

能源管理师教材

主编 赵旭东

# 节能技术

(下)

本书主编 姜子刚



中国质检出版社  
中国标准出版社

**能源管理师教材**

主编 赵旭东

# 节能技术

(下)

本书主编 姜子刚

中国质检出版社  
中国标准出版社  
北京

**图书在版编目(CIP)数据**

节能技术. 下/姜子刚主编. —北京:中国标准出版社,  
2013. 4  
(能源管理师教材/赵旭东主编)  
ISBN 978-7-5066-7140-8

I. ①节… II. ①姜… III. ①节能—技术培训—  
教材 IV. ①TK01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 061677 号

中国质检出版社 出版发行  
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 787×1092 1/16 印张 19.5 字数 455 千字  
2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月第一次印刷

\*

定价 50.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107

# 《能源管理师教材》

## 编委会

主 编 赵旭东

副 主 编 朱 辉 史兆宪 姜子刚 徐 壮

主 审 郑晓光

审定人员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 丁 瑞 | 王世岩 | 王 军 | 代 兵 |
| 邢济东 | 伍剑锋 | 任一鑫 | 刘元明 |
| 李健民 | 杨碧玉 | 吴 云 | 何 平 |
| 辛 升 | 张 宇 | 陈 飏 | 郁 聪 |
| 周立新 | 庞松涛 | 房建国 | 段 方 |
| 徐志强 | 崔宝坤 | 蒋靖浩 |     |

## 《节能技术（下）》

### 编委会

主 编 姜子刚

副主编 叶永青 孙 涛

编写人员 (按姓氏笔画排序)

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 丁 刚 | 丁立伟 | 刁立璋 | 于泽庭 |
| 王吉尧 | 王均光 | 王济浩 | 王 敏 |
| 王 智 | 王瑞明 | 王美霞 | 李 青 |
| 李 艳 | 李元喜 | 刘 勇 | 刘淑敏 |
| 刘瑞国 | 牟庆军 | 孙 涛 | 孙保华 |
| 安学先 | 邵 莉 | 严凤涛 | 宋 鑫 |
| 陈维杰 | 汪爱春 | 张林华 | 张桂青 |
| 杨光海 | 杨倩苗 | 周守军 | 邛润清 |
| 郑 刚 | 姜子刚 | 赵红霞 | 姚福安 |
| 胡松涛 | 胡全力 | 郝 伟 | 郝晓慧 |
| 曹先齐 | 韩永生 | 韩吉田 | 符志琰 |
| 舒 雁 | 谢秀颖 | 薛一冰 |     |

# 序

能源与节能问题关乎生态文明建设和经济社会发展,关乎民生改善和国家安全。“十一五”以来,节能上升为基本国策,万元 GDP 能耗降低率上升为约束性指标,从中央到地方,采取了经济、技术、法律、行政等各种措施,大幅提高了节能技术水平、管理水平和节能意识,大幅降低了能源消耗。

山东是人口大省、经济大省和耗能大省。山东省委、省政府历来高度重视节能工作,坚决贯彻中央节能部署,把节能作为践行科学发展观的重要标志,作为转方式调结构的切入点,思想上坚定不移,工作上坚持不懈,节奏上均衡持续,不仅圆满完成国家下达的节能目标任务,而且勇于开拓,先行先试,不断开展节能制度创新、管理创新和技术创新,使全省节能工作始终保持全国领先水平。

以企业为载体,以能源管理师、能源管理体系、能源管理中心为主题的“三能”建设是山东省众多节能创新的一个方面。“三能”建设从人才、机制和管理平台三个层面形成节能合力,有效推动了企业节能工作全面提升。国家发改委、工信部在全国推广山东经验,“三能”建设已从地方实践上升为国家节能决策。

山东省以培养专业化、高水平、稳定的企业节能人才队伍为目标,全面开展了能源管理师制度研究、教材开发、培训考试等工作,目前已有 5 849 人取得能源管理师资格,在 2 272 家单位发挥作用。山东省编写的《能源管理师培训教材》,得到企业节能管理人员普遍欢迎和国家有关部门肯定,也为各省市节能主管部门、高等院校所认同。几年的教学考用实践又积累了很多经验,进一步深化了对能源管理师职责、能力要求和知识结构的认识。为总结能源管理师制度建设工作经验,吸收节能新成果,补充节能新知识,解读节能新法规、新政策,进一步完善教材知识结构,丰富教材内容,提升教材质量,山东省能源管理师研究团队对教材进行了修订,并更名为《能源管理师教材》,以适应能源管理师培训和其他读者的需求。

《能源管理师教材》交付出版之际,正值全国上下学习贯彻党的十八大精神,大力推进生态文明建设。党的十八大要求“把生态文明建设放在突出地



位,融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展。”希望我省节能主管部门和节能监察机构以党的十八大精神和科学发展观为指导,不断总结工作经验,加快推进能源管理师培训考试工作,扩大能源管理师队伍,实现“十二五”培养1万名能源管理师的目标。能源管理师是企业能源管理的主力军和突击队,希望能源管理师深刻认识自己肩负的责任,认真履行职责,扎实推进企业节能工作。希望山东省经信委和山东省政府节能办公室以及能源管理师工作团队,虚心学习国内外先进经验,不断创新,努力打造能源管理师山东品牌,为全国能源管理师工作做出贡献。

中共山东省委副书记

王军民

2013年2月26日



# 前 言

2010年7月,我国第一套能源管理师培训考试专用书——《能源管理师培训教材》由中国标准出版社正式出版。这套教材是山东省能源管理师制度研究和试点工作的重要成果。2010年至2012年,山东省使用这套教材培训节能管理人员7000余人,其中5849人经过严格考试取得能源管理师资格,在2272家用能单位履行职责,发挥作用。

实践表明,这套教材知识体系完整,有较强的知识性、政策性、实用性,符合培养综合性、复合型企业节能管理人才的要求,有助于提升企业节能管理人员能力,打造专业化、高水平、稳定的企业节能人才队伍,受到企业节能管理人员广泛欢迎,得到国家有关部门肯定,也得到许多省市节能主管部门以及高等院校的关注与认同。

为总结山东省能源管理师制度建设工作经验,吸收节能新成果,补充节能新知识,解读节能新法规、新政策,进一步丰富教材内容,提升教材质量,增强教材的科学性、系统性、综合性、实用性和创新性,帮助学员和读者尽快掌握教材的知识脉络和重点,巩固知识,我们从2012年6月开始,对《能源管理师培训教材》进行修订。

本次修订,保持了2010版《能源管理师培训教材》的基本框架和知识结构,修改内容主要包括以下几个方面:

1. 总结吸收山东省能源管理师制度建设试点工作经验和国内外节能管理的新理念、新方法。
2. 解读我国新出台的节能法规、政策和标准,补充节能新知识。
3. 力求理论知识更贴近实际需求,便于掌握和运用。
4. 努力做到概念准确、逻辑清晰、内容翔实和文字精炼。
5. 补编了《学习指导》和《学习题库》,进一步统筹教材、命题、考试的关系。
6. 更名为《能源管理师教材》,以满足能源管理师培训考试、大专院校能源管理等专业教学、各级节能管理部门工作人员以及其他节能爱好者的阅读





需求。

修订后的《能源管理师教材》由三个科目以及学习指导和学习题库五部分内容组成,共九册,分别为:

- 能源与节能管理基础(上)
- 能源与节能管理基础(下)
- 节能技术(上)
- 节能技术(下)
- 节能法制与政策制度(上)
- 节能法制与政策制度(中)
- 节能法制与政策制度(下)
- 学习指导
- 学习题库

中共山东省党委副书记王军民同志对能源管理师制度建设非常关心和重视,亲自为山东省首批能源管理师颁发资格证书,多次作出指示,要求打造能源管理师山东品牌;本套书修订出版之际,又在百忙中欣然作序,提出殷切希望。在此表示崇高敬意和衷心感谢!

本套书在修订过程中,得到了山东省经信委、山东省人民政府节能办公室的关心指导和山东省节能监察总队、山东节能协会、能源基金会、亚洲开发银行,以及修订人员所在单位的大力支持,在此表示衷心感谢!

由于能力和水平所限,书中难免会有疏漏之处。我们真诚地盼望所有使用本套教材的教师、学员以及阅读本套教材的人士给予批评指正。

编 者

2013年3月6日

# 2010版《能源管理师培训教材》

## 前 言

当今世界,能源问题日益突出,环境污染不断加剧,全球气候变暖已成不争事实,人类社会面临重大挑战。开展节能减排,实施可持续发展,是全人类的共识与责任。我国高度重视节能减排工作,把节约资源确定为基本国策,提出了建设资源节约型、环境友好型社会的目标,“十一五”以来更是把节能减排作为考核各级政府的约束性指标,作为转方式、调结构的重要抓手,作为落实科学发展观的重要标志,摆上了更加突出的位置。

建立和实施能源管理师制度,培育一支专业化、高素质、稳定的节能管理队伍,对于促进用能单位特别是工业企业加强节能管理,实现节能降耗,具有重要意义。《中华人民共和国节约能源法》规定:“重点用能单位应设立能源管理岗位”。2007年,国务院印发的《节能减排综合性工作方案》(国发〔2007〕15号)要求“重点耗能企业要建立能源管理师制度”。

日本、美国、德国等发达国家早已建立了比较完善的能源管理师制度。近年来,我国一些地方和行业积极探索,开展能源管理人员培训与考核等工作,尝试建立能源管理师制度。山东省结合省情和重点用能单位实际,分期分类对能源管理人员、重点用能岗位操作人员进行培训和考核,每年培训、考核3 000余人。山东省济钢集团等企业,在企业内部也开展了能源管理师培训、配置等工作。这些探索与尝试,取得了积极成果。

2008年,在国家发展改革委环资司的支持下,山东省人民政府节能办公室、煤炭工业节能办公室和山东节能协会进行了能源管理师制度研究及新职业申报工作,并顺利通过国家劳动部组织的答辩,后因国家机构改革,后续工作未能如期推进。

2009年,正当山东省人民政府节能办公室重启能源管理师相关工作时,国家发展改革委环资司、国家节能中心确定在山东省和天津市进行能源管理师试点。山东省成立了能源管理师制度研究和试点工作领导小组,2010年1月28日召开了启动大会,组织100多人编写教材。经过4个月的紧张工作,《能源管理师培训教材》终于成稿,并于5月30日通过专家审定。此后,我们又根据专家的审定意见做了进一步修改和完善。

我们把《能源管理师培训教材》的编写作为一个研究课题,成立了课题组及三个专题组。课题组统一策划教材主题内容和框架结构,研究制订编写大



纲和编写规范,统筹协调重大问题,组织汇稿、统稿。赵旭东任课题组组长,同时担任全套教材的主编;朱辉、史兆宪、姜子刚、徐壮任课题副组长,同时担任副主编。三个专题组分别承担《能源与节能管理基础》、《节能技术》和《节能法制与政策制度》的编写任务,专题组组长、副组长同时担任各册主编、副主编。

《能源与节能管理基础》分上、下两个分册,着重介绍了能源资源,能源与节能,热工、电工、燃料与燃烧基础知识;阐述了能源与节能的基础管理、能效管理和监管制度、能源管理体系、发达国家节能管理情况以及几种主要节能机制。

《节能技术》分上、下两个分册,着重介绍了热能、电能、新能源及可再生能源利用技术,工业、建筑和交通运输领域节能技术。

《节能法制与政策制度》分上、中、下三个分册,介绍了相关法理、节能执法基础知识;着重解读了节能法律、法规、规章、标准和政策有关规定;对重点法条列举了典型案例。

在全套教材编写过程中,我们把握了以下原则:一是立足山东,面向全国,借鉴国际经验,体现中国特色;二是注意打牢基础,尽力拓宽知识面;三是以提高能力为核心,理论与实际相结合,既有理论知识,也有经验提炼;四是努力做到内容的合法性、科学性、先进性、实用性、准确性和原创性。

本教材是能源管理师培训、考试的专用教材,也可供各级政府部门节能管理人员、企业能源管理人员、节能服务机构相关人员,以及大专院校能源管理专业师生等各界人士阅读。

编写本教材,对我们来说既是一种尝试,也是一次挑战。我们希望借承担国家试点的机会,通过编写和出版这套教材,为填补我国能源管理师培训教材的空白尽绵薄之力。

在编写《能源管理师培训教材》的过程中,我们得到了国家发展改革委、国家节能中心、山东省经信委、山东省政府节能办的关心和指导,得到了山东省节能监察总队、山东节能协会、美国能源基金会、中国标准出版社的大力支持,得到了编写人员所在单位、众多节能专家的鼎力帮助。借本教材出版发行的机会,表示我们由衷的敬意和深深的感谢。

虽然我们在编写过程中尽了最大努力,但由于能力和水平所限,书中难免会有疏漏之处。我们真诚盼望所有使用和阅读本教材的教师、学员以及各界人士给予批评指正。

编 者

2010 年 6 月

# 《 节 能 技 术 》

## | 目 录 导 引 |

### 节 能 技 术 （ 上 ）

#### 第一篇 通用节能技术和新能源及可再生能源利用技术

##### 第一章 热能、电能利用节能技术

##### 第二章 新能源及可再生能源利用技术

### 节 能 技 术 （ 下 ）

#### 第二篇 重点领域节能技术

##### 第三章 工业节能技术

##### 第四章 建筑节能技术

##### 第五章 交通运输节能技术

#### 参考文献

#### 后 记

# 《节能技术(下)》

## 目 录

### 第二篇 重点领域节能技术

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第三章 工业节能技术 .....     | 3  |
| 第一节 钢铁行业节能技术 .....   | 3  |
| 一、概述 .....           | 3  |
| 二、主要工艺流程 .....       | 4  |
| 三、节能潜力与途径 .....      | 6  |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....  | 7  |
| 五、节能技术发展方向 .....     | 14 |
| 第二节 有色金属行业节能技术 ..... | 14 |
| 一、氧化铝节能技术 .....      | 15 |
| 二、电解铝节能技术 .....      | 25 |
| 三、铜冶炼节能技术 .....      | 33 |
| 第三节 电力行业节能技术 .....   | 40 |
| 一、概述 .....           | 40 |
| 二、主要工艺流程 .....       | 42 |
| 三、节能潜力与途径 .....      | 43 |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....  | 44 |
| 五、节能技术发展方向 .....     | 52 |
| 第四节 建材行业节能技术 .....   | 52 |
| 一、水泥节能技术 .....       | 53 |



|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 二、建筑玻璃节能技术 .....      | 63  |
| 第五节 石油和石化行业节能技术 ..... | 72  |
| 一、石油开采节能技术 .....      | 72  |
| 二、炼油节能技术 .....        | 85  |
| 第六节 化工行业节能技术 .....    | 95  |
| 一、合成氨节能技术 .....       | 95  |
| 二、氯碱节能技术 .....        | 104 |
| 三、橡胶轮胎 .....          | 113 |
| 第七节 煤炭行业节能技术 .....    | 119 |
| 一、概述 .....            | 119 |
| 二、煤炭生产系统工艺简介 .....    | 120 |
| 三、节能潜力与途径 .....       | 123 |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....   | 124 |
| 五、节能技术发展方向 .....      | 133 |
| 第八节 轻工行业节能技术 .....    | 134 |
| 一、造纸节能技术 .....        | 134 |
| 二、日用玻璃节能技术 .....      | 143 |
| 三、发酵节能技术 .....        | 150 |
| 四、啤酒节能技术 .....        | 159 |
| 五、日用陶瓷节能技术 .....      | 172 |
| 第九节 纺织行业节能技术 .....    | 179 |
| 一、概述 .....            | 179 |
| 二、主要工艺流程 .....        | 181 |
| 三、节能潜力与途径 .....       | 183 |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....   | 185 |
| 五、节能技术发展方向 .....      | 190 |
| 第十节 机械行业节能技术 .....    | 191 |
| 一、概述 .....            | 191 |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 二、主要工艺流程 .....                | 193        |
| 三、节能途径 .....                  | 195        |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....           | 196        |
| 五、节能技术发展方向 .....              | 200        |
| <b>第四章 建筑节能技术 .....</b>       | <b>201</b> |
| <b>第一节 建筑设计与节能 .....</b>      | <b>201</b> |
| 一、建筑布局 .....                  | 201        |
| 二、单体设计 .....                  | 206        |
| 三、其他建筑节能方法 .....              | 211        |
| <b>第二节 围护结构节能技术 .....</b>     | <b>214</b> |
| 一、名词术语及相关规定 .....             | 214        |
| 二、节能标准 .....                  | 218        |
| 三、围护结构节能设计 .....              | 220        |
| <b>第三节 暖通空调节能技术 .....</b>     | <b>226</b> |
| 一、热泵空调技术 .....                | 226        |
| 二、中央空调余热回收技术 .....            | 229        |
| 三、冰蓄冷空调技术 .....               | 231        |
| 四、温湿度独立控制空调技术 .....           | 232        |
| 五、空调系统“三变”节能技术 .....          | 234        |
| 六、热电冷三联供技术在建筑中的应用 .....       | 236        |
| 七、供热系统节能技术 .....              | 237        |
| 八、中央空调节能管理控制技术 .....          | 239        |
| <b>第四节 建筑电气与智能化节能技术 .....</b> | <b>242</b> |
| 一、电源系统节能 .....                | 242        |
| 二、照明系统节能 .....                | 244        |
| 三、动力节能 .....                  | 250        |
| <b>第五章 交通运输节能技术 .....</b>     | <b>254</b> |
| <b>第一节 公路运输节能技术 .....</b>     | <b>254</b> |
| 一、概述 .....                    | 254        |





|                        |         |
|------------------------|---------|
| 二、公路运输主要设施、技术设备 .....  | 258     |
| 三、节能潜力 .....           | 259     |
| 四、节能技术与途径 .....        | 260     |
| 五、节能技术发展方向 .....       | 265     |
| <br>第二节 铁路运输节能技术 ..... | <br>267 |
| 一、概述 .....             | 267     |
| 二、铁路运输产品及主要设施、设备 ..... | 268     |
| 三、节能潜力与途径 .....        | 270     |
| 四、节能技术应用及效果分析 .....    | 271     |
| <br>第三节 水路运输节能技术 ..... | <br>277 |
| 一、概述 .....             | 277     |
| 二、水路运输主要设施、技术设备 .....  | 278     |
| 三、船舶节能技术 .....         | 280     |
| 四、港口节能技术 .....         | 284     |
| <br>参考文献 .....         | <br>288 |
| <br>后记 .....           | <br>294 |

# 第 二 篇

## 重点领域节能技术