

主编 胡景生

副主编 裴铁成

电网经济运行与能源标准化

中国标准出版社

电网经济运行与能源标准化

胡景生 主编

中国标准出版社

内 容 简 介

全书分为三篇,共18章。前两篇介绍节能系统工程和能源标准化的概念、基础知识及其与《节能法》的密切关系,深入分析了我国的节能现状和抓好能源工作的重大意义,并详细介绍开展工作的重要环节和具体方法。第三篇全面讲述电网经济运行技术,从电网的分类和发展,电网经济运行的各种技术参数和基础理论,配电网、输电网、电力线路的经济运行,电网负载经济调度,电网改造的节电降耗,电网线损的精确计算等多个方面详细探讨电网经济运行的各个环节,附录中给出重要的技术参数并介绍有关软件。

书中大量技术参数均来自编者多年实践工作的累积,相当一部分公式也是实践经验得出并且又反过来在实践中被证明是实用、有效的,甚至是高效的。

全书内容系统全面,论述严谨,有丰富的实例支持论述,并设有大量的例题帮助读者掌握和实际运用这些方法实现电网经济运行。本书实用性强,可供能源标准化工作者和供用电技术人员、工矿企业电工及大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

电网经济运行与能源标准化/胡景生主编. — 北京:中国标准出版社,2001.2

ISBN 7-5066-2368-4

I. 电… II. 胡… III. ①电力系统运行-经济调度-研究-中国 ②电力系统运行-标准化-研究-中国
N. TM73

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第00816号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 1000M×1400 B5 印张 52 插页 1 字数 985 千字

2001年3月第一版 2001年3月第一次印刷

*

印数 1—4 000 定价 83.00 元

编写人员名单

主 编 胡景生

副 主 编 裴铁成

编著人员

第一篇 胡国元 韩玉威 冯明灼
石 平

第二篇 石 平 韩玉威 胡国燕
石海涛

第三篇 陈举忠 屈良久 冯明灼
胡国元 董志恒 王文霞
王广稳

前

言

能源是人类赖以生存的物质基础,是社会发展和经济繁荣的动力。因此当今世界把能源与材料、信息视为社会进步的三大支柱。能源资源的有限和能源资源的逐日消耗,已使人们认识到问题的严重。能源、粮食、人口与环境被列为全人类面临的四大难题。

《中华人民共和国节约能源法》(以下简称《节能法》)的发布为中国的节能大业开拓了广阔的前景。《节能法》的宣讲、贯彻和实施,必将进一步提高全民的节能意识,完善节能管理体制,加速高新节能技术推广,强化能源科学管理和能源技术监督。这一切将保障国民经济的持续发展和人民生活水平的不断提高,保护地质资源和生态环境,造福子孙后代,并且使我国快速进入世界先进节能大国行列。

能源标准化是能源立法的基础,是能源方针政策的具体体现,是实现宏观能源控制的科学手段,是节能科技成果转化生产力的桥梁。能源标准化是《节能法》的子系统,是能源系统立足于内涵节能的一个重要途径,是能源系统运转方式的择优化,是能源系统运转秩序的有序化,是能源系统科学管理的法制化。因此做好能源标准化工作,充分发挥能源标准化的功能,对于《节能法》的贯彻和实施,必将起到重要作用。

《节能法》明确指出：“节能是国家发展经济的一项长远战略方针”。电力是一种使用方便的优质二次能源，广泛应用于国计民生各个领域，当今世界“能源的发展是以电力为中心”。根据有关资料估算：从发电到供电，一直到用电的过程——广义电力系统中的各种电气设备（包括发电机、变压器、电力线路、电动机等）全部电能损耗约占发电量的30%，对于全国来说一年就有3500多亿kWh的电能损耗在运行的电气设备中，相当于10个中等用电量省的用电量之和。由此可见节电潜力非常之大。为保证国民经济高速稳定地发展，寻求一条不用投资就能节电的途径具有重大意义。电网经济运行就是不用投资即可取得明显节电效果的一项内涵节电技术。

电网经济运行是变压器经济运行的发展和扩充。变压器经济运行节电技术是“八五”期间全国重点推广的新技术。1992年发布了国家标准GB/T 13462—1992《工矿企业电力变压器经济运行导则》；“变压器经济运行软件”为国家“火炬计划”项目，并被评为“1994年国家级优秀节能成果”。

20余年来笔者已在全国的30个省、市、自治区宣讲GB/T 13462—1992国家标准和变压器经济运行节电技术共270多次，该技术受到发、供、用电部门的欢迎和重视，并已取得较好的节电效果和经济效益。在各地宣讲过程中，电力部门和用电单位提出应把变压器的经济运行技术扩展运用到电网的经济运行中，也就是扩展到输电网、配电网和企业电网的经济运行中去，为进一步提高节电效果做出努力。

电网经济运行一是把变压器经济运行节电技术形成一个系统工程,它包括 8 个方面 45 种变压器经济运行节电范畴,并按系统工程的方法对变压器经济运行节电技术进行优化排序;二是把变压器经济运行领域扩充到变压器及其供电线路经济运行,变电所及其供电网经济运行,也就是说扩展到输电网经济运行(三绕组变压器及其供电系统)和配电网经济运行(双绕组变压器及其供电系统)。电网经济运行主要是变压器及其供电系统经济运行,它包括 20 个方面 100 余种节电方法。

电网经济运行是在保证区域电网(110 kV 以上)和地区电网(110 kV 以下的城网、农网和企业网)的安全运行和在满足供电量及保证供电质量的基础上,充分利用电网中现有的输、配、变电设备,通过优选变压器及电力线路经济运行方式和负载经济调配及变压器与供电线路运行位置的优化组合等技术措施,从而最大限度地降低变压器及供电线路的有功损耗和无功消耗。

在电网建设与改造的过程中,应该应用电网经济运行的科学理论和优化方法,充分利用电网建设与改造资金,把城网、农网和企业网建设或改造成“安全经济型电网”。“安全经济型电网”是指:电网投入运行中,通过电网的安全经济调度,在满足供电量需要,提高供电可靠性和保证供电质量前提下,最大限度地降低电网线损,实施电网的安全、优质、高效、低耗的运行目标。

电网的安全经济调度是以电网安全运行调度为基础,以降低电网线损为目标的调度方式,是按电网经济运行的科学理论,根据电网经济运行方式和负载经济调配定量计算结果,全面实施电网经济运行的调度方式。因此,电网经济调度属于知识密集和技术密集型领域。

笔者编著《电网经济运行与能源标准化》一书的目的是推动全国各行业、各部门、各单位贯彻《节能法》,开展能源标准化,强化能源管理,推广先进节能技术等工作的开展,特别是将电网经济运行节电降耗的优化理论和定量化的计算方法介绍给读者。

本书在编著过程中得到了张勗成、蒋和中、舒君宰、刘植松等同志的支持,并提供了计算实例,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,本书难免存在缺点和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000 年 8 月

目

录

第一篇 《中华人民共和国节约能源法》与 节能系统工程

第1章 绪论	3
第1.1节 《节能法》发布实施的重要意义	3
第1.2节 中国能源短缺的成因	5
第1.3节 贯彻《节能法》是解决我国能源短缺的重要 出路	8
第1.4节 “九五”节能计划与2010年远景目标	12
第2章 贯彻实施《节能法》的途径	17
第2.1节 能源标准化是贯彻实施《节能法》的子系统	17
第2.2节 《节能法》与系统节能	18
第2.3节 能源系统工程	22
第2.4节 系统节能问题的提出	26
第2.5节 能源系统经济运行	29
第3章 《节能法》与节能先进大国	35
第3.1节 中国的优势——智力资源大国	35
第3.2节 《节能法》与节能系统的高速运转	40
第3.3节 《节能法》与振兴中华	43
参考文献	44

第二篇 《中华人民共和国节约能源法》与 能源标准化

第1章 能源标准化概述	47
第1.1节 知识与经济标准化	47
第1.2节 能源标准化基本概念	57
第1.3节 节能潜力的分析	61
第1.4节 能源标准化开拓了节能途径	66
第1.5节 贯彻《节能法》的能源标准体系	72
第2章 《节能法》与能源技术标准化	76
第2.1节 节能型产品标准化	76
第2.2节 高能耗产品标准化	97
第2.3节 重点耗能设备大修、更新、改造、报废的节能 降耗	106
第2.4节 节约能源系统节能量的计算	117
第3章 《节能法》与能源经济标准化	124
第3.1节 能源经济标准化概述	124
第3.2节 能源资金效益优化标准的基本要素	126
第3.3节 能源节约与能源开发经济投入的优化标准	132
第3.4节 能源标准化经济效果的评价与计算	135
第4章 《节能法》与能源管理标准化	142
第4.1节 能源管理标准化的内涵	142
第4.2节 能源管理标准化与能源管理关系	146
第4.3节 宏观能源管理	148
第4.4节 能源综合标准化	151

第 5 章 《节能法》与企业能源标准化	155
第 5.1 节 企业能源标准化概述	155
第 5.2 节 企业能源标准分类与体系	158
第 5.3 节 能源标准化是企业耗能设备经济决策的 科学手段	159
第 5.4 节 企业的能源科学管理	165
第 6 章 《节能法》与能源技术监督	173
第 6.1 节 标准实施监督与技术监督	174
第 6.2 节 能源标准化与能源立法	175
第 6.3 节 能源标准化与能源技术监督	178
第 6.4 节 能源标准实施监督的形式与内容	184
第 6.5 节 能源标准实施监督的体系与作用	188
参考文献	193

第三篇 电网经济运行

第 1 章 电网经济运行节电技术综述	197
第 1.1 节 电网的分类及其发展	197
第 1.2 节 电网经济运行内涵及其特点	207
第 1.3 节 电网经济运行主要范畴及其节电潜力	212
第 2 章 电网经济运行的技术参数	220
第 2.1 节 双绕组变压器技术参数	220
第 2.2 节 三绕组变压器技术参数	224
第 2.3 节 自耦变压器技术参数	227
第 2.4 节 电力线路技术参数	229
第 2.5 节 变压器并列运行的条件与组合技术参数	233

第 3 章 电网经济运行的基础理论	241
第 3.1 节 三绕组变压器功率损耗的基础计算式	241
第 3.2 节 变压器有功功率损耗	246
第 3.3 节 变压器无功功率消耗	252
第 3.4 节 变压器综合功率损耗	259
第 3.5 节 电力线路有功功率损耗	262
第 3.6 节 电力线路无功功率消耗	265
第 3.7 节 电力线路综合功率损耗	267
第 4 章 配电网经济运行方式	269
第 4.1 节 双绕组变压器线路组的技术特性	269
第 4.2 节 并列运行双绕组变压器的经济运行	280
第 4.3 节 分列运行变压器线路组的经济运行	293
第 4.4 节 双绕组变压器线路组间负载侧带有连络线的 经济运行	311
第 4.5 节 变配电所间负载侧带有连络线的经济运行	325
第 4.6 节 变配电所及其配电线路经济运行	332
第 4.7 节 双绕组变压器经济负载系数	346
第 4.8 节 双绕组变压器运行区的划分	353
第 4.9 节 变压器“大马拉小车”的科学判定	361
第 4.10 节 单相变压器组经济运行	367
第 5 章 输电网经济运行方式	371
第 5.1 节 三绕组变压器线路组的技术特性	371
第 5.2 节 并列运行三绕组变压器经济运行方式	384
第 5.3 节 三绕组变压器线路组负载侧分列运行的 经济运行	400
第 5.4 节 三绕组变压器线路组间经济运行方式	407

第 5.5 节	三绕组变压器两侧并列与第三侧分列的 经济运行方式	423
第 5.6 节	三绕组变压器两侧并列与第三侧单台运 行的经济运行方式	427
第 5.7 节	三绕组与双绕组变压器并列运行的经济运 行方式	432
第 5.8 节	三绕组变压器经济负载系数	436
第 5.9 节	三绕组变压器的运行区间	447
第 5.10 节	并列运行三绕组变压器的经济负载系数 与运行区间	458
第 5.11 节	变电站及其供电线路经济运行	467
第 6 章	电力线路经济运行	475
第 6.1 节	电力线路的经济供电	475
第 6.2 节	改造电力线路的节电降耗	481
第 6.3 节	线路升压改造的节电降耗	491
第 6.4 节	双回专用供电线路经济运行方式	501
第 6.5 节	两端供电网络开式经济运行方式	508
第 6.6 节	环状供电网络的经济运行	517
第 7 章	电网负载经济调度	534
第 7.1 节	变压器提高负荷率的节电降耗	534
第 7.2 节	电网提高负荷率的节电降耗	547
第 7.3 节	变压器削峰填谷的节电降耗	557
第 7.4 节	电网削峰填谷的节电降耗	568
第 7.5 节	变压器间负载经济分配	576
第 7.6 节	电网中负载经济分配	591
第 7.7 节	电网中增减负载的优化	599
第 7.8 节	电网中负载经济调配	610
第 7.9 节	调整三相不平衡负载的节电降耗	620

第 7.10 节 变压器运行电压分接头调整的节电降耗	630
第 8 章 电网改造的节电降耗	648
第 8.1 节 老旧变压器更新中的节电降耗	649
第 8.2 节 新型变压器选型的节电降耗	655
第 8.3 节 加速变压器更新换代的节电效益	661
第 8.4 节 变压器运行位置的优化调整	666
第 8.5 节 变压器与其供电线路的优化组合	672
第 8.6 节 无功补偿的节电降耗	678
第 8.7 节 对单台运行的变压器优化选择	683
第 8.8 节 并列运行变压器台数的优化	690
第 9 章 电网线损的精确计算	696
第 9.1 节 双绕组变压器动态损耗的精确计算	697
第 9.2 节 三绕组变压器动态损耗的精确计算	703
第 9.3 节 并列运行变压器动态损耗的精确计算	707
第 9.4 节 变压器特种运行方式动态损耗的精确计算	711
第 9.5 节 电力线路动态损耗的精确计算	714
第 9.6 节 电网动态损耗的精确计算	723
第 9.7 节 关于线路和变压器损耗动态计算的分析	728
参考文献	737
附录 A 负载波动损耗系数(K_T)	738
附录 B 无功经济当量与有功经济当量	744
附录 C 各类型变压器技术参数	747
附录 D 电力线路和电缆技术参数	791
附录 E 电网经济运行专家系统软件介绍	799
附录 F 主要符号表	806

第一篇

《中华人民共和国节约能源法》 与节能系统工程

《中华人民共和国节约能源法》(以下简称《节能法》)是节能的法规,节能系统工程则是节能的系统理论。运用节能系统工程理论来宣讲《节能法》,使人们科学地理解《节能法》的意义和目的,在此基础上正确、认真贯彻《节能法》。

能源系统是国民经济系统中一个庞大的子系统,又是一个由许多复杂要素组成的有机联合的一个大系统。同时能源系统又受到人民对生活的需求和国民经济的发展以及社会技术进步的影响和约束。因此研究和寻求能源系统最佳运转途径,即是运用节能科学方法来降低能源系统的损耗,称为节能系统工程。

当前研究我国节能系统的目标是着重于分析我国能源短缺的成因,寻求解决我国能源短缺问题的出路。应从建立全民节能紧迫感的观念和提高中华民族的节能意识着手,将节能作为解决我国能源短缺的主要出路。在全社会宣讲和贯彻《节能法》的过程,就是运用节能系统工程方法来实现我国能源系统经济运行,从而大幅度提高我国的能源利用率,使我国节能水平尽快进入世界先进行列。

第 1 章 绪 论

《节能法》的发布,标志着我国的节能工作走向法制轨道,为全国各行业、各单位、各部门强化能源管理,合理开发、有效使用能源,推广先进节能技术和节能产品并对节能实施监督提供法律依据。《节能法》具有科学性、先进性、实用性、公证性、权威性和效益性。它的贯彻实施必将推动全社会节约能源,提高能源利用率,保护环境等工作进一步开展,保障社会经济发展和人民生活水平的提高。

第 1.1 节 《节能法》发布实施的重要意义

《中华人民共和国节约能源法》经八届全国人大常委会第 28 次会议于 1997 年 11 月 1 日通过,国家主席江泽民于同日以《中华人民共和国主席令》第 90 号予以公布,并于 1998 年 1 月 1 日施行。《节能法》的发布实施是我国能源工作和节能管理工作中的一件大事。其发布实施对于规范节能工作,推进全社会节约能源,提高能源利用率和增加经济效益,保护环境,保障国民经济和社会的健康发展,满足人民生活需要,都具有十分重要的意义。《节能法》是我国节约能源的科学法规。它把人们对节约能源规律性的科学认识和正确做法,按照立法程序,颁布为正式国家法律。它为我国人民执行节能方针、制定节能政策、实施节能管理与监督、合理使用能源、促进节能技术进步及节能技术推广等提供法律依据;使向违反节能法中规定的单位和个人追究法律责任有法可依;它标志着我国能源工作和节能工作进入法制管理轨道。

1.1.1 《节能法》是促进全社会节能工作的保证

能源利用涉及全社会生产和生活的各个领域,节约能源工作需要全社会共同努力。按照《节能法》的规定要求在计划经济向市场经济过渡中将重新构建适应社会主义市场经济体制的宏观节能管理体系,制定、完善相关配套法规、标准和政策。在建立社会主义市场经济体制中,用《节能法》来规范和调整全社会在能源利用过程中的各种权利和义务关系,对于合理使用和节约能源,动员全社会节能,有着极其重要的意义。《节能法》的制定目的在于:

(1) 推进全社会节约能源

能源是人类社会生存和发展的重要物质基础,人们在生产和生活中一刻也离不开能源。当前,我国能源浪费的现象几乎处处可见,因此在节能问题上,应立足于提高