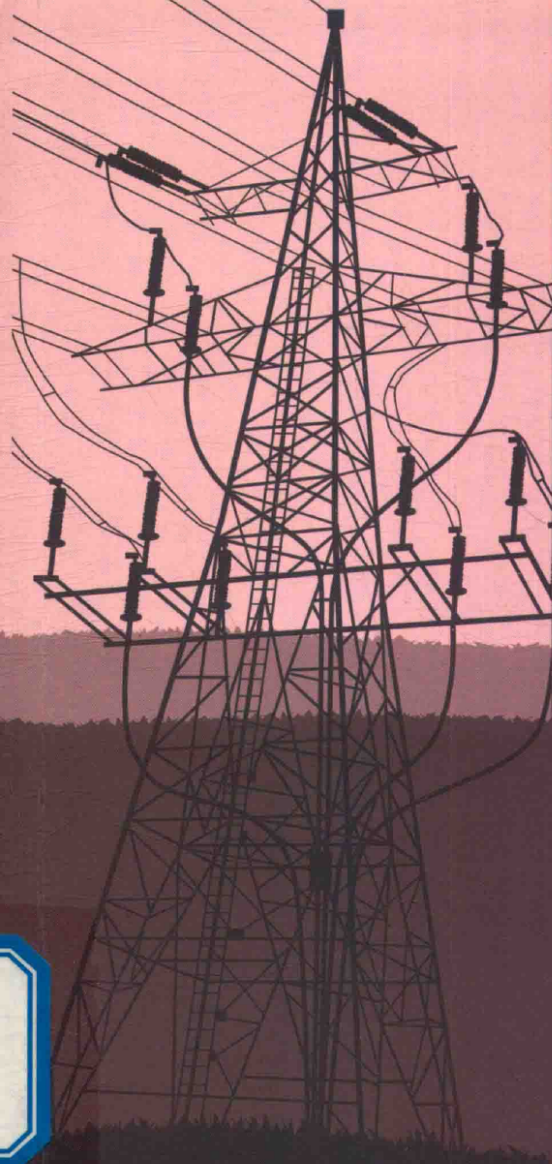




电气自动化控制技术研究

连晗◎著



 吉林科学技术出版社

电气自动化控制技术研究

DIANQI ZIDONGHUA KONGZHI JISHU YANJIU

连 晗 / 著

图书在版编目(CIP)数据

电气自动化控制技术研究 / 连晗著. -- 长春: 吉林科学技术出版社, 2018.5
ISBN 978-7-5578-4361-8

I. ①电… II. ①连… III. ①电气控制系统—研究
IV. ①TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 097441 号

电气自动化控制技术研究

著 连 晗
出 版 人 李 梁
责任编辑 孙 默
装帧设计 陈 磊
开 本 850mm×1168mm 1/32
字 数 140千字
印 张 6.625
印 数 1-3000册
版 次 2019年5月第1版
印 次 2019年5月第1次印刷

出 版 吉林出版集团
吉林科学技术出版社
发 行 吉林科学技术出版社
地 址 长春市人民大街4646号
邮 编 130021
发行部电话/传真 0431-85635177 85651759 85651628
85677817 85600611 85670016
储运部电话 0431-84612872
编辑部电话 0431-85635186
网 址 www.jlstp.net
印 刷 三河市天润建兴印务有限公司

书 号 ISBN 978-7-5578-4361-8
定 价 49.00元
如有印装质量问题 可寄出版社调换
版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85659498

作者简介

连晗出生于1980年9月12日，籍贯为河南南阳人。硕士，副教授职称。毕业于长春理工大学，现任职于河南工业职业技术学院，主要研究方向为电子、电气控制。

前 言

随着我国经济水平的不断提高,科学技术水平也在不断发展,我们也已经进入了科技时代,电气工程及其自动化技术凭借其显著的发展优势逐渐融入人们的生活当中,许多行业的发展都已经无法离开电气工程及其自动化技术。同时,电气工程及其自动化属于一门综合性学科,主要建立在信息技术之上,在一定程度上带动了我国工业信息化的发展。

电气自动化控制技术是工业现代化的重要标志和现代先进科学的核心技术,是使产品的操作、控制和监视、能够在无人(或少人)直接参与的情况下,按预定的计划或程序自动进行的技术。其具有提高工作的可靠性、运行的经济性、劳动生产率,改善劳动条件等作用,把人从繁重的体力劳动、部分脑力劳动以及恶劣、危险的工作环境中解放出来,增强人类认识世界和改造世界的能力。

笔者在多年电气自动化教学中深感电气自动化控制技术的先进以及各个领域广泛的应用,笔者依据多年来对本科生和研究生进行电气自动化教学及相关科研工作的实践经验,在征求了自动化专业相关教师和高年级学生及电气自动化技术人员意见的基础上,从工程实践和应用的角度出发,完成了本书的编写。

本书以电气自动化控制技术为核心,从工程 and 实际应用

角度全面介绍了电气自动化控制技术相关知识,全书内容一共分为五章:第一章主要介绍了电气自动化控制技术的相关概念、发展史以及目前存在的不足;第二章详细介绍了电气自动化控制技术系统的特点、功能、设计理念;第三章详细介绍了可编程逻辑控制器,主要介绍了PLC的安装以及调试;第四章介绍了工业控制网络,重点介绍了现场总线以及控制区域网——CAN;第五章介绍了电气自动化控制技术在工业、电力系统以及楼宇控制系统的应用。

在本书编写的过程中,参阅了许多专家的教材、著作和论文,还得到国内外有关企业和同行的支持,在此一并表示由衷的感谢。

鉴于电气自动化控制技术发展迅速,作者时间和水平有限,书中难免存在内容、结构和文字表述等一些问题和不妥之处,敬请同行专家和广大读者批评指正,谢谢!

作者

2018年3月

目录

Contents

第一章 电气自动化控制技术概述	1
第一节 电气自动化控制技术的基本概念	1
第二节 电气自动化控制技术的发展	10
第三节 电气自动化控制技术的影响因素	23
第二章 电气自动化控制技术概述	26
第一节 电气自动化控制技术发展的意义	26
第二节 电气自动化控制技术系统简析	33
第三节 电气自动化控制技术系统的特点	36
第四节 电气自动化控制技术系统的设计	41
第五节 电气自动化控制设备可靠性测试与分析	48
第六节 电气自动化控制技术系统的应用	57
第三章 电气控制与 PLC 控制技术	60
第一节 可编程序控制器概述	60
第二节 软 PLC 技术	85
第三节 PLC 控制系统的安装与调试	91
第四节 PLC 的通信及网络	109

第四章 工业控制网络	125
第一节 计算机网络与现场总线	125
第二节 控制网络基础	149
第三节 控制区域网——CAN	165
第五章 电气自动化控制技术的应用	176
第一节 电气自动化控制技术在工业中的应用	176
第二节 电气自动化控制技术在电力系统中的应用	183
第三节 电气自动化控制技术在楼宇自动化中的应用 .	192
参考文献	200

第一章 电气自动化控制技术概述

第一节 电气自动化控制技术的基本概念

一、电气自动化控制技术概述

电气自动化是一门研究与电气工程相关的科学，我国的电气自动化控制系统经历了几十年的发展，分布式控制系统相对于早期的集中式控制系统具有可靠、实时、可扩充的特点，集成化的控制系统则更多地利用了新科学技术的发展，功能更为完备。电气自动化控制系统的功能主要有：控制和操作发电机组，实现对电源系统的监控，对高压变压器、高低压厂用电源、励磁系统等进行操控。电气自动化控制技术系统可以分为三大类：定值、随动、程序控制系统，大部分电气自动化控制系统是采用程序控制以及采集系统。电气自动化控制系统对信息采集具有快速准确的要求，同时对设备的自动保护装置的可靠性以及抗干扰性要求很高，电气自动化具有优化供电设计、提高设备运行与利用率、促进电力资源合理利用的优点。

电气自动化控制技术是由网络通信技术、计算机技术以及电子技术高度集成，所以该项技术的技术覆盖面积相对较广，同时也对其核心技术——电子技术有着很大的依赖性，

只有基于多种先进技术才能使其形成功能丰富、运行稳定的电气自动化控制系统，并将电气自动化控制系统与工业生产工艺设备结合后来实现生产自动化。电气自动化控制技术在应用中具有更高的精确性，并且其具有信号传输快、反应速度快等特点，如果电气自动化控制系统在运行阶段的控制对象较少且设备配合度高，则整个工业生产工艺的自动化程度便相对较高，这也意味着该种工艺下的产品质量可以提升至一个新的水平。现阶段基于互联网技术和电子计算机技术而成的电气自动化控制系统，可以实现对工业自动化产线的远程监控，通过中心控制室来实现对每一条自动化产线运行状态的监控，并且根据工业生产要求随时对其生产参数进行调整。

电气自动化控制技术是由多种技术共同组成的，其主要以计算机技术、网络技术和电子技术为基础，并将这 3 种技术高度集成于一身，所以，电气自动化控制技术需要很多技术的支持，尤其是对这 3 种主要技术有着很强的依赖性。电气自动化技术充分结合各项技术的优势，使电气自动化控制系统具有更多功能，更好地服务于社会大众。应用多领域的科学技术研发出的电气自动化控制系统，可以和很多设备产生联系，从而控制这些设备的工作过程，在实际应用中，电气自动化控制技术反应迅速，而且控制精度强。电气自动化控制系，只需要负责控制相对较少的设备与仪器时，这个生产链便具有较高的自动化程度，而且生产出的商品或者产品，质量也会有所提高。在新时期，电气自动化控制技术充分利用了计算机技术以及互联网技术的优势，还可以对整个工业生产工艺的流程进行监控，按照实际生产需要及时调整生产

线数据,来满足实际的需求。

二、电气工程自动化控制技术的要点分析

(一) 自动化体系的构建

自动化系统的建设对于电气工程未来的发展来说非常必要。我国电气工程自动化控制技术研发已知的所有时间并不短,但实际使用时间不长,目前的技术水平还比较低,加之环境人数、人为因素、资金因素等多种因素的影响,使得我国的电气自动化建设更为复杂,对电气工程的影响不小。因此,需要建立一个具有中国特色的电气自动化体系,在保障排除影响因素,降低建设成本的情况下,还要提高工程的建设水准。另外,也要有先进的管理模式,以保证自动化系统的有效发展,通过有效的管理,保证在构建自动化体系的过程中,不至于存在滥竽充数的情况。

(二) 实现数据传输接口的标准化

建立标准化的数据传输接口,以保证电气工程及其自动化系统的安全,是实现高效数据传输的必然因素。由于受到各种因素的干扰,在系统设计与控制过程中有可能出现一些漏洞,这也是电气工程自动化水平不高的另一重要原因,所以相关人员应保持积极的学习态度,学习国外先进的设计方案和控制技术,善于借鉴国外的设计方案,实现数据传输接口的标准化,以确保在使用过程中,程序界面可以完美对接,提高系统的开发效率,节省成本和时间。

(三) 建立专业的技术团队

电气工程操作过程中，很多问题都是由人员素质低造成的，目前，许多企业员工技术水平不高，埋下了隐患，在设备设计和安装过程中，存在很多的不安全因素，增加了设备损坏的概率，甚至可能导致严重故障和安全事故。所以，企业在管理过程中，一方面，要以一定的方式，加大对现有人员的专业技术水平培训力度，如职前培训；另一方面也可以招收高质量、高水平的人才，为电气工程自动化控制技术提供可靠的保障，将人为因素导致的电气故障率降到最低。

(四) 计算机技术的充分应用

当今社会已经是网络化的时代，计算机技术的发展对各行各业都有着非常重要的影响，为人们的生活带来了极大的方便。如果在电气工程自动化控制中融入计算机技术，就可以推动电气工程向智能化方向发展，促进集成化和系统化电气工程的实现。特别是在自动控制技术中的数据分析和处理上，可以起到巨大的作用，大大节省了人力，提高了工作效率，可以实现工业生产自动化，也大大提高了控制精度。

三、电气自动化控制技术基本原理

电气自动化控制技术的基础是对其控制系统设计的进一步完善，主要设计思路是集中于监控方式，包括远程监控和现场总线监控两种。在电气自动化控制系统的设计中，计算机系统的核心，其主要作用是对所有信息进行动态协调，并实现相关数据储存和分析的功能。计算机系统是整个电气自

动化控制系统运行的基础。在实际运行中,计算机主要完成数据输入与输出数据的工作,并对所有数据进行分析处理。通过计算机快速完成对大量数据的一系列处理操作从而达到控制系统的目的。

在电气自动化控制系统中,启用方式是非常多的,当电气自动化控制系统功率较小时,可以采用直接启用的方式实现系统运行,而在大功率的电气自动化控制系统中,要实现系统的启用,必须采用星型或者三角型的启用方式。除了以上两种较为常见的控制方式以外,变频调速也作为一种控制方式并在一定范围内应用,从整体上说,无论何种控制方式,其最终目的都是保障生产设备安全稳定的运行。

电气自动化系统是将发电机、变压器组以及厂用电源等不同的电气系统的控制纳入 ECS 监控范围,形成 220kV/500kV 的发变组断路器出口,实现对不同设备的操作和开关控制,电气自动化系统在调控系统的同时也能对其保护程序加以控制,包括励磁变压器、发电机组和厂高变。其中变组断路器出口用于控制自动化开关,除了自动控制,还支持对系统的手动操作控制。

一般集中监控方式不对控制站的防护配置提出过高要求,因此系统设计较为容易,设计方法相对简单,方便操作人员对系统的运行维护。集中监控是将系统中的各个功能集中到同一处理器,然后对其进行处理,因为内容比较多,处理速度较慢,这就使得系统主机冗余降低、电缆的数量相对增加,在一定程度增加了投资成本,与此同时,长距离电缆容易对计算机引入干扰因素,这对系统安全造成了威胁,影响了整个系统的可靠性。集中监控方式不仅增加了维护量,而且有

着复杂化的接线系统，这提高了操作失误的发生概率。

远程控制方式是实现需要管理人员在不同地点通过互联网联通需要被控制的计算机。这种监控方式不需要使用长距离电缆，降低了安装费用，节约了投资成本，然而这种方式的可靠性较差，远程控制系统的局限性使得它只能在小范围内适用，无法实现全厂电气自动化系统的整体构建。

四、电气自动化控制技术现存的缺点

相对于之前的电气工程技术来说，电气自动化技术有很大的突破，能够提高电气工程工作的效率和质量，增加了工作的精确性和安全性，在发生故障时可以立刻发出报警信号，并可以自动切断线路，所以电气自动化技术能够保证电网的安全性、稳定性以及可信赖性。电气自动化技术，因为是自动化，所以相对于之前的人工操作来说，大大节约了劳动力资本，也减轻了施工人员的工作任务量。而且，电气工程之中安装了 GPS 技术，能够准确地找到故障所在处，很好地保护了电气系统，减少了损失。优点还有很多，但仍不能忽视其缺点的存在。

1. 能源消耗现象严重

众所周知电气工程是一项特别耗费能源的技术工程，因为没有能源的支撑就无法施展电气工程。但是在现代生活中能源的利用率较低，这严重阻碍了电气工程的长效发展，所以电气工程必须提升能源的利用率才能在节能的基础上保障电气自动化技术的发展。综观现在的工业企业在节约能源方面还存在欠缺，不论是设计还是技能方面都缺少节能意识。

这是工程师亟待解决的问题。

2. 质量存在隐患

目前有不少企业都存在这样一个误区,即重视生产结果而忽视质量的好坏。究其原因也与我国电气自动化起步晚有关,因为不论是管理机制还是发展模式都不够健全,也使得电气行业发展停滞。现在随着人们安全意识的逐步提升,质量安全的关注又成为了焦点,对于一个企业来说,质量的优劣关乎其生存淘汰,尤其是质量安全事故频发的工业企业,设备的质量以及安全性对于企业的发展都起到至关重要的作用。

3. 工作效率偏低

生产力发展决定了企业生产的效率,生产力发展的水平对企业效益的影响是非常重要的。我国电气工程以及自动化技术在改革开放以来取得了非常优异的成绩,当然工作效率较低也是不可疏忽的。工作效益的偏低主要因素来源于三个方面:生产力水平、使用方法以及应用范围。企业在电气工程自动化技术方面是否能够熟练操作直接影响到企业经济效益以及企业是否能长久地发展下去。

4. 尚未形成电气工程网络构架的统一标准

从目前的发展情况来看,电气工程与自动化技术二者实现高度融合已经是大势所趋,一旦有所突破将直接提升工业的生产效率以及精准度,但想要得到进一步的发展,还需要先建立统一的网络架构,由于不同企业之间存在很大的差异,并且各个生产厂家在生产硬软件设备时未进行规范性的程序接口,导致很多信息数据不能共享,这也会为电气工程自动化技术的发展带来一定的负面影响,最终严重影响了电气工程及其自动化作用的发挥。

五、加强电气自动化控制技术的建议

1. 电气自动化控制技术与地球数字化互相结合设想

电气自动化工程与信息技术很好结合的典型的表現方法就是地球数字化技术，这项技术中包含了自动化的创新经验，可以把大量的、高分辨率的、动态表现的、多维空间的和地球相关的数据信息融合成为一个整体，成为坐标，最终成为一个电气自动化数字地球。将整理出的各种信息全部放入计算机中，与网络互相结合，人们不管在任何地方，只要根据整理出的地球地理坐标，便可以知道地球任何地方关于电气自动化的数据信息。

2. 现场总线技术的创新使用，可以节省大量的电气自动化成本

电气自动化工程控制系统中大量运用了现场总线与以太网为主的计算机网络技术，经过了系统运行经验的逐渐积累，电气设备的自动智能化也飞速地发展起来，在这些条件的共同作用下，网络技术被广泛地运用到了电气自动化技术中，所以现场的总线技术也由此产生。这个系统在电气自动化工程控制系统设计过程中更加凸显其目的性，为企业最底层的设施之间提供了通信渠道，有效地将设施的顶层信息与生产的信息结合在一起。针对不一样的间隔会发挥不一样的作用，根据这个特点可以对不一样的间隔状况分别实行设计。现场总线技术普遍运用在了企业的底层，初步实现了管理部门到自动化部门存取数据的目标，同时也符合了网络服务于工业的要求。DCS 进行比较，可以节约安装资金、节省材料、可靠性能比较高，同时节约了大部分的控制电缆，最终

实现节约成本的目的。

3.加强电气自动化企业与相关专业院校之间的合作

首先,鼓励企业到电气自动化专业的学校中去设立厂区、建立车间,进行职业技能培训、技术生产等,建立多种功能汇集在一起的学习形式的生产试验培训基地。走入企业进行教学,积极建设校外的培训基地,将实践能力和岗位实习充分结合在一起。扩展学校与企业结合的深广程度,努力培养订单式人才。按照企业的职业能力需求,制定出学校与企业共同研究培养人才的教学方案,以及相关的理论知识的学习指导。

4.改革电气自动化专业的培训体系

第一,在教学专业团队的协调组织下,对市场需求中的电气自动化系统的岗位群体进行科学研究,总结这些岗位群体需要具有的理论知识和技术能力。学校组织优秀的专业的教师根据这些岗位群体反映的特点,制订与之相关的教学课程,这就是以工作岗位为基础形成的更加专业化的课程模式。

第二,将教授、学习、实践这三方面有机地结合起来,把真实的生产任务当作对象,重点强调实践的能力,对课程学习内容优化处理,专业学习中至少一半的学习内容要在实训企业中进行。教师在教学过程中,利用行动组织教学,让学生更加深刻地理解将来的工作程序。

随着经济全球化的不断发展和深入,电气自动化工程控制系统在我国社会经济发展中占有越来越重要的地位。本章介绍了电气自动化工程控制系统的现状,电气自动化工程控制系统信息技术的集成化,使电气自动化工程控制系统维护工作变得更加简便,同时还总结了一些电气自动化系统的缺