



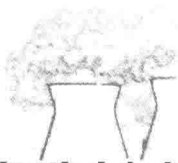
燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术问答

热工仪表及控制

丛书主编 张 磊
主 编 时海刚
副主编 李亚勇 王新举 王学训
王 旭 田韵法



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术问答

热工仪表及控制

丛书主编 张 磊
主 编 时海刚
副 主 编 李亚勇 王新举 王学训
王 旭 田韵法



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术问答》的《热工仪表及控制》分册。该书以燃气-蒸汽联合循环发电厂热工仪表及控制专业要求出发,解答了热工仪表及控制专业常见问题,包括测量常识和概念、仪表和设备原理、自调原理和系统、分散控制系统、仪表设备校验、系统组态与投运、设备安装与故障分析及处理等。

本书可供燃气-蒸汽联合循环发电厂和其他火电厂从事仪表、自动装置、热工保护以及控制相关专业人员作为教材使用,也可作为自学和参考用书,还可作为其他行业从事热工仪表及控制专业人员的参考。

图书在版编目(CIP)数据

热工仪表及控制/时海刚主编. —北京:中国电力出版社, 2016.4

(燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术问答/张磊主编)

ISBN 978-7-5123-7999-2

I. ①热… II. ①时… III. ①燃气-蒸汽联合循环发电-热工仪表-问题解答 IV. ①TM611.31-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 148410 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 17.625 印张 433 千字

印数 0001—2000 册 定价 60.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 任 张 磊

副主任 (排名按姓氏笔画)

李广华 时海刚 单志栩 张 嵩

成 员 (排名按姓氏笔画)

王 旭 王华告 王合录 王学训

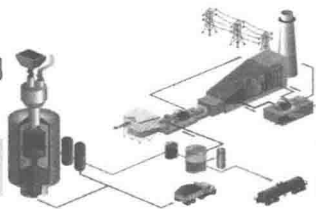
王新举 史国梁 田韵法 孙华强

刘培勇 李 芳 李大俊 李秀英

李亚勇 吴 华 张亚娟 张雪然

孟庆臣 赵建文 曹西忠 黄改云

潘 淙



前言

当前我国对能源需求迅猛增长，天然气资源进入大规模开发利用阶段，大容量、高参数的燃气-蒸汽联合循环发电机组的装机容量逐年上升。燃气-蒸汽联合循环是把燃气轮机循环和蒸汽轮机循环组合在一起进行能量梯级利用，从而将热功转换效率提高至接近60%。这种技术燃烧清洁能源，降低污染物排放，符合我国节约能源、保护环境的战略，是集新技术、新材料、新工艺于一身的国家高技术水平和科技实力的重要标志之一。

预计到2020年，我国燃气-蒸汽联合循环装机容量将达到5500万kW，是1951~2000年已建成的同类机组装机容量的25倍。为满足广大生产管理人员和专业技术人员应对新知识、新技术带来的需要，国网技术学院组织并与有关企业合作编写了《燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术问答》丛书，包括《燃气轮机和蒸汽轮机设备与运行》《余热锅炉设备与运行》《电气设备与运行》和《热工仪表及控制》四分册。

本丛书适应时代发展需要，减少了基础理论知识所占比重，突出了大型燃气-蒸汽联合循环的运行技术，以实用和提高技能为核心，针对余热锅炉、燃气轮机及压气机、汽轮机、电气以及仪表和控制系统的设备原理、结构、运行技巧等方面，展开岗位应知应会知识问答，填补了关于大型燃气-蒸汽联合循环发电机组运行技术培训教材的市场空白。

本书为《热工仪表及控制》分册，由国网技术学院的时海

刚、王旭，山东电力建第一工程公司李亚勇、王新举、王华告，华能曲阜电厂王学训、田韵法，山东电力枣庄供电公司赵建文合作完成。其中时海刚为主编，李亚勇、王新举、王学训、王旭、田韵法为副主编，赵建文为参编。

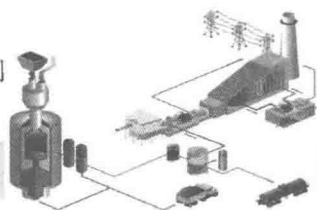
本丛书由国网技术学院张磊担任丛书主编并统稿。

在本丛书编写过程中，受到北京能源集团有限责任公司、山东华能集团公司、山东电力建设第一工程公司、山东钢铁厂、山东电力集团公司等企业的大力支持，借此深表感谢。

由于编写人员水平所限，疏漏和不足之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2015年12月



目 录 >>

前言

第一部分 岗位基础知识

第一章 概念和范围	3
1-1 什么是燃气-蒸汽联合循环?	3
1-2 什么是 IGCC? 由哪几部分组成?	3
1-3 IGCC 的工艺流程是怎样的?	3
1-4 IGCC 电厂的热工仪表及控制系统功能是什么?	3
1-5 什么是自动控制? 包括哪些内容?	4
1-6 自动控制的常用术语有哪些? 它们的概念分别是什么?	4
1-7 什么叫测量? 什么叫热工测量?	5
1-8 什么叫测量仪表? 什么叫热工仪表?	5
1-9 什么是模拟量? 什么是开关量?	5
1-10 什么叫协调控制?	6
1-11 什么叫顺序控制?	6
1-12 什么叫自动检测?	6
1-13 IGCC 检测的主要项目有哪些?	6
1-14 什么叫自动控制系统?	7
1-15 什么是自动控制设备?	8
1-16 什么是热工信号? 分为哪几种?	8
1-17 什么是热工保护? 保护动作可分为哪几种动作形态?	8
1-18 什么是 DCS?	9
1-19 什么是 DAS?	9
1-20 什么是 CCS?	10

1-21	什么是 SCS?	10
1-22	什么是 FSSS?	10
1-23	什么是 DEH?	10
1-24	什么是 BPS?	11
1-25	什么是 OS?	11
1-26	什么是 ES?	11
1-27	什么是 MFT?	11
1-28	什么是 RB?	12
1-29	什么是 FCB?	12
1-30	什么是 ETS?	12
1-31	什么是 TSI?	12
1-32	按误差的性质, 误差可分为哪三大类?	13
1-33	什么是系统误差? 什么是随机误差?	13
1-34	绝对误差、相对误差的含义是什么?	13
1-35	什么是回程误差?	13
1-36	准确度、正确度、精密度和不确定度的含义是什么?	13
1-37	仪表的准确度是如何表示的?	14
1-38	什么是静电现象?	14
1-39	什么是温度测量的复现性? 重复性?	14
1-40	什么是三相点? 什么是水的三相点?	14
1-41	热电偶有哪四个基本定律?	15
1-42	什么是热电偶的中间导体定律?	15
1-43	何为压力、大气压力、绝对压力、表压力、负压力?	15
1-44	什么是仪表的灵敏度? 灵敏度过高对仪表有什么影响?	15
1-45	弹性元件有哪些基本特性?	15
1-46	什么是弹性后效, 弹性滞后? 对弹簧管压力表的示值有何影响?	16
1-47	流量测量仪表(流量计)有哪些分类?	16
1-48	标准节流件有哪几种? 各有什么特点?	17
1-49	什么是电导率测定仪?	17

1-50	什么是 pH 计?	18
1-51	抑制干扰的原则是什么?	18
1-52	热工测量仪表有哪几部分组成? 各起什么作用?	18
1-53	什么叫屏蔽?	18
1-54	对屏蔽导线(或屏蔽电缆)的屏蔽层接地有哪些要求? 为什么?	18
1-55	电厂中电磁干扰产生的原因是什么?	19
1-56	干扰信号的输入方式一般有哪些?	19
1-57	什么是热电偶?	20
1-58	测量过程中,产生误差的因素有哪几种?	20
1-59	热电偶产生热电势的条件是什么?	20
1-60	使用液柱式压力计要注意哪些问题?	21
1-61	常用测量压力和真空的仪表如何分类?	21
1-62	目前最常用的差压变送器有哪三种?	21
1-63	流体流过节流件后状态参数如何变化? 如何利用此特性来测量 流量?	21
1-64	电导式分析仪在火电厂中一般用于哪些介质的测量?	22
第二章 电工电子		23
2-1	万用表通常能测量哪些电量?	23
2-2	节点电流定律的含义是什么?	23
2-3	什么是 RC 电路的时间常数? 它的大小对电路的响应有什么 影响?	23
2-4	什么是运算放大器?	23
2-5	双稳态电路有什么特点?	23
2-6	什么是基尔霍夫定律?	24
2-7	什么是感抗、容抗和阻抗?	24
2-8	串联谐振具有哪些特点?	25
2-9	并联谐振具有哪些特点?	25
2-10	提高功率因数有哪些方法?	25
2-11	单相半波整流电路中,二极管的反向电压(最大值)为多少? 与全波整流电路相比,承受的反向电压哪个大? 电源变压器的	

利用率哪个高?	25
2-12 整流电路中滤波电容的工作原理是什么?	25
2-13 有哪四种负反馈电路? 四种负反馈电路对输出电阻有什么 影响?	26
2-14 普通电阻的标称阻值系列是什么?	26
2-15 电阻的色环标志指什么?	29
2-16 电容器型号意义是什么?	29
2-17 电容器有哪些技术参数?	30
2-18 如何判断电解电容的正、负极?	30
2-19 常用晶体二极管有哪些主要参数?	30
2-20 怎样判断单结晶体管的电极?	30
2-21 怎样判断晶闸管的极性?	31
2-22 什么是晶体三极管? 它在结构上有何特点?	31
2-23 晶体三极管的基本类型有哪几种?	31
2-24 三极管如何实现开关功能?	31
2-25 晶体管有哪些主要参数?	32
2-26 如何用万用表识别晶体管的三个极以及 NPN 型和 PNP 型晶体管? 应注意什么?	32
2-27 什么是高压电器设备? 有何作用?	32
2-28 什么是断路器? 有哪些类型?	33
2-29 断路器由哪些部件组成?	33
2-30 灭弧室由哪些部件组成?	33
2-31 隔离开关的作用有哪些?	33
2-32 隔离开关为什么不允许带负荷分、合闸操作?	33
2-33 电流互感器 (TA) 的作用是什么? 运行操作中应注意 什么?	34
2-34 电压互感器 (TV) 的作用是什么? 运行操作中应注意 什么?	34
2-35 隔离开关、接地开关及快速接地开关分别采用什么操动 机构?	34

2-36	什么是开关的首极开断系数?	34
2-37	开关的工作原理是什么?	34
2-38	开关操动机构中,为什么采用双跳闸线圈?	35
2-39	快速接地开关与普通接地开关有何不同?靠什么来实现快速 接地?	35
2-40	线路侧为什么要装快速接地开关?	35
2-41	接地开关有什么作用?什么情况下应合上接地开关?	36
2-42	变压器的工作原理是什么?	36
2-43	两台三相变压器并联运行必须满足哪些条件?	36
第三章	自动调节原理及系统	37
3-1	什么是自动调节?	37
3-2	什么是调节对象?什么是被调量?	37
3-3	自动调节的任务是什么?	37
3-4	工业调节器的基本运算规律有哪些?	37
3-5	什么是方框图?其要素是什么?	37
3-6	按热工典型阶跃响应曲线的变化特点划分,热工对象可分为 哪两大类?其变化特点如何?	38
3-7	什么是调节机构?	38
3-8	自动调节系统由哪两部分组成?最常见的基本环节有哪些?	38
3-9	什么是环节的静态特性?什么是环节的动态特性?	38
3-10	自动调节系统中最典型最常出现的扰动形式是什么?	38
3-11	汽包锅炉影响水位变化的主要扰动是什么?	38
3-12	在实际生产过程中,调节系统的类型大致有哪几种?它们各自 的定义如何?	39
3-13	什么是串级调节系统?	40
3-14	PID自动调节器有哪些整定参数?	40
3-15	自动控制系统参数整定一般有哪些方法?	40
3-16	PI调节器积分时间对调节过程有什么影响?	40
3-17	PI调节器比例带对调节过程有什么影响?	41
3-18	什么是调节系统的衰减曲线整定法?什么叫稳定边界	

整定法?	41
3-19 前馈控制分哪几类?	41
3-20 汽轮机调门开度扰动的动态特性是什么?	42
3-21 燃料量扰动的动态特性是什么?	42
3-22 给水流量的扰动的动态特性是什么?	43
3-23 引入非线性元件的作用是什么?	43
3-24 引入汽轮机压力校正的优点是什么?	44
3-25 引入实发功率修正系数的优点是什么?	44
3-26 为什么送风调节系统中常采用氧量校正信号?	44
第四章 开关量控制系统	46
4-1 什么是热工信号? 热工信号分为哪几类?	46
4-2 什么叫状态信号?	46
4-3 什么叫热工事故信号?	46
4-4 什么叫视真报警信号?	46
4-5 什么是操作条件?	47
4-6 什么是回报信号?	47
4-7 什么叫“闭锁”作用?	47
4-8 什么是连锁条件? 什么是闭锁条件?	47
4-9 什么是联动控制?	48
4-10 热工保护信号有哪些信号摄取方法?	48
4-11 什么是单一信号法?	48
4-12 什么是信号并联法?	48
4-13 什么是信号串联法?	49
4-14 什么是“三取二”信号法?	49
4-15 什么是信号多重摄取法?	49
4-16 什么是执行部件?	49
4-17 什么是热工保护? 热工保护的主要作用是什么?	49
4-18 大型单元机组为什么要设置机组大连锁保护系统?	50
4-19 ETS系统的功能是什么?	50
4-20 锅炉炉膛爆炸有哪三个条件?	50

4-21	汽轮机本体监视一般包括哪些内容?	50
4-22	汽轮机组的热工保护主要有哪些项目?	50
4-23	汽轮机监测仪表系统(简称 TSI) 主要包括哪些?	51
4-24	汽轮机 TSI 包括哪些参数的测量?	51
4-25	为什么要对缸胀和差胀进行监测?	51
4-26	为什么要对汽轮机的振动进行监视?	52
4-27	汽轮机组振动监视有哪些主要内容?	52
4-28	电子超速保护的作用是什么?	52
4-29	燃气轮机是如何实现对透平前温度的监视和控制的?	52
4-30	超温保护的作用是什么?	53
4-31	MARK V 总共设置了几道超温保护? 其动作后果怎样?	53
4-32	燃烧监测保护有何必要性? 何时退出?	53
4-33	机组燃料系统部分停机信号有哪些?	54
4-34	性能加热器有哪些保护与连锁?	54
4-35	顶轴油泵连锁与盘车连锁是什么?	55
4-36	切断液压油会使哪些重要阀门关闭?	55
4-37	机组超速保护的主要逻辑设定值是多少?	55
4-38	低压缸冷却蒸汽压力调节阀有哪些主要逻辑?	56
4-39	给水泵的跳闸条件有哪些?	56
4-40	燃机熄火保护的功能有哪些?	57
4-41	燃机超温保护有哪些内容?	57
4-42	燃烧监测有哪些保护动作条件?	57
4-43	燃机主要配置了哪些保护?	58
4-44	大型汽轮机组监测与保护的目的是什么?	60
4-45	大型汽轮机组装设的监测与保护项目有哪些?	60
4-46	哪些条件将引起 OK 继电器变为非 OK?	61
4-47	送风机的保护内容有哪些?	61
4-48	引风机的保护内容有哪些?	61
4-49	汽动给水泵保护内容有哪些?	62
4-50	给水泵前置泵保护的内容有哪些?	63

4-51	电泵给水泵组保护的内容有哪些?	63
4-52	凝结水泵保护的内容有哪些?	64
4-53	循环水泵保护的内容有哪些?	64
4-54	分散控制系统的通信网络一般有哪几种形式?	65
4-55	什么叫采样?	65
4-56	什么是现场总线?	65
4-57	什么是 FCS?	65
4-58	现场总线的本质特征是什么?	65
4-59	现场总线的特点是什么?	66
4-60	与 DCS 相比现场总线有哪些优点?	67
4-61	基于现场总线的电厂 DCS 是如何构成的?	67
4-62	为什么说工业以太网具有更高的可靠性?	67
4-63	分散控制系统的抗干扰措施有哪些?	68
4-64	WDPF 分散控制系统使用中常见问题有哪些?	68
4-65	DCS 系统配置的具体要求有哪些?	68

第二部分 设备、结构及工作原理

第五章 热工仪表	73
5-1 工业用玻璃管温度计的工作原理和结构是什么?	73
5-2 玻璃液体温度计测量温度的主要误差来源有哪些?	73
5-3 双金属温度计的测温原理是什么?	73
5-4 双金属温度计的结构组成是怎样的?	73
5-5 热电阻的测温原理是什么?	74
5-6 热敏电阻有哪些优点及局限性?	74
5-7 热电阻的典型用途是什么?	75
5-8 工业用热电阻的电阻丝应具有什么特点?	75
5-9 工业上常用的热电阻有哪两种? 它们的分度号是什么? 常用的测量范围是多少? 其 0℃ 的标称电阻值 R 是多少? 其准确度等级分为哪两种?	75
5-10 热电偶的测温原理是什么?	75
5-11 热电偶的构造如何?	76

5-12	铠装热电偶的构造如何？有哪些优点？	76
5-13	快速反应的薄膜热电偶的工作原理是什么？主要用在什么地方？	76
5-14	热电偶测温的优点是什么？	77
5-15	热电偶分度的定义是什么？	77
5-16	我国标准化热电偶的新旧分度号的对比是什么？	77
5-17	目前国内常用的热电偶有哪几种？它们的测量范围是什么？ ...	77
5-18	影响热电偶稳定性的主要因素有哪些？	79
5-19	为什么热电偶输入回路要具有冷端温度补偿的作用？	79
5-20	现场测温时为什么要采用补偿导线？	79
5-21	常用热电偶的补偿导线的型号是什么？	79
5-22	使用热电偶补偿导线应注意什么？	80
5-23	常用的热电偶冷端温度补偿有哪几种？	80
5-24	为什么在动圈式温度仪表内设置温度补偿电阻？温度补偿电阻是如何起补偿作用的？	80
5-25	铂热电阻引出线除二线制外，还采用三线制和四线制，其目的是什么？	81
5-26	画图分析自动平衡电桥的测量原理是什么？	81
5-27	画图分析直流电位差计的工作原理是怎样的？	82
5-28	电子电位差计的工作原理是什么？	82
5-29	动圈表中张丝的作用是什么？	83
5-30	测压用动圈指示仪表的工作原理是怎样的？	83
5-31	温度变送器的的工作原理及其用途是什么？	83
5-32	配热电偶用的动圈式温度仪表的工作原理是什么？	84
5-33	配热电阻所用的动圈仪表外线路电阻为什么要进行调整？.....	84
5-34	弹簧管式压力表由哪些零部件组成的？传动机构中各零部件的作用是什么？	84
5-35	弹簧管式压力表的工作原理是什么？	85
5-36	弹簧管式一般压力表测压时，选取量程和准确度等级的一般原则是什么？	85

5-37	膜盒压力计的工作原理是什么？	86
5-38	双波纹管差压计的工作原理是什么？	86
5-39	霍尔压力变送器的工作原理是什么？	86
5-40	电容式压力变送器的工作原理是什么？	87
5-41	扩散硅式压力变送器的工作原理和特点是什么？	87
5-42	力平衡式压力变送器工作原理是什么？	87
5-43	画图分析差动电容式差压变送器的工作原理是什么？	88
5-44	标准节流装置的选型原则是什么？	88
5-45	节流式流量计的工作原量是什么？	89
5-46	画图说明标准节流装置由哪几部分组成？	89
5-47	标准节流装置的适用条件是什么？	89
5-48	采用标准节流装置测量流量时必须满足什么条件？	90
5-49	节流装置的测量原理是什么？体积流量基本计算公式 是什么？	90
5-50	蒸汽流量测量为什么要进行密度自动补偿？	91
5-51	开方器为什么采用小信号切除电路？	91
5-52	涡轮流量计的工作原理及其结构是什么？	92
5-53	超声波流量计的组成和工作原理是什么？	92
5-54	什么是涡街流量测量仪？	92
5-55	电磁流量变送器的工作原理是什么？	92
5-56	日常的水计量表分哪几类？	92
5-57	就地式水位计的工作原理是什么？	93
5-58	电接点水位计的工作原理是什么？	93
5-59	使用电接点水位表应注意哪些问题？	93
5-60	平衡容器环境温度变化对差压式水位计测量有什么影响？ 两种结构的误差大小以及减小误差的方法是怎样的？	93
5-61	为什么要对电接点水位计测量筒加以保温？	94
5-62	电容式物位计是怎样进行各种液位和料位测量的？	94
5-63	超声波料位计的工作原理是什么？	95
5-64	氧化锆探头的本底电压应如何测量？	95

5-65	氧化锆氧分析器的工作原理是什么？	95
5-66	工业电导仪的工作原理是什么？	96
5-67	电子皮带秤的工作原理是什么？	96
5-68	荷重传感器的工作原理是什么？	96
5-69	光电式测速传感器的工作原理是什么？	97
5-70	电子料斗秤的工作原理是什么？	98
5-71	转速传感器有哪些种类？结构原理有什么不同？	98
5-72	离心式转速表的工作原理是什么？	99
5-73	测速发电机测速的工作原理是什么？	99
5-74	电子式转速表的工作原理是什么？	99
5-75	GZJY-2 标准转速装置有哪三种工作方式？	100
5-76	电涡流测速的工作原理和特点是什么？	100
5-77	氢表在运行中应注意哪些事项？	100
5-78	测振传感器根据其测量原理的不同可以分为哪两类？ 分别有哪些形式？	101
5-79	机械位移量测量仪表根据其工作原理的不同有哪几种 方式？	101
5-80	电感式轴向位移装置由哪几部分组成？	101
5-81	电感式轴向位移装置各部分的作用是什么？	101
5-82	智能仪表硬件和软件的基本组成部分有哪些？	102
5-83	什么叫智能变送器？它有什么特点？	102
5-84	光学高温计的测量原理是什么？	102
5-85	光电高温计的测量原理是什么？	103
5-86	涡街流量传感器的测量原理是什么？	103
5-87	气相色谱分析仪的结构和工作原理是什么？	104
5-88	激光多普勒流量测量原理是什么？	106
第六章 自动控制设备		107
6-1	什么叫跟踪球？和鼠标有何区别？	107
6-2	什么是工业键盘？	107
6-3	什么叫自动跟踪？如何实现无扰切换？	108