

普通高等院校工程训练系列规划教材

机电工程 训练基础

主编 马建民

参编 王永军 刘智飞 王大伟 郝宪锋

主审 郭新照

普通高等院校工程训练系列规划教材

机电工程 训练基础

主编 马建民

参编 王永军 刘智飞 王大伟 郝宪锋

主审 郭新照

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书参照教育部以及人力资源和社会保障部的有关教学要求,注重实践技能训练,是机电类专业基础教材。全书分为5篇12章,内容包括机电工程训练安全知识必读、工程材料及热处理技术、焊接成形技术、钳工操作技术、车削加工技术、刨削加工技术、铣削加工技术、电工技术、电子技术、可编程控制器应用、数控加工技术、特种加工技术。为配合本书学习,在每章开始都列出了教学要求,在每章后面部分,都给出了具体的典型实训操作案例和思考练习题,便于读者掌握相关技能,巩固所学知识。

本书可以作为高职高专、电大、职大、成人教育等院校相关专业的教学用书,也可作为工程技术人员的自学参考用书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机电工程训练基础/马建民主编.--北京:清华大学出版社,2010.10
(普通高等院校工程训练系列规划教材)

ISBN 978-7-302-23562-0

I. ①机… II. ①马… III. ①机电工程—基本知识 IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158187 号

责任编辑:庄红权

责任校对:王淑云

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27.5 字 数:669 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版 印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:43.00 元

产品编号:033508-01



改革开放以来,我国贯彻科教兴国、可持续发展的伟大战略,坚持科学发展观,国家的科技实力、经济实力和国际影响力大为增强。如今,中国已经发展成为世界制造大国,国际市场上已经离不开物美价廉的中国产品。然而,我国要从制造大国向制造强国和创新强国过渡,要使我国的产品在国际市场上赢得更高的声誉,必须尽快提高产品质量的竞争力和知识产权的竞争力。清华大学出版社和本编审委员会联合推出的“普通高等院校工程训练系列规划教材”,就是希望通过工程训练这一培养本科生的重要环节,依靠作者们根据当前的科技水平和社会发展需求所精心策划和编写的系列教材,培养出更多视野宽、基础厚、素质高、能力强和富于创造性的人才。

我们知道,大学、大专和高职高专都设有各种各样的实验室。其目的是通过这些教学实验,使学生不仅能比较深入地掌握书本上的理论知识,而且能更好地掌握实验仪器的操作方法,领悟实验中所蕴涵的科学方法。但由于教学实验与工程训练存在较大的差别,因此,如果我们的大学生不经过工程训练这样一个重要的实践教学环节,当毕业后步入社会时,就有可能感到难以适应。

对于工程训练,我们认为这是一种与社会、企业及工程技术的接口式训练。在工程训练的整个过程中,学生所使用的各种仪器设备都来自社会企业的产品,有的还是现代企业正在使用的主流产品。这样,学生一旦步入社会,步入工作岗位,就会发现他们在学校所进行的工程训练与社会企业的需求具有很好的一致性。另外,凡是接受过工程训练的学生,不仅为学习其他相关的技术基础课程和专业课程打下了基础,而且同时具有一定的工程技术素养。这样就为他们进入社会与企业,更好地融入新的工作群体,展示与发挥自己的才能创造了有利的条件。

近10年来,国家和高校对工程实践教育给予了高度重视,我国的理工科院校普遍建立了工程训练中心,拥有前所未有的、极为丰富的教学资源,同时面向大量的本科学生群体。这些宝贵的实践教学资源,像数控加工、特种加工、先进的材料成形、表面贴装、数字化制造等硬件和软件基础设施,与国家的企业发展及工程技术发展密切相关。而这些涉及多学科领域的教学基础设施,又可以通过教师和工程技术人员的创造性劳动,转化和衍生出我国社会与企业所迫切需求的课程与教材,使国家投入的宝贵资源发挥其应



有的教育教学功能。

为此,本系列教材的编审,将贯彻下列基本原则:

(1) 努力贯彻教育部和财政部有关“质量工程”的文件精神,注重课程改革与教材改革配套进行。

(2) 要求符合教育部工程材料及机械制造基础课程教学指导组所制定的课程教学基本要求。

(3) 在整体将注意力投向先进制造技术的同时,要力求把握好常规制造技术与先进制造技术的关联,把握好制造基础知识的取舍。

(4) 先进的工艺技术,是发展我国制造业的关键技术之一。因此,在教材的内涵方面,要着力体现工艺设备、工艺方法、工艺创新、工艺管理和工艺教育的有机结合。

(5) 有助于培养学生独立获取知识的能力,有利于增强学生的工程实践能力和创新思维能力。

(6) 融会实践教学改革的最新成果,体现出知识的基础性和实用性,以及工程训练和创新实践的可操作性。

(7) 慎重选择主编和主审,慎重选择教材内涵,严格遵循国家技术标准。

(8) 注重各章节间的内部逻辑联系,力求做到文字简练,图文并茂,便于自学。

本系列教材的编写和出版,是我国高等教育课程和教材改革中的一种尝试,一定会存在许多不足之处。希望全国同行和广大读者不断提出宝贵意见,使我们编写出的教材更好地为教育教学改革服务,更好地为培养高质量的人才服务。

普通高等院校工程训练系列规划教材编审委员会

主任委员:傅水根

2008年2月于清华园



前言

大力发展职业教育,是落实科教兴国战略和人才强国战略、推进我国走新型工业化道路的重大举措,是为了适应国家快速发展对高素质劳动者和技能型人才的迫切需求。作为技能人才主要来源的高职高专院校,面临就业市场竞争的日益激烈,如何统一和规范技能训练过程,提高技能教育的质量和水平,已成为必须面对的重要问题。

《机电工程训练基础》一书,参照教育部和人力资源和社会保障部有关教学大纲要求,在以近年来高职院校常设训练项目基础上,对相关内容进行了进一步的扩展。全书分为5篇12章:第一篇为机电工程训练安全基本知识,使学生在训练前接受纪律与安全教育,避免事故的发生;第二篇为工程材料及热处理技术,通过学习,使学生具备基本的机械工程理论;第三篇为通用机械加工技术,包括焊接成形技术、钳工操作技术、车削加工技术、刨削加工技术、铣削加工技术,通过学习,使学生具备基本的机械工程加工理论和操作技能;第四篇为电工电子技术,包括电工技术、电子技术、可编程控制器应用,通过学习,使学生掌握基本的电工电子相关知识与技能;第五篇为现代机械加工技术,包括数控加工技术和特种加工技术,通过学习,使学生了解机械工程加工技术发展的趋势,掌握现代加工技术知识和技能。

本书注重实践技能训练,理论知识以必需和够用为原则,淡化理论论证和公式推导,精选图例,便于操作和应用。因此,本书编写时,在立足编者自身教学经验和教学成果积累的基础上,认真总结了各兄弟院校关于课程教学内容和课程体系的经验,借鉴了各兄弟院校的大量教学改革成果。在每一章开始,列出了各科目的教学要求,在每一章的后面部分,都给出了具体的典型实训案例和思考题,应该对学生知识的掌握起到更好的作用。

本书第1、6、7章由东营市技术学院王大伟编写;第3、5、12章由中国石油大学国家级实验教学示范中心马建民编写;第2、4、11章由中国石油大学机电装备教学实习总厂刘智飞编写;第8、9章由中国石油大学信控学院王永军编写;第10章由中国石油大学电工电子学教学中心郝宪锋和马建民共同编写。马建民对全书进行了最终统稿与修改工作,全书由山东省突出贡献技师郭新照主审。



本书在编写过程中,参阅了部分兄弟院校编写的相关教材,并得到相关教师的大力支持和多方帮助,特别是清华大学的傅水根教授和中国石油大学机电装备教学实习总厂的各位教师,为本书的编写出版提出了许多好的建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中肯定会有许多错误和不完善之处,恳请各位专家同行提出宝贵意见。

编 者

2010年8月



第一篇 机电工程训练安全基本知识	1
第1章 机电工程训练安全知识必读	2
1.1 机电工程训练安全概述	2
1.2 安全基本知识	3
1.3 机械安全	4
1.4 电气安全	6
1.5 防火与灭火	10
1.6 砂轮机使用安全常识	11
1.7 机电工程训练学生守则	13
思考与练习	14
第二篇 工程材料及热处理技术	15
第2章 工程材料及热处理技术	16
2.1 工程材料概述	16
2.2 金属材料的性能	17
2.3 铁碳合金相图	21
2.4 常用金属材料	25
2.5 钢的热处理	30
2.6 热处理安全技术	35
2.7 热处理技术实训	35
思考与练习	38
第三篇 通用机械加工技术	39
第3章 焊接成形技术	40
3.1 焊接成形技术概述	40
3.2 手工电弧焊	42
3.3 气焊与气割	52
3.4 气体保护焊	57
3.5 其他焊接方法	66

3.6	焊接缺陷及质量检验	70
3.7	焊接技术发展趋势	73
3.8	焊接安全技术	73
3.9	焊接技术实训	74
	思考与练习	77
第4章	钳工操作技术	78
4.1	钳工操作技术概述	78
4.2	划线	80
4.3	锉削	83
4.4	锯切	87
4.5	錾削	90
4.6	钻孔	93
4.7	攻螺纹和套螺纹	96
4.8	装配与维修	100
4.9	钳工操作安全技术	102
4.10	钳工操作技术实训	102
	思考与练习	106
第5章	车削加工技术	107
5.1	车削加工技术概述	107
5.2	车削加工机床	108
5.3	车削基础知识	115
5.4	车削刀具	117
5.5	切削液	124
5.6	车削加工工艺	126
5.7	车削加工安全技术	143
5.8	车削加工技术实训	144
	思考与练习	147
第6章	刨削加工技术	148
6.1	刨削加工技术概述	148
6.2	刨削加工机床	149
6.3	刨刀及其安装	154
6.4	刨削加工	155
6.5	刨削技术发展趋势	157
6.6	刨削加工安全技术	157
6.7	刨削加工技术实训	158
	思考与练习	161
第7章	铣削加工技术	162
7.1	铣削加工技术概述	162
7.2	铣削加工机床	163

7.3 铣削加工刀具	167
7.4 铣削加工基础知识	171
7.5 铣床附件	173
7.6 铣削加工基本操作	176
7.7 铣削加工安全技术	182
7.8 铣削加工技术实训	183
思考与练习	187
第四篇 电工电子技术	189
第8章 电工技术	190
8.1 电工技术概述	190
8.2 常用低压电器	190
8.3 常用电工工具的使用	220
8.4 常用电工仪表的使用	223
8.5 导线的连接	228
8.6 照明设备的安装	230
8.7 室内配线	236
8.8 三相异步电动机的拆装与测试	238
8.9 电工安全技术	242
8.10 电工技术实训	243
思考与练习	247
第9章 电子技术	249
9.1 电子技术概述	249
9.2 常用电子元器件	249
9.3 常用电子仪器	261
9.4 电子产品焊接与组装工艺	271
9.5 电子电路调试与故障排除	277
9.6 电子安全技术	282
9.7 电子技术实训	282
思考与练习	291
第10章 可编程控制器应用	292
10.1 可编程控制器概述	292
10.2 可编程控制器的结构及作用	295
10.3 可编程控制器的工作原理	298
10.4 S7-200 CPU 存储器性能及范围	302
10.5 S7-200 CPU 存储器的寻址	304
10.6 S7-200 可编程控制器指令	311
10.7 S7-200 可编程控制器安全技术	330
10.8 S7-200 PLC 可编程控制器编程实训	331



思考与练习	339
第五篇 现代机械加工技术	341
第 11 章 数控加工技术	342
11.1 数控加工技术概述	342
11.2 数控编程基础	347
11.3 数控车削编程与操作	356
11.4 数控铣床编程与操作	369
11.5 数控加工中心加工编程与操作	378
11.6 数控自动编程软件 Master CAM 简介	387
11.7 数控加工安全技术	396
11.8 数控加工技术实训	397
思考与练习	404
第 12 章 特种加工技术	406
12.1 特种加工概述	406
12.2 电火花加工	407
12.3 电化学加工	418
12.4 激光加工	420
12.5 快速原型制造技术	422
12.6 高压水射流加工	424
12.7 特种加工技术的发展趋势	425
12.8 特种加工安全技术	426
12.9 特种加工技术实训	426
思考与练习	429
参考文献	430

第一篇

机电工程训练安全基本知识



机电工程训练 安全知识必读

【教学要求】

1. 基本知识

- (1) 了解安全的基本特征;
- (2) 认识机械存在的主要危险;
- (3) 掌握机械事故发生的原因;
- (4) 掌握用电安全技术措施;
- (5) 了解灭火的基本方法和知识;
- (6) 了解常用灭火器的种类;
- (7) 掌握砂轮机安全使用应注意的事项;
- (8) 掌握机电工程训练时学生应遵守的守则。

2. 基本技能

- (1) 掌握避免机械危险的基本方法;
- (2) 学会常用灭火器的操作使用;
- (3) 掌握砂轮机的安全使用。

3. 教学重点

- (1) 认识机械存在的主要危险和发生原因;
- (2) 掌握用电安全技术措施;
- (3) 掌握砂轮机的安全使用;
- (4) 牢记机电工程训练学生守则。

1.1 机电工程训练安全概述

机电工程训练是大中专学生提高动手能力、学习工艺知识、培养工程意识、提高综合素质的重要实践教学环节。

机电工程训练是一门实践性很强的课程,它与一般的理论性课程不同,主要的学习课堂不在教室,而是在实习车间。所有的工程训练中心或培训中心,都拥有一套完整的管理制度,主要包括安全卫生制度、设备管理制度、设备操作规程、学生实习守则等,制订这些管理制度的目的主要是为了防止发生人身安全和设备安全事故。必须知道,安全是一个人一生都不能忽视的重要问题,任何时候忽视了安全,随之而来的就是危险和灾难。搞好安全管理是各级管理者和指导教师义不容辞的责任,也是学生必须遵守的规则。从以往训练实习中发生的事故案例分析,大部分的事故都是由于违章操作和违反实习劳动纪律造成的。安全教育是实现安全教学和生产的重要保障措施。实施对教师、学生的安全教育,提高他们的安全意

识和安全技术素质,是工程训练中的必要课程,“注意安全”这四个字应当伴随每个人的一生。

1.2 安全基本知识

1. 安全概念

“无危则安,无缺则全”,安全即意味着没有危险。从一般意义上来说,安全是指客观事物的危险程度能够为人们普遍接受的状态。

安全问题对人们的重要性是在社会的不断发展中逐步被人们所认识的,它主要体现在事故的伤亡严重、经济损失巨大、社会影响恶劣且影响深远等各个方面。对于一个单位来说,事故的发生不仅仅会造成巨大的人员和财产损失以及恶劣的社会影响,还意味着单位的管理水平不高,意味着工作效率没有达到最好水平;对于个人及家庭来说,事故则意味着一场灾难。

2. 安全的基本特征

(1) **安全的必要性和普遍性** 安全是人类生存的必要前提。安全作为人的身心状态及其保障条件是绝对必需的,如果连生命安全都无法保障,生存就不能维持,更谈不上其他的活动。而人和物遭遇人为或天然的危害或损坏又是常见的,不安全因素是客观存在的。在人类活动的一切领域,我们必须尽力减少失误,降低风险,为学习、工作、生活等各项活动提供必要的基础条件。

(2) **安全的随机性** 安全取决于人、物和人与物的关系协调。如果失调就会出现事故。安全状态的存在和维持时间、地点及其动态平衡的方式等都带有随机性,因而安全保障的条件也是相对的。条件发生变化,安全状态也会随之改变,所以安全的实现有其局限性和风险性。

(3) **安全的复杂性** 安全取决于人、物和人与物的关系,即“人-对象-环境”这一系统的运转状态,这是一个自然与社会结合的开放性系统。在安全活动中,由于人的主导作用和本质属性,包括人的思维、心理、生理等因素及人与社会、环境的关系,使安全问题具有极大的复杂性。

(4) **安全的潜隐性** 对各类事物安全本质和运动变化规律的把握程度,总是受到人的认识能力和科技水平的局限。客观安全由明显的和潜隐的两种安全因素组成,这是客观存在并且不以人的意志为转移的。我们要努力使安全由潜隐型转变为明显型,通过探索、实践找到实现安全的方法。

(5) **安全的社会性** 安全与社会的稳定直接相关。任何的安全事故都会给个人、家庭、单位带来心灵上和物质上的社会性危害,成为影响社会稳定的重要因素。“安全第一,预防为主”的安全方针值得全社会牢记。

3. 安全教育基本要求

进行安全教育是个人、家庭、学校、企业和国家的基本需要,安全教育应该从现实抓起,从人人抓起,在学习、生活和工作中应该做到以下几点。

(1) **懂得必要的安全知识** 在训练实习中,每一位学生应该具备基本安全常识:如各种危险物质的危害;各种危险结构的预防;认识辨别危险场所;出现危险后的处理措施等。

(2) **掌握一定的安全技能** 在训练实习中,学生应该掌握一些基本的安全技能:如学会使用灭火器和报警器;掌握正确的处理事故和灾害的应急方法;能够在遇险时及时救人和逃生;学会在学习和生活过程中预防一般事故及危险的方法和技能等。

(3) **遵守安全基本原则和相关制度** 在训练实习中,一是要树立自觉保护意识,远离危险场所,最大限度地避免安全事故;二是要树立严格按操作规程办事的良好习惯,不违反工艺纪律,不违章进行操作;三是要树立遵章守纪的自我约束意识,严格遵守各种安全规章制度和相关要求。

(4) **树立现代安全意识** 所谓“现代安全意识”,主要包括5个方面的内涵:一是善待生命、珍惜生命的健康意识;二是应对事故、灾害的风险意识;三是预防为主、防范在前的超前意识;四是行为规范、技术优先的科学意识;五是每时每刻、每处每地注意安全的警觉意识。

1.3 机械安全

机械设备是当前各行各业不可缺少的生产设备,不仅工业生产要经常用到各种机械,其他行业也都不同程度用到各种机械。在人类使用机械的过程中,由于各方面的原因,如设备的设计、制造、安装、维护存在缺陷,使用者对设备性能不熟悉、操作不当、安全操作意识不足,或者作业场所环境的原因,使人处于被机械伤害的潜在危险之中。为防止和减少机械伤害的发生,需要从机械伤害的形式、常发生伤害的机械部位、导致伤害的原因等几个方面入手认识和了解,从而采取适当的安全对策。

1.3.1 机械危害

人们在使用机械的过程中,由于机械设计及制造上的缺陷、机械的运行状态不佳、操作不当,或安全防护措施不当、作业场所条件限制等原因,都存在被机械伤害的潜在危险。

概括地讲,作业场所和机械的不安全状态、人的不安全行为,使人处于被伤害的危险之中。为了防止和减少事故的发生,我们需要了解哪些机械是危险性比较大的?机械的危险部位在哪里?不同运动状态的零部件有哪些危险?等等。这样,我们就可以有针对性地、有重点地采取安全防护措施,保障操作者的安全。

1. 机械的危险

1) 静止机械存在的危险

设备处于静止状态下,人们接触设备或与静止设备某部位作相对运动时会存在危险,如:

- (1) 切削刀具的刀刃;
- (2) 工具、工件、设备边缘的飞边、毛刺、锐角、粗糙表面;
- (3) 设备凸出较长的机械部分;
- (4) 引起滑跌、坠落的工作平台,尤其是平台上有水或油时更为危险。

2) 直线运动机械存在的危险

牛头刨床的滑枕、龙门刨床和外圆磨床的工作台、冲床的滑块等在加工时是作往复直线

运动的,如果人或人体的某些部位在机床运动部件的运动区域内,就有可能受到运动部件的撞击或挤压。

3) 旋转运动机械存在的危险

车床的卡盘、轴、齿轮、皮带轮、飞轮、叶片、链轮、砂轮、铣刀、钻头 etc 作旋转运动的零部件,存在着把人体卷入、撞击和切割等危险。

(1) 被卷入单独旋转运动机械部件中的危险,如轴、卡盘、齿轮等。

(2) 接触旋转刀具、磨具的危险,如铣刀、砂轮、钻头等。

(3) 被卷入旋转孔洞的危险。有些旋转零部件,由于有孔洞而具有更大的危险性,如风扇、叶片、飞轮、带辐条的皮带轮、齿轮等。

(4) 被旋转运动加工体或旋转运动部件上凸出物打击或绞轧的危险,如伸出机床的加工件,皮带上的金属带扣,转轴上的键、定位螺丝等。

(5) 被卷入旋转运动中两个机械部件间的危险,如作相反方向旋转的两个轧辊、咬合的齿轮等。

(6) 被卷入旋转机械部件与固定构件间的危险,如砂轮与砂轮支架之间、有辐条的手轮与机身之间、旋转零件与壳体之间。

(7) 被卷入旋转部件与直线运动部件间的危险,如皮带与皮带轮、齿条与齿轮、链条与链轮等。

4) 被飞出物击伤的危险

在机械加工过程中,飞出的刀具、机械部件、切屑、工件对人体存在着击伤的危险,如卡盘上未及时取下的扳手、未夹紧的刀具、固定不牢的接头、破碎而飞散的切屑、锻造加工中飞出的工件等。操作人员易于接近的各种运动零、部件,都是机械危险部位,设备的加工区域也是危险场所。

2. 危险性大的机械设备

我们工作、学习所接触的不同机械设备,其危险性的大小是不同的。危险性大的设备,并不是说整个设备都存在危险,而是指其某些组成部分或在运行时其存在的安全隐患大,应该根据情况具体分析,掌握机械设备中的危险部位以及可能对人体造成的危害,加强安全防护。

危险性大的设备和机械危险部位是安全防护的重点。国家要求对危险性大的设备,在入厂时必须配备好安全装置,并对相关接触人员重点进行安全教育。

1.3.2 发生机械事故的原因

凡是与机械有关,由机械原因引起的事故都叫机械事故。机械事故存在以下特点:

(1) 人与机械实现接触,并且两者之间存在相对运动;

(2) 人与机械接触时存在力的作用,并且作用于人的力超过了人所能承受的限度。

我们探究机械事故发生的原因是为了寻求防止事故的对策。在机械的设计、制造、安装及其使用过程中,都离不开人的参与,因此,造成机械事故最根本的原因可以追溯到人。具体来说,机械事故的原因可分为直接原因和间接原因。

1. 直接原因

1) 人的不安全行为

- (1) 人体进入危险区域,如进入设备加工、起重物体移动的区域等。
- (2) 工作时注意力不集中。
- (3) 操作错误,忽视安全,忽视警告,如按错按钮、超载运行设备等。
- (4) 不按规程进行操作,如在机械运转时进行加油、修理、调整、检查、清扫等操作。
- (5) 攀、坐不安全位置,如平台护栏、吊车用钩等。
- (6) 人体与运动的物体相接触。
- (7) 安全装置失效,如保险装置老化、安全装置损坏等。
- (8) 使用不安全的设备、工具等,如使用无安全装置的钻床、存在缺陷的工具。
- (9) 忽视个人防护用品的使用,如衣着不符合安全要求、车工不戴防护眼镜、女工不戴帽子等。

2) 机械和作业场所的相对不安全状态

- (1) 机械设备、设施、工具、附件存在缺陷,如设计有问题、结构不符合安全要求等。
- (2) 防护、保险、信号等安全装置缺乏或有缺陷。
- (3) 维护保养不当,设备失灵。
- (4) 操作工艺设计不合理,交叉作业过多。
- (5) 工作环境不适宜,照明光线不良、通风不良、物品堆放杂乱或太高、通道狭窄等。
- (6) 个人防护用品、用具缺少或存在缺陷。

2. 间接原因

- (1) 技术存在缺陷,如设计错误、制造错误、安装错误、维修错误。
- (2) 相关教育不够,如缺乏必要的安全教育与技术培训,使作业人员素质低,缺乏相应的生产和安全知识及技能,缺乏安全生产意识。
- (3) 安全管理不到位,指组织管理上存在缺陷,如相关安全生产制度、安全操作规程缺乏或不健全,安全责任制落实不够,监督不严,生产作业无章可循或违章不究等。
- (4) 作业人员生理与心理方面的原因,指作业人员视力、听力、体能、健康状况等生理状态和性格、情绪、注意力等心理因素与生产作业不适应而引起事故。

在分析事故原因时,应重点从直接原因入手,逐步深入到间接原因,从而掌握事故的全部原因,再分清主次,采取预防的对策。

1.4 电气安全

企业生产单位都需要使用大量的电气设备和设施,由于在施工作业中缺乏电气安全知识和违章操作,易造成触电事故。普及用电安全知识和提高安全意识,是做好安全用电工作的有效途径。

1.4.1 触电

电气安全主要指的是要防止触电事故。触电事故是指人体触及带电体后电流对人体造