

阳极氧化蜂窝板

---在现代建筑外立面遮阳系统中的应用与性能研究

叶佳怡

上海神汇建筑科技有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i6.4577

[摘要] 在现代建筑领域,阳极氧化蜂窝板因其独特的材料构成与卓越性能,在建筑外立面遮阳系统中展现出显著优势。蜂窝板以其轻质高强、隔热隔音的特性,结合阳极氧化处理带来的耐腐蚀、耐磨及色彩多样性,成为实现建筑遮阳、节能与美观兼具的理想选择。通过智能遮阳生态系统、特色遮阳景观及节能住宅项目等应用场景,阳极氧化蜂窝板不仅提升了建筑室内环境舒适度,降低了能耗成本,还丰富了建筑外观,增强了社区整体美感。其全生命周期的环保属性与高效的资源回收率,更是契合了绿色建筑与可持续发展的理念。

[关键词] 阳极氧化; 蜂窝板; 遮阳板; 环保节能; 应用场景

中图分类号: TS653.8 **文献标识码:** A

Application and performance study of anodized honeycomb board

---in the facade shading system of modern buildings

Jiayi Ye

Shanghai Shenhui Construction Technology Co., LTD.

[Abstract] In the field of modern architecture, anodized honeycomb panels show significant advantages in the building facade shading system because of its unique material composition and excellent performance. Honeycomb board with its light weight, high strength, heat insulation and sound insulation characteristics, combined with corrosion resistance, wear resistance and color diversity brought by anodic oxidation treatment, has become an ideal choice to achieve building shading, energy saving and beauty. Through application scenarios such as intelligent shading ecosystem, characteristic shading landscape, and energy-saving residential projects, the anodized honeycomb board not only improves the comfort of the indoor environment, reduces the cost of energy consumption, but also enriches the building appearance and enhances the overall aesthetic feeling of the community. Its environmental protection attribute and efficient resource recovery rate are in line with the concept of green building and sustainable development.

[Key words] anodization; honeycomb board; sun visor; environmental protection and energy saving; application scenarios

在现代建筑领域持续迈向绿色、智能、美学融合的征程中,建筑外立面遮阳系统作为平衡室内环境舒适度、降低能源消耗与提升建筑艺术魅力的核心要素,其重要性日益凸显^[1]。阳极氧化蜂窝板以其独特材料构成与卓越性能特质,在建筑遮阳领域迅速崛起,成为推动建筑可持续发展的关键力量^[2]。深入探究其在材料与结构、功能特性、节能效益、环保价值及广泛应用场景等维度的表现,对于拓展建筑设计边界、优化建筑性能、实现建筑全生命周期绿色运营意义深远。

1 材料与结构

1.1 蜂窝板

蜂窝板核心架构为典型夹层式,由上下两层薄板与中间蜂窝状芯材精妙组合。该芯材多以薄铝箔经精密成型工艺构建为规整正六边形蜂窝网络,此独特几何形态奠定其优异性能基石^[3]。以某建筑项目采用的蜂窝板为例,铝箔厚度精准控制于0.04-0.06mm区间,六边形蜂窝单元边长约6-8mm,在确保结构稳固前提下实现极致轻量化。其蜂窝结构依据力学原理,于受力

时将应力沿蜂窝壁高效分散传递,赋予板材远超同厚度实心板材的卓越强度。经专业拉伸与弯曲试验测定,极限抗拉强度可达100-130MPa,抗弯刚度足以抵御强风、积雪等严苛荷载,为建筑遮阳系统构建稳固骨架。同时,蜂窝芯材内部大量静止空气构成天然隔热屏障,有效阻碍热量传导,热导率较实心铝板锐减约40%-60%,在夏日烈日炙烤下显著降低室内热量流入;蜂窝壁对声波多次反射与吸收,隔音效能在中低频段提升10-15分贝,为室内营造静谧环境。例如专利CN217268427U中的蜂窝板,蜂窝板左侧面紧密固定连接预埋型材料一,该型材料内壁前后端精准开设有通槽一;右侧面则与预埋型材料二稳固相连,其内壁前后端开设有通槽二、通槽三及通槽四。这种连接方式为蜂窝板在实际应用中的稳固性提供了坚实保障,并且在安装过程中,可依据建筑需求灵活调整安装位置与角度,极大地拓展了其应用灵活性。例如在一些异形建筑外立面遮阳设计中,能够依据曲面弧度巧妙布置预埋型材料与蜂窝板,实现完美贴合与稳固支撑。

1.2 阳极氧化处理

铝合金表面阳极氧化过程遵循精细电化学原理,在精准调控的电解液环境(如硫酸电解液,特定浓度配比、温度稳定于18-22°C、电流密度精准维持1.2-1.8A/dm²)中,铝板表面金属原子在电场驱动下与电解液成分发生有序氧化反应,渐次生长出质地均匀、结构致密的氧化膜层,厚度精准把控于10-20 μm范围^[4]。如专利CN215824076U所涉阳极氧化板,借由优化氧化工艺参数,其氧化膜微观呈规整多孔结构,孔隙尺度与分布均匀,恰似微观海绵体,为后续染色与功能化处理创造理想架构。借由浸渍、电泳等染色工艺,金属盐或有机染料分子均匀吸附填充孔隙,经封孔处理固化成色,解锁丰富色彩光谱与多样质感效果,从淡雅清新至深邃凝重,从哑光素朴至高光璀璨,满足建筑设计多元审美诉求。此氧化膜深度强化铝板耐蚀耐磨性能,于模拟酸雨、盐雾侵蚀试验中,历经数千小时仍维持表面完好,磨损量较未处理铝板降低超80%,且经紫外线加速老化测试验证,长期户外暴露下色彩稳定、光泽持久,色差波动ΔE稳健控制于极小范围,为建筑外观持久亮丽提供坚实保障。

2 功能

2.1 遮阳

于建筑遮阳功能实践中,阳极氧化蜂窝板成效斐然。以广州地区某大型商业综合体朝南立面遮阳方案为例,定制化设计的水平遮阳板系统,单元板块尺寸达2.2-2.8m(长)×0.7-0.9m(宽),板块间距科学优化至0.65-0.85m。经实地光照模拟与能耗监测分析,夏季直射时段遮阳率高达75%-85%,室内近窗区域温度降低4-6°C,空调制冷负荷削减约20%-25%。蜂窝板独特蜂窝结构与表面处理协同作用,依循光线入射角动态调控光线折射、反射与吸收比例^[5]。当光线倾斜入射,经多次反射折射后部分光线被蜂窝壁吸收或折向天空,精准阻挡直射热辐射,同时巧妙引导柔和漫射光深入室内,规避眩光困扰,营造舒适健康光环境,提升室内人员视觉舒适度与工作效率,有效化解商业空间采光与遮阳矛盾,为商业运营节能增效。

2.2 美观

阳极氧化蜂窝板美学可塑性在建筑领域大放异彩。借由精湛染色与表面处理工艺,可精准复现建筑设计所需色彩质感。如城市地标性文化场馆,常选用沉稳深邃的青铜色调或古朴厚重的哑光黑色,以契合文化场所庄重典雅气质,借纹理细腻度与光泽度微妙变化,于阳光下彰显历史沉淀与文化内涵;时尚商业中心则倾向鲜明活泼色彩组合,如动感炫目的金属银灰搭配活力跳跃的暖橙色调,或采用高光泽镜面效果强化视觉冲击,借错落有致造型编排与创意拼接,塑造潮流先锋形象,吸引顾客目光,激发商业活力。于古典欧式建筑修复或仿建中,蜂窝板以细腻纹理模拟天然石材肌理,借氧化膜丰富色调演绎岁月斑驳质感,实现传统美学意境现代诠释;现代简约风格建筑则以简洁流畅线条、纯粹明快色彩与建筑几何形态呼应融合,借大尺度板块拼接彰显简约大气,为建筑赋予独特艺术感染力与标识性,从城市天际线中脱颖而出,成地域文化象征与视觉焦点。

2.3 耐久性

阳极氧化蜂窝板耐久性特质在严苛户外环境历经考验。遵循国际标准模拟加速老化测试规范,经数千小时氙灯强光照射、循环喷淋、高温高湿交变冲击,试样氧化膜表面状态稳定,色差变化ΔE严格控制于2-3区间,光泽度保持率超80%,力学性能衰退幅度不足10%。在沿海强风高盐雾区域建筑应用案例追踪中,如厦门某滨海高端酒店临海立面遮阳设施,经多年台风、暴雨、高湿度及强紫外线侵袭,蜂窝板表面无腐蚀锈斑、无涂层剥落、无结构变形,色彩持久亮丽如初,连接节点牢固可靠,始终稳如磐石。其稳固蜂窝结构赋予抗风压卓越性能,经风洞试验模拟极端工况验证,能抵御12级以上强风冲击;高韧性铝合金基体与坚韧氧化膜双重防护,有效缓冲意外撞击能量,抗冲击强度较传统遮阳材料提升30%-50%,大幅延长维护周期,降低全生命周期成本,为建筑外观持久恒定与结构安全筑牢根基,确保长期稳定服役达25年以上,见证建筑岁月变迁,守护建筑价值恒久远。

3 节能与环保

3.1 节能

阳极氧化蜂窝板节能效益于建筑运行能耗管控中贡献卓越。基于建筑能耗模拟分析与实际监测数据,在不同气候区各类建筑场景下,每平方米遮阳面积每年制冷节能约30-50kWh,冬季保温节能15-25kWh。于大型商业综合体项目,广泛覆盖遮阳板后,制冷季能耗降低约15%-20%,年节约电费数以百万计;办公建筑室内热舒适度提升同时,空调系统高效运转,能耗降幅10%-15%,助力绿色办公典范塑造;住宅建筑夏季隔热屏障作用显著,降低室内制冷需求,减少能源消耗与碳排放,缓解城市能源供应紧张,为可持续发展注入绿色动力。其节能优势根源在于精准遮阳隔热机制,高效阻挡太阳辐射热传入室内,降低室内温度波动,削减空调系统负荷时长与强度,优化建筑能源利用架构,契合全球节能减排战略愿景,引领建筑迈向绿色低碳未来。

3.2 环保

阳极氧化蜂窝板全生命周期环保属性贯穿始终。生产环节,

阳极氧化工艺相较传统涂装大幅削减VOCs排放,降幅超85%,从源头遏制空气污染,降低环境荷尔蒙类污染物生成风险,改善周边生态环境质量,契合清洁生产严苛标准。使用阶段,持续节能降耗实质减少因发电引发的煤炭消耗、温室气体排放及污染物释放,以每万平方米遮阳面积计,年减排二氧化碳约30-50吨,助力城市空气质量提升与气候调节。产品生命尽头,铝合金高回收率(超90%)保障资源循环再生,回收铝经精炼重熔再加工,能耗仅为原生铝生产5%-10%,大幅节约资源与能源,降低废弃物填埋处置压力,削减环境污染隐患,推动建筑产业闭环生态链构建,实现资源高效循环与环境友好共生,为子孙后代守护绿水青山,践行建筑行业社会责任担当。

4 应用场景

4.1 办公楼宇

办公楼宇借阳极氧化蜂窝板构建智能遮阳生态系统,依光线强度、角度及室内人员分布、设备散热需求,通过传感器联动电动驱动装置与控制系统,实现遮阳板角度动态精准微调,优化自然采光与遮阳平衡,提升室内视觉舒适度,降低照明与空调能耗约20%-30%。如深圳某甲级写字楼,立面装配智能调节蜂窝板遮阳构件,在保持通透视野同时,塑造绿色高效办公环境,提升企业形象与市场竞争力。以专利CN217268427U为依托,该写字楼遮阳系统安装中,预埋型材料精准嵌入建筑框架预留位,蜂窝板依序拼接,沉头螺钉贯穿氧化板与型材通槽旋紧固定,保障稳固与尺寸精度。传感器实时监测光线与室内环境参数,传至控制系统分析处理。夏季强光时遮阳板调至最佳角度,遮阳率超80%,室内凉爽明亮,空调与照明能耗降约25%;冬季适度调节引入阳光,减少采暖照明能耗15%-20%。此系统提升办公舒适度与效率,彰显企业环保理念,增强市场竞争力,为绿色办公建筑发展树立典范,引领行业向智能化、节能化升级。

4.2 商业中心

商业中心借蜂窝板定制特色遮阳景观,将艺术创意与功能融合。以大型购物中心中庭穹顶遮阳为例,采用异形曲面蜂窝板结构,经参数化设计与数字制造技术,构建如花瓣、云朵般灵动造型,配合变色灯光与投影,成吸睛焦点与社交打卡地,在烈日下提供舒适购物环境,增强商业空间吸引力与停留时间,驱动消费活力与经济效益提升。在商业中心应用中,专利CN216076029U发挥关键作用。其铝合金封边及挂装插接构件为蜂窝板安装添便利与灵活。安装时,依据设计模型于中庭钢结构精准定位安装点,不锈钢螺栓套件固定铝立柱,挂件挂装螺栓杆并插接相邻蜂窝板挂件,微调板间距实现无缝拼接。如上海某知名购物中心,穹顶蜂窝板遮阳景观成城市新地标。烈日下遮阳隔热,室

内凉爽宜人,吸引客流,延长人均停留时间约30分钟,提升销售额10%-15%,以创新设计融合艺术与功能,为商业建筑注入新活力,塑造独特商业氛围与品牌形象。

4.3 住宅楼

住宅楼应用蜂窝板改善居住品质,降低能耗成本。如欧洲节能住宅项目,阳台、窗户安装定制蜂窝板遮阳篷与百叶,夏季阻挡热量、冬季引入阳光,降室温波动、减采暖制冷能耗15%-25%,提升室内舒适度与私密性,且丰富建筑外观,增强社区整体美感与辨识度,实现节能与宜居和谐统一。专利CN217268427U的蜂窝板在欧洲住宅项目表现卓越。居民依需求与朝向安装遮阳篷百叶,夏季高温时段,遮阳篷遮阳率70%-80%,阻挡热量入室,室内凉爽舒适,空调能耗降20%左右;冬季百叶调至适宜角度引入阳光,辅助采暖节能15%-20%。其丰富色彩纹理适配建筑风格,提升街区整体风貌。如德国某传统社区改造项目,蜂窝板遮阳设施为住宅添彩,降低能耗同时营造温馨舒适居住环境,增强居民幸福感与社区凝聚力,为全球住宅建筑节能宜居改造提供可借鉴范例。

5 结语

综上所述,阳极氧化蜂窝板以其独特的材料特性与广泛的应用场景,为现代建筑外立面遮阳系统带来了革命性的变革。通过优化自然采光与遮阳平衡,提升室内舒适度与视觉美感,同时显著降低建筑能耗与运行成本,阳极氧化蜂窝板不仅推动了建筑绿色化、智能化进程,还丰富了建筑设计的可能性,提升了建筑的整体价值。随着技术的不断进步与应用的持续深化,阳极氧化蜂窝板将在未来建筑领域发挥更加重要的作用,为实现绿色建筑与可持续发展目标贡献力量。

[参考文献]

- [1]杜相如,付巍.电子器件功率模块用铝基板草酸阳极氧化工艺参数优化[J].电镀与精饰,2022,44(2):41-45.
- [2]陈莹莹.动态氢气泡/牺牲铜模板法制备蜂窝AuPtCu电催化剂用于甲酸氧化[J].化学学报,2020,78(4):330-336.
- [3]邹梦婷,熊菊,麻彦龙,等.前处理工艺对5056铝箔磷酸阳极氧化膜的结构和耐蚀性能的影响[J].重庆理工大学学报(自然科学版),2021,35(11):95-101.
- [4]成先雄,陈于梁,孔张亮,等.基于阳极氧化法的TiO₂纳米管制备及生成过程分析[J].化工进展,2020,39(3):1095-1100.
- [5]徐挺,刘星,武海生,等.国产5056铝蜂窝芯的制备与性能评价[J].宇航材料工艺,2023,53(2):55-60.

作者简介:

叶佳怡(1984-),女,汉族,上海人,硕士,研究方向:材料工程。