

FENBUSHI GUANGFU DIANZHAN

SHIGONG SHEJI TUJI

分布式光伏电站 施工设计图集

崔勇 等 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

FENBUSHI GUANGFU DIANZHAN

SHIGONG SHEJI TUJI

分布式光伏电站 施工设计图集

崔勇 李向东 程云龙 刘东海 编著
代鑫波 王川 马翔 姬德森



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书基于分布式光伏发电系统的特点以及实际工程应用需要,介绍了设计的依据和技术原则,通过总结分布式光伏发电系统设计经验和方法,编制出《分布式光伏电站施工设计图集》。

全书共分两篇,第一篇总论包括概述、设计依据和技术原则,第二篇设计图集为本书重要部分,内容细分为9套分布式光伏发电系统的施工设计图,涵盖地面、车棚、斜屋顶、平屋顶、钢结构彩瓦屋顶等多种分布式光伏发电系统,具有一定的代表性。

本书题材新颖,具有一定的实用价值,可供从事分布式光伏发电系统设计、生产、应用的工程技术人员阅读使用,也可供相关专业院校或单位阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

分布式光伏电站施工设计图集 / 崔勇等编著. —北京: 中国电力出版社, 2018. 10

ISBN 978-7-5198-1857-9

I. ①分… II. ①崔… III. ①光伏电站—施工设计—图集 IV. ①TM615-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第051096号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街19号

邮政编码: 100005

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 王春娟 陈 倩 (010-63412512)

责任校对: 黄 蓓 马 宁

装帧设计: 张俊霞 张 娟

责任印制: 石 雷

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

版 次: 2018年10月第一版

印 次: 2018年10月北京第一次印刷

开 本: 787毫米×1092毫米 16开本

印 张: 6.75

字 数: 200千字

印 数: 0001—1000册

定 价: 32.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

前言

发展光伏产业，尤其是分布式光伏，是我国保障能源供应、建设低碳社会、推动经济结构调整、培育战略性新兴产业的重要方向。“十三五”期间，在政策扶持和金融资本涌入的双重推动下，我国分布式光伏产业快速发展。从分布式能源发展现状来看，分布式光伏将是未来能源的重要组成部分。

目前，随着国家光伏政策的引导，光伏电站建设由集中式向分布式转移，分布式光伏产业繁荣的背后出现投资盲目、管理缺失、建设混乱、后期维护无保障等问题，造成建设和运维成本增加，发电效率和收益降低。尤其是发改能源〔2018〕823号文件下发后，加速了光伏产业平价上网进程，不仅对光伏组件制造成本的降低提出了更高要求，同时如何进一步降低光伏电站建设成本，提高光伏发电收益成为当前亟待解决的问题。

本书围绕分布式光伏产业的发展和上述问题展开研究，通过将分布式光伏技术理论与实际建设经验结合，总结了切实可行的经验，编制了《分布式光伏电站施工设计图集》，书中内容注重通俗性，以便于广大读者参考。

参与本书编著工作的有中南电力设计院李向东、九州方园新能源股份有限公司程云龙、河南省城乡规划设计研究总院有限公司刘东海、国网河南省电力公司郑州市供电公司代鑫波、国网江西省电力科学研究院姬德森、国网江西省电力公司吉安供电公司王川、明阳智慧能源集团股份有限公司马翔。九州方园新能源股份有限公司张崇超、杨安文、张华、李亚庆、郑冰冰、蔡力等同志对本书编写工作给予了大力的支持和帮助。在编撰和出版过程中还得到了三峡大学经济与管理学院田野、段跃芳和贾立敏等同志，中铁第四勘察设计院集团有限公司陶勇同志，河南省城乡规划设计研究总院有限公司杨德民同志，华北电力大学电气与电子工程学院赵书强同志，宜昌永耀电力集团有限责任公司喻红、谢华等同志以及设备制造商的大力支持和帮助，在此表示感谢！

由于作者水平有限，以及分布式光伏产业技术发展迅速，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正！

编者

2018年1月

目 录

前言

第一篇 总论	1	第 8 章 3.24kW 屋顶分布式光伏电站 (方案 GFDG-4)	45
第 1 章 概述	3	第 9 章 5.4kW 屋顶分布式光伏电站 (方案 GFDG-5)	54
第 2 章 设计依据	4	第 10 章 51.84kW 屋顶分布式光伏电站 (方案 GFDG-6)	63
第 3 章 技术原则	6	第 11 章 103.68kW 屋顶分布式光伏电站 (方案 GFDG-7)	73
第二篇 设计图集	7	第 12 章 51.84kW 地面分布式光伏电站 (方案 GFDG-8)	83
第 4 章 总设计说明	9	第 13 章 103.68kW 地面分布式光伏电站 (方案 GFDG-9)	92
第 5 章 23.76kW 车棚分布式光伏电站 (方案 GFDG-1)	12	参考文献	102
第 6 章 51.84kW 车棚分布式光伏电站一 (方案 GFDG-2)	23		
第 7 章 51.84kW 车棚分布式光伏电站二 (方案 GFDG-3)	34		

第一篇

总 论



概 述

1.1 目的和意义

“十三五”规划中，国家大力提倡发展分布式能源。在国家扶贫政策上，光伏扶贫是精准扶贫的主要内容之一。为响应国家当前对分布式光伏的支持，有序推进分布式光伏电站的设计和建设，不断规范分布式光伏电站施工设计，特编制分布式光伏电站施工设计图集。

本图集以 3kW、5kW、20kW、50kW、100kW 五类分布式光伏电站为案例，涉及地面、车棚、斜屋顶、平屋顶、钢结构彩钢瓦屋顶等多种形式，主要为家庭、工商业、企事业单位等的光伏电站施工设计提供参考，具有一定的设计和建设指导价值。

1.2 适用范围

- (1) 工商业、企事业单位等分布式光伏电站施工设计。
- (2) 接入 10kV 及以下电压等级的光伏电站施工设计。
- (3) 高电压等级接入的光伏电站施工设计可作参考。

1.3 设计原则

满足“安全可靠、节能耐用、经济高效”的总体要求，综合考虑技术、经济、安全等因素，通过优化施工设计，为分布式光伏电站低成本投资、高效率建设以及高效益运营奠定基础。

设计依据

2.1 设计依据

- (1) 国家现行光伏行业相关法律、法规。
- (2) 国家和光伏行业相关标准、规程和规范。
- (3) 分布式光伏电站实际施工设计及应用经验。

2.2 主要设计标准、规程规范

GB/T 6495.2—1996 光伏器件 第2部分：标准太阳电池的要求

GB/T 12325—2008 电能质量 供电电压偏差

GB/T 12326—2008 电能质量 电压波动和闪变

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 15543—2008 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 17478—2004 低压直流电源设备的性能特性

GB/T 20047.1—2006 光伏(PV)组件安全鉴定 第1部分：结构要求

GB/T 20513—2006 光伏系统性能监测 测量、数据交换和分析导则

GB/T 29319—2012 光伏发电系统接入配电网技术规定

GB/T 32512—2016 光伏电站防雷技术要求

GB/T 32900—2016 光伏电站继电保护技术规范

GB 50009—2012 建筑结构荷载规范

GB 50010—2010 混凝土结构设计规范

GB 50011—2010 建筑抗震设计规范

GB 50016—2014 建筑设计防火规范

GB 50017—2003 钢结构设计规范

GB 50054—2011 低压配电设计规范

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB/T 50064—2014 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范

GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205—2001 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50217—2007 电力工程电缆设计规范

GB 50254—2014 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范

GB/T 50794—2012 光伏电站施工规范

GB/T 50795—2012 光伏发电工程施工组织设计规范

GB/T 50796—2012 光伏发电工程验收规范

GB/T 50797—2012 光伏电站设计规范

GB/T 50865—2013 光伏发电接入配电网设计规范

NB/T 32015—2013 分布式电源接入配电网技术规定

Q/GDW 480—2010 分布式电源接入电网技术规定

Q/GDW 617—2011 光伏电站接入电网技术规定

技术原则

3.1 总体原则

遵循分布式光伏电站施工设计的相关标准和规范,明确分布式光伏电站施工设计图集的适用范围,有针对性地开展编写工作。

3.2 技术要求

以光伏电站投入成本最低、收益最大为施工设计目标,充分考虑分布式光伏电站的装机容量小、安装分散等特点,总结经验方法,提出优化设计思路,并加以运用。

第二篇

设计图集



总设计说明

4.1 方案划分

本图集分为以下四种类型：

第一类为车棚分布式光伏电站，按结构形式分为管桁架、双斜柱和弧形单柱车棚；

第二类为家庭斜屋顶分布式光伏电站，按屋面结构分为木梁瓦面屋顶和混凝土现浇屋顶；

第三类为工商业厂房屋顶分布式光伏电站，按屋面类别分为混凝土现浇和钢结构彩钢瓦屋顶；

第四类为地面分布式光伏电站，按基础形式分为独立基础和桩基础。

分布式光伏电站施工设计图集划分见表 4-1。

表 4-1 分布式光伏电站施工设计图集划分

方案号	方案名称	电压等级 (V)	适用类型
GFDG-1	23.76kW 车棚分布式光伏电站	380	管桁架车棚
GFDG-2	51.84kW 车棚分布式光伏电站一	380	双斜柱车棚
GFDG-3	51.84kW 车棚分布式光伏电站二	380	弧形单柱车棚

续表

方案号	方案名称	电压等级 (V)	适用类型
GFDG-4	3.24kW 屋顶分布式光伏电站	220	木梁瓦面斜屋顶
GFDG-5	5.4kW 屋顶分布式光伏电站	380	混凝土现浇斜屋顶
GFDG-6	51.84kW 屋顶分布式光伏电站	380	混凝土现浇平屋顶
GFDG-7	103.68kW 屋顶分布式光伏电站	380	钢结构彩钢瓦屋顶
GFDG-8	51.84kW 地面分布式光伏电站	380	独立基础
GFDG-9	103.68kW 地面分布式光伏电站	380	桩基础

4.2 环境条件

太阳能电池组件：多晶硅太阳能电池组件（铝制边框）。

斜屋顶：倾角 30°，正南朝向。

彩钢瓦屋顶：倾角 7°，南北朝向。

车棚棚顶：普通管桁架车棚倾角 16°，正南朝向；双斜柱车棚倾角 8°，南北朝向；弧形单柱车棚倾角 9°，南北朝向。

地面：地势平坦，周边无地质灾害、工程施工等外部不利环境因素。

阴影遮挡：项目地周边及太阳能电池组件本体无遮挡情况。

4.3 总平面布置

(1) 应结合项目地的地形和结构形式，在满足设计规范要求的前提下，按太阳能电池组件安装数量最大化进行布置，以提高单位装机容量。

(2) 总平面布置应科学合理，统筹布局。对于发电单元、逆变单元、输配电单元应合理分区，以方便安装建设、运行维护以及后期清洗。一般分布式光伏电站，宜采用组串型逆变器，每一台逆变器建议安装于本单元阵列的中心区域，汇集单元应尽量位于所有逆变器的中心区域，以减少电缆投入成本和电能损耗。

(3) 总平面布置应考虑防洪、防涝、防火、防爆、防坍塌、防腐蚀等因素，进行合理的规划布局。

(4) 总平面布置还应考虑后期扩建和当地远期规划的要求和影响。

4.4 光伏阵列布置

光伏阵列布置包括太阳能电池组件选型、太阳能电池组件串并联方式、逆变器设备选型、光伏支架结构布置、太阳能电池组件设计倾角及光伏阵列布置计算等方面，应根据工程设计要求和实际情况进行技术经济比较，确定最佳的布置方式。

(1) 在价格相近的情况下，应优先选用高转化效率、峰值功率较大的太阳能电池组件，以提高单位发电效率。

(2) 一般采用项目地最佳倾角和方位角安装太阳能电池组件和支架。考虑到项目地风荷载、雪荷载等因素，可根据实际情况适当降低太阳能组件安装倾角，以减小受风面，增加抗风能力。

(3) 应充分避开周边及光伏阵列与阵列之间遮挡。在太阳能电池组件布置时，应预留检修通道，并与烟囱、排风机等保持足够的安全距离。

(4) 光伏阵列布置应考虑安装、汇线、维护、清洗的便利性，适宜选用竖向 2 排或横向 4 排进行布置，每 1~2 个组串为 1 个单元。

(5) 对于东面、西面和北面朝向安装的太阳能电池组件，可尽量降低安装倾角，以提高倾斜面辐照水平。

4.5 结构设计

考虑经济性，一般分布式光伏电站建议选取固定式光伏支架。同时，应考虑不同使用环境条件的固定式光伏支架结构优化。在确保结构安全可靠并满足太阳能电池组件安装使用要求的前提下，做到方便安装拆除，并满足防锈防腐蚀等耐久性的要求。

(1) 支架应做到结构简单、受力合理、造价经济且便于施工。

(2) 减少焊接，应优先考虑采用铰接连接方式，方便安装调节和移装拆除等。

(3) 应充分考虑光伏电站自重、风荷载、雪荷载。荷载组合可参照 GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》和 GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》中的相关规定进行分析。

(4) 合理选择支架基础，进行抗滑移、抗倾覆、抗拔验算。屋面支架基础设计不宜破坏屋面原有结构和防水。地面和平屋面建议采用混凝土独立基础或条形基础，宜采用现浇方式。对于地质条件较差地区，可采用桩基础。木梁结构斜屋面宜采用光伏挂钩直接与木梁固定，钢结构彩瓦屋面宜采用铝合金夹具直接与彩钢瓦固定。

4.6 电气设计

(1) 优先选用大容量逆变器，一般单台逆变器容量越大，单位造价越低，转换效率越高，后期维护工作量越小。同规格型号时，应优先选择直流输入电压范围宽、转换效率高的逆变器。采用多台逆变器时，应尽量选用同型号规格的逆变器。

(2) 在满足逆变器允许接入容量参数要求时，可结合实际工况条件（包括光照条件、系统效率、安装方式、运行模式等）分析逆变器实际输出功率，以提高逆变器容量配比，降低逆变器及配套变压器的成本投入。

(3) 太阳能电池组件串联数应取较高值，以减少电缆成本和电能损耗。同时，应参考逆变器效率曲线以确定最佳组串。

(4) 逆变器每个最大功率跟踪点（maximum power point tracking, MPPT）接入的串联数或并联数应尽量一致。

(5) 同一环境条件、同一方向角下安装的太阳能电池组件宜

集中接入一台逆变器，以提高逆变器输出效率，增加发电量。

(6) 应根据光伏阵列实际排布情况，尽量减少电气设备和电缆用量，减小施工难度，达到减少投入成本和电能损耗的目的。

(7) 电气设备和线缆选型应结合电站装机容量、接入电压等级及电站总体布置等因素进行技术经济性比较，并满足相关设计规范要求。

(8) 考虑配电系统安全和成本，在满足电力系统接入要求的前提下，尽量不改造原有配电系统。

4.7 通信设计

光伏电站可采用在逆变器上安装无线通信装置，实现远程运营管理。无线通信装置内置 2G/3G/4G SIM 卡，通过移动互联网，将逆变器采集的数据经电信、移动、联通等无线网络上传至云平台存储。用户可通过手机、电脑等设备下载 APP，经网络远程访问云平台，实现光伏电站的运营管理。

23.76kW车棚分布式光伏电站（方案GFDG-1）

5.1 设计概述

本设计为 23.76kW 车棚分布式光伏电站，主要适用于管桁架车棚。项目采用管桁架拼装设计，以 AC 380V 电压等级并网，上网模式为“自发自用、余电上网”。

5.2 结构部分

(1) 车棚采用镀锌圆钢管作为钢结构的主体，斜梁采用镀锌大几字钢，横梁采用镀锌 C 型钢。钢结构车棚主梁采用三角桁架，车棚前后采用水平桁架，光伏车棚主体材料均为预制构件，采用拼装方式设计，可直接拼装成型，无需焊接作业。

(2) 车棚棚顶荷载要求参照 GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》和 GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》中的相关规定执行。

(3) 采用外六角螺栓将太阳能电池组件边框固定在车棚横梁上，太阳能电池组件之间填塞防水胶条，防水胶条边沿填充一层结构胶防水。

(4) 车棚基础部分采用 $500 \times 500 \times 600\text{mm}$ （长 \times 宽 \times 高）混凝土基础（现浇），混凝土基础顶部高出地面至少 30mm。

5.3 电气部分

(1) 本设计选用 270W 多晶硅太阳能电池组件，共计 88 块。

(2) 考虑到系统效率、设备集成简化等因素影响，集中采用 1 台 20kW 组串型逆变器（三相），容量配比约为 1:1.19。

(3) 本设计选用的 20kW 组串型逆变器具有 2 组独立的 MPPT，每组 2 路输入。综合考虑逆变器效率曲线、太阳能电池组件串并联匹配以及 MPPT 运行参数要求，2 组 MPPT 均为太阳能电池组件每 22 块串联后分 2 路并联接入。

(4) 光伏逆变器可安装在车棚主体结构上，安装点应靠近并网位置。

(5) 光伏并网柜安装在靠近并网位置，柜内可按设计要求预留光伏发电侧和电网侧电能表位置。

(6) 光伏方阵除采用单独的水平或垂直接地装置实现防雷接地外，也可考虑利用车棚钢结构梁或柱作为防雷接地的部分引下线，接地电阻应小于 4Ω 。电气设备机柜可利用光伏方阵或原有