

雅砻江流域建设风光水互补千万千瓦级 清洁能源示范基地的探讨

吴世勇, 周永, 王瑞, 张恩铭

(雅砻江流域水电开发有限公司, 四川 成都 610051)

摘要:雅砻江流域沿岸具有丰富的风能和太阳能资源。在雅砻江干流上,水能资源十分丰富,梯级电站规划总装机容量约3 000万kW。建设雅砻江流域风光水互补清洁能源示范基地,可以通过水电站水轮发电机组开度实时调节特性,平抑风电、光电出力变幅及瞬时变率,提升风电、光电电能质量;利用水能与风能、太阳能资源年内互补特性,提高送出通道利用率和开发的综合效益;结合水电建设已有的送出线路、交通、场地等资源,降低投资成本,破解送出瓶颈。风、光、水互补清洁能源基地建设对解决目前新能源开发困境具有重要的创新和示范意义。

关键词:雅砻江流域;风光水互补;清洁能源;示范基地

中图分类号:TM614;TM615;TM612

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)03-0105-04

1 引言

当前,我国能源发展正处于深刻变革和重大调整的关键时期,在全球气候变化和生态环境恶化的双重挑战下,以绿色低碳为方向、大力发展可再生清洁能源已成为能源发展的必然趋势。

水电是技术成熟的清洁能源,具有稳定的调节能力和供电质量。风电、光电作为新兴的清洁能源,前景广阔,但由于电能质量较差、送出困难等问题而发展受限。

雅砻江流域具有得天独厚的水能、风能、太阳能资源。通过风电、光电、水电互补,利用流域梯级电站的综合调节能力和已有送出通道,是解决目前风电、光电开发的瓶颈有效途径。本文简要介绍了雅砻江流域沿岸风能和太阳能的资源禀赋及开发现状,结合流域目前中下游已建、在建水电站条件,提出在雅砻江流域建设风光水互补千万千瓦级清洁能源示范基地的设想。

2 资源概况及开发现状

2.1 水能资源

雅砻江全长1 571 km,流域面积约13.6万km²。干流年径流量约600亿m³,天然落差3 830 m,水能资源十分丰富。目前干流规划有21级水电站(图1),总装机容量约3 000万kW,多年平均发电量约1 500亿kWh。

截至2015年底,雅砻江下游锦屏一级、锦屏

二级、官地、二滩和桐子林水电站已投产发电,装机为1 455万kW;中游两河口和杨房沟水电站已核准开工,其他项目正加快推动前期工作;上游水电规划工作基本完成,待审批。

2.2 风能资源

受四川省地形及环流特点影响,雅砻江流经的甘孜、凉山、攀枝花三个行政区为四川风能资源主要集中处。其中凉山州、攀枝花位于西南支通道上,气流在通道上受地形抬升的影响,形成较大风速。凉山州大部分可选风电场平均风速在7 m/s以上,部分风电场平均风速甚至达9 m/s以上。甘孜位于西风北支通道上,受北支气流影响,也有较好的风能资源条件。初步估计,雅砻江流域风电可开发量约1 300万kW,其中凉山州、攀枝花境内约800万kW。

截至2015年底,雅砻江流域内风电受上网条件等多方面因素影响,发展较为缓慢,已投产风电项目11个,总装机规模约63万kW。

2.3 太阳能资源

根据流域内气象站太阳能辐射实测数据以及NASA数据分析,雅砻江流域范围绝大部分地区太阳能总辐射均超过5 500 MJ/m²,日照时数2 000 h~2 500 h,大部分地区超过6 000 MJ/m²,属于太阳能资源二类或三类地区,具有较大的开发价值。初步估计,雅砻江流域光电可开发量约1 800万kW,其中凉山州、攀枝花境内为约700万kW。

收稿日期:2016-04-25

雅砻江干流梯级电站纵剖面图

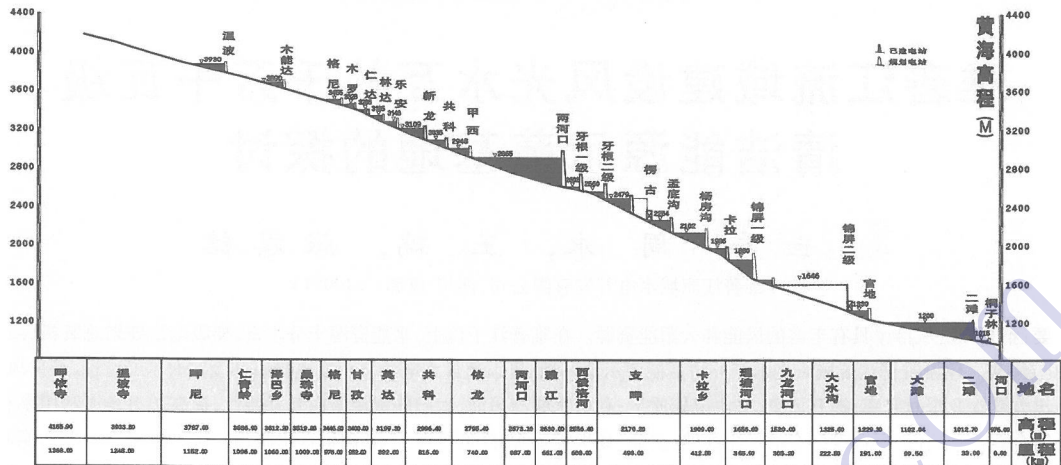


图1 雅砻江干流梯级电站纵剖面图

目前雅砻江流域内光电受土地利用、建设成本、送出通道等多方面因素影响,发展较为缓慢,截至2015年底,已投产光电项目4个,总装机容量18万kW。

3 风光水互补开发的优势

3.1 利用流域水电整体调节性能,提升电网对风电、光电的消纳能力

水力发电启停迅速、运行灵活、跟踪负荷能力强。特别在全流域基地模式下,通过流域集中控制,统筹调节能力大大增加。通过监控风电、光电的出力变化,实时调节水电站的水轮发电机组开度,以平抑风电、光电出力变幅及瞬时变率,补偿风电、光电的出力,将随机波动的风电、光电调整为平滑、安全、稳定的优质电源。这样做可极大地提高风电、光电的电能质量,从而缓解甚至消除风电、光电对电网系统的冲击,提高电网对风电、光电的消纳能力。

3.2 利用水能资源与风能、太阳能资源的年内互补特性,优化电网电源结构

雅砻江流域的风能、太阳能资源年内存在明显的季节特点。通常大风速和高光能出现在11月到次年5月(旱季),6月至10月偏低(雨季)。该地区风能、太阳能资源的这种鲜明特点,与水电特性形成天然互补。雅砻江流域电站众多,调节能力强,两河口、锦屏一级和二滩三大水库建成后,总调节库容达到148亿m³,雅砻江流域可实现多年调节,通过多种能源的配合运行,科学调度,可以更好地优化电网电源结构,提高供电保障

能力和综合开发效益。

3.3 风光水互补基地开发模式能统筹建设资源,加快新能源开发

一方面,风光水互补基地开发模式下,风电、光电消纳可以利用水电站建设形成的送出通道。特别是在目前四川省内电力消纳存在困难的情况下,雅砻江流域风光水互补清洁能源基地可以利用水电开发形成的已有的和正在规划的省外送通道。另一方面,水电站建设是复杂、庞大的系统工程,其中形成的交通、工厂、营地、调度等建设资源可通过风光水基地开发模式加以统筹,从而节约建设资源,加快新能源开发。

3.4 风光水互补基地开发模式能保证风能、太阳能利用率

风光水互补基地开发模式将风光水打捆送出,既能在汛期提供大量清洁能源,又能在枯期有效地保障能源供给安全和通道充分利用,将探索出一条清洁能源高效、安全、可持续的发展之路,构建雅砻江流域多元清洁能源供应体系。通过风光水互补基地建设,避免了雅砻江流域丰富的风能、太阳能资源再走现有部分地区“上网难、大量弃风弃光”的老路。

4 风、光、水互补开发的初步设想

4.1 出力特性分析

4.1.1 水力发电。

雅砻江干流水力资源主要集中在两河口以下的中下游河段,雅砻江干流两河口以下至江口是我国能源发展规划的十三大水电基地之一,共拟

有 13 级开发。雅砻江干流两河口—江口河段梯级开发中有两河口、锦屏一级和二滩三座大型水库,调节库容分别为 65.6 亿 m^3 、49.1 亿 m^3 和 33.7 亿 m^3 ,三大水库总调节库容达 148.4 亿 m^3 ,对雅砻江干流径流具有很好的调节能力,三大水库建成后可使雅砻江干流梯级水电站群实现多年调节。

图 2 所示为 2020 年锦屏一级、锦屏二级、官地、桐子林、官地等下游 5 个梯级建成时水力发电出力过程。

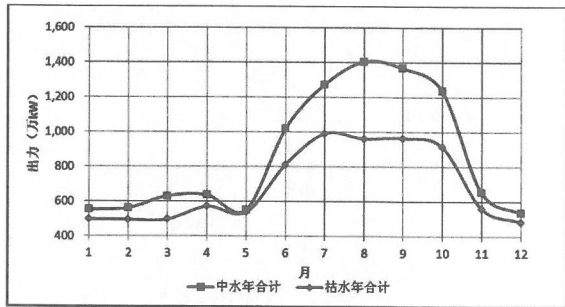


图 2 雅砻江梯级电站 2020 年预计出力过程
到 2025 年龙头水库两河口建成后,流域调节能力进一步增强,水力发电出力过程见图 3。

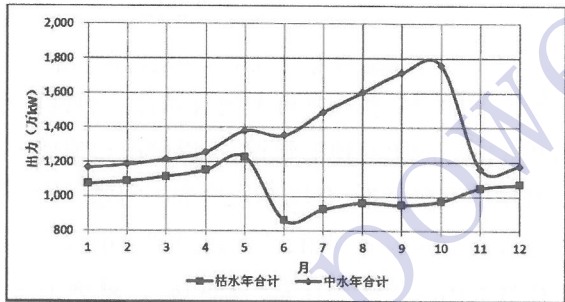


图 3 雅砻江梯级电站 2025 年预计出力过程
4.1.2 风力发电

雅砻江流域风电场风能资源分布有明显的季节性,风速的季节变化直接造成了风电场出力的季节性差异。雅砻江流域附近风电场逐月特征出力统计见图 4。经统计,各区域风电场月平均出力的变化规律基本一致,一般 11 月~次年 4 月出力较大,7 月~10 月的出力较小。总体而言,风电场的出力年内变化呈冬春季大、夏秋季小的特点。

4.1.3 太阳能发电

雅砻江流域太阳能资源年内分布较为平均,因此,太阳能电站出力的季节性差异不明显,逐月特征出力系数统计见图 5。经统计,各太阳能电

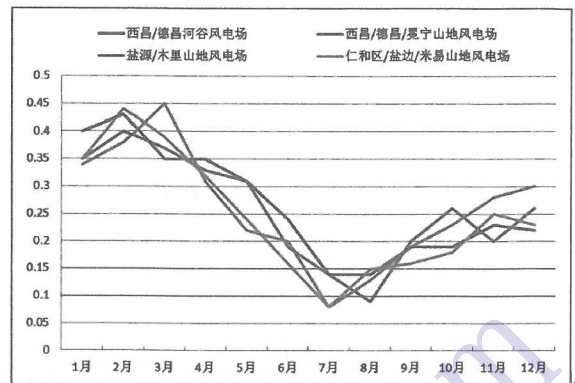


图 4 雅砻江流域风电场月出力系数变化曲线
站月平均出力的变化规律基本一致,各季节出力变化不大,但也有冬季出力较大、夏季较小的特点。

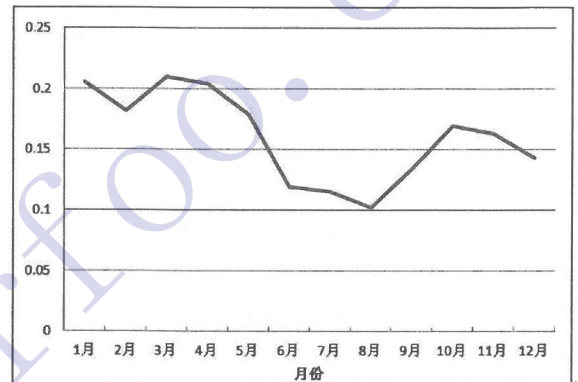


图 5 雅砻江流域太阳能电站月出力系数变化曲线
4.2 风、光、水的互补特性

4.2.1 年内出力的互补性

风电和水电的年内出力呈现出明显的互补性,水电非汛期风电大发,水电汛期风电平均出力只占装机容量的 10% 以下。利用两者的互补特性,可将电力打捆,充分利用水电输出通道。光电的年内各月差异较小,但也与水电呈现出一定的互补关系。雅砻江流域风光水年内出力过程见图 6。

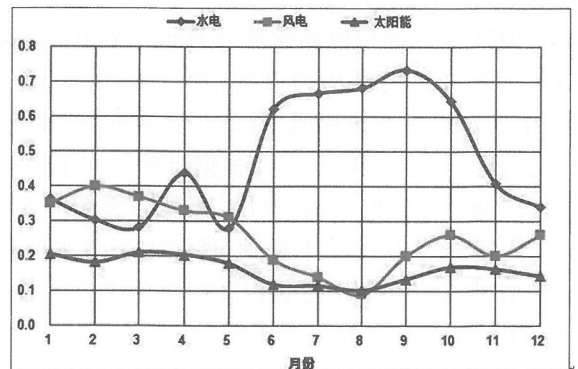


图 6 雅砻江流域风光水年内出力曲线

4.2.2 日内出力的互补性

风电和光电的日内出力呈现出明显的互补形式,光电出力为零时段风电出力为峰值,风、光之间在日内形成较为统一的互补关系,见图7。这种互补性体现了风光水多种清洁能源互补的优势。

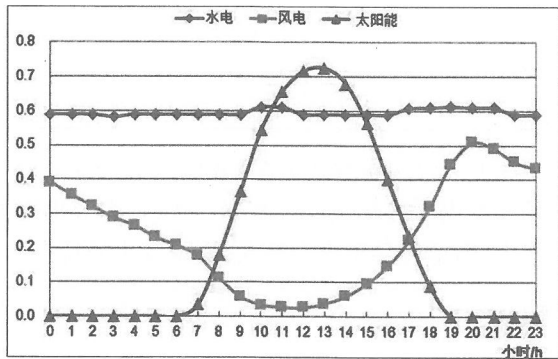


图7 雅砻江流域风光水日内出力曲线

4.3 风、光、水互补清洁能源示范基地开发的初步方案

雅砻江流域风能、太阳能资源整体规模约3000万kW。根据目前雅砻江流域水电开发进程和各风电、太阳能发电场址的建设条件,结合风光水的互补特征,风光水互补清洁能源示范基地先期开发对象宜选在雅砻江中下游凉山州、攀枝花境内。先期依托雅砻江下游投产电站共开发风电、光电约1500万kW。风电、光电场址规划位置见图8。

4.4 送出方案的初步考虑

目前雅砻江梯级电站送出通道仍有一定容量。根据雅砻江下游输电能力,按弃风、弃光率不超过5%考虑线路其输送能力,经分析计算,雅砻江下游水电送出通道可消纳风电和光电装机容量总规模超过650万kW。

2025年两河口电站水库发挥调节作用后,优化了下游梯级电站出力过程,预计孟底沟、杨房沟、卡拉水电站亦将建成,雅砻江流域可利用的送出通道增加至1960万kW,根据雅砻江中下游梯级送出通道输电能力,按弃风、弃光率不超过5%其最大输送能力分析计算,雅砻江中下游水电送出通道可消纳风电和光电装机容量总规模超过1300万kW,达到千万千瓦级以上。

5 结语

雅砻江流域风光水互补清洁能源示范基地具

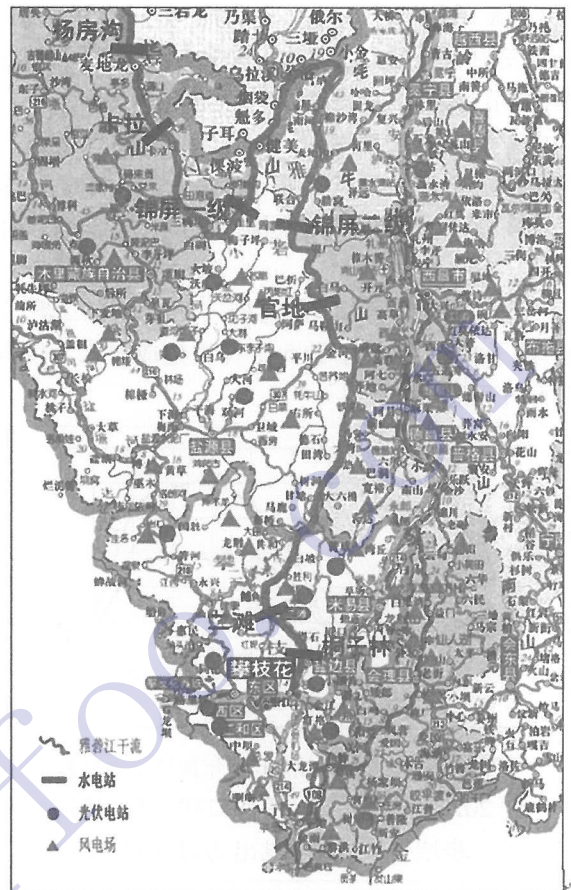


图8 示范基地风电、太阳能发电场址分布图
 有较大的建设规模和良好的建设条件。通过风光水互补清洁能源基地的建设,可以解决目前风电、光电建设中并网难、弃风弃光严重等问题,并有利于建设资源的综合利用,节约建设和送电成本,可以在目前国家新能源开发“就近接入、就地消纳”的基础上探索一种新型的可再生能源协同开发模式,对解决风电和光电送出和消纳难题具有示范作用。

作者简介:

- 吴世勇(1965-),男,四川仁寿人,博士研究生,教授级高工,副总经理,从事水电及新能源规划与技术管理工作;
- 周永(1979-),男,辽宁铁岭人,硕士研究生,高级工程师,副主任,从事水电及新能源规划与技术管理工作;
- 王瑞(1987-),男,山西忻州人,博士研究生,工程师,从事水电及新能源规划与技术管理工作;
- 张恩铭(1993-),男,湖南怀化人,硕士研究生,工程师,从事水电及新能源规划与技术管理工作。

(责任编辑:卓政昌)