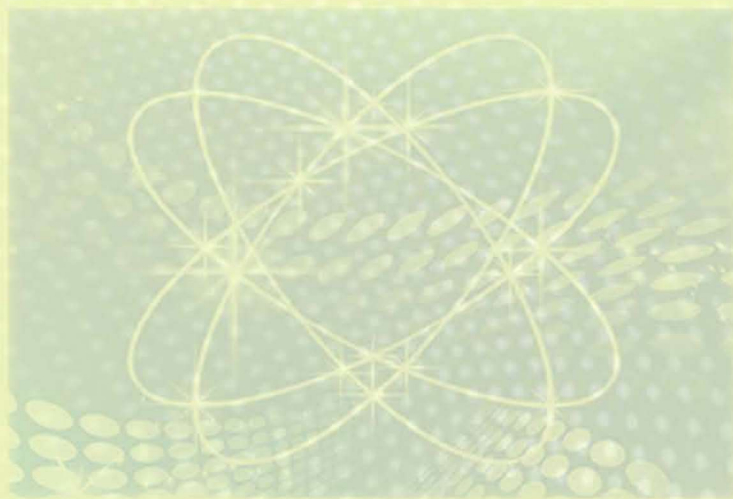


# 水泥窑纯低温余热发电

张淑芳 主编



兰州大学出版社

# 水泥窑纯低温余热发电

张淑芳 主编

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥窑纯低温余热发电/张淑芳主编. —兰州:

兰州大学出版社, 2010. 8

中等职业教育通用教材

ISBN 978-7-311-03587-7

I. ①水… II. ①张… III. ①水泥—化学工业—余热  
发电—专业学校—教材 IV. ①TM617

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 154427 号

策划编辑 张国梁

责任编辑 张 萍

封面设计 张友乾

---

书 名 水泥窑纯低温余热发电

主 编 张淑芳

出版发行 兰州大学出版社(地址:兰州市天水南路 222 号 730000)

电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)

0931-8914298(读者服务部)

网 址 <http://www.onbook.com.cn>

电子信箱 [press@lzu.edu.cn](mailto:press@lzu.edu.cn)

印 刷 兰州人民印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 11.75

字 数 222 千

版 次 2011 年 1 月第 1 版

印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-311-03587-7

定 价 23.00 元

---

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

## 出版说明

我国当前的教育格局是：第一，普及义务教育；第二，大力发展职业教育；第三，提高高等教育的质量。其中，职业教育被置于需要大力发展的重要地位。但是，由于我国职业教育起步较晚，教材建设与职业教育快速发展的需要存在很大差距。近年来，职业教育教材似乎并不缺乏，但普遍存在着这样或那样的问题，如内容陈旧且难度偏大，不符合教学实际；重理论、轻实用，缺乏职业特色，偏离职教目标；脱离地区、行业职业发展实际，未能充分体现“以就业为导向”的职教方针，等等。就西部地区而言，从教学效果看，由于现行教材编写时没有充分考虑我国地域发展不平衡的现状，没有充分照顾到经济、文化相对落后的西部地区的实际情况，教材使用中存在“水土不服”的现象。因此，针对现状，分析实际存在的问题，尽早尽快地进行教材改革和教材建设，打造适合西部地区生源状况、教学实际、就业需要的“本土教材”，就显得尤为必要。

2008年以来，我社组织人力率先对甘肃、青海、宁夏、内蒙古等省区的高职高专、中职中专院校展开深入广泛的调研，了解各院校学生来源、师资力量、教材配置、就业形势等情况，多次召开由教学一线优秀教师、专家共同参与的教材编写研讨会，反复探讨教学改革、教材建设的新理念、新路子，并针对多门学科教材的使用情况，多方商讨，精心编撰，用两年时间先后推出了高职高专、中职中专系列教材五十余种。今后几年内，大专业基础课、专业主干/核心课、稀有特色课程教材的研发将成为我社工作的重点。

这套系列教材有以下特点:

1.体现国际最新职业教育理念,且具有鲜明的“本土特色”。

2.力求打破传统教材模式,采用模块式编写思路,以项目/任务驱动教学,贴近教学改革,凸现职教特色。

3.内容以“够用”为度,定位准确,难易适中;教师易教,学生易学。

4.理论与实操并重,着力于应用型人才的培养。

本系列教材在出版过程中,我们虽竭尽全力,但限于时间和水平,难免在内容、形式以及编校质量上存在不足,这有赖于教学实践的检验。我们诚恳地希望广大师生提出宝贵意见,以便于修订再版。

信息反馈邮箱:zhangguoliang1966@126.com

兰州大学出版社

2011年1月

# 前 言

进入 2007 年以来,海螺集团及全国水泥行业纯低温余热发电项目迅猛发展,这对减少温室气体排放,保护环境,提高能源利用率和企业的经济效益,建设节约型和谐社会,有着巨大的经济意义和深远的社会意义。

为了适应目前形势要求,保证发电系统投产后的安全、稳定运行,使在校学生更适应市场需要,适应企业需要,在下厂调研后,我们编写了余热发电讲义,以便学生尽快了解和掌握水泥余热发电技术。

本书共分为九章,基本包括了水泥余热发电的工艺,锅炉、汽轮机及电气方面的内容。由于编写水平和对某些问题的认识有限,加上时间仓促,书中错误及不足之处在所难免,敬请读者提出宝贵的改进意见,以便今后修订和完善。

甘肃省建材工业学校

2010 年 8 月

# 目 录

第一章 纯低温水泥余热发电系统概述 .....	1
第一节 水泥余热发电技术应用的背景 .....	1
第二节 纯低温水泥余热发电技术的发展 .....	2
第三节 纯低温水泥余热发电系统工艺流程 .....	4
第四节 P&I 线图图形符号和文字符号的意义 .....	7
第五节 纯低温水泥余热发电的经济效益和社会效益 .....	11
第二章 余热锅炉设备及运行 .....	13
第一节 概 述 .....	13
第二节 余热锅炉的分类 .....	14
第三节 HG-F2900-1 型余热锅炉的结构 .....	17
第四节 余热锅炉设备的组成及作用 .....	20
第五节 余热锅炉的辅助设备 .....	34
第六节 余热锅炉的工作过程 .....	36
第三章 余热锅炉的运行及常见故障 .....	39
第一节 余热锅炉的启动与停炉 .....	39
第二节 余热锅炉运行的监视与调整 .....	42
第三节 余热锅炉事故的处理及预防 .....	46

第四章 汽轮机基本知识 .....	48
第一节 汽轮机基本概念 .....	48
第二节 汽轮机分类 .....	52
第三节 汽轮机型号 .....	56
第五章 汽轮机工作原理 .....	58
第一节 蒸汽在喷嘴中的热力过程 .....	58
第二节 喷嘴截面变化与流速关系 .....	61
第三节 蒸汽在动叶片中的流动 .....	64
第四节 轮周功率和轮周效率 .....	67
第五节 级内损失 .....	70
第六节 级的相对内效率 .....	74
第七节 速度比与轮周效率关系 .....	74
第八节 复速级 .....	75
第六章 汽轮机运行及故障 .....	77
第一节 总 则 .....	77
第二节 汽轮发电机组规范及技术特性 .....	78
第三节 汽轮机本体 .....	79
第四节 汽轮机启动前的准备 .....	84
第五节 汽轮机的启动 .....	85
第六节 汽轮机组的正常维护 .....	89
第七节 汽轮机的停止运行 .....	90
第八节 汽轮机辅助设备运行规程 .....	91
第九节 汽轮机组事故处理规程 .....	93
第十节 循环水系统 .....	99
第十一节 真空除氧系统 .....	100
第七章 发电机 .....	102
第一节 发电机 .....	102
第二节 发电机允许运行方式 .....	113



第三节	发电机启动前准备工作 .....	121
第四节	发电机启动、并列和负荷调节 .....	123
第五节	发电机解列和停机 .....	125
第六节	发电机运行监视 .....	126
第七节	励磁机运行维护 .....	127
第八节	发电机运行异常现象及事故处理 .....	132
第九节	发电机冷却系统 .....	142
<b>第八章</b>	<b>余热发电用水概述 .....</b>	<b>150</b>
第一节	水在余热发电中的作用 .....	150
第二节	天然水特征 .....	154
第三节	水质指标 .....	156
<b>第九章</b>	<b>水预处理 .....</b>	<b>161</b>
第一节	水混凝处理 .....	161
第二节	水过滤处理 .....	172
第三节	水混凝过滤 .....	178



# 第一章 纯低温水泥余热发电系统概述

## 第一节 水泥余热发电技术应用的背景

我国是世界水泥生产大国,据中国水泥协会统计,2006年,我国水泥产量为12.2亿t,约占全球水泥总产量的40%。但我国水泥工业却“大而不强”,突出问题是耗能高、污染重。

在能源消耗方面,我国吨水泥的平均综合煤耗约为159kg(标准煤),而国际先进水平约为110kg,仅此一项,我国水泥工业每年多消耗的煤炭约为5000万t。

与此同时,由于节能技术、装备水平的限制和节能意识的影响,在水泥生产过程中,仍有大量的中、低温废气余热资源未能被充分利用,能源浪费现象仍然十分突出。在新型干法水泥企业,由窑头熟料冷却机和窑尾预热器排出的350℃以下废气,其热能大约为水泥熟料烧成系统热耗量的30%,造成了巨大的能源浪费。在我国能源日益紧张、环境负荷不断加重的情况下,迫切需要改变这一状况,切实提高能源的综合利用效率,开发利用水泥生产过程中的废气余热资源,实现变废为宝将受到各方面的高度重视。

纯低温余热发电技术,即是在新型干法生产线生产过程中,通过余热回收装置——余热锅炉将窑头、窑尾排出的大量低品位废气余热进行回收换热,产生过热蒸汽推动汽轮机实现热能—机械能的转换,再带动发电机发电,并供给水泥生产过程用电。从而不仅大大提高了水泥生产过程中能源的利用率,对保护环境、提高企业的经济效益、提升产品的市场竞争力,起到了巨大的促进作用。

同时该项技术的开发应用,完全符合我国的可持续发展战略。从国家的产业政策来看,早在1996年国务院曾以国发[1996]36号文批转国家经贸委等部门《关于进一步开展资源综合利用意见》的通知,《意见》明确指出:“凡利用余热、余压、城市垃圾和煤矸石等低热值燃料及煤层气生产电力、热力的企业,其单机容量在500kW以上,符合并网调度条件的,电力

部门都应允许并网……单机容量在 1.2 万 kW 以下(含 1.2 万 kW)的综合利用电厂,不参加电网调峰……”《国家发展改革委办公厅关于组织申报节能、节水、资源综合利用重大项目和示范项目以及现役火电厂脱硫设施建设设备选项项目的通知》(发改办环资[2004]906 号),明确重点支持钢铁、有色、石油石化、化工、建材等高耗能行业节能技术改造,水泥中、低温余热利用就列于其中。可见,利用水泥余热进行发电,国家在政策和法规上是扶持和大力提倡的,该技术的开发应用完全符合国家的产业政策。

新型干法水泥生产技术在我国经历了一个逐步完善并提升的发展过程。近年来,新型干法水泥生产技术在应用中不断提升,尤其是海螺集团在工艺系统优化、自动控制、投资成本、生产规模、劳动生产率和环境保护等方面,已赶上甚至领先国际先进水平,只是在可燃废料替代率和生产用电自供率方面,与发达国家相比还存在一定的差距。近两年来,我国经济发展水平持续高扬,电力需求增长迅猛,电能供应紧张,国家对工业企业节能提出了更高的要求,尤其是对高耗能产业,要求最大限度地回收利用余热,降低能耗,节约能源,实现经济可持续发展战略。因此,随着水泥市场竞争的日益激烈与残酷,充分利用窑系统排放废气进行余热发电,提高工厂生产用电自供率,降低水泥生产成本,提高产品的性价比,从而占领和扩大水泥市场份额,保持企业可持续发展,是大型水泥企业当前及今后可供选择的技术之一。

## 第二节 纯低温水泥余热发电技术的发展

### 一、水泥熟料生产过程的热能利用

众所周知,水泥厂是耗能大户,在其熟料形成及粉磨的生产过程中要消耗大量的能源,同时也产生大量的含有相当多热能的废气,这些废气除一部分用来生料烘干、原煤烘干外,其余全部排放到大气中,使宝贵的能源白白流失,十分可惜。

随着时代的发展和技术的进步,在现代的大型水泥生产企业中,一般都采用带四级或五级悬浮预热器的窑外分解新型干法生产工艺线来生产水泥熟料。就能源利用率而言是大大提高了,但不可避免地仍有大量的能源流失。我们来看水泥生产的三个主要工艺过程的能源消耗分配情况,生料粉磨占总能源的 3.4%,熟料煅烧占总能源的 92.6%,熟料粉磨中总能源的 40%被废气带走,在带走的废气中的热能,除一小部分在原料烘干中加以利用外,其余大部分排入大气中。

也就是说,在熟料生产过程中,通过窑头燃烧器喷的 40%煤粉和在分解炉中喷的 60%煤粉,全部燃烧所产生的热量以 100%计,则用于熟料煅烧热量仅占 60%,其余近 40%的热能随废气排到大气中。因此,在水泥厂的生产过程中排放废气中的余热未收回之前,可以说水泥厂既是能源消耗大户,又是能源浪费大户。

## 二、纯低温余热发电技术

新型干法水泥生产线配套应用的纯低温余热发电技术,是在不提高水泥生产过程中能耗指标的前提下,完全利用水泥煅烧过程中产生的余热进行回收,最大限度地提高水泥生产过程中热能的利用率。与此同时,配置纯低温余热发电系统,将对原有水泥工艺系统不产生影响,当两个系统接口设计合理,将融合成为一个更优的大系统。因此纯低温余热发电技术在新型干法水泥生产线配套应用,具有十分广阔的推广应用前景。

## 三、国外水泥余热发电技术的发展水平

日本、欧洲等发达国家,在设备制造、电气控制等方面已经取得十分成熟的经验。目前日本以及欧洲的大型干法水泥窑上都配套建设余热发电装置,东南亚许多国家的水泥窑也都带有余热发电装置。

首先我们来看看日本,日本水泥工业在窑外分解窑系统配套余热发电系统是最先进的,1995年其吨熟料发电量就达到 $35\text{ kW}\cdot\text{h}$ ,当时大约有50%的水泥窑都配有纯低温余热发电装置,全部回收的电能约为水泥工业电耗的30%。2003年日本全国投产的水泥窑有64台,全部均为窑外分解窑,多数是四级预热器,有近80%的水泥窑都有纯低温余热发电系统,全国平均吨熟料发电量近 $40\text{ kW}\cdot\text{h}$ ,全国回收的电能已占水泥工业电耗的48%。也就是说,水泥工业将近一半的电能是自供的,这是一个很大的科技进步。

1999年德国巴州海德堡水泥公司所属的莱格福特水泥厂在一台 $3\ 000\text{ t/d}$ 的熟料篦冷机上,利用其电收尘器排出的 $150\ 000\text{ m}^3/\text{h}$ , $275\text{ }^\circ\text{C}$ 的废气余热,采用低沸点( $36.1\text{ }^\circ\text{C}$ )介质戊烷( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ )进行朗肯循环,实现纯低温余热发电。这是一条工业试验生产线。六年的生产实践表明,该系统运行可靠,吨熟料发电量可达 $10.5\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。以此推算,如果同时回收 $320\text{ }^\circ\text{C}$ 预热器废气余热,采用相同措施,将有可能提高吨熟料发电量达 $50\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。由于德国水泥市场历年减缩,其进一步的研发试验工作因此中断,未能实现预期效果。

1995年美国电气与电子工程师学会(IEEE)的水泥专业委员会曾对低温余热发电技术进行了专门的研讨,并制定了一个目标,即在二十年内(2015年前)实现水泥工业的吨熟料余热发电量达到 $60\text{ kW}\cdot\text{h}$ 或更高。也许美国水泥工业市场需求不大,十年过去了,研发的实际应用进展也不大。

综上所述,根据日本、德国和美国的实践,可以预言,现代水泥工业废气余热发电是颇具潜力的一项节能技术,尤其是对于像我国这样电力供应紧缺的情况,市场需求空间相当大,这无疑会对我国在这方面的技术与装备研发和应用发挥积极的促进作用,我国目前在这方面与国际先进水平的差距还比较大。1999年2月投产的江西万年青 $2\ 000\text{ t/d}$ 的纯低温余热发电系统,全部设备为国产,吨熟料发电量仅为 $22\sim 23\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。2004年10月投产的柳洲鱼峰 $3\ 200\text{ t/d}$ 的余热发电系统,采用日本川崎技术及关键设备,吨熟料发电量达到 $35.6\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。1998年3月,海螺集团宁国水泥厂 $4\ 000\text{ t/d}$ 纯低温余热发电系统正式并网发电,采用日本川崎设备,通过七年多的稳定运行,吨熟料发电量达到 $36.1\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。总体来说,我国在纯低温

余热发电技术方面处在刚刚起步阶段，尤其是全套技术装备水平与国际先进水平相比仍有较大差距，还需要全面配套的跨跃式发展，以便迎头赶上。

### 第三节 纯低温水泥余热发电系统工艺流程

#### 一、水泥余热发电的工艺流程

从余热发电的工艺流程图我们可以看出，整个系统的设置是：一台 PH 锅炉、一台 AQC 锅炉、一套二级闪蒸器及锅炉给水系统、一套汽轮机发电机及其冷却水系统，水泥工艺线的设备不作大的改动(图 1-1)。下面以宁国水泥厂一线纯低温余热发电为例，分三部分来叙述余热发电的工艺流程。

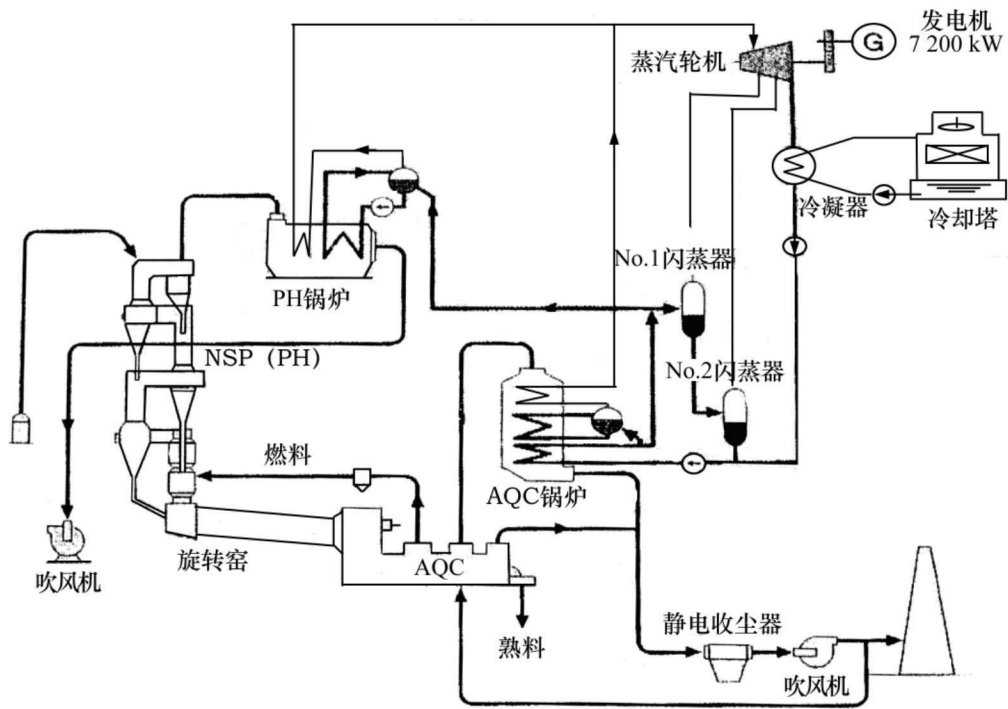


图 1-1 水泥余热发电的工艺流程

#### 1. 含中低温余热废气的工艺流程

(1)PH 锅炉部分：在预热器的废气出口的总管上开孔，用管道将开口处与 PH 锅炉的入口进行连接；管道的入口处设置一台挡板(编号 490)，在预热器的废气的总管开孔下部设置一台挡板(编号 491)，PH 锅炉废气的出口用管道连接至窑尾风机入口。

当 PH 锅炉具备升温条件时,打开 490 挡板,预热器出口的 350 °C、流量为 258 850 Nm<sup>3</sup>/h 的废气被引入 PH 锅炉,先后通过炉内的过热器、蒸发器后,尚有 250 °C 的废气由窑尾风机抽出,一部分用来烘干生料,另一部分经过增湿塔及窑尾电收尘后排入大气中。

(2)AQC 锅炉部分:在熟料冷却机的 4—5 室处开口,用管道分别将开口处与 AQC 锅炉前端的沉降室入口、EP 风机入口连接。在沉降室入口前设置一台挡板(编号 390),在通往 EP 风机的管道出口处设置一台挡板(编号 391);沉降室出口用管道连接至 AQC 锅炉入口,锅炉出口用管道连接至 EP 风机。

当 AQC 锅炉具备升温条件时,打开 390 挡板,同时关闭 391 挡板,篦冷机内的 360 °C、流量为 165 300 Nm<sup>3</sup>/h 的废气被引入 AQC 锅炉,先后通过炉内的过热器、蒸发器及省煤器,出口废气温度为 91 °C,由窑头风机抽出排入大气。

## 2. 锅炉水的工艺流程

余热电站的热力循环是基本的蒸汽动力循环,即汽、水之间的往复循环过程。蒸汽进入汽轮机做功后,经凝汽器冷却成凝结水,凝结水经凝结水泵(150A/B)泵入 No.2 闪蒸器出水集箱,与闪蒸器出水汇合,然后通过锅炉给水泵(230A/B)升压泵入 AQC 锅炉省煤器进行加热,经省煤器加热后的高温水(223 °C)分三路分别送到 AQC 锅炉汽包、PH 锅炉汽包和 No.1 闪蒸器内。进入两炉汽包内的水在锅炉内循环受热,最终产生一定压力的过热蒸汽作为主蒸汽送入汽轮机做功,进入 No.1 闪蒸器内的高温水通过闪蒸原理产生一定压力下的饱和蒸汽送入汽轮机后级起辅助做功作用,而 No.1 闪蒸器的出水作为 No.2 闪蒸器闪蒸饱和蒸汽的热源, No.2 闪蒸器闪蒸出的饱和蒸汽同样送入汽轮机后级辅助做功。做过功后的乏汽经过凝汽器冷凝后形成凝结水重新参与热力循环。生产过程中泵掉的水由纯水装置制取出的纯水经补给水泵(511)打入热水井(蒸汽器 140)。锅炉水是整个余热发电炉机内部的循环水,锅炉水经历了一个水→蒸汽→水的工艺过程。

## 3. 蒸汽的工艺流程(以宁国水泥厂一线为例)

(1)进入 AQC 锅炉汽包的水,由汽包底部的管道引入锅炉的蒸发器,蒸发出的饱和蒸汽再进入锅炉汽包,经过汽水分离后送入锅炉的过热器,成为 350 °C 过热蒸汽进入蒸汽主管道。

(2)进入 PH 锅炉汽包的水,由汽包底部的管道引入锅炉循环泵,通过强制循环,将汽包内的水送入蒸发器,蒸发出的饱和蒸汽再进入锅炉汽包,经过汽水分离后送入锅炉的过热器,成为 330 °C 过热蒸汽进入蒸汽主管道。

(3)AQC 锅炉的 350 °C 过热蒸汽与 PH 锅炉的 330 °C 过热蒸汽并汽后,成为压力为 2.6 MPa、温度为 335 °C 的过热蒸汽时入蒸汽总管,通过 102 主蒸汽切断阀和 101 调节阀,进入汽轮机做功。

(4)No.1 闪蒸器将 AQC 锅炉省煤器送来的 223 °C 热水,闪蒸成 0.7 MPa 的饱和蒸汽,进入汽轮机的第 1 混汽门;No.2 闪蒸器将 No.1 闪蒸器送来的水,闪蒸成 0.026 MPa 的饱和蒸汽,进入汽轮机的第 2 混汽门。

主蒸汽、两股混汽进入汽轮机做功后,乏汽进入凝汽器冷凝成水,并进入汽轮机的热水井。

水→蒸汽→水的工艺过程将损失一部分水,根据汽轮机热水井的水位,由纯水泵(511)将纯水箱内的纯水泵入热水井进行补充。

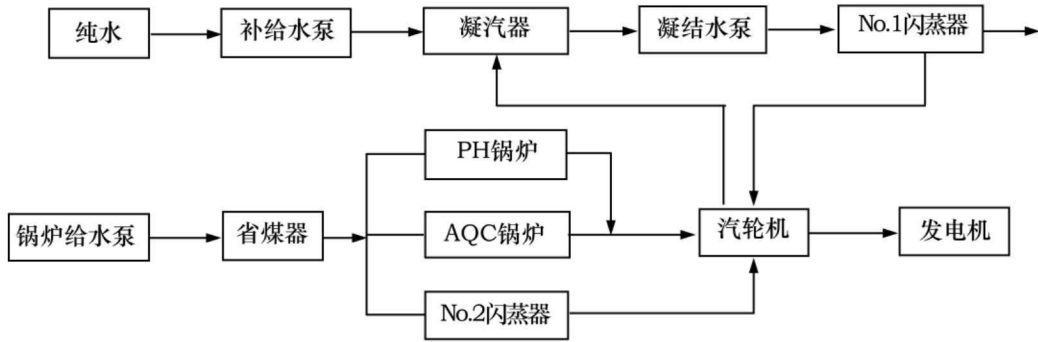


图 1-2 蒸汽工艺流程

## 二、热力系统

整个热力系统设计力求经济、高效、安全。系统工艺流程是由一台高效余热锅炉 AQC、一台 PH 锅炉、两台高低压闪蒸器和一套汽轮发电机组组成,辅之以冷却水系统、纯水制取系统、锅炉给水系统及锅炉粉尘输送系统。余热锅炉内进行热交换产生压力为  $245 \text{ N/cm}^2$ 、温度为  $335\sim 350 \text{ }^\circ\text{C}$ 、额定蒸发量为  $31.1 \text{ t/h}$  的过热蒸汽通入汽轮机,进行能量转换,拖动发电机向电网输送电力。

(1)采用凝汽式两点混汽式汽轮机。凝汽式是指做过功的蒸汽充分冷凝成凝结水,重新进入系统循环,减少系统补充水量。混汽式是指汽轮机除主蒸汽外,另有两路低压饱和蒸汽导入汽轮机做功,从而提高汽轮机的相对效率,提高发电机输出功率。

(2)设置具有专利技术、高热效率的余热 PH 锅炉,采用特殊设计的机械振打装置进行受热面除灰,保证锅炉很高的传热效率。

(3)应用热水闪蒸技术(高压热水进入低压空间瞬间汽化现象),设置一台高压闪蒸器和一台低压闪蒸器,一方面将闪蒸出的饱和蒸汽导入汽轮机做功,进一步提高汽轮机做功功率,另一方面形成锅炉给水系统循环,可以有效地控制 AQC 锅炉省煤器段出口水温,保证锅炉给水工况稳定。

(4)由于 PH 锅炉出口废气还要用于原料烘干,所以 PH 锅炉无省煤器,只设蒸发器和过热器,控制出炉烟温在  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,仍可满足水泥生产线工艺需求。

(5)采用热水闪蒸自除氧结合化学除氧的办法进行除氧,不另设除氧器,减少了工艺设备,简化了工艺流程。

(6)热力泵均采用一用一备双系列。在运行泵出现故障时,备用泵自动投入使用,保证了发电系统安全、稳定运行。

## 第四节 P&I 线图图形符号和文字符号的意义

前面已叙述了水泥余热发电的工艺流程和最基本的热工工艺过程。但是,余热发电的全部工艺流程、工艺设备、计测仪表都在 P&I 线图上描述,熟悉和掌握 P&I 线图对从事余热发电的人员来说是非常重要的。

在 P&I 线图上,如果按设备编号来分,水泥余热发电共分 6 个系统,即:(1)汽轮机系统(含油路系统),(2)闪蒸器系统(含锅炉给水),(3)AQC 锅炉系统,(4)PH 锅炉系统,(5)水系统(含化水处理、冷却塔等),(6)发电机系统。其中,发电机系统的高、低压线路没有在线图上表示。

油路系统设备及流程已在油路系统图中标明,读者可以看图。

要熟悉和掌握 P&I 线图,首先要明白线图上的文字符号和图形符号的意义,为了方便读者学习,将线图上的文字符号和图形符号列表(表 1-1,表 1-2 和表 1-3)。

表 1-1 P&I 线图图形符号和文字符号的意义

序号	符号	英文名称 或日文名称	中文名称	序号	符号	英文名称 或日文名称	中文名称
1		GATE VALVE	截止阀	14		SOLENOID VALVE	电磁阀
2		GLOBE VALVE	球阀	15		SELF PRESSURE CONTROL VALVE	自保持循环 控制阀
3		CHECK VALVE	逆止阀	16		PRESSURE REDUCING	循环减压阀
4		DIAPHRAGM CONTROL VALVE	薄膜控制阀	17		STEAM PIPING	蒸汽管线
5		PISTON VALVE	柱塞阀	18		COOLING WATER PIPING	冷却水管线
6		BUTTERFLY VALVE	蝶阀	19		AIR PIPING	压气管道
7		SAFETY VALVE	安全阀	20		MISCELLANEOUS PIPING	
8		THREE WAY SOL ENOID VALVE	三通电磁阀	21		CHEMICALS PIPING	化水管线
9		PUMP	泵	22		DRAINAGE PIPING	疏水管线
10		MOTOR	电动机	23		WIPING	信号线
11		STRAINER	过滤器	24		EXPANSION JOINT	伸缩节
12		STEAM OR AIR TRAP	疏水阀	25		CENTRAL CONTROL ROOM INSTRUMENT	中控室设备
13		ORIFICE	节流孔板	26		TURBINESTARTING PANEL INSTRUMENT	汽机起 动盘设备



续表 1-1

序号	符号	英文名称 或日文名称	中文名称	序号	符号	英文名称 或日文名称	中文名称
27	○	LOCAL INSTRUMENT	区域设备	36	I	INDICATOR	仪表
28	⊗	DETECTOR	测控元件	37	C	CONTROL	控制
29	⬭	TAG. No	设备编号	38	Q	INTEGRATOP	累积
30		FLOW SIGHT	流量观察镜	39	A	ALARM	信号
31	P	PRESSURE	压力	40	LS	LEVEL SWITCH	液位开关
32	T	TEMPERATURE	温度	41	PS	PRESSURE SWITCH	压力开关
33	L	LEVEL	液位	42	LMS	LIMIT SWITCH	微动开关
34	F	FLOW	流量	43	G	LOCAL GAUGE	本机仪表
35	μs/cm	CONDUCTIVITY	电导率	44		SCOPE OF PIPE PORTION	管线区域范围

表 1-2 油路系统图形符号和文字符号的意义

序号	符号	中文名称	序号	符号	中文名称	序号	符号	中文名称
1	——	润滑油	18		安全阀	35		节流孔板
2	——	控制油	19		常开阀	36		减压器
3		跳闸油	20		常闭阀	37	○	现场仪表
4	-----	油雾	21		差压计均压阀	38	○	TSP 盘仪表
5	-----	排油	22			39	○	中控控制仪表
6		冷却水	23		球阀	40	P	压力
7	-----	电气信号	24	○	信号源	41	T	温度
8		空气信号	25	○	风机	42	L	液位
9		机械的结合	26			43	N	速度
10		球阀	27		热电偶	44	X	振动
11			28	○	油过滤器	45	C	调节
12		针形阀	29			46	I	指示
13		转向逆止阀	30	⊖	油泵	47	S	变换器
14		逆止阀	31	○	电动机	48	R	记录
15		电磁阀	32	○	切换阀	49	A	报警
16		蝶阀	33		法兰盘	50	G	指示(机侧)
17		调节阀	34		伸缩节	51	□	设备编号