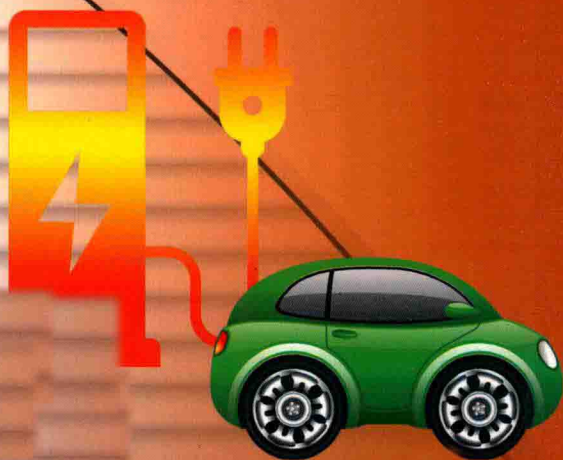


中能智库系列丛书

# 电动汽车

## 充电基础设施

主编 童光毅



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

中能智库系列丛书

# 电动汽车 充电基础设施

主编 童光毅



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

·北京·

## 内 容 提 要

本书编委会组织了国内电动汽车充电基础设施领域顶级的产业发展与产品技术专家,从电动汽车的发展历程和国内外电动汽车的发展情况入手,在全面阐述国内外电动汽车充电基础设施市场、技术、产品、标准、政策、商业模式等方面发展现状的基础上,分析了充电基础设施未来发展趋势,深入解读了国家相关政策的制定思路,展望了“十三五”电动汽车充电基础设施的市场规模和重点工作。

本书可作为电动车充电桩上下游企业培训用书,也可供相关专业人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电动汽车充电基础设施 / 童光毅主编. — 北京 :  
中国水利水电出版社, 2016. 9  
(中能智库系列丛书)  
ISBN 978-7-5170-4765-0

I. ①电… II. ①童… III. ①电动汽车—充电—服务  
设施—研究 IV. ①U491. 8

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第242294号

书 名	中能智库系列丛书 <b>电动汽车充电基础设施</b> DIANDONG QICHE CHONGDIAN JICHU SHESHI
作 者	童光毅 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11印张 262千字 1插页
版 次	2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	<b>78.00元</b>

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 《电动汽车充电基础设施》编委会

## 主任委员

郑栅洁 国家能源局

## 副主任委员

韩 水 国家能源局

黄学农 国家能源局

韩 君 国家电网公司

邢 炜 中国普天信息产业集团

张建伟 中国汽车技术研究中心

徐小东 电力规划设计总院

董 扬 电动汽车充电基础设施促进联盟

## 委 员

王秉刚 欧阳明高 吴志新 姜雪明 曹宏斌

张永伟 张进华 孙逢春 余卓平 魏昭峰

秦 华 许艳华 刘永东 叶 春

主 编 童光毅

副 主 编 王 成 沈建新 杜忠明 王文涛

## 编写人员

国家能源局：赵一农 赵铁岩 谭洪江 桂小阳 孙元辛 王云杉  
武 震 胡 滨 刘永东

中国汽车技术研究中心：蔡国钦 张 博 王 娜 张长令  
吴鹏飞 杨红松

国家电网公司：武 斌 李立理 何 博 马建伟 史双龙  
李晓强 陈晓楠

电力规划设计总院：饶建业 陈 铮 龚 媛 董 博 郭 挺  
普天新能源：杨 敏 邵浙海 李 阳 张 帆

# 前 言

随着我国经济社会发展水平不断提高，汽车保有量持续攀升。大力发展电动汽车，能够加快燃油替代，减少汽车尾气排放，对保障能源安全、促进节能减排、防治大气污染、推动我国从汽车大国迈向汽车强国具有重要意义。

充电基础设施主要包括各类集中式充换电站和分散布置的充电桩，是电动汽车能量补给的必要方式，完善的充电服务网络是电动汽车普及的重要基础。进一步大力推进充电基础设施建设，是当前加快电动汽车推广应用的紧迫任务，也是推动能源消费革命的一项重要举措。

2015年9月30日，国务院办公厅印发了《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》（国办发〔2015〕73号）（以下简称《指导意见》），明确了未来充电基础设施建设的重点任务和工作的。10月9日，国家发展和改革委员会、国家能源局、工业和信息化部、住房和城乡建设部四部门联合印发配套文件《电动汽车充电基础设施发展指南（2015—2020年）》（发改能源〔2015〕1454号）（以下简称《发展指南》），提出了我国“十三五”阶段电动汽车充电基础设施发展的总体目标、分区域和分场所目标，对我国的充电基础设施的规划布局提供了指导。

本书从电动汽车的发展历程和国内外电动汽车的发展情况入手，在全面阐述国内外电动汽车充电基础设施市场、技术、产品、标准、政策、商业模式等方面发展现状的基础上，分析了充电基础设施未来发展趋势，深入解读了《指导意见》和《发展指南》政策的制定思路，展望了“十三五”电动汽车充电基础设施的市场规模和重点工作。

第1章主要介绍了电动汽车及其发展历程，并总结分析了国内外电动汽车产业的发展情况。

第2章在对充电基础设施的主要概念和分类进行说明的基础上，重点分析了国内外充电基础设施的市场发展现状，并对影响充电基础设施发展的主要因素进行了归纳总结。

第3章在对国内外充电基础设施关键技术与设备的应用现状分析的基础上，总结了我国充电技术的发展趋势，研究分析了国内外主要充电设备产品。

第4章全面总结了国内外充电基础设施的标准体系的现状及发展趋势。

第5章深入研究了国内外充电基础设施的政策体系，并分析了未来发展趋势。

第6章主要提出了充电基础设施商业模式的概念和关键因素，在研究分析国内外典型商业模式案例的基础上，总结了充电基础设施商业化运营面临的主要挑战及未来发展趋势。

第7章展望了我国充电基础设施未来的建设目标和实现路径，并提出了充电基础设施建设运营重点工作和政策措施建议。

本书的出版得到了中国汽车技术研究中心、国家电网公司、南方电网公司、电力规划设计总院、中国普天信息产业集团等单位的大力支持，同时也得到了中国汽车工业协会、中国电力企业联合会等其他电动汽车充电基础设施促进联盟单位，国家发展和改革委员会、工业和信息化部、住房和城乡建设部等节能与新能源汽车产业发展部际联席会议成员单位及其下属单位，比亚迪等汽车企业，以及许继电气股份有限公司、国电南瑞科技股份有限公司等充电基础设施生产运营企业和中能智库的支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者批评、指正。希望本书能够为从事新能源汽车及基础设施研发、制造、运营和推广工作的相关人员提供有益参考。

**编者**

2016年4月

# 目 录

## 前言

第 1 章 电动汽车发展概况	1
1.1 电动汽车及其发展历程	1
1.1.1 电动汽车定义及分类	1
1.1.2 电动汽车发展历程	2
1.2 国外电动汽车发展情况	4
1.2.1 美国	6
1.2.2 欧洲	7
1.2.3 日本	7
1.3 国内电动汽车发展情况	9
1.3.1 电动汽车产业化进程	9
1.3.2 电动汽车市场概况	10
1.3.3 电动汽车产业化存在的困难	11
第 2 章 充电基础设施发展概况	14
2.1 充电基础设施分类及构成	14
2.1.1 分类	14
2.1.2 充电桩类型	15
2.1.3 充电站构成	15
2.1.4 电池更换站类型	16
2.1.5 充电方式	17
2.2 国外充电基础设施发展情况	18
2.2.1 美国	18
2.2.2 欧洲	20
2.2.3 日本	22
2.2.4 其他国家	24
2.3 国内充电基础设施发展情况	25
2.3.1 市场现状	25
2.3.2 发展特点	32
2.4 充电基础设施发展影响因素	32
第 3 章 充电基础设施的关键技术与设备	34
3.1 国内外充电技术与设备应用现状	34

3.1.1	国外充电技术与设备	34
3.1.2	国内充电技术与设备	37
3.1.3	技术应用面临的挑战	50
3.2	充电技术发展趋势	51
3.2.1	充电技术总体趋势	51
3.2.2	新型充电技术发展趋势	52
3.3	电动汽车充电设备产品	52
3.3.1	国外主要产品情况	52
3.3.2	我国主要产品情况	55
<b>第4章</b>	<b>充电基础设施标准</b>	<b>60</b>
4.1	国外标准概况	60
4.1.1	国际标准	60
4.1.2	欧洲标准	62
4.1.3	德国标准	62
4.1.4	美国标准	63
4.1.5	日本标准	63
4.1.6	国外标准发展趋势	64
4.2	国内充电基础设施标准	64
4.2.1	概况	64
4.2.2	标准体系的构建原则	65
4.2.3	标准进展	65
4.2.4	国内发展趋势	67
<b>第5章</b>	<b>充电基础设施政策体系</b>	<b>69</b>
5.1	国外充电基础设施政策	69
5.1.1	美国	69
5.1.2	日本	69
5.1.3	欧洲	70
5.1.4	总结与启示	73
5.2	我国充电基础设施政策	73
5.2.1	国家层面充电基础设施政策	73
5.2.2	地方充电基础设施政策	79
5.2.3	发展趋势	82
<b>第6章</b>	<b>充电基础设施商业模式</b>	<b>84</b>
6.1	基本概念	84
6.1.1	商业模式的概念	84
6.1.2	充电基础设施商业模式	84
6.2	概况及典型案例分析	88



6.2.1	国外充电基础设施商业模式	88
6.2.2	我国充电基础设施典型商业模式	97
6.3	商业化运营主要挑战及发展趋势	104
6.3.1	商业化运营面临的主要挑战	104
6.3.2	充电基础设施商业模式发展趋势	106
<b>第7章</b>	<b>充电基础设施发展展望</b>	<b>107</b>
7.1	电动汽车发展规模与充电需求展望	107
7.1.1	电动公交车	108
7.1.2	电动出租车	108
7.1.3	电动环卫、物流等专用车	109
7.1.4	电动公务与私人乘用车	110
7.1.5	小结	111
7.2	充电基础设施发展展望	111
7.2.1	充电基础设施配置思路与原则	111
7.2.2	我国充电基础设施规模与布局展望	112
7.3	推进充电基础设施建设的重点工作	117
7.3.1	推进充电服务网络建设	117
7.3.2	提高配套电网保障能力	118
7.3.3	加快标准完善与技术创新	118
7.3.4	探索可持续商业模式	119
7.3.5	充电基础设施的维护	119
7.4	相关政策措施建议	119
附录A	国内外电动汽车充换电设施标准名录	123
附录B	国内主要充电基础设施支持政策名录	130
附录C	国内主要充电设备企业基本情况	146
附录D	国务院办公厅《关于加快电动汽车充电基础设施建设的 指导意见》(国办发〔2015〕73号)	148
附录E	电动汽车充电基础设施发展指南(2015—2020年)	153
参考文献		163

# 第1章 电动汽车发展概况

## 1.1 电动汽车及其发展历程

### 1.1.1 电动汽车定义及分类

2007年，国家发展和改革委员会（以下简称“国家发改委”）根据《汽车产业发展政策》制定的《新能源汽车生产准入管理规则》对新能源汽车进行了明确的定义：新能源汽车系指采用非常规的车用燃料作为动力来源（或使用常规的车用燃料、采用新型车载动力装置）的汽车，综合车辆的动力控制和驱动方面的先进技术，形成的技术原理先进，具有新技术、新结构的汽车。新能源汽车包括混合动力汽车、纯电动汽车（BEV，包括太阳能汽车）、燃料电池电动汽车（FCEV）、氢发动机汽车、其他新能源（如高效储能器、二甲醚）汽车等。

电动汽车是指全部或部分由电动机驱动的汽车，主要包括纯电动汽车（BEV）、混合动力电动汽车（HEV）、燃料电池电动汽车（FCEV）和其他电动汽车。可见，新能源汽车包括电动汽车，而电动汽车只是新能源汽车的一种类型。

（1）纯电动汽车（BEV）。指完全由蓄电池提供动力的汽车，它以车载可充电电池为储能方式，靠电动机来驱动车辆。

（2）混合动力电动汽车（HEV）。指既可以使用常规动力驱动，也可以使用电力驱动的电动汽车。依据其是否外接充电，可分为插电式混合动力汽车（PHEV）与非插电式混合动力汽车。非插电式混合动力汽车的电能来源是发动机，依赖于常规动力带动电动机发电，石油、天然气等常规能源是其初始能源；插电式混合动力汽车既可以通过燃油驱动，也可以通过动力蓄电池驱动，既可以加油获取燃油驱动，也可以通过充电获取电能驱动。

（3）燃料电池电动汽车（FCEV）。指以燃料电池系统作为动力源或主动力源的汽车。

（4）其他电动汽车。指除纯电动汽车、混合动力电动汽车及燃料电池电动汽车以外，通过太阳能、电磁能等转换成电能驱动车辆运行的电动汽车。

根据国务院《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》，新能源汽车是指采用新型动力系统，完全或主要依靠新型能源驱动的汽车。按照此定义，普通混合动力汽车不在新能源汽车之列。我国重点发展的新能源汽车为电动汽车，主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车及燃料电池汽车。当前，燃料电池汽车在我国尚未实现批量生产。

除非特别注明，本书中提到的电动汽车主要指我国重点发展并已实现批量生产的纯电动汽车和插电式混合动力汽车。



## 1.1.2 电动汽车发展历程

### 1.19世纪30年代到20世纪——电动汽车的崛起时期

电动汽车最早出现在英国。1834年,美国人托马斯·达文波特(Thomas Davenport)制造了一辆电动三轮车,采用玻璃封装的不可充电蓄电池,只能行驶非常短的一段距离。1859年铅酸蓄电池的发明,使电动汽车实用化具备了一定的技术基础。法国人加斯顿·普兰特(Gaston Plante)于1865年研发出性能更好的蓄电池,卡米尔·福尔(Camille Faure)在1881年对其进行了改进,提高了电池容量,为电动汽车的发展铺平了道路。奥地利发明家 Franz Kravogl 在1867年的巴黎世界博览会上推出了一款双轮驱动电动汽车。法国和英国成为最早发展电动汽车的国家。

1873年,英国人罗伯特·戴维森(Robert Davidson)制造出了世界上最早的可实用蓄电池电动汽车,比卡尔·奔驰(Karl Friedrich Benz)的汽车早10余年。1881年,法国人古斯塔夫·土维(Gustave Trouve)在巴黎举行的国际电力博览会上演示了三轮电动汽车,成为第一辆使用铅酸电池作为动力来源的车辆。1890年,安德鲁·里克制造了美国第一辆三轮电动车;1891年莫里森制造了美国第一辆四轮电动车。1899年,法国人杰那茨(Camille Jenatzy)驾驶自行研发的44kW双电机后轮驱动的电动汽车,创造了105.88km/h的极速纪录。1891年,瑞克(A. L. Ryker)研发出电动三轮车,威廉·莫里森(William Morrison)制造了六座电动厢式客车。从此,电动汽车向实用化方向迈出了重要一步,并在人员和货物运输中起到了重要作用,相对于内燃机汽车的技术优势逐渐形成。

相当于同一时代的其他动力汽车,电动汽车的技术优势体现在没有振动、噪声及废气的味道,无需汽油车辆的换挡操作,无需蒸汽机汽车45min漫长的预热过程,且单次充电的续驶里程比蒸汽机汽车单次加水续驶里程长。另外,由于当时只有城市中才有较好的路面,多数汽车只能在本地使用,因此电动汽车续驶里程短的问题并未成为阻碍其发展的原因,且随着电力网络的高速发展,到20世纪初,很多欧美家庭都可以在家中对电动汽车完成充电,因此,电动汽车进入了一个商业化的发展阶段。

19世纪末20世纪初,电动汽车在汽车销售中占据了重要地位,1898年欧洲的出租车中,电动汽车占了绝大多数。1900年根据美国汽车产量统计,全年生产1575辆(38%)电动汽车、1684辆(40%)蒸汽机汽车、936辆(22%)内燃机汽车。美国的电动汽车保有量达到33842辆,电动汽车在20世纪20年代大获成功,销量在1912年达到了顶峰。

### 2.20世纪20年代到80年代——电动汽车的挫折时期

电动汽车在20世纪初迎来成功之后,很快又失去了增长的势头。从20世纪20年代开始,在美国,电动汽车逐渐被内燃机汽车替代,究其原因主要有4点:①美国在城市间建立起良好的公路网络,需要汽车拥有更长的续驶里程;②得克萨斯、俄克拉荷马和加利福尼亚等大油田的发现,降低了汽油价格,令普通消费者也能负担燃油费用;③查尔斯·凯特灵(Charles Kettering)在1912年发明的电力启动系统使得汽油机不再需要人力启动;④海勒姆·珀西·马克沁(Hiram Percy Maxim)在1897发明的消声器大幅降低了内燃机的噪声。相对于电动汽车的速度低、续驶里程短,内燃机汽车的速度更快、续



驶里程更长，并且价格便宜许多。

随着亨利·福特开始在美国大批量生产内燃机汽车，其售价开始平易近人。例如，1915年时福特汽车的售价低至440美元，且续航里程可达到电动汽车的2~5倍。与此相反，效率较低的电动汽车却价格昂贵，一款1912年的电动双座敞篷车售价1750美元。20世纪20年代后，电动汽车销量迅速下滑，并在20年后彻底消失。

不过，电动汽车仍在部分地方存在，1940年后英国有3家公司每年生产1500辆电动送奶车。日本由于第二次世界大战中进行汽油管制，电动汽车得到了一定的发展，1949年电动汽车占全日本汽车保有量的3%，达3299辆，但随着战后汽油渠道畅通，电动汽车也逐渐消失。

20世纪70年代的能源危机和石油短缺使电动汽车重新获得一定发展，美国、英国、法国、德国等都开始支持电动汽车的研发。其中，Vanguard-Sebring公司批量生产的两人座的Citicar纯电动乘用车是当时的一个代表（图1-1）。但在电动汽车成为商业化产品之前，能源危机和石油短缺已不再严重，因此电动汽车的商业化失去了动力，开始走入低谷。



图1-1 Citicar纯电动乘用车

### 3. 20世纪80年代至今——电动汽车的复苏时期

20世纪80年代，人们逐渐开始关注空气质量和温室效应，各国重新投入大量人力和财力加大电动汽车的研发，电动汽车发展逐步复苏。

1990年，美国加利福尼亚空气质量管理局通过了《关于强制使用无排放车辆（ZEV）法案》，规定从1998年起，将逐步增加加州销售汽车中的无排放车辆比例。日本工业技术院于1971年对电动机进行设计，日本研究机构、车辆、电池制造企业也相继开展了电动车辆及零部件的研发。法国、德国等欧洲国家也制定了各自的发展计划，并投入资金，以推动电动汽车发展。

在电动汽车产品方面，福特汽车公司和通用汽车公司联合开发了EXE电动汽车，1990年通用汽车公司开始批量生产IMPACT电动车，一次充电续航里程达190km。丰田汽车公司生产的RAV4电动汽车由铅酸电池改为镍氢电池，一次充电续航里程200km，



但零售价格为同型号汽油车的2倍。日产汽车(中国)有限公司(以下简称“日产公司”)1998年推出采用锂离子电池的ALTRA电动汽车,电循环寿命达1200次,续航里程124km。1997年,法国雷诺汽车公司也推出了装载锂离子电池的标致106型电动汽车。2007年,通用汽车公司推出了雪佛兰Volt概念车,并很快投入量产,配备了16kW·h锂离子电池和1.4L汽油机,可在纯电状态下行驶60km。2010年日产公司开始批量生产纯电动汽车Leaf,采用了24kW·h的锂离子动力电池,通过采用制动能量回收系统,续航里程可达160km。特斯拉汽车公司于2012年推出Model S车型,采用了大功率电机和大容量锂离子电池,续航里程最高可达500km。目前,Volt、Leaf和Model S已经在全球特别是美国市场获得巨大成功,电动汽车的技术已经不断走向成熟,逐渐开始大规模应用。

#### 4. 我国电动汽车发展历程

我国在电动汽车领域的研究探索始于20世纪60—70年代。总体来说,我国电动汽车产业的发展大致经历了以下3个历史阶段。

第一阶段,20世纪60年代到2001年前的萌芽阶段。我国并没有系统地支持电动汽车领域的技术研发,国内各汽车企业也没有将电动汽车作为研发投入的主要方向。这个时期,我国汽车企业几乎没有推出一款电动汽车整车产品。

第二阶段,2001年9月到2007年11月的研发培育阶段。我国的电动汽车取得了一系列关键技术突破,纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车三类电动汽车分别完成了功能样车、性能样车和产品样车试制;以幸福使者微型轿车为基础开发的纯电动轿车实现了小批量生产和出口;若干个品牌的纯电动客车、混合动力客车和混合动力轿车在北京、武汉等城市进行了小规模示范运行。

第三阶段,2007年12月到现在的产业化推进阶段。随着“863计划”取得成果的陆续产业化,我国汽车企业的电动汽车整车产品开发能力大幅提升,一批具有自主知识产权的混合动力轿车产品获国家发改委汽车新产品公告批准,长安汽车、奇瑞汽车和比亚迪汽车的自主创新混合动力轿车上市销售。同时,先期在北京、天津、武汉、深圳等7个城市开展了电动汽车小规模示范运行考核。2009年,科学技术部、国家发改委、工业和信息化部、财政部四部委联合开展了节能与新能源汽车示范推广试点工作,确定北京、上海、重庆、长春、大连、杭州、济南、武汉、深圳、合肥、长沙、昆明、南昌等13个城市作为国家首批试点城市,2010年初增加天津、海口、郑州、厦门、苏州、唐山、广州等7个试点城市。2013年9月,我国开展新一轮新能源汽车推广应用工作,确定39个城市群88个城市为主要推广应用城市。我国的电动汽车产业将逐步发展和形成。

## 1.2 国外电动汽车发展情况

基于能源安全、节能减排及可持续发展等战略考虑,美国、日本和欧洲地区的主要发达国家均从国家层面出台政策,推动电动汽车产业规模化发展。截至2015年年底,全球电动汽车累计销量超过100万辆,主要分布在美国、日本、中国及欧洲地区的国家,具体分布如图1-2和表1-1所列。



表 1-1

各主要国家电动汽车数量

单位：万辆

国家	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	国家	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
中国	1.28	1.76	7.85	33.11	英国	0.17	0.33	0.77	1.08
美国	5.32	9.66	11.87	11.53	瑞典	0.09	0.15	0.47	0.86
日本	2.32	3.08	3.16	2.32	德国	0.38	0.57	0.61	0.71
法国	0.94	0.89	1.12	1.69	加拿大	0.17	0.18	0.39	0.55

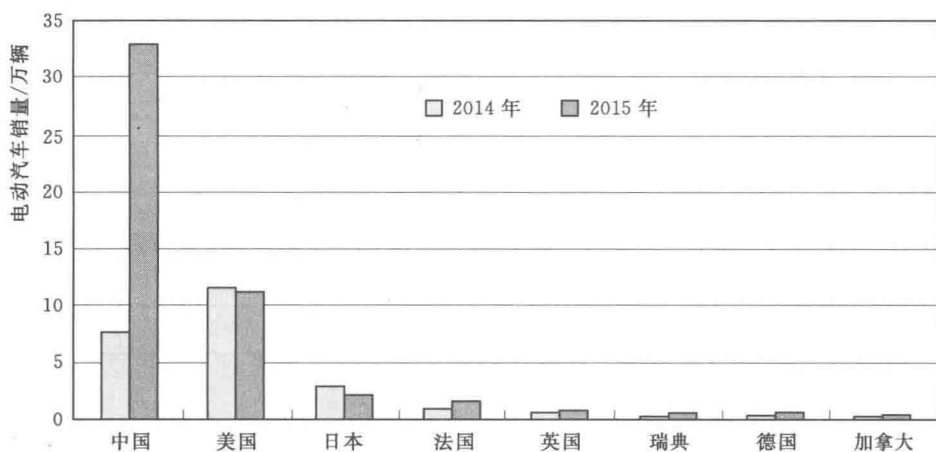


图 1-2 各主要国家电动汽车销量

在电动汽车保有量方面，2015 年全球保有量较 2014 年全球保有量增长 50 多万辆。中国、美国和日本仍为电动汽车保有量排名前三的国家。欧洲地区如英国、德国、法国等国家的电动汽车保有量也有一定程度的增长（图 1-3）。

EVSalesBlog 公布的数据显示，2015 年全球车型销量排名第一的是特斯拉 Model S，销量达到了 5.1 万辆，紧随其后的是 2014 年的销量冠军日产聆风，销量为 4.4 万辆，排

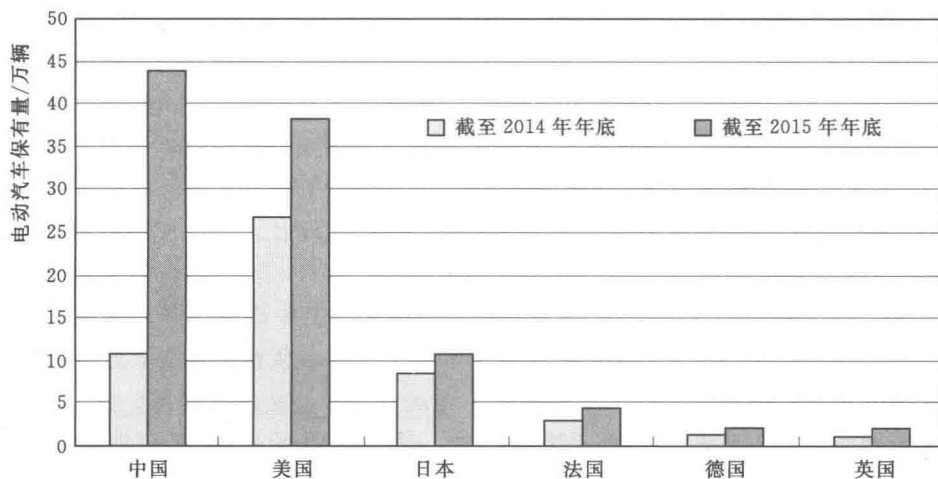


图 1-3 各主要国家电动汽车保有量



名第三的是三菱的欧蓝德 PHEV，销量为 4.3 万辆。比亚迪秦和宝马 i3 分列 2015 年销量的第四位和第五位，销量分别为 3.2 万辆和 2.4 万辆。

表 1-2 2015 年全球各主要新能源汽车车型销量

2015 年排名	车 型	2015 年销量	市场份额/%	2014 年排名
1	特斯拉 Model S	51390	9.35	3
2	日产聆风	43651	7.95	1
3	欧蓝德 PHEV	43259	7.87	2
4	比亚迪秦	31898	5.81	7
5	宝马 i3	24083	4.38	6
6	康迪 K11 熊猫 EV	20390	3.71	26
7	雷诺 Zoe	18846	3.43	9
8	比亚迪唐	18375	3.34	N/A
9	雪佛兰沃蓝达	17508	3.19	4
10	高尔夫 GTE	17282	3.15	33

### 1.2.1 美国

1976 年 7 月，美国国会通过了《电动汽车和复合汽车的研究开发和样车试用法令》，以立法、政府资助和财政补贴等手段推动电动汽车发展。1990 年，加利福尼亚州出台了为防止大气污染而制定的限制法规，并于 2003 年出台了修正案，规定 2009—2011 年零排放汽车的销量要达到新车销量的 11%；2012—2014 年零排放汽车的销量要达到新车销量的 12%；2015—2017 年零排放汽车的销量要达到新车销量的 14%，2018 年及以后零排放汽车的销量要达到新车销量的 16%。目前，美国东西部有数个州都通过了相应的法规。这些法规的强力推行，促进了电动汽车的商业化生产和应用。

1991 年，美国通用汽车公司、福特汽车公司和克莱斯勒汽车公司共同协议，成立了“先进电池联合体”（USABC），共同研究开发新一代电动汽车所需要的高能电池，并且与美国能源部签订协议在 1991—1995 年间投资 2.26 亿美元来资助电动汽车用高能电池的研究。20 世纪 90 年代中期，美国克林顿政府曾制订了发展电动汽车的“新一代汽车伙伴（PNGV）计划”，集中研究电池驱动的纯电动汽车。但鉴于当时蓄电池技术还未能获得关键性突破，纯电动汽车一次充电后的续驶里程短，充电时间长，生产成本较高，在技术上也难以解决处理废旧电池二次污染、回收困难的问题，而且电池价格昂贵，商业化进展缓慢。2002 年，美国能源部批准经费 1500 万美元，用于“工业研究、开发和演示使用电池的电动汽车”的费用共担项目，包括使用效率和动力储存、供电质量等，小型、低速、特种用途的纯电动汽车不断发展。

作为美国新能源发展战略的重要组成部分，美国政府于 2009 年启动全面发展节能汽车和电动汽车的计划，提出 2015 年前部署 100 万辆电动汽车的目标。在美国总统奥巴马倡导下，联邦政府为推进插电式混合动力汽车计划，出台了一系列强力措施，斥



资 140 亿美元支持动力电池、关键零部件的研发和生产，支持充电基础设施建设，消费者购车补贴和政府采购。美国还设立了一个总量为 250 亿美元的基金，以低息贷款方式支持厂商对节能和新能源汽车的研发和生产，目标是每年汽车燃油经济性提高一倍。日产公司和福特汽车公司分别获得 59 亿和 16 亿美元的贷款，成为该基金的第一批受益者。另外，美国能源部设立了 20 亿美元的政府资助项目，用以扶持新一代电动汽车所需的电池组及其部件的研发。为此，陶氏化学公司、韩国 LG 化学公司等四家电池制造商宣布了在美国密歇根州的投资计划，总额达 17 亿美元，它们也相应得到了总额 5.4 亿美元的税收优惠。

2015 年，美国累计销售电动汽车 11.5 万辆，其中特斯拉 Model S 销量为 2.6 万辆，排名第一位。

### 1.2.2 欧洲

1990 年，欧洲“城市电动汽车”协会成立，在原欧共体组织内有 60 座城市参与，该协会帮助各城市进行电动汽车可行性研究，建设安装充电基础设施，指导电动汽车的运营。欧洲的电动汽车中最为成功的是电动标致 106 车型，这种以镍镉电池为动力的电动汽车已经在欧洲各国的政府部门中拥有大量用户。

从 1995 年底开始，欧洲第一批电动汽车批量生产，此后欧洲各国都在继续发展电动汽车，取得了一定成绩。根据欧洲电动汽车协会（AVERE）提供的数据，1996—2000 年的 5 年间，欧洲电动汽车拥有量增长了 2.76 倍，从 1996 年的 5890 辆，增长到 2000 年的 16255 辆，当时对电动汽车的发展最为重视的当属法国，其次是瑞士和德国。

欧盟委员会于 2007 年公布了“新欧洲能源政策”，目标是到 2020 年将温室效应气体排放量降低 20%，将可再生能源的比例提高到 20%。现阶段欧洲重点发展柴油车节能技术和电驱动新能源汽车，未来目标是发展氢能与燃料电池，计划使氢能与燃料电池技术在 2020 年实现商业化应用。

欧洲电动汽车销量近几年开始大幅增长，前期销售车型以纯电动汽车为主，2014 年插电式混合动力汽车获得快速发展。2014 年，欧洲电动汽车销量达 8.78 万辆，创历史新高，主要车型为三菱欧蓝德（Outlander）PHEV、日产聆风（Leaf）、雷诺 Zoe、宝马 i3、特斯拉 Model S、大众 e-Up 等。

挪威是世界电动汽车普及率最高的国家，截至 2015 年 5 月，挪威电动汽车保有量达到 5.4 万辆，占本国汽车市场的份额高达 13.8%，远超其他国家。其中，挪威有 35% 的电动汽车分布在首都奥斯陆（Oslo）和第二大郡阿克什胡斯郡（Akershus）。奥斯陆已经成为世界人均电动汽车拥有量最多的城市，是名副其实的“电动汽车之都”，阿克什胡斯郡拥有的电动汽车超过了 9700 辆。

### 1.2.3 日本

近年来，面对日趋严峻的能源形势和巨大的减排压力，日本汽车制造产业计划逐步以节能环保的新能源汽车代替传统燃油汽车。总体来看，日本新能源汽车发展主要有 3 个方向：一是电动汽车，作为近距离的小型家庭车辆；二是混合动力汽车，包括汽油、天然气及合成燃料等，作为一般家庭汽车；三是燃料电池汽车，作为长途运输的商用车。



在电动汽车购车环节，为了拉动新能源汽车消费，日本采取减税与补贴双管齐下的措施。对2009年4月起之后3年内新购混合动力车、电动车、天然气汽车全部免除购置税和重量税。根据上述标准，丰田汽车公司Prius可累计减税14.45万日元，本田Insight也可减税13.77万日元。此外，日本政府还出台了总额达3700亿日元的“以旧换新”汽车补贴政策。车龄在13年以上的消费者换购环保汽车，最高可享受30万日元的补贴优惠。以Prius为例，减税、补贴合计可优惠39.45万日元，这是任何汽车经销商都无法给出的高额折扣。

为促进混合动力车、电动车产业发展，尤其是其核心技术——锂电池研发，日本经济产业省所属的新能源产业技术综合开发机构（NEDO）成立了ALL Japan体制。除丰田汽车公司、日产公司等多家汽车厂商外，三洋电机等电池企业及研究机构共同参与，对新一代锂电池技术进行攻关。此外，政府还直接向新能源汽车厂商提供补贴，三菱电动车i-MiEV每生产一台可领取100万日元的补助金。

(1) 混合动力汽车。长期以来，日本致力于混合动力汽车的研发，其技术水平领先于欧美。丰田汽车公司是日本研发和生产混合动力车的先驱，1997年第一代Prius上市后，丰田汽车公司继续加大研发力度，到2009年5月第三代Prius上市时，价格大幅下降，每升汽油行驶里程可达38km，是欧美车的2~3倍，当年销量超过20万辆，是上一年的2.9倍，荣登日本新车销量榜首。2012年，插电式Prius开始量化生产。截至2015年7月底，丰田Prius（含插电式Prius）全球累计销量超过350万辆，丰田汽车公司在全球销售混合动力汽车总量超过800万辆。本田汽车公司2009年2月推出混合动力车Insight，销量远超预期。此外，日本各大汽车企业还在既有车型的基础上安装混合动力系统，如三菱推出插电式欧蓝德，丰田汽车公司推出皇冠、雷克萨斯、汉兰达、凯美瑞、RAV4、雅力士等混合动力车型，本田汽车公司推出讴歌、飞度、雅阁等混合动力车型，加快了节能环保汽车的推广和普及。

(2) 纯电动汽车。纯电动汽车成为日本各大汽车厂商着力研发的重点。三菱公司2008年10月率先推出电动车i-MiEV，每次充电后可行驶160km，最高时速达130km，价格约为450万日元，当年产量1400辆，全部售给政府和企业，2009年4月起正式面向个人用户销售。此外，富士重工、日产公司也陆续推出了电动汽车，其他厂商也与电池供应商合作加紧研发。

(3) 燃料电池汽车。燃料电池汽车被认为是未来长途运输的发展方向。2014年12月，日本丰田汽车公司生产的燃料电池汽车正式向普通消费者出售，年产量为700辆。2015年10月，本田汽车公司也推出了Clarity燃料电池汽车，这款汽车装备70MPa高压氢气罐，充满仅需3min，一次补充燃料后，续驶里程超过700km。日本从20世纪70年代开始研发纯电动汽车，早在1967年就成立了日本电动汽车协会以促进电动汽车事业的发展。1971年，日本通产省制定了《电动汽车的开发计划》。许多汽车企业都陆续进行了一些产品发布与销售，但坚持下来进行研发和销售的只有大发和铃木两家。到20世纪90年代之后，由于能源和环境等问题，一些大汽车企业重新开始研发第二代纯电动汽车。1991年，日本通产省又制定了《第三届电动汽车普及计划》，提出到2000年日本电动汽车的年产量要达到10万辆，保有量达到20万辆的目标。2010年4月，日本经济产业省