

# 天然气内燃式发电系统研究现状与展望

刘霞

中国石油化工股份有限公司天然气分公司浙江天然气销售中心 浙江 杭州 310051

**摘要:** 进入新世纪以来,我国天然气产量快速增长,近两年我国天然气工业发展面临诸多挑战。本文讨论了我国天然气企业的发展,分析了天然气生产所面临的问题和不确定性,预测了天然气生产的潜力,并概述了推广天然气的原则。

**关键词:** 天然气发电;天然气利用;发电装机

我国空气污染的原因主要是由能源使用结构决定的,属于煤烟型污染。目前能源结构中有75%是由煤为原料组成的。碳排放量较高,加快实现碳达峰和碳中和的目标,绿色能源正慢慢成为未来的新能源。天然气作为一种清洁、低碳能源,生产的环境效益及其在能源发展模式中的重要作用一直备受关注。随着我国可再生能源使用天然气量的增加,天然气生产潜力也越来越大。2020年,我国天然气消费量3600亿立方米,将成为我国未来能源转型的关键引擎。

## 1 内燃式天然气发电概况

随着我国生产力的总体提升和经济发展速度加快发展,能源需求增大,对于以煤炭为主导的火力发电压力也在增长,而煤炭能源是有限的也接近枯竭,天然气在我国的储量丰富,但是分布相对来说不是很均匀,近几年国家实施了西气东输的计划,这更是促进了天然气这种能源的利用,利用天然气作为能源来发电势在必行。

能源需求在增长得同时人们的环保意识也在增长,所以人们对于清洁型的能源天然气的利用也势必会越来越多,早期阶段,燃气—蒸汽联合电厂在我国一些开放较早的沿海城市兴建了一批,事实证明,燃气发电在补充我国电力不足及提高经济发展的速度有着卓越的贡献<sup>[1]</sup>。到目前为止,我国天然气发电也有长足的发展,有近1800万千瓦的天然气规划要建及在建的项目<sup>[2]</sup>。在其中在近海地区的天然气发电项目及利用西气东输建立的发电项目的华东地区的总规模接近385万千瓦,在闽南的福建地区天然气的发电项目建设规模大约为360万千瓦,广东地区的天然气发电项目的装机容量更是接近于390万千瓦。我国的天然气发电项目也在蓬勃的发展当中,预计我国的天然气发电项目装机容量将在2020年达到6000万千瓦。即便如此,现阶段,天然气能源消费在我国一次能源消费的结构当中占的比例非常小,仅为2.7%,与世界的24%和亚洲的8.8%相去甚远,还有很长的路要走,这个过程当中。应该以理论为指导,充分发挥理论在实践中的作用,所以完善理论知识也是非常必要的。想要大力发展天然气项目必然是理论先行,去指导实践。

**作者简介:** 刘霞,1985年,女,汉族,山东淄博,工程师,本科,研究方向:电气技术。

## 2 天然气内燃式发电系统研究现状

预计到2030年,我国社会总用电量将达10万亿kWh。在这巨大的需求下,我国的装机量将会快速增加。由于火电产能的消减,天然气等清洁能源发电的装机量将会大幅度的提高<sup>[3]</sup>。未来10年,我国的发电装机量将高速发展,这为水力发电、太阳能发电、风力发电、天然气发电提供了巨大的发展机遇和发展空间。

当前天然气发电比较高效的是燃气—蒸汽联合循环发电技术。该技术可以很大程度上提高天然气的利用率,相比传统的石化能源发电,在提高热效率方面效果显著,大约可以提高20%~30%的热效率。这种热循环模式将燃气轮机与蒸汽轮机相结合,将“布雷顿循环”与“朗肯循环”2种热循环充分利用,形成了一种更高效的热循环方式。

燃气轮机主要包括3个核心结构:压气机、燃烧室和燃气透平室。其工作过程为:首先压气机对空气进行压缩,然后高温、高压的空气进入燃烧室与喷入的天然气混合燃烧,高温、高压的燃气进入燃气透平室推动透平叶轮转动,带动发电机工作,透平叶轮也带动压气机工作。燃气轮机在启动时,需要有外部启动机带动旋转,加速到能够使燃气轮机自行工作后再脱离。

余热锅炉的主要结构包括省煤器、蒸发器、加热器、汽包等换热管组和容器等。燃气轮机排出的高温废气进入余热锅炉,经过一系列的热量交换,温度会逐渐下降,最后排入大气。将进入余热锅炉的高温废气温度控制在450~600℃,排入大气时的温度控制为110~200℃,余热锅炉放出的热量可以使水变成蒸汽,作为蒸汽轮机的工作物质。高温饱和蒸汽在蒸汽轮机的喷嘴喷出后,体积发生膨胀,压力与温度降低,速度增加,实现热能向动能的转换,带动蒸汽轮机的叶轮旋转,从而将动能转换为机械能,带动发电机组旋转发电。

## 3 天然气内燃式定压加热发电系统的组成

天然气内燃式定压加热系统主要由压气机、燃烧室、气发动动机、发电机及其控制系统组成。

### 3.1 压气机

压气机的主要作用就是提高进入气发动动机内的气体工质的压力,供给气发动动机所需的压缩空气。压气机的性

能主要靠下面几个指标去衡量：外面尺重量、增压比、效率、制造和维修的费用及工作可靠性等。按照压气机的构造及动作原理来划分可分为：特殊的引射式压缩器、活塞式压气机、叶轮式压气机等。在天然气内燃式定压加热发电系统中，压气机的主要作用是给气动发动机提供足够压力的空气。高温高压的气体压力主要来源于压气机压缩气体所产生的压力。

### 3.2 燃烧室

燃烧室的主要作用是用来燃烧天然气以达到加热空气工质的目的。经过压缩机压缩后的高压空气工质和天然气分别通入燃烧室后，在燃烧室内混合，利用火花塞点燃天然气，这样就完成了气体工质的加热，经过燃烧室后，气体工质变成高温高压的气体。燃烧室主要有以下几种类型：

(1) 扩散式燃烧室。按照扩散式燃烧的设计方法设计的燃烧室称为扩散式燃烧室，根据供给燃烧室空气的动力不同可将扩散式燃烧室分为强制鼓风式和自然引风式。

(2) 大气燃烧器。大气燃烧器在燃烧方式上区别于其他燃烧室，其采用的燃烧方式为部分预混燃烧方式。

(3) 完全预混合燃烧室。完全预混合燃烧室主要是在燃烧之前将燃气与空气预先按照一定的比例配比好以后通入燃烧室中燃烧。

### 3.3 气动发动机

气动发动机是一种环保清洁型的动力设备，其特点主要有以下几方面：

(1) 其工作安全而且在相对恶劣的环境下也可以正常工作，例如在振动、潮湿、易燃、高温、粉尘等环境下。

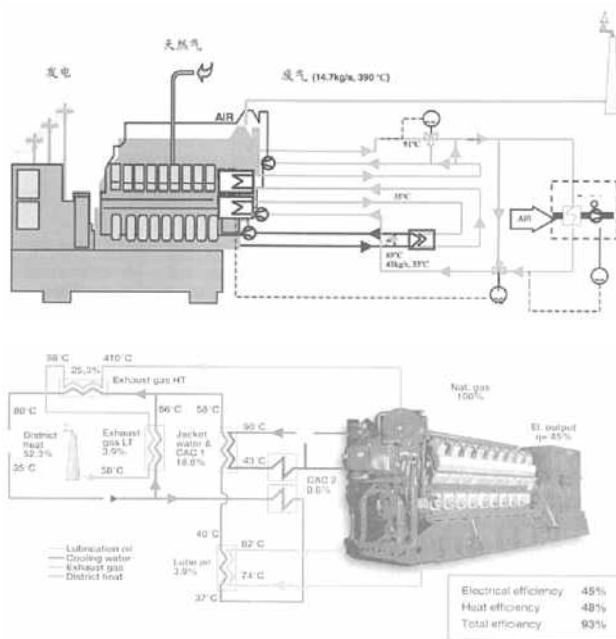
(2) 通过控制进、排气流量可以实现气动发动机的无级调速。并且其输出功率和转速的调节范围也较大。

(3) 由于气动发动机的回转部分转动惯量较小，改变进气排气方向只需改变换向阀，所以电机的正向旋转和反向旋转可以通过改变换向阀的方向来实现。

(4) 起动力矩较大。较大的起动力矩决定了在其启动时具有很强的带载能力，并具有很大的起停速度。气动发动机在天然气内燃式定压加热发电系统中完成重要的能量转换过程。高温高压的气体工质进入气动发动机后，推动气动发动机转动。将热能转换为机械能，气动发动机输出机械功。

### 3.4 发电机

根据电磁感应定律实现机电能量转换的电磁装置称为电机。发电机和电动机在原理上是互逆的。其应用范围很广，这里不再赘述。仅就其在本系统中的作用做简单论述。与气动发动机一样，发电机也是整个系统中的关键设备，其完成着机械能向电能的转换，系统的开始阶段工作在电动状态，当系统吸收的热能足以维持自持后，吸收热能增加将会使系统工作在发电状态。



图燃气内燃机原则性工艺流程

## 4 天然气内燃式发电系统存在问题

价格因素是天然气发电面临的一个现实问题。相比煤炭价格，天然气没有竞争优势。这个问题的出现，既有市场原因，也是由国家的地理决定的。目前，我国天然气主要有以下2个来源：一是进口；二是在我国的油田和天然气产区开采。随着经济的发展和需求的加大，我国进口天然气在天然气总消费量中的比例不断升高，中国对世界大宗商品具有一定的价格决定权。这种具有讽刺意味的决定权，恰恰暴露了我们的产能存在不足。实际上，我国在进口能源定价机制方面没有主动权，导致我国进口的大宗商品价格极高，严重影响了相关企业的发展。可以说，价格是我国天然气发电面临的一个主要问题。

另外，当前我国的天然气发电上网价格还没有形成一个全国性的定价机制。这主要是因为当地政府根据成本、利润、税金等因素决定上网电价。由于上述3个因素在不同地区不同，使得不同地区的天然气上网价格存在差异，在某些地区甚至是“一厂一价”或者“一机一价”。这些价格都普遍高于石化发电的价格，导致天然气发电没有价格优势。价格问题是一个长期博弈的过程。解决天然气价格较贵且供给不足的问题重在通过稳定天然气国际进口来源，开拓新的市场进口渠道，扩大国内天然气的勘探、开采力度。充分利用“一带一路”战略，加强与西亚、俄罗斯、中东等能源输出国之间的合作力度与深度，通过签订中长期能源合作协议，稳定我国的能源市场。<sup>[4]</sup>在这个基础上，开拓更多的能源渠道，从而在确保天然气价格稳定的前提下，使价格慢慢降下来。针对价格不统一问题，可以由国家能源部门出面，牵头解决天然气发电全国上网的问题，彻底消除地区壁垒；设立专门的天然气发电补贴，鼓励地方政府和居民对天然气发电更

加支持,形成良性循环,进而增加天然气发电的供给,降低天然气发电的成本。在价格问题上,国家发改委在给予地方政府价格决定权的同时,也颁布了气价联动调整机制的指导意见,给予各地政府在价格方面的优惠政策,给予天然气发电用户一定的补偿。相信通过上述措施的执行,可以有效缓解目前天然气发电面临的矛盾和问题。

### 5 我国内燃式天然气发电的前景

对于国内而言,我国天然气已探明储量可以开采至少94年以上,并且在开采上也已经具备了一定的技术<sup>[5]</sup>。天然气发电在我国发展还处于起步阶段,相关技术也不是很成熟,但是从发电的安全性及可靠性来讲,还是可以保证的。有关省市已经应国家计委要求,将天然气的利用纳入了规划工作中,计划2000~2005进入实施阶段。同时,我们还可以充分利用国际天然气市场,通过从周边国家引进管道天然气、液化天然气等为我国所用。天然气发电对于国民经济的很多方面具有很重要的意义,其中比较重要的两个是天然气对改善我国的能源结构具有很重要的地位,另一方面在国际能源市场上,可以使我国具有一定的份额。

天然气发电有着良好的前景,其对于解决我国的电力供给短缺是非常有效的。据相关的电力部门预测在2030年我国的总用电量将多达10万亿千瓦时。在如此之大的社会用电量的情况下,我国的发电装机的总容量也会攀升很多,在2030年,我国的发电装机总容量也将达到24亿千瓦。以上这些数据表明,在未来的近20年的时间里,我国的用电需求量的上涨将直接带动发电装机容量的上升。现在我国主要的发电形式有太阳能发电、风电、火电、水电,仅仅依靠上述几种发电方式很难保证我国用电量的供给。因此,以天然气为能量来源的发电方式将会有很大的潜力和前景。近几年,随着我国用电量的增长,用电高峰时的用电量与用电低谷时的用电量也在进一步的扩大,这一状况尤其在工业比较发达的地区比较常见,但是就现在的火电、水电、太阳能发电而言,这是一个考验,利用这些发电方式完成电网调峰是很困难的。就国外的一些发电系统较为先进的国家而言,其电力系统当中的调峰电源达到装机总容量的30%之多,反观我国,峰荷电源在我国装机总容量所占的百分比不到5%,在这种情况下,很多燃煤发电的系统不得不采取深度调峰,这要做的后果是很大程度上降低了包括燃煤发电在内的很多发电系统的效率大幅下跌。同时对机组的寿命也有一定程度的影响,这与我们希望的节能减排是相违背的,而天然气发电因其具备启动速度快、运行灵活的有点,可以很好的解决上述的问题,天然气发电与传统的发电方式相比,其占地面积相对来说较小、发电效率高,而且具有环境友好的特点。由于天然气的主要成分是甲烷,通常利用天然气发电只会排放出少量的氢氧化物,不会对环境造成很大的危害,由于燃煤发电机组二氧化碳的排放量很大,而我国现也在鼓励和发展环境友好型的工业。各个行业都在推进节能减排。所以天然气

发电在我国发电行业里所占的比例必然会不断攀升。

### 6 结语

作为一个高效、环保、充满活力的天然气发电产业,不仅是我国优化能源结构的必然选择,也是改善环境质量的有效途径。应对气候变化、建设生态文明和国内外推广绿色能源,发展天然气发电项目,是打赢蓝天保卫战、建设美丽中国的关键。但是,目前我国天然气生产没有绝对价格,这使得天然气生产竞争力下降。国家的天然气电力产业将有广泛的应用,从能源开发到发展、环保政策和天然气相关设备的开发。

### 参考文献:

- [1]周浩,魏学好.天然气发电的环境价值[J].热力发电,2003,32(5):4.
- [2]魏学好,金建华,冯金海.天然气发电的环境价值[J].燃气轮机技术,2002.
- [3]吴国华.浅析天然气发电厂的市场地位[J].油气世界,2006.
- [4]黄智贤,吴燕翔.天然气发电的环境效益分析[J].福州大学学报:自然科学版,2009,37(1):4.
- [5]张伟波,潘宇超,崔志强,等.我国天然气发电存在问题及对策建议[J].能源技术经济,2012,24(3):3.