

天津市地方计量技术规范

JJF(津) 140-2024

电动汽车公用充电设施计量性能在线监测 技术规范

Technical Specification for Online Monitoring Metrological Performance of
Electric Vehicle Charging Facility

2024-10-25 发布

2025-01-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

电动汽车公用充电设施计量性 能在线监测技术规范

JJF(津) 140-2024

Technical Specification for Online Monitoring
Metrological Performance of Electric Vehicle
Charging Facility

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院
国网天津市电力公司营销服务中心
天津大学
天津瑞芯源智能科技有限责任公司

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

刘 宇 （天津市计量监督检测科学研究院）

董 娜 （天津市计量监督检测科学研究院）

张卫欣 （国网天津市电力公司营销服务中心）

参加起草人：

张 涛 （天津市计量监督检测科学研究院）

杨 挺 （天津大学）

梁 彬 （国网天津市电力公司营销服务中心）

刘紫熠 （国网天津市电力公司营销服务中心）

吉 杨 （国网天津市电力公司营销服务中心）

付伟立 （天津瑞芯源智能科技有限责任公司）

党兆帅 （天津大学）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 电动汽车公用充电设施	(1)
3.2 充电设施批	(1)
3.3 在线监测	(2)
3.4 失准复检	(2)
3.5 远程计量模块	(2)
3.6 盲测	(2)
3.7 用户侧电能量采集台	(2)
3.8 电动汽车公用充电设施运营平台	(2)
3.9 充电设施计量性能在线监测平台	(2)
3.10 总电能表	(2)
4 在线监测技术要求	(2)
4.1 在线监测技术概述	(2)
4.2 在线监测平台总则	(3)
4.3 线监测方法应用要求	(3)
4.4 失准复检	(4)
5 在线监测实施方案	(5)
5.1 数据预处理方法	(5)
5.2 在线监测方法	(5)
5.3 异常预警规则	(8)
5.4 失准复检	(9)
附录 A 电动汽车充电桩/机计量性能在线计量监测平台接口要求	(10)
附录 B 直流充电机交直流转换效率估计方法	(13)
附录 C 估计参数评估标准	(14)
附录 D 电动汽车充电站计量性能在线监测系统数据结构	(16)
附录 E 电动汽车充电站计量性能在线监测基本原理	(19)

引 言

本规范依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》编制。

本规范是对 JJG 1148-2022《电动汽车交流充电桩》（试行）和 JJG 1149-2022《电动汽车非车载充电机》（试行）检定规程中计量性能在线监测条件的细化落实。

本规范为首次制定。

电动汽车公用充电设施计量性能在线监测技术规范

1 范围

本规范适用于加入在线监测平台的电动汽车公用充电设施的在线监测。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 1148-2022 电动汽车交流充电桩（试行）

JJG 1149-2022 电动汽车非车载充电机（试行）

GB/T 18487.1-2023 电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求

GB/T 44130.1-2024 电动汽车充换电服务信息交换 第1部分：总则

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

T/CEC 102.2-2016 电动汽车充换电服务信息交换

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

JJF1001-2011、GB/T 2828.1-2012 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 电动汽车公用充电设施 public charging facility for electric vehicle

在独立地块、社会公共停车场、商业建筑物配建停车场、加油（气）站、高速公路和普通国省干道服务区、交通枢纽等区域规划建设，以充电为目的提供专用功能将电能补充给电动汽车，向社会开放、为各类新能源汽车提供充电服务的设施，分为电动汽车交流充电桩和电动汽车非车载充电机两类。电动汽车公用充电设施满足充电 GB/T 18487.1-2023《电动汽车传导充电系统 第1部分：通用要求》

3.2 充电设施批 charging facility lot

为实施统计抽样需要，而汇总起来的具有相同计量特性的充电设施全体。该批次包含的所有充电桩应为天津市内同一运营机构下，具有相同的型号规格、生产厂商、并具有相近两年制造年份的充电设施全体。

注：同一充电设施只能属于同一充电设施批。

3.3 在线监测 monitoring online

利用先进量测技术、通信技术、数据分析等技术手段对电动汽车公用充电设施实施计量性能监测。

3.4 失准复检 inaccurate re-examination

通过充电设施计量性能在线监测平台或其他途径得出电动汽车公用充电设施工作状态失准，依据JJG 1148-2022、JJG 1149-2022对电动汽车公用充电设施进行重新检定的过程。

3.5 远程计量模块 remote metering module

安装在电动汽车公用充电设施内部，实时采集充电设施输出电压、电流、电能、温度、充电设施内原计量模块电量等信息，并具有数据通信和数据传输功能的装置，分交流计量模块和直流计量模块两种。

3.6 盲测 blind testing

是一种测试方法，其中被测试的对象在测试过程中的某个阶段或特定条件下被隐去或隐藏，以消除测试者的预期或偏见的影响。

3.7 用户侧电能量采集平台 user side electric energy harvesting platform

指电能信息采集、处理和实时监控平台，能够实现电能数据自动采集、计量异常和电能质量监测、用电分析和管理等功能。

3.8 电动汽车公用充电设施运营平台 electric vehicle public charging facility operation platform

电动汽车公用充电设施运营商用于管理、维护，涉及充电设施结算等信息的服务平台。

3.9 充电设施计量性能在线监测平台 online monitoring platform for measurement performance of charging facility

计量行政部门或其授权技术机构用于在线监测电动汽车公用充电设施计量性能，并具有数据传输、数据分析处理、数据管理展示、服务等功能的数据交互平台。

3.10 总电能表 total energy meter

用于计量电动汽车公用充电设施内全部充电桩消耗总电能量的电能表。

4 在线监测技术要求

4.1 在线监测技术概述

电动汽车充电桩在线监测方法使用数据驱动方式评估充电桩计量性能，由用户侧电能采集平台提供运营的充电站总电能表数据，电动汽车公用充电设施运营平台提供充电设施计量数据。对获取的数据进行数据清洗，依靠充电桩误差估算模型和相应的求解算法计算充电设施计量误差。其在线监测原理如图 1 所示。

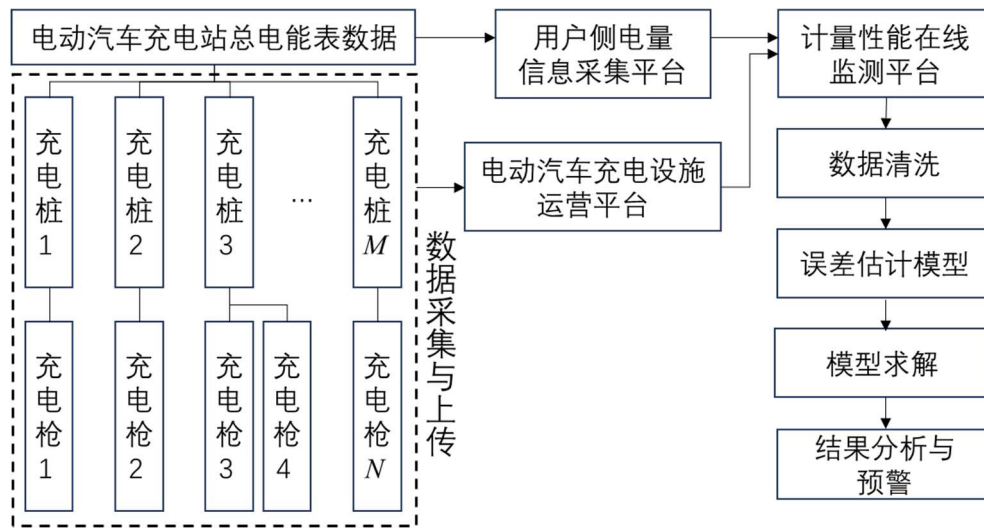


图 1 充电设施计量性能在线监测原理图

4.2 在线监测平台总则

天津市区域内电动汽车公用充电设施应按充电设施计量性能在线监测平台要求实现电动汽车公用充电设施的在线监测。在线监测数据的采集来源分为基于电动汽车公用充电设施运营平台和用户侧电能采集平台档案数据、曲线数据、充电站数据等。充电设施运营数据应满足GB/T 44130.1-2024《电动汽车充换电服务信息交换 第1部分：总则》、T/CEC 102.2-2016《电动汽车充换电服务信息交换》要求。

在线监测平台需符合国家信息安全等级保护标准，采取相应的安全保护等级，包括系统和数据安全措施，以确保数据不被篡改或丢失。在线监测数据至少保存三年以备计量行政部门查阅。在线监测平台数据架构及基本原理见附录D、附录E。

4.3 在线监测方法应用要求

4.3.1 充电站总电能表准确度等级要求

在线监测方案使用的充电站总电能表作为参考表，充电站总电能表的准确度等级需满足表1的规定。

表 1 充电站总电能表的准确度等级要求

充电设施计量准确度等级	1 级	2 级
总电能表准确度等级	0.5S 级及以上	1 级及以上

4.3.2 在线监测平台数据接口要求

1) 电动汽车公用充电设施运营平台能远程采集充电设施运营数据，数据接口应包含用户充电订单信息、充电过程数据、异常事件等档案，包括但不限于上述信息；

2) 用户侧电能量采集平台数据接口具备不低于 15min/次的充电站总电能表数据采集功能，充电站总电能表应具备电压、电流、功率、电量等冻结数据。数据应有对应的充电站设施档案信息，包含统计记录每台在线充电设施的基本信息，如详细位置、坐标、编号等。详细数据要求见附录 A；

3) 档案信息数据要求准确可靠，充电设施应至少具备 3 个月以上的充电过程数据，充电过程数据频度要求不低于 15min/次。

4.3.3 数据有效性

1) 基于大数据在线监测技术的充电站核算条件应满足“4.3.1 充电站总电能表的准确度等级要求”和“4.3.2 在线监测平台数据接口要求”。

2) 对于充电站内有非充电用电的场景，应有单独表计计量，且数据需提供至充电设施计量性能在线监测平台。

电动汽车公用充电设施运营平台每推送一次数据，由充电设施计量性能在线监测平台判定数据的有效性，对于无效数据电动汽车公用充电设施运营平台应重新上传，直至充电设施计量性能在线监测平台判定有效。

4.3.4 数据推送时效要求

对满足推送条件的数据，电动汽车公用充电设施运营平台于电动汽车充电桩充电完成后24h内推送至在线监测平台。电动汽车公用充电设施运营平台可统计单个计费单元电动汽车公用充电设施每年总充电次数。

4.4 失准复检

电动汽车公用充电设施在以下情况需进行失准复检：

- 1) 充电设施计量性能在线监测平台上预警的；
- 2) 其他情况中，技术人员综合判定后需进行重新检定的。

出现失准预警后，充电设施应依据JJG 1148-2022、JJG 1149-2022及时进行检定。复检后的检定结果需上传充电设施计量性能在线监测平台，用于后续在线监测结果的判定。

5 在线监测实施方案

5.1 数据预处理方法

5.1.1 数据清洗方法

对电动汽车公用充电设施运营平台和用户侧电能量采集平台所提供的档案数据、曲线数据、充电站数据，进行缺失数据监测、异常数据监测、可用数据监测、一致性监测等一系列数据清洗及预处理。

5.1.2 档案数据关联方法

将充电桩的数据点通过差值方法转化为与用户侧电能量采集平台的数据一致的整分钟数据，保证数据时钟对齐。

5.1.3 数据质量分析

对电动汽车公用充电设施运营平台和用户侧电能量采集平台的档案数据的缺失值、异常值进行检测，对于充电站档案数据缺失、充电站存在户变档案异常的充电站进行标记并显示。

5.2 在线监测方法

5.2.1 计量性能

充电站中包含 K 个总电能表, M 个充电桩以及 N 个充电枪。定义总电能表和充电枪侧测量点的误差 ϕ_i , 为用电量实际值与表计示值的比值, 实际误差 ξ_i 为实际值和示值的差值与示值的比值, 具体见公式 (1) 和 (2):

$$\xi_i = \frac{x_{i-true}(t) - x_i(t)}{x_i(t)} \times 100\% = (\phi_i - 1) \times 100\% \quad (1)$$

$$\phi_i = \frac{x_{i-true}(t)}{x_i(t)} \quad (2)$$

式中: i ——充电枪编号;

$x_i(t)$ —— t 时刻充电枪侧的计量示值;

$x_{i-true}(t)$ ——实际值。

当 $|\xi_i|$ 超出正常计量误差阈值 ξ_{th} 时, 即 $|\xi_i| > \xi_{th}$, 认为该设备计量失准。

5.2.2 交流充电站的监测方法

交流充电桩在线监测采用能量守恒定律建立充电设施运行误差计算模型, 具体实现过程如下:

1) 通过用户侧电能量采集平台以及充电设施运营服务平台, 获取充电桩误差估算所需的总电能表和充电桩的电压、电流、功率、电量和充电桩档案等数据信息, 并对获取的信息进行预处理, 以满足构建估算模型的要求;

2) 建立交流桩计量误差估算模型, 其公式如公式 (3) 所示:

$$y(t) = \sum_{i=1}^n \phi_i x_i(t) + L(t) + L_{con} + v_0(t) \quad (3)$$

式中: $y(t)$ ——总电能表的示值;

$x_i(t)$ —— t 时刻充电枪侧的计量示值;

$L(t)$ ——线路阻抗造成的动态损耗;

L_{con} ——固定损耗;

$v_0(t)$ ——量测噪声。

在测量周期内, 使用矩阵表示计算单元中各变量全部输入数据之间的关系:

$$\mathbf{Y}(t) = \mathbf{X}(t)\Phi_x + \mathbf{L}(t) + \mathbf{L}_{con} + \mathbf{V}_o(t) \quad (4)$$

式中： $\mathbf{Y}(t)$ —— $y(t)$ 的列向量，即 $\mathbf{Y}(t) = [y(1), y(2), \dots, y(t)]^T$ ；

$\mathbf{X}(t)$ ——尺寸为 $t \times n$ 的矩阵，其中的元素 $x_{i,j}$ 表示序号 j 充电枪在 i 时刻的正向有功功率；

$\mathbf{L}(t)$ —— $L(t)$ 的列向量；

\mathbf{L}_{con} ——常数 L_{con} 的列向量；

$\mathbf{V}_o(t)$ —— $v_o(t)$ 的列向量。

3) 使用岭回归算法求解式(4)的估算模型；

4) 检验参数估算结果的准确性，检出失准充电桩进行预警，具体评估方法见附录C。

5.2.3 直流充电站的监测方法

直流充电站在线监测采用能量守恒定律建立充电设施运行误差计算模型，具体实现过程如下：

1) 通过用户侧电能量采集平台以及充电设施运营服务平台，获取充电桩误差估算所需的总电能表和充电桩的电压、电流、功率、电量和充电桩档案等数据信息，并对获取的信息进行预处理，以满足构建估算模型的要求；

2) 建立直流不同类型桩计量误差估算模型，区分为分体式机和一体式机。

分体式机由具备整流模块的充电机进行交直流转换，并将直流电输送至直流充电机；一体式机自身内部具有交直流转换模块，其进线不连接充电机，直接与充电站内交流支路连接。因此连接同一充电机的分体式机具有相同的转换效率，而一体式机具有各自独立的转换效率。

由于电能计量点位于直流电的输出侧，因此在建立直流类型充电桩的电能守恒方程时考虑交流电转换为直流电过程中的能量损失，即交直流转换效率见公式(5)：

$$\eta = \frac{P_{DC}(t)}{P_{AC}(t)} \times 100\% \quad (5)$$

其公式如公式(6)所示：

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n_l} \frac{\phi_i x_i(t)}{\eta_i(t)} + \sum_{j=1}^{n_s} \frac{1}{\eta_j(t)} \sum_{k=1}^{n_j} \phi_k x_k(t) + L(t) + L_{con} + v_o(t) \quad (6)$$

式中： n_l ——一体式充电机类型的充电桩个数；

n_s ——分体式充电机类型的充电桩个数；

n_j ——充电机 j 所连接的充电机个数；

$x_i(t)$ 为 t 时刻一体式充电机类型的充电桩充电枪侧的计量示值；

$x_k(t)$ 为 t 时刻分体式充电机类型的充电桩充电枪侧的计量示值；

$\eta_i(t)$ 表示一体式充电机的交流-直流转换模块的转换效率；

$\eta_j(t)$ 表示分体式充电机的交流-直流转换模块的转换效率。

交流-直流转换模块估计方法样例见附录 B。

3) 使用岭回归算法求解式(6)的估算模型；

4) 检验参数估算结果的准确性，检出失准充电机进行预警，具体评估方法见附录C。

5.2.4 交直流混合充电站的监测方法

1) 通过用户侧电能采集平台以及电动汽车公用充电设施运营平台，获取充电桩误差估算所需的总电能表和充电桩的电压、电流、功率、电量和充电桩档案等数据信息，并对获取的信息进行预处理，以满足构建估算模型的要求；

2) 交直流混合充电站内交流、直流两种类型充电桩的误差计算模型，得到混合充电站误差计算模型，具体见公式(7)：

$$y(t) = \sum_{i=1}^{n_{DC-I}} \frac{\phi_i x_i(t)}{\eta_i(t)} + \sum_{j=1}^{n_{DC-S}} \frac{1}{\eta_j(t)} \sum_{k=1}^{n_j} \phi_k x_k(t) + \sum_{i=1}^{n_{AC}} \phi_i x_i(t) + L(t) + L_{con} + v_0(t) \quad (7)$$

式中：

n_{AC} ——站内交流充电桩个数；

n_{DC-I} ——一体式直流充电机个数；

n_{DC-S} ——分体式直流充电机个数；

$x_i(t)$ 为 t 时刻一体式充电机类型的充电桩充电枪侧的计量示值；

$x_k(t)$ 为 t 时刻分体式充电机类型的充电桩充电枪侧的计量示值；

$\eta_i(t)$ 表示一体式充电机的交流-直流转换模块的转换效率；

$\eta_j(t)$ 表示分体式充电机的交流-直流转换模块的转换效率。

3) 使用岭回归算法求解式(7)的估算模型；

4) 检验参数估算结果的准确性，检出失准充电桩进行预警，具体评估方法见附录C。

5.3 异常预警规则

指定模型计算单独充电站并生成计算报告，充电设施计量性能在线监测平台在充电设施运行误差参照JJG 1148-2022、JJG 1149-2022修约后，其运行误差到达预警阈值时应启动异常预警，预警阈值为 $\pm 2.0\%$ 。

5.3.1 预警时平台的处理方案

运行综合计量误差计算模型得到计算结果后，基于置信区间、P值、拟合优度、均方根误差等评价指标进行模型评价，设置评价指标体系，基于评价指标，对模型计算结果进行打分评价，优先选择评分较高的充电桩进行输出。并按5.4进行失准复检。

5.3.2 异常数据输出策略

运行综合计量误差计算模型得到计算结果后，根据从电动汽车公用充电设施运营平台同步得到的异常事件清单，结合计算结果进行关联输出，优先输出运行综合计量误差计算模型计算超差，并且电动汽车公用充电设施运营平台也输出异常事件的充电桩。

5.4 失准复检

按 4.4 的要求进行。

附录 A

电动汽车充电桩/机计量性能在线计量监测平台接口要求

A.1 范围

本要求用于电动汽车充电桩/机计量性能在线计量监测平台接口开发。

本要求说明了天津市电动汽车充电桩/机计量数据监测平台的数据类型；描述了获取充电站、充电桩、充电过程信息、订单数据等接口信息。

A.2 接口数据类型定义

本标准中参数中的数据类型说明见表A.1：

表A.1 参数数据类型

类型名称	类型定义
DATE	日期型，采用 yyyy-MM-dd HH:mm:ss，格式按照 GB/T 7408 中规定。
Number	数值型，采用“0”到“9”数字表达的数值
string	字符串
byte	单字节整型
VARCHAR2	单字节字符型

A.3 获取充电站及充电桩信息接口规范

A.3.1 接口描述

充电桩在线计量监测平台获取充电站及充电桩信息。

A.3.2 接口设计要求

接口名称 SubmitCharging (string strJason)。

A.3.3 接口数据规范

A.3.3.1 充电站总电能表信息，内容格式见表A.2。

表A.2 充电站总电能表信息

名称	描述	类型	长度/范围
电能表编号	/	字符串	32 字符
户号	/	字符串	/
计量点 ID	/	字符串	/
曲线 ID	/	字符串	/
站点编号	总电能表对应的充电站编号	字符串	20 字符
站点名称	/	字符串	100 字符
综合倍率	/	整型	/
是否为充电站总电能表	“1”或“0”	字符串	/

A.3.3.2 充电站信息，内容格式见表A.3。

表A.3 充电站信息

名称	描述	类型	长度
充电站编号	运营商自定义的唯一编码	字符串	≤ 20 字符
运营商名称	运营商名称	字符串	100 字符
充电站名称	充电站名称的描述	字符串	≤ 50 字符
详细地址	/	字符串	≤ 50 字符
投运时间	充电站投运日期	字符串	格式 “yyyy-MM-dd”
省	/	字符串	/
市	/	字符串	/
区	/	字符串	/

A.3.3.3 充电桩信息，内容格式见表A.4。

表A.4 充电桩信息

名称	描述	类型	长度/范围
设备编码	设备唯一编码，对同一运营商，保证唯一	字符串	≤ 23 字符
充电站编号	所属场站编号	字符串	/
充电站名称	/	字符串	/
电表户号	当充电桩有桩前表时为桩前表户号， 否则为充电站总电能表户号	字符串	/
设备类型	1、直流设备 2、交流设备 3、交直流一体设备 4、无线设备 5、其他	整型	/
充电设备 额定总功率	单位：kW	浮点型	/

A.3.3.4 充电设备信息，内容格式见表A.5。

表A.5 充电设备信息

名称	描述	类型	长度/范围
充电设备接口 编码	充电设备接口编码，同一运营商内唯一	字符串	≤ 26 字符
充电设备编号	/	字符串	/
充电站名称	/	字符串	/
充电枪类型	AC(交流)或 DC(直流)	字符串	/
额定功率	单位：kW	浮点型	/

A.4 充电数据接口规范

A.4.1 接口描述

充电桩运营平台充电过程数据和订单数据。

A.4.2 接口设计要求

接口名称: SubmitMutualinfo (string strJson)。

A.4.3 接口数据规范

A.4.3.1 日测量点总电能示值曲线，内容格式见表A.6。

表A.6 日测量点总电能示值曲线基本信息

名称	描述	类型	长度/范围
电能表编号	/	字符串	32 字符
数据时间	格式“yyyy-MM-dd HH:mm:ss”	字符串	20 字符
正向有功电能示值	单位: kWh	浮点型	/
反向有功电能示值	/	浮点型	/
正向无功电能示值	/	浮点型	/
反向无功电能示值	/	浮点型	/

A.4.3.2 电动汽车充电过程数据信息

充电过程数据基本信息，内容格式见表A.7。

表A.7 充电过程数据基本信息

名称	描述	类型	长度/范围
充电订单号	格式: “运营商 ID+唯一编号”	字符串	27 字符
充电设备接口编码	参见《电动汽车充换电服务信息交换 第2部分: 公共信息交换规范》	字符串	/
本次采样时间	格式“yyyy-MM-dd HH:mm:ss”	字符型	/
累计充电量	单位: kWh, 小数点后 3 位	浮点型	/

附录 B

直流充电机交直流转换效率估计方法

B.1 方法背景

在充电过程中，直流充电机一般是采取先恒流再恒压的充电方式。在充电刚开始和快结束时充电功率较低，而充电桩 AC-DC 转换模块的转换效率随着功率的增加先上升后下降，并且变化速率较大，如果不考虑这一特点则对模型的准确性产生较大影响，所得的计量误差估计值可能包含了转换效率误差的部分。

B.2 估计方法

各个充电桩的转换效率存在一定的差异性，考虑将转换效率纳入模型。根据转换效率先快速上升、再缓慢下降的特点，假设 AC-DC 转换模块内的损耗是功率的二次函数： $P_{loss} = ap^2 + bp + c$ 其中 $a, b > 0$ ，将其带入到转换效率公式： $\eta = \frac{p - P_{loss}}{p}$ 则得到转换效率关于充电功率的函数为：

$$\eta(t) = f_{\eta}(p) = \frac{p - (ap^2 + bp + c)}{p} \quad (\text{B.1})$$

$$\eta(t) = f_{\eta}(p) = \frac{-ap^2 + (1-b)p + c}{p} \quad (\text{B.2})$$

在大部分负载情况下，转换效率都在一个比较平稳的范围内，在 95% 上下，少部分负载较低的点的转换效率比较低且变化快。基于此特点，舍去掉这一小部分数据点（设定一个阈值来确定舍去的数据点），剩下的数据采用平均转换效率来作为综合转换效率带入模型。

B.3 预期成效

通过上述交直流转换效率估计方式，舍去低充电功率下，低转换效率的数据点，降低对误差估算模型产生的影响，留下转换效率平稳的数据点。对于保留的数据点，其平均转换效率接近其真实综合转换效率，使用这些数据点进行转换效率估计，并代入原估算模型。

附录 C

估计参数评估标准

在获取估计结果后，使用自助法进行估计参数的评估验证：从总体中有放回地抽取一个样本，将其加入样本集，利用该样本集进行多次估计，得到各充电枪误差的分布，计算参数分布的各个评价指标。

C.1 标准差

标准差 $SE(\tilde{\Phi})$ 用于度量参数估计的离散程度，表示为：

$$SE(\tilde{\Phi}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^B (\tilde{\Phi}_i^* - \bar{\Phi}^*)^2}{B-1}} \quad (C.1)$$

式中：

B ——自助法 (Bootstrap) 的计算次数；

$\tilde{\Phi}$ ——估计的参数值，即充电枪计量误差；

$\tilde{\Phi}_i^*$ ——第 i 次 Bootstrap 得到的参数估计值；

$\bar{\Phi}^*$ ——多次参数估计的均值。

C.2 t 值

在充电桩计量误差估计问题中，我们用 t 值判断计量误差参数估计是否显著失准，即提出充电桩误差的总体均值的绝对值等于或小于正常计量误差阈值 ξ_{th} 的零假设。 t 值计算公式表示为：

$$t = \frac{\tilde{\Phi} - \Phi_0}{SE(\tilde{\Phi})} \quad (C.2)$$

式中：

Φ_0 ——零假设下的参数值，表示充电枪计量失准阈值。

C.3 p 值

在零假设成立的情况下， p 值表示观察到的样本统计量或更极端情况出现的概率。

$$p = 2 \times P(T > |t|) \quad (\text{C. 3})$$

式中:

$P(T > |t|)$ ——t 分布中 t 值的绝对值大于观察到的 t 值的概率。

C.4 置信区间

利用置信区间表示参数估计的可信程度, 其计算公式表达如下:

$$CI = [\tilde{\Phi} - z \cdot SE(\tilde{\Phi}), \tilde{\Phi} + z \cdot SE(\tilde{\Phi})] \quad (\text{C. 4})$$

式中:

z ——信水平对应的 z 分位数, 常见的有 95% 置信水平对应的 z 值为 1.96。

附录 D

电动汽车充电站计量性能在线监测系统数据结构

D.1 数据主题域结构

充电桩计量性能在线监测数据域设计的一级域为客户域，二级域为计量域，其数据主题域结构见图D.1。根据充电桩计量性能在线监测业务特点，三级域为充电桩数据、电能量采集数据、用户配置、分析结果数据等4个主题域。

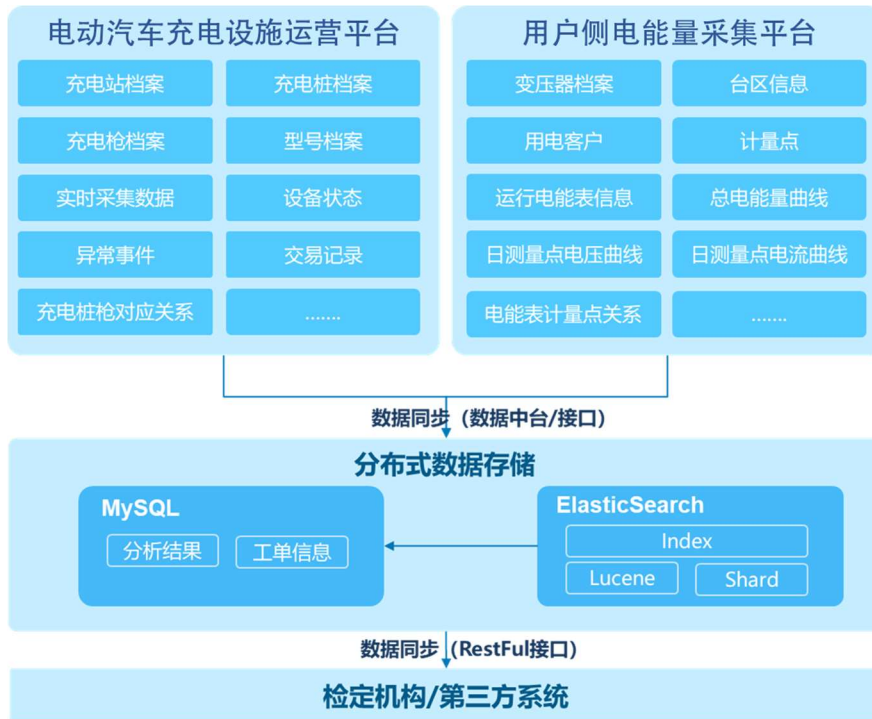


图 D.1 数据主题域结构图

每个数据域的具体功能如下表 D.1 所示。

表 D.1 逻辑数据模型定义信息表

编号	名称	描述
DM01	充电桩	定义了从电动汽车公用充电设施运营平台接入的必须数据，包括充电桩/桩/枪档案、型号、实时采集的充电数据、交易记录等。
DM02	电能量采集	定义了从用户侧电能量采集平台相关的数据，包括台区档案信息，日冻结数据表，电压电流数据表。
DM03	用户配置	用户配置数据定义了用户登录信息和提交的配置信息，包括计算阈值、用户权限等。
DM04	分析结果	分析结果数据定义了充电桩计量性能在线监测与更换模块计算的输出结果，包括充电站计算结果、充电枪计算结果及输出的异常工单信息等。

D.2 数据架构

充电桩计量性能在线监测通过用户侧电能量采集平台构建以 Hive、Oracle、MySQL 等为主要的数据存储方式，电能量采集和电动汽车公用充电设施运营平台数据定期同步到 Hive、Oracle 实现数据的存储、计算分析，数据共享。数据治理后的维度模型表数据以及由计算服务计算后生成的计算结果数据，以上数据存储于 ElasticSearch 中。同时为了实现结果展示功能，分析结果数据会推送至 MySQL 中。应遵循“高并发、低延时、高复用、低运维”建设原则，从软件架构、实时处理能力、异构存储同步等维度入手，打造以实时交互为目标、支持各类异构数据同步的数据共享平台。数据架构如图 D.2 所示。

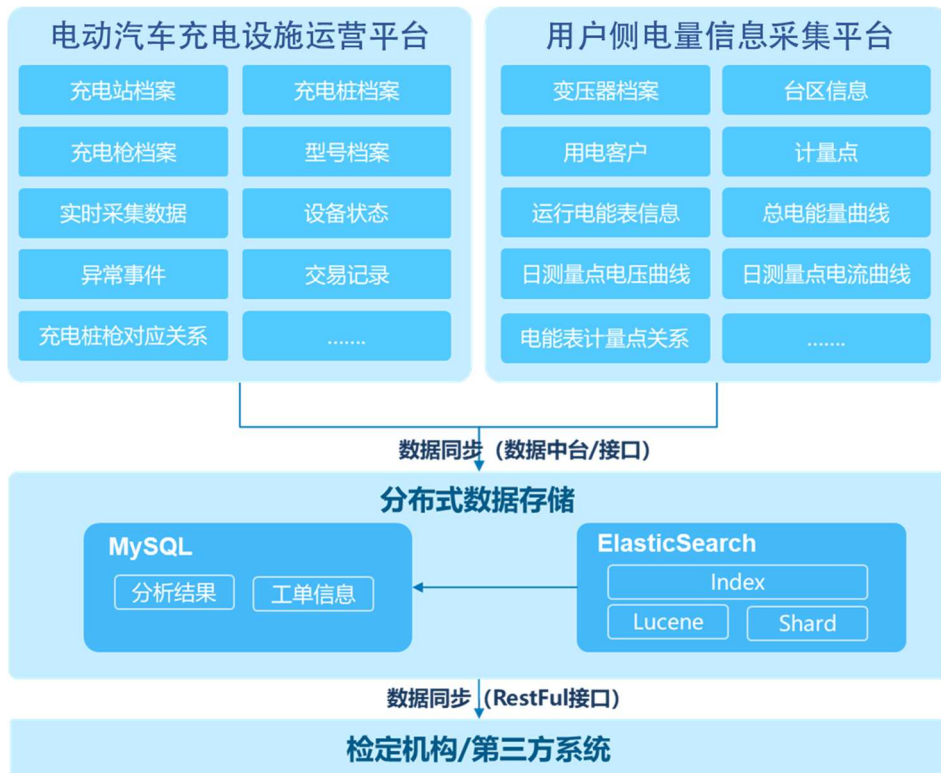


图 D.2 数据架构图

D.3 监测数据流

充电桩计量性能在线监测应用的源数据涉及用户侧电能量采集平台、电动汽车公用充电设施运营平台等系统。需要将分析结果中的待核查信息表传送至检定机构的第三方系统中，同时要将第三方系统的核查结果信息返回到充电桩计量性能在线监测应用。

充电桩计量性能在线监测应用数据流向如下：

(1) 每天定时从用户侧电能量采集平台获取增量电能示值、电压电流、功率、功率因数等数据至充电桩计量性能在线监测应用；

(2) 每天定时从电动汽车公用充电设施运营平台获取增量实时充电数据、异常事件数据至充电桩计量性能在线监测应用；

(3) 每周定时从用户侧电能量采集平台获取台区档案、电表档案数据至充电桩计量性能在线监测应用；

(4) 每周定时从电动汽车公用充电设施运营平台获取充电站、充电桩、充电枪档案数据至充电桩计量性能在线监测应用。

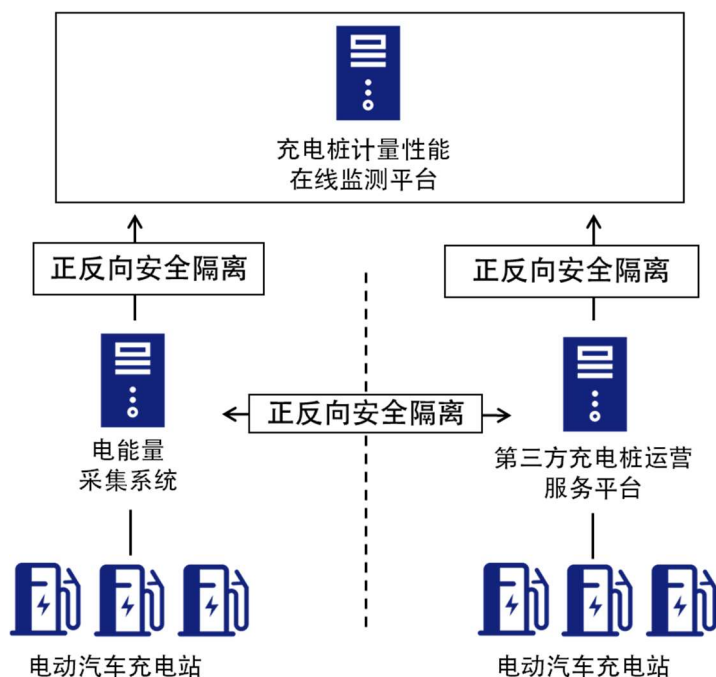


附录 E

电动汽车充电站计量性能在线监测基本原理

E.1 物理架构

电动汽车充电站计量性能在线监测物理架构如图E.1所示，在线监测平台部署充电设施计量性能在线监测平台，获取电能量采集系统的充电站总电能表数据、充电桩过程数据等，通过正反向安全隔离进行数据穿透。第三方充电桩运营服务平台同样通过正反向安全隔离进行数据穿透，上传数据至在线监测平台的充电设施计量性能在线监测平台。



图E.1 充电桩计量性能在线监测物理架构

E.2 计量性能监测模型

基于电动汽车公用充电设施运营平台的站内充电桩计量数据、档案数据及用户侧电能量采集平台的充电站计量数据，通过数据关联，建立充电用电量与各充电桩（包括交流充电桩、直流充电桩）的计量电量关系。根据能量守恒原理，结合基于站内拓扑建立的数学映射关系，计算各充电桩的计量误差。

直流充电站每个充电桩有AC-DC转换模块，根据能量守恒原理，结合基于站内拓扑建立的数学映射关系，构建充电站状态评价数学模型：充电站供电量=充电桩用电量+站

内设备用电量+固定损耗+线路损耗，通过岭回归等算法进行求解，计算出各充电桩计量点误差，定位异常计量点，检出计量失准的充电桩。

使用盲测方法对模型性能进行评测，首先根据需要盲测的充电桩ID和对应的误差值生成盲测策略，再根据盲测策略生成该充电站的盲测数据，将盲测数据代入综合计量误差计算模型进行计算，得到该充电站下所有充电桩的计算误差，对比设定误差和计算误差的贴近程度，可得到模型对于该充电站的盲测检出灵敏度。基于模型检出率、误检率等指标对盲测结果设定评分体系，基于评分体系对盲测结果进行评价并打分，根据得分对模型计算结果进行评估，判断模型计算结果的可靠性。

表E.1 充电桩检测结果评价矩阵

真实情况	盲测结果	
	失准	正常
失准	正常检测 <i>TP</i>	漏检 <i>FN</i>
正常	误检 <i>FP</i>	正常检测 <i>TN</i>

表E.1包含检测结果的各类情况，其中模型检出率TPR为：

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (E.1)$$

模型误检率FPR为：

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (E.2)$$

E.3 平台安全架构

系统安全中安全防护需要注重运行安全，避免造成安全风险扩散。系统安全需从网络防护、用户认证和权限管理、数据存储、机房环境、管理制度进行管理。

(1) 网络安全

(2) 应用安全

应用安全防护从身份认证、授权、输入输出验证、配置管理、会话管理、代码安全、加密技术、参数操作、异常管理、审核和日志、剩余信息保护、数据存储保密、数据存储完整、应用数据的备份与恢复等方面进行安全防护。

(3) 数据安全

业务数据是系统正常运行的基础，必须确保业务数据在传输、处理、存储过程中的机密性、完整性和可用性。

关键敏感数据是应该做到：登录认证、严格授权、传输加密；
采用严格授权管理，使数据和程序免受无权用户的恣意篡改；
数据不在需要时要安全的删除，销毁或处置，不能因为数据为过时数据就随意放置；
能够检测到业务数据在处理、传输、存储过程中完整性是否受到破坏。

(4) 系统安全

系统安全包括操作系统、中间件、数据库系统的安全。应选择相对安全的操作系统、中间件和数据库系统，并禁止缺省口令和弱口令；对系统文件进行有效的保护，防止被篡改和替换。

在网络服务器上安装网络病毒防治软件，在单机上安装单机环境的反病毒软件，定期进行病毒库的更新。

(5) 物理安全

系统涉及到的物理运行环境主要包括应用服务器、负载均衡器等。

(6) 安全管理

系统需要与其它业务系统进行数据、界面的交互，在网络、系统、数据、应用等各个层面都存在安全风险扩散、放大的风险，形成新的安全漏洞。因此，接入前要进行安全评估，并在安全加固后才允许正式投运。

系统要避免未经安全评估、未被正式许可任何单位、人员、系统的访问和链接，尤其要重点监护突发的、临时的访问，避免高风险的访问方式导致系统的安全事故。开发人员、运维人员对系统操作的需要制定工作规范和工作流程，其对违反规范和流程的操作要能够时候监控、审核，减少人为的安全事故。
