

被动式节能设计策略在体育建筑中的应用

The Application of Passive Energy Saving Technology in Sports Architecture

撰文 于鹏 赵晨 上海建筑设计研究院有限公司

摘要 与主动式节能技术相比较,被动式节能技术更适用于体育建筑及体育建筑群的发展建设。设计团队通过多年的体育建筑设计实践,结合国内外案例的技术考察,总结了一些适用的被动式节能设计策略,供设计同行参考与探讨。

关键词 被动式节能技术 设计策略 体育建筑

1 厘清几大和建筑节能相关的概念

时下在建筑设计领域充斥了各种新的词汇,为了使被动式节能设计策略更加有的放矢,我们还是有必要把一些概念加以明确和区分。

节能建筑:是遵循气候设计和节能的基本方法,对建筑规划分区、群体和单体、建筑朝向、间距、太阳辐射、风向以及外部空间环境进行研究后,设计出的低能耗建筑。

低碳建筑:是指在建筑材料与设备制造、施工建造和建筑物使用的整个生命周期内,减少化石燃料的使用,提供能效,降低二氧化碳排放量的建筑。

绿色建筑:是指在建筑的全寿命周期内,最大限度地节约资源,保护环境和减少污染,为人们提供健康、适用和高效的使用空间及与自然和谐共生的建筑。绿色建筑代表的是高效率、环境友好而又可持续发展的建筑。绿色建筑不但为人类提供健康、舒适的工作、居住、活动空间,同时最高效率地利用能源,最低限度地影响环境的建筑物,它是实现“以人为本”、“人-建筑-自然”三者和谐统一的重要途径。

生态建筑:是根据当地的自然生态环境,运用生态学、建筑学的基本原理和其他相关学科知识,合理地设计和建造居住、办公、商贸、生产等用房。国际上,通常认为“生态建筑”体现三大主题:一是以人为本,健康舒适;二是资源的节约与再利用;三是与周围生态环境的协调。总之,生态建筑是一种具有复合功能的建筑。

可持续建筑:指以可持续发展规划的建筑,包括从建筑材料、建筑物、城市区域规模大小等,到这些有关的功能性、经济性、社会文化和生态因素。可持续建筑追求降低环境负荷,与环境相融合,且有利于居住者健康。

以上各个建筑的内涵既有交叉也有不同。生态建筑归纳起来称为“资源有效利用”的建筑。可持续建筑包含了低碳和绿色建筑,其关注的内容和着眼点更加广泛而完整。

但无论我们如何定义,显然,绿色建筑所包含的内容要比建筑节能广泛得多。我国在2006年颁布实施的《绿色建筑评价标准》就明确了节能、节地、节水、节材、保护环境五个方面的绿色建筑特征指标和技术要求,应该说颇具中国特色。同样,世界其他国家的绿色建筑评价体系包含的具体内容、要求、权重、评价方法虽然不尽相同,但无一例外也都会强调建设项目的环境影响评价——对环境的负荷越小,建筑也就越“绿色”,可以说绿色建筑的心理

念就是环境友好:人造的建筑物在何种尺度内适宜,与自然环境能否构成一个可循环、可持续的依存关系。

建筑节能是绿色建筑的重要组成部分,低能耗往往是构成各类型绿色建筑最主要的特征,而且对于一般民用建筑,保温隔热的低能耗围护结构体系还是实现室内环境舒适度的基础。低能耗也意味着更少的污染物排放,可以说,节能是绿色建筑的必要条件。

建筑节能技术是实现绿色建筑的重要措施,分为主动式节能技术和被动式节能技术。主动式建筑节能技术,如污水源地热泵系统、地表水源地热泵系统、土壤源地热泵系统、冰蓄冷系统、太阳能光伏发电系统、风能发电系统等的应用需要大幅增加初期建设投资,相应的,其日常运营维护和管理费用也比较高。体育建筑项目一般都由政府投资,而且多为城市重点发展区域的启动项目,在建设资金和后期运营上都受到很大的局限,主动式节能技术应用无法在短期内通过节省能源费用收回初期投资,导致其无法广泛、全面、充分地应用于体育场馆的建设中。被动式建筑节能技术则是以非机械电气设备干预手段实现建筑能耗降低的目标,具体指通过建筑功能的合理调配,有效利用基地,多类型建筑体量的合并,多功能综合设计利用,在建筑规划和设计中通过对建筑朝向的合理布置、遮阳的设置、围护结构的保温等细部节点的技术措施采用,通过自然采光和自然通风来实现建筑能耗的降低。就体育建筑场馆的建设而言,动辄一场多馆的建设规模为以建筑手段实现节能目标的被动式设计策略提供了很好的实验平台。我们上海建筑设计研究院有限公司第二建筑所的设计团队通过多年的体育建筑设计实践,结合国内外案例的技术考察,总结了一些适用的被动式节能设计策略,供设计同行参考与探讨。

2 多类型组合设计策略

多类型组合设计策略是指多个独立元素组合在一起发挥综合效力,侧重强调多种元素组合后所表现出的整体生命力。不同功能建筑的组合设计对使用者不但不会产生负面影响,还会带来很大的便利。更重要的是,这将为建筑的节能提供有利条件:多功能组合设计使所需的室外交通空间减少,建筑内的公共活动空间可以共享,减少了建筑的用地面积,从而有效地节约了土地资源;另外,组合设计后建筑外墙面比各自独立设计时减少很多,设备管线大大缩短,一些公共服务配套空间也可以共享,建筑总面积比各自独立设计时也大为缩小,从而降低了土建及基本设备的投资。对于体育建筑集群设计,体量的合并对于整体形象也会更加饱满,更加富有冲击力。



图1 靖江体育中心



图2 上海金山体育场

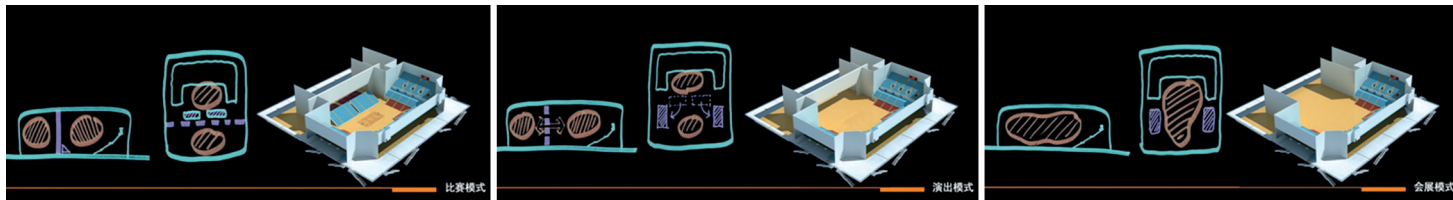


图3 多功能复合模式

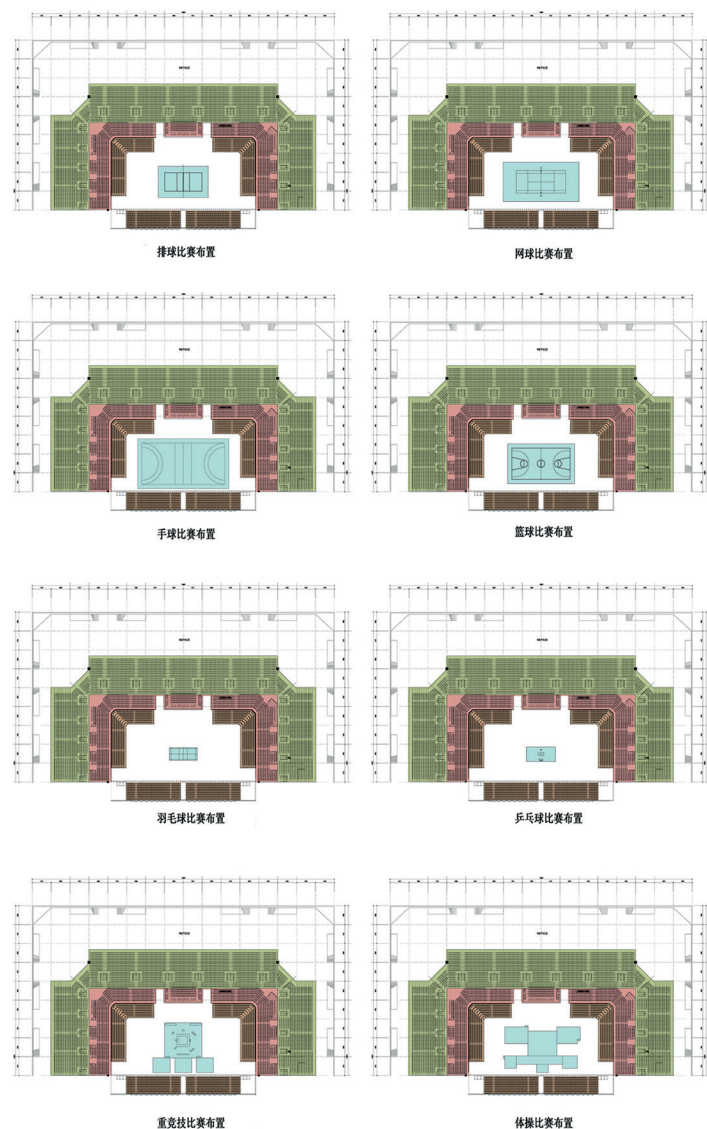


图4 三边看台围合场地的平面布局

靖江体育中心方案中（图1），我们充分运用不同功能组合设计策略，把体育馆和游泳馆合并，形成一个在体量上可以和相邻的体育场相当的综合体，同时在功能上可以借助训练场地的隔墙变换，使长期闲置的空间得到更充分的利用。另外我们在上海八万人体育场、昆山体育场和上海金山体育场中（图2），创造性地在看台下布置了星级酒店、体育用品商店以及超市，本着“以商养场”的原则，都取得了不错的经济效益。不仅使非赛时的闲置配套用房得到充分利用，而且也创造了一个可以有良好视线观看比赛的酒店空间，赛时相当于包厢，非赛时可以俯瞰绿茵。

可以看出，多类型组合的模式致力于寻找不同类型空间的最佳结合点，使几个方面在使用过程中相互促进，收到1+1>2的效果——这里每一种功能未必是最好的，但是它们并置在一起所产生的多功能复合优势是单一性的体育建筑所无法比拟的。

3 多功能复合设计策略

多功能复合设计策略侧重于同一空间的多功能利用，复合空间的体育建筑不应再以单纯容纳体育比赛为目的，而是为体育产业及其相关产业提供多功能空间。这就要求从市场规律、供求关系、消费趋势等多方面认识场馆的设计，为场馆的日常使用提供多种可能。

“建一个等于建多个”的思路在节能环保方面的意义不言而喻。我们在体育场馆设计中，深刻认识各类竞技项目对于空间的要求，充分挖掘空间的潜在生命力，使场地具有更强的适应性、灵活性、可变性和延展性，在非赛时可以和其他功能，比如观演、集会、会展、群艺、训练等相结合直接对外开放经营（图3）。

在已经建成的昆山体育馆、潍坊体育馆、克拉玛依体育馆以及福建大学生体育中心体育馆等项目里，我们坚持使用了三边看台围合场地的平面布局（图4），这样的布局最直接的好处就是通过第四面的活动看台的灵活布置使比赛场地和训练场地合二为一，形成一个超大的、完整的室内场地，从而达到扩展使用功能的目的，甚至可以变换训练场地为舞台和候场区，比赛区域为观众看台区，形成一个近万人的室内大剧院，弥补常规观演建筑人数受限的缺憾。

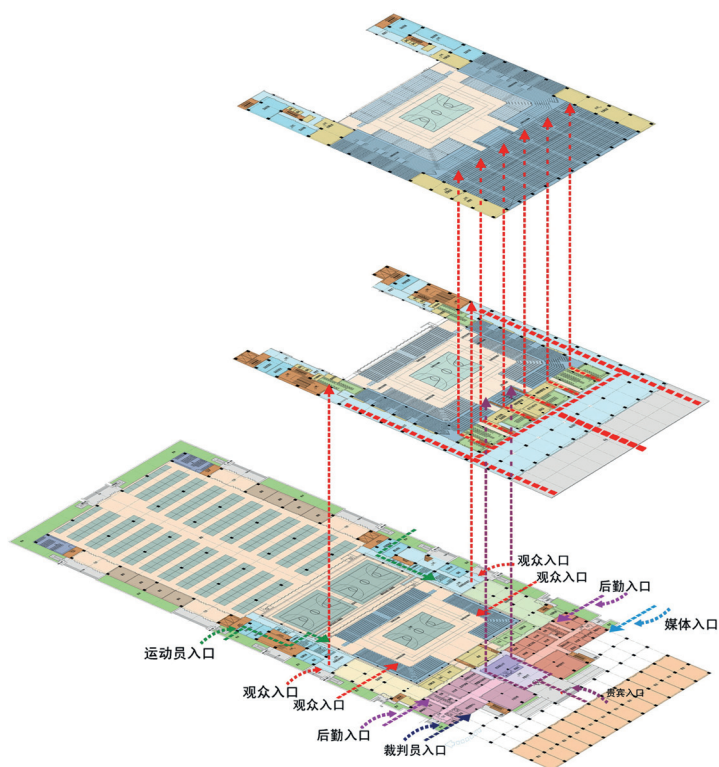


图5 绍兴体育中心

绍兴体育中心方案中，我们更是把任务书中的展览馆、训练馆和体育馆相结合（图5），通过把比赛馆的第四边活动看台灵活移动，形成一个可分可合的 $150\text{m} \times 80\text{m}$ 的巨型室内无柱空间，不仅远胜于以上要求的会展及体训功能，更在扩展功能上给人留下遐想空间。

4 自然采光及通风设计策略

自然采光及通风是最直接的降低能耗的手段。体育建筑不同于一般的公共建筑，很多赛事空间不能产生眩光。因此，我们在昆山体育馆（图6）和汕头游泳馆（图7）项目里，采用了特氟龙 PTFE 膜材顶部整体采光和局部采光带的方式，很好地解决了因为建筑进深过大而导致的室内自然采光不均匀的问题。白天，自然光的照度能满足比赛训练的要求；晚上，顶部的反射光不仅满足了赛场上的照度要求，而且为建筑提供了内透式泛光景观照明，减少了泛光照明所需的设备投资和能耗。

要达到良好的自然通风效果，规划布局上首先要考虑夏季主导风向。但是体育建筑有自己的特殊性，规范中对于室外体育场地必须南北向的严格要求，使体育场在形态上只能通过罩棚的形态来引导风向。建筑内部的气流组织形式一般分为横向的贯通式和竖向的下进上出式。在旗忠森林体育城网球中心项目中，我们充分利用了网球馆的特性，完成了国内首个可开启屋盖的室内网球比赛馆（图8，9）。巨大的屋盖的运行开启过程成为极具视觉冲击力的场景，也使建筑本身成为赛事的标志性亮点。

5 外墙保温及外遮阳设计策略

建筑外保温技术在国内已经作为节能规范强制执行，但其用于体育建筑中还有些新的设计问题值得关注。比如，大空间内部要考虑吸声，否则混响时间太长，影响运动员的感受；金属屋面要考虑隔声，否则下雨会引起“敲鼓”效应；对于环境比较潮湿的游泳馆，其吸声及保温材料的维护也是经常遇到的难题。因此，如何把吸声、隔声材料和外墙、屋面保温材料有效地结合是一个值得探讨的问题。在沈阳奥体中心游泳馆项目中，我们尝试采用了透声、隔气的杜邦



图6 昆山体育馆内景



图7 汕头游泳馆内景



图8 旗忠网球中心



图9 旗忠网球中心



图10 沈阳奥体游泳馆立面纹理



图11 沈阳奥体网球中心悬挑大屋盖



图12 淮安体育中心

PVF 膜, 使其在室内外温差有 60 多℃的北方气候条件下, 仍然能够正常运转。

建筑外遮阳策略包括水平遮阳、竖向遮阳、混合遮阳、外遮阳帘、内遮阳帘等。体育建筑由于其巨大的尺度关系, 往往会在立面处理上忽略细部的设计, 而遮阳装置的设置恰恰在小尺度上提供了细部设计元素。在沈阳奥体体育馆项目中, 我们尝试在玻璃内侧附属金属穿孔板, 既起到遮阳的效果, 又形成了一种特殊的立面纹理, 取得了和谐的外立面效果(图 10)。同时, 大悬挑的屋盖也是一种很有效的遮阳方式。比如在沈阳奥体网球中心项目中, 我们设计了进深超过 20m 的大屋盖, 形成了强烈的虚实阴影关系, 既烘托了建筑本身, 又使整个建筑群体充满变化, 和而不同(图 11)。

6 热反射及屋面覆土技术策略

反射热量是克服热导效应的一种技术措施。体育建筑的集群化使大体量的体育建筑之间很容易形成组团内的热岛效应, 加大了建筑室内的能源负荷, 所以墙面和屋面尽量考虑采用浅色材料以反射热量。绿化屋面也是当下很常用的一种节能措施。当平屋面上的找坡层平均厚 100mm, 再加上覆土厚度为 80mm 的屋面, 其传热系数 $k < 1.5W/(m^2 \cdot k)$; 而当覆土厚度大于 20mm 时, 其传热系数 $k < 1.0W/(m^2 \cdot k)$ 。因此, 夏季绿化屋面与普通隔热屋面相比较, 屋顶表面温度平均要低 6.3℃, 屋面下的室内温度平均要低 2.6℃。可见, 屋顶绿化作为夏季隔热措施有显著的效果, 可以节省大量空调用电量, 而且还可以降低周围建筑的环境温度。在淮安体育中心方案设计中, 我们大量使用了绿化屋面作为停车场的顶盖, 避免了大量的硬质铺装路面暴露于日照之下, 同时为市民提供了一个完全无机动车的体育公园的概念(图 12)。

7 结语

在不增加初期建设投资和运营维护费用的条件下, 使体育建筑场馆变得更加绿色, 不仅是每个建筑师的心愿, 更是引导社会正能量的建筑发展之道。因此, 我们希望今天在大家广泛关注主动节能的高技术的同时, 能更多地应用被动式节能设计策略, 只有这样才能让我们更多地回归建筑的本质。AT

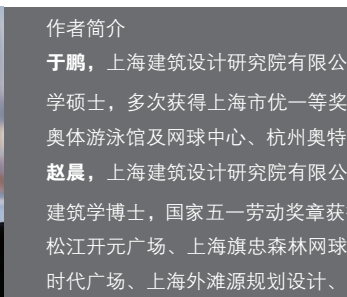
注: 此研究为上海院院青-10-1类-0013-建 科研基金资助项目。

参考文献

- [1] 于鹏. 沈阳奥林匹克体育中心游泳馆及网球馆[J]. 城市建筑, 2010 (11) .
- [2] 于鹏, 赵晨, 苑志勇. 3E理论在体育建筑实践中的应用[J]. 现代建筑技术, 2011, 53 (3) .
- [3] 潘海迅, 赵晨, 于鹏等. 建筑创作中的人性化表[J]. 城市建筑, 2009 (11) .
- [4] 魏敦山, 赵晨. 上海旗忠森林体育城网球中心[J]. 建筑学报, 2006 (8) .
- [5] 于鹏. 整合才是力量——金山足球场建筑设计随想[J]. 城市建设理论研究, 2013, 081 (15) .



于鹏



赵晨

作者简介

于鹏, 上海建筑设计研究院有限公司第二建筑所三室副主任, 国家一级注册建筑师, 高级工程师, 哈尔滨工业大学建筑学硕士, 多次获得上海市优一等奖、优秀原创大奖。主要完成的项目: 福建大学生体育中心、上海金山体育中心、沈阳奥体游泳馆及网球中心、杭州奥特莱斯品牌直销广场、上海东方水上竞技中心、沈阳文化艺术中心等。

赵晨, 上海建筑设计研究院有限公司副总建筑师、建筑二所所长, 国家一级注册建筑师, 教授级高级工程师, 东南大学建筑学博士, 国家五一劳动奖章获得者。主要完成的项目: 东南大学榴园宾馆、上海体育馆改造工程、汕头游泳跳水馆、松江开元广场、上海旗忠森林网球中心、金茂三亚希尔顿度假酒店、昆山体育中心、沈阳奥林匹克体育中心、悦达信一时代广场、上海外滩源规划设计、上海东方水上竞技中心等。