

基于 BIM 的兰州轨道交通通风空调 能耗监控平台研究

张 辉¹ 蒋 浩² 李 欣³

(1. 兰州市轨道交通有限公司运营分公司 730020; 2. 兰州市轨道交通有限公司 730020;
3. 北京市轨道交通设计研究院有限公司 100068)

【摘 要】本文阐述基于 BIM 的兰州轨道交通通风空调能耗监控平台设计方案,平台通过采集车站大系统环控设备运行能耗、运行状态、车站公共区环境、客流、室外气象等数据,以 BIM 可视化为数据展现方式,对大系统通风空调设备运行能耗和降温效果进行实时监测,同时利用数据分析处理的方法对监测数据进行分析预测。以兰州轨道交通东方红广场站为试点,探索通风空调节能优化控制方法,实现设备能耗分析与优化控制有效结合,提高城市轨道交通运营阶段环控系统节能管控能力。

【关键词】兰州轨道交通; BIM; 大数据; 通风空调; 能耗

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 概述

兰州轨道交通 1 号线一期工程是兰州市在建的第一条轨道交通线路,全线长约 26 km,共设 20 座车站,全部为地下线。兰州轨道交通为响应国家节能减排的工作要求,结合兰州本地气候环境特点和轨道交通工程特点^[1],以车站通风空调系统为能耗监控试点,对节能监控平台进行研究,实现车站能耗数据采集、分析^[2],最终实现通风空调设备运行参数控制^[3],以 BIM 可视化为数据展现承载方式,建立车站能耗监控平台^[4]。

2 车站通风空调系统方案简述

兰州市为温带大陆性气候,轨道交通 1 号线工程的车站公共区大系统通风空调采用全高非封闭站台门通风空调系统,空调降温采用直接蒸发冷却空气处理^[5],原理是被处理空气与雾化的水直接接触进行热湿交换^[6],在提升空气湿度同时,降低温度。此种空调方案适应于兰州市本地气候特点,也

是西北部地区地铁目前主推的方案^[7]。大系统通风空调系统由送风机、排风机、直接蒸发冷却机组和风阀组成,其中送风机、排风机、直接蒸发冷却机组为变频设备,可对运行功率进行调节^[8]。大系统通风空调系统兼作排烟系统。

3 平台架构设计

能耗监测分析平台由五部分逻辑关系组成:数据采集、数据处理、数据应用、网络传输、接口^[9]。

3.1 数据采集

数据采集是平台实现监测功能的重要基础,是所有统计分析功能的数据来源。数据采集可以分为内部数据采集和外部数据采集。系统内部数据采集一部分为传感器数据采集,一部分为既有生产系统(ISCS)数据采集。系统外部数据采集为地铁外部数据参数,如气象数据、灾害预警数据。

3.2 数据处理

数据处理是对数据存储、运算、统计分析等功能的重要核心部件,也是整个平台数据功能应用的

【作者简介】 张辉(1983—),高级工程师,主要研究方向:城市轨道建设管理;李欣(1983—),男,高级工程师,主要研究方向:智能化与信息化。

表1 车站大系统通风空调设备统计

设备名称	功率	台数	控制方式
大系统送风机	55KW	4	变频
大系统排风机	75KW	4	变频
直接蒸发机组	4KW	4	变频

3.3 数据应用

3.4 网络传输

3.5 接口

4 系统方案设计

平台的数据采集功能主要由接口服务器完成,与车站综合监控系统 (ISCS) 进行通信互联,采集的数据内容包含车站公共区环境温湿度/二氧化碳数据、大系统通风设备运行状态,车站电力总能耗数据,车站售检票客流数据;大系统通风空调送风机、大系统排风机、直接蒸发循环水泵供电回路增加的智能电表设备,通过环境与设备监控系统 (BAS) PLC 总线^[10],将数据传输给 ISCS,再通过接口传送给能耗平台。系统设置与互联网连接的路由器设备,采集社会发布的公共气象数据和灾害预警数据等^[11]。与 ISCS 通信接口需要设置防火墙设备。

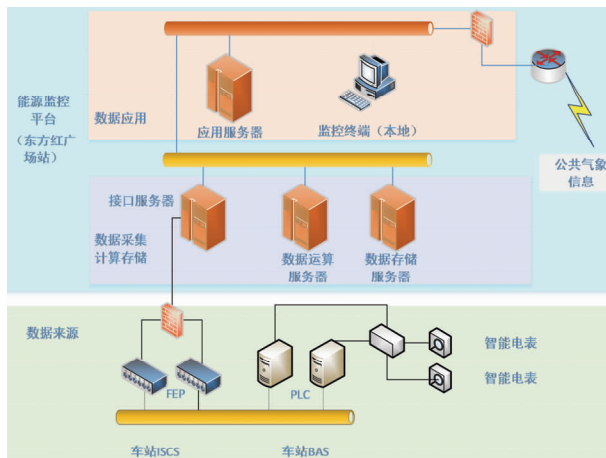


图2 平台设计方案构成

(1)对车站温度数据、设备运行数据、客流数据等多维度数据建立关联性分析;

(2)通过关联分析结果,结合外部环境参数及其他扰动因素,建立自学习机制;

(3)通过对历史数据的构成关系,建立参数预测模型:

(4)分析设备的运行模式,为设备控制提供参数控制优化方案。

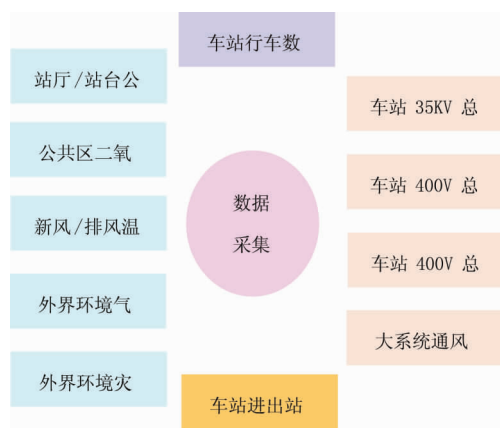


图3 数据采集信息内容

数据存储服务器负责对采集和运算的数据进行存储,存储容量满足不少于 4T,并对数据进行备份处理。

应用服务器是负责对用户进行应用功能发布,并运算 BIM 建模图形化界面,监控终端设备访问应用服务器,获得平台功能服务。

5 平台功能设计

平台服务对象为地铁运营公司,平台建设结合运营单位使用需求,强化运营单位对车站能耗的管理,及时对耗能设备进行优化控制,全面了解车站环境条件并进行有效决策。

平台功能定位为地铁车站能耗监测、分析及控制参数优化,初期研究对象主要为车站大系统空调能耗分析及控制参数分析,在目前车站条件下接入设备能耗数据、内部运营数据、外部环境数据,实现车站多种数据汇集分析,实现环境、能耗可视化,验证、优化控制参数。

5.1 BIM 可视化显示

平台采集能耗数据,并将采集到的原始数据存入数据库。平台以 BIM 系统为数据可视化支撑,数据运算为核心,围绕大系统通风空调系统的节能管控进行研究。

平台具有以 BIM 模型数据为基础的三维可视化展示和数据显示功能,通过点击设备模型,显示设备数据及相关信息。通过三维可视化的系统界面,实现对通风空调系统、直接蒸发冷水系统、供配电监控系统等设备设施的运行状态的实时监控与显示、能源消耗状况记录分析、设备异常情定位等

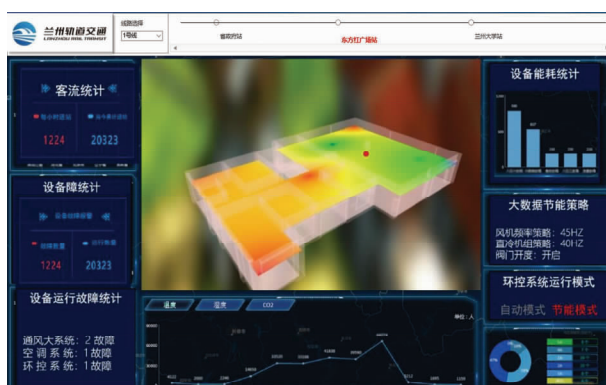


图4 基于 BIM 的能耗监测管理平台界面

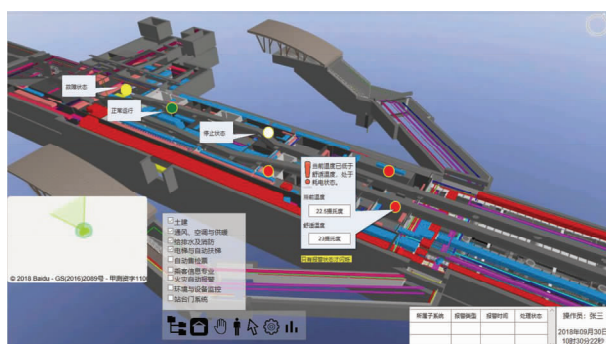


图5 在 BIM 模型中显示设备状态和监测数据

功能,最终实现相关各系统信息共享和协调互动功能^[12]。

5.2 能耗数据统计

数据分析采用统计计量的手段和方法,采用图表、柱状图、曲线等表现形式^[13],对大系统空调能耗数据情况进行分析,为优化能耗效率提供支撑^[14]。

能源数据统计应依据能源分类、分项原则,对系统采集、提取的数据进行能耗的统计,运营时间与非运营时间的能耗统计,各类能耗及其分项能耗的比例、最大值、最小值、平均值及能耗指标(车站、人均或单位面积能耗等)等统计,提供可按任意时间段(如小时、日、月、季、半年、年)统计等信息。

能源数据分析应将影响能耗的因素与实际能耗信息,进行能源的质量、负荷、需量、能效、平衡以及同比、环比、节能潜力等分析。

5.3 能耗数据展示

能源数据、信息的查询与显示,应根据用户的操作权限,查询到相应权限的能源数据及相关信息,以柱状图、饼图、趋势曲线、表格等多种形式显示能源数据和信息。

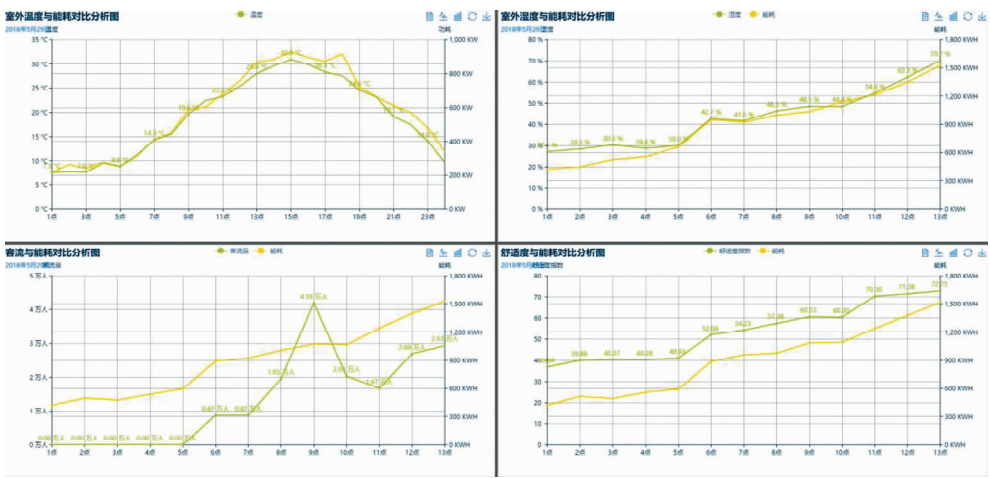


图 6 平台的环境数据监测功能

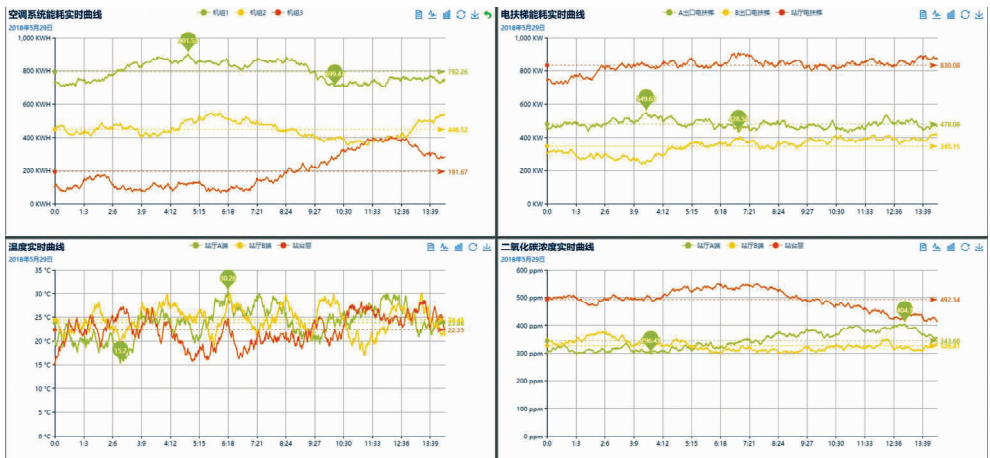


图 7 平台的能耗数据监测功能

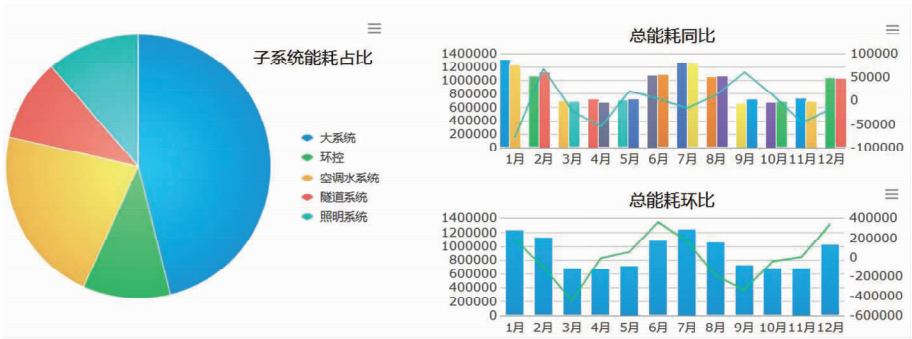


图 8 平台的综合统计报表功能

5.4 辅助决策

5.4.1 空调系统能耗诊断

空调系统能源诊断应以系统采集的能耗数据为依据,基于设备运行情况与外部气象数据进行统计和分析,进行合理用能程度监测等。

5.4.2 能源效率分析

系统对车站大系统空调能源效率进行分析,从设备运行和客流运营等角度分析整个系统的能源效率指标。

5.4.3 能耗指标管理



图 9 节能效果综合评价功能

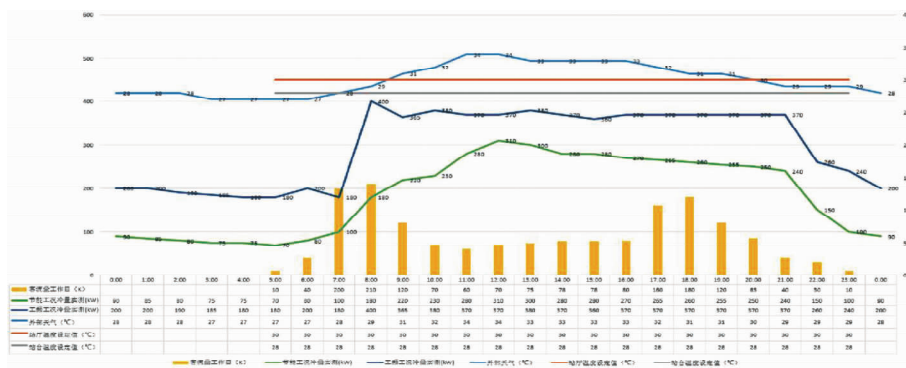


图 10 基于数据分析的冷量预测

平台将车站能耗的既有年度、月度、逐日的数据进行汇总,与用能单位面积等数据进行融合计算,得到指标数据的标杆值;根据数据的逐步完善以及节能手段的实施进行标杆值的重新核定和修改。

5.4.4 冷量预测

平台对直接蒸发冷、风机运行的监测数据及环境监测等数据进行分析 and 计算,自动预测出后一日车站内所需的冷量,为节能控制提供数据支持。

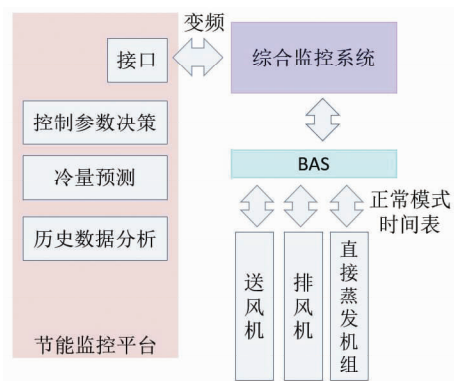


图 11 节能优化控制的原理

6 节能优化控制方式

车站大系统通风空调运行控制模式由 BAS 进行控制,同时兼做防排烟控制。平台不改变原有系统控制方式和控制权限,在 BAS 进行时间表模式控制的基础上,根据采集的内部、外部环境参数变化和控制参数,通过数据计算和关联分析,输出送风机、排风机的变频控制参数,实现更优控制。在非空调季和火灾模式时,仍由 BAS 进行模式控制。

7 结论与展望

我国轨道交通节能减排是地铁工程建设的政策导向之一,随着我国西北部城市轨道交通工程的不断增加,带有地区气候特点的通风空调降温方式逐步推广应用,相应的设备能耗控制方法和管控措施也在不断完善^[15]。目前兰州轨道交通节能管控

平台在车站进行实验,以监测为手段,以管控为目的的节能平台,是适合于当地工程建设特点和运营管理需求的,经过数据采集积累,逐步优化参数控制量分析方法,形成完整的大系统通风空调设备能耗管控系统,为兰州轨道交通设备系统的节能管控,打下了技术基础和实践经验。

参考文献

- [1] 杨志团. 兰州轨道交通通风空调系统类型选择[J]. 城市轨道交通研究, 2015, 18(10): 18-20, 78.
- [2] 高煌. 基于集成管理思想的地铁通风空调系统研究[D]. 中南大学风空调系统研究, 2013.
- [3] 董存祥. 基于综合监控系统的城轨交通节能研究[J]. 铁道标准设计, 2014(9): 168-171.
- [4] 曾旭东, 赵昂. 基于 BIM 技术的建筑节能设计应用研究[J]. 重庆建筑大学学报, 2006, 4: 33-35.
- [5] 黄翔, 卫晨, 陈博, 等. 高压喷气间接蒸发冷却对空压机吸气降温研究[J]. 棉纺织技术, 2014, 42(3): 21-24.
- [6] 李鑫, 黄翔, 盛晓文. 直接蒸发冷却器湿度控制方法[J]. 制冷与空调, 2014, 14(4): 33-36.
- [7] 王俭朴, 任成龙. 我国轨道交通技术发展的现状与节能技术研究[J]. 南京工程学院学报, 2018, 16(1): 16-21.
- [8] 张韬. 地铁能源管理系统现状及发展[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2012, 3: 46-48.
- [9] 李欣. 城市轨道交通自动扶梯在线监测与智能诊断系统应用功能设计与研究[J]. 工程建设与设计, 2016, 18: 203-206.
- [10] 彭显辰. 地铁 BAS 系统设计与实施的研究[D]. 兰州理工大学, 2013.
- [11] 郭建伟. 地铁 BAS 系统节能控制策略的研究[J]. 中国科技纵横, 2012, 10: 167-168.
- [12] 郑龙. 广州地铁八北线综合监控系统接口管理初探[J]. 设备监理, 2016, 1: 39-42.
- [13] 程方, 吴振华. GIS 系统建筑工程管理应用浅析[J]. 科技资讯, 2007(16): 27-27.
- [14] 沈世平. 某中央空调系统节能改造及能耗分析[D]. 重庆大学, 2011.
- [15] 张川, 刘纯洁. 城市轨道交通建设现场管理信息系统研究及应用[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17(8): 108-111.

Study of Lanzhou Rail Transit Monitoring Platform for Ventilation and Air Conditioning Energy Consumption

Zhang Hui¹, Jiang Hao², Li Xin³

1. Lanzhou Railway Transportation Co., Ltd., Operation Branch, Lanzhou 730060, Gansu, China;
2. Lanzhou Railway Transit Co., Ltd., Lanzhou 730020, Gansu, China;
3. Beijing Rail and Transit Design & Research Institute C., Ltd., 100068, Beijing, China

Abstract: In this paper a design of Lanzhou Rail Transit Monitoring Platform for Ventilation and Air Conditioning Energy Consumption based on BIM is described. The platform collects data such as operational energy consumption, operational status, environment of public areas, passenger flow and outdoor weather to monitor energy consumption and cooling effect of large ventilation and air conditioning equipment by the way of BIM visualization. At the same time, the monitoring data is analyzed and predicted by the method of data analysis and processing. Taking Dongfanghong Square Station of Lanzhou rail transit as the pilot, this paper explores the optimization control method of energy saving of ventilation and air conditioning, realizes the effective combination of energy consumption analysis and optimization control of equipment, and improves the energy saving control ability of environmental control system in the operation stage of urban rail transit.

Key Words: Lanzhou rail transit; BIM; large data; ventilation and air conditioning; energy consumption