

# 中国电动汽车充电桩发展趋势及其计量需求

耿西西<sup>1\*</sup>, 郑迪<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中国计量科学研究院, 北京

<sup>2</sup>中国计量大学, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年3月12日; 录用日期: 2022年3月29日; 发布日期: 2022年4月12日

## 摘要

大力发展电动汽车和配套的充电设施是实现碳达峰和碳中和的重要途径之一。随着城市电动汽车保有量的与日俱增, 满足大量居民的充电需求、提升城市整体的充电效率正在成为许多城市的重要问题。作为电能贸易的主要贸易载体之一, 充电桩充电的贸易公平、安全认证和服务标准化是决定电动汽车充电设施产业发展态势的重要因素。本文首先分析了中国电动汽车充电桩的发展趋势, 指出车桩位一体化的发展思路是解决城市电动汽车充电困难的有效途径。在此基础上, 分析了电动汽车充电产业中开展检测计量、认证业务和研究的必要性。进而在分析综述现有充电桩的计量检定方法的基础上给出了电动汽车充电产业中检测计量和认证相关研究思路和建议, 为后续研究提供参考。

## 关键词

电动汽车, 充电桩, 发展趋势, 计量需求

# Development Tendency and Metrology Demand of Charging Pile for Electrical Vehicles in China

Xixi Geng<sup>1\*</sup>, Di Zheng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Metrology, Beijing

<sup>2</sup>China Jiliang University, Hangzhou Zhejiang

Received: Mar. 12<sup>th</sup>, 2022; accepted: Mar. 29<sup>th</sup>, 2022; published: Apr. 12<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Vigorously developing electric vehicles and corresponding charging facilities is one of the impor-

\*通讯作者。

**tant ways to achieve carbon peaking and carbon neutrality. With the increasing number of electric vehicles in cities, meeting the charging needs of a large number of residents and improving the overall charging efficiency of the city are becoming an important issue in many cities. As one of the main trade carriers of electric energy trade, the trade fairness, safety certification and service standardization of charging pile are important factors that determine the development trend of the electric vehicle charging industry. This paper first analyzes the development trend of charging piles for electric vehicle in China, and points out that the development framework of the integration of vehicles, charging piles and parking spots is an effective way to solve the problem of urban electric vehicle charging. On this basis, the necessity of implementing testing, metrology and certification business and research in the charging industry of electric vehicles is analyzed. Then, based on the review of existing metrology method of charging pile, some research ideas and suggestions on the testing, metrology and certification in the electric vehicle charging industry are given, which provides references for subsequent research.**

## Keywords

**Electrical Vehicle, Charging Pile, Development Tendency, Metrology Demand**

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

我国在第 75 届联合国大会上作出了 2030 年实现碳达峰、2060 年实现碳中和的宏伟目标[1]。然而, 作为世界上最大的工业国和发展中国家, 我国工业产能和人民物质生活的需求仍在快速发展, 双碳目标的实现仍需付出巨大的努力。据统计显示, 目前交通运输行业的碳排放量占我国排放总量的比例约为 10.4% [2]。双碳目标对交通运输行业提出了巨大的挑战。

为实现双碳目标, 改善我国能源结构、保障国家能源安全, 交通运输行业大力降低碳排放势在必行。不同于传统以柴油、汽油为燃料的汽车, 电动汽车采用不同类型的锂离子电池提供动力, 在日常使用中不产生碳排放, 具有高效节能等突出优点, 因此大力发展电动汽车是交通运输行业实现降低碳排放的主要手段之一, 世界各国也积极出台相关产业政策和法规, 推动产业发展和电动汽车的广泛应用, 从而促进交通行业的节能降碳。根据思略特研究报告预计, 到 2030 年, 全球三大汽车市场欧盟、美国和中国新能源汽车注册数量将超过 1740 万辆, 占汽车销售总量的份额接近 27% [3]。具体到我国, 我国是目前全球最大的电动汽车市场, 销量占据全球总销量的比例在 50%左右, 具有广阔的市场前景。中国工业协会的数据显示, 截至 2020 年底, 中国纯电动汽车保有量约 400 万辆, 同比增加约 90 万辆[4]。根据工信部《新能源汽车产业发展规划(2021~2035)》征求意见稿, 预计到 2030 年, 我国新能源汽车保有量将达 6420 万辆[5]。各大汽车厂商也在电动汽车赛道持续发力, 不断推出各种类型的电动汽车产品。可以预见, 未来十几年乃至几十年的时间中, 我国电动汽车保有量仍将保持快速增长的势头。

电动汽车依赖动力电池提供动力, 动力电池主要包括电芯、模组、电池包等, 它们之间通过控制器和电气装置连接, 共同构成电动汽车的动力系统[6]。电池单体能量密度一般指的是电芯级别的能量密度。按照《中国制造 2025》中规划要求: 电池能量密度将在 2025 年达到 400 Wh/kg, 在 2030 年达到 500 Wh/kg [7]。目前来说, 工信部 2021 年版《锂离子电池行业规范条件》和《锂离子电池行业规范公告管理暂行办法》要求市面上使用三元材料电池单体电池能量密度需在 210 Wh/kg, 电池组需在 150 Wh/kg 以上, 其他

材料单体电池能量密度要求在 160 Wh/kg 以上, 电池组则需在 115 Wh/kg 以上[8]。总的来说, 目前受限于材料科学和技术发展缓慢, 目前动力电池的能量密度仍相对较低, 而与之对比的汽油能量密度为 12,000 Wh/kg 以上(综合热效率约为 20%~40%) [9]。同时, 电动汽车动力电池还存在充电慢的问题。传统汽车加油过程仅需几分钟, 而电动汽车采用交流充电桩从 0 充满的时间约为数小时, 即使采用大电流的直流充电桩充满仍需几十分钟以上[10]。

因此, 动力电池能量密度低和充电时间长的问题严重限制了电动汽车产业的发展, 影响了用户的使用体验。为此, 国家提出通过完善充电设施的思路来解决该问题。2020 年我国政府工作报告中将电动汽车充电桩建设列入新型基础设施建设之一, 国家能源局印发了《2020 年能源工作指导意见》, 提出要加强充电基础设施建设, 提升新能源汽车的充电保障能力[11]。在充电设施方面, 根据中国充电联盟统计数据, 2021 年我国充电基础设施增量达 93.6 万台, 其中公共充电桩增量 34.0 万台, 同比上涨 89.9%; 随车配建充电桩激增, 增量达 59.7 万台, 同比上升 323.9%。截止 2021 年底, 全国充电基础设施保有量达 261.7 万台, 同比增加 70.1%。2021 年充电总电量达 111.5 亿 kWh, 同比增加 58.0% [12]。如果按照 1:1 的车桩比建设目标, 我国在未来十年的时间里充电桩需求量仍在 6300 万以上。

尽管电动汽车和充电桩数量增长迅速, 但受限于布局、设施质量、收费计费模式等问题, 现有充电桩仍难以充分满足城市居民的充电需求, 充电桩的检定计量是其中的重要制约因素之一。部分企业在充电桩电能表计量和订单结算上动了歪心思, 企图以此谋取不法利益, 这严重损害了用户的使用体验, 破坏了贸易公平, 阻碍了充电桩产业的健康发展。尽管国家市场监督管理总局已将充电桩的检定列入强制检定目录, 但受限于技术方法的成熟度和效率, 给予了充电桩强检 24 个月的过渡期, 为各地探索充电桩检定科学合理和切实可行的技术方案提供了窗口期[13]。

为此, 本文首先分析了中国电动汽车充电桩的发展趋势。在此基础上, 分析了电动汽车充电产业中开展检测计量和认证业务和研究的必要性。进而分析和梳理了现有充电桩的计量检定方法, 并结合实际需求给出了电动汽车充电产业中检测计量和认证相关研究可能面临的问题, 为后续研究提供思路, 为充电桩强检的实施提供参考。

## 2. 车桩位一体化发展趋势

智慧城市大脑是建设数字城市、数字中国的必要途径, 是政府配置公共资源、作出科学决策、提高治理效能的有力工具, 交通运输是其中的一个重要组成部分。随着我国双碳目标的提出, 电动汽车的推广和普及可以有效解决交通、运输活动碳排放的问题, 城市中电动汽车保有量将越来越多。相对于持续攀升的电动汽车规模, 配套充电设施仍存在巨大缺口, 加之汽车共享、分时租赁等商业模式方兴未艾、蓬勃发展, 充电需求愈发巨大, 停车难、充电难的问题将愈发凸显, 严重影响居民生活出行体验和幸福感。

通常而言, 充电桩的使用需要配套一个停车位, 因此电动汽车充电站天然就是一个停车场, 充电桩和停车位的协调必不可少。但目前来看, 电动汽车充电及停车等相关配套产业仍各自独立发展, 尚未考虑各自的协调配合问题, 导致停车、充电的难题成为困扰和制约电动汽车发展的重要因素。目前, 城市停车场发展相对落后, 在规模数量和服务质量上均难以满足用户需求, 存量停车场资源难以得到有效利用。总体而言, 停车泊位缺口巨大。而在充电桩方面, 由以上分析可知, 尽管发展速度不慢, 但受限于充电时长、运行商管理运营水平、各充电桩品牌质量差异等因素, 仍难以较好地利用起来。

车桩位一体化是解决停车充电难题的有效办法和发展趋势[14], 通过建设车桩位一体化数据平台, 改变原有粗放式的车、桩、位管理模式, 利用数据互通对新能源车、桩、位资源整合, 从而可减少无效交通, 改善交通秩序, 节约能源消耗, 提升社会效益, 推进城市智能交通化进程, 为政府新能源政策的制

定和实施(如充电桩优化布局)提供更具公信力的数据。

车桩位一体化平台的服务模式如图 1 所示。结合用户停车、充电的双重需求,将停车、充电等相关数据均采用云服务的方式进行收集和处理,并汇总后再提供给用户、运营商和政府监管部门。基于互联网的服务模式,车桩位一体化平台具备模块化、易拓展等优势,可以有效整合停车位和充电桩资源,通过通用和开放接口实现不同服务模块之间的联动,从而有效提升服务质量和效率。同时,借此平台还可方便地实现政府相关部门的监管服务。

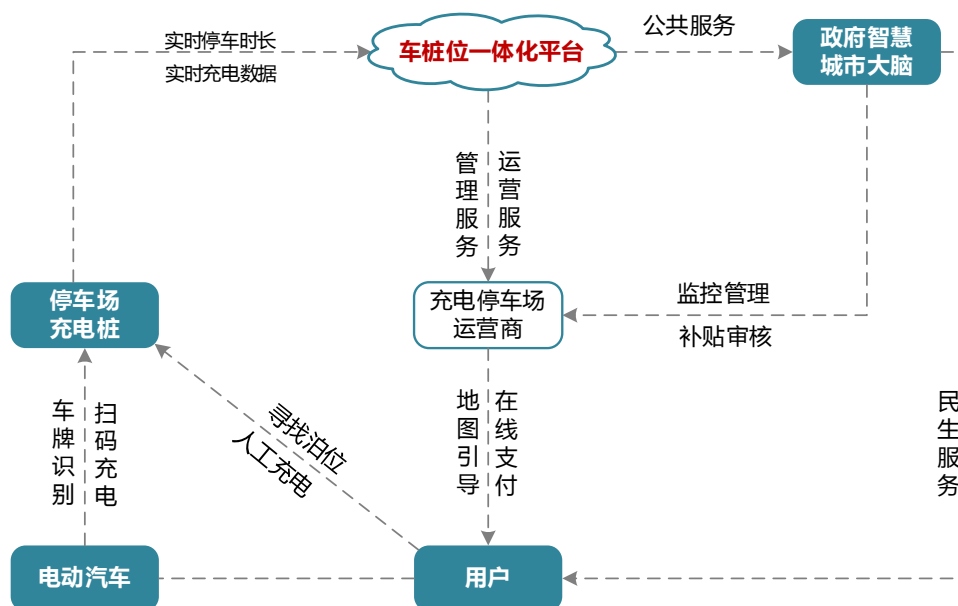


Figure 1. Service mode of integrated platform for vehicles, charging piles and parking spots

图 1. “车桩位”一体化平台的服务模式

具体来说,车桩位一体化平台的服务流程可以描述为:用户在到达充电站/停车场后,通过摄像头实现车牌的识别和用户账户的认证,进入场内后通过运行商提供的地图引导服务找到合适的泊位,用户扫码开始充电和计时计费。此时,实时停车时长和充电数据将上传至车桩位一体化平台。平台一边将数据下发至运营商实现结算功能,一边将数据共享至政府城市大脑,实现监管部门对运营商的监督管理,也方便后期进行充电桩建设使用相关的补贴审核和结算。相关运行数据可通过城市大脑共享至地图软件等导航工具,方便用户掌握附近充电站的空闲情况,也方便交通管理部门了解城市各区域的充电和停车需求,作出及时的调度和引导,提高交通效率,避免堵塞。因此,车桩位一体化平台可以提升用户使用体验,方便运营商进行运营决策,方便监管部门进行监管和提供民生服务,是一举多得的有效措施。

### 3. 充电设施检测计量认证的必要性

通过对电动汽车数据,充电设施数据,停车服务数据等进行实时采集、汇总、储存、整理和统计分析,车桩位一体化数据平台可提供以下功能:

1) 利用实时数据,为用户提供实时充电停车地图引导、车位预订、信息管理、费用结算等功能,为运营商和政府提供补贴管理审核、执法监管等功能;

2) 通过对大规模数据的清洗、筛选过滤、统计分析形成有价值的大数据特征,为电力企业扩容增效、电网安全保障、引导有序充电提供参考,为政府优化充电基础设施布局、判断行业发展形势、引导企业

有序竞争提供支撑。

这些功能的实现离不开准确的实时数据支撑, 不准确甚至故意欺诈的数据将严重损害贸易公平和各方利益。因此, 电动汽车数据、充电设施数据、贸易结算数据等均需要计量和认证, 通过检测计量认证与车桩位一体化平台的结合, 可在以下方面提供支撑:

- 1) 贸易公平: 通过对充电桩进行检验和计量, 保证充电电能数据的准确性和贸易结算的公平, 避免充电桩数据失准和恶意欺诈对用户和运营商利益的损害; 改变按充电桩数量进行政策补贴的传统模式, 按照充电电能进行实时的补贴和审核, 有效避免补贴漏洞;
- 2) 安全认证: 对电动汽车和充电桩进行产品安全认证, 减少因产品质量问题产生的各种安全事故;
- 3) 服务标准化: 保证不同品牌充电桩、不同停车场提供服务质量的一致性, 包括费用、流程、充电接口等的一致性, 保证数据平台数据格式、类型的统一和可扩展性。

鉴于以上原因, 需要建设满足检测检验、质量安全认证、计量监管需求的车桩位一体化数据共享平台, 如图 2 所示。积极开展车桩位一体化方面的技术探索和建设, 争取建成试运行的公共服务平台, 形成一系列团体、行业乃至国家标准, 从而有效提高企业效率, 提高政府监管力度和效率, 为国家双碳目标的落地提供实践路径。

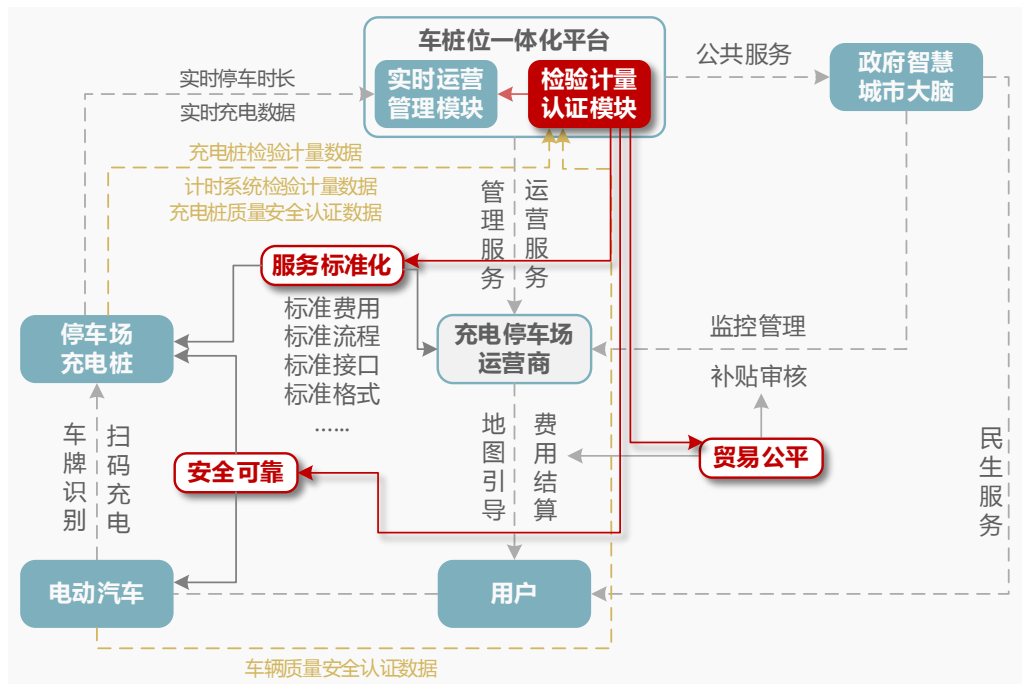


Figure 2. Metrology demand of integrated platform for vehicles, charging piles and parking spots  
图 2. 车桩位一体化平台的计量需求

#### 4. 充电桩计量检定方法

充电桩的核心部分是交直流电能表, 目前充电桩的检定规程均针对其中的电能表提出检定要求。参照《JJG 1148-2018 电动汽车交流充电桩检定规程》[15]和《JJG 1149-2018 电动汽车非车载充电机检定规程》[16], 采用现场校验仪做为标准装置, 采用电动汽车、动力电池组或电子负载、电阻负载等作为负载, 由人工到现场进行检定。

按照类型的不同, 负载可分为实负荷和虚负荷, 实负荷即产生真实功率和电能消耗的负荷, 同时适

用于交流充电桩和直流充电桩。虚负荷则分别通过一路独立的电压源和一路独立的电流源模拟电路输入功率, 几乎不产生实际的功率消耗, 因此相比实负荷法更节省能源。目前检定规程规定虚负荷只用于交流充电桩。

另外, 检定规程里对充电桩的工作误差里提到, 可以由被测充电桩输出电能脉冲做为检定过程中的测量值。使用电能脉冲进行检定的优势是大大节省检定时间。但目前大部分充电桩都没有提供电能脉冲输出接口。

尽管充电桩的计量检定基本原理相对简单, 但受限于充电桩结构设计、实际操作流程的限制, 充电桩的检定工作效率仍难以有效提高, 严重阻碍了其强检的全面开展, 不利于充电桩及电动汽车产业的发展。为此, 部分学者对充电桩的检定方法、模式进行了探索。文献[17]提出采用安装和监测前端电能表的方式实现与电动汽车充电桩电能计量的关联, 把监控电能表组成物联网, 对监测数据进行大数据分析, 从而获得充电桩的检定数据。然而该方法假设不同阶段充电桩充电效率恒定, 也未考虑前端电能表到充电桩之间的损耗, 实际效果仍有待商榷。文献[18]则提出基于大数据筛选的检定方法, 根据进电总表与分表电能之和的差筛选出异常充电桩电能数据。或将利用电动汽车充电交易数据结合总表数据, 基于大数据模型对异常充电桩进行筛选, 再对异常充电桩进行现场检定。这样通过缩小现场检定对象数量也可以提高检定效率。但这种方法难以区别线路故障和充电桩异常, 也难以针对不同类型、不同效率的充电桩设计异常门限值。

总的来说, 目前提出的充电桩检定思路难以有效兼顾准确性和效率, 仍难以有效满足充电桩的海量检定需求。

## 5. 相关研究分析与建议

在现有研究的基础上, 为实现车桩位一体化平台的建设, 实现贸易公平、安全认证和服务标准化, 作者认为应当在以下几个方面开展研究:

### 1) 充电桩的检定计量与性能评价方法

对充电桩及其电能表进行检定和计量是保证订单结算和贸易公平的基础。目前充电桩的强制检定难以推广的主要原因在于现有的检定计量方法主要通过实负荷放电并与标准表对比来实现, 然而实负荷放电的方式不仅浪费电能, 还需要现场开桩、接线等流程, 耗时较长, 检定效率低下。因此需要针对充电桩的高效检定计量和性能评价方法开展研究。主要思路包括:

① 现场检定方面, 利用虚负荷法解决实负荷的耗能问题, 进一步通过改造充电桩来简化现场检定流程, 从而提升整体的检定效率。其中如何结合虚负荷法来针对性的改造充电桩是比较重要的问题;

② 远程检定方面, 在少量现场检定的基础上, 通过采集大量用户充电过程的充电数据, 进而采用大数据技术建立充电数据与被检桩的关联规律, 并与现场检定过的充电桩进行对比, 从而完成城市充电桩的整体检定。其中, 如何利用海量充电数据构建桩与桩之间的对比关系, 如何设计需要现场检定充电桩的规模和位置来达到最优的工作效率是该思路的难点。

### 2) 充电桩的质量可靠性与安全认证技术

充电桩常年工作在户外环境中, 不同充电桩运行年限不同, 其健康状态也不同。充电桩的质量和安全性是决定服务质量的重要因素。欧盟早在 2010 年已将电动汽车安全法规作为电动汽车型式认证的强制性法规, 但我国目前尚缺少充电桩质量和可靠性分析和管理的认证标准。为此需要开展充电桩的质量可靠性与安全认证技术相关方面的研究。主要思路包括:

① 充电桩健康状态监测与评估方面, 需要对充电桩健康状态进行监测, 包括外壳保护、充电枪安全、电气安全、铭牌和面板可读性等方面; 建立其状态评估指标体系和评价模型, 从而为充电桩的维修和更

新提供参考;

② 充电桩安全监测方面, 需要建立充电桩尤其是大功率直流充电桩的变换器、枪头等关键部分的耐流能力模型, 对其损耗、温度、运行点等参数的安全裕度进行评价和建模, 充分掌握其运行状态;

③ 充电桩产业链认证方面, 需要研究充电桩行业不同生产、销售、运营等环节的相关认证技术, 建立可量化评估的标准和指标体系, 从行业整体的角度提高充电桩的质量。

### 3) 车桩位一体化服务平台构建与运行机制

车桩位一体化是结合数字中国发展方向、解决城市充电困难的有效途径。但车桩位一体化的发展缺乏统一的平台构建规则和运行机制, 盲目发展可能导致市场混乱, 服务差异, 不利于提高用户使用体验和政府市场监管。为此需要开展车桩位一体化服务平台构建与运行机制的相关研究, 主要思路包括:

① 挖掘充电产业上下游相关生产销售数据, 建立全产业链生产质量评价和描述模型与方法;

② 研究车桩位一体化服务平台构建方法, 分析和研究其运行机制和监管方法, 对线上线上实时数据进行全方位数字化监管, 从而有效提升行业服务水平和监管质量。

## 6. 结论

充电桩充电的贸易公平、安全认证和服务标准化是决定电动汽车充电设施产业发展态势的重要因素。本文首先分析了中国电动汽车充电桩的发展趋势, 指出车桩位一体化的发展思路是解决城市电动汽车充电困难的有效途径。在此基础上, 分析了电动汽车充电产业中建设满足检测检验、质量安全认证、计量监管需求的车桩位一体化数据共享平台的必要性。进而结合现有充电桩的计量检定方法存在的问题, 从充电设施检定计量与评价、可靠性与安全性认证、一体化平台构建与运行等方面提出了部分研究思路和建议, 从而为后续研究提供参考。

## 参考文献

- [1] 林伯强. 中国迈向碳中和的难题与出路[J]. 新金融, 2021(7): 26-29.
- [2] 谢守红, 蔡海亚, 夏刚祥. 中国交通运输业碳排放的测算及影响因素[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(5): 13-18.
- [3] 人民日报. 多国电动汽车产业快速发展(国际视点) [EB/OL]. [http://www.nea.gov.cn/2021-02/03/c\\_139717637.htm](http://www.nea.gov.cn/2021-02/03/c_139717637.htm), 2021-02-03.
- [4] 中汽协会行业信息部. 2020 年汽车工业经济运行情况[EB/OL]. [http://www.caam.org.cn/chn/4/cate\\_39/con\\_5232916.html](http://www.caam.org.cn/chn/4/cate_39/con_5232916.html), 2021-01-13.
- [5] 左世全. 解读《新能源汽车产业发展规划(2021-2035)》[J]. 智能网联汽车, 2020(6): 21-23.
- [6] Manzetti, S. and Mariasiu, F. (2015) Electric Vehicle Battery Technologies: From Present State to Future Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **51**, 1004-1012.
- [7] 周济. 智能制造——“中国制造 2025”的主攻方向[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2273-2284.
- [8] 中华人民共和国工业和信息化部. 公开征求对《锂离子电池行业规范条件(2021 年本)》(征求意见稿)《锂离子电池行业规范公告管理办法(2021 年本)》(征求意见稿)的意见[EB/OL]. [https://www.miit.gov.cn/jgsj/dzs/gzdt/art/2021/art\\_03f9b2a6d7fc4eb68cc37b59a4b0c1d3.html](https://www.miit.gov.cn/jgsj/dzs/gzdt/art/2021/art_03f9b2a6d7fc4eb68cc37b59a4b0c1d3.html), 2021-11-18.
- [9] 郭自洋. 高能量密度锂空气电池的相关研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 复旦大学, 2014.
- [10] Al-Ogaili, A.S., Hashim, T.J.T., Rahmat, N.A., et al. (2019) Review on Scheduling, Clustering, and Forecasting Strategies for Controlling Electric Vehicle Charging: Challenges and Recommendations. *IEEE Access*, **7**, 128353-128371.
- [11] 国家能源局. 国家能源局关于印发《2020 年能源工作指导意见》的通知[EB/OL]. [http://www.nea.gov.cn/2020-06/22/c\\_139158412.htm](http://www.nea.gov.cn/2020-06/22/c_139158412.htm), 2020-06-22.
- [12] 中国充电联盟. 2021 年全国电动汽车充换电基础设施运行情况[EB/OL]. <http://www.199it.com/archives/1375565.html>, 2022-01-13.
- [13] 国家市场监督管理总局计量司. 市场监管总局关于调整实施强制管理的计量器具目录的公告[EB/OL]. [https://gkml.samr.gov.cn/nsjg/jls/202010/t20201026\\_322641.html](https://gkml.samr.gov.cn/nsjg/jls/202010/t20201026_322641.html), 2020-10-26.

- 
- [14] 畅通. 车桩位网一体化电动汽车有序充电管理系统设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2019.
  - [15] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 1148-2018. 电动汽车交流充电桩检定规程[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2018.
  - [16] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 1149-2018. 电动汽车非车载充电机检定规程[S]. 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2018.
  - [17] 姜瑜, 陈光威, 宋天伟. 电动汽车充电桩计量检定的探索[J]. 中国计量, 2022(2): 125-126.
  - [18] 叶佳旻, 陈洁琼. 电动汽车充电桩检定新模式的思考[J]. 中国质量监管, 2021(4): 70-71.