

超高层建筑中信大厦擦窗机系统与其运维实践与探索

陈向前

中信和业投资有限公司 北京 100020

摘要：擦窗机从字面上理解为擦窗的机器，这种解释实际上并不能完全体现擦窗机的全部功能。擦窗机比较全面的解释应为建筑物或构筑物常设悬吊接近设备，是建筑物的维护单元，英文名称为Building Maintenance Unit。擦窗机在建筑尤其是超高层建筑外墙的清洗、破损玻璃的更换、夜景照明的灯具检修、空调设备的安装以及广告设施维护等工作中作用尤其重要。擦窗机运维管理可以分为两部分内容，一是擦窗机设备的管理，要保证擦窗机作业期间不发生故障；二是擦窗机高处悬吊作业的管理，要保证高处作业的绝对安全，不发生伤人事故。擦窗机作业属于高处悬吊作业，属于特种作业，因高处悬吊作业环境复杂，工作时间长，不确定因素多，容错空间小，易发生事故，危险系数高，所以做好擦窗机运维管理就尤为重要，责任大，任务重。

关键词：擦窗机，运维，全面检验，年检，警戒区，应急预案

1 引言

随着中国经济的高速发展，我国各大中城市的高层超高层建筑如雨后春笋般拔地而起，城市面貌日新月异，城市的天际线越来越高。而各高层超高层建筑建成后，建筑外墙必须要定期清洁、维护和维修，当建筑高度达到甚至超过100米后，一些常规的维护手段比如悬挂蜘蛛人、地面吊车已不能满足建筑维护的需要。进入21世纪之后，人们已普遍认识到建筑维护的重要性，新建的高层超高层建筑大部分都安装了擦窗机，目前擦窗机已成为高层超高层建筑必不可少的维护设备，当高层超高层建筑投入运营后，擦窗机在建筑外立面清洗、破损玻璃更换、夜景照明灯具维修等建筑维护方面发挥着不可替代的作用。如何保证擦窗机安全高效运行，是建筑

业主或运维单位必须要考虑的问题。本文结合北京中信大厦擦窗机运维管理实践，较为详细地介绍了该项目擦窗机管理的方法和采取的措施，为超高层擦窗机运维管理提出了一个切实可行的方案。

中信大厦位于北京 CBD 核心区，地上109层，高度528米。中信大厦在屋面设置环形水平轨道，安装有5台擦窗机。擦窗机吊篮安全载荷350Kg,可以搭乘2名施工工人和随身工具，物料卷扬机载荷650Kg,可以满足大厦最大玻璃和所需索具的吊运需求。各台擦窗机均可沿擦窗机轨道运动到轨道上的任意位置，并通过擦窗机吊臂的仰俯、回转和伸缩将吊篮送到幕墙外立面的任意位置，能够满足大厦运营阶段幕墙维护的需要。

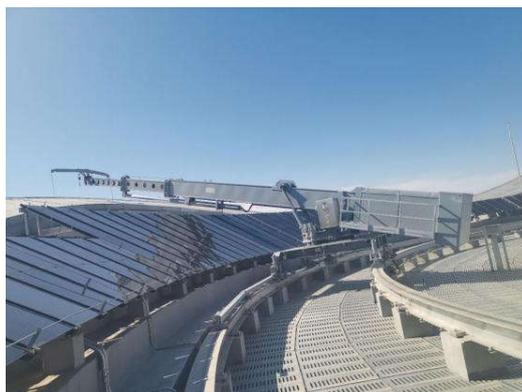


图1 中信大厦擦窗机实景图

大厦外立面幕墙的竖向龙骨内嵌有擦窗机吊篮的竖向轨道，与大厦的整体形象融为一体，非常和谐。竖向轨道作为吊船的约束系统，既可以满足吊篮在大厦内凹的腰部能够无限接近建筑外墙，也能保证擦窗机在风速

小于5级的情况下正常工作，并能避免擦窗机工作时偶然出现的大于5级的阵风使吊篮发生危险。此竖向导轨约束系统的设置极大提高了超过层擦窗机的运行效率，降低了擦窗机的运行风险。

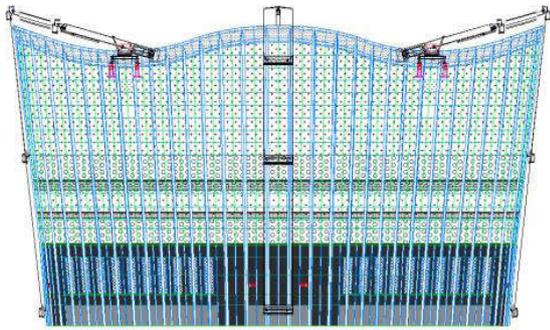


图2 中信大厦擦窗机系统塔冠工作图

此项目擦窗机的方案设计合理，非常完美地匹配了中信大厦外形对幕墙维护的需求。其它新建超高层建筑的擦窗机方案设计时可参考此项目的擦窗机设计理念。中信大厦擦窗机自2018年投入使用至今已5年，通过这5年的探索与实践，为超高层建筑擦窗机的运维总结了一些经验，供进行高层超高层建筑擦窗机运维的同行参考。

2 擦窗机运维团队

做好擦窗机的运维工作，人的因素排在首位。每个参加擦窗机运维的参与者，其管理水平和技术水平的高低以及质量和安全意识的强弱，直接影响着擦窗机运维工作的成败，因此科学合理选择和组织运维团队尤其关键。

中信大厦运维单位安排一名经验丰富的专业工程师负责擦窗机的全面管理，包括擦窗机的维护和保养、擦窗机高处悬吊作业的管理。擦窗机的维护和保养交给专业的擦窗机维保单位负责，有两名驻场工程师提供维保服务。驻场工程师的工作包括三个方面内容：对高处悬吊作业人员进行擦窗机操作培训和考核、高处悬吊作业过程中擦窗机设备的安全监护和故障排除以及擦窗机设备的定期维保工作。要求使用擦窗机进行高处作业的单位安排不少于4人完成预定的擦窗机高处作业：持证上篮高处作业人员必须是2人；安排地面看护1人，负责地面警戒区的看护工作，提醒地面人员远离警戒区域，以防高处坠物伤人；屋面安全管理人员1人，自始至终进行监护，通过通讯设备了解作业进度，发现问题及时处理，必要时增加人手在室内协助吊篮内的高处作业人员完成工作。

3 擦窗机的检查、维护和保养

在高处悬吊作业过程中，擦窗机的健康与否决定着施工作业是否能够安全顺利进行。凡事预则立，不预则废。擦窗机高处作业前做好设备的检查、维护和保养以及检验是保证擦窗机高处作业顺利开展的前提。

擦窗机的检查、维护和保养包括三部分的内容：定期检查和维护、全面检验和年检。三部分工作均形成报

告并存档。

擦窗机定期检查和维修每季度进行一次，重点检查擦窗机设备本身的各关键部件：

- a) 检查内置电缆芯钢丝绳耐压试验不小于 500V；
- b) 检查设备结构本身及部件之间的连接，并按维保手册要求进行紧固；
- c) 检查包括上下限位、极限限位等所有安全装置并进行适当的调整；
- d) 检查卷扬机、行走机构、伸缩臂系统和大小回转机构等所有运动机构，并按照维保手册的要求对运动部件进行润滑；
- e) 检查轨道间及轨道与建筑基础之间的连接并进行紧固。

擦窗机的全面检验每六个月进行一次，控制擦窗机完成吊臂仰俯、伸缩和回转；吊篮升降和底盘行走等所有动作，检验所有的限位装置的灵敏可靠性；仔细的目视检查，确定是否存在可能影响擦窗机安全使用的潜在的或严重的缺陷。

委托具有检验资质的专业检验机构进行擦窗机的年检，一般安排在每年三月初进行，因为在北京三月份下旬天气回暖，天气温度逐渐满足室外高处作业的气温条件。吊船均匀承载额定载荷，进行全范围的运行操作。确定设备在承载情况下功能是否正常，是否存在可能影响设备安全运行的明显缺陷，观察所有限位开关和超载检测装置是否灵敏可靠。

4 擦窗机高处悬吊作业管理

施工过程应严格按照相关标准和规范、经过审批的施工方案进行施工作业。施工前安全技术管理人员应根据标准和规范以及施工方案对施工作业人员进行安全技术交底，施工工艺和施工方法、可能存在的危险源及安全防护措施、作业技术难点及其解决方案是安全技术交底的重点。

高层超高层建筑的高处悬吊作业在某种程度上就是靠天吃饭，周围环境和天气的好坏决定了高处悬吊作业是否能够进行。一方面应保证悬吊作业的周边无发生高空坠落的危险源；另一方面严格控制交叉作业，防止坠物伤人；第三要时刻关注天气预报，保证天气条件满足高处作业的要求，如有天气预警信息应及时终止悬吊作业，并对工作面进行妥善处理。

4.1 擦窗机高处作业施工方案

利用擦窗机进行悬吊作业的施工单位应编制专项施工方案交运维单位备案，施工方案包括下列内容：

- a) 施工工艺和施工方法；

b) 施工工期安排;

c) 现场负责人及安全管理人员和高处作业人员等特殊作业人员资格;

d) 施工单位购买的保险包括: 高处作业人员的雇主责任险和公众责任险;

e) 可能存在的危险源及安全防护措施;

f) 作业的技术难点及解决方案;

g) 对高处坠物、设备故障、异常天气等应急事件的应对措施。

4.2 使用擦窗机进行高处作业时, 环境应符合以下要求:

a) 雨雪天、夜晚不进行高处作业。

b) 环境温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$;

c) 风速不大于 8.3m/s (相当于 5 级风)。

4.3 应在吊船作业区下方设置警戒区, 吊船作业位置至相应坠落地面的垂直距离中的最大值 hb 与警戒区范围半径 R 应符合以下要求:

当 $2\text{m} \leq hb \leq 5\text{m}$ 时, $R \geq 3\text{m}$;

当 $5\text{m} < hb \leq 15\text{m}$ 时, $R \geq 4\text{m}$;

当 $15\text{m} < hb \leq 30\text{m}$ 时, $R \geq 5\text{m}$;

当 $hb > 30\text{m}$ 时, $R \geq 6\text{m}$ 。

4.4 擦窗机高处作业现场安全管理

a) 运维单位对高处作业单位人员进行施工前的安全宣传教育并完成记录;

b) 维保单位驻场工程师进行擦窗机使用前的检查, 检查设备的任何部分是

否有明显松动或被拆除及所有的设备部件及相关轨道系统处于良好的工况; 检查工作过程中钢丝绳的状况; 确认天气状况是否允许擦窗机作业; 是否有雷电预警等; 每班完成擦窗机的工作日志并存档。

c) 施工单位安全管理人员应向高处作业人员进行施工安全交底, 并对高处作业人员、擦窗机安全装置和作业环境再次进行检查并完成记录;

d) 高处作业人员应持有有效高处作业证上岗作业。作业前, 高处作业人员应进行自我检查, 保证身体条件满足高处作业要求, 个人着装符合安全要求并接受安全员的检查并完成记录。

5 应急预案

对擦窗机高处悬吊作业做好专项应急预案, 针对可能发生的事故和所有危险源制定应急预案和现场处置方案, 并明确事前、事发、事中、事后的各个过程中相关部门和有关人员的职责。擦窗机运维中比较常见的危险源有高空坠物、机械伤害、电气故障和异常天气等。做好应急预案的培训和演练也非常重要, 应急预案的培训和演练至少每年进行一次。

6 结束语

随着中国城市化的发展, 越来越多的超高层建筑投入运营, 要保证其运营安全, 不发生安全事故, 做好擦窗机的运维工作是其中一项重要的工作。相信今后也会有越来越多的单位注重此项工作, 越来越多的更加合理的管理手段被采用, 使擦窗机运维工作更科学、更经济、更安全可靠。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家质量检验检疫总局, GB/T 19154-2017, 擦窗机, 中国标准出版社, 中国国家标准化管理委员会, 2017。

[2] 中华人民共和国住房和城乡建设部, JGJ/T 150-2018, 擦窗机安装工程 质量验收标准, 中国建筑工业出版社, 2018。

[3] 北京市质量技术监督局, DB11/T 1194-2015, 高处悬吊作业企业安全生产管理规范, 2015。

[4] 中华人民共和国国家质量检验检疫总局, GB/T 3608-2008, 高处作业分级, 中国标准出版社, 中国国家标准化管理委员会, 2009。