

中国电力规划设计协会团体标准宣传系列

T/CEPPEA 5017-2023 《大跨度索杆式光伏支架结构技术规定》

标准起草单位：中机国能浙江工程有限公司

浙江大学

华东勘测设计研究院有限公司

坤能钱唐电力工程有限公司

标准起草人：汪立峰、孙祖峰、张海波、谷松、陈益明、许贤、潘文豪、李俊龙、虞秋静、武传斌

标准审查专家：周建军、章荣国、姜东、刘健、李强、马晓董、沈观富、章征、王振华、陆金钰、喻莹

撰稿人：孙祖峰、张海波

标准获取通道：协会官网 (<https://www.ceppea.net/>) 首页“中外电力工程技术标准数据管理平台入口”

中外电力工程技术标准数据管理平台离线客户端（会员单位）

一、编制背景

2020年9月22日联合国大会上中国提出“3060”双碳目标，这是中国作为负责任大国的担当，也是中国经济社会高质量发展的方向。为了实现这两个目标，中国采取优化能源结构、提高非化石能源比重等措施推动能源生产和消费的革命。能源结构的转型，为可再生能源的发展带来机遇。光伏发电系统的能量来源于取之不尽、用之不竭的太阳能，是一种清洁、安全的可再生能源。

从2013年中国第一个光伏电站建成以来，中国已成为全球最大光伏发电国。为了最大可能的利用可开发光伏用地，对于常规光伏支架较难开展的场景，如：设备较多的商业综合体屋顶、大跨度污水处理厂、不宜打桩的鱼塘等，通过技术手段解决布置难题已经成为需要。大跨度索杆式光伏稳定支架是一种由索作为主要受力构件的构架体系，该体系与民用建筑索结构和普通落地式、分布式光伏固定支架有明显区别，但在解决光伏布置方面有优势。

为将大跨度索杆结构支架技术更好的应用到实际工程中，编制本标准指导在此类场景布置光伏发电装置时采用大跨度索杆结构支架的技术要求。

本标准的正式实施填补了大跨度索杆式光伏支架技术方面的空白，对助力我国实现“双碳”目标、拓宽光伏项目落地应用场景具有推动作用。

二、主要内容

本标准适用于以撑杆和预应力索为主要受力构件、跨度不超过 70 米的光伏支架结构体系，如索桁架、张弦梁体系等。

标准正文共设 11 章：范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、材料、荷载和作用组合、设计和分析、连接和节点、制作与安装、质量检验和验收、运行与维护。

三、与现行标准比较的技术优势

目前，指导光伏支架技术的相关标准主要有 GB 55006《钢结构通用规范》、GB 50017《钢结构设计标准》、GB 50797《光伏电站设计规范》GB/T 50796《光伏发电工程验收规范》、NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》、JGJ 257《索结构技术规程》相关标准主要是基于传统钢结构、常规形式支架设计安装以及验收标准等，未能突出索杆式结构的主要特点，均非针对大跨度索杆式光伏支架的专属设计规范。

与相关标准比较的技术优势如表 1 所示。

表 1 与相关标准比较的技术优势

序号	对比项	国内标准内容	本项目内容	本项目技术优势
1	索杆支架结构形式	JGJ 257《索结构技术规程》侧重于工民建中的索结构	凝练总结了大跨度索杆式支架的 3 种典型结构方式	提出了具有索杆式特征的典型结构及选型依据
2	应用场景	GB 50797《光伏电站设计规范》侧重于常规固定或跟踪支架的应用场景	提出了大跨度索杆式支架适用的应用场景	拓宽了光伏项目的应用场景
3	风振系数	NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》建议按照 GB50009《建筑结构荷载规范》计算	根据不同跨度提出适用于索杆结构的风振系数	优化了特殊场景下的适用设计方法选取、设计参数取值以及索结构初始预应力状态设计依据
4	地震效应分析	NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》、JGJ 257《索结构技术规程》未作出针对性的明确要求	提出不同跨度下的地震效应分析方法	
5	初始预应力状态	NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》未作出针对性的明确要求	提出索杆支架初始预应力状态确定及目标预应力值确定需考虑的因素	
6	连接节点	GB 50017《钢结构设计标准》、NB/T 10115《光伏支架结构设计规程》未对	明确提出各连接节点处的构造连接形式	落实了索杆式光伏支架的设

		索杆式支架连接节点给出明确规定		计细节
7	挠度容许值	GB 55006《钢结构通用规范》、GB 50797《光伏发电站设计规范》中未提出有关大跨度索杆式光伏支架的挠度容许值	明确提出不同结构形式的索杆结构挠度容许值	提出适用索杆式支架的安全标准
8	质量检验与验收	GB/T 50796《光伏发电工程验收规范》未作出针对性的明确要求	提出针对索杆式支架的质量检验项目及标准	适应索杆式支架运行维护发展

四、重点条文解读

为方便阅读，条文原文采用楷体加下划线；解读内容采用仿宋。

下面 3 个术语是对标准重点条文解读理解的基础：

3.2

索杆结构 cable-strutstructure

一种以索结构、刚性杆为主要受力构件的光伏支架形式。

3.6

张弦梁结构 structure with tensioning chord

由上弦刚性结构或构件与下弦拉索以及上下弦之间撑杆组成的梁式结构体系。

3.7

索桁架结构 cable truss

由在同一竖向平面内两根曲率方向相反的索以及两索之间的撑杆或吊索组成的结构体系。

为方便理解，对本标准的部分重点条文解读如下：

4.1.7 张弦梁、檩条的挠度容许值可以分别取构件跨度的 1/180 和 1/150，索桁架整体结构变形容许值可以取跨度的 1/50，垂度、拱度、弯曲曲率等其他验收指标，应符合 GB 50017、JGJ 257 中允许值要求。

【解读】本条款给出了大跨度索杆式支架结构之后有关张弦梁、檩条以及索桁架的变形相关指标容许值，整体取值以 GB 50797《光伏发电站设计规范》、JGJ 257《索结构技术规程》中有关挠度等变形容许值的要求为基准，并结合光伏支架的实际运行中对安全稳定方面的影响，对容许值进行了适当的修正。

4.2.3 索杆式光伏支架可选择张弦梁结构（图1）、内侧拉杆式张弦梁结构（图2）或索桁架结构（图3）。对于跨度小于30m的情况宜采用张弦梁结构，对于跨度小于30m且侧向拉锚固定范围有限的情况宜采用内侧拉杆式张弦梁结构，对于跨度不小于30m的情况宜采用索桁架结构。

【解读】索杆式支架有三种主要的结构形式，本条款给出了在不同跨度、不同场地条件下的推荐适用结构形式，明确了相关设计原则，为大跨度索杆支架的设计建设奠定了基础。

6.2.4 索杆支架结构可采用对平均风荷载乘风振系数的方法近似考虑结构的风动力效应。风振系数可按下表取值。

表1 风振系数取值

跨度	≤20m	20m~70m	70m
风振系数	1.6	线性插值	1.9
注：对于跨度大于70m的索杆支架结构，应通过风振响应分析确定风动力效应，宜采用逐步积分时程分析方法计算。			

【解读】索杆式支架由于自身的结构形式，风荷载影响往往会起到控制作用，需要针对性提出风振系数的取值。本条款结合以往工程风洞试验及工程经验给出了在不同跨度下的风振系数取值。

6.4.2 对于跨度小于60m的索杆支架结构，可采用振型分解反应谱法进行地震效应分析；对于跨度大于60m的索杆支架结构，宜采用时程分析法进行地震效应分析。

【解读】在考虑地震作用影响的情况下，结合规范及工程经验情况，提出不同跨度下的地震效应分析方法。

7.2.1 索杆支架结构的初始预应力状态确定，应综合考虑结构造型、边界支承条件及合理预应力取值等要求，并通过试算确定索杆支架结构的初始几何形状及相应的预应力分布。

【解读】相关章节中对于大跨度索杆式光伏支架的计算分析一般规定、初始预应力状态确定、各构件计算方法进行了明确规定，推进理论计算分析在支架设计中的应用。

8.1.1 索杆结构节点构造应符合计算假定，应做到传力路线明确、确保安全并便于制作和安装。

【解读】相关章节中对于大跨度索杆式光伏支架索与支撑构件、支撑与光伏组件以及其它部位的连接节点形式及受力进行了明确的规定，为具体设计提供奠定了基础。

五、应用情况和应用效果

本标准提出了大跨度索杆式光伏支架的典型结构，并明确了结构选型、材料选取、荷载和作用组合、设计和分析、连接节点制作与安装、质量检验和验收、运行和维护一体化的技术规定，为光伏领域的特殊应用场景提供了技术支持。

针对污水处理厂、鱼塘等适用场景，开展了大跨度索杆式光伏项目建设，承担项目的设计企业依据本标准开展设计工作，均取得了显著的社会经济效益。

【示例 1】“宁波春晓污水处理厂分布式光伏发电项目”

建设地点位于宁波春晓污水处理厂区四个二沉淀池之上。总面积约为总面积约 0.7 万平方米，项目建设总规模共 999.53kWp，采用索杆式光伏支架型式，拟选用“自发自用，余电上网”电量消纳模式，在常规支架型式较难开展的场景下进行了光伏项目的建设。

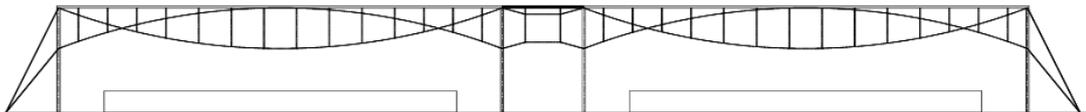


图 1 索杆式光伏支架示意图

社会经济效益：据测算，该项目每年减少碳排放 839.50 吨，光伏项目年均发电 96.27 万 kWh。

【示例 2】“上海松申水环境净化有限公司分布式光伏发电项目”

建设地点位于上海市松江区上海松申水环境净化有限公司，在松申水厂区内污水处理池上方建设分布式光伏项目，总规模为 5.1359MWp，采用索杆式光伏支

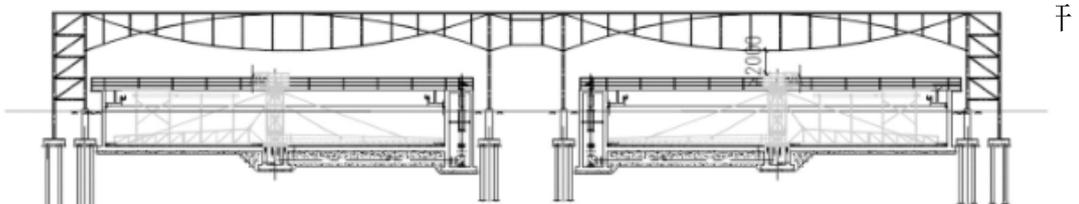


图 2 索杆式光伏支架示意图

社会经济效益：据测算，该项目每年减少碳排放 4590.24 吨，光伏项目年均发电 526.40 万 kWh，年均发电收入 337.51 万元（不含税）。

这些应用成果表明，团体标准 T/CEPPEA 5017-2023《大跨度索杆式光伏支架结构技术规定》在拓宽光伏建设场景、支持新能源项目建设等方面起到了引领和指导作用，为索杆式光伏支架设计、建设和运维提供理论基础和技术支撑，更好地促进光伏项目的高质量发展。