

ICS 国际标准分类号  
CCS 中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/JES XXX-XXXX

## 移动电力系统技术规范

Technical Specifications for Mobile Power Systems

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

江苏省电工技术学会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 符号、代号和缩略语 .....	2
5 总体要求 .....	2
6 系统组成 .....	2
6.1 模块化架构 .....	2
6.2 部署与效率 .....	3
6.3 低碳与可靠性 .....	3
7 模块技术规范 .....	3
7.1 移动电能单元 .....	3
7.2 电能路由器 .....	4
7.3 电能管理平台 .....	5
7.4 计量 .....	5
8 信息与网络安全要求 .....	5
9 试验与验收 .....	5
附录 A（资料性附录）移动电力系统碳排放指标说明 .....	6
A.1 移动电力系统碳排放强度，按公式（A1）计算。 .....	6
图 1 移动电力系统架构图 .....	3

## 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》的规定起草。

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并归口。

本文件起草单位：东南大学、东南大学溧阳研究院、南京邮电大学、河海大学、南京林业大学、南京工程学院。

本文件主要起草人：汤奕、王齐、钱俊良、周霞、崔晗、韩啸、黄通、戴剑丰、郑晨一、乔宽龙、李泰阳。

本文件为首次发布。

# 移动电力系统技术规范

## 1 范围

本文件规定了移动电力系统的模块化架构、多元电源配置、通信组网、能量管理、安全防护等技术规范。

本文件适用于应急保电、离网供电、微电网调峰等场景下，采用模块化设计的移动电力系统（额定电压 $\leq 35\text{kV}$ ，最大负荷容量 $\leq 20\text{MW}$ ）的规划、设计、部署及运行。

## 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 156 标准电压
- GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 17468 电力变压器选用导则
- GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 20270 信息安全技术 网络基础安全技术要求
- GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口
- GB/T 33589 微电网接入电力系统技术规定
- GB/T 33593 分布式电源并网技术要求
- GB/T 34129 微电网接入配电网测试规范
- GB/T 34930 微电网接入配电网运行控制规范
- GB/T 36270 微电网监控系统技术规范
- GB/T 36274 微电网能量管理系统技术规范
- GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则
- GB/T 38953 微电网继电保护技术规定
- GB/T 43333 独立型微电网调试与验收规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50061 66 kV 及以下架空电力线路设计规范
- GB 50217 电力工程电缆设计标准
- GB 50797 光伏发电站设计规范
- GB 51048 电化学储能电站设计规范
- GB 51096 风力发电场设计规范
- GB/T 51308 海上风力发电场设计标准
- GB/T 51341 微电网工程设计标准
- DL/T 448 电能计量装置技术管理规程
- DL/T 584 3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程
- DL/T 634.5101 远动设备及系统 第5-101部分：传输规约 基本远动任务配套标准
- DL/T 634.5103 远动设备及系统 第5-103部分：传输规约 继电保护设备信息接口配套标准
- DL/T 634.5104 远动设备及系统 第5-104部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC60870-5-101 网络访问
- DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统
- DL/T 2528 电力储能基本术语
- DL/T 5220 10 kV 及以下架空配电线路设计规范

### 3 术语和定义

GB/T 33589、GB/T 34129、GB/T 36270、GB/T 36274、GB/T 51341、GB/T 33593、DL/T 2528 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **移动电力系统 mobile power system**

由移动电能单元、电能路由器、电能管理平台及配套通信网络构成，具备模块化扩展、多场景部署能力，可实现并网/离网灵活切换的分布式电力供应系统。其核心功能包括多元能源协同调度、负荷动态平衡、安全防护及低碳运行控制。

#### 3.2

##### **移动电能单元 mobile power unit**

由多元电源模块、移动载体模块及连接体模块组成，具备即插即用扩展能力的独立供电单元。

#### 3.3

##### **电能路由器 power router**

实现多协议转换及加密通信的智能控制设备。

### 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。

AES：高级加密标准（Advanced Encryption Standard）

DC：直流电（Direct Current）

LoRaWAN：远距离广域网（Long Range Wide Area Network）

LSTM：长短期记忆网络（Long Short-Term Memory）

SOC：剩余电量（State Of Charge）

### 5 总体要求

5.1 移动电力系统应根据资源禀赋、环境条件、负荷特性等合理配置。并网运行时，电源配置应与负荷协调；离网运行时，电源配置应满足重要负荷长期可靠供电要求。

5.2 移动电力系统应通过多元电源、负荷、储能一体化协调控制，实现安全、可靠、稳定、经济、绿色运行。

5.3 移动电力系统宜根据用户重要程度进行供电可靠性设计，并根据系统的安全稳定运行需求进行分级管理与控制。

5.4 移动电力系统应具备与电网调度的通信功能。

5.5 并网运行时，移动电力系统的电能质量应满足 GB/T 33589 的相关要求。

5.6 并网运行时，移动电力系统应根据联络线功率控制要求合理控制内部多元电源功率和负荷，实现与配电网的协调控制；离网运行时，应控制系统频率和电源，保证稳定运行。

5.7 离网运行时，移动电力系统应对内部多元电源进行调控，并具备频率、电压稳定控制功能。

5.8 移动电力系统应满足安全可靠、运行灵活、操作简单、维修便捷及方便扩展等要求。

### 6 系统组成

#### 6.1 模块化架构

系统应采用“物理层-通信层-信息层”三层解耦设计。

##### 6.1.1 物理层

通过标准化可插拔接口或无线能量传输方式实现电源模块快速扩展。

可插拔接口包括：DC 1500V 高压直流母线接口和 CAN 总线通信接口。

无线能量传输方式包括：磁耦合谐振式、微波辐射式和激光式。

### 6.1.2 通信层

集成 AES-256/SM4 双重加密模块，支持 5G/4G/LoRaWAN 等多协议自适应转换。

通信层加密模块应支持密钥生命周期管理，包括密钥生成、分发、轮换及销毁流程。密钥轮换周期不超过 90 天，且支持应急强制更新机制。

多协议制式切换时，应采用“无缝切换”技术，确保数据传输中断时间 $\leq 50\text{ms}$ ，业务连续性满足 GB/T 20270 中三级可靠性要求。

### 6.1.3 信息层

具备态势感知（多模态数据采集）、负载预测（LSTM 模型）及自治控制（动态增减电源模块）功能。

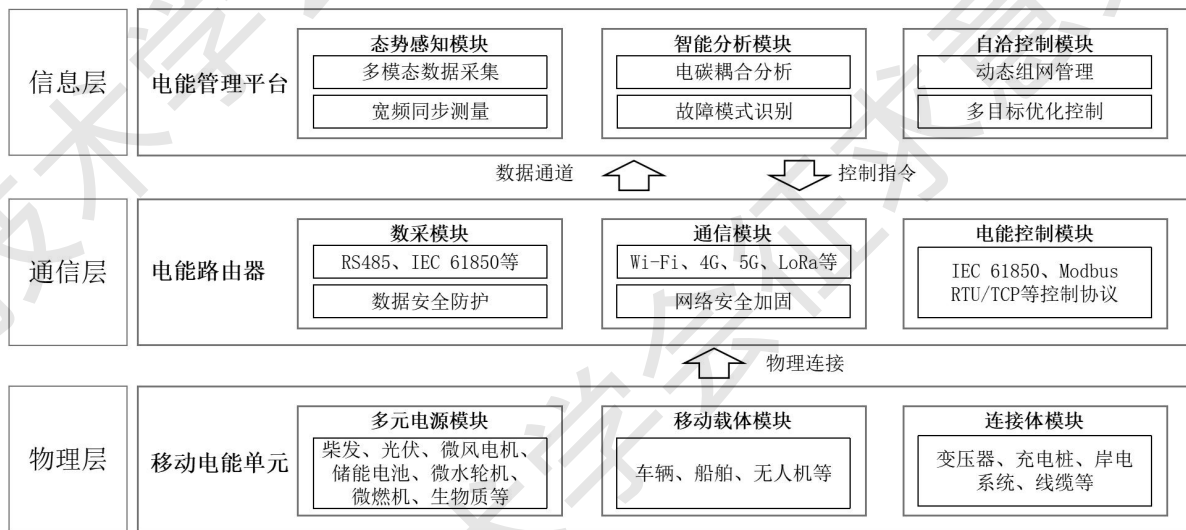


图 1 移动电力系统架构图

## 6.2 部署与效率

单模块部署时间 $\leq 5$ 分钟，多节点组网耗时 $\leq 1$ 小时。

支持空-地-水立体载体（无人机、车辆、船舶），复杂地形适应性满足 IP65 防护等级。

## 6.3 低碳与可靠性

新能源消纳率 $\geq 99\%$ （数据来源：江苏省 2023 年新能源消纳率统计值 88%，目标值基于光伏/风电预测精度提升算法优化结果），碳排放强度降低 15%-20%（对比基准：江苏省 2023 年电网平均碳排放强度  $0.58\text{tCO}_2/\text{MWh}$ ，计算方法见附录 A），优先调度光伏、风电等低碳电源。

离网运行时，通过负荷分级控制（医疗负荷 $>$ 普通负荷）及储能支撑（SOC $\geq 20\%$ ）保障供电连续性。

## 7 模块技术规范

### 7.1 移动电能单元

#### 7.1.1 多元电源模块

多元电源应充分利用当地自然资源、优先采用清洁能源，宜配置储能，提升能源利用效率和系统自治能力。

类型：包括但不限于柴油发电机、移动光伏组件、微风电机、储能电池、微水轮机、微燃机和生物质发电装置，支持多类型混合组网。

装机容量配置：并网运行时，移动电力系统电源装机容量应满足内部负荷需求和与外部电网交换功率及电量的要求；离网运行时，移动电力系统电源装机容量应满足最大负荷 1.2 倍以上。

**储能容量配置:**以电力电量平衡为主要目标的移动电力系统储能配置可根据多元电源处理和负荷变化特性确定储能的功率需求,根据典型周期的亏缺、盈余平衡电量计算储能的容量需求;以频率电压支撑为主要目标的移动电力系统储能配置可根据多元电源出力和负荷变化特性确定储能的功率需求,根据频率波动最大偏差值和频率电压支撑时间要求计算储能的容量需求。

**设计要求:**风电、光伏、储能设计可参考 GB 51096、GB/T 51308、GB 50797、GB 51048 的相关要求。

**接入要求:**多元电源接入移动电力系统,宜满足 GB/T 33593 的相关要求。

### 7.1.2 移动载体模块

移动载体承载多元电源模块,并通过交通网络实现电能传输。

**类型:**包括但不限于车辆、无人机和船舶。

**安全要求:**应满足所承载电源模块运输及使用的安全要求。

### 7.1.3 连接体模块

连接体负责多元电源模块间的连接及移动电能单元与负荷或外部电网的连接。移动载体承载多元电源模块,并通过交通网络实现电能传输。

**变配电系统要求:**

a) 移动电力系统电压等级应根据规划容量及负荷确定并满足 GB/T 156 的相关要求。并网运行时,电压等级应综合考虑并网点最大交换功率、上级变压器容量、线路接纳能力及所在地区配电网情况等因素确定。

b) 移动电力系统网架结构应根据电压等级、地理位置、负荷、系统容量等因素综合选择。

c) 移动电力系统主节点处的汇集母线宜采用单母线或单母线分段接线方式,并预留扩展空间。

d) 移动电力系统汇集母线处的连接点应设置易操作、可闭锁、具有明显断开标识且能够耐受系统最大短路电流的开关设备。

e) 移动电力系统并网点变压器容量和数量应根据移动电力系统运行方式、接入电压等级、与配电网的最大交换功率和可靠性要求等进行综合确定,并满足 GB/T 17468 和 GB 20052 的相关要求。

f) 移动电力系统接地方式可采用不接地、消弧线圈接地或低电阻接地方式。并网运行时,移动电力系统接地方式应与接入电网侧接地方式一致。

g) 移动电力系统无功容量配置应根据微电网电压与功率调节需求确定。并网运行时,移动电力系统无功容量配置还应满足 GB/T 33589 中无功功率与电压调节的相关要求。

h) 移动电力系统线路可采用架空线或电缆,架空线路设计应满足 GB 50061、DL/T 5220 的相关要求,电缆线路设计应满足 GB 50217 的相关要求。

**继电保护与安全自动装置要求:**

a) 移动电力系统继电保护配置应适应运行方式的变化,符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求,并满足 GB/T 14285 的相关要求。

b) 移动电力系统中多元电源、变压器、并网开关、线路、母线等设备保护应满足 GB/T 38953 的相关要求,低压配电保护还应满足 GB 50054 的相关要求。

c) 移动电力系统继电保护定值应根据系统结构和运行方式,按照 DL/T 584 进行整定计算。当灵敏性与选择性难以兼顾时,宜优先考虑满足灵敏性,防止保护拒动。

d) 移动电力系统运行方式调整使其故障特性发生较大改变时,应重新进行继电保护功能配置和定值整定。

e) 10kV~35kV 电压等级的移动电力系统应配置安全自动装置,并满足 GB/T 38953 的相关要求。

## 7.2 电能路由器

### 7.2.1 数采模块

数采模块负责移动电能单元的各类数据采集及数据安全防护。

**协议:**支持 RS485、IEC 61850 等协议。

**加密要求:**数据传输采用硬件加密芯片(包括 AES-256、国密 SM4),安全等级符合《电力监控系统安全防护规定》四级要求。

### 7.2.2 通信模块

通信模块负责移动电能单元的各类设备通信及网络安全加固。

协议：无线通信支持 WiFi、4G、5G、LoRa 等协议，通信时延 $<2\text{ms}$ 。

### 7.2.3 电能控制模块

电能控制模块负责移动电能单元的各类设备调控。

协议：支持 DL/T 634.5104 远动协议，实现与调度系统的无缝对接；支持 IEC 61850 与 Modbus、DNP3、IEC 60870 等协议的双向转换，故障时启用私有容错协议。

## 7.3 电能管理平台

### 7.3.1 态势感知模块

态势感知模块负责采集多模态数据并进行宽频同步测量。

### 7.3.2 智能分析模块

智能分析模块负责对采集的多模态数据进行电碳耦合分析与故障模式识别。

### 7.3.3 自愈控制模块

自愈控制模块负责基于负载预测、结合多目标优化控制，实现移动电能单元的动态组网管理。

## 7.4 计量

移动电力系统应根据费用结算、运行考核等要求设置计量点并配置电能计量装置，计量信息宜按照电源类别、负荷等分类上传统计，计量功能宜通过电能管理平台集成。

移动电力系统并网点应设置计量点，电能计量装置应能接入电网企业的电能信息采集与管理系统。

移动电力系统具有正、反向送电的计量点应配置具备双向有功和四象限无功计量功能的电脑计量装置，电能计量装置应满足 DL/T 448 的相关要求。

## 8 信息与网络安全要求

**新能源：**风光等可再生能源接入时应配置低电压穿越（LVRT）能力，电压跌落至 0% 时保持并网时间 $\geq 150\text{ms}$ ，符合 GB/T 33593 分布式电源并网要求。

**保护配置：**10kV 及以上模块需配置纵联差动保护（动作时间 $<20\text{ms}$ ）和非电量保护（瓦斯、温度），低压模块采用反时限过流保护，符合 GB/T 38953 微电网继电保护规范。

**黑启动功能：**离网转并网时需通过无扰动切换控制，频率波动 $\leq \pm 0.2\text{Hz}$ ，电压偏差 $\leq \pm 5\%$ ，切换时间 $<100\text{ms}$ 。

**故障隔离：**模块过流/过压时自动切断物理连接，响应时间 $<0.1\text{s}$ 。

**身份认证：**支持硬件唯一标识（如 eSIM）与动态口令（每 30 秒更新）双重认证。

**网络安全：**部署入侵检测系统（IDS），日志留存 $\geq 6$ 个月，符合 GB/T 36572 导则。入侵检测系统应集成密钥异常使用监测功能，当检测到密钥泄露风险时，自动触发密钥轮换及告警机制。

## 9 试验与验收

**模块化扩展测试：**增减储能模块后，系统自动协商协议并恢复运行的时间应 $\leq 5$ 分钟。

**极端环境测试：**在 $-20^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\leq 95\%$ 条件下，连续运行 72 小时无故障。

具备态势感知（多模态数据采集）、负载预测（LSTM 模型）及自愈控制（动态增减电源模块）功能。

附录 A  
(资料性附录)

移动电力系统碳排放指标说明

A.1 移动电力系统碳排放强度，按公式 (A1) 计算。

$$CI_T = \frac{\sum(EF_{fuel,i} \cdot Q_{fuel,i}) + E_{grid} \cdot CI_{grid}}{\sum(P_{gen,i} \cdot T)} \dots\dots\dots (A.1)$$

T—时段；

i—电源模块；

$EF_{fuel,i}$ —电源模块 i 所用能源的碳排放因子；

$Q_{fuel,i}$ —电源模块 i 所用能源消耗量；

$E_{grid}$ —系统使用的电网电量（系统离网运行时为 0）；

$CI_{grid}$ —对应电网电量的碳排放强度（取值应采用系统接入地省级电网最新年度碳排放强度）；

$P_{gen,i}$ —电源模块 i 的发电功率。