

四川省山地风电场风电机组选型要点分析

钟滔, 任腊春

(中国水电顾问集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:四川省风能资源相对贫乏,但高原山区、高山峡谷地区风能资源具备一定的开发价值。四川省山地风电场风能资源特性各异,简要分析了风能资源特性,从风电机组对山地风电场适应性角度出发,分析了机组选型要点,可为后续风电场机组选型提供借鉴参考。

关键词:山地风电场;机组选型;低风速;适应性;四川省

中图分类号:TM315;TM614;TM61

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)04-0089-03

1 概述

根据国家气象局早期绘制的全国风能资源分布图,四川属于风能资源贫乏区域。随着风力发电机组设计、制造及风电场开发技术的进步,风能资源开发区域和方式由三北(东北、华北、西北)地区集中式转变成三北地区集中式和南方地区分散式相结合^[1],使得包括四川在内的、原本认为资源贫乏区域风能资源也在一定程度上具备开发价值。2011年5月,四川省首个风电示范项目——德昌一期示范工程实现并网发电,使得四川省成为第26个拥有风电场的省份。截至目前,四川省已建成5个风电场,总装机规模达到21万kW,正在开展前期工作的风电场规模达到200万kW。笔者结合四川省已建成的风电场机组选型经验,对四川省山地风电场机组选型要点进行了分析与总结,以期对后续设计提供参考借鉴。

2 四川省风能资源概况

四川省位于我国西南部,面积为48.5万km²,地跨青藏高原、横断山脉、云贵高原、秦巴山地、四川盆地几大地貌单元,是中国多山省份之一。地形以丘陵和高原山地为主,可分为四川盆地、四川盆地边缘地区、西北高原、西南山地四部分,地势总体上呈西北高、东南低,由西北向东南倾斜,相对高差显著。四川省山地、高原和丘陵约占全省土地面积的97.46%。

四川省为全国风能资源贫乏的省份之一,但由于其地域辽阔,地形复杂,风能资源分布不均匀性明显。盆地内风速甚小,西北部高原、北部、西

南部山区部分地区以及东部小部分地区风速相对较大,目前经济可开发的风能资源主要分布在北部山区和南部高原山区及高山峡谷区域,包括凉山州、攀枝花、广元、巴中等地区,北部区域内海拔在900~2000m,南部区域内海拔在1500m以上,80m高度多年平均风速均在6m/s以上(图1)。从时间分布看,四川省大风速主要集中在冬、春季节,即每年11月到次年5月;风向稳定,北部区域主风向为N,南部区域主风向为SW。总体来讲,四川省南部和北部山区部分区域(广元、巴中)风能资源具备一定的开发价值。

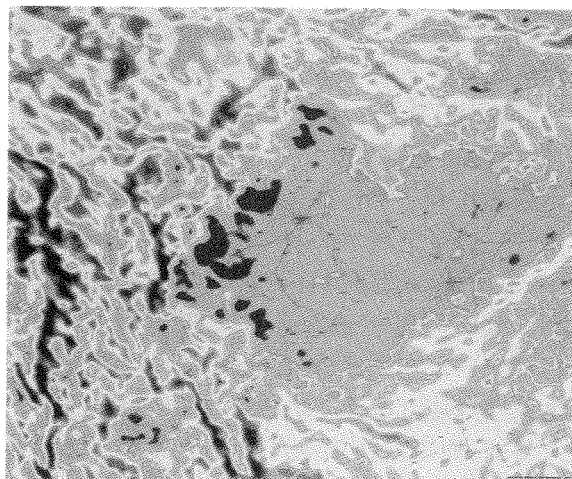


图1 四川省80m高度年平均风速分布图

3 山地风电场风能资源特性

四川省风能资源主要分布在南部和北部山区,风电场地形条件复杂,可供布机的区域相对较少,多数位于山脊、峡谷地区,属于典型的高原山地及高原峡谷风电场;风速在离地一定高度(60

收稿日期:2014-05-06

m)后增加量很小甚至出现变小的情况;风电场出现阵风性情况较多,导致50 a一遇最大风速偏大;地形复杂、地面附着物较多而导致湍流强度较大,部分区域可能超过最大设计值^[2];山脊局部坡度较大,导致入流角亦较大;由于地形条件复杂,测风塔的代表性相对较差,代表区域较小,使用测风塔数据推算出的各机位处的风能资源特征参数和实际的误差较大,尤其是湍流强度及50 a一遇最大风速;地面附着物较多、地形起伏大而导致地表粗糙度较大,近地面处的风速风向受影响程度较大,并随离地高度增加影响逐渐减弱^[3~4]。这些特性决定了在进行机组选型和布置时必须对其予以重视,以保证风电机组稳定、可靠运行。

4 风电机组选型分析

四川省山地风电场风电机组的选型应着重考虑所选风电机组对风能资源、气候特征、交通运输、施工、地质等条件的适应性,从而选择出合适的机组安全等级、型式、单机容量、风轮直径及轮毂高度。

4.1 安全等级

在选择机组安全等级时,常采用极端风速、参考风速、年平均风速、湍流强度等,根据《风力发电机组设计要求》(GB18451.1-2012)确定哪类机组适合拟建风电场^[5]。对于山地风电场,一般阵风性强,50 a一遇最大风速相对较大,但换算到当地空气密度下基本都小于37.5,如普格、会东、广元等区域,这类区域适合选用IEC III及以上机型;风电场湍流强度较大,一般都超过0.14,有些甚至超过0.16,因此应选用安全等级为B级及以上机型。而对于高原峡谷风电场,风向稳定,风速较小,一般适合选用S型安全等级为B级及以上机型。其中50 a一遇的最大风速计算时应考虑各机位处的极端风速;湍流强度应以各机位轮毂高度处全风速时段计算结果综合判定风电场湍流强度等级,而不能简单地以某一个或几个测风塔轮毂高度处15m/s风速时段计算结果判定。

4.2 型式

由于风能具有随机性、不稳定性等特征,因而变速恒频风力发电系统更能合理利用风能^[6]。目前,风力发电系统中主流机型有双馈风电机组和直驱风电机组两类。双馈风电机组并网简单、无冲击电流、可实现功率因素的调节,输出电能质

量较好,有较高的性价比,目前市场占有率较高;直驱风电机组省去了齿轮箱,使得结构更简单、运行维护费用降低,可靠性相对较高且机组损耗降低,同等条件下上网电量有所提高,目前市场占有率渐渐提高。目前,国内这两类机型基本都具备低电压穿越能力、有功、无功功率调节能力、对电网的适应性能力等,各种特性均满足国家标准委批准发布的《风电场接入电力系统技术规定》,能实现批量生产并通过权威机构监测与认证,满足国家对风电信息管理的要求。

根据四川省风电场及风能资源的特点,对于南部高原山区和北部部分山区可根据风电场具体情况选用双馈或直驱风电机组;而对于高原峡谷地区,由于风况复杂,附近居民可能较多,选用低风速、低噪声的直驱风电机组有利于后续风电场的运行管理。

此外,四川省山地风电场海拔多集中在2 500~3 700 m,这些区域具有空气稀薄、高湿、低温、低气压、雪灾、凝冻、结冰、强雷暴、强紫外线等高原特性,因此必须选用高海拔机型。国内主流机组厂家都致力于高原机型的研发制造,其主要是在常规机组基础上进行电气设备降容、加强绝缘、改变控制策略、增加应对装置(如加热除湿设备)、改变设备材料、优化核心控制算法参数、增大风轮直径以及对连接部件密封性等进行改进。目前高原型风电机组的研发已取得了一定成果,少数1.5 MW机型在四川省山地风电场投入运行,但因其运行时间较短,机组适应性有待进一步分析;在高原峡谷风电场机型相对较多且运行时间近三年,机组适应性较好。总体来看,适应四川省山地风电场的高原机型还需进一步研究开发。

4.3 单机容量

国内外风电场工程的经验表明:在风电技术可行、价格合理的条件下,单机容量越大,越有利于充分利用土地和风电场的风能资源,整个项目的经济性就越高。目前陆上风电场选用的风电机组单机容量一般为1.5~2.5 MW。单机容量小的风电机组运输和安装方便,但占用土地较多;而单机容量较大的风电机组占地少,风能利用充分,但其对运输和安装等的要求相对较高。

对于四川省山地风电场,场址海拔较高,且与现有等级公路高差较大,部分风电场高差达到了

2 000m,需要修建较长的进场公路;山脊不连续、起伏较大,适合布置风电机组的位置相对较分散。为了减少风电场进场道路、场内道路和集电线路长度,增加风电场规模以提高风电场经济性,在同等条件下选用单机容量大的风电机组较为合理。对于山脊比较陡峭的区域,需综合考虑安装平台以及机组基础与边坡边缘的安全距离确定单机容量,这类风电场选用的单机容量一般为1.5 MW,如芳地坪、拉马和鲁南风电场;而对于山脊相对平缓的山地风电场或高原峡谷风电场,规模相对较大的风电场可优先考虑选用单机容量为2 MW和2.5 MW的机组,如大面山、德昌风电场。

4.4 风轮直径

对于同一单机容量风电机组,风轮直径是衡量风力机捕获风能大小的重要参数。风轮直径越大,捕获风能越大,低风速时更容易获得更多的发电量。风轮直径大的机组对于四川省北部的山地风电场及南部高原峡谷风电场有较好的适应性,使得原本不具备利用价值的风能资源逐渐得到了开发利用;而对于阵风性较强的风电场,选用风轮直径较大的机组时应综合考虑安全等级等因素。另外,风轮直径的增加也需要考虑经济性,风轮直径越大,对应叶片长度增加,从而使得叶片设计制造、运输、安装等成本增加。目前,在四川省山地风电场实际运行的1.5 MW机组风轮直径最大达到了93 m,2 MW机组达到了105 m,2.5 MW机组达到了110 m。为解决叶片山区运输困难问题,机组制造厂家一般都采取专用运输车辆及液压举升装置运输方案。该方案通过支架举升加偏摆的方式,可有效地避开高山峭壁、房屋建筑群,可减少叶片扫尾面积,从而大大降低了道路改造工程量,缩短了道路改造工期,减少了其对植被的破坏,提高了叶片运输效率。

4.5 轮毂高度

市场上同一机组一般有1~3种轮毂高度可供选择。具体到每个风电场,应根据风电场的风况特征、塔筒成本、运输和安装费用、基础造价等方面分析不同轮毂高度的适应性及技术经济比较,选择合适的轮毂高度。

四川省不同地区山地风电场风能资源特性差异明显。高山峡谷风电场由于受地形的狭管效应,风速切变明显,随高度增加而增大,增加轮毂

高度对于提高项目经济性具有一定的效果,如德昌安宁河谷风电场第五期工程的轮毂高度在前四期的基础上提高了10 m,达到了90 m,同等条件下发电量可提高6%左右,而投资仅增加2%。高原山地风电场尤其是位于山脊垭口或山势陡峭处容易形成负切变,如普格海口风电场、昭觉特口甲谷风电场等在离地60 m高度即出现负切变,这类风电场轮毂高度就不宜过高,以防后续机组运行时造成风轮不平衡而影响机组安全。而对于植被茂密或地面附着物较多的风电场,轮毂高度应增加一个置换高度^[7],以减少这些障碍物对风流的影响,从而确保资源评估的准确性。同时,当轮毂高度超过80 m时,为了运输方便,一般建议厂家将分成四节,甚至五节。目前,四川省山地风电场已采用的轮毂高度一般为65 m、70 m、80 m、85 m和90 m等几种。

5 结语

笔者对四川省山地风电场风能资源特性进行了初步分析,在此基础上,对山区风电场机组选型要点进行了分析总结,可为四川省山地风电场后续建设提供借鉴。不同风电场风能资源、建设条件等各异,在机组选型时笔者建议必须依据实际情况作具体分析,尤其关注机型对风电场的适应性。

参考文献:

- [1] 李俊峰,等. 2013年中国风电发展报告[A],2014年7月.
- [2] 何一. 德昌安宁河谷风电场风能资源评估[J]. 水电站设计,2011,27(4):83~86.
- [3] 田迅,任腊春,等. 风电机组选型分析[J]. 电网与清洁能源,2008,24(4):26~29.
- [4] 任腊春,李良县. 峡谷风电场工程设计关键技术分析[J]. 电力与能源,2013,34(3):266~269.
- [5] IEC61400-1:2005 Wind turbines Part 1: Design requirements[S].
- [6] Dubris M R, Polinder H, Ferreira I A. Comparison of Generator Topologies for Direct-drive Wind Turbines [R]. Proc. Nordic Countries Power and Industrial Electronics Conference, 2000:22~26.
- [7] 张怀全. 风能资源与微观选址:理论基础与工程应用[M]. 北京:机械工业出版社,2013.

作者简介:

钟滔(1973-),男,四川成都人,副处长,高级工程师,学士,从事风电设备选型工作;

任腊春(1981-),男,湖北浠水人,副主任,工程师,硕士,从事风能资源评估。

(责任编辑:李燕辉)