

近年苏联火电发展概况及其特点

乐永卓

(东方锅炉厂)

苏联火电机组热效率较高,煤耗较低,可用率也高,大部分烧劣质煤,且价格便宜(200MW机组相当同容量的国产机组),故从50年代起在我国享有相当声誉。至今在我国已投运的9台苏联200MW机组运行良好。据1987年4月在秦岭电厂召开的全国200MW级火电机组经验交流协作第7届年会上评出的全国优秀燃煤机组2台:清河电厂№6机组和马头电厂机组,以及一等奖机组2台:清河电厂№5机组及№7机组,这全是苏联配670t/h锅炉的200MW机组。二等奖4台:马头电厂№5机组(苏联200MW机组)、马头电厂№7机组(配东锅670/140—5型锅炉)、陡河电厂№5机组(配哈锅670/140—9型锅炉)及淮北电厂№6机组(配东锅670/140—4型锅炉)^[1]。所以说苏联火电技术基本是成功的,是可以借鉴的。

此外,为了缓和目前国内电力紧张形势,努力满足每年国民经济增长的需要,“七五”“八五”期间不得不引进部分国外火电设备。为了平衡中苏贸易(近年我国是顺差)购买优质且便宜的苏联火电机组是明智之举。从1987年到1990年我国将从联苏引进数百万千瓦的火电设备。其中10套210MW供货合同于1986年10月24日在京签字(分别装于西漳泽、山东黄岛、黑龙江的牡丹江及双鸭山等电厂),4台50万及2台80万千瓦机组的引进事宜正在洽谈之中^[2,4]。所以,对近年来苏联火电发展近况及其动向深入了解是有必要的,尤其是在中苏火电交流中断了20余年的今天,更有其必要性。

表1 近年我国已投运的200MW以上的进口机组锅炉(到1987年底)^[3]

类别 电厂	机组 编号	功率 Mw	类 型	燃 料	蒸发量 t/h	制造厂	投运年代
天 津 大 港	1	328.5	强制循环炉	渣 油	1025	意 大 利	1978.11
	2						1979.10
山 西 漳 泽	3~6	210	EP—670自然 循环炉	贫 煤	670	苏 联 TK3	1986.9
内 蒙 元 宝 山	1	313	低倍率复合循环 直流炉	褐 煤	921 1814.25	瑞 士 苏 尔 寿 斯 丹 米 勒 (西 德)	1978.12
	2	627					1985.12

本文收到日期:1987年8月12日

河 北 马 头	5	210	EП670/140自然 循环炉	原 煤	670	苏 联 TK3	1978.12
	6						1979.11
河 北 陡 河	3	250	自然循环单汽包 炉	煤	850	日 立	1978.1
	4						1978.3
辽 宁 清 河	5	210	自然循环单汽包 炉	煤 油	670	苏 联	1977.7
	6						1977.8
	7						1977.12
河 南 平 顶 山	3	300	直 流 炉	原 煤	924	比 利 时	1985
	4	300					1986
宝 钢 自 备 电 厂	1	350	控制循环汽包炉	高 炉 煤 气、煤	1160	三 菱 重 工	1981
	2						
山 东 黄 台	7	300	控制循环汽包炉	煤	1025	同 上	1987.10
山 东 石 横	1	300	控制循环汽包炉	煤	922.3	引进美CE技术 上锅生产	1987.6
	2						1988

正在投建中的大容量引进机组锅炉有：①福州电厂№1、2日本三菱重工机组（350 MW，1988、1989投运）；②大连电厂№1、2日本三菱重工机组（350 MW 1988，1989投运）；③河北上安电厂№1、2机组美国GE承建（350 MW，锅炉为W型加拿大BW分包，№1机1988年投运）；④安徽平圩电厂№1机组（锅炉为控制循环汽包炉，引进美CE技术，哈尔滨锅炉厂制造，1988年投运）。拟建中1990年后投运的引进机组还有：①天津蓟县2台500 MW 苏联超临界机组；②天津大港2台330 MW（№3、4机）意大利机组；③四川江油2台330 MW（№7、8机）法国机组；④山东黄岛2台210 MW（№3、4机）苏联机组；⑤山西漳泽4台210 MW（№7~10机）苏联机组；⑥上海石洞口2台600 MW（№5、6机），华能公司国际招标中；⑦四川珞璜2台350 MW，（№1、2），华能公司国际招标中；⑧太原二热电厂2台300 MW波兰机组（1990投运）。

一、火电发展概况^[5~8]

苏联电力工业战后有长足进步，近年来仍保持发展的势头。1985年总发电量为15 450亿k·W·h，比1984年增加3.5%（520亿k·W·h）。而1986年总发电量为16 000亿k·W·h，又比1985年增加3.56%，其中火电为1.1万亿k·W·h，占76%，供热机组发电量为4700亿k·W·h，占火电的38.6%。1986年全国人均发电量为5741k·W·h，比1985年增加143k·W·h。

1986年全国装机容量为322 000 MW，其中火电为229 000 MW，占71.1%（1985年火电总装机容量为225 030 MW）。供热机组总容量为89 000 MW，占火电的38.9%；核电为30 100 MW，占9.3%。

预计1987年全总发电量比1986年增长4%，火电增加2.35%，全国人均发电量比1986年增长2.9%。1987年增加的机组容量为9100MW，1987年供电煤耗为325g/k·W·h。

新装机组一半都是火电，火电仍不断减少燃油的比重，相应增加天然气比重。近年很多大型火电厂都铺设了天然气管道。此外，还将在1987年内进一步发展从集中供热源（热电站废热供热装置等）来供热。

近年投运的火电机组主要是800、300及210MW机组，热电机组为250、180~175及110MW机组。1986年新投运的火电机组就有苏尔古特第二电厂800MW、乌拉尔彼尔姆电厂800MW、基辅及诺沃安格里电厂的300MW机组。投运的核电站都是1000MW级机组，如：加里宁、扎波罗热及罗文诺核电站的新机组。

到1990年苏联总装机容量达386 700MW，其中核电增长最快，为68 600MW，火电为246 600MW。

目前苏联所生产的大容量锅炉主要配210MMW高压机组，和配300、500、800及1200MW超临界参数机组，燃用煤（主要是褐煤、无烟煤及劣质煤）、油及天然气。

配800MW机组的有燃用坎斯克——阿奇斯克(Канско-Ачискский)地区褐煤和库兹涅茨煤(Кузнецкий)的П—67及ТПП—804型锅炉；配500MW机组有燃高灰分的爱基巴兹涅斯突兹煤(Экибастузск)的П—57P型炉，配300MW机组的是ТГМП—344型的1000t/h炉；配200MW级机组是ТГМЕ—206、ТПЕ214、215、217型670t/h炉。配150MW是500t/h的ТГМЕ—428、464等型炉。最大机组为1980年底投运的单轴的1200MW的科斯特罗姆机组(Костромской)，配3950t/h超临界直流炉，是世界有名的大容量机组之一。1985年核机组完成运行试验，经调试后可长期稳定运行，可用率达97%，耗煤量312.02g/kW·h。锅炉蒸汽参数为23.5MPa，540/540℃。

目前全苏火电装机容量的构成是：1台1200MW、12台800MW、15台500MW、154台300MW、156台200MW机组（1985年底统计）。200及300MW仍是主力机组，今后则是500及800MW机组。

过去为我国、印度、伊拉克及孟加拉国提供的大多是200MW级超高压机组（配670t/h汽包炉）。

现在苏联火电锅炉制造能力每年约为12 000MW，主要由三大动力基地承担：塔岗锅炉厂(ТКЗ)，波道尔锅炉厂(ПКЗ)及巴尔瑙尔锅炉厂(БКЗ)。其中ТКЗ发展为横向联合锅炉生产联合企业。年产量达6000MW，占全苏锅炉总产量的一半。后两家基本各占剩下的一半。此外还有比斯克锅炉厂(БИКЗ)及别尔戈罗德锅炉厂(БЕКЗ)，主要生产小容量电站锅炉与工业锅炉。

综上所述，苏联的火电事业的规模、火电机组制造的能力与水平，也都处于世界的前列，为世人所瞩目。它的火电技术近年来也独具特色。

二、火电技术发展新特色

1. 先进的无烟煤锅炉^[7、9]

在机组的蒸汽参数方面，60年代初是从200MW超高压机组直接提高到300MW以

上的超临界压力机组，越过了亚临界的阶段。

在燃烧方面，苏联由于无烟煤储量为世界第一位，煤种煤质较单一，故长期以来一直把火电燃用无烟煤作为能源方针之一。因此，几十年来形成了制造与使用无烟煤电站锅炉的传统技术。十余年来，对300及500 MW超临界参数机组不断地完善，基本上掌握了无烟煤燃烧技术。

苏联无烟煤炉主要有200 MW容量级的TII-100型，300 MW容量级的 TIII—110、TIII—210及TIII—210A型。此容量级的炉最多，燃烧技术也成熟。还有500 MW容量级的II—49型与800 MW容量级的TIII—200型。

TIII—110型锅炉是苏联首型超临界的300 MW机组锅炉。苏联无烟锅炉的较佳炉型及燃烧技术主要开创于此型锅炉，即为双炉体半开式、前后墙对冲布置旋流燃烧器液态排渣方式。从此发展成世界无烟煤锅炉技术另一大流派，与美国福斯特·惠勒(FW)公司为首的欧美流派(W炉型)并驾齐驱。

TIII—110的改进型是TIII—210及TIII—210A型。

500 MW容量级的II—49型炉及800 MW容量级的TIII—200型炉都是按上述炉型设计。首台TIII—200型无烟煤炉于1968年在斯拉维斯克电站投运，至今仍是世界最大的无烟煤炉和液态排渣炉。该炉蒸发量2650 t/h，蒸汽参数为565/545℃，25 MPa(255 kg/cm²)。

从上可知，苏联无烟炉在其火电机组中占有很重要一席，几乎电站锅炉每一容量级的首型都是无烟煤炉，而且大中小容量齐全，达到了系列化。

2. 致力发展供热机组与提高蒸汽参数^[7,10,12]

苏联是世界上供热最发达的国家，工业及热网所需的一切热量都由热电厂与工业锅炉房供给，其中包括利用二次能源装置。1931~1985年苏联新投运的供热机组容量达15 000 MW，1986年总容量达89 000 MW。1986年集中供热量比1985年增加0.2亿百万大卡，达27.12亿百万大卡。

近年来不断将大量的凝汽式机组改为供热机组。已完成了150~300 MW级凝汽式机组的改造设计工作。此150~300 MW级供热机组将是苏联热电站的主力机组。目前火电与供热机组的煤耗分别为326克/千瓦小时与173千克/百万大卡，居世界之前列。

此外还开发了热出力为16.8~754 MJ/h(4~180百万大卡/时)的热水锅炉，并完成了热出力为419~754 MJ/h(100~180百万大卡/时)热水锅炉的试验工作。

近年来为了提高机组的热效率，加强对提高蒸汽参数的技术开发工作，将很多中等容量运行机组的汽温从540/540℃提高到560/560℃，使机组热效率提高1.3%。还拟定将来把新建机组的汽温按三个阶段进一步提高：第一阶段把中间再热蒸汽温度提高到565~570℃；第二阶段把过热蒸汽温度提高到565℃；第三阶段把过热与再热汽温提高到585℃。目前苏联已有可能生产31.5 MPa、650/570℃的超超临界参数的火电机组。

3. 积极开发燃气——蒸汽联合循环机组^[7,11]

蒸汽燃气联合循环机组可节约4~12%的燃料，机组的经济性得到较大提高，降低

其金属耗量。苏联在这方面的开发已取得明显成绩。苏联蒸汽燃气联合循环分三种类型:

(1) 高压蒸汽发生装置*

该装置在所有电力设备中金属耗量最少,但燃气轮机及锅炉要求高质量的燃料及燃气。

(2) 燃气轮机余热锅炉

此时高质量燃料只供给燃气轮机,锅炉利用燃气轮机高温排气或部分重油或煤粉。故该系统锅炉可与燃气轮机分开工作。

上述两种类型的循环装置已成功投运。

(3) 煤内循环气化的蒸燃联合循环装置

该气化并燃用库兹涅茨煤的蒸燃联合循环装置——ПУ—250型已于1980年10月试运行。该装置由配 670t/h 锅炉的215MW汽轮机组与 35MW燃气轮机组组成,总功率250MW。该机组是全苏国家设计院(ВГПИ)按中央锅炉透平研究所(ЦКТИ)科技生产联合公司(НПО)技术要求设计,由TK3等联合试制的。

综上所述,近年来苏联火电技术已取得长足进展。燃用无烟煤超临界机组锅炉、热电联供,节能的燃-蒸联合循环技术是其技术发展的特点。

参 考 文 献

- [1] 清镇电厂《生产技术通讯》1987, №18
- [2] 《动力系统工程》1986, №4
- [3] 《全国火电厂基本情况调查汇总表》1987年6月, 哈尔滨电站设备成套设计研究所
- [4] 全国机电工程学会关于发展我国超临界机组研讨会资料, 1987年4月 南宁
- [5] 《Электрические Станции》1986, №1, P1~4
- [6] 《Электрические Станции》1987, №1 P1~4
- [7] 《Энергомашиностроение》1985, №11 P1~5
- [8] 《Теплоэнергетика》1985, №8 P8~13
- [9] 《电力技术》1987, №4
- [10] 《发电设备》1987, №7, P40
- [11] 《Теплоэнергетика》1985, №2, P1~4
- [12] 《内蒙古电力》1983, №3, P28~31

* 气体或液体燃料在高压蒸汽发生器内高压下燃烧,其烟气进入燃气轮机作功,作功后的余热又用于加热省煤器,然后排出大气。高压蒸汽发生器产生的蒸汽进入汽机。