

新型铁路客站节能设计策略解析

于洋

中国铁路北京局集团有限公司天津站

摘要: 本文通过分析新型铁路客站的建筑功能及特点,从建筑规划、建筑结构、设备节能管控三个方面,提出了新型铁路客站在节能设计中的策略。研究表明,通过优化站房的平面布局及形体设计,可在满足旅客候车需求的同时降低能源消耗;采用高保温性能的屋面及外遮阳系统,可有效提高能源利用率;合理设计站房建筑结构,可减小基础体型系数及墙体厚度,降低基础和墙体能耗;采用高效低能耗设备及节能型照明控制系统,可有效降低综合能耗。

关键词: 新型铁路客站; 节能设计; 应用分析

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.055

新型铁路客站是在既有铁路客站基础上进行优化设计与升级改造的一类新的铁路客站。作为车站的核心,新型铁路客站在满足旅客出行需求的同时,也承担着城市公共交通系统的主要职能。因此,在建筑设计中如何合理解决新型铁路客站与既有铁路客站之间的关系是整个城市轨道交通系统中非常重要的一环。

一、建筑规划

(一) 自然通风

铁路客站建筑规划设计中,应结合当地气候条件,采用自然通风方法,加强室内空气的自然对流,改善室内空气品质,使建筑与自然生态环境相协调。在我国北方地区,可利用高大空间及建筑屋面设置烟囱和导风板等设施,在夏季有组织地将室外空气导入室内,减少空调能耗。此外,还可利用自然通风技术对室内气流组织进行控制。在南方地区,可利用当地自然资源创造出利于自然通风的微气候环境。新型铁路客站建筑规划设计中应充分利用当地的自然资源进行自然通风设计,为建筑引入新鲜空气,避免因人为活动而加剧污染。此外,新型铁路客站建筑规划设计中还应合理布置建筑朝向。在夏热冬暖地区的铁路客站建筑中,宜采用南向或东南向的建筑朝向。此外,还可利用自然通风技术对室内空气进行有效调节。

(二) 自然采光

采光是建筑节能的重要措施,是建筑自然光利用的主要途径。新型铁路客站大多位于城市或城郊地区,其周边环境光污染严重,因此应充分利用自然采光。铁路客站的自然采光可以分为人工采光和自然采光两种类型。人工采光主要是指通过照明灯具的使用实现对室内的自然采光,目前比较常用的人工照明方式有:荧光灯、LED屏、碘钨灯等;自然采光主要是指通过建筑构

造和建筑设计实现对室内采光的调节,一般可分为:天窗、遮阳系统和天窗下悬吊。天窗下悬吊主要应用于空间较大的车站,其主要包括天窗的下悬吊和吊篮的设置。在自然采光中,最有效、最经济和最适宜的自然采光方式是天窗下悬吊,其效果取决于吊篮与屋顶之间的高度差、吊篮的面积以及吊篮自身高度与屋顶高度之间的比例关系。通过对既有铁路客站和新建铁路客站进行分析对比发现,天窗下悬吊在不同程度上对建筑能耗产生影响,且天窗下悬吊对室内光环境及人体舒适度都有一定影响。因此在铁路客站建筑设计中,应充分考虑其自然采光需求,并通过优化设计手段实现节能。

(三) 遮阳

铁路客站建筑的遮阳,主要包括建筑外遮阳和建筑内遮阳,其中建筑外遮阳主要包括外遮阳材料、遮阳设施和天窗。在新型铁路客站建设中,铁路客站建筑的外遮阳是一种比较好的节能措施。近年来,为降低铁路客站建筑能耗,改善其光热环境,不少学者对我国现有铁路客站的外遮阳设计进行了研究。基于此,在新型铁路客站建设中,应加强对建筑外遮阳的研究,并将其与室内采光相结合,形成“以内遮阳为主、内外兼遮”的建筑节能体系。具体来说,应通过对现有铁路客站建筑进行调研、分析和计算,结合铁路客站的功能、规模、客流等因素,选择合适的形式和材料进行设计。同时,要结合铁路客站的地区气候特点、自然采光需求和使用功能等因素,综合考虑建筑朝向、太阳辐射等因素。在新型铁路客站建设中,应采用与建筑相协调的遮阳形式。如采用金属材质的百叶窗和玻璃幕墙等作为建筑外遮阳;在夏季太阳辐射较强时可采用窗帘、遮阳帘等进行室内遮阳;在冬季太阳辐射较强时可采用具有保温性能的玻璃幕墙进行室内遮阳。此外,在新建铁路客站建设中,还应充分利用当地自然光资源和可再生能源。如利用可再生能源供暖、制冷及照明等。此外,还应注意保护现有城市生态环境和景观环境。例如对于既有铁路客站而言,若其旅客较多且交通不便时可将其改造为公交车站或出租车车站等交通集散点;若旅客较少或交通便利时可将其改造为城市公共汽车车站等。通过这种方式既可以满足旅客出行需求、解决周边居民出行困难问题,又可以为城市交通系统提供良好的运行环境。

(四) 隔热保温

铁路客站的节能设计不仅包括在建筑围护结构方面采取措施,还应通过优化建筑内部的空间和布局,加强建筑内部的热环境控制,从而实现节能。具体而言,铁

路客站建筑内的隔热保温措施应考虑以下几个方面：

- 1) 采用透明围护结构，如玻璃幕墙、外遮阳等，将室外自然光线引入室内，形成良好的采光与通风条件，从而避免室内冷热负荷过高而导致能耗的增加。
- 2) 采用隔热性能较好的围护结构材料和构造措施，如建筑墙体、屋面、窗户、楼梯间、空调机房等。在建筑设计中可采用新型隔热材料和节能构造措施，如隔热砖、空心砌块等，将建筑内的热量通过墙体向外传导；采用中空玻璃幕墙、夹胶玻璃幕墙等。
- 3) 采用高效遮阳措施，如利用遮阳百叶和百叶窗来控制阳光直射到室内。同时可采取一些特殊措施，如设置室外遮阳、遮挡部分阳光直射到室内的太阳光和热辐射；设置屋顶天窗；设置绿化遮挡阳光等。
- 4) 优化室内空间布局，如将一些功能空间集中布置在一起，如中央大厅和公共区域等。同时可增加公共活动区域的面积以改善其热环境质量。
- 5) 合理组织室内气流，合理组织室内热环境。铁路客站建筑内空间的气流组织应避免形成死区、冷区和热区等不利于节能的区域。同时可通过调整风流向和气流速度来改善气流组织，提高空气质量。
- 6) 加强建筑内部保温隔热设计。铁路客站内的建筑围护结构在保证一定的强度和刚度的基础上应尽可能轻质化，以减少建筑材料对能源的消耗。

（五）外部环境控制

铁路客站建筑周围环境对客站建筑节能有着重要的影响。一方面，建筑周围环境能直接影响客站周边环境的微气候，另一方面，铁路客站的选址又会直接影响客站建筑周边环境的气候条件。因此，如何在铁路客站建筑周围创造一个舒适健康的微气候环境，是新型铁路客站建筑规划设计中应重点考虑的问题。外部环境控制主要从以下几个方面进行：一是通过合理设计交通组织系统，减少交通噪声对铁路客站周边环境的影响。如采用合理的街道设计、路网设计以及地面和地下停车场等设施建设等，可以减少客站周边道路交通噪声对客站建筑造成的影响。二是通过合理利用自然条件，改善铁路客站周边环境气候条件。如充分利用城市热岛效应，在铁路客站周边设置人工降温系统；充分利用自然通风条件，在铁路客站周边设置人工通风设施，如风道、烟囱、水帘等；通过合理规划、设计铁路客站周边空间布局，可有效改善铁路客站周边微气候条件。如采用绿化种植、屋顶绿化等方式改善客站周边环境气候条件，可有效降低客站热辐射对城市热岛效应的影响。

二、建筑结构

新型铁路客站与既有铁路客站相比，在建筑结构方面具有以下几个特点：（1）站房面积大，层数多。根据《建筑节能工程施工质量验收规范》（GB50411-2007），不同类型的建筑其采暖空调能耗占总能耗的比重分别为：严寒及寒冷地区50%~60%；夏热冬

冷地区20%~30%；夏热冬暖地区10%~20%。因此，要降低建筑的能耗，就必须从减少建筑层数开始。

（2）基础体型系数小。根据《铁路桥涵设计规范》（TB10003-2010），一、二级铁路桥梁基础设计体型系数 $a \leq 0.28$ ，三级铁路桥梁设计体型系数 $a \leq 0.29$ 。而在新型铁路客站中，由于其与既有铁路客站的结构形式及平面尺寸基本一致，因此在基础的选型时可以与既有铁路客站采用相同的基础型式，从而减小基础体型系数。

（3）墙体厚度小。在新型铁路客站中，由于其平面尺寸较大且与既有铁路客站存在一定差异，因此在墙体的厚度设计上要比既有铁路客站更为严格，甚至可采用高保温性能的材料进行墙体施工。（4）屋顶及外遮阳系统。在建筑结构设计方面，除了对建筑高度、平面尺寸进行合理控制外，还应对屋面及外遮阳系统进行优化设计。一方面可以通过优化屋面设计方案来减少屋面荷载、减小屋面坡度；另一方面可以采用保温隔热性能良好的新型材料对外遮阳系统进行改造。此外，还可以通过设计合理的天窗形式来控制自然通风或机械通风的强度。

（一）屋面及外遮阳

通过对既有铁路客站屋面进行分析发现，在考虑节能要求的前提下，既有铁路客站屋面的坡度均较大，这不仅增大了屋面的传热系数，而且增加了屋面荷载。而在新型铁路客站中，其屋面坡度较小，不需要考虑屋面荷载，因此其屋面设计可以采用更加经济合理的方式。此外，在既有铁路客站中采用的传统外遮阳系统中存在许多问题，如其构造形式单一、功能单一等。而在新型铁路客站中，其外遮阳系统应根据不同的使用需求进行灵活配置，既能满足不同季节、不同太阳辐射强度下的遮阳效果，又能兼顾节能和人性化的设计要求。新型铁路客站可采用内保温外遮阳与外保温外遮阳相结合的方式。其中内遮阳可以采用保温隔热性能较好的材料进行构造设计；外保温外遮阳则可通过与新型外遮阳相结合的方式来提高其性能。

（二）屋顶及外遮阳

与既有铁路客站相比，新型铁路客站在屋顶及外遮阳系统的设计方面具有以下特点：（1）屋面设计形式多样，以平板式屋顶为主。从既有铁路客站的发展趋势来看，将多个平面并置的“V”字形屋面与多个平面平行的“W”字形屋面相结合是今后的发展趋势。而在新型铁路客站中，由于其平面尺寸较大且位于南北两侧，因此可采用平板式屋顶与多个平面平行的“V”字形屋顶相结合的方式。在既有铁路客站中，“V”字形屋面大多为单坡屋顶，而在新型铁路客站中，由于其平面尺寸较大且位于南北两侧，因此可采用双坡屋面或多坡屋面。（2）在外遮阳设计方面，新型铁路客站中的外遮阳系统设计相对较为复杂。一方面可以通过对既有铁路客站外遮阳系统进行改造来降低外遮阳系统的能耗；另

一方面可通过选择保温隔热性能良好的新型材料对外遮阳系统进行改造。在既有铁路客站中,采用玻璃砖、玻璃幕墙、透明屋顶等材料来实现对外部自然光的反射和透射是一种常用的方式。但在新型铁路客站中,由于其平面尺寸较大且位于南北两侧,因此可通过选择具有良好保温隔热性能的新型材料来实现对外部自然光的反射和透射。例如,可以采用具有保温隔热性能好、施工方便等特点的挤塑聚苯板作为玻璃幕墙或玻璃采光顶的表层材料。此外,还可以通过采用具有良好保温隔热性能的新型材料来对外遮阳系统进行改造。例如,可采用新型玻璃纤维保温板或中空玻璃幕墙等材料来对建筑屋面及外遮阳系统进行改造。

(三) 设备节能管控

(1) 智能化控制系统。随着计算机技术和网络通信技术的发展及广泛应用,新型铁路客站在设备控制方面也越来越智能化、信息化。比如,在客流高峰时期通过智能客流监测系统实时监测客流变化情况和车厢满座情况并对车站进行合理调度;在乘客候车区域利用智能门禁系统实现无人值守、远程授权等功能;在安检区域利用智能安检设备实现快速安检等。通过智能化控制系统的应用可以大大提高设备运行效率和减少设备故障导致的能源浪费,降低运营成本。

(2) 大容量备用电源系统。新型铁路客站设备规模较大、能耗较高且运行时间长,因此在设计中要充分考虑到大容量备用电源系统的建设。首先是容量要满足车站运营需求;其次是其供电模式应具有灵活性和可调度性;再次是备用电源系统应具有可靠性和可扩展性;最后是备用电源系统应具备安全性和可靠性,能够保证整个系统安全可靠地运行。

(3) 通信信号系统节能。在传统铁路客站中,通信信号系统主要由程控交换机、集控机、计算机联锁等设备构成,需要大量的电力供应。随着我国电气化铁路客站的建设和运营,在保持信号系统基本功能的前提下,通信信号系统将向集中控制方向发展,减少线路传输电缆、电力变压器、UPS电源等设备数量,减少通信光缆用量,从而减少信号系统的能耗。例如在新建北京大兴机场站中,由于该站站场规模大,客流密度高,旅客对信息的需求量大,因此采用了基于数据通信网和3G网络相结合的方式实现通信信号系统的集中控制。此外,新型铁路客站设备能耗中有50%~60%是由通信信号系统造成的。新型铁路客站中通信信号系统包括调度控制系统(DCS)、车站设备监控系统(OMS)、区间闭塞设备(RBC)、区域信息监控(ZC)等设备。为了减少通信信号系统能耗,需要在设计时充分考虑通信信号系统和车站设备之间的配合关系以及与车站其他机电设备之间的关系,以达到整体节能的目的。

(四) 智能化铁路客站设计要点

智慧化: 智能化铁路客站是通过人工智能、物联网、大数据、云计算等技术手段,将铁路客站与城市交通、移动互联网、公共服务等进行深度融合,实现铁路客站的智能化管理和运营。

人性化: 智能化铁路客站注重对旅客的人性化关怀,通过智能服务系统、智能交通系统等手段,实现旅客出行的高效、便捷和安全。

生态化: 智能化铁路客站注重生态化设计,通过智能照明系统、智能控制系统等手段,实现对能源的高效利用和环境的有效保护。

可持续化: 智能化铁路客站注重可持续化设计,通过智能监测和环境控制等手段,实现对自然资源的高效利用和生态环境的保护。

一体化: 智能化铁路客站注重一体化设计,通过智能交通系统、公共服务系统等手段,实现对城市交通的高效管理和资源共享。

智慧化+绿色化: 智能化铁路客站注重智慧化+绿色化设计,通过智能监测和环境控制等手段,实现对能源的高效利用和生态环境的保护。

信息技术应用: 智能化铁路客站设计中需要应用多种信息技术,例如物联网、云计算、大数据、人工智能等,这些技术可以帮助铁路客站实现信息共享和协作,提高管理效率和服务质量。

智能交通系统: 智能化铁路客站设计中需要考虑智能交通系统,例如交通监控、出行指导、车联网等,这些系统可以帮助铁路客站实现更好的管理和服务。

结束语

综上所述,通过对新型铁路客站的功能特点及建筑特点的分析,结合节能设计的要求,从建筑规划、建筑结构和建筑设备三个方面提出了新型铁路客站在节能设计中的策略,即优化车站平面布局及形体设计、采用高保温性能的屋面及外遮阳系统、合理设计站房建筑结构、采用高效低能耗设备及节能型照明控制系统。在新型铁路客站的设计过程中,通过采取上述节能设计策略,将有利于降低整个城市轨道交通系统中公共交通的运营能耗,提高城市公共交通的运营效率。

参考文献

[1] 陈立镜, 陈则霖, 刘力. 国内外铁路客站建筑节能设计研究现状及可视化分析[J]. 建筑节能(中英文), 2023, 51(03): 51-57+109.

[2] 曹孙喆. 公共建筑节能经济性评价方法现状及在铁路客站应用的启示[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2022, 12(04): 31-36.

[3] 蔡东豪. 铁路客站智能照明系统节能设计策略[J]. 光源与照明, 2022(05): 80-82.

[4] 程佳阳. 铁路交通枢纽大空间光热性能耦合设计研究[D]. 湖北工业大学, 2020.