西藏自治区光伏产业的发展现状和建议

西藏自治区能源研究示范中心 ■ 蒲泽伟 * 万溧

摘　要：重点对西藏自治区光伏投资热现象及光伏电站建设领域现存的问题进行了调研分析，并针对西藏自治区光伏电站的建设管理提出了建议。

关键词：太阳能；光伏电站；投资热；现存问题

0 引言

自古以来，由于西藏自治区特殊的地理位置，广大的农牧民主要以动物粪便或柴草作为燃料来取暖和做饭。因此在该背景下，寻找可开发的新能源不仅对西藏的生态环境有重要作用，更是其经济发展的必经之路。西藏自治区可再生能源主要有太阳能、水能、地热能、风能等，其中，太阳能资源位居全国首位，是世界上太阳能最丰富的地区之一。该地区阳光直射比例大，年际变化小，大部分地区年日照时间达 3100～3400 h，平均每天日照时间约为 9 h。

截至 2016 年 4 月底，西藏自治区全区电力总装机容量为 238.79 万 kW，其中，水电为 168.4 万 kW(并网水电 135.42 万 kW、抽水蓄能 9 万 kW、离网小水电 23.98 万 kW)；火电为 39.12 万 kW；太阳能光伏为 25.89 万 kW(并网光伏 21 万 kW、离网光伏 4.89 万 kW)；风电为 0.75 万 kW; 其他机组为 4.63 万 kW(含地热能 2.72 万 kW)，如图 1 所示。太阳能光伏发电量仅占总发电量的 10.8%，还具有很大的提升空间。

2015 年底至 2016 年上半年，西藏自治区已建成并网光伏电站 16 座，总装机规模为 21 万 kW；在建并网光伏电站 14 座，总装机规模为 25.5 万 kW。已同意前期工作自动转为备案的项目 14 个，总装机规模为 22 万 kW；正在申请备案的项目 73 个，总装机规模为 313.65 万 kW。

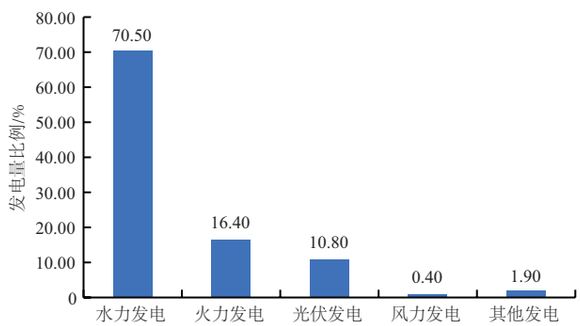


图 1 西藏自治区各发电方式发电量比例图

收稿日期：2017-07-26
基金项目：西藏自治区重大科技专项 (ZD20170017)
通信作者：蒲泽伟 (1986—)，男，本科、助理研究员，主要从事新能源、低碳、绿色能源等方面的研究工作。593361012@qq.com

2018.02印刷.indd 5 2018-2-24 10:53:55

1 开发利用西藏自治区光伏能源的优势

1.1 光伏发电上网电价和电价补贴为全国最高

2011 年 7 月，国家发展和改革委员会《关于完善太阳能光伏发电上网电价政策的通知》中制定了全国统一的光伏发电标杆上网电价，其中，西藏自治区执行 1.15 元 /kWh 的全国最高标杆上网电价；2015 年 12 月，国家发展和改革委员会在《关于完善路上风电光伏发电上网标杆电价政策的通知》中调整了全国光伏发电分区标杆上网电价，西藏自治区仍执行 1.15 元 /kWh 的全国最高标杆上网电价。国家对西藏自治区光伏电站上网电价的补贴政策远高于水电上网电价 (即每 kWh 补助高于 0.9 元)，不用卖电即可获得较高收益。这些利好政策有效调动了西藏自治区光伏发电投资的积极性，促进了西藏自治区光伏产业的发展。

1.2 在不弃光的前提下建设规模不设限制

2013 年 8 月，国家能源局出台《光伏电站项目管理暂行办法》，对全国各地区光伏发电实行年度指导性规模指标；并在 2016 年，考虑到西藏自治区的特殊情况，令其与北京、天津、上海、重庆、海南几个地区享受“在不发生弃光的前提下，不设建设规模上限”的特殊政策。

从 2017～2020 年，西藏经济将保持 10% 以上的年增长速度，未来对电力的需求将会持续增加，再加上“西电东送”的电量，西藏清洁能源的发展将前途广阔。

2 西藏自治区光伏投资热的原因分析

2.1 政策形式良好

2016 年 6 月 16 日，国家能源局和自治区政府在拉萨召开西藏能源工作座谈会，自治区政府进一步明确了“将清洁能源产业摆上突出位置，积极争取、全力支持能源项目和能源工程建设，形成促进能源建设发展的良好环境”的目标。国家发展和改革委员会及国家能源局明确表态将推进西藏电力体制改革，完善支持能源开发的长效机制，支持西藏创建清洁能源示范区。国家能源局也为西藏光伏发展开了政策绿灯，努尔·白克力在西藏能源工作会议上明确表示：“鼓励西藏发展各种形式的太阳能，在保证电力安全运行和不弃光的前提下，不给西藏设立光伏电站的建设限制规模。”

2.2 得天独厚的资源优势

西藏自治区拥有得天独后的资源优势。如拉萨地区，一年中太阳总辐射量的分布呈现单峰型，5 月最高，12 月最低；年日照时数呈现微弱的下降趋势，各月日照时数差异不大，全年日照时数呈双峰型，10 月日照时数最大，8 月日照时数最小。对拉萨地区太阳能资源的分析和评估结果表明，该地区平均年太阳总辐射量为 7473.3 MJ/m^2，属于太阳能资源最丰富区；太阳能资源稳定程度指标为 1.89，稳定程度高且直接辐射占主导，有利于进行太阳能资源的开发利用。

2.3 上网标杆电价仍高于全国其他地区

2016 年 12 月 26 日，国家发展和改革委员会发布通知，正式确定了 2017 年光伏上网电价方案。自 2017 年 1 月 1 日之后，Ⅰ～Ⅲ类资源区新建光伏电站的标杆上网电价分别调整为 0.65 元 /kWh、0.75 元 /kWh、0.85 元 /kWh。而西藏自治区拉萨市光伏电站标杆上网电价定为 1.00 元 /kWh，作为Ⅰ类资源区仍远高于全国其他Ⅲ类资源区。正式出台的方案中，地面电站上网电价较之前的意见稿又调高 0.05 元 /kWh，分布式维持不变，明显高于预期。

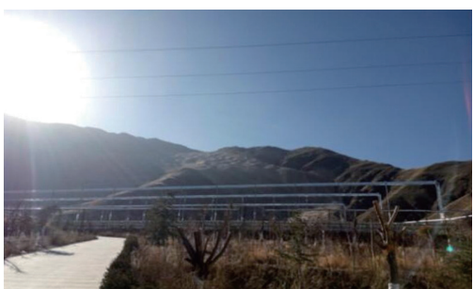
2.4 市场前景良好

西藏能源局提供的数据显示，截至 2016 年，西藏光伏电站总装机规模约 25 万 kW，再加上 12 个正在建设的项目，2017 年年底前有望达到 60.5 万 kW。表 1 为“十二五”期间及 2016 年拉萨市光伏项目的情况。而“十三五”期间，光伏发电将成为西藏地区开发潜力最大的可再生能源之一。西藏能源“十三五”规划显示，到 2020 年，西藏将建成太阳能并网光伏电站 100 万 kW 以上，主要在自治区内消纳。除此之外，还将积极推进日喀则光伏产业园区建设和研究推进藏东千万 kW

2018.02印刷.indd 6 2018-2-24 10:53:55

表 1 “十二五”期间及 2016 年拉萨市光伏项目情况表

所在区	项目名称	投资 / 千万元
城关区	振发 20 MW_p 光伏电站项目（“十二五”）	20.00
	300 kW_p 分布式砷化镓聚光光伏电站项目（“十二五”）	1.50
	20 kW_p 分布式光伏电站项目（“十二五”）	2.05
	300 kW_p 分布式光伏电站项目厂房屋顶 (2016 年)	0.30
	西藏自然科学博物馆兆瓦级光伏电站 1 MW(“十二五”)	5.00
柳梧新区	柳梧新区分布式聚光太阳能热发电项目 1 MW(“十二五”)	2.00
经开区	5 MW 光伏屋顶发电项目（“十二五”）	5.00
	1.5 MW_p 屋顶光伏发电项目（“十二五”）	3.50
	10 MW_p 光伏分布式发电项目（“十二五”）	10.00
	7.5 kW 薄膜光伏电站 (2016 年)	0.18



a. 柳梧新区 1 MW 分布式聚光太阳能热发电项目



b. 经开区 7.5 kW 薄膜光伏电站项目

图 2 拉萨市部分光伏项目

级光伏产业园区建设。

2.5 收益率高

由于国家对光伏产业的扶持，尤其是对光伏电站上网电价和补贴的长期支持，使得光伏电站这个行业具备获得长期现金流和盈利的能力[1]。在光伏电站这种类金融类资产上，能够灵活运用抵押再融资、融资租赁、互联网金融、众筹、信托等各类资产证券方式获得资金。此外，对于电站持有方来说，可有效盘活资产，如降低财务费用、加杠杆、加快新的电站资产建设和分散投资风险等。虽然电站审批和并网存在壁垒，但光伏电站的盈利能力较强，内地光伏电站的投资收益率能达到 10%～15%，而西藏作为太阳能 I 类资源区，其投资收益率能达到 25%～30%。

2.6 内地部分地区限电问题严重

据调研了解，企业愿意在西藏自治区新建光伏电站的原因是：若拉萨等区域内现在还未出现弃光限电的情况，电站能够满负荷运行，而内地原有光伏电站建设的焦点地区已经出现了电网限电情况。2015 年上半年，国内光伏发电为 190 亿 kWh，弃光量为 18 亿 kWh，弃光率约 10%，主要集中在甘肃、新疆地区，其中，甘肃省弃光电量达 11.4 亿 kWh。过高的弃光率影响了企业的收益，因此企业不愿意在限电问题严重的区域投资新建光伏电站。

2.7 成本不断降低

全球光伏产业的大规模扩张使得光伏成本呈指数级下降。根据历史数据测算，装机规模每增加 100%，光伏组件成本就下降 20.9%，其成本已从 1977 年时的 76.67 美元 /W 迅速降至现在的 0.5 美元 /W。在发电成本方面，晶体硅太阳电池的度电成本已降至约 0.13 美元 /kWh。在用电成本较高的国家，光伏发电已实现居民用电侧的平

2018.02印刷.indd 7 2018-2-24 10:53:55

价上网[2]；而在我国，也已与工业用电价相当。这也是吸引企业投身电站运营的原因，在当前电价尚未下调的情况下，光伏电站投资收益率较高，大量社会资本正不断涌入该投资领域。

3 西藏自治区光伏电站投资建设领域现存的问题

3.1 电站本身不能很好的改善地方就业情况

光伏电站除在建设之初需要当地劳动力工作外，在其长达 20～25 年的运行周期中，需要的技术人员及日常勤杂人员有限。如一个 10 MW 的光伏电站，只需要 7～8 个人，其中 5～6 个技术人员、2 个日常勤杂人员，且技术人员通常是发电站从外聘请。所以，电站本身无法明显改善当地的就业情况。

此外，光伏电站作为招商引资项目，按照当地政策将给予优惠，即便交租金也很低。而一个 10 MW 的光伏电站占地 20 万 m^2 以上，占用时间长达 20～25 年，且建设电站的地方并不完全是荒漠，这对当地政府来说很不划算。因此，地方政府更倾向于将用地用于旅游等产业，从而带动地方经济，对光伏电站建设的热情相对不高[3]。

3.2 出于风险考虑，光伏电站投资建设企业多在试探

企业放弃投资实施既定的光伏发电项目主要是出于以下担忧：

1) 因各级电网企业未配合地方能源主管部门确定年度建设实施方案，使能源主管部门统筹大规模光伏基地与电网通道建设的规划及建设的布局不够合理，导致很多光伏电站投资建设企业在无法确定其报批或备案的项目已经纳入政府主管部门年度计划前，不愿承担过多风险，从而放弃已经获批或备案的光伏发电项目。

2) 因办理电网接入手续繁琐复杂，且对集中式光伏电站项目的建设支持力度不够，使电站受建设规模与配套电力送出工程匹配度不高等不确定因素影响，投资企业存在光伏电站建成后不能及时投产盈利的顾虑，在未确定能够并网前，宁可在获得的路条或批复失效后重新报批或备案，也不敢边建设边等待获得并网批复。

3.3 电站建设成本比区外更高，投资更大

由于西藏自治区的高寒高海拔气候和地形条件，对工程施工、设备选型的要求较高。如 110 kV 的输电线路，在内地施工成本为 75～80 万元 /km，但西藏自治区受成本及地形影响，其施工成本一般为 115～120 万元 /km，较内地高出 30% 左右。

低气压密度也对电站所需电器设备的散热等级及绝缘强度提出了更高的要求，很多适用于低海拔的电器设备在自治区内必须降容才能安全使用，增加了设备所需要的成本。

3.4 电网建设滞后，制约光伏电站发展

据调研了解，虽然西藏自治区早已将光伏电站投资建设由核准制改为备案制，由自治区主管部门对光伏项目实施备案管理，简化了光伏电站的审批流程和审批程序，进一步提高了光伏电站的建设速度。但是自治区整体的电网基础薄弱，并网接入量受到限制，很多光伏电站投资企业因为无法获得电网公司的并网批复，担心投资后无法盈利从而仅作备案，而项目未能具体实施。

自治区已建成的光伏电站自建成以来发电未受到限制，原因是对于电网来说，目前自治区内的光伏电站装机容量相对较小，且缺乏大型用电企业，电网送出容量有限。但随着大量的光伏电站项目不断实施跟进，若不合理规划布局，限电将是迟早的事情。

由于目前出现了部分企业在自治区内爆发式建设光伏电站的现象，在电网建设不能及时跟进、消纳无法解决的现状下，其他企业出于对光伏电站建成之后可能面临限电弃光问题的顾虑，即使已获得批复，但在投资建设时仍会处于观望态势。

3.5 光伏电价下调较大，光伏电站投资收益存在不确定性

光伏电站建设投资不是纯粹按照市场化规律来发展，而是严重依赖于政策的支持和政府的补贴[4]。如果政策和补贴出现变量，整个光伏行业

2018.02印刷.indd 8 2018-2-24 10:53:55

的利润就会被颠覆。据报道，截止至2016年，国家用于补贴的可再生能源电价附加资金存在550～600亿元的缺口[3]。由于近期光伏投资成本下降明显，国家下调了光伏电站标杆上网电价，这种下调的趋势将在一定程度上影响光伏电站的收益率；并且，为合理引导新能源投资，促进陆上风电、光伏发电等新能源产业健康有序发展，依据《中华人民共和国可再生能源法》，国家发展和改革委员会今后将继续实行新能源标杆上网电价退坡机制，适当降低补贴标准，电站投资效益将会受到影响。

4 意见与建议

1) 应进一步强化项目备案管理。建议光伏电站建设主管部门要综合考虑已备案光伏电站项目规模，并制定光伏电站项目建设实施方案。列入实施方案中的光伏发电项目，应本着简化流程和提高效率的原则，按照有关规定和时限要求，及时出具项目接网意见和开展配套送出工程建设，按月衔接光伏电站和配套电网建设进度，并报送相关情况，确保项目建成后及时并网运行。

2) 各区县应结合实际合理配置资源，形成激励机制，合理确定建设布局。鼓励结合生态治理、设施农业、养殖业、扶贫开发等合理配置项目；优先安排电网接入市场消纳条件好、近期具备开工条件的项目；鼓励通过竞争性方式配置项目资源，选择技术和经济实力强的企业参与项目建设，促进光伏发电上网电价下降，对降低电价的地区和项目适度增加建设规模指标。

3) 积极引导企业理性投资。光伏电站建设主管部门应关注国家光伏发电补贴缺口和补贴方式改革等方面的信息，加大对有关投资企业的光伏电价调整、竞价配置规模政策宣传，以及全市光伏电站建设规模指标缺口现状的信息和风险告知工作，主动引导企业合理分析项目投资风险，理性投资，避免不必要的损失。

4) 提供质量评级服务。自治区光伏电站要想兑现25%～30%的投资收益率，首先光伏电站所在地区的光照资源要优越，其次电站并网条件要便利，且电站能稳定运行25年的全寿命周期。因此，可通过组织专业机构对光伏电站的选址、运维质量、系统性能、设备质量和安装质量等多个环节进行考核，从而对每个光伏电站进行综合质量分级，使建设主管部门能有效把控光伏电站的质量问题。

5) 摸底排查，及时掌握项目进展。建议各区县建设主管部门按下达的新增光伏电站建设规模明确项目清单，并连同往年结转的在建电站项目，一并形成本地当年的《光伏电站建设实施方案》，并于当年3月底前报送给自治区光伏电站建设主管部门。同时，报送的内容还应包括项目名称、项目业主、建设规模和预计并网时间等。若未经备案机关同意，实施方案中的项目在投产之时，不得擅自变更投资主体和建设内容。

6) 建议建立按月监测、按季调整、年度考核的动态管理机制。自治区光伏电站建设主管部门和电网企业应建设可再生能源信息管理系统填报信息，有关信息将作为调整和确定建设规模、形成补贴目录的基本依据。对建设进度快的地区适度追加规模指标，同时对年度计划完成情况进行考核，并编制下一年度光伏发电建设实施方案。

7) 及时公布自治区区域内光伏电站建设的相关信息，加强监管工作。光伏电站建设主管部门应按季公开发布自治区区域内光伏发电项目建设信息，包括在建、并网及运行等情况，以引导各市区县光伏发电建设。

5 小结

西藏自治区电网基础薄弱、市场消纳空间有限，电力接入及弃光问题已开始显现。到2020年，自治区电网可消纳的太阳能发电容量约为100万kW，已接近2020年自治区内电网可消纳的能力，市场消纳问题瓶颈突出。大力发展西藏自治区，特别是拉萨地区的光伏产业，急需建设外送通道和落实市场。

随着经济和社会的快速发展，生态环境保护

(转第13页)

2018.02印刷.indd 9 2018-2-24 10:53:55

表 2 3# 组件试验前后衰减对比

项目 \ 参数	P_m/W	I_m/A	V_m/V	I_{sc}/A	V_{oc}/V	R_s/Ω	R_{sh}/Ω	*FF*/%	衰减率 /%
PID 前	249.1	8.279	30.09	8.873	37.65	0.540	207.6	74.57	–
PID 后	220.7	7.878	28.02	8.837	37.09	0.630	212.0	67.32	11.4

表 3 4# 组件试验前后衰减对比

项目 \ 参数	P_m/W	I_m/A	V_m/V	I_{sc}/A	V_{oc}/V	R_s/Ω	R_{sh}/Ω	*FF*/%	衰减率 /%
PID 前	248.3	8.248	30.10	8.784	37.65	0.550	401.8	75.06	–
PID 后	188.2	7.717	24.38	8.794	33.95	0.830	723.7	66.03	24.2

由以上结果分析可知，两块组件的边缘都出现了多块电池片黑片的情况，功率衰减较大，填充因子下降较多，同时串联电阻和并联电阻都增大，由于并联电阻主要反映组件的漏电流水平，越大对组件越有益，所以猜想是串联电阻增大造成的功率衰减[7]。4# 组件的黑片数量更多，组件功率衰减也比 3# 组件大，说明黑片数量与组件的输出功率正相关。

3 总结

对于光伏组件在生产制造、实验室测试这两个过程所观察到的 4 种不同类型的缺陷，每种缺陷对组件的影响程度不同。从测试结果来看，碎片和黑片对组件的影响最大，主要原因在于这两种缺陷对电池片造成了大面积破坏，致使电池片失效。

另外，EL 图像只是提供一种分析的手段，只能反映问题的存在，并不能反映问题本身。在使用和分析时，需要更多的经验积累和对各种问题原因的本质分析，才能在发现问题时找到解决问题的方法。我们可以通过分析 EL 反映的问题，不断改善光伏组件的制造生产工艺，从而保证产品质量、降低组件次品率，以减少在生产过程中所产生的浪费，因此，EL 技术对光伏组件的制造和检测有重要的指导意义。

参考文献

[1] 沈辉，曾祖勤 . 太阳能光伏发电技术 [M]. 北京：化学工业出版社，2005: 21 – 22.
[2] Green M A. Silicon Photovoltaic Modules : a brief history of the first 50 years [J]. Progress in Photovoltaics Research & Applications, 2005, 13 (5): 447 – 455.
[3] IEC 61215, “Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic Modules-Design Qualification and Type Approval” edtion2(61215) [S].
[4] 窦争宝 . 基于 EL 图像的太阳能电池组件缺陷在线检测研究 [D]. 浙江：浙江理工大学，2013.
[5] 龚海丹，王国峰，朱景兵 . 晶体硅光伏组件 EL 检测出的黑片缺陷失效分析 [J]. 太阳能，2015, (12): 26 – 31.
[6] 曾雪华，张志根，蒋建平 . PID 效应及影响因素 [J]. 太阳能，2013, (3): 25 – 30.
[7] 肖娇，徐林 . 太阳电池缺陷 EL 检测及电性能分析 [J]. 上海计量测试，2011, 38(3): 15 – 18. 太阳能

(接第 9 页)

力度不断加大，国家、自治区层面利好政策及规定的相继出台实施，光伏技术日趋成熟，电能需求的持续稳步增长等多方面因素的综合作用，光伏发电因起到保护生态环境、改善电力能源结构、促进经济社会可持续发展的作用而得到了快速发展。但目前光伏发电项目的开发建设投资成本高、风险大、运营时间长，因此，在投资光伏发电项目时，各个企业均会权衡多方面的因素，综合比较和评价，以保证项目成功开发。

参考文献

[1] 张静 . 风力和太阳能光伏发电现状分析 [J]. 河南农业，2016, (32): 3 – 5.
[2] 王崇杰，赵学义 . 论太阳能建筑一体化设计 [J]. 建筑学报，2002, (7): 28 – 30.
[3] 国家发展和改革委员会，中长期节能规划 [R]. 2004.
[4] 胡学浩 . 我国能源中长发展战略研究专题报告 [R]. 2004. 太阳能

2018.02印刷.indd 13 2018-2-24 10:53:58