



学科发展战略研究报告

(2006年~2010年)

电气科学与工程

国家自然科学基金委员会
工程与材料科学部



科学出版社

www.sciencep.com

学科发展战略研究报告

电气科学与工程

国家自然科学基金委员会工程与材料科学部

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是学科发展战略研究报告丛书之一。依据电气科学与工程学科自身的特点,站在国家利益与学科整体的高度,论述了电气科学与工程学科在国民经济和科学研究中的地位 and 作用、学科及各分学科的内涵、结构体系、与相关学科的交叉关系、国内外研究现状和发展趋势。本着战略性、前瞻性及国家需求等原则,论证和遴选出本学科今后五年或更长时间内基础研究的发展目标、发展方向和优先资助领域。

本书可供从事电气科学与工程学科及相关学科的科技领导干部、科技研究人员、科技工作者、科技管理人员、大专院校师生参考,也可有关决策部门、科研院校和社会公众提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气科学与工程/国家自然科学基金委员会工程与材料科学部. —北京:科学出版社, 2006

(学科发展战略研究报告)

ISBN 7-03-017887-4

I. 电… II. 国… III. 电气工程-发展战略-研究报告-中国 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 099459 号

责任编辑:余 丁 田士勇/责任校对:陈玉凤

责任印制:安春生/封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 9 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2006 年 9 月第一次印刷 印张: 12 1/4

印数: 1—3 000 字数: 223 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

国家自然科学基金委员会工程与材料科学部 学科发展战略研究报告组织委员会

主 任：周孝信

副主任：黎 明 高瑞平

委 员：车成卫 陈克新 苗鸿雁 马 劲 朱旺喜
雷源忠 王国彪 刘 涛 纪 军 黄斐梨
茹继平 李大鹏 李万红 张亚南 王之中

编 辑：田士勇

电气科学与工程学科发展战略研究 报告评审组

组 长 周孝信

成 员 (按照姓名汉语拼音排序):

关志成	韩祯祥	孔刚玉	李朗如	梁曦东
刘尚合	马伟明	穆 钢	蒲以康	邱爱慈
孙才新	谈克雄	唐跃进	王正元	夏道止
严 璋	杨津基	赵争鸣	郑健超	

电气科学与工程学科发展战略研究组

组 长 李 劲

副组长 黄斐梨

成 员 (按照姓名汉语拼音排序):

程时杰	崔 翔	孔刚玉	雷清泉	梁曦东
廖瑞金	林良真	刘尚合	马伟明	钱宝良
钱照明	邱爱慈	宋 涛	孙才新	谈克雄
王凤翔	王赞基	夏道止	赵争鸣	周孝信

电气科学与工程学科发展战略研究 报告编写组

(按照姓名汉语拼音排序)

前言：黄斐梨

总论：李劲

第一章 (电磁场部分)：崔翔 蒋全兴 雷银照 李传胪
李红斌 马西奎 钱照明 苏东林
杨仕友

第一章 (电路部分)：王赞基 何怡刚 鲁凯生

第二章：王凤翔 贺益康 张波

第三章：程时杰 曹一家 程浩忠 董新洲
段献忠 李兴源 孙元章 王锡凡
张伯明

第四章：钱照明 陈坚 何湘宁 阮新波
徐殿国

第五章：廖瑞金 何金良 李剑 刘卫东
司马文霞 周远翔

第六章：雷清泉 党智敏 屠德民 周远翔

第七章：李劲 何俊佳 李成榕 荣命哲

第八章：钱宝良 何俊佳 严萍

第九章：林良真 王秋良 肖立业

第十章：宋涛 包家立 董秀珍 高上凯
何为 霍小林 雷清泉 刘国强

序

未来十五年是我国科技事业发展的重要战略机遇期。胡锦涛同志在全国科学技术大会上指出,我们必须围绕建设创新型国家的奋斗目标,进一步深化科技改革,大力推进科技进步和创新,大力提高自主创新能力,推动我国经济社会发展切实转入科学发展的轨道。

把科技创新作为国家战略,走创新型发展道路,就是要实现经济增长方式从要素驱动型向创新驱动型的根本转变,使得科技创新成为我国经济社会发展的内在动力和全社会的普遍行为,最终依靠制度创新和科技创新实现经济社会持续协调发展。当代科学技术的发展趋势、世界主要发达国家的战略选择以及我国的基本国情,决定了我国不可能选择资源型发展模式或技术依附型的发展模式,必须提高自主创新能力,走建设创新型国家的发展道路。提高自主创新能力,最关键的还是原始创新,而加强基础研究是提高自主创新能力的重要措施之一。“十一五”期间,国家自然科学基金应结合国家发展的战略目标和社会发展与经济进步的重大需求,准确把握国家自然科学基金“支持基础研究,坚持自由探索,发挥导向作用”的战略定位,完善和发展中国特色科学基金制,着力营造有利于源头创新的良好环境,推动学科均衡、协调和可持续发展,培养和造就一批具有国际影响力的杰出科学家和进入国际科学前沿的创新团队,提升基础研究整体水平和国际竞争力,力争在若干主要领域取得突破,为繁荣科学事业、增强自主创新能力、建设创新型国家做出应有的贡献。

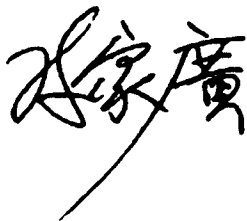
学科是科学基金资助和管理的基本单元。根据国家中长期科学和技术发展规划,遵照学科发展的自身规律和基础研究的特点,认真分析和研究学科发展的国际前沿、动态和趋势,总结国内研究状况和未来的发展需求,把握本学科发展在我国科技、经济、社会发展中的地位 and 作用;从学科发展全局出发,制定学科发展战略规划,明确目标,遴选优先领域和重点研究方向,并对应采取的重大步骤和措施提出建议,是一件十分有意义的工作。制定学科发展战略规划,不仅可以明确科学基金的定位和发挥科学基金的导向作用,而且对实现科学基金资源的优化配置,提高科学基金的资助效益具有十分重要的作用。

学科发展战略研究首先必须体现前瞻性、前沿性和战略性。学科发展战略报告的撰写应把握科学基金的职责和定位,结合国家科技发展战略目标和遵循科学发展规律,瞄准国际前沿。任何一门学科都有其自身的发展规律和特点。因此,在制定学科发展战略的过程中要处理好全局与局部的关系,既要注意发展战略涵

盖的范围,又要做到重点突出,坚持有所为、有所不为,同时也应考虑学科的发展状况以及与世界先进水平之间的差距,遴选适合我国国情的学科发展优先领域和重点研究方向。其次,学科发展战略研究还应体现科学基金的基础性。加强基础研究是提升国家创新能力、积累智力资本的重要途径,是跻身世界科技强国的必要条件。材料科学和工程科学是从工程实践和应用的基础上发展起来的技术基础学科,既有系统的理论体系和自身的客观规律,又有很强的交叉性、集成性和应用性。因此,工程科学与材料科学的学科发展战略研究,不仅要体现科学基金的基础性,还应结合社会进步与经济发展的重大需求,体现国家发展的战略目标。另外,学科发展战略研究还要体现科学基金的导向作用。科学基金的导向作用不仅仅体现在基础研究的资助方向上,而且还应体现在营造良好的源头创新氛围、提倡严谨求实的学风和增强自主创新的信念上。在基础研究工作中,要耐得住寂寞,要敢于做难事,敢于做前人没有做过的事,敢于做外国人没有做过的事,切实提高我国的源头创新和自主创新能力。

工程与材料科学部各学科处组织相关领域的专家在研讨的基础上制定了本学科发展战略规划,为“十一五”期间学科的科学基金资助工作打下良好的基础。在学科发展战略规划的制定过程中,专家们站在国家利益和学科发展的高度,认真调研、客观分析、积极建议,体现出了高度的责任感和使命感。科学出版社对工程与材料科学部的学科发展战略研究报告的出版给予了积极支持,并对其撰写和定稿提出了宝贵意见。在此表示衷心感谢。

国家自然科学基金委员会副主任



中国工程院院士

2006年1月17日

前 言

电是人类文明的基础物质条件之一。早在公元前七八世纪,人们就用文字记载了自然界的闪电现象和天然磁石的磁现象。近代一系列对电磁物理规律的探索 and 发现、19 世纪建立的麦克斯韦电磁场方程,奠定了人类利用电、磁能量与信息的理论基础,引发了第二次产业革命,促进了电气化的实现。以电磁理论和电气化为其重要基础的信息科学和技术的兴起接踵而至,在 20 世纪末又把人类带入信息时代。在世纪之交的回顾中,“电气化”被美国工程院评为 20 世纪 20 项最伟大的工程技术成就之首,并列于中国工程院评选的 20 世纪我国 25 项重大工程技术成就之六。人类利用电、磁能量和信息的实践反过来推动了电气科学与工程学科的发展,使之不断拓宽和深化,到今天,它已成为一个含有众多分支学科,扎根于数学、物理学、化学等基础学科之中,交融于材料、信息和生命等领域的的一个学科。

科学与技术 在 21 世纪迅猛发展,并深刻地改变着世界的经济与社会面貌。历经近 30 年的改革开放,我国已成为发展中的经济大国,并正向经济强国迈进。实践证明,经济社会发展的需求已经成为现代基础研究的主要推动力。提高自主创新能力、建设创新型国家是我国面向未来的重大战略抉择。电气科学与工程学科与国民经济中具有特别重要战略地位的能源领域息息相关。为了解决能源与环境问题,全世界范围内能源科学和技术的研究再次升温。持续快速增长的能源需求和能源清洁高效利用的问题更是对我国能源科技的重大挑战。“优先发展能源技术、解决制约经济社会发展的重大瓶颈问题”已被列为我国中长期科技发展规划的战略重点之一。上述世界趋势和国家紧迫需求向我国电气科学与工程科技领域的管理者和研究者提出了一系列挑战。今后五年及更长时期,我们应如何立足国情、应对挑战,为实现节能、降耗、提高能源利用效率、能源结构多元化及优化配置、先进安全可靠电力输配等国家目标提供科技支撑?如何顺应世界科学技术的发展规律,不断深化我国在电能及电磁场与物质相互作用等学科交叉领域的前沿开展研究、增强创新能力?如何在原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新三个层面上,结合学科特点鼓励和支持科学技术中的基础性和前瞻性研究,培养勇于创新、善于创新和富于创新成果的团队,为建设创新型国家做出贡献?为了回答这些问题,依照国家自然科学基金委员会工程与材料科学部的部署,我们开展了“十一五”学科发展战略研究,组织有关专家、学者编写了本书。

本书的形成历时两年,四次征求意见,五易其稿。2003 年末对基金申请代

码进行了修订和增补。2004年夏、秋举办了五次电气科学与工程学科分领域基金项目交流与发展战略系列研讨会,参加者达300余人。2004年底征集到70余份发展战略研究素材和50余份“十一五”优先资助领域建议书。编写组提出的研究报告初稿在2005年3月举行的电气科学与工程领域学科发展战略研讨会上征求意见。2005年10月完成的第二稿发给海内外专家、学者广泛征求意见并再次修改。2006年1月完成的第三稿经过修改和整体协调,2006年2月形成了第四稿。2006年3月召开了专家评审会,评审组对报告给予充分的肯定。编写组在会后根据审议意见对报告又作了修改和补充,形成供出版的第五稿。本书是我国电气科学与工程学科一百多名老、中、青专家学者集体智慧和辛勤劳动的结晶,反映了他们对我国电气科学与工程学科未来若干年发展方向的见解和观点。

电气科学与工程学科的发展历史长、领域宽、涉及的交叉学科和新生长点多,与快速变化的经济和社会发展相关性特别强,要写一篇好的研究报告实属不易。在编写中,我们注意了本学科和科学全局、前瞻性和时效性、科学前沿和中国国情之间的关系和统一;重视与其他学科的交叉。我们试图做到:突出学科的基础性而不止于应用层面;突出发展的战略方向而不拘泥于具体细节;力求叙述严谨、分析客观、用词规范、言简意赅。人类的追求和科学技术的发展永无止境,一份字数有限的著作绝不可能包括全部内容,更难断言和准确预言。本书只是学科发展战略研究的现阶段小结,代表的也主要是参编群体的认识,今后必然随着时间的推移和人们认识的深化而不断修订和更新。重要的是,现代基础研究要结合国家目标、尊重科学规律、激励创新,这种属性不会限制任何有价值的自由探索。我们希望本书能在今后的学科发展方向上给读者一些启迪,引发更多的创新思考和新观点;能在结合国家重大需求方面引导读者开展更有效的基础研究,为他们今后的科研实践提供一些思路,创造更多的机遇。但由于参与编写的人员众多,各人的学术背景不同会带来认识的差异或者偏向,加上我们的水平、查阅与收集的资料和时间都很有限,遗漏和不当之处在所难免,诚请读者指正。

本书第一章(分为两部分)到第十章的编写成员依次为:崔翔、王赞基、王凤翔、程时杰、钱照明、廖瑞金、雷清泉、李劲、钱宝良、林良真、宋涛。李劲和黄斐梨分别撰写了总论和前言。夏道止进行了最后的统稿工作。

在此谨向所有参与该书的研讨、编写和评审的专家与学者表示诚挚的感谢。感谢华中科技大学和清华大学为研究报告的研讨和评审会提供的大力支持。

编者

2006年5月

感谢以下为本书的撰写提供了背景素材的人员：

曹志彤	陈皓勇	成永红	程浩忠	程志光	戴先中
杜 林	胡建林	胡 琴	胡育文	黄立培	贾申利
康 勇	康重庆	李盛涛	李兴文	李彦明	廖 勇
林福昌	刘辅宜	刘克富	鲁勇军	马腾才	马衍伟
蒲以康	钱清泉	孙凤举	汤俊萍	唐跃进	王宏华
王家素	王金星	王立国	王少荣	王祥珩	王晓茹
王新新	王 旭	王有元	王正元	邬伟扬	肖登明
谢德馨	谢小荣	徐静平	许建平	许正平	严陆光
杨丽君	杨奇逊	杨乾声	尹 毅	余岳辉	张 波
张冠军	张粒子	张林昌	张乔根	张适昌	张冶文
张志劲	周 淦	朱洪波	朱守真		

感谢以下对本书的编写提过建议的人员：

陈德树	程 明	丁立健	冯允平	韩 力	贺 斌
贺仁睦	江秀臣	江 毅	李耀华	李永丽	梁荣庆
刘进军	刘锡三	刘奕路	马乃祥	梅生伟	潘文霞
彭方正	邱毓昌	施 卫	王德真	王化祥	王 江
徐隆亚	严 璋	杨洪耕	于继来	余贻鑫	詹如娟
周文俊	邹积岩	邹继斌			

目 录

序

前言

总论	1
第一章 电磁场与电网络	11
1.1 电磁场	11
1.1.1 研究范围和任务	11
1.1.2 国外研究现状	12
1.1.3 国内研究现状	17
1.1.4 今后发展目标和重点研究领域	18
1.2 电网络	21
1.2.1 研究范围和任务	21
1.2.2 国外研究现状	22
1.2.3 国内研究现状	23
1.2.4 今后发展目标、重点研究领域和交叉领域	23
第二章 电机系统及其控制	28
2.1 研究范围与任务	28
2.2 国内外研究现状、发展趋势与差距	29
2.2.1 大容量、超高速和超低速电机设计理论基础	29
2.2.2 基于智能材料的能量转换装置新理论与新技术	30
2.2.3 新型交流调速电机系统	31
2.2.4 多功能集成电机系统	32
2.2.5 电机系统控制的新理论和新技术	34
2.3 今后发展目标、重点研究领域和交叉领域	35
2.3.1 大型电机的设计运行理论和关键技术	35
2.3.2 极端条件下电机系统的关键技术	35
2.3.3 基于新型功能材料的执行器与能量转换系统	36
2.3.4 可再生能源能量转换中的关键技术	37
2.3.5 非线性复杂电能转换系统的控制理论与方法	37
2.3.6 电机的节能与智能控制技术	38
2.3.7 新型机电一体化能量转换装置与系统	38

第三章 电力系统及其自动化	42
3.1 研究范围和任务	42
3.2 国内外研究进展和发展趋势	43
3.2.1 电力系统规划	43
3.2.2 电力系统仿真计算	44
3.2.3 电力系统运行与控制	45
3.2.4 电力系统继电保护	46
3.2.5 新型输配电技术与分布式发电	47
3.2.6 电力市场	49
3.2.7 电力信息化与调度自动化	50
3.2.8 电力系统节能与储能	51
3.3 今后发展目标、重点研究领域和交叉领域	52
第四章 电力电子	56
4.1 电力电子研究范围和任务	56
4.2 国内外研究进展和学科发展趋势	57
4.2.1 电力电子器件及功率集成电路	57
4.2.2 电力电子变流技术	60
4.2.3 电力电子控制技术	61
4.2.4 电力电子建模与仿真	62
4.2.5 电力电子应用技术	64
4.2.6 电力电子系统集成	65
4.3 今后发展目标和重点研究领域	66
4.3.1 电力电子系统的可靠性研究	67
4.3.2 波形重组优化理论及方法的研究	68
4.3.3 电力电子的优化设计理论与方法研究	68
4.3.4 电力电子系统集成理论与方法研究	68
第五章 高电压与绝缘	72
5.1 研究范围和任务	72
5.2 国内外研究进展和发展趋势	73
5.2.1 放电及绝缘击穿	73
5.2.2 绝缘老化与诊断	80
5.2.3 雷电及其防护	83
5.2.4 电磁暂态特征及分析技术	85
5.2.5 高电压测试技术	85
5.2.6 高电压设备	86

5.3 今后的发展目标、重点领域和交叉领域	88
第六章 工程电介质	94
6.1 研究范围和任务	94
6.2 国内外研究进展及发展趋势	94
6.2.1 电介质中的电荷输运	94
6.2.2 电介质的极化与松弛	95
6.2.3 电介质的击穿与老化	96
6.2.4 电介质中的空间电荷	98
6.2.5 电介质的结构设计 with 改性	99
6.2.6 电介质的表征及测试	102
6.3 国内研究现状及差距	102
6.4 今后发展目标、重点研究领域及交叉领域	103
6.4.1 今后发展目标	103
6.4.2 重点研究领域及交叉领域	105
第七章 气体放电与等离子体技术	110
7.1 研究范围和任务	110
7.2 国内外研究现状和发展趋势	111
7.2.1 放电发生、发展的基本理论	111
7.2.2 脉冲放电	113
7.2.3 特种放电技术	114
7.2.4 放电等离子体与物质相互作用	117
7.2.5 放电等离子体应用技术	118
7.3 今后发展的目标、重点领域和交叉领域	120
7.3.1 发展目标	120
7.3.2 重点资助领域	121
7.3.3 重点支持的交叉领域	121
第八章 脉冲功率技术	125
8.1 研究范围和任务	125
8.2 国外研究现状与发展趋势	126
8.2.1 脉冲功率系统	126
8.2.2 脉冲功率器件关键技术	129
8.3 国内研究现状与差距	135
8.3.1 储能与脉冲压缩技术	135
8.3.2 开关技术	135
8.3.3 高功率粒子束技术	136

8.3.4 快 Z 箍缩技术	137
8.3.5 新方法、新技术与新工艺	137
8.4 今后发展目标、重点研究方向和交叉研究方向	137
第九章 超导电工技术	142
9.1 研究范围与任务	142
9.2 国内外研究现状和发展趋势	143
9.2.1 实用超导材料	143
9.2.2 超导磁体技术	145
9.2.3 超导电力技术	148
9.2.4 超导磁悬浮与磁屏蔽	152
9.2.5 超导电磁测量	153
9.2.6 超导电工技术的相关技术	154
9.3 今后发展目标、研究方向与重点研究内容	155
9.3.1 发展目标	155
9.3.2 研究方向	155
9.3.3 重点资助研究内容	158
第十章 生物电磁技术	162
10.1 研究范围和任务	162
10.2 国外研究进展和发展趋势	163
10.2.1 生物电磁特性及应用	163
10.2.2 电磁场的生物学效应及其生物物理机制	164
10.2.3 生物电磁信息检测与利用	166
10.2.4 生物医学成像中的电工技术	168
10.2.5 生命科学仪器和医疗设备中的电工新技术	170
10.3 国内研究现状与差距	171
10.3.1 生物电磁特性及应用	171
10.3.2 电磁场的生物学效应及其生物物理机制	171
10.3.3 生物电磁信息检测与利用	172
10.3.4 生物医学成像中的电工技术	172
10.3.5 生命科学仪器和医疗设备中的电工新技术	173
10.4 今后发展目标、重点研究领域和交叉领域	173

总 论

1. 电气科学与工程学科的战略地位和特点

电是能量转换的枢纽和信息的载体。电是一种最便于传输、分配和控制，最易于实现与其他能量相互转换，最便于进行能量时空分布变换（时间分布：恒定、交变、脉冲；空间分布：集中、分散）的一种能量。因此，在现代人类生产、生活和科研活动中一刻也离不开电。许多情况是先将初始能量转换成电能，然后再转换成所需要的其他能量形式，电已经成为能量转换的枢纽。不仅如此，信息的处理和传输也要依靠电，计算机、通信网和无线电等无不以电作为信息的载体。现代高科技的发展也离不开电，从探索物质粒子的加速器，到探索宇宙天体的飞船和卫星，从研究可在人体血管内爬行的电机，到研究可作为未来能源技术的受控核聚变装置，都需要电气科学技术的支撑。现代社会生活、经济发展、国防安全等都需要电气化作支撑。电气化已被列为 20 世纪最伟大的工程技术成就。作为电气化科学基础的电气科学与工程学科，必将为 21 世纪经济社会的发展发挥重要作用。

21 世纪的头 20 年，是我国经济社会发展的重要战略机遇期，也是科学技术发展的重要战略机遇期。在《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中，已将能源列为重点领域中的第一大领域，在能源领域下列出的五个优先主题中，直接与电有关的主题就有三项。《国家中长期科学和技术规划纲要》部署的一批引领未来的前沿技术中，有多个前沿技术领域与电气科学技术有关，其中先进能源技术领域下列出的四项前沿技术都与电密切相关，新材料技术领域中的高温超导技术、高效能源材料和技术等，与电气科学技术的关系都非常密切。国家经济社会和科学技术发展的大好形势，为电气科学与工程学科的发展提供了极好的机遇。

电气科学与工程学科的发展，必须以社会对能量转换枢纽和信息载体的巨大需求为动力，抓住国家发展形势提供的极好机遇，充分运用学科自身的特点，加强原始创新、集成创新和引进消化吸收再创新。

历史悠久而活力日增是电气科学与工程学科的特点之一。人类最初由雷观察到电，我国商代甲骨文中已出现“雷”字，西周时代的青铜器中已出现“电”字，宋代《梦溪笔谈》中已有关于电和磁特性的记载。但是电气科学与工程学科体系形成的标志，是 19 世纪在欧洲科学家们大量实验研究基础上建立起来的麦克斯韦方程组。20 世纪电气科学技术的发展，将电和磁相互依存相互作用的规

律研究得非常深入,并将研究的关注点逐渐转向电磁与物质相互作用的新现象和新原理,衍生出不少新兴技术的发展。目前和今后相当长时期内,电磁与物质相互作用的新现象、新原理和新应用研究将有更大的扩展和深化,电气科学与工程学科的活力正与日俱增。

交叉面广、渗透性强是电气科学与工程学科的又一大特点。在近百年的发展过程中,从电气学科萌生、分化及交叉产生出不少新兴学科,如电子、信息、计算机、激光、自动控制等。电磁与物质相互作用涉及物质的多种特性,从而涉及多种相关学科,使电气学科的发展必然伴随着很强的交叉性和渗透性。其交叉面涉及数学、物理学、化学、生命科学、环境科学、材料科学以及工程类科学中的相关学科等。从这一特点出发,电气科学的发展应采取开放和开拓的态势,大力培植新的生长点。进入 21 世纪,新科技革命迅猛发展,方兴未艾的信息科学和技术、迅猛发展的生命科学和生物技术、重新升温的能源科学和技术、接踵而至的纳米科学和技术,都与电气科学与工程学科有着密切的交叉渗透关系,是电气学科开放开拓、培植创新生长点的重要对象。

研究对象涉及的时空跨度大是本学科的另一特点。空间上,从微观、介观到宏观,从研究电子在电磁场中的运动到数百万平方公里范围内的超大规模电力系统;时间上,从研究皮秒、纳秒级的快脉冲功率技术到长时间稳定运行的交直流系统。不同时空尺度下的电磁现象及其与物质相互作用产生的现象呈现出多样性和复杂性,为本学科的发展提供了很大的创新空间。

2. 学科内涵和发展动力

电气科学与工程学科包含电(磁)能科学及电磁场与物质相互作用的科学两大领域,它们互相依存互相渗透并且有着共性的基础。电能科学领域主要包括:电能转换(电能与其他能量相互转换)与储存、电力系统及其自动化、电力电子技术、脉冲功率技术。电磁场与物质相互作用科学领域主要包括:工程电介质、高电压与绝缘技术、放电与等离子体、脉冲功率技术、超导电工技术、生物电磁技术、环境电工学、电磁兼容技术等。共性基础部分主要包括:电网络理论、电磁场理论、电磁测量技术。脉冲功率技术从电磁能量时空压缩变换的角度来看应该属于电能科学领域,但脉冲功率的产生目的和产生条件都取决于其与物质的相互作用,从而应属于电磁场与物质相互作用科学领域,故将其并列于两个领域中。图 1 表示电气科学与工程学科的内涵及其相互关系。

电能科学领域涉及的主要科学问题有:机械能、热能、声能、光能、化学能等其他能量直接或间接转化为电能或者电能转化为其他能量的原理、方法及其与信息控制组成的一体化系统的行为建模和仿真,电磁能量储存的新原理、新介质、新器件及其控制技术;大型电力系统及特种电力系统的建模与仿真,安全稳