

# 异型吊篮在建筑施工中的安全应用研究

袭祝男

上海市金滨海城市发展集团有限公司 上海金山 201508

**摘要：**随着建筑行业的蓬勃发展，建筑造型逐渐向多元化、复杂化方向演进，传统吊篮在应对曲面建筑、超高建筑等特殊施工场景时显现出明显局限性，而异型吊篮因具备适应复杂结构、灵活调整作业范围的优势被广泛应用。本文聚焦异型吊篮在建筑施工中的实际应用，系统探讨其从选型适配、安装流程到使用维护的全周期安全管理体系，结合上海某大厦外墙维修等工程案例，深入剖析各环节的技术要点与管理措施，旨在为建筑行业提供兼具理论指导与实践价值的安全应用方案，助力降低施工风险、提升作业效率。

**关键词：**异型吊篮；建筑施工；选型配置；安装管理；安全监测；维护保养

## 引言

在现代建筑设计创新浪潮中，诸如曲面幕墙、不规则立面等复杂结构建筑不断涌现，传统标准吊篮因平台形状固定、悬挂方式单一，难以满足特殊立面的施工需求<sup>[1]</sup>。异型吊篮通过针对性的结构设计（如可弯曲平台、多角度悬挂装置），实现了对复杂建筑形态的精准适配，其在超高层建筑外墙施工、历史建筑修缮等场景中的应用愈发普遍。然而，异型吊篮的安全应用涉及力学分析、安装规范、动态监测等多维度管理<sup>[2]</sup>，因此深入研究其全周期安全管控策略，对保障施工人员生命安全、推动建筑行业可持续发展具有重要现实意义。

## 一、吊篮类型与异型吊篮的定义

### 1. 吊篮类型分类

常规吊篮以标准矩形平台为典型特征，悬挂结构固定且作业范围受限，主要适用于平面或规则立面的建筑施工，如ZLP系列标准吊篮常被用于普通高层住宅的外墙装修<sup>[3]</sup>。而异型吊篮是为特殊建筑结构定制的非标设备，其核心优势在于突破标准化形态：曲面适配型吊篮通过柔性平台边缘设计，可紧密贴合圆弧或双曲面立面；超高建筑专用吊篮配备加强型悬挂梁与抗风缆绳，能抵御强风荷载；不规则立面吊篮的悬挂装置可多角度调节，适应凹凸起伏的墙体结构；悬挑式吊篮则通过延伸悬挂机构，解决建筑挑檐、阳台等特殊部位的施工难题。

### 2. 异型吊篮的定义

异型吊篮是为满足曲面幕墙、超高层结构、不规则

立面等特殊建筑形态的施工需求，对作业平台轮廓、悬挂支撑方式及结构体系进行定制化设计的高空作业设备。其核心设计逻辑在于通过力学建模优化结构受力，例如采用高强度轻质合金材料降低设备自重，同时集成安全锁、防坠器等多重防护组件，以确保在复杂工况下的稳定运行。从应用价值来看，这类设备突破了传统吊篮的标准化形态限制，通过结构创新实现了对异形建筑立面的精准适配，在超高层外墙施工、历史建筑修缮等场景中发挥关键作用。

## 二、异型吊篮的选型策略

### 1. 建筑结构适配性分析

选型时需优先考量建筑立面形态，如针对曲率较大的圆弧幕墙，应选用平台边缘可弯曲的柔性吊篮，通过分段调节悬挂点角度实现立面贴合；对于高度超过100米的超高层建筑，需选用抗风等级 $\geq 12$ 级的专用吊篮，其悬挂结构通常采用28#工字钢等高强度材料，并配置防风缆绳固定于建筑结构体<sup>[4]</sup>。此外，还需评估作业空间内的障碍物（如裙楼、广告牌），选择悬挂方式灵活的型号，避免吊篮运行时发生碰撞。

### 2. 施工荷载计算与分布控制

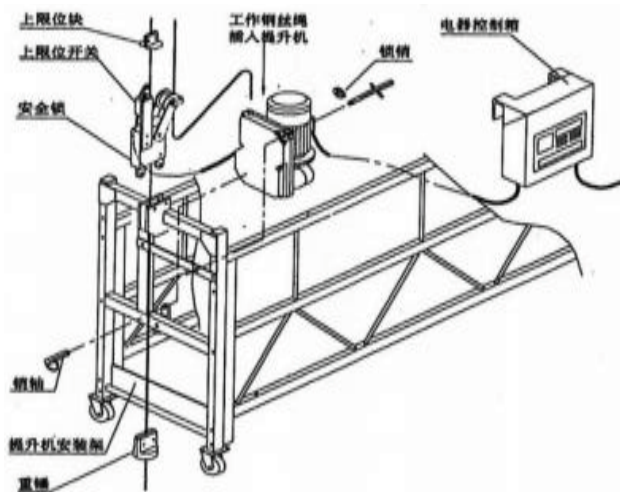
根据施工人员数量、工具及材料重量精准匹配吊篮额定载重，标准工况下按每人150kg（含安全装备）+材料200kg计算，通常选用额定载重 $\geq 630$ kg的型号（如ZLP630型）。荷载分布方面需严格规范，例如上海某项目明确要求平台载荷不得超过300kg（含2名作业人员），且材料需均匀堆放于平台中部，严禁集中堆放在边缘区域，以防吊篮倾斜引发安全事故<sup>[5]</sup>。

### 3.安全性能参数核校

提升速度参数需兼顾效率与稳定性，优先选择 $9.3 \pm 0.5\text{m/min}$ 的型号，避免因速度过快导致启停时的惯性冲击；安全锁的响应角度应 $\leq 8^\circ$ ，即在吊篮倾斜超过该角度时能立即锁止安全绳；上限位装置的制动精度需控制在距顶端0.5-1m范围内，防止吊篮冲顶碰撞建筑物女儿墙。

### 4.安全防护装置的配置

全防护装置是异型吊篮安全应用的重要保障。除了常规的安全锁、防坠器和限位装置外，还应根据实际需求，配备如缓冲装置、警示装置等额外的安全防护设施。在吊篮的边缘和角落处安装缓冲装置，可有效减轻吊篮在碰撞时受到的冲击力；警示装置通过灯光、声音等方式，及时向操作人员和周围人员发出安全警示信号。合理设计安全防护装置的安装位置和触发机制，确保其在关键时刻能迅速、准确地发挥作用。



## 三、异型吊篮的安装与拆卸安全管理

### 1.安装前准备工作

安装前需对施工现场进行全面勘察，绘制包含悬挂点位置、障碍物尺寸的建筑立面详图，如上海某项目根据21层框筒结构的附墙点分布，制定了前支架加高至6.3m的专项方案。同时，对安装人员进行资质审核，要求其持有《登高架设作业资格证》，并通过安全技术交底明确安装流程（如悬挂机构间距规范、配重配置标准），同步准备安全帽、防坠器等安全防护用品。

### 2.关键安装流程与技术要点

悬挂机构安装时，前支架通过3道附墙与结构连接，每道附墙采用4-M12\*120锚栓或2道 $\phi 16$ 抱箍固定，抗拔力需 $\geq 15\text{kN}$ ；后支架使用L50×50×4mm角钢剪刀撑

增强抗倾覆稳定性，配重块按650kg/侧均匀放置于木垫板上（垫板面积 $\geq 1.2 \times 0.2\text{m}^2$ ）。钢丝绳安装采用锁套式悬挂，安全绳独立固定于建筑物最高点，摩擦部位用橡胶轮胎包裹防护，防止长期磨损断裂。平台拼接时按立面弧度调整尺寸（1000-6000mm），螺栓紧固力矩需 $\geq 40\text{N}\cdot\text{m}$ ，确保连接强度。

### 3.安装现场安全管控

以吊篮为中心划定半径5米的警戒区域，悬挂“禁止通行”标识，非作业人员严禁入内。平台未完全固定时，设置临时防坠绳（每2米设固定点），防止安装过程中发生坠落事故，同时安排专人全程监督，及时纠正违规操作。

### 4.拆卸过程的安全注意事项

拆卸过程同样存在较高的安全风险，需制定严谨的拆卸方案。按照与安装相反的顺序进行拆卸，先拆除工作平台上的设备和工具，再逐步拆除悬挂机构等部件。在拆卸过程中，对拆除的部件进行妥善存放和搬运，防止发生掉落伤人事故。加强对拆卸现场的安全管理，设置警戒区域，禁止无关人员进入。

## 四、安装后的检查验收与性能试验

### 1.静态安全检查

全面检查支架焊缝是否存在裂纹、螺栓连接是否松动，配重块需用铁链锁牢防止移位；手动扳动安全锁，测试其能否在10厘米内锁止安全绳，按压限位开关时提升机应立即停机，确保安全装置灵敏可靠。

### 2.动态性能试验

空载试验时吊篮需升降3-5次（每次5米），观察运行平稳性及各连接点是否有异常响动；额载试验装载630kg砝码，在10米行程内升降3次，验证结构强度与安全锁响应灵敏度；超载试验加载110%额定载荷（693kg），测试限位装置精度，卸载后平台残余变形需 $\leq 5\text{mm}$ ，确保结构无永久性损伤。

### 3.联合验收机制

由施工单位、监理方、设备厂家组成验收小组，依据《吊篮安装验收记录表》的28项指标逐项检查，包括悬挂机构稳定性、电气系统绝缘电阻（ $\geq 0.5\text{M}\Omega$ ）、接地电阻（ $\leq 4\Omega$ ）等，合格率达100%方可投入使用。

## 五、使用过程中的安全管理要求

### 1.操作人员资质与行为规范

操作人员需年满18周岁，经专业培训考核取得《高处作业操作证》，每年参加复训。作业时必须佩戴双钩安

安全带，自锁器扣在独立安全绳上，严禁在吊篮内奔跑或抛投物品，且不得将吊篮作为垂直运输工具使用，避免因操作不当引发安全事故。

### 2. 荷载与环境风险管控

通过称重传感器实时监测平台载重，当载荷超过额定值80%时触发声光报警，超过100%时自动切断提升机电源。遇风力 $\geq 5$ 级（风速8.3m/s）、暴雨或大雾等恶劣天气时，必须停止作业并将吊篮降至地面，用钢丝绳固定于建筑物预埋件，防止设备倾覆。

### 3. 智能化安全监测系统

在吊篮平台及悬挂机构安装倾斜角度传感器（精度 $\pm 0.5^\circ$ ）与载重传感器（误差 $\pm 3\%$ ），实时将数据传输至监控中心，管理人员可通过物联网平台远程查看设备运行状态。同时，在吊篮关键部位安装摄像头，录制作业全过程视频并存储 $\geq 30$ 天，便于追溯安全隐患。

## 六、日常维护保养体系

### 1. 每日例行保养

每日作业前后清除平台、钢丝绳上的灰浆、油污，避免杂物堆积影响设备运行；重点检查钢丝绳磨损情况，当直径减少 $\geq 10\%$ 时立即更换，同时查看安全弯是否位移，确保钢丝绳受力状态正常；对安全锁活动部位涂抹黄油，保持锁止机构灵活。

### 2. 定期专业维护

月度维护需更换减速箱内的32#齿轮油（每工作200小时更换一次），检测电气系统绝缘电阻与接地电阻；季度维护时对悬挂梁、支架等关键结构件进行磁粉探伤，排查隐性裂纹，安全锁需送第三方机构校验，有效期为1年，确保防护装置性能达标。

### 3. 故障应急处理机制

建立包含20类常见故障（如电机异响、安全锁卡滞）的诊断数据库，操作人员需熟练掌握故障处理流程。每台吊篮配备备用安全锁、钢丝绳夹等应急装备，确保30分钟内可启动救援，同时制定停电、坠落等紧急情况的应急预案，定期组织演练提升处置能力。

## 七、工程案例：上海某大厦外墙维修项目

### 1. 项目背景与吊篮选型

该项目为21层框筒结构建筑，外立面存在瓷砖脱落、幕墙胶条老化导致的渗水问题，立面包含圆弧段与垂直段，建筑高度86米。鉴于建筑结构和维修需求的复杂性，项目团队经详细勘察和分析计算，选用ZLP630型吊篮（额定载重630kg，提升速度9.3m/min），

针对圆弧段采用可调节悬挂装置，平台拼接尺寸为4500 $\times$ 690 $\times$ 1180mm，确保贴合复杂立面。

### 2. 安装与测试实施

悬挂机构前支架加高至6.3m，通过3道附墙与结构连接（锚栓抗拔力 $\geq 15\text{kN}$ ），后支架设置L50 $\times$ 50 $\times$ 4mm角钢剪刀撑，配重650kg/侧均匀放置于木垫板上。在空载试验中，上下运动吊篮3-5次，每次升高高度约为5米，检查各连接点的安装情况，确保无松动、变形等异常现象；额载试验时，吊篮内均匀装载额定载荷，在大于5m行程中升降3次，验证结构强度及稳定性；超载试验则在吊篮内装载110%额定载荷，同样在大于5m行程中升降3次，检查限位装置灵敏性及结构可靠性。经测试，各项指标均符合安全标准，安全锁响应时间 $\leq 0.5$ 秒，限位精度控制在 $\pm 100\text{mm}$ 范围内，满足安全标准。

### 3. 使用与维护管理

施工中严格执行限载300kg（2人+工具）的规定，通过电子秤实时监控载重，超载时自动断电；每日施工前由专业人员对吊篮进行全面检查，包括屋面悬挂装置的结构状况、各紧固件的紧固情况、配重铁的数量及放置位置、钢丝绳的磨损情况等。每周进行安全锁模拟坠落试验（10米高度自由坠落，锁止距离 $\leq 200\text{mm}$ ）。同时，针对非标吊篮增加检查频次，在屋面拐角处设置现场负责人，强化施工过程监督。

每日施工结束后，及时清理悬吊平台、钢丝绳和悬挂机构上的垃圾、废料及表面附粘的灰浆杂质，保持设备清洁。对钢丝绳的安全弯、绳夹进行重点检查，确保钢丝绳安全可靠；检查配重块是否固定牢固，有无移动迹象；加强对支架固定点、安全锁等关键部位的检查，及时发现并处理潜在安全隐患。按照规定定期对减速箱及传动装置添加或更换润滑油，对安全锁活动部位进行润滑保养，确保设备各部件正常运转。根据现场实际需求，对非标吊篮采取适当的限载措施，并在主楼屋面四周拐角位置处的非标吊篮施工过程中，加强检测与监督力度，确保施工安全。

### 4. 实施效果

通过对各个环节的严格把控和精细化管理，项目历时90天顺利完成，施工期间未发生安全事故，外墙维修合格率达100%。该案例验证了异型吊篮在复杂建筑结构中的应用可行性，其选型标准、安装工艺及维护模式为同类复杂建筑施工项目提供了可复制的实践经验。

## 结论

异型吊篮的安全应用是涵盖选型、安装、使用、维护的系统性工程，需通过建筑结构适配性分析、安装流程标准化管控、动态监测技术应用及精细化维护保养，形成全周期安全管理体系。上海某大厦等项目的实践表明，科学的选型策略、规范的安装流程与严格的运维管理，可有效保障异型吊篮在复杂工况下的安全高效运行。未来，随着建筑技术的进步，通过进一步融合AI视频监控、物联网传感器等智能化技术，推动异型吊篮安全管理向数字化、精准化方向升级，为建筑施工安全提供更坚实的保障。

## 参考文献

- [1] 建筑施工高处作业安全技术规范 (JGJ 80-2016) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [2] GB/T 19155-2017, 高处作业吊篮 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [3] 刘志强, 等. 异型吊篮在复杂立面建筑施工中的应用实践 [J]. 施工技术, 2020, 49 (18): 105-108.
- [4] 张伟, 李军. 高层建筑异型吊篮施工安全管理要点分析 [J]. 建筑安全, 2021, 36 (7): 38-41.
- [5] 王磊, 等. 异型吊篮在超高层幕墙工程中的应用案例 [J]. 中国建筑金属结构, 2022 (11): 82-84.

