



林宗虎,浙江湖州人,中国工程院院士,热能工程专家。现为西安交通大学热能工程系教授。他创建的两相流孔板流量计算式被国际上评为最佳式,称“林氏公式”;首创了发生两相涡街的统一判别式。在传热学方面,创建了国际上第一个脉动流动时的沸腾传热计算式。

卷首语 Foreword

科技导报 2017, 35(2)

节能减排是燃煤电站锅炉发展的必由之路

气候变暖和温室气体CO₂等的必须减排是当前各国面对的全球性战略问题。我国已向世界庄严承诺到2020年中国单位GDP的CO₂排量要比2005年减少40%~45%。2015年4月25日中国发表的《中共中央国务院关于加速推进生态文明建设的意见》再次将这一减排任务列为主要目标之一。因此,这一减排指标是一定要达到的。近年来我国由烟尘等引起的雾霾污染日趋严重,这也是我国必须重点解决的环保问题。

我国一次能源以煤为主,2014年底煤炭耗量占一次能源总耗量的60%以上。即使到2030年我国非化石能源所占一次能源总量的比例也不会超过20%。因此我国以煤为主的能源结构在较长时期内仍难以改变。燃煤电站锅炉耗煤量约占煤炭总耗量的一半。我国发电机组主要为煤电机组,2014年底煤电机组约占发电机组的62%。2013年我国的CO₂、SO₂、NO_x和烟尘排放量均居世界第一。其中,由煤电锅炉排出的相应占到总量的50%、38%、43%和17%。因此随着经济发展,燃煤电站锅炉要继续发展就必须首先解决排烟造成的环境污染问题。解决的途径有三:首先是提高锅炉和发电循环的效率以减少燃煤量和排烟量;其次为净化排出的烟气;最后为发展煤的洗选工程,使进入锅炉的燃煤为洁净煤以减少燃煤产生的烟气中的污染物。

提高锅炉和电站发电效率亦即要降低电站的供电煤耗。这方面的主要措施和技术有以下几种:1)采用超临界和超超临界煤电机组。一般煤电机组发电效率约40%,超临界机组为42%,超超临界机组可达45%~50%。全球超临界及以上的机组有600多台,我国已有150多台。2)采用整体燃气化的燃气轮机—蒸汽轮机联合循环发电机组,其发电效率也可达45%~50%。此类设备全球约有30台,我国有1台华能天津250 MW示范机组,已长周期稳定运行。3)发展煤炭多联产技术,煤在气化和净化后可用于生产电、油、氮肥和其他化工产品,可提高10%~20%的煤炭利用率。4)由国家实行“上大关小”的强制性退出机制,我国自实施关停10万kW效率不高的中小型机组,发展超临界压力高效大型机组后,全国平均发电煤耗已自2005年370 g/(kW·h)下降到2014年319 g/(kW·h)。亦即要比当前国际先进水平煤耗更低。

净化锅炉排烟的措施如下:1)在上述国家行动计划中明确规定燃煤发电机组的大气污染物排放浓度应向燃气轮机电厂看齐。新建燃煤发电机组排放浓度基本达到燃气轮机排放极限值,即烟尘、SO₂、NO_x的排放浓度不高于10、35、50 mg/Nm³。现役机组经5年改造后达到这个超低排放标准。2)国家能源局确定一批现役燃煤机组超低排放环保示范项目,在2015年验收的示范项目中,采用石灰石—石膏湿法烟气脱硫技术和采用低氮燃烧器加装一层催化剂等脱硝技术已可使SO₂和NO_x达到规定值。采用湿式静电除尘器后烟尘排放浓度也可满足小于10 mg/Nm³的要求。在新建燃煤发电机组方面,北京、江苏、福建等11个省份的新建机组的烟气排放浓度也均可达到上述超低排放的要求。这种高效率超低排放燃煤电站锅炉的研发成功对于现阶段燃煤电站锅炉的发展具有重要的经济价值和社会意义。这是我国现阶段可以高效清洁集中可持续利用我国主要能源(煤炭)的一项重要技术措施。燃煤电站应用超低技术排放是最经济的,比之常规电站,其发电成本仅增加1.5~2.0分/(kW·h)。如将燃煤电站改为燃气,则发电成本根据不同地区将增加0.3~0.8元/(kW·h)。3)燃煤电站排出的烟气中含有大量的温室气体CO₂,每燃用1 kg煤将排出2.66 kg CO₂。现今各国锅炉排放标准中尚未列入对CO₂含量的限制值,在未来十多年中也会将其列入排烟标准,欧洲已规定到2020年后新建燃煤电站必须装有CO₂捕集设施。当前我国及世界各主要工业国均在努力研发锅炉排烟中CO₂的捕集和利用技术,并在燃煤电站锅炉中试用,已取得不少成果和进展,例如,在CO₂捕集技术中已研发过多种物理吸收法和化学吸收法,但前者捕集率不高,后者耗水耗能较大。此外还研发过便于CO₂从烟气中分离的膜分离法和富氧燃烧法,但均尚需提高捕集率。目前各国正在致力于研发能进一步提高捕集率、节能节水和经济适用的CO₂捕集技术,使燃煤锅炉成为烟气近零排放的高效洁净可持续发展的发电设备。

煤的洗选对于燃煤电站锅炉的节能减排也有重要作用。据统计,每洗选1亿吨原煤可除灰1300万吨、硫35万吨,减少CO₂排放49万吨,排除煤矸石1800多万吨,可提高锅炉燃煤效率10%~15%。

由上述可见,燃煤电站锅炉只要依靠科技创新,节能减排,就一定可以解决自身发展和环保的矛盾,成为可持续发展的高效洁净能负担电网基本负荷的经济可靠的发电设备。

林宗虎

(西安交通大学,西安 710049)