

垃圾电厂主厂房大型金属屋面抗风揭性能及安装技术

王 可

中国电建集团四川工程有限公司 四川 成都 610000

【摘 要】：垃圾电厂主厂房大型金属屋面对风荷载敏感，连接件咬合部位易成为薄弱环节引发风揭破坏。为提升屋面抗风揭性能，提出可自由转动的扣嵌式新型 T 形连接件，采用有限元方法开展抗风性能对比分析。结果表明，新型连接件能有效缓解应力集中，优化传力路径，显著提升屋面整体抗风能力，失效模式得到改善。研究形成配套控制技术与质量保障措施，可为同类大型工业金属屋面抗风设计与施工提供参考。

【关键词】：垃圾电厂；金属屋面；T 形连接件；抗风揭；有限元分析

DOI:10.12417/2811-0528.26.16.045

大型工业建筑常采用金属屋面体系，垃圾电厂主厂房因跨度大、厂区开阔，金属屋面长期承受强风荷载作用，风揭事故频发，严重影响结构安全与正常运营。金属屋面抗风揭性能取决于连接件构造、锁边工艺及安装质量，传统 T 形连接件刚性连接易产生应力集中，难以适配温度变形与风荷载耦合作用。为解决上述问题，结合垃圾电厂工程特性，开展大型金属屋面抗风揭性能及安装技术研究，为提升工业屋面抗风安全性提供理论支撑与技术参考。

1 垃圾电厂主厂房大型金属屋面抗风揭影响因素

垃圾电厂主厂房大型金属屋面的抗风揭性能受多重关键因素共同制约，各类因素相互耦合作用，直接影响屋面系统整体稳定性。风荷载作用特性是核心影响条件，垃圾电厂厂区多处于开阔地带，气流无遮挡，主厂房大型屋面受风吸力作用显著，风荷载分布不均易在屋面边角、屋脊及洞口周边形成局部高压区，持续冲击屋面结构，诱发局部变形与连接松动。屋面构造体系的薄弱环节决定抗风承载能力，大型金属屋面多采用直立锁边形式，屋面板与连接件咬合部位为传力关键节点，连接件材质、规格及布置间距直接影响传力效率，若构造设计未匹配风荷载等级，易出现咬合不紧密、传力路径中断的问题^[1]。环境与材料特性加剧抗风风险，垃圾电厂运行过程中存在温度波动、烟气腐蚀等工况，温度变化引发屋面板热胀冷缩，产生附加温度应力，弱化连接强度，腐蚀作用会降低金属构件力学性能，长期累积导致屋面抗风能力持续衰减。

2 垃圾电厂主厂房大型金属屋面抗风揭控制技术

2.1 屋面连接件抗风优化设计

屋面连接件抗风优化设计以提升节点传力可靠性与变形适应性为核心，采用可自由转动的扣嵌式 T 形连接件构造体系。连接件顶端两侧设置弯钩形咬合结构，中间开设定位槽，通过螺栓杆将屋面板与连接件形成整体约束，增强锁边咬合处

的嵌固强度。底部滑座内置滑槽与限制槽，配合可动腹板耳边构造，实现风荷载作用下的微小平移与转动变形，有效抵消屋面竖向位移与温度应力，避免咬合部位出现应力集中。该设计突破传统刚性连接的受力局限，充分利用铝合金材料力学性能，将连接失效模式由咬合脱开转变为屋面板本体屈服，为大型金属屋面抗风连接设计提供新型构造方案，对同类工程连接件优化具有直接参考价值。见图 1。

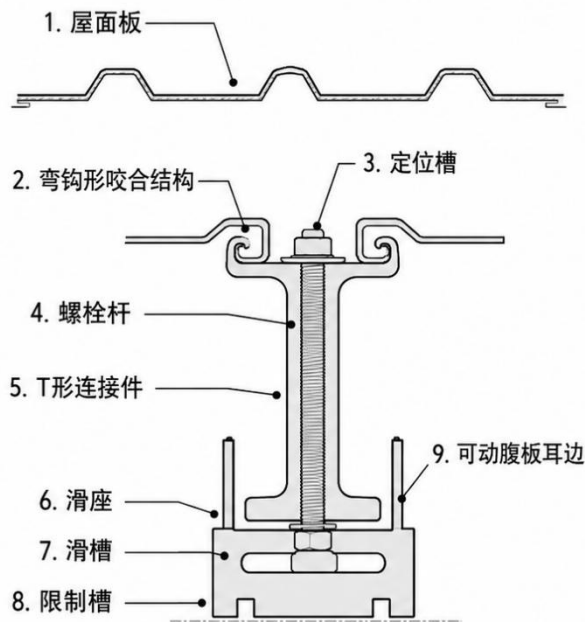


图 1 新型可动式 T 形金属屋面连接件构造示意图

2.2 金属屋面板锁边加固工艺

金属屋面板锁边加固工艺聚焦直立锁边咬合节点的密封与抗拔性能，依托铝镁锰合金屋面板与铝合金 T 形连接件的材料匹配特性，强化咬合接触面的传力稳定性^[2]。屋面板厚度采用 1.0mm，连接件厚度采用 10mm，两者接触界面设置非线

性摩擦接触,摩擦因数控制为0.1,保证风荷载传递过程中接触面受力均匀,避免局部应力集中。通过专用锁边设备完成咬合成型,严控锁边咬合的成型精度与贴合度,确保屋面板肋部与连接件腹板紧密贴合,形成连续可靠的传力界面,规避咬合间隙过大引发的传力中断问题。该工艺针对咬合薄弱环节进行精准强化,提升节点抗风承载力与密封耐久性,解决传统连接易脱开的技术缺陷,为大型屋面锁边施工提供标准化工艺依据。

2.3 屋面系统分区抗风构造措施

屋面系统分区抗风构造措施基于风荷载分布特性与屋面受力差异,对主厂房大型金属屋面进行区域化抗风设计。风荷载作用下屋面边角、屋脊及洞口周边形成局部高压区,强风吸力持续冲击屋面结构,易诱发局部变形与连接松动,降低整体稳定性。直立锁边金属屋面传力路径经屋面板、锁边咬合处、连接件传递至檩条,咬合部位刚度较低、受力复杂,为整体抗风体系的薄弱环节。通过差异化构造设计,针对高风吸力区域强化连接件布置刚度,优化局部构造刚度,降低屋面跨中竖向变形,平衡结构安全与受力效率,构建整体协同的抗风体系,有效分散风荷载作用效应,减少应力集中对薄弱节点的冲击,提升屋面整体抗风承载能力,为大型工业屋面分区抗风设计提供系统性技术思路,助力实现安全与经济的协调统一。

3 垃圾电厂主厂房大型金属屋面抗风揭性能保障

3.1 屋面安装工序质量管控

屋面安装工序质量管控围绕直立锁边金属屋面系统的装配精度与连接可靠性实施全过程控制,从基础装配到节点连接逐层落实质量要求。严格控制铝镁锰合金屋面板安装平整度,板肋对齐偏差控制在允许范围,保证屋面整体受力均匀,避免局部受力不均诱发变形。铝合金T形连接件底部通过自攻螺钉与檩条可靠连接,连接件安装位置偏差不超出规范限值,确保传力路径连续顺畅,防止荷载传递中断。屋面板间及屋面板与连接件接触界面维持非线性接触状态,摩擦因数保持0.1,减少装配间隙引发的局部应力集中。通过对各工序关键参数的精准控制,抑制安装偏差累积,保障屋面系统在风荷载作用下的整体稳定性,为大型金属屋面标准化施工提供质量控制依

据。

3.2 抗风关键节点施工验收

抗风关键节点施工验收聚焦屋面锁边咬合处、连接件装配部位的施工质量核验,通过量化指标把控节点成型质量与受力性能^[3]。重点核查T形连接件顶部边缘与屋面板内缘初始距离为8.5mm,确保咬合预留间隙符合设计要求,避免初始间隙异常导致风荷载下提前脱开,保证咬合构造具备合理变形空间。核验屋面板与连接件锁缝咬合的紧密性,接触面贴合状态满足非线性接触受力条件,杜绝虚咬、松咬等缺陷,确保传力界面连续可靠。检查连接件材质参数,铝合金弹性模量维持 6.9×10^4 MPa,泊松比0.34,屋面板弹性模量 4×10^4 MPa,泊松比0.27,材料力学性能匹配一致。通过量化指标验收关键节点,保障节点抗风承载能力,为同类工程节点验收提供可参照的技术标准。

3.3 屋面抗风揭现场检测方法

屋面抗风揭现场检测方法基于风荷载作用机理与失效判定准则开展现场性能验证。采用分级加载方式施加竖向风吸力荷载,加载梯度按 0.5 kN/m^2 递增,直至屋面出现明显变形或连接接近失效状态。以T形连接件顶部边缘与屋面板内缘距离L趋近于0作为连接失效判定依据,同步监测屋面板跨中竖向位移变化,记录不同荷载等级下的位移响应数据。检测过程中实时采集咬合处应力分布,获取极限荷载状态下的应力峰值,原T形连接件极限风压为 7.4 kN/m^2 ,新型T形连接件极限风压可达 9.5 kN/m^2 。通过实测数据量化评估屋面抗风揭性能,为大型金属屋面现场抗风检测提供科学可行的技术方案。

4 结语

垃圾电厂主厂房大型金属屋面抗风揭性能的提升,关键在于连接件构造优化、抗风技术应用与施工质量管控的协同统一。新型T形连接件通过转动与平移有效释放温度应力、优化传力路径,显著改善屋面受力状态,避免咬合处提前失效。配套抗风构造措施与标准化安装、验收、检测流程,进一步保障屋面系统整体稳定性。研究成果可为同类大型工业金属屋面抗风设计、施工及运维提供技术借鉴,助力提升工业建筑屋面安全耐久性能。

参考文献:

- [1] 宣颖,张乐乐,谢壮宁.考虑台风效应的金属屋面系统全寿命期疲劳损伤估计[J].工程力学,2025,42(01):189-198.
- [2] 周锟,南宁,郑世巨,等.金属屋面系统新型T形连接件抗风性能分析[J].兰州理工大学学报,2024,50(02):131-135.
- [3] 齐晓海,冀晓文,王斐亮,等.360°咬合金属板屋面风致易损性分析[J].建筑结构,2024,54(10):81-86+144.