



国际电气工程先进技术译丛

 Springer

光伏建筑中的 能源管理

Energy Management in Buildings Using Photovoltaics

[希] 埃琳娜·帕帕佐普洛卢 (Elena V.M.Papadopoulou)

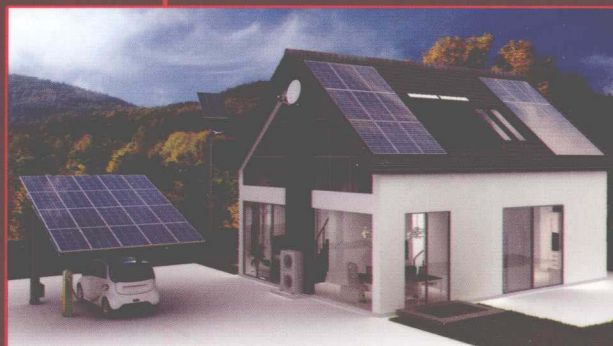
著

孙江宏

等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际电气工程先进技术译丛

光伏建筑中的能源管理

[希] 埃琳娜·帕帕佐普洛卢 著
(Elena V. M. Papadopoulou)

孙江宏 等译



机械工业出版社

本书讲述了在能源管理与定价过程中如何采取最优方法减少建筑中不必要的发电设备。本书采用了数据、表格及附图进行说明,并逐步介绍了规划设计光伏系统的方法和能源政策,使其可在住宅建筑和工业建筑中使用。特别关注了欧洲工业所提供的实例,探讨了创建能源系统所包括的:①零能耗建筑;②光伏发电技术;③电网间的连接。

本书通过从基础介绍到深层次的技术分析来探讨这一话题,不仅可为光伏系统领域的技术人员和研究者提供参考,同时也可以作为高校相关专业研究生的参考用书。

Translation from English language edition; Energy Management in Buildings Using Photovoltaics by Elena Papadopoulou.

Copyright © 2012 Springer London. Springer London is a part of Springer Science + Business Media.

All Rights Reserved.

本书中文简体字版由 Springer 授权机械工业出版社独家出版。版权所有,侵权必究。

北京市版权局著作权合同登记 图字:01-2013-4243 号



光伏建筑中能源管理(希腊)帕佐普洛卢著;孙江宏等译.
—北京:机械工业出版社,2015.9

书名原文:Energy Management in Buildings Using Photovoltaics
ISBN 978-7-111-50751-2

I. ①光… II. ①帕…②孙… III. ①太阳能建筑-能源管理
IV. ①TU18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 150045 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 阎洪庆 责任编辑: 阎洪庆 责任校对: 陈 越
封面设计: 马精明 责任印制: 李 洋
北京振兴源印务有限公司印刷
2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
169mm×239mm · 6.75 印张 · 130 千字
0001—2500 册
标准书号: ISBN 978-7-111-50751-2
定价: 58.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

译 者 序

新能源是当前能源领域最热门的话题之一，也是国家重要的战略组成部分。它是解决能源危机的重要手段，正在成为高速发展的产业。我国在该领域的发展投入巨大，但是尚缺乏系列化、科学化的引进，而且此方面的人才较少，所以国际上相关技术著作就成为此方面的最佳参考。

本书主要从建筑中的光伏能源管理出发，注重太阳能光伏技术的高效应用和环境保护，探讨了光伏产业的发展现状，针对光伏系统的技术转换、安装、设计与并网等，建立了一条线性产业链模型，对我国的建筑光伏管理可以起到很好的启迪作用。本书语言简练，思路清晰，技术应用与理论模型之间有很好的相互支撑，是不可多得的专业著作之一。

本书在内容安排上由理论起，至并网结束，内容全面，实例丰富。其中，第1章首先概述了能源管理基本情况；第2章简述了能源效率和能源存储；第3章引入了零能耗建筑概念；第4章分析了建筑集成光伏系统及控制单元；第5章介绍了建筑中的光伏系统；第6章开始探讨具体光伏技术，如硅光伏电池、系统组件、建筑划分、并网规划等；第7章介绍光伏系统安装；第8章介绍了如何设计光伏系统；第9章介绍了电网间的连接。

本书由孙江宏、王茂、李乐、牛晓辉、成佳蕾共同翻译，全书由孙江宏统稿整理，王茂完成技术审校。

本书可作为新能源方向的工程研发人员的工具书，也可为高校相关专业研究生以及政策决策者提供参考。

限于译者经验和水平，书中难免存在疏忽和错误，敬请广大读者批评指正。

译 者

原书前言

建筑中的能源管理与能源效率优化的重要性日益提高。在当今电气时代，正面临着巨大的能源危机，电能需求和供给之间的差距也在日益扩大。

当世界各国发现由于很难满足能源需求而导致减载或者其他能源质量问题很难处理时，能源管理便成为一个重要议题。住宅区、商业区和工业区的高效能源需求可以减少能耗需求，这样不仅可以节省能源消耗费用，而且对保护环境也有着正面影响。能源管理对配电系统和发电系统有着同等重要的作用。智能电网管理和可再生能源集成正在成为高效能源管理的重要组成部分。

写作本书的目的是通过关注这些问题、提升方法和技术来提高建筑中的能源利用效率，并减少能源消耗和使用光伏能源系统。

减少能源消耗不仅对减排式的环境保护方式至关重要（例如减少温室气体的排放），而且对建筑能源监控问题也相当有利。

可再生能源在居民区的快速发展以及负载管理的投入开启了为拥有大能源的并网多源系统中的终端用户提供能源管理的新型可能。这些问题具有高不确定度和计算速度限制，而且需要新工具。

此外，本书将探讨住宅区光伏系统的应用，并重点关注基本应用范围（经济上、技术上和管理上）和相关的能源管理模型。这就提出了一个问题：这种措施是否可以促进建筑中能源管理模式的发展。

本书的结构安排在内容与设置上非常灵活。它既可以用于工程人员了解和掌握能源管理及光伏系统运行技术，也可以作为学生的教科书。本书叙述的初级能源管理系统和光伏系统运行已基本满足光伏系统基础课程的教学要求。同时，对于讨论特定主题的高级研修课程也具有足够的广度和深度。此外，本书既可用于本科教学，也适用于研究生教学。

为清晰阐述主题，本书具有以下特色：

- 1) 数据和图表：用于深入阐述本书所介绍的概念和技术。
- 2) 问题：每章结尾处的问题总结并且回顾了本章的内容要点。大多数情况下，这些问题都需要定性回答，同时提示读者重视需要仔细考虑的主要内容。
- 3) 设计和计算：用于屋顶光伏系统的安装操作。
- 4) 术语表：与光伏技术有关的专业术语。

我要诚挚感谢 Springer 出版公司，同时特别感谢 Anthony Doyle、Claire Protherough 以及 Grace Quinn 的编辑工作。

目 录

译者序

原书前言

引言	1
第 1 章 能源管理	3
第 2 章 能源效率和能源节约	10
2.1 温室气体效益	12
2.2 照明和机械系统	14
2.3 HVAC 系统	15
2.4 BMS 在住宅中的应用	16
第 3 章 零能耗建筑	18
第 4 章 太阳能	28
4.1 光伏技术	30
4.2 薄膜组件特征	31
4.3 光伏建筑一体化系统	31
4.4 控制单元	35
第 5 章 建筑中的光伏系统	36
第 6 章 光伏技术	41
6.1 硅光伏电池	42
6.2 晶体硅和非晶硅	43
6.3 主要系统元件	45
6.4 连接建筑的光伏系统的分类	46
6.5 建筑光伏系统离网发电	46
6.6 光伏系统最大功率决定的连接结构	46
6.7 环境问题	47

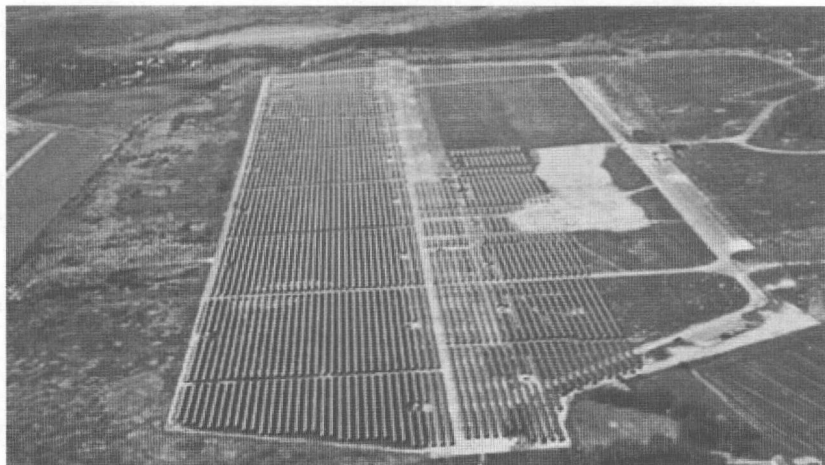
VI 光伏建筑中的能源管理

6.8 电力回馈到电网	48
第7章 光伏系统的安装	51
7.1 光伏电池板的定位	54
7.2 遮挡调查	56
7.3 遮光问题	58
7.4 静力学材料和支撑材料	58
7.5 电力变换器的放置区域	59
第8章 光伏系统的设计	60
8.1 典型的光伏系统电气值	60
8.2 温度	60
8.3 光伏系统与逆变器之间的协作	60
8.4 系统安装	63
8.4.1 错误调查	64
8.4.2 保护	64
8.5 逆变器的接地	65
8.6 接线	66
8.6.1 交流侧	68
8.6.2 标识	68
8.7 建立光伏组件对高压和雷击的保护	68
第9章 电网间的连接	70
9.1 建筑光伏系统的连接配置——电网	70
9.2 安全须知	73
9.3 光伏系统安装过程中降低触电危险的措施	73
9.4 注意事项	74
9.5 太阳能光伏系统容量	75
第10章 后记	78
附录	81
附录 A 屋顶类型	81
附录 B 术语表	85
参考文献	101

引 言

能源管理为工业化国家和发展中国家提供了前所未有的减少由使用化石燃料带来的财政、健康和环境成本的机会。每年，全球范围内可利用的相关投资可达数十亿欧元。然而，实际投资却远远低于这个水平。这反映了当前节能投资环境缺乏经济上的吸引力。

尤其对于经济迅速发展、能源消耗与日俱增的发展中国家来说，节水和节能设计一方面可以有效地控制日益增长的电厂和水处理厂的建设成本，另一方面也减少了未来的能源进口需求和化石燃料燃烧带来的健康与环境问题。



光伏能源园区 (juwi 集团)

在过去的十余年中，欧盟国家对于可再生能源技术的热情不断增长。这带来了广泛的影响，包括：①法律和财政方面的优惠措施；②多种潜在可再生能源并存；③对环境问题的重视。

节能改造远远比加装太阳能板更加有效。已经或者即将进行节能改造的建筑将在可再生能源装置安装时具有明显的优势。

然而，对于可持续性/绿色建筑，人们仍然存在误解。人们认为可持续性建筑必然包含了一系列昂贵的高科技。现在的确有一些这样的试点。它们实际上导致更多的资金投入、能源消耗和对环境的影响。

绿色建筑（可持续性建筑）指的是在建筑的整个生命周期过程中均使用节能环保措施：从设计、建设、运营，到维护、翻新、拆除。这大大拓宽了常规建

筑设计中对于经济、能耗、耐久性和舒适度的考虑。

虽然新技术的不断发展已有效帮助人们建设更加绿色的建筑，但是常见的绿色建筑的目标依然是减少建筑对于人体健康和自然环境的整体影响。主要通过以下三点实现：

- 节约使用能源、水资源和其他资源。
- 保护住户健康并提高劳动生产率。
- 减少浪费、污染和环境破坏。

一个与绿色建筑相似的概念是自然建筑。自然建筑一般规模更小，并且通常就地取材。另一个相关话题是可持续设计和绿色结构。可持续性指的是在满足当代需求的同时又不破坏下一代满足需求的能力。但是，绿色建筑并不强调改造现存的建筑。

然而，现代可持续性理念提倡对新建筑和改造建筑的综合化、系统化建设。同时，可持续设计需要将房屋的生命周期与设计过程中的每个绿色建筑实践相结合，以实现协同效应。

绿色建筑使用了一系列的措施和技术来减少并最终消除建筑对于环境和人类健康的影响。通常，对可再生能源的使用是关注的重点。比如，通过阳光获得主动和被动的太阳能及光伏技术，利用花草树木制造绿色屋顶、雨水花园，以减少雨水的流失。其他的一些技术也被用来调整对地下水的补给，如采用砾石填充或透水地坪来代替传统的混凝土或沥青等方法。

在审美方面，绿色建筑的可持续设计讲求的是与周围的自然环境和景观融为一体。可持续建筑的建设有几个关键步骤：使用当地可得资源、减少负荷、优化系统、现场产生可再生能源。

绿色建筑通常还包含了减少能源消耗的方法，既包括开掘、处理、运送和安装建材过程中的能源需求，也包括设备热电服务中的运营能耗需求。

由于高效能建筑通常需要更低的运营能耗，使用的能源通常可以占到建筑生命周期能耗的30%以上，也显得更加重要。为了减少运营能源使用，节能门窗和隔音装置通常被安装在墙壁、天花板和地板上来提升房屋的围护结构效果。另一种策略是被动太阳能建筑设计，通常使用在低能耗家庭。设计师将窗户、墙壁等准确定位，并利用树木遮挡窗户和屋顶，使建筑冬暖夏凉。此外，窗户位置的设计可以在白天增加室内亮度，减少对电灯的使用。太阳能热水器进一步减少了能源消耗。

通过太阳能、风能、水能和生物能在现场产生可再生能源，可以显著减少建筑对于环境的影响。发电通常是房屋设计上最昂贵的部分。

第1章 能源管理

全球能源和金融危机带来的衰退使得对能耗的有效管理更加重要。

当然，对于建筑节能的关注还有其他的原因，全球能源原材料储备正在枯竭。同时国际范围内为了防止气候变化而进行的减少能源浪费的努力也在不断升级。

商业建筑和民用住宅是最大的电力消耗者以及温室气体排放者。因此，人们正在开展建筑能源管理计划以减少建筑能源使用，在节约用电的同时提高住户舒适感和生产率，以及在不影响人们生活水平的基础上改善环境管理。这些能源管理的目标对于家用设备的使用模式、每一种设备的能源使用，以及智能设备的运行和使用都有很高的要求（见图 1.1）。

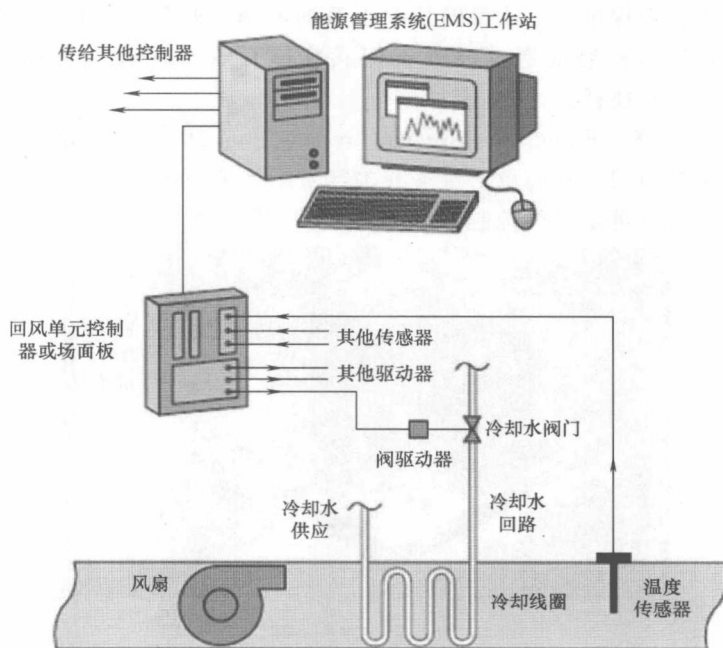


图 1.1 能源管理系统工作站设计

国际能源机构（International Energy Association, IEA）预测，到 2020 年，世界范围内家用设备的用电量将会增长 25%。

房屋所有者非常了解有效保护环境的重要性。他们更希望使用环境友好型的

产品和服务，并为稀缺能源的保护做出贡献。

能源是现代工业化社会的支柱。如今，欧洲的基础设施基本上还都在使用化石燃料。能源消耗按照用途不同可以分为三类：交通、建筑和工业。每一种基本占到世界总能源消耗的 1/3。同时，建筑领域的能源消耗约占欧洲总能源消耗的 40%，并排放了大量的温室气体。

另一方面，世界范围内对于气候变化的关注日益增加。欧盟也在京都议定书框架下批准了温室气体减排目标。

现代建筑使用的复杂系统要求必须优化控制系统。在过去几年，情报学、微电子学和控制系统相关技术的趋同为能源和建筑自动化相关问题提供了创新型解决方案。

随着智能建筑进入其成熟期，一大批厂商正在为客户提供综合解决方案。故障检测与诊断（Fault Detection and Diagnosis, FDD）技术使得对多种系统不间断运行中产生的问题进行处理成为可能。

建筑的能源管理是对能源的审慎和有效的利用。最重要的目标是节约能源，降低能源成本，在保证生活质量的情况下节约能源，并将对环境的影响最小化。能源管理系统通过控制能源消耗设备使其更加有效。能源管理系统可以减少 10% 的年均建筑总能耗。

能源管理系统（Energy Management System, EMS）管理着建筑消耗能源以及建筑设备运转方式。从简单的设备开关定时器到复杂的计算机化中心设备管理控制系统，符合这种定义的控制系统的复杂度各异（见图 1.2）。

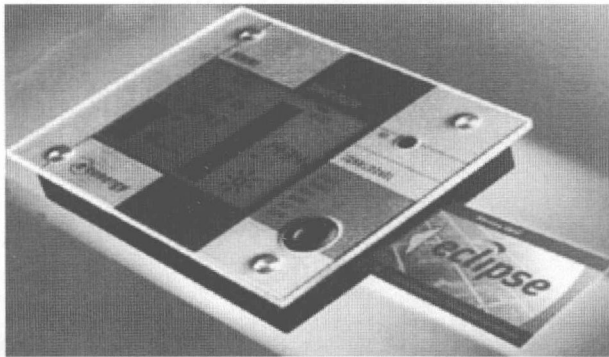


图 1.2 EMS 插件

EMS 是一个由计算机辅助工具组成的系统。输电系统网络的操作员通过能源管理系统监视、控制以及优化发电机和传输系统的性能。监视和控制的功能被称为监控与数据采集（Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA）；优化的一系列功能则是“高级应用”。

这样的信息技术称为 SCADA/EMS 或者 EMS/SCADA。在这种叫法中, EMS 并不包括监视和控制的功能, 而是更强调能源网络应用的整套系统和发电装置控制以及规划应用。

EMS 的生产商通常也提供相应的调度员培训仿真 (Dispatcher Training Simulator, DTS) 系统。这项技术利用 SCADA 和 EMS 中的组件作为控制中心操作员的训练工具。当然, 也可以通过非 EMS 的其他方式获得一套独立的 DTS 系统。

自动的建筑控制系统的发展开始于 19 世纪 80 年代。最初的创新是配有手绕式弹簧驱动电动机的双金属恒温器。这种恒温器可以通过调整燃煤加热炉或锅炉的气流阀来控制环境温度。1890 年第一次出现了气动控制技术。

现在, 自动化节能控制已经成为标准惯例。事实上, 所有的非居民住宅都使用了以计算机为中心处理器的自动控制器。这样的系统叫作能源管理控制系统 (Energy Management Control System, EMCS) 或楼宇自动化系统 (Building Automation System, BAS)。建筑所有者和设备管理者必须定期关注用计算机控制的能源管理, 包括评价现行的系统、提出并使用新系统、评价服务合同条款或优化 EMS 操作。

EMS 也包含了为电动机械设备的自动控制和监视而设计的计算机系统。这些电动机械设备通常能源消耗很大, 比如供热系统、通风系统和照明装置。使用范围可以从独栋建筑到建筑群, 比如大学校园、办公楼、零售商店网络和工厂。多数 EMS 也提供水电气表的读表装置。得到的数据可以用于常规的自我诊断和优化, 也可以用于产生趋势分析或年度消耗预测。

EMS 平均可以节约 10% 的每年建筑能源消耗。通常, 能源管理系统通过控制设备来节省和管理能源, 带来的结果包括:

- 设备只在需要时运转。
- 设备在最小需要能量上运转。
- 峰值电力需求最小化。

EMS 也可以通过监视设备运行数据来节能。这些数据可以被用来诊断、发现并处理故障。

建筑管理系统 (Building Management System, BMS) 是基于计算机的控制系统装置。它可以用来控制和监视建筑中的机械和电气系统, 比如通风系统、照明系统、能源系统、消防系统和安全系统。BMS 包含一系列的硬件和软件; 软件程序通常以分级的方式组合起来, 可以通过 C-bus 和 Profibus 等协议方式来实现专有方案。建筑能源管理系统 (Building Energy Management System, BEMS) 市场, 是发展中的大型建筑效能工业市场的一部分, 也作为终端用户进行能源效能应用的一种廉价选择而蓄势待发。鉴于市场对于更轻、更便宜、也更严格的能源相关自动化和管理系统的需求, BEMS 市场既包括专用解决方案也包括通用解决

方案。这样的解决方案涵盖了从互动能源效率优化软件到预测需求侧和供给侧的能源管理构架等多个方面。

BEMS 市场将在接下来的若干年继续保持强劲增长。与此同时，相关市场的投资商也不断向 BEMS 市场投资。这些投资商包括 IT 供应商、BMS 供应商、负荷缩减服务提供商（Curtailement Service Provider, CSP）和其他能源效率公司。在市场趋同的作用下，BEMS 提供的解决方案将变得更加复杂。在提供能源节约给终端用户的同时，这些用户也会再对能源效率应用进行进一步投资。

此外，在 BEMS 上的投资收益也将变得更加有吸引力，因为成本在不断降低——在 BEMS 供应商为更多的建筑提供服务时，相关的执行模板会应运而生。展望 2016 年，许多需要进行组合管理的终端用户将会选择 BEMS 而不是更新 BMS，因为这个选择更省钱，并且 BEMS 在技术上是无限可能的（见图 1.3）。



图 1.3 BEMS 控制

BMS 在大型建筑中是最常见的。其核心功能是建筑内的环境管理和温度、二氧化碳含量和室内湿度的控制。这样的一个 BMS 系统中的核心功能可以控制制冷和制热、管理空气流动系统（比如通过操作风扇或开关气阀）以及通过冷气和暖气的控制系统使房间达到理想的温度。此外 BMS 的另一个功能是监视人产生的二氧化碳含量水平，将外面的空气混入废气以增加空气含氧量并最小化冷气（或热气）损失。

与 BMS 相联系的系统通常可以占到建筑能源使用的 40%；如果把照明系统囊括在内，这个数字将上升到 70%。BMS 在管理能源需求中是一个重要的组成部分。没有恰当组合的 BMS 可能会占到建筑能源使用的 20%，或者美国能源使用总量的 8%。

在控制建筑内部环境的同时，BMS 也与门禁控制（十字转门和通道门可以

控制人们进出建筑物)和其他安全系统[比如闭路电视(CCTV)和监视探头],相联系。火灾报警系统和电梯有时也与BMS相连。例如,如果探测到火灾,系统会关闭通风系统中的气阀以防止烟的飘散,并把所有的电梯定在第一层来防止有人在火灾中使用它们。

创造出的中心计算机控制的方法应包含以下三个对于提供舒适、安全和高效的建筑设施、机械和电气设备来说的基本功能:

- 控制。
- 监视。
- 最优化。

使用BMS最常见的优点有:

- 对内部舒适状况的良好控制。
- 个体房间控制的可能性。
- 提高劳动生产率。
- 对能源消耗的有效针对性监测。
- 提高设备可靠性。
- 对HVAC相关投诉的有效回应。
- 维修时省时省钱。
- 更高的租赁价值。
- 建筑使用方式变化的灵活性。
- 个体租户收到的设备服务管理者的账单。
- 对建筑的集中或远程监控。
- 舒适度和节约时间程度的提升。

BMS领域包含了多种技术,横跨商业、工业、公共机构和室内建设等领域,也包括能源管理系统和建筑控制。BMS的功能对于智能建筑的概念来说是十分重要的;其目的是控制、监视和优化建筑服务,比如照明、供热、安全、CCTV和报警系统、门禁控制、音视频和娱乐系统、通风系统、过滤系统和气候控制,以及考勤控制和报告(尤其是职员的活动和是否在岗)等。

这些概念和周边技术的潜力是巨大的。我们的生活也正在因为智能建筑发展对日常生活和工作的影响而发生极大的变化。

智能建筑和BMS的起源可以追溯到20世纪70年代的工业领域。它们的源头植根于对于自动化生产过程和优化设备性能的系统和控制。相关的概念和应用在20世纪80年代被接受、逐渐发展和模块化。这也使得这些技术和系统转向住宅和商业领域成为可能。

BMS和智能建筑的本质在于与控制有关的技术。这些技术可以为建筑环境相关的服务和管理进行整合、自动化和最优化。

特别对于商用建筑来说，出现能源使用高于预期问题的原因是缺少有效数据和分析工具将建筑环境中的控制策略、运营和能源使用等方面联系在一起。常规的建筑运营存在一些问题。监视和诊断系统依靠多种测量的数据源来评价建筑实际性能，但是对于不确定信息的理解却十分有限，且缺少一个简单可用的操作界面。当系统表现不如预期的时候，这些限制会导致无法进行诊断，或找出正确的解决方法。固定进程表和仪器设定点（基于设备性能最优化）的使用也限制了整体的能源消耗削减的能力（见图 1.4）。

可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）组成了控制技术的基础。

在商用建筑和住宅方面应用的发展主要基于“分布式智能微处理器”。

这些技术的使用使得多种场所和建筑服务的优化成为可能。通常会显著削减成本和节约大量的能源。有多种方法可以控制建筑内提供的服务，它们可以大致分为两类：

- 基于时间：仅在需要时，提供供暖或照明服务等。
- 基于参数优化：通常利用服务的某一个代表性指标，比如对于空间供暖使用温度、对于照明使用照度。

基于时间的控制可以用来在预定的时间（一天或一周中的某个时间）开关供暖系统（或热水装置）。

基于参数优化的控制，在任何情况下都保证建筑达到理想温度。

防止霜冻的温度控制保护通常包括在室外温度达到预定程度（0℃）时运行供热泵和锅炉系统。

补偿系统会通过于外界相连的供热回路来控制流动温度。当外界温度下降时，回路的流动温度将上升。

散热器根据房间中的体感空间温度和通过散热器或对流的方式进行调节。

比例控制包含通过开关设备的通断实现输出的自动调节。

其他方法包括恒温器、被动红外传感器和用户手动控制。

冷却水的可预测控制：根据预测控制模型可行性的评估展示节能的可行性，并通过热存储服务实现定点优化和区域冷却系统的调度。

能源消耗可视化系统：具有可视化显示建筑实时能源消耗的功能。

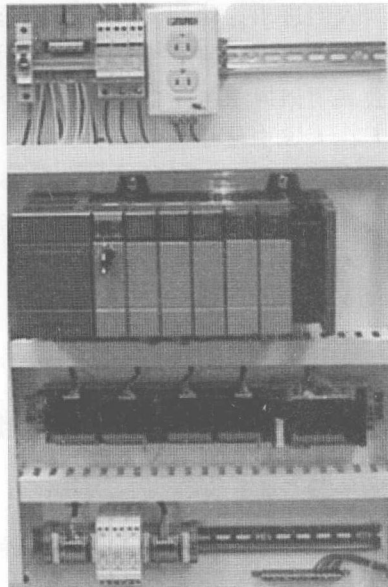


图 1.4 PLC 板

基于用途的能源管理系统：实时掌握实际建筑对能源的利用并对基于传统二氧化碳传感器的通风控制策略进行对比。

照明控制方法：基于时间控制和参数优化的对照明需求和强度进行控制。特别地：

- 区域：照明根据用途和照明区域相应地开关，避免出现对一大片地区照明但只有其中一小部分区域需要灯光的情况。

- 时间控制：根据预定的使用照明设置对照明实现在每个区域自动开关。

- 被动红外传感器使用感知：在间歇使用的区域里，PIR 传感器可以用来确定有没有人出现并相应地开关照明。

- 照明强度监视：由开关和人工可调照明组成，通过光电池检测并保持一个合适的照明强度（见图 1.5）。

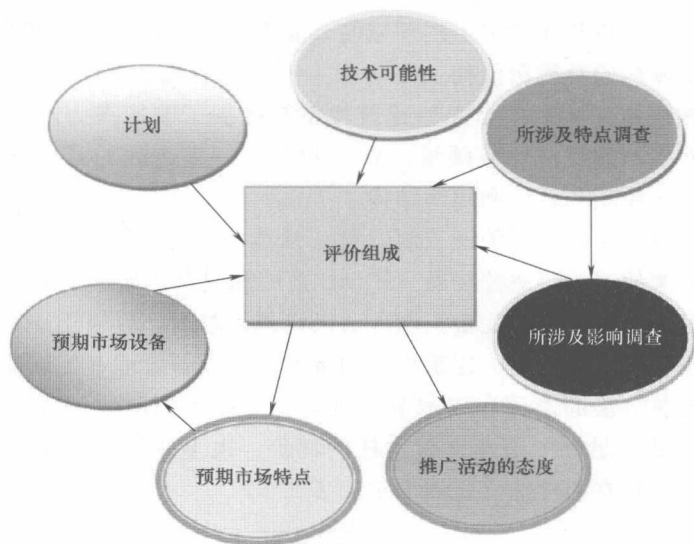


图 1.5 评价组成

问 题

1. 定义能源管理。
2. 能源管理的目标是什么？
3. 能源管理的原则是什么？
4. BEMS 的定义是什么？
5. BEMS 和旧系统的 BMS 有什么区别？

第 2 章 能源效率和能源节约

很长时间以来，能源效率一直没有得到建筑所有者和投资者很大的重视。然而，随着大众对于能源使用意识的提升和成本效益技术的突破，能源效率很快成为了房地产管理、设备管理和运营管理的一部分。相关的概念将会给居民住宅领域带来重大的进展。

以照明部分为例，我们可以节约高达 75% 的原电路负荷，这相当于 5% 的住宅和商业建筑领域的总能源消耗。

在水的加热、冷却或热水生产领域的节能潜力可达到 10%，相当于 7% 的住宅和商业建筑领域的总能源消耗。

模型预测控制（MPC）为大型建筑和系统提供了节能潜力。这些大型建筑对外界干扰和控制的反应比较缓慢。MPC 提供了一种有效的最优化系统来利用建筑效能、天气模型和系统利用率结构。

动态系统模型可以识别关键控制变量（从能源消耗的角度），指导设备运行和生成减少能源使用的预测控制器。HVAC 系统和建筑热循环系统现在已经越来越普遍和更具有诱惑力；多变量控制方法已经越来越少。可视化原型可以提供最近几年能源消耗标准的对比、建筑模型和基准，而设备管理者可以通过可视化原型对一特定控制方法的能源和成本节约效果完成高可信度的评价；一个传统的 BMS 可能无法储存足够的信息来做这样的评价，也不能提供相关的标准和模型来展现建筑应该具有的性能（见图 2.1 和表 2.1）。

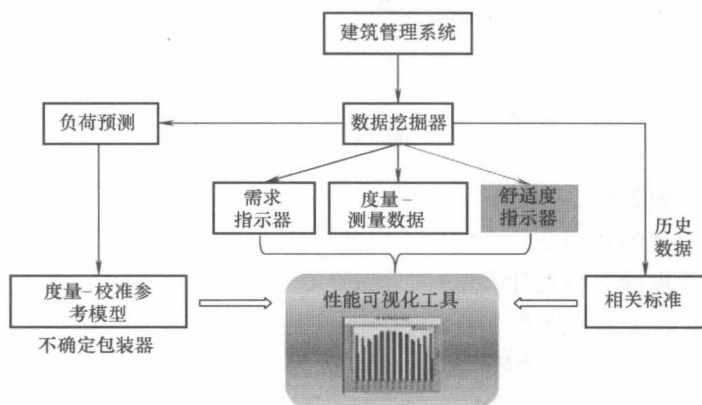


图 2.1 BMS 典型规划