维护工作量。

### 2 超高层建筑机电管线综合支吊架优化设计原则

#### 2.1 系统性原则

综合支吊架优化设计需从超高层建筑机电安装工程的整体出发,统筹考虑暖通、给排水、电气等多专业管线的特性、排布需求及建筑空间条件,制定系统性的设计方案。设计过程中,应将支吊架与管线视为一个有机整体,确保支吊架能够充分满足多专业管线的支撑需求,实现管线的有序排布与高效整合,提升建筑空间利用率。

#### 2.2 安全性原则

安全性是综合支吊架设计的核心原则。优化设计过程中,需根据管线的重量、运行荷载及建筑结构特点,合理选择支吊架的材质、截面尺寸与连接方式,确保支吊架具有足够的承载能力与结构稳定性。同时,需充分考虑管线运行时产生的振动、温度变化等因素对支吊架的影响,采取有效的减震、隔热措施,避免支吊架因外界因素损坏,保障管线与建筑的安全运行。

#### 2.3 协同性原则

协同性原则要求在综合支吊架设计过程中,加强各专业之间的沟通与协作,打破专业壁垒。设计前期,应组织暖通、给排水、电气等专业设计人员进行联合设计,共同制定管线排布与支吊架设计方案,避免管线冲突。设计过程中,需及时共享设计信息,根据各专业需求调整支吊架设计,确保支吊架能够满足多专业管线的共同支撑需求,提高设计效率与质量。

#### 2.4 经济性原则

综合支吊架优化设计需在保证安全性与功能性的前提下,注重经济性。设计过程中,应合理选择支吊架的材质与规格,避免过度设计导致成本增加;优化支吊架的结构形式,简化施工工艺,降低施工成本;同时,充分考虑后期维护成本,通过优化支吊架布局与提高支吊架耐久性,减少后期维护工作量与费用,实现工程全生命周期成本的控制。

#### 2.5 可维护性原则

可维护性原则要求综合支吊架设计充分考虑后期

管线维护的便利性。设计过程中,应合理布局支吊架,避免遮挡管线检修口与阀门;选择便于拆卸与安装的支吊架结构形式,减少后期维护时对其他管线与支吊架的影响;同时,加强支吊架的防腐、防锈处理,延长支吊架使用寿命,降低后期维护频率与成本。

### 3 超高层建筑机电管线综合支吊架优化设计策略

#### 3.1 BIM 技术驱动的协同设计优化

先建立暖通、给排水、电气专业管线三维模型,通过碰撞检查提前排查管线与建筑结构冲突,优化排布方案;再整合支吊架模型,依据管线位置、走向及重量,参数化设计支吊架材质、截面与连接方式,确保精准匹配。同时借助BIM协同平台,实现各专业实时沟通与数据共享,减少设计失误,提升协同性与准确性。

#### 3.2 综合支吊架结构体系优化

材质适配选择:干燥环境用Q235钢控制成本,潮湿腐蚀环境(卫生间、车库等)选不锈钢或镀锌钢增强耐久性,也可采用玻璃纤维增强塑料等新型复合材料,减轻建筑荷载。

结构形式革新:摒弃传统焊接式,采用模块化(构件灵活组合,减少现场焊接)与装配式(螺栓连接,便于维护调整)结构;针对专业管线设计专用结构,如暖通弧形支吊架减摩擦、给排水抗震支吊架提抗震能力。

连接方式适配:混凝土结构用膨胀螺栓、化学锚栓确保牢固,钢结构用焊接或螺栓连接防松动;同时强化连接节点设计,提升刚度与强度,避免节点成为薄弱环节。

#### 3.3 多专业管线整合排布优化

分层有序排布:按功能分层设置管线——电气管线在上防受潮,给排水管线在中便检修,暖通管线在下(适配其管径大、重量重的特性),避免交叉冲突,提升空间利用率。

间距科学优化:依设计规范与运行需求,优化管线间及管线与结构的间距,预留检修空间、满足施工安全要求;对暖通等带保温层的管线,额外预留保温层厚度空间,防止保温层损坏。

荷载合理分配:先计算支吊架总荷载,再结合结构与材质特性,将荷载均匀分配至各支撑点,确保不超承载能力;增设荷载监测装置,实时监测并处理异常,保障运行安全。

#### 3.4 施工工艺与成品保护优化

预制加工管控:工厂按BIM生成的图纸预制支吊架构件,通过专业设备加工保证尺寸精度与质量,经检验合格后运至现场,减少现场加工工作量。

安装流程规范：安装前清理现场、测量放线确定位置；安装时遵循“先主支架后次支架、先上层管线后下层管线”顺序，避免交叉作业混乱；实时检测安装位置、标高、垂直度等，确保符合设计要求。

成品保护强化：在支吊架表面涂刷保护涂料防腐蚀，通过包裹防护防碰撞变形；同时制定成品保护管理制度，明确各施工班组责任，加强现场巡查，及时处理损坏问题。

## 4 综合支吊架优化设计的实践应用效果

### 4.1 提升空间利用率

通过基于BIM技术的管线排布优化与综合支吊架结构优化，有效减少了支吊架占用空间，合理调整了管线间距，使得超高层建筑机电管线排布更加紧凑有序。在实际工程应用中，吊顶高度平均提升5-10厘米，不仅改善了建筑内部空间的视觉效果，还为建筑功能扩展提供了更多空间，满足了业主对建筑使用功能的需求。

### 4.2 增强结构稳定性

优化后的综合支吊架在材质选择、结构形式与连接方式等方面进行了全面改进，显著提高了支吊架的承载能力与结构稳定性。通过现场检测与长期运行监测，优化后的支吊架未出现变形、松动等问题，能够有效承受多专业管线的重量与运行荷载，保障了管线与建筑的安全运行。同时，抗震支吊架的应用，提高了管线在地震等自然灾害中的抗震能力，进一步增强了建筑的整体安全性。

### 4.3 提高施工效率

模块化、装配式支吊架结构形式的采用，减少了现场焊接工作量，简化了施工工艺；工厂预制加工确保了构件质量，减少了现场返工；BIM技术的协同设计避免了管线冲突，降低了施工调整频率。在实际工程中，综合支吊架安装工期平均缩短20%-30%，施工效率显著提高，同时减少了施工人员的劳动强度，降低了施工安全风险。

### 4.4 降低工程成本

综合支吊架优化设计通过合理选择材质、优化结构形式、提高施工效率等措施，有效降低了工程成本。一方面，预制加工与装配式安装减少了材料浪费与人工成本；另一方面，后期维护成本的降低进一步实现了工程全生命周期成本的控制。在实际工程应用中，综合支吊架工程成本平均降低15%-20%，为业主节省了大量资金。

### 4.5 改善后期维护便利性

优化后的综合支吊架布局合理，避免了遮挡管线检

修口与阀门；装配式结构形式便于拆卸与安装，减少了后期维护时对其他管线与支吊架的影响；防腐、防锈处理的加强延长了支吊架使用寿命，降低了维护频率。在后期维护过程中，维护人员能够快速、便捷地对管线进行检修与更换，维护效率显著提高，维护成本大幅降低。

## 5 结论与展望

### 5.1 结论

研究发现，当前超高层建筑机电管线综合支吊架设计存在空间利用率低、结构稳定性不足、协同设计缺失、后期维护困难等问题，严重影响工程质量与建筑运行效率。综合支吊架优化需遵循系统性、安全性、协同性、经济性与可维护性原则，从多维度制定方案。实践表明，基于BIM的协同设计、结构优化、管线整合及施工工艺优化等策略，能有效解决传统问题，显著提升空间利用率、结构稳定性与施工效率，降低成本并改善维护便利性，具备推广价值。

### 5.2 展望

随着超高层建筑向更高、更复杂方向发展，综合支吊架设计需持续创新。未来可加强新型材料（如高性能复合材料、智能材料）研发应用，提升支吊架性能与耐久性；深化BIM与AI、大数据融合，实现设计自动化与智能化；建立完善设计标准体系，统一标准以保障质量；加强全生命周期管理研究，实现从设计到回收的全过程管控，进一步降本增效。此优化设计需各方协同，为超高层建筑安全高效运行提供保障。

## 参考文献

- [1] 韩晓明. 大型建筑机电工程中抗震支吊架的优化设计与监测[J]. 工程建设与设计, 2025(6): 10-12.
- [2] 高名砚, 龙铠, 郭笑冰. 设备综合管道支吊架设计与安装技术[J]. 建筑技术, 2007, 38(4): 3. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4726.2007.04.018.
- [3] 王文添. 综合支吊架在机电安装工程中的应用[J]. 新型工业化, 2022, 12(11): 82-85.
- [4] 刘龙. 建筑设备管道及支吊架设计与安装应用[J]. 中国房地产业: 理论版, 2012(4): 1.
- [5] 赵川, 时岭. BIM技术在安装工程中的应用研究[J]. 城市住宅, 2018, 25(1): 3. DOI: CNKI: SUN: CSZZ. 0. 2018-01-015.
- [6] 陈书明. BIM二次开发在超高层建筑机电安装中的应用研究[J]. 福建建筑, 2022(10): 147-150.
- [7] 罗津津, 管基海, 吴迪, 等. 基于BIM技术的超高层管线综合优化施工[C]//2021年全国土木工程施工技术交流会. 中建六局建设发展有限公司, 2021.