

智能节电技术

— ZHINENG JIEDIAN JISHU —

周梦公 编著

智能节电技术

周梦公 编著

北 京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本书分为上、下两篇,共14章。上篇为用电系统智能节电技术,其中第1章阐述用电设备与用电负荷及其特性优化;第2~5章主要介绍电力传动设备、电加热设备、电化学工业设备、电气照明设备的智能节电技术;第6章和第7章介绍电能平衡管理、产品电耗定额管理;第8章介绍工业企业管理信息系统与能源管理系统。下篇为输配电、发电系统智能节电技术,其中第9章介绍电力需求侧管理与智能电网;第10~12章介绍降低供电线损、无功功率的合理补偿、电能质量的改善;第13章介绍分布式发电与能源系统优化利用技术;第14章介绍电力企业管理信息系统。本书可供从事电力科研、设计、运行的科技人员阅读,也可供高等院校电气工程及自动化专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能节电技术/周梦公编著. —北京:冶金工业出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-5024-7253-5

I. ①智… II. ①周… III. ①节电—智能技术
IV. ①TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 143704 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp.com.cn

责任编辑 戈 兰 陈慰萍 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7253-5

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2016年7月第1版,2016年7月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 25印张; 604千字; 384页

96.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

节能减排，是可持续发展的永恒主题。140 多年来，节电按其发展历程，已由传统的单体设备节电、系统节电阶段，进入智能节电新阶段。

本书是拙作《工厂系统节电与节电工程》的升级版。值此大众创业、万众创新，共圆中华民族伟大复兴中国梦的时代，作为一名参加过“一五”计划的建设者，有幸在“十三五”开局之年出版本书。本书在传统的单体设备节电、系统节电的基础上，探讨智能节电的内涵，并由此导出智能节电的概念。研究表明，历经半个多世纪的发展，智能节电的内涵已在实践中逐渐形成，是由系统节电、合理用电、经济用电、分布式能源与能源系统优化利用、电力供需企业管理信息化等五个方面的要素组成。为实现电力系统智能节电内涵五大要素所需采取的智能化节电措施和方法，就称为智能节电技术。也就是说，智能节电技术是由系统节电技术、合理用电技术、经济用电技术、分布式能源与能源系统优化利用技术、基于互联网的电力供需企业管理信息化技术等五大现代节电技术组成。据此，可以进一步导出智能节电的基本概念：所谓智能节电，就是通过依托五大智能节电技术，借助基于互联网的电力供需企业管理信息化技术，为电力系统及其发电、供电、用电等各个环节提供智能平台和节能减排解决方案，实现高效、低耗、优质、少排，走智能制造、绿色制造之路。

本书分为上、下两篇，共 14 章。上篇为用电系统智能节电技术，其中第 1 章阐述用电设备与用电负荷及其特性优化；第 2~5 章主要介绍电力传动设备、电加热设备、电化学工业设备、电气照明设备的智能节电技术；第 6、7 章介绍电能平衡管理、产品电耗定额管理；第 8 章介绍工业企业管理信息系统与能源管理系统。下篇为输配电、发电系统智能节电技术，其中第 9 章介绍电力需求侧管理与智能电网；第 10~12 章介绍降低供电线损、无功功率的合理补偿、电

能质量的改善；第13章介绍分布式发电与能源系统优化利用技术；第14章介绍电力企业管理信息系统。

本书引用了部分节电事业理论和实践先行者撰写的著作（见书末所列参考文献）中的部分内容，在此谨向有关作者表示由衷的感谢，衷心感谢冶金工业出版社的大力支持和帮助，感谢周红对本书的全部原稿的录入，感谢朱湘蝶、周梅占、高韬、施建平在经济、标准的收集等方面的大力支持和帮助。

由于本人水平所限，且涉及技术领域较广，题目较大，书中不妥之处，望广大读者批评指正。

周梦公

2016年1月

目 录

绪论	1
0.1 节电与节电技术的发展历程	1
0.1.1 单体设备节电	1
0.1.2 系统节电	1
0.1.3 智能节电	2
0.2 智能节电技术	3
0.2.1 系统节电技术	3
0.2.2 合理用电技术	4
0.2.3 经济用电技术	5
0.2.4 分布式能源与能源系统优化利用技术	6
0.2.5 电力供需企业管理信息化技术	6
0.2.6 智能节电技术	8
0.3 智能节电技术的展望	8
0.3.1 智能节电的哲学基础与互联网是智能节电的利器	8
0.3.2 “互联网+”智能节电与五大智能节电技术的深化创新发展	9

上篇 用电系统智能节电技术

第1章 用电设备、用电负荷及其特性优化	11
1.1 用电设备的分类	11
1.2 用电负荷的分类	12
1.2.1 电力负荷分类	12
1.2.2 用电负荷分类	12
1.2.3 用电负荷构成	12
1.3 用电负荷特性	13
1.3.1 负荷曲线	13
1.3.2 负荷率	15
1.3.3 不同行业的用电负荷特性	16
1.3.4 工业用电负荷特性	16
1.3.5 影响用电负荷特性的主要因素	19
1.3.6 用电负荷特性对电力系统的影响	20

1.4 用电负荷特性的优化	20
1.4.1 优化负荷特性的意义	20
1.4.2 优化负荷特性的措施	22
第2章 电力传动设备的智能节电技术	24
2.1 电力传动设备	24
2.2 三相异步电动机节电技术概述	24
2.2.1 电动机的节电技术	24
2.2.2 电动机的损耗	24
2.2.3 电动机的主要运行参数及其效率、功率因数曲线	26
2.3 三相异步电动机的合理选择	28
2.3.1 电动机的选择	28
2.3.2 高效三相异步电动机及其选用	29
2.4 三相异步电动机的经济运行	30
2.4.1 电动机的软起动节能技术	30
2.4.2 电动机的调速节能技术	37
2.4.3 电力传动的计算机控制系统	40
2.5 电动机的经济运行管理	42
2.5.1 电动机运行档案的建立	42
2.5.2 电动机设备的运行监视	42
2.5.3 电动机的检查与维护	43
2.5.4 数据记录与整理分析	43
2.6 泵系统的节电技术	43
2.6.1 泵系统节电技术概述	43
2.6.2 泵系统的合理选择	48
2.6.3 泵系统的经济运行	49
2.6.4 非经济运行泵系统的技术改造	50
2.6.5 泵系统的经济运行管理	51
2.7 风机系统的节电技术	52
2.7.1 风机系统节电技术概述	52
2.7.2 风机系统的合理选择	57
2.7.3 风机系统的经济运行	61
2.7.4 非经济运行风机系统的技术改造	63
2.7.5 风机系统的经济运行管理	64
第3章 电加热设备的智能节电技术	65
3.1 电加热及其设备	65
3.2 炼钢电弧炉概述	65
3.2.1 电弧炉炼钢工艺过程	65

3.2.2 炼钢电弧炉的电气性能参数	67
3.2.3 炼钢电弧炉的热平衡	76
3.2.4 炼钢电弧炉的技术经济指标曲线	79
3.2.5 炼钢电弧炉的节电技术	80
3.3 炼钢电弧炉的合理选择	80
3.3.1 电弧炉与变压器容量的合理匹配	80
3.3.2 电弧炉变压器的二次电压	81
3.4 炼钢电弧炉的经济运行及其管理	81
3.4.1 减少输入电能的措施	81
3.4.2 减少有用热的措施	81
3.4.3 减少电损失的措施	81
3.4.4 减少热损失的措施	82
3.4.5 缩短单位冶炼时间的措施	82
3.4.6 电弧炉在合理用电制度下的运行	83
3.4.7 对现有炉子的技术改造	89
3.4.8 炼钢电弧炉的经济运行管理	89
3.5 直流电弧炉的节电技术	89
3.5.1 直流电弧炉的供电系统	89
3.5.2 直流电弧炉的合理用电制度	92
3.6 电焊机的节电技术	93
3.6.1 电焊机概述	93
3.6.2 电焊机的选择	94
3.6.3 电焊机的经济运行及其管理	96
3.7 空调设备的节电技术	98
3.7.1 空调设备节电技术概述	98
3.7.2 空调设备的选择	101
3.7.3 空调设备的经济运行	101
3.7.4 空调设备的经济运行管理	103
第4章 电化学工业设备的智能节电技术	104
4.1 电化学工业及其设备	104
4.2 铝电解生产概述	105
4.2.1 铝电解生产过程	105
4.2.2 铝电解槽的性能参数	109
4.2.3 铝电解槽的能量平衡(热平衡)	114
4.2.4 铝电解槽的物理场	115
4.3 铝电解槽的节电技术	116
4.3.1 铝电解槽的节电技术概述	116
4.3.2 合理选择铝电解槽的供电与整流	117

4.3.3 铝电解槽的经济运行	119
4.3.4 铝电解槽的经济运行管理	126
4.4 氯碱电解槽的节电技术	126
4.4.1 氯碱电解生产概述	126
4.4.2 氯碱电解槽的性能参数	128
4.4.3 氯碱电解槽的节电措施	130
第5章 电气照明设备的智能节电技术	132
5.1 电气照明设备节电概述	132
5.1.1 电气照明的主要技术特性参数	132
5.1.2 电气照明设备	132
5.1.3 电气照明设备的节电措施	133
5.2 电气照明的设计	133
5.2.1 照明方式的选择	133
5.2.2 高效光源和灯具的选择	134
5.2.3 照度的选择	135
5.2.4 照明电压的选择	135
5.2.5 照明供配电和控制方式的选择	135
5.2.6 导线截面的选择	136
5.3 电气照明设备的经济运行及其管理	137
5.3.1 影响电气照明设备经济运行的因素	137
5.3.2 保证电气照明设备经济运行的措施	138
5.3.3 电气照明设备的经济运行管理	140
5.4 绿色照明工程的实施	140
5.4.1 绿色照明概述	140
5.4.2 高效照明设备的开发与应用	141
5.4.3 合理的照明设计	144
5.4.4 照明节能管理	146
第6章 电能平衡管理	147
6.1 电能平衡概述	147
6.1.1 电能平衡	147
6.1.2 电能利用率	149
6.1.3 电能分布图	149
6.2 供配电设备电能利用率测定计算	150
6.2.1 配电线路电能利用率测算	150
6.2.2 变压器电能利用率测算	152
6.3 用电设备电能利用率测定计算	153
6.3.1 电力传动设备电能利用率测算	153
6.3.2 电加热设备电能利用率测算	160

6.3.3 电化学设备电能利用率测算	161
6.3.4 电气照明设备电能利用率测算	163
第7章 产品电耗定额管理	164
7.1 电耗定额概述	164
7.1.1 电耗和电耗定额	164
7.1.2 电耗定额的分类	164
7.1.3 电耗定额计算范围	165
7.2 电耗定额制定	168
7.2.1 电耗定额制定的原则	168
7.2.2 电耗定额制定前的准备工作	168
7.2.3 制定电耗定额的方法	168
7.2.4 电耗定额的计算	170
7.3 电耗定额管理	172
7.3.1 加强电耗定额管理的意义	172
7.3.2 电耗定额的管理	173
第8章 工业企业管理信息系统与能源管理系统	174
8.1 工业企业管理信息系统	174
8.1.1 工业企业管理信息系统的发展趋势	174
8.1.2 工业企业管理信息系统结构	175
8.2 能源管理系统	177
8.2.1 能源管理系统简介	177
8.2.2 能源管理系统的构成	177
8.2.3 能源管理系统的功能结构	178
8.2.4 能源管理系统电力部分的功能	181
下篇 输配电、发电系统智能节电技术	
第9章 电力需求侧管理与智能电网	195
9.1 电力需求侧管理	195
9.1.1 电力需求侧管理基本概念	195
9.1.2 电力需求侧管理实施手段	196
9.1.3 电力需求侧管理的运作机制	198
9.2 智能电网	202
9.2.1 智能电网基本概念	202
9.2.2 智能电网与节能一体化技术	203
9.2.3 智能电网与物联网	213

9.2.4 智能电网与智能电力需求侧管理	215
9.3 智能电力需求侧管理技术支持系统	215
9.3.1 智能电力需求侧管理技术支持系统架构	215
9.3.2 智能电力需求侧管理技术支持系统功能	216
第10章 供电线损的降低	220
10.1 供电线损概述	220
10.1.1 供电线损	220
10.1.2 线损率	222
10.1.3 降低供电线损的措施与供电系统的经济运行	223
10.2 线损的理论计算和降损分析	223
10.2.1 电力网线损理论计算	223
10.2.2 电力网线损理论计算的方法	224
10.2.3 线损分析	224
10.2.4 电力网线损管理系统	225
10.3 降低供电线损的技术措施	227
10.3.1 影响供电线路损耗的因素及降损的技术措施	227
10.3.2 合理使用电力减少负荷功率的措施	227
10.3.3 合理提高线路电压的措施	229
10.3.4 提高负荷功率因数的措施	230
10.3.5 减少线路电阻的措施	231
10.3.6 合理网络结构与电网的优化运行	238
10.4 降低供电线损的管理措施	246
第11章 无功功率的合理补偿	248
11.1 无功补偿概述	248
11.1.1 无功功率补偿与功率因数的提高	248
11.1.2 电力系统无功功率的平衡	249
11.1.3 提高功率因数的措施	249
11.2 异步电动机的综合经济运行	250
11.2.1 异步电动机的综合经济运行计算与判定	250
11.2.2 保证异步电动机综合经济运行的措施	251
11.3 电力变压器的节电技术	254
11.3.1 电力变压器节电技术概述	254
11.3.2 电力变压器的合理选择	258
11.3.3 电力变压器的经济运行	260
11.3.4 电力变压器经济运行的管理	263
11.4 电力变流器的节电技术	264
11.4.1 电力变流器概述	264

11.4.2 电力变流器的经济运行	267
11.5 同步电动机补偿	269
11.5.1 同步电动机补偿概述	269
11.5.2 同步电动机的补偿能力	270
11.5.3 同步电动机的经济运行	271
11.6 并联电容器补偿	271
11.6.1 并联电容器补偿概述	271
11.6.2 确定并联电容器补偿容量的一般方法	271
11.6.3 并联电容器的补偿方式	273
11.6.4 并联电容器的接线方式和投切方式	275
11.6.5 并联电容器运行的管理	276
11.7 并联补偿器补偿	276
11.7.1 静止无功补偿器	276
11.7.2 晶闸管控制电抗器型静止无功补偿器	278
11.7.3 晶闸管投切电容器型静止无功补偿器	283
11.7.4 静止无功发生器和静止同步补偿器	284
第12章 电能质量的改善	286
12.1 电能质量概述	286
12.1.1 电能质量的基本概念	286
12.1.2 电能质量控制技术	287
12.1.3 电能质量的改善措施	288
12.2 频率偏差及其调整措施	289
12.2.1 频率偏差限值	289
12.2.2 频率偏差对电力系统的影响	289
12.2.3 有功功率平衡与频率调整	290
12.3 电压偏差及其调整措施	290
12.3.1 电压偏差及其限值	290
12.3.2 电压偏差对电力系统的影响	291
12.3.3 无功功率平衡与电压调整	293
12.3.4 电压无功管理	296
12.4 电压波动与闪变及其改善措施	298
12.4.1 电压波动与闪变概述	298
12.4.2 炼钢电弧炉引起的电压波动与闪变及其改善措施	300
12.4.3 电阻焊机引起的电压波动与闪变及其改善措施	302
12.4.4 电动机起动引起的电压变动与闪变及其改善措施	302
12.4.5 轧钢机引起的电压波动与闪变及其改善措施	303
12.5 谐波及其抑制措施	304
12.5.1 谐波及其允许值	304

12.5.2	电力系统的谐波源	307
12.5.3	谐波的危害	308
12.5.4	谐波的抑制措施	308
12.5.5	谐波管理	315
12.6	三相电压不平衡及其改善措施	316
12.6.1	三相电压不平衡及其限值	316
12.6.2	三相不平衡的危害	318
12.6.3	三相电压不平衡的改善措施	322
第13章	分布式发电与能源系统优化利用技术	326
13.1	分布式发电概述	326
13.1.1	集中式发电与分布式发电	326
13.1.2	发展分布式能源系统的重要意义	327
13.1.3	分布式发电与智能能源网	328
13.2	分布式能源系统发电技术	328
13.2.1	基于燃用化石能源的分布式发电技术	328
13.2.2	基于新能源和可再生能源的分布式发电技术	329
13.2.3	基于能源的梯级利用与资源的综合利用发电技术	333
13.3	储能	336
13.3.1	储能技术的作用与储能形式的分类	336
13.3.2	机械储能	337
13.3.3	电磁储能	337
13.3.4	电化学储能	338
13.3.5	相变储能	339
13.4	微电网	340
13.4.1	分布式发电与微电网	340
13.4.2	微电网的基本结构	341
13.4.3	微电网的运行	346
13.4.4	微电网的控制	347
13.4.5	微电网的监控与能量管理及优化控制	353
第14章	电力企业管理信息系统	358
14.1	电力企业管理信息系统概述	358
14.2	能量管理系统	358
14.2.1	能量管理系统的技术发展	359
14.2.2	能量管理系统总体结构	359
14.2.3	能量管理系统的硬件结构	359
14.2.4	能量管理系统的应用软件	361
14.2.5	能量管理系统与其他系统的连接	361

14.3 配电管理系统	361
14.3.1 配电管理系统概述	361
14.3.2 配电管理系统的组成与功能	362
14.3.3 配电管理系统与其他相关系统的互联	364
14.4 电力负荷管理系统及用电信息采集系统	365
14.4.1 我国电力负荷管理系统的发展	365
14.4.2 电力负荷管理系统结构	365
14.4.3 电力负荷管理系统功能	366
14.4.4 用电信息采集系统的发展历史	367
14.4.5 用电信息采集系统架构	368
14.4.6 用电信息采集系统功能	374
14.5 智能用电服务系统	376
14.5.1 智能用电服务系统概述	376
14.5.2 互动服务平台	376
14.5.3 技术支持平台	377
14.5.4 信息共享平台	382
14.5.5 通信网络与安全防护	382
参考文献	384

绪 论

0.1 节电与节电技术的发展历程

节能减排，是可持续发展的永恒主题。140 多年来，节电与节电技术按其发展历程，已由传统的单体设备节电与节电技术、系统节电与节电技术阶段进入到智能节电与节电技术的新阶段。

0.1.1 单体设备节电

电能的社会应用是从 1875 年法国巴黎北火车站用弧光灯照明开始的，但由于弧光灯亮度过强，只适用于广场照明。1877 年，美国人 T·爱迪生研制出炭素白炽灯后，以电为能源的照明才真正开始用于室内，并在社会上获得推广应用。在白炽灯获得社会推广应用的同时，一种“随手关灯”的节电行为在素朴的节约用电意识指引下随之出现。其后随着电能转换器具的发展及其技术进步，各种电气照明设备、电力传动设备、电加热设备、电化学设备不断涌现。基于电能极好的变换性能，电能通过上述设备可以很方便地转化为光能、机械能、热能和化学能，满足不同的工业生产需要，从而促进电能工业各个部门获得广泛的应用。随着电能的广泛应用，进而出现了由于社会电力发展的不平衡，电能的发电、供电、用电需在瞬间同时完成，不能大量储存，以及各行业用电负荷时间特性不尽相同等原因导致电力供需矛盾。世界上多数国家在一定时期都曾发生过电力供应不足，为了缓解电力供应不足，提高电能使用效率，降低电能消耗，减少电费开支，降低生产成本，增强企业市场竞争能力，普遍的做法是：实行有限制的行政干预；对电力建设采取经济倾斜，加速电力工业发展；开展节约用电和应用节约用电技术。于是节约用电从“随手关灯”的简单行为逐渐发展到单体设备节电技术，如电气照明节电技术、电动机节电技术、变压器节电技术、风机水泵节电技术等。在对各种单体用电设备运用节电技术节约有功功率消耗的同时，减少无功功率需要量，如通过改善单体用电设备本身的性能提高自然功率因数，以及采用加装并联电容器人工提高功率因数的无功补偿等技术也得到发展。

0.1.2 系统节电

0.1.2.1 系统节能的提出

20 世纪 70 年代初，由于爆发世界性的能源危机，世界多数国家开始研究能源政策，节能问题被列为重要课题，节能和节能技术的开发应用由此得到普遍重视，节能和节能技术进入一个前所未有的大变革、大发展时期。工业发达国家为克服传统的单体设备节能的局部性，进一步深挖整体节能潜力，将系统工程的优化概念应用到节能领域，提出了多层次总能系统优化的概念，以提升综合能效，并由此演化产生系统节能的新概念。从而将传统的单体设备节能扩展到系统节能的新时期。80 年代初，我国鞍钢在相关院校和研究单

位的配合下,积极研究应用系统节能,到1986年,鞍钢吨钢可比能耗已降到898kg标准煤,达到当时国家特等企业标准。1987年9月,冶金部召开全国钢铁企业第五次节能工作会议,明确提出运用系统工程方法,把注重单体设备节能扩展到系统节能,指出这是深挖企业节能潜力的新途径。从此,系统节能在冶金部的支持与推动下在全国冶金企业全面展开,并在市场驱动下,通过30余年的实践,全流程、全系统、多能源介质统筹优化的系统节能已成为我国冶金行业有效保障节能减排的基本理念。2003年宝钢利用系统节能技术、企业管理信息系统和能源管理系统技术,使吨钢综合能耗下降到675kg标准煤,低于韩国浦钢、日本新日铁等大型钢铁企业,达到世界先进水平,从而提高了宝钢国际竞争能力。

0.1.2.2 系统节电的提出与发展

节约电能是节约能源的重要组成部分。研究表明,受系统节能的影响,无论用电企业还是电力企业,在节电方面均是按相同的规律发展,即在实践中传统的单体设备节电向全过程、全系统两个方向扩展形成系统节电。具体的对于用电企业来说,一方面把节电和节电技术的开发应用横向贯穿于企业节能用电设备的设计制造、合理选择、优化用电、运行管理、技术改造的全过程;另一方面,把节电和节电技术的开发应用纵向贯穿于企业工艺用电系统、供配电系统和企业管理信息系统三个层次子系统构成的企业用电系统全系统,从而使企业节电减排获得整体最佳绩效。

这里需要指出的是,从单体设备节电向系统节电演进,是科学技术发展的必然,但不能因此误认为可以忽视单体设备节电的作用,相反应该强化单体设备节电。应遵循“单体做优系统最佳”的准则,只有这样才能实现电力系统整体节能减排的最佳绩效。

同时,对于电力企业来说,20世纪70年代初爆发的世界性能源危机,促使作为重要能源生产行业的电力行业也从系统的角度进行反思,认识到与其从电力供应侧新建电厂增加发电,还不如在需求侧深挖节电潜力,减少或延缓电厂及电网建设更为经济合理,从而走向整合电力供需侧各种形式的节电资源,提高能源资源利用效率,有效减少资源消耗,实现供需资源协同优化整合的系统节电之路。在此思想指导下,1981年由美国电力科学研究院(EPRI)提出了电力需求侧管理(DSM),它是在传统的电力负荷管理基础上向电力系统全系统扩展的能效管理、负荷管理活动。电力需求侧管理由于是一种先进的能效管理、负荷管理方法和长效的节电运作新机制,很快在数十个国家和地区得到广泛应用。研究表明,经过30余年的发展,电力需求侧管理实际上已在传统电力负荷管理以及单体设备节电的基础上,整合电力供需侧各种形式的节电资源,向电力系统全过程、全系统两个方向扩展成系统节电。即一方面把节电和节电技术的开发应用横向贯穿于电力系统供需企业节能用电设备的设计制造、合理选择、优化用电、运行管理、技术改造的全过程;另一方面把节电和节电技术的开发应用纵向贯穿于用电系统、输配电系统、发电系统和电力企业管理信息系统五个层次子系统构成的电力系统全系统,从而使电力系统节能减排可以获得整体最佳绩效。

0.1.3 智能节电

随着20世纪60年代我国电力供需企业开始信息化建设,特别是21世纪初现代信息通信技术的飞速发展以及智能电网的提出与建设,时至今日,电力供需侧已逐步建立起的

电力供需企业管理信息化体系架构,推动系统节电进入智能节电的新阶段。电力供需企业管理信息化体系架构是把以计算机为基础的电力系统发电、输电、配电、用电等的全部环节,通过数字化信息网络进行系统集成,无缝链接,形成一个完整的基于互联网的电力供需企业管理信息化体系。电力供需企业管理信息系统也就成为电力系统智能节电技术支持系统。研究表明,历经半个多世纪的发展,智能节电的内涵是由以下五个方面的要素组成:

(1) 系统节电。节电是系统工程,应从整体、全局考虑。系统节电就是落实电力系统节电作为一项系统工程,依托智能节电技术,借助电力供需企业管理信息化平台,推动各环节从广度和深度两个方面挖掘节能潜力,进行电力系统全过程、全系统系统节电,实现电力供需侧整体节能减排的最佳绩效目标。

(2) 合理用电。合理用电就是从电量和电力利用的合理性出发,一方面对企业用电系统采用以电量平衡为基础的电平衡管理技术,降低损失电量,提升电能利用效率来节约电量;另一方面对电力系统采用以电力供需平衡为基础的电力负荷管理技术,有效地降低电力峰荷需求或增加电力低谷需求,提高电力系统供电负荷率来节约电力,从而促使电量和电力得到充分、合理利用。

(3) 经济用电。经济用电就是从电能利用的经济性出发,采用电耗定额管理的方法,或借助企业管理信息系统通过智能控制优化用电的方法,实现以最少的电能消耗生产出最多的优质产品。

(4) 分布式能源与能源系统优化利用。分布式能源系统是一种全新的能源综合利用系统,它能够充分利用各种能源资源,实现能源利用效率与能效的最大化。分布式能源与能源系统优化利用,就是使用分布式能源与能源系统优化利用技术,实现能源梯级利用、资源综合利用及新兴能源综合优化利用,以提升资源、能源利用效率及促进新兴能源发展跃上新台阶。这里所说的新兴能源包括新能源、可再生能源、清洁能源和传统能源清洁利用。应用智能能源网解决各种新兴能源综合优化利用问题,也是当前智慧能源重要研究课题之一。

(5) 电力供需企业管理信息化。基于互联网的电力供需企业管理信息系统由电力企业管理信息系统和用电企业管理信息系统两部分组成。完整的电力供需企业管理信息化体系架构也成为电力系统供需方智能节电技术支持系统。

0.2 智能节电技术

为实现电力系统智能节电内涵五大要素所需采取的智能化节电措施和方法称为智能节电技术。智能节电技术由系统节电技术、合理用电技术、经济用电技术、分布式能源与能源系统优化利用技术、基于互联网的电力供需企业管理信息化技术五大现代节电技术组成。

0.2.1 系统节电技术

经过 50 余年的发展,电力系统供需侧已从技术层面上建立起一整套如图 0-1 所示的电力系统系统节电技术体系结构。该体系结构为电力系统智能节电减排提供局部(各环节)及整体(系统)的解决方案。

由图 0-1 可见,电力系统系统节电技术由全过程和全系统节电技术组成。全过程节电