


电动汽车 动力电池系统 安全分析与设计

Safety Analysis and Design of
Battery Pack for Electric Vehicle

王芳 夏军 等著



 科学出版社

7

电动汽车动力电池系统 安全分析与设计

王芳 夏军 等著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书意在通过对电动汽车核心零部件——动力电池系统(Pack)进行系统化的安全分析,提出一些合理的安全设计方法,从而推动我国新能源汽车安全性能的提升,切实保障乘客、社会公众的人身和财产安全。本书共分为十章,分别论述了电动汽车发展现状、动力电池系统技术、企业内部的安全文化和流程、动力电池系统安全分析、电气安全设计、机械安全设计、功能安全设计、化学安全设计、产品安全验证,以及与动力电池相关的国内和国际标准。

本书主要面向新能源汽车行业的从业人员,如科研机构和公司的技术人员,车企、电池企业、Pack企业、BMS企业、其他零部件企业的研发人员,测试机构和技术咨询机构的工作人员,可作为其设计开发工作的参考资料,也可作为大专院校的辅助教材,帮助学生理解电动汽车的相关技术。

图书在版编目(CIP)数据

电动汽车动力电池系统安全分析与设计 / 王芳等著. —北京: 科学出版社, 2016.9

ISBN 978-7-03-049621-8

I. ①电… II. ①王… III. ①电动汽车—蓄电池—系统安全分析 ②电动汽车—蓄电池—安全设计 IV. ①U469.720.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第200168号

责任编辑: 朱 丽 刘 冉 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 耕者设计工作室

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

*

2016年9月第一版 开本: 720×1000 1/16

2016年9月第一次印刷 印张: 20 3/4

字数: 420 000

定价: 98.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序 Foreword

我国政府制定的《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》和《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》都明确将新能源汽车作为七大战略性新兴产业之一，将其上升到国家战略层面，并要求加快高性能动力电池、电机等关键零部件和相关材料核心技术的研发及推广应用，形成产业化体系，加速汽车工业的转型升级。

在“十三五”发展规划中又将新能源汽车列为国家重点专项予以实施。

自2010年以来，我国政府发布了一系列新能源汽车产业扶持政策，从中央到地方投入了大量的财政资金，充分体现了我国政府对新能源汽车产业的重视，为我国新能源汽车产业的发展提供了极大的政策支持。

我国新能源汽车的发展，经历了技术研究、示范运行推广和产业化发展三个阶段，截止到2015年年底，基本上完成了政府制定的“十二五”阶段性目标，市场保有量接近50万辆，取得了非常显著的成果，交出了一份令人满意的答卷。

随着技术的不断突破，社会资源的不断投入，产品的不断迭代更新，以及新型商业模式的不断出现，我国新能源汽车产业将会保持目前的高速增长势头，在全球市场占有更多的份额，在国际竞争中取得更多的优势。

我们也清醒地意识到，新能源汽车作为一个新鲜的事物，还存在着各种各样的问题，需要我们进一步研究和解决：

在整车的技术集成方面仍需不断完善。新能源汽车有别于传统燃油车，其动力特性、行驶特性、使用特性、维护特性等还有待于整车制造厂进一步研究，从而在整车控制、底盘、动力总成等方面不断提升技术水平。

整车的成本仍然很高，严重依赖中央政府和地方政府的财政补贴。随着新能源汽车销量的不断增长，财政补贴是难以长期维持的，如何在短期内降低整车的成本，达到或者接近传统燃油车的水平，是摆在所有企业面前的一个难题。

续航里程短、充电难、充电时间长、小毛病多等问题仍然困扰着用户，影响了用户体验和市场接受程度，一定程度上体现了新能源汽车产品的不成熟，影响了产品的推广和普及。


核心零部件的技术积累仍然不够，产品存在安全隐患，事关公众切身利益，不能盲目追求短期效益，牺牲产业的长远发展和未来。

我们正处在新能源汽车产业发展的一个关键阶段，新能源汽车的销量已经突破我国汽车年度总销量的1%，这是一个非常重要的拐点，接下来可能是5%，10%，甚至更高。我国一二线城市在2020年之前会基本上完成公共交通领域的电气化，我国的物流体系也会逐步完成电气化驱动的替换，加上出租车、专车、网约车、租赁用车、私人用车等等，新能源汽车将渗透到我们生活的方方面面，改变我们的生活方式。

在这种大趋势下，新能源汽车的安全问题将变得更加敏感，这不仅仅是某一个企业、某一个科研机构的职责，而是所有参与者的职责，从政府的严格监管，到企业的认真执行，到用户的规范使用，再到回收利用的真正落实，要形成一个安全风险共担、产业发展共赢的局面。如果安全事故频发，将可能引起整个产业的停顿或倒退，这是我们大家都不愿看到的。

作为电动汽车的核心零部件，动力电池及系统的安全性直接决定了整车的安全性。为了达到足够高的安全防护等级，我国制定了全球最为严格的安全标准体系，涵盖电芯、模组和系统三个层级，并且将其作为新能源汽车产品的一个准入门槛加以严格执行，体现了我国对于新能源汽车的安全问题高度重视的态度。

我们高兴地看到，一批企事业单位的技术专家，充分认识到动力电池系统的安全性对于整个产业发展所起的关键作用，积极探索，不断积累，乐于分享，将一些行之有效的安全分析、设计和测试方法整理成文，分享给行业同仁，这是非常值得提倡和鼓励的。在保护自有知识产权的情况下，力所能及地提升行业的整体技术水平，推动行业的健康发展，以产品和服务回报于社会，也是大家义不容辞的责任。



2016年7月

前言 Preface

经过多年的发展，汽车产业已经成为我国国民经济的支柱性产业，统计数据表明，2014年，我国汽车工业及关联产业就业人数超过4000万人，约占全国城镇劳动人口比重10%，汽车消费占全社会消费品零售总额的12.9%，整车及零部件工业总产值占GDP比重达到9.4%。从税收、就业、经济增长、促进消费等方面来说，汽车产业在我国国民经济中占有举足轻重的地位。

同时，汽车产业高速增长也给社会发展带来一些负面影响。汽车用油占我国石油总消耗量的比例超过1/3，占汽油总生产量的九成。汽车保有量的快速攀升，对石油消耗造成严重负担，预计2020年我国汽车用油占石油总消耗量的比例将超过50%。毫无疑问，汽车所消耗的石油在石油总耗用量中占最大比重。而石油、煤炭等石化资源的大规模采掘和使用，正是温室气体排放，全球气候变暖，极端天气灾害频发，生物物种灭绝以及环境严重污染等问题的根源。汽车大规模普及和使用，造成了我国许多城市的交通拥堵，汽车尾气排放已经成为雾霾形成的重要原因之一，影响着人体健康。

从能源安全、环境保护、技术进步、产业升级等多个角度考虑，全球各国政府都把新能源汽车作为重点发展方向，加以扶持和推广。我国政府在《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》中，明确将新能源汽车作为七大战略性新兴产业之一，上升到国家战略层面，要求加快高性能动力电池、电机等关键零部件和材料核心技术的研发及推广应用，形成产业化体系，加速汽车工业的转型升级。

节能与新能源汽车的发展是我国减少石油消耗，降低二氧化碳排放，推动汽车产业转型，确保国家能源战略安全的重要举措之一。党和国家领导人多次提出要加快发展新能源汽车产业，中央和地方各级政府对其发展高度关注，以国务院《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》为代表，中央政府到地方政府陆续出台了数百项扶持和培育政策，为新能源汽车的发展营造了良好的政策环境。近年来，我国新能源汽车产业在行业标准、产业联盟、企业布局、技术研发及产品制造等方面也取得了明显进展，并在过去的两年中呈现出市场爆发式增长的态势。

据中国汽车工业协会统计的相关数据，我国2015年新能源汽车的产量及销量分别达到34万辆和33万辆，同比分别增长3.3倍和3.4倍。2009～2015年

中国累计生产新能源汽车 49.7 万辆，在全球新能源汽车销量中占比超过 30%，中国已经成为全球最大的新能源汽车市场。2015 年中国汽车市场的销量为 2459.8 万辆，其中新能源汽车的销量已经占到汽车市场总销量的 1.34%，清华大学欧阳明高教授在 2016 年“中国电动汽车百人会论坛”演讲时指出：“一般判断一个新技术能不能大规模推广，对汽车领域来讲，占比 1% 是非常重要的一个数据。”

我国新能源汽车已经摆脱了早期的技术积累和商业模式探索，进入规模化发展的新阶段，正由市场导入期向市场快速成长期转变。对于新能源汽车产业，对于行业内的企业，对于从业人员而言，目前是至关重要的发展节点，如何保持这种良好的发展势头，加快技术进步，完善产品的安全性和可靠性，降低产品的成本，提高市场的接受度和认可度，并逐步摆脱对政府补贴的依赖，这需要政府、企业、社会的共同努力应对。

我们日常生活中已经随处可见各种类型的新能源汽车——公交车、出租车、物流车、私家车、租赁车、环卫车、摆渡车等，新能源汽车已经逐步渗透到社会的各个角落，改变了我们的生活方式和经济发展方式。但值得我们警醒的是，新能源汽车毕竟是新鲜事物，由于发展历程较短，产业链不完善，技术有待验证，产品特性迥异，人们认知不足，以及使用维护不当等等因素，新能源汽车的安全事故也随之呈现快速增长的势头，威胁着社会公众的人身、财产和环境安全。

任何事物的发展都不是一帆风顺的，必然会经历曲折的发展过程。新能源汽车已经进入市场快速成长期，我们需要特别警惕安全事故频发给行业带来的负面影响，以及对公众和环境所带来的巨大危害。动力电池系统是混合动力汽车的重要能量来源，是纯电动汽车的唯一能量来源，作为高能量载体，其稳定性、可靠性和安全性在很大程度上决定了整车的安全性和可靠性，是我们需要重点研究和研究的对象。

统计市场上已发生的新能源汽车安全事故，超过 50% 的安全事故与动力电池系统有关联，事故原因包括过充电、外部短路、内部短路、电解液泄漏、电气故障、进水、碰撞、异物穿刺等等。有些事故是产品本身的设计缺陷，有些事故是制造过程中的质量缺陷，也有些事故是用户使用和维护不当。这充分说明，虽然新能源汽车市场已经取得了长足进步，但是我们在产品的研发、制造、使用、维护、退役等各个环节仍然存在大量的问题，会导致市场上的一些新能源汽车产品存在一定的安全隐患。如果我们将不成熟、不可靠、不安全的产品推向市场，必然不会被用户和市场所接受，从而使得新能源汽车产业的发展面临很大的波动和不确定性。

本书的内容，主要围绕动力电池系统这一电动汽车的核心零部件，从系统级安全事故和危害出发，系统性地论述如何从结构设计、电气设计、电池管理系统设计、热设计、仿真分析、测试验证等各个环节保证产品达到足够的安全设计

等级。同时，本书也对开发流程、风险管理以及标准法规等内容作了一定的论述，希望行业内的企业和从业人员能够理解产品安全性能背后的支撑体系，从而全面提升企业的技术实力。

本书共分10章，全书由王芳和夏军统筹规划和整理，第1章由夏军、刘震编写，第2章由胡建国、王世强编写，第3章、第4章由夏军编写，第5章由黄昌明、周长裕编写，第6章由陈敏、孙龙编写，第7章由陈林编写，第8章由何向明、张立磊、洪英杰等编写，第9章由黄昌明、刘勇、蒋碧文、刘杰等编写，第10章由王芳、樊彬、李宁编写。

本书的筹备、编写和出版，得到了以下单位和公司的大力支持，在此一并表示感谢：

中国汽车技术研究中心
宁德时代新能源科技股份有限公司
杭州捷能科技有限公司
中航锂电（洛阳）有限公司
浙江南都电源动力股份有限公司
福建星云电子股份有限公司
惠州市蓝微新源技术有限公司
上海诚懋化学有限公司
浙江万克自动化工程有限公司
深圳赛弗动力技术有限公司
烟台创为新能源科技有限公司

对给予本书出版和发行大力支持的行业同仁，作者在此表示诚挚的谢意。特别感谢吴锋教授在百忙之中为本书作序。限于作者的水平，本书的内容并不能涵盖与动力电池系统相关的所有安全知识，我们希望以本书作为牵引，促进更多的企业和技术人员去研究和完善动力电池系统的安全特性。凝聚众人之智慧，提升行业技术水平，健全产品安全体系，齐心协力共同推动新能源汽车产业的健康发展，是我们义不容辞的责任。同时，本书若有疏漏，不当之处，恳请读者朋友们不吝指正。

王芳 夏军

2016年6月

目录 Contents

第 1 章 新能源汽车市场发展概述	1
1.1 电气化驱动时代来临	2
1.2 不断加码的政策支持	5
1.2.1 全球新能源汽车产业政策回顾	5
1.2.2 中国新能源汽车产业政策总结	7
1.3 新能源汽车发展路线之争	12
1.3.1 新能源汽车技术路线	12
1.3.2 新能源汽车发展现状与趋势	15
1.4 动力电池中日韩三足鼎立	21
1.4.1 锂电池产业花落中日韩	21
1.4.2 动力电池的技术发展路线	23
1.4.3 三足鼎立格局	31
1.5 汽车安全事故猛于虎	32
主要参考文献	37
第 2 章 动力电池系统技术综览	39
2.1 动力电池系统简述	40
2.1.1 动力电池系统的作用	40
2.1.2 动力电池系统的设计理念	40
2.1.3 动力电池从单体到系统	41
2.1.4 动力电池系统产品外形及安装位置	42
2.1.5 动力电池系统的构成和相关技术	45
2.2 动力电池技术介绍	48
2.2.1 动力电池按材料体系分类及特点	48
2.2.2 动力电池芯封装形式和极片装配工艺	49
2.2.3 电芯设计技术	50
2.3 电池系统成组技术之一——热管理技术	52

2.3.1	热管理的作用（电池系统的体温调节）	52
2.3.2	热管理技术分类及特点	52
2.3.3	当前热管理技术需求和发展趋势	53
2.4	电池系统成组技术之二——结构设计技术	54
2.4.1	动力电池系统结构的作用（电池系统的体格）	54
2.4.2	模组结构技术	54
2.4.3	箱体及结构技术	55
2.4.4	紧固结构技术	55
2.4.5	防护等级技术要点（IP67）	56
2.5	电连接技术	57
2.5.1	线束和连接的作用（电池系统动力网络和神经网络）	57
2.5.2	连接器选择	57
2.5.3	线材选择和降额设计	58
2.5.4	工艺选择	58
2.6	BMS 技术	58
2.6.1	测量	59
2.6.2	保护功能	61
2.6.3	管理功能	62
2.6.4	警示功能	67
2.7	锂电池标准化体系	68
2.7.1	概述	68
2.7.2	国内外标准化情况	68
	主要参考文献	69
第3章	产品安全规则与流程	71
3.1	企业安全文化建设	72
3.2	产品安全的规则和流程	74
3.3	产品开发过程中的安全活动实施	78
3.3.1	产品安全管控方法	78
3.3.2	产品安全的设计需求	78
3.3.3	产品开发过程中的安全风险跟踪	80
3.3.4	建立持续优化的闭环流程	81
3.4	产品安全评估	83

3.4.1	产品安全评估的目的	83
3.4.2	产品安全评估的流程	84
3.4.3	产品安全评估的方法	85
3.4.4	产品安全评估的结果及后续要求	85
3.4.5	产品安全评估的独立性	86
3.5	产品安全评审	86
3.5.1	功能安全评审的目的	87
3.5.2	功能安全评审的流程	87
3.5.3	产品安全评审的方法	88
3.5.4	产品安全评审的结果及后续要求	90
第4章	动力电池系统安全分析	91
4.1	系统安全理念	92
4.2	系统安全工程	93
4.3	动力电池系统模型和属性	96
4.3.1	系统组成及环境分析	96
4.3.2	系统简单模型	97
4.3.3	系统的相关属性	98
4.4	动力电池系统安全分析	100
4.4.1	危险的能量源	100
4.4.2	电击危险分析	101
4.4.3	燃烧和爆炸危险分析	102
4.4.4	动力电池系统安全分析的工程方法	103
4.4.5	安全防御措施的基本思路	105
4.5	安全分析案例	107
4.5.1	动力电池系统危险初步识别	107
4.5.2	动力电池系统顶层事故分析	111
4.5.3	动力电池系统安全危险的分解和分配	111
	主要参考文献	114
第5章	电气安全设计	115
5.1	警示标识	116
5.2	接触防护	116
5.2.1	直接接触防护	117

5.2.2	间接接触防护	121
5.3	外短路防护	125
5.4	高压回路主动监控与防护	127
5.4.1	过流保护	127
5.4.2	高压互锁检测	128
5.4.3	继电器状态检测	131
5.4.4	绝缘监控	133
5.4.5	碰撞防护	136
5.4.6	上电防瞬态冲击（预充电保护）	138
	主要参考文献	142
第6章	机械安全设计	143
6.1	简介	144
6.2	接触式受力防护	144
6.2.1	防护结构的机械强度	144
6.2.2	连接结构的机械强度	147
6.3	非接触式受力防护	151
6.3.1	防护结构的机械强度	151
6.3.2	连接结构的机械强度	152
6.4	IP防护	152
6.4.1	密封界面设计	152
6.4.2	气压平衡部件	155
6.4.3	气密性测试	156
6.5	防呆设计	157
6.5.1	机械防呆	158
6.5.2	颜色防呆	158
6.5.3	标识防呆	158
6.6	防火、阻燃和防腐蚀	159
6.6.1	防火与阻燃	160
6.6.2	防腐蚀	162
	主要参考文献	163
第7章	功能安全设计	165
7.1	功能安全标准简介	166

7.1.1	功能安全标准的演变历史	166
7.1.2	ISO 26262 的主要内容	167
7.1.3	本书和 ISO 26262 的对应关系	168
7.2	概念设计	169
7.2.1	相关项定义	169
7.2.2	危害分析和风险评估	170
7.2.3	功能安全概念	173
7.3	系统开发	174
7.3.1	技术安全需求	174
7.3.2	系统安全设计	176
7.3.3	系统集成测试	177
7.4	硬件开发与测试	178
7.4.1	制定硬件安全需求	179
7.4.2	软硬件接口定义	181
7.4.3	硬件设计	181
7.4.4	硬件设计阶段的安全分析	185
7.4.5	计算硬件架构指标	186
7.4.6	随机硬件失效导致违背安全目标的评估 (ISO 26262-5 第 9 章)	192
7.4.7	硬件的集成和测试	194
7.5	软件开发与测试	196
7.5.1	软件安全需求	196
7.5.2	软件架构设计	197
7.5.3	软件单元设计	202
7.5.4	软件功能安全测试	203
	主要参考文献	203
第 8 章	化学安全设计	205
8.1	锂离子电池安全性分析	206
8.1.1	突发事件或滥用原因	206
8.1.2	锂离子电池的自身原因	206
8.2	锂离子电池安全性的特征	207
8.3	锂离子电池安全性设计的基本原理	208
8.4	提高锂离子电池安全性的化学设计	210

8.4.1	选用热稳定性高的电极材料	210
8.4.2	选用安全型锂离子电池电解液	212
8.4.3	采用离子液体电解液	215
8.4.4	采用固态电解质	215
8.4.5	采用热失控阻断添加剂	216
8.4.6	选用高稳定性黏结剂	217
8.4.7	选用热稳定性高的隔膜	217
8.4.8	小结	217
8.5	电池热管理常用冷却剂	218
8.6	热失控预警及控制	221
8.6.1	锂离子电池热失控的机理	221
8.6.2	应对措施	223
8.6.3	预警系统选择方法	225
	主要参考文献	228
第9章	产品安全验证	231
9.1	概述	232
9.2	安全测试概述	232
9.2.1	电芯安全测试	232
9.2.2	模组安全测试	232
9.2.3	电池系统安全测试	234
9.2.4	测试案例分析	236
9.2.5	测试计划	237
9.3	结构仿真	238
9.3.1	仿真在电池系统设计中的作用与意义	238
9.3.2	基础知识和常用仿真工具介绍	239
9.3.3	电池系统仿真分析的基本理论	239
9.3.4	案例分析	244
9.4	热流体仿真分析	255
9.4.1	Pack 设计中的热流体仿真分析	255
9.4.2	基础知识简介和常用热流体仿真工具介绍	256
9.4.3	热流体仿真基础理论	256
9.4.4	热流体仿真实例分析	261

9.5 故障树分析	265
9.5.1 基本概念	266
9.5.2 定性分析与定量分析	266
9.5.3 案例分析	268
主要参考文献	271
第 10 章 国内外锂动力电池法规和标准体系	273
10.1 世界汽车技术法规概述	274
10.2 与锂动力电池相关的主要技术法规解读	275
10.2.1 FMVSS 305 电动汽车：电解液溢出及电击防护	276
10.2.2 ECE R100 关于机动车型式批准中电驱动系统特殊要求的统一 规定	276
10.2.3 ECE R94 关于车辆正面碰撞乘员保护认证的统一规定 /ECE R95 关于车辆侧面碰撞乘员保护认证的统一规定	282
10.2.4 UN 38.3 联合国《关于危险货物运输的建议书——试验和标准 手册》第 38.3 节“金属锂电池和锂离子电池组”	283
10.3 电动汽车锂动力电池主要安全标准解读	284
10.3.1 ISO 相关标准	285
10.3.2 IEC 相关标准	291
10.3.3 欧盟相关标准	293
10.3.4 美国相关标准	295
10.3.5 中国相关标准	299
主要参考文献	314

01

新能源汽车市场发展概述

本章导读

- ▶ 本章对全球新能源汽车市场的发展概况，全球各国政府的产业扶持政策，新能源汽车的技术路线，动力电池产业的市场格局，以及电动汽车的安全事故等几个方面做了较为全面的阐述。
- ▶ 新能源汽车的爆发式增长，有其深刻的社会背景、产业背景以及政策背景，将深远地改变汽车产业的格局，重构交通运输领域的产品形态和商业生态。
- ▶ 新能源汽车的发展和普及，离不开各国政府的政策引导，在大时代背景下，政府对产业的扶持和刺激，在宏观上为产业的发展铺平了道路。
- ▶ 新能源汽车的发展路线，并不是唯一的，全球各个国家结合自身的地域特征，社会经济发展水平，以及既有的技术优势，选择了适合自己的产业化方向，为新能源汽车的产业化积累了多领域多层次的经验。
- ▶ 动力电池是电动汽车的核心零部件，也是成本占比最大的零部件，在新能源汽车的产业版图上举足轻重。中日韩三国在这一领域处于领先地位，但是三个国家的发展方向和技术水平仍然存在一定的差异。
- ▶ 新事物的发展不是一帆风顺的，新能源汽车作为一个关乎到人身安全、财产安全、环境安全的产品，仍然不够成熟，如何防患于未然，推动产业的健康发展，是我们必须解决的问题。

1.1 电气化驱动时代来临

2009 ~ 2015 年, 中国连续 7 年蝉联全球汽车产销量第一的位置, 全球各大汽车厂商都把中国汽车市场作为其最大的或最为重要的市场来对待。据国家统计局数据, 2005 ~ 2014 年, 我国汽车保有量年均增幅高达 15.61%。2015 年, 我国汽车总保有量达到 1.72 亿辆, 仅次于美国, 居世界第二。

连续多年的产销量高增长, 使得中国社会的汽车普及率大大提升, 汽车市场的总体购买趋势将由新增市场转向存量市场。同时, 在经济转型、外需不振、结构调整以及新旧动力切换的多重因素叠加下, 中国经济 GDP 增长创近年新低, 增长乏力。去杠杆、去库存将是现在和未来很长一段时间中国经济的基调, 结构调整和改革进程的加快将加大经济的下行压力, 预计未来几年 GDP 增速将在 7% 以下的低位徘徊, 经济增长乏力将给汽车行业发展带来较大压力。

中国汽车工业协会公布的产销数据显示, 2015 年全年中国汽车市场的销量为 2459.8 万辆(图 1-1), 同比增长 4.7%, 相比上年同期减缓 2.18 个百分点。虽然由此判断中国汽车市场已经达到增长拐点还为时过早, 但是销量增速放缓和库存的持续增加, 将逐步改变汽车产业的趋势和格局, 并酝酿着变革的动力。

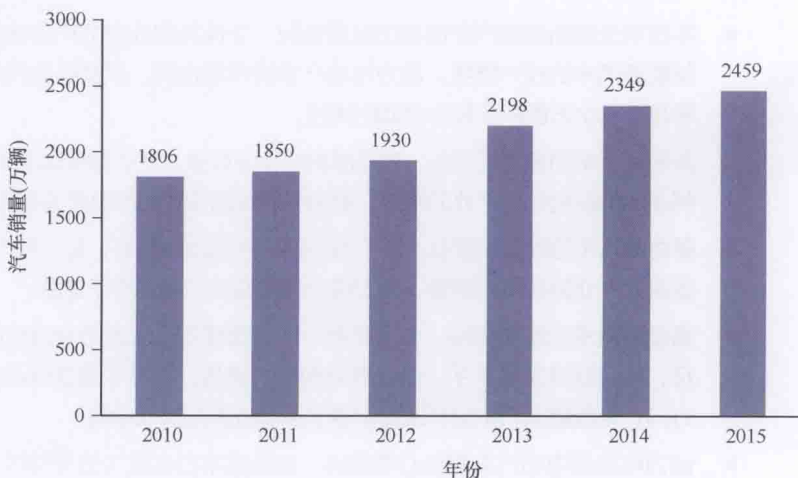


图 1-1 2010 ~ 2015 年中国汽车销量统计(万辆)

与传统汽车市场增速放缓形成鲜明对比的是, 我国的新能源汽车产业却呈现出产销两旺的局面。据中国汽车工业协会统计的相关数据, 我国 2015 年新能源汽车的产量及销量分别达到 34 万辆和 33 万辆(图 1-2), 同比分别增长 3.3 倍和 3.4 倍。其中纯电动汽车增长势头尤为迅猛, 产销分别完成 254633 辆和 247482 辆, 同比