

# 煤矿风井场地光伏发电站的设计与研究

李 山

国能神东煤炭集团设计公司 陕西 榆林 719315

**摘 要:** 煤矿是高耗能企业, 本文通过对煤矿企业自身的特点进行分析, 介绍了建设光伏电站的必要性, 提出了煤矿工业场地建设光伏电站的工程规模和具体设计方案, 最后提出煤矿建设光伏发电应注意的事项, 对今后煤矿采用分布式光伏发电实现节能降耗具有良好的借鉴意义。

**关键词:** 煤矿; 光伏发电; 分布式光伏; 节能减排

## 1 引言

光伏发电系统把通过太阳能转化为电能, 具有易维护、故障率低、无污染和噪音等优势。随着光伏发电技术不断进步, 光伏组件及其相关产品的成本也逐年降低, 为光伏发电的推广提供了有利条件。

近年来, 国家陆续出台了鼓励清洁能源发展的多项政策, 支持利用沙漠、采煤沉陷区等建设风电光伏发电基地, 支持包头、鄂尔多斯等地区因地制宜利用沙漠、戈壁、荒漠以及采煤沉陷区、关停矿区等, 建设风电光伏发电基地。2021年, 国家能源局出台了在部分县区推广屋顶分布式光伏开发试点的政策。

部分省市出台政策, 要求新建屋顶面积3000平方米及以上的工业建筑, 将分布式光伏建设相关要求纳入规划条件和施工图审、竣工验收等环节。高耗能行业和数据中心存量 and 新建项目, 在满足荷载条件、接入条件和

安全条件前提下, 应开发建设分布式光伏发电设施。

同时, 作为高耗能企业的煤矿, 要经常面对地面生态破坏后的矿山修复问题。通过利用采矿沉陷区进行光伏建设, 可以把光伏发电和矿山生态治理相结合, 既能解决土地资源有效利用问题, 又对生态环境治理具有积极意义。<sup>[1]</sup>

## 2 光伏电站技术介绍

### 2.1 项目介绍

煤矿企业发展光伏发电系统, 必须要充分结合煤矿自身的特点。以位于内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗的布尔台煤矿为例。该煤矿所在区域, 太阳能总辐射达到5600兆焦/平方米, 年平均日照达3200小时, 属于太阳能资源非常丰富的地区, 具有建设光伏发电项目良好的光照条件。

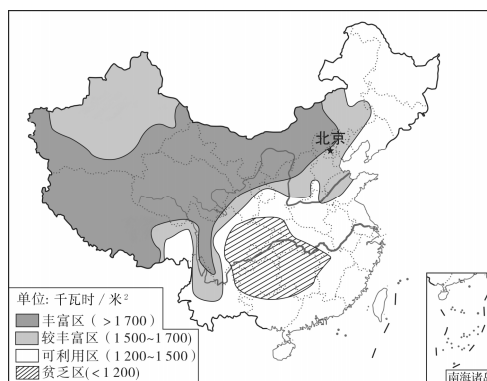


图1 中国太阳能资源分布图

煤矿已经建成有立风井工业场地, 可安放光伏设备的屋顶面积约1350平方米, 可安装光伏有效面积1000平方米。

**作者简介:** 李山 (1979—), 男, 山东莱芜人, 工程硕士, 高级工程师, 从事煤矿供配电、信息与自动化设计工作。

### 2.2 系统分类

光伏发电系统一般可分为集中式光伏和分布式光伏两种。集中式光伏发电可以利用大面积的采煤沉陷区, 提高煤矿复垦土地资源的利用率。分布式光伏电站主要是利用工业场地的屋顶、厂房顶部等。<sup>[2]</sup>

### 2.3 系统组成

煤矿光伏发电系统主要是由太阳能光伏组件、逆变器、汇流箱、箱式变压器、并网柜及其架空线路组成。由于现有场地的屋顶相对较为分散，因此该矿设计

建立分布式光伏发电系统，所发电能集中后为生产生活设施供电，可以达到节能、减排的目的。

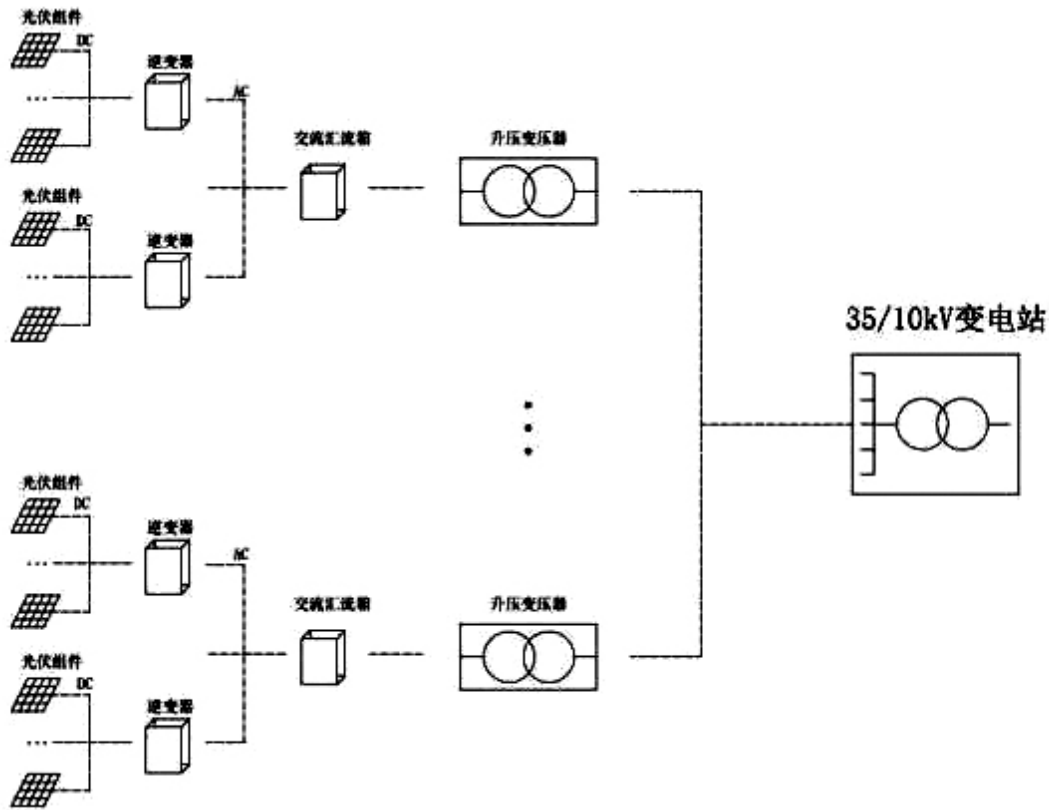


图2 光伏电站主接线图

### 3 总体方案设计及发电量计算

#### 3.1 总体方案

按照光伏组件布局分区，将电站分成5个发电单元，对应的逆变器和单元升压变压器按发电单元容量配置，光伏电站的所有发电量都是由企业自用。

#### 3.2 发电量计算

该项目容量约205kWp。光伏电站年总发电量为32.2万kWh，年等效发电小时数为1572.2h。30年总辐射量最大年（1987年）计算，倾斜面辐射量为2096.28kWh/m<sup>2</sup>，年总发电量为32.2万kWh，年等效发电小时数为1572.2h，发电量约为代表年首年发电量(忽略组件衰减)的111.2%。

光伏电站在运营期首年按30年总辐射量最小年（2004年）计算，倾斜面辐射量为1768.53kWh/m<sup>2</sup>，年总发电量为27.2万kWh，年等效发电小时数为1326.4h，发电量约为代表年首年发电量(忽略组件衰减)的93.8%。

#### 3.3 电气设计

根据现场情况，利用13×7块多晶硅电池部件，串联

为一个一路光伏组件。

表1 多晶硅电池部件电池组件技术参数

电池片型号	450Wp
峰值功率(Wp)	450
短路电流(Isc)	11.53
开路电压(Voc)	49.6
峰值电压(Vmp)	41
峰值电流(Imp)	10.98
外形尺寸(mm)	2102×1040×35
重量(kg)	24
组件转换效率	20.6%
短路电流的温度系数	0.04%/K
开路电压温度系数	-0.25%/K
峰值功率温度系数	-0.34%/K

每5路光伏组件串与组串逆变器组成一个逆变器，把DC电转化为低压交流电，逆变器单元将台交流器流箱与1台315 kVA箱变电站组成光伏发电单元。

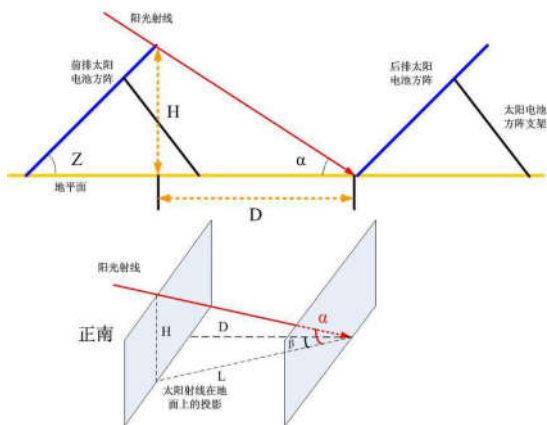


图3 光伏阵列间距离示意图

本工程拟采用450Wp多晶硅光伏组件，固定倾角42°安装。

表2 阵列形式

直流输入编号	每路组件数量		最大直流功率kW	备注
	串联	并联		
DC1	13	7	41	
DC2	13	7	41	
DC3	13	7	41	
DC4	13	7	41	
DC5	13	7	41	

本项目逆变器需要满足功率因数±0.95可调的要求，该项目是分布式光伏发电系统，需要满足光伏领域箱变、集电线路等无功损耗。选用无变压器式的逆变器，其参数见表3。

表3 逆变器选型

名称	组串式逆变器
输出额定功率	50kW
最大交流侧功率	50kVA
最大交流电流	80A
最高转换效率	98.90%
额定效率	98.50%
最大输入电压	1000V DC
最大功率跟踪（MPPT）范围	300~950V DC
交流输出电压	400V
输出频率	50Hz
功率因数	-0.8 ~ +0.8
工作环境温度范围	-30~+60℃

由于该工程是分布式光伏发电系统，需要满足光伏场中的箱变、集电线路等不均匀消耗，所以反变器必须满足功率因数0.95可调的需求。此外，根据35 kV变电站的主管提供信息，其变电站的无功补偿量是以主变容量31.5MVA为基础的，而站中的实际最大负荷仅为6 MW，本光伏站的装机容量只有6 MW，站中的无功容量可以满足要求，因此，本光伏电站不再按另设无功补偿设备。<sup>[3]</sup>

整个光伏电站具有保护、控制、通信、测量等功能，可实现光伏发电全功能综合自动化管理。

#### 4 结论

太阳能属于可再生清洁能源，煤矿充分利用工业场地屋顶和采空区沉降区建设光伏电站，自发自用，符合国家节能减排和可持续发展的理念。<sup>[5]</sup>煤矿在发展光伏发电时应注意：

(1) 在矿井建设期间就应提前考虑光伏电站的设计，并预留安装位置。

(2) 煤矿场所较为分散，建筑物屋顶在设计时应考虑一定角度，便于光伏设备的安装和提高发电效率。

(3) 煤矿主井工业场地的栈桥、煤仓等设施，距离地面较高，设置光伏电板后，应充分考虑在污染环境下的设备清洁工作。

#### 参考文献：

[1]王振,吴继宗,郝杨,李阳.分布式光伏发电系统接入煤矿配电网设计与研究[J].煤炭工程,2022,54(11):53-56.0

[2]史玉立.光储一体化的屋顶分布式光伏电站的设计与建设[J].太阳能,2022(12):67-71.DOI:10.19911/j.1003-0417.tyn20211012.01.

[3]陈庆文,喻凯,田莉莎,谭琳琳.光伏电站光伏组件串联数的优化设计研究[J].太阳能,2022(12):72-77. DOI:10.19911/j.1003-0417.tyn20220607.01.

[4]田巍.光伏电站优化设计与应用[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2022,18(03):6-12.DOI:10.13888/j.cnki.jsie(ns).2022.03.002.

[5]叶小波.采空区光伏电站建设适宜性评价[J].电力勘测设计,2018(08):65-70.DOI:10.13500/j.cnki.11-4908/tk.2018.08.014.