



陈清泉 詹宜巨 著

21世纪的绿色交通工具

—— 电动车



清华大学出版社



暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪的绿色交通工具——电动车/陈清泉,詹宜巨著. —北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社,2000.3

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-81029-938-7

I. 21… II. ①陈… ②詹… III. 电动车-普及读物
IV. U482-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 27220 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 孙文凯

印刷者: 北京市清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开本: 850×1168 1/32 **印张:** 6.5 **字数:** 126 千字

版次: 2000 年 6 月第 1 版 2000 年 10 月第 3 次印刷

书号: ISBN 7-81029-938-7/G·139

印数: 10001~14000

定价: 15.00 元

《院士科普书系》编委会

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (按姓氏笔划排序)

王佛松 王 越 王 夔 方智远 卢永根

母国光 旭日干 刘大响 刘元方 刘鸿亮

关 桥 汤钊猷 许根俊 孙鸿烈 李大东

李廷栋 李依依 杨 乐 吴有生 吴德馨

何凤生 何鸣元 汪旭光 汪品先 陆建勋

陈可冀 陈运泰 陈建生 陈厚群 范维唐

季国标 金怡濂 周千峙 周永茂 周 恒

郑健超 赵忠贤 胡仁宇 钟万勰 钟南山

洪德元 姚福生 秦伯益 顾诵芬 钱七虎

徐冠华 殷瑞钰 黄志镗 龚惠兴 梁栋材

编委会执行委员 郭传杰 葛能全 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 何仁甫(中国科学院学部联合办公室)

冯应章(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有六千余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

十五世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达十四个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了八十多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了五十年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用五十年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), written in a cursive style.

一九九九年十二月二十三日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题，普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物，于科技知识中融入人文教育，不是一件容易的事。不少院士反映：写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中，科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题，科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言，指出科普是科教兴国的基础工程，勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识”，充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视，对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程，成熟一批出版一批；另一方面随着科学技术的进步和创新，不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此，《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

本书前言

电动车的发展史比燃油汽车更长，世界上第一辆机动车就是电动车。后来，由于燃油汽车技术的迅速发展，而电动车在能源技术和行驶里程的研制上长期未能取得突破，从20世纪20年代初至60年代末，电动车的发展进入了一个沉寂期。进入70年代以来，由于中东石油危机的爆发以及人类对自然环境的日益关注，电动车才再度成为技术发展的热点。

近几十年来，主要工业化国家为电动车的开发投入了大量的人力和财力，电动车的各项相关技术也取得了重大的进展。尽管电动车在能源和行驶里程的研制方面，至今尚未取得突破性的进展，但是电动车的美好前景仍然激励着人们锲而不舍地开发新型电动车，改善其性能。

处于世纪之交的今天，能源和环境对人类的压力越来越大，要求尽快改善人类生存环境的呼声越来越高。为了适应这个发展趋势，世界各国的政府、学术界、工业界正在加大对电动车开发的投资力度，加快电动车的商品化步伐。虽然目前电动车在能源和行驶里程方面还未能尽如人意，但已足以满足人们的基本需要。从技术发展的角度来看，在走过了漫长而艰难的发展历程之后，电动车正面临着重大的技术突破，有望成为21世纪的重要交通工具。

在大都市中，电动车作为一种小型、中速和短途的日常

交通工具,是十分理想的。电动车的开发关系到能源、环保、交通和高科技的发展以及新兴工业的兴起,它将推动整个国民经济的发展,成为新的经济增长点。电动车将使能源的利用多元化和高效化,达到能量的可靠、均衡和无污染地利用。从环保的角度来看,电动车是无排放交通工具,即使计及发电厂所增加的排气,从总量上来看,它也将使空气污染大为减少。此外,电动车比传统的燃料汽车更易实现精确的控制,智能交通系统则有可能率先通过电动车来实现,从而提高道路利用率和交通安全性。

电动车领域是一门牵涉面甚广,发展快速的高科技学科。本书系统地介绍了电动车的发展概貌,不仅回顾了电动车的发展历程,还较系统地介绍了电动车的主要子系统、关键部件及应用技术。

本书以电动车为核心,深入浅出地介绍了现代电动车的力学和电磁学的基础,分析了现代电动车的能源系统、电机驱动系统、智能化的能量管理系统、充电系统、车载空调系统和变速系统,并讨论了电动车的基础设施建设以及未来智能化的交通系统的发展。根据各类子系统的不同特点,本书还介绍了若干典型的应用实例。

本书既考虑到内容的科学性、知识性、实用性和趣味性,又力求概念准确清晰、深入浅出,是作者多年来在电动车领域进行研究的经验和心得体会。

本书由香港大学陈清泉教授和广东省科学院詹宜巨教授合作编写。

在编写过程中,邹国棠副教授、蒋全副教授、江建中教授、梁风翔先生提供了许多帮助和建议。博士研究生程明、

千金云、姜淑忠、沈维祥、薛峰、程林阅读了全书,提出了许多宝贵意见,在此一并致谢。

近年来,各种显示高新技术的电动车层出不穷,日新月异。尽管作者欲将国际、国内电动车领域的最新发展呈现给读者,但由于电动车学科的飞速发展和本书有限的篇幅,难免会有疏漏之处,希望读者不吝指正。

谨将本书献给多年来帮助作者的各界朋友及广大读者。

陈清泉 詹宜巨

1999年1月

目 录

1 电动车——21 世纪的绿色交通工具	
1.1 发展与环保——21 世纪人类面临的挑战	1
1.2 什么是电动车	5
1.3 电动车发展史话	7
1.4 电动车的新生	13
1.5 电动车家族	19
1.6 电动车发展战略	32
2 现代电动车的理论基础——认识电动车	
2.1 电动车的基本结构与参数	40
2.2 电动车的性能评价	51
2.3 电动车的系统集成	55
3 电动车的血液——能源系统	
3.1 电动车的能源特点	65
3.2 现代蓄电池是否能为电动车提供 足够的能源	75
3.3 其他的新兴电动车能源系统	82
3.4 混合型电动车的发展	91
4 电动车的心脏——电机驱动系统	

4.1	电动机的发展简史	91
4.2	电动车对电机驱动系统的要求	95
4.3	用于电动车的各种驱动电动机	98
4.4	现代控制技术使电动车的驱动如虎添翼	111
4.5	电动车选择什么样的驱动电机最好	119
4.6	再生制动技术可以弥补蓄电池的不足	120
5	电动车的大脑——智能管理系统	
5.1	智能化的能量管理系统=聪明的电动车	123
5.2	蓄电池的智能监控系统	128
5.3	智能管理系统的实现	132
6	电动车的附件——辅助系统	
6.1	电动车的充电系统	137
6.2	节能的空调系统	145
6.3	动力方向控制系统	150
6.4	不可缺少的辅助电源	152
7	电动车的后勤保证——基础设施建设	
7.1	电动车的“加油站”	156
7.2	电动车充电的标准化	160
7.3	电动车的市场培育与售后服务	165
8	电动车与未来——智能化交通体系	
8.1	电动车的自动导向系统	171
8.2	道路交通的高度信息化	173

8.3	电子自动收费系统	175
8.4	突发事件的支援系统	177
9	结束语	178

1

电动车

—— 21 世纪的绿色交通工具

1.1 发展与环保——21 世纪 人类面临的挑战

第二次世界大战结束后,随着世界经济的迅速发展,环境污染问题也日益突出。毫不夸张地说,环境污染已成为当今人类面临的巨大威胁之一。人类面临的重大环境问题归纳起来大约有三方面:大气污染、水资源污染以及生态环境遭受破坏。