

ICS 国际标准分类号

CCS 江苏省标准文献分类号

团 体 标 准

T/JES XXX-XXXX

多网融合互动下城市充放电负荷仿真技 术要求

Requirements for simulation technology of urban charging and discharging loads
under multi network integration and interaction

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

江苏省电工技术学会 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	3
4 符号、代号和缩略语.....	4
5 总体要求.....	4
6 仿真要素及其采集.....	4
6.1 交通网要素.....	5
6.1.1 交通网结构.....	5
6.1.2 车辆参数.....	5
6.1.3 行程参数.....	5
6.1.4 充电站配置.....	5
6.2 配电网要素.....	5
6.2.1 配电网拓扑.....	5
6.2.2 母线参数.....	5
6.2.3 线路参数.....	5
7 基于精细化城市交通网仿真的充放电负荷求解.....	6
7.1 精细化城市交通网仿真.....	6
7.1.1 车辆的行程与路径.....	6
7.1.2 电动汽车的充放电决策.....	6
7.2 电动汽车充放电负荷与 V2G 放电负荷计算.....	6
7.2.1 电动汽车充放电负荷计算.....	6
7.2.2 电动汽车 V2G 放电负荷计算.....	6
8 基于配电网仿真的供电方案求解.....	6
8.1 配电网仿真.....	6
8.2 供电方案求解.....	7
附 录 A.....	8

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由江苏省电工技术学会提出。

本文件由江苏省电工技术学会标准工作委员会×××(**专业**)工作组归口。

本文件起草单位：东南大学。

本文件主要起草人为：钱涛、方铭宇、胡秦然、张远实。

本文件为首次发布。

多网融合互动下城市充放电负荷仿真技术要求

1 范围

本文件规定了多网融合互动下的城市充放电仿真技术的基本技术要求。

本文件适用于考虑电动汽车和电网互动对配电网和交通网影响的机构、企事业单位，以及相应产品的设计、研发、检测及运行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28569-2024	电动汽车交流充电桩电能计量
GB/T 29318-2024	电动汽车非车载充电机电能计量
GB/T 44638-2024	能源互联网与电动汽车互动规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市交通网 **urban transportation network**

一个城市内部各种交通工具和基础设施的综合系统。

3.2

配电网 **power distribution network**

在所涉城市交通网内，将高压电力从输电网分配到用户端的电力供给系统。

3.3

多网融合 **multi network integration**

城市中多种网络的相互作用与有机结合，包括但不限于城市交通网和配电网。

3.4

车网互动 **vehicle-to-grid**

在满足电动汽车充放电需求的前提下，将电动汽车视作移动储能设备，实现电动汽车与电网之间的双向智能互动。

3.5

精细化交通网仿真 **microscopic transportation network simulation**

利用计算机软件对一定时间范围内的交通系统中的车辆个体的运动状态进行模拟，精确描述每个车辆个体的加减速和换道行为。

3.6

电动汽车充电负荷 **electric vehicle charging load**

电动汽车从电网中获取电能、对电池充电的功率总和，包括适用于电动汽车换电、暂时未安装于电动汽车上的独立电池的充电功率。

3.7

充电负荷 **charging load**

电动汽车充电负荷与储能装置从电网中获取电能的功率总和。

3.8

电动汽车放电负荷 **electric vehicle discharging load**

电动汽车输送进入电网的功率总和，包括适用于电动汽车换电、暂时未安装于电动汽车上的独立电池的放电功率，也称 V2G 放电负荷。

3.9

放电负荷 **discharging load**

电动汽车放电负荷与储能装置向电网释放电能的功率总和。

3.10

净充电负荷 **net charging load**

充电负荷减去放电负荷的值。

3.11

非充电总负荷 **non-charging total load**

其他电力用户的负荷设备在某一时刻向电力系统取用的电功率的总和。

3.12

总负荷 **total load**

充电负荷与非充电总负荷之和。

3.13

净负荷 **net load**

总负荷减去放电负荷的值。

3.14

供电方案 **power supply scheme**

在某一时刻，为满足配电网中的负荷需求，各发电机组、储能装置、参与车网互动的电动汽车和外部大电网向配电网输送的功率分配方案。

3.15

充电设施 **charging device**

单个对电动汽车进行充电和放电的设施。

3.16

充电站 **charging station**

多个同型号充电设施的集合。

3.17

荷电状态 **state of charge**

在特定时间点可从电池电芯提取的电荷量与总容量之比。

3.18

有序充电 **smart charging**

通过价格引导、合理安排充电顺序等手段，减少电动汽车充电负荷对配电网的压力。

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

V2G: 车网互动 (Vehicle-to-grid)

EV: 电动汽车 (Electric Vehicle)

SoC: 荷电状态 (State of Charge)

5 总体要求

5.1 仿真范围

多网融合互动下城市充放电负荷仿真的地域范围一般为城市中的一个或多个区域，时间范围一般为几分钟到数日，涉及 EV 数量一般小于等于 10 万。

5.2 仿真主体与工作

多网融合互动下城市充放电负荷仿真的主体应当包括但不限于：精细化交通网仿真、配电网仿真。工作应包括：基于精细化城市交通网仿真的充放电负荷求解、基于配电网仿真的供电方案求解等。

6 仿真要素及其采集

6.1 交通网要素

交通网要素包括交通网结构、车辆参数、行程参数和充电站配置等。

6.1.1 交通网结构

交通网结构应当包括道路拓扑结构、道路形状参数、车道安排和交通灯安排。该要素可以通过在线地图、GIS 系统等方式采集。

6.1.2 车辆参数

车辆参数应当至少考虑电动汽车参数。电动汽车参数应当包括电池参数、车辆特性参数、用户偏好参数等。

电池参数的范例为：电池容量、额定充放电功率、额定放电功率、充放电效率和放电效率等。

车辆特性参数的范例为：单位距离平均耗电量、最大加速度、最大速度、车身长度等。

用户偏好参数的范例为：对于充电站距离和充电价格的偏好、电池电量与充电意愿的偏好等。

电池参数和车辆特性参数可通过电池生产厂商提供的相关数据获取，也可通过实验方法测定与估算。用户偏好参数可以通过用户问卷调查获取，不具备调查条件的，应通过有关数据进行估计。

6.1.3 行程参数

行程参数应当包括行程预期开始时间、行程起止点。行程参数的可通过真实交通网的监控设备、车牌扫描设备采集，也可通过既有行程数据建模并根据模型生成。

6.1.4 充电站配置

充电站应当设置于道路边或者路口处。

对于设置在道路边的充电站，允许不指定充电站在道路上的具体位置而仅指明其位于特定道路边。在这种情况下，过长的道路应当在逻辑上切分为若干较短道路，确保充电站的位置相对准确。

单一充电站由一个或多个相同或不同型号充电设施组成。应当指明充电站中充电设施的数量，列出各充电设施的型号和参数，如最大充放电功率、最大放电功率等。

实际配置的充电站的类型应当根据实际情况决定，允许适当的简化。推荐采用以下两种充电站：

- (1) 第一类充电站：在这种充电站中，车辆在完成充电后立即离开；当所有充电设施已满时，新的车辆必须依次排队等待使用充电设施；
- (2) 第二类充电站：在这种充电站中，车辆在完成充电后将连接于充电设施上，用户自行决定离开时间；当所有充电设施已满时，新的车辆不允许加入充电站，应当立即驶离；

充电站的位置应当基于真实世界的充电站位置设置，可通过在线地图等手段采集。允许根据实际仿真案例进行微调。各充电设施的参数应当采集于生产厂商提供的数据，不具备条件者应采用适当方法估算。

6.2 配电网要素

配电网要素包括配电网拓扑、母线参数和线路参数等。配电网要素应当基于真实情况采集，可作适当简化，对于不具备条件的，应当采用典型参数。

6.2.1 配电网拓扑

配电网拓扑应当指明母线和线路的连接关系，标明母线与充电设施、发电机组、储能设备的连接关系。

6.2.2 母线参数

母线参数包括母线电压限制，指明其最大值、最小值或者指明其固定于某一电压。此外，还应当指明各母线的非充放电总负荷随时间变化的曲线。

6.2.3 线路参数

线路参数包括集总参数电阻和电抗，以及流经线路的最大电流。

6.3 其他网络要素

其他网络要素应当根据实际情况收集并利用。这样的网络可能包括但不限于信息网、能源互联网等。

7 基于精细化城市交通网仿真的充放电负荷求解

7.1 精细化城市交通网仿真

精细化城市交通网仿真基于车辆跟驰模型、车辆换道模型等，实现对于个体车辆的运动状态（位置、速度和加速度等）的精确描述。

7.1.1 车辆的行程与路径

车辆加入交通网的时间、起点和预定终点由行程参数指定。车辆在交通网中的运行路径由附录 A 推荐的路径求解算法确定。

7.1.2 电动汽车的充电决策

电动汽车的充电决策由用户做出。应当通过广泛的用户调研，确定用户的充电决策行为。对于不具备条件的，推荐采用以下 2 种方法之一模拟用户的决策：

- (1) 在行程开始时，若电池 SoC 小于用户心理预期所确定的某个值时，选择某一充电站，在行驶途中或行程结束后在该充电站充电；
- (2) 在行驶过程中，若电池 SoC 小于用户心理预期所确定的某个值时，立刻选择并前往某一充电站充电；

上述推荐方法中的“某一充电站”的选择方法，对于第一类充电站，应当至少计及预期的充电站排队时间、充电价格和到充电站的距离因素；对于第二类充电站，应当至少计及预期充电站是否空闲、充电价格和到充电站的距离因素。

对于因前往充电站改变行程途中路径的，新路径的仍可通过附录 A 推荐的算法确定。

7.2 电动汽车充电负荷与 V2G 放电负荷计算

交通网结构应当包括道路拓扑结构、道路形状参数、车道安排和交通灯安排。

7.2.1 电动汽车充电负荷计算

7.2.1.1 电动汽车接入充电设施（含传导式与无线式）方能从电网获取电能。

7.2.1.2 电动汽车的充电负荷需满足：充电设施的最大功率限制、电网对充电设施所在充电站的整体充电负荷限制。在此基础上，以电动汽车额定的标准提供给电动汽车充电。

7.2.1.3 充电设施的最大功率限制应满足厂家指定的技术参数，所在充电站的整体负荷限制由电网调度机构确定。

7.2.1.4 关于充电设施的功率计量，未做说明且具备条件的，应当参照 GB/T 28569-2024 和 GB/T 29318-2024 等有关标准执行。

7.2.2 电动汽车 V2G 放电负荷计算

7.2.2.1 电动汽车接入充电设施方能对电网放电，即 V2G 放电。

7.2.2.2 电动汽车的 V2G 放电应当在尊重用户意愿的基础上由电网实行统一调度。

7.2.2.3 电网实行 V2G 调度的最小单位为单个充电站。

7.2.2.4 单个充电站基于站内电动汽车的数量和用户的意愿，估计最大可提供的 V2G 放电负荷并上报电网调度机构，由调度机构最终确定该充电站实际 V2G 放电负荷。

7.2.2.5 站内各车辆的 V2G 放电负荷分配，由充电站在尊重用户意愿的基础上自行确定。

8 基于配电网仿真的供电方案求解

8.1 配电网仿真

8.1.1 配电网仿真的注入功率包括外部电网供电、各发电机组（含风电、光伏）的出力、储能设备的放电负荷和 V2G 放电负荷。

8.1.2 配电网仿真的负荷包括向外部电网送电、非充电负荷、储能设备的充电负荷和电动汽车充电负荷。

8.1.3 配电网仿真应当负荷基本的电学原理，在考虑线损、电压限制、电流限制等因素的基础上，满足注入功率和负荷的平衡。

8.1.4 根据总负荷随时间变化的情况，配电网应当以一定的时间间隔求解。配电网求解视具体需要，可作为潮流计算问题处理，也可作为最优潮流问题处理。

8.2 供电方案求解

8.2.1 非充电负荷在仿真前预先指定。非预先指定者，其在仿真过程中获取充电负荷的方式不由本标准指定。

8.2.2 电动汽车充电负荷通过交通网仿真计算，但可通过有序充电、充电站充电负荷限制等手段影响。

8.2.3 其余负荷项和注入功率项均可通过最优潮流算法求解。最优潮流的目标可自行设定，例如：最经济发电、最小网损等。如通过其他方式求解或指定，应确保所得结果满足限制。

附录 A

(资料性)

车辆在交通网中运行路径的确定方法

在实行城市配电网-交通网精细化联合仿真的过程中，涉及车辆在交通网中运行路径选择的，有关推荐方法见表 A.1。

表 A.1 车辆在交通网中运行路径的确定方法

序号	方法
1	Dijkstra 算法
2	双向 Dijkstra 算法
3	A*算法
4	双向 A*算法
5	Contract Hierarchy 算法