

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.07.010

内蒙古自治区村级光伏扶贫电站系统设计及优化

Design and optimization of village-level PV poverty alleviation power station in Inner Mongolia Autonomous Region

王明

WANG Ming

(上海霆华能源科技有限公司,上海 201314)

(Shanghai Tinghua Energy Technology Company Limited, Shanghai 201314, China)

摘要:村级光伏扶贫电站系统设计的合理性直接影响光伏发电系统的发电量、系统安全和投资收益。以内蒙古自治区锡林郭勒盟村级光伏扶贫电站为研究对象,分析了偏远草原地区村级光伏扶贫电站的选址、光伏组串、并网方案、围栏及场区防火的优化设计,可为其他光伏扶贫电站项目的系统优化提供参考。

关键词:村级光伏扶贫电站;选址;光伏组串;并网方案

中图分类号:TM 615 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2019)07-0037-03

Abstract:The rationality of the design of village-level PV poverty alleviation power stations directly affects the generation capacity, system security and return on investment of power generation systems. Taking the Xilingol League village-level PV poverty alleviation power station in Inner Mongolia Autonomous Region as the research object, it analyzes the site selection, PV string, grid connection scheme, fence and fire prevention optimization design of village-level PV power station in remote grassland area, which can be used as reference for system optimization of other PV poverty alleviation power plants.

Keywords:village-level PV poverty alleviation power station; site selection; PV string; grid-connected scheme

0 引言

脱贫攻坚战是党的十九大提出的三大攻坚战之一,光伏扶贫作为“十大精准扶贫工程”之一受到高度重视^[1]。第1批光伏扶贫项目共下达14个省(自治区)、236个光伏扶贫重点县、8689个光伏扶贫电站,扶持对象为14556个建档立卡贫困村的710751户建档立卡贫困户,其中包括内蒙古自治区锡林郭勒盟3个县、112个村级光伏扶贫电站。本文以内蒙古自治区锡林郭勒盟村级光伏扶贫电站为研究对象,从实际工作出发,分析村级光伏扶贫电站的选址、系统设计以及并网方案的优化设计,为将来光伏扶贫电站项目的系统设计提供参考。

1 锡林郭勒盟村级光伏扶贫电站现状

锡林郭勒盟位于中国的正北部,土地面积为20.3万km²,全盟草原总面积为19.7万km²,地处东经115°13'~117°06',北纬43°02'~44°52';年平均

均气温约4.3℃,极端最高气温为38.7℃,极端最低气温为-38.8℃,无霜期约130d,季节性标准冻结深度为2.60m;年降水量为170~190mm,年蒸发量约为2384mm;风向主要为西北风,风力一般为3~5级,最大9~10级,年平均风速为5.5m/s,是国内最佳的风力发电场地;海拔1104.23~1109.97m,地形起伏不大,地貌属第四系冲洪积平原地貌;当地以汉族为主,有蒙古族、回族、朝鲜族等23个少数民族。综上所述,在村级光伏扶贫电站选址和设计阶段会面临地广人稀、语言沟通不便、气候恶劣、草原防火等问题,导致系统设计的合理性更加难以把握。只有结合当地的实际情况对系统设计方案进行优化,才能使投资收益最大化。

2 村级光伏扶贫电站的选址

锡林郭勒盟地广人稀、地形复杂、草甸草原分布广泛,不适宜分散建设村级光伏电站。拟建项目存在建设用地距并网点距离远、建设成本大、线路损耗高等问题。

对此,根据当地实际情况并征求相关政府部门

意见后,确定该项目设计方案为多村联建、分表计量、整体送出、统一运维,以方便运维及管理,并且为以后光伏发展留有空间。基于此,选址宜在有足够消纳能力的 35 kV 或 110 kV 变电站 5 km 以内。

3 村级光伏扶贫电站的系统设计及优化

根据《光伏扶贫电站管理办法》,村级扶贫电站单个电站规模原则上不超过 300 kW,具备就近接入和消纳条件的可放宽至 500 kW。村级联建电站外送线路电压等级不超过 10 kV,建设规模不超过 6 000 kW。锡林郭勒盟有 118 个建档立卡贫困村,备案 112 个村级光伏扶贫电站,采取多村联建、分表计量、整体送出、统一运维的系统设计方案,将很大程度解决贫困村电网改造、扶贫项目选址、后期运营维护、三大村级光伏扶贫电站建设等难题。

3.1 光伏扶贫电站模式

光伏扶贫电站主要由光伏场区和送出线路两部分组成,光伏场区包括光伏组件、组串式逆变器、交流汇流箱、变压器等主要电气设备。按照《光伏扶贫电站管理办法》,村级光伏扶贫电站所发电量全部卖给国家电网有限公司,也就是“全额上网”。国家能源局和国务院扶贫办对每座村级光伏扶贫电站进行了统一编码并建立档案目录。国家电网有限公司提供计量表,国家根据发电量和相关政策结算补助资金。

3.2 光伏组串设计及优化

GB 50797—2012《光伏发电站设计规范》中光伏组件串的串联数 N 的计算公式为(2 个公式需同时满足)

$$N \leq \frac{V_{dc,max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]},$$

$$\frac{V_{mppt,min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K_v']} \leq N \leq \frac{V_{mppt,max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K_v']},$$

式中: $V_{dc,max}$ 为逆变器允许的最大直流输入电压; V_{oc} 为光伏组件的开路电压; V_{pm} 为光伏组件的工作电压; $V_{mppt,min}$ 为逆变器最大功率点跟踪(MPPT)电压最小值; $V_{mppt,max}$ 为逆变器 MPPT 电压最大值; K_v 为

光伏组件的开路电压温度系数; K_v' 为光伏组件的工作电压温度系数; t 为光伏组件工作条件下的极限低温; t' 为光伏组件工作条件下的极限高温。

根据该地区的气象资料,特别是历史最高气温和最低气温,同时考虑固定安装特点进行计算。

(1)逆变器参数:MPPT 电压范围,200 ~ 1 000 V;最大输入电压,1 100 V。

(2)光伏组件参数:开路电压 V_{oc} ,38.9 V;峰值功率电压 V_{mp} ,31.8 V;工作电压温度系数 K_v , $-0.330\%/^{\circ}\text{C}$;开路电压温度系数 K_v' , $-0.330\%/^{\circ}\text{C}$;额定功率,295 W。

(3)环境参数:最低温度, -37.2°C ;最高温度, 40.0°C 。

将上述参数代入式(1)、式(2)计算 N 为 18 ~ 24 时的直流输入参数,见表 1。由表 1 可知, N 为 18 ~ 22 时,可满足逆变器的输入要求。

综上所述,该地区单台逆变器可采用峰值功率为 295 W 的单晶硅电池组件,22 块组件串联为 1 路组串。

在实际项目中,光伏组件的工作温度和开路电压受辐照度、温度等环境因素影响较大,系统设计时直接取该地区极端低温缺乏合理性。系统设计时需对光伏组件工作条件下的极端低温进行修正^[2]。

修正温度

$$t_c = t_a + \frac{(t_w - 20)S}{80},$$

式中: t_w 为光伏组件在辐照度为 $80 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 、环境温度为 20°C 及风速为 $1 \text{ m}/\text{s}$ 条件下的工作温度,一般晶硅组件为 45°C ; S 为辐照度, mW/cm^2 ; t_a 为环境温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

优化后可根据项目地实测的辐照度 S 和环境温度 t_a 计算出符合当地环境的组串串联数量。

4 并网方案

根据国家电网有限公司颁布的《分布式光伏扶贫项目接网工程典型设计的通知》(国家电网运检[2016]408 号),该地区村级光伏扶贫电站接入方式宜为 10 kV 电压等级并网^[3-4]。

5 围栏设计

光伏扶贫电站设计理念是“无人值班、少人值

表 1 组件串联数不同时开路电压比选

Tab. 1 Comparison of open-circuit voltage with different number of components per string

电压	组件串联数						
	$N = 18$	$N = 19$	$N = 20$	$N = 21$	$N = 22$	$N = 23$	$N = 24$
极端高温下的开路电压	666	703	739	776	813	850	887
极端低温下的开路电压	866	914	962	1 010	1 057	1 106	1 154

V

守”,围墙作为电站的保护设备显得尤为重要。锡林郭勒盟属于草原地区,冬季风大,大风很容易把枯草吹积在围栏一侧,长期积累会造成围栏垮塌。建议围栏方案为:先建设 800 mm 高砖墙作为围栏基础,再在砖墙之上做 1 000 mm 围栏。这种设计虽然成本有所增加,但可以有效抵抗风沙、枯草给围栏增加的载荷。

6 场区防火设计

该地区春秋季节降雨较少,风较大,而且光伏场区内的直流极易产生拉弧,一旦引起草原火灾,后果十分严重。因此,该地区除了采取规范要求的防火措施外,还要充分考虑当地的自然条件,建设草原防火隔离带。草原防火隔离带的宽度要视光伏场区实际地形而定,要能有效控制火势蔓延。在易产生拉弧的设备附近安装智能火源识别系统,保证第一时间发现火源、控制火势。

7 结束语

(1)锡林郭勒盟的贫困村自然环境比较恶劣、交通不便、电网条件相对落后,按照备案分散实施,施工难度大、收益和后期运维无法保证。因此,对于偏远地区的村级光伏扶贫项目,一定要深入贫困村收集一手资料,针对不同的地区,因地制宜,设计出合理方案。

(2)村级光伏扶贫设计最重要的环节之一就是送出系统。送出系统需要设计单位和当地电网公司

(上接第 36 页)设计出经济性优、技术合理、进度保障的三优方案。另外,与业主/业主工程师保持良好的工作关系,也是设计前移乃至整个项目能够顺利执行的必要条件。

参考文献:

- [1]中国水力发电工程学会水力机械专业委员会信息网.“一带一路”与中国水电设备[M].北京:中国水利水电出版社,2018.
- [2]舒畅,柏汇丰,唐晓艳.国际 EPC 项目设计工作有关问题讨论[J].人民长江,2011,42(S2):197-200.
- [3]喻飞,刘海波,张涛,等.核电工程 EPC 现场管理存在的问题及对策研究[J].人民长江,2015(5):105-108.
- [4]赵健.探索设计院总承包工程的精细化管理方式[J].重型机械,2015(2):86-92.
- [5]魏萌,任旭.海外项目属地化水平评价应用研究[J].工程管理学报,2016(10):18-22.

积极配合才能顺利完成相关设计。在初步设计阶段,扶贫工作主管部门要做好各部门的协调工作,积极推进。

(3)国家电网有限公司规定:小型光伏电站总容量不能超过上一级变压器供电区域内最大负荷的 25%,这一规定使贫困村的光伏接入容量受到限制,建议国家相关部门加快贫困地区农网改造,确保村级扶贫电站和接网工程同步建成投产,光伏扶贫项目上网电量全额收购,及时发放补贴,使贫困人口都能用上绿色能源,早日脱贫。

参考文献:

- [1]蔚曾贞.浅析湖北省 6.30 光伏扶贫电站接网工作[J].电气技术,2018,19(1):110-113.
- [2]ROSS RG. Flat-plate photovoltaic array design optimization [C]//14th IEEE Photovoltaic Specialists Conference. San Diego: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1980:1126-1132.
- [3]于国栋,王学玲.村级光伏扶贫工程典型设计方案设备选用探讨[J].农村电工,2018,26(5):35.
- [4]梁夏涛.改进光伏扶贫电站接入电网方式的建议[J].通讯世界,2017(22):161.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

王明(1990—),男,内蒙古呼伦贝尔人,助理工程师,从事光伏系统设计工作(E-mail:maike1923@qq.com)。

- [6]杜占义,吴继宗,张殿民.浅谈变电站综合自动化系统设计标准化问题[J].煤炭工程,2009(11):41-45.
- [7]梁大鹏,石鑫宝,端益民.浅谈分布式能源集团 KKS 系统的深度应用价值[J].中国设备工程,2016(8):16-19.
- [8]姜彬,叶峰,冒宇清,等.版本管理技术在能量管理系统中的应用[J].电力系统自动化,2005(3):84-87.
- [9]鲁皓.浅谈设计院海外电站 EPC 项目设计管理优化[J].南方能源建设,2016(1):41-45.

(本文责编:陆华)

作者简介:

胡森(1979—),男,湖北蕲春人,高级工程师,工学硕士,从事工程设计管理及电气二次设计及研究工作(E-mail:cheery_hs@163.com)。

袁静(1984—),女,湖北石首人,工程师,工学硕士,从事水利水电工程机电设计及研究工作(E-mail:yuanjing1020@163.com)。