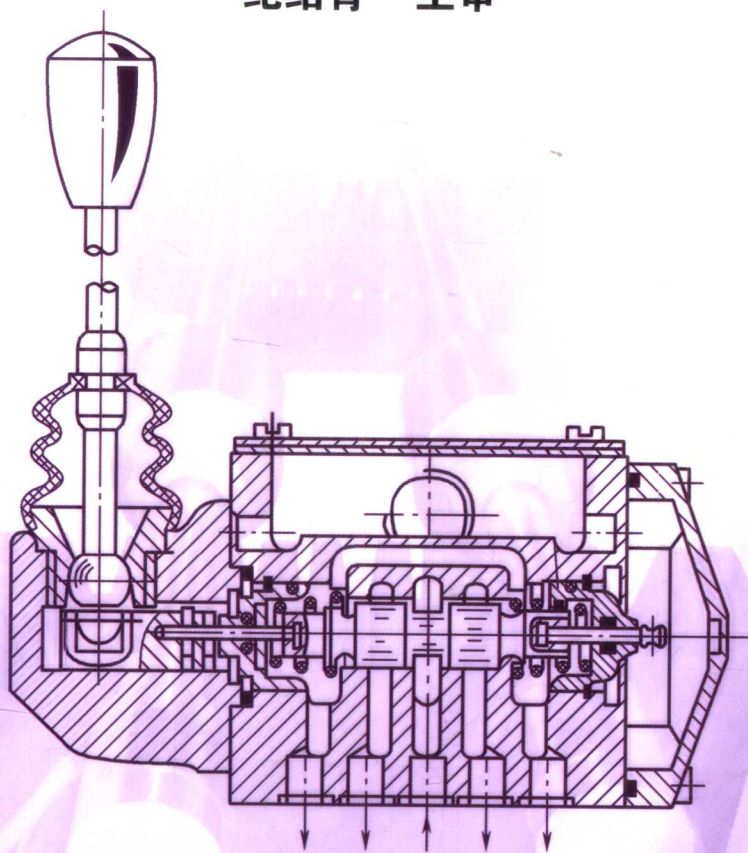


中等职业教育规划教材

温度控制系统

——自动控制专业项目教学教程之四

乐建波 主编
纪绍青 主审



化学工业出版社

中等职业教育规划教材

温度控制系统

——自动控制专业项目教学教程之四

乐建波 主编

纪绍青 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书作为自动控制专业项目教学系列教程之四,从温度控制系统的串级控制方案和前馈控制方案入手,介绍与温度相关的工艺设备、工艺流程、控制过程及安全生产常识;重点讲述温度控制系统所涉及的检测仪表及控制装置的基础知识。其特点是以加热炉的控制项目为出发点,将基础知识贯穿于其中,注重应用,在内容上涵盖了与温度检测控制有关的应知应会知识。

采用项目教学法做引导,将教学目标和内容贯彻于项目中,从需求出发,循序渐进,将知识点和难点分散,使学生容易接受。

本书可作为中等职业学校仪器仪表、自动控制专业的教材,也可以作为职工培训和从事仪表自动化的工作人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

温度控制系统/乐建波主编. —北京:化学工业出版社,
2007.1

中等职业教育规划教材. 自动控制专业项目教学教程之四
ISBN 978-7-5025-9985-0

I. 温… II. 乐… III. 温度控制-自动控制系统-专业学校-教材 IV. TK122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 017909 号

责任编辑:张建茹

文字编辑:廉 静

责任校对:郑 捷

装帧设计:胡艳玮

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张7 字数160千字 2007年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:12.00 元

版权所有 违者必究

自动化仪表类中等职业教育规划教材编审委员会

主 任 王黎明

副主任 开 俊 乐建波 蔡夕忠

委 员 （排序不分先后）

尹廷金 王 冠 吴祚武 李玉红 王 磊

谭爱平 纪绍青 张红翠 刘开民 王 哲

汪东军 钱跃宗 李文祥 付志刚 李丽霞

张 洪 方清化

前 言

“给你 55 分钟，你可以造一座桥吗？”这是德国教育专家弗雷德·海因里希教授对“项目教学法”的介绍引入词。

“项目教学法”通过选取现实中一个“造一座桥”的项目，让学生进行讨论，按照“项目分析→制定计划→正式实施项目”的学习步骤，利用一种被称为“造就一代工程师伟业”的“慧鱼”模型拼装桥梁，在课堂教学中把理论与实践教学有机地结合起来，培养学生的职业能力。

为在教学中激发学生对专业学习的兴趣，培养自发的学习能力，训练实践能力和综合能力，发掘创造潜能，达到提升学生综合职业能力的目的，我们首次尝试对传统的教学设计予以改革，突破传统的课程体系，依据自动控制专业学生应具有的职业能力，根据“项目教学法”的教学思维，按压力控制、液位控制、流量控制、温度控制和综合控制的教学顺序，循序渐进，将应涵盖的教学内容进行融合调整，形成《自动控制专业项目教学系列教程》一套共 5 册教材。在各分册中，通过对教学项目和控制系统所涉及能力点的合理选择，自简单到复杂，先易后难，逐册递进，前后呼应，将自动控制专业学生应具备的知识能力，系统有机地融合进全套教程中。同时，在具体的教学设计安排中，充分利用现代化教学与实训手段，围绕一个完整的项目，按“预演项目结果→阐述项目设计思想→组织项目实施→系统评估”的过程，完成系统的教学活动。

本书为自动控制专业项目教学系列教程中第四分册，内容是从温度控制系统的串级控制方案和前馈控制方案入手，介绍与温度相关的工艺设备、工艺流程、控制过程及安全生产常识；重点讲述温度控制系统所涉及到的检测仪表及控制装置的基础知识。其特点是以加热炉的控制项目为出发点，将基础知识贯穿于其中，注重应用，在内容上涵盖了与温度检测控制有关的应知应会知识。

本书由乐建波任主编，并负责全书的统稿。纪邵青任主审。参加编写的还有方清化、付志钢。其中：项目描述、任务一、任务三，任务六由方清化编写；任务二由乐建波编写；任务四、任务五由付志钢编写。

汲取以往的教学精华，借助于成功的教学思维，力图改革，推陈出新，这是我们推出此套教程的主旨。因首次进行尝试，不足之处在所难免，恳请各位专家和读者不吝赐教，提出宝贵意见，对教程中出现的不足予以批评指正。

本套教材编写过程中，得到全国化工中专教学指导委员会和化学工业出版社的大力支持，山西省工贸学校、安徽化工学校、北京市化工学校、上海信息技术学校、福建省化工学校、西安医药化工技术学校、云南省化工学校、广东省化工学校、陕西省石油化工学校、江西省化工学校、湖南化工机械学校的领导对此套教材的出版都给予了亲切关怀和鼎力支持，在此一并表示衷心感谢。

全国化工中职机电仪表信息类专业教学指导委员会
《自动控制专业项目教学系列教程》编写组

2007 年 1 月于北京

目 录

项目描述	1
任务一 项目分析	2
一、设备介绍	2
二、控制任务分析	3
习题一	3
任务二 安全因素分析	4
一、安全生产的基本原则	4
二、安全生产中的人身安全	5
三、安全生产中的电气安全	7
四、安全责任、检查、教育、管理	10
习题二	12
任务三 控制方案的确定	13
一、加热炉温度的串级控制方案	13
二、加热炉的前馈-反馈控制方案	17
习题三	20
任务四 温度检测装置选择	21
一、常用温度检测装置的基础知识	21
二、本项目检测装置选择	42
习题四	45
任务五 控制装置选择	47
一、数字显示仪表的选择	47
二、无纸记录仪的选择	58
三、SLPC 可编程控制器的选择	66
四、液压阀的选择	81
习题五	90
任务六 温度串级控制系统的安装与投运	92
一、接线图	92
二、相关仪表的安装	94
三、用 SLPC * E 可编程控制器实现串级控制的软件编程	96
四、用 DCS 实现前馈-反馈控制的系统组态	96

五、调试准备	96
六、温度串级控制系统的投运与调试	97
习题六	99
附录一 标准化热电偶电热——温度对照简表	100
附录二 热电阻欧姆——温度对照简表	101
参考文献	102

项目描述

温度是表征物体冷热程度的物理量，它反映了物体分子做无规则热运动的平均动能的大小。温度是化工生产过程中的五大参数之一，也是工业生产和科学实验中最普遍、最重要的变量之一。物体的许多物理现象和化学性质都与温度有关，许多生产过程都是在一定温度范围内进行的。例如精馏塔就是利用混合物中各组分的沸点不同而实现组分分离的，对塔釜、塔顶等温度都必须按照工艺要求分别控制在一定数值上，否则产品质量将不合格。在合成氨生产中，温度也是关键的控制指标之一，它影响着氨合成的化学反应、设备安全以及产品的质量。因此，温度的检测与控制是工业生产中经常遇到的问题。

在炼油生产中，需要将原油加热后送蒸馏装置进行组分分离，使各个组分相互分离的方法是分别控制加热炉的温度，使之由低到高依次处于各组分的沸点，从而使低沸点的组分（轻质组分）首先分离出来，而高沸点的组分（重质组分）较后分离。因此必须准确控制加热炉的温度，才能保证各组分分离的纯度，保证石油产品的质量。

本项目以炼油工艺中常用的圆筒炉的温度控制为例，说明温度的检测与控制中常用的方案及其实施办法。

任务一 项目分析

任务目标：圆筒炉的结构及其工作原理。

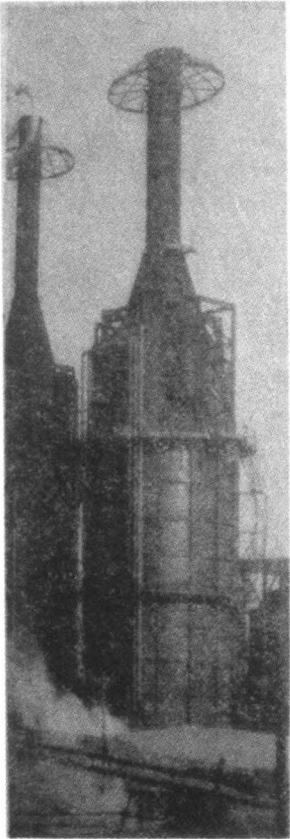
知识目标：1. 圆筒炉的结构原理；

2. 圆筒炉的工作原理。

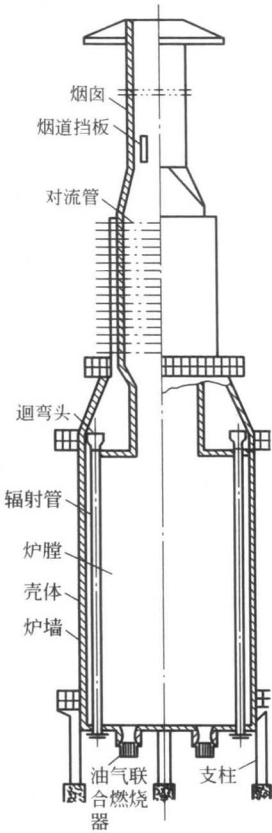
能力目标：圆筒炉的控制任务分析。

一、设备介绍

圆筒炉是石化厂应用较多的炉型，其外形与结构分别如图 1-1(a) 和 (b) 所示，它由圆筒形辐射室（炉膛）和方形对流室组成，整个炉子靠钢架支承。炉膛最里层衬有耐火砖。耐火砖外有保温砖和普通砖，并砌成炉墙，炉墙最外层是钢板。



(a) 外形图



(b) 结构示意图

图 1-1 圆筒炉

对流室位于辐射室上部，烟囱设在对流室的上部，并装有烟囱道挡板，可用来调节风量。火嘴在炉底中央，火焰向上喷射。

安装在辐射室的炉管叫辐射管，在对流室的炉管叫对流管。辐射管沿辐射室的圆周垂直排成一圈，对流管分水平式和直立式两种。

燃料在炉膛里燃烧后产生 $1000 \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 的高温烟气，在辐射室内主要以辐射传热的方式将一部分热量传送给管内流体。烟道气沿着辐射室上升到对流室，温度约降到 $600 \sim 800^{\circ}\text{C}$ 左右。在对流室内烟气主要以对流方式将热量传给了管内流体。

需要加热的流体首先进入对流管，随后由对流管进入辐射管。管内流体和高温烟气是逆向流动的，这样有利于加热。

二、控制任务分析

加热炉的主要作用是把待加热的物料（热炉加）加热到规定的温度后送出，因此要求自动控制系统能快速、准确地克服扰动对加热炉物料出口温度的影响。对自动控制系统的要求主要体现在快速性和准确性两个方面。而影响加热炉出口物料温度的因素有以下几个方面：燃料的流量（或压力）；燃料的质量；物料的流量，即负荷；物料的温度；环境的温度以及加热炉的结构。

习 题 一

一、填空题

1. 温度是表征_____的物理量。
2. 圆筒炉由_____和_____组成。
3. 加热炉的主要作用是把待加热的_____加热到_____。
4. 影响加热炉出口物料温度的因素有：_____、_____、_____、_____、_____。

二、简答题

1. 简述圆筒炉的结构及其工作原理。
2. 试述对圆筒炉进行控制的任务。

任务二 安全因素分析

任务目标：了解化工生产中的安全要求及主要的安全措施。

知识目标：1. 安全生产的基本原则；

2. 安全生产中的人身安全知识；

3. 安全生产中的电器安全知识；

4. 安全责任、检查、教育、管理方面的知识。

能力目标：掌握生产安全中的人身及电器安全问题的处理。

本项目中圆筒炉的生产过程与其他化工生产中的安全因素一样，来自于方方面面，在前面的三个分册中对化工生产的安全问题都有所涉及，在此仅就一些主要的安全问题做进一步的阐述。

一、安全生产的基本原则

化工企业的生产过程除与其他工业有许多共性之外，还有自己的个性特点，化工生产的特点如下：

① 易燃、易爆、有毒、有腐蚀的物质居多。

② 高温、高压、深冷、低压的设备多。

③ 废水、废气、废渣三废多、污染严重。

④ 工艺复杂、操作要求严格。

⑤ 事故多、损失重大。

化工生产本身的特点客观的决定了化工生产存在着许多不安全的因素。安全是人们生产活动的保障，要实现安全生产，必须要有良好的专业知识，没有知识总是隐藏着危险。安全生产是专门的效益，它不仅会给人们带来平安幸福，减少创伤、疼痛和精神上的痛苦，而且也会给企业带来经济效益，促进了生产，减少设备损坏与生产停顿等事故。化工生产中制定的各项安全制度，是千百人鲜血换来的经验总结，了解和遵守各项规章制度，熟练地掌握生产操作规程和严格遵守生产控制点，事故就可以避免。违章作业绝对禁止，不管生产任务多么紧迫，也绝不允许忽视安全。轻率不是勇敢！无知必酿大祸。只有正确运用专业知识，才能防止事故发生。

步入新世纪以来，化学工业迅速发展，生产规模、工艺技术、产品结构方面都发生了巨大的变化，这些必然会对安全技术、安全管理、生产安全及环境保护提出新的、更高的要求。化工生产中的安全工作，就显得更加重要，并将成为化学工业能否迅速发展的关键。

安全生产的基本原则如下。

1. 安全第一

实现安全生产，保护职工在生产劳动过程中的安全与健康，是企业管理的一项基本原则，是国家一切经济部门和生产企业的头等大事。因此，在执行“生产必须安全，安全促进

生产”这一方针时，必须树立“安全第一”的思想，贯彻“管生产必须同时管安全”的原则。“安全第一”是指考虑生产时，必须考虑安全条件，落实安全生产的各项措施，保证职工的安全与健康，保证生产长期地、安全地进行；“安全第一”是各级领导干部的神圣职责，在工作中要处理好生产与安全关系，牢固保护职工的安全和健康；“安全第一”对广大职工来说，应严格地自觉地执行安全生产的各项规章制度，从事任何工作，都应首先考虑可能存在的危险因素，注意些什么，该采取哪些预防措施，防止事故发生，避免人身伤害或影响生产的正常进行。贯彻“管生产必须同时管安全”的原则，就是要求企业各级领导把安全生产渗透到生产管理的各个环节，做到生产和安全的“五同时”，即在计划、布置、检查、总结、评比生产时，同时要计划、布置、检查、总结、评比安全工作；在编制企业年度计划与长远规划时，同时要把安全生产作为一项重要内容，结合企业的生产挖潜、技术改革、设备改造、工业改组，消除事故隐患，改善劳动条件。

2. 安全生产，人人有责

安全生产是一项综合性的工作，必须坚持走群众路线，专群结合，在充分发挥专职安全技术人员和安全管理干部的骨干作用的同时，应充分调动和发挥全体职工的安全生产积极性。在现代化工业生产中，企业各级各类人员，若在安全生产上稍有疏忽或不慎，必将酿成重大事故。要做到安全生产，必须依靠全体职工，人人重视安全生产，个个自觉遵守安全生产规章制度，提高警惕，互相监督，发现隐患，及时消除，确保生产安全正常地进行。为此，企业必须制订各级安全生产责任制、安全规章制度和各工种岗位的安全技术操作规程等。在贯彻执行各项安全规章制度时，除加强政治思想工作和经常的监督检查外，还应与各岗位、各类工作人员的经济效益相挂钩，对安全生产中的好人、好事、好经验，给予表扬和奖励，对违章指挥、违章作业和玩忽职守而造成事故的责任者，应认真追究，严肃处理，做到惩罚严明。

3. 安全生产，重在预防

安全生产，重在预防，变被动为主动，变事后处理为事前预防，把事故消除在萌芽状态。为此，工厂企业在新建、改建、扩建企业或车间，以及计划实施革新、挖潜、改革项目时，必须认真贯彻“三同时”原则，即安全技术和“三废”治理措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，决不能让不符合安全、卫生要求的设备、装置、工艺投入运行。在开展安全生产的科研工作时，对运行中的生产装置、生产工艺存在的不安全问题，组织力量攻关，及时消除隐患；在日常生产工作中，狠抓安全生产的基础工作，开展各项形式的安全教育活动，进行定期的安全生产技术考核，组织定期与不定期的安全检查，分析各类事故发生的原因及其规律，以不断提高职工识别、判断、预防和处理事故的本领，及时发现和消除不安全因素，使生产处在安全控制状态。

二、安全生产中的人身安全

（一）人身防护

各种劳动防护用品都是为了保护职工在生产过程中的安全和健康而设计、制造、采购和发放的。每一个职工在上岗前都应按规定穿戴发放的有关防护用品。

1. 头部的防护

在化工生产区域、建筑施工现场、起重作业现场、设备维修和检修现场，所有作业人员

必须按要求戴好合格的安全帽。安全帽是保护头部不被因重物坠落或其他物件碰撞而伤害头部的防护用品。女工在从事生产作业时都应戴好工作帽，特别是在从事车床、铣床及其他转动设备作业时，必须将长发及发辫盘卷在工作帽内，以保证安全。塑料安全帽每五年更换一次。柳条编制的安全帽被明令禁止使用。

2. 眼睛和面部的防护

在从事对眼睛及面部有伤害危险的作业时，必须佩戴有关的防护镜或面罩。从事酸、碱作业时需佩戴封闭式眼镜；车辆驾驶人员需戴防冲击的变色镜；从事钻、车、铣、刨、凿、磨、铲、刮、除锈作业时，均需佩戴眼镜；从事喷砂作业时，应穿好专用的工作服。在从事计算机、焊接及切割作业、X光或其他有各种射线作业时，需佩戴专用防护镜。

3. 脚部的防护

在从事有腐蚀性、热水、热地作业的岗位工人，应穿各种胶鞋；从事灶台、锅台的高温作业的应穿好隔热胶、皮鞋；从事各种油类作业的应穿耐油胶鞋；从事搬倒、吊装作业的应穿防砸鞋；从事电气、电气仪表作业的应穿有相应要求的耐压等级的绝缘鞋；从事检修作业、机床作业的工人应穿防刺穿鞋，以保护职工脚部不受或减轻伤害。所有防护鞋底，均有防滑功能。穿用防护鞋的职工，禁止将裤脚插入鞋筒内。

4. 手部的防护

在从事可能会导致手部伤害的作业人员，必须戴上合适的防护手套。如从事酸碱及有腐蚀性物质时，需戴耐酸碱各种橡胶手套；从事焊接、切割、电气作业时，需戴相应的绝缘专用手套；从事一般生产劳动时，可发给线手套或布手套，作为一般防护用品。

对于那些在生产过程中通过皮肤而侵入人体的有害尘、毒作业的人员，需有工业护肤用品，涂在手、臂、脸部，以保护职工的健康。但在从事机械加工作业时，机床运行操作中，作业人员是严格禁止戴手套操作（只允许在装卸工件时戴手套，装卸操作后，立即摘下手套），以防人身伤害事故发生。

5. 耳的防护

在超过噪声标准的岗位工作的职工，要注意保护自己的听力，一定要戴上企业发给的各种耳塞、耳罩等，对听力进行保护。

6. 口鼻的防护

口鼻的防护，即呼吸系统的防护，工作地点有有毒有害的气体、粉尘、雾滴时，在超过工业卫生标准时，将危害作业人员身体健康或造成事故。作业人员应按规定携带、戴好各种过滤式防护面具，在严重污染或事故抢救中，因污染严重，作业人员应佩戴隔绝式呼吸器，以保护作业、抢救人员的安全与健康。在进入设备内作业人员，应备有长管面具。

7. 皮肤的防护

人体的皮肤是化工生产中有毒、有害物质侵入人体的主要途径之一。从事化工生产的人员都要严格执行上岗前穿好工作服的要求，特别是在夏季生产中，坚决克服赤膊上岗，穿短裤上岗，穿拖鞋上岗的不文明、不卫生的习惯。从化工劳动安全卫生要求方面讲，从事不同作业的人员，对工作服都有具体规定，即

工作服必须是三紧式，即紧领，紧摆，紧袖，肥瘦适度，穿着舒适，利于工作。

(二) 厂内交通安全

装载运输机械的操作人员、驾驶人员，要严格执行本专业对车辆、行驶、驾驶方面的安

全规定,以保障作业安全。厂内装载运输车辆禁止出厂行驶。对危险品装卸、运输、储存、领用,要严格按照化工部的危险品管理细则及化工企业安全管理制度中有关规定制定本企业的管理制度,在职工中学习贯彻执行。对车辆载货要注意:不准超长、超重、超宽、超高;不准人货混装,不准在驾驶室顶部、脚踏板、叶子上站人;散装物品,不散落、不飞扬、不滴漏,封盖严密。

化工企业应按照化工部《化工企业安全管理制度》中第十四章厂区交通的规定,在管理组织、交通信号标志、交通线路、车辆、车辆驾驶、车辆装载等方面制定具体的管理制度,在企业中以厂规厂法颁布施行。对非机动车和行人提出以下安全注意事项。

① 自行车、三轮车不准牵引其他车辆,或被机动车辆牵引,转弯需慢行,并伸手示意,不准猛拐弯。

② 不准使用未经驯服的畜生驾车,畜力车不准进入易燃、易爆场所,蹄钉要进行防火花处理。停放时需拴紧车闸、拴牢牲畜。

③ 厂房内、设备旁不准停放自行车、三轮车和畜力车,自行车必须集中存放管理。

④ 厂内行人必须走人行道,或靠路边行走,不准突然横穿马路。

⑤ 行走时注意脚下有无沟、坑、井,头顶上部有无管线、架子、电缆、电线等障碍物。

⑥ 不要在有毒、有害物排放的地方停留,不准在起重物下穿行。

三、安全生产中的电气安全

(一) 化工生产对电气的要求

化学工业是大量消耗电能的生产行业。而化工生产的特殊性,对电气提出了新要求。

1. 易燃易爆

化工生产中接触的易燃易爆物质多,有些物质与空气混合形成爆炸性混合气体,故对电气设备和线路提出了防火防爆的要求。

2. 环境恶劣有毒

化工生产中多数物质对人有毒有害,不允许人接触。对电气设备提出了新要求,如自动控制、自动调节、远距离操作等。

3. 腐蚀严重

化工生产所用的原料、中间产品和某些产品,具有腐蚀性或严重腐蚀性,为防止电气和人身事故发生,这就要求电气设备具有相应的绝缘性和较强的耐腐蚀性。

4. 化工生产的连续性,要求供电不间断。一般是采用双电源供电,并且有备用电源自动投入装置,保证不间断供电。

(二) 人身防护

1. 触电对人身的危害

电击是电流通过人体内部,使人的心脏、肺部及神经系统受到损伤。

电伤是电流的热效应、化学效应或机械效应对人体外部造成局部伤害。电伤一般情况下不会造成死亡事故,但可引起残废或二次事故发生。电击和电伤可能同时发生,在高压触电事故中往往同时发生。而一般所说的触电事故基本上是指电击而言。

2. 触电方式

(1) 单相触电 是指人体在地面上或其他接地导体上, 人体某一部位触及一相带电体的触电事故。单相触电危险程度和带电体电压等级及系统运行方式有关。单相触电时, 中性点接地系统比中性点不接地系统危险性大。单相触电事故比例大。

(2) 两相触电 是指人体两处部位触及两相带电体的触电事故。比单相触电危险性大, 因为人体接触的是线电压, 在星形接法中线电压是相电压的 1.7 倍。

(3) 跨步电压 当带电体发生接地故障时, 在接地点附近地面, 形成圆形(接地点为圆心)降压电压分布, 当人体在接地点附近, 两脚所处的电位不同而产生的电位差即为跨步电压。

3. 影响触电危险程度的因素

(1) 电流大小 通过人体电流大小不同, 人的生理反应和感觉不同, 危险程度也不同。

(2) 人体电阻 在触电电压一定的情况下, 人体电阻越大, 则通过人体的电流越小。人体触电面积越大, 接触越紧, 则电阻越小, 危险程度越大。

(3) 作用于人体电压高低 在人体电阻一定的情况下, 作用于人体电压越高, 则通过人体电流越大, 危险程度越大。安全电压即为人触及不能引起生命危险的电压。中国规定: 在高度危险的建筑物是 36V, 在特别危险建筑物中为 12V。

(4) 电流流经人体的途径 电流通过心脏、呼吸系统和中枢神经时对人危害最大, 即从手到脚最危险, 从手到手次之, 再次是从脚到脚, 但易引起摔倒、再次触电等二次事故发生。

(5) 电流通过人体的时间 触电时间长时, 人就紧张、出汗, 人体电阻就降低, 通过人体电流相应加大, 触电危险程度就增加。

(6) 电源频率 研究得知, 25~300Hz 的交流电对人体的伤害程度最为严重。高压高频电危险性也很大。

(7) 身心健康状况 人的身体健康状况好坏及精神状态是否正常, 对触电伤害程度是不同的。患有心脏病、结核病、精神病、内分泌器官疾病及酒醉的人发生触电而引起的伤害程度比普通人严重得多。

(三) 防触电的措施

1. 提高电气设备完好状态, 加强绝缘

电气设备的带电体周围或对地之间总要用绝缘物质隔开, 以保证电气设备正常运行, 确保人身安全。加强电气绝缘提高电气设备完好率是防止人身触电的一项重要措施; 这就要求加强电气设备的维护定检, 每年雨季前, 要开展春季电气设备安全大检查, 及时消除隐患, 保证夏季安全生产。

2. 提高电气工程质量, 是百年大计

百年大计, 质量第一。对电气工程的设计、施工、布局、选型都要坚持高质量, 否则就将造成无法修改的隐患。先天不足的工程应当绝对避免。

3. 建立健全规章制度

电气规章制度是确保电气安全的一项重要组织措施。电气规章制度是长期生产实践中总结出来的, 是用血的教训换来的经验。规章制度不健全, 有章不循, 是造成人身触电事故的一个重要原因。

4. 树立“安全第一”的自我保护意识，工作严肃认真

现场指挥人员、作业人员都要树立“安全第一”的思想，保证作业人员的人身安全是第一位的。这就要求作业人员穿齐个人防护用品，保证用具合乎质量要求，严格照章办事，听清口令再作业，严肃、认真、负责的工作，防止各项事故发生。

5. 全面应用漏电保护装置

在手动电动工具、台风扇、台灯、落地扇广泛使用漏电保护器，是防止触电事故的重要措施，也是近几年来触电事故大幅度下降的重要原因。

6. 保护接地和接零

保护接地，就是将电气设备在正常情况下不带电的金属部分与接地体之间做良好的金属连接，把一旦发生漏电时的电流降到安全范围内，以保护人体的安全。

保护接地只应用在中性点不接地的三相三线制系统中，在三相四线制系统中不准使用保护接地。保护接零，是将电气设备在正常情况下的不带电的金属部分与系统中的零线作良好的金属连接，以避免人体遭受触电危险。这是因为一旦设备外壳带电，可以迅速地使电气设备漏电的一相与零线产生强大电流，使电气保护装置动作，从而断开设备电源，使漏电设备外壳电压迅速消失，以防人体触电。可见在三相四线制系统中，电气设备的保护装置必须灵敏、可靠。在采用保护接零时，还要采取重复接地，即在零线上的一处或多处重复接地。

(四) 触电急救

人触电后，会出现神经麻痹、呼吸中断、心脏停止跳动等假死症状，应当立即抢救。关键是如何使触电者迅速脱离电源，然后进行人工呼吸，直至恢复自我呼吸。触电后 1min 开始救治 90% 有良好效果；触电后 6min 开始救治，只有 10% 有良好效果，触电后 12min 开始救治，救活的可能性很小。

1. 低压线路触电

当发现有人在 250V 以下线路触电时，要做到以下几点。

- ① 在触电者附近有开关或插座时立即拉开电源开关断开电源。
- ② 切断电线断开电源。应用绝缘的电工钳、干燥的木柄斧头等，在触电者电源一侧切断电源线。注意要一根一根切断，以防短路事故，造成电弧烧伤。
- ③ 用干燥衣物、绳索、木板、木棒将触电者拉开或将电线挑开，或拉触电者干燥衣服使之脱离，千万不要触及触电者的皮肤，以防自己触电。
- ④ 隔断电流通路。如果触电者是单相触电，而且地面无水，可将干燥木板、橡胶板，垫在触电者身下，隔断触电通路，然后迅速停电。

2. 高压线路触电

- ① 立即电话通知电气有关部门停电。
- ② 带上高压绝缘手套、绝缘靴，用相应电压等级绝缘工具拉开开关。
- ③ 抛掷裸金属线于线路上，使相间短路，迫使保护开关动作而断电。注意应使裸金属线先接地，再抛掷，地点应在触电者电源线一侧 5m 处以外搭接。

3. 注意事项

- ① 救护者要头脑冷静、果敢、迅速地因地制宜，根据现场情况，准确选择以上救护方法。
- ② 严防救护者发生触电事故或出现其他事故。

③ 要防止触电者脱离电源后发生摔伤、坠落、碰伤、砸伤等二次事故。

④ 脱离电源后，立即组织人员进行现场人工呼吸，同时通知医院、安全部门等。经过相当长时间现场抢救，医生确认已经死亡前，不能停止救治。

加强企业管理，改变作业环境，减少易燃易爆物质的泄漏、散发，改善环境卫生条件，是防止触电危害的根本措施。

四、安全责任、检查、教育、管理

安全生产是一门学科，必须认真学习，不断提高安全生产的自觉性和责任感，人人重视安全，时时注意安全，事事想到安全，把防范事故的措施落实在前面，做到居安思危，防患于未然，杜绝事故的发生，实现安全生产、文明生产。

1. 贯彻执行安全生产责任制

根据国家颁发的有关安全规定，结合本企业的生产特点，建立安全网络和安全生产责任制，做到安全工作有制度、有措施、有布置、有检查，各有职守，责任分明。

① 认真履行安全职责，严格遵守各项安全生产规章制度，积极参加各项安全生产活动。

② 坚守岗位，精心操作，服从调度，听从指挥。

③ 严格执行岗位责任制、巡回检查制和交接班制。

④ 加强设备维修保养，经常保持生产作业现场的清洁卫生，搞好文明生产。

⑤ 严格执行操作上岗证制度。

⑥ 正确使用，妥善保管各种劳动保护用品和器具。

2. 抓好安全教育

① 入厂教育 凡入厂的新职工、新工人、实习和培训人员，必须进行三级（厂、车间、班组）安全教育和安全考核。

② 日常教育 每次安全活动，都必须进行安全思想、安全技术和组织纪律性的教育，增强法制观念，提高安全意识，履行安全职责，确保安全生产。

③ 特殊教育 特种作业人员必须按《特种作业人员安全技术考核管理规则》的要求进行安全技术培训考核，取得特种作业证后，方可从事特种作业。

④ 安全技术考核 新工人进入岗位独立操作前，须经安全技术考核。凡未参加考核或考核不及格者，均不准到岗位进行操作。

3. 开展安全检查活动

① 每年要进行2~4次群众性、专业性和季节性的检查。车间至少每月一次。要建立“安全活动日”和班前讲安全（开好班前事故预想会），班中查安全（巡回检查），班后总结安全（总结经验教训）的制度。检查方法以自查为主，互查、抽查为辅。查检内容主要是查思想、查纪律、查隐患，发现问题及时报告处理。

② 搞好安全文明检查 经常注意设备的维修和保养，杜绝跑、冒、滴、漏现象，以提高设备的完好率。定期进行设备的检修与更换，在此过程中，应该认真检查《安全生产四十一条禁令》的执行情况，杜绝一切事故的发生。

4. 加强安全管理

（1）加强防火防爆管理 对所有易燃、易爆物品及易引起火灾与爆炸危险的过程和设备，必须采用先进的防火、灭火技术，开展安全防火教育，加强防火检查和灭火器材的管理，防止火灾爆炸事故的发生。