

体育建筑在绿色建筑在碳达峰阶段的利用

杨晓丽

河北惠宁建筑标准设计有限公司 河北省石家庄 050000

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21575

[摘要] 全球碳达峰背景下，体育建筑普遍存在能耗偏高、碳排总量偏大的现实难题，绿色建筑理念融入项目全流程，可从方案设计、建材选用、能源管控及日常运维各环节推动低碳转型，体育建筑空间布局与功能构成繁杂，对照明通风、温度调控及人流疏导均有较高标准，适配各类绿色技术落地应用。太阳能、地源热泵、雨水收集及智慧能源系统的落地应用，能够改善建筑能耗水平，有效削减碳排总量，各类体育建筑适配绿色策略的程度与落地成效存在差异，应结合自身功能属性、地域气候及使用频次制定适配优化方案，依托技术融合运营模式，助力行业低碳长效发展。

[关键词] 体育建筑；绿色建筑；碳达峰；低碳技术；能源效率

引言：

全球碳排放形势日趋严峻，建筑行业成为落实碳达峰的关键领域，体育建筑属于高频使用的公共配套设施，能耗体量突出，低碳转型具备可观发展空间，这类建筑空间结构繁复、功能覆盖广泛，能耗管控、采光通风及温控体系优化存在特有难点。绿色建筑技术可从建材选用、能源利用、智能系统整合等层面提供支撑，兼顾使用功能与舒适体验的同时减少碳排放量，赛事高峰期用能集中起伏较大，相关技术落地可切实改善建筑能耗状态，相关实践也能优化资源配置，为城市低碳长效发展提供思路。

一、体育建筑碳排放现状分析

（一）能源消耗特点

体育建筑在日常运营中表现出显著的能源消耗特点，其用能结构呈现多样化和高强度的特征，照明系统在比赛和训练过程中持续运转，尤其是大型室内体育馆，为保证观众和运动员的视觉舒适度，照明功率通常较高，空调和通风设备在不同季节承担着温控和空气流通的任务，尤其在室内环境密闭、人员密集时，其能耗占比更为突出^[1]。水系统在运动场地、卫生设施及泳池等区域的使用频率高，间接导致热水供应和循环系统的能源需求增加，电子显示设备和智能控制系统虽然提升了管理效率，但对电力的依赖亦不可忽视。

（二）碳排放关键环节

体育建筑的碳排放主要是由能源消耗造成的，电力消耗和燃料消耗占主要部分，照明系统、高功率制冷和采暖设备长时间工作造成大量的间接碳排放，供热和热水系统在冬季高峰时对燃气或者电力的需求加大，建筑材料选择以及保养也会给碳排放带来一定的影响，传统的混凝土、钢结构以及

防水材料在施工和更换的时候都会产生大量的碳排放。赛事高峰期负荷变化大，瞬间用电量急剧增大，造成供能系统在高峰时段效率下降，进而加大碳排放量，运动人群集中时间段内空调、通风等设施的能耗密度变大，室内环境控制系统持续运行属于长期碳排放的重要部分。

（三）使用强度与环境影响

体育建筑使用强度左右能耗形态与碳排水平，大型赛事、日常训练及大众健身催生集中使用需求，加重建筑内部环境承载压力，照明、空调、供水设备需长期维持高效运转，高频密集使用拉高瞬时能耗，还会加快设施老化，连带运维更换环节产生额外能耗与碳排放。室内通风、温湿度调节及噪声管控，是保障运动体验与健康状态的关键，能耗会随人员流动产生起伏，气候环境与建筑使用状态相互影响，夏冬极端气温大幅增加空调负荷，凸显气候对碳排的实际作用，统筹使用强度与外界环境条件，体育建筑低碳管理需采取动态调控方式，依托能源合理调配与智能监管提升运行效能，平衡碳排放管控与场地运动舒适度。

二、绿色建筑技术在体育建筑中的应用

（一）节能材料选择

在体育建筑中，材料选择对降低能耗和碳排放起到核心作用，高性能保温材料在墙体和屋顶的应用可以有效减少室内外温差带来的热量损失，降低空调和采暖设备的负荷，透光混凝土、双层玻璃和低辐射玻璃的使用不仅保证自然采光，还能够不同季节调节室内温度，减少电力照明和制冷的需求，地面和跑道材料的导热性能和耐磨性同样影响建筑运行效率，耐用且低维护的材料可降低长期能源投入^[2]。材料的生产、运输和安装过程也涉及碳排放，高性能、环保和可回

收材料在建筑全生命周期中体现出明显低碳优势。

（二）可再生能源利用

采用可再生能源是体育建筑实现低碳运行的主要方法之一，屋顶光伏板、太阳能热水系统、地源热泵可以四季不间断地提供电力和热能来减缓对传统能源的依赖，雨水收集系统以及中水回用技术可以削减水处理和供热系统的能耗并缩减间接碳排放，建筑外立面的光伏一体化设计同自然通风方向的安排把可再生能源同建筑功能融合起来，从而达成能源利用的优化。大型体育场馆依靠风能或者地热能这些区域可用的资源来支持空调、照明等负荷，可再生能源系统同传统的能源系统一起工作，在高峰时段依然可以维持稳定的能效，并且可以减轻电网的压力。

（三）智能系统集成

智能系统可以达到体育建筑能源管理以及运行效率的提升目的，以物联网和传感器为基础建立起来的智能控制系统，可以对照明、空调、通风和供水等设备实施即时调节，依照实际的使用强度以及环境的需求来作出相应的调整，从而防止出现能源的浪费情况，并且还可以完成数据的收集以及分析任务，进而促使管理人员去认识能耗的模式并加以改进，达成动态的优化效果。场馆内部人流检测、温湿度感知、光照控制三者一起运作的时候，建筑就可以根据不同的活动情况来维持一个舒适的环境，并且还能削减能耗。智能系统可以同可再生能源设备配合使用，先用光伏或者地热能代替电网和传统燃料，依靠这种方式，体育建筑在具备多种功能的同时也能达成低碳经营的目的，创建起一种高效、灵活且可持续发展的运行模式，给绿色建筑理念在体育设施上的落实赋予技术支持。

三、功能优化与低碳策略

（一）照明与通风调控

照明、通风系统在体育建筑中占能源消耗很大一部分，对降低碳排放有重要意义，采用自然采光引导、光感调节等手段可以达到保持场馆亮度、视觉舒适的条件下减少人工照明的目的，可调LED照明系统可以根据比赛或者训练的要求自由运转，从而达到节能的效果^[3]。通风系统用自然通风通道加高效机械通风设备的方式来达到空气流通和温度、湿度调节的最佳配合，在不同的使用环境下，照明和通风系统可以同智能控制系统相联接，依照场地被占用的情况以及外界环境的变化来自主地改变工作状态，防止出现能量的无谓损耗。

（二）空间布局与能效提升

体育建筑空间布局设计会对能效产生影响，合理规划功能区可以减少设备运行负荷，改善热量和空气流动状况，提升能源利用率，大空间区域用灵活的分区分隔来达到局部温控的目的，防止空调、采暖系统给整个场馆造成过多负担。观众席、运动场和辅助设施的位置安排会影响到光照、通风以及人流的分布情况，从而间接地影响到能耗模式。采用多功能区域共享的方式，在非高峰时段减少场馆内不必要的空间占用，从而降低照明和空调的使用强度。

（三）运营管理与负荷调节

运营管理对于体育建筑的低碳化来说起着重要的作用，合理地控制设备的负荷以及使用的方式可以有效地降低能源消耗，动态负荷管理系统会依照实际的活动规模和场馆被占用的情况来调节照明、空调以及供水设备的运作状况，从而使得能耗同使用强度相匹配，削减峰值能耗的压力。数据监控和分析可以找出能耗高峰以及异常使用的情形，从而给设备调度做出决定。大型赛事或者集训时，能源分配策略可对各个区域的供能做灵活的调节，既保证了舒适的环境又控制了碳排放量，长久以来的运维改善和精细管理让体育建筑能在各种季节、不同的活动形式之下维持着相对稳定的能效状态。

四、不同类型体育建筑低碳实践

（一）室内体育馆的绿色改造

室内体育馆密闭程度高、日常使用率高，能耗与碳排放负担更为明显，选用保温隔热性能优良的建材与节能玻璃，可缩减空调采暖运行负担，稳定室内温湿状态，减少不必要能源损耗，优化采光布局搭配照明设施，充分引入自然光源，智能照明可随场馆使用情况自动适配亮度，搭建低耗照明模式，通风设施融入热回收与风量调控技术，保障室内空气品质，削减风机运转功耗与能耗峰值^[4]。配置地源热泵、太阳能热水等清洁能源装置，为场馆温控与用水供给提供低碳支撑，梳理场馆设备排布与功能分区，依托智能管控平台统筹照明、空调、通风设备动态运转，把场馆能耗控制在合理区间，为行业低碳发展积累实践参考。

（二）户外运动场的节能措施

户外运动场能耗主要集中在照明、绿化浇灌及配套设施运转层面，节能LED灯具可依照赛事训练需求灵活调控启闭与亮度，搭配感应分区分控模式，缩减无效电力消耗，雨水蓄存及再生水利用技术应用于绿化养护、场地清洁，减少供

水净水流程产生的能耗，选用高反射跑道、透水路面、耐用草坪等场地建材，提升场地使用体验，缓解区域热环境压力，缩减配套能耗消耗。风能光照条件适宜的场地，布设光伏与小型风力装置，为照明排水供给辅助电能，实现清洁能源和场地使用需求相融，调整户外运动场能源结构与运营方式，可在高频使用状态下维持低碳标准，兼顾运动体验与场地环境舒适感。

（三）多功能综合体的能效协调

多功能体育综合体整合室内场馆、训练场地、商业及公共区域，业态构成繁杂，能耗分布较为分散，搭建一体化能源管控平台，统筹调控各区域照明、空调、通风设备，均衡高峰时段能源负荷，调整空间规划并推行区域共用模式，非活动时段缩减部分区域能源供给，压低整体能耗总量，智能设备联动能源供给与场地使用状态，搭配光伏、地源热泵、雨水利用等设施，构建闭环高效能源利用体系。建筑外立面与屋顶规划结合日照风向及散热特点，降低人工能源依赖，优化室内居住活动舒适感，依托运营数据动态调整设备运行状态，让综合体适配不同活动场景与季节变化，维持稳定能效水平，兼顾建筑使用功能与低碳发展要求，为大型体育建筑绿色转型提供可行思路。

五、碳达峰阶段体育建筑发展路径

（一）低碳技术整合模式

在碳达峰阶段，体育建筑的低碳技术整合模式强调多种技术手段的协同作用，建筑材料、能源设备、智能系统和可再生能源设施通过整体设计与运行策略的融合，实现能效最大化，高性能保温材料与隔热玻璃的应用降低空调和采暖负荷，光伏发电、地源热泵和太阳能热水系统提供可再生能源补充，减轻对传统能源的依赖^[5]。智能控制系统将照明、空调和通风设备的运行与建筑使用强度相匹配，实现动态调节和负荷平衡，不同区域功能的分区优化和空间共享，使能量使用更加集中且可控。

（二）能源管理优化经验

高效的能源管理属于体育建筑低碳运营的重要部分，经由对能耗数据展开持续监测并加以剖析之后，就能找出各个区域以及系统所表现出的不同能耗情况，进而依照这些信息来改良设备运作策略。照明系统依照使用场景和人流状况实施分区调控，空调及通风系统借助温湿度感应装置达成动态调节，以此保证能源耗费同实际需求相契合，对于大型赛事以及训练高峰期的负荷预估并加以安排，从而达到平抑峰值

需求、削减能源损耗的目的。

（三）可持续利用成效评估

可持续利用成效评价从建筑整个生命周期出发，把能源消耗、碳排放和使用性能纳入考量范围之内，借助于对不同种类体育建筑采取绿色技术，改善空间安排以及智能化运作之后所展开的数据分析工作，从而达成对低碳改造实际成果的有效衡量，并且证实节能材料以及可再生能源的应用对于供热、照明和通风这些部分有着明显减少碳排放强度的效果，同时也维持了运动环境的舒适感和功能的完备性。运营及负荷调控的改善使得建筑处在较高的使用频率之下仍旧能保持稳定的能效水平，进而缩减了能源上的损耗情况。

结语：

体育建筑碳达峰阶段的低碳实践，凸显绿色建筑技术与能源管理融合的价值，优化建材选用、开发可再生能源、搭载智能集成系统，可让场馆高频使用时依旧保持平稳能效，调整空间格局，优化照明通风调配，整体能效得到提升，依托运营调度与负荷适配，能耗可贴合实际使用需求。各类体育场馆低碳实践表明，室内场馆、户外场地及综合体育建筑，均可在保障使用功能与环境舒适的同时减少碳排放，低碳技术整合与能源管控优化，形成长效可行的运营模式，助力碳达峰推进，也为体育建筑绿色转型提供实践依据与技术依托。

【参考文献】

- [1] 张双建, 周晓龙, 赵伟. 体育强国背景下高校武术训练场馆建筑设计探讨[J]. 工程抗震与加固改造, 2025, 47(06): 210.
- [2] 金振, 王伟, 金昊. 超大型体育建筑分区分期及同层同步施工技术[J]. 建筑技术, 2025, 56(20): 2436-2439.
- [3] 罗鹏. 智慧体育建筑推动高校体育教学创新发展[J]. 建筑科学, 2025, 41(09): 209.
- [4] 黄旭, 韦娜莎, 王偲. 绿色建筑理念对体育场馆工程建设和运营的经济影响[C]//中国班迪协会(CBF). 2025年第一届中国智慧体育科学大会论文集(上). 圣卡洛斯大学教育学院; 世纪大学工商管理学院; 重庆移通学院淬炼商学院; 2025: 331-338.
- [5] 丁德. 基于模糊评价法的城市绿色建筑专项规划方法与实践[D]. 浙江大学, 2024.

作者简介：杨晓丽，1986.02，女，回族，河北省沧州市，本科，高级工程师，研究方向：建筑设计。