

电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书

电气工程 及自动化工程概论

DIANQI GONGCHENG
JI ZIDONGHUA GONGCHENG GAILUN

白玉岷 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电气工程 安装调试
运行维护 实用技术技能丛书

电气工程及自动化工程概论

白玉岷 等编著



机械工业出版社

电气工程及自动化工程概论

主 编	编 委	白 玉 岷							
		刘 洋	宋宏江	陈 斌	高 英				
		王 建	张艳梅	田 明	桂 垣				
		董蓓蓓	武占斌	王振山	赵洪山				
		张 璐	莫 杰	田 朋	谷文旗				
主 审	审 问	李 云 鹏	刘晋虹	白永军	赵颖捷				
		悦 英	赵颖捷	桂 垣					
		李志强							
		刘 洋	王 建	宋宏江	陈 斌				
		高志农	王 川	高志平	马千里				

前 言

当前，我们的国家正处于改革开放、经济腾飞的伟大转折时代。在这样的大好形势下，我们可以看到电工技术突飞猛进的发展，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷、日新月异。电子技术、计算机技术以及通信、信息、自动化、控制工程、电力电子、传感器、机器人、机电一体化、遥测遥控等技术及装置已与电力、机械、化工、冶金、交通、航天、建筑、医疗、农业、金融、教育、科研、国防等行业技术及管理融为一体，并成为推动工业发展的核心动力。特别是电气系统，一旦出现故障将会造成不可估量的损失。2003年8月美国、加拿大大面积停电，几乎使整个北美瘫痪。我国2008年南方雪灾，引起大面积停电，造成1110亿人民币的经济损失，这些都是非常惨痛的教训。

电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性是缺一不可的，因此电气工作人员必须稳步提高，具有精湛高超的技术技能，崇高的职业道德以及对专业工作认真负责、兢兢业业、精益求精的执业作风。

随着技术的进步、经济体制的改革、用人机制的变革及市场需求的不断变化，对电气工作人员的要求越来越高，技术全面、强（电）弱（电）精通、精通技术的管理型电气工作人员成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》。

编写本丛书的目的，首先是帮助读者在较短的时间里掌握电气工程的各项实际工作技术技能，使院校毕业的学生尽快地在工程中能够解决工程实际设计、安装、调试、运行、维护、检修以及工程质量管理、监督、安全生产、成本核算、施工组织等技术问题；其次是为工科院校电气工程及自动化专业提供一套实践读物，亦可供学生自学及今后就业参考；第三是技术公开，做好电气工程技术技能的传、帮、带的交接工作，每个作者都是将个人几十年从事电气技术工作的经验、技术、技能毫无保留，公之于众，造福社会；第四是为刚刚走上工作岗位的电气工程及自动化专业的大学生尽快适应岗位要求提供一个自学教程，以便尽快完成从大学生到工程师的过渡。

本丛书汇集了众多实践经验极为丰富、理论知识精通扎实、能够将科研成果转化为实践、能够解决工程实践难题的资深高工、教授、技师承担编写工作，他们分别来自设计单位、安装单位、工矿企业、高等院校、通信单位、供电公司、生产现场、监理单位、技术监督部门等。他们将电气工程及自动化工程中设计、安装、调试、运行、维护、检修、保养以及安全技术、读图技能、施工组织、预算编制、质量管理监督、计算机应用等实践技术技能由浅入深、由易至难、由简单到复杂、由强电到弱电以及实践经验、绝活窍门进行了详细的论述，供广大读者，特别是青年工人和电气工程及自动化专业的学生们学习、模仿、参考，以期在技术技能上取得更大的成绩和进步。

本丛书的特点是实用性强，可操作性强，通用性强。但需要说明，本丛书讲述的技术技能及方法不是唯一的，也可能不是最先进、最科学的，然而按照本丛书讲述的方法，一定能将各种工程，包括复杂且难度大的工程顺利圆满地完成。读者及青年朋友们在遇到技术难题

时，只需翻阅相关分册的内容便可找到解决难题的办法。

从事电气工作是个特殊的职业，从前述分析可以得知电气工程及自动化工程的特点，主要是：安全性强，这是万万不容忽视的；专业理论性强，涉及自动控制、通信网络、自动检测及复杂的控制系统；从业人员文化层次较高；技术技能难度较大，理论与实践联系紧密；工程现场条件局限性大，环境特殊，如易燃、易爆等；涉及相关专业广，如机、钳、焊、铆、吊装、运输等；节能指标要求严格；系统性、严密性、可靠性、稳定性要求严密，从始至终不得放松；最后一条是法令性强，规程、规范、标准多，有 150 多种。电气工作人员除了技术技能的要求外，最重要的一条则是职业道德和敬业精神。只有高超的技术技能与高尚的职业道德、崇高的敬业精神结合起来，才能保证电力系统及自动化系统的安全运行及其先进性、稳定性、可靠性、灵敏性和安全性。

因此，作为电气工程工作人员，特别是刚刚进入这个行业的年轻人，应该加强电工技术技能的学习和锻炼，深入实践，不怕吃苦、不怕受累；同时应加强电工理论知识的学习，并与实践紧密结合，提高技术水平。在工程实践中加强职业道德的修养，加强和规范作业执业行为，才能成为电气行业的技术高手。

在国家经济高速发展的过程中，作为一名电气工作者肩负着非常重要的责任。国家宏观调控的重要目标就是要全面贯彻落实科学发展观，加快建设资源节约型、环境友好型社会，把节能减排作为调整经济结构、转变增长方式的突破口。在电气工程、自动化工程及其系统的每个环节和细节里，每个电气工作者只要能够尽心尽责，兢兢业业，确保安装调试的质量，做好运行维护工作，就能够减少工程费用，减小事故频率，降低运行成本，削减维护开支；就能确保电气系统的安全、稳定、可靠运行。电气工作人员便为节能减排、促进低碳经济发展，保增长、保民生、促稳定做出巨大的贡献。

在这中华民族腾飞的时代里，每个人都有发展和取得成功的机遇，倘若这套《电气工程安装调试运行维护实用技术技能丛书》能为您提供有益的帮助和支持，我们全体作者将会感到万分欣慰和满足。祝本丛书的所有读者，在通往电工技术技能职业高峰的道路上，乘风破浪、一帆风顺、马到成功。

白玉岷

2011 年元月

目 录

前言

第一章 电气工程及其自动化概述 1

- 一、电气工程及其自动化工程的保证条件 7
- 二、电气工程及其自动化工程形成的过程 9

第二章 工程技术人员在电气工程及 自动化工程项目中的作用 13

- 一、设计师 13
- 二、工程师 14
- 三、技术工人 15
- 四、设计师、工程师、技术工人之间的
关系 15

第三章 电气工程及其自动化工程的发 展前景及动向 17

- 一、工厂自动化的发展动向及前景 17
- 二、智能控制及仿真控制 18
- 三、新型电工电子功能材料 18
- 四、电气测量仪表和工业自动化仪表 19
- 五、智能化开关设备 19
- 六、工业与民用建筑电气工程 19
- 七、电热应用 20
- 八、通信及网络系统 20
- 九、绿色清洁能源发电技术及应用 20
- 十、其他方面发展动向 20

第四章 电气工程及其自动化工程的安 装调试 21

- 一、安装调试是电气工程及其自动化工程正
常运行的重要因素 23
- 二、完成电气工程及其自动化工程的必要条
件 24
- 三、电气工程安装调试的特点 34
- 四、电气工程安装调试技术和安装调试队
伍的现状及发展方向 35
- 五、电气工程安装调试技术质量总体要求 ... 37

第五章 电气工程安装调试前期准备 工作要点 56

第六章 电气工程及其自动化工程常用

技术技能 59

- 一、基本技术技能 59
- 二、通用技术技能 77
- 三、电气系统安全运行技术 94
- 四、电气工程安全技术 96
- 五、负载估算及设备、元器件、材料的
选择 99
- 六、控制系统的设计及实施 101
- 七、电气工程技术开发及技术成果应用 107
- 八、解读电气工程技术疑难问题 108

第七章 电气工程及其自动化工程常用 管理技术 115

- 一、编制工程项目预算（或核算）及设备
计划 115
- 二、编制施工组织设计（或方案） 115
- 三、组织工程实施与监督 117
- 四、安全管理与监督 119
- 五、质量管理与监督 119
- 六、进度管理与监督 120
- 七、环境管理与监督 121
- 八、工程技术文件的编制 122
- 九、熟练掌握电气工程技术标准、规程、
规范 124
- 十、领导艺术及组织能力 125

第八章 电气工程的竣（交）工及 验收 128

- 一、总体要求 128
- 二、竣（交）工验收的准备、要点及
内容 128
- 三、验收时的检查、试验及试运行 129
- 四、交验竣工资料及有关安装调试记录技术
文件及要求 130
- 五、竣（交）工验收阶段的管理 138
- 六、竣（交）工结算 138

第九章 电气工程及其自动化工程的运行 维护技术 140

一、总则	140	检修及修理技术	155
二、电气系统运行维护技术基本要求	140	一、电气设备、线路检修细则提要	155
三、实施细则提要	143	二、电气设备、装置修理概要	168
四、电气维修工程质量监控要点	145	结束语	170
五、电气工程检修技术规程	151	参考文献	171
第十章 电气工程及自动化工程			

第一章 电气工程及其自动化概述

在近 200 多年的历史，人类进步和文明的发展都围绕着一个核心，这就是电及电气工程技术、电子技术的进步和发展。从 1800 年第一台伏打电池出现，1872 年西门子发明第一台转子发电机，1888 年特斯拉发明第一台感应电动机，1891 年第一条三相交流输电线路以及三相交流发电机，三相交流电动机和变压器的相继发明和使用，到 1904 年二极电子管、1906 年三极电子管、1940 年第一台模拟电子计算机、1943 年第一台数字电子计算机、1948 年晶体管、1954 年晶闸管整流器、1958 年第一块集成电路、1960 年单片运算放大器、1971 年第一块微处理器相继出现和大量生产，人类经历了电的发展和电子管到大规模集成电路、运算放大器到计算机技术应用普及三大重要历程。如今，电气工程技术、计算机技术已经渗透到各个学科及领域，随着电子科学技术、通信技术、电子信息技术、自动化技术、控制工程技术、遥测遥控遥信技术、生物医学技术、生物电磁技术、超导电工技术、纳米电工技术、电力电子技术、传感器技术、机器人技术、机电一体化技术、信息工程技术的发展，电气工程技术、计算机技术在机械、化工、冶金、交通、通信、航天、建筑、信息、生物医学、农业、金融、商业、教育、科研、经贸等行业扮演起了越来越重要的角色。同时，在国家经济、军事、政治、商务、外交以及人民生活当中起着举足轻重的作用，占据非常显赫的位置。电气化的程度已成为衡量一个国家、一个地区、一个城市是否发达和先进的标志之首，并且发挥着越来越大、越来越重要的作用，除了空气、阳光、水及大自然以外，电已是人类生产、生活、生存当中最不可缺少、最亲密无间的伙伴了。电的发展史，就是人类的近代史，是从实践中发展起来的。当今电工学及电工技术已成为一个基础学科，就像我们一直在学数学、物理、化学、英语、语文一样，是必须要掌握的。同时，电工学及电工技术又是一门实践性非常强的学科。从某种意义上讲，无论从事何种行业，如果对电不了解，将难以高人一等；假如从事电气工程技术这个行业，却没有实践基础和实践经验，那么在这个行业将难以立足，更难以做出惊天动地的业绩。

电气工程及其自动化专业应用广泛、技术含量丰富、就业环境开阔，是当代经济及政治生活中不可缺少的前沿学科，它涵盖了电的基础理论、电工学、电工技术、电气工程、电子信息技术、控制技术、控制工程、自动化仪表和传感器技术等分支学科，主要包括发电、电能传输、电能转换、控制技术、电能存储、电能利用等六大内容；其中控制技术（包括继电保护）是电气工程及自动化专业的核心，也是难点，更是个人才华展现的舞台，是一名优秀的电气工作人员必须掌握的技术和技能。

发电系统中，需要控制的量有很多，比如发电机的电流、电压、励磁、转速、温度、振动、定子转子间隙等，又比如锅炉系统的温度、压力、流量、水位、化学量分析，及其配套设备的各种机、电参量，升压系统的电流、电压、相位、周波、接地等，还有输电系统的各种参量，生产管理系统、经营管理系统的数据采集、信息沟通、领导决策等均需引入监控信息管理系统，都需进行控制，这些控制及信息构成复杂、严密、准确、全面的控制系统，确保发电正常运行。

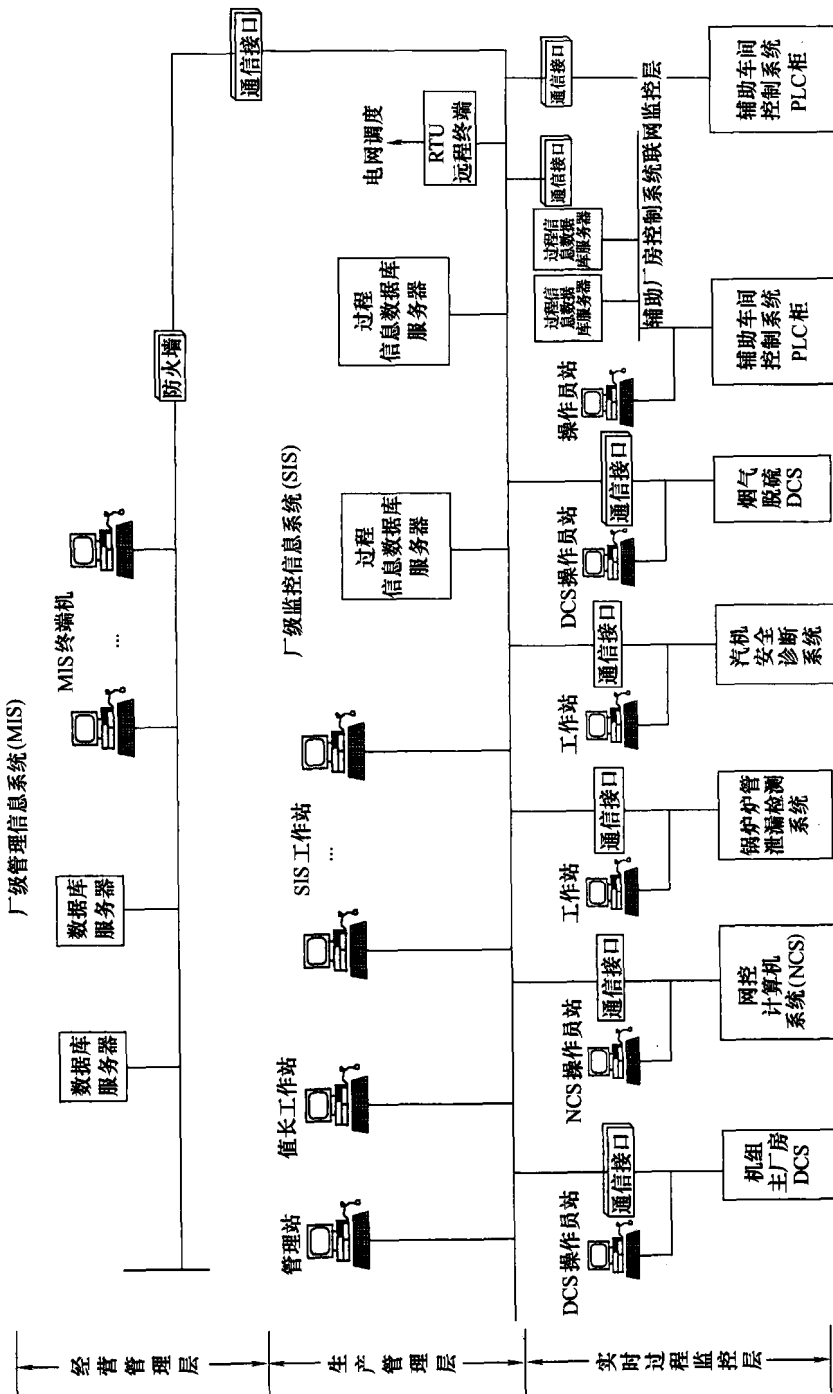


图 1-1 火电厂自动化系统网络结构示意图

电能转换系统，主要包括对升压站、降压站、整流逆变站的各种电流、电压、相位、有功功率、无功功率、功率因数、周波、温度、振动、导通角等参数的控制，同样构成复杂的控制及继电保护系统。

电能传输系统，主要包括对电流、电压、功率因数、绝缘性能、接地电流等的监测和控制，系统较为简单。

电能存储系统，主要是整流逆变、电流电压、温度、气敏、绝缘性能、接地等的监测和控制，系统较为复杂。

电能利用系统的控制是最复杂的，由于电能利用的方式、效果、目的不同，控制系统也不尽相同，但是其控制参数几乎包含上述所有的参数，甚至还有未曾提及的参数，如某一工艺生产控制系统，控制参数多达百余种，控制系统相当复杂。

控制系统一般都与测量、检测、继电保护、联锁报警相连，传感器、信号变换装置、反馈装置、接口电路、隔离电路等应用得很多也很广，最后与计算机接口相连，构成完整的控制、保护、联锁、报警、功能计算及监测系统。

这里列出火电厂机组自动控制系统图，并将火电厂工艺系统主要检测项目列出，供读者参考（见图 1-1 ~ 图 1-3 和表 1-1）。由此可以看出，电气工程及自动化系统的功能齐全，博大精深。

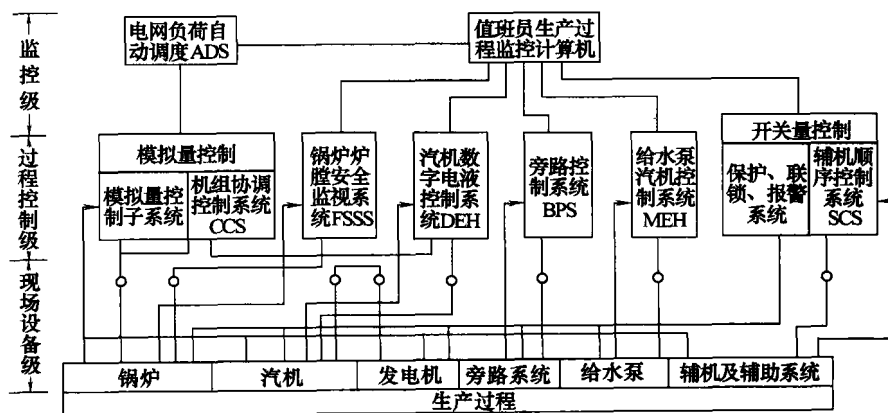


图 1-2 火电厂机组自动化控制系统示意图

电气工程及自动化在国民经济及人民生活中占有很重要的位置，这个专业主要包括电气及电子产品设计、开发、制造，电气工程、自动化工程、仪表工程、通信工程、发电工程中相关的设计、安装、调试、运行、维护、修理、保养、电加工、电加热、电焊和静电技术应用及开发等。

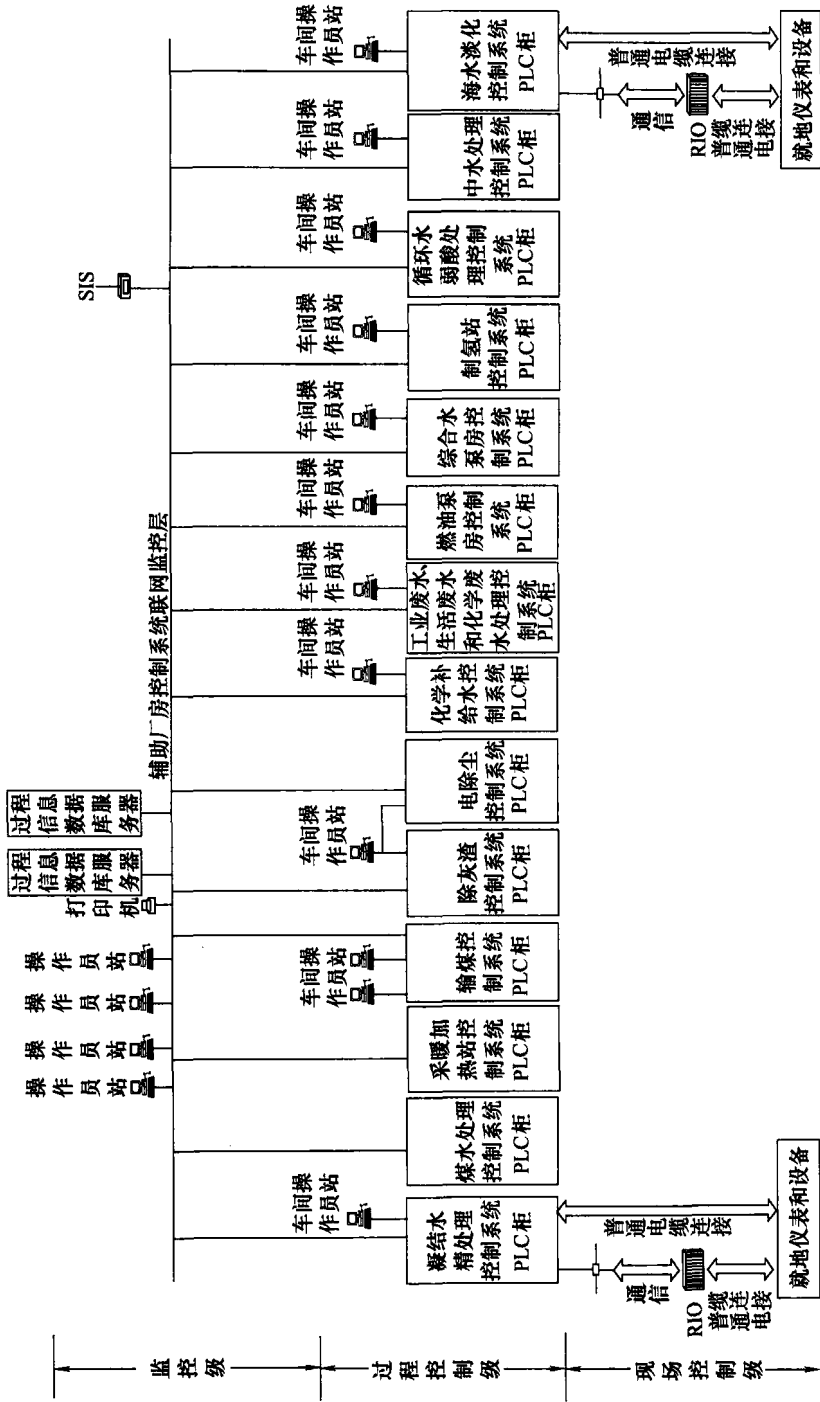


图 1-3 辅助系统(车间)控制系统网络示意图

表 1-1 火电厂工艺系统主要检测项目

系统	参数类别	检 测 项 目
空气系统	压力差压	送风机、一次风机出口风压，空预器入/出口一次风差压、后一次风压，一次风、二次风总压力，二次风箱/炉膛差压，炉膛/热一次风差压，风机润滑油压，轴流式风机喘振
	温度	送风机入口、出口风温，一次风机入口、出口风温，空预器出口一次风、二次风温，风机轴承温度，风机电动机线圈温度，回转式空气预热器轴承温度，风机油箱温度，暖风器入口、出口风温
	流量	送风总风量，一次风风量，流化风风量
	振动	风机轴承振动
	其他	回转式空气预热器停转、火灾
烟气系统	压力差压	炉膛压力或负压，空预器入口、出口、除尘器后烟压，引风机出口烟压，引风机润滑油压，烟道各段烟压，火检冷却风压力，循环流化床床压
	温度	炉膛各段烟温，排烟温度，汽包壁温，过热器、再热器管壁温度，引风机轴承及电动机线圈温度，循环流化床床温
	成分分析	烟气含氧量， NO_x ， SO_2 ， CO ， CO_2 ，烟气浊度，飞灰含碳量
	振动	引风机轴承振动
	炉膛火焰	油燃烧器火焰，煤燃烧器火焰，全炉膛火焰
燃油制粉系统	压力差压	磨煤机入口、出口风压，粗粉分离器后风压，排粉机入口风压，供、回油压力，雾化蒸汽（空气）压力，吹扫气压力，中速磨密封风/磨煤机的差压，磨煤机上下磨碗差压，中速磨密封风风压，密封风/冷一次风差压，磨煤机润滑油压，双进双出钢球磨筒体压力
	温度	磨煤机入口风温，出口风粉混合物温度，粉仓温度，排粉机入出口风粉混合物温度，磨煤机轴承及电动机线圈温度，磨油站油温，燃油温度
	料位	煤仓煤位，粉仓粉位，磨煤机油箱油位，双进双出钢球磨煤位
	流量	磨煤机入口风量，给煤量，供、回油流量，双进双出钢球磨旁路风量
蒸汽系统	压力差压	锅炉锅筒饱和蒸汽压力，各级过热器出口蒸汽压力，再热器进出口蒸汽压力；汽机进口主汽压力，调速汽门后汽压，调速级汽压，高压缸排汽压力，中压缸进汽压力，各段抽汽压力，排汽真空，轴封汽压力；高低压旁路减温器后蒸汽压力；给水泵汽机高、低压进汽压力，轴封汽压力；除氧器压力；辅汽联箱压力，磨煤机消防蒸汽压力，燃油伴热蒸汽压力
	温度	锅炉过热器、再热器减温器进出口汽温，过热器出口汽温，汽机主汽门前汽温，调速级汽温，高、低压缸排汽温度，各段抽汽温度，高缸排汽管及各段抽汽管上、下壁温度，再热器至中压缸进汽温度，轴封汽温度，旁路减温器后蒸汽温度，给水泵汽机进汽、排汽温度，暖风器入口、出口辅助蒸汽温度，辅汽联箱温度，燃油伴热蒸汽温度
	流量	主蒸汽流量，四段抽汽至辅汽联箱流量，冷再至辅汽联箱流量
凝结水系统	压力差压	凝结水泵进、出口压力，凝结水精处理装置前后差压，超临界机组启动疏水压力
	温度	凝汽器出口凝结水温度，各低压加热器出口水温，除氧器水箱水温，超临界机组启动疏水温度
	水位	凝汽器热井水位，除氧器水箱水位，高、低压加热器水位，疏水箱水位，汽机高压缸排汽管、各段抽汽管疏水罐水位
	流量	凝结水流量，凝结水再循环流量，补给水流量
给水系统	压力差压	给水前置泵、给水泵出口压力，锅炉给水压力，过热器、再热器减温水压力，给水泵润滑油压，密封水压，滤网差压，炉水循环泵进出口差压

(续)

系统	参数类别	检测项目
给水系统	温度	给水泵入口温度, 各高压加热器出口水温, 至锅炉给水温度, 直流锅炉中间点温度, 给水泵冷油器进出口温度, 电动给水泵耦合器轴承温度, 润滑油温, 电动机线圈温度, 轴承温度, 密封水回水温度
	水位	锅炉锅筒水位, 直流锅炉汽水分离器水位
	流量	给水泵入口流量, 给水流量, 过热器、再热器减温水流量, 锅炉连排流量, 炉水循环泵冷却水流量, 超临界机组炉水循环泵出口流量
循环冷却水系统	压力差压	凝汽器进出、口循环水压力, 循环水泵出口水压, 开、闭式冷却水泵出口压力, 冷却水压力
	温度	凝汽器进出、口循环水温度, 循环水泵轴承温度, 开、闭式冷却水温度
	水位	闭式冷却水箱水位
汽轮机本体	压力	润滑油、调速油压力, 顶轴油泵进口压力
	温度	润滑油温度, 支持轴承、推力轴承温度, 主汽门、缸体金属温度, 导汽管壁温度, 法兰螺栓温度, 调速油回油温度, 调速油箱油温
	油位	主油箱油位, 调速油箱油位
	本体监视	汽机转速, 轴向位移, 转子偏心, 汽缸膨胀、胀差, 轴承振动, 油动机行程
给水泵汽机本体	压力	润滑油、调速油、安全油压力
	温度	轴承、推力瓦温度, 回油温度, 冷油器进出口油温
	其他	转速, 轴向位移, 油箱油位
发电机	压力	氢气压力, 密封油压, 冷却水压, 氢油压差, 密封油泵差压
	温度	定子线圈及铁心温度, 氢气或空气冷却器进出口冷却水温度, 氢冷却器进出口氢气温度, 密封油温度, 冷却水温, 轴承温度
	液位	冷却水箱水位, 密封油箱油位, 氢油分离箱油位
	流量	定子、转子冷却水流量
	分析	氢气纯度, 定子进水导电度, 离子交换器出口导电度
	其他	发电机检漏
其他系统	压力	抽气器入口水或气压, 抽气器入口真空, 射水泵出口压力, 真空泵入口真空, 出口压力
	水位	热交换器水位, 汽-水分离器水位
汽水监督	电导率	炉水, 饱和蒸汽, 过热汽, 再热汽, 排污水, 凝结水, 补给水
	pH	补给水, 省煤器入口给水, 炉水
	溶氧	除氧器出口给水, 省煤器入口给水
	硅酸根	饱和蒸汽, 炉水
厂用电源系统	温度	主变压器、厂高变压器线圈温度, 油温, 冷却水温
	压力	冷却水循环泵出口压力, 水轮机前后压力, 管道系统总压力
	温度	直接空冷排汽装置出口排汽温度、凝结水温度, 间接空冷凝汽器内温度、冷却水循环泵后的温度、水轮机后的水温、扇形段出口水温、冷却塔内空气温度、冷却塔外空气温度, 冷却水循环泵、水轮机等电动机线圈温度、轴承温度
	流量	扇形段入口排汽量, 冷却水回水总管流量
	液位	凝结水箱水位, 贮水箱水位, 高位膨胀水箱水位

(续)

系统	参数类别	检测项目
烟气脱硫系统 FGD需测量的参数	温度	FGD 入/出口烟气温度, GGH 入口/出口烟气温度, GGH、增压风机轴承温度
	压力差压	FGD 入口/出口烟气压力, 增压风机出口压力, GGH 入口/出口烟气压力, 氧化风机出口压力, 浆液循环泵出口压力
	流量	烟气流量, 石灰石浆液流量, 工艺水量, 吸收塔入口氧化风流量, 废水泵出口母管流量
	液位	吸收塔液位, 石灰石浆液搅拌箱液位, 废水箱液位, 传动带冲洗水箱液位
	其他	石灰石浆液密度, 吸收塔浆液的 pH 值, 净烟气湿度
		FGD 入口 SO ₂ 、O ₂ , FGD 出口净烟气烟尘浓度、O ₂ 、SO ₂ 、NO _x 、CO、CO ₂
烟气脱硝系统 SCR需测量的参数	温度	喷氨装置入口烟气温度, SCR 出口烟气温度
	压力	喷氨装置入口烟气压力, SCR 出口烟气压力
	液位	氨罐液位
	流量	喷氨格栅入口烟气流量, 氨耗量
	其他	SCR 入口/出口 NO _x 浓度, 氨气/空气混合器出口氨浓度
燃气轮机还需测量	压力	压气机排气压力, 燃气轮机/压气机洗涤水压力, 燃气轮机排气压力等
	温度	燃气轮机排气温度, 燃气轮机轮间温度
	其他	燃气轮机排气温度分散度

注：各个系统均有电量的测量，主要有电压、电流、有功、无功、各种模拟量及开关量。

电气工程及其自动化有着广泛的发展前景，随着传感器技术、微机技术、机器人技术的普及和发展，随着风能发电、太阳能发电、核能发电、化学能及其他能源发电的开发和利用，电气工程及其自动化必将有一个新的契机，这也是每个电气行业人员发展的机遇。因此，无论是刚毕业的大学生，还是已经从事电气工程及其自动化工作的工作者，都有着发展和创新的机遇。然而要想抓住这个机遇，就必须不断地去学习新技术、新工艺，去掌握新设备、新材料。

一、电气工程及其自动化工程的保证条件

电气工程及其自动化工程的成败与否，主要取决于工程设计、设备、原材料的质量以及安装、调试、运行、维护、检修、修理、保养等环节。

1) 电气工程及其自动化工程项目的设计必须由具有相当资质的设计单位进行，对于较大和较重要的工程，建设单位须到设计单位进行实地考察，设计单位应出具项目设计论证报告、设计方案和初步设计，经相关专家论证及评估后才能进行设计，以确保工程项目设计的质量。

2) 对于产品、材料的开发设计应有可行性试验报告和市场调研报告，投放市场前应通过准入制度考核，并有型式试验报告 and 产品质量合格报告，并经主管部门、质量监督部门、大型用户联合使用鉴定报告，必要时应有上一级或国家级主管部门介入，从源头上杜绝劣质产品的设计、研制及生产，以确保电气产品及材料的设计及生产、流通环节的质量。

3) 电气工程及其自动化工程所用到的设备、原材料是决定工程项目的最重要条件，把好设备、原材料质量关，是电气工程及其自动化工程的头等大事。电气工程及其自动化工程对于设备和原材料须实行三检制度。一是在采购时的检验，特别是对生产商、销售商的资质、信

誉、业绩和服务的检验和考察；二是采购后的进厂进货检验，除了采购人员、保管人员之外，还应有专业人员参与进货检验，必要时，特别是对于大型、贵重的设备应进行实地通电试验和仪器检验，确保产品的质量；三是安装或使用时的检验，所有电气设备、原材料在安装或使用前应按规定、规范要求进行试验及检验，杜绝假冒伪劣产品混入工程项目。上述三检均应出具试验及检验报告。

4) 电气工程及其自动化工程设备的安装是保证工程项目顺利进行的重要条件，除了按照规程、规范、标准和设计要求进行安装外，最重要的是在安装前要对设备、元件、材料进行测试和试验，确保安装的质量。在安装过程中根据实际需要，会用到吊装、运输、焊接、加工制作、钳工作业等作业程序，这些环节的质量都关系到工程的总体质量。因此，每道工序的质量检查都是非常重要的，要求做到事前控制，避免形成不合格后返工或返修，以确保工程质量。

5) 电气工程及其自动化工程设备的调试是保证工程项目交验及正常运行的重要技术手段，除了按照规程、规范、标准对工程各个子项目进行调整试验外，更重要的是要对其可靠性、灵敏性、准确性、安全性和抗衰老性做出判断，以确保其正常运行，并能在非正常条件下自动做出响应，来保证系统安全运行。

6) 电气工程及其自动化工程设备的正常运行是保证交付使用后系统工作最重要的因素。除了按照规定和运行规程进行监视、测量、调整、控制、记录外，更重要的是对系统的安全性、可靠性、灵敏性、准确性做出判断，并及时发现运行缺陷，为维护、保养、检修提供可靠的依据和线索。以上行为可统称为运行技术措施。

运行技术措施的科学性及普遍性是保证电力系统及电气设备安全运行的必要条件之一，是保证安全运行的关键手段。运行技术措施主要是要落实在“勤”、“严”、“管”三个字上。

① 勤就是对电气线路及电气设备的每一部分、每一参数勤检、勤测、勤校、勤查、勤扫、勤修。这里的勤是指按周期，只是各类设备周期不同而已。

除按周期进行清扫、检查、维护和修理外，还必须利用线路停电机机会彻底清扫、检查、紧固及维护修理。

② 严就是在运行维护中及各类作业中，严格执行操作规程、试验标准、作业标准，并有严格的管理制度，现有各种规程、标准、制度 100 多种。

③ 管是指用电管理机构及组织措施，这个机构应该是有权威性的，一般由电气专家和行政负责人组成，能解决处理有关设计、安装调试、运行维护及安全方面的难题，同时从上到下直至每个用电者应有一个强大的安全协作网，构成全社会管电、用电的安全系统，这是保证安全运行的社会基础。

7) 电气工程及其自动化工程设备的维护保养是保证系统安全运行的重要手段，维护保养必须遵守维护保养技术规程，同时在确保维护保养的要点上下工夫，把故障、缺陷消灭在萌芽状态。同时应落实维护保养的“勤”、“严”、“管”。

8) 电气工程及其自动化工程设备的周期检修是确保系统长期安全运行的基本技术手段。世界上任何人工制造的装置在使用或运行的过程中，随着时间的推移，都有一定的磨损。在维护保养中我们要消除一些容易发现而工作量较少的磨损，如螺母松动、润滑油不够、仪表数据不准、导线或触头发热等。同时要记录设备的状态及工作量较大的修复项目，以方便周期性检修或更换。其中，周期的长短是按长期运行或使用经验而制定的，并不时地按设备实

际运行状况而修订,以满足设备运行的需要。检修同安装一样,要编制施工组织设计并对设备进行检测和试验。

有关电气工程及自动化工程运行、维护、保养、检修等内容详见本丛书相关分册。

二、电气工程及自动化工程形成的过程

一个大中型的电气工程及自动化工程项目形成的过程是非常复杂的,涉及技术、商务、经济、法律及管理方面的内容。电气工程及自动化工程形成的过程一般要经过如下的程序。

(一) 立项

由建设单位或主管部门向上级提交项目建议书,阐述项目的重要性、必要性及其对经济发展的作用等,并提交项目评估报告。项目评估报告主要是评估项目投资、效益、工期、税金等,经专家及主管部门评审通过后正式立项。

(二) 可行性研究及分析报告

由第三方组织有关专家及有经验的技术人员对项目的必要性、可行性和实际效果等进行详细的调查研究及分析,包括存在的风险、不确定因素等,为决策者做出正确的判断,减少或防止决策失误,确保项目决策正确,从而保证项目建成后的社会效益及投资效益。

可行性研究工作的五大步骤

(1) 研究筹划 这一过程需要摸清投资主体的目标、能力和要求,了解项目的背景、范围、具体研究内容。根据可行性研究内容的需要,确定可行性研究小组成员,并制定研究计划。

(2) 调查研究 包括市场调查,原材料、燃料动力调查,工艺技术设备调查,建厂地区、地址调查,资金筹措渠道调查,以及有关政策法规调查等内容。通过分析论证,研究项目建设的必要性。

(3) 技术方案设计与优选 在调查研究的基础上,设计出可供选择的技术方案,并结合实际条件进行反复论证研究,会同委托单位明确方案选择的原则及择优标准。从可能的技术方案中推荐最优或次优方案,论证其技术上的可行性。

(4) 项目评价 包括对所选方案进行财务评价和经济评价。通过盈利性分析、财务生存能力分析、费用效益分析、不确定性分析和风险分析,研究论证项目财务可接受性、经济合理性和社会适应性。

(5) 编写可行性研究报告 在证明项目建设的必要性、技术上的可行性和经济上的合理性之后,即可编制可行性研究报告,推荐一个或几个项目建设可行性方案,提出结论性意见和重大措施建议,作为项目的决策依据。

(三) 设计招标及实施

1) 项目确定后首先是设计招标,并发布招标书。投标单位必须是具有相应设计资质且涵盖项目要素的设计单位,出示设计方案和标的,由评标委员会评出最佳设计单位中标。

2) 设计单位中标后首先应出具项目的初步设计和技术设计,由第三方组织有关专家及有经验的技术人员进行评审,提出相应的改进意见或建议,然后经建设单位技术部门认可即可进行项目的施工图设计,并在规定时间内出具施工图,报当地或上一级或专业工程建设审图办公室审核批准。审图办必须具备相应资质。

3) 将全套施工图交于建设单位。

（四）工程项目的招投标

1) 建设单位发布招标书，并将施工图全部交于投标单位，并签订相应的协议。

2) 投标单位必须具有相应施工资质且涵盖全部施工图要素的施工单位，按招标书要求编写技术标（施工组织设计）和商务标（工程项目的），并在规定时间内将投标书送达招标单位。

3) 招标单位应委托第三方评标委员会评审。评标委员会由相关专家及有经验的技术人员组成，并按照公平、公正、公开的原则进行评标。评标委员会必须在招标书规定的时间内发布招标结果和中标单位。

（五）工程项目的前期工作

中标的施工单位应进行以下工作，确保工程的质量、安全、环保、进度、投资及工程项目交验。

- 1) 工程设计及施工图审核会审；
- 2) 工程的施工组织设计编制；
- 3) 工程预算编制；
- 4) 施工材料计划清单；
- 5) 施工机具计划；
- 6) 施工人力计划及技术力量配备；
- 7) 设备清单及到货计划；
- 8) 质量计划；
- 9) 环境管理计划；
- 10) 安全管理方案；
- 11) 施工管理机构设置及技术人员配备；
- 12) 施工用的标准、规范、规程及图册；
- 13) 现场安装施工条件；
- 14) 现场应急预案及保险；
- 15) 沟通与策划（包括与建设单位、设计单位、监理单位、当地政府相关部门以及当地驻军、居民的沟通）；
- 16) 其他相关事宜。

（六）开工前的协调组织及准备工作

- 1) 确定项目负责人和各类人员的职责；
- 2) 质量、环境、安全管理体系和施工管理体系的建立及实施计划；
- 3) 开工前的准备工作。

为了将工程做好，须详细阅读工程图样、设计说明和交底文件，建设单位相关要求，相关标准规范等内容。还可参考《电气工程安装及调试技术手册》、《怎样阅读电气工程图》和《电工安全技术 365 问》三本由机械工业出版社出版的图书中的相关内容。

（七）电气工程及自动化工程项目的安装调试及试运行

安装调试及试运行是电气工程及自动化工程项目最后一个攻坚体系，在这个体系中，集中了技术工人、技术人员、工程师们的辛劳和智慧。安装调试一般有如下程序：

- 1) 进驻工地，按施工组织设计中的施工平面布置图进行临建、组织施工人员进场。