

# 大跨柔性光伏支架在渔光互补中应用规程 (征求意见稿)

编 制 说 明

# 目 录

- 一、制定标准的背景、目的和意义
- 二、工作简况
- 三、标准编制原则和确定标准的依据
- 四、与现行有关法律、法规和强制性标准的关系
- 五、重大分歧依据的处理经过和依据
- 六、标准实施的能源效益及经济技术分析
- 七、标准实施建议

## 一、制定标准的背景、目的和意义

### 1 背景

随着国家“双碳”战略的持续推进，绿色能源发展进入加速阶段，光伏发电已成为可再生能源利用的主力军。“光伏+”复合模式尤其受到政策和市场的青睐，其中渔光互补项目通过在水域上方设置光伏发电系统，同时发展水产养殖，充分发挥水面资源的综合利用效益。然而，大跨柔性光伏支架在渔光互补场景中的应用缺乏系统的技术规范，具体问题包括：

（1）抗风性能不足：现有支架在强台风等极端天气条件下易发生变形、振动甚至损坏，存在较高安全隐患。

（2）适应性与经济性难平衡：传统刚性支架占用空间大、施工成本高，难以满足渔光互补项目对土地和水体资源的高效利用需求。

（3）技术指导缺失：国内外现有光伏支架标准主要针对地面光伏系统，未考虑渔光互补场景的特殊性，行业内缺乏可操作性强的指导标准。

### 2 目的

本规程的制定旨在解决大跨柔性光伏支架在渔光互补场景中的技术空白，规范其规划、设计、施工及运维全过程，明确支架结构的设计与性能要求，为保障系统稳定性、安全性和经济性提供技术依据，同时促进光伏与渔业的高效协同发展。

### 3 意义

（1）推动光伏产业升级：本标准通过引入柔性支架的创新设计理念和先进技术，提升光伏发电系统在复杂环境中的适应能力，为“光伏+”复合模式的持续发展奠定技术基础。

（2）助力绿色经济发展：通过光伏与渔业的高效协同，实现可再生能源与农业的双重效益，推动区域经济绿色转型。

（3）保障项目安全性和收益：明确柔性支架的设计参数和运行要求，有效降低系统故障率和维护成本，提高渔光互补项目的整体效益。

## 二、工作简况

### 1. 标准主要起草单位和起草人及其所做的工作

主要起草单位：国家电投集团江苏新能源有限公司、江苏中压电气工程集团有限公司、南京航空航天大学、江苏海洋大学、中国水产科学研究院淡水渔业研究中心、南京工程学院、中国能源建设集团江苏省电力设计研究院有限公司、上海明华电力科技有限公司、江苏省淡水水产研究所、南京交通职业技术学院。

主要起草人：柯世堂、林权、蔡泽斌、张磊、孙圆、周强、柏嵩、徐永明、叶楼伟、钟春颖、孙苗苗、任贺贺、梁珂、张勤，张春伟，秦岩，王文才、田文鑫、李成、吴云、王立山、张祚键、吉春明、薛明华、黄鸿兵、陆士宏、蒋为根、吴建业、戴俊祥。

本标准的编制工作组由江苏省能源研究会组建，编制人员由国家电力投资集团江苏新能源有限公司、南京航空航天大学、江苏中压电气工程集团有限公司等单位的资深技术人员组成。这些成员长期从事光伏发电系统和支架结构的研发、试验与工程实践，具备丰富的行业经验和技術积累，同时具有标准起草的专业背景和实践能力，形成了梯队合理、分工明确的编制队伍。为确保标准编制工作的高效开展，工作组下设以下三个组：

### （1）资料收集组

负责国内外光伏支架、渔光互补项目以及相关标准的文献资料查询、收集和整理工作。该组详细梳理了现有的研究成果、技术案例及标准内容，分析国际和国内先进技术的发展现状，为标准编制提供全面的信息和技术支撑。

### （2）草案编写组

负责起草《大跨柔性光伏支架在渔光互补中应用规程》标准草案、征求意见稿和编制说明、送审稿等内容。该组根据多轮调研及技术论证，制定了详细的技术条款，并通过召开征求意见会和网上意见征集等方式，反复修订和完善标准内容，确保其科学性、合理性和可操作性。

### （3）标准实施组

负责标准发布后的推广与实施工作，包括组织相关企业开展标准宣贯培训会，对标准内容进行详细解读，指导从业人员正确实施标准。此外，该组还将定期总结标准实施情况，收集反馈意见，分析实际应用中的问题并提出修订建议，以不断优化标准内容。

通过各小组分工协作和紧密配合，本标准实现了科学研究与工程实践的深度融合，确保了标准的技术先进性、适用性和可操作性，为柔性光伏支架在渔光互补场景中的应用提供了有力的技术支持。

## 2. 主要工作过程

### （1）标准预研

2023年8月-2024年6月，标准编制组开展了全面的前期研究工作，包括文献调研、现行相关标准的梳理、行业实践调研和技术需求分析。期间，与多家光伏和渔业领域的企业、科研机构进行交流，收集了大量关于大跨柔性光伏支架在渔光互补体系中的设计、施工及运维的实际数据和经验。研究成果为标准的立项和编制提供了充分的理论依据和实践基础。

### （2）立项申请

2024年7月，标准编制组根据预研成果，完成了《大跨柔性光伏支架在渔光互补中的应用规程》的立项申请材料，并正式向江苏省能源研究会提交立项申请。

### （3）标准立项审查会

2024年8月29日，江苏省能源研究会在南京组织召开了标准立项审查会。与会专家对立项背景、技术内容及行业需求进行了质询和讨论，一致认为该标准的制定具有重要意义，同意立项，并建议尽快开展标准编制工作。

### （4）准起草

2024年10月，标准编制组根据审查会专家提出的建议，进一步完善了编制计划和工作方案。经过多次讨论和研讨，形成了标准征求意见稿。

### （5）征求意见

2024年12月4日—2025年1月3日，江苏省能源研究会公开征求意见。

## 三、标准编制原则和确定标准的依据

### 1. 标准编制原则

#### （1）实用性原则

本标准在充分收集国内外光伏支架设计及渔光互补系统相关资料和研究成果的基础上，

结合江苏省及全国范围内渔光互补项目的实际应用需求和经验，分析了当前大跨柔性光伏支架技术的现状与不足，制定了贴合实际、便于操作的技术条款。本标准的制定可有效提高柔性光伏支架在渔光互补场景中的设计与运维效率，降低建设和运营成本，为行业提供科学、健康、有序发展的技术指导，推动该领域的持续发展。

#### (2) 协调性原则

在标准编写过程中，编制组注重与现行国家法律法规、行业规范及相关技术标准的协调性，确保内容与《光伏电站设计规范》《建筑结构荷载规范》等现行标准保持一致。同时，针对渔光互补场景中的特殊需求，本标准对柔性光伏支架的设计、施工和运维要求进行了细化与补充，确保标准既符合规范要求，又能满足工程实际需要。

#### (3) 规范性原则

本标准严格依据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》的规定进行编写，确保标准内容、格式及编制方法符合国家标准文件的要求。通过科学规范的编写，提升标准的权威性和适用性，为行业提供可靠的技术依据。

#### (4) 前瞻性原则

本标准在兼顾当前光伏支架技术现状及渔光互补项目需求的同时，充分考虑了光伏系统和柔性支架技术的发展趋势，提出了具有前瞻性和创新性的技术条款。例如，标准中引入了基于风洞试验和数值模拟的抗风设计理论、新型降载减振措施以及智能化监测系统的配置要求，确保支架在极端环境下的安全性与长期稳定性。通过制定这些先进条款，本标准将为行业未来的发展提供指导性支持。

## 2. 确定标准内容的依据

**4.1.1** 大跨柔性光伏支架结构体系的设计使用年限应不少于25年，且不得低于光伏组件的设计使用寿命。

**编制说明：**本条规定参考GB 50797和NB/T 10115，旨在确保光伏支架结构的耐久性与光伏组件的使用寿命相匹配。光伏组件的设计寿命通常为25年，如果支架结构的使用年限低于25年，将可能在组件尚未达到使用寿命时，因支架老化或损坏而影响整个光伏系统的正常运行。因此，规定支架结构的设计使用年限不少于25年，以保障系统的整体可靠性和经济性。

**5.2.1** 渔道沟的面积宜占池塘总面积的2%~5%，渔道沟底部宜低于光伏阵列区域池塘底部0.8 m ~ 1.2 m。

**编制说明：**设置渔道沟的主要目的是为了优化捕捞作业流程，提高捕捞效率。将渔道沟面积控制在池塘总面积的2%~5%，可以在不显著减少养殖面积的情况下，提供足够的空间供鱼类聚集和捕捞。渔道沟底部低于光伏阵列区域池塘底部0.8 m ~ 1.2 m，有利于鱼类在捕捞时自然下沉至渔道沟中，方便集中捕捞，减少劳动力投入。

**5.2.3** 光伏阵列在池塘水面上的遮蔽面积比例不宜超过60%。

**编制说明：**控制光伏阵列对池塘水面的遮蔽面积，是为了确保水体生态环境的平衡。过大的遮蔽面积会影响水体的光照条件，抑制藻类和浮游生物的生长，进而影响鱼类的食物来源和生长环境。将遮蔽比例控制在不超过60%，可以在满足光伏发电需求的同时，保障渔业养殖的正常进行，实现渔光互补的协同效益。

**5.3.3** 大跨柔性光伏阵列的净空高度一般不宜低于埂面高度2 m。

**编制说明：**净空高度的设定需考虑渔业养殖的实际需求，包括人员通行、设备操作和机

械化作业等。净空高度不低于2 m，可以确保增氧设备、投饵机等养殖设备的正常使用，方便人员日常管理和维护。同时，也为未来可能的机械化、智能化养殖设备预留了足够的空间。

**5.3.4** 大跨柔性光伏阵列的跨度宜设计为20 m、30 m、40 m或50 m的整数倍，最大连跨数不宜超过4跨。

**编制说明：**选择标准化的跨度尺寸（如20 m、30 m、40 m、50 m），有助于材料的标准化生产和施工的模块化管理，降低成本和提高效率。限制最大连跨数不超过4跨，是为了控制结构的整体稳定性和变形，防止因跨度过大或连跨过多而导致结构受力复杂化，增加安全隐患。

**5.3.5** 光伏组件的角度与方阵排间距应确保冬至日当地时间9:00至15:00光伏组件不被阴影遮挡。

**编制说明：**冬至日是全年太阳高度角最低的日子，确保在9:00至15:00的核心发电时段内光伏组件不被遮挡，可以最大限度地提高全年发电量。合理设计组件角度和排间距，避免阴影遮挡，不仅提高了发电效率，也优化了土地和空间的利用。

**5.4.16** 在极端工况下，大跨柔性光伏支架的跨中挠度不应超过 L/50。

**编制说明：**本条规定参考NB/T 10115。限制跨中挠度是为了确保结构在荷载作用下的刚度和稳定性。过大的挠度可能导致光伏组件受损、连接部位松动，甚至影响结构的整体安全性。将挠度限制在 L/50 内，可以有效控制结构变形，保证光伏系统的正常运行和寿命。

**5.4.19** 对于位于强风或台风多发地区的光伏阵列，宜在光伏方阵的外侧安装扰流装置。

**编制说明：**在强风或台风条件下，风荷载对大跨度柔性结构的影响显著。安装扰流装置可以改变风流的路径，降低风压，减少结构的振动和变形。通过在光伏方阵外侧安装扰流装置，可以有效提升系统的抗风性能，保障结构的安全和稳定，延长使用寿命。

**5.4.20** 宜通过安装扰流装置、抗风稳定索、横向联系杆、抗风吸装置等降载减振措施保证光伏阵列体系的整体稳定性。

**编制说明：**对于风荷载影响较大的区域，仅靠结构本身的刚度可能无法满足安全要求。因此，采取降载减振措施，如安装抗风稳定索、横向联系杆、抗风吸装置等，可以有效增强结构的抗风能力。这些措施通过增加结构的阻尼、提高刚度或改变结构的动力特性，减少风致振动和荷载，提高整体稳定性，确保光伏阵列在各种风况下的安全运行。

**6.2.4** 制定科学的饲料投喂计划，合理控制投喂量，防止饲料浪费和水质污染。

**编制说明：**在渔业养殖中，饲料投喂是影响养殖效益和水质的因素。过量投喂会导致饲料浪费，增加养殖成本，同时未被摄食的饲料会沉积水底，分解后造成水质恶化，影响鱼类健康。制定科学的投喂计划，合理控制投喂量，可以提高饲料利用率，降低成本，维护良好的水环境，确保养殖的可持续性。

#### 四、与现行有关法律、法规和强制性标准的关系

##### （1）法律、法规的协调配套

本标准严格遵循国家与地方的相关法律法规要求，符合国家“双碳”战略、可再生能源法及相关环保政策的规定。

##### （2）强制性地方标准的协调配套

本标准与江苏省发布的《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划》、《江苏省2021年光伏发电项目市场化并网有关事项的通知》、《关于支持光伏发电产业发展规范用地管理

的通知》等地方政策紧密衔接，推动新能源项目高效运行。

### （3）相关标准的协调配套

本标准充分考虑了现有国家和地方的光伏支架设计标准，如GB/T 50797《光伏发电站设计规范》、NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》等，在确保与这些标准的一致性基础上，补充和完善了大跨柔性光伏系统在渔光互补和强台风环境下的设计要求

综合以上分析，本标准首次制定，与现行法律、法规、强制性地方标准及相关标准协调配套，没有冲突。

## 五、重大分歧依据的处理经过和依据

本标准研制过程中无重大分歧意见。

## 六、标准实施的能源效益及经济技术分析

（1）能源效应：本标准的实施将显著提高光伏发电效率，通过优化大跨柔性光伏支架的设计和布局，最大化光照接收和空间利用，降低能源损失，并提升光伏系统在不同气候条件下的稳定性。同时，推动“自发自用、余电上网”的能源模式，促进清洁能源的高效利用，降低碳排放，推动绿色能源结构优化，助力国家实现碳达峰、碳中和目标。此外，渔光互补系统的双重效益将有效提升能源和水域资源的综合利用效率，进一步促进可持续发展。

（2）经济效益：通过本标准的实施，企业可以减少因台风等极端天气导致的设备损坏和停机损失，从而提高整体项目的经济效益。预计每个项目的光伏系统运维成本将下降3%，同时渔业产量在原有传统渔光互补模式基础上将提高10%，土地利用率和综合效益都得到了提升。

（3）社会效益：标准的推广不仅能提高江苏省渔光互补项目的整体安全性和效益，还将为全国其他内陆和沿海地区提供可复制的技术参考，推动清洁能源与农业融合的可持续发展。

（4）环境效益：减少电站寿命期之后管桩拆除对环境的影响；通过高效利用水面资源，光伏发电与水产养殖实现协同发展，进一步减少碳排放，推动国家“双碳”目标的实现。

## 七、标准实施建议

### （1）地方层面

由江苏省地方政府及相关能源管理部门主导，负责推动标准的落地和监督实施，确保标准符合地方新能源发展规划，特别是在渔光互补项目中的应用。

### （2）企业层面

国家电投集团及其他新能源企业将作为标准的主要实施者，负责光伏项目的建设、运维及项目管理。

### （3）用户层面

光伏电站业主、渔光互补项目的运营者，以及地方渔业从业者将直接受益于该标准。通过提高光伏系统的安全性和经济效益，标准将为用户带来稳定的发电收入，提高渔业养殖收益。