

NUTIEPENG YONGCI DIANJI

钕铁硼 永磁电机

孙昌志 李 革 耿连发 编著



辽宁科学技术出版社

ISBN 7-5381-2120-X



9 787538 121209 >

ISBN 7-5381-2120-X

TM.108 定价:15.00元

Nd

B

Fe

钕铁硼永磁电机

孙昌志 李 革 耿连发 编著

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目(CIP)数据

钕铁硼永磁电机/孙昌志等编著. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1996.12

ISBN 7-5381-2120-X

I. 钕… II. 孙… III. 永磁式电机 IV. TM351

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 16394 号

辽宁科学出版社出版、发行

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

沈阳市第一印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 12 字数: 222,000

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

责任编辑: 马旭东

版式设计: 李夏

封面设计: 庄庆芳

责任校对: 刘庶

印数: 1-2000

定价: 15.00 元

前 言

《经济法学》是经济管理、法律类专业的一门专业课。为了帮助广大学员全面、系统、深刻地理解和掌握这门课程内容，以满足学员参加各类标准化考试的需要，我们编写了这本《经济法学应试指南》。

本书是以《经济法学》(新编本)一书(北京大学出版社)为基本教材，根据《经济法学自学考试大纲》的内容编写的。本书主要适用于广大参加自学考试的学员，同时也可作为经济管理类各专业的大、中专学员学习《经济法学》必备的复习参考书。

本书重点在于帮助学员弄清基本概念，掌握基本理论、基本方法和基本技能。本书的标准化习题是按自学考试的题型设置的，这些习题覆盖了教材的全面内容。完成这些习题，不仅可以使学员全面系统地掌握本课程的全部内容，而且还可以帮助学员熟悉考试题型，提高理解、判断和综合分析的解题能力。

本书是财经类专业课应试指南丛书之一，该套丛书由辽宁省几所大专院校的教师联合编写，共包括八门财经类课程：《社会经济统计学原理应试指南》、《工业会计应试指南》、《政治经济学应试指南》、《宏观经济管理学应试指南》、《财政与金融应试指南》、《基础会计学应试指南》、《经济法学应试指南》、

《工业企业财务管理应试指南》。

本书由王国正、包愚勤、周凤鸣同志编著。第二、三、十、十四、十八、十九、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九章由王国正编写，第八、十二、十三、十六、十七、二十、二十二、二十三、二十四章由包愚勤编写，第一、四、五、六、七、九、十一、十五、二十一章由周凤鸣编写。由于水平所限和编写时间仓促，书中一定有一些缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编著者

1994年9月

目 录

第一部分 标准化习题

第一章	社会主义市场经济与经济立法	1
第二章	经济法的概念和地位	7
第三章	经济法律关系	11
第四章	公司法律制度	16
第五章	全民所有制工业企业法律制度	26
第六章	集体所有制企业法律制度	34
第七章	私营企业法律制度	38
第八章	外商投资企业法律制度	44
第九章	企业破产法律制度	51
第十章	反不正当竞争法律制度	62
第十一章	产品质量法律制度	67
第十二章	消费者权益保护法律制度	76
第十三章	证券法律制度	81
第十四章	票据法律制度	86
第十五章	房地产法律制度	94
第十六章	工业产权法律制度	100
第十七章	经济合同制度	110
第十八章	涉外经济合同制度	119
第十九章	技术合同制度	128
第二十章	计划和统计法律制度	139
第二十一章	固定资产投资法律制度	143

第二十二章	税收法律制度	150
第二十三章	银行法律制度	159
第二十四章	价格法律制度	163
第二十五章	会计和审计法律制度	168
第二十六章	计量和标准化法律制度	175
第二十七章	自然资源和能源法律制度	180
第二十八章	经济仲裁	186
第二十九章	经济司法	193

第二部分 标准化习题答案

第一章	社会主义市场经济与经济立法	198
第二章	经济法的概念和地位	204
第三章	经济法律关系	207
第四章	公司法律制度	210
第五章	全民所有制工业企业法律制度	220
第六章	集体所有制企业法律制度	229
第七章	私营企业法律制度	234
第八章	外商投资企业法律制度	239
第九章	企业破产法律制度	245
第十章	反不正当竞争法律制度	251
第十一章	产品质量法律制度	254
第十二章	消费者权益保护法律制度	264
第十三章	证券法律制度	268
第十四章	票据法律制度	272
第十五章	房地产法律制度	277

第十六章	工业产权法律制度	282
第十七章	经济合同制度	290
第十八章	涉外经济合同制度	299
第十九章	技术合同制度	303
第二十章	计划和统计法律制度	309
第二十一章	固定资产投资法律制度	312
第二十二章	税收法律制度	317
第二十三章	银行法律制度	322
第二十四章	价格法律制度	326
第二十五章	会计和审计法律制度	332
第二十六章	计量和标准化法律制度	334
第二十七章	自然资源和能源法律制度	336
第二十八章	经济仲裁	339
第二十九章	经济司法	343

第三部分 历年自考试题选编

1993 年上半年全国高等教育自学考试		
经济法概论试题	346	
1993 年上半年全国高等教育自学考试		
经济法概论试题答案	352	
1994 年上半年全国高等教育自学考试		
经济法概论试题	355	
1994 年上半年全国高等教育自学考试		
经济法概论试题答案	361	

第一章 绪 论

第一节 钕铁硼永磁电机发展概况

钕铁硼永磁材料是第三代稀土永磁材料，钕铁硼永磁电机是利用钕铁硼磁体产生磁场的永磁电机。利用永磁材料制造永磁电机，已有很久的历史，世界上第一台电机就是永磁电机。但是由于早期的永磁材料性能很低，永磁电机非常笨重，因而很快被电励磁电机所取代。永磁电机在问世后的长达一个世纪的时间里没有得到很大发展。到本世纪 30 年代，具有较高剩余磁感应强度 B_r 的铝镍钴和具有较高矫顽力 H_c 的铁氧体先后出现，永磁电机才有了生机，而且在微特电机领域里占有一定位置。但这两种永磁材料都存在着弱点（铝镍钴永磁材料的矫顽力很低，容易退磁；铁氧体永磁材料的剩余磁感应强度较低），因而在同等容量下永磁电机的体积还不能和电励磁电机的体积相比。

60 年代后期出现了稀土永磁，加之各种永磁材料性能的不断改善，开创了永磁电机飞快发展的新阶段。稀土永磁兼有铝镍钴和铁氧体两种永磁材料的优点， B_r 和 H_c 值都很高，具有很高的最大磁能积 $(BH)_{\max}$ ；而且退磁曲线基本上是一条直线，不怕去磁，稳定性好。

采用稀土永磁材料后，永磁电机体积减小，重量减轻；磁性能稳定，运行可靠；效率提高，运行性能得到改善。特别是

对一些有特殊技术要求(如超高速、超高灵敏度)的电机和在一些特殊环境下使用的电机(如防爆电机),永磁电机比电励磁电机有突出的优越性。

永磁电机发展的重大突破是在本世纪 80 年代初钕铁硼永磁问世以后。1983 年 6 月和 9 月,日本住友特殊金属株式会社和美国通用汽车公司先后独立研制成功了新型稀土永磁材料——钕铁硼永磁。当时它的实验室研制水平最大磁能积 $(BH)_{max}$ 达 248 kJ/m^3 (31 MGOe),成为继稀土钕钴永磁(SmCo_5 , 称 1:5 型稀土永磁和 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$, 称 2:17 型稀土永磁)之后的第三代稀土永磁。1984 年 3 月,我国一些研究单位也相继研制成功钕铁硼永磁。钕铁硼永磁非常适合在电机上应用,这是因为钕铁硼永磁的磁性能非常优越,目前磁能积最高的产品,批量生产可达 320 kJ/m^3 以上,是铁氧体永磁的 10 倍,是铝镍钴五类永磁的 8 倍,钕钴永磁的 1.5 倍。通俗地讲,一立方厘米的钕铁硼永磁体可吸起 5 公斤重的铁块。钕铁硼永磁的剩余磁感应强度 B_r 和矫顽力 H_c 均很高,批量生产的 $B_r = 1.02 \sim 1.25 \text{ T}$ ($10200 \sim 12500 \text{ Gs}$),最高可达 1.48 T ,约是铁氧体永磁的 3~4 倍,铝镍钴、钕钴永磁的 1~1.5 倍。批量生产的钕铁硼永磁矫顽力 $H_c = 760 \sim 920 \text{ kA/m}$ ($9500 \sim 11500 \text{ Oe}$),内禀矫顽力 $MH_c = 880 \sim 1680 \text{ kA/m}$,最高达 2240 kA/m ,相当铁氧体的 5~10 倍,铸造铝镍钴的 5~15 倍。钕铁硼永磁还具有线性退磁特性,其回复线和退磁曲线基本重合。钕铁硼兼有铁氧体、铝镍钴和稀土钕钴永磁的优点。内禀矫顽力高,内禀特性硬,抗去磁能力强。

钕铁硼永磁问世后,立刻引起国内外电机界的极大关

注,各种型式和各种用途的钕铁硼永磁电机相继研制成功,并在实际应用中显示了极大的优越性。理论研究和科研实践表明,钕铁硼永磁的出现电机领域中将会发生一场重大变革。

钕铁硼永磁电机的优点很多,一般可归纳四项:

1. 单位体积(或重量)额定输出功率高,或称为功率密度大。例如钕铁硼电机和铁氧体电机相比,在相同体积条件下,额定输出功率提高30%~50%。

2. 电机效率显著提高。与电励磁电机相比,永磁电机不需要电励磁,不需要励磁绕组和励磁电源,没有励磁损耗。与铁氧体等永磁电机相比,由于钕铁硼磁性能优异,电机的电损耗大大减少。钕铁硼电机无论是和电励磁电机还是和其它永磁电机相比,电机效率都可提高5%~10%,或者更多些。直流钕铁硼电机和交流钕铁硼电机都是如此。

3. 对于交流同步电机,制成钕铁硼永磁同步电机,不再需要励磁绕组和励磁电源,取消了集电环和电刷,结构简单,维护方便,运行可靠。

4. 对于交流感应电动机,改制钕铁硼永磁同步电动机,其功率因数可接近于1,力能指标(功率因数与效率乘积)大大提高,而结构仍然简单,也不需要电刷和集电环,维护方便,运行可靠。

3和4两项优点虽然在其它永磁电机也具有,但在实际应用上,其它永磁电机是很难做到的。或者因为永磁材料的磁性能低(如铁氧体永磁),性能达不到要求;或者因为永磁材料价格昂贵(如稀土钕钴永磁),经济性能满足不了应用的

要求。

钕铁硼永磁电机的发展和其它永磁电机一样,首先是在微特电机领域中广泛应用。国外各工业发达国家,特别是日、美、德、英等国,投入了大量资金竞相开发,进展极为迅速,不少产品已投入大规模工业化生产,例如美国1987年生产各类小型钕铁硼电机产值达23.5亿元。广泛应用于计算机外围设备、音响、录相机、钟表、照相机、打印打字机、传真机、磁盘机以及仪器仪表等领域。

从电机种类来看,音圈电机、小型步进电动机、交直流伺服电动机发展最迅速。

音圈电机(Voice Coil Motor)是一种直线电机,为精密定位控制中执行元件,其结构形式和工作原理和扬声器中音圈相似,用于磁盘机、激光唱机、激光录相机中,用以驱动和控制录放头作寻找地址用。音圈电机最早是采用铁氧体永磁,后来用铝镍钴和钐钴永磁,目前已逐步为钕铁硼永磁所取代。由于钕铁硼磁体的磁能积高,可提高气隙磁密,减少电机线圈的匝数,使控制电机上升时间加快,大大缩短了寻址时间。又由于电机轻巧,磁盘可微型化,高密度化。例如铁氧体电机配用14"盘,铝镍钴电机配用8"盘,稀土钐钴永磁电机配用5"盘,钕铁硼永磁电机配用3.5"~2.5"盘,磁盘尺寸大大减小,使磁盘技术跃上一个新的台阶。

音圈电机产量最大的国家是美国和日本。1990年美国驱动器的产量约750万台,1993年产量增至三倍。1988年日本音圈电机的产量为546万台,其中住友株式会社年产量即达240万台。

小型步进电机产量也是日本和美国居于前列。日本精工·艾普生公司（SEC）用粘结钕铁硼取代原来的 2:17 钕钴永磁开发小型步进电机，输出功率提高，重量减轻 40%。年产量达 2500 万台，已形成 $\phi 5 \sim \phi 55$ 十六种规格的系列产品。日本松下电器公司生产的小型步进电机，主要用于办公自动化，年产量达 360 万台。

伺服电机可分为直流伺服和交流伺服电机两大类。直流伺服电机有良好调速特性、机械特性和控制特性，多年来一直广泛应用。但由于直流伺服电机有电刷和换向器，给维护带来不便。近年来交流伺服电机特性不断改善，已有替代直流伺服电机趋势。然而日本安川电机公司开发钕铁硼永磁直流伺服电机，性能大为改善，给直流伺服电机带来转机，他们称之为新型直流伺服电机。以低惯量 QM 系列为例，钕铁硼电机比原来钕钴电机外径缩小 50%，价格下降 30% ~ 50%。

交流伺服电机也可分为两大类，一类称为无刷直流电机，另一类是三相永磁同步电动机。钕铁硼交流伺服电机的研制和应用，在日本、美国和欧洲都有很快进展，但开发的产品功率都较小。

钕铁硼永磁电机在汽车上应用也是一个引人注目的领域。汽车的发展离不开汽车电机，离开电机的汽车就谈不上先进和豪华。随着汽车档次的提高，汽车中电机的数量猛增，一台豪华轿车需要 40~50 台电机。例如起动电机、冷却风扇电动机、点火装置电动机、玻璃刷洗电动机、冲洗泵电动机、遮阳光机构电动机、磁带传动电动机、防模糊机构用电动

机、燃料泵用电动机、座椅作用器电动机等。汽车中电机越多,越迫切要求电机体积小、重量轻、出力大、效率高,钕铁硼永磁电机正好满足了这种需要。美国 GM 公司 1986 年便开始用快淬钕铁硼 MQ 粉粘结磁体,生产汽车起动电机,电机体积和重量均比原电机减少二分之一。意大利的菲亚特汽车公司研制的六极钕铁硼永磁电机已在汽车上应用。

国外钕铁硼永磁电机在大功率产品应用方面报道较少。

我国是研制应用钕铁硼电机较早的国家,早在 1984 年沈阳工业大学就成功地将钕铁硼用于电机,研制了 220W 钕铁硼永磁直流伺服电机,随后又研制成功了 3kW 钕铁硼永磁同步电动机(与 Y 系列电动机同机座号同功率),具有高效率、高功率因数、节省电能等优点,电机效率为 86.23%,功率因数为 0.93,其力能指标远高于同容量三相感应电动机。

TY 系列三相稀土钕铁硼永磁同步电动机是国家“八五”期间重点开发推广的高效节能产品,由上海电器科学研究所研制,中心高 H 为 80~160mm,共 14 个规格,与 Y 系列三相异步电动机相比,电机效率提高 5%~8%,功率因数提高 10%~15%、力能指标提高 15%~25%,额定电流约降低 20%~25%,体积约缩小 20%,其制造成本提高 150%~180%,由于该系列电机高效节能,超出的价格可从电费的节省中在 1~2 年内得到补偿。

在中型钕铁硼永磁电机研制方面,北京重型电机厂大胆开拓,研制的 TYC250-14/1180 钕铁硼永磁同步电动机,功率 250kW,电压 6kV,额定电流 25.65 A,转速 428r/min,堵转转矩倍数 >1.2 ,牵入转矩倍数 ≥ 0.8 ,效率 93.5%,功率因数

0.95~1.0(超前),是性能非常优异的同步电动机。

在钕铁硼永磁直流电动机研制方面,包头市永磁电机研究所和包头市电机厂做了大量工作,ZYN全系列中小型钕铁硼永磁直流电动机,中心高 H 为90~355mm,共12个机座号,额定功率为0.55~450kW,共31个等级,额定电压为160V和440V两种,额定转速7种,总共156个规格。其性能不仅高于我国Z4系列直流电动机,而且也高于德国AEG公司四个系列直流电动机。

在微电机领域里,钕铁硼电机也有较大进展。上海钟表元件厂和上海手表厂合作,于1990年开发电子手表用钕铁硼永磁步进电机,力矩增大,性能改善,为电子手表微型化和薄型化创造条件,替代原来钕钴永磁,克服转子加工困难成品率低的弊病,成品率由原来30%~40%提高到80%。若年产100万只手表,可降低成本30万元。

在汽车电机方面,进展较快的是钕铁硼永磁汽车起动机,清华大学、中科院电工所、长沙汽车电器厂、北京曙光电机厂、西北工业大学等单位都研制出性能很好的产品。

在钕铁硼永磁电机发展中,纺织专用的钕铁硼永磁同步电动机在应用上收到了很好的效果。闽东电机厂、沈阳五三工厂等工厂生产的0.8kW,六极三相钕铁硼永磁同步电动机,效率大于90%,功率因数大于0.93,与相应的Y90S-6,0.75kW三相异步电动机相比,效率提高17.5%,功率因数提高0.23,力能指标提高33%。

在高科技领域的海洋机器人中,沈阳工业大学和中科院沈阳自动化研究所研制的水下钕铁硼系列电机,在电机体积

不变的条件下,将电机的额定输出功率提高 50% 以上,用于中型海洋机器人推进器中,使机器人的航速提高了 65%,跃居世界领先地位。

我国开发钕铁硼永磁电机具有得天独厚的条件,我国稀土资源十分丰富,其储量占世界 80%,原料级产品年产近 3 万吨,占世界的 70%。我国研制的钕铁硼永磁批量样品的磁能积在 390 kJ/m^3 以上,最高达到 415.512 kJ/m^3 。

永磁材料的迅速发展和钕铁硼永磁的诞生将永磁电机推到了一个迅猛发展的新阶段。钕铁硼永磁电机将迅速占据着其它永磁电机应用领域,并不断开辟新的应用领地。电机中最早出现的但很快就被电励磁电机取代了的永磁电机,又可能重新占据电机领域的统治地位。相信在不久的将来,钕铁硼永磁电机能担负起这个重要使命。

第二节 钕铁硼永磁电机发展前景

钕铁硼永磁电机是采用第三代稀土永磁钕铁硼励磁的电机。由于钕铁硼的优异磁性能,给钕铁硼永磁电机带来十分可贵的优点,使它在许多领域应用中显示了极大的优越性。

钕铁硼永磁电机的应用领域可概括为两大方面:一是占据原来永磁电机应用的领域;二是开辟新的领域,替代或部分替代电励磁电机。

原有永磁电机应用范围是十分广泛的,现以永磁材料的类型将永磁电机分为三类,将钕铁硼永磁电机分别和它们作