



西藏风能资源及其开发情况浅析

西藏自治区能源研究示范中心 ■ 王俊乐* 洛松泽仁

摘要: 西藏风能利用起步较早,早在上世纪 80 年代初期就开展了风能技术的研究。本文主要简述了西藏的风能资源情况,并就目前西藏风电的开发情况进行简要介绍。

关键词: 西藏风能资源; 风力发电; 小型; 风电并网

0 引言

近年来,随着西藏经济的跨越式发展、人民生活水平的不断提高,西藏能源问题日益突显。西藏地域广阔,目前除了藏中电网和昌都电网已与青海和四川电网连接外,其他都是区域性电网。地广人稀、输电线路长、用户密度低、建设和输电成本高等因素造成西藏边远地区电力建设跟不上发展。西藏局部地区的电力短缺导致许多农牧区使用传统生物质能源仍然是一种较原始的生活用能方式。而这种燃烧灌木、砍伐森林的取暖用能方式,使本来就脆弱的西藏生态雪上加霜。因此,因地制宜地利用当地的新能源资源、保护好生态成为西藏发展亟需面对的问题。

西藏的新能源资源主要包括太阳能、地热能、风能、生物质能等,其他常规能源如石油、天然气和煤炭等一次能源较为匮乏。而在新能源资源中,太阳能、水能、地热能的储量居全国第一。风能是太阳能的一种转化形式,是可再生能源的一种,且风力发电是新能源产业的重要发展方向

之一。长期以来,在党中央、国务院和各级政府关怀和支持下,西藏风电产业取得了长足的进步。本文将对西藏的风能资源及目前的开发情况进行阐述。

1 西藏的风能资源

西藏的风能资源丰富,总储量约为 93 亿 kWh,居全国第 7 位,是我国大风(指 8 级以上的风,风速 $>17.2\text{ m/s}$)较多的地区之一;春、冬季的风季时间长,资源较为丰富。

1.1 西藏的风速特点

由于海拔高、地势缓平,受高原强劲风动量下旋带动,西藏成为全国风能资源较丰富的地区之一。西藏有两大主风带,第 1 条主风带分布在藏北至阿里地区^[1],与山脉延伸基本一致,这一区域海拔超过 4500 m,地势开阔;第 2 条主风带在喜马拉雅山脉和冈底斯山脉的山谷地带东段。这两大主风带的年平均风速在 4.0~4.3 m/s 之间。受高原高海拔的影响,西藏全区的风速不

收稿日期: 2017-12-16

通信作者: 王俊乐(1979—),男,主要从事太阳能光伏和风力发电方面的研究。89567886@qq.com



高,年平均风速不超过 5.0 m/s;全区风速最小的地点位于昌都芒康,因其地势位于河谷,年平均风速在 2 m/s 左右。

西藏春季和冬季的风能资源最丰富,而秋季最匮乏。在春、冬季,藏北至阿里地区的平均风速最高,为 4.1~5.0 m/s。到了夏季,平均风速变小,西藏全区平均风速在 0.9~4.1 m/s 之间。西藏平均风速最小的是秋季,此时最高的风速位于藏北主风带,平均风速在 3.2~3.9 m/s 之间。

1.2 西藏的风能密度特点

西藏风能密度最大值基本与年平均风速相对应。藏北大部分地区的风能密度约在 150~200 W/m²。西藏的年平均风能密度最小值位于西藏东部,为 50 W/m² 以下。另外,拉萨的年平均风能密度也低,约为 50 W/m²。

根据《全国风能资源评价技术》的规定,风能资源丰富的地区,年风能密度应>200 W/m²;较丰富区为 150~200 W/m²;可利用区为 50~150 W/m²;贫乏区为<50 W/m²。根据这一概念,西藏可划分为两大区域:风能可利用区域和风能贫乏区域。风能可利用区域分为 3 块:第 1 块是念青唐古拉山北部、那曲地区那曲县东部、西到阿里地区革吉县,该可利用区的年风能密度为 119~199 W/m²;第 2 块是藏南边境,即喜马拉雅山北部;第 3 块是昌都市的洛隆县,该区域风能密度为 55~193 W/m²。风能贫乏区域为除上述区域之外的其他区域。

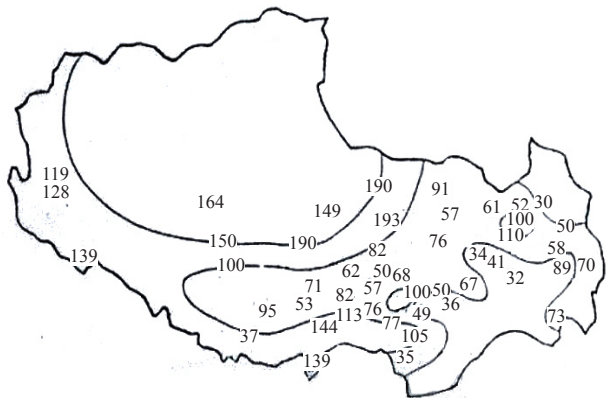


图 1 西藏全区风能密度分布图

2 西藏的风能资源利用

西藏风能利用起步较早,丰富的风能资源开发也得到了重视。西藏自治区有关部门投入人力和资金,早在上世纪 80 年代初期就开展了风能技术的研究。

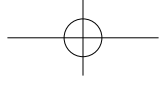
风能在西藏的应用以风力发电为主,主要解决西藏边远地区农牧民用电的问题。1982 年,那曲地区科委引进 1 台 2 kW 风力发电机进行示范,之后又引进了 35 台。1984 年,那曲地区又引进了 100 W 的风力发电机,在那曲县建设了 2 个风力发电示范村;同年,那曲地区还修建了 3 座总面积达 1146.5 m² 的风力发电试验基地。

从上世纪 90 年代开始,西藏各地区根据各自区域情况积极开发和利用风力发电技术,引进的风电机组主要以 1 kW 以下离网型小型风电机组为主。进入本世纪后,西藏的风电机组主要与太阳能发电相结合进行示范,建成风光互补发电站。

近年来,风力发电产业在西藏得到了迅猛发展,风力资源作为一种安全、可靠、经济的新能源在西藏得到了广泛应用。目前中小型(小型风力发电机的功率在 10 kW 以下,中型风力发电机的功率为 10~100 kW)风力发电系统技术成熟,再加上西藏太阳能资源丰富,进入 21 世纪之后,西藏自治区能源研究示范中心展开了风光互补方面的研究。“九五”期间,西藏自治区能源研究示范中心在那曲地区纳色乡(现为扎仁镇)建成了 4 kW 风光互补电站并投入运行;2002 年,西藏实施“送电到乡”工程,在那曲共建造 10 余



图 2 西藏那曲 20 kW 风光互补发电站



座风光互补电站，其中，风力发电总装机容量近 200 kW。

2011 年，由西藏自治区能源研究示范中心承担的双湖风光互补供电系统正式完工。该项目的成功标志着风光互补发电系统在西藏的应用进入了一个新的阶段。其中，单台离网型风电机组达到 10 kW，这是其在西藏的首次示范和应用。该项目是迄今为止西藏离网型风力发电机单机容量最大的风光互补电站。

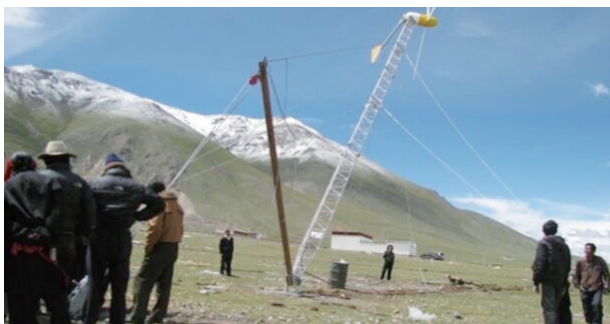


图 3 单台 10 kW 风电机组施工现场

从“十二五”开始，西藏开始示范和推广 1 kW 的风光互补户用系统，其是西藏开始应用的容量最大的风光互补户用系统，改变了以往户用系统不能用大容量电器的局面，通过不同规格和参数的风电机组和光伏组件，检验和示范了该系统在西藏应用的实用性和可靠性。

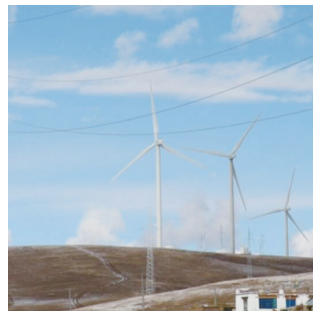


图 4 西藏推广应用的 1 kW 风光互补户用系统

西藏在风电并网方面的应用较晚。由于西藏特殊的地理环境和交通的限制，以及并网接入面临的问题，西藏风力发电的并网技术发展比内地滞后。2012 年，西藏国电在那曲高海拔试验风电场建设安装了 5 台 1.5 MW 风电机组。该风电场是全世界最高的风电场，海拔约在 4700 m。该项目的成功建设打破了西藏高原无大型风电场的历史，对优化和调整西藏的能源比例，发展清洁、可靠和多能互补的综合能源体系具有重要的发展意义；对西藏发展“高海拔、低风速”的风能应用起到了研究和示范作用。该示范电站运营以来，一直在进行试验性研究和阶段性并网，并网状况良好，截至 2017 年年中，累积输送电力 5000 多万 kWh，成为藏中电网的有益补充。



a.



b.

图 5 西藏那曲高海拔试验风电场及单机 1.5 MW 风电机组

3 结论

西藏的风能资源丰富，于上世纪 80 年代初期开始开展风能技术的研究。西藏的风电开发主要以小型风力发电（风电机组单机功率在 10 kW 及以下）为主，因成本低、安装和使用简单，其发展迅速，主要面向西藏边远的无电地区，（转第 71 页）

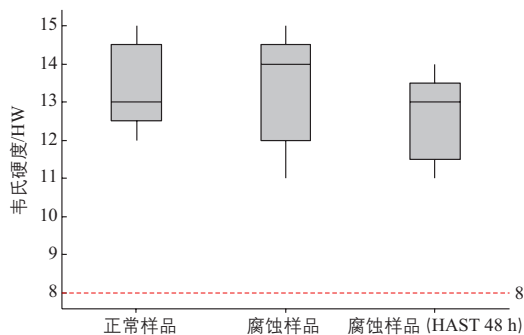
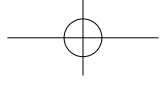


图7 铝边框韦氏硬度测试箱线图

3.5 组件机械荷载测试

3.5.1 测试内容

考虑到铝边框在光伏组件中主要起到保护组件边缘、提高组件整体机械强度的作用,根据 IEC 61215-2005^[7] 的要求,对组件进行了机械荷载测试。测试内容及顺序如图 8 所示。

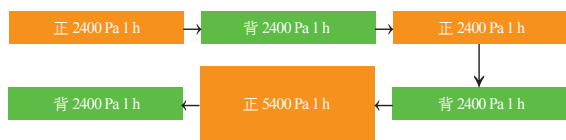


图8 机械荷载测试示意图

3.5.2 测试结果分析

完成以上测试后,测试绝缘电阻为 8623 MΩ。根据 IEC 61215-2005 规定,对于面积大于 0.1 m² 的组件,测试绝缘电阻乘以组件面积应不小于 40 MΩ·m²。进行该试验的组件面积为 1.93644 m²,所以其测试绝缘电阻不小于 20.66 MΩ,即为合格;组件初始功率为 335.23 W,测试完成后功率为 325.9W,功率衰减率为 2.78%;检验组件外观无重大缺陷。综上所述,判定机械

荷载测试合格。

3.6 小结

从以上可靠性分析可以看出,组件铝边框外观被腐蚀变色,基材未被破坏,其膜厚及硬度在老化测试后仍能满足指标要求。同时,组件在经过机械荷载测试后,指标满足标准要求。

4 结论

1) 造成此次质量异常的主要原因是箱体被淋湿后 NaOH 溶于水中,与氧化膜发生了反应。

2) 从可靠性方面分析,铝边框仅是外观被破坏,其膜厚及硬度在老化测试前后均能满足指标要求,组件可靠性测试合格,表明铝边框仍具备抗腐蚀、抗污染及绝缘的能力。

3) 组件在存储中,包装箱应做好防潮防雨工作,一旦箱体被淋湿,在长时间的密封状态下,氧化膜均有被腐蚀的风险;如果温度升高,时间延长,最终会导致氧化膜被腐蚀,进而破坏基材,影响组件的可靠性。

参考文献

- [1] 林存超. 光伏组件质量问题分析及安装质量控制 [J]. 中国科技信息, 2015, (2): 204 - 205.
- [2] 卢利明. 胶合板用淀粉胶的研究 [D]. 南京: 南京林业大学.
- [3] GB 5237.1-2008, 铝合金建筑型材 第1部分: 基材 [S].
- [4] GB/T 7999-2007, 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法 [S].
- [5] GB/T 3190-2008, 变形铝及铝合金化学成分 [S].
- [6] GB/T 4957-2003, 非磁性基体金属上非导电覆盖层 覆盖层厚度测量 涡流法 [S].
- [7] IEC 61215-2005, 地面用晶体硅光伏组件——设计鉴定和定型 [S]. 太阳能

(接第 17 页) 解决了当地农牧民的基本生活用电问题。进入 21 世纪, 特别是 2010 年以后, 由于光伏成本不断下降、技术逐渐成熟及可靠性良好, 其迅速取代了风电, 在西藏得到大力重视; 而因西藏的交通运输不便、气候恶劣, 造成中小型风电机组维护和保养困难, 致使风电机组的发展和应用缓慢。

近年来, 随着我国风电机组产业化发展, 风电机组进入 MW 级时代后, 西藏陆续也进行

过大型风电并网示范性的研究和推广。但由于西藏高海拔、高寒的特殊环境, 以及高原风向紊乱和高原湍流等自然原因, 对风电机组的可靠性和安全性提出了更高要求。目前, 西藏的风电并网还处于示范和研究阶段, 还未大规模推广应用。

参考文献

- [1] 张核真, 格桑, 路红亚. 西藏风能资源的初步分析与评价 [J]. 西藏科技, 2005, (3): 33 - 34. 太阳能