

中国交通运输协会团体标准

公路光伏微电网技术指南

Technical Guide for Photovoltaic Micro-grid on Highway

(征求意见稿)

编制说明

2024-05

目 录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人	1
二、制订标准的必要性和意义	1
三、主要工作过程	1
四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	3
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	4
六、重大意见分歧的处理依据及结果	8
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	8
八、作为推荐性标准建议及其理由	8
九、贯彻标准的措施建议	9
十、其他应说明的事项	9

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2022 年度第三批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2023〕3 号）要求，由长安大学联合多家单位作为起草单位，负责本标准的编制工作。

起草单位：长安大学、深圳市诺龙技术股份有限公司、青岛中电绿网新能源有限公司、四川蜀兴智慧能源有限责任公司、北京中交国通智能交通系统技术有限公司、中咨泰克交通工程集团有限公司、陕西西公院工程试验检测有限公司、华北电力大学、山东大学、四川路桥建设集团股份有限公司、山西省智慧交通研究院有限公司、云南省交通规划设计研究院有限公司、北京能高自动化技术股份有限公司

主要起草人：许宏科、雒忠强、刘晓瑞、文韬、谭小刚、王力、代 亮、马宇超、张丽娜、丁肇豪、张 黎、黄 云、吴宏涛、孟颖、付 帅、任利军。

二、制订标准的必要性和意义

本标准规定了公路光伏微电网的系统构成、分布式光伏发电系统、储能系统、配电系统、能源管理平台、安全等内容。本文件适用于依托公路场景建设的公路光伏微电网。本规范适用于公路交通沿线、站、场、服务区等范围光伏微电网的规划设计。从国内相关标准调研来看，绝大部分标准对公路交通场景光伏技术做了相关的定性规定，但在其本身结构上涉及微电网的规定尚不够详细，为了保障公路交通绿色、低碳发展，有必要制定系统的结合光伏供电的公路光伏微电网技术指南，以便规范行业及市场应用，保证工程应用安全。

三、主要工作过程

本标准通过现场实地调研“公路+光伏”示范工程的建设、运营情况，以及对现有相关标准的全面梳理和汇总，以交通能源融合为背景，结合行业发展的需求，确定了标准的编制方向。编制小组收集分析了公路交通沿线太阳能禀赋情况以及公路交通各类场景的用能需求，调研了公路光伏微电网的并网、储能容量配置等问题，针对公路光伏微电网的特点，确定了标准的主要内容，经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。

2022 年 7 月，编制组实地调研了济南东“零碳”服务区。

		
济南东服务区边坡光伏	济南东服务区光伏车棚	济南东服务区储能装置

2023 年 3 月编制组实地调研了攀大高速多个交通能源融合场景，并参加了项目示范工程研讨会。

		
攀枝花南服务区	边坡光伏发电装置	隧道口光伏发电装置

2023 年 5 月，编制组参加了中国公路学会交通与能源融合发展工作委员会成立大会，现场考察了枣荷高速交能融合示范工程。

		
枣荷高速边坡光伏系统	金乡服务区储能装置	交通与能源融合发展大会

2023 年 11 月，编制组现场考察了湘乡东服务区光伏电站。

		
湘乡东服务区鸟瞰	湘乡东服务区边坡光伏	湘乡东服务区

2023 年 12 月 12 日—13 日，编制组参加了在昆明举办的“碳路中国 绿美通道——首届交通与能源融合发展技术交流暨云南交投·华为“光储充”一体化示范站观摩会”。现场考察了云南交投&华为“光储充”一体化示范站（西北部客运站、读书铺服务区）。

		
首届交能融合交流会	西北部客运站	读书铺服务区

编制过程中，根据工作要求，编制组继续邀请了深圳市诺龙技术股份有限公司、青岛中电绿网新能源有限公司和四川蜀兴智慧能源有限责任公司、中咨泰克交通工程集团有限公司、陕西西公院工程试验检测有限公司、山西省智慧交通研究院有限公司等单位参与该团标的编制工作，吸取相关成功案例的经验，提供更丰富的技术支撑，通过线上、线下相结合的方式，召开多次会议，讨论、修改、完善团标内容。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家规范、标准，依据《光伏发电站设计规范》（GB 50797-2012）的基本规定要求，针对公路交通的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

- GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
- GB/T 15543 电能质量 三相电压允许不平衡度
- GB/T 16895.1 低压电气装置 第 1 部分：基本原则、一般特性评估和定义
- GB 19964 光伏发电站接入电力系统技术规定
- GB/T 20270 信息安全技术网络基础安全技术
- GB 21520 计算机显示器能效限定值及能效等级
- GB/T 22449 光伏发电系统用组件及材料的可追溯性要求

GB/T 24621.1 低压成套开关设备和控制设备的电气安全应用指南 第 1 部分：成套开关设备

GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 31960.7 电力能效监测系统技术规范

GB/T 34131 电力储能用电池管理系统

GB/T 34145 光伏组件性能检验规程

GB/T 36101 LED 显示屏扰光评价要求

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

GB/T 37741 信息技术 云计算 云服务交付要求

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 42766 光伏发电太阳能资源评估规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50060 3-110kV 高压配电装置设计规范

GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB/T 50794 光伏发电站施工规范

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/T 7262 公路通信技术要求及设备配置

GB/T 9535 光伏电池组件产品质量保证的一般性原则

GB/T 9813.3 计算机通用规范

JTG B01 公路工程技术标准

JTG D80 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范

现行国家标准《光伏发电站设计规范》（GB 50797-2012）对光伏发电技术做了相关的定性规定，但未涉及到从发电侧到用电侧的全方位系统的要求，缺少对用能需求以及源管理方面的规定，因此，从“源-网-荷-储”诸方面制定系统的结合光伏供电的公路光伏微电网规划设计技术标准是本项目着重解决的问题之一。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本文件规定了公路光伏微电网的基本规定、系统构成、分布式光伏发电系统、储能系统、配电系统、能源管理平台、安全等内容。

本文件适用于公路沿线的边坡、服务区等光伏微电网的建设。

2 规范性引用文件

3 术语和定义

本章对规范中的名词、符号进行说明，方便理解和查阅

4 基本规定

规定了公路场景光伏发电的选址要求以及交通用能需求等。

4.1 太阳能禀赋

4.1.1 公路光伏微电网规划应对站址所在区域太阳能资源基本状况进行分析，并结合相关气候特征进行适应性分析，基本分析为太阳能总辐射量及其变化趋势。

4.1.2 数据来源应选择气象有关部门发布的权威太阳辐射长期观测记录数据或者所在地附近的太阳辐射长期观测记录的气象站观测数据，应具备连续 5 年以上的长期记录。

.....

4.2 用能需求

4.2.1 公路光伏微电网利用公路沿线可开发空间资源部署光伏微电网系统，实现光伏发电、储能，为公路交通工程及沿线设施提供用能保障。

4.2.2 公路光伏微电网的技术标准和建设规模应符合 JTG B01-2014 中“10 交通工程及沿线设施”的要求，和 JTG D80-2006 中“5 交通安全设施”、“6 服务设施”、“7 管理设施”的要求。

.....

4.3 建设实施

4.3.1 建设规模应依据公路沿线太阳能禀赋资源、可利用安装光伏阵列的面积、用能需求的规模规划设计公路光伏微电网的系统容量、设备选型和系统配置。

4.3.2 规划设计应保证用能需求的稳定，并网运行时应与市电形成稳定的、互补的电网结构；独立运行时应与储能系统、备用发电系统建立具有智能计算、自动切换的供能控制模块。

4.3.3 电网的规划建设宜灵活适用，光伏阵列的规划选址可按照集中部署、分散供能，分散部署、集中供能的原则进行规划。

.....

5 系统构成

5.1 公路光伏微电网由分布式光伏发电系统、储能系统、能源管理平台、配电系统以及公路场景用电负荷等组成。

5.2 分布式光伏发电系统由光伏阵列、逆变器以及汇流箱等设备组成。

5.3 储能系统由功率变换系统和电池单元等设备组成。

.....

6 分布式光伏发电系统设计

结合公路交通的特点，对光伏发电系统的组成以及各组成单元的技术参数、性能指标进行了规范要求。

6.1 一般要求

6.1.1 分布式光伏发电系统场址选择应根据公路边坡、服务区屋顶、车棚以及公路外场场地的不同特点，综合考虑日照条件、安装条件、环境等因素，遵循安全可靠、经济环保、便于安装和维护的原则。电气结构宜采用多级汇流、分散逆变、集中并网的方式。

6.1.2 分布式光伏发电系统中，同一个逆变器接入的光伏组件串的电压宜一致，阵列朝向、安装倾角应依据公路边坡、服务区屋顶现场条件确定。

.....

6.2 光伏阵列

6.2.1 根据公路边坡、服务区及建筑物屋顶、车棚等不同应用场景，结合最佳经济性价比，确定光伏阵列安装形式。

6.2.2 依据光伏阵列在公路安装位置的经纬度，确定合理的组件倾斜角与方位角。

.....

6.3 逆变器

6.3.1 逆变器应具备光伏阵列最大功率跟踪技术。

6.3.2 逆变器应具有短路保护、孤岛效应保护、过温保护、交流过流及直流过流保护、直流母线过电压保护、电网断电、电网过欠压、电网过欠频等保护功能。

.....

6.4 汇流箱

6.4.1 汇流箱内部应配置有输入断路器、输出断路器、防雷器。

6.4.2 汇流箱的输入回路应具有防逆流及过流保护。

.....

7 储能系统

对公路交通光伏微电网中储能系统的分类组成及技术要求、功率变换系统的性能要求和选型、储能系统的容量等进行了规范。

7.1 一般要求

7.1.1 公路光伏微电网储能系统宜选择电化学储能，系统应根据分布式光伏发电系统发电能力、用电的保障需求、削峰填谷裕度、功率变换系统性能、电池的特性和要求及设备短路电流耐受能力进行综合设计。

7.1.2 储能系统应配备储能电池、电池架/电池柜、电池管理系统、功率变换系统、能源管理平台等设备。

.....

7.2 电池单元

7.2.1 电池单元包括储能电池组和电池管理系统。

7.2.2 储能电池组的成组方式及其连接拓扑应与功率变换系统的拓扑结构相匹配，电池组回路应配置直流断路器、隔离开关等开断、保护设备。

.....

7.3 功率变换系统

7.3.1 功率变换系统主要由储能变流器及其控制系统组成，应能实现储能电池单元与交流电网（交流电）之间双向能量转换，具备有功和无功解耦控制的四象限运行功能。

.....

7.4 储能系统容量计算

8 配电系统

8.1 一般要求

8.1.1 公路光伏微电网配电系统宜集中部署、统一管理。

8.1.2 公路光伏微电网配电系统应具备实时显示和通信功能，以实现系统的智能管理。

.....

8.2 光储配电单元

8.3 并网配电单元

9 能源管理平台设计

9.1 平台结构

9.1.1 公路光伏微电网能源管理平台应包括通讯管理装置、能源数据库以及相关安全、调度模块的云端服务器，以及用于控制管理所需数据的终端显示装置等，平台结构示意图如图 2 所示。

.....

9.2 平台功能

9.3 监测数据

10 安全

对公路光伏微电网的交通安全，环境保护，人员、设备安全，防雷、消防安全，网络安全方面进行规范要求。

10.1 交通、环境和人员、设备安全

10.1.1 在边坡、服务区等场景的公路光伏微电网的建设过程中，应考虑车辆行驶和行人通行的安全因素，充分遵守道路交通规则，确保公路的正常交通和安全。

.....

10.2 防雷、消防安全

10.2.1 做好建设前的环境影响评估，采取合理的施工预案，减少施工对周边环境的破坏及影响。

.....

10.3 网络安全

10.3.1 光伏微电网能源管理系统的网络安全防护应符合 GB/T 20270 的要求。

.....

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本标准制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

经过十余年的技术发展，国内外对于清洁能源技术及其多能互补技术在各个行业已经得到了广泛应用，国内交通领域也已经尝试在一些公路交通场景进行新能源供给低碳应用。但是面对公路交通这种长距离、散点式、异构性用能需求，公路交通运营管理和系统运行过程中，缺少系统性、科学性的多种能源的应用方案。对于含有光伏微电网系

统的公路沿线用能场景，根据相应场景下的可再生能源资源禀赋，解决绿色发电系统和储能设备的定容问题是提高经济效益和环境效益的有效途径。因此，有必要通过制定本标准，促进公路交通低碳可持续发展。合理的公路光伏微电网设计规划，不仅在用能侧能够保证持续正常供电，在供能侧也有利于从根本上实现真正意义上的低碳出行，促进“双碳目标”的实现，对降低建设成本，提高自洽率、安全性和用户满意度具有极其重要的意义。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确公路光伏微电网的结构、设计要求以及安全等方面的具体要求，指导交能融合背景下公路光伏微电网的建设。

（2）组织相关人员到交能融合示范项目参观学习，了解公路交通光伏微电网的组成架构和各设备的主要技术参数、光伏并网技术以及储能容量配置等；

（3）定期组织科研、生产、管理等各环节人员进行技术交流，不断对公路光伏微电网的设计指标等进行改进，保持降本增效、性能优化、低碳运营。

十、其他应说明的事项

暂无。