

边远地区局域电网供电问题研究

何志强¹, 郑勇¹, 张立锋², 益西措姆², 晏小彬¹, 范宇¹

(1. 中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 四川 成都 610021;

2. 国网西藏电力有限公司, 西藏 拉萨 850000)

摘要: 边远地区局域电网供电问题可供选择的解决方案有建设当地电源和与其他电网联网两类, 需要结合当地能源资源及电网建设条件进行多方面综合比较后采纳最优方案。以西藏阿里电网为例, 根据其能源资源和电网现状及发展规划, 对其供电问题解决方案进行了分析比较, 最后提出推荐方案并对相关问题进行了总结。

关键词: 边远局域电网; 供电问题; 联网; 本地电源

Abstract: Building local power station and integrating with the other power grid are the alternative solutions for power supply problems of the independent power grid in the remote areas. The best option should be adopted after a number of comprehensive comparisons combined with local energy resources and power grid construction conditions. Taking Ali Power Grid of Tibet for example, the solutions for power supply problems are analyzed and compared according to the energy resources, power grid status and development planning of the power grid. The recommended schemes are put forward and the related problems are summarized finally.

Key words: remote independent power grid; power supply problems; interconnection; local power station

中图分类号: TM727 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)05-0018-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.05.005

0 引言

目前, 中国绝大部分区域已经被大电网覆盖, 但是在一些边远海岛、边防地区和西部边远山区仍然存在独立供电的局域电网, 主要采用柴油机、小水电或者风光储系统进行供电。随着局域电网用电负荷的增加及其对供电可靠性要求的提高, 加之大电网向这些区域周边地区的进一步延伸, 选择自身建设电源继续保持孤网运行还是与大电网实现联网是值得研究的问题。

边远地区局域电网本质上属于微电网。目前关于微电网规划的研究已有很多, 其研究主要集中在可再生能源代替传统能源发电组成孤立系统, 如许多文献对独立运行的风力发电、光伏发电、风光互补发电的小型孤立系统做了研究, 重点探讨了小型孤立系统的可靠性计算和能源优化配置问题^[1-2]。现有研究成果表明, 将微电网接入大电网运行, 也是发挥微电网效能的重要手段之一。最终需要结合当地用电需求、能源资源及电网建设条件进行多方面综合比较后采纳最优方案。下面将以西藏阿里电网为

例, 根据其能源资源和电网现状及发展规划, 对其供电问题解决方案进行了分析比较, 最后提出推荐方案并对相关问题进行了总结。

1 阿里地区电力系统概况

1.1 能源资源和主要电源现状

阿里地区的能源资源种类较多, 其中水能、太阳能、风能和地热能^[2]较为丰富, 煤炭、天然气等化石能源则较为贫乏。

阿里地区已建电源主要包括狮泉河水电站、阿里光伏电站和柴油机组。其中狮泉河水电站装机容量为6.4 MW, 年均发电量约13.4 GWh。阿里光伏电站总装机容量10 MW, 电站多年平均年发电量18.37 GWh。阿里地区柴油机组包括阿里过渡电源、阿里应急电源和阿里渡冬电源, 合计装机容量28.2 MW。

1.2 电网现状

目前, 西藏自治区形成了覆盖拉萨、山南、日喀则、那曲、林芝5个地市的西藏中部电网和昌都、阿里共“一大二小”3个地市级独立电网以及由农村小

水电、太阳能光伏电站供电的众多独立小电网和分散户用系统,构成了大电网供电和分散独立电源供电相结合,多能互补的供电格局。

阿里地区位于中国西藏自治区的西部,面积超过 $30 \times 10^4 \text{ km}^2$,平均海拔 4 500 m,共辖噶尔、普兰等 7 个县,人口仅 80 000 人,是世界上人口密度最小的地区。目前,阿里电网最高电压等级为 110 kV,仅覆盖阿里地区行署所在地噶尔县狮泉河镇及周边部分地区。

截止到 2016 年年底,阿里电网电源装机容量为 44.6 MW。2016 年,阿里电网最大用电需求约为 10.1 MW,电量需求约为 4.7 GWh。

“十三五”期间阿里电网覆盖范围将扩大到全部 7 个县。由于负荷快速增长,阿里电网电力供需矛盾将十分突出。

1.3 电网规划简述^[3]

1) 负荷预测

2020 年阿里电网需电量为 70 GWh,最大负荷为 19.7 MW;2025 年阿里电网需电量为 90 GWh,最大负荷为 25.1 MW;2030 年阿里电网需电量为 110 GWh,最大负荷为 31.3 MW。

2) 电源规划

阿里电网 2017 年规划投产阿里热电联产项目(12 MW);2020 年左右将投产阿青电站(4 × 8.25 MW),新增装机 33 MW。

“十三五”以后阿里电网暂无明确的规划电源投产。

3) 电力供需平衡

根据阿里电网负荷预测和电源规划,其电力电量平衡结果见表 1 和表 2。为便于联网方案与其他建设电源方案进行比较,同时考虑到规划电源的不

表 1 阿里电网电力平衡

项目	2020 年		2025 年		2030 年	
	丰期	枯期	丰期	枯期	丰期	枯期
系统需要容量 /MW	15.8	22.6	20.2	28.9	25.2	36
电源可调出力 /MW	6.4	4.8	6.4	4.8	6.4	4.8
电力盈亏	-9.4	-17.8	-13.8	-24.1	-18.8	-31.2
缺电比例	59.5%	78.8%	68.3%	83.4%	74.6%	86.7%

表 2 阿里电网电量平衡

项目	2020 年	2025 年	2030 年
系统需要电量 /GWh	66	86	109
电源可发电量 /GWh	31	31	31
电量盈亏	-0.35	-0.55	-0.78
缺电比例	53.0%	64.0%	71.6%
最大缺额小时数 /h	1 948	2 273	2 493

确定性,平衡只纳入现状电源。从电力平衡结果来看,如果只考虑现状电源,阿里电网缺电问题将十分严重。

1.4 可选电源概况

根据阿里地区能源资源状况,除阿青水电站外,暂无其他规划水电电源;再建设柴油机组存在可能性;建设地热电站和光热电站作为主力电源理论上是可行的,但由于目前前期工作开展程度较低,其开发存在一定的不确定性。

2 阿里电网供电问题解决方案研究

2.1 概述

根据前述阿里电网电力空间分析计算结果,如果只考虑现状电源,“十三五”期及以后阿里电网将一直存在电力缺额。

除本地建设电源外,解决阿里电网供电问题可供选择的方案还包括与其他电网联网^[5-8]。与阿里电网毗邻的新疆电网和西藏中部电网规模均为阿里电网的数十倍以上,具备补充其电力缺额的条件。

2.2 电源建设方案选择

1) 建设热电联产机组

阿里热电联产项目初期建设规模为 $2 \times 6 \text{ MW}$,最大可用出力为 9.5 MW。为满足直到 2030 年阿里电网负荷发展需要,需至少分批投产 6 台 6 MW 机组。

建设阿里热电联产项目存在的问题是需要解决煤炭运输和电厂运行过程中的环保问题。

2) 建设地热电站机组

可以根据阿里电网电力空间分批分步建设地热机组。阿里地区建设地热电站存在的问题是地热资源未探明,具体开发方案无法确定。

3) 建设太阳能热机组

阿里地区建设光热电站的问题在于阿里电网所需容量相对较小,而一般太阳能热发电需要大规模建设才能降低单位造价,此外阿里地区建设光热电

站采用何种技术还需要进一步研究。

4) 建设水电机组

除阿青水电站外,阿里地区暂无其他较大规模的规划水电电源。

建设阿青水电站存在如下问题:

①建设周期较长,不能及时满足阿里电网负荷发展需要;

②由于阿里电网规模相对阿青水电站容量较小,阿青水电站投产后较长时间内存在大量弃水的问题;

③由于长期弃水,阿青水电站实际单位成本电价将大大提高。按照运行期内年均弃水电量60%考虑,其单位成本电价将增加到6.9元/kWh左右。

5) 燃油机组开机方案

根据阿里电网电力市场空间分析结果,阿里地区柴油机组全部修复后,可满足阿里电网直到2020年的电力负荷发展需求。

根据目前运行资料,按年运行小时数1000~3000h考虑,其单位成本电价约为4.0~5.0元/kWh。

阿里地区燃油机组开机存在如下问题:

①运行成本较高,长期需要对其进行燃油补贴。

②阿里地区海拔高、气压低、空气稀薄,燃油机组燃烧状况恶化和燃烧不充分,这会加速柴油机组零部件的磨损,缩短了其空滤器等部件的使用寿命,因此阿里地区柴油机组故障率极高,运维检修难度极大。

③燃油机组的运行会产生碳烟排放,将会带来环保问题。

2.3 联网方案选择

1) 联网方向分析

根据周边电网现状及规划,阿里电网与其他电网联网,有3个可能的方向。

①通过日喀则电网与西藏中部电网相连。

其一是经门士乡通过仲巴县与西藏中部电网相连(噶尔县门士乡到日喀则仲巴县帕羊区公路距离370km)。

其二是经革吉县、改则县、措勤县通过萨嘎县与西藏中部电网相连(革吉县到改则县公路距离约360km)。

②通过南疆三地州电网与新疆电网相连。

相比之下与新疆电网联网方案线路距离远长于其他两个方案,可行性明显较低。

与西藏中部电网联网两个方案中,通过仲巴县与西藏中部电网联网实际联网距离短,并且建设条件相对较好。相比之下,通过萨嘎县与西藏中部电网联网方案中联网线路有明显较大迂回,线路建设条件也相对恶劣。综合考虑后,推荐经门士乡通过仲巴县与西藏中部电网联网为阿里电网与外区电网联网方向。

2) 联网方式分析

从联网距离来看,推荐方案中阿里电网与外区联网的距离在370km左右。从送电容量来看,到2030年阿里电网最大电力负荷也不到40MW。

从联网距离和送电容量的角度分析,阿里电网实现与外区联网有直流联网和交流联网两个可能的方式。

对于直流联网方式,存在常规直流和轻型直流两类方案。常规直流对客观存在端电网的系统强度有一定要求,有最低输送有功功率限制,且其稳定运行易受交流系统影响。阿里电网自身规模较小,系统强度低,采用常见直流方案受电基本不可行。轻型直流具有高度的可控性,对受端系统强度无要求,无最低输送有功功率限制。初步设想阿里电网与西藏中部电网联网轻型直流联网方案可采用±100kV电压等级,投资大约为29亿元。

根据目前交流电网发展现状及西藏中部电网“十三五”发展规划,结合阿里电网可能的联网距离和送电容量,交流联网方案中联网电压等级采用220kV可以满足阿里电网负荷发展需要,联网工程投资大约为7亿元。

相比之下交流联网方案总投资远远低于轻型直流联网方案,送电能力可以满足阿里电网负荷发展需要,因此推荐为阿里电网与外区电网联网方式。

2.4 供电方案技术经济比较

1) 方案经济性

根据方案成本电价比较结果(详见表3),建设热电联产项目和联网方案成本电价同其他方案相比有明显优势。在联网工程交换容量较大时(如按2030年缺电容量送电),联网方案的优势将更加明显。

2) 建设周期

燃油机组开机方案初期只需修复阿里过渡电源故障机组。建设热电联产机组、建设地热机组、建设光热电站和联网方案建设周期基本均在24个月以内,其差别不大。由于地处边远,建阿青水电站方案

的建设周期最长(至少48个月)。

表3 供电方案成本电价比较表

方案	成本电价	备注
1. 建设热电联产机组	1.6~3.7元/kWh	利用小时 1 000~3 000 h
2. 建设地热机组	4.1元/kWh	利用小时 2 500 h
3. 建设光热电站	3.7元/kWh	利用小时 2 500 h
4. 建设水电站	6.9元/kWh	年均弃水 电量50%
5. 联网方案	1.2~2.5元/kWh	购电成本0.2元
6. 柴油机组开机方案	4.0~5.0元/kWh	利用小时 1 000~3 000 h

3) 环保问题

建设地热机组、建设太阳能热发电机组、建设水电机组利用的是清洁能源,只要采用合理的技术方案,不会带来环保问题。与藏中电网联网是从外区引入电力,也不会对阿里地区环境造成影响。

建设热电联产机组和燃油机组开机方案使用的是化石能源,其运行和运输过程中有可能会对环境造成污染。

4) 建设方案灵活性

可根据阿里电网电力空间分批分步建设地热机组和热电联产机组,建设方案较为灵活。

一般太阳能热发电需要大规模建设才能降低单位造价。阿里电网初期建设1台10~15 MW的太阳能热机组,后期适时建设第2台机组,可满足到2030年电力负荷发展的需要。

分期分批投产水电机组对降低工程造价没有明显意义,其建设灵活性相对较差。

由于本身送电容量不大,联网方案分期建设其总投资也不会有显著下降,因此其建设灵活性也相对较差。

2.5 推荐供电问题解决方案

根据各方案技术经济比较结果,作为阿里地区供暖项目的配套,阿里热电联产机组具有经济性较优、建设周期短、建设方案灵活性高和技术方案及可行性较为明确的优势,因此推荐作为阿里电网近期电源建设方案。

联网方案由于经济性相对较好,建设周期较短,可大大提高阿里电网供电可靠性,能应对电源建设进度的不确定性,建成后可以从根本上解决阿里电网用电问题,因此推荐为阿里地区“十三五”期及以

后供电解决方案。

3 结 语

边远地区局域电网供电问题最终解决方案需要在充分考虑用电需求和当地能源资源及电网建设条件的前提下,从投资成本、运行维护成本及难度、建设周期及建设灵活性、环境因素和方案实施可行性全方面综合比较后进行选择。自身建设电源和与大电网实现联网均是可供选择的方案。

考虑与大电网联网后,仍应充分考虑自身电源与大电网来电的互补;同时还要考虑联网转为孤网的可能,要保证短时孤网运行的稳定性及重要供电负荷的可靠性。建议可通过设立一些评价指标,如经济指标、可靠性指标、技术指标和环境指标等,对供电解决方案进行合理的评价^[9-10]。

参考文献

- [1] 陈一诚,王志新.适用于海岛的独立供电电源规划设计[J].电网与清洁能源,2013,29(4):78-84.
- [2] 吴涛涛,赵宏伟,李伟.基于分布式电源的孤立系统规划初探[J].继电器,2007,35(8):31-36.
- [3] 国网西藏电力有限公司,西南电力设计院.西藏电网“十三五”发展规划[R].2015.
- [4] 廖志礼,廖光宇,潘桂棠,等.西藏阿里地热资源的分布特点及开发利用[J].中国矿业,2005,14(8):43-46.
- [5] 李骈文,陈冠南.西北电网与周边电网的联网规划[J].中国电力,2000,33(7):52-54.
- [6] 黄明良,张卫东.西北与华中电网多点联网有关问题探讨[J].中国电力,2007,40(11):46-50.
- [7] 张育英.全国联网战略方案的探讨[J].电网技术,1998,22(4):56-59.
- [8] 何志强,扎西,郑勇,等.西藏昌都电网联网方案探讨[J].四川电力技术,2011,34(4):77-79.
- [9] 曹智平,周力行,张艳萍,等.基于供电可靠性的微电网规划[J].电力系统保护与控制,2015,43(14):10-15.
- [10] 符杨,黄旭峰,李振坤.微电网电源的规划体系[J].上海电力学院学报,2011,27(5):477-481.

作者简介:

何志强(1979),高级工程师、硕士,主要从事西藏电力系统规划设计工作。

(收稿日期:2017-06-27)