

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM—XXXX

悬吊臂擦窗机设计规范

Design Specification for Suspension Arm Window Cleaning Machine

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中 国 商 业 企 业 管 理 协 会 发 布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设计总则	4
5 技术要求	4
6 试验方法	5
7 包装、标志、运输、贮存和维护保养	5

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏博宇建筑工程设备科技有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：江苏博宇建筑工程设备科技有限公司。

本文件主要起草人：周阳。

本文件为首次发布。

悬吊臂擦窗机设计规范

1 范围

本文件规定了悬吊臂擦窗机设计规范的术语和定义、设计总则、技术要求、试验方法、包装、标志、运输、贮存和维护保养。

本文件适用于复杂立面或有内凹造型的建筑维护的悬吊臂擦窗机。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件。不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 2423.56 电工电子产品环境试验第2部分:试验方法试验Fh:宽带随机振动(数字控制)和导则
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)
- GB 5144 塔式起重机安全规程
- GB 5226.1 机械电气安全机械电气设备第1部分:通用技术条件
- GB 5226.2 机械安全机械电气设备第32部分:起重机械技术条件
- GB/T 5972 起重机钢丝绳保养、维护、检验和报废
- GB/T 8918 重要用途钢丝绳
- GB/T 9969 工业产品使用说明书总则
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 15706 机械安全设计通则风险评估与风险减小
- GB/T 16754 机械安全急停设计原则
- GB/T 16855.1 机械安全控制系统有关安全部件第1部分:设计通则机械安全控制系统安全相关部件第2部分:确认
- GB/T 19155 高处作业吊篮
- GB/T 20062 流动式起重机作业噪声限值及测量方法
- GB 24543 落防护安全绳
- JB/T 9005.1 起重机用铸造滑轮绳槽断面

3 术语和定义

GB 19154 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

擦窗机 Permanently installed suspended access equipment

用于建筑物或构筑物窗户和外墙清洗、维修等作业的常设悬吊接近设备。

3.2

收缩态 Contractile state

擦窗机在非工作状态下，各个部分收缩回至最小尺寸的状态。

3.3

伸展态 Stretched

擦窗机在工作状态下，进行高空玻璃幕墙清洗和维护作业时的完全展开和操作状态。

3.4

吊船 Working cradle

悬挂于空中，四周装有护栏，用于搭载作业人员、工具 and 材料的工作装置。

3.5 台车 Roll trolley

架设于建筑物或构筑物某一层面，用于支承和水平移动吊船的装置。

3.6 吊臂 Jib

用于悬挂吊船的装置。

3.7 设备的组成、结构及分类

3.7.1 悬吊臂擦窗机的组成

3.7.1.1 底座

擦窗机基础部分，安装在建筑物的顶部，支撑整个设备的结构。

3.7.1.2 立柱

连接底座和横梁，支撑横梁和悬吊臂机构。

3.7.1.3 横梁

连接立柱的上端，用于安装悬吊臂机构和配重。

3.7.1.4 悬吊臂机构

这是擦窗机的主要工作部件，通常包括一个或多个可以伸缩的臂架，能够将吊船或工作平台伸出到建筑物的外墙进行清洗。

3.7.1.5 吊船

吊船是擦窗机的工作平台，操作人员和清洗设备都在吊船上。吊船通常装备有固定的安全护栏和挡板，以确保操作人员的安全。

3.7.1.6 卷扬机组

卷扬机组用于控制悬吊臂的伸缩和吊船的升降，通常由电动机、减速器、钢丝绳、滑车等部件组成。

3.7.1.7 配重

为了确保擦窗机的稳定性，横梁的一端会安装配重，以平衡吊船和操作人员的重量。

3.7.1.8 电气系统

包括控制柜、电缆、电动机等，用于控制擦窗机的运动和操作。

3.7.1.9 安全装置

包括超载限制器、水平传感器、安全绳、安全带等，用于确保擦窗机在操作过程中的安全性。

3.7.1.10 回转机构

某些擦窗机会配备回转机构，允许悬吊臂在水平方向上进行旋转，以覆盖更广的清洗区域。

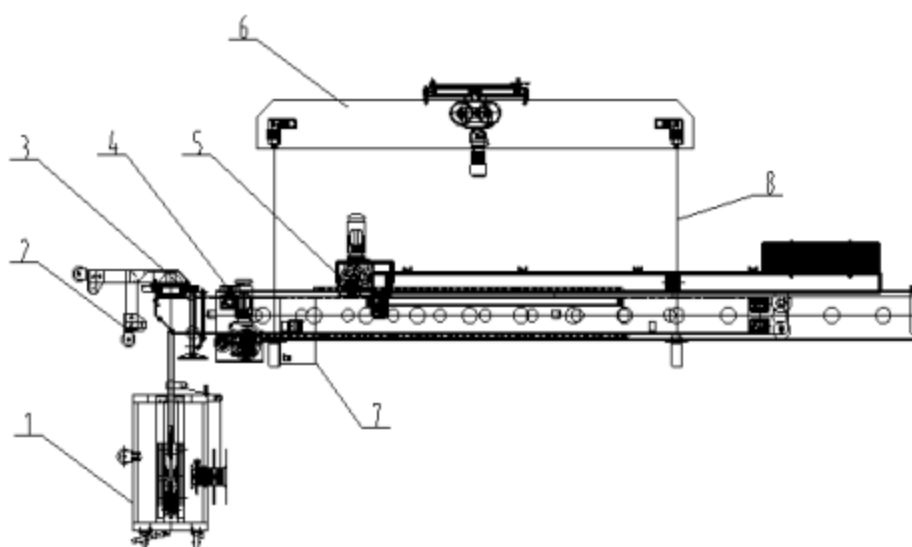
3.7.1.11 轨道系统

对于悬挂式擦窗机，轨道系统由预埋件、轨道支架和铝合金轨道三部分组成，用于引导擦窗机在建筑物顶部的水平运动。

3.7.1.12 液压系统

部分擦窗机会配备液压系统，用于驱动悬吊臂的伸缩和吊船的升降，提供稳定和可控的动力。

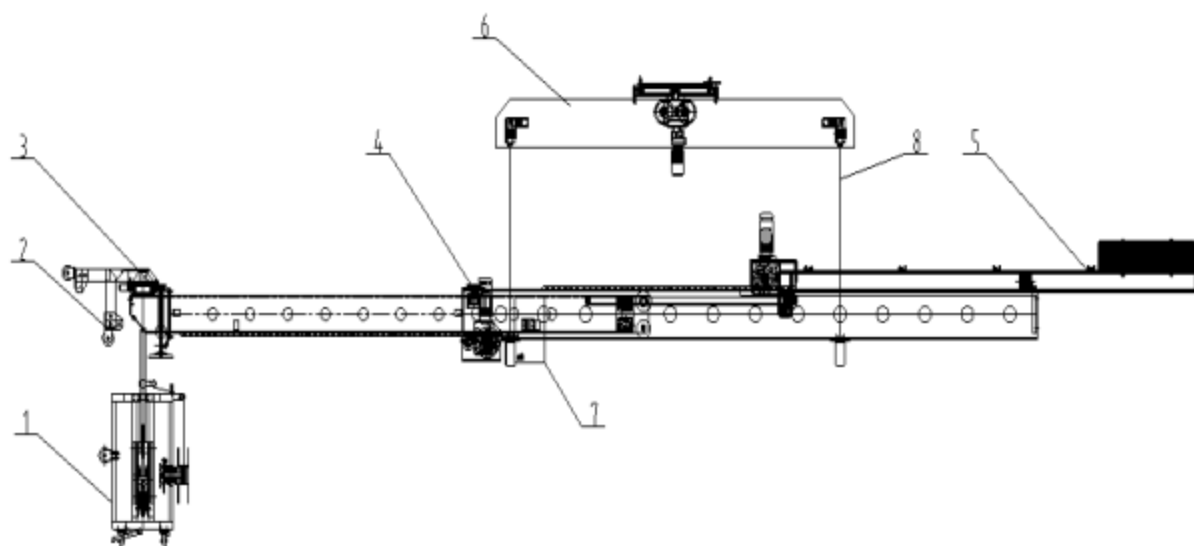
3.7.2 悬吊臂在收缩以及伸展状态下的结构图，分别如图 1、图 2。



标引序号说明：

- 1——
- 2——
- 3——
- 4——
- 5——
- 6——
- 7——
- 8——

图 1 悬吊臂收缩态



标引序号说明：

- 1——
- 2——
- 3——
- 4——
- 5——
- 6——
- 7——
- 8——

图 2 悬吊臂伸展态

3.7.3 悬吊臂擦窗机分类

3.7.3.1 屋面轨道式擦窗机（简称轨道式）：通过轨道系统与建筑物结构板相连，轨距一般为 0.8~4.0 m，适用于屋面结构规矩、空间充足、承载能力强的建筑物。其特点是行走平稳，就位准确，使用方便，自动化程度高。

3.7.3.2 附墙轨道式擦窗机：轨道是沿女儿墙内侧上下布置，预埋件由 1 块 10~16 mm 厚预埋钢板和 6 根 $\phi 16$ 或 $\phi 20$ 预埋钢筋组成。这种类型的擦窗机适用于女儿墙结构规矩、承载能力强的建筑物。

3.7.3.3 轮载式擦窗机：适用于屋面为观光平台、空中花园等上人屋面的建筑物，楼顶铺设轨道影响楼面整体布局美观时，宜选用轮载式擦窗机。这种擦窗机的行走通道为刚性屋面，其坡度小于 2%。

3.7.3.4 插杆式擦窗机：与轨道式擦窗机的轨道基座对结构要求及施工方法基本相同，区别在于它仅浇注一排独立基座，且预埋大于 $\phi 20$ 的一级钢筋。这种类型的擦窗机适用于空间受限或造价要求低的建筑物。

3.7.3.5 悬挂式擦窗机（简称悬挂式）：通过爬轨器在轨道上的行走实现擦窗机的连续水平运动。轨道系统分为预埋件、轨道支架和铝合金轨道三部分，适用于建筑物屋面支承结构。

3.7.3.6 滑梯式擦窗机：一般为铝合金结构，重量轻，大部分采用手动，只有少数为电动。根据天幕形状滑梯式擦窗机可分为用于清洗圆形天幕和条形天幕两种。这种擦窗机适用于玻璃采光屋顶、球形结构、天桥连廊等建筑物的内外墙清洗和维护作业。

4 设计总则

4.1 供电电源：擦窗机的供电电源应为建筑物电源的一部分，并应有足够的容量提供足够的电压及电流。电源插座应防水，并设置在易于接近的位置，以降低悬挂装置移动时对电缆造成损害的风险。

4.2 电气设备和电路：在设置时应考虑使用时的可预见状况，如意外撞击、气候条件或环境破坏等。必要时，应提供额外的机械保护。

4.3 接地保护：供电电源应设置接地保护，确保接地的有效性和连续性。电气系统应做接地处理，封闭控制柜应设置接地保护。

4.4 电缆布置：从电源供应点至悬挂装置或吊船的电缆应具有足够的长度和强度，以满足悬挂装置或吊船运动的要求。电缆路线布置不应产生危险或造成机械损坏。

4.5 安全装置：应设置联锁机构或控制装置以避免擦窗机与其他可移动设备造成碰撞。设置在吊船出入口上的联锁装置应符合相关标准的规定。

4.6 操作控制：电气布置应清晰，控制柜上的按钮、开关等操作元件应坚固可靠，自动复位式的控制按钮的直径应不小于 10mm。操作的动作与方向应以文字或符号清晰地标示。

4.7 液压系统：应符合相关标准的规定，承载液压缸应设置平衡阀或液压锁，以防止液压缸因管路破裂、泄漏而导致超速下陷。

4.8 标志和标牌：擦窗机应有清晰耐久的标志或标牌，包括制造商信息、额定载荷、最多承载人数等。

4.9 工作速度和噪声：擦窗机各机构工作速度应符合规定，误差不大于设计值的 $\pm 5\%$ 。在额定载重量下工作时，操作者耳边的噪声不应大于 85dB(A)，机外噪声不大于 80dB(A)。

4.10 可靠性和维护：擦窗机的可靠性试验按整机工作循环次数 3000 次考核。在进行维护或检修工作时不得进行作业，作业完成后，应将擦窗机平稳停放在指定位置，并进行卫生清理和安全检查。

4.11 结构和稳定性：设备的结构、稳定性与机械设计计算应符合相关标准的要求，包括吊船、起升机构、悬挂装置、轨道、电气系统和控制系统。

5 技术要求

整机设计：擦窗机应设计为重量轻、自动化程度高，配备完善的安全设施，包括实时故障自动诊断报警和安全保护文本显示功能。

结构强度：所有的构建均应采用热浸锌工艺，以保证擦窗机构件在 30 年内不发生锈蚀损坏。

电气系统：电控箱应采用不锈钢双门防水结构，确保控制元器件和电路不受雨水侵蚀。

安全系数：擦窗机的设计应考虑足够的安全系数，以应对各种工作条件下的负载要求。

稳定性：设备应具有良好的稳定性，确保在工作过程中不会发生倾覆。稳定性系数应与倾覆力矩相乘的系数相匹配。

钢丝绳：应使用具有足够安全系数的钢丝绳，并定期进行维护、检验和报废。

抗倾覆性能：擦窗机在工作过程中的稳定性和整体结构设计的合理性需要通过力学分析进行验证。

振动和噪声：擦窗机的噪声应控制在 79dB(A) 以内，以减少对周围环境的影响。

环境适应性：设备应能适应各种气候条件，包括高温、湿度和风雨等恶劣环境。

质量标准：擦窗机生产厂家必须具备国家质量认证和劳动部门的认可，并拥有生产资质。

维护和操作：设备应便于维护和操作，所有设备包括电气设备和机械配件都应能在当地的气候条件变化下进行测试工作及正常操作。

附加安全措施：应包括限制运动部件或装置超过预设极限位置的限位装置。

6 试验方法

载荷试验：设备安装完成后，需要进行现场调试和载荷试验，以评定设备是否满足性能要求和安全要求。这些试验包括静载试验和动载试验，以及辅助试验，以验证设备在实际工作条件下的稳定性和安全性。

稳定性和强度校核：使用有限元分析软件对擦窗机的伸展吊臂机构进行静力学分析，校核其强度和刚度，确保满足设计要求。同时，通过工况对比，确定最危险工况和最危险部件位置。

振动分析：进行模态和随机振动分析，获取吊臂结构的固有频率和振型，以及振动时结构位移的最大值。

动力响应分析：进行瞬态分析，获取吊船在特定条件下（如满载启动或突然制动）的位移、速度和加速度动力响应曲线，验证动载系数与标准规定的一致性。

动力学仿真：使用动力学分析软件对伸展吊臂机构的伸展变幅运动进行动力学仿真，验证其机构的运动特性和稳定性。

电气系统测试：测试电气系统的接地保护、隔离开关、按钮、开关等操作元件的可靠性和安全性。

液压系统测试：按照GB/T3766的规定，测试液压系统的承载液压缸、平衡阀、液压锁等，确保液压系统的正常工作和安全性。

标志和标牌检查：确保擦窗机上有清晰耐久的标志或标牌，包括制造商信息、额定载荷、最多承载人数等。

安全保护装置测试：测试吊船出入门上的联锁装置、急停装置等安全保护装置的设计与安装，确保在紧急情况下能够迅速有效地停止设备运行。

使用前的检查记录：在设备使用前，进行详细的检查并记录，包括设备的主要参数、操作步骤、安全系统等，以确保设备的正常运行和操作者的安全。

7 包装、标志、运输、贮存和维护保养

7.1 包装

擦窗机在出厂前应进行适当的包装保护，以防止在运输过程中受到损坏。包装应能够承受运输过程中的振动、冲击和气候变化。对于易损部件，应采取额外的防护措施。

7.2 标志

应附有相关标签及质量证明文件，内容宜包括：

- a) 生产厂名称、生产日期；
- b) 批量编号；
- c) 规格；
- d) 额定荷载、最多承载人数；
- e) 外观质量和尺寸检验结果；
- f) 安全警示标识；
- g) 质量检验部门签章。

7.3 运输

在运输过程中，应确保擦窗机及其组件固定牢固，避免因车辆振动或急刹车导致损坏。对于超重或超尺寸的组件，应使用合适的运输工具，并采取必要的安全措施。运输过程中，应避免碰撞和剧烈震动。

7.4 贮存

如果擦窗机或其组件需要临时或长期贮存，应选择干燥、通风良好的环境，避免阳光直射和雨水浸泡。对于金属部件，应采取防锈措施。同时，应定期检查贮存条件，确保设备不受损害。

7.5 维护保养

悬吊臂擦窗机的维护保养，应符合以下要求：

- a) 日常检查：每天使用前，检查擦窗机的各个部件，包括结构部件、安全装置、电气系统、润滑系统等，确保所有部件正常工作，无松动、损坏或腐蚀现象。
- b) 定期润滑：对擦窗机的轴承、链条、导轨等机械部件进行定期润滑，以确保运转顺畅，并定期检查润滑油（脂）的油位及质量，及时更换不合格的润滑油（脂）。
- c) 电气系统检查：检查电源线、电机、控制箱等电气设备是否正常，确保无过热、异响等现象，同时检查电气元件的接线是否紧固，无松动、脱落现象。
- d) 安全装置测试：定期对安全装置进行测试，包括安全绳、安全带等，确保其功能正常，急停开关灵敏可靠，无卡滞现象。
- e) 运行测试：进行空载和载重运行测试，检查擦窗机的运行是否平稳，无异常声响，确保承重能力符合要求。
- f) 钢丝绳检查：每月至少进行一次全行程的钢丝绳表面质量检查，包括断丝、折皱、弯曲、锈蚀等情况，并检查钢丝绳固定部位的轴销开口销、楔形装置、U形夹头是否牢固、齐全。
- g) 卷扬系统维护：检查主电机和主减速机的基础连接螺丝是否松动，润滑油位是否正常，卷筒轴承、排绳丝杠运动、制动机构的螺栓是否正常。
- h) 吊船系统检查：检查连接螺丝、焊缝、钢丝绳夹头、碰撞轮架、按钮箱密封、超载装置等是否正常。
- i) 电缆装置检查：检查电源电缆是否损坏，电源插头是否松动和损坏，电缆挂钩是否完好，以及电源滑环的碳刷磨损情况。
- j) 紧急操作准备：确保擦窗机配备有紧急停止按钮，并在需要时能够迅速切断电源，使吊篮平稳下降到安全位置。
- k) 维修保养记录：建立和维护擦窗机的维修保养记录，记录每次检查、维护和修理的详细情况，以便于追踪设备的维护历史和预防潜在问题。
- l) 专业培训：确保操作人员经过专业培训，熟悉设备的操作手册和安全操作规程，未经培训的人员不得操作设备。
- m) 遵守操作规范：操作人员必须遵守操作规范，包括穿戴安全带、安全帽，不超载，不在危险条件下工作，不在光线不足或恶劣天气下使用设备。