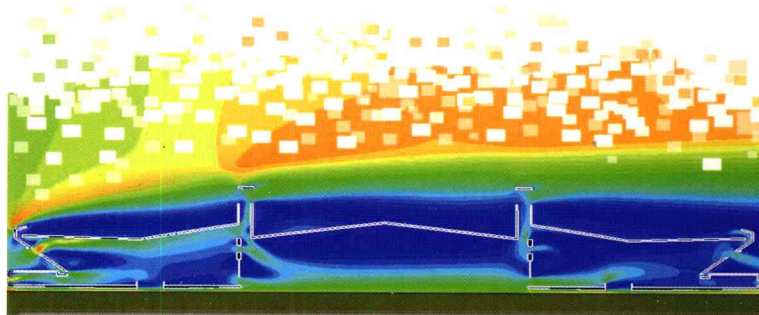




本书提出了适合
大空间建筑环
境采用FLUENT
进行模拟。书
中介绍了大空
间建筑环境模
拟的基本原理
和计算方法，
并给出了大空
间建筑环境模
拟的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

在建筑设计的
过程中，充分
利用自然通风
和机械通风，
是实现大空间
建筑节能的有
效途径。本书
介绍了大空间
建筑环境模拟
的基本原理和
计算方法，并
给出了大空间
建筑环境模拟
的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

本书介绍了大
空间建筑环境
模拟的基本原
理和计算方法，
并给出了大空
间建筑环境模
拟的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

本书介绍了大
空间建筑环境
模拟的基本原
理和计算方法，
并给出了大空
间建筑环境模
拟的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

本书介绍了大
空间建筑环境
模拟的基本原
理和计算方法，
并给出了大空
间建筑环境模
拟的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

本书介绍了大
空间建筑环境
模拟的基本原
理和计算方法，
并给出了大空
间建筑环境模
拟的实例分析。
本书可作为建
筑环境工程、
暖通空调工程
等相关专业的人
员从事大空间
建筑环境模拟
工作的参考书，
也可作为相关
专业人员的培
训教材。

大空间建筑

通风节能策略

VENTILATION & ENERGY-SAVING STRATEGIES FOR LARGE SPACE BUILDINGS

李传成 著

大空间建筑通风节能策略

李传成 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

大空间建筑通风节能策略/李传成著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 5
ISBN 978-7-112-12948-5

I. ①大… II. ①李… III. ①房屋建筑设备: 通风设备-研究②建筑-节能-研究 IV. ①TU83②TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 026890 号

本书结合大空间建筑环境和空间组合特点, 提出利用辅助小空间的混凝土、土壤等大热质材料的“蓄冷”性, 或大空间下架空层, 作为大空间的新风冷源; 结合大空间高大自然温度分层的特点, 提出下送风、地板冷辐射、吸热屋面等加强温度分层的通风节能策略。

本书选择具有代表性的高速铁路高架客站为案例, 提出利用混凝土高架桥、空间整体立体化特点的通风节能策略, 并与现阶段使用的空调能耗做对比模拟, 验证策略。介绍了 8 个研究性铁路客站设计的通风部分, 从设计方法上强调技术作为建筑创作的出发点, 空间形式与通风策略有机结合。

本书适应于建筑学、建筑环境与设备工程及相关专业技术人员阅读, 也是关注绿色建筑、建筑节能人士的有价值的参考资料。

* * *

责任编辑: 张文胜 姚荣华

责任设计: 张 虹

责任校对: 赵 颖 姜小莲

大空间建筑通风节能策略

李传成 著

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京盈盛恒通印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 $\frac{3}{4}$ 字数: 474 千字

2011 年 5 月第一版 2011 年 5 月第一次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-12948-5

(20332)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

绿色建筑的实现需要专业人士的参与，绿色建筑需要多学科的综合和从整体上来把握。

建筑师往往擅长空间及形象处理，对用抽象的数字和图表来表达科学概念能力不足。因此，建筑师设计时往往忽视与技术的整合。这种现象不利于绿色建筑的实现。

近些年来，绿色、低碳、节能成为最时髦的建筑词汇，可持续发展的漂亮的口号在建筑设计界流行，但缺乏技术支撑的口号或概念与真正的绿色建筑无关。

建筑空间本身便是被动式设计的“素材”，巧妙的被动式设计不仅可以创造丰富的空间，同时还可以解决建筑能耗的问题，一举两得，何乐而不为？

自然通风并不是新技术，人类对自然通风的运用经验至少有上千年的历史，但是随着科技的进步，建筑依赖新技术的趋势越来越明显，传统的自然通风技术却逐渐被人们淡忘。作为建筑师，如何将建筑空间创造与自然通风利用相结合，是一个值得重新思考的旧课题。

大空间建筑是城市经济、文化的重要体现，一直被人们认为是城市发展的重要标志。随着我国经济社会的发展，特别是2008年北京奥运会和2010年上海世博会的成功举办，我国大空间建筑得到了突飞猛进的发展。建筑师对大空间建筑形式的关注远胜于对其生态环保问题的关注，尤其缺乏考虑与技术要素的整合。大空间建筑作为大量人流长时间聚集的场所，往往有更高的热舒适性要求，因此耗能巨大。如何运用被动式方法，将建筑空间设计与绿色技术策略相整合？如何评价及判断空间设计的节能效益？解决这些新问题显然需要新的工具。

李传成博士在本书中对大空间建筑的空间与能耗特点进行了分类，深入研究了大空间结构中空间分层与温度分层的关系，提出了下层利用空间大热质、上层利用大空间高度拔风的整体式设计策略并通过实测与模拟对上述策略进行了量化论证。将建筑空间特点与热环境特性相结合的思路，对于被动式节能建筑设计具有重要的启发意义；策略的有效性可以通过CFD与DTS等软件的模拟来验证，这种将建筑设计与量化工具相结合的方法值得借鉴。

李传成博士长期从事以交通建筑为主的大空间建筑设计的实践与研究，结合其博士论文而转向建筑节能与绿色的研究方向。由建筑设计转向建筑技术研究需要补充大量的理工科专业知识，本研究使用了大量的量化工具、特别是计算机模拟技术的运用，以作者的专业背景其困难程度可想而知。这种执着及严谨的态度难能可贵。

李保峰^①

2011. 2. 20

武汉喻家山

^① 李保峰：华中科技大学建筑与城市规划学院院长，教授，博士生导师。

目 录

理 论 篇

第1章 绪论	3
1.1 研究背景	3
1.1.1 我国建筑能耗状况	3
1.1.2 被动式节能技术的迅猛发展	5
1.1.3 国内建筑师面对技术变化的不适应	7
1.1.4 大空间建筑类型丰富、涵盖广，地位重大	8
1.1.5 大空间建筑节能潜力巨大	8
1.2 研究的起源、目的和意义	9
1.2.1 研究的起源	9
1.2.2 研究目的	9
1.2.3 研究的意义	10
1.3 研究界定	10
1.3.1 大空间建筑	10
1.3.2 通风节能策略	11
1.4 国内外研究概况	11
1.4.1 国外研究动态	11
1.4.2 国内研究动态	15
1.5 研究内容和方法	19
1.5.1 研究方法	19
1.5.2 研究内容	20
1.5.3 研究框架	21
第2章 大空间建筑概述	22
2.1 大空间建筑设计特点	22
2.1.1 大空间建筑定义	22
2.1.2 大空间建筑主要类型	23
2.2 大空间建筑使用特征	23
2.2.1 间歇性使用建筑	24
2.2.2 不间断使用建筑	24
2.3 大空间建筑的发展脉络	24
2.3.1 建筑形态发展	24
2.3.2 建筑尺度发展	27
2.3.3 技术的发展	29

2.3.4 大空间建筑与城市关系的发展	32
2.4 大空间建筑的发展瓶颈与趋势	36
2.4.1 大空间建筑的发展瓶颈	36
2.4.2 大空间建筑的发展趋势	37
第3章 大空间建筑通风与空间尺度特点	41
3.1 大空间建筑与通风	41
3.1.1 大空间建筑通风方式	41
3.1.2 大空间建筑空间组合与通风	43
3.1.3 大空间建筑场地与通风	45
3.2 体育建筑	48
3.2.1 体育建筑的分类与尺寸	48
3.2.2 体育建筑空间特点	50
3.2.3 体育建筑场地规划特点	52
3.3 会展建筑	54
3.3.1 会展建筑的分类与尺度	54
3.3.2 会展建筑空间特点	56
3.3.3 会展建筑场地规划特点	57
3.4 观演建筑	59
3.4.1 观演建筑分类与尺度特点	59
3.4.2 观演建筑空间特点	60
3.4.3 观演建筑场地规划特点	62
3.5 交通建筑	64
3.5.1 交通建筑分类与尺寸	64
3.5.2 交通建筑空间特点	66
3.5.3 交通建筑场地规划特点	68
3.6 其他大空间建筑	70
3.6.1 其他大空间建筑分类与尺寸	70
3.6.2 其他大空间建筑空间特点	72
3.6.3 其他大空间建筑场地规划特点	73
第4章 大空间建筑节能潜力分析	77
4.1 大空间建筑能耗特点	77
4.1.1 大空间建筑能耗状况	77
4.1.2 大空间建筑能耗组成	77
4.1.3 大空间建筑的空调方式与气流组织	78
4.2 大空间建筑热环境特征分析	82
4.3 大空间建筑围护结构对节能的影响	84
4.3.1 大空间建筑围护结构概述	84
4.3.2 大空间建筑围护构造按结构类型分类	84
4.3.3 大空间建筑围护构造按空间部位分类	86
4.3.4 大空间建筑围护构造做法与节能	87
4.3.5 大空间建筑屋面特征及其影响	87

6 目 录

第5章 大空间建筑通风节能策略	91
5.1 通风节能原理及已有策略分析	91
5.1.1 自然通风原理及应用	91
5.1.2 基于热压的混合自然通风	97
5.1.3 混合通风定义和现状	101
5.2 热质结合通风策略	105
5.2.1 热质结合通风策略的原理、案例分析	105
5.2.2 热质通风的昼夜温差条件	109
5.2.3 通风板系统	110
5.3 加强温度分层通风策略	111
5.3.1 置换通风	112
5.3.2 冷辐射地板	113
5.4 大空间建筑通风节能策略	117
5.4.1 基于策略的大空间构成解析	117
5.4.2 大空间建筑通风节能策略	119
第6章 大空间建筑温度分层实测与模拟方法	121
6.1 大空间建筑温度分层实测	121
6.1.1 实测说明	121
6.1.2 实测数据分析	122
6.1.3 实测小结	125
6.2 计算流体力学模拟软件	125
6.2.1 CFD软件的结构	126
6.2.2 CFD的求解过程	127
6.2.3 常用的CFD软件	129
6.2.4 本书中数值模拟的基本条件	131
6.2.5 基本控制方程和湍流模型	133
6.3 大空间建筑温度分层模拟验证	135
6.3.1 实测厂房模型和边界条件	135
6.3.2 实测数据与模拟结果对比	136
6.4 建筑能耗模拟软件	137
6.4.1 能耗模拟软件针对大空间建筑的适用性	138
6.4.2 EnergyPlus简介	139
6.4.3 Room Air与CFD模拟的耦合	143
6.5 本章小结	144

实 践 篇

第7章 铁路客站的节能通风策略	149
7.1 铁路客站建设现状与趋势	149
7.1.1 我国铁路客站建设现状	149
7.1.2 铁路客站主要空间发展趋势	150

7.1.3 车站类型划分	151
7.1.4 高架车站布局分类	152
7.2 车站被动式节能的空间要素	154
7.2.1 站场的尺度	154
7.2.2 候车室尺寸	155
7.2.3 外墙界面与通风	156
7.2.4 空间布局	161
7.3 铁路客站的能耗状况	161
7.4 铁路客站空间与热环境特点	163
7.4.1 整体竖向空间分层	163
7.4.2 各要素热环境特点	165
7.4.3 武汉站热环境实测与模拟	165
7.5 高架铁路客站的混合通风策略	181
7.5.1 站台热质与夜间通风结合策略	182
7.5.2 候车室内混合通风策略	184
7.6 本章小结	188
第8章 策略模拟和分析	190
8.1 模型说明	190
8.1.1 气候数据选择	190
8.1.2 空间和材质简化	190
8.1.3 站场高架桥材料与形式的简化	197
8.1.4 热舒适标准	200
8.1.5 人员活动热负荷	203
8.2 策略模拟	206
8.2.1 桥下热质与夜间通风结合策略模拟	206
8.2.2 候车室混合通风策略模拟	214
8.2.3 普通候车室能耗对比模拟	227
8.3 策略总结	230
8.3.1 站台热质夜间通风策略	230
8.3.2 候车厅混合通风综合策略	230
8.3.3 双层屋面策略	231
第9章 夏热地区策略适用性分析	232
9.1 夏热地区的区划范围和气候条件	232
9.1.1 武汉逐时气候条件分析	233
9.1.2 广州市的逐时气候分析	236
9.1.3 小结	238
9.2 多个城市适用策略比较	238
9.2.1 多个城市站台下进气层内空气温度比较	239
9.2.2 多个城市使用综合策略结果比较	240
9.2.3 夏热冬暖地区与夏热冬冷地区能耗对比	244
9.3 本章小结	244

设计篇

第 10 章 与气候结合的铁路旅客站建筑设计研究	249
10.1 武汉站	249
10.1.1 现状通风模拟分析	250
10.1.2 通风策略	250
10.1.3 模拟验证	252
10.2 上海南站	254
10.2.1 现状通风模拟分析	254
10.2.2 通风策略	255
10.2.3 模拟验证	257
10.3 南京站	258
10.3.1 现状通风模拟分析	259
10.3.2 通风策略	260
10.3.3 模拟验证	262
10.4 武昌站	263
10.4.1 现状通风模拟分析	263
10.4.2 通风策略	264
10.4.3 模拟验证	267
10.5 佛山西站	268
10.5.1 通风策略	268
10.5.2 模拟验证	270
10.6 武汉东站	271
10.6.1 通风策略	272
10.6.2 模拟验证	273
10.7 南宁东站	274
10.7.1 通风策略	275
10.7.2 模拟验证	276
10.8 宜昌东站	277
10.8.1 通风策略	278
10.8.2 模拟验证	279
图表来源	280
参考文献	287
致谢	292

理 论 篇

大空间建筑，一直以来被人们认为是城市发展的标志，是城市节日群众集会庆祝的场所，是城市经济、文化的重要体现。

随着我国经济社会的发展，特别是 2008 年北京奥运会和 2010 年上海世博会的成功举办，我国大空间建筑得到了突飞猛进的发展，一批新的大空间建筑雨后春笋般涌现。新的大空间建筑在形式、结构、材料等方面都取得了空前的突破，为我国的大空间建筑发展带来了新气息、新理念。

大空间建筑的绿色设计理念开始在国内越发受到重视，不再仅仅拘泥于急功近利的空间气派、形象寓意等，出现了大量人性化、生态化理念影响的大空间建筑，开始注重全生命周期和可持续发展的大空间建筑运营理念。

本研究从被动式节能建筑设计出发，着手于自然通风，对大空间建筑类型进行划分，分析大空间建筑使用特征以及能耗特点，以此为基础，整体的提出大空间建筑通风节能设计策略。

第 1 章 绪 论

建筑在运行过程中消耗大量的矿物能源,产生大量温室气体,尤其是二氧化碳的排放对全球变暖有着重大影响。国际上计算碳排放的通行方式是将单位建筑的能耗折算成二氧化碳的排放量。因此,低能耗的建筑在现有的能源结构下不仅意味着减少能源消耗,还意味着对环境减少压力。建筑师创作的建筑要反映时代的精神,但建筑设计的过程更需要调整体和协调,在设计中不能简单的“拼贴式”应用各种节能技术,而应本着事实求是的态度,整体塑造建筑。

1.1 研究背景

1.1.1 我国建筑能耗状况

我国目前城乡差别很大,与城市建筑用能相比,农村建筑用能处于很低水平。将我国城镇建筑运行能耗与发达国家比较,截至 2004 年底我国城镇房屋建筑面积为 149.06 亿 m^2 (其中城镇住宅面积 96.16 亿 m^2 、公共建筑和工业建筑面积 52.9 亿 m^2),城镇人口 5.43 亿^①。2006 年我国建筑能耗状况如表 1-1 所示,可以看出,我国能耗主要消耗在采暖和大型公共建筑上。我国建筑运行无论人均数据还是单位建筑面积数据都远低于发达国家(见图 1-1、图 1-2)。如果再加上占我国人口总量 60% 的农村人口,我国建筑能耗更是大大低于发达国家当前水平^②。

我国建筑能耗分类(2006 年)

表 1-1

		总面积 (亿 m^2)	总商品能耗 (万 tce)	总电耗 (亿 kWh)	总非商品能耗 (万 tce)	生物质能 (万 tce)	总能耗(含生物 质能)(万 tce)
采暖 部分	北方城镇采暖	75	14280	54	14090	—	14280
	夏热冬冷地区城镇采暖	70	1280	260	390	—	1280
	北方农村采暖	80	6640	—	6640	6940	13580
	夏热冬冷地区农村采暖	107	420	—	420	1700	2120
除采 暖外	城镇住宅	113	9980	1970	3280	—	9980
	农村住宅	221	12790	1160	8820	3890	16680
	一般公共建筑	58	10950	2270	1600	—	10950
	大型公共建筑	3		470		—	
	总计	395	56350	6190	35230	12530	68870

① 薛志峰. 公共建筑节能. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.

② 黄海青. 中外建筑能耗差别大的原因, 林业科技情报, 2009, 41(4): 41-43.

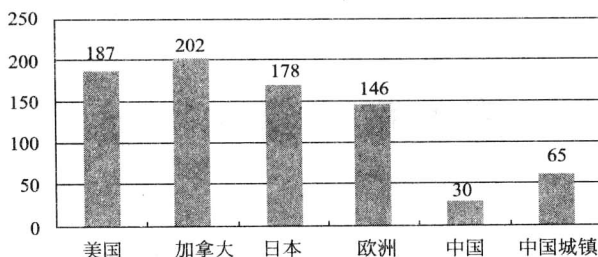


图 1-1 世界各国单位建筑面积年能耗比较

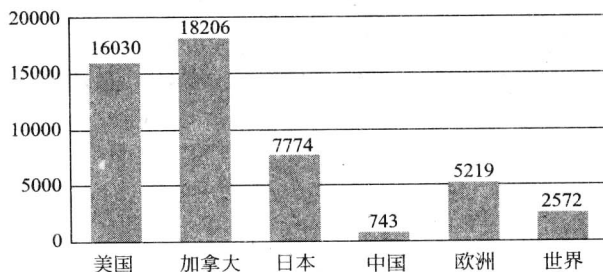
单位: kWh/(m² · a)

图 1-2 世界各国年人均建筑能耗比较

单位: kWh/(人 · a)

这种低能耗的状态不是因为我们高效率利用能源，而是因为我们降低了对舒适度的要求。在对武汉市公共建筑空调能耗的调查分析中。许多商场空调使用并不是以满足生活质量和工作环境为标准，而是以牺牲功能和环境品质为代价来降低空调系统运行成本。例如空调的启停往往是由领导决定的，冬天不供热，过渡季节不开新风机组^①。

在我国建筑能耗构成中，公共建筑能耗占有相当大的比例。我国大型公共建筑耗电量为 70~300kWh/(m² · a)，是住宅的 10~20 倍，是建筑能源消耗的高密度领域^②。虽然在总量上公共建筑不能与住宅相比，但其用电指标高，总能耗在民用建筑占很大比重。以北京市为例，现有 500 多栋大型公共建筑，虽然数量上仅占全市总建筑面积的 5.4%，但其用电量已和全市所有住宅的用电量相当^③。根据清华大学江亿院士的统计，对全国而言，分布在北京、上海、广州、深圳等主要大城市的大型公共建筑总量约为 5 亿 m²，消耗民用建筑总用电量 30% 以上^④。

总的说来，我国的以抑制需求的方式保持低能耗水平。但经济发展必然会释放人们的需求。因此，建筑能耗利用水平的高低直接制约着我国的发展，试想如果我们的建筑能耗水平只达到欧美标准的一半，需要多少能源消耗！另外，公共建筑在民用建筑能耗中占有较高水平，节能技术要求高，节能潜力大。做好公共建筑的节能不仅仅能减少能耗，还具有示范意义。

① 李玉云，张春枝，曾省稚. 武汉市公共建筑集中空调系统能耗分析. 暖通空调，2002，32(04): 85-87.

② 国家统计局. 2006 国际统计年鉴. 北京：中国统计出版社，2006.

③ 薛志峰，江亿. 北京市建筑用能现状与节能潜力分析. 暖通空调，2005，34(09): 7-10.

④ 江亿. 我国建筑耗能状况及有效的节能的途径. 暖通空调，2005，35(05): 30-40.

1.1.2 被动式节能技术的迅猛发展

建筑节能在设计主要有三个实现途径：一是从需要方出发衡量所需的能耗标准，简单来说就是科学地衡量出满足热舒适需要的标准；二是尽量通过建筑的材料和被动式策略的设计，尽量减少冷热负荷；三是系统按需供给，尽量做到需要多少就供给多少冷量或热量。第一点已经有丹麦教授 Fanger 提出的 PPD-PMV 热舒适度框架，后续不少的研究者又在此框架下做了大量的研究，形成了国际上较通用的 ISO 7730 标准和 ASHRAE 55—2004 标准；第二点是建筑设计主要着力的地方，包括对建筑周围的环境分析(天气、场地等)、建筑的体型、围护结构以及被动式的策略设计；第三点是暖通设备主要负责内容：空调设计和设备选型，这属于专业领域，本书不展开详细讨论，只对需要的主动式策略做出解释。不过好的策略一定是后两点紧密结合的产物，在设计过程中各专业应紧密合作，形成互动，致力于一体的建筑能耗利用策略。

建筑的冷热负荷受外部环境的影响最大，其次为建筑自身的影响因素：主要的变量有围护结构性能、建筑的空间形式、人的行为方式等等。另外，调节微气候的方法不同，计算负荷的方法也不同。例如一般空调送风方式在炎热季节需要冷却整个房间，而置换通风则只需要将人的工作面高度冷却，负荷大大减少。

在这些众多的复杂因素中，综合利用被动式技术，降低负荷，减少主动调节使用时间是建筑设计专业最为关注的。联合国环境规划署在 2008 年出版的《Kick the Habit: A UN Guide to Climate Neutrality》一书中对建筑能源消耗和 CO₂ 排放的有个简单的图表总结(见图 1-3 和图 1-4)^①。

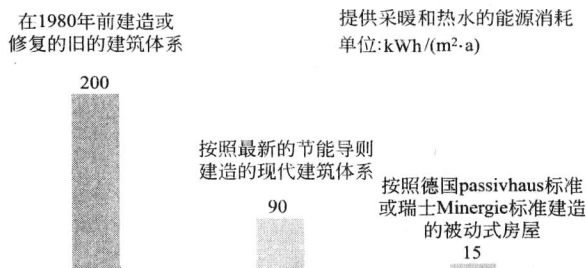


图 1-3 不同建筑能源消耗

图 1-4 中现实了三种类型的建筑在使用不同的能源时 CO₂ 排放量，其中电能指的是各种发电方式的综合平均值，木材指的是根据计划砍伐以及集中高效燃烧方式产生的能量，数据来源于联合国环境规划署网站。

显然，在图 1-3 中左边两个降幅较大，表明现代结构中围护性能的提高对建筑能耗的影响最大。如果再想减少能耗，主要的方式就是采取被动式措施，减少设备的运行时间。图 1-4 将不同的耗能方式换算成 CO₂ 排放量，充分说明了被动式在环境保护方面的巨大优势！被动式本身没有详细的含义，更多的是指被动式建筑。在德国和瑞士有专门的被动式建筑认证，主要指那些超低能耗建筑(图 1-4 中的最节能建筑就是指的它们)。按照维基词

^① United Nations Environment Programmer. Kick the Habit: A UN Guide to Climate Neutrality(Paper-back): United Nations Environment Programmer, 2008: 202.

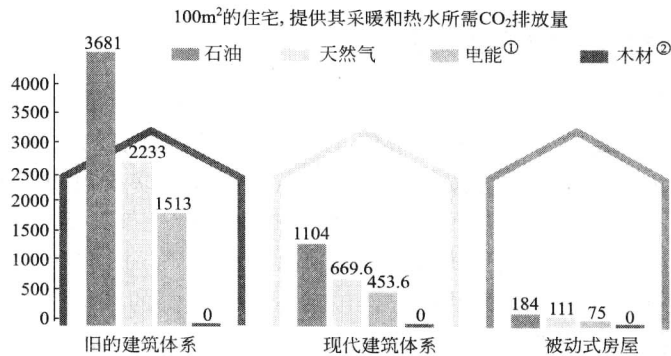


图 1-4 不同建筑体系采用不同能源的 CO₂ 排放量

① 平均排放量: 排放量随产品不同而变化

② 被砍伐于有管理的森林并被高效燃烧

典上的解释, 被动式设计不是建筑设计的附属或者扩展, 它是伴随着建筑设计一起的整体设计过程^①。为了达到被动式建筑要求, 通常同时要使用好几种技术: 被动式太阳能设计、超绝热墙体, 窗的隔热技术、高密封性、地道通风管、热回收技术等。被动式建筑主要发源地德国属于高纬度地区, 冬季保温是最有效的节能手段。不过过高的保温性能需要极高的材料属性, 带来高成本。对于大多数处于较低纬度的亚热带和热带不发达国家而言并不适宜, 这些地区最好的被动式方法仍然是遮阳和自然通风。

英国著名的 PROBE^②(Post-occupancy Reviews Of Buildings and their Engineering)建筑及其工程后评价计划研究显示: 追踪的 20 栋建筑物的 CO₂ 排放量分为 5 个档次(见图 1-5)。其

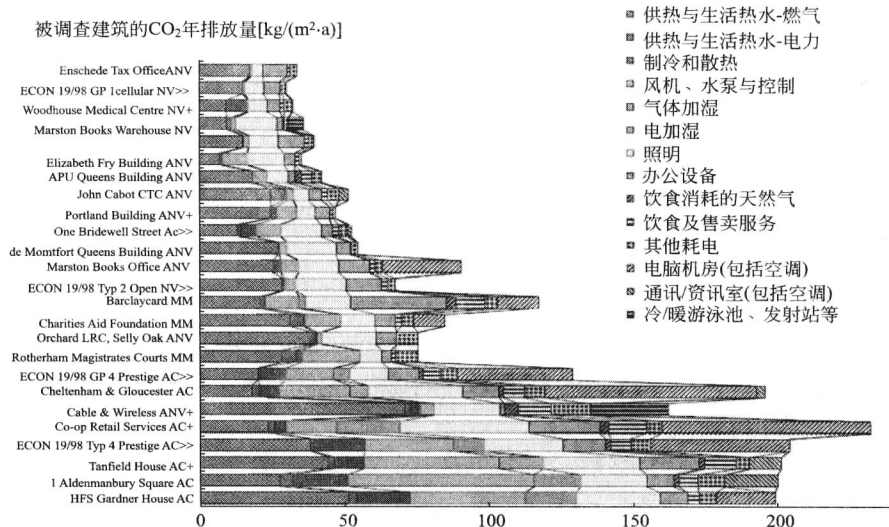


图 1-5 PROBE 项目中测试建筑的年 CO₂ 排放量(不同颜色代表了不同的消耗能源方式)

① Tracy Bhamra And Vicky Lofthouse. Design for Sustainability (Design for Social Responsibility) [Hardcover]: Ashgate, illustrated edition, 2007.

② 该计划受政府资助, 从 1995 年到 1997 年之间, 对 20 座建筑进行了专门的跟踪调查, 并以系列报告的形式发表于 1997~2002 年的 Building Services Journal 杂志。

中央空调运行与否对建筑能耗大小影响至关重要。从图中明显发现,空调的使用会极大提高能耗,并导致 CO₂ 的排放增多。使用空调系统,必须使用风扇和气泵输送空气到指定位置,这消耗了很大的能耗,有的甚至占到了制冷或者制热能耗的 50% 以上,如图 1-5 中最后的几栋建筑,可见自然通风的节能潜力。

被动式技术发展迅猛,它的核心是整体设计,而不是技术的生搬硬套。每一种技术都有很大的节能潜力,但应该考虑气候选择适宜的技术。我国南方地区属于中低纬度,都有夏季过热的情况,在遮阳和自然通风上下功夫是适合的被动式技术的研究方向。

1.1.3 国内建筑师面对技术变化的不适应

在发达国家,建筑设备能耗已占据了主要消耗能量的 40%~50%^①。同时,建筑物在运行过程中会产生大量的污染排放。可以这样说,建筑能耗的节约与高效利用与人类社会的可持续发展息息相关。为此,各个国家制定的各种绿色建筑评估体系中都有对建筑运行能耗的规定和评分项。在实际的操作中,许多建筑师除了按照规定来设计达标建筑外,在设计思路中也将降低能耗作为建筑设计的一个出发点,与其他专业联合设计节能系统,整体构思建筑的外形和空间。更多的建筑师已接受建筑全年舒适度和能耗预测作为设计手段,通过设计-模拟预测-再设计的方法,逼近节能目标,寻找解决问题的思路。

我国的城市化进程带来了世界上最大规模的城市建设。在可持续发展的时代大背景下,绿色建筑、生态建筑已经作为最时髦的建筑词汇,流行于广大建筑设计人员之间。不过遗憾的是,国内部分建筑师并没有完全从形式、功能的传统圈子中解放出来,许多生态建筑设计的目的只是使其看上去很生态、很环保,造成许多设计只是简单的照搬国外生态节能技术、不仔细考虑其适用性。

造成这样设计困境的原因很多,从建筑师自身的角度看,国内建筑师没有积极拥抱技术是最主要的。理查德·巴克明斯特·富勒曾说过一句话:“建筑师不是发明家,他们不懂得如何设计一架飞机,他们也不会关心‘诸如那种新型钢铝材料的抗拉强度会给我们带来什么启发’之类的问题。对于事物的变革他们几乎无能为力。我认为年轻一代的建筑师也许正在转变,他们或许可以理解我所说的话。”^②

这正是国内建筑师最缺乏的,当今的时代技术变化日新月异,虽然基础学科没有根本性的变革,但学科之间的交叉却带来了应用技术几何级的爆炸式增长。由于国内建筑师基础教育的限制,在从业阶段大多只能被动适应技术,无法主导,更无法谈创新。

需要指出的是,建筑师不是工程师,对技术的细节可能无法全面掌握。但是从全局的角度整合各专业技术是建筑师应该做的,也能够做的。

本研究是探讨地域气候特点下的大空间建筑的通风策略,但在策略成型过程中的各种思考:对大空间建筑的功能形式特点梳理,对热舒适度标准的选取,对气候逐时温度的分析,结合实验探讨 CFD 模型的适用性,人员流动对热源的影响分析,大空间下送风方式

① Randall McMullan. Environmental Science in Building (2nd) [Paperback]: Scholium International, Inc.; 2 edition, 1990: 283.

② Sophia and Stefan Behling. 上海现代建筑设计(集团)有限公司译. 建筑与太阳能——可持续建筑的发展演变. 大连:大连理工大学出版社, 2008.

的稳态模拟分析、地板冷辐射的应用分析,都是尝试从建筑设计全局角度,对当下技术发展的回应。

1.1.4 大空间建筑类型丰富、涵盖广,地位重大

“大空间”是一个动态的、开放的、相对的概念。“大”既是量的描述,也是建筑哲学上的范畴。它并不是简单意义上的量的衡量,而是建立在经济、技术和社会文化背景上的概念。

民用建筑中的铁路旅客站、影剧院、体育馆、展览馆、大会堂、航空港候机大厅等都属于大空间建筑,还包括工业建筑中的大跨度厂房、飞机装配车间和大型仓库等。

大空间建筑的“大”表征了其跨度大、高度高、容积大、尺度大的特点。大空间建筑跨度普遍较大,多采用网壳、悬索、拱、膜结构等轻型空间结构体系。高度与跨度间的几何比例关系使大空间建筑较普通的民用建筑高,体积远比常规建筑大。

大空间建筑不仅种类多、数量大,在城市建筑环境中的地位也不同于常规建筑。大空间建筑一般位于城市地标性地带,建筑的规模、功能、技术、艺术等各方面要求均高于一般建筑,始终是社会关注的焦点。它集中反映了某个地域、某个时期的建筑风格与艺术以及当时的社会活动和工程技术的最高水平。随着我国经济的发展,大空间建筑的建设无论从数量还是质量上都处于持续高速发展的状态,其设计与建设也引起了更多的争论和社会关注。

1.1.5 大空间建筑节能潜力巨大

不同于一般性民用建筑,大空间建筑涉及的范围较广,其设计要素包括功能、结构、艺术、环境、经济、交通等诸多层面,在这些要素中,对建筑设计和建筑师起指导作用的主要要素是大空间建筑的功能、结构和艺术三个要素。当下大空间建筑设计注重结构形式的创新和外观优先的形态操作,还未能将生态技术作为大空间设计系统的有机组成部分看待。

在能源危机、环境污染的大环境下,大空间建筑面临生态设计转型的挑战。大空间建筑本来就体量大、类型多,而且能耗高、节能潜力大,多年来一直是生态建筑设计的软肋。

大空间建筑热舒适性要求高,尤其是为了维持大空间的温度和湿度舒适,不得不耗费大量能源。我国大型公共建筑不足城镇建筑总面积的4%,但能耗却占我国城镇建筑总能耗的20%以上。调查结果表明,这类建筑能耗浪费现象仍较严重有很大的节能潜力。我国的大型公共建筑,耗电量为住宅的10~20倍,是建筑能源消耗的高密度领域。对北京400个公共建筑的能耗调查后发现,能耗接近 $300\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ (见图1-6)^①。

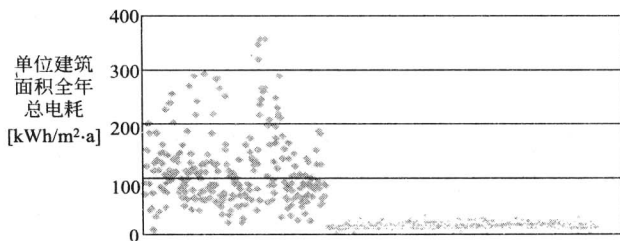


图 1-6 北京 400 公共建筑能耗调查

① 薛志峰. 公共建筑节能. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.