

煤层气发电设备的比较与选择

白红彬，杨俊辉

(中煤集团邯郸设计工程有限责任公司，河北邯郸056031)

摘要：针对煤层气供应的特殊性，本文对煤层气发电的几种装机形式进行了比较，对内燃发电机组做了重点分析，通过具体煤层气发电项目装机方案的分析，对煤层气发电主机设备选择的原则进行了归纳和总结。

在国家新的能源政策引导下，煤层气发电技术获得越来越广泛的应用。由于煤矿井下瓦斯抽采系统抽采的瓦斯浓度随着抽采地点和方式的不同而变化，这就要求煤层气电站的主机设备有较强的适应性，运行灵活，能够适合煤层气供应系统的特点。

1 煤层气发电装机形式的选择

煤层气发电采用的主机设备主要有以下三种形式可供选择：(1)蒸汽轮机发电机组；(2)燃气轮机发电机组；(3)燃气内燃机发电机组。

1.1 蒸汽轮机发电机组

此种发电形式多用于传统的火电机组形式，工艺技术成熟，运行可靠，但燃气锅炉采用煤层气为燃料，目前仅局限在小型的工业锅炉，由于受到瓦斯抽采波动性强的影响，大型电站瓦斯锅炉的应用也受到限制，个别电站锅炉采用煤与瓦斯混烧技术，但辅助系统庞大、复杂，需设置两套燃料系统，占地面积大。这种装机形式发电效率也较低，启动运行时间长，不灵活，所以目前规划的煤层气电站基本不采用这种装机形式。

1.2 燃气轮机发电机组

利用燃气轮机发电，具有系统简单，运行灵活，单机功率大，占地面积小的优点。系统可加余热锅炉带蒸汽轮机联合循环发电，虽然比较复杂，占地面积大，但可大大提高发电效率。目前，在以天然气为燃料的燃气电站中较多采用。

对于煤层气电站，则只有甲烷含量大于50%，气量较大的而且气源稳定的情况下，才适于采用燃气轮机为主机发电设备。这是由于燃气轮机要求的进气压力高，当井下抽排的煤层气加压到燃气轮机要求的0.9MPa时，温度可升至160℃，根据美国矿山局制定的煤层气中甲烷浓度爆炸极限的公式计算表明，此时要求煤层气的安全界限应为甲烷浓度大于39%，并且要求浓度稳定、连续。

2004年以前，以矿井瓦斯为燃料的电站主机，大都采用燃气轮机，仅限制在抽采瓦斯浓度高的矿井，由于井下瓦斯抽采系统抽采的瓦斯浓度变化范围大，会随着工作面的推进，煤层的不同和出煤量的变化而变化，但这些机组受瓦斯抽采浓度波动的影响，会经常因为瓦斯浓度达不到安全要求，而不得不开时停。因此，近年来这种装机形式较多的应用在具有一定规模，抽采效果较好，气量和浓度比较稳定的矿区。

1.3 燃气内燃机发电机组

燃气内燃机发电具有系统简单，运行灵活，发电效率高的特点，可加余热锅炉带蒸汽轮机联合循环发电，虽使系统复杂，但可大大提高发电效率。

尤其是这种机组要求进气压力低，仅为5~35kPa，适用瓦斯浓度范围广，浓度6%以上均可利用，这使得燃气内燃机发电机组在煤层气发电方面获得了越来越广泛的应用。不同主机设备装机形式的特点比较见表1。

表1 装机形式比较表

机组型式	燃气内燃发电机组 + 余热锅炉 + 蒸汽轮机发电机组	燃气轮机发电机组 + 余热锅炉 + 蒸汽轮机发电机组	燃气锅炉 + 蒸汽轮机发电机组
辅助系统	较简单	较简单	复杂
简单循环发电效率 (%)	34~43	25~30	25~30
全厂综合效率 (%)	45~90	40~90	30~70
启动时间	10s	6min~1h	1~3h 以上
检修时间 (kh)	35~60	30~50	20~40
燃料供应压力	低压	中压	低压
对瓦斯浓度要求	10%以上	大于 40%	大于 30%
千瓦造价 (元)	5000	5200	4600

比较来说作为热电联产的一种原动机，燃气内燃机是一种经过实践检验的、非常成熟的设备，成套模块化的机组使系统效率优化、设计安装简单、运行管理自动化程度高。与其他两种发电形式相比，燃气内燃发电机组具有启动时间短、燃气供气压力低、对燃气浓度适应范围宽的优点，尤其是能够更为灵活的适应煤层气浓度波动的情况。

2沙曲矿瓦斯发电站装机方案的研究

华晋焦煤公司沙曲矿井为

煤与瓦斯突出矿井，现有沙曲矿瓦斯抽采站设计能力为800m³

/min。根据现瓦斯抽采站运行记录，抽出瓦斯混合量平均为400m³

/mi

n，瓦

斯浓度平均

在25%~40%之间，随着

矿井生产能力的提高，瓦斯气量逐年增长。瓦斯

气成分中，甲烷(CH₄)占30.04%、氮(N₂)占56.63%，氧(O₂)占12.4%，几乎不含硫份，测定其低热值为10825kJ/Nm³

。属杂质少，无腐蚀的洁净能源，可进行简单预处理后直接供给内燃机发电。根据现阶段的瓦斯气量及浓度，拟定一期装机规模约为14MW，主机设备采用内燃发电机组，预留后期扩建条件。

目前国内运行的煤层气内燃发电机组有进口机组和国产机组，都是由原来生产柴油发动机或天然气发动机的厂家经技术改造、创新而来的。国内的生产厂家主要有山东胜动集团、济南柴油机股份有限公司、常州柴油机股份有限公司等其他生产柴油发动机的公司。国产机组技术较为成熟、运行可靠、单机容量较大的为500~700kW机组；虽然已有单机1000kW以上的瓦斯发电机组在运行，但性能都不稳定，其中胜动集团2500kW瓦斯发电机组也在工业性试验阶段。国外瓦斯发电设备的厂家主要有：美国卡特彼勒公司、奥地利颜巴赫公司、英国能源公司、德国道依茨公司、日本三菱重工等。

进口机组较为成熟、可靠、单机容量较大的为根据国内瓦斯发电机组的市场现状和已投运瓦斯发电机组的运行情况，拟定以下三种装机方案进行比较，方案一采用700kW国产机组×20台，配余热锅炉；方案二采用1800kW进口机组×8台，配余热锅炉；方案三采用700kW国产机组×10台+1800kW进口机组×4台，配余热锅炉。三种装机方案的比较见表2。

表2 装机方案比较表

	方案一	方案二	方案三
装机容量	700kW 国产机组 ×20 台	1800kW 进口 机组 ×8 台	700kW 国产机组 ×10 台 + 1800kW 进口机组 ×4 台
实际发电功率 (kW/h)	12600	12960	12780
纯瓦斯消耗量 (Nm ³ /kW h)	0.31	0.25	0.28
简单循环发电效率 (%)	34	40	37
机组出线电压 (kV)	0.4	6.3	0.4 + 6.3
燃料供应压力 (kPa)	15~20	30~35	30~35
对燃料品质要求	不高	高	高
对瓦斯浓度要求	25%~以上	30%~以上	30%~以上
占地面积	大	小	较大
年运行时间 (h)	5500~7000	7000~8000	
机组千瓦投资 (元/kW)	~2500	~4500	~3500

与国产机组相比，进口机组单机容量大，发电效率高，年无故障运行时间长，占地面积小，但设备价格过高，初投资过大，因需从国外进口，手续繁杂，订货时间长。方案三选用两种机型，虽然可降低部分造价，平均发电效率也比较高，但由于国产机组出线电压为400V，进口机组出线电压为6kV，使电站主接线系统复杂，同时两种机组的运行方式和管理方式也有较大差别，使电站运行管理更为复杂。

国产机组虽然发电效率不如进口机组，对燃气的品质，供气压力的要求都比进口机组低，对燃气供应系统的要求不高，更为适应瓦斯抽采量和浓度有波动的情况，而且造价大大低于进口机组，供货时间短。由于建设方要求本项目一期工程投资省、工期短、见效快，综合以上分析，本项目一期推荐采用方案一，即选用国产700kW机组，配置20台。同时建议，后期扩建时选用1800kW机组，以提高电站发电效率。随着国内煤层气发电技术日益进步，届时也许国产的大容量机组的发电效率及各项技术性能将会达到或超过进口机组的水平。

3总结

利用煤层气发电是一种有发展前景的新兴产业，目前设备和技术正在不断发展完善中。通过对目前国内煤层气发电市场的调研，将煤层气发电站主机设备选择的原则总结如下：

- (1)利用煤层气发电应针对于不同的煤层气资源，选择不同的主机设备，采用相应合理的工艺形式，以保障安全为前提，以最大限度利用煤层气资源为原则；
- (2)煤层气发电的主机设备宜首选燃气内燃发电机组，燃气内燃发电机组具有发电效率高、对不同的煤层气适应性好、能源综合利用率高的特点。
- (3)目前国内市场的燃气内燃发电机组不论进口机组还是国产机组都运行稳定、可靠，技术已发展成熟，但有各自的特点，进口机组发电效率、性能稳定、无故障运行时间上占有优势，国产机组在对煤层气的适用范围、价格等方面占有优势。因此，设计中在主机设备选择时，应针对不同的资源供应情况和业主的资金状况综合考虑。

参考文献

- [1]国务院办公厅关于加快煤层气抽采利用的若干意见(国办发〔2006〕47号)
- [2]国家发展和改革委员会1《煤矿瓦斯治理与利用总体方案》，2006年
- [3]严铭卿，廉乐明等1天然气输配工程1北京：中国建筑工业出版社

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/103699.html>