

绿色建筑系列

"十一五"国家重点图书出版规划项目

CIBSE Knowledge Series

可持续发展的 绿色建筑环境与设备概论

英国皇家屋宇装备工程师学会 (CIBSE) 发布

李百战 罗庆译



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



"十一五"国家重点图书出版规划项目

绿色建筑系列

CIBSE Knowledge Series

可持续发展的 绿色建筑环境与设备概论

英国皇家屋宇装备工程师学会 (CIBSE) 发布

李百战 罗 庆 译

重庆大学出版社

The Chartered Institution of Building Services Engineers London

CIBSE Knowledge Series Comfort; Managing your building service; Reclaimed Water; Sustainable low energy cooling: an overview; Understanding controls

ISBN: 978-1-903287-67-5; 1-903287-55-3; 1-903287-54-5; 978-1-903287-62-0; 978-1-903287-63-7

Copyright © 2007 by The Chartered Institution of Building Services Engineers

Original language published by The Chartered Institution of Building Services Engineers. All Rights reserved. 本书原版由英国皇家屋宇装备工程师学会出版。版权所有,盗印必究。

Chongqing University Press is authorized by The Chartered Institution of Building Services Engineers to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由英国皇家屋宇装备工程师学会授权重庆大学出版社独家出版发行。此版本仅限在中国境内销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

版贸核渝字(2007)第39号

图书在版编目(CIP)数据

可持续发展的绿色建筑环境与设备概论/英国 CIBSE 发布;

李百战,罗庆译. —重庆:重庆大学出版社,2009.3

(绿色建筑系列)

书名原文:Sustainable Built Environment and Services

ISBN 978-7-5624-4664-4

I. 可… II. ①英…②李…③罗… III. 建筑工程—无污染技术 IV. TU-023

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151630 号

可持续发展的绿色建筑环境与设备概论

Kechixu Fazhan De Lüse Jianzhu Huanjing Yu Shebei Gailun

[英]英国皇家屋宇装备工程师学会发布

李百战 罗庆 译

出版者:重庆大学出版社 地址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

网址: <http://www.cqup.com.cn> 邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781 传真:(023)65103686 65105565

出版人:张鸽盛

责任编辑:贾兴文 版式设计:贾兴文

责任校对:夏宇 责任印制:赵晟

印刷者:重庆升光电力印务有限公司

发行者:全国新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:8.25 字数:139千

版次:2009年3月第1版 2009年3月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-5624-4664-4

定价:30.00元

译者序

自上个世纪以来,由于人类无节制地消耗化石能源,使得大气层中的 CO₂ 等温室气体浓度逐年剧增,全球温度也随之升高,造成了全球气候变化,业已危及到人类生存的基本环境。人类社会发展到今天,可持续发展理念已经渗透到社会发展的各个方面,建筑作为人类活动的主要产物,消耗了大量的资源和能源,建筑的可持续发展成为实现社会发展与环境和諧统一的焦点问题,也成为了世界各国关注的焦点。

绿色建筑以人、建筑和自然环境的协调发展为目标,在利用天然条件和人工手段创造舒适健康的居住环境的同时,尽可能地控制和减少对自然环境的使用和破坏,充分体现了向大自然索取和回报之间的平衡。

绿色建筑是一个完整的系统工程,大力发展绿色建筑是建设和谐社会的必然要求。为了更好地认识绿色建筑的发展,促进我国的绿色建筑发展,我们翻译了英国皇家屋宇装备工程师学会的绿色建筑环境与设备系列丛书。本书介绍了关于公共建筑和居住建筑中的供热、通风、空调、制冷和再生水等方面的基本概念和相关知识,主要涉及系统选择,天然能源利用,暖通空调系统的自控方案和热舒适等。该书的翻译出版将为我国绿色建筑领域的科研和工程技术人员提供良好的参考。

致谢:田胜元教授、刘究英教授、陈金华副教授、刘猛博士、杨春博士、李楠老师和彭晓青老师审阅并提出了宝贵的修改意见;感谢研究生单金龙、张宇、赵温江、张立文、谭颖等参与翻译工作;感谢英国雷丁大学(the University of Reading)姚润明博士和前英国皇家屋宇装备工程师学会主席 David Hughes 先生(现英国专业协会 PIUK 主席)对本书的翻译出版工作的大力支持。

译者

2008年12月于重庆大学

目 录

第 1 章 建筑设备管理	1
1.1 引言	1
1.2 建筑设备概述	1
1.2.1 建筑设备简介	1
1.2.2 普通建筑物设施及基本维护要求	2
1.3 维护概述	4
1.3.1 维护方针	4
1.3.2 维护策略	4
1.3.3 维护计划	5
1.4 建筑设备的操作与维护	6
1.4.1 维护费用	7
1.4.2 维护策略的实施	8
1.4.3 专业顾问及承包商的选择、委托及管理	8
1.4.4 维护控制	10
1.4.5 状况监控	10
1.5 法规	12
1.5.1 法规概述	12
1.5.2 规范准则	13
1.6 维护导则的其他导则	21
参考文献	22
第 2 章 舒适性	25
2.1 引言	25
2.1.1 使用指导	26

2.2	热舒适	27
2.2.1	什么是热舒适	27
2.2.2	什么决定了热舒适	28
2.2.3	主要环境因素	30
2.2.4	通风和空气品质	35
2.2.5	达到热舒适的适用方法	36
2.2.6	怎样才算热	38
2.2.7	设计标准	40
2.2.8	实际问题	42
2.3	视觉舒适	45
2.3.1	重要环境因素	46
2.3.2	设计准则	48
2.4	听觉舒适	50
2.4.1	主要环境因素	51
2.4.2	设计标准	52
附录 A	有效温度的测量	54
附录 B	热舒适的研究	55
	参考文献	59
第 3 章	控制	61
3.1	引言	61
3.1.1	指南使用	61
3.2	控制与控制系统	62
3.2.1	控制系统可以做什么	64
3.2.2	控制和控制系统是什么	66
3.2.3	主要的控制系统元件	67
3.2.4	控制系统类型	70
3.3	控制元件	74
3.3.1	控制元件	74
3.3.2	控制的可靠性	76
3.3.3	控制元件寿命	76

3.4	控制方法和功能	77
3.5	想要控制什么	81
3.6	设计控制策略——如何选择	82
3.6.1	控制策略	83
3.6.2	控制的局限性	85
3.6.3	选择	86
	参考文献	86
第4章	可持续低能耗冷却	88
4.1	引言	88
4.1.1	低能耗冷却的必要性	88
4.1.2	低能耗冷却的策略	88
4.2	减少建筑得热的设计方法	89
4.3	潜在的冷却方法	91
4.3.1	自然通风	91
4.3.2	混合式通风	92
4.3.3	自然或混合式通风夜间冷却	93
4.4	从可再生资源获取冷量	95
4.4.1	地下空气冷却系统	96
4.4.2	地下冷却水系统(闭式)	97
4.4.3	地下冷却水系统(开式)	97
4.4.4	地表水冷却	98
4.5	利用机械冷却设备自由冷却	99
4.5.1	空气再循环系统中的自由冷却	99
4.5.2	新风系统自由冷却	100
4.5.3	干燥剂冷却系统	100
4.5.4	冷却塔系统的自由冷却	101
4.5.5	蒸发冷却装置自由冷却	103
4.5.6	空气和水同时自由冷却	103
4.5.7	热虹吸系统	104
4.6	最大限度提高低能耗冷却潜力的输送系统	104

37	4.6.1 水冷楼板	105
38	4.6.2 冷却梁和冷却天花板	105
52	4.6.3 置换通风	106
68	参考文献	106
28		
8	第5章 再生水	108
6	5.1 引言	108
7	5.1.1 再生水来源及用途概述	108
88	5.1.2 法规要求	109
8	5.2 再生水系统	109
88	5.2.1 概述	109
88	5.2.2 集成系统	109
98	5.2.3 集水	110
10	5.3 设计方法概述	112
10	5.3.1 系统容量	112
50	5.3.2 供需匹配	113
8	5.4 再生水的储存、处理及输配	114
20	5.4.1 再生水的储存	114
30	5.4.2 再生水的处理	117
70	5.4.3 再生水的输配	119
70	5.5 系统运行	120
80	5.5.1 系统控制	120
90	5.5.2 水质	120
90	5.5.3 系统维护	121
00	参考文献	122

第1章 建筑设备管理

1.1 引言

维护管理是所有技术和管理行为的组合,包括监督或者恢复到能够执行某种必要功能的状态。建筑设备系统的维护管理费用在整个建筑运行费用中占有很大比例。维护管理必须有计划地进行。建筑设备系统从系统投入使用到设备报废都需要维护管理。建筑设备的维护管理涉及了许多方面,如舒适度及能源消耗、专业顾问及承包商的选择、建筑设备运行的监控与审核;同时建筑设备维护管理也需要提供相关法规及要求的详尽描述;最后它提供了更详细的参考信息资源,同时也给出了更多的参考文献,列举了它们之间的联系。

本章向设备管理者和其他建筑设备管理维护人员提供了关于建筑设备维护工程这一特殊领域的介绍,希望能够促进建筑设备管理工作更有效地进行。本章主要阐述了两个不同领域,一方面介绍了建筑设备的技术特点,另一方面介绍了建筑设备控制及维护管理,包括遵循相关法规及设备管理者依照其他规定所要求承担的责任。同时本章也提供了更广泛、更专业的信息资源和参考文献。在建筑设备及基本维护要求的概述之后介绍了不同的维护设计方法,同时解释了常用术语,介绍了相关的维护规范。

1.2 建筑设备概述

1.2.1 建筑设备简介

建筑设备,又称为建筑设备工程,主要通过采暖、制冷、照明、供电、供水、卫生设备、给排水、交通、通信、噪声控制、安全及消防来为人们营造一个舒适安全的工作和生活环境。建筑设备对于营造一个成功的室内环境来说是相当重要的。当正常工作时,人们通常对此一无所知或认为是理所当然的。然而不良的工作状况

会引起不舒适反应和居住者的不满,并降低工作和生产效率。

1.2.2 普通建筑物设施及基本维护要求

有效而可靠的设备运行需要一个可管理的维护系统,建筑设备能耗就是其中一项重要的内容,对其进行管理是很有必要的。英国 50% 的能耗是建筑能耗,因此设备管理人员在整个英国能源项目中起到相当大的作用。他们涉及具体设备的运行和维护,如电梯、压力容器、消防系统、燃气加热装置等,这些设备涉及了一系列的规定,如果不遵守这些规定,意味着设备管理者将面临被罚款或行政处罚的危险。

表 1.1 中给出了普通建筑设备系统的基本维护要求。

表 1.1 建筑设备系统基本的维护要求

系统类型	使用条件	维护要求
采暖(水系统)		
——辐射采暖	一般用于自然通风的建筑物,需简单而严格地控制温度;热反应慢;热对流热量扰动可能产生温度梯度	低
——对流采暖	温度上升比辐射快,带风机的对流换热器能从外部提供高效的热量以及空气流动,保护罩能减少燃烧的风险	定期清洁灰尘,定期检查风机
——地板采暖	用于公共场所,大厅,高层空间。可节约地板空间的隐蔽系统,输出的热量缓慢引起室内温度变化,能进行自我调节	低,保证无泄露
采暖(空气系统)		
——热空气(通风)	特别是在需要恒定可靠通风的商业、工业建筑,允许控制空气流动,风机消耗相当一部分能源,居住者对环境起到的控制作用弱	对空调器进行定期检测,包括风机、电机以及过滤网的替换
制冷		
——空调	完全控制室内空气温度、湿度、新风及空气洁净度。空调也应用于不提供湿度控制的“舒适性空调”系统	不同类型的相关维护费用信息见附录 A1 和表 A1.1
家用冷热水		
——集中供应和输送	用于大多数商业和住宅建筑物,提供一定的存储量,以适应高峰负荷	水质和存储输配温度的检测,储存容器的外观检查

续表

系统类型	使用条件	维护要求
照明		
——荧光灯	商业、休闲场所	定期清洁和替换,灯的通常使用寿命为 10 000 个小时(如每天 10 个小时,一周六天,用 3 年)
——紧凑型荧光灯	工作区,照明水平低	定期清洁和更换,灯的通常使用寿命 8 000 个小时
——高位照明设备	工业、商业建筑,正常安装高度为 5 m	寿命为 12 000 ~ 22 000 小时,由具体类型所决定
——低位照明设备	工业、商业建筑,正常安装高度为 3 ~ 5 m	寿命为 5 000 ~ 10 000 小时,由具体类型所决定
——应急照明	工业、商业建筑及经营、娱乐场所	按照 BS 5266 和 ICCEL 1008 每隔六个月进行一次检查
供电		
——单相	住宅和小型商业建筑物	按照 BS 7671 检查
——三相	大型建筑,如商业、工业建筑	按照 BS 7671 检查
控制和建筑物管理系统		
——控制	时间、温度、空气流速、湿度、电压、电流等	根据具体条件每年定期检查
——BMS (建筑管理系统)	控制系统、远端监测系统、中央警报监测	根据具体条件每年定期检查
通信		
——非屏蔽双绞线	声音控制系统,低速数据系统	最小
——箔屏蔽双绞线	需要电磁防护(例如工业环境中的电缆、电子设备的干扰)	最小
——屏蔽双绞线	声音控制系统,高速数据系统	最小
交通运输		
——电梯	人员及货物的纵向运输	每六个月进行一次检查
——电动扶梯	人员运输	每六个月进行一次检查(非强制性的)
安全		
——入侵监测	阻止可能的入侵者以及报警	对传感器和广播进行常规检查,确认能正常工作
——闭路电视	入侵者和暴力行为的监测	对摄像头、屏幕的常规检查,确认能正常工作
——出入口控制	财产进出的正常控制	对门、锁、传感器等常规检查,确认能正常工作
——联线系统	电线	按照 BS 7671 检查

续表

系统类型	使用条件	维护要求
消防		
——手动消防系统	由呼叫点激活的报警器	按 BS 5839 检查
——为保护人身安全设计的自动消防系统	由火、烟及热探测器组成	按 BS 5839 检查
——为保护财产安全设计的自动消防系统	由火、烟及热探测器组成	按 BS 5839 检查
——联线系统	电线	按 BS 7671 检查

1.3 维护概述

1.3.1 维护方针

为了使一项设计能够表达出具有管理与维护建筑物的功能,那么客户在给专业顾问讲解任务的时候,应当以维护报告书的形式,在设计初期就把将来的维护需求都考虑到。如果客户不具备必要的专业知识,那么就应当制定一项系统化的原则以便于客户、设计顾问以及其他专业策划人员之间进行交流与沟通。

维护必须合理地进行规划与组织以达到客户的整体目标。因此,通常在设计阶段制定一个初步的维护方针,可以确保设备有适当安全的措施,提供鉴别以及检验设备的办法,掌握维护需求等信息。

几乎所有设备的安装都有其维护方针,下列问题可以帮助制定一个方针:

- 发生故障的征兆有哪些?
- 设备在什么情况下可能会发生故障?
- 发生故障的概率是多少?
- 放置在一起的设备是否相互影响?
- 估计的使用频率为多少?
- 备用设备安放的位置是否恰当?
- 设备是否能够在当地购买或租用?
- 是否已经办好所有的手续?
- 是否有维护所需要的足够资金?

1.3.2 维护策略

建筑维护策略的制定在初步的维护方针之后,它提供了更多管理和维护方面

的细节。要实现这些细节以满足系统需求,这些细节包括:

- 满足法律规定。
- 保证建筑使用者及设备维护者的健康和安全性。
- 对公司目标有决定性的设备的功能。
- 充分利用资源。
- 满足机构的其他主要目标。
- 资产维护。

当一个建筑物完全移交并安全投入使用时,建筑管理者须选择一个最合适的维护流程。维护策略可能紧接在客户与设计者协商而做出的原始维护方针之后。但是,随着工程进展,还需要考虑其他因素。几乎任何功能性建筑物的使用模式都会不断变化,所以需要改变维护流程以适应现状。

比如说,早期设备的安装通常与原始状况相似,但是随着损耗越来越明显以及使用者需求的改变和技术的提高,越来越迫切地需要对设备进行大面积的更新及整修。大部分情况下,通常是由设备维护负责人指定一个更新及整修的方案,不过也可能考虑到费用,而对更新设备缺乏重视。

1.3.3 维护计划

有计划的维护比无计划的维护能更好地实施。无计划的维护具有反作用,而且能引起过程中的故障和不良的工作性能。有计划的维护是有组织的、可控制的,而且有公认的步骤。有计划维护的几种形式如下:

(a) 预防性维护,在预先决定的空间或者相应规定的标准下实施,降低失误的可能性;

(b) 修复性维护,一旦发生故障,则立即进行维护;

(c) 调节性维护,当设备被调节或维修一次,就很难按可接受的标准工作;

(d) 直接维护,不可预知的故障所需要的维护;

(e) 预定维护,预先决定的计划或工程,需要进行预先维护;

(f) 突发性维护,工作时可能需要的维护;

(g) 设计性维护,维护需要进行设计,以达到可靠的水平;

(h) 维护状态,根据惯例或状况进行检测;

(i) 运行失败,工厂在一定花费下运行失败。

以上维护方式均有可能使用,并有可能由多种方法组合而成。它需要先从估计什么是有有效的开始,然后针对需要什么来做决定,以及考虑资源的可利用性。

以下列出了对于一个维护计划需要考虑的细节：

- (a) 需要维护的项目；
- (b) 每个项目合适的维护计划；
- (c) 所需的人员；
- (d) 所需的材料；
- (e) 何时开始工作；
- (f) 工作多久进行一次检查；
- (g) 怎样管理维护系统；
- (h) 怎样对结果进行分析和检测。

1.4 建筑设备的操作与维护

有很多标准用来判定建筑设备系统的性能和状态。例如，是否能按最初拟定的要求反映正确的内部状态。从系统监测的能量消耗和其他数据也用来提供反馈，作为维护方式的一部分，因此提供最初的设计数据是必要的，例如，初始设计参数以及系统描述、设备清单等。对于特定建筑物而言，维护和操作信息的主要来源是操作和维护参考手册。

表 1.2、1.3、1.4 提供了一些有用的参考数据，如舒适标准、楼层空间布置以及年度能量消耗的基准数据。

表 1.2 舒适度标准(以 CIBSE Guide A and SLL Code for lighting 为基础)

建筑类型	冬季干球温度 /℃	夏季干球温度 /℃	新风量 /($l \cdot s^{-1}$)	照明 /Lux
办公室	21 ~ 23	22 ~ 24	8	300 ~ 500
商业建筑				
——购物中心	19 ~ 24	21 ~ 25	8	100 ~ 200
——超市	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 500
——储藏区域	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 500
银行/公共建筑	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 500
计算机房	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 500
教学楼	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 750
商业用厨房	15 ~ 18	18 ~ 21	见 CIBSE Guide B	200 ~ 500
走廊, 房间, 储存室	与具体情况有关	与具体情况有关	与具体情况有关	100 ~ 200
休息室	19 ~ 21	19 ~ 21	8	300
戏院, 演讲大厅	19 ~ 21	21 ~ 23	8	300 ~ 500

表 1.3 人均使用建筑面积

建筑类型	人均建筑面积/m ²
办公室、商业建筑	5
最小需求(根据办公室、商店和铁路候车室)	3.72

表 1.4 带空调的办公室的年能耗量

建筑设备	每单位面积的能耗 /(kWh·m ⁻²)	每单位面积的能耗费用 /(英镑·m ⁻²)
采暖	166	1.66
热水	12	0.12
制冷	31	1.71
风机	30	1.65
泵	25	1.38
控制	5	0.28
加湿	18	0.99
照明	54	2.97
办公设备	31	1.71
公共餐饮		
——燃气	7	0.07
——电气	13	0.72
其他电力设备	8	0.44
计算机房	18	0.99
总用气量	185	1.85
总用电量	233	12.82
总计	418	14.67

1.4.1 维护费用

建筑设备维护的基本费用数据并不是很容易得到。采暖通风工程师协会出版的机械设备维护标准说明书,包含了各种各样的设备的日常检查的费用,这可以为维护工作的报价提供一个依据。

维护费用的多少受所处位置因素影响(例如,在伦敦,包括相当多的劳动保

险),也受客户具体的需求和建筑内部的设备的复杂性所影响。一个相对简单的设备所需的维护条件,例如供暖、供水、电力以及照明会比一个具有空调、安全系统、电梯、消防以及应急电源设备所需的维护需求少得多。维修费用数据的其他来源见 BSTIA, RICS, BIFM and Spon。

1.4.2 维护策略的实施

在达到维护策略中的特定目标以及执行特定的维护工作过程中,明确责任分配是很重要的。一旦制定好了维护策略,那么为达到特定目标而开展的任务必须分配下去。例如,维护中伴随的任务需提供下列保证:

- 所有被维护的设备以及它们的维护需求都已经过确认;
- 有足够的、经过适当培训的管理人员;
- 已完成的工作及备用设备的质量都满足要求;
- 财政控制及报告程序都经过确认并且起到合理作用。

建筑运行管理的职责包括:

- 评估风险率。
- 制定健康及保险体系(例如,为达到公司目标而制定的健康及安全水平、职责分配等)。
- 制定运行及维护管理策略(例如,有计划的维护标准、操作控制及环境监测)。
- 为管理及维护建立信息系统(例如,记录方法,如计算机记录、人工记录、存档;记录格式,如登记册及有计划的维护记录册;维护记录者承担的责任)。
- 实施、管理操作及维护行为(例如,内部管理策略;外部管理策略,如巨额款项合同及设备管理合同;内部与外部混合管理策略)。
- 使工作目标满足管理机构所确定的标准(例如,成本、空间利用率、反应时间、记录的可靠性、工作人员协作性)。
- 制定预算(根据功能模块分配资金)。
- 监测工作情况。
- 向管理者提供反馈数据。
- 有条理的组织,改进措施或作一些变化以适应事物发展的需求。

1.4.3 专业顾问及承包商的选择、委托及管理

由于设备越来越复杂,而且对员工特定技能及经验的要求越来越高,在建筑

设备维护工程中委任承包商的情况越来越普遍。

需要在做最终决定之前与专业顾问及承包商建立可靠的合作关系。如果他们的资格与能力接近时,则需做比较。对专业顾问及承包商进行仔细的评价是相当重要的。在这个过程中需要考虑到以下几个方面:

- 做为核心因素的操作与维护;
- 以财政、管理及资源条件来证明其经营稳定性;
- 具有有效的财政控制程序;
- 具有必要的人员、技术及辅助设备;
- 有培训及技能测试记录;
- 在方法及管理上有拓展能力;
- 与专业团体有广泛联系;
- 能提供正式的、书面形式的健康和安全管理记录;
- 能够拿到前任委托人的介绍信;
- 有充分的技术及管理能力;
- 员工都经过培训并且有培训发展计划;
- 交流方法妥当;
- 紧急应变能力强;
- 交通运输能力满足合同要求;
- 公司通过的质量体系认证(如,BS EN ISO 9001 质量体系认证)。

以下是由一个维护承包商(如有特殊要求可有其他单位)提供的服务项目列表:

- (a) 日常检查及工程设备维护;
- (b) 灯具更新;
- (c) 五年一度的电气检修;
- (d) 便携设备检测;
- (e) 给排水管道及给排水设施、设备监测;
- (f) 高压电气安装的检查与管理;
- (g) 紧急事件反应及协作报警器(反应时间已经客户委托人确认);
- (h) 设备安装的要求确保符合法规;
- (i) 工程材料现场管理;
- (j) 工程器械及设备的购买(消耗材料,客户委托人的要求,次要及主要器械