

建筑电气新技术丛书

电气节能 与太阳能应用技术

中国建筑学会建筑电气分会 主编

中国建筑工业出版社

建筑电气新技术丛书

电气节能与太阳能应用技术

中国建筑学会建筑电气分会 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电气节能与太阳能应用技术/中国建筑学会建筑电气
分会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009
(建筑电气新技术丛书)
ISBN 978-7-112-11131-2

I. 电… II. 中… III. ①房屋建筑设备: 电气设备-节能②再生资源: 能源-资源利用 IV. TU85 TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 118118 号

建筑电气新技术丛书

电气节能与太阳能应用技术

中国建筑学会建筑电气分会 主编

*

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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 16 $\frac{1}{4}$ 字数: 468 千字

2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 35.00 元

ISBN 978-7-112-11131-2

(18381)

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)

本书主要介绍建筑中的电气节能技术和以太阳能为代表的新能源的开发利用,包括当前能源形势,建筑电气节能的意义和节能类型(电源节能、动力节能、照明节能),太阳能光伏发电实用技术,太阳能光热利用等几个方面。

本书内容丰富,是当前的前沿和热点问题。适合于建筑电气工作者使用,也可用作培训和高校教学用书。

* * *

责任编辑:刘江 张磊

责任设计:赵明霞

责任校对:张虹 梁珊珊

编委会名单

主编：洪元颐

编委（按姓氏笔画排序）：

| | | | | |
|-----|------|-----|-----|-----|
| 丁杰 | 马莎 | 王兆宏 | 王金元 | 王素英 |
| 王厚余 | 王燕峰 | 王勇 | 方磊 | 史永军 |
| 石萍萍 | 叶明 | 付胜权 | 牟晓生 | 孙成群 |
| 刘希清 | 刘屏周 | 刘侃 | 刘叶语 | 刘薇 |
| 刘寅颖 | 刘倩 | 刘伟 | 刘式良 | 孙牧海 |
| 戎一农 | 孙兰 | 孙金元 | 朱峰 | 朱立彤 |
| 朱江 | 孙先利 | 任红雷 | 杜毅威 | 杜金城 |
| 杨维迅 | 杨国胜 | 杨自佑 | 杨德才 | 杨守权 |
| 杨春龙 | 李道本 | 李祥发 | 李秀林 | 李加洪 |
| 李天奎 | 李义 | 李元贵 | 李允俊 | 李宏毅 |
| 陈汉民 | 陈建飏 | 陈众励 | 陈慈萱 | 陈杰甫 |
| 张文才 | 张艺滨 | 张环 | 张涓笑 | 张良洪 |
| 张野 | 张青虎 | 张跃 | 张浩 | 张振昭 |
| 张元芳 | 张昕 | 沈伟斌 | 吴献 | 金巍 |
| 周群 | 林卫东 | 郑朝晖 | 范君龙 | 武全力 |
| 姜国良 | 皇甫炳炎 | 贺湘琨 | 姚家祎 | 赵汝成 |
| 姚梦明 | 姚赤飏 | 施巨岭 | 段宏博 | 高小平 |
| 郭庭友 | 袁樵 | 黄春京 | 黄吉文 | 黄引达 |
| 黄妙庆 | 崔大志 | 黄逢 | 谢哲明 | 葛大麟 |
| 程春晖 | 韩金兰 | 韩丽 | 鲍世隆 | 熊凡 |
| 喻剑辉 | 樊增 | 雷宁秋 | 詹庆旋 | 魏志刚 |

前 言

建筑电气新技术丛书即将向全国读者印发出版了，对于建筑电气界来说这是一件大好事。

“建筑电气”广义的解释是：建筑电气是以建筑为平台，以电气技术为手段，在有限的空间内，为创造人性化生活环境的一门应用学科。

建筑电气狭义的解释是：在建筑物中，利用现代先进的科学理论及电气技术（含电力技术、信息技术及智能化技术等），创造一个人性化生活环境的电气系统，统称为建筑电气。

我们在编著建筑电气新技术丛书时，考虑到在“建筑电气”的范围广阔，项目繁多，特别是新技术层出不穷，尽可能不遗漏全面一些。丛书共分六册即：《建筑电气工程基础与 IT 技术应用》、《建筑供配电新技术》、《建筑照明》、《智能建筑新技术》、《电磁兼容技术与防雷接地》、《电气节能与太阳能应用技术》。

本丛书是以中国建筑学会建筑电气分会的第七届理事会部分领导成员洪元颐、张文才、王金元、杨维迅、陈建飏、陈众励、杨德才、陈汉民，并邀请了我国电气领域的老专家：王厚余、贺湘琨、刘希清、詹庆旋、刘屏周、王素英、李道本、姚家祎、黄妙庆、杨守权、张艺滨等，及诸多方面的专家领衔编纂而成的，他们有孙成群、王勇、张野、孙牧海、张涓笑、高小平、龚增、黄春、刘侃、戎一农、施巨岭、张跃、方磊、陈慈萱、孙兰、张昕、叶明、姚梦明等；此外许多同仁帮助做了很多校阅工作，他们有杜毅威、葛大麟、石萍萍、李宏毅等等；这项巨大的工程是

大家辛劳地一砖一瓦堆砌起来的。在此我向七十余名作者及方方面面给予我们支持的同仁致以深深的感谢。

洪元颐

尊敬的读者：

感谢您选购我社图书！建工版图书按图书销售分类在卖场上架，共设22个一级分类及43个二级分类，根据图书销售分类选购建筑类图书会节省您的大量时间。现将建工版图书销售分类及与我社联系方式介绍给您，欢迎随时与我们联系。

★建工版图书销售分类表（见下表）。

★欢迎登陆中国建筑工业出版社网站www.cabp.com.cn，本网站为您提供建工版图书信息查询，网上留言、购书服务，并邀请您加入网上读者俱乐部。

★中国建筑工业出版社总编室

电 话：010—58934845

传 真：010—68321361

★中国建筑工业出版社发行部

电 话：010—58933865

传 真：010—68325420

E-mail: hbw@cabp.com.cn

建工版图书销售分类表

| 一级分类名称 (代码) | 二级分类名称 (代码) | 一级分类名称 (代码) | 二级分类名称 (代码) |
|-------------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| 建筑学 (A) | 建筑历史与理论 (A10) | 园林景观 (G) | 园林史与园林景观理论 (G10) |
| | 建筑设计 (A20) | | 园林景观规划与设计 (G20) |
| | 建筑技术 (A30) | | 环境艺术设计 (G30) |
| | 建筑表现·建筑制图 (A40) | | 园林景观施工 (G40) |
| | 建筑艺术 (A50) | | 园林植物与应用 (G50) |
| 建筑设备· 建筑材料 (F) | 暖通空调 (F10) | 城乡建设·市政工 程·环境工程 (B) | 城镇与乡(村)建设 (B10) |
| | 建筑给水排水 (F20) | | 道路桥梁工程 (B20) |
| | 建筑电气与建筑智能化技术 (F30) | | 市政给水排水工程 (B30) |
| | 建筑节能·建筑防火 (F40) | | 市政供热、供燃气工程 (B40) |
| | 建筑材料 (F50) | | 环境工程 (B50) |
| 城市规划· 城市设计 (P) | 城市史与城市规划理论 (P10) | 建筑结构与岩土工 程 (S) | 建筑结构 (S10) |
| | 城市规划与城市设计 (P20) | | 岩土工程 (S20) |
| 室内设计· 装饰装修 (D) | 室内设计与表现 (D10) | 建筑施工·设备安 装技术 (C) | 施工技术 (C10) |
| | 家具与装饰 (D20) | | 设备安装技术 (C20) |
| | 装修材料与施工 (D30) | | 工程质量与安全 (C30) |
| 建筑工程经济与 管理 (M) | 施工管理 (M10) | 房地产开发管理 (E) | 房地产开发与经营 (E10) |
| | 工程管理 (M20) | | 物业管理 (E20) |
| | 工程监理 (M30) | 辞典·连续出版物 (Z) | 辞典 (Z10) |
| | 工程经济与造价 (M40) | | 连续出版物 (Z20) |
| 艺术·设计 (K) | 艺术 (K10) | 旅游·其他 (Q) | 旅游 (Q10) |
| | 工业设计 (K20) | | 其他 (Q20) |
| | 平面设计 (K30) | 土木建筑计算机应用系列 (J) | |
| 执业资格考试用书 (R) | | 法律法规与标准规范单行本 (T) | |
| 高校教材 (V) | | 法律法规与标准规范汇编/大全 (U) | |
| 高职高专教材 (X) | | 培训教材 (Y) | |
| 中职中专教材 (W) | | 电子出版物 (H) | |

注：建工版图书销售分类已标注于图书封底。

目 录

第 1 章 概 述

| | |
|--------------------------|----|
| 1 国内能源形势概览 | 1 |
| 1.1 能源市场的状况严峻 | 1 |
| 1.1.1 基本概念 | 1 |
| 1.1.2 中国能源现状与节能 | 3 |
| 1.2 能源短缺局面的应对策略 | 5 |
| 1.2.1 坚持节能优先 | 5 |
| 1.2.2 大力开发新能源 | 6 |
| 2 化石能源与生态环境 | 7 |
| 2.1 环境遭受严重破坏 | 7 |
| 2.1.1 基本概念 | 7 |
| 2.1.2 环境污染后果严重 | 9 |
| 2.2 日益减缓温室效应 | 10 |
| 3 建筑电气与节约能源 | 11 |
| 3.1 更新节能传统观念 | 11 |
| 3.1.1 发达国家节能技术 | 11 |
| 3.1.2 建筑内部节能理念 | 12 |
| 3.1.3 建筑外部节能理念 | 19 |
| 3.2 寻找电气节能途径 | 22 |
| 3.2.1 电源节能 | 23 |
| 3.2.2 动力节能 | 23 |
| 3.2.3 照明节能 | 23 |

第 2 章 电源节能及工程应用

| | |
|----------------------|----|
| 1 变压器节能 | 25 |
|----------------------|----|

| | | |
|-------|------------------|----|
| 1.1 | 节能变压器及其特点 | 25 |
| 1.2 | 降低线路能耗 | 26 |
| 1.2.1 | 线路损耗 | 26 |
| 1.2.2 | 提高效率 | 29 |
| 1.2.3 | 降低线路损耗 | 30 |
| 1.2.4 | 选择导线 | 33 |
| 1.3 | 变压器经济运行 | 35 |
| 1.3.1 | 变压器经济运行要求 | 35 |
| 1.3.2 | 变压器经济运行方式 | 36 |
| 1.3.3 | 电源质量 | 43 |
| 1.4 | 非晶合金变压器 | 48 |
| 1.5 | 干式变压器 | 56 |
| 1.5.1 | 工艺与功能 | 56 |
| 1.5.2 | 节能与环保 | 57 |
| 1.6 | 卷铁芯箱式变压器 | 61 |
| 1.7 | 变压器市场 | 64 |
| 1.8 | 老旧变压器更新改造 | 66 |
| 2 | 变压器设计选型 | 70 |
| 2.1 | 变压器选型 | 70 |
| 2.2 | 变压器设计研究过程 | 73 |
| 2.3 | 合理选型 | 76 |
| 2.4 | 按经济容量选择变压器 | 78 |
| 2.5 | 工程节能方式 | 83 |

第3章 动力节能及工程应用

| | | |
|-----|-------------------|----|
| 1 | 合理选用电动机与节能 | 85 |
| 1.1 | 选用电动机的基本原则 | 85 |
| 1.2 | 电动机选用的主要步骤 | 86 |
| 1.3 | 电动机额定转速选择 | 90 |
| 1.4 | 电动机转矩的选择 | 92 |
| 1.5 | 根据工作环境选择电动机 | 92 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 2 高效电动机及其选用 | 93 |
| 2.1 高效率三相异步电动机与节电 | 93 |
| 2.2 高效三相异步电动机 | 94 |
| 2.2.1 Y3 系列高效电动机 | 94 |
| 2.2.2 Y2-E 高效电动机 | 98 |
| 2.2.3 节能型高压三相异步电动机 | 99 |
| 2.3 高效电机新品种 | 102 |
| 2.3.1 开关磁阻调速电动机系统 (SRD) | 102 |
| 2.3.2 电梯用节能型三相异步电动机 | 105 |
| 3 机械的调速与节电 | 106 |
| 3.1 电动机功率与机械负荷的矛盾 | 106 |
| 3.2 合理的选择速度调节系统 | 107 |
| 3.3 各种调速方法特性比较 | 107 |
| 3.4 调速装置选择 | 109 |
| 4 变频调速 | 112 |
| 4.1 变频调速与节能 | 112 |
| 4.2 通用变频器的基本原理及一般功能 | 115 |
| 4.2.1 结构及基本环节 | 115 |
| 4.2.2 功能及其主要参数 | 121 |
| 4.3 变频调速系统的节能运行 | 122 |
| 4.3.1 节能运行分析 | 122 |
| 4.3.2 节能运行的具体应用 | 124 |
| 4.4 水泵、风机的变频调速与节电运行 | 128 |
| 4.4.1 水泵的基本特性和节能原理 | 128 |
| 4.4.2 变频调速恒压供水系统 | 135 |
| 4.4.3 多台水泵变频调速时的切换控制 | 139 |
| 4.4.4 水位控制的变频调速系统 | 141 |
| 4.5 风机的变频调速与节能 | 142 |
| 4.6 中央空调的节能运行 | 143 |

第 4 章 照明节能及工程应用

| | |
|---------------------|-----|
| 1 照明光源 | 151 |
|---------------------|-----|

| | | |
|-------|---------------------|-----|
| 1.1 | 热辐射光源 | 151 |
| 1.1.1 | 白炽灯 | 152 |
| 1.1.2 | 卤钨灯 | 154 |
| 1.2 | 气体放电光源 | 156 |
| 1.2.1 | 低压气体放电灯 | 156 |
| 1.2.2 | 高压气体放电灯 | 163 |
| 1.3 | 固体发光光源 | 167 |
| 1.3.1 | 发光二极管 (LED 灯) | 167 |
| 1.3.2 | 场致发光灯 (EL) | 173 |
| 1.4 | 光源设计选型 | 174 |
| 2 | 照明灯具 | 188 |
| 2.1 | 基本状况 | 188 |
| 2.1.1 | 灯具控光部件及其构成 | 188 |
| 2.1.2 | 灯具光学特性 | 192 |
| 2.1.3 | 灯具种类 | 193 |
| 2.2 | 灯具节能设计选型 | 198 |
| 2.2.1 | 选择要素 | 198 |
| 2.2.2 | 照明节能是选型的关键 | 205 |
| 3 | 启动设备 | 210 |
| 3.1 | 基本状况 | 210 |
| 3.1.1 | 启动设备特征 | 213 |
| 3.1.2 | 镇流器种类及特点 | 215 |
| 3.1.3 | 启动器性能 | 228 |
| 3.2 | 镇流器节能设计选型 | 230 |
| 3.2.1 | 选择要素 | 230 |
| 3.2.2 | 镇流器选用方式 | 231 |
| 4 | 照明控制 | 237 |
| 4.1 | 基本状况 | 237 |
| 4.1.1 | 照明控制分类 | 237 |
| 4.1.2 | 照明控制目标 | 238 |
| 4.1.3 | 照明控制方案 | 239 |
| 4.2 | 照明控制种类 | 240 |

| | |
|--------------------|-----|
| 4.3 照明方式选择 | 246 |
| 4.4 照明控制及发展 | 255 |
| 4.4.1 照明控制现状 | 255 |
| 4.4.2 未来照明控制 | 258 |

第5章 备用电源系统

| | |
|-------------------------------|-----|
| 1 柴油机发电 | 260 |
| 1.1 柴油发电机组 | 260 |
| 1.1.1 机组的构成 | 260 |
| 1.1.2 柴油发电机组的特点 | 261 |
| 1.1.3 柴油发电机组的分类 | 262 |
| 1.1.4 柴油发电机组的主要电气性能指标 | 264 |
| 1.1.5 柴油发电机组型号含义 | 268 |
| 1.1.6 柴油发电机组功率修正 | 269 |
| 1.2 柴油机基本原理和系统组成 | 271 |
| 1.2.1 柴油机的工作原理 | 271 |
| 1.2.2 柴油机的特性 | 273 |
| 1.2.3 柴油机的主体结构 | 274 |
| 1.2.4 柴油机各功能系统 | 275 |
| 2 柴油机发电站工程实例 | 286 |
| 2.1 北京某大厦柴油机发电站 | 286 |
| 2.2 某 IDC 数据中心的备用柴油机发电站 | 293 |
| 2.3 戏水乐园柴油机发电站 | 304 |

第6章 太阳能光伏发电

| | |
|---------------------|-----|
| 1 概述 | 313 |
| 1.1 太阳能功效 | 313 |
| 1.2 太阳能发电 | 315 |
| 1.3 太阳能光伏发电状况 | 324 |
| 2 光电效应 | 332 |
| 2.1 光的特性 | 332 |

| | |
|-----------------------|------------|
| 2.2 光电学说 | 335 |
| 2.3 光电效应特性 | 337 |
| 3 半导体 | 338 |
| 3.1 PN 结概念 | 339 |
| 3.2 PN 结特性 | 343 |
| 3.3 PN 结主要参数 | 346 |
| 4 光伏发电优势 | 348 |
| 4.1 光伏发电类别 | 348 |
| 4.1.1 光伏发电系统 | 348 |
| 4.1.2 独立光伏系统 | 350 |
| 4.1.3 并网光伏系统 | 353 |
| 4.2 光伏发电回顾 | 357 |

第 7 章 太阳能光伏发电实用技术

| | |
|-----------------------------|------------|
| 1 光伏发电利用范畴 | 363 |
| 1.1 充分利用太阳能 | 363 |
| 1.2 太阳能应用范畴 | 363 |
| 2 光伏建筑一体化 | 366 |
| 2.1 基本概念 | 366 |
| 2.2 主要用途 | 374 |
| 2.2.1 光伏与建筑完美结合 | 374 |
| 2.2.2 光伏建筑安装方式 | 378 |
| 2.3 光伏建筑一体化在建工程 | 380 |
| 2.3.1 深圳方大科技中心 | 380 |
| 2.3.2 首都博物馆新馆 | 382 |
| 2.3.3 国家体育馆 | 388 |
| 3 太阳能光伏电站 | 391 |
| 3.1 基本概念 | 391 |
| 3.2 主要用途 | 393 |
| 3.3 光伏电站在建工程 | 399 |
| 3.3.1 深圳国际园林花卉博览园光伏电站 | 399 |

| | |
|------------------|-----|
| 3.3.2 西藏自治区光伏电站 | 400 |
| 4 太阳能光伏照明 | 411 |
| 4.1 基本概念 | 411 |
| 4.1.1 定义 | 411 |
| 4.1.2 固体发光光源 | 416 |
| 4.2 主要用途 | 422 |
| 4.2.1 太阳能室外灯 | 422 |
| 4.2.2 太阳能交通标志灯 | 424 |
| 4.3 光伏照明在建工程 | 431 |

第 8 章 太阳能光热利用

| | |
|----------------------|-----|
| 1 太阳能光热转换系统 | 443 |
| 1.1 太阳集热器 | 443 |
| 1.1.1 太阳热水集热器分类 | 443 |
| 1.1.2 管板式平板型 | 444 |
| 1.1.3 热管式平板型 | 445 |
| 1.1.4 全玻璃真空管型太阳热水集热器 | 447 |
| 1.1.5 金属全玻璃真空管型 | 448 |
| 1.1.6 真空管太阳热水集热器的结构 | 449 |
| 1.1.7 太阳空气集热器 | 452 |
| 1.1.8 常规式平板型 | 452 |
| 1.1.9 肋片与凹槽式平板型 | 454 |
| 1.1.10 射流式平板型 | 455 |
| 1.1.11 真空管式平板型 | 456 |
| 1.2 储水箱 | 457 |
| 1.2.1 储水箱材质防腐及保温 | 457 |
| 1.2.2 储水箱接管 | 458 |
| 1.2.3 储水箱容积 | 459 |
| 1.3 循环水泵与风机 | 459 |
| 1.3.1 太阳能集热热水系统循环水泵 | 459 |
| 1.3.2 太阳能集热空气系统的风机 | 460 |
| 1.4 太阳能储热器 | 461 |

| | | |
|-----------|-------------------|------------|
| 1.4.1 | 意义与方法 | 461 |
| 1.4.2 | 热水储热器 | 462 |
| 1.4.3 | 卵石床储热器 | 464 |
| 1.4.4 | 相变材料储热器 | 465 |
| 2 | 太阳能热利用 | 466 |
| 2.1 | 太阳能热利用及发展 | 466 |
| 2.1.1 | 建筑能耗 | 466 |
| 2.1.2 | 太阳能的特点 | 467 |
| 2.1.3 | 建筑物中的太阳能热利用 | 468 |
| 2.2 | 建筑物太阳能热利用分类 | 469 |
| 2.3 | 太阳能生活热水系统 | 469 |
| 2.4 | 建筑采暖空调能耗特点与太阳能热利用 | 479 |
| 附录 | | 483 |