

基于能耗监测系统的建筑节能管理模式研究

刘 丹¹, 李安桂, 叶 红²

(1 西安建筑科技大学环境与市政工程学院, 陕西 西安 710055;

2 西安交通大学管理学院, 陕西 西安 710049)

摘 要:从信息系统管理的视角出发, 构建了能耗监测管理的系统平台, 并以西安市工程交易中心为例, 对能耗情况进行了统计分析. 基于此, 研究分析了能耗监测系统的构架体系, 从信息管理系统视角提出了未来大型公共建筑物的能耗和节能管理途径和措施, 形成了基于信息化管理的建筑节能管理模式.

关键词:能耗监测; 信息系统; 节能管理; 合同能源管理

中图分类号: X830.5

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2011)02-0281-07

近几年来, 随着城市建设的快速发展, 特别是近年来大型公共建筑的迅速增长为人民群众提供了更为优越的办公、学习环境的同时, 建筑能耗的日益增长问题也越来越凸显^[1]. 尽管行政主管部门通过各项措施在积极解决这一矛盾, 但问题并没有得到有效的控制, 其中一个很重要的原因就是目前建筑能耗的监督管理信息化水平不高, 导致了监管手段的滞后, 行业监管信息不能动态、准确、实时地采集, 数据资源无法实现共享, 从而致使主管部门在制定建筑节能管理和宏观调控时缺乏科学有效的依据^[2]. 由于依靠节能管理是大型公建投资实现节能减排目标的最有效措施^[3], 因而非常有必要建设一套具有统一性、完整性和科学性的大型公共建筑能耗监测管理系统平台, 为我国大型公共建筑的能耗监测和节能管理开辟新的领域, 提供更高效的管理模式和措施.

现有的国内外研究文献主要集中在建筑节能的相关建筑技术, 制度体系, 评估方式以及新能源问题^[4-5]. 极少有文献以能耗监测角度为切入点对大型公共建筑的能耗问题进行研究分析, 更没有文献对信息管理视角对能耗监测系统进行设计和分析, 导致了我国建筑节能管理问题仍然较为突出, 不利于大型公共建筑的能耗和节能管理的实践开展. 基于此, 本文针对现有的管理实践问题和理论研究的不足, 从信息管理视角设计我国大型公共建筑的能耗监测管理系统, 旨在为我国能耗监测及管理提供理论依据和实践指导.

1 能耗监测系统的功能及数据采集

1.1 能耗监测系统的功能设计

能耗监测系统是针对国家大型公共建筑进行能耗监测活动, 主要通过信息化手段对目标建筑使用数据采集设备进行信息采集并进行能源消耗监测, 通过有线网络和无线网络进行数据传输, 为监测部门和决策部门提供信息化决策支持, 从而降低用能, 提升节能效果.

能耗监测系统以监测国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗的实时数据、空间数据和设施属性数据为基础, 具有实时查询、综合分析和数据筛选功能, 并具有报表生成和导出 Excel 能力以及生成图表的能力. 主要包括了(1)信息实时采集功能; (2)信息实时大屏幕显示功能; (3)短信息功能; (4)远程联网监控功能; (5)建筑能耗分析及改善. 该系统通过对单体建筑的能耗统计分析、整体能耗的统计分析, 可

收稿日期: 2010-03-19 修改稿日期: 2011-03-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50978210)

作者简介: 刘 丹(1976-), 男, 陕西大荔人, 博士研究生, 研究方向为节能管理与环境工程.

以自动与专家设定的能耗标准进行比对,一旦发现异常就可以进行报警提醒,从而促进用户主动进行节能改进.系统集中在各市建筑能耗监控中心,各个部分通过统一的 GIS 平台有机的构成一个整体.采用 B/S 查询发布方式,在充分实现对各项能耗实时监控的基础上,能够满足节能管理信息化的主要内容,保证了系统建设的先进性、实用性和投资的经济性.基于性能可靠的设备、成熟的技术、先进的体系结构、采用标准化和模块化建立的系统.系统应运行可靠、功能完善、操作灵活及整个系统具有良好的扩展性,易于管理升级和二次开发.

1.2 能耗监测系统的数据采集模型

根据建筑的使用功能和用能特点,我们采集对象分为政府办公建筑和大型公共建筑、酒店建筑和大型商场三类.采集内容包括:电量;水耗量;燃气量(天然气量或煤气量);集中供热耗热量;集中供冷耗冷量;其他能源应用量,如集中热水供应量、煤、油、可再生能源等.通过采集模型进行上述数据的信息采集和处理.其数据采集模型如图 1 所示:

1.3 能耗监测的指标体系设计

监测指标是能耗监测系统的关键采集依据,反映了系统运行过程中所需要采集的数据对象.能耗监测的指标体系设计应当从分类指标体系和分项指标体系两个方面进行设计,并在系统开发过程中进行应用.其中,分类能耗是指主要能源消耗类型,分类能耗指标项包括电、水、冷能,分类能耗指标框架如图 2 所示:

值得强调的是,在分类指标体系中,电力能耗指标还应当进行分项指标的统计和管理.主要是指标项根据电力能源的流向进行计量的能耗指标监测项目.根据国家有关导则把用电系统分项为照明插座及末端用电、动力用电、空调系统机房用电、特殊用电等 5 大类,如图 3 所示.

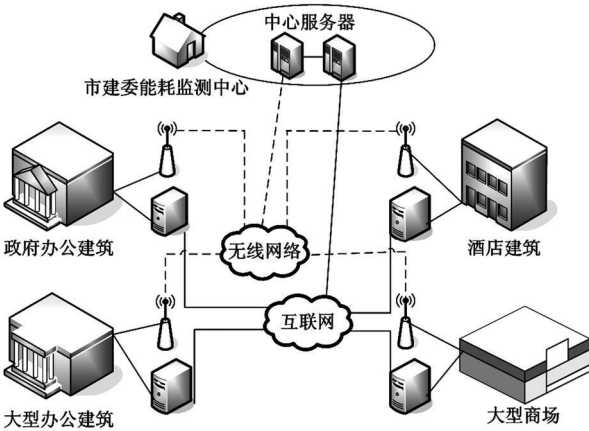


图 1 能耗监测系统的数据采集模型

Fig. 1 Data collection model of energy consumption system

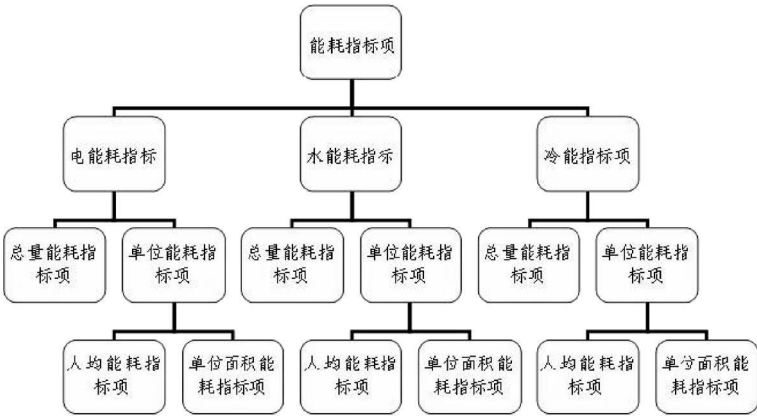


图 2 能耗监测的分类指标体系

Fig. 2 Category-based indicators system for energy consumption monitor

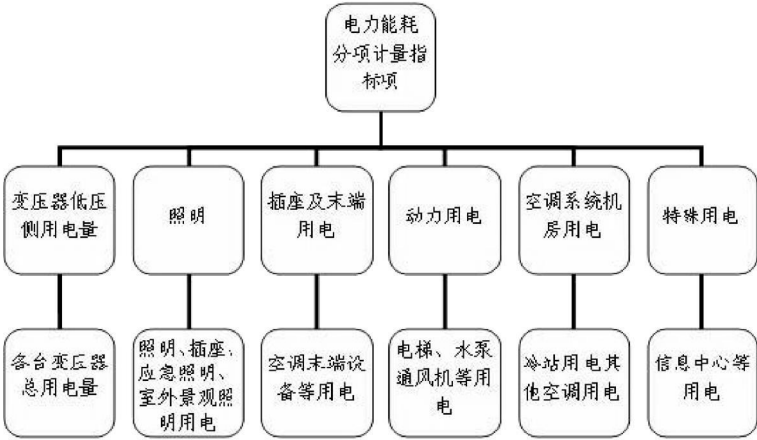


图 3 能耗监测的分项指标体系

Fig. 3 Item-based indicators system for energy consumption monitor

2 能耗监测系统总体架构

根据数据采集模型以及指标体系, 我们可以运用软件工程的思想设计出完整的能耗监测系统总体架构, 如图 4 所示. 大型公共建筑能耗监测的省、市级软件系统在政务内外网和互联网上构建多个应用子系统, 为业务人员、研究人员、系统管理员、建筑业主和社会公众提供有关建筑能耗的各类信息服务. 由能耗监测系统的总体架构可以看出, 能耗监测系统由数据采集子系统、数据中心组成. 数据采集子系统由监测建筑中的各计量装置、数据采集器和数据采集软件系统组成. 由自动计量装置实时采集, 通过自动传输方式实时传输至数据中心. 数据中心接收并存储其管理区域内监测建筑和数据中转站上传的数据, 并对其管理区域内的能耗数据进行处理、分析、展示和发布. 整个系统的带宽、容量、运算速度、准确性、安全性、稳定性等都有很高要求. 基于以上几个特点, 结合当前计算机控制的发展现状和趋势, 我们采用分布式 SCADA 系统(即分布式数据采集和监视控制系统)来作为这个项目的整体架构. 根据实际工程网络环境的不同, 可采用基于有线网络的数据传送和基于无线网络的数据传送两种方式, 从而完成能耗监测数据的传输与统计.

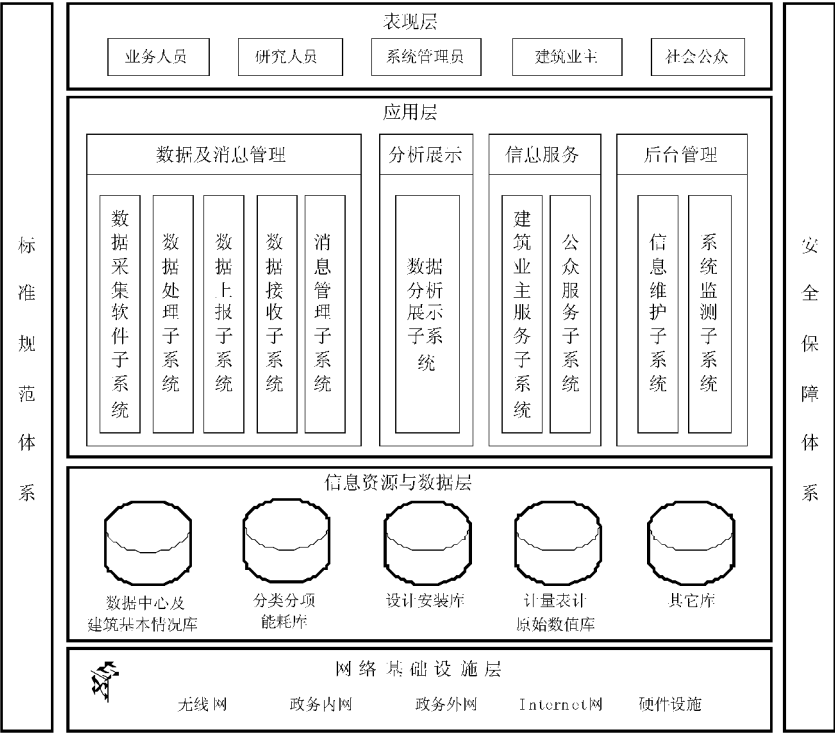


图 4 能耗监测系统的总体架构

Fig. 4 Holistic framework of energy consumption monitor

3 实例分析

3.1 数据收集与统计

基于以上的思路, 以西安为例, 对能耗监测系统平台进行实例分析. 西安市建委为能耗监测项目的主管单位, 该单位根据能耗监测系统的平台架构进行了相应的软件系统开发, 并进行了试运行. 目前, 该系统由西安建委下属的西安工程交易中心平台负责运行和维护, 并成功在本单位办公大楼作为试点运行、调试、统计和分析. 以“西安工程交易中心建筑大楼”为试点, 我们通过能耗监测系统收集获取了 2011 年 1 月份 30 天的能耗统计数据, 具体如下表 1 所示:

表 1 西安工程交易中心试点分类分项能耗监测月度报表(单位: 千克标准煤)

Tab.1 Monthly report on energy consumption monitor from Xi'an project transaction center

Date	Electricity					Water	Gas	Total Energy Consumption (EC)
	Electrical Outlet	Power Electricity	Special Electricity	Air Condition	Total			
1	261.7	43.6	505.6	25.2	836.1	5.4	0.0	841.5
2	253.7	42.8	474.3	23.5	794.2	4.4	0.0	798.5
3	231.1	42.9	404.1	22.7	700.8	4.1	0.0	704.9
4	233.1	40.8	353.8	16.6	644.4	4.4	0.0	648.7
5	223.4	42.5	389.2	55.3	710.5	4.4	183.4	898.2
6	159.6	24.7	171.8	8.7	364.9	3.3	0.0	368.2
7	158.3	26.2	181.5	11.7	377.7	3.1	0.0	380.8
8	252.9	40.8	407.7	23.8	725.2	4.4	0.0	729.6
9	231.3	41.5	370.5	21.5	664.9	4.4	0.0	669.3
10	219.5	40.6	357.3	73.9	691.2	4.1	802.7	1 498.0
11	228.6	42.2	357.9	23.4	652.0	4.1	0.0	656.1
12	240.1	41.8	503.6	42.8	828.3	4.1	0.0	832.5
13	148.5	25.6	204.3	29.6	407.9	3.1	0.0	411.0
14	143.2	28.0	272.6	37.9	481.6	2.8	0.0	484.5
15	267.9	44.5	717.0	193.4	1 222.9	4.6	2 111.7	3 339.1
16	254.0	43.8	767.5	188.8	1 254.1	3.9	1 792.3	3 050.2
17	259.2	44.7	806.8	188.7	1 299.4	4.4	1 636.9	2 940.7
18	262.0	75.6	711.1	264.1	1 312.8	4.4	1 483.9	2 801.1
19	257.0	110.9	430.4	314.5	1 112.7	4.1	1 023.7	2 140.5
20	181.2	58.0	248.5	16.7	504.4	3.6	0.0	508.0
21	143.4	57.0	229.3	18.2	448.0	3.6	0.0	451.6
22	262.4	114.2	445.1	370.7	1 192.4	4.9	1 559.2	2 756.4
23	263.4	109.4	462.5	371.8	1 207.0	4.1	1 309.0	2 520.1
24	261.4	111.0	331.7	395.7	1 099.8	3.9	1 386.7	2 490.4
25	260.9	113.7	340.8	412.7	1128.1	13.9	1 166.9	2 308.9
26	257.1	111.6	255.0	362.6	986.3	4.4	995.7	1 986.4
27	160.4	61.2	192.7	74.0	488.3	3.3	6.1	497.7
28	163.0	58.4	205.4	65.0	491.7	3.1	0.0	494.8
29	259.0	110.4	174.3	408.5	952.1	4.1	1 492.4	2 448.6
Total	6 497.2	1 748.1	11 272.4	4 061.8	23 579.6	126.2	16 950.4	40 656.2
Average/day	224.0	60.3	388.7	140.1	813.1	4.4	584.5	1 401.9
EC/(month ° person ⁻¹)	8.663 0	2.330 8	15.029 9	5.415 8	31.439 5	0.168 2	22.600 6	54.208 3
EC / square meter	0.121 2	0.032 6	0.210 2	0.075 7	0.439 7	0.002 4	0.316 1	0.758 2

3.2 能耗统计分析

(1)分项能耗分析

分项能耗监测主要是用电能耗的监测. 用电能耗监测主要从空调用电、特殊用电、动力用电和照明插座用电等四个方面进行能耗监测, 具体统计数据可见图 5 所示:

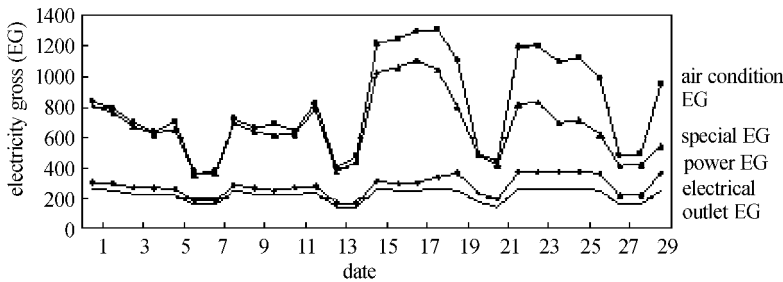


图 5 分项能耗监测统计

Fig. 5 Item-based statistics of energy consumption monitor

通过上图可以看出用电能耗的各分项走势和趋势图. 通过对当月每日的能耗统计和趋势描述, 可以精确把握被监测点的用电各分项能耗问题. 同时, 可以通过对异常值的捕捉, 及时查询问题和解决问题, 有效提升能耗利用率, 避免能源浪费, 提升节能管理效果.

(2)分类能耗分析

分类能耗监测主要从用电总量、用水总量、用气总量进行分类监测统计, 并对年度内的每月能耗总体量进行同比分析和环比分析, 具体统计数据可见图 6 所示:

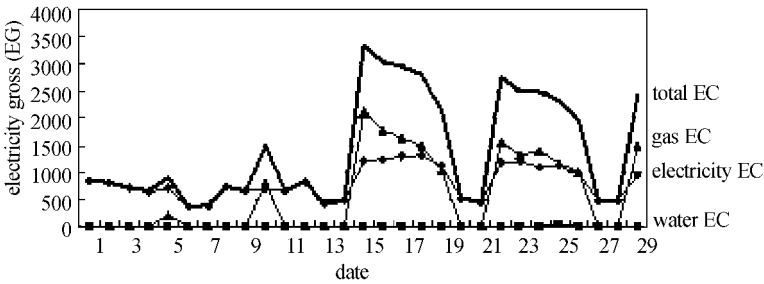


图 6 分类能耗监测统计

Fig. 6 Category-based statistic of energy consumption monitor

分类能耗统计可以有效体现出各分类能耗项在每日的能源消耗情况, 根据异常值的起伏趋势查找能耗异常的原因.

追踪各分类能耗异常的主要问题, 对被监测点的能源消耗情况进行预警和处理. 分类能耗监测可以更好地帮助管理部门对被监测点的能源整体情况进行掌控, 及时分析情况、查找原因, 制定相关规章制度, 防止能源污染和浪费.

(3)能耗结构分析

能耗结构监测分析可以直观地给出各类各项能耗使用情况和比例图, 具体能耗结构统计分析如图 7 所示. 通过能耗结构监测统计图例, 可以帮助管理部门从整体上分析研究被监测点的能源消耗结构, 为管理被监测点的能源管理给出了定量依据和分析. 通过对能耗结构的分析, 可以针对各个月度进行能耗比例调整和规制, 同时与其他月份进行环比, 与其他年度内的能耗结构进行同比. 这有利于城市大型公共建筑的节能管理和能源管理质量和效率的提升.

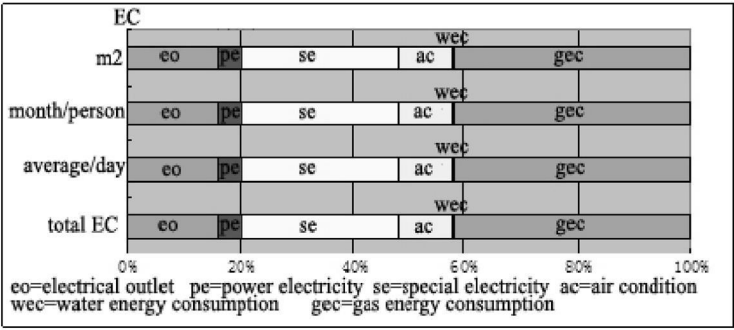


图 7 月度能耗结构监测统计

Fig. 7 Statistics of monthly energy consumption monitor

4 基于能耗监测系统的节能管理分析

上面的实例演示了能耗监测系统平台如何对大学公共建筑进行节能管理和监控. 通过能耗监测系统的运行, 可以为管理部门和决策者提供了科学有效的数据支持, 并通过定量分析为管理被监测点的能源利用和节能问题提供了定量依据和实践指导. 但是, 能耗监测系统平台仍然是一种节能管理的途径和工具, 并不能完全实现节能管理目标. 为此, 在建立和利用能耗监测系统平台来完成城市大型公共建筑的节能管理目标时, 仍然需要设计相应的机制和模式. 针对此问题, 我们结合能耗监测系统运行的现状和节能管理的主要影响因素, 将从以下几个方面对基于能耗监测系统的节能管理进行分析和探索.

(1)构建节能管理的保障体系

在运用能耗监测系统平台基础上, 相关部门的节能管理必须构建高效的保障体系. 这种保障体系主要体现在职能管理和技术保障两个方面. 一方面, 能耗监测活动必须有相关的管理部门负责实施执行, 并进行数据统计分析, 上报主管部门. 为了更好的进行节能管理, 针对能耗监测平台的构建方案, 各市级应当设置大型公共建筑能耗数据中心及数据中转站, 省级设置省级数据中心, 国家设置节能监测管理中

心.通过地市到国家的三级直管结构,可以有效处理、分析、展示、发布以及储存相关能耗监测数据,为各级主管部门制定节能管理政策、节能管理措施提供客观依据.因此,能耗监测数据中心作为管理架构的整个“大脑”,其目的是保证整个系统的稳定性、安全性.另一方面,能耗监测系统必须依赖于一定的技术保障体系,配备专业技术人员或外包于专业性的技术公司来进行系统地维护和升级,不断完善能耗监测指标和监测数据的智能分析水平,为相关部门进行节能管理和决策提供可靠的科学依据.

(2)建立完善的节能标准体系

目前尽管开始进行能耗监测的试点工作,但是对于能耗监测数据的标准判断仍然缺乏依据.也就是说,没有一定的节能标准体系,就无法判断所监测的数据是否违反相关标准或超标能耗,这不利于通过能耗监测来提升城市公共建筑的节能管理.因而,能耗监测必须依赖于一定的标准,才能有效判断能耗情况、节能情况,为节能减排、低碳生活、和谐社会建设提供服务^[6].为了真正发挥能耗监控系统的效用,各级监管单位可以联合各个领域(水、电、气;建筑、设备等)的节能专家^[7],针对本市的大型公共建筑进行能耗现状分析和评价,制定出符合实际情况的能耗标准.在条件允许的情况下,可以针对每个建筑设置相应的节能考核指标.通过对单体建筑的能耗统计分析、整体能耗的统计分析,可以自动与专家设定的能耗标准进行比对,一旦发现异常就可以进行报警提醒,从而促进用户主动进行节能改进、惩罚或者激励.

(3)强化合同能源管理

合同能源管理(Energy Performance Contracting 简称 EPC),是指“从事节能服务的公司(Energy Management Company, 简称 EMC), 通过与客户签订节能服务合同, 由自己担负风险为客户提供节能改造的一整套服务, 并从客户节能改造后获得的节能效益中收回投资和取得利润的一种商业运作模式, 其实质就是一种以减少能源费用来支付节能项目全部投资的营运方式”^[7].当主管部门通过能耗监测数据,发现较大异常的公共建筑物时,可以与第三方服务公司联系,由提供 EPC 服务公司与高耗能的单位或者建筑物管理机构签订能源管理合同,从而降低政府部门的节能管理成本,同时又提高了管理部门对大型公共建筑节能管理的效率.因而,在国家相关政策条件下,强化合同能源管理是提升节能管理效率效果的又一重要途径.

(4)实施有效的节能激励政策

目前,由于缺乏相应得节能标准,所以导致政府管理部门无法制定和实施有关的节能激励政策,来进一步强化被监测单位的节能意识和主动性.针对这个问题,政府管理部门必须在相关节能标准基础上,设计一套具有激励性的节能管理政策和制度体系,通过政策落实和制度约束来激励被监测单位的能源消耗情况,鼓励这些单位主动节省能源,甚至投入相应资源来构建自我节能管理模式^[7].政府管理部门可以依据被监测点的能源消耗和节能水平等情况在电费、水费、燃气费等方面给予奖励或优惠,并在其他政策方面给予优先照顾.除此之外,政府行政管理的监管力度、制度机制、相关法律法规制度等问题也是提升节能管理效率和效果的重要因素.这些要素是以政府为主导的行政管理中长期以来的问题,对能耗监测和节能减排管理具有关键性作用,因而也必须得以重视和改进.

5 结 论

本文从能耗监测系统的角度设计基于信息化平台的能耗监测系统和相关节能管理模式,为各级管理部门提供了一个新的节能及绿色管理新视角.目前,尽管一些城市逐渐开展能耗监测活动,但是其模式和系统开发仍然不成熟,导致了投入产出效率较低.在和谐社会建设的大背景下,节能管理成为我国当前的经济发展过程中的必要趋势.为了完成节能减排的艰巨任务,实现社会的可持续发展目标,通过能耗监测平台进行节能管理的模式仍需进一步探索,不断完善能耗监测系统平台,扩大其功能及职能,使之成为城市经营过程中的绿色管理及决策平台,有效降低能耗管理的交易成本,提高政府管理效率,提升人民大众生活质量,确保城市建设与自然环境的可持续发展.

参考文献 References

- [1] 江 亿. 我国建筑能耗趋势与节能重点[J]. 建设科技, 2006(7): 11-13.
JIANG Yi. Our focus on building energy consumption trends and energy-saving [J]. Construction Technology, 2006(7): 11-13.
- [2] 张 丽. 中国终端能耗与建筑节能 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
ZHANG Li. China's ending energy consumption and building energy-saving [M]. Beijing: China building industry press, 2007.
- [3] 钱伯章. 节能减排-可持续发展的必由之路 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.
QIAN Bo-zhang. Energy-saving -- sustainable development way[M]. Beijing: Science Press 2008.
- [4] Kaoru Kawamoto, Yoshiyuki Shimoda, Minoru Mizunob. Energy saving potential of office equipment power management [J]. Energy and Buildings, 2005(36): 915-923.
- [5] Mikael Lundin, Staffan Andersson, Ronny Ostin. Further validation of a method aimed to estimate building performance parameters [J]. Energy and Buildings 2005(37): 867-871.
- [6] 王 俊, 徐 伟, 林海燕. 建筑能耗现状与节能途径 [J]. 中国科技成果, 2006(19): 14-17.
WANG Jun, XU Wei, LIN Hai-yan. Building energy consumption and energy-saving path [J]. China Science and Technology Achievements, 2006(19): 14-17.
- [7] 王广斌. 合同能源管理与政府机构节能问题研究 [J]. 商业时代, 2006(16): 80-81.
WANG Guang-bin. Energy Performance Contracting and energy-saving of government research [J]. Commercial Times 2006(16): 80-81.
- [8] Alan Meier, Jiang Lin, Jiang Liu, et al. Standby power use in Chinese homes [J]. Energy and Buildings, 2004 (36): 1211-1216.
- [9] 赵西平, 王景芹, 吕 玮, 等. 寒冷地区既有居住建筑能耗现状分析[J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2010, 42(3): 427-431.
ZHAO Xi-ping, WANG Jin-qin, LU Wei, et al. Analysis on energy consumption of existing building in cold regions [J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech.: Natural Science Edition, 2010, 42(3): 427-431.

Research on energy consumption monitor system-based managerial mode of building energy thrift

LIU Dan¹, LI An-gui¹, YE Hong²

(1. Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China;

2. Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract This paper is based on information system management perspective, designing an energy consumption management system. By taking Xi'an project transaction center as an example, we analyzed its energy consumption. Further, we explored the new mode of energy-saving management-based energy consumption system. This study will provide new perspective and ideas for China country's energy-saving theory and practice for relative governmental institutions.

Key words: energy consumption; information system; energy-saving management; EMC