

浅谈洁净煤技术在煤电生产中的应用和发展*

杨洪环, 王颂华

(安徽理工大学, 安徽淮南, 232001)

摘要:对洁净煤发电技术的主要流程及其优缺点做了简明扼要的介绍,并对我国这一技术的现状和发展进行了探讨。洁净煤发电技术的发电效率大大高于常规机组,并且污染物的排放大大降低,这些将是今后火力发电技术的方向。

关键词:洁净煤技术;火力发电;流程;发展

中图分类号:TQ536;TQ534 文献标识码:A 文章编号:1001-0076(2005)01-0052-03

Utilization and Development of Clean Coal Technology for the Coal-fired Power-generation

YANG Hong-huan, WANG Song-hua

(Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui Province 232001, China)

Abstract: This article makes a brief introduction to main process and characteristics of the clean coal power-generation technology, and discusses the actuality and development of this technology in our country. The power-generates efficiency of the technology is much higher than that of the traditional machine set, but with less emission of the pollutant. All of these is a direction of the coal-fired power-generation technology.

Key words: clean coal technology; coal-fired power-generation; flowsheet; development

在整个20世纪,以煤为燃料的火力发电技术不断得到完善,尽管也在发展其它燃料的火力发电厂,但煤仍保持着它作为发电主要燃料的地位。

矿物燃料的燃烧会对环境产生影响,许多国家基于这一点制定了旨在减少矿物燃料使用的政策和法律,对废弃物、SO₂、NO_x的排放做出了限制,并且采取措施来控制和处理废液、灰尘和固体废料。社会发展对能源需求增长,但同时要求实现能源持续发展和消除对环境的不良影响,洁净煤电力转化技术能满足这一未来发展的趋势。

1 发电技术的主要流程

实现以煤发电需要三个基本步骤:选煤和配煤;煤转化成电;污染控制(包括尾尘处理和利用)。

1.1 煤和配煤

混匀、筛分、破碎、洁净(洗选除去其它组分)这一系列配煤过程已经发展起来,并结合先进技术以提高以煤为燃料的发电厂的效能。

1.2 煤转化成电

目前广泛发展和利用的煤转化成电的技术原理分为两个部分。

1.2.1 燃烧过程

破碎的煤的燃烧和气体循环(包括高强度、超强度,超高强度);循环流化床燃烧和气体循环;以及加压流化床的燃烧(包括气流和蒸汽循环)。

1.2.2 气化过程

加压促使流体汽化(混合燃气和蒸汽的循环);

* 收稿日期:2004-08-11

作者简介:杨洪环(1980-),女,山东泰安人,在读硕士研究生,主要从事选煤与机械自动化方向的研究。

加压固化床汽化(混合燃气和蒸汽的循环);加压流化床汽化燃烧(混合燃气和蒸汽的循环)。

在不久的将来,碎煤燃烧的加压、汽化燃料基以及一定数目的顶流和底流循环将为这一技术的进一步发展提供条件。

1.3 污染控制

在发电过程中,必须采取方法控制各种污染物的排放,在燃烧中和燃烧后的一个范围内,减少 SO_2 的大多数方法是用钙做吸收剂,同时使用降低氮氧化物的锅炉来减少氮氧化物的排放量,或者采用再次燃烧和另选催化剂燃烧的方法。

在一定条件下设计和使用先进的燃烧和汽化系统,能从根本上限制污染物的形成,甚至可提高某些添加剂的效果,这些添加剂的目的主要是抵消发电过程中产生的副作用,剩余系统则可采用化工产业中的污染处理过程。然而,在某些条件下仍须采用充分燃烧的方法来减少氮氧化物的含量。

2 洁净煤发电技术

几种先进的发电技术目前已经取得成功。这些包括循环流化床燃烧技术(CFBC)、增压流化床燃烧技术(PFBC)和结合底流吹氧的集成汽化燃烧技术(IGCC)。用哪种技术主要取决于技术的成熟度(可行性和可靠性)、燃料的适应性、热效率、环境条件及维修时间和投资成本等条件。

2.1 传统的粉煤燃烧

粉煤燃烧是一种广泛应用的技术。细粉煤在高温炉中燃烧,释放出的热转化成蒸汽流,随后通过一个冷凝蒸汽的涡轮发电机发电。使用一个二次加热燃烧系统和独立的蒸汽涡轮机来提高整个机组的效率,其效率一般能达到38%左右。低 NO_x 炉和烟道气脱硫系统能够有效减少有害物的排放。这项技术的特点是:适应性强,有较高的可行性,成本相对较低,经过特定的设计能够燃烧各种煤;但系统的热效率受蒸汽条件的限制,灵活性受低负荷限制,并需要附加设备系统才能达到良好的环保效果。

2.2 先进的粉煤燃烧

先进的粉煤燃烧的基本原理与传统的粉煤燃烧大同小异。传统的充分燃烧技术是控制氮氧化物、 SO_2 和固体颗粒物的排放,新技术的革新主要是高温高压蒸汽条件的改进。运用这些技术其效率有望

超过40%,并且到2015年蒸汽条件可超过35 MPa和700℃。这一技术的主要特点是:适应性强;经过特定的设计能够燃烧各种煤;热效随着蒸汽条件的改善而提升;需要附加系统达到良好的环保性能;有较高的可行性;成本投资比传统粉煤燃烧要大。

2.3 循环流化床燃烧(CFBC)

煤炭燃烧技术的发展主要集中在循环流化床燃烧技术。在循环流化床燃烧机组中,常压下煤在高速气体流化的固体床上燃烧,燃烧气体和悬浮夹带固体颗粒在一个高效旋流器中分离,颗粒重新返回到流化床中再次循环。燃烧过程中释放的热和洁净前用来冷却燃烧气体的余热炉中的热被收集起来加热,使锅炉系统产生超热蒸汽,驱动一个传统的冷凝蒸汽涡轮机发电,在燃烧过程中可以加入石灰石减少 SO_2 的排放。该技术能燃烧各种煤和混合燃料;热效受到类似于粉煤燃烧方法下蒸汽条件的限制;适用于各种负荷值且有较大的灵活性;环保性能较好(在流化床中硫和氮氧化物的滞留物低);民用规模的经验难以推广;而它的成本相当于粉煤燃烧技术和烟道气脱硫技术成本之和,比较便宜。

我国从1989年第一台35 t/h小型CFBC锅炉电站投入运行以来,现已有300台以上35~75 t/h的小型CFBC锅炉电站在全国投入运行。目前在建和建成的220 t/h(50 MW机组)CFBC锅炉已超过十台,引进的100 MW CFBC装于四川内江高坝电厂,国内已具备100 MW CFBC的开发和设计能力。300 MW CFBC示范电站正在招标,计划2004年投运。

2.4 增压流化床燃烧(PFBC)

在增压流化床燃烧装置中,煤的燃烧条件为1.0~1.5 MPa、850℃。气体涡轮机在压缩区间提供燃烧所需的空气,气体穿过旋流器送到涡轮机中,在洁净之前再送到余热炉中,最后经由排气管排出。从余热炉和燃烧过程中产生的热用来加热蒸汽,为下一次热蒸汽循环做准备。在燃烧过程中可添加石灰石降低 SO_2 (氮氧化物的排放量较低)。在产生的电能中,气体涡轮机所发的电占15%,蒸汽涡轮机占85%。这一技术的特点在于:运作方面的试验和演示次数有限;目前仅限于350 MW的容量;能燃烧各种煤包括高灰分煤;使用低温入口气体涡轮机来提高热效;由于硫被滞留在床体中,因而环保性能好;有限的操作经验制约了可广泛利用的认识;成本比

粉煤燃烧系统高得多。

1990 年中国开始建设 15 MW PFBC—CC 中间试验机组,目前已具备进行试运行的条件;计划建设 1~2 座 100 MW 等级的 PFBC—CC 商业性试验电站,大连台山和江苏贾汪 2 个电厂正在开展 P2000 机组的可行性研究。

2.5 集成气化循环系统 (IGCC)

在集成气化循环系统中煤伴有蒸汽被氧气气化,产生一种主要成分是一氧化碳和氢气的燃气。其中包括三个主要气化模式:悬浮夹带气化,流化床气化和固化床气化,后两者的区别主要是气化反应发生的气固交界面的性质不同。先除去气体中的微粒和气体污染物如硫化氢等,然后让洁净气体在气体涡轮机中充分燃烧并产生电能。从气体涡轮机中收集的热量用来加热余热炉中的蒸汽,使之带动一个传统的冷凝蒸汽涡轮机发电。气体涡轮机的工作温度(1260℃的入口温度)和蒸汽涡轮机中的余热使这样的系统能保持较高的效率。

几种集成气化循环系统技术正向商业化转化,如壳处理加工,是以悬浮夹带气化系统为基础,顶部循环与一个带有可分离固体燃烧器的局部气化装置结合,这一系统与集成气化循环厂相比有两个突出的优点:气化装置的设计相对简单并能适应各种各样的煤,同时,固体燃烧器的使用能促使高热量在气化环境中匹配更高级的蒸汽条件。但是,这样的系统相对更复杂且仍处在开发阶段。

集成气化循环技术商业厂或示范厂相对较少,运行经验缺乏;该系统能采用大型气体涡轮机组来控制;需要特定的设计才能燃烧各种煤;利用入口高温气体涡轮机来提高热效;负荷灵活性经验有限,其集成设计的操作复杂;总的环保性能较好;可行性仍未被可靠论证,但它可能是最有价值的技术。

世界范围内已投入运行的 IGCC 电站有荷兰、西班牙、美国的 4 台大机组,最大的是西班牙的 Puretollano 300 MW 机组。我国计委已批准进行 300 MW 或 400 MW 等级的 IGCC 示范工程,前期工作已经开始建设。

3 未来的运用和发展

世界上大多数的煤炭发电厂仍是传统的粉煤燃料发电厂,而且都是次临界蒸汽循环控制。其广泛

的适应性虽弥补了它运行效率相对较低的缺点,且积累了成熟的操作经验,但大范围的改进系统仍有必要,特别是在蒸汽循环环节,这能有效地改善环境。今后,装备了次临界蒸汽设备和排放物控制系统的传统粉煤发电厂技术,将成为改进厂或者新厂的核心技术部分。

作为一种新技术,流化床燃烧循环控制发电技术长期的试运行表明,它并不能将提高效率和环保要求有机结合起来。因此,要达到预期的目标并使这项技术被广泛利用,必须进行大量的试验和示范。目前,这些新型发电厂建设成本相对其它传统生产厂而言要高,但成本会随着生产厂的设计和建设经验的丰富而降低。

我国洁净煤发电技术还处在起步阶段,因而对这一技术发展应着重在以下几个方面:

(1)加强对 CFBC、PFBC、IGCC 电站的技术和经济分析,有步骤、有阶段地发展。同时,在统一组织和规划下,加快基础研究和应用开发工作。

(2)可考虑在引进设备和技术的基础上合作设计和生产,尽快建立相关的示范厂,同时组织技术力量分析和消化吸收这些技术和试验经验,并尽快应用到国产的机组和设备上,加快这一技术的商业化进程,促进我国洁净煤发电技术的发展。

4 结语

世界范围内对电能的需求不可避免的增加必然导致现有煤炭发电厂的升级或者建设更多的新型电厂。当然,洁净煤发电技术的继续发展并推广到商业领域中是国民经济的需要,也是实施可持续发展战略的需要,这可获得经济和社会的双重效益。

参考文献:

- [1] 俞珠峰,陈贵峰,秦俊杰,等.中国洁净煤技术的发展现状和前景[A].见:中国煤炭学会学术研讨会论文集[C].北京:煤炭工业出版社,1999.04.
- [2] 邢伟.国内外洁净煤发电技术发展动态[J].四川电力技术,1998,(1).
- [3] J. C. Whitehead. Clean coal technology for the utility sector [J]. Coal, 2001,(11).
- [4] International Energy Agency. Clean coal technology - markets and opportunities to 2010[Z]. Paris: IEA, 1996.