



国际电气工程先进技术译丛

IET

插电式电动汽车充电基础设施布设 ——面向地方部门及其战略合作伙伴的技术路线图

**Successfully Implementing a Plug-in Electric Vehicle
Infrastructure——A Technical Roadmap for Local
Authorities and their Strategic Partners**

[英] 马修·拉姆斯登 (Matthew Lumsden) 编著

李晓楠 赵大海 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际电气工程先进技术译丛

插电式电动汽车充电 基础设施布设

——面向地方部门及其战略合作伙伴的技术路线图

[英] 马修·拉姆斯登 (Matthew Lumsden) 编著

李晓楠 赵大海 等译



机械工业出版社

本书分 5 部分，给出了 11 个案例，从实际出发，覆盖了电动汽车充电项目从实践基础到商业模式的各方面内容；可为我国相关公司、组织及部门了解欧洲电动汽车落地发展及商业化运营提供丰富资料。

本书介绍了英国和欧洲公共及私人部门工程项目的亮点，目的是帮助新建项目管理方在规划发展策略和实施框架时节约大量调研和取证方面的工作。本书还有一个重要内容是如何实现各项目之间更好的一致性、互操作性和整合性。根本上来说，本书目的在于节约电动汽车充电基础设施开发过程的成本。

本书可供电动汽车充电设施生产厂商、供电公司、电力公司、研究机构、政府部门及规划部门研究参考，也可供电动汽车行业的从业人员、管理人员及爱好者进一步学习。

译者序

当前，新能源汽车正处在国际商业竞争前的高技术储备阶段，一旦新能源汽车的应用顺利产业化，将引起能源结构、产业格局乃至社会生活的巨大变化，对实现能源多元化战略、保障国家能源安全、减少石油依赖具有重要意义。

我国“十二五”规划部署经济社会从外需转向内需、从高碳转向低碳、从强国转向富民的三大转型，其中汽车将是扩大内需的重点行业，而以低碳为目标的新能源汽车将成为国家重点扶植的方向，是我国七大战略性新兴产业之一。同时，备受关注的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》已经于2012年6月由国务院颁布实施。因此，在节能与新能源汽车产业“三纵三横”大路线下，插电式电动车充电基础设施技术已成为我国节能与新能源汽车产业发展的重要组成部分。2014年，科技部启动了《“十三五”电动汽车科技规划》的制定工作，总体目标是为五年后新能源汽车产业发展的全要素竞争打下基础，以实现新能源汽车战略性新兴产业进入快速成长期。

在这样的背景下，由英国工程技术学会（IET）出版的本书，应该会为我国电动汽车发展，特别是充电设施规划建设上，起到积极的作用。本书介绍了英国和欧洲公共和私人部门工程项目的亮点，目的在于帮助新建充电设施项目管理方在规划发展策略和实施框架时节省大量调研和取证的工作。

本书还有一个重要内容是如何实现各个充电系统之间更好的一致性、互操作性和整合性，提出相关标准化工作是目前世界范围内产业发展的主要挑战之一。从根本上来说，本书目的在于节约电动汽车充电基础设施开发过程的成本。

本书分5部分，共11个案例，从实际出发，覆盖了电动汽车充电项目从实践基础到商业模式的各方面内容；为国内相关公司、组织及部门了解欧洲电动汽车落地发展及商业化运营提供了丰富资料。本书适合国内电动汽车充电设施生产厂商、供电公司、电力公司、研究机构、政府部门及规划部门研究参考，也可供电动汽车行业的从业人员、管理人员及爱好者进一步学习之用。

本书主要由李晓楠、赵大海翻译，参加翻译工作的还有敖曼、唐皓、郑伟、王仁芳、高颀、宋相潜、吕萍、李洋。

由于译者团队水平有限，还请广大读者批评斧正。

译者
2016年4月

作者简介

本书作者马修·拉姆斯登是电动交通领域的专家。他于 2008 年和一系列利益相关方合作制定了英国英格兰东北部电动汽车发展战略。2009 年，面对专业知识及人才短缺的情况，他建立了覆盖汽车和能源领域的英国未来交通系统 (Future Transport Systems, FTS) 有限公司，来辅助电动交通 (e-mobility) 领域的开发工作。此后，他和 FTS 有限公司



的其他专家们合作制定了部分和英国“插电（充电）点” (Plugged-in Place, PiP) 项目密切相关的地区性战略，并成功运作 SWITCH EV 超低碳车辆示范工程。

由于其突出的先进性和专业性，如今 FTS 有限公司参与到了多个能源部门的电动交通相关的技术开发和项目实施中。

同时，马修也参与了一些欧洲西北部的项目。他与一系列利益相关方一起传播知识，推动电动交通的发展。有别于 FTS 有限公司的其他专家（主要工作是解决技术问题），马修主要研究电动交通可持续发展的相关领域，以及电动交通与其他交通模式和能源网的一体化。

在建立 FTS 有限公司之前，马修曾任英国 TNEI 能源咨询公司主任十余年，研究领域覆盖能量效率和可再生能源相关的各种项目。

本书概要

在近年来前沿研究、项目开发和示范工程的基础上，本书给出了电动汽车充电基础设施开发技术指导和最佳实践指导。本书内容包括了英国和欧洲公共和私人部门工程项目的亮点，还包括如对英国工程技术学会（Institute of Engineering and Technology, IET）出版的标准《IET 电动汽车充电设备安装实施规程（IET Code of Practice for Electric Vehicle Charging Equipment Installation）》的解读。新建项目管理方在规划发展策略和实施框架时，要耗费大量时间进行调研和取证，本书的主要目的就是为此提供便利，减少用时。本书还有一个重要目的是在各个项目之间创造更好的一致性，以实现更好的互操作性和整合性。从根本上说，本书目的在于节约电动汽车充电基础设施开发过程的成本。

因预算削减和组织变更，地方政府压力重重。这种环境下，投资基础设施项目难以盈利。PiP（Plugged-in Place）项目团队发现最有说服力的论点是，如果选择不去做点什么支持插电式电动汽车的话，结果会很糟糕，尤其是会因为达不到空气质量要求会被处以大量罚款。

——英国 PiP 项目

多国政府大力鼓励电动汽车的使用和其他低碳交通运输平台的发展。英国政府机构、技术战略平台（Technology Strategy Board, TSB）和低排放汽车办公室（Office for Low Emission Vehicles, OLEV）正在资助电动汽车示范项目、充电基础设施试验和许多其他研究开发活动。2012 年 2 月 21 日，OLEV 开始为购买插电式电动厢式货车提供补贴，购买插电式轿车也得到补贴。

欧洲的大部分地区也在进行类似的创新活动，尽管各政府的政策、时间点、立法、法规、市场力量和现有的实践会导致各种变化。本书也将讲探讨这些变化的案例。

各项目有一个共同的愿景，就是希望取得进一步的突破。各种议题，如插头、接地、通信协议的标准化等，都需要广泛的利益相关方达成一致。

电动汽车技术正飞速发展，根据 2012 年英国公路行驶的情况来看，蓄电池电动汽车（Battery Electric Vehicle, BEV）、新型插电式混合动力电动汽车（Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV）和增程式电动汽车（Extended-Range Electric Vehicle, E-REV）的可行驶里程数均在增加。PHEV 和 E-REV 在短途行驶时以电力作为动力，同时也可以进行更长距离的旅行而不必担心续航问题。

VI 插电式电动汽车充电基础设施布设

由于现有的三脚插口正逐步更新换代，目前英国正在进行国际标准 IEC 62196-2 的 2 型连接器（通常称为 Mennekes™ 或 2 型连接器）的标准化工作。发展趋势是，在充电点提供的功率不低于 7kW，并且充电点要置于停车场而不是更昂贵的路边区域。车辆和充电基础设施的日益增加，突出了能够支持主要干道和城际旅行的高速充电设备（rapid charger）的重要性。

同样，在插电式电动轿车和货车方面也开始取得了一些进展，尤其是围绕中心站点的短途应用方面。这种情况几乎不需要多少充电基础设施，尽管车队运营者发现高速充电可极大增强车队的灵活性。当电动汽车在车队中占有更高的比例时，在车队运营方和基础设施开发方/运营方之间建立强有力的关系，将会最大限度地增加车辆和基础设施的利用率和可持续性。

到目前为止，电动交通中电动自行车方面的方案是发展最快的。这些方案正在英国和欧洲其他对自行车友好的国家实施，用于试水多模式融合和电动交通。虽然和插电式电动汽车相融合，还建立了各种电动轿车俱乐部，但是车辆成本对于这样一个困难重重的商业模式来说是个大问题。但不管怎样，人们对汽车俱乐部的接受度越来越高，并且一个构造适宜的高速充电网络有助于电动轿车俱乐部的实践。最后，电动踏板车（e-scooter）和电动摩托车（e-motorbike）在英国的发展前景广阔，这是相对比较容易的电动交通发展途径，相对来说只需要很少的基础设施。

电动汽车充电基础设施的开发规划要明确瞄准细分市场，也要采取过渡手段来逐步植入以减少风险，还要提高规划灵活性，以便利用新开发的技术。

英国许多地方政府如今利用《城市规划法案》106 条款（Section 106），以及规定相关义务，来促进新建社区和商业区电动汽车基础设施的布设。其中，要求安装新的充电点，或是为车辆和充电点直接提供兼容能力，如为新建的连接提供专属电路和道路。

为了建立公共充电基础设施，各地方政府正在公共停车场安装充电点，也越来越多地和私人部门在快速（fast）和高速（rapid）充电基础设施方面开展工作。这给了新加入私人部门市场的企业一针强心剂。

电动交通和其他交通模式的融合目前还在萌芽期。充电点正安装在公共交通枢纽、停车换乘地及汽车俱乐部所在地和电动交通路线计划用地等，但是这些计划方案还没到实现使用一体化交通卡的阶段，激励也没到位。

互操作性仍然是英国在充电设施方面面临的大问题，新计划方案应从战略高度考虑这个问题。无法实现互操作性，会让电动汽车潜在用户无法下决心购买车辆，对最终实现可持续性也有影响。电动汽车充电基础设施后台的运行和行政管理系统也需要涵盖最新的技术，这样才会最大限度地保证前瞻性，同时也应从开始阶段与邻近地区合作认真思考如何实现互操作性。

充电桩成本开始下降而技术仍持续进步，供应商可提供结合了复杂后台的功能更强的充电桩。但是最省钱的部分是地点的选择，即把地皮、线缆走线和连接成本

降到最低的地点。很多项目经理认为有效的过程管理是控制成本、风险和项目时间线的最重要的工具之一。

不过，商业模式仍然不够明朗。目前，还没有哪种商业模式宣称实现了持续盈利。英国大部分的项目都是会员制模式的，也有提供电池置换模式的，还有预付费模式的或者车辆/充电基础设施联合基金模式的。所有这一切都还有待时间的验证。

术语：本书图 8 给出了各类电动汽车及相关术语。如果不需要特别强调是插电式电动汽车，均简称电动汽车（原书用 electric vehicle 或者 EV）。

本书应用的参考文献——英国标准 BS 7671—2008，是指 2011 年第 1 次修订的版本，即 BS 7671—2008（2011）《电气设备要求：IEE 布线规则》（第 17 版）。

缩 略 语

- BEV: 蓄电池电动汽车, Battery Electric Vehicle
- CHAdemo: 日本高速充电 (rapid charging) 协议方面的标准
- CL: 核心白名单, Central Whitelist
- CMS: 充电桩管理系统, Charge-post Management System
- CNG: 压缩天然气, Compressed Natural Gas
- CYC: “为车充电” (项目), Change Your Car
- DfT: (英国) 交通部, Department for Transport
- DNO: 配电网运营商, Distribution Network Operator
- ENEVATE: 欧洲电动汽车及交通网络专项, European Network of Electric Vehicles and Transferring Expertise
- ERDF: 欧洲地区发展资金, European Regional Development Fund
- E-REV: 增程式电动汽车, Extended-range Electric Vehicle
- EV: 电动汽车, Electric Vehicle
- EVSE: 电动汽车供电设备, Electric Vehicle Supply Equipment
- FiT: 补贴上网电价, Feed in Tariff
- GHG: 温室气体, Greenhouse Gas
- GM: (美国) 通用汽车 (公司), General Motors
- GMPTA: (英国) 大曼彻斯特地区客运管理局, Greater Manchester Passenger Transport Executive
- GPRS: 通用无线分组业务, General Packet Radio Service
- HEV: 混合动力汽车, Hybrid Electric Vehicle
- HGV: 载重车辆, Heavy Goods Vehicle
- HMI: 人机界面, Human Machine Interface
- IC: 内燃, Internal Combustion
- ICE: 内燃机, Internal Combustion Engine
- ICT: 信息和通信技术, Information and Communication Technology
- IPT: 感应电力传输, Inductive Power Transfer
- ITS: 智慧/智能交通系统, Intelligent Transport System
- LAN: 局域网, Local Area Network
- LCV: 低碳汽车 (或轻型商用车), Low Carbon Vehicle (or Light Commercial Vehicle)

LDF: 地区发展框架, Local Development Framework

LE: 低排放, Low Emission

LED: 发光二极管, Light Emitting Diode

LES: 低排放战略, Low Emission Strategy

LEV: 低排放汽车, Low Emission Vehicle

LNG: 液化天然气, Liquefied Natural Gas

LSTF: 地方可持续交通基金, Local Sustainable Transport Fund

LTP3: (英国) 地方交通运输 3 号方案, Local Transport Plan3

MECC: (英国) 曼彻斯特电动汽车公司, Manchester Electric Car Company

NCP: (英国) 国家停车场(集团), National Car Parks

NAIGT: (英国) 新型车辆创新和增长办公室, New Automotive Innovation and Growth Team

NPPF: (英国) 国家规划政策框架, National Planning Policy Framework

OCP: 开放充电点协议, Open Charge Point Protocol

OEM: 代工厂或原始设备制造商, Original Equipment Manufacturer

OLEV: (英国) 低排放汽车办公室, Office for Low Emission Vehicles

PHEV: 插电式混合动力电动汽车, Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV

PIEV: 插电式电动汽车, Plug-in Electric Vehicle, PHEV

PiP: (英国) 插电(充电)点(项目), Plugged-in Place

PPG: 规划政策指南, Planning Policy Guidance

PV: 光伏, Photovoltaic

QA: 质量保证, Quality Assurance

Q2: 第 2 季度, second quarter of year

Q4: 第 4 季度, fourth quarter of year

RAB: 监管资产基准, Regulatory Asset Base

R&D: 研发, Research and Development

RCD: 剩余电流保护器, Residual Current Device

RFID: 射频识别, Radio Frequency Identification

SME: 中小型企业, Small and Medium Enterprises

SMMT: (英国) 发动机制造厂商协会, Society of Motor Manufacturers and Traders

TfGM: (英国) 大曼彻斯特地区交通局, Transport for Greater Manchester

TMA: 交通管理协议, Traffic Management Agreement

TRO: 交通管理条例, Traffic Regulation Order

TSB: 技术战略平台, Technology Strategy Board

ULCV: 超低碳汽车, Ultra-Low Carbon Vehicle

目 录

译者序

作者简介

本书概要

缩略语

第 1 部分 最佳实践建议	1
---------------	---

1.1 展望未来	1
1.2 插电式电动汽车方案规划	1
1.3 关键里程碑	3

第 2 部分 战略概览	5
-------------	---

2.1 政府政策目标	5
2.1.1 背景	5
2.1.2 对英国车队扩张和欧盟相关环境的预测	6
2.1.3 插电式电动汽车市场增长热点	8
2.1.4 欧盟的政策	9
2.1.5 地方政府的政策和战略解读	9
2.2 插电式电动汽车技术回顾	10
2.2.1 引进和推动低碳和插电式电动汽车	10
2.2.2 插电式电动汽车	13
2.2.3 传统混合动力汽车	13
2.2.4 插电增程式电动汽车或串联混合动力汽车	13
2.2.5 蓄电池电动汽车	14
2.2.6 超低碳车辆示例	15
2.2.7 充电技术	17

第 3 部分 利用插电式汽车实现地方政府的政策目标	20
---------------------------	----

3.1 项目开发流程	20
3.2 和利益相关方一起工作	24
3.3 规划充电基础设施	26
3.4 充电点选址	28

3.4.1 充电点布局	28
3.4.2 面向用户的选取地点	29
3.4.3 高速充电设备选址	30
3.4.4 资金效用	31
3.5 利用政策推进电动汽车充电基础设施开发	31
3.6 推进互操作性	34
3.7 交通系统整合	39
3.8 汽车俱乐部	43
3.9 电动自行车、电动踏板车和电动摩托车的应用方案	44
3.10 采用可替代方案面临的挑战	47
3.11 公共服务类汽车	50
3.12 商业插电式电动汽车	52
3.13 展望未来	52
3.14 项目实施注意事项和风险	54
第4部分 成本和交付模式	57
4.1 硬件安装和运营方面的成本	57
4.1.1 项目管理	57
4.1.2 供应和安装	57
4.1.3 运营	60
4.1.4 项目资金	61
4.1.5 成功的成本/收益模型的关键要素	62
4.1.6 成功的要素	66
第5部分 技术指南、立法和标准	68
5.1 交通标志	68
5.2 充电模式	69
5.2.1 充电连接和充电模式的定义	70
5.2.2 充电模式1	70
5.2.3 充电模式2	71
5.2.4 充电模式3	72
5.2.5 充电模式4	72
5.3 插头	73
5.4 电缆	76
5.4.1 电缆类型	77
5.5 充电点	77

XII 插电式电动汽车充电基础设施布设

5.6	一体式电能表	81
5.7	电缆和充电点安全	81
5.8	家用充电单元	82
5.9	计量	83
5.10	电网连接	83
5.11	系统准入标签	84
5.12	互操作性	84
5.12.1	国家充电点注册机制	85
5.13	电力出售	85
5.14	电线	85
5.15	健康和安全	85
5.16	残障保护	86
5.17	规划	86
5.18	交通规则和管理条例	86
附录		87
附录 A	参考资料	87
附录 B	相关网站	87

案 例 目 录

案例 1	欧洲电动汽车及交通网络专项 (European Network of Electric Vehicles and Transferring Expertise, ENEVATE)	20
案例 2	英国南部海岸电动汽车充电网络	32
案例 3	英国 Source East 项目	34
案例 4	荷兰 E-Laad 基金会	38
案例 5	英国布里斯托尔市	39
案例 6	英国湖区国家公园可持续交通示范区	42
案例 7	英国纽卡斯尔市汽车俱乐部的电动汽车应用	43
案例 8	奥林匹斯工程——佛兰德斯地区的无碳交通网络	45
案例 9	英国曼彻斯特电动轿车公司	47
案例 10	英国盖茨黑德市议会	51
案例 11	英国“为车充电”(Charge Your Car, CYC) 项目	52

图 片 目 录

图 1	丰田普锐斯 1997 年到 2009 年间销量的增长	2
图 2	2006 ~ 2011 年可替代燃料汽车的注册登记情况	6
图 3	2010 ~ 2020 年插电式电动汽车销售预期	7
图 4	按交通模式划分的日均出行里程 (英里)	8
图 5	按出行目的划分的日均出行里程 (英里)	8
图 6	低碳交通技术层级	11
图 7	NAIGT 产品开发路线图	12
图 8	插电式电动汽车分类	13
图 9	典型的充电点安装时间表	23
图 10	电动汽车充电基础设施项目支出分布参考	23
图 11	项目开发过程关键内容	24
图 12	基于用户反馈得出的充电点选址重要程度分布	27
图 13	英国 Source East 项目后台管理系统	35
图 14	OCPP 原理示意图	39
图 15	英国大曼彻斯特地区奥德海姆 (Oldham) 市的 1 座 POD	48
图 16	曼彻斯特 PiP 项目的合作伙伴	49
图 17	一体化电动汽车充电和零售体验	65
图 18	插电式电动汽车停车标志牌示例	68
图 19	插电式车辆路边停车标线示例	69
图 20	英国盖茨黑德市美琢购物中心 (Metro Centre) 的高速充电停车位	69
图 21	英国伦敦市盖特威克 (Gatwick) 机场多层停车场的插电式车辆停车位	69
图 22	充电模式的定义	70
图 23	三菱 iMiEV 电动汽车以模式 1 的方式连接电源充电	71
图 24	10A 充电情况示例 (模式 2 下带 RCD 的控制盒限制对插座的需求负荷)	71
图 25	模式 3 情景 C (带常规电缆, 充电电流高达 32A)	72
图 26	模式 3 情景 B (带 2 型连接器, 充电电流高达 32A)	72
图 27	模式 4 CHAdeMO 连接器	73
图 28	模式 4 高速充电设备	73
图 29	日产聆风电动汽车在高速充电站充电	73

图 30 J1772 枪式连接器和固定在车上的匹配接口 74

图 31 使用 J1772 接头的日产聆风电动汽车（相邻插口是针对高速
充电的） 74

图 32 IEC 62196-2 型连接器 75

图 33 JEVS G105 50kW 直流高速充电连接器 75

图 34 地装式充电点的主要特征 78

图 35 典型馈电柱 79

图 36 典型充电点安装基座 79

图 37 多点充电系统 81

图 38 日产聆风电动汽车在一个有护栏的双充电口地装式充电点上充电 82

图 39 日产聆风电动汽车在家用充电点充电 83

图 40 带 J1772 连接器的家用充电点 83

表格目录

表 1	插电式电动汽车	15
表 2	商用插电式电动汽车	16
表 3	各类充电技术	17
表 4	充电点的安装成本	58
表 5	充电点的运营成本	60
表 6	充电线缆类型和特征	76
表 7	英国目前能买到的电动汽车充电点设备示例	80