

Study on Economics and Development Prospects of Sichuan Natural Gas Power Generation Projects

Xinyuan Li

China Power Engineering Consulting Group Southwest Electric Power Design Institute Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610056, China

Abstract

In recent years, large natural gas fields have been discovered in Sichuan Province, and the province's recoverable natural gas has ranked first in the country, which has provided favorable conditions for Sichuan to develop natural gas power generation. Based on the collection and collation of a large number of relevant feasibility research project data, this paper analyzes the economic benefits and development prospects of various types of units by combining economic policies with five types of natural gas generating units.

Keywords

natural gas power generation; economic evaluation; electricity price

四川省天然气发电项目的经济性和发展前景研究

李欣媛

中国电力工程顾问集团西南电力设计院有限公司, 中国·四川成都 610056

摘要

近几年, 中国四川省陆续发现大型天然气田, 全省天然气可开采量已跃居全国第一, 这为中国四川省发展天然气发电提供了有利条件。本文在收集、整理了大量相关可行性研究工程资料的基础上, 通过对五种类型的天然气发电机组进行经济效益测算, 并结合相关政策分析各类型机组的经济效益和发展前景。

关键词

天然气发电; 经济评价; 电价

1 引言

天然气作为清洁能源之一, 自从在 20 世纪五十年代燃气轮机出现后开始登上发电市场的舞台。自八十年代起, 发电用天然气比例持续增长, 世界天然气发电量占发电总量的比例已由 1980 年的 12% 增加到 2017 年的 22.83%。从图表 1 可看出, 天然气发电已成为除燃煤发电外的第二大发电燃料。而随着全球对二氧化碳排放量减少的要求、天然气开采量的增加, 以及燃气轮机发电技术的进步, 可预见今后全球天然气发电量占总发电量的比例会持续增加。

分国家看, 在俄罗斯、中东、马来西亚等天然气产量大国, 天然气已成为这些国家主要发电燃料来源。在美国、日本及西欧等发达国家, 天然气发电所占比例也不小。2017 年中国发电量占全球总发电量份额已达到 25.42%, 位居世界第一, 但在发电燃料构成比例中, 天然气发电量仅占全国总发电量

的 3.02%。

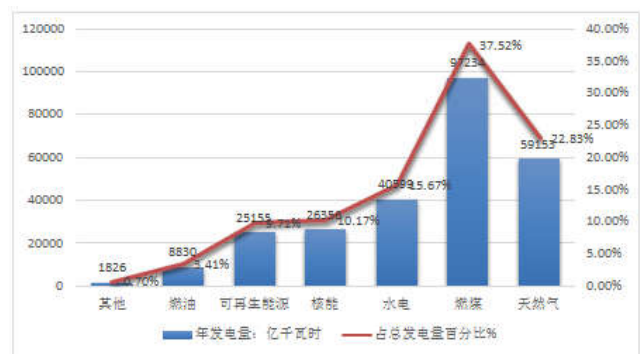


图 1 2017 年全球发电量燃料类型构成

中国发电目前主要依靠燃煤发电, 但随着环保要求的逐渐提高, 寻找稳定的清洁能源代替煤电势在必行。水力发电受地理、季节的影响较大, 发电不均衡, 且中国现有水力资源除西藏外基本上已开发完毕。风能、太阳能等可再生能源虽然对环境的影响相对较小, 但是装机较小, 且受场地、季

节等因素限制,稳定性较差。因此,天然气成为可以替代燃煤发电的主要清洁能源。而中国目前发电用天然气耗量仅占天然气总耗量的17.2%,因此天然气发电还有很大的增长空间。^[1]

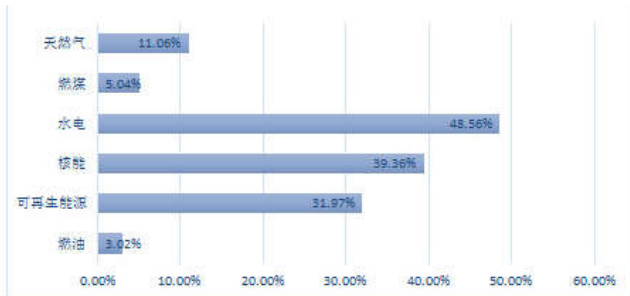


图2 2017年全球各国天然气发电量占总发电量比例(单位: %)

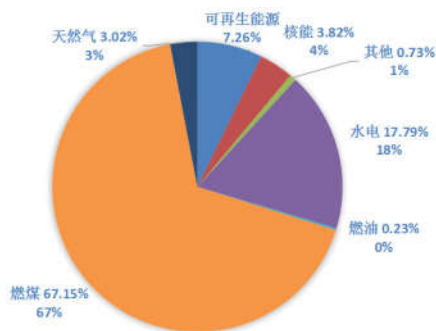


图3 2017年中国发电量燃料构成(单位: %)

四川作为世界上最早发现和利用天然气的地区,其省内天然气储量极为丰富。根据中石油最新油气资源评价结果显示,四川盆地已探明天然气总量达3.818万亿立方,其中页岩气储量为2.173万亿立方。全省页岩气资源占全国20.5%,页岩气可采资源占全国17.7%,页岩气资源量和可采资源量均为全国第一。四川省政府规划到2020年,全省新增天然气探明储量6500亿立方,天然气产量达到450亿立方,其中页岩气100亿立方。作为天然气大省,建设燃气轮机组,在燃料费、燃料运输费上具有巨大优势。

2 四川省各类型天然气发电机组经济性分析

本文主要对同等条件下四川省境内建设9F级大型燃气-蒸汽联合发电机组(调峰、热电联产)、9E级大型燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)、区域式分布式能源站和楼宇式分布式能源站的可行性做出经济性分析。

2. 边界条件

2.1.1 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(调峰)

装机容量: 2x484MW

静态投资: 235806万元
年发电小时数: 2500小时
售电价格: 504元/MWh
天然气价格: 1.55元/m³
年耗气量: 4.69亿Nm³
定员: 100人
建设期: 25个月
经营期: 20年
折旧年限: 18年
贷款利率: 6.14%

2.1.2 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)

装机容量: 2x462MW
静态投资: 236453万元
年发电小时数: 4000小时
年供热量: 550万GJ
售电价格: 401.2元/MWh(四川省燃煤发电标杆上网电价)

售热价格: 60元/GJ
天然气价格: 1.55元/m³
年耗气量: 7.77亿Nm³
定员: 100人
建设期: 25个月
经营期: 20年
折旧年限: 18年
贷款利率: 6.14%

2.1.3 9E级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)

装机容量: 2x292MW
静态投资: 152100万元
年发电小时数: 5000小时
年供热量: 400万GJ
售电价格: 401.2元/MWh
售热价格: 60元/GJ
天然气价格: 1.55元/m³
年耗气量: 5.77亿Nm³
定员: 100人
建设期: 22个月
经营期: 20年

折旧年限: 18年
贷款利率: 6.14%

2.1.4 区域式分布式能源站

装机: 116MW
静态投资: 92178 万元
年发电小时数: 5000 小时
年供热量: 135 万 GJ
年供冷量: 20 万 GJ
售电价格: 550 元 /MWh
售热价格: 60 元 /GJ
售冷价格: 90 元 /GJ
天然气价格: 1.55 元 /m³
年耗气量: 1.34 亿 Nm³
定员: 60 人
建设期: 16 个月
经营期: 20 年
折旧年限: 18 年
贷款利率: 6.14%

2.1.5 楼宇式分布式能源站

装机: 10MW
静态投资: 9761 万元
年发电小时数: 4000 小时
年供热量: 12 万 GJ
年供冷量: 7 万 GJ
售电价格: 950 元 /MWh
售热价格: 70 元 /GJ
售冷价格: 100 元 /GJ
天然气价格: 3.26 元 /m³
年耗气量: 750 万 Nm³
定员: 20 人
建设期: 12 个月
经营期: 20 年
折旧年限: 18 年
贷款利率: 6.14%
(以上方案的静态投资来自工程资料)

2. 经济性分析

按照以上边界, 我们分别测算五种类型的天然气发电项

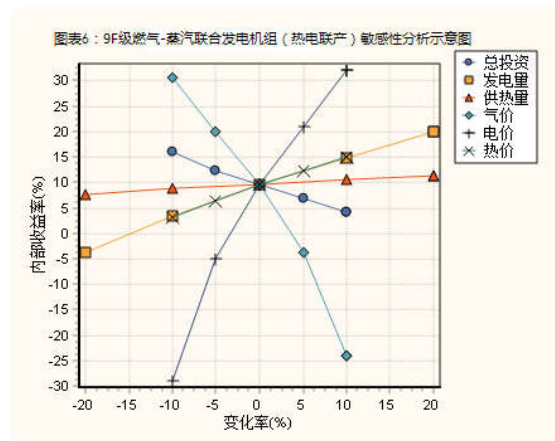
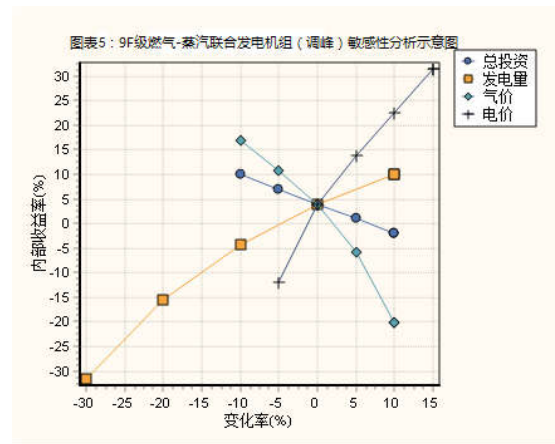
目的资本金内部收益率, 得到以下数据:

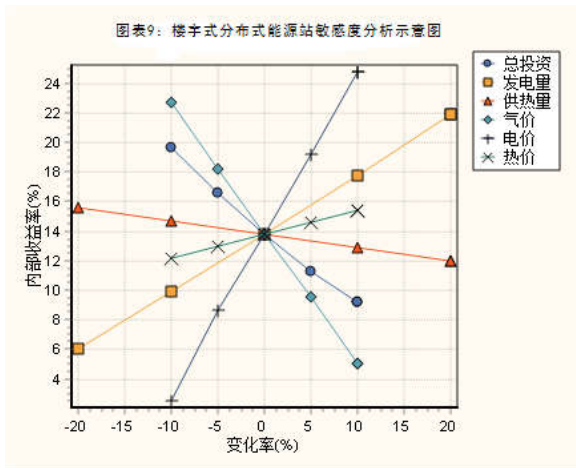
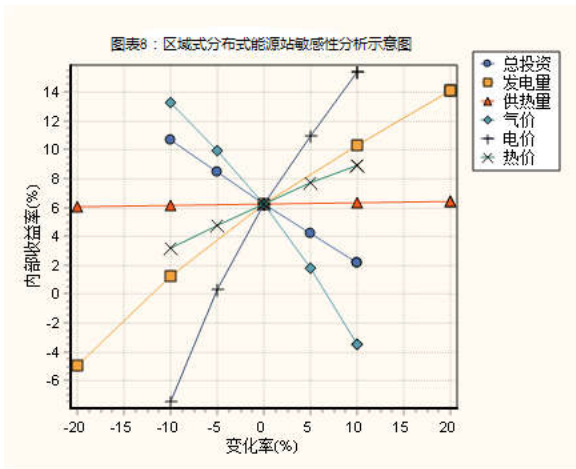
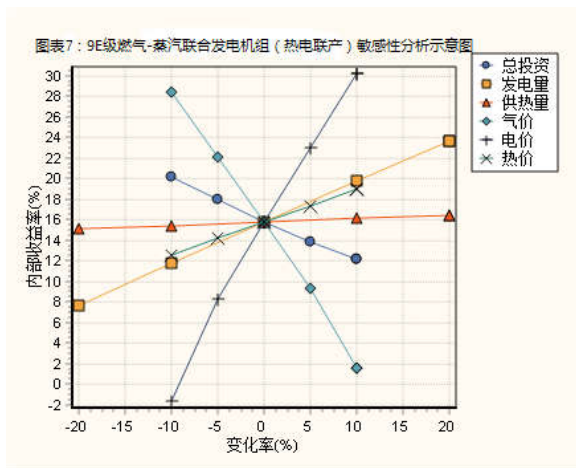
表 1

	项目模型	资本金内部收益率
1	9F 级燃气 - 蒸汽联合发电机组 (调峰)	3.95%
2	9F 级燃气 - 蒸汽联合发电机组 (热电联产)	9.63%
3	9E 级燃气 - 蒸汽联合发电机组 (热电联产)	15.78%
4	区域式分布式能源站	6.22%
5	楼宇式分布式能源站	13.77%

可以看出, 在给定的边界条件下, 除 9F 级燃气 - 蒸汽联合发电机组 (调峰) 的资本金内部收益率过低, 区域式分布式能源站资本金内部收益率不太理想, 其他类型的机组都具有可行性, 而且 9E 级联合循环发电机组 (热电联产) 和楼宇式分布式能源站的资本金内部收益率都比较高, 说明其具有较高可行性。

由于上网电价、年利用小时数、天然气价格和总投资 (静态投资) 的变化对收益率都会产生不同影响, 因此, 我们锁定其他边界条件, 对这五种类型的天然气发电项目的资本金内部收益率进行发电量 ±20%、供热量 ±20%、总投资 ±10%、电价 ±10%、气价 ±10% 和热价 ±10% 进行单因素敏感性分析, 分析结果如下图所示:





通过敏感性分析,我们发现资本金内部收益率对电价和气价的敏感度最高,其次是发电量和总投资,然后是供热量和热价。因此,在可行性阶段和电网公司签订的电价,以及和天然气供给商签订的天然气价格,决定了天然气发电项目的经济效益。^[2]

最后,我们在锁定其他边界条件的情况下,分别测算这五种类型的天然气发电项目在保证资本金收益率为10%时能承受的最低电价、最低利用小时、最高气价和最高静态投资。

表2 资本金收益率为10%时的临界条件

项目模型	资本金内部收益率为10%时的电价	资本金内部收益率为10%时的最低年利用小时数	资本金内部收益率为10%时的最高气价	资本金内部收益率为10%时的最高静态投资
1 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(调峰)	518.2元/MWh	2760h	1.483元/m ³	212225万元
2 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)	401.6元/MWh	4028h	1.547元/m ³	235034万元
3 9E级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)	385.3元/MWh	4285h	1.620元/m ³	177957万元
4 区域式分布式能源站	571.2元/MWh	5455h	1.471元/m ³	86776万元
5 楼宇式分布式能源站	948.5元/MWh	3608h	3.405元/m ³	10542万元

结合表1和表2的经济指标,我们可以分析这六种类型的天然气发电机组的经济性。

2.2.1 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(调峰)

可以看出,9F级燃气-蒸汽联合发电机组(调峰)在给定的边界条件下资本金内部收益率只有3.95%,由于该机组对电价的敏感度高,因此如果能够与电网企业签订较高的上网电价,该类型机组的内部收益率还是可以达到理想水平。但是四川水电资源十分丰富,较高的上网电价难以和水电发电竞争。另外由于四川夏季多采用水电,冬季又需要保证生活采暖等天然气的供气量,因此目前四川在运燃机调峰机组年利用小时数很难达到2000小时。或许随着四川境内天然气的持续开采,2020年后可有更多的天然气供气用于调峰发电。

2.2.2 9F级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)

相较于调峰机组,9F级燃机热电联产机组具有很大优势。在保证供热量的条件下,该类型机组甚至可以以燃煤机组的上网电价达到较高的收益率。另外,热电联产机组对电价和气价的敏感度要低于调峰机组,因此该类型机组的抗风险能力更强,能保证更稳定的收益率。但是,如果不能保证足够的热负荷,导致供热量供大于求,则此类型机组将难以达到预期收益率。因此,为了满足足够的热负荷,此类9F级大型热电联产燃机最好选址在建有众多有供热需求企业的大型工业园区内。

2.2.3 9E级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)

9E级燃气-蒸汽联合发电机组(热电联产)具有9F级机组的所有优点。而且由于机组更小,因此投资更低,为了达到目标电量和供热量,可以提高该类型机组的年利用小时数。在保证5000年利用小时的条件下,9E级燃机甚至能在上网电价低于四川省燃煤标杆上网电价的情况下达到较为理

想的资本金内部收益率。

2.2.4 区域式分布式能源站

区域式分布式能源站作为新能源的一种,不仅能够实现区域内的供电供热,还可以向区域内输出热水、冷气、冷水等副产品,在提高能源利用率的同时,还能有效降低能源远距离运输产生的损失。但是由于分布式能源站造价高昂,单位投资甚至达到7000~9000元/kW,因此需要较高的电价补贴才能实现盈利。根据四川省发展改革委关于印发《2017年度推进电力价格改革十项措施》的通知(川发改价格〔2017〕237号),“全省天然气分布式发电以热(冷)定电的余电上网电量全部实行市场化交易,上网电价与电网企业和电力用户自行协商确定或通过电力市场交易平台形成。”另根据国家发改委文件(发改价格^[2014]3009号文),天然气发电上网电价补贴不得超过当地燃煤发电上网标杆电价或当地电网企业平均购电价格每千瓦时0.35元,即在四川省补贴电价不得超过751.2元/MWh。因此,只要能和电网企业协商出理想上网电价,并在区域内找到足够的冷热产品用户,分布式能源站是能达到预期收益的。

2.2.5 楼宇式分布式能源站

楼宇式分布式能源站可以说是迷你型的分布式能源站,多应用于对冷热需求较高的大型公共楼宇建筑如商场、医院、学校、写字楼、宾馆等。楼宇式分布能源站在采用商业电价和气价的模式下,依然能够达到较高的内部收益率。而且楼宇式分布式能源站不仅能够提升能源的利用率、减少了管线运输的投资和能源损失,还能够更加灵活有效地根据楼宇用户自身需求调整产品量,从而避免了由于外部电网调度而使利用小时数降低的风险。可以说,楼宇式分布式能源站是未来智能楼宇建筑发展的方向。但是由于国家缺乏相应补贴鼓励等政策,当前中国楼宇式分布式能源站尚处于探索阶段。如果今后国家能够出台相应政策,并配以配套电网规划,楼宇式分布式能源站的经济效益是能够得到保障的。

3 四川省各类型天然气发电机组面临的风险

虽然敏感性分析中所示,天然气发电机组对电价和气价最为敏感,但是一旦上网电价和天然气购买价格签订后,在运行期内变动的概率很小,而机组面临的主要风险,反而是发电量和供热量的变化。四川省水电资源丰富,水电上网电价相对于热电上网电价具有巨大优势,因此对省内热电市场造成不小的威胁。在丰水期全省优先考虑水电上网,而在枯水期由于需要

首先保障民用天然气供气量,天然气发电机组在燃料供应不足的情况下利用小时数也会降低。在不能保障最低利用小时的情况下,机组将难以维持运营。随着四川省经济的逐步增长,对电力的需求将逐年增加。在省内水电逐渐趋于饱和的情况下,热力发电机组在将来或许会得到更多发展的机会。同时,随着四川省内天然气田的加速开采和利用,2020年后,枯水期将不再出现燃气供应不足的情况,机组利用小时将得到更大的保障。

另外,四川省各县市内的工业园区大部分还处于规划或初步建设阶段,短期内各企业对冷、热的需求量尚不能满足大型机组对冷、热负荷的最低要求。如果热电联产机组投运后没有足够的冷、热负荷,那么机组也难以达到预期收益率,甚至会出现亏损的状况。因此需要政府出台相应优惠政策,招商引资,在相关区域内冷热负荷达到预期需求时,投资建设热电联产或电热冷三联供分布式能源站才能达到预期收益率。

此外,总投资的变化对内部收益率也存在一定影响。原材料价格、人工、机械台班价格的上涨都会造成总投资的增加。而燃气轮机的价格就占了总投资的30%到50%。中国的燃气轮机发电机组主要进口自德国西门子、美国通用电气和日本三菱重工这三家公司,中国自主研发的燃气轮机和国际先进水平尚存在不小差距。进口燃气轮机的价格一直居高不下,而且随着中美贸易战的愈演愈烈,进口燃气轮机也面临着涨价的风险。虽然东方汽轮机厂和上海汽轮机厂等厂家都和海外厂商签订了战略合作协议,但要真正做到降低燃气轮机价格,还是需要实现全面国产化,这是一个漫长的过程。

4 结语

天然气发电作为天然气消费的重要组成部分,有利于优化电源结构,实现能源的清洁高效利用,这是中国未来火力发电发展的必然方向。四川省作为天然气大省,在天然气发电市场具有天然竞争优势,因此有必要也有能力走在天然气发电开发利用的前列。随着四川省天然气的可持续开采,希望政府也能出台天然气发电的相关鼓励政策,在兼顾省内水力发电的同时,在各县市工业园区建设配套的各等级燃机机组或分布式能源站,以促进全省电网系统的安全、清洁发展。

参考文献

- [1] 2018-2023年中国新能源行业发展前景与投资战略规划分析报告
- [2] BP世界能源统计年鉴(2018)