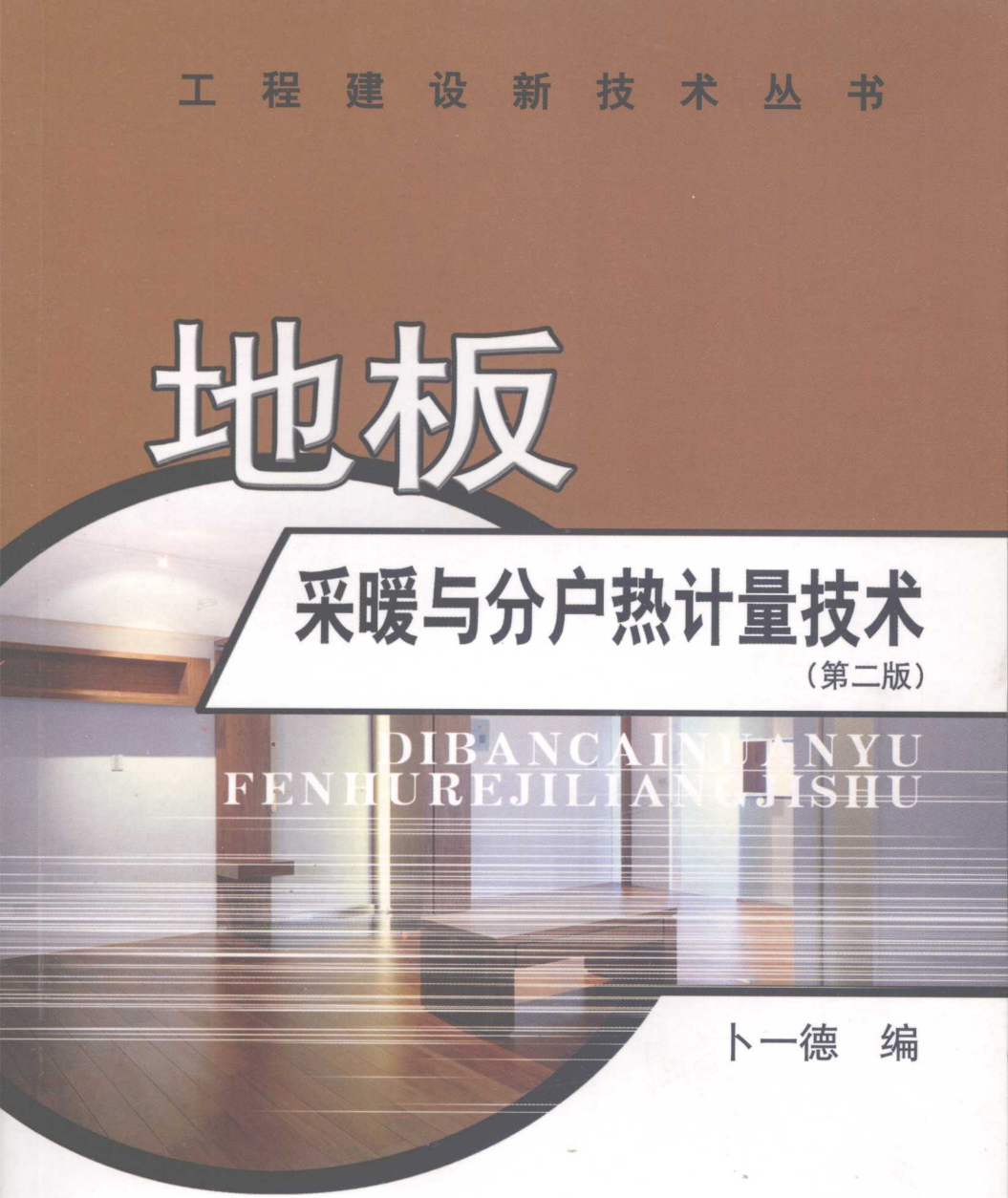
工 程 建 设 新 技 术 丛 书

地板

采暖与分户热计量技术

（第二版）

DIBANCAINUANYU
FENHUREJILIANGJISHU



卜一德 编

中国建筑工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

工程建设新技术丛书

地板采暖与分户热计量技术

（第二版）

卜一德　编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

地板采暖与分户热计量技术/卜一德编. —2版. —北京：中国建筑工业出版社，2007
（工程建设新技术丛书）
ISBN 978-7-112-08966-6

Ⅰ. 地… Ⅱ. 卜… Ⅲ. ①居住建筑-地板-辐射采暖 ②居住建筑-供热-计算 Ⅳ. TU832

中国版本图书馆CIP数据核字（2006）第159945号

工程建设新技术丛书
地板采暖与分户热计量技术
（第二版）
卜一德 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
新华书店经销
北京嘉泰利德公司制版
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：10½ 字数：290千字
2007年2月第二版 2007年2月第三次印刷
印数：5501—8500册 定价：**25.00**元
ISBN 978-7-112-08966-6
（15630）

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）
本社网址：http://www.cabp.com.cn
网上书店：http://www.china-building.com.cn

近两年来，随着国家科技进步不断向前发展和建筑节能理念深入人心，国家和行业主管部门相继颁发了新的采暖技术标准，这是本书第二版修订的依据。本书根据《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242－2002）、《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019－2003）、《地面辐射供暖技术规程》（JGJ 142－2004、J 365－2004）等国家现行技术规范，全面阐述了地板采暖和分户热计量的设计、监理、施工和工程项目管理等内容。

全书包括九章：建筑节能与温控、热计量概论；住宅供暖系统节能途径与发展模式；住宅节能供暖系统方式简介；现行设计规范中相关条文及说明；地板采暖；室内采暖管道安装；地板热水辐射采暖计量设备与安装；电热辐射采暖应用；地板采暖工程项目管理。

本次修订和增编的内容有：第四章现行设计规范相关条文规定及说明、第五章地板辐射采暖（设计、材料、施工、检验调试及验收、应用案例等）、第七章地板热水辐射采暖热计量设备与安装、第八章电热辐射供暖应用等。

全书以重点技术为主，内容丰富、翔实，结构严谨，突出实用性。可供有关工程设计、监理和施工人员学习应用，也可供大专院校相关专业师生学习参考。

* * *

责任编辑：封　毅　张伯熙
责任设计：崔兰萍
责任校对：安　东

第二版前言

为实现我国建筑节能目标，本人尽微薄之力而编写的《地板采暖与分户热计量技术》一书，出版三年来受到了众多同仁的欢迎。随着国家科技进步不断向前发展和建筑节能理念深入人心，国家和行业主管部门相继颁发了新的采暖技术标准，如中华人民共和国建设部和中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局于2003年11月5日联合颁发了《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019－2003），中华人民共和国建设部于2004年8月5日颁发了《地面辐射供暖技术规程》（JGJ 142－2004、J 365－2004），并分别自2004年4月1日、2004年10月1日起施行。为确保本书的实用性，现予修订发行。这次修订出版的第二版，将以更加富有可操作性、新颖性、适用性呈现给读者，以感谢众多同仁的热情关爱和中国建筑工业出版社的大力支持。

本书第二版修订和增编的内容有：第四章现行设计规范相关条文规定及说明、第五章地板辐射采暖（设计、材料、施工、检验调试及验收、应用案例等）、第七章地板热水辐射采暖热计量设备与安装、第八章电热辐射供暖应用等。由卜一德（教授级高级工程师、终身享受国务院特殊津贴、国家科技进步奖获得者）修订编写。参加修订编写工作的人员还有：万成梅、郭显亮、卫华、向红、刘培丰、丁玉清、春贵、石玉、秋平、利华、张德友、显富、显光、志强。

本书编写修订过程中参考了相关文献资料，在此谨向有关作者致以衷心感谢。

2006年12月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一版前言

我国经济发展迅速，而能源生产的发展相对要滞后得多，因此，发展经济所需的能源应更多地依靠节能来解决。而建筑节能是世界建筑技术发展的大趋势，也是走可持续发展的必由之路。

我国的建筑节能工作经历了技术与标准准备、工程试验与试点，已经进入了有组织有计划地全面实施节能50%第二步目标的新阶段，为了实现我国建筑节能50%第二步目标，尽自己微薄之力，也是应中国建筑工业出版社之约，特编写本书。本书内容包括：第一章，建筑节能与温控热计量概论；第二章，住宅建筑采暖系统节能途径与发展模式；第三章，住宅节能采暖系统方式简介；第四章，国家现行设计规范中相关条款及说明；第五章，地板采暖；第六章，室内采暖管道安装；第七章，分（单）户计热采暖（锁闭阀型）系统安装施工；第八章，DE—Ⅵ低温加热电缆地板辐射采暖；第九章，地板采暖工程项目管理等。本书以建筑节能为主线，以相关新技术为依托，以低温热水地板辐射采暖（简称“地板采暖”）和分户热计量技术为重点，全面阐述了地板采暖和分户热计量的设计、监理、施工和工程项目管理等内容。由卜一德（教授级高级工程师、享受国务院特殊津贴、国家级科技进步奖得主）编写。

本书以重点技术为主，内容丰富、翔实，结构严谨，突出实用性，可供有关工程项目的设计、监理和施工人员学习应用，也可供土建院校师生学习参考。

山东金金潮科技发展股份有限公司、济南瑞迪建筑工程技术有限公司、哈尔滨三星凯莱瑞克采暖有限公司等单位为编写本书提供了宝贵的资料，同时还参考了许多文献资料，在此谨向有关单位和作者一并表示衷心感谢。

2003 年 2 月

目　录

第一章　建筑节能与温控、热计量概论 …… 1

第一节　建筑节能概论 …… 1

第二节　发达国家温控与热计量技术的发展水平 …… 12

第三节　我国供热采暖系统温控与热计量的现状 …… 15

第四节　温控与热计量的国家政策 …… 23

第五节　我国温控与热计量技术的发展方向及今后的任务 …… 26

附录1－1　建设部建筑节能“九五”计划和2010年规划 …… 28

附录1－2　民用建筑节能管理规定 …… 46

附录1－3　《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》（JGJ26－95）（节录） …… 50

第二章　住宅供暖系统节能途径与发展模式 …… 56

第一节　节能途径 …… 56

第二节　温控技术经济运行的节能潜力估算 …… 59

第三节　我国温控与热计量的发展模式 …… 62

第三章　住宅节能供暖系统方式简介 …… 70

第一节　概　述 …… 70

第二节　集中供热采暖 …… 71

第三节　分户式燃气采暖 …… 75

第四节　水源热泵采暖 …… 78

第五节　分户直接电采暖 …… 80

第六节　分户热水地板辐射采暖 …… 83

第四章　现行设计规范中相关条文规定及说明 …… 89

第一节　室内外计算参数 …… 89

第二节　采暖 …… 99

第三节　热负荷 …… 110
第四节　热水辐射采暖 …… 116
第五节　电采暖 …… 121
第六节　采暖管道 …… 123
第七节　热水集中采暖分户热计量 …… 129
附录4－1　《新建集中供暖住宅分户热计量设计技术规程》（DBJ01－605－2000）（摘录） …… 133
附录4－2　大连市住宅采暖（分户计量）工程技术暂行规定（摘录） …… 147
附录4－3　关于实施《天津市室内采暖系统设计管理暂行办法》的技术规定 …… 156
附录4－4　关于沈阳市住宅采暖实行分户控制的暂行规定 …… 163
第五章　地板采暖 …… 165
第一节　城市供热按热量计量收费的办法势在必行 …… 166
第二节　地板采暖应用及特点 …… 171
第三节　地板采暖设计 …… 175
第四节　地板采暖材料 …… 184
第五节　地板采暖施工 …… 187
第六节　检验、调试及验收 …… 192
第七节　地热水热源采暖技术 …… 197
第八节　地板采暖应用案例 …… 199
附录5－1　单位地面面积的散热量和向下传热损失 …… 210
附录5－2　加热管的选择 …… 219
附录5－3　塑料管及铝塑复合管水力计算 …… 223
附录5－4　管材物理力学性能 …… 227
附录5－5　发热电缆的电气和机械性能要求 …… 229
附录5－6　工程质量检验表 …… 231
第六章　室内采暖管道安装 …… 237
第一节　施工准备 …… 237
第二节　施工工艺 …… 238

第三节　成品保护 …… 246
第四节　安全注意事项 …… 247
第五节　质量标准 …… 247
第六节　质量通病及其防治 …… 249
第七章　地板热水辐射采暖计量设备与安装 …… 251
第一节　热计量仪表 …… 251
第二节　恒温阀 …… 254
第三节　水力控制阀 …… 256
第四节　热计量设备安装 …… 257
第五节　新型智能集中供热温控与热计量系统形式及其控制 … 276
附录7-1　清华同方热量计 …… 280
附录7-2　北京爱康 KPF 平衡阀 …… 284
附录7-3　北京万智达自动温控阀和温控双调阀 …… 285
附录7-4　华创科技户用供暖热表 …… 290
附录7-5　秦皇岛燕大续发热量表及温度调节阀 …… 291
附录7-6　江苏环能冷热量度表 …… 296
第八章　电热辐射采暖应用 …… 300
第一节　电热辐射采暖的特点 …… 300
第二节　电热发热体元件材料 …… 301
第三节　设计选用与安装调试 …… 304
第四节　电热辐射采暖施工安装质量验收 …… 308
第九章　地板采暖工程项目管理 …… 309
第一节　设计管理 …… 309
第二节　材料设备管理 …… 310
第三节　施工管理 …… 312
参考文献 …… 325

第一章　建筑节能与温控、热计量概论

第一节　建筑节能概论

一、建筑节能的意义

众所周知，能源是国民经济发展和社会进步的重要物质基础，经济发展的速度有赖于能源的发展，所以能源短缺将严重制约经济的快速发展，而且目前使用的大多数能源是不可再生的，因此，提高能源的有效利用也可以说是能源发展的新途径。建筑节能是世界建筑发展的一个基本趋势，也是建筑科学技术的一个新的增长点。在可持续发展的战略思想指导下，当今国际建筑发展的总趋势是在增进人体健康、提高舒适性的条件下，有效利用能源，合理利用资源，减少温室气体排放，保护人类生存环境。

然而，我国经济在近年来持续快速发展，能源生产的增长速度已不能满足经济增长的需求。建筑能耗是能源消费构成的重要部分，占相当大的比重，在发达国家已占到能源消费总量的35%～40%。目前我国随着现代化建设的发展和人民生活水平的不断提高，舒适的建筑热环境已成为人们生活和工作的需要；建筑供热和建筑空调面积的增加，也使得建筑能耗占到能源消费总量的25%以上。如果在我国目前的能源生产条件下，不能更为有效地减缓建筑能耗增长，这必将成为制约国民经济发展的重要因素。因此，在我国的建筑领域中，一方面应狠抓节约能源，提高能源利用率；另一方面也应大力提倡新能源和可再生能源的利用，节约资源，保护生态环境，贯彻经济社会可持续发展战略。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、建筑节能是时代的呼唤

新老建筑节能迫在眉睫，根据建设部和国家建材局2000年的统计，目前我国建筑能耗按广义能耗的统计，约占全社会总能耗的42%左右，其中，建筑在使用中因采暖、空调、照明、家电、炊事及高档建筑换新风所用能耗占27.45%；建筑在建设中的能耗占13%。

如果仅从人均能耗上看，我国的人均能耗与发达国家相比差得很远，只是美国的1/6。但是，我国正处于城镇化建设的快速发展时期，每年新增建筑面积20亿m^2，而新增建筑中超过80%的房子是高能耗的建筑，目前我国的400亿m^2既有建筑中，节能建筑面积仅有3.2亿m^2，而95%以上属于高能耗建筑，普遍存在着维护结构保温隔热性能差，采暖系统热效率差等问题，单位建筑面积采暖能耗为同等气候条件下的发达国家的2倍到3倍。

据建设部的统计，既有建筑的能耗中，采暖的能耗占建筑使用能耗的65%，而在这样的数字之下，实际上我国仍有大量使用空调和采暖设备的房屋，冬天的采暖室温达不到基本要求的18℃，夏天的室温则超过25℃。随着城镇化水平和居住舒适度的提高，目前，国内空调的增长每年都在50%以上，流行于发达国家的、高品质高能耗的具有换新风功能的建筑也会越来越多地在我国建设。建设部有关部门预计，到2020年，我国还将新增建筑面积约300亿m^2，建筑能耗最终将占全社会总能耗的50%以上，新老建筑节能问题已迫在眉睫。

既有建筑热改牵动人心。2006年2月，在国务院的新闻发布会上，建设部副部长仇保兴宣布，我国要在2010年使全国新建建筑全部达到节能与绿色建筑设计标准，争取1/3以上的既有住宅基本实现节能改造，全国城镇建筑总能耗实现节能50%，到2020年，绝大部分既有建筑实现节能改造，新建建筑全部实现建筑节能65%的总目标，经济发达的地区要争取实现更高的节能目标。这与今年中央强调的要建设节约型社会高度一致，高

能耗的建筑无节制地消耗着大量能源，已引起社会的关注。

据有关专家预测，到2020年，如果城镇建筑全部达到节能标准，每年可节省3.35亿t标准煤，空调高峰负荷可减少8000万kW·h，约相当于1998年到2002年5年间新增电力装机容量的总和，相当于4.5个三峡大坝的发电量，相当于国家每年可以减少电力建设投资约1万亿元。40亿m^2的城镇既有住宅如果实现50%节能，可节约0.5亿t标准煤，减少二氧化碳排量1.06亿t，于国于民的意义是显而易见的。

三、我国建筑节能面临的形势和任务

建设部副部长黄卫在建筑节能标准宣贯会上的讲话指出：

目前，我国的房屋建筑正处于历史高峰期，除工业建筑外，我国城乡既有建筑总面积达400多亿平方米，这些建筑在使用过程中，其采暖、空调、通风、炊事，照明、热水供应等方面要不断消耗大量的能源。目前建筑能耗已占全国总能耗近30%。和气候条件相近的发达国家相比，我国每平方米建筑采暖能耗约为他们的2~3倍，而建筑热舒适度则远不如他们。据预测，至2020年，我国城乡还将新增建筑约300亿m^2。随着经济的发展，建筑耗能必将对我国的能源消耗造成长期的、巨大的影响。这些情况说明：一方面建筑节能潜力巨大，对缓解我国的能源供应紧张和促进国民经济发展具有重要作用；另一方面是建筑节能正处于关键时期，形势严峻，任务艰巨，不严格执行建筑节能设计标准，不加强建筑节能标准的实施与监督，高耗能的建筑必然越来越多，未来建筑节能改造的任务将会越来越重。

对此，我们必须充分认识到，保证能源和资源的供应是我国社会经济发展和实现现代化的重要条件，也是我国构建社会主义和谐社会和全面建设小康社会的重要物质基础。目前，我国能源资源短缺与经济社会发展的矛盾已经十分突出，要缓解这一矛盾，很重要的一个方面，就是要实现能源资源的节约和合理利用，实施可持续发展战略。党中央、国务院高瞻远瞩，从战略的高度明确指出：要大力发展节能省地型住宅和公共建筑，注重能

源资源节约和合理利用，全面推广和普及节能技术，制定并强制推行更加严格的节能节水节材标准。最近，国务院领导对此再次明确指示：建筑行业推行“节地、节能、节水、节材”的“四节”工作是落实科学发展观，缓解人口、资源、环境矛盾的重大举措，意义重大，经济社会效益显著。要作为当前一项重要工作，从规划、标准、政策、科技等方面采取综合措施，部门协调，扎实推进，务求实效。

贯彻落实党中央、国务院的上述指示精神，就要求我们切实把建筑节能作为建设领域贯彻科学发展观，加快推进经济结构调整和转变经济增长方式的一件大事，抓紧、抓好并抓出实效。

建设部2005年5月31日发布的《关于发展节能省地型住宅和公共建筑的指导意见》中要求：

1. 建筑节能总体目标：到2020年，我国住宅和公共建筑建造和使用的能源资源消耗水平要接近或达到现阶段中等发达国家的水平。

2. 建筑节能具体目标：到2010年，全国城镇新建建筑实现节能50%；既有建筑节能改造逐步开展，大城市完成应改造面积的25%，中等城市完成15%，小城市完成10%；城乡新增建设用地占用耕地的增长幅度要在现有基础上力争减少20%；建筑建造和使用过程的节水率在现有基础上提高20%以上；新建建筑对不可再生资源的总消耗比现在下降10%。到2020年，北方和沿海经济发达地区和特大城市新建建筑实现节能65%的目标，绝大部分既有建筑完成节能改造；城乡新增建设用地占用耕地的增长幅度要在2010年目标基础上再大幅度减少；争取建筑建造和使用过程的节水率比2010年再提高10%；新建建筑对不可再生资源的总消耗比2010年再下降20%。

四、建筑节能的途径

建筑节能是一项复杂的系统工程，从建筑本体技术到建筑用材料产品、建筑热环境用设备等均存在着节能的潜力。一个国家的建筑能耗水平固然与其自然环境条件、生活方式、建筑技术水

平和国家政策法规等都有关系。因此，建筑节能途径应是在保证使用功能、建筑质量和室内环境的前提下，采取各种有效的节能技术与管理措施，包括：

1. 在技术节能方面应积极采用节能建材、新型节能墙体、屋面的保温隔热技术、节能门窗的保温隔热和密闭技术；

2. 建筑设备产品的使用方面应采用节能型供热、空调设备及系统，并提高设备运行时的能源利用率；

3. 加大新能源和可再生能源如太阳能和地热能在建筑中的应用；

4. 进一步推广不同能源的热泵技术、产品及回收废热、余量技术；

5. 在建筑节能管理方面加强建筑节能标准化工作，严格实行建筑的节能设计，要把建筑节能作为建筑设计是否达标的重要考核项目，必须严格执行有关建筑节能的技术标准，在保证室内热环境及卫生标准的前提下，做好建筑和供热空调设备系统设计，确保单位建筑面积能耗达到标准要求。

此外，我国目前的建筑节能工作还处于一个发展阶段，采取经济鼓励政策是快速推动节能进程的积极措施。

五、建筑节能发展简介

自从20世纪70年代中东石油危机以来，建筑节能成为发达国家关注的热点，90年代提出可持续发展理论和环境资源保护的紧迫性以后，建筑节能更加成为世界各国关注的热点。

实际上，建筑节能始终与人类对建筑的需求紧密相连，在发达国家，建筑节能经历了三个阶段。

第一阶段：在建筑中节约能源，单纯地抑制需求、减少能耗量。

第二阶段：在建筑中保持能量，减少热损失。

第三阶段：提高建筑中的能源利用率，即是积极意义上的节能。

以上第一阶段和第二阶段是高能耗的阶段，第三阶段则是高

能量效率，可大量利用可再生能源和新能源。

而我国建筑节能工作还处在发展初期，从地域、建筑类型、围护结构与设备系统、设计施工和运行的各方面均有十分广阔的发展空间。我国从20世纪80年代中期开始重视建筑节能，1986年建设部颁布了《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》；1993年建设部又批准了《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能标准》；1995年建设部又制定了《建筑节能“九五”计划和2010年规划》；1996年建设部又发布了《建筑节能技术政策》；1997年建设部发布了《1996～2000年建筑技术政策》；2000年建设部发布了《民用建筑节能管理规定》；2002年建设部又发布了《建设部建筑节能“十五”计划纲要》。这一系列的政策法规的施行，保证了建筑节能工作的进展，并有效促进了相关的节能技术进步。

建筑节能的重点应从建筑本体和建筑设备领域发展建筑节能的创新技术。这包括在建筑围护结构保温技术方面，采用高效节能建筑新材料、外墙外保温技术、高效保温门窗和热反射保温隔热技术等。高效建筑绝热材料的使用和复合墙体的不断推广应用，如：墙体采用岩棉、玻璃棉、聚苯乙烯塑料、聚氨脂泡沫塑料、聚乙烯塑料等新型高效保温绝热材料以及复合墙体，降低外墙传热系数；在门窗保温方面，控制窗墙比（指窗户面积与窗户面积加上外墙面积的比值）、增加窗玻璃层数、增设保温窗帘以及使用门窗封条等技术措施，也逐步在建筑中推广应用；在南方地区和夏热冬冷地区，屋面采用遮阳隔热技术等。另外，通过综合考虑建筑物的通风、遮阳、自然采光等，可对建筑围护结构进行优化集成以实现节能。如：双层幕墙技术是中间带有可调遮阳板且可通风的方式，夏季可有效遮阳和通风排热，冬季又可使太阳光透入，减少供热负荷。

在建筑设备所涉及的能量系统节能技术领域，采用先进供冷、供热系统和设备以及控制技术等积极推进了建筑节能的发展。包括：

1. 计算机仿真与智能控制技术

通过对供冷、供热系统实现优化运行节能控制，最大限度减少运行能耗。

2. 热泵应用技术

运用热泵原理利用低温低品位热能资源，通过少量的高品位电能输入，实现低品位热能向高品位热能转移的一种技术，主要有空气源热泵技术和水源热泵技术。可向建筑物供热、供冷，有效降低建筑物供热供冷能耗，同时降低区域环境污染。

3. 变风量空调技术

变风量空调系统是一种节能的空调方式，整个空调系统可以随着负荷的变化调节总送风量，特别是在部分负荷运转时可以最大限度地减少风机动力消耗而节约能量；同时空调制冷机组也可按实际负荷需要运行，这也降低了能耗和运行费用；在考虑同时使用的情况下，空调系统的容量可以减少 10% ~30% 左右。

4. 新风处理及空调系统的余热回收技术

新风负荷一般占建筑总负荷的 30% ~40%。变新风量所需的供冷量比固定的最小新风量所需的供冷量少 20% 左右。新风量如果能够从最小新风量到全新风变化，在春秋季可节约近 60% 的能耗。通过全热式换热器将空调房间排风与新风进行热、湿交换，利用空调房间排风的降温除湿，可实现空调系统的余热回收。

5. 辐射型供热节能技术

地板辐射、顶棚辐射、垂直板辐射是辐射型供热的主要方式。它是一种对房间热微气候进行调节的节能供热系统，可避免吹风感，使人热感舒适。在有低温废热、地下水等可再生能冷、热源时，这种方式可直接使用这些冷、热源，省去常规冷、热源。

6. 热电联产技术

采用热电联合生产的方式，利用发电余热集中供热取代大量的、分散的、除尘效率很低的小锅炉供热方式，可大幅度地减少

需要全本请访问 www.ertongbook.com