

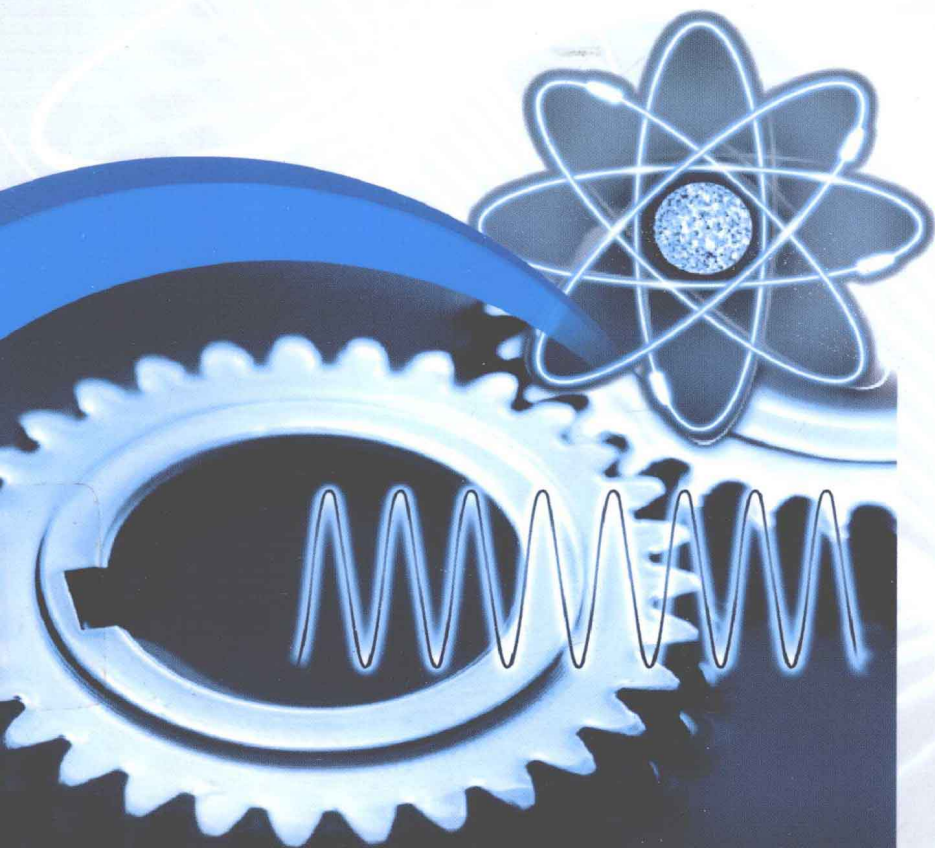
工程坊实训系列教材



机械制造实训教程

(上册)

总策划 王 晶
主 编 宋超英
编 者 崔 琦 屈玲川 周 嵘



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

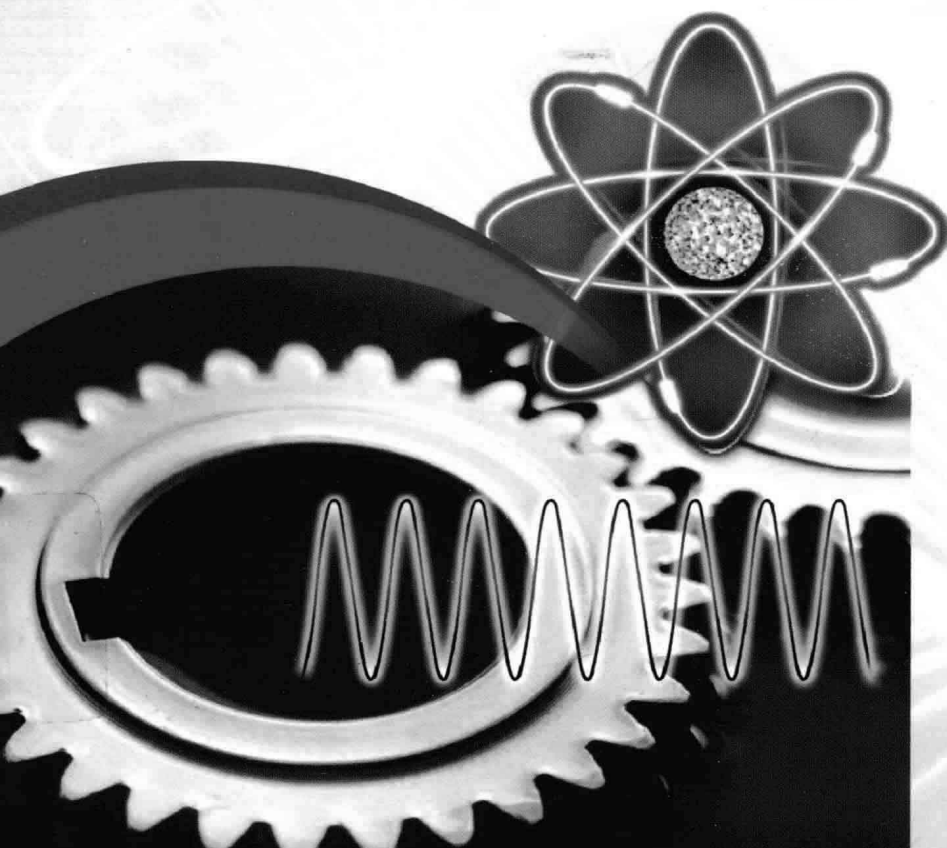
工程坊实训系列教材



机械制造实训教程

(上册)

总策划 王 晶
主 编 宋超英
编 者 崔 琦 屈玲川 周 嵘



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本教程是根据教育部颁布的高等学校金工实习教学基本要求,结合编者多年从事实践教学经验,并参考同类教材编写而成,力图内容充实、面向学生、实用性强,是一本实践教学和自学自学的实用教材。

本教程分为上下两册,本册主要包括机械制造基础知识,传统机械冷加工和现代加工内容,同时还编入了木工加工、特种加工以及作为附录的常用技术资料等内容。

本教程可作为高等院校的实践教学教材,也可作为从事课外科技实践活动学生自学机械加工知识和技能的实用指导书,同时也可供职业教育、技能培训及有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造实训教程.上册/宋超英主编. —西安:西安交通大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5605-4004-7

I. ①机… II. ①宋… III. ①机械制造-高等学校-教材
IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 155451 号

书 名 机械制造实训教程 上册
主 编 宋超英
责任编辑 李慧娜

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 陕西元盛印务有限公司

开 本 787mm×1 092mm 1/16 印张 15.75 字数 374 千字
版次印次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-4004-7/TH·91
定 价 26.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82664954
读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

丛书总序 Preface

工程实践训练是高等院校理工科专业培养合格人才的必要环节。为了培养适应 21 世纪社会需要的创新型人才,激发学生的学习兴趣,使学生变被动学习为自主学习,将课余时间更多地用于学习知识、技能,西安交通大学在原工程训练中心和校办工厂实习部分的基础上,于 2007 年 10 月成立了新型学生工程和科学实践基地——工程坊。

工程坊定位于学校本科生进行课内外工程实践和提高工程管理能力的场所,同时也为研究生完成学位论文和教师进行科学研究提供工程设计和工程制作平台。工程坊的建立将有助于推进西安交通大学人才培养的新理念和新模式,提高学生的实践能力和综合能力(创新意识、发现和解决实际问题、团队合作、自我管理、自我表达等能力),增强学生就业竞争力。

工程坊的建设目标:改革传统教学实习,为学生提供一个安全、方便、功能比较齐全的自主实践平台;加强与各学院的合作联系,通过各类项目设计课程为学生提供一个综合能力训练平台;依托学校的学科优势,为学生提供一个面向未来的课外创新科技项目研究平台。在形成“一流教育理念、一流实践内容、一流管理体制”的基础上,把工程坊打造成“国内大学中一流的、具有鲜明特色的”多功能学生工程和科学实践基地。

工程坊的特色:工程坊的突出特色是“开放、安全、方便、创新”。

开放:面向本校本科生、研究生、教师开放使用;面向社会开放建设。

安全:全方位的安全教育与安全环境建设。

方便:方便的软硬件使用条件。在技能培训与学习、机器使用、工具借用和材料购买方面提供最大的便利条件。

创新:将创新理念和创新活动贯穿到师生在工程坊的一切活动中。

工程坊的三项基本任务:

(1)自主实践——学生利用课余时间、凭自己的兴趣爱好在工程坊从事的实践活动;

(2)项目实践——学生以团队形式参加由工程坊设立的专门项目课外实践活动;

(3)教学实习——列入学校教学计划的课内实践教学活动中。

为了满足教学计划内、外两方面学生多种多样的实践需求,工程坊规划建设了具有批量接待能力的**三个平台**:

(1)机械设计加工平台(包括木工加工);

(2)电子设计制作平台;

(3)人文实践活动平台(海报、文化衫印制,陶艺、雕塑、工程教育博物馆等)。

在工程坊内完成教学实习,可看成为西安交通大学培养学生动手实践能力的第一步。编写具有工程坊实践特色的机械制造(金工)、电子工艺、测量与控制、现代加工等培训教材,使之能满足:①学生教学实习中,对机械制造和电子产品制作相关理论知识和实际加工技能的学习;②解决学生项目实践活动中遇到的零件加工或电路制作难题;③想进一步提升加工与制作技能,前来工程坊参加自主实践学生需求。这样,在教材内容策划上就不仅仅限于完成教学实习任务的需要,而是加入了较多的内容,以满足学生项目实践和进行自主实践使用的需求。

策划编写本套系列教材,将工程坊教学改革的成果固化,便于国内同行之间的交流,也为工程坊深化改革作了铺垫。

王 晶

西安交通大学工程坊主任

2011年6月

前言 Foreword

《机械制造实训教程(上册)》是工程坊实训系列教材之一,主要编入机械制造冷加工(含钣金工)、木工、数控加工和特种加工部分的内容。《机械制造实训教程(下册)》将主要编入机械制造中热加工、材料设计和热处理等部分。编写时依据《高等工科学学校金工实习教学基本要求》,结合工程坊近年来金工教学实践,并参考了国内众多同类教材和相关设备操作手册,特在此表示感谢。

由于目前教学计划中金工实习时间大大缩短,平均每个工种实习的时间仅有20个学时,学生使用本教材,期望能达到弥补时间不足,进一步开阔眼界的目的。教材中增加了部分新技术、新工艺简介,以拓宽学生的知识领域。同时教材的内容和文字力求简明扼要、篇幅紧凑、图文并茂、以利实用。

为了调动学生积极思考、自查学习效果,教材在每章最后配有复习思考题。该题目也可作为学生理论考试的试题。本教材中加入了“创意园地”,将创意培养扩展到工程坊学生实践活动的各个环节。

本教材由王晶教授担任总策划、主审;宋超英高级工程师担任主编,并编写第1,6章;参加教材编写的教师有崔琦(第2,3章)、屈玲川(第4,5章)、周嵘(第7,8章)。

限于编者水平,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者指正。

王 晶

西安交通大学工程坊主任

2011年6月

目录 Contents

☆ 丛书总序

☆ 前言

第1章 机械制造基础知识	(1)
1.1 课程介绍	(1)
1.1.1 教学内容	(1)
1.1.2 教学目的	(2)
1.1.3 教学要求	(3)
1.2 安全生产基础	(3)
1.2.1 安全生产基本概念	(3)
1.2.2 机械加工安全基础知识	(8)
1.2.3 安全用电常识	(9)
1.2.4 学生实习安全要求	(12)
1.3 机械产品制造过程	(13)
1.3.1 机械产品生产工艺	(13)
1.3.2 机械产品的质量	(15)
1.4 常用量具及使用方法	(20)
1.4.1 游标卡尺	(21)
1.4.2 千分尺	(22)
1.4.3 百分表	(23)
1.4.4 万能角度尺	(24)
1.4.5 塞尺、刀口形直尺、直角尺	(25)
1.4.6 量具的保养与检定	(26)
1.5 机械工程材料	(26)
1.5.1 机械工程材料的分类	(26)
1.5.2 常用金属材料的性能与应用	(27)
1.5.3 常用非金属材料的性能与应用	(29)
1.5.4 常用复合材料简介	(29)
1.6 钢的热处理	(30)
1.6.1 热处理概念	(30)
1.6.2 热处理常用设备	(31)
1.6.3 钢的普通热处理	(32)

1.6.4 钢的表面热处理	(33)
复习思考题	(34)
第2章 车工	(35)
2.1 学习要点与操作安全	(35)
2.2 车床加工基础知识	(36)
2.2.1 车削加工范围及特点	(36)
2.2.2 车床及其附件	(37)
2.2.3 车刀及其安装	(42)
2.2.4 工件装夹	(45)
2.2.5 车床的润滑与日常保养	(46)
2.3 车床操作要点	(48)
2.3.1 刻度盘和操作手柄的使用	(48)
2.3.2 车削加工步骤	(49)
2.3.3 切削运动与切削用量选择	(49)
2.4 车削工艺	(52)
2.4.1 车削外圆、台阶与端面	(52)
2.4.2 孔加工	(54)
2.4.3 切断与槽加工	(55)
2.4.4 车锥面与回转成形面	(57)
2.4.5 车削螺纹	(60)
2.4.6 滚花	(63)
2.4.7 操作练习	(64)
2.5 典型零件车削工艺分析	(65)
2.5.1 工艺基础知识	(65)
2.5.2 轴类、盘套类零件的车削工艺	(67)
2.5.3 典型零件综合工艺	(67)
* 创意园地	(68)
复习思考题	(68)
第3章 铣工	(70)
3.1 学习要点与操作安全	(70)
3.2 铣床加工基础知识	(70)
3.2.1 铣床加工范围及特点	(70)
3.2.2 铣床及其附件	(72)
3.2.3 铣刀及其安装	(76)
3.2.4 工件装夹	(79)
3.2.5 铣床的润滑与日常保养	(81)
3.3 铣床操作要点	(82)
3.3.1 铣床转速、进给调整与操作	(82)

3.3.2 铣削用量的选择	(84)
3.4 铣床基本加工工艺	(86)
3.4.1 铣平面	(86)
3.4.2 铣台阶	(88)
3.4.3 铣沟槽	(89)
3.4.4 切断	(92)
3.4.5 铣成型面	(93)
3.4.6 孔加工	(93)
3.4.7 操作练习	(94)
3.5 典型零件工艺分析	(96)
* 创意园地	(97)
复习思考题	(97)
第4章 钳工	(98)
4.1 学习要点与操作安全	(98)
4.2 钳工加工基础知识	(98)
4.2.1 钳工加工范围及特点	(98)
4.2.2 钳工常用设备、工具和量具	(98)
4.3 钳工基本加工工艺	(101)
4.3.1 划线	(101)
4.3.2 錾削	(106)
4.3.3 锯削	(110)
4.3.4 锉削	(112)
4.3.5 孔加工	(116)
4.3.6 攻螺纹与套螺纹	(122)
4.3.7 刮削与研磨	(126)
4.3.8 矫正与弯曲	(129)
4.4 钳工装配工艺	(131)
4.4.1 装配概述	(131)
4.4.2 装配方法	(132)
4.4.3 典型连接件装配工艺	(133)
4.4.4 整机装配工艺	(134)
4.4.5 拆卸的基本方法	(135)
4.5 综合实例与操作练习	(139)
* 创意园地	(140)
复习思考题	(141)
第5章 钣金	(142)
5.1 学习要点与操作安全	(142)
5.2 钣金加工基础知识	(142)

5.2.1 钣金加工范围与特点	(142)
5.2.2 钣金常用设备与工具	(143)
5.3 钣金加工工艺	(146)
5.3.1 展开放样	(146)
5.3.2 裁剪	(147)
5.3.3 折弯	(153)
5.3.4 铆接	(157)
5.3.5 焊接	(161)
5.3.6 整形	(168)
5.4 综合实例与操作练习	(169)
* 创意园地	(171)
复习思考题	(172)
第6章 木工	(173)
6.1 学习要点与操作安全	(173)
6.2 木工基础知识	(173)
6.2.1 木工加工范围及特点	(173)
6.2.2 木材基本知识	(174)
6.2.3 常用木工机具及手工工具简介	(176)
6.3 木工加工基础	(183)
6.3.1 木工生产加工的一般工艺过程	(183)
6.3.2 木工加工基本工艺	(183)
* 创意园地	(191)
复习思考题	(192)
第7章 数控加工	(193)
7.1 数控加工概述	(193)
7.1.1 数控机床	(193)
7.1.2 数控加工的特点	(193)
7.1.3 数控加工基本操作步骤	(194)
7.1.4 数控编程	(194)
7.1.5 编程坐标系	(194)
7.2 数控车床操作与编程	(196)
7.2.1 数控车床简介	(196)
7.2.2 操作面板和功能键	(197)
7.2.3 数控系统菜单功能介绍	(199)
7.2.4 试切对刀及定点对刀	(200)
7.2.5 数控车床编程	(200)
7.3 数控铣床编程与操作	(207)
7.3.1 数控铣床概述	(207)

7.3.2 数控铣床的主要参数	(208)
7.3.3 机床坐标系与工件坐标系	(208)
7.3.4 数控编程	(209)
7.3.5 数控铣床的操作	(214)
* 创意园地	(216)
复习思考题	(216)
第8章 特种加工	(217)
8.1 特种加工简介	(217)
8.1.1 特种加工的产生及发展	(217)
8.1.2 特种加工的分类	(218)
8.1.3 特种加工对材料可加工性和结构工艺性等的影响	(219)
8.2 电火花线切割加工	(220)
8.2.1 电火花线切割加工原理、特点及应用范围	(220)
8.2.2 电火花线切割控制系统和编程技术	(222)
* 创意园地	(232)
复习思考题	(232)
附录:常用技术资料	(233)
附表1 尺寸0~500mm标准公差表	(233)
附表2 公差等级应用范围	(233)
附表3 各种加工方法表面粗糙度范围	(234)
附表4 形状和位置公差特征项目符号	(237)
附表5 表面粗糙度选用表	(237)
参考文献	(240)

第1章 机械制造基础知识

1.1 课程介绍

1.1.1 教学内容

机械制造实习是一门实践性很强的技术基础课,是大学生了解现代机械制造生产工艺过程、获得机械制造基础知识、培养学生实践动手能力的实践性教学环节,是大学本科教学计划内的必修课程。

学生通过实习了解现代机械制造的一般过程和基本工艺知识,熟悉机械零件的常用加工方法,初步掌握各工种主要加工设备、工夹量具的操作技能以及安全操作技术;培养学生的工程实践能力以及安全生产、产品质量、生产成本、节能环保意识;同时培养学生创新能力、理论联系实际的科学作风以及遵守安全技术操作规程、爱护公物、勇于实践等基本素质。机械制造实习是培养复合型人才和建立多学科知识结构的重要基础,也为其他课程的学习奠定了必备的知识与实践基础。

广义的产品生产过程包括:市场调研、可行性论证、产品设计、产品制造、产品销售和售后服务等阶段,如图1-1所示。

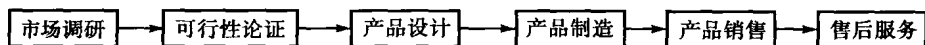


图1-1 广义的产品生产过程

以上各阶段主要工作内容如下:

- 市场调研:主要对市场前景、现状信息的调查收集,包括对目标客户的需求调查、预期市场规模调查、同类产品市场现状调查等。
- 可行性论证:在对市场调研信息、企业内部资源进行综合分析的基础上,对生产该产品的可行性进行全面论证,最终得出是否立项研发、生产的决定。包括市场前景、产品生命周期、企业资金能力、企业生产能力、产品经济效益等方面的评估、论证。
- 产品设计:根据对产品的技术性能要求,完成产品各项技术设计。包括产品技术方案设计、结构设计、电路设计以及在各项设计过程中的试验、验证等工作,最终以各种设计技术文件的形式提交结果。
- 产品制造:这是将产品构思变为具体实物的过程,也是产品生产过程中最复杂的环节。具体内容包括加工工艺方案制订、编制工艺文件、编制生产计划、进行生产准备、零件加工、产品装调、质量检验、包装入库等。

- 产品销售:包括市场开拓、售前服务、合同签订、产品移交、货款回收等工作。
- 售后服务:包括协助用户产品安装调试、故障维修、用户意见收集、市场信息反馈等工作。

机械制造实习所涉及的是一般产品生产中机械类产品或机械零部件的生产制造过程。根据各学校教学实习条件不同,一般将机械制造过程中的典型环节或工种作为教学实习内容,如图1-2所示。



图 1-2 机械类产品生产制造过程

以上各加工环节的主要内容如下:

- 毛坯制备:对于大多数金属零件,一般均用不同工艺方法将金属原材料先制成与被加工零件外形相近并留有加工余量的零件毛坯,以节约原材料并便于后续加工。常用毛坯加工的方法有铸造、锻造、焊接、切割裁剪等。

- 零件加工:零件的成形过程,就是对零件毛坯进行加工,去除多余的材料,得到图纸要求的零件形状、尺寸和表面状态。常用的加工方法主要有切削加工、特种加工、热处理、表面处理等加工工艺。

- 装配调试:将加工完成的合格零件按照一定的顺序和配合关系组装到一起,并进行必要的调整、试验,达到有关技术要求,成为具有特定功能的产品整机或功能部件的生产过程。

其中,零件加工包括:

切削加工——包括车削、铣削、刨削、磨削、钻削等机械加工和钳工加工两大类。

特种加工——相对于传统机械切削加工,特种加工主要不是依靠机械能,而是直接利用电能、声能、光能和化学能等能量形式对工件进行加工的工艺方法。常用的有电火花、激光、超声波、电解加工、化学蚀刻等方法。

热处理——在许多金属零件的毛坯制备和切削加工过程中,为便于切削和保证零件的力学性能,需要在某些加工工艺之前或之后对零件进行热处理。热处理是不改变零件的形状,而通过对其加热、保温、冷却来改变零件材料的内部组织结构,从而获得所需的力学性能和加工性能。

表面处理——为满足零件表面不同的机械性能、防护性能和装饰效果的要求,一般均要对零件或整机进行不同的表面处理。常用方法有表面热处理、喷砂处理、抛光处理、电镀、喷漆等工艺。

1.1.2 教学目的

机械制造实习是一门实践性课程,通过学生的动手实践过程,达到如下教学目的:

- ① 使学生了解机械制造的一般过程,机械零件加工的主要工艺方法,初步建立工程概念及机械制造过程的感性知识;

- ② 使学生了解各加工工种的工艺特点和加工范围,了解各工种常用设备及工具的结构原理及其安全操作规程,初步掌握有关工种的基本操作方法和技能,并通过实际操作独立完成简

单零件的加工制作;

③ 通过实习,使学生养成注重安全、遵守纪律、爱护公物、勤俭节约、勇于实践的良好习惯和理论联系实际的严谨作风,拓宽专业视野,增强就业竞争力。



1.1.3 教学要求

1. 基本要求

实习教学应以实践操作为主,讲授、示范为辅,坚持精讲多练。通过讲解、示范、观摩和实际操作,使学生了解机械制造的一般过程,了解各工种工艺特点和加工范围,了解各工种常用设备及刀具、工具、量具的结构原理和操作使用方法,学习机械加工工艺基础知识,重点学习和初步掌握车工、铣工、钳工、铸造、焊接以及现代数控加工等各工种的基本操作方法,独立完成简单零件的加工过程,并完成实习总结报告。

2. 能力培养要求

通过实习注重培养学生的工程实践能力、创新意识和创新能力,使学生初步掌握有关工种操作技能和设备、工具、量具的正确使用方法,促使学生养成勤于思考、勇于实践的良好作风和习惯,培养学生的工程意识、产品意识、质量意识,提高其工程素质,强化学生遵守劳动纪律、遵守安全技术操作规程和爱护公共财产的自觉性,提高学生的综合能力和素质。

3. 安全要求

在实习中始终坚持安全第一的观念,将学生的安全教育融入实习的全过程。通过各种方法和手段,强化学生安全生产意识,对学生进行严格的安全教育,使学生切实了解并严格遵守各项安全操作技术规程,做到安全、文明生产,确保学生的人身安全和设备安全。



1.2 安全生产基础



1.2.1 安全生产基本概念

安全与健康是人们最基本的需求,保障人身安全和身体健康是人们从事工作、学习和生活等社会活动的前提条件,也是建设和谐社会的重要内容。

党和国家高度重视安全生产工作,制订了一系列的安全生产法律法规,建立了系统的安全监管体系。在各类生产企业中,安全生产必须摆在重要位置,是企业管理的一项重要内容。

在机械制造实习过程中,学生所从事的教学实践活动,虽然并非真正意义上的生产活动,但在实习中所处的环境、操作的各种加工设备、使用的工具,都与企业的生产作业十分相似,并且由于参与实习的学生所独具的好奇、好动、缺乏安全常识等特点,使安全风险更加突出。为了保障实习学生的人身安全,必须通过各环节的安全教育以及安全生产基础知识的学习,使学生树立安全意识,建立安全生产的基本概念,掌握安全操作和自身安全防护的基本技能。

1. 安全生产的基本术语

安全生产——是指在生产过程中,要努力改善劳动条件,消除或控制不安全因素,防止人

身伤亡和财产损失事故发生,使劳动生产在保护劳动者的安全健康和财产安全的前提下进行。

事故——是指已经引起或可能引起伤害、疾病和(或)对财产、环境或第三方造成损害的一件或一系列事件。事故是一种发生在人们生产、生活活动中的特殊事件,人们的任何生产、生活活动中都可能发生事故。

危害——可能引起的损害,包括引起疾病和外伤,财产损失或环境破坏。

风险——发生特定危害事件的可能性以及事件结果的严重性。

危险源——指可能造成人员伤亡、财产损失或环境破坏的事故根源,可以是存在危险的一件设备、一处设施或一个系统,也可以是它们中存在危险的一部分。

隐患——就是潜藏着未被发现的危险源。可导致事故发生的人的不安全行为、物的不安全状态和管理上的缺陷都是事故隐患。

违章作业——凡在劳动生产过程中违反国家的安全法规和企事业单位及其上级部门制定的各种安全规章制度的行为,均属违章作业。违章作业是导致生产安全事故的主要原因。

本质安全——指设备、设施或技术工艺具备内在的能够从根本上防止发生事故的功能。本质安全功能具有即使操作失误,也不会发生事故或伤害的功能,或者设备、设施或工艺技术本质具有防止人的不安全行为的功能。

2. 事故的类别

事故可以按不同的视角进行分类,如按事故伤害程度、事故严重程度、事故经济损失程度和事故致害原因分类。在《企业职工伤亡事故分类》(GB6441—1986)中,按致害原因将事故类别分为20类,以下仅就常见的事故类型加以介绍。

物体打击——指失控物体的惯性力造成的人身伤害事故。如落物、滚石、锤击砸伤等造成的伤害,不包括爆炸而引起的物体打击。

车辆伤害——指机动车辆引起的伤害事故。如机动车在行驶中的挤、压、撞车或倾覆等事故,在行驶中上下车、搭乘矿车以及车辆运输挂钩、跑车事故。

机械伤害——指机械设备与工具引起的绞、辗、碰、割、戳等伤害。如工件或刀具飞出伤人,切屑伤人,手或身体被卷入,手或其他部位被刀具碰伤,被转动的机构缠压住等。

触电——指电流流经人体造成生理伤害事故。如人体接触带电的设备金属外壳或裸露的临时电线,漏电的手持电动工具,起重设备误触高压或感应带电,雷击伤害,触电坠落等事故。

灼伤——指强酸、强碱溅到身体引起的灼伤,或因火焰引起的烧伤,高温物体引起的烫伤,放射线引起的皮肤损伤。

火灾——指造成人身伤亡的火灾事故。

高处坠落——指由于危险重力势能差引起的伤害事故。如使用脚手架、平台、陡壁施工等高于地面的坠落,地面踏空失足坠入洞、坑、沟、升降口等事故。

3. 事故产生的原因

安全事故的发生,均有其内在的因果关系,对事故进行分析、研究的重要任务就是找出导致事故发生的各类原因,进而找到预防和控制安全事故发生的方法。经过对大量安全事故原因的分析、归纳,将事故的原因分为直接原因、间接原因和根本原因。

(1) 事故的直接原因

所谓事故的直接原因,即直接导致事故发生的原因。大多数学者认为,事故的直接原因只

有两个,即人的不安全行为和物的不安全状态。

① 人的不安全行为方面的原因。

- 忽视安全、忽视警告、操作错误——未经许可开动、关停、移动机器,酒后作业,手伸进机器危险部位,机器超速运转,不停机进行加油、检查、调整、修理、清扫作业;忽视报警信号、警告标志;按钮、手柄、开关操作错误,工件装夹不牢等。

- 造成安全装置失效——拆除安全防护装置或调整错误造成安全装置失效。

- 使用不安全的设备——使用无安全装置或安全装置失效的设备;使用存在故障的设备。

- 用手代替工具操作——用手代替手动工具;用手清除切屑;不用夹具紧固工件,而用手持工件进行加工。

- 冒险进入危险场所——在起吊物下作业、停留;冒险进入危险物品装卸作业区域;靠近易产生飞溅物的加工设备附近;攀、坐不安全的位置。

- 生产作业中分散注意力——如与他人聊天、看书报、听音乐,做与工作无关的事情。

- 物体存放不当——工具、工件、材料摆放在不稳固的台面或设备上;成品、半成品叠放过高或摆放不稳;切屑收集存放不当。

- 个人安全防护用品用具使用不当——不按规定要求穿工作服、戴工作帽;操作旋转加工设备时戴手套;未按专业工种要求使用个人安全防护用具(如护目镜、安全帽、绝缘鞋、安全带、防护手套等)。

② 物的不安全状态方面的原因。

- 防护、保险、信号等装置缺乏或有缺陷——无防护罩、防护栏或防护罩位置不当;无安全保险、报警装置;无安全警告标志;电气无安全接地、绝缘不良;电气装置带电部分裸露;保险、保护装置调整不当或失效。

- 设备、设施、工具附件有缺陷——设计不当,结构不符合安全要求(如制动装置有缺陷;安全距离不够;工件有锋利毛刺、毛边等);机械强度、绝缘强度不够;起吊绳索不符合要求;设备保养不当、带病或超负荷运转。

- 个人防护用具缺少或有缺陷——个人防护用品、用具,包括防护服、手套、护目镜及面罩、呼吸器官护具、听力护具、安全帽、安全带、安全鞋等。个人防护用品、用具缺少,是指无个人防护用品、用具;缺陷指个人防护用品、用具不符合安全要求。

- 生产作业环境不良——包括照明光线不良,如照度不足、光线过强、作业场所烟雾弥漫而致视线不清;通风不良,如无通风设施或通风系统效率低;作业场所狭窄或杂乱,如材料、制品、工具堆放不安全;交通通道规划不安全、地面滑,如运输、人行通道穿过危险作业区域,地面有油迹或其他液体、易滑物体;危险物品存放不安全;环境温度、湿度不当,超过人体耐受限度。

(2)事故的间接原因

事故的间接原因,是指那些并不直接导致事故发生,但却使事故的直接原因得以产生和存在的原因。事故的间接原因可归纳为以下几种:

- 技术上和设计上存在缺陷——是指从安全的角度来分析,在技术上和设计上存在的与事故发生原因有关的缺陷。这类缺陷主要表现在:在设计上因设计错误或考虑不周造成的失误;在技术上因安装、施工、使用、维修、检查等达不到要求而留下的事故隐患等。如设计违反有关安全规范、标准、规程;在图纸、公式使用、数据计算、材料选用和设备选择等方面的设计错

误;设备安全不符合有关安全技术规范;工程施工技术水平差,质量达不到设计要求和验收规范;检验、检测技术落后,未能发现安全隐患等。因操作人员操作技术不熟练,操作方法不当而造成事故的,也属于技术上的缺陷。

- 员工教育培训不够——是指虽然形式上对员工进行了安全生产知识的教育和培训,但没有达到预期效果,员工对安全生产技术和安全规定没有完全掌握,对设备、设施的工作原理和安全防范措施没有学懂弄通,对本岗位的安全操作方法、安全防护方法一知半解,应付不了日常操作中遇到的各种问题,不熟悉本岗位的安全操作规程,不能真正按章操作,以至不能防止事故的发生。

- 身体的原因——包括有眩晕、头痛、癫痫、高血压等疾病,近视、耳聋、色盲等残疾,身体过度疲劳、醉酒、药物的作用等。

- 精神、情绪的原因——包括怠慢、反抗、不满等不良情绪,烦躁、紧张、恐怖、心不在焉等精神状态,偏狭、固执等性格缺陷等。此外,过度兴奋和积极等精神状态也有可能产生不安全行为。

- 管理上的缺陷——包括劳动组织不合理,企业主要领导人对安全生产的责任心不强,作业标准不明确,缺乏设备检查保养制度,人事配备不完善,对现场工作缺乏检查或指导错误,没有健全的操作规程,没有或不认真实施事故防范措施等。

事故统计表明,85%左右的事故都与管理因素有关。换句话说,如果采取合适的管理措施,大部分事故将会得到有效的控制。因此,管理因素是事故发生乃至造成严重损失的最主要原因。

- 教育的原因——是指各级教育组织(大、中、小学校)中的安全教育不完全、不到位。各级学校在对学生进行文化教育的同时,也担负着提高学生全面素质的重任。素质当中当然也包括安全素质。正是由于学校教育中在安全教育方面的不完全、不到位,大多数仍停留在常识式的初级阶段,使得学生面对形形色色的突发性事件,不知所措,遭受了不必要的伤害和损失。

- 社会历史的原因——一个国家、民族、社会,在其长期发展的历史过程中所形成的各种传统观念或模式,对人们的意识、行为均会产生深刻的影响,包括人们的安全意识和法律意识。

(3)事故的根本原因

间接原因滋长了低标准行为和条件,然而,这并不是“原因——结果”这一关联的开端。因果链表明支配事故/事件的根源是缺乏控制,这是事故的根本原因。因此,必须针对根本原因建立一套标准,并按此标准进行系统地检查。

管理人员要对安全标准和管理失控程序进行专业管理;知道标准、计划及如何组织工作以满足标准;直接给人们提供要达到的标准;检测自己和他人的行为表现。这些都是管理者应加以控制的。如果没有进行有效控制,人的行为就可能失控,事故就会开始发展并且引发间接和直接的事故因素,导致事故的发生。

4. 安全事故的预防

通过对大量安全事故的成因进行分析,绝大多数(98%以上)事故是可以预防的。基于这一认识,我们就能够应用管理技能来避免事故的发生或减少事故对人员和财产造成的影响。也就是可以对事故进行预防和控制。

事故预防是指通过采用技术和管理的手段使事故不发生;事故控制是通过采用技术和管理手段,使事故发生后不造成严重后果或损失尽可能地减少。