

高校校园建筑节能运行管理现状及问题调查

纪博雅,刘玉明

(北京交通大学经济管理学院,北京 100044)

摘要:调查了基于信息服务平台开展高校校园智慧化运行的管理现状,并系统分析了高校校园节能运行集成管理的问题。通过实际走访的方式,深入掌握我国高校校园监测平台的建设情况、相关技术的应用情况和校园运行的管理情况。在此基础上,基于WSR方法论,设计校园建筑节能运行管理的调查问卷,针对节能运行实际管理过程中存在的问题,从监测平台及相关技术问题(物理层)、智能管理目标与功能问题(事理层)、相关主体行为的问题(人理层)3个维度进行系统性分析,识别出了高校校园建筑节能运行管理的系统问题。

关键词:高校校园;节能运行管理;现状;问题调查

中图分类号:TU244.3 **文献标志码:**A

“十二五”期间,住房和城乡建设部通过政策补贴的方式建设了一批“节能型”校园,并于2008年5月,制订了《高等学校节约型校园建设管理与技术导则》,支持高等院校建设校园建筑能源监测平台,由此推进了高校信息化程度的提升,为实现“智慧校园”的节能集成管理提供了技术支持。搭建能耗动态监测平台,实现了能耗的实时监测、实时计量、数据集成分析和设备智能控制,提高了高校能源智能化管理水平。目前,已开展建设的高校超过300所,约有200多家高校验收通过,部分高校也已经开始了“智慧校园”的规划试点工作。

公共建筑能源监测平台相关的技术与管理研究已开展了十余年。国内能源管理监测平台无论是节能技术创新,还是相关信息技术整合方面的研发均取得了突破性进展。中国建筑科学研究院开发了公共建筑节能监测系统,并应用在国家机关办公和大型公共建

筑能耗数据分析中央级平台以及北京大型公建节能监测平台^[1-2]。上海建筑科学院研究了上海市各类公共建筑能耗定额、国家建筑节能标准,并开发了上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台^[3]。吉林建筑大学以本校31栋建筑物的数据为样本,建设了监测平台,并研究平台的能耗信息采集、传送、动态监测和信息处理能力与效果^[4]。此外,还有很多学者研究了利用新技术支持监测平台的技术发展。例如:基于BIM(Building Information Modeling)技术提供的建筑信息进行建筑绿色评估能耗分析及可行算法^[5-6];开发利用RFID(Radio Frequency Identification)技术,辅助建筑内进行能源感知与智能控制等系统功能的应用^[7]。

“节能型”校园发展至今已有10年的时间,随着建设绿色校园、智慧校园需求的增加,当前,还未有学者对各大高校在此方面建

设的实际情况进行调查。因此,笔者将以文献调查、走访调查与实际调查相结合的方式,深入了解分析现状并梳理节能运行管理的相关问题。

一、WSR 方法论的内涵及适用性

1. 物理 - 事理 - 人理 (WSR) 系统方法论的来源与内涵

1994 年,顾基发等^[8]提出了一种解决复杂性问题的典型的“软”系统方法论,即“物理 - 事理 - 人理”系统方法论(“Wuli - Shili - Renli” System Approach,简称 WSR 方法论)。该方法论主要从“物理”(对象是什么?)、“事理”(事情怎么做?)、“人理”(应不应该做?)3 个层面去分析复杂问题,3 个层面分别依靠自然科学、管理科学、人文科学等方面的知识作为支撑,可以较好地解决具有层次性与系统性的非结构化或半结构化问题。WSR 方法论的工作过程是从理解工作意图、制定方案、协调方案,最后实现工作期望的动态过程。

2. 物理 - 事理 - 人理 (WSR) 系统方法论的适用性

WSR 方法论可以很好地将客观规律与主观行为相结合,并且,由于 WSR 方法论解决的问题并不一定是巨型复杂系统的建设,因此,在一定程度上避免了子系统划分的问题。WSR 方法论已经在多个研究领域进行实践检验,如区域发展、气候变暖、人力资源管理^[9]、风险管理^[10]、综合评价^[11]、资源管理^[8]等。目前,还很少运用 WSR 方法论来分析类似系统平台构建的半结构化问题^[12]。高校建筑节能运行管理的问题,应从技术层面搭建平台,并考虑应用 WSR 方法论来分析问题。

二、高校校园建筑节能监测平台的建设与运行管理现状

1. 监测平台建设情况

目前,高校建设的监测平台以《节约型校园节能监管体系建设示范项目验收管理办法(试行)》为参照标准,建立了一批可以进

行建筑能耗监测、能耗统计以及服务政府能源审计的建筑能耗监测平台。该既有平台建设内涵包括:对校园建筑的能耗及水耗的监测设备设施进行部署;对实现监控信息传输的服务器等网络硬件设施进行部署;对辅助管理形成的平台软件功能进行部署以及相应的高校配套管理制度模式等。

为实现校园建筑能耗监测平台的基础功能,我国对需要采集的能源相关数据信息进行了简单的分类,出台了《高等学校节约型校园建设管理和技术导则》,该导则中规定了基本的分项统计、分类统计内容,是高校智能化管理平台建设的基础。

笔者通过收集《节能型校园验收报告》,了解了目前多数高校建设能源监测平台的常规建设体系,一般分为应用层、数据服务层、数据采集层。

2. 相关技术应用情况

建筑能源管理监测平台无论是在节能技术创新方面,还是相关信息技术整合方面的研发都取得了突破性进展,但是当前高校已经建设的基础平台,普遍未考虑兼容诸多先进技术,如 BIM 技术、RFID 技术等。因此,校园节能管理虽然有相应的支撑技术,但还缺乏技术集成体系。

3. 建筑运行管理情况

虽然我国高校的校园管理服务平台以及相关技术已经具有一定的应用水平,但与国外能源管理平台、部分商业建筑的智能楼宇控制系统相比,还有诸多区别与差距。其中最主要的是,我国高校的能源监测平台由政府财政补贴,主要为政府提供能耗统计数据,帮助国家掌握各类公共建筑用能情况和节能潜力情况。而国外的能源管理平台以及一些商业建筑建立的楼宇监测平台,只管控单体建筑或区域建筑的节能运行与智能化控制。通过对比发现,目前高校的建筑能耗监测平台普遍存在监测指标单一、关键指标选择不准确、指标不完善等问题。

在高校日常的建筑运行管理过程中,未能深入挖掘能耗监测平台的实际节能运行潜

力与价值。经过走访调查,几所通过“节能型”校园验收的高校,出台的保障节能运行的制度文件并不深入细化。虽然通过利用信息技术与监测技术,使得既有平台在能耗计量、能耗分析、能耗数据上传等方面发挥了作用,但在建设和运行过程中,实际的使用者和管理者如何将既有平台的数据与建筑运行管理的工作相结合是目前亟待解决的问题。

此外,还存在实际运行管理者不能利用平台功能辅助运维管理和设备设施管理等日常管理工作,建筑使用者没有足够的动力开展建筑节能行为,平台建设者提供的平台咨询服务质量差等问题。上述问题导致高校在开展建筑节能运行管理工作时,各类节能管理新技术的利用效率较低。

三、基于 WSR 方法论的高校校园建筑节能运行集成管理问题分析

1. 基于 WSR 方法论的调查问卷设计

结合我国高校校园节能运行管理的现状,发现我国高校校园建筑节能运行管理问题具有较强的复杂性,需要将高校校园建筑节能运行管理当作一个复杂系统。因此,采用系统分析方法对“高校校园建筑节能运行集成管理”问题进行分解分析。调查问卷的设计基于 WSR 方法论,将节能运行管理过程中的问题按照物理层、事理层、人理层来进行内容分解。问卷设计分为3部分:平台建设基本情况(物理层);目标管理功能应用情况(事理层);高校的合作意愿与管理服务情况(人理层)。

由于在校师生并不参与管理行为,因此,为保证调研结果的可靠性,本调查只面向各高校中负责高校后勤管理与信息化建设的高层主管领导,通过高校中最了解实际情况的管理者来评价当前高校建筑节能运行管理的相关情况与问题。

在问卷设计过程中,为保证调查问卷的质量,对于校园平台建设情况(物理层),只设计成“有”与“无”的客观模式,有建设则评价为“1”,没有建设则评价为“0”。对于目标

管理功能应用情况(事理层),采用李克特(Likert)量表法与“有/无”评价相结合的方式。一般每所高校只选取1至2位领导进行评价,1位领导进行评价时,评价结果则为该领导评价结果;2位领导进行评价时,则选取两人评价的平均值。每一份问卷最后,设计了开放性问题,广泛征集高校的高层主管领导对未来校园平台建设、建筑节能运行集成管理的相关建议。

2. 数据收集

(1) 被访者情况。本调查被访者为参加国家机关事务管理局组织的“2018年度部属高校能源资源消费统计数据会审工作会议”的与会专家领导,该会议参加者均为各所高校主管校园节能运行管理的高层管理者。参会的高层管理者包括后勤集团的主管人员、校园信息化建设的主管人员、分管学校后勤与能源管理的副校长或校长助理等。总之,参会专家均多年从事本校的建筑节能、建筑能源审计、校园后勤管理等工作,了解本校的能源监测等平台的建设情况以及本校校园建筑节能运行管理的具体服务模式,掌握高校的实际用能情况。并且,由于被访者均为高校领导层管理者,清楚学校的管理计划与发展前景,决定着学校未来3~5年在建筑节能运行管理方面的发展方向。因此,选取与会专家来回答设计问卷,可以保证调研结果的准确性。

该会议参会者以高校为单位,每所高校派1至2位负责主管工作的领导作为代表。因此,向参会专家进行高校建筑节能运行集成管理问题的相关调查时,以高校为统计单位进行调查结果统计。当1所高校由1位领导进行评价时,评价结果则为该领导评价结果;由2位领导进行评价时,则选取两人评价的平均值。

(2) 被调查大学情况。本研究最终回收83份调查问卷。其中,有4所大学提供了2份调查问卷(即有两名领导接受调查),因此,有效收集79所大学的情况。共有地处严寒地区的大学8所;寒冷地区的大学43所;

夏热冬冷地区的大学 23 所;夏热冬暖地区的大学 5 所。

3. 问卷的信、效度

利用 SPSS 软件,对高校建筑节能运行的目标管理功能应用情况、个别平台建设基本情况进行有效性分析。而平台建设基本情况、主体的合作意愿与管理服务情况等非量表类问题,无需进行信、效度检验。信度选择克隆巴赫 α 信度指标, α 值为 0.902,当 α 值大于 0.8,说明此次调查结果的内部一致性极好。效度选择 KMO 和 Bartlett's 检验,选择最大方差法,KMO 值为 0.826 (大于 0.7),说明问卷结构效度良好,调查测量的结果能显现其测量内容的特征。

4. 高校校园节能运行管理问题的 WSR 三维分析

(1) 物理层:监测平台及相关技术问题
分析。从平台建设基本调查情况来看,在 79 家被访高校中,有 66 家(占 83.5%)高校已经进行了基于校园能源监测平台的建设与运行管理工作,高校的校园建筑节能运行集成管理的物理层面搭建情况较为良好(见图 1)。笔者对既有的监测信息采集情况以及信息利用情况进行调查,发现高校在能源监测分项计量方面基本做到了全面普及,然而,仅有 21% 的高校拆分或预留了可再生能源的利用情况的监测数据。此外,高校对基本设备信息与建筑总面积的数据采集情况也相对较好,可以通过基本设备信息与建筑信息,进行简单的能效控制指标的管理,如单位面积能耗、设备运行效率等(见图 2)。相比之下,高校对环境信息的监测采集与利用率较低,对除建筑面积外的建筑朝向等建筑信息的关注也不够。

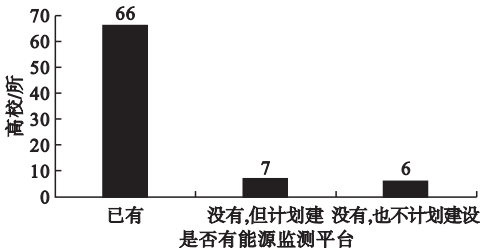


图 1 能源监测平台、管理系统的基础建设情况

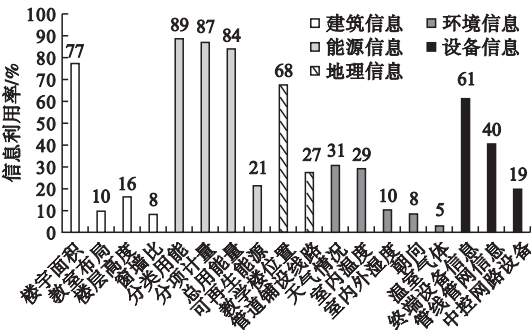


图 2 能源监测平台、管理系统的既有信息采集情况

根据既有服务平台的建设情况,发现存在平台架构、数据采集与数据利用 3 方面的问题。首先,平台架构落后。目前高校的监测平台建设依据的导则内容,均为 2007 年编写,2008 年公布实施,推广时间已经超过十年。而这十年来,互联网、物联网等信息技术飞速发展,建筑使用者对建筑舒适度的需求也在逐步增加,可以说,当前高校进行的各类数据监测,无论是种类上,还是单类数据的采集点部署量上,都不能满足建筑节能运行管理的要求。

在数据采集方面,存在数据采集种类不全面的问题。当前,高校以满足上报的“基本要求”为部署原则,只对用能数据进行监测,对环境信息、设备信息等不进行采集。因此,高校能耗监管工作普遍只能实现一定程度的能耗分类、分项统计和能源审计,并且工作重心还停留在高校层面的数据统计工作上。特别是在财政补贴经费与高校财政计划限制的情况下,有时候会出现一栋楼仅有一块监测总表的情况,不利于进行建筑的精细化节能运行集成管理。

在数据分析层面,存在不能充分利用已采集的数据信息的问题。多数高校可以做到监测建筑的设备信息与能源信息采集,部分高校同时在做人员流量分析。但即使在人员信息与能源信息采集数据充分的高校,既有平台的分析功能也未能做到与数据的关联,更未考虑到时间变动会对两种信息间的关系产生的影响。更谈不上充分利用数据来预测未来能耗的趋势,进而进行调控设备的节能运行等。因此,存在着大量采集数据被浪费的问题。

(2)事理层:管理目标与功能问题分析。从既有技术应用情况进行分析,见图 3 所示。通过李克特(Likert)五点量表法进行分析发现,基本网络铺设与平台能源监控和能耗统计的工作完成较好,各个高校普遍对平台架

构的搭建情况表示基本满意,在能耗公示方面也可以达到基本满意的状态。与之相对的,可再生能源管理、建筑间的能源调度管理以及利用 BIM 等新技术进行建筑管理都远未达到期望水平。

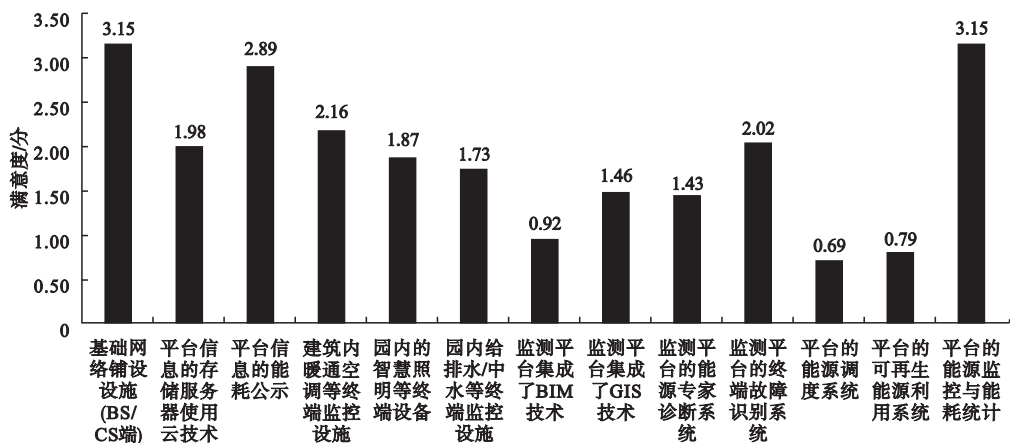


图 3 高校能耗监测平台、管理系统的既有功能

根据对目标管理功能应用情况的调查发现,存在平台应用功能分布不均衡、管理工作内容与平台应用交互不好、节能运行管理需求不明确、不能为用户提供智能服务等问题。

首先,平台应用功能的设计不均衡,软件应用设计架构存在问题。目前,高校的软件应用基本满足需求的是“基本网络铺设”、“平台能源监控和能耗统计”和“能耗公示”。前者表示平台事理层与物理层的功能对接良好,后者服务重点在于满足高校能源审计、政府监督部门对高校信息公示的基本要求。然而,其他各类具体的基本管理需求功能,则均没有达到基本满意的水平。这一方面说明,当前使用者的管理服务需求在逐渐增高,另一方面也说明平台的应用设计架构存在不均衡的问题,无法满足使用者的管理需求。

管理工作内容与平台软件的交互问题。目前校园日常建筑运行管理工作,主要合并并在后勤管理活动中。而后勤管理活动更多关注的是设备维护和人员出勤等工作,多数已验收的建筑能源监测平台,把关注点放在对各种能源消耗的实时监测功能上。由于缺乏对实时监测所采集信息的深入挖掘,导致实时监测功能无法切实地为设备检修、日常维

护、远程调度等常规运行管理工作服务。因此,应增强平台的实际管理功能(智能报警、网络远程配置、能源调度系统等)与采集信息的匹配性,从数据层面促进平台功能间的联动。

节能运行管理需求不清的问题。在统计调查过程中,少数校园管理者认为不需要进行再深入的节能集成管理,其中一部分管理者对可以进行监看的平台系统表示满意,另一部分管理者则截然相反,对基于信息化手段进行运营管理并不看好。对不看好的管理者进行进一步问询,发现此类管理者普遍存在几个特点:习惯了传统的管理模式;大多不具有建筑运行管理相关专业背景;对建筑节能运行管理的潜力认识不深;所在高校不具有足够的经济支持等。

(3)人理层:相关主体行为的问题分析。从高校管理者、实际运营者对建筑节能运行集成管理的意愿来看(见图 4),89% 的受访者认为,提高高校建筑节能运营管理还是极有必要的,仅有 6% 的受访者认为既有管理平台与系统已经能满足高校日常建筑节能运行管理的需求,还有 5% 的受访者表示不愿进一步开展建筑节能运行集成管理工作,原因是由于高校经费限制以及对目前平台运

行效果的不满意。笔者对高校现行的建筑节能管理模式进行调查分析发现,所有高校都没有采用完全能源托管的形式来开展校园节能运行管理工作(见图 5)。其中,90%的校园建筑节能管理模式仍然由高校完全自持物业管理,10%的校园建筑节能管理模式采用了混合模式。然而,高校管理主体表示,未来会加强与其他主体的合作,其中多数赞成要与节能服务公司进行良好沟通与合作,也认同需要加强与在校教师和学生的沟通合作,并且要积极与学校领导进行及时沟通,而对与其他相关主体进行合作的意愿较低(见图 6)。

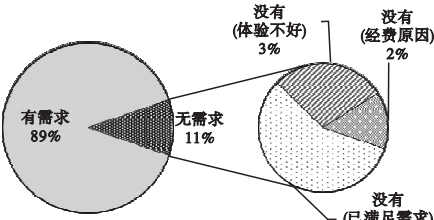


图 4 高校管理者、实际运营者对建筑节能运行集成管理的意愿

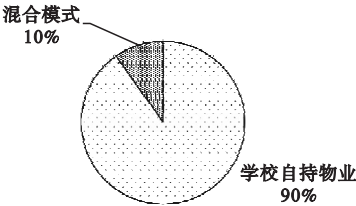


图 5 高校现行的能源管理模式

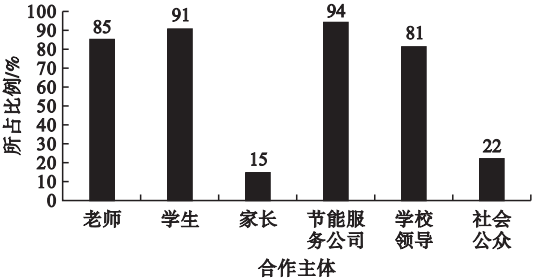


图 6 高校选择合作主体的倾向

根据相关调查发现,人理层存在现行管理模式单一以及相关主体参与度低的问题。相当一部分高校采用校园建筑自持物业管理模式,无法有力地 将节能运行管理的效益与具体管理者的绩效收益挂钩。并且,高校后勤管理人员,大多数都不是建筑管理或信息

技术等相关专业的人员,对建筑节能运行管理的意识不强、专业技术水平不高,因此管理水平有限。此外,受限于高校建筑使用者的隐私服务需求以及高校的事业单位的性质等,无法完全将高校的后勤管理工作全部外包给 ESCo,进行能源托管。因此,推进混合型管理模式,适应高校管理环境十分必要。

此外,在自持物业管理模式下,存在相关主体节能管理活力不足的问题。在加强主体合作的调查中,管理者普遍认可应该进一步加强与能源服务公司的合作关系以及与在校师生的合作关系。但由于校园建筑存在公共物品的属性,师生虽然是能源实际的使用者,但他们往往不需要支付建筑实际运行的能源费用。因此,应努力寻找可以激活主体活力的管理合作模式。例如,通过高校节能管理制度将在校师生节能行为转化为节能收益,有助于激励在校师生自发地开展建筑节能活动。

四、结 语

过去的建筑节能运行管理研究主要围绕后勤管理者与设备的管理维护,与当前信息化建设普遍实行,建筑节能舒适需求提升的现状不相符。通过文献调查与走访调研,发现了当前高校校园建筑节能运行管理亟待解决的新问题,有助于高校管理者明确校园建筑节能运行管理的重要方向。基于 WSR 方法论,构建起高校校园节能运行集成管理的系统问题分析框架,从物理层、事理层、人理层剖析了高校建筑节能运行管理的系统问题,提高了相关管理问题研究的系统性,促进高校有针对性地开展校园建筑节能运行集成管理工作。

参考文献:

[1] 贾晓晴,付强,朱龙虎.既有公共建筑综合性能监测管理系统架构设计[J].建筑热能通风空调,2019,38(9):86-89.
[2] 王玉,曹勇,毛晓峰,等.医院建筑能耗监管平台现状调研[J].暖通空调,2019,49(1):15-19.

[3] 上海市建筑科学研究院. 2017 年上海国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测及分析报告[EB/OL]. (2018-09-07)[2020-06-10] [https://max. book118. com/html/2018/0827/8032040116001121. shtm](https://max.book118.com/html/2018/0827/8032040116001121.shtm).

[4] 刘晔,王翹楚. 某高校学生公寓能耗监测平台运行数据分析[J]. 吉林建筑大学学报,2016,33(2):47-51.

[5] ILHAN B, YAMAN H. Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM - based design decisions [J]. Automation in construction,2016,70:26-37.

[6] LADENHAUF D,BATTISTI K,BERNDT R,et al. Computational geometry in the context of building information modeling [J]. Energy & buildings,2016,115:78-84.

[7] CAO Y,SONG X,WANG T. Development of an energy - aware intelligent facility management system for campus facilities [J]. Procedia engineering,2015,118:449-456.

[8] 顾基发,唐锡晋. 物理事理人理系统方法论 [M]. 上海:上海科技教育出版社,2000.

[9] 佟雪铭. WSR 方法论在人力资源开发研究中的应用[J]. 软科学,2008,22(1):135-138.

[10] 柳长森,郭建华,金浩,等. 基于 WSR 方法论的企业安全风险管控模式研究:“11·22”中石化管道泄漏爆炸事故案例分析[J]. 管理评论,2017,29(1):265-272.

[11] 罗建强,李伟鹏,赵艳萍,等. 基于 WSR 的制造企业服务衍生状态及其评价研究[J]. 管理评论,2017(6):129-140.

[12] JI B,LIU Y,JIN Z. An evaluation of the design and construction of energy management platform for public buildings based on WSR system approach[J]. Kybernetes,2018,47(8):1549-1568.

Current Situation and Problem Investigation on the Energy - Saving Management of Campus Buildings in Universities

JI Boya,LIU Yuming

(School of Economics and Management,Beijing Jiaotong University,Beijing 100084,China)

Abstract:This paper investigates the current situation of energy - saving management of campus buildings in universities,and systematically analyzes the problems of the integrated management of energy - saving operation in campus buildings. The application of related technologies and the management of building operation and management of energy - saving operation and management of campus buildings in China are thoroughly mastered by means of actual visits. On this basis, based on the WSR methodology ,a questionnaire for the integrated management of energy - saving operation is designed, and the problems in the actual management process of energy - saving operation are systematically analyzed from three dimensions of WSR: monitoring platform and related technical issues (physical layer) , management objectives and functions (management layer) ,and related subject behaviors(human layer). This paper identifies the system problems of energy - saving management in campus buildings.

Key words: university campus; saving - energy operation and management; current situation; problem investigation

(责任编辑:何旷怡 英文审校:林 昊)