

大庆莎中燃气轮机热电站的热能分级利用

邱鸿瑞 (大庆石油管理局油田建设设计研究院)

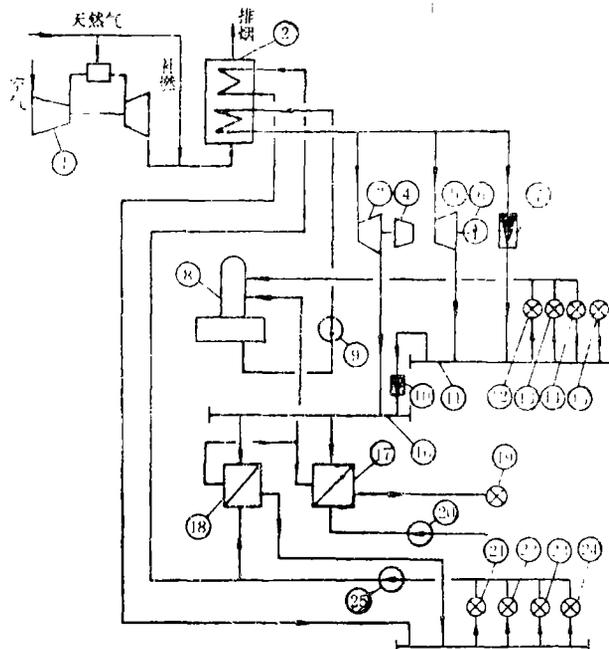
〔提要〕 本文采用“烟效率”这一概念对莎中热电站从英国引进的SK15HE热电联供装置的热能分级利用进行了分析。

关键词 热电联供装置 烟效率 分析

大庆莎中油气处理厂于1984年从英国引进两套SK15HE燃气轮发电机组,单机功率11.9 MW,1987年建成投产,两套机组并列运行。

该机组及所属设备的引进由我国工程设计人员拟定原则性热力系统,并提出具体的参数要求。

本热电站采用了燃气—蒸汽—热水联合循环方式,热能分级利用,并选定了蒸汽—热水双相介质余热锅炉,从而获得了较高的系统烟效率和热利用率。下图为原则性热力系统示意图。



原则性热力系统示意图

- 1、燃气轮机 2、余热锅炉 3、蒸汽轮机 4、压缩机 5、蒸汽轮机 6、油泵 7、减温减压器
8、除氧器 9、给水泵 10、降压阀 11、中压分汽缸 12、蒸汽用户1 13、蒸汽用户2 14、蒸汽用户3
15、蒸汽用户4 16、低压分汽缸 17、回注水换热器 18、循环水换热器 19、回注水用户9 20、外输水泵
21、循环热水用户5 22、循环热水用户6 23、循环热水用户7 24、循环热水用户8 25、循环水泵

收稿日期:1988-12-27。

经处理过的天然气首先供给燃气轮机的燃烧室发电，燃气轮机的排气余热用蒸汽——热水双相介质的余热锅炉进行回收。余热锅炉所产生的高压蒸汽 ($P = 2.5\text{MPa}$, $t = 400^\circ\text{C}$) 供给用于拖动压缩机和油泵的背压蒸汽轮机。拖动油泵的背压蒸汽轮机排气压力 $P = 0.7\text{MPa}$ ，拖动压缩机的蒸汽轮机背压 $P = 0.3\text{MPa}$ 。较高压力的背压汽直接供给蒸汽用户；较低压力的背压汽通过汽——水换热器，以循环热水和一次性的热水供给，满足境环热水用户及油田回注水热用户的需要。余热锅炉所产生的循环热水与汽——水换热器所产生的循环热水并网。

表1、2、3、4、5为热能分级利用平衡表。

表 1

数 目		月 份	
项 目		1	7
一 次 能 量 输 入 MW	两台燃气轮机输入燃料化学能	71.05	66.37
	两台余热锅炉补燃化学能	16.55	6.09
	小 计	87.6	72.46
有 效 能 量 输 出 MW	燃气轮机组发电 (一级利用)	24	22.2
	蒸汽轮机动力 (二级利用)	2.05	2.05
	蒸汽热用户 (三级利用)	6.49	5.65
	循环热水用户 (四级利用)	27.51	15.49
	回注水热用户 (五级利用)	8.85	9.82
	小 计	68.9	55.21
热能利用率%		78.64	76.19
烟 效 率%		40	
备 注		7月份有一台余热锅炉的热水 加热器停运	

表 2

数 目		月 份	
项 目		1	7
余热锅炉产高压蒸汽 $p = 2.5\text{MPa}$ $t = 400^\circ\text{C}$ t/h		32	30.96
汽轮机需蒸汽量 t/h	用于拖动压缩机	14.08	14.08
	用于拖动油泵	16.88 (0)	16.88 (0)
	小 计	30.96	30.96
余高压蒸汽量 $p = 2.5\text{MPa}$ $t = 400^\circ\text{C}$		1.04 (17.92)	0 (16.88)
平 衡 措 施		通过减温减压器进入中压分汽缸	
备 注		括号内数字，由于油泵未投入运行	

表 3

数 目		月 份	
项 目		1	7
中压分汽缸可供蒸汽量 t/h $p=0.7\text{MPa}$ $t=210^\circ\text{C}$		18.43	16.77
蒸汽用户耗汽量 t/h $p=0.7\text{MPa}$ $t=210^\circ\text{C}$	用户1(天然气初加工)	5.1	5.1
	用户2(原油稳定伴热)	2.0	0.68
	用户3(初加工伴热)	3.0	1.02
	用户4(温室消毒)		2.0
	小 计	10.1	8.8
余中压蒸汽量 t/h $p=0.7\text{MPa}$ $t=210^\circ\text{C}$		8.33	7.97
平 衡 措 施		进低压分汽缸换热	进低压分汽缸换热

表 4

数 目		月 份	
项 目		1	7
产循环热量 t/h 供 110°C 回 70°C	余热锅炉热水加热器	420.84	190.80
	循环水换热器	170.64	143
	小 计	591.48	333.08
循环热水用户 需循环热量 t/h 供 110°C 回 70°C	用户5(原油稳产换热)	280	280
	用户6(西油库)	27.3	53
	用户7(全光温室)	241.18	0
	用户8(本厂采暖)	43	0
	小 计	591.48	333
余循环热量 t/h 供 110°C , 回 70°C		0	0
平 衡 措 施			停一台余热锅炉的热水加热器

表 5

数 目		月 份	
项 目		1	7
回注水, 汽—水换热器产回注水量 t/h $85\sim 95^\circ\text{C}$		92.86 (90°C)	103 (90°C)
用户9回注水需用量 t/h $85\sim 95^\circ\text{C}$	西三转油站	22.36	43.5
	南五转油站	70.5	70.5
	小 计	92.86	113.5
余回注水量 t/h ($85\sim 95^\circ\text{C}$)		-21.14	-10.5
平 衡 措 施		由西油库补供21.14 t/h到西三站	可由西油库补供10.5 t/h到西三站

从热平衡表可以看出, 莎中燃气—蒸汽—热水联合循环热电站把一次能源(天然气的化学能)分为五个能量级进行了利用。

第一级为燃气轮机发电, 占总输入能量的27.4%; 第二级为蒸汽透平做功, 占总输入能量的2.34%; 第三级为蒸汽供热, 占总输入能量的7.4%; 第四级为热水循环供热, 占总输

入能量的31.4%；第五级为一次性的回注热水供汽，占总输入能量的10.1%。

由于分级用能，减少了能级差，使系统用效率高达42.86%，热能利用率达到78.64%。

一般说来，较高的热效率都意味着受热面金属耗量的增加，进而导致投资费用偏大。而莎中热电站由于选用了蒸汽——热水双相介质的余热锅炉，增大了尾部受热面的传热温差，有效地降低了燃气轮机的最终排气温度的，降低了金属耗量。值得提出的是，由于燃气轮机的过剩空气系数要比蒸汽锅炉大2.5~4.5倍，其排气量大，如能有效地降低燃气轮机的排气温度的，对提高热利用率很有意义。双相介质余热锅炉用较少的受热面回收了更多的热量，余热锅炉成本大为节省。本热电站每缸投资2 384元，投资回收年限5年。

新产品、新技术信息

№ R 89—2 软包装机电设备成套技术

在引进国外技术的基础上，可根据用户对参数、功能的特殊要求设计成套软包装机械。可承接制造、安装及调试，并可培训操作人员。各类软包装机械已在众多彩印，胶粘剂厂、食品厂、造纸厂、绝缘纸加工厂、铝箔纸加工厂等单位取得良好的使用效果。

服务项目：1. 承接各类软包装机械订货；2. 机电设备安装及调试；3. 转让技术资料；4. 根据用户要求，提供非标准设备设计；5. 软包装材料厂新建或扩建技术咨询；6. 国外引进软包装设备的技术服务；

7. 优化选择软包装生产线成套设备；8. 培训操作人员；9. 翻译国外引进设备技术资料。

№ R 89—3 光电控制全自动制袋机制袋机

是软包装材料生产线中配套设备之一。适用于各种复合薄膜制成口袋，卷材经过中封，底封及底切即成口袋。全自动制袋机具有八十年代先进技术，采用光电检测、自动温控、张力自动控制等措施，确保制袋平整，牢固，成品率高。规格：生产能力30~90只/分；制袋品种平袋或折叠袋；制袋宽度3mm；制袋长度500mm。

新产品、新技术信息

№R89—4 **中封制袋机** 是软包装材料生产线中配套设备之一，适用于各种复合薄膜制袋、将卷材经过中封制成连续的筒形材料。中封温度采用自动控制，封口平整、牢固。机器结构简单、操作方便、价格低廉，是小型软包装材料厂的经济型设备。规格：生产能力米分；制袋品种平袋或折叠袋；制袋宽度最大280mm；放卷直径最大 $\phi 600$ mm。

№R89—5 **干法复合机** 是软包装材

料生产线中必要的设备之一，它将塑料薄膜、铝箔、纸张等材料相互复合，形成复合薄膜。广泛应用于食品、医药、日用品的新颖包装。本机采用自动温控、张力控制、转速同步、电热辊筒电子秤称重等先进技术。曾获无锡市科技成果三等奖。可设计制造干法复合机、湿法复合机和涂布机。规格：复合宽度500~1000mm；复合速度、30~80 m/min；干燥温度70~130℃。

(如需以上技术或产品请与编辑部联系)

JOURNAL OF ENGINEERING FOR THERMAL ENERGY AND POWER

No.4 1989

CONTENT

- 1. Comparison of the steam-water mixture full flow power system and the flash evaporation power generating system in respect of energy utilization rate**
 *GuChuju^u, etc.* (1)

Abstract

A comparison is made in this paper of the power generation method based on hot water and steam-water mixture full flow with that based on flash evaporation form an energy utilization view point. An equivalent hot water temperature concept has been proposed in the steam-water mixture power generating system, which simplifies the thermal calculation of the steam-water mixture power generating system. In an actual steam-water power generating system, a thermodynamic calculation is conducted of the full flow power generating system which has the same generating capacity as that of the flash evaporation version. The minimum internal efficiency curves of the full flow generator at various thermal source temperatures and dryness have been obtained.

Key words: full flow power generation, flash evaporation power generation, energy, utilization rate

- 2. Thermal energy utilization by stages at Shazhong Gas Turbin Thermal Power Station of Dacqing**.....*Di Hongrui* (11)

Abstract

This paper analyzes the stage-by-stage thermal energy utilization of the SK 15HE cogeneration plant (imported from England) of Shazhong Thermal Power Station by using the "exergy efficiency" concept.

Key words: cogeneration plant, exergy efficiency, analysis

- 3. A pratical application of fan and water-pump energy-saving control**
 *Yang Qingsheng* (15)

Abstract

Taking a fan and water pump as an example, this paper discusses the variable transmission and energy-saving of the small-sized power station boiler auxiliaries, as well as the formulation principle and practical implementation of the transmission system. The author points out that the proposed version can be readily