

中小型工程机械使用与维修问答丛书

中小电动机 使用与维修问答

主编 蒋世忠



中小型工程机械使用与维修问答丛书

中小电动机使用与维修问答

主 编 蒋世忠
副主编 邱智毅 曾翰林 王苏光 罗 晖
编写人 阎 书 陈湘海 刘淑艳
王 一 王凤喜



机械工业出版社

本书分7章。第1章介绍我国电动机现状及发展趋势；第2章介绍电动机使用与维修必备的基本知识；第3章介绍电动机的维修、安装及质量检查；第4章介绍直流电动机的结构、使用与维修；第5章介绍交流电机的结构、使用与维修；第6章介绍特殊电动机的结构、使用与维修；第7章介绍电动机修理常用电工材料；附录给出中小电机标准目录和国内外电气图形符号对照表。

本书取材广泛、浅显易懂、针对性强，可供广大电动机采购人员、维修人员、操作人员、管理人员和工程技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

中小电动机使用与维修问答/蒋世忠主编. —北京：机械工业出版社，2011.1

（中小型工程机械使用与维修问答丛书）

ISBN 978-7-111-32404-1

I. ①中… II. ①蒋… III. ①电动机—使用—问答②电动机—维修—问答 IV. ①TM32—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 214083 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：沈 红 责任编辑：沈 红

版式设计：霍永明 责任校对：李秋荣

封面设计：姚 毅 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷

2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·29.5 印张·588 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32404-1

定价：52.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

策划编辑：(010) 88379778

社服务中心：(010) 88361066 网络服务

销售一部：(010) 68326294 门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649 教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者服务部：(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

编写说明

随着我国国民经济的快速发展,中小电动机在工业、农业机械、工程机械、国防、矿业、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。同时,我国生产的电动机出口量逐年增加,已成为世界生产电动机的大国之一。在我国,中小电动机产量占到全部电动机产量的60%以上,占整个交流电动机产量的90%以上,因此中小型电动机的节能是实现电动机节能的重点。

电动机要合理选用、经常维护保养、及时处理故障才能保证其安全工作。本书结合我们的实践,并参考了新出版的国家标准和新技术书刊及我们编写的《电动机维修问答》汇编而成,可供电动机采购、维修、操作、管理人员及广大工程技术人员参考使用,也可作为专业培训材料。

本书第1、2章由王苏光编写,第3章由罗晖编写,第4章由阎书编写,第5章由陈湘海编写,第6章由王一、刘淑艳编写,第7章、附录由王凤喜编写;全书由王凤喜整理,蒋世忠、邱智毅、曾翰林审稿。本书在编写过程中得到第二重型机械集团公司总经理石柯、副总经理曾祥东、装备部部长郭国英、万信公司自动化设备制造厂厂长杨维亚等的热情帮助和支持,在此表示感谢。

目 录

编写说明

第1章 我国电动机现状及发展趋势	1
1-1 我国交流电动机行业现状及技术发展趋势如何?	1
1-2 我国高效电动机市场现状及发展趋势如何?	2
1-3 中小型电机常用结构及安装型式代号有哪些?	10
1-4 中小型电动机的节能措施是什么?	11
1-5 国产常用中小型电动机的用途、型号含义、结构型式及技术数据有哪些?	13
第2章 电动机使用与维修必备的基本知识	92
2-1 电气设备如何分类?	92
2-2 电机如何分类?	93
2-3 大、中、小型电动机如何区别?	96
2-4 电工常用术语有哪些?	97
2-5 常用电工图形符号有哪些?	103
2-6 电动机常用标准技术数据有哪些?	109
2-7 常用电动机设备图形符号有哪些?	112
2-8 常用法定电工计量单位有哪些?	131
2-9 常用电气设备文字符号有哪些?	133
2-10 电动机检修及维修人员应配备的工具和仪器有哪些? 如何使用?	136
2-11 电气设备的维修周期如何确定?	143
2-12 电气设备维修改造或大修后按什么标准检查验收?	145
2-13 电动机日常修理和大修工时定额如何确定?	145
2-14 电动机修理停歇时间定额如何确定?	146
2-15 电动机维修实践要则是什么?	147
2-16 设备诊断技术是什么?	147
2-17 电气设备诊断技术常用方法有哪些?	148
2-18 电气设备的在线监测有什么特点?	148
2-19 电力变压器的主要试验项目及诊断判据是什么?	148
2-20 直流电动机的主要试验项目及诊断判据是什么?	150
2-21 异步电动机的主要试验项目及诊断判据是什么?	150
2-22 电动机的滚动轴承使用哪些润滑方式? 如何选择?	151

2-23	电动机修理时应如何选择合适的润滑剂?	151
2-24	电动机的轴承用哪些润滑剂?	152
2-25	中小型电动机滚动轴承装配方法是什么? 润滑脂如何选择?	153
2-26	电动机润滑时间间隔是多少?	153
2-27	电动机润滑油选用粘度是多少? 电动机润滑油的标准性能有哪些?	156
2-28	电动机修理、装配滚动轴承有哪些方法?	157
2-29	为什么新购的滚动轴承有的要清洗、有的不要清洗? 如何清洗?	158
2-30	影响滚动轴承使用寿命的原因有哪些?	158
2-31	降低轴承噪声的措施有哪些?	160
2-32	常用滚动轴承有哪些?	161
2-33	常用电动机的滚动轴承型号规格有哪些?	162
2-34	国外电动机需要更换轴承时, 如何选用国产轴承代用?	168
2-35	滚动轴承常见的故障如何排除?	173
2-36	滑动轴承常见的故障如何排除?	174
2-37	电动机如何选择?	175
2-38	电动机种类如何选择?	175
2-39	电动机防护形式如何选择?	185
2-40	电动机额定电压和额定频率如何选择?	192
2-41	电动机额定转速如何选择?	192
2-42	电动机类型选择参考什么?	193
2-43	系列电动机与系列设计是什么?	194
2-44	电动机的运行条件是什么?	194
第3章	电动机的维修、安装及质量检查	196
3-1	电动机维修的工艺程序有哪些?	196
3-2	电动机的安装方式有哪些?	196
3-3	电动机起动前如何检查?	196
3-4	电动机运行中的注意事项有哪些?	197
3-5	电动机如何拆卸?	199
3-6	带轮或联轴器如何拆装? 拆装方法有哪些?	200
3-7	端盖及轴承盖如何拆装?	202
3-8	轴承如何拆卸?	203
3-9	滚动轴承的装配方法有哪些?	205
3-10	滚动轴承如何安装?	207
3-11	滚动轴承拆卸后如何进行检查?	207
3-12	电动机如何安装?	210

3-13	如何判断电动机的安装质量是否符合要求?	210
3-14	电动机安装以前如何检查?	211
3-15	什么是电动机的定子绕组? 定子绕组有哪些种类?	212
3-16	电动机绕组如何拆除?	212
3-17	单相小功率电动机的绕组如何维修?	212
3-18	铝线绕组如何维修?	213
3-19	电动机绕组如何浸漆和烘干? 绝缘漆怎样选择?	216
3-20	铁心故障如何鉴别? 如何维修?	218
3-21	电动机轴如何维修及换轴方法?	219
3-22	机座和端盖如何维修?	220
3-23	换向器如何维修?	220
3-24	什么是电刷? 常用电刷的类别及应用范围有哪些?	221
3-25	电刷的选用应注意什么? 常用电刷的主要技术特性及运行条件是 什么?	223
3-26	电刷运行中常见的故障如何排除?	224
3-27	电刷如何更换?	225
3-28	常用的电刷尺寸有哪些?	225
3-29	集电环和刷握如何维修?	227
3-30	集电环工作表面故障在现场如何处理?	228
3-31	在现场怎样处理集电环绝缘局部烧伤故障? 能否带电更换电刷?	229
3-32	如何检查电动机的轴承故障?	229
3-33	滚动轴承的日常维护应注意哪些问题?	230
3-34	轴承过热可能由于哪些原因造成的?	230
3-35	电动机机座底脚断裂如何进行修补?	230
3-36	电动机修理工程分类有哪些?	231
3-37	中小型电机集流装置故障分析及如何处理?	233
3-38	电动机安装前如何验收和保管?	237
3-39	电动机安装的基础应注意什么? 电动机如何校正?	237
3-40	电机使用前全面的检查有哪些?	238
3-41	电动机常用电刷新旧型号对照有哪些?	238
3-42	国产电刷与国外电刷型号对照有哪些?	241
第4章	直流电动机的结构、使用与维修	243
4-1	什么是直流电动机? 在哪些地方使用直流电动机?	243
4-2	直流电动机由哪些部分组成?	243
4-3	大、中、小型直流电动机在结构上的主要区别是什么?	245

4-4	直流电动机的主要特点是什么?	246
4-5	直流电机的工作原理是什么?	246
4-6	直流电机用途及产品型号对照有哪些?	247
4-7	国产主要中小型直流电动机的用途、型号含义、结构形式及技 术数据有哪些?	247
4-8	直流电动机铭牌数据、额定值及出线标志各代表什么意义?	258
4-9	换向火花的划分原则是什么? 等级如何划分?	258
4-10	换向火花产生的原因是什么?	260
4-11	换向恶化原因的检查与处理有哪些?	261
4-12	直流电动机环火产生的原因是什么?	269
4-13	直流电动机的环火事故程度如何划分? 发生环火事故后应进行 的检查有哪些?	271
4-14	直流电动机发生环火故障后应进行哪些处理?	271
4-15	防止环火的措施有哪些?	272
4-16	直流电动机在运行过程中常见的换向故障原因及排除方法有哪些?	273
4-17	直流电机故障原因及排除方法有哪些?	277
4-18	对直流电动机换向器质量的要求有哪些?	282
4-19	直流电动机换向器按结构如何分类?	283
4-20	升高片铆接点松动及换向器松动如何修理?	286
4-21	直流电动机电枢绕组如何维修?	288
4-22	直流电动机如何拆装?	289
4-23	直流电动机在运行维护中必须监视的项目有哪些?	290
4-24	直流电动机定期检修项目有哪些?	291
4-25	直流电动机检修后应做哪些检查?	293
第5章	交流电机的结构、使用与维修	294
5-1	交流电机如何分类? 各有什么用途?	294
5-2	同步电机如何分类? 各有什么用途?	294
5-3	异步电动机的类型及用途有哪些?	294
5-4	三相异步电动机如何分类?	296
5-5	三相异步电动机的典型结构包括哪些部分?	297
5-6	Y系列(IP44)三相异步电动机的结构及安装型式有哪些?	299
5-7	Y系列小型三相异步电动机的安装及外形尺寸有哪些?	300
5-8	电动机的结构和安装型式及其代号是什么?	305
5-9	三相异步电动机工作原理是什么?	306
5-10	小功率同步电动机的类型及用途有哪些?	306

5-11	小功率异步电动机的类型及用途有哪些?	307
5-12	新老异步电动机型号的对照有哪些?	307
5-13	电动机的铭牌数据及额定值各代表什么意义?	310
5-14	三相交流电动机绕组出线端通常使用什么标志?	311
5-15	三相交流电动机使用的绕组分类有哪些? 其适用范围是什么?	312
5-16	交流电机如何拆装?	313
5-17	三相异步电动机使用中过载和轻载各有什么危害?	315
5-18	三相异步电动机过载原因是什么? 应该怎样处理?	315
5-19	三相异步电动机缺相故障的原因是什么? 有什么危害? 如何解决?	316
5-20	电动机空载电流偏大的原因是什么?	318
5-21	电动机温升高的原因是什么? 如何处理?	319
5-22	电动机起动性能差的原因是什么? 如何处理?	319
5-23	电动机定子耐压强度不良特性因素是什么?	321
5-24	三相交流电动机绕组故障有哪些类型?	322
5-25	什么是电动机扫膛?	322
5-26	异步电动机故障如何排除?	324
5-27	同步电动机故障如何排除?	327
5-28	如何处理交流电动机绕组绝缘不良的故障?	330
5-29	交流电动机绕组接地故障有哪些类型? 如何处理?	331
5-30	交流电动机绕组短路故障有哪些类型? 如何处理?	331
5-31	交流电动机绕组断路故障有哪些类型? 如何处理?	332
5-32	怎样正确判断交流电机线圈是否接错?	333
5-33	三相异步电动机小修内容有哪些?	333
5-34	三相异步电动机大修内容有哪些?	333
5-35	同步电动机小、项、大修项目和检修周期有哪些?	334
5-36	三相异步电动机运行中功率因数降低的原因是什么? 提高措施 有哪些?	335
5-37	怎样正确判断、识别三相交流电动机定子绕组的首尾端?	335
5-38	交流电动机三相电流不平衡是什么原因?	337
5-39	笼型转子绕组常见故障形式、原因及处理方法有哪些?	337
第6章	特殊电动机的结构、使用与维修	340
6-1	什么是单相异步电动机?	340
6-2	单相异步电动机如何分类?	340
6-3	单相异步电动机的特征是什么?	340
6-4	单相异步电动机的产品系列代号经历了怎样的变化?	341

6-5	单相异步电动机的结构有哪些部件组成? 其作用如何?	341
6-6	单相异步电动机的工作原理是什么?	343
6-7	各类单相异步电动机的结构特点及应用范围是什么?	343
6-8	单相异步电动机的产品型号含义是什么? 主要技术数据有哪些?	344
6-9	单相罩极异步电动机的结构由哪些部件组成? 其特点及用途 有哪些?	353
6-10	单相异步电动机进行拆装时应注意的事项是什么?	353
6-11	单相异步电动机有哪些常见故障? 引起故障的原因是什么?	354
6-12	罩极式单相异步电动机的常见故障及排除方法有哪些?	354
6-13	分相式单相异步电动机常见故障及排除方法有哪些?	355
6-14	什么是单相串励电动机? 它有什么用途?	356
6-15	单相串励电动机的优缺点是什么?	357
6-16	单相串励电动机的结构什么样? 有哪些部件组成? 其作用如何?	357
6-17	单相串励电动机的工作原理是什么? 其特点有哪些?	358
6-18	单相串励电动机常见故障及排除方法有哪些?	359
6-19	潜水电动机如何分类? 其应用范围有哪些?	361
6-20	潜水电动机由哪些部件组成?	362
6-21	潜水电动机的冷却形式如何分类? 使用范围有哪些?	363
6-22	什么是多速异步电动机?	363
6-23	怎样拆装、修理多速异步电动机并接线试车?	364
6-24	什么是步进电动机?	364
6-25	步进电动机有哪些种类?	364
6-26	步进电动机产品名称代号是什么?	365
6-27	常用步进电动机的结构和特点是什么?	365
6-28	步进电动机的故障如何检修?	366
第7章	电动机修理常用电工材料	368
7-1	常用绝缘材料按耐热等级怎样划分?	368
7-2	电工绝缘材料如何分类? 其型号含义是什么?	368
7-3	电动机绕组常用哪些表面覆盖漆? 其特点如何?	370
7-4	电动机绕组常用哪些浸渍漆? 其特点如何?	370
7-5	常用浸渍漆的品种和特性及用途有哪些?	371
7-6	修理电动机常用哪些云母带? 其组成和特性是什么?	374
7-7	修理电动机常用哪些云母板? 其组成和用途是什么?	375
7-8	常用的换向器云母板和塑型云母板的型号、组成成分及用途 有哪些?	376

7-9	云母制品的种类、特点和用途有哪些？	376
7-10	云母带的电气性能有哪些？	380
7-11	柔软云母板的电气性能有哪些？	381
7-12	塑型云母板的电气性能有哪些？	382
7-13	换向器云母板的电气性能有哪些？	382
7-14	衬垫云母板的电气性能有哪些？	383
7-15	云母箔的电气性能和规格有哪些？	383
7-16	云母玻璃的品种和性能有哪些？	384
7-17	修理电动机常用哪些粘带？其组成和特性如何？	384
7-18	常用粘带的品种、性能和用途有哪些？	384
7-19	电工用棉布带规格有哪些？	386
7-20	漆布的性能特点和用途有哪些？	387
7-21	漆布的电气性能和规格有哪些？	387
7-22	玻璃漆布的性能特点和用途有哪些？	388
7-23	漆绸的性能特点和用途有哪些？	389
7-24	漆绸的电气性能和标称厚度有哪些？	389
7-25	玻璃漆布的电气性能和标称厚度有哪些？	389
7-26	漆管的性能特点和用途有哪些？	392
7-27	漆管规格有哪些？	392
7-28	电容器纸的性能是什么？	393
7-29	修理电动机时常用复合材料的组成和用途有哪些？	395
7-30	复合薄膜品种、性能及用途有哪些？	396
7-31	修理电动机常用哪些电工薄膜？特性如何？	396
7-32	电工常用薄膜的性能及用途有哪些？	397
7-33	硅钢片漆的组成、特性和用途有哪些？	398
7-34	酚醛层压纸板的特点和用途有哪些？	399
7-35	酚醛层压纸板的电气性能有哪些？	400
7-36	酚醛层压纸板的厚度有哪些？	400
7-37	层压布板的特点和用途有哪些？	401
7-38	层压布板的厚度有哪些？	401
7-39	层压布板的电气性能有哪些？	402
7-40	层压玻璃布板的特点和用途有哪些？	402
7-41	层压玻璃布板的电气性能有哪些？	403
7-42	层压玻璃布板的厚度有哪些？	404
7-43	层压管的组成、特性和用途有哪些？	404

7-44	层压管的物理性能是什么?	404
7-45	层压棒的组成、性能和用途有哪些?	406
7-46	电工硅钢片的分类和用途有哪些?	407
7-47	热轧硅钢片磁性能有哪些?	408
7-48	冷轧取向硅钢片磁性能有哪些?	409
7-49	冷轧无取向硅钢片磁性能有哪些?	409
7-50	国内外常用硅钢片牌号对照如何?	410
7-51	什么是电磁线? 电磁线如何分类?	410
7-52	漆包线的品种、特点和用途有哪些?	411
7-53	漆包铜圆线的规格有哪些?	415
7-54	漆包铜圆线标称直径公差规定有哪些?	416
7-55	漆包铜圆线最小漆膜厚度规定有哪些?	416
7-56	环氧漆包铜圆线规格尺寸及重量有哪些?	417
7-57	油性漆包铜圆线的规格尺寸及重量有哪些?	419
7-58	漆包铜圆线直流电阻为多少?	420
7-59	聚酯、缩醛、聚酯亚胺、聚酰亚胺等铜扁线的规格有哪些?	420
7-60	聚酰胺-酰亚胺漆包铜扁线规格有哪些?	424
7-61	QAN 自粘直焊漆包铜圆线规格有哪些?	429
7-62	自粘性漆包线的内漆层最小厚度有哪些?	429
7-63	自粘漆包线的最大外径有哪些?	429
7-64	耐油水漆包铜圆线规格有哪些?	430
7-65	绕包线的品规格有哪些?	430
7-66	修理和制造电动机线圈时常用的电磁线有哪些?	435
7-67	纸包绕组圆线规格有哪些?	436
7-68	铜扁线的规格及截面积有哪些?	436
7-69	铜母线的规格及截面积有哪些?	441
7-70	铝母线尺寸偏差允许值有哪些?	442
7-71	铜带的规格及截面积有哪些?	443
7-72	电动机修理用电工材料的名称含义及用途有哪些?	445
7-73	电动机引出线的型号、名称和用途有哪些?	445
附录		447
附录 A 中小电机标准目录		447
附录 B 国内外电气图形符号对照		448
参考文献		458

第 1 章 我国电动机现状及发展趋势

1-1 我国交流电动机行业现状及技术发展趋势如何？

答：我国交流电动机行业现状及技术发展趋势如下：

1. 国内技术现状

随着国内电动机制造企业技术水平的提高和对产品研究开发的重视，以及不断地消化吸收国外同行的先进技术，现阶段国内电动机行业的研发水平已有较大的提高。目前，国内生产的电动机品种规格多、适用范围广、工作效率高，并向节能环保方向发展。近年来主要的新产品包括：变频调速电动机、变极多速电动机、低噪声电动机、电磁调速电动机、高效率异步电动机、永磁同步电动机、高转差率电动机、旁磁制动电动机、电磁制动电动机、振动源异步电动机、防腐蚀型异步电动机等。

然而与国外同行相比，国内电动机行业的技术水平还存在一定差距，包括外观、材料、制造工艺、设备专业化程度等都落后于国际先进水平。

2. 国内外行业技术发展趋势

(1) 节能环保 如今节约能源和保护环境越来越受到人们的关注，由于交流电动机的用电量约占发电量的 60% 以上，因而电动机行业成为节能潜力最大的产业之一。今后，电动机产品将主要围绕节能和环保两大方面进行研发。在“十一五”规划中，我国提出实施十大节能工程，电动机节能就是其中之一。各行各业应积极开展电动机节能工程的技术攻关，开展对超高效率电动机、高效永磁同步电动机、中型高低压电动机、再生能源配套发电机等产品新技术的研发，以环保指标作为开发新产品的要求，大力降低噪声，提高行业技术水平。

在各类节能型电动机中，高效永磁同步电动机的节能效果显著，因而发展前景良好。与传统的励磁电动机相比，永磁电动机特别是稀土永磁电动机具有结构简单、运行可靠，体积小、质量轻，损耗小、效率高，电动机的形状和尺寸可以灵活多样等显著优点。

大力推广高效电动机以及采用变频调速和串级调速技术，是目前国内外公认的电动机节能的最佳途径，其节电效率可达 20% ~ 30%。若配合国家的财政、税收、价格、信贷等优惠政策，大力鼓励支持开发先进节能技术，建立和完善节能服务体系，培育和规范节能技术市场，则会加快促进企业节能实践，进而推进产业升级。

虽然目前电动机已具有比较高的效率，但是新的高效设计可进一步降低损耗、提高效率、节省电费。设计、材料和制造技术的改进，使得高效电动机比标准电动机的性能更胜一筹。高效电动机的初始投资成本虽然比标准电动机略高一些，但由

于其效率高，多投资的成本通过节省的电费很快就能收回，投资回收期有时短至几个月。

(2) 机电一体化方向 机电一体化技术是以微电子为主导的多种新兴技术与精密机械融合的综合性新技术。国际上技术领先的国家已大量采用电力电子技术、计算机技术、传感技术改造电动机产品，开发出了一批机电一体化产品、智能化产品。新技术的运用给电动机行业带来了新的发展机遇。

随着电力电子技术产品的成熟发展和客户对自动化需求的增加，单独的电动机产品越来越淡化，电动机、调速装置和电器被视为一个整体。电动机产品与驱动系统的发展方向是：集成化，即电力电子、电动机及控制系统高度集成化，使三者从设计、制造到运行、维护都更紧密地融为一体；智能化，即大量应用自适应、模糊及基于遗传算法的各种人工智能控制方法；通用化，即同一传动系统可以针对不同形式的电动机和不同的运行模式而实行不同的控制方式；信息化，即现代电气传动系统不但是转换、传送能量的装置，而且要成为传递、交换信息的通道。

(3) 特殊专用电动机 由于节约能源的需要和满足新型产业产品配套的需求，特殊专用派生系列产品将会有更大的发展，从而为用户提供个性化的产品。例如泵用电动机，风机用电动机，适用于高温、粉尘、污垢或恶劣的大气环境的耐用电动机，适用于食品加工和其他潮湿环境的可冲洗电动机，适用于石油化工等工厂的防腐电动机，适用于农业户外作业的农业电动机等。

1-2 我国高效电动机市场现状及发展趋势如何？

答：研究表明，通过实施电动机能效标准和推广高效电动机的应用，到 2011 年，可累计节电 764 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，节约电费 497 亿元，减排 CO_2 7640 万 t（排放系数： $1\text{kg CO}_2/\text{kW} \cdot \text{h}$ ）；到 2020 年，可累计节电 1653 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，节约电费 7800 亿元，减排 CO_2 1.6 亿 t。因此，电动机能效水平的提高，对于我国当前的节能减排工作具有重要意义。

1. 中小型电动机市场现状

随着我国经济的快速发展，电动机行业的发展也进入了高速增长的阶段（2009 年情况除外），产量以年平均 15% 的速度增长（见图 1-1）。在整个行业中，中小型电动机占据着主要的市场份额。据统计，2006 年中小型电动机产量占到全部电动机产量的 60% 以上，占整个交流电动机产量的 90% 以上，因此中小型电动机的节能是实现电动机节能的重点。

另外，钢铁、化工、电力和石油石化等六个工业行业是耗电大户，也是中小型电动机的主要应用领域（见图 1-2）。2005 年，这六个行业耗电总量约占工业用电总量的 60%（见图 1-3），占全社会总用电量的 45%。能耗越大，节能的潜力越高。同时这些行业的电动机工作时间比较长、工作负载相对稳定，这些特点都有利于高效电动机在这些行业的推广和应用。

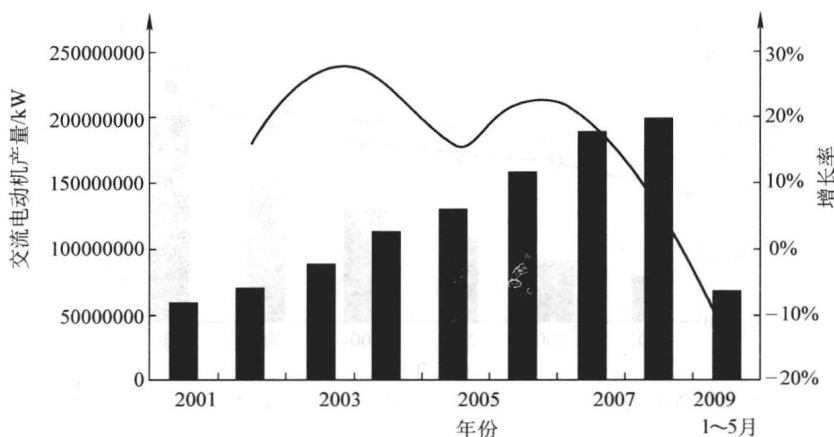


图 1-1 2001 ~ 2009 年 5 月交流电动机产量

2. 高效电动机发展现状

(1) 市场现状 我国目前主要生产和使用的是 Y 和 Y2 两个低压异步电动机系列。Y 系列是 20 世纪 80 年代初期全国统一设计的产品，Y2 系列是 20 世纪 90 年代中期的产品。两者共占据了市场将近 90% 的份额。虽然目前已经有 40 多家企业能够生产高效电动机，如 YX、GX、HJN 系列等产品，但高效电动机的市场规模依然较小（见图 1-4），仅占整个市场的 10.4%，且相当一部分高效电动机是出口到海外（见图 1-5），而真正的国内需求较少。

(2) 技术发展状况 国际上自 20 世纪 70 年代出现高效率电动机后，于 20 世纪 90 年代又出现了更高效率的超高效率电动机。一般而言，高效率电动机与普通电动机相比，损耗平均下降 20% 左右，而超高效率电动机则比普通电动机的损耗平均下降 30% 以上。因为超高效率电动机的损耗较高效电动机有进一步的下降，所以，对于长期连续运行、负荷率较高的场合，其节能效果更为明显。

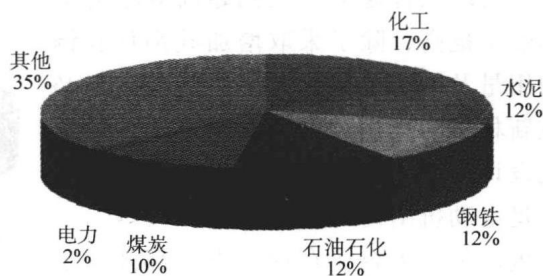


图 1-2 中小型电动机在主要工业行业的应用比例（按照千瓦数）（来源于 ICA 调研）

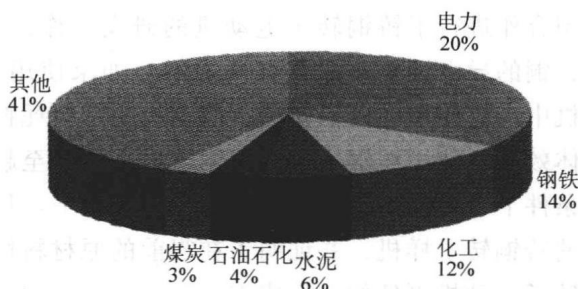


图 1-3 2005 年主要工业行业耗电量占工业总用电量的比例（来源于国家统计局）

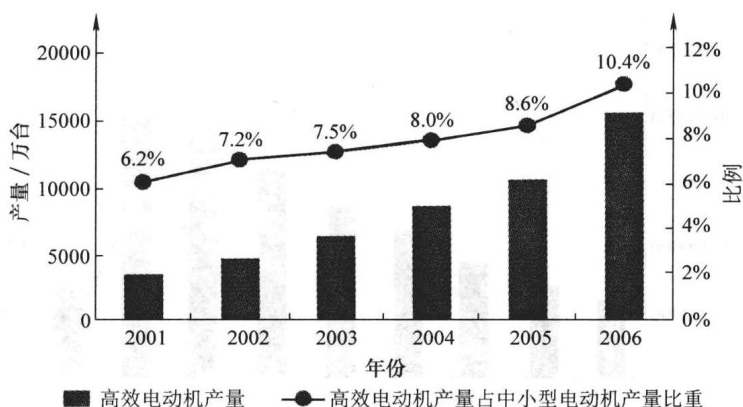


图 1-4 2001 ~ 2006 年高效电动机产量及在中小型电动机中的占比（来源于 ICA 调研）

要实现从普通电动机到超高效率电动机的效率提高，除了采取增加硅钢片和铜线的用量及缩小风扇尺寸等措施外，还必须在新材料的应用、电动机制造工艺以及优化设计等方面采取措施，以便控制成本和满足电动机结构尺寸的限制。

国内外很多企业在这些方面都开展了积极地研究，并取得了一些进展。比如英

国 Brook Hansen 公司和日本东芝公司都是通过硅钢材料的改进及电动机设计的优化，实现高效电动机的研发工作的。在我国，国际铜业协会、云南铜业、南阳防爆集团合作进行了铸铜转子电动机的研发工作，并已经取得了积极的进展。众所周知，铜的导电性要比铝高 40% 左右。如果使用铸铜转子替代目前笼型三相异步电动机中广泛使用的铸铝转子，电动机的总损耗将可以显著下降，从而提高电动机的整体效率。使用铸铜转子可以制造出高效甚至超高效的电动机，在同样的电动机尺寸条件下，可以达到更高的电动机能效水平。目前已经试制出了达到并超过能效标准的铸铜转子样机，并证明了在当前的原材料情况下，铸铜转子样机具有比传统铸铝转子电动机更低的材料成本。



图 1-5 2006 年高效电动机出口与国内销售占比（来源于 ICA 调研）

3. 我国高效电动机的市场现状

(1) 目前推广应用高效电动机的有利市场环境

1) 我国在“十一五节能中长期专项规划”中明确了中小型电动机的发展目标，即设计效率由 2002 年的 87% 提升到 90% ~ 92% 的水平。

2) 2006 年国家开始实施十大重点节能工程，其中“电动机系统节能工程”明确了电动机系统节能的总体目标：以提高电动机及其系统运行效率为中心，降低电

耗,在我国“十一五”期间,使电动机系统的运行效率提高2个百分点,形成年节电200亿kW·h的目标,并建立健全完善的电动机系统节能配套政策和标准体系,形成有利于电动机系统能效向高效化发展的长效机制和产业基础。

3) 完善了电动机能效标准与标识制度。在修订GB 18613—2002的基础上,我国颁布了《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613—2006)。该标准规定了3个能效等级:1级和2级是节能等级。同时标准规定,自标准实施之日起4年后,2级指标,即目前的高效指标,将作为强制性最低能效指标。2008年6月1日起,我国实施了《中小型三相异步电动机能源效率标识实施规则》,这是第一个工业产品能效标识,也成为了高效电动机的生产、认证的强制规范,对推动高效电动机的应用起到了很好的作用。

4) 中小型电动机行业内部出现了整合,许多小型的生产企业被兼并、重组和关闭,生产厂商的集中将更有利于高效电动机的健康发展。另外,中小型电动机的利润空间日益缩小,通过生产高效电动机来提升利润率也将成为生产厂商的重要动力。目前,我国高效电动机呈加速增长的态势。潜在的生产厂商对市场前景看好,有30%的厂商表达了近期生产意愿(见图1-6)。

(2) 我国电动机系统节能工作步伐的加快

1) 国家出台优惠政策,落实电动机系统节能工程的总体目标;结合国家节能减排工作的要求,切实抓好落实电动机系统节能工程的总体目标;研究制定我国的财税优惠政策,鼓励电动机制造商生产和用户应用高效电动机。

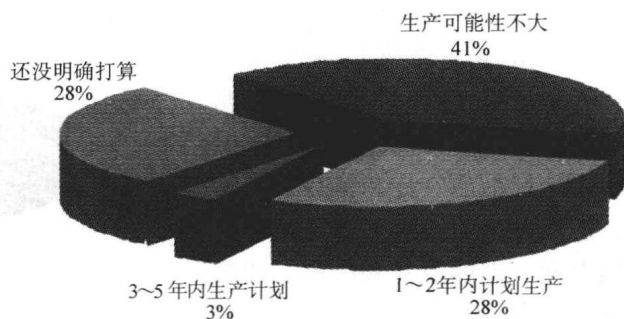


图 1-6 电动机厂商生产高效电动机的意愿 (来源于 ICA 调研)

2) 完善电动机及其系统的能效标准体制。强制性能效标准的制定与实施是促进电动机及其系统效率水平提高的最有效手段。进一步完善电动机系统能效标准体系的同时,还应关注全球标准一体化的问题,使我国的电动机及其系统能效标准的水平与世界同步。

3) 建立和实施“中国电动机挑战计划”。“中国电动机挑战计划”主要包括:协助电动机系统节能工程的实施,实现电动机系统节能,出台相应的政策法规,针对潜在用户开展信息传播及向潜在用户大力宣传决策,建立电动机系统节能示范项目,在设计、采购及企业电动机系统管理方面,通过改进系统方法达到改善企业效率、节约电能、提高生产力、减排温室气体的目的。