



大型燃气—蒸汽联合循环电厂培训教材

中国电机工程学会燃气轮机发电专业委员会
深圳能源集团东部电厂

编

DIASYS/OVATION控制分册(上)

DIASYS/OVATION KONGZHI FENCE



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

大型燃气-蒸汽联合循环电厂培训教材

DIASYS/OVATION 控制分册

(上)

中国电机工程学会燃气轮机发电专业委员会 编
深圳能源集团东部电厂

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书全面、详细地介绍了三菱 M701F 燃气-蒸汽联合循环机组控制部分(计算机网络、控制系统)的基础知识、系统组成、控制功能、控制过程、连锁保护及试验、使用维护等内容。本书仅以深圳能源集团东部电厂安装的三菱 M701F 燃气-蒸汽联合循环机组计算机、控制系统为例编写的。对于 ADCS 系统(辅助车间控制系统)由于各电厂工艺设计及系统配置差异较大,因此,本教材是以深圳能源集团东部电厂为例进行了简单的介绍,以供参考。

本培训教材全部由热控技术人员编写,编写内容涵盖控制原理、工艺过程控制和检修使用维护,内容丰富、实用性强,对类似电厂技术人员全面掌握 F 级燃气-蒸汽联合循环机组计算机、控制系统的知识具有较大的指导作用。

图书在版编目(CIP)数据

大型燃气-蒸汽联合循环电厂培训教材. DIASYS/
OVATION 控制分册.上/中国电机工程学会燃气轮机发电
专业委员会,深圳能源集团东部电厂编.一重庆:重庆
大学出版社,2014.10
ISBN 978-7-5624-8610-7

I.①D… II.①中…②深… III.①燃气-蒸汽联合
循环发电—发电厂—技术培训—教材②燃气—蒸汽联合循
环发电—控制机—技术培训—教材 IV.①TM611.31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 226065 号

大型燃气-蒸汽联合循环电厂培训教材
DIASYS/OVATION 控制分册(上)
中国电机工程学会燃气轮机发电专业委员会 编
深圳能源集团东部电厂

策划编辑:曾显跃
责任编辑:李定群 高鸿宽 版式设计:曾显跃
责任校对:秦巴达 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行
出版人:邓晓益
社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号
邮编:401331
电话:(023) 88617190 88617185(中小学)
传真:(023) 88617186 88617166
网址: <http://www.cqup.com.cn>
邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)
全国新华书店经销
重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518千 插页:8 开 2 页
2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷
印数:1—4 000
ISBN 978-7-5624-8610-7 定价:56.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

编 委 会

主 任 余 璟

委 员 陈玉辉 刘雁杰

编写人员名单

主 编 刘雁杰

参编人员 (按姓氏笔画排序)

陈正建 范新宇 黄文中

李 东 任健康 田 彬

序 言

1791 年英国人巴伯首次描述了燃气轮机 (Gas Turbine) 的工作过程。1872 年德国人施托尔策设计了一台燃气轮机,从 1900 年开始做了四年的试验。1905 年法国人勒梅尔和阿芒戈制成第一台能输出功率的燃气轮机。1920 年德国人霍尔茨瓦特制成第一台实用的燃气轮机,效率 13%,功率 370 千瓦。1930 年英国人惠特尔获得燃气轮机专利,1937 年在试车台成功运转离心式燃气轮机。1939 年德国人设计的轴流式燃气轮机安装在飞机上试飞成功,诞生了人类第一架喷气式飞机。从此燃气轮机在航空领域,尤其是军用飞机上得到了飞速发展。

燃气轮机用于发电始于 1939 年,发电用途的燃机不受空间和重量的严格限制,所以尺寸较大,结构也更加厚重结实,因此具有更长的使用寿命。虽然燃气-蒸汽联合循环发电装置早在 1949 年就投入运行,但是发展不快。这主要是因为轴流式压气机技术进步缓慢,如何提高压气机的压比和效率一直在困扰压气机的发展,直到 20 世纪 70 年代轴流式压气机在理论上取得突破,压气机的叶片和叶形按照三元流理论进行设计,压气机整体结构也按照新的动力理论进行布置以后,压气机的压比才从 10 不断提高,现在压比超过了 30,效率也同步提高,满足了燃机的发展需要。

影响燃机发展的另一个重要原因是燃气透平的高温热通道材料。提高燃机的功率就意味着提高燃气的温度,热通道部件不能长期承受 1 000 °C 以上的高温,这就限制了燃机功率的提高。20 世纪 70 年代燃机动叶采用镍基合金制造,在叶片内部没有进行冷却的情况下,燃气初温可以达到 1 150 °C,燃机功率达到 144 MW,联合循环机组功率达到 213 MW。80 年代采用镍钴基合金铸造动叶片,燃气初温达到 1 350 °C,燃机功率 270 MW,联合循环机组功率 398 MW。90 年代燃机采用镍钴基超级合金,用单向结晶的工艺铸造动叶片,燃气初温 1 500 °C,燃机功率 334 MW,联合循环机组功率 498 MW。进入 21 世纪,优化冷却和改进高温部件的隔热涂层,燃气初温 1 600 °C,燃机功率 470 MW,联合循环机组功率 680 MW。解

决了压比和热通道高温部件材料的问题后,随着燃机功率的提高,新型燃机单机效率大于 40%,联合循环机组的效率大于 60%。

为了加快大型燃气轮机联合循环发电设备制造技术的发展和应用,我国于 2001 年发布了《燃气轮机产业发展和技术引进工作实施意见》,提出以市场换技术的方式引进制造技术。通过打捆招标,哈尔滨电气集团公司与美国通用电气公司,上海电气集团公司与德国西门子公司,东方电气集团公司与日本三菱重工公司合作。三家企业共同承担了大型燃气轮机制造技术引进及国产化工作,目前除热通道的关键高温部件不能自主生产外,其余部件的制造均实现了国产化。实现了 E 级、F 级燃气轮机及联合循环技术国内生产能力。截至 2010 年燃气轮机电站总装机容量 2.6 万 MW,比 1999 年燃气轮机装机总容量 5 939 MW 增长了 4 倍,大型燃气-蒸汽联合循环发电技术在国内得到了广泛的应用。

燃气-蒸汽联合循环是现有热力发电系统中效率最高的大规模商业化发电方式,大型燃气轮机联合循环效率已达到 60%。采用天然气为燃料的燃气-蒸汽联合循环具有清洁、高效的优势。主要大气污染物和二氧化碳的排放量分别是常规火力发电站的十分之一和二分之一。

在《国家能源发展“十二五”规划》提出:“高效、清洁、低碳已经成为世界能源发展的主流方向,非化石能源和天然气在能源结构中的比重越来越大,世界能源将逐步跨入石油、天然气、煤炭、可再生能源和核能并驾齐驱的新时代。”规划要求十二五末,天然气占一次能源消费比重将提高到 7.5%,天然气发电装机容量将从 2010 年的 26 420 MW 发展到 2015 年的 56 000 MW。我国大型燃气-蒸汽联合循环发电将迎来快速发展的阶段。

为了让广大从事 F 级燃气-蒸汽联合循环机组的运行人员尽快熟练掌握机组的运行技术,中国电机工程学会燃机专委会牵头组织有代表性的国内燃机电厂编写了本套培训教材。其中,深圳能源集团月亮湾燃机电厂承担了 M701F 燃气轮机/汽轮机分册、余热锅炉分册和电气分册的编写;广州发展集团珠江燃机电厂承担了 PG9351F 燃气轮机/汽轮机分册;深圳能源集团东部电厂承担了 DIASYS/OVATION 热控分册的编写。

每个分册内容包括工艺系统、设备结构、运行操作要点、典型事故处理与运行维护等,教材注重实际运行和维护经验,

辅以相关的原理和机理阐述,每章附有思考题帮助学习掌握教材内容。本套教材也可以作为燃机电厂管理人员、技术人员的工作参考书。

由于编者都是来自生产一线,学识和理论水平有限,培训教材中难免存在缺点与不妥之处,敬请广大读者批评指正。

燃机专委会

2014年8月

前言

本套培训教材包括燃气轮机/汽轮机分册、电气分册、余热锅炉分册和控制分册。其中 DIASYS/OVATION 控制分册是本套教材丛书的一个分册,由深圳能源集团东部电厂热控人员编写。

全书分为上册、下册,共分 4 章,第 1 章介绍控制系统、计算机网络,第 2 章介绍三菱 DIASYS 控制系统,第 3 章介绍艾默生/OVATION DCS 控制系统,第 4 章介绍 ADCS 系统(辅助车间控制系统)。本书是以深圳能源集团东部电厂安装的三菱 M701F 燃气-蒸汽联合循环机组计算机、控制系统为例编写的。主要介绍了三菱 M701F 燃气-蒸汽联合循环机组控制部分(计算机网络、控制系统)的基础知识、系统组成、控制功能、控制过程、联锁保护及试验、使用维护等内容。对于 ADCS 系统(辅助车间控制系统)由于各电厂工艺设计及系统配置差异较大,因此,本教材以深圳能源集团东部电厂为例进行了简单的介绍,仅供参考。

本书内容全面实用,突出 F 级燃气轮机机组控制系统和设备的特点,针对性强,适合作为燃气-蒸汽联合循环电厂运行及检修人员培训用书,也可作为电厂从事相关工作的管理人员、技术人员和筹建人员的技术参考用书。

在本书正式编写前,编委会对培训教材编写的原则、内容等进行了详细的讨论并提出了修改意见;在编写期间集团领导皇甫涵和技术专家巩桂亮、胡松、王利红等对培训教材进行了审核,并提出了修改意见,在此一并致以诚挚的谢意。

编委会
2014 年 8 月

编写人员负责编写内容：

章 节	内 容	编写人
第 1 章	控制系统、计算机网络	刘雁杰
第 2 章	DIASYS 控制系统	
2.1	网络组成	黄文中
2.2	DIASYS 控制系统硬件	
2.2.1	控制系统硬件组成	范新宇
2.2.2	MPS 设备和结构介绍	李 东
2.2.3	控制系统通信组成	范新宇
2.3	DIASYS 控制系统软件	范新宇
2.3.1	Work Space Manager(WSM) 人机接口监控软件	范新宇
2.3.2	ORCA View 组态工具软件	范新宇
2.3.3	LogicCreator 逻辑组态软件	范新宇
2.3.4	功能块	李 东
2.4	DIASYS 控制功能	
2.4.1	DIASYS 系统 TCS 控制	田 彬
4.1.1	燃气轮机控制	田 彬
4.1.2	汽轮机控制	田 彬
4.1.3	伺服阀控制回路介绍	范新宇
2.4.2	PCS 系统功能(Process Control System)	李 东
2.4.3	TPS 系统功能(Turbine Protection System)	范新宇
2.4.4	燃烧监视调整系统(ACPFM 系统)	范新宇
2.4.5	机组启停控制全过程描述	陈正建
2.5	DIASYS 控制与 Ovation 控制系统通信接口	黄文中
2.6	连锁保护试验	
2.6.1	机组连锁保护试验目的及范围	范新宇
2.6.2	机组连锁保护试验条件	范新宇
2.6.3	机组跳闸连锁保护试验项目	范新宇
2.6.4	机组报警连锁试验项目	范新宇
2.6.5	设备连锁、保护试验	任健康
第 3 章	DCS 控制系统	
3.1	网络组成	黄文中
3.2	DCS 控制系统硬件	田 彬
3.3	DCS 控制系统软件	田 彬
3.4	DCS 系统控制功能	范新宇
3.5	Ovation 系统与 PLC 系统、SIS 系统的通信接口	黄文中
第 4 章	ADCS 系统(辅助车间控制系统)	黄文中

缩写汇总：

序 号	缩 写	全 称
1	ACPFM	Advanced Combustion Pressure Fluctuation Monitoring
2	ACS	Accessory Station
3	ALR	AUTO LOAD REGULATION
4	BPCSO	Blade Path Temp. Control Signal Output
5	BYCSO	Bypass Valve Control Signal Output
6	CPFA	Combustion Pressure Fluctuation Analyzer System
7	CPFM	Combustion Pressure Fluctuation Monitoring
8	CSO	Control Signal Output
9	DCS	Distributed Control System
10	DTU	Data Transfer Unit
11	EFCS	Electrical FieldBus Control System
12	EMS	Engineering Maintenance Station
13	EXCSO	Exhaust Gas Temp. Control Signal Output
14	FLCSO	Fuel Limit Control Signal Output
15	GVCSO	Governor Control Signal Output
16	IRIG-B	Inter-Range Instrumentation Group
17	LDCSO	Load Limiter Control Signal Output
18	LOPS	Local Operator Station
19	MCSO	Main Fuel Control Signal Output
20	MPS	Multiple Process Station
21	OPS	Operator Station
22	PCS	Process control System
23	PLCSO	Pilot Fuel Control Signal Output
24	TCS	Turbine Control System
25	TPS	Turbine Protection System
26	TSI	Turbine Supervisory Instrument
27	VIM	Vibration Interface Module
28	WSM	Work Space Manager
29	IGV	Inlet Guide Vane
30	RTS	READY TO START
31	SFC	Static Frequency Converter

目 录

第 1 章 控制系统、计算机网络	1
1.1 概述	1
1.2 网络组成	1
1.3 全厂控制系统布置	4
1.4 时钟接收系统(GPS 系统)	9
练习题 1	9
第 2 章 机岛控制系统	10
2.1 网络组成	10
2.2 DIASYS 控制系统硬件	14
2.3 DIASYS 控制系统软件	108
2.4 DIASYS 控制功能	124
2.5 DIASYS 控制与 OVATION 控制系统通信接口 ...	283
2.6 联锁保护试验.....	284
练习题 2	306

第 1 章

控制系统、计算机网络

1.1 概 述

目前,国内引进的 F 级燃气/蒸汽联合循环燃机机组主要有美国 GE 公司、德国西门子公司、日本三菱公司的 3 大品牌的设备,其控制系统的组成形式不尽相同,燃机及其相关工艺系统均由原厂家固定配置其自己的控制系统(GE 公司: MARK-VI 控制系统、西门子公司: T3000 控制系统、三菱公司: DIASYS 控制系统),而除燃机之外的其他系统的控制系统则有多种形式的配置。三菱公司的 F 级燃气/蒸汽联合循环燃机机组控制系统的组成主要有两种形式,一是机组全部采用三菱的 DIASYS 控制系统,完成对全厂发电设备的监控功能(包括外围辅机系统的控制)。这种配置控制系统结构相对简单,不存在不同系统间的通信问题。二是燃机部分、汽轮机部分、电气等系统由 DIASYS 完成监控功能,余热锅炉等工艺系统配置其他品牌的控制系统完成监控功能,这种配置的控制系统结构相对复杂,本书以三菱 DIASYS 系统与 EMERSON-OVATION 系统组成全厂 DCS 控制系统为例进行详细介绍。

1.2 网络组成

如图 1.1 所示为由 3 台机组组成的全厂控制系统、计算机网络图。整个网络均由冗余配置的高速以太网构成。

按照网络结构可划分为以下 3 个层次:

①第一层:全厂信息监控系统(SIS 系统)层。

SIS 系统分别与各机组(1 号机组、2 号机组、3 号机组)、公用系统以及电气 NCS 系统、全厂外围辅机集中监控网络系统通过以太网连接,用于全厂各个工艺系统的生产数据通信,以实现 SIS 系统实时数据监视和性能计算等功能。

②第二层:发电机组超环网络层。

由 1 号机组、2 号机组、3 号机组、公用系统通过以太网与核心交换机连接,构成发电机组

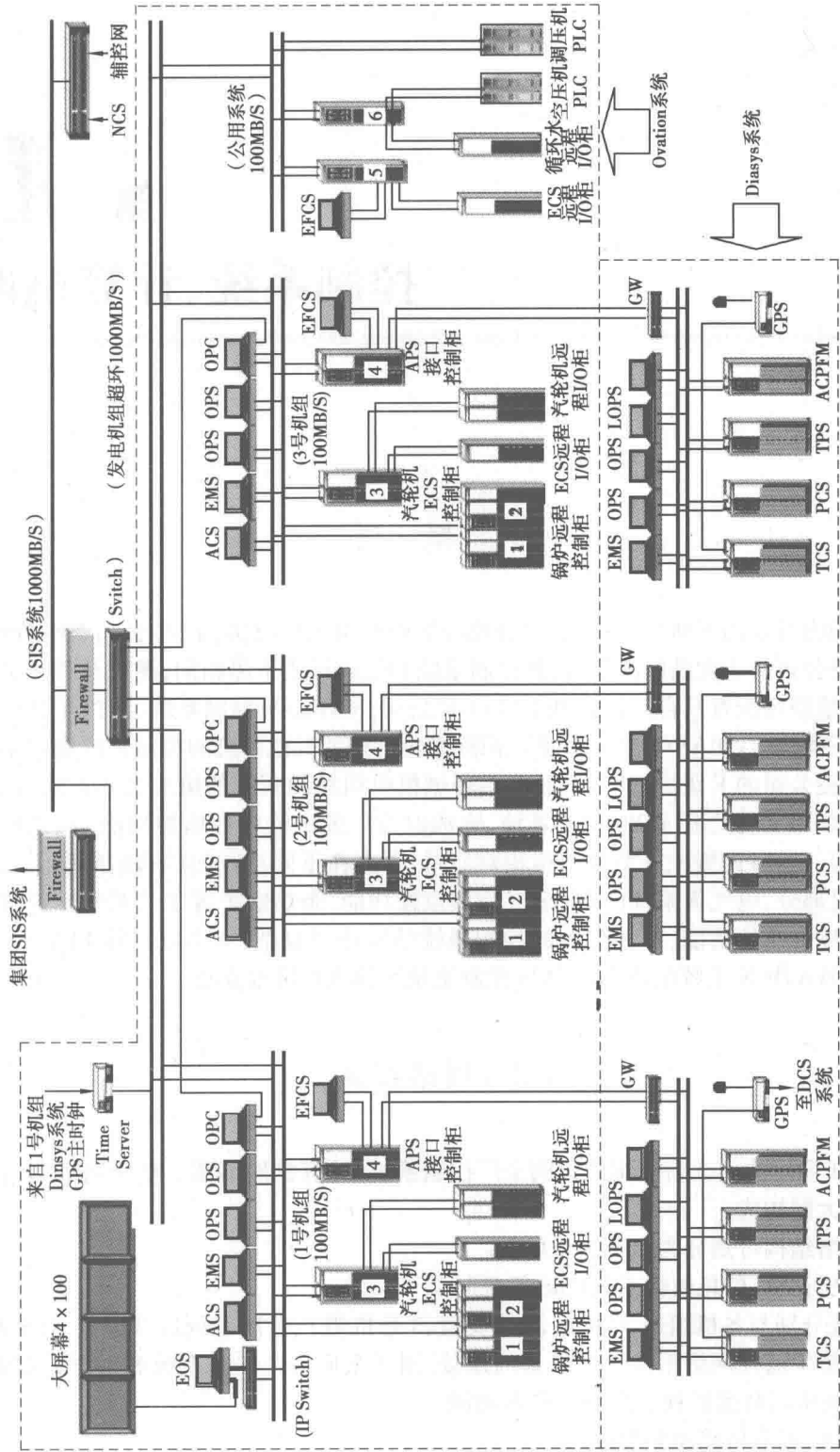


图1.1 控制系统、计算机网络组

超环网络层,通过超环实现各机组、公用系统之间的数据通信。每台机组设两台 OVATION 系统 OPS 操作员站,公用系统部分不设单独的操作员站,每台机组操作员站可以对公用系统进行监控。每台机组设一台 DIASYS 系统 OPS 操作员站。OVATION 操作员站可完成机组的全部自动启停功能,原则上可对所有系统进行操作。

3 台机组设置一套大屏幕系统与 1 号机组主交换机连接,采用单独操作员站的方式,可对各机组和公用系统进行集中监控操作。

③第三层:控制网络层。

该层网络将机组、公用系统的所有控制站/柜通过以太网与主交换机连接,并实现与三菱 DIASYS 控制系统的双向通信及与其他系统的数据接口通信。包括与电气 EFCS 系统 (Electrical FieldBus Control System, EFCS)、空压机系统、调压站系统等数据接口通信。

按照控制系统功能可划分为以下 3 大部分:

①艾默生 OVATION 控制系统。

每台机组控制层配置控制柜 4 个:

- 炉岛控制柜两个(drop1, drop2):完成对余热锅炉系统的监控功能。
- 汽轮机/BOP/ECS 控制柜一个(drop3):完成对汽轮机热力系统、BOP 系统、电气 ECS 的监控功能。

- APS/接口控制柜一个(drop4):完成对机组全自动启停(APS)的控制功能,并完成与 DIASYS 系统的通信接口功能。

公用系统控制层配置控制柜两个:

- 电气公用系统控制柜(drop5):完成对电气公用系统 ECS 的监控。
- 循环水系统控制柜(drop6):完成对机侧开式海水循环系统的监控功能,以及空压机系统、天然气调压站系统的远方监控功能。

②三菱 DIASYS 控制系统。

每台机组控制层配置控制柜有以下 5 个:

- TCS 系统(Turbine Control System—燃机-汽机控制系统)控制柜。主要完成燃机-汽机-发电机的启、停、正常运行和事故处理。

- PCS 系统(Process Control System—燃机-汽机辅助系统控制系统)控制柜。主要完成对汽机旁路、汽机轴封、凝汽器真空系统的监控。

- TPS 系统(Turbine Protection System—燃机-汽机保护系统)控制柜。主要完成燃机-汽机-发电机的联锁、保护。

- TSI 系统(Turbine Supervisory Instrument—燃机-汽机监视仪表)控制柜。主要完成对燃机-汽机-发电机轴系的监控,可进行 3 台机组集中监控),TSI 系统与 DIASYS 系统采用硬接线连接。

- ACPFM 系统(Advanced Combustion Pressure Fluctuation Monitoring System)控制柜。主要完成机组的自动燃烧调节、监视和保护功能。

- 其他系统:机组还配置了 GPS 系统,用于时钟的卫星同步;大气检测站,用于对厂区的大气进行监测。

③辅助车间集中监控系统(ADCS 系统)。

主要完成对外围辅助车间各系统的远方集中监控。ADCS 系统的组成如图 1.5 所示(本书所介绍的 ADCS 系统是独立的一套全厂辅机控制系统,主要由 PLC 组成并完成外围辅助车间的全部控制功能)。ADCS 系统与 DCS 系统不直接联网,与全厂 SIS 系统通信,以实现在 SIS 系统进行实时数据监视。外围各个辅助车间可由 PLC 独立完成自动控制功能,也可在远方集控室 100 in(英寸)大屏幕和操作员站进行远方集中监控,并且远方集控室、就地的控制权限可灵活地进行切换操作,也可以在远方工程师站对各个就地 PLC 进行组态编辑、上传、下载等工作。就地辅助车间不设置运行值班人员。

1.3 全厂控制系统布置

DCS 系统采用了控制机柜物理分散布置、集中控制的方法,分别在炉岛就地、汽轮机就地、电气公用就地、海水循环水系统就地等布置了远程控制柜和远程 I/O 柜,控制系统布置如图 1.2 所示。DIASYS 控制系统的布置图 1.3 所示。

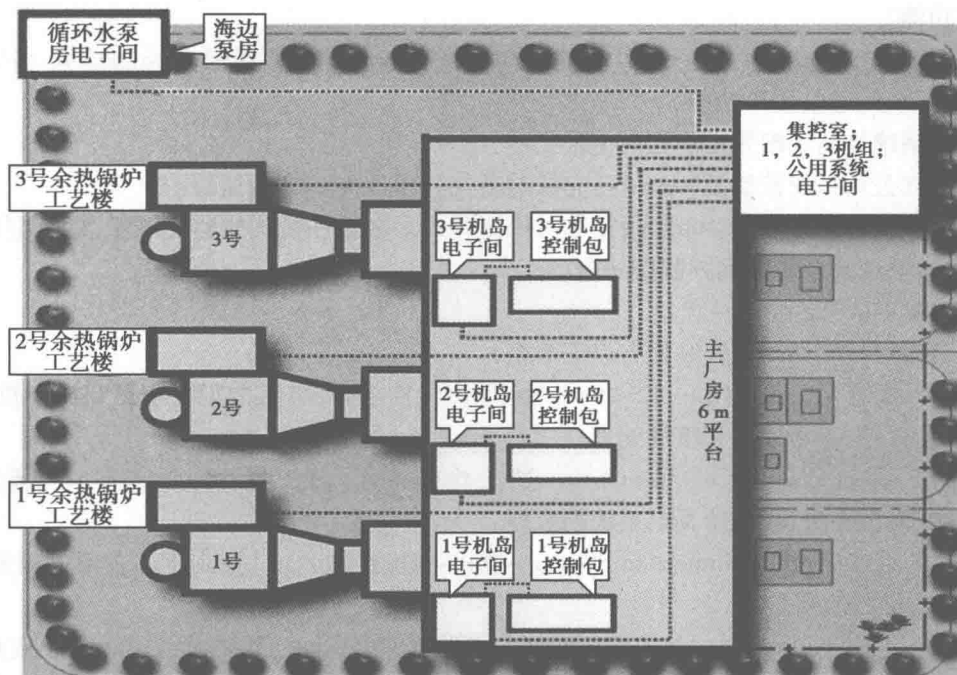


图 1.2 全厂控制系统布置

(1) 就地控制包部分

该部分为 DIASYS 系统配置的集装箱式控制间,其主要的控制设备都布置在该控制包内,每台机组的控制包均布置在主厂房的 6.5 m 层,控制包内布置了 TCS 系统、TPS 系统、ACPFM 系统、TSI 系统、电气同期系统等控制设备。控制包内配置了一台就地 OPS 操作员站 (LOPS),用于就地监视、操作以及对控制系统的调试。

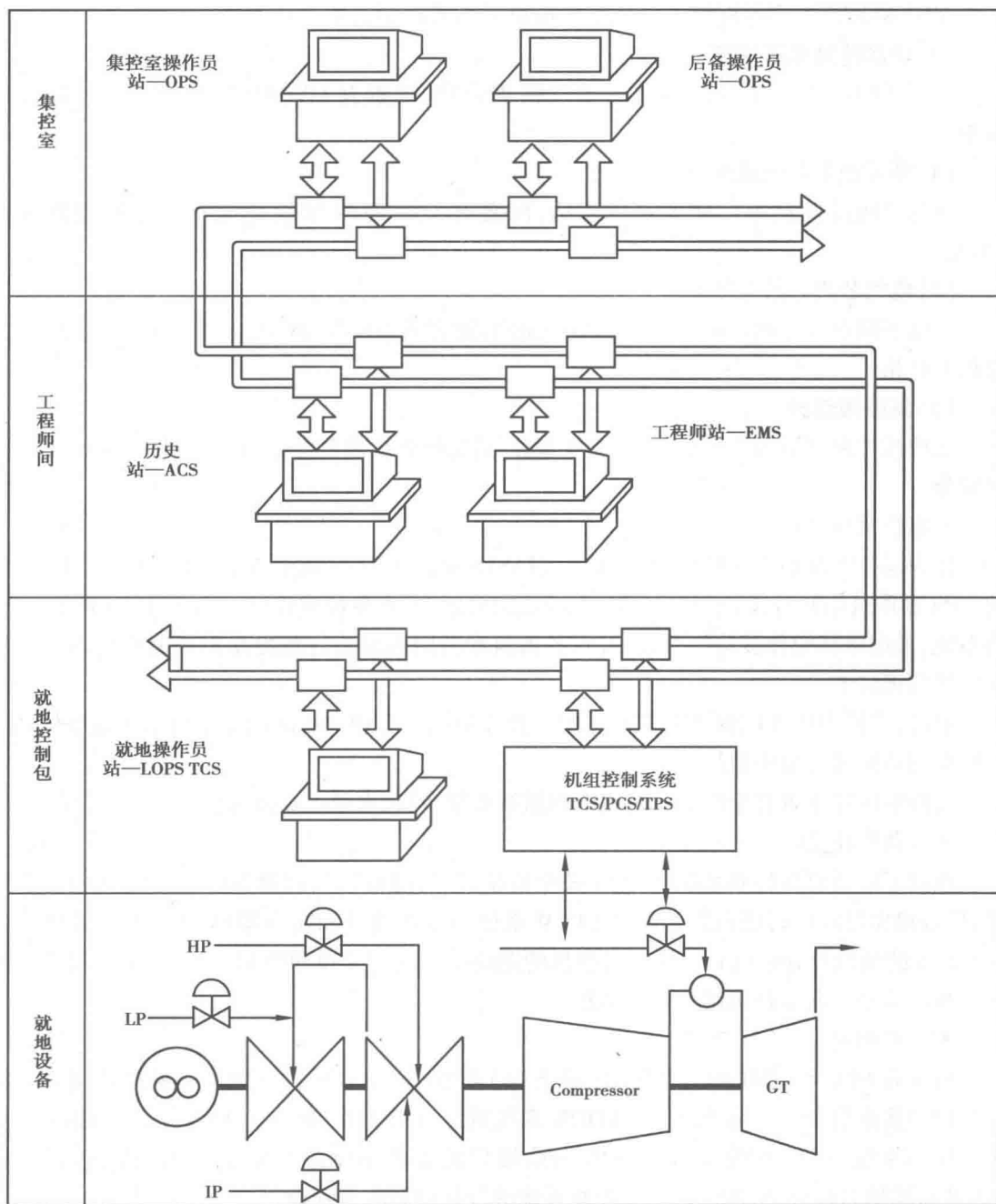


图 1.3 DIASYS 控制系统的布置

(2) 机岛就地电子间部分

在主厂房每台机组的就地 6.5 m 层布置一个控制系统电子间,与就地 DIASYS 系统控制包相邻,主要布置了以下两个控制系统的设备:

①DIASYS 系统的 PCS 系统、GPS 系统及 DIASYS 系统与 DCS 系统通信接口站等控制设备。