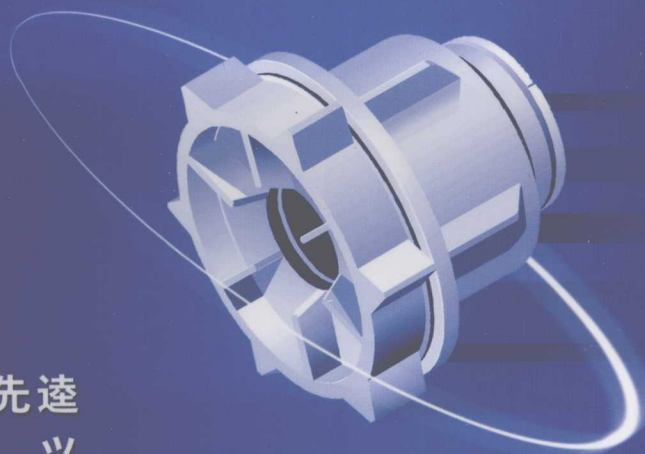


# 机械加工工艺手册

单行本

## 机械加工质量及其检测 机械加工安全与劳动卫生



主编 王先逵

主审 艾 兴

MECHANICAL PROCESSING HANDBOOK



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 机械加工工艺手册

单行本

## 机械加工质量及其检测 机械加工安全与劳动卫生

主编 王先逵

主审 艾兴

### 第1卷 工艺基础卷

卷主编 李旦

卷副主编 姚英学



机械工业出版社

本手册以制造工艺为主线，数据与方法相结合，汇集了我国多年来工艺工作的成就和经验，反映了国内外现代工艺水平及其发展方向。

手册全面、系统地介绍了机械加工工艺中的各类技术，全书分3卷出版，分别为工艺基础卷、加工技术卷、系统技术卷，共32章。本卷包括切削原理与刀具材料及其热处理、毛坯及余量、机械加工质量及其检测、机械加工工艺规程制定、机床夹具设计、机械装配工艺、数控加工技术基础、机械加工安全与劳动卫生。

本手册以实用性为主，兼顾先进性、系统性，具有信息量大、标准新、内容全面、数据准确、便查等突出特点，可供机械制造全行业的机械加工工艺人员使用，也可供有关专业的工程技术人员和工科院校师生参考。

本单行本包括机械加工质量及其检测、机械加工安全与劳动卫生方面的内容。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工质量及其检测、机械加工安全与劳动卫生/王先逵主编. —3版. —北京: 机械工业出版社, 2008. 6

(机械加工工艺手册: 单行本)

ISBN 978-7-111-24250-5

I. 机… II. 王… III. ①机械加工-质量控制②机械加工-质量检验  
③机械加工-安全技术④机械加工-劳动卫生 IV. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 087660 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李万宇 责任校对: 张 媛

封面设计: 王伟光 责任印制: 杨 曦

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2008 年 6 月第 3 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9.75 印张 · 313 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-24250-5

定价: 20.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68351729

封面防伪标均为盗版

曾参加《机械加工工艺手册》编审会议

諸同志

科技存典奧，

傳佈特辛勤。

競求高質量，

重任在諸君。

沈鴻

一九八七年十月十日於北京

注：这是沈鴻同志为《机械加工工艺手册》第1版写的题辞。

# 《机械加工工艺手册》第1版

## 编辑委员会名单

主任兼主编：孟少农

副主任：沈尧中 李龙天 李家宝 张克昌 李宜春 张颂华

秘书长：唐振声

委员：（按姓氏笔画）

马克洪 王肇升 刘华明 牟永言 陈采本 李学绶 李益民 何富源  
宋剑行 张斌如 钱惟圭 徐伟民 黄祥旦 蒋毓忠 遇立基 熊万武  
薄 宵

## 参编人员名单

（按姓氏笔画）

于光海 王异军 王光驹 王先逵 王会新 王志忠 王定坤 王春和 王荣辉 王恩伟  
王肇升 王馥民 支少炎 白 锋 江 涛 兰国权 田永金 叶荣生 刘文剑 刘华明  
刘庆深 刘运长 刘青方 刘苒芬 刘晋春 刘裕维 牟永义 牟永言 孙旭辉 朱天竺  
朱启明 朱颀榕 朱福永 陈介双 陈龙法 陈华初 陈志鼎 陈采本 陈京明 陈振华  
陈超常 邸广生 何琼儒 李大镛 李 旦 李龙天 李忠一 李绍忠 李学绶 李 真  
李益民 李家宝 李敬杰 李朝霞 麦汇彭 孟伯成 宋秉慈 吴勇发 肖勿绂 肖诗纲  
杨裕珊 张仁杰 张志仁 张学仁 张岱华 张明贤 张国雄 张景仕 张 颖 邹永胜  
金振华 林焕琨 罗南星 庞 涛 周本铭 周学良 周泽耀 周德生 周鑫森 郭振光  
郭德让 胡必忠 胡炳明 胡晖中 柳之歌 骆淑璋 施仁德 赵家齐 高汉东 顾国华  
顾宛华 桂定一 倪智最 秦秉常 唐修文 袁丁炎 袁序弟 袁海群 黄承修 黄祥旦  
康来明 盘 旭 章 熊 程伦锡 葛鸿翰 蒋锡藩 蒋毓忠 谢文清 遇立基 熊炽昌  
樊惠卿 潘庆锐 薄 宵 魏大镛

# 第1版 前言

机械工业是国民经济的基础工业，工艺工作是机械工业的基础工作。加强工艺管理、提高工艺水平，是机电产品提高质量、降低消耗的根本措施。近年来，我国机械加工工艺技术发展迅速，取得大量成果。为了总结经验、加速推广，机械工业出版社提出编写一部《机械加工工艺手册》。这一意见受到原国家机械委和机械电子部领导的重视，给予了很大支持。机械工业技术老前辈沈鸿同志建议由孟少农同志主持，组织有关工厂、学校、科研部门及学会参加编写。经过编审人员的共同努力，这部手册终于和读者见面了。

这是一部专业性手册，其编写宗旨是实用性、科学性、先进性相结合，以实用性为主。手册面向机械制造全行业，兼顾大批量生产和中小批量生产。着重介绍国内成熟的实践经验，同时注意反映新技术、新工艺、新材料、新装备，以体现发展方向。在内容上，以提供工艺数据为主，重点介绍加工技术和经验，力求能解决实际问题。

这部手册的内容包括切削原理等工艺基础、机械加工、特种加工、形面加工、组合机床及自动线、数控机床和柔性自动化加工、检测、装配以及机械加工质量管理、机械加工车间的设计和常用资料等，全书共26章。机械加工部分按工艺类型分章，如车削、铣削、螺纹加工等。有关机床规格及连接尺寸、刀具、辅具、夹具、典型实例等内容均随工艺类型分别列入所属章节，以便查找。机械加工的切削用量也同样分别列入各章，其修正系数大部分经过实际考查，力求接近生产现状。

全书采用国家法定计量单位。国家标准一律采用现行标准。为了节省篇幅，有的标准仅摘录其中常用部分，或进行综合合并。

这部手册的编写工作由孟少农同志生前主持，分别由第二汽车制造厂、第一汽车制造厂、南京汽车制造厂、哈尔滨工业大学和中国机械工程学会生产工程专业学会五个编写组组织编写，中国机械工程学会生产工程专业学会组织审查，机械工业出版社组织领导全部编辑出版工作。参加编写工作的单位还有重庆大学、清华大学、天津大学、西北工业大学、北京理工大学、大连组合机床研究所、北京机床研究所、上海交通大学、上海市机电设计研究院、上海机床厂、上海柴油机厂、机械电子工业部长春第九设计院和湖北汽车工业学院等。参加审稿工作的单位很多，恕不一一列出。对于各编写单位和审稿单位给予的支持和帮助，对于各位编写者和审稿者的辛勤劳动，表示衷心感谢。

编写过程中很多工厂、院校、科研单位还为手册积极提供资料，给予支持，在此也一并表示感谢。

由于编写时间仓促，难免有前后不统一或重复、甚至错误之处，恳请读者给予指正。

《机械加工工艺手册》编委会

# 《机械加工工艺手册》单行本 出版说明

《机械加工工艺手册》(第2版)分3卷出版,分别为工艺基础卷、加工技术卷和系统技术卷,共32章。第2版的出版和第1版相距近20年,其内容的修订量很大,其中全新章节有12章,与手册第1版相同的章节,也重新全面进行了修订,能够替代第1版手册,适应我国工艺技术水平发展的新形势、新要求。

《机械加工工艺手册》(第2版)注重实用性、先进性、系统性,汇集了我国多年来工艺工作的成就和经验,体现了国内外工艺发展的最新水平,全面反映现代制造的现状和发展,具有“工艺主线体系明确、实践应用层面突出、内容新颖先进翔实、结构全面充实扩展、作者学识丰富专深、标准符合国家最新”的突出特色,是机械制造全行业的机械加工工艺人员的必备案头工具书。

《机械加工工艺手册》(第2版)自2007年出版以来,已累计销售5000多套,受到了包括企业、科研院所,以及高校等的专业读者的广泛欢迎。从读者的反馈来看,手册能围绕工艺的方方面面,为读者提供可靠数据、实用技术和先进资料,帮助读者解决工作中遇到的各种工艺问题。

在手册第2版的使用过程中,一些读者提出了手册每卷都较厚、使用不方便的问题,为此,我们针对手册的形式进行了调研,结果,单行本的模式得到了许多读者、作者的肯定和期待。为了满足机械加工工艺人员对某个专题工艺技术的手册单行本的需求,更加方便工艺人员查用,我们决定编辑出版《机械加工工艺手册》有关章的单行本。

从工艺工作的实际出发,考虑到一些工艺人员从事相对更具体、更独立的专业工艺工作,《机械加工工艺手册》单行本包括:《材料及其热处理》、《机械加工质量及其检测 机械加工安全与劳动卫生》、《机械加工工艺规程制定》、《机械装配工艺》、《车削、镗削加工》、《铣削、锯削加工》、《钻削、扩削、铰削加工》、《拉削、刨削、插削加工》、《磨削加工》、《齿轮、蜗轮蜗杆、花键加工》、《螺纹加工》、《特种加工》、《精密加工和纳米加工 高速切削 难加工材料的切削加工》、《金属材料的冷塑性加工》、《表面工程技术》、《常用标准和资料》等,读者可根据需要灵活选购。

机械工业出版社

# 《机械加工工艺手册》 第2版

## 编辑委员会名单

主 编：王先逵

副主编：王龙山 朱伟成 李 旦 洪永成 孙凤池

主 审：艾 兴

副主审：于骏一 陈家彬

委 员：(按姓氏笔画)

王广林	王东鹏	王晓芳	白基成	付承云	叶仲新
刘大成	刘世参	刘成颖	孙慧波	向 东	闫牧夫
李万宇	李东妮	李圣怡	李 奇	李国发	李益民
吴 丹	张定华	邹 青	林 跃	杨利芳	贺秋伟
钦明畅	姚英学	祝佩兴	桂定一	夏忠发	徐滨士
常治斌	富宏亚	颜永年			



# 《机械加工工艺手册》(第2版)总目录

---

## 第1卷 工艺基础卷

- 第1章 切削原理与刀具
- 第2章 材料及其热处理
- 第3章 毛坯及余量
- 第4章 机械加工质量及其检测
- 第5章 机械加工工艺流程制定
- 第6章 机床夹具设计
- 第7章 机械装配工艺
- 第8章 数控加工技术基础
- 第9章 机械加工安全与劳动卫生

## 第2卷 加工技术卷

- 第1章 车削、镗削加工
- 第2章 铣削、锯削加工
- 第3章 钻削、扩削、铰削加工
- 第4章 拉削、刨削、插削加工
- 第5章 磨削加工
- 第6章 齿轮、蜗轮蜗杆、花键加工
- 第7章 螺纹加工
- 第8章 特种加工
- 第9章 精密加工和纳米加工
- 第10章 高速切削
- 第11章 金属材料的冷塑性加工
- 第12章 难加工材料的切削加工
- 第13章 表面工程技术

## 第3卷 系统技术卷

- 第1章 成组技术
  - 第2章 计算机辅助制造的支撑技术
  - 第3章 组合机床及其自动线加工系统
  - 第4章 柔性制造系统
  - 第5章 集成制造系统
  - 第6章 智能制造系统
  - 第7章 快速制造技术
  - 第8章 工业工程
  - 第9章 绿色制造
  - 第10章 常用标准和资料
-

# 目 录

## 第 1 卷 工艺基础卷

### 第 4 章 机械加工质量及其检测

#### 4.1 机械加工精度

- 4.1.1 基本概念 ..... 4-3
  - 1. 加工精度与加工误差 ..... 4-3
  - 2. 加工原始误差及其成因 ..... 4-3
- 4.1.2 影响加工精度的基本因素及消减途径 ..... 4-4
- 4.1.3 加工误差 ..... 4-7
  - 1. 加工误差的分类 ..... 4-7
  - 2. 造成各类加工误差的原始误差 ..... 4-7
  - 3. 加工误差的计算方法 ..... 4-7
- 4.1.4 经济加工精度 ..... 4-15
  - 1. 各种加工方法能达到的尺寸经济精度 ..... 4-15
  - 2. 各种加工方法能达到的形状经济精度 ..... 4-18
  - 3. 各种加工方法能达到的位置经济精度 ..... 4-18

#### 4.2 机械加工表面质量

- 4.2.1 已加工表面质量概念 ..... 4-22
  - 1. 机械加工表面质量的表示 ..... 4-22
  - 2. 已加工表面粗糙度 ..... 4-22
- 4.2.2 影响切削加工表面粗糙度因素及改善措施 ..... 4-22
- 4.2.3 磨削表面粗糙度形成的原因及改善措施 ..... 4-23
  - 1. 磨削表面粗糙度形成原因 ..... 4-23
  - 2. 影响磨削表面粗糙度的因素及改善措施 ..... 4-26
- 4.2.4 各种加工方法能达到的表面粗糙度 ..... 4-26

- 4.2.5 表面粗糙度与加工精度和配合之间的关系 ..... 4-29
- 4.2.6 各种连接表面的粗糙度 ..... 4-31
- 4.2.7 加工硬化 ..... 4-32
  - 1. 加工硬化产生的原因及对零件使用性能的影响 ..... 4-32
  - 2. 影响加工表面硬化的因素 ..... 4-32
  - 3. 加工硬化的测定方法 ..... 4-33
  - 4. 几种加工方法的冷硬程度及冷硬深度 ..... 4-33
- 4.2.8 残余应力 ..... 4-34
  - 1. 残余应力对零件性能的影响 ..... 4-34
  - 2. 切削加工残余应力产生的原因 ..... 4-34
  - 3. 影响切削加工表面残余应力的因素及减少残余应力的措施 ..... 4-34
  - 4. 影响磨削加工表面残余应力的因素 ..... 4-34
  - 5. 残余应力的测量方法 ..... 4-36
- 4.2.9 磨削加工表面的烧伤与裂纹 ..... 4-37
  - 1. 淬火钢烧伤的几种情况 ..... 4-37
  - 2. 烧伤的评定方法与识别 ..... 4-37
  - 3. 磨削表面裂纹 ..... 4-37
  - 4. 消减烧伤与裂纹的工艺途径 ..... 4-38

#### 4.3 机械加工过程中的振动

- 4.3.1 机械加工振动的类型及特点 ..... 4-39
  - 1. 强迫振动 ..... 4-39
  - 2. 自激振动(颤振) ..... 4-39
- 4.3.2 强迫振动的振源、诊断及消减措施 ..... 4-39
  - 1. 强迫振动的振源 ..... 4-39

2. 强迫振动的诊断 .....	4-40	2. 角度测量 .....	4-52
3. 消减强迫振动的措施 .....	4-40	(1) 二面角的测量 .....	4-52
4.3.3 自激振动产生的原因、诊断及措施 .....	4-41	(2) 锥度测量 .....	4-53
1. 自激振动产生的原因 .....	4-41	3. 形状和位置误差的测量 .....	4-54
2. 自激振动类别诊断 .....	4-43	(1) 形位误差检测基础 .....	4-56
3. 消减自激振动的措施 .....	4-44	(2) 直线度误差的测量 .....	4-58
4.3.4 减振装置 .....	4-44	(3) 平面度误差的测量 .....	4-60
<b>4.4 机械加工质量检测</b>		(4) 圆度误差的测量 .....	4-62
4.4.1 机械加工质量通用检测技术方法 .....	4-50	(5) 圆柱度误差的测量 .....	4-62
1. 长度测量 .....	4-50	(6) 轮廓度误差的测量 .....	4-63
(1) 长度测量的基本原则 .....	4-50	(7) 表面粗糙度的测量 .....	4-64
(2) 轴径和孔径的测量 .....	4-50	4.4.2 数控加工检测方法 .....	4-67
		1. 数控机床的精度检验 .....	4-67
		2. 数控加工精度检测 .....	4-68
		参考文献 .....	4-71

## 第9章 机械加工安全与劳动卫生

### 9.1 机械加工企业通用安全卫生要求

9.1.1 机械加工企业厂界安全卫生控制 .....	9-3	1. 基本要求 .....	9-8
1. 工业企业厂界噪声标准 .....	9-3	2. 对影响生产过程安全、卫生各因素的一般要求 .....	9-8
(1) 标准值 .....	9-3	(1) 阐明危险和有害因素 .....	9-8
(2) 适用范围 .....	9-3	(2) 平面布置的原则 .....	9-8
(3) 夜间噪声 .....	9-3	(3) 工艺、作业和施工过程的设计和和实施 .....	9-9
2. 机械工业含油废水排放规定 .....	9-3	(4) 生产物料 .....	9-9
3. 金属热处理车间 .....	9-4	(5) 生产装置 .....	9-9
(1) 金属热处理生产的危险因素和有害因素 .....	9-4	(6) 设备、设施、管线、电缆配置和作业区的组织 .....	9-9
(2) 热处理作业环境要求 .....	9-5	3. 安全、卫生防护技术措施 .....	9-10
4. 冲压车间 .....	9-5	(1) 基本要求 .....	9-10
(1) 噪声控制 .....	9-5	(2) 防护用品 .....	9-10
(2) 振动控制 .....	9-6	(3) 防火防爆 .....	9-10
(3) 污水排放控制 .....	9-6	(4) 防尘防毒 .....	9-10
(4) 通风与废气排放控制 .....	9-6	(5) 防辐射 .....	9-10
5. 锻造车间 .....	9-7	(6) 防作业环境气象异常 .....	9-10
(1) 噪声及振动控制 .....	9-7	(7) 安全标志和报警信号 .....	9-10
(2) 废水控制 .....	9-7	4. 安全、卫生管理制度 .....	9-11
(3) 废气控制 .....	9-7	9.1.3 企业职工伤亡事故分类 .....	9-11
(4) 其他污染控制 .....	9-8	1. 事故类别 .....	9-11
9.1.2 生产过程安全卫生要求总则 .....	9-8	2. 伤害分析 .....	9-11
		3. 伤害程度分类 .....	9-11
		4. 事故严重程度分类 .....	9-11
		5. 工伤事故的计算方法 .....	9-11

9.1.4 企业职工伤亡事故调查分析	
规则	9-11
1. 事故调查程序	9-11
(1) 现场处理	9-12
(2) 物证搜集	9-12
(3) 事故事实材料的搜集	9-12
(4) 证人材料搜集	9-12
(5) 现场摄影	9-12
(6) 事故图	9-12
2. 事故分析	9-12
3. 事故结案归档材料	9-12
9.1.5 机械安全风险评价的	
原则	9-12
1. 基本概念	9-12
(1) 风险评价	9-12
(2) 风险分析	9-13
(3) 风险评定	9-13
(4) 风险评价的程序应以形成文件的方式进行	9-13
(5) 风险评价信息	9-13
2. 机械限制的确定	9-13
3. 危险识别	9-14
4. 风险评估	9-14
(1) 风险要素	9-14
(2) 确定风险要素应考虑诸方面	9-14
5. 风险评定	9-15
(1) 风险减小目标的实现	9-15
(2) 风险比较	9-15
<b>9.2 机械加工设备安全卫生要求</b>	
9.2.1 机械加工设备一般安全	
要求	9-15
1. 主要结构的要求	9-15
2. 控制机构的要求	9-16
3. 防护装置的要求	9-17
(1) 安全防护装置	9-17
(2) 紧急停车开关	9-17
4. 检验与维修的要求	9-17
9.2.2 机械加工设备安全卫生	
总则	9-17
1. 基本原则	9-17
2. 一般要求	9-17
3. 特殊要求	9-19
9.2.3 室内工作系统照明视觉	
工效学原则	9-20
1. 视觉功效的主要参数	9-20
(1) 视觉作业特性	9-20
(2) 作业人员特性	9-21
(3) 照明特性	9-21
(4) 工作空间变量	9-21
2. 照明准则	9-21
(1) 照明要求	9-21
(2) 照度	9-22
9.2.4 工作场所的险情听觉信号	9-22
1. 术语	9-22
2. 安全要求	9-22
(1) 总则	9-22
(2) 识别	9-22
3. 险情听觉信号设计准则	9-23
(1) 声级	9-23
(2) 频率	9-23
(3) 瞬时特性	9-23
(4) 险情听觉信号的持续时间	9-23
(5) 险情听觉信号声源的声级要求	9-23
9.2.5 险情视觉信号一般要求	9-23
1. 定义	9-23
2. 安全要求	9-23
<b>9.3 典型机械加工设备安全技术条件</b>	
9.3.1 锻压机械安全防护装置技术	
条件	9-24
1. 防护装置	9-25
2. 安全装置	9-25
9.3.2 金属切削加工	9-25
1. 切削加工中常见的危险和有害因素	9-25
2. 切削加工安全要求	9-25
3. 切削加工场所安全卫生要求	9-25
4. 加工操作要求	9-26
5. 其他要求	9-27
9.3.3 联合冲剪机安全技术条件	9-27
1. 安全装置	9-27
2. 工作危险区的安全保护	9-27
3. 安全开口与护栏尺寸	9-31
9.3.4 螺纹铣床安全防护技术	
条件	9-31
1. 机械的危险	9-31
2. 触电的危险	9-32

9-3	机械的安全要求和措施	9-32	(1) 一般要求	9-42
9.3.5	磨削机械安全规程	9-32	(2) 对电气设备急停的特定要求	9-43
9-1	砂轮主轴设计与制造安全要求	9-32	(3) 运行条件与环境的影响	9-43
9-2	砂轮卡盘	9-33	(4) 对急停装置的要求	9-43
9-3	砂轮防护罩	9-33	(5) 使用金属丝和绳作为操纵器时的附加要求	9-43
(1)	砂轮防护罩的最大开口角度	9-33	9.5.4 机械设备控制系统有关安全	
(2)	砂轮防护罩的壁厚	9-35	部件	9-43
(3)	砂轮防护罩的其他安全要求	9-35	1. 控制系统安全部件	9-43
9-4	磨削机械使用安全要求	9-37	2. 安全功能特性	9-43
(1)	砂轮的安全检查	9-37	(1) 概述	9-43
(2)	砂轮的安装	9-37	(2) 停机功能	9-43
9.3.6	机械压力机安全保护装置		(3) 急停功能	9-45
安全技术要求	9-38	(4) 手动重调	9-45	
1. 安全保护装置的配置原则	9-38	(5) 启动和重新启动	9-45	
2. 安全保护装置的选配要求	9-38	(6) 响应时间	9-45	
3. 对安全保护装置的技术要求	9-38	(7) 与安全有关的参数	9-45	
4. 双手操作式安全保护装置的要求	9-38	(8) 局部控制功能	9-45	
5. 光线式安全保护装置的要求	9-38	(9) 动力源的波动、丧失和恢复	9-45	
9.3.7	起重滑车	9-39	(10) 抑制	9-45
1. 危险源	9-39	(11) 安全功能的手动暂停	9-46	
2. 安全要求和措施	9-39	3. 在故障情况下控制系统有关安全		
3. 使用信息	9-40	部件的设计	9-46	
9.3.8	卧式铣镗床安全防护技术要求	9-40	(1) 概述	9-46
要求	9-40	(2) 类别规范	9-47	
		(3) 不同类别有关安全部件的选择和组合	9-48	
<b>9.4 工业机器人安全规范</b>				
1. 定义	9-40			
2. 总则	9-40			
(1) 基本要求	9-40			
(2) 安全分析	9-40			
3. 机器人系统的安全防护	9-41			
(1) 安全防护装置	9-41			
(2) 警示方式	9-41			
(3) 安全生产规程	9-41			
(4) 安全防护装置的复位	9-41			
<b>9.5 机械加工设备控制系统安全技术条件</b>				
9.5.1	液压系统通用安全技术条件	9-41		
9.5.2	气动系统通用安全要求	9-42		
9.5.3	机械急停安全设计原则	9-42		
1. 定义	9-42			
2. 安全要求	9-42			
<b>9.6 机械加工电气安全要求</b>				
9.6.1	机械加工用电安全导则	9-48		
1. 用电安全的基本原则	9-48			
2. 用电安全的基本要求	9-48			
3. 电气装置的检查和维护安全要求	9-49			
4. 电击防护的基本措施	9-49			
9.6.2	低压电器外壳防护等级	9-49		
1. 术语	9-49			
2. 符号、代号	9-49			
3. 防护形式与要求	9-49			
4. 标志	9-50			
9.6.3	防止静电事故通用导则	9-50		
1. 放电与引燃	9-50			
2. 静电防护措施	9-50			
(1) 基本防护措施	9-50			
(2) 固态物料防护措施	9-51			

(3) 液态物料防护措施 .....	9-51	(2) 设备密闭 .....	9-56
(4) 气态、粉态的物料防护措施 .....	9-52	(3) 消除落料正压 .....	9-56
(5) 人体及服装静电防护措施 .....	9-52	(4) 湿法防尘与真空清扫 .....	9-56
3. 静电危害的安全界限 .....	9-52	(5) 个人防护 .....	9-56
(1) 静电放电点燃界限 .....	9-52	3. 通风除尘措施 .....	9-56
(2) 物体带电安全管理界限 .....	9-53	(1) 炉窑 .....	9-56
(3) 引起人体电击的静电电位 .....	9-53	(2) 炉料和造型材料的处理及 输送 .....	9-57
4. 静电事故的分析 and 确定 .....	9-53	(3) 制芯及造型 .....	9-58
<b>9.7 防尘防毒</b>		4. 通风除尘系统的设置与维护 .....	9-60
9.7.1 金属切削车间粉尘浓度标准 及其测定 .....	9-54	(1) 系统设计 .....	9-60
9.7.2 金属切削机床油雾浓度测量 方法 .....	9-54	(2) 通风除尘设备的选择 .....	9-60
9.7.3 铸造防尘技术规程 .....	9-55	(3) 二次污染的防治 .....	9-60
1. 防尘的工艺措施 .....	9-55	(4) 维护 .....	9-60
(1) 工艺布置 .....	9-55	<b>9.8 本章节所涉及的安全卫生方面的     专业术语</b>	
(2) 工艺设备 .....	9-55	1. 基本术语 .....	9-61
(3) 工艺方法 .....	9-55	2. 安全防护术语 .....	9-61
(4) 工艺操作 .....	9-55	3. 安全操作术语 .....	9-61
2. 防尘的综合措施 .....	9-55	4. 安全管理术语 .....	9-62
(1) 建筑措施 .....	9-55	参考文献 .....	9-62

---

# 第4章 机械加工质量 及其检测

---

主 编 王东鹏 (哈尔滨工业大学)  
参 编 马云辉 (哈尔滨工业大学)





## 4.1 机械加工精度

### 4.1.1 基本概念

#### 1. 加工精度与加工误差

机械加工精度是指零件经过加工后的几何参数（尺寸、几何要素的形状和相互位置）的实际值与设计理想值的符合程度，而它们之间的偏离程度称为加工误差。加工误差越小，加工精度越高。加工精度和加工误差是零件加工后几何参数的两种表示方法。

零件的加工精度包括三个方面：

1) 尺寸精度。限制加工表面与其基准面间尺寸误差不超过一定的范围。尺寸精度用标准公差等级表

示，分为 20 级。

2) 形状精度。限制加工表面宏观几何形状误差，如圆度、圆柱度、平面度、直线度等。形状精度用形状公差等级表示。

3) 位置精度。限制加工表面与其基准间的相互位置误差，如平行度、垂直度、同轴度等。位置精度用位置公差等级表示。

尺寸精度、几何形状精度和位置精度相互之间是有联系的。形状误差应限制在位置公差内，位置公差要限制在尺寸公差内。一定的尺寸精度必须有相应的几何形状精度和位置精度，而一定的位置精度必须有相应的几何形状精度。零件加工精度要求是根据设计要求、工艺的经济指标等因素综合分析而确定的。

#### 2. 加工原始误差及其成因（表 4.1-1）

表 4.1-1 加工原始误差的种类及产生原因

误差种类		产生原因	
加工前的误差	理论误差	采用了近似的加工运动或近似的刀具廓形。如用成形铣刀加工锥齿轮，用车削方法加工多边形工件等	
	装夹误差	试切法	找正误差和度量误差
		调整法	1. 定位基准与设计基准或测量基准不合 2. 在夹紧力作用下，使原始定位位置产生偏移 3. 夹具误差
	机床制造、安装误差及磨损	移动部件的直线运动误差：机床导轨副运动部件实际运动方向与理论运动方向不一致；导轨副长期使用中的不均匀磨损；机床水平调整不良或地基下沉	
		机床主轴的回转误差：主轴轴线的径向圆跳动、轴向窜动和漂移	
	刀具误差	刀具的制造误差，包括刀具的尺寸误差、刀具的形状误差和切削刃的几何形状误差	
夹具误差	夹具制造时产生的误差，包括定位元件、导向元件、对刀元件、分度机构、夹具体等的加工误差和装配误差		
加工中的误差	调整误差	刀具与工件的相互位置调整不准确。试切法加工时，调整误差受测量误差、机床的进给误差和工艺系统受力变形的影响；调整法加工时，除上述原因外，还与调整方法有关，采用定程机构调整时，受机构的制造误差、安装误差、磨损以及电、液、气动控制元件的工作性能影响；采用样件、样板、对刀块、导套等调整时，受其制造、安装误差、磨损以及测量误差的影响	
	工艺系统受力变形	工艺系统在切削力、传动力、重力、惯性力等外力作用下产生变形，破坏了刀具与工件间正确的相对位置，造成加工误差	
	工艺系统受热变形	工艺系统在加工中受切削热、摩擦热、环境温度、辐射热等的影响而产生变形，造成加工误差	