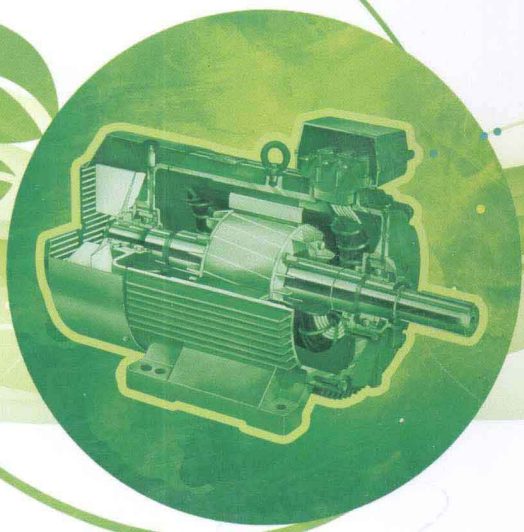


DIANQI DONGLI XITONG JIENENG

# 电气动力系统 节能

杜金城 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANQI DONGLI XITONG JIENENG

# 电气动力系统 节能

杜金城 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书根据市场对节能的需求,汇集了电动机的节能技术,特别是侧重于新型节能电动机和节能新技术的介绍,内容包括电气动力系统与节能基本知识、电动机经济运行的基本要求及使用条件、电动机的合理选用、高效电动机新品种介绍、变频技术、老旧电动机的改造技术等。

本书主要供电气技术人员和从事电气节能工作的人员参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电气动力系统节能/杜金城编著. —北京:中国电力出版社,2013.8

ISBN 978-7-5123-3609-4

I. ①电… II. ①杜… III. ①电动机—节能 IV. ①TM32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 245418 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

策划编辑:周娟 责任编辑:杨淑玲 责任印制:蔺义舟 责任校对:马宁  
航远印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2013 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

700mm×1000mm 1/16·20.25 印张·370 千字

定价:49.80 元

### 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

改革开放以来，我国工业化城镇化进程加快，取得了举世瞩目的成就。十八大提出了2020年全面建成小康社会的目标。为实现这一目标，能源的开发与节约利用是非常重要的事情。

有关资料提供的数据显示，中国是全球人均能源保有量最低的国家之一。人均能源消费量仅为世界平均水平的一半。但能源利用效率仅为30%左右，比发达国家低约10个百分点。产值能耗比世界平均水平高2倍多，是世界上产值能耗最高的国家之一。

动力系统节能关键在于节电，中国节电潜力很大。21世纪初，中国年人均用电约1100多千瓦时，仅为世界平均用电的1/3，随着工业化城镇化的推进，正以年均大于5%的速度增长，按这个速度和目前的产销量，到2020年将达到或超过33700亿kW·h，这样不断增长的基数使节电的效益会逐年增加。按目前的水平，中国每节电1%，就相当于80多亿元的收益（按平均每千瓦时0.5元计算），按节电率10%计算，预计每年至少有800亿元的节电潜力，另外，节电的同时还将大幅度减少环境污染。

在社会生产和生活中，电动机系统消耗的电量约占国家年发电量的60%~70%。我国目前在用的非节能型电机仍处于主流地位，电动机自身效率和运行效率普遍比较低。中小型电动机的平均效率低于87%，比国际先进水平要低5%左右。由于不合理使用，普遍存在着“大马拉小车”的现象，实际运行效率更是要低20%左右。

在“十二五”期间，要广泛推广电动机节电技术，采用高效电动机、采用电动机调速技术、选配电动机及中间节电产品。提高电动机的运行效率，把浪费的电能节约下来，更是重中之重。

根据市场对节能的需求，本书汇编了电动机系统节能技术，介绍了新型节能电动机，变频技术，老旧电动机节能改造技术，对从事电气工作的人员有一定的实用性和参考价值。

本书在编写中得到一些产品厂家提供的资料和帮助，并采纳了张少军教授提出的一些宝贵意见和建议，在此表示感谢。

由于编者水平有限，不妥之处，敬请广大读者斧正。

编者

2013年6月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 电气动力系统与节能概述</b> .....	1
1.1 我国电气动力系统耗能及节能工作现状 .....	1
1.1.1 目前我国动力节能应重视解决的问题 .....	2
1.1.2 动力节能产品的研制生产情况 .....	2
1.2 我国动力节能的相关政策及节能规划 .....	3
1.3 动力系统推广节能新技术发展前景 .....	3
<b>第 2 章 电动机经济运行的基本要求及使用条件</b> .....	5
2.1 三相交流动力系统节能 .....	5
2.1.1 三相交流电动机经济运行的基本要求 .....	5
2.1.2 三相交流电动机一般工作条件的规定和要求 .....	5
2.2 三相交流异步电动机节电措施 .....	6
2.2.1 合理采用高效节能电动机 .....	6
2.2.2 合理选择电动机的结构形式、安装方式、传动方式和速度等级 .....	7
2.2.3 合理选择电动机功率 .....	7
2.2.4 合理选择电动机的电压等级 .....	8
2.2.5 加强运行管理,尽可能让电动机运行在经济运行区 .....	8
2.2.6 电动机轻重载荷经常变化时,应采用 Y- $\Delta$ 自动切换 .....	8
2.2.7 电动机调速节电 .....	8
2.2.8 提高异步电动机功率因数 .....	8
2.2.9 改善环境条件,加强通风,降低电动机运行温度 .....	9
2.2.10 冲击性负荷的机械加装飞轮 .....	9
2.2.11 采用磁性槽泥改造旧电动机 .....	9
<b>第 3 章 异步电动机的基本参数、损耗、效率及功率因数等计算</b> .....	10
3.1 异步电动机基本参数计算 .....	10
3.1.1 定子绕组的直流电阻 .....	10
3.1.2 异步电动机同步转速 .....	10
3.1.3 电动机转差率的计算 .....	10
3.1.4 电动机负荷率的计算 .....	11
3.1.5 电动机空载电流的计算 .....	11

3.1.6	电动机输入功率和输出功率的计算 .....	11
3.2	异步电动机的损耗及其计算 .....	12
3.2.1	异步电动机损耗的组成 .....	12
3.2.2	异步电动机损耗的计算 .....	12
3.3	异步电动机效率、功率因数及最佳负荷率的计算 .....	13
3.3.1	异步电动机在任意负荷下的效率计算 .....	13
3.3.2	异步电动机在任意负荷下的功率因数计算 .....	13
3.3.3	异步电动机最佳负荷率的计算 .....	13
3.4	电压变动对异步电动机特性的影响 .....	14
3.4.1	异步电动机端电压变化对电动机特性的影响 .....	14
3.4.2	电压不对称对异步电动机的影响 .....	15
3.5	异步电动机转矩的计算 .....	15
3.5.1	负荷转矩、电动机额定转矩、负荷惯性矩、起动时间及最大转矩 的计算 .....	15
3.5.2	异步电动机起动方式的比较 .....	18
3.6	三相异步电动机运行方式及输出功率的计算 .....	18
3.6.1	恒定负荷下长期连续运行电动机的功率计算 .....	18
3.6.2	变负荷周期连续工作制电动机的功率计算 .....	19
3.6.3	短时运行工作制电动机功率的计算 .....	20
3.6.4	断续周期工作制电动机的功率计算 .....	21
3.6.5	连续周期工作制电动机功率的计算 .....	21
3.7	常用机械电动机功率计算 .....	22
3.7.1	车床电动机功率的计算 .....	22
3.7.2	摇臂钻床电动机功率的选择 .....	23
3.7.3	斗式提升机电动机功率的选择 .....	23
3.7.4	螺旋运输机功率的选择 .....	23
3.7.5	重锤式电梯电动机功率的选择 .....	23
3.7.6	水泵电动机功率的计算 .....	24
3.7.7	风机类负载电动机功率的计算 .....	24
3.7.8	空压机类负载电动机功率的计算 .....	24
3.7.9	重力负载电动机功率的计算 .....	24
3.7.10	摩擦负载电动机功率的计算 .....	25
<b>第4章</b>	<b>合理选用电动机 .....</b>	<b>27</b>
4.1	选用电动机的基本原则 .....	27
4.2	选用电动机的主要步骤 .....	27

4.3	电动机额定转速的选择 .....	31
4.4	电动机转矩的选择 .....	32
4.5	根据工作环境对电动机的选择 .....	34
4.5.1	环境保护等级概述 .....	34
4.5.2	根据工作环境选用电动机示例 .....	37
<b>第5章</b>	<b>高效三相异步电动机及其产品 .....</b>	<b>38</b>
5.1	高效三相异步电动机 .....	38
5.1.1	高效三相异步电动机的特点 .....	38
5.1.2	高效电动机节电效果 .....	39
5.2	国产标准系列高效电动机产品介绍 .....	39
5.2.1	Y3 系列高效电动机 .....	39
5.2.2	YX 系列高效电动机 .....	47
5.2.3	Y2-E 高效电动机 .....	48
5.2.4	节能型高压三相异步电动机 .....	50
<b>第6章</b>	<b>高效电动机新品种介绍 .....</b>	<b>56</b>
6.1	开关磁阻调速电动机系统 (SRD) .....	56
6.1.1	开关磁阻调速电动机系统 (SRD) 概述 .....	56
6.1.2	开关磁阻调速电动机的结构原理及性能 .....	58
6.1.3	开关磁阻调速电动机 SRD 系统构成 .....	59
6.1.4	SRD 系统的热点问题 .....	61
6.1.5	SRD 系列开关磁阻调速电动机调速控制系统 .....	62
6.1.6	开关磁阻调速电动机其他系列产品 .....	65
6.1.7	开关磁阻调速电动机调速系统 (SRD) 的应用 .....	69
6.2	先进的永磁同步电动机 .....	73
6.2.1	永磁同步电动机概述 .....	73
6.2.2	永磁同步电动机性能特点 .....	73
6.2.3	永磁同步电动机的发展和应用 .....	74
6.2.4	永磁同步电动机的运行控制 .....	76
6.2.5	永磁同步电动机在现代工业中的应用 .....	77
6.2.6	永磁电动机产品介绍 .....	77
6.3	变频调速三相异步电动机 .....	83
6.3.1	IAG、VFG 系列变频调速电动机 .....	83
6.3.2	YTP 系列变频调速三相异步电动机 .....	98
6.3.3	YVP 系列交流变频电动机 .....	104

<b>第 7 章 建筑工程用特种或专用电动机</b>	110
7.1 变极多速三相异步电动机	110
7.1.1 概述	110
7.1.2 YD 变极多速三相异步电动机的产品规格	112
7.1.3 YZTD 多速塔吊专用电动机	113
7.2 电梯用节能型三相异步电动机	114
7.2.1 电梯用节能型三相异步电动机概述	114
7.2.2 YTD 系列简介	114
7.2.3 YTVF 系列电梯用变频调速异步电动机	116
7.3 YQS2 系列井用潜水三相异步高效电动机	117
<b>第 8 章 交流调速技术与节能</b>	119
8.1 交流调速技术的发展	119
8.2 交流调速系统分类	120
8.2.1 概述	120
8.2.2 按调速系统效率高低分类	120
8.2.3 按电动机的调速技术分类	121
8.2.4 按调速原理分类	122
8.2.5 按调速的平滑性分类	122
8.2.6 按调速的方向分类	122
8.2.7 按输出转矩分类	122
8.3 机械的调速与节电	123
8.3.1 合理选择速度调节系统	123
8.3.2 “最高限负荷”设计与经常性负荷运行的矛盾	124
8.3.3 “就近偏大”选型设计与“大马拉小车”运行的矛盾	124
8.3.4 商业和民用领域动力节电	124
8.4 调速系统传动的稳定条件	125
8.4.1 生产机械的机械特性	125
8.4.2 异步电动机的调速机械特性	125
8.4.3 电力传动的稳定条件	126
8.5 交流电动机调速方式	127
8.5.1 交流电动机转速表达式	127
8.5.2 变频调速方式	127
8.5.3 双馈电动机串级调速方式	128
8.5.4 绕线转子异步电动机串级调速	129
8.5.5 变换定子绕组接法的变极调速	130



8.5.6	电磁转差离合器调速	130
8.5.7	绕线转子异步电动机转子变阻调速	131
8.5.8	液粘调速离合器	131
8.5.9	液力耦合器调速	134
8.5.10	变压调速	135
8.6	各种调速方法特性比较	136
8.7	调速装置选择	136
8.7.1	技术成熟程度	136
8.7.2	调速参数要求	136
8.7.3	经济效益分析	139
8.7.4	安装与维护条件	141
<b>第9章</b>	<b>变频调速与节能</b>	<b>143</b>
9.1	变频调速与节能应用	143
9.1.1	概述	143
9.1.2	我国变频调速的应用成果	143
9.1.3	变频技术在建筑工程中的应用	145
9.2	通用变频器的基本原理及功能	147
9.2.1	通用变频器的基本原理	147
9.2.2	通用变频器的 $U/f$ -VVVF 控制方式	157
9.2.3	通用变频器的功能及其主要参数	160
9.3	通用变频器在一般设备控制中的应用	162
9.3.1	应用于无反馈开环控制的调速系统	162
9.3.2	应用于电压反馈调速系统的交-直-交电压型变频器	163
9.3.3	应用于电压反馈调速系统的晶闸管交-直-交电流型变频器	166
9.3.4	恒幅型 PWM 变频调速系统	167
9.3.5	带有速度反馈的电流跟踪型 PWM 变频调速系统	168
9.4	通用变频器的外部设备与连接	169
9.4.1	通用变频器的外部电器设备	169
9.4.2	变频器主电路选配外部电器设备的必要性	169
9.4.3	主电路各端子的具体连接应注意的问题	170
9.4.4	变频器外接主电路的电器选择	170
9.4.5	通用型变频器端子介绍	179
9.4.6	通用变频器控制电源及辅助端子接线	182
9.4.7	通用变频器的功能特点及功能码	189
9.5	通用变频器的运行	189

9.5.1	正转运行的变频器控制方案	190
9.5.2	正反转运行的电路方案	190
9.5.3	寸动运行的电路方案	193
9.5.4	并联运行的电路方案	194
9.5.5	同步运行的电路方案	194
9.5.6	远距离操作运行的电路方案	196
9.5.7	瞬停再起动的电路方案	196
9.5.8	工频与变频运行的电路方案	198
9.5.9	多速运行系统	201
9.6	可选外置单元的应用	204
9.6.1	前置放大器箱	204
9.6.2	主速设定箱	205
9.6.3	比率设定箱	206
9.6.4	遥控设定箱	207
9.6.5	跟踪设定箱	207
9.6.6	三速设定箱	208
9.6.7	带频率计操作箱	208
9.7	变频器运行参数	208
9.7.1	频率参数	208
9.7.2	频率的给定	209
9.7.3	起动	210
9.7.4	制动	212
9.8	变频调速系统的节能运行	216
9.8.1	节能运行分析	216
9.8.2	节能运行的具体应用	217
9.9	变频器的选择	221
9.9.1	变频器类型的选择	221
9.9.2	变频器容量的选择	221
9.9.3	变频器输出电压与输出频率的选择	223
9.10	变频器的安装与使用	223
9.10.1	概述	223
9.10.2	变频器调速系统的安装	224
9.10.3	安装柜的设计	227
9.10.4	变频器的散热与防尘措施	230
9.11	变频器的调试与维护	231

9.11.1	通电前检查	232
9.11.2	带电动机空载试验	234
9.11.3	变频器带负载调试	235
9.11.4	维护与检查	236
9.12	变频器的通信组网	239
9.12.1	变频器与 PLC 的连接	239
9.12.2	变频器在现场总线控制系统中的应用	241
9.13	变频器的测量	247
9.13.1	测量仪器及测定方法	247
9.13.2	输入侧的测量	252
9.13.3	输出侧的测量	253
9.14	水泵、风机的变频调速	254
9.14.1	水泵的基本特性和节能原理	254
9.14.2	变频调速恒压供水系统	260
9.14.3	多台水泵变频调速时的切换控制	263
9.14.4	水位控制的变频调速系统	266
9.15	风机的变频调速	272
9.15.1	风机的机械特性	272
9.15.2	风机的主要参数和特性	273
9.15.3	风量的调节方法与比较	274
9.15.4	风机变频调速实例	274
9.16	中央空调的变频调速	277
9.16.1	中央空调系统的构成	277
9.16.2	中央空调循环水系统的特点	278
9.16.3	冷却水系统的变频调速	280
9.16.4	冷冻水系统的变频调速	281
<b>第 10 章</b>	<b>老旧电动机的节电技术措施</b>	<b>283</b>
10.1	概述	283
10.2	电动机运行状态的技术测定和计算	283
10.2.1	电动机运行状态的划分	283
10.2.2	电动机运行状态的测试和计算	284
10.3	电动机更换或改造的基本原则和节电计算	286
10.4	电动机节电改造措施	287
10.4.1	调压节电	287
10.4.2	采用磁性槽泥或磁性槽楔改造电动机	292

10.4.3	采用节能风扇技术改造 .....	297
10.4.4	电动机绕组的改造 .....	299
10.5	综合技术改造措施的比较 .....	300
10.6	绕线转子异步电动机同步化运行与节电 .....	303
10.6.1	同步化运行参数 .....	304
10.6.2	集电环的改进 .....	304
10.6.3	异步电动机同步化控制电路及其工作原理 .....	304
10.6.4	同步化运行的效益分析 .....	306
10.7	电动机采用轻载节电器 .....	306
10.8	采用功率因数控制器 .....	307
<b>参考文献</b>	.....	310

# 第 1 章 电气动力系统与节能概述

## 1.1 我国电气动力系统耗能及节能工作现状

有关资料提供的数据显示，中国是全球人均能源保有量最低的国家之一。人均能源消费量仅为世界平均水平的一半。但能源利用效率仅为 30% 左右，比发达国家低约 10 个百分点。产值能耗比世界平均水平高两倍多，是世界上产值能耗最高的国家之一。

动力系统节能关键在于节电，中国节电潜力很大。21 世纪初，中国年人均用电约为  $1100\text{kW}\cdot\text{h}$ ，仅为世界平均用电的  $1/3$ ，正以年均大于 5% 的速度增长，按这个速度和目前的产销量，到 2020 年将达到 33 700 亿  $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，这样不断增长的基数使节电的效益会逐年增加；按中国目前的水平，每节电 1%，就相当于产生 80 亿元的收益（以平均每千瓦时 0.5 元计算），按目前节电率最低水平 10% 计算，预计中国至少每年有 800 亿元的节电潜力，节电的同时还将大幅度减少环境污染。

据专家分析，电费是企业产品成本的主要组成之一；而多数企业，并未对电费支出做出必要的控制。作为生产和生活中最重要的动力设备之一，电动机承担着将电能转换成机械能，从而驱动生产设备的作用。有资料称，目前我国的电动机系统消耗的电量约占年发电量的 60%~70%。专家预测，到 2025 年，中国的能源需求将比目前增加一倍。我国目前在用的非节能型电动机仍处于主流地位，在用的节能型电动机的水平普遍只相当于发达国家的准入水平。我国的电动机无论是自身效率还是实际运行效率普遍都较低。中小型电动机的平均效率低于 87%，比国际先进水平要低 5% 左右。由于不合理使用，普遍存在着“大马拉小车”的现象，实际运行效率更要低 20% 左右。我国电动机制造和使用行业整体节能水平严重滞后。

为解决电力的不足，我国每年都有新电站的投运，火电、水电、核电、风电、光电的建设齐头并进。在加大电站建设的同时，重视节能也成为重要的任务。在量大面广的动力系统中，重视使用节能型交流电动机及中间节电产品，提高电动机的效率，把浪费的电能节约下来，更是重中之重。

概括地说，我国的动力节能现状是浪费严重、节能起步、高度重视、快速发展。

电动机是消耗电能最大的电气设备，21 世纪初，全国电动机的装机容量约 5 亿  $\text{kW}$ ，1 亿台左右，年耗电量约占总发电量的 60%~70%，其中异步电动机

占总电动机数量的85%以上。电动机的额定效率通常为80%~95%。由于很多电动机负荷率很低,实际的运行效率无法达到额定效率。

面对节电市场的需求,节电产品得到飞速发展,节电设备在技术上有很大的突破,节电率由原来的10%左右,提高到最低15%,最高70%,已经得到广大用户的认可。在国内节电产品和技术飞快发展的同时,国外许多技术先进和有实力的公司纷纷进入中国市场。在短短几年间,整个节能市场高速发展,迅速进入快速膨胀期。有关资料显示,2004年国内节能设备总成交额约1亿元,2005年达到3亿元,2006年已经突破5亿,2007~2011年平均增长5%以上。据博思数据研究中心资料,按我国规划,到2020年,发电机总装机容量将达到人均1kW,即15亿kW(美国现人均均为3kW)。预计未来10~15年内,我国电动机的装机容量将增至45亿kW,目前高效电动机的市场份额仅为5%左右。使用节能电动机的市场空间和增速非常巨大。

在“十一五”期间,要加强宣传和推广电动机节电技术,提高用户对采用高效电动机、采用和推广电动机调速技术、合理选配电动机及中间节电产品重要性的认识,增强用电主体的节电积极性,培植和增加市场需求。变潜在市场需求为现实市场需求,促进高效节能电动机的推广和普及。“十二五”及以后要进一步提高节能电动机的实际应用比例。

### 1.1.1 目前我国动力节能应重视解决的问题

(1) 设计人员在新项目设计中,应克服“大马拉小车”的保守设计,从源头上奠定节能的基础。

(2) 建设单位在设备选型中应优先选用节能型动力机械。

(3) 大力开发和研制节能型新产品,并加大对知识产权的保护,保证开发者的合法利益。

(4) 国家应以有效的政策鼓励和扶持企业开发和使用节能型产品。

### 1.1.2 动力节能产品的研制生产情况

21世纪初,我国以成熟的技术推出了诸多的节能新产品。如Y3系列电动机、新系列紧凑型高压异步电动机、高压内反馈调速异步电动机无级调速系统、变频调速型异步电动机、变频器等都已实现系列化生产。

另外也有一些具有自主知识产权的新产品,如开关磁阻调速电动机、永磁同步电动机技术逐步成熟,已突破功率的局限,有中大功率的产品进入市场。开关磁阻调速电动机技术产业化取得新突破,并在很多行业得到推广应用。目前广泛应用在冶金、电力、铁路、水泥等领域的稀土永磁无刷直流电动机、高压推力式异步电动机、无齿轮永磁同步曳引机等新的节能型电机,将逐渐成为市场的主流产品。

随着多品种系列化的节能产品的形成,其市场价格也逐渐降低,为推广应

用创造了较好的市场条件。

## 1.2 我国动力节能的相关政策及节能规划

改革开放以来，党中央把能源问题列为关乎我国经济社会发展全局的重大战略问题。我国于1988年颁布了《节能法》及一系列节能标准及法规。国家发展改革委员会又于2005年6月修订发布了《中国节能技术政策大纲》，确定了我国的能源技术政策，这是对未来节约能源，实现节约型社会的重要的纲领指导性文件，对各行业提出了明确而具体的要求，也对电动机节能作了具体的规划指导。

国家能源政策已受到电机制造业和电力用户的广泛重视。20世纪90年代后期，有关部门就开始对若干用能产品规定了最低能效限定值，作为强制性标准执行，并实施了节能产品认证制度。电动机作为重要的使用电能的产品，也在节能认证计划中，电动机的节能产品认证工作也开始启动。

节能电动机标准对电动机效率规定了两个指标：一个是最低限值，是强制性指标，另一个是节能评价值，为推荐性指标。前者为目前所生产电动机的平均效率水平。后者是在前者基础上参照国外高效电动机和我国电动机水平制定的，比前者提高了2~3个百分点，为节能电动机的效率水平。同时该指标除了电动机的效率外，还考核了杂散损耗和功率因数。实施该标准的目的是通过对电动机效率最低限值的限制，淘汰目前充斥市场的劣质耗能产品，同时通过节能认证等多种措施，来促进高效电动机的生产和应用，从而逐步实现从一般效率电动机到高效电动机的转变。

电动机节能中长期专项规划要实现的目标是：淘汰落后的高能耗机电产品，重点发展变频电动机、稀土永磁电动机等高效节能机电产品，促进风机、水泵等通用机电产品提高用能效率，提高节能型机电产品的设计制造水平和加工能力，在煤炭、电力、有色、石化等行业实施高效节能风机、水泵、压缩机系统优化改造，推广变频调速、自动化系统控制技术，使运行效率提高2个百分点，年节电200亿kW·h。按照节能长期规划，2010年中小型电动机的能效水平已经达到90%~92%。

实际上，即使采用节能电动机，由于负荷的变动与不确定性，也往往需要通过一些中间的节能产品来实施辅助节能。这些辅助电动机节能的产品往往只消耗很少的能源，就能配合电动机达到节约能源消耗的目的，主要包括变频调速器和品种繁多的节能器，这也是节能政策支持的内容。

## 1.3 动力系统推广节能新技术发展前景

目前中国节能领域尚处于起步阶段，节能市场潜力巨大。

一方面，中国能源使用效率低下，能源供给形势严峻，由此造成的能源紧缺和环境污染问题已开始严重制约我国的经济的发展，提高能源效率及新能源利用成为各行各业共同面临的课题。另一方面，据调查数据表明，能源成本一般列于企业综合运营成本的前三位，大部分未采取有效管理和节能措施的企业，节能空间均在 25% 以上。节能新技术如果能得到广泛应用，对缓解目前能源紧张局面、减少环境污染、降低企业能耗、提高经济效益将起到积极作用。

倡导“节能就是环保，节能就是增效”，精心打造“节能环保产品与技术展览会”，它作为一个直接有效的科技商务平台，将有力促进国内外优秀节能产品和技术的推广，同时为节能环保产品生产销售企业同广大用能单位之间提供面对面的沟通机遇，为节能企业营造显著商机。

采用高效能电动机和通过技术改造实现经济运行的节能项目，已产生明显的节能示范效果。采用和推广节能产品逐步成为企业的自主行为，为动力系统推广节能新技术开辟了广阔前景。



## 第 2 章 电动机经济运行的基本要求及使用条件

### 2.1 三相交流动力系统节能

在我国除特殊使用条件和一些老旧设备仍在使用的有刷直流电动机和同步电动机外，绝大多数生产机械都在使用三相交流异步电动机。因此，三相交流异步电动机是动力系统使用最普遍、数量最多的类型，当然也是节能的重点。

#### 2.1.1 三相交流电动机经济运行的基本要求

(1) 新建项目设计选用三相异步电动机必须遵循 GB/T 12497—2006《三相异步电动机经济运行》第七节的规定。合理选用相应的高效节能电动机，并使电动机达到预期的效率。

(2) 对运行中的电动机应按照 GB/T 12497—2006 中第五、六、八节规定，进行运行状态测定，对达不到节能经济运行要求的，应进行技术改造，更换合适的节能电动机或采用中间节能设备，使之达到经济运行状态。

(3) 对机械负荷经常变化的电气传动系统，应采用合理的方式加以调节，并辅以能耗监测手段，经调节后使之处于经济运行状态。

(4) 对采取调压的异步电动机，应进行技术测定和合理的调节，使之既能满足起动转矩、过载能力的要求，又能处于节电的经济运行状态。

(5) 对大型异步电动机，以及距电源变压器较远的交流电动机，应采取就地无功补偿的技术措施，以提高功率因数，降低线损，实现经济运行。

(6) 对功率在 50kW 以上的电动机应实施独立计量，配备电压、电流、电能表，以便监测运行状态。

(7) 对中大型运行设备应实施科学管理，建立健全运行档案，实时观测运行中的技术数据，掌握运行状态，通过科学管理，使电气传动系统中的电机出力与负载相匹配，实现动态经济运行。

(8) 对风机及水泵类长期运行的设备，应采取按负荷自动调节控制的技术，做到既能保证气、水的需求，又能节约能耗的最佳运行状态。

#### 2.1.2 三相交流电动机一般工作条件的规定和要求

(1) 为了保证电动机的经济运行和额定出力，运行中电动机端电压不得高于额定电压的 10%，不得低于额定电压的 5%；按 GB 755—2008 规定，电动机电源电压的谐波电压因数不大于 0.02，电压的负序分量不超过正序分量的 1%，电压的零序分量不超过正序分量的 1%。

(2) 电动机端电压低于额定电压的 5% 时，为了保证额定出力，定子电流允