

文章编号: 1006 - 2106( 2011) 12 - 0104 - 04

# 铁路房屋建筑节能技术研究<sup>\*</sup>

郭占月<sup>\*\*</sup>

( 武汉铁路职业技术学院, 武汉 430205)

**摘要:** 研究目的: 铁路房屋建筑作为交通运输房屋, 功能繁多、空间复杂、人员流动量大、耗能量大, 给节能设计工作带来一定的困难。本研究针对铁路房屋功能划分和耗能状况, 重点对工业建筑( 检修库) 不同围护结构热工参数进行模拟分析, 并且对厂房热压自然通风热环境作分析, 提出建筑节能设计中应采用的建筑节能策略。

**研究结论:** 在建筑设计中应采用整体观的节能策略, 将被动式节能与主动式节能结合起来, 并通过改变进风条件、工艺布置及采取隔热、机械送风等降温措施, 使铁路系统房屋最终建成建筑的能耗大大降低。

**关键词:** 铁路房屋; 节能技术; 策略

**中图分类号:** TU111      **文献标识码:** A

## Research on Energy - saving Technology of Railway Building Architecture

GUO Zhan - yue

( Wuhan Vocational College of Railway Technology, Wuhan, Hubei 430205, China)

**Abstract: Research purposes:** The railway building architecture as the traffic building with the multiple functions, the complex space, the big energy consumption and the going and coming of so many people has the difficulties in energy - saving. Based on the analysis of the classification of the functions of railway building and the situation of the energy consumption, the simulation analysis of the thermotechnical parameters of the space enclosing structure of the industrial architecture ( repair workshop) is made, also the analysis of the heat environment of the workshop building under the heat pressing natural ventilation is made and the energy - saving tactics of the architecture is offered for the energy - saving design of the architecture.

**Research conclusions:** The integrated energy - saving tactics should be adopted in the energy - saving design of the architecture and the passive energy - saving should be combined with active energy - saving. The energy consumption of the railway building can be much cut by improving the ventilation condition and processing set - up, and taking measures of the heat insulation and machinery blowing - in.

**Key words:** railway buildings; energy - saving technology; tactics

## 1 研究背景

近年来, 我国工程建设发展迅速, 房屋建筑业规模不断扩大, 目前我国每年城市建成的民用房屋建筑面积约 10 亿  $\text{m}^2$ , 其中公共建筑约 3 ~ 4 亿  $\text{m}^2$ , 如此巨大

的房屋建筑规模在世界上是空前的。随着人民生活水平的提高, 建筑能耗的增长尤为突出。铁路房屋建筑作为交通运输房屋, 以其功能繁多、工艺要求高、空间复杂、人员流动量大, 耗能量也巨大, 故建设节能型交通运输房屋建筑也是铁路行业发展的必然趋势, 而铁

\* 收稿日期: 2011 - 06 - 15

\*\* 作者简介: 郭占月, 1959 年出生, 男, 副教授, 现任武汉铁路职业技术学院铁道工程教研室主任。

路房屋建筑节能设计工作在其中肩负着重要责任。

## 2 铁路房屋的分类

从目前我国房屋使用类别划分来看,建筑可为民用建筑和工业建筑两大类,民用建筑又可分为居住建筑和公共建筑两类。公共建筑则包含办公建筑(包括写字楼、政府部门办公楼等)、商业建筑(如商场、金融建筑等)、旅游建筑(如旅馆饭店、娱乐场所等)、科教文卫建筑(包括文化、教育、科研、医疗、卫生、体育建筑等)、通信建筑(如邮电、通讯、广播用房)以及交通运输用房(如机场、车站建筑等)。而铁路行业房屋建筑中均包含在上述各类建筑之中,因此,铁路房屋建筑涉及面广、功能复杂、种类繁多,给设计工作带来一定的困难。

### 2.1 传统的铁路系统各类工艺房屋

按铁路系统生产设备及办公房屋可分为:客运房屋、货运及装卸房屋、车站运转房屋、电务房屋(含通信、信号、信息用房)、工务房屋、电气化房屋(含牵引供电、接触网等)、机务(动车)房屋、车辆房屋、水电房屋、公安房屋、乘务员公寓、军运房屋、防疫房屋以及生活附属房屋(职工食堂、浴室、单身宿舍等)等等。然而在如此众多的工艺房屋中同时存在着某些共性的内容,如各工艺房屋中同时含有车站、工艺段(所)的办公和技术教育(教室)等用房;各工种的维修工区、检修车间、维修车库;生产和生活附属房屋等。由此可见铁路房屋建筑是一种工艺集成较多的综合类房屋,在房屋建筑设计时,所涉及到的各类不同建筑设计标准的问题,这是铁路房屋设计的特性,也是其设计工作难点所在。

### 2.2 铁路建筑功能分析

铁路行业房屋按其建筑功能与能耗特性大体可分为四大组别。

#### 2.2.1 综合功能型站房综合楼类

主要包含铁路旅客站房以及被整合纳入的通信、信号、信息、电力、公安等。属公共建筑部分的办公建筑、通信建筑、交通运输用房等。

#### 2.2.2 站、段、所生产设备及办公房屋类(含综合办公楼)

主要包含调度楼;站调所;通信、信号、信息机房;综合办公楼等。属公共建筑部分的办公建筑。

#### 2.2.3 工业设备房屋类

主要包含各站段所设备检修车间;动车段及动车运用所动车检修库;各类备品仓库等。属工业建筑部分。

#### 2.2.4 职工公寓类

主要包括乘务员公寓(机务、车务、客车乘务员公寓);单身宿舍等。属居住建筑部分。

### 2.3 铁路建筑耗能分析

通过对铁路房屋建筑功能的分析,以及建筑属性的划分不难得到,工程设计人员在设计中应对所设计建筑物属性,按其耗能特点开展工作。

#### 2.3.1 综合功能型站房综合楼

主要能耗用于空调系统,不同时段能耗差距相对其他建筑而言较小,全年能耗受季节变化控制。因此,实施节能设计的效果明显,故在工程设计中应积极采用节能手段,以符合建筑节能标准。

#### 2.3.2 站、段、所生产设备及办公房屋

由于铁路办公的特殊性,部分专业设备需长年运行。耗能主要用于专业设备、照明和空调系统。因此,其节能的潜力在于利用峰谷点空调、办公自动化、节能照明,杜绝非工作时间的不必要能耗。

#### 2.3.3 工业设备用房

使用空调系统较少,因此在建筑设计过程中,应该充分考虑自然通风降温要求,计算通风所需开窗面积,节能设计要点主要体现在围护结构的设计上。

#### 2.3.4 宿舍建筑

作为居住类建筑,对建筑内环境的舒适度高,因此能耗中空调系统的比重最大,实施节能设计的效果明显,应在实践中坚持节能设计标准。

## 3 房屋建筑节能的策略及措施

在房屋建筑设计的各种类型中,铁路系统房屋建筑属于相对特殊类型,主要在于它的铁路旅客站房和工业设备用房及库房(如动车组检查库大空间建筑)。以下笔者着重就这两类房屋进行节能探讨。

### 3.1 综合功能型站房综合楼(铁路旅客站房)

站房综合楼(铁路旅客站房)作为城市重要公共建筑,能耗远高于一般民用建筑,其原因主要是站房综合楼是集成了诸多的功能。由旅客使用空间(进站与候车)和运输生产辅助用房两部分组成;旅客使用空间必须具备一定的室内舒适度,包括夏季的制冷和冬季的采暖、通风换气、照明;其功能的特点,主要为站房必须全年24 h不间断运转。所以站房的能耗主要有三个特点:(1)建筑要全年全天24 h运转,能耗以电能为主,辅助以少量天然气、燃煤、水;(2)电能主要用于空调、照明以及动力设备,空调耗电量所占比例最大;(3)全年能耗季节性变化较大。如图1和图2所示。

通过跟踪旅客站房能耗年度变化及对其能耗的分类,明确该类建筑的能耗应该包括建筑采暖、通风、空调、照明及建筑设备耗能等。而《公共建筑节能设计标准》所要求的50%的节能率包含上述范围的节能成效,其提出的节能目标50%应该由改善围护结构热工性能、提高空调采暖设备和照明设备效率来分担。

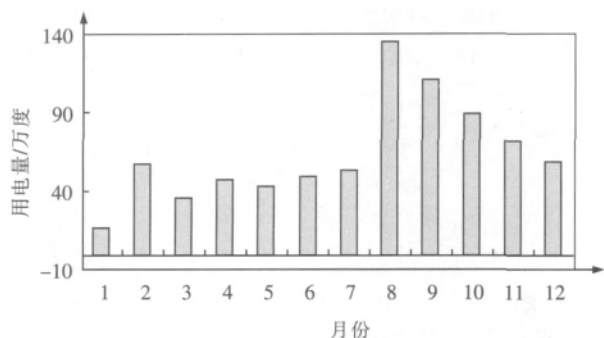


图1 某铁路旅客站房月电耗变化曲线

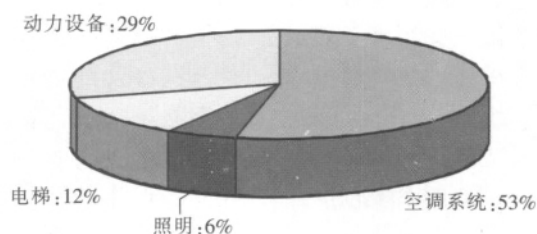


图2 某铁路旅客站房建筑能耗分类统计

通常按照《公共建筑节能设计标准》进行公共建筑节能设计的策略及措施有两种：规定性方法和性能化方法。

**规定性方法：**在建筑设计时严格按照《公共建筑节能设计标准》中规定的窗墙面积比、体形系数、天窗面积比要求设计，并控制在标准规定的范围之内，称之为规定性方法。

**性能化方法：**在建筑设计时如果建筑设计的窗墙面积比、体形系数、天窗面积比不能控制在《公共建筑节能设计标准》规定的范围内，那么必须使用权衡判断法来判断围护结构的总体热工性能是否符合节能标准，所以称之为性能化方法。

### 3.2 工业设备房屋(工业建筑)

图3为我国高速铁路动车组动车检修车库，建筑长468 m，建筑宽视检修线数决定，通常在60 m左右，可同时容纳多台列车进行检修工作。



图3 检修库内部结构图

库内设计参数根据《简明通风设计手册》，夏季工

作地点温度与室外温度差值，不得超过表1中的规定。

表1 工作地点与室外温度允许差值

当地夏季通风室外计算温度/℃	≤22	23	24	25	26	27	28	29~32	≥33
允许温度差值/℃	10	9	8	7	6	5	4	3	2
工作地点温度/℃	≤32	32						32~35	35

当库外温度为32℃时，库内工作区温度不应超过35℃；当库外温度为30℃时，室内工作区温度不应超过33℃。而检修库内的主要热源为动车组的车体散热，根据白色物体夏季在太阳照射下的表面温度以及实际经验，列车表面温度将达到45℃。库内空间热环境主要取决于库内外的通风条件和围护结构的保温隔热性能。因此，改善建筑围护结构的热工性能是建筑节能的首要问题。

本文以两种不同围护结构热工参数的检修库进行模拟分析，分别以加气混凝土和空心砖为主要代表材料，对应平均传热系数为3.5 W/(m²·℃)（工况1）和1 W/(m²·℃)（工况2），旨在从温度的对比上说明围护结构的类型（材料传热系数）对室内温度的影响。

按照建筑的实际尺寸以及开口的布置情况，在airpak中将检修库建模，如图4所示。

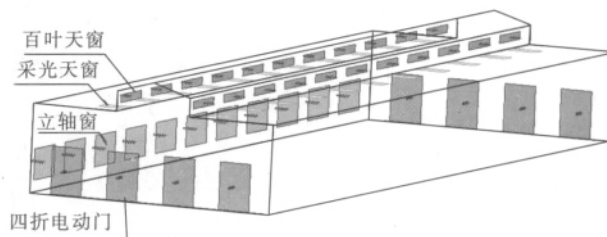


图4 检修库计算模型

检修库的工作区域划分如图5所示。工况1和工况2模拟的是围护结构平均传热系数分别为3.5 W/(m²·℃)和1 W/(m²·℃)时的检修库室内热环境。

将工况1与工况2的温度模拟结果进行对比分析，如表2所示。

表2 工况1与工况2的温度对比

工作区	工况	A区域	B区域	C区域	D区域	E区域
0~2	工况1	32.9	35.1	35.9	36.4	36.5
	工况2	32.2	34.4	35.1	35.5	35.5
2~4	工况1	32.7	36.3	36.9	37.1	37.5
	工况2	32.1	35.5	35.8	35.9	35.8
4~6	工况1	32.8	36.8	37.6	37.8	37.9
	工况2	32.2	36.0	36.5	36.5	36.4

通过模拟分析可以知道，虽然改变围护结构的传

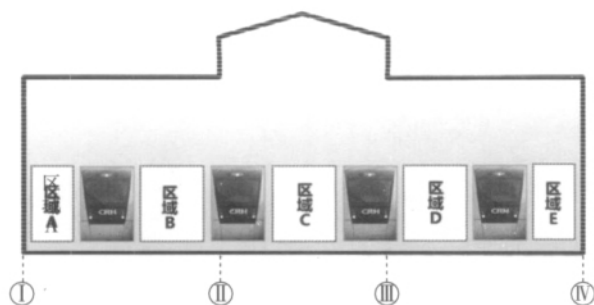
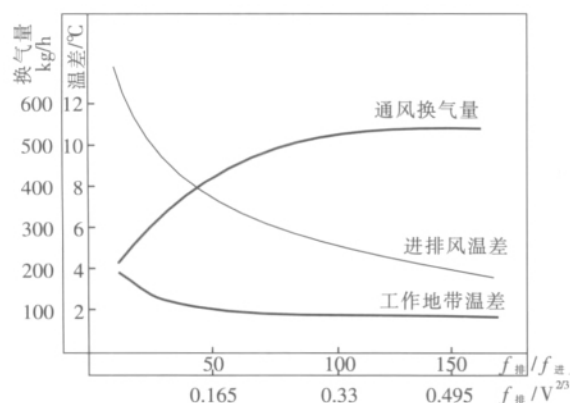


图 5 各区域工作区示意图

热系数由  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  调整至  $1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , 仍无法使室内热环境满足工作要求, 但是总体温度都有较大程度降低, 尤其是最高温度降低了  $1.5 ^\circ\text{C}$ 。温度的对比表明了围护结构的类型对这种大空间室内温度的影响较大, 在满足建筑使用强度、工程造价以及使用年限的要求下应该尽量选用传热系数小, 性价比高的材料, 建议选用加气混凝土作为主要围护结构材料。

此外自然通风是实现建筑可持续发展的一种重要技术, 自然通风的驱动力分为风压和热压。由于库外风压不稳定, 目前的设计规范中只考虑热压作用下的自然通风。在单纯的热压通风环境下, 库内由动车带入的热源产生的热量以及从外界获得的热量加热库内空气, 热空气上升, 若能从上部排风口排出, 致使下部空间产生负压而通过进风口引入库外空气。

图 6 热强度为  $100 \text{ kcal}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$  模型试验曲线

如图 6 为某工程室内热强度为  $100 \text{ kcal}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$  模型试验曲线。从试验曲线可以看出, 通风换气量、工作地带余温、排风口余温是随着不同的进排风面积比 ( $f_{\text{排}}/f_{\text{进}}$ ) 而改变的。根据这一结果, 可以采用以下技术措施来降低工作地带余温, 从而改善库内环境。

(1) 改变进风条件。例如侧墙下部可以做成落地窗、推拉式门洞、侧窗下部设进风百叶等。

(2) 改变工艺布置。把热源外移或将热源分散布置等。

(3) 合理平面布置。充分利用风压, 根据风向进

行设置。

(4) 采取其他形式的通风降温措施。如隔热、机械送风等。

## 4 结论

铁路房屋建筑功能复杂程度几乎涵盖了建筑工程的全部领域, 无论是民用建筑还是工业建筑, 均具有全天候运营、能耗巨大的特点, 同时, 随着我国铁路建设的快速发展, 其节能设计尤为重要。通过上述对铁路系统房屋节能设计的重要性的分析, 笔者认为在建筑设计中应采用具有整体观的系统节能策略, 将被动式节能与主动式节能结合起来。除常规设计应考虑因素外, 还要综合考虑减排、企业卫生标准、环保、绿色、节地、节水、节材乃至气候异常影响等, 这些都与建筑节能有直接或间接的联系, 将这些因素整合在一起, 形成建筑节能新理念。在设计过程中应通过多专业的紧密配合, 同时通过改变进风条件、工艺布置及采取多种形式的通风降温措施, 使铁路系统房屋最终建成建筑的能耗将大大降低。

## 参考文献:

- [1] GB 50189—2005 公共建筑节能设计标准[S].  
GB 50189—2005 Design Standard for Energy Efficiency of Public Buildings[S].
- [2] 建设部工程质量安全监督与行业发展司. 全国民用建筑工程设计技术措施(节能专篇)[K]. 北京: 中国计划出版社 2007.  
National Technical Measures for Design of Civil Construction Special Edition - Energy Conservation. Architecture[K]. Beijing: China Planning Press 2007.
- [3] 郭莉莉. 建筑能耗现状及节能潜力[J]. 铁道工程学报, 2006(4): 79-82.  
Guo Lili. The State of Building Energy Consumption and Potential for Energy Savings[J]. Journal of Railway Engineering society 2006(4): 79-82.
- [4] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 铁路房屋节能技术研究[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2009.  
China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd. The Research on The Energy-saving Technology of Railway Building[R]. Wuhan: China Railway Siyuan Survey and Design Group Co. Ltd., 2009.
- [5] TB 10011—98 铁路房屋建筑设计标准[S].  
TB 10011—98 Standard for Design of Railway Building Architecture[S].
- [6] 铁建设[2010]63号 铁路生产设备房屋暂行规定[S].  
铁建设[2010]No. 63 Interim Provisions for Design of Railway Equipment Housing[S].

(编辑 梅志山)