

中国电气工程大典编辑委员会



CHINA ELECTRICAL

# 中国电气 工程大典

ENGINEERING CANON

第 13 卷

## 交通电气工程

主编 刘友梅 陈清泉 冯江华  
程树康 高培庆

 中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



---

CHINA ELECTRICAL

# 中国电气 工程大典

ENGINEERING CANON

---

中国电气工程大典编辑委员会

第 **13** 卷

## 交通电气工程

主编 刘友梅 陈清泉 冯江华  
程树康 高培庆



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

《中国电气工程大典》是由中国电工技术学会、中国机械工程学会、中国电机工程学会、中国动力工程学会和中国水力发电工程学会共同组织全国电气工程各领域的著名专家、学者编纂而成的。它是一部全面系统反映电气工程各领域最新成就和技术水平的综合性工具书。《中国电气工程大典》包括现代电气工程基础、电力电子技术、电气工程材料及器件、火力发电工程、水力发电工程、核能发电工程、可再生能源发电工程、电力系统工程、电机工程、输变电工程、配电工程、船舶电气工程、交通电气工程、建筑电气工程、电气传动自动化等15卷。

本书为第13卷，交通电气工程卷。主要内容包括汽车电气和轨道交通电气。

本书主要供电气工程领域技术人员和管理人员使用，也可供高等院校相关专业师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

中国电气工程大典. 第13卷, 交通电气工程 /刘友梅等主编; 中国电气工程大典编辑委员会编. —北京:中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-7728-5

I. 中… II. ①刘…②中… III. ①电气工程-中国②交通工程: 电气工程-中国 IV. TM U491

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 114134 号

中国电力出版社出版发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2009年1月第1版 2009年1月北京第1次印刷

880mm×1230mm 1/16 · 53印张 · 2468千字 · 2插页

定价 230.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

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

# 中国电气工程大典

## 编辑委员会

- 主任：**陆燕荪 原机械工业部副部长、教授级高级工程师  
中国机械工程学会名誉理事长
- 陆延昌 原电力工业部副部长、教授级高级工程师  
中国电机工程学会理事长
- 执行主任：**周鹤良 原机械工业部电工局局长、教授级高级工程师  
中国电工技术学会名誉理事长
- 宋天虎 原机械工业部科技司司长、教授级高级工程师  
中国机械工程学会常务副理事长
- 副主任：**潘崇义 中国电工技术学会副理事长、教授级高级工程师
- 吴玉生 中国电机工程学会秘书长、教授级高级工程师
- 邴凤山 中国水力发电工程学会副理事长、教授级高级工程师
- 严宏强 中国动力工程学会秘书长、教授级高级工程师
- 宗 健 中国电力出版社有限公司董事长、总经理、编审

委 员：（按姓氏笔画排列）

丁杰	卜广全	于龙	于坤山	于明	于新颖	马小亮	马文忠	马伟明	马伟斌
马旭东	马济泉	马晓茜	马隆龙	丰镇平	王之杰	王为民	王正鸣	王占奎	王永骥
王成山	王兆安	王志峰	王作民	王国海	王明渝	王金元	王学伟	王泽忠	王建生
王建华	王绍武	王春华	王厚余	王炳忠	王勇	王素英	王振铭	王乘	王维洲
王景芹	王强	王锡凡	王新新	王黎明	王德宽	王赞基	文习山	文劲宇	方晓燕
方磊	尹天文	邓长胜	孔力	孔伯汉	孔昭年	石萍萍	卢强	卢澎湖	叶奇蓁
田东强	田培斌	史进渊	史毓珍	白少林	白俊光	白晓民	白继彬	冯江华	司马文霞
邢馥吏	戎一农	吕征宇	吕鸿达	朱庆明	朱英浩	朱宝田	朱晓明	朱家驹	朱耀泉
仲明振	任兆宏	任修明	任俊生	危师让	邱雄	刘大明	刘广峰	刘卫宁	刘友梅
刘公直	刘文华	刘平安	刘伟	刘仲儒	刘希清	刘杰	刘尚明	刘国林	刘泽洪
刘建飞	刘建明	刘屏周	刘璞岩	刘德志	齐剑波	关志成	江秀臣	江哲生	池涌
汤涌	汤蕴林	祁恩兰	许江宁	许忠卿	许洪华	阮江军	阮新波	阮毅	孙才新
孙凤杰	孙成群	孙林	孙牧海	严宏强	严陆光	严俊杰	严萍	苏秀革	杜正春
杜毅威	杨玉岗	杨守权	杨寿敏	杨其国	杨奇逊	杨奇娟	杨怡元	杨俊智	杨耕
杨维迅	杨雯	杨道刚	杨德才	李卫	李文健	李永东	李成榕	李旭	李兴源
李安定	李农	李若梅	李杰仁	李宝树	李定中	李奎	李彦明	李晓明	李颂哲
李朗如	李培植	李盛涛	李崇坚	李道本	李道林	李鹏	李新	李肇林	李耀星
邴凤山	肖立业	肖昌汉	肖辉乾	肖湘宁	肖耀荣	吴正国	吴创之	吴运东	吴志坚
吴国平	吴质根	吴晓波	吴培豪	邱爱慈	何木云	何阿平	何金良	何梓年	何湘宁
何瑞华	佟为明	余志	余贻鑫	邹云屏	邹金昌	邹孟奇	应百川	辛德培	辛耀中
汪继强	汪集昶	汪樵生	汪德良	沈小宇	沈江	沈兵	沈邱农	沈梁伟	宋文武
宋汉武	宋哲仁	迟速	张艺滨	张文才	张玉花	张业广	张乔根	张仲超	张兆鹤
张伯明	张冶文	张启平	张波	张亮	张洪钟	张祖平	张勇传	张晓江	张晓锋
张敏	张望	张景洲	陆永平	陆宠惠	陆俭国	陆剑秋	陆祖良	陆家榆	陆嘉明
陈汉民	陈伟根	陈仲	陈众励	陈庆国	陈坚	陈伯时	陈国柱	陈治明	陈建飏
陈星	陈思铨	陈勇	陈哲良	陈恩鉴	陈雪梅	陈清泉	陈超志	陈敬超	陈辉明
陈黎平	陈德昌	陈德胜	陈德桂	邵岚	苟锐锋	林云生	林公舒	林集明	易学勤
罗永浩	罗景华	金如麟	周小谦	周以国	周双喜	周平	周仲仁	周远翔	周孝信
周建中	周思刚	周家启	周娟	周锡生	郑小康	郑云之	郑永红	郑克文	郑明光
宗建华	宓传龙	孟庆东	赵玉文	赵光宙	赵伟	赵红一	赵昌宗	赵治华	赵宗让
赵荣祥	赵相冥	赵洁	赵敏	赵婉君	赵琨	赵毅	赵黛青	荣命哲	胡方荪

胡安	胡学浩	胡振岭	胡鉴清	段善旭	段献忠	侯子良	俞忠德	俞智斌	饶芳权
施围	施鹏飞	洪元颐	姚本荣	姚尔昶	姚家祎	姚福生	贺建华	贺益康	贺湘琨
贺德馨	骆仲泱	秦和	秦裕碧	袁余军	袁建生	袁建敏	都兴有	耿英三	莫会成
贾东旭	夏立	夏祥贵	顾四行	顾国彪	钱昌燕	钱宝良	钱照明	倪维斗	徐元辉
徐凤刚	徐永法	徐兆丰	徐国政	徐洪海	徐殿国	徐铎	徐德鸿	殷禄祺	奚大华
高子瑜	高文胜	高庆国	高京生	高理迎	高培庆	郭天兴	郭国顺	郭保良	郭洁
郭振岩	郭灏	唐任远	唐炬	唐春潮	陶星明	黄少锋	黄仁乐	黄妙庆	黄其励
黄国治	黄学清	黄宝生	黄晓丽	黄崇祺	黄景湖	梅生伟	曹一家	曹惠彬	戚庆成
崔志强	崔翔	康勇	章名耀	章定邦	梁维宏	梁维燕	梁曦东	彭宗仁	葛大麟
葛少云	葛诗慧	葛蓉生	葛溪亭	葛增茂	董卫国	蒋洪德	蒋善定	韩民晓	韩英铎
惠世恩	覃大清	程天麟	程均培	程时杰	程树康	程浩忠	傅书遏	焦侏	焦树建
舒惠芬	曾文星	曾正中	曾明富	曾南超	曾雁鸿	曾嵘	游亚戈	谢开贵	谢秋野
雷银照	雷清泉	满慧文	蔡崇积	管瑞良	廖胜松	廖瑞金	缪鸿兴	黎晓晖	颜渝坪
薛以太	戴先中	戴庆忠	戴慧珠	魏光辉					

# 序

电气工程包括发电工程、输配电工程和用电工程，是为国民经济发展提供电力能源及其装备的战略性产业，是国家工业化和国防现代化的重要技术支撑，是国家在世界经济发展中保持自主地位的关键产业之一。电气工程的产业关联度高，对从原材料工业、机械制造业、装备工业以及电子、信息等一系列产业的发展均具有推动和带动作用，对提高整个国民经济效益，促进经济社会可持续发展，提高人民生活质量有显著影响。

经过改革开放 30 年来的发展，我国电气工程已经形成了较完整的科研、设计、制造、建设、运行体系，成为世界电力工业大国之一。至 2007 年底，我国发电装机容量达 7.13 亿 kW，三峡水电及输变电工程、百万千瓦级超超临界火电工程、百万千瓦级核电工程，以及正在建设的交流 1000kV、直流 ±800kV 特高压输变电工程等举世瞩目；大电网安全稳定控制技术、新型输电技术的推广，大容量电力电子技术的研究和应用，风力发电、太阳能光伏发电等可再生能源发电技术的产业化及规模化应用，超导电工技术、脉冲功率技术、各类电工新材料的探索与应用取得重要进展。特别是进入 21 世纪以来，电气工程领域全面贯彻科学发展观，新原理、新技术、新产品、新工艺获得广泛应用，拥有了一批具有自主知识产权的科技成果和产品，自主创新已成为行业的主旋律。我们的电气工程技术和产品，在满足国内市场需求的的基础上已经开始走向世界。

电气工程技术的快速发展和巨大成就，要求对原有知识的不断更新，广大电气工程领域的工作者们对新的知识愈加渴求。在原机械工业部陆燕荪、电力工业部陆延昌两位老部长的倡议和领导下，由中国电工技术学会、中国机械工程学会、中国电机工程学会、中国动力工程学会和中国水力发电工程学会五个全国性学会，联合组织了电气工程各领域近 2000 位专家和学者，历

时4年多，编撰的《中国电气工程大典》现在出版了。这套内容新颖实用的巨著是电气工程领域一项重要的基础性工作，也是我国电气工程技术人员对社会的一项公益性奉献。这部鸿篇巨著不仅具有电气工程技术的知识魅力，同时也具有鲜明的时代特色，相信会为广大读者营造一个开卷有益的氛围。

电能作为目前使用最方便的二次能源，在推动社会进步、促进科学技术发展和提高人民生活质量方面发挥着越来越重要的作用。随着社会的不断进步和人民生活水平的不断提高，电气工程任重而道远，需要依靠科技进步，并用更新的科学知识武装每一位电气工作者，所以，希望这套著作能对电气工程的教学、科研、设计和管理人员有所裨益。

徐匡迪

二〇〇八年八月十二日



# 前 言

电的产生和应用是人类有史以来最伟大的科学技术成就之一。电力作为目前最清洁和使用最方便的二次能源，在推动社会发展、促进科学技术进步和提高人民生活质量方面发挥着越来越重要的作用。一个多世纪以来，电气技术的不断发展，电力生产及应用的日益增长，迅速改变了人类社会的面貌，也深深影响着人们的生活方式。电气化的程度已成为国家文明程度的重要标志之一。

改革开放 30 年来，我国科学技术取得了突飞猛进的发展，科技创新已成为国家发展的重要战略。在电气工程领域，新原理、新技术、新工艺、新材料得到了广泛应用，涌现出一大批具有自主知识产权的科研成果和产品。三峡电站的建设，大容量高效清洁超临界和超超临界压力机组的迅速发展，特高压交直流输电技术和灵活交流输电技术的发展和运用，先进的核能发电厂及可再生能源发电厂的成功建造，大电网智能化动态稳定监控系统和信息管理系统的广泛应用，具有先进水平的电气装备制造业的高速发展，大容量电能变换与节能节电技术，风力发电、太阳能光伏发电等资源节约、环境友好的新技术的大量应用，计算机和信息网络技术在电气领域的普及，明显改变着电气工程领域技术发展状况。超导电工技术、脉冲功率技术，纳米材料、永磁材料、有机硅材料等各类电工新技术和新材料的探索与应用，都充分展示了中国电气工程领域所取得的骄人业绩，引起了世界的高度关注。其中许多科研成果和产品，已达到国际先进水平。

电气工程从业人员多，涉及面广，技术进步快，科研成果多，许多科研成果需要总结和积累，许多新的知识需要普及和传播。盛世修典，素有遗风。为反映电气工程领域最新的发展成就，总结已有的科研成果，传播工程领域最新的科学技术知识，中国电工技术学会、中国机械工程学会、中国电机工程学会、中国动力工程学会和中国水力发电工程学会五个学会，联合组织了电气工程各领域的约 2000 位专家和学者，编撰了《中国电气工程大典》。

本套书的编写工作于2004年开始启动，编委会多次召开工作会议，精心组织，按照“取材突出新原理、新技术、新工艺、新材料；内容体现新颖性、先进性、实用性；表达力求简明扼要、深入浅出、直观易懂”的原则，反复讨论并修改编写大纲，确定编写内容。经过4年磨砺，数易其稿，终于付梓出版。《中国电气工程大典》共15卷约5000万字，包括《现代电气工程基础》、《电力电子技术》、《电气工程材料及器件》、《火力发电工程》、《水力发电工程》、《核能发电工程》、《可再生能源发电工程》、《电力系统工程》、《电机工程》、《输变电工程》、《配电工程》、《船舶电气工程》、《交通电气工程》、《建筑电气工程》和《电气传动自动化》。

所有组织者和编著者都把编撰本套书当作电气工程领域建设的一项重要的基础性工作，他们认真负责，辛勤耕耘，倾注了大量心血。本套书在编写出版过程中，得到参与编写的各科研院所、企业、高等院校等单位的大力支持，还得到业内有关院士和专家、学者的热心帮助。正是大家的积极参与和无私奉献，才使得这部大典能顺利编写出版，编委会对他们的奉献和支持表示衷心感谢。

这部鸿篇巨著，涉及电气工程设计制造、建设施工、生产运行、科研教学、工程管理等领域，总结了改革开放30年来电气工程各领域的技术发展与成功经验，展示了各专业领域的最新技术数据、设计经验、科技成果和发展动态，汇集了国内外相关的先进理念和成熟经验，体现了科学性、先进性和实用性的结合，是一套可供电气工程领域专业技术人员和管理人员使用的综合性工具书，也可供高等院校相关专业师生参考。

《中国电气工程大典》的编撰出版工作涉及面广，参与人员多，写作难度大。尽管编撰人员尽心尽力，倾注了无数心血，但书中难免存在缺点和不足之处，恳请读者指正。

中国电气工程大典编辑委员会主任

陆燕荪 陆延昌

## 本卷前言

交通是国家经济的基础，是人类活动的重要方式。工业革命给人类出行带来了发达的陆上交通，随着技术的推进，发展到包括水上交通和空中交通在内的综合交通体系，从而为人类提供了立体的全方位综合交通服务。交通装备是交通领域的技术核心，而陆上交通始终是综合交通中的主干，当前陆上交通装备已成为人类活动最亲近、最直接的出行工具。现代陆上交通装备包括汽车与轨道交通车辆，它们都是机电一体化产品，电气化推动了陆上交通装备的技术进步，电气工程已越来越在陆上交通装备中占据主导地位。

《中国电气工程大典》第13卷“交通电气工程”是对陆上交通装备——汽车与轨道交通装备的电气工程重点撰稿的篇章。本卷共分两篇：第1篇介绍了汽车电气，由概论、汽车电源与起动机、动力传动电气控制系统、汽车安全运行电气控制系统、汽车辅助电气系统、汽车车上网络、智能交通系统、电动汽车共8章构成；第2篇介绍了轨道交通电气，由总论、牵引电气系统、牵引电气设备、客车电气设备、牵引供电系统与设备、通信信号与信息技术、磁浮交通系统、电磁兼容共8章构成。书中介绍的内容有传统的电气工程技术，更着重有高新的电气工程技术，尽量使本书成为集专业手册和学术专著双重功能的图书。

本书邀请了汽车和轨道交通领域上百名专家、学者参加编写工作，历时近2年，通过3级多次审改稿件完成本卷撰稿工作。主要编写人员如下：

第13卷卷主编：刘友梅、陈清泉、冯江华、程树康、高培庆

第1篇主编：陈清泉、佟为明、程树康

执行编辑：柴 凤、侯云鹏

第1章主笔：陈清泉、佟为明、程树康

第2章主笔：逯仁贵、朱春波

第3章主笔：宋立伟、侯云鹏

第4章主笔：侯云鹏、吴红星

- 第5章主笔：刘晓芳、裴宇龙  
第6章主笔：刘洪臣、柴凤  
第7章主笔：吴红星、佟为明  
第8章主笔：程远、盖晓东  
第2篇主编：刘友梅、冯江华  
执行编辑：姚永康、谭雪谦  
第1章主笔：刘友梅、杨颖  
第2章主笔：冯江华、李春阳  
第3章主笔：高培庆、严云升  
第4章主笔：陈浩、谭寿云  
第5章主笔：王卫安、严树刚  
第6章主笔：申大川、杨期翔、张明武  
第7章主笔：连级三、胡基士  
第8章主笔：王益民、王正星

本卷的编写过程是在主编单位哈尔滨工业大学、株洲南车时代电气股份有限公司、南车株洲电力机车有限公司、北京全路通信信号研究设计院大力支持下得以顺利完成的，在此对以上单位领导和参与指导的相关专家致以衷心的感谢。

我们全体作者的愿望是尽自己能力使本书能代表目前我国交通电气领域的技术水平，反映行业技术的发展。书中凝聚了全体作者的心得与经验，愿与读者共享，并接受读者的检验。书中若有不妥之处，殷切期望读者给予批评指正。

主 编

# 中国电气工程大典

## 第⑬卷

### 交通电气工程

#### 编辑出版人员名单

责任编辑	刘广峰	马琳	潘琳	李慧芳
	穆智勇	郭丽然		
复审人员	刘广峰			
封面设计	郑小平	王英磊		
版式设计	张秋雁			
责任校对	罗凤贤	刘振英		
责任印制	甄苗			

## 目 录

序	
前言	
本卷前言	
<b>第 1 篇 汽车电气</b>	1
<b>第 1 章 概论</b>	3
1 汽车电气工程的概述	3
1.1 汽车电气工程的基本概念	3
1.2 汽车电气工程的范畴	3
2 汽车电气电子系统的组成与功能	3
2.1 汽车电器系统的组成与功能	3
2.2 汽车电子控制系统的组成与功能	4
2.3 汽车电子信息系统的组成与功能	17
2.4 智能交通系统的组成与功能	17
2.5 汽车车上网络的组成与功能	18
2.6 汽车电机系统的组成与功能	21
3 汽车电气电子技术的发展	21
3.1 汽车电气电子技术的初期和近期发展历程	21
3.2 汽车电气电子技术的现状	24
3.3 汽车电气电子技术的发展趋势	25
4 汽车电气系统的特点	25
4.1 双电源	25
4.2 低压	25
4.3 直流	26
4.4 部分单线制	26
4.5 负极搭铁	26
5 新型汽车及相关电气电子技术	26
5.1 电动汽车	26
5.2 节能环保汽车及其技术	29
<b>第 2 章 汽车电源与起动机</b>	30
1 蓄电池	30
1.1 蓄电池和汽车其他电器的连接	30
1.2 蓄电池的选用与安装	30
1.3 铅酸蓄电池的构造与型号	30
1.4 蓄电池工作原理	32
1.5 蓄电池工作特性	33
1.6 蓄电池容量及其影响因素	35
1.7 蓄电池的故障及其排除	36
1.8 蓄电池的充电和充电方法	37
1.9 蓄电池的使用与维护	39
1.10 干荷电和湿荷电蓄电池	41
1.11 免维护蓄电池	41
1.12 胶体电解质蓄电池	42
1.13 碱性蓄电池	42
1.14 新型蓄电池	43
2 交流发电机及其调节器	44
2.1 交流发电机	44
2.2 调节器	48
3 起动机	59
3.1 起动系统的要求	59
3.2 直流电动机	61
3.3 起动机的特性	62
3.4 起动机基本数据的确定	63
3.5 起动机的传动机构	65
3.6 起动机的分类与型号	66
3.7 强制啮合式起动机	67
3.8 电枢移动式起动机	68
3.9 减速式起动机	69
3.10 永磁减速式起动机	69
3.11 起动机的保护电路	70
3.12 起动系的故障诊断	71
3.13 起动机的检查	71
3.14 起动机的调整与试验	73
4 汽车配线	74
4.1 汽车的配线	74
4.2 电路图	82
<b>第 3 章 动力传动电气控制系统</b>	88
1 汽车发动机控制系统	88
1.1 汽车发动机控制系统简介	88
1.2 汽油喷射系统的组成与工作原理	88
1.3 喷油量的确定与控制	89
1.4 供油系统的控制	90
1.5 进气系统的控制	91
1.6 点火系统的控制	91
1.7 怠速控制系统	92
1.8 排放净化控制系统	93
1.9 巡航控制	97
1.10 柴油发动机电子控制系统	98
2 汽车自动变速器控制系统	100
2.1 自动变速器电控系统基本工作原理	101
2.2 变矩器与变速器	101
2.3 液压控制系统	103
2.4 电子控制系统	105
3 汽车悬架控制系统	108
3.1 悬架的作用	108
3.2 减振器阻尼力控制	109
3.3 非独立悬架与独立悬架	111
3.4 主动悬架	113
4 汽车转向控制系统	116
4.1 转向助力控制系统	116
4.2 四轮转向控制系统	118
<b>第 4 章 汽车安全运行电气控制系统</b>	122
1 故障自诊断系统	122
1.1 汽车故障诊断技术的发展趋势	122
1.2 故障自诊断系统的组成与功能	123
1.3 故障自诊断系统的诊断原理	125
1.4 发动机控制系统故障诊断检修程序与方法	126
1.5 故障自诊断测试方式与内容	127
1.6 故障自诊断测试工具	128
1.7 故障自诊断测试方法	129
2 电子控制主动安全系统	129
2.1 防抱死制动的基本原理	129

2.2 防抱死制动系统的组成 .....	130	2.4 引脚排列 .....	218
2.3 防抱死制动系统的分类 .....	131	2.5 功能说明 .....	218
2.4 防抱死制动电子控制系统 .....	132	3 CAN 控制器接口——PCA82C250 .....	238
2.5 防抱死制动液压控制系统 .....	134	3.1 特性 .....	238
2.6 防抱死制动系统控制过程 .....	136	3.2 一般说明 .....	238
2.7 电子控制制动力分配技术 .....	138	3.3 框图 .....	239
2.8 驱动轮防滑转的控制原理 .....	139	3.4 引脚排列 .....	239
2.9 防滑转控制系统控制过程 .....	141	3.5 功能说明 .....	239
2.10 防抱死制动系统故障自诊断测试 .....	142	3.6 极限值 .....	239
3 电子控制被动安全系统 .....	144	3.7 热特性 .....	240
3.1 安全气囊系统组成与分类 .....	144	3.8 特性 .....	240
3.2 安全气囊系统的控制过程 .....	145	4 其他 CAN 控制器与控制器接口 .....	241
3.3 安全气囊系统的结构特点 .....	146	4.1 CAN 总线发送/接收驱动器 .....	241
3.4 安全气囊系统的保险装置 .....	149	4.2 独立 CAN 控制器 .....	243
3.5 座椅安全带控制系统 .....	151	4.3 嵌有 CAN 控制器的微控制器 .....	244
<b>第 5 章 汽车辅助电气系统</b> .....	153	5 LIN .....	245
1 汽车灯具与照明系统 .....	153	5.1 LIN 技术规范 2.0 .....	245
1.1 分类和命名 .....	153	5.2 LIN 接口 .....	247
1.2 常见国内外汽车用灯具型号、性能特征 及主要技术参数 .....	153	6 基于时间触发的车上网络协议标准 .....	250
1.3 照明装置的结构与原理 .....	156	6.1 Flex Ray .....	250
1.4 照明系统的控制 .....	163	6.2 Byteflight .....	252
2 汽车仪表及报警指示装置 .....	168	6.3 TTP/C .....	254
2.1 电子仪表 .....	168	6.4 TTCAN .....	255
2.2 组合仪表 .....	170	7 SAE J1850 .....	257
2.3 报警指示装置 .....	171	8 车上媒体网络 MOST .....	257
3 汽车空调系统 .....	173	8.1 MOST 基本结构 .....	257
3.1 相关技术参数 .....	174	8.2 MOST 信息帧 .....	258
3.2 空凋制冷系统 .....	179	8.3 MOST 应用层通信协议 .....	258
3.3 取暖与配气系统 .....	179	8.4 MOST 网络服务层 .....	260
3.4 空调系统的控制 .....	181	8.5 MOST 低层服务与发送/接收器 .....	260
3.5 自动空调系统 .....	184	9 SAE J1939 .....	261
4 汽车音响 .....	186	9.1 通信结构 .....	262
4.1 概述 .....	186	9.2 预分配值 .....	264
4.2 基本组成 .....	188	10 车载诊断协议——KWP2000 .....	265
4.3 无线电防干扰装置 .....	191	10.1 物理层 .....	265
4.4 使用与维护 .....	192	10.2 数据链路层 .....	265
5 辅助汽车电器 .....	193	10.3 实现 .....	267
5.1 电源总开关 .....	193	11 汽车车上网络应用实例 .....	269
5.2 柴油机的辅助起动机 .....	195	11.1 车身 CAN 网络 .....	269
5.3 晶体管电动燃油泵 .....	196	11.2 动力传动系统 CAN 网络 .....	270
5.4 汽车防盗系统 .....	198	11.3 MOST 在汽车媒体网络中的应用 .....	270
5.5 电动雨刷器及清洗装置 .....	201	11.4 LIN 网络应用 .....	270
5.6 汽车电动座椅、电动车窗及电动后视镜 .....	203	11.5 新型卡车 CAN/LIN 电气系统网络 应用实例 .....	271
5.7 汽车电喇叭系统组成 .....	207	<b>第 7 章 智能交通系统</b> .....	275
<b>第 6 章 汽车车上网络</b> .....	209	1 智能交通系统概述 .....	275
1 CAN 基本技术 .....	209	1.1 智能交通系统产生及概念 .....	275
1.1 CAN 技术规范 2.0A .....	209	1.2 智能交通系统体系框架 .....	275
1.2 CAN 技术规范 2.0B .....	214	1.3 各国的智能交通系统 .....	276
1.3 MAC 机制 .....	216	1.4 智能交通系统的标准化 .....	280
1.4 数据帧与 CAN 中断速率 .....	217	1.5 智能交通系统应用的社会经济效益 .....	282
1.5 总线长度与位速率 .....	217	2 智能交通系统的主要组成部分 .....	283
2 独立 CAN 控制器 SJA1000 .....	217	2.1 先进交通信息系统 .....	283
2.1 特性 .....	217	2.2 先进交通管理系统 .....	285
2.2 一般说明 .....	218	2.3 先进车辆控制系统 .....	286
2.3 框图 .....	218	2.4 先进公共运输系统 .....	288

2.5 商用车辆运营系统 .....	289	7.7 导航系统 .....	373
2.6 电子收费系统 .....	289	7.8 再生制动系统 .....	373
3 车辆定位导航系统及其定位技术 .....	291	<b>参考文献</b> .....	375
3.1 概述 .....	291	<b>第2篇 轨道交通电气</b> .....	377
3.2 车辆定位导航系统的组成 .....	292	<b>第1章 总论</b> .....	379
3.3 车辆定位导航系统中的定位技术 .....	292	1 轨道交通的基本概念 .....	379
4 地图匹配技术 .....	296	1.1 基本定义 .....	379
4.1 地图匹配的原理 .....	296	1.2 轨道交通的分类 .....	380
4.2 误差区域的选择 .....	296	1.3 轨道交通的特点 .....	381
4.3 地图匹配的算法 .....	297	2 轨道交通的技术发展 .....	382
4.4 地图匹配算法的影响因素 .....	299	2.1 牵引动力的发展 .....	382
5 路径规划算法 .....	300	2.2 牵引方式的发展 .....	383
5.1 经典的最短路径规划算法 .....	301	2.3 牵引供电方式的发展 .....	383
5.2 启发式搜索算法 .....	301	2.4 通信信号与信息化的发展 .....	384
5.3 其他最优路径规划算法 .....	302	3 轨道交通系统的组成 .....	384
6 智能交通系统中的移动通信 .....	302	3.1 运输装备 .....	384
6.1 移动通信概述 .....	302	3.2 牵引供电 .....	387
6.2 移动通信的分类方法 .....	303	3.3 通信与信号 .....	388
6.3 移动通信在智能交通系统中的应用 .....	303	3.4 运输管理信息化 .....	389
6.4 卫星通信方式 .....	304	<b>第2章 牵引电气系统</b> .....	391
6.5 专用短程通信技术 .....	305	1 电气牵引基本概念及牵引计算 .....	391
<b>第8章 电动汽车</b> .....	306	1.1 牵引基本概念 .....	391
1 概述 .....	306	1.2 牵引计算 .....	394
1.1 关键技术 .....	306	2 牵引电气系统构成 .....	396
1.2 发展趋势 .....	307	2.1 电力机车 .....	396
1.3 国内外电动汽车标准 .....	307	2.2 电动车组 .....	405
2 纯电动汽车 .....	309	2.3 电传动内燃机车 .....	410
2.1 基本结构 .....	309	2.4 电传动内燃动车组 .....	413
2.2 行驶性能 .....	312	2.5 城市轨道交通车辆 .....	414
2.3 特征技术 .....	319	3 主传动系统 .....	419
2.4 中国纯电动汽车的研发进程 .....	320	3.1 交一直传动系统 .....	419
3 混合动力电动汽车 .....	320	3.2 交流传动系统 .....	424
3.1 基本结构 .....	320	4 辅助电气系统 .....	429
3.2 控制策略 .....	322	4.1 旋转劈相机系统 .....	429
3.3 混合动力电动汽车发展动态 .....	325	4.2 辅助变流器系统 .....	431
4 燃料电池电动汽车 .....	330	4.3 其他辅助系统 .....	432
4.1 基本结构 .....	330	4.4 列车供电系统 .....	432
4.2 燃料电池系统 .....	331	5 控制系统 .....	433
4.3 燃料电池电动汽车发展动态 .....	332	5.1 控制系统的任务 .....	433
5 电动机驱动系统 .....	335	5.2 调速方法 .....	433
5.1 电动汽车对驱动电动机的特性要求 .....	335	5.3 功率因数补偿装置的控制 .....	435
5.2 直流电动机 .....	338	5.4 黏着及黏着利用控制 .....	435
5.3 感应电动机 .....	339	5.5 电力机车自动过分相 .....	439
5.4 永磁电动机 .....	344	5.6 控制系统发展的几个阶段 .....	440
5.5 开关磁阻电动机 .....	347	6 制动系统 .....	440
6 能量源 .....	350	6.1 空气制动 .....	441
6.1 蓄电池 .....	350	6.2 电制动 .....	441
6.2 高速飞轮 .....	358	6.3 联合制动 .....	442
6.3 超级电容器 .....	361	6.4 防滑控制 .....	442
7 电动汽车的辅助系统 .....	362	7 行车安全控制系统 .....	443
7.1 蓄电池充电技术与充电器 .....	362	7.1 基本概念 .....	443
7.2 蓄电池的监测和管理 .....	367	7.2 行车安全控制技术的发展 .....	444
7.3 蓄电池的均衡管理 .....	369	7.3 机车行车安全装备系统的构成 .....	444
7.4 温度控制单元 .....	371	7.4 监控装置的功能 .....	445
7.5 动力转向系统 .....	372	8 轨道交通机车车辆电气试验 .....	447
7.6 辅助动力源 .....	372		



8.1 试验分类和实施方式 .....	447	9.4 防滑器及其控制 .....	603
8.2 电力机车和动车的试验 .....	448	<b>第4章 客车电气设备</b> .....	604
<b>第3章 牵引电气设备</b> .....	450	1 概述 .....	604
1 牵引变压器 .....	450	1.1 客车电气系统类型 .....	604
1.1 技术等级分类 .....	450	1.2 客车电气系统的供电方式 .....	604
1.2 主要产品 .....	450	2 25T 客车电气系统 .....	605
1.3 基本原理及分类 .....	452	2.1 25T 客车电气系统组成 .....	605
1.4 变压器结构及主要部件 .....	453	2.2 主要设备及功能 .....	605
1.5 冷却系统 .....	461	2.3 客车 DC600V 供电系统 .....	606
1.6 试运行前检查项目 .....	463	3 主要电气设备 .....	608
2 牵引变流器 .....	463	3.1 三相逆变电源 .....	608
2.1 主要器件 .....	464	3.2 客车充电机箱 .....	611
2.2 直一直变流器 .....	465	3.3 电气综合控制柜 .....	614
2.3 交一直变流器 .....	468	3.4 蓄电池组 .....	617
2.4 中间直流环节 .....	472	3.5 车端连接器 .....	619
2.5 直—交变流器（牵引逆变器） .....	473	3.6 客车网络监控系统 .....	621
2.6 传动控制单元 .....	476	3.7 旅客信息系统和设备 .....	623
2.7 冷却 .....	486	3.8 安全监控设备 .....	624
2.8 试验 .....	489	3.9 客车通风、采暖与空气调节设备 .....	628
3 牵引电动机 .....	493	3.10 客车其他电气设备 .....	630
3.1 牵引电动机技术性能 .....	493	<b>第5章 牵引供电系统与设备</b> .....	631
3.2 同步牵引电动机 .....	498	1 铁路干线牵引供电系统 .....	631
3.3 直（脉）流牵引电动机 .....	500	1.1 牵引供电系统 .....	631
3.4 异步牵引电动机 .....	507	1.2 干线牵引变电所 .....	636
4 同步牵引发电机 .....	515	1.3 接触网 .....	644
4.1 同步牵引发电机的运用 .....	516	2 城市轨道交通供电系统 .....	652
4.2 主要参数 .....	516	2.1 供电电源系统 .....	652
4.3 同步牵引发电机的励磁 .....	518	2.2 主变电所 .....	653
4.4 设计特点 .....	519	2.3 牵引变电所 .....	656
4.5 结构 .....	522	2.4 牵引变电所设备 .....	657
4.6 试验 .....	524	2.5 降压变电所设备 .....	662
4.7 维护保养 .....	526	2.6 牵引网 .....	662
5 控制与网络 .....	526	2.7 再生制动能量吸收装置 .....	666
5.1 列车通信网络的基本任务和构成 .....	526	2.8 杂散电流腐蚀防护与接地 .....	667
5.2 国内外列车通信网络标准 .....	527	2.9 电力监控系统 .....	670
5.3 列车通信网络 .....	528	2.10 供电计算分析 .....	676
5.4 列车控制、诊断和显示 .....	534	<b>第6章 通信信号与信息技术</b> .....	679
5.5 交一直传动电力机车的微机控制系统 .....	538	1 概述 .....	679
5.6 电传动内燃机车的微机控制系统 .....	543	2 通信 .....	679
5.7 控制电源及辅助电源 .....	545	2.1 铁路通信系统 .....	679
6 牵引电器 .....	546	2.2 铁路综合数字移动通信系统 GSM-R .....	686
6.1 高压电器 .....	546	2.3 城市轨道交通通信系统 .....	689
6.2 低压电器 .....	560	3 信号系统 .....	698
7 辅助电气设备 .....	567	3.1 干线铁路信号 .....	698
7.1 辅助变流器 .....	568	3.2 编组站自动化系统 .....	713
7.2 辅助电动机 .....	571	3.3 城市轨道交通信号系统 .....	724
8 行车安全装备 .....	574	4 信息技术 .....	735
8.1 机车信号装置 .....	574	4.1 铁路运输管理信息系统 TMIS .....	735
8.2 列车运行监控记录装置 .....	578	4.2 TDCS .....	740
8.3 机车安全信息综合监测装置 .....	583	4.3 铁路客票发售及预订系统 .....	745
8.4 机车监测数据无线传输装置 .....	591	4.4 综合自动化系统（综合监控系统，ISCS） .....	746
8.5 机车状态信息处理装置 .....	595	<b>第7章 磁浮交通系统</b> .....	750
9 电气制动装置 .....	598	1 概述 .....	750
9.1 空气制动机 .....	598	1.1 基本概念 .....	750
9.2 电气制动 .....	598	1.2 发展历程 .....	750
9.3 联合制动装置 .....	602	2 磁浮交通的分类与特征 .....	751