

高等学校交流讲义

机器制造工艺学

上册

华中工学院机械制造工艺学教研室编



中国工业出版社

U87/341 TH16/3.1

高等学校交流讲义



机器制造工艺学

上册

华中工学院机械制造工艺学教研室编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国工业出版社

本书初稿系由华中工学院机械制造工艺学教研室参考国内外有关资料于1958年编成的。初稿印出后曾在国内兄弟院校广泛交流。1959年组织专人到有关工厂、研究机关和兄弟院校搜集资料和征求意见。1960年初根据所得到的资料和意见，同时又根据一年来的教学实践，对全稿作了比较全面的修订。

全书共分四篇。第一篇为总论，阐述机器制造工艺学的科学原理；第二篇为机器零件各种表面的加工工艺；第三篇为装配工艺；第四篇为典型机器零件的综合工艺，着重阐述了机床、汽车拖拉机、轴承等方面的主要零件。上册包括第一篇及第二篇的一部分。

本书内容比较新颖、全面，对我国大跃进以来的某些先进经验也作了比较扼要的介紹。

本书可作为高等工业学校机械制造工艺及其设备专业的教学用书；也可供其他专业和工程技术人员参考。

本书由余敏、席宏卓、路亚衡、孙健、孙寅初、潘奕明、谈宗、傅杰才、印国存、邹春荣、陈志群、段守道、唐士敏、陈培坤等同志集体编写，并由余敏同志主编。

机 器 制 造 工 艺 学

上 册

华中工学院机械制造工艺学教研室编

(根据人民教育出版社纸型重印)

*

第一机械工业部教材编审委员会编辑(北京复兴门外三里河第一机械工业部)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张28⁵/₈·插页1·字数654,000

1960年10月北京第一版

1961年6月北京新一版·1963年3月北京第五次印刷

印数25,274—29,286·定价(10-5) 3.35元

*

统一书号: K15165·222(一机-21)

目 录

緒 論 1

第一篇 总論

第一章 設計工艺規程的基本概念 5

- § 1-1. 生产对象——机器 5
- § 1-2. 生产过程和工艺过程 5
- § 1-3. 工艺过程的組成 6
- § 1-4. 工序的种类 9
- § 1-5. 零件机械加工工艺規程設計的原則資料 9

第二章 零件在加工时的安装 14

- § 2-1. “定位”、“夹紧”和“安装”的意义 14
- § 2-2. 零件加工时的安装方式 14
- § 2-3. 工件定位的六点定律 16
- § 2-4. 基准的选择 19
- § 2-5. 定位誤差的計算 28
- § 2-6. 尺寸換算 34

第三章 机械加工的精度 38

- § 3-1. 基本概念 38
- § 3-2. 获得规定的加工精度的方法 41
- § 3-3. 引起加工誤差的因素 42
- § 3-4. 与負荷无关的誤差 43
- § 3-5. 与負荷有关的誤差 50
- § 3-6. 加工精度的統計分析法 68
- § 3-7. 誤差的总和 75
- § 3-8. 机械加工的经济精度 76

第四章 刚度 79

- § 4-1. 基本概念 79
- § 4-2. 影响刚度的各种因素 80
- § 4-3. 刚度計算及其对加工精度的影响 83
- § 4-4. 机床刚度的測定 89
- § 4-5. 提高刚度的措施 99

第五章 零件加工表面的质量 101

- § 5-1. 关于表面质量的概念 101
- § 5-2. 表面光洁度的評定标准 102
- § 5-3. 表面粗糙度形成的原因 106
- § 5-4. 切削加工时表面层的产生 109
- § 5-5. 表面层的研究方法 110
- § 5-6. 表面质量与加工条件之关系 113
- § 5-7. 表面质量对于零件使用性能的影响 125

第六章 切削加工过程中的振动 139

- § 6-1. 关于产生自振根源的一些假說 140
- § 6-2. 摩擦力下降特性对于自振的激发作用 132
- § 6-3. 刀具与工件相对坐标位置(二个自由度的振动系統)对于振动的影響 138
- § 6-4. 待加工表面上原有波形对于振动的激发作用(派生的振动) 137
- § 6-5. 切削过程中振动的消除方法 138
- § 6-6. 提高机床的减振性及应用特殊消振装置 140
- § 6-7. 刀具系統的振动 142
- § 6-8. 試驗振动的的方法 144

第七章 零件的毛坯选择和加工裕量 150

- § 7-1. 毛坯的选择 150
- § 7-2. 加工裕量 155
- § 7-3. 加工裕量計算法 160
- § 7-4. 减少加工裕量的途径 174

第八章 時間定額和提高劳动生产率的方法 177

- § 8-1. 概論 177
- § 8-2. 時間定額的組成 177
- § 8-3. 切削用量的选择 179
- § 8-4. 提高生产率的方法 185

第九章 工艺过程方案的经济分析 201

- § 9-1. 工艺过程的经济性 201
- § 9-2. 机械加工工艺成本中各組成因素的計算 201
- § 9-3. 工艺过程方案的比較方法 204
- § 9-4. 附属装备的选择 206

第十章 工艺文件 209

- § 10-1. 工艺文件的作用与意义 209
- § 10-2. 工艺文件的种类及其內容 209

第二篇 机器零件各种表面的加工工艺

第十一章 外圓表面加工(軸的加工) 217

- § 11-1. 概 述 217
- § 11-2. 軸的毛坯及其加工的准备工作 218
- § 11-3. 加工时軸的安装 227
- § 11-4. 外圓的車削加工 230
- § 11-5. 外圓表面的磨削加工 238

§ 11-6. 无心磨削的精度分析.....	245	§ 14-1. 概述.....	341
§ 11-7. 外圆表面的光整加工.....	250	§ 14-2. 平面的刨削.....	341
第十二章 孔的加工	257	§ 14-3. 平面的铣削.....	354
§ 12-1. 概述.....	257	§ 14-4. 平面刨削和铣削的比较.....	366
§ 12-2. 钻孔.....	258	§ 14-5. 平面的车削.....	369
§ 12-3. 扩孔.....	263	§ 14-6. 平面的拉削.....	371
§ 12-4. 铰孔.....	266	§ 14-7. 平面的磨削.....	373
§ 12-5. 镗孔.....	272	§ 14-8. 平面的光整加工.....	377
§ 12-6. 拉孔.....	278	§ 14-9. 平面的检查.....	381
§ 12-7. 磨孔.....	280	第十五章 成形表面加工	385
§ 12-8. 深孔的加工.....	281	§ 15-1. 概述.....	385
§ 12-9. 孔的光整加工.....	286	§ 15-2. 成形表面切削加工方法分类及其选择.....	386
§ 12-10. 孔系加工.....	295	§ 15-3. 圆锥表面的加工.....	387
第十三章 转塔车床自动机床及半自动		§ 15-4. 旋转体成形表面的加工.....	391
机床上的加工	301	§ 15-5. 直线成形表面的加工.....	398
§ 13-1. 在转塔车床上的加工.....	301	§ 15-6. 立体成形表面的加工.....	404
§ 13-2. 自动车床与半自动车床加工的工艺特点.....	313	§ 15-7. 方孔、六角孔及其他类似孔的加工.....	405
§ 13-3. 自动车床加工所用的刀架及加速调整		第十六章 螺纹加工	407
刀具的方法	326	§ 16-1. 螺纹的一般加工方法.....	407
§ 13-4. 自动车床和半自动车床加工精度分析.....	330	§ 16-2. 加工螺纹的高生产率方法.....	423
§ 13-5. 组合机床加工.....	335	§ 16-3. 螺纹加工误差的分析.....	433
第十四章 平面加工	341	§ 16-4. 机床丝杠的加工.....	444

緒 論

机械工业以各种机器设备供应和装备国民经济的各个部門。国民经济的不断发展，在很大的程度上取决于机械工业技术水平的发展。因此，机械工业是国民经济的一个重要組成部分。

劳动工具的不断改革，推动了人类历史的发展。从使用石器到应用现代化的机器和先进工艺，大大加强了并正在不断地加强着人类控制、改造和利用自然的力量。

我国机械制造具有悠久的历史。早在公元前二千年左右，我国就制成了生产紡織品的紡織机械。公元二百六七十年左右，我們的祖先創造了木制齒輪，应用了輪系原理，利用水力轉动的机械（古老的水力机械）以加工谷物。汉代就已經有了用銅和铁制成的軸承。同时，还制成功了运输工具——木牛流馬。在明朝，1668年就已創造了和現在的銑削加工相似的机械加工方法，用馬匹拖动銑刀加工天文仪上的銅环。

在解放前的近百年中，我国的机械工业虽有一定的发展，但是由于半封建半殖民地的社会制度，而决定了它只能从属于帝国主义的工业体系，作些修配工作；不能自行設計制造。

由于长期遭受到帝国主义、封建势力以及官僚資本主义的摧殘和压迫，使我国机械制造业得不到应有的发展，劳动人民的勤劳和創造，沒有得到应有的重視，更談不上总结他們的生产經驗，因而使得整个国民经济的发展处于停滞状态。全国剛解放时，旧中国遗留下来的只是一个一穷二白的局面。不仅制造机器的金屬切削机床需要依靠外国进口，就是一般的切削工具，也大多仰給于国外。

解放后，在偉大的中国共产党和毛主席的英明领导下，我国人民在社会主义革命和社会主义建設事业中，取得了具有历史意义的巨大胜利。我国机械工业在經過1949~1952年三年的恢复后，便进入了有计划的建設时期。在第一个五年计划中，我国在偉大盟邦苏联的无私援助下，新建和改建了国家工业化所需要的許多骨干企业，对原有国营企业进行了一系列的整頓和技术改造，与此同时，对私营企业亦进行了社会主义改造。这样就奠定了我国现代化机械工业的初步基础。1958年大跃进以来，我国机械工业更进入了一个更高速度的发展阶段。

现在，我国机械工业已經成为整个国民经济中的一个强大組成部分，拥有若干个具有現代先进水平的制造行业，基本上形成了一个較完整的体系，从仿制进入了独立設計，从自行設計和制造一般产品进而能够自行設計和制造高大精尖的产品。1959年我国机器设备的自給率已經达到80%以上。这一切都标志着我国机械工业正在迅速地奔向世界先进水平。

1959年下半年以来，以机械化、半机械化、自动化、半自动化为中心的技术革新和技术革命运动，迅速地席卷全国。在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在毛澤东思想的指导下，我国工人阶级发挥了敢想、敢說、敢做的精神，大搞群众运动，采取“五边”（边研究、边設計、边試制、边使用、边提高）和各种形式的“三結合”（企业内部領导干部、工人、技术人員三結合；工厂、学校、設計研究机关三結合，等等）的方法，使我們取得了巨大的成就。

机械工业的飞跃发展,党所指出的科学研究必須走社会主义的道路和密切結合生产的方針,使我国机械科学技术的研究工作也得到了迅速的发展。全国已建立了数以百計的科学研究机构和高等工业院校,大多数工厂企业也大办群众性的試驗研究和业余教育,广泛地开展了机械科学研究工作。由分析验证国外的研究成果,已逐步发展到独立创造性的工作。在机械加工基本理論、各种新工艺、新技术方面都已取得了很大的成就。机械工业的技术干部也大量地培养和成长起来了,并正在向又紅又专的道路迈进。所有这一切,都为我国机械工业生产技术的高速发展創造了重要的条件。

摆在我們面前的任务是更加光荣而艰巨的。党中央和毛主席早在去年已經向全国人民提出了在十年左右或更短的时间內,在主要工业产品的产量方面赶上和超过英国,和加速实现农业技术改造的偉大历史任务。为了完成这一任务,机械工业必須尽一切可能生产更多更好的机器設备,創造先进的生产工艺,以滿足国民經济全面持續地大跃进的需要。

根据产品的用途和工作条件、結構特点和技术要求、以及生产規模等,制造同一机器,可能或必須采用不同的生产工艺。

例如一个齿輪的毛坯,可以用自由鍛造,也可以用热模鍛造。

在軸的两端钻頂尖孔之前加工端面,可以在車床上車,也可以在臥式銑床上銑。頂尖孔可以在单面钻頂尖孔机床上钻,也可以在双面钻頂尖孔机床上钻。而在大量大批生产中,則常在銑端面钻頂尖孔联合机床上在一次安装中銑好两端面并钻好頂尖孔。

再如加工阶級軸,可以在普通車床上車,也可以在多刀半自动車床或液压仿形半自动車床上車,然后經過热处理,进行磨削。而目前的先进工艺是将精鍛出的毛坯經過热处理后直接进行磨削加工,以得到所要求的尺寸精度和光洁度。

以上只是一些例子,实际上还有更多的毛坯制造和机械加工方案。由此可見,对于一个机器制造工艺工作者來說,在編制机器零件的制造工艺过程时,要根据具体条件解决一系列的有關問題:选择毛坯种类及制造方法;选择机械加工方案、設备及工艺裝备;确定从毛坯到成品过程中每一阶段的工件尺寸及合理的切削用量,等等。

机器的装配也可能采用不同的方法:各零件的单个修配法、选配法、完全互換法或其他方法。所以在設計装配工艺过程时也要解决选择装配过程方案有关的一系列問題。每一方案需要一定的設备,劳动量也不相同。

在設計机器及其零件时,也必須考虑其制造工艺。否則設計出的机器或其零件的工艺性可能不好,制造毛坯及其机械加工和装配很困难,乃至不可能。

在社会主义生产中,对机械工业的要求是:以最低的成本和最高的劳动生产率,生产出高质量的产品。亦即必須符合多快好省而又安全的原则。

学习机器制造工艺学的目的,就在于获得綜合解决上述工艺問題的知識。在本課程中,既研究机械加工工艺过程的物理和化学等各种現象和規律,同时又討論各种机器生产工艺,以及工艺过程的設計方法。掌握了这些知識,就能根据具体生产条件,按照社会主义生产原则,創造性地設計出最合理的机械加工和装配工艺規程,或設計出便于采用高生产率制造工艺的机

器結構。因此本課程是培養機器製造技術幹部（包括工藝人員和設計人員）非常重要的一門課程。

三十年前，蘇聯學者根據社會主義建設的需要，總結並研究了蘇聯工人和技術人員的生產經驗，創立了這門課程，對迅速培養機械製造技術幹部起了重要作用。隨着蘇聯社會主義經濟的高速發展，機械工業技術水平不斷提高，工人的革新和創造以及蘇聯學者三十年來結合生產所進行的大量科學研究工作，不斷地充實和發展了這門科學，並且加強了這門科學的理論基礎。

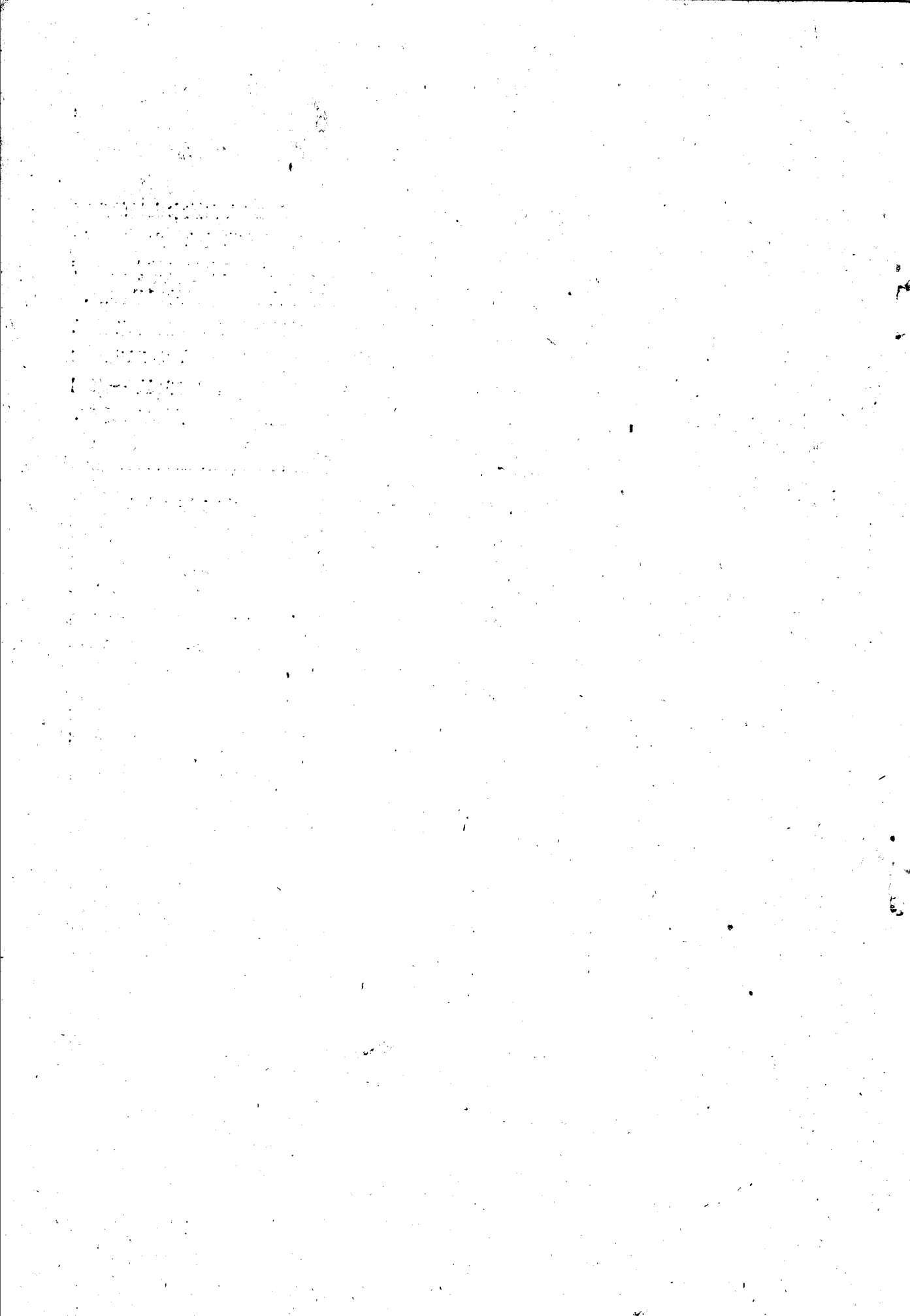
從1951年開始，蘇聯專家來我國講學，為我國高等工業學校建立機器製造工藝專業和開設機器製造工藝學這門課程奠定了基礎。目前全國各有關學校均已開設此課程，工廠的職工也通過各種方式學習這門課程。近年來，我國各有關科學研究機關、學校和工廠結合生產開展了一系列的研究工作，取得了巨大的成績。隨着我國機械工業的高速度發展和生產技術水平的不斷提高，機器製造工藝學這門年青的科學在我國也一定會迅速地發展。

正因為機器製造工藝學是理論與實際緊密結合的一門課程，在講授和學習這門課程時，必須密切結合生產實際，時刻注意國內外特別是我國社會主義建設持續大躍進中工人和科學技術工作者的新成就，加以總結研究，經常閱讀有關刊物的報道，以不斷充實和更新這門課程的內容，同時應利用這門課程的知識研究解決生產實際問題，以達到生產實踐促進科學理論的發展，科學理論又指導和推動生產技術水平的提高。

機械製造過程包括從毛坯製造到熱處理、機械加工、檢驗及裝配等工作，在機器製造工藝學中不可能全面深入研究一切有關問題。關於鑄、鍛、焊及熱處理等工藝問題，在鑄工、壓力加工等專業及有關課程中作專門深入的研究。本課程只着重研究機器製造過程的最後階段，即毛坯的機械加工和機器的裝配。但由於機械加工同鑄、鍛、焊及熱處理等有密切的聯繫，特別是在現代機器製造中，新工藝和新技术不斷出現，並在向複合工藝發展，自動化程度也日益提高，在自動機、自動化車間或自動化工厂中，鑄、鍛、焊及熱處理工序同機械加工工序可能是交錯進行的，因此在本課程中，對鑄、鍛、焊、熱處理等工藝仍應作必要的討論。

本課程共分四個部分：1) 機器製造工藝的基本理論；2) 機器零件各種表面的加工工艺；3) 機器的裝配工藝；4) 典型機器零件加工的綜合工藝。

同機器零件加工及機器的裝配有密切關係的“互換性及技術測量”、“夾具設計原理”、“機器製造工藝過程自動化”、“機械製造車間及工廠設計原理”及“機械製造生產組織與計劃”等問題在有關課程中分別專門研究。



第一篇 总論

第一章 設計工艺規程的基本概念

§ 1-1. 生产对象——机器

机器是机械制造工艺学所要研究的对象，一般称为生产对象。

任何机器，都是由許多零件、部件装配而成。例如金属切削机床(車床、钻床、铣床等)，都是机器。机床上的軸、齒輪、螺釘、螺母、鍵、墊圈等，均称为零件。由若干个零件装配而成的单位，例如床头箱、溜板箱、变速箱、尾座等，均称为部件。

无论制造什么机器，我們都应该从运动强度、結構及工艺等各方面来分析研究这一机器以及組成此机器的部件、零件等。

第一，必須考虑到坚固可靠，而且重量适宜，以正确解决剛度与金属材料的消耗問題。这就要求我們根据生产对象的技术条件，正确地选择毛坯，决定加工裕量和所采用的加工方法；

第二，必須有适宜的形狀結構，使所制造的零件或机器，既能滿足其工作时的要求，且能操作方便安全，又能在制造过程中，加工容易和装配方便；

第三，必須有适宜的表面質量及物理机械性能，以保証机器零件的工作性能和使用寿命，这就有賴于我們在制造过程中，正确地选择加工方法。

不同的机器，具有不同的工作条件，对强度、結構、表面質量等的要求，也不相同。因此，我們必須对不同的生产对象，进行分析研究，根据它的要求，拟定最合理的制造方案。

在研究机械制造工艺的基本問題之前，讓我們先熟悉一下最常用的基本概念和定义。

§ 1-2. 生产过程和工艺过程

(一) 生产过程

由原材料到成品之間各个相互关联的劳动过程的总和，称为生产过程。其中包括：

1. 原材料的运输保存，
2. 生产的准备工作，
3. 毛坯制造，
4. 毛坯經机械加工而成为零件，
5. 零件装配成机器，
6. 檢驗及試車，

7. 机器的油漆和包装。

現在，一部机器的生产过程，往往是由許多工厂組合起来完成的。由若干个工厂共同完成一部机器的生产过程，除了較經濟之外，还能使各个工厂按其生产不同的产品而专业化起来。例如：冶金工厂，鑄工厂，專門制造固紧零件(螺釘螺母等)的工厂，專門制造化油器的工厂和电机制造厂等。长春第一汽車制造厂在生产中就要利用許多其他工厂的成品(玻璃、电气設備、輪胎、仪表等)，来完成整个汽車的生产过程。此时，某工厂所用的原材料(或半成品)，却是其他工厂的成品。

工厂的生产过程，又可按車間分为若干車間的生产过程。某一車間所用的原材料，可能是另一車間的成品，而它的成品，又可能是其他車間的原材料。例如机械加工車間的原材料是鑄工車間或鍛工車間的成品，而机械加工車間的成品又是装配車間的原材料(半成品)。

綜上所述，我們可以归納成下面的定义：

工厂(或車間)的生产过程，是指該工厂(或車間)直接把进厂(或車間)的原材料和半成品变为成品的各个劳动过程的总和。

(二) 工艺过程

如果我們分析一下机械加工車間的生产过程，便知道机械加工車間的生产过程不仅包括零件在机床上的加工，而且还包括生产的各項准备工作、質量檢查、运输、倉庫保管等等。其中直接改变毛坯的形状、尺寸和材料性能，使之变为成品的这个过程，是該車間生产过程的主要部分，我們称之为工艺过程。将工艺过程中的各項内容，写成文件，就是工艺規程。

同样，装配車間中将零件装配成机器的这个过程，是該車間生产过程的主要部分，也称为工艺过程。为了区别起見，我們把机械加工車間的工艺过程称为机械加工工艺过程，装配車間的工艺过程称为装配工艺过程。

§ 1-3. 工艺过程的組成

机械加工工艺过程是由一系列的工序組合而成的，毛坯依次地通过这些工序而变为成品。

工序 一个(或一組)工人在一个工作地点，所連續完成一个(或同时几个)零件工艺过程中的某一部分，称为工序。一个零件，往往是經過若干个工序而制成成品的。例如图 1-1 所示之軸(技术条件沒有表示出来)，它的工艺过程共包括五个工序，如下表。

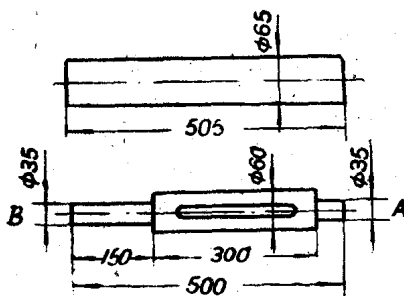


图 1-1. 阶段軸。

表 1-1.

工序編号	工 序 名 称	工 作 地 点
1	打中心孔	中心孔机床
2	車外圓	車床
3	銑鍵槽	銑床
4	磨	磨床
5	去毛刺	鉗工台

工序是工艺过程的基本組成部分，并且是生产計劃的基本单元。

安装 在同一道工序中，零件在加工位置上，可能只装夹一次，也可能装夹几次。零件在每次装夹中所完成的那部分工序称为安装。

例如图 1-1 所示零件的車外圓工序中，当車 A 端 $\phi 35$ 及 $\phi 60$ 外圓时是一次安装，而在車 B 端 $\phi 35$ 外圓时，則为另一次安装。故此工序包括两次安装。若两次安装中所做的工作分别在两台車床上进行，則成为两道工序，每道工序只包括一次安装。

又如图 1-2 所示的零件，如欲在一台車床上将其外圓車光，必須經過两次安装才能完成。

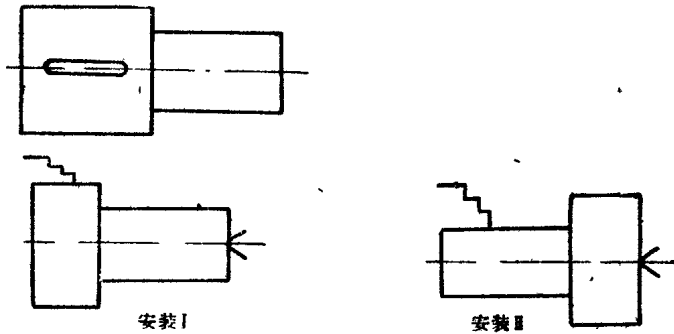


图 1-2 加工軸时的两次安装。

每一工序中，应尽量减少安装次数。因为多一次安装，就多一次誤差，而且增加装卸工件的輔助时间。因此，常采用不須重新卸装工件而能改变其加工表面的夹具(各种迴轉夹具)。

工位 一次安装后，工件在机床上所占的每一个位置(每一位置有一相应的加工表面)，称为工位。如图 1-3，在銑床上加工一具有台阶面的工件，当銑完工件的台阶面 II 以后，不卸下工件而仅将夹具旋轉 180° ，使 I 面进入加工的位置。此工序只須一次安装，而包括两个工位。

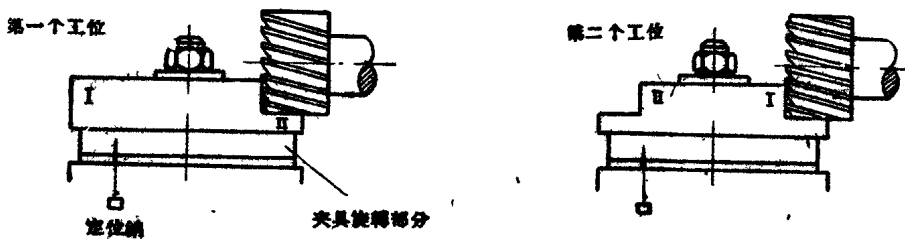


图 1-3. 一次安装两个工位。

图 1-4 所示为在三軸銑床中所进行的一道工序。利用迴轉夹具在一次安装中連續完成鉗孔、扩孔、鉸孔等工作。共有四个工位：第一工位装卸工件，第二工位鉗孔，第三工位扩孔，第四工位鉸孔。

采用多工位加工，可以减少安装次数。

工步 工序又可分成工步。当加工表面、切削工具和切削用量中的轉速与送进量均保持不变时的那部分工序，称为工步。一道工序中包括一个或若干个工步。

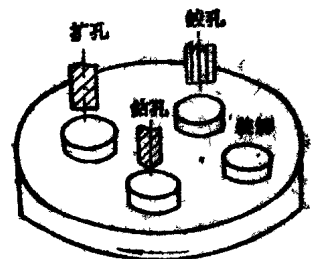


图 1-4. 一次安装四个工位。

图 1-5 所示飯件上孔 2 及台肩 3 的加工是一道工序，在鉗床上进行。这道工序共由三个工步組成：1. 鉗孔 2，2. 扩孔 2，3. 鉗台肩 3。

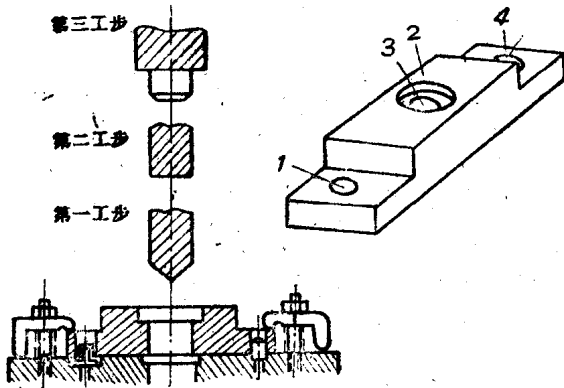


图 1-5. 包括三个工步的工序。

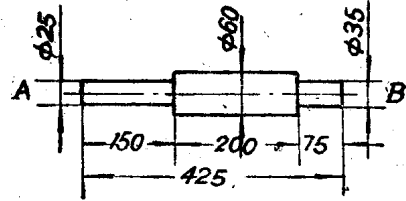


图 1-6. 階級軸。

由鉗孔 2 轉入扩孔 2 时，刀具及切削用量改变了，因此应为另一工步。由扩孔 2 轉入鉗台肩 3 时，刀具、加工表面及切削用量都改变了，所以又是另一个工步。

又如图 1-6 所示階級軸的加工，共有八个工步：

1. 粗車 $\phi 60$,
2. 粗車 $\phi 35$,
3. 粗車 $\phi 60$ 端面,
4. 粗車 $\phi 35$ 端面,
5. 粗車 $\phi 25$,
6. 粗車 $\phi 60$ 端面,
7. 粗車 $\phi 25$ 端面,
8. 精車 $\phi 60$ 。

若此工件是在普通車床上裝夾在頂尖間进行加工，則前四个工步为一次安裝，后四个工步須將工件調头，故为另一次安裝。又若第 8 工步的精車 $\phi 60$ 是在另一台車床上进行，則此工步变成另一独立的工序。

如果几个加工表面完全相同，所用的刀具及切削用量亦不变，則在工艺規程上是把它們当作一个工步看待。如图 1-7，在工件上鉗四个 $\phi 15$ 毫米的孔，用一个鉗头順次进行加工，則鉗削全

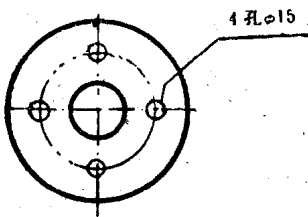


图 1-7 包括四个相同加工表面的工步。

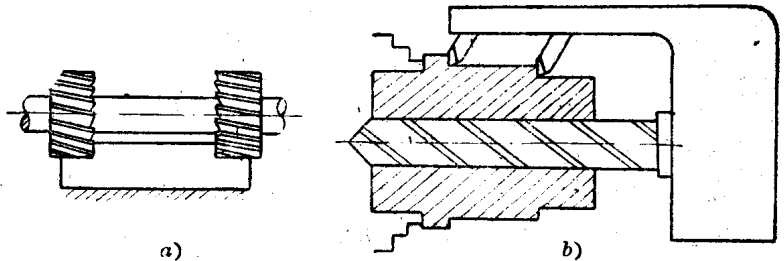


图 1-8. 复合工步。

部孔的这部分工序，称作一个工步。

为了提高生产率，把几个待加工表面用几把刀具同时进行加工，这种工步称为复合工步(图1-8)。复合工步在工艺规程中也写为一个工步。

分工步的作用是便于计算加工时间。

走刀 当加工表面、刀具和切削用量中的转速与送进均保持不变时，切去一层金属的过程，称为一次走刀。一个工步可包括一次或数次走刀。若所需切去的金属层很厚不能一次切完，则分几次切削，每一次切削就是一次走刀。如图1-9所示。

动作 所谓动作，通常是指一些辅助的手工作动作。例如开车、停车、进刀、退刀、装夹工件和卸下工件……等，这些动作并不记录在工艺规程中，但工时测定员必须按照这些项目去观察工人的

详细劳动过程，以制定标准定额。

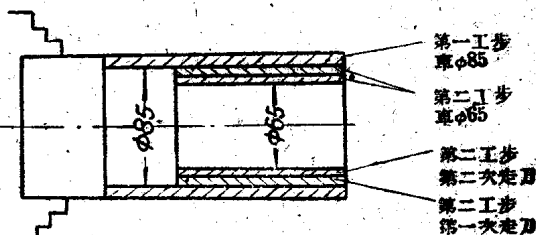


图1-9. 以棒料制造阶梯轴。

§ 1-4. 工序的种类

机械加工过程中从零件的加工表面上切去的金属层，称为加工裕量。根据所切去的加工裕量大小的不同，可以把工序分为荒工序、粗工序、半精工序(或细工序)、精工序及光整工序等几种。荒工序的加工裕量最大，加工精度和光洁度最低，光整工序的加工裕量最小，加工精度和光洁度最高。一般是在精工序中把零件制成图纸上规定的尺寸，若零件所需的光洁度要求很高，则再进行光整加工。

荒工序——例如荒车；

粗工序——例如粗车、粗镗、粗刨、粗扩孔和钻孔等；

半精工序(或细工序)——例如半精车、半精镗、半精铣和半精刨等；

精工序——例如磨、铰和拉等，精工序又常称为终工序，因大都在此工序达到最后加工要求；

光整工序——例如金刚镗、研、珩、超级磨光等。

必须注意，以上的分类方法并非绝对不变的。根据零件图纸上所规定的加工精度及光洁度之不同，同一种加工方法，对这一零件来说是半精工序，而对另一零件来说却是精工序。我们之所以要这样区分，是为了能简明地表示出各种加工方法的性质。

§ 1-5. 零件机械加工工艺规程设计的原始资料

零件机械加工的工艺规程决定于零件的结构、所要求的加工质量、毛坯的性质、生产纲领的大小以及具体的生产条件等。在着手设计工艺规程之前，工艺工程师应该掌握下列资料：1. 零件的制造图及加工的技术条件；2. 毛坯图；3. 现有的机器设备；4. 生产纲领。下面将分别加以

介紹。

(一)零件的制造图及技术条件

制造图是确定一零件的基本而詳尽的文件。制造图上应有足够的投影图和剖面图，注明各部分的尺寸、加工符号、公差和配合、零件材料規格、零件件数等。所有不能用图形或符号来表示的指示，一般都写在图紙內或者写在另一文件上，这些指示就称为技术条件。

技术条件的內容，通常有下列几种形式：

1. 零件材料的机械性能与热处理的种类及要求；
2. 零件某些部分的加工精度，而这种精度是很难在图上用公差或符号表示的。例如橢圓度，垂直度等；
3. 特殊指示。例如平衡、校正重量，抗蝕处理等。

根据零件的制造图与技术条件可以知道該零件的形状、尺寸与设计者对它所提出的要求。制造图繪制得不完整的或技术条件不具体，在许多場合下就成为生产上发生严重缺陷和廢品率增加的原因。

图 1-10 为金属切削机床主軸的制造图。因图形縮小了很多，所以主軸尺寸和公差数值都省略了。

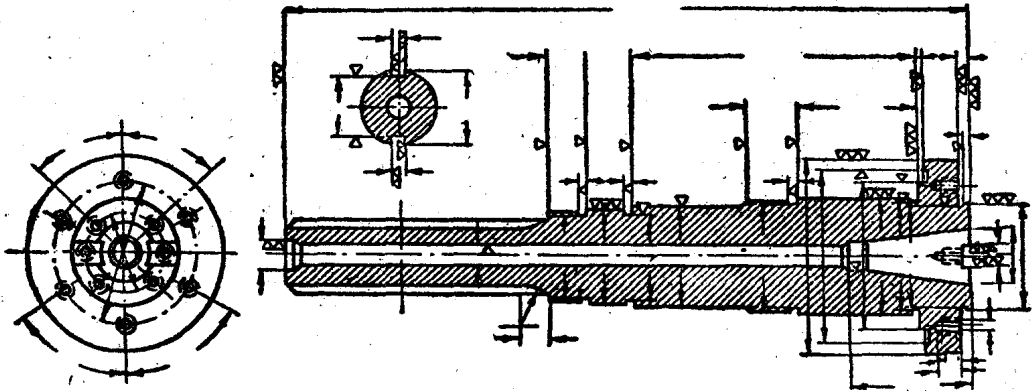


图 1-10. 机床主軸的制造图。

(二)毛坯图

毛坯图是根据零件的制造图而设计的。在毛坯图中应注明毛坯尺寸及其制造公差，标出所有加工表面的加工裕量和验收的技术条件。

利用各种成型的辗压材料作毛坯时，可不必画毛坯图，只須写出辗压材料的名称、尺寸及制造一个零件所需的长度。

(三)机器设备

在设计工艺規程时，必須掌握厂內全部机器设备的規格与工艺特性，以便合理地利用这些设备。

(四)生产綱領

在每昼夜有一定工作班数的情況下，每年所需制造的产品数量，称为生产綱領。设计新的工

工藝規程或重新修改現有的工藝規程時，均需知道生產綱領，以便工藝規程能與在這種生產規模下最合適的生產組織相符合。

但是單知道工廠的生產綱領，是不夠的。進行某具體零件的工藝規程設計時，還必須知道機械加工車間或車間中某工段的生產綱領，其中包括下列資料：

1. 在該車間中加工的全部零件名稱及數量（每一種零件在一部機器中所需的數量）；
2. 每一種零件所需要的備品百分率。這些備品是工廠交付給所製產品的用戶或修理單位的。百分率的數據通常是根據有關的修理車間或修理廠的經驗整理出來的。

有了這些資料，就可以計算出每一零件在一年中（或某一期間內）的生產綱領。

車間中每一零件的年產量（生產綱領）可用下面的公式表示：

$$N_* = N \cdot n \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right),$$

式中： N_* —— 機械加工車間中該零件的年產量；

N —— 工廠產品的年生產綱領；

n —— 每一產品中包含該零件的數量；

α —— 該零件的備品百分率。

對於某些在加工時可能出高廢品率的形狀複雜的零件（例如汽車或其他發動機的气缸體等），最初的一些工序的年產量按下式計算：

$$N_* = N \cdot n \left(1 + \frac{\alpha}{100} \right) \left(1 + \frac{\beta}{100} \right),$$

式中： β —— 該零件在機械加工車間中的平均廢品率。

大多數零件在正常生產情況下的平均廢品率應該是很小的（1%的幾分之一），故進行工藝計算時，可以不考慮。

車間生產綱領通常寫成如表 1-2 的形式。

表 1-2.

編號	件號	工件名稱	每一機器中零件的數量	備品率	需要數量	
					每年	每月

根據生產綱領大小的不同，可以分成三種不同的生產類型。

（一）單件生產 單個地製造不同結構和尺寸的產品，並且很少重複，甚至完全不重複的生產，稱為單件生產。例如重型機器製造廠的生產通常是屬於單件生產。

（二）成批生產 成批地製造相同的零件的生產，稱為成批生產。每批所製造的相同零件的數量，稱為批量。批量是根據零件年產量及一年中所分成的批數而計算出來的，一年究竟應分成幾批，要根據各種零件的具體情況決定。

按照批量的大小和产品的特征,成批生产又可分为小批生产、中批生产及大批生产等三种。小批生产接近于单件生产,中批生产介于单件生产和大量生产之間,大批生产接近于大量生产。

(三)大量生产:当一种产品的制造数量很龐大,大多数工作地点經常是重复地进行一种零件的某一工序,这种生产称为大量生产。例如汽車制造厂的生产通常是属于大量生产。

大量生产中,每經過一定的時間即出产一个零件,这段時間称为节奏,可由下式算出:

$$t = \frac{F}{N_{\#}} \cdot \eta (\text{分钟}),$$

表 1-3.

生产类型	同种零件的年产量		
	重 型	中 型	輕 型
单件生产	5 以下	10 以下	100 以下
小批生产	5—100	10—200	100—500
中批生产	100—300	200—500	500—5000
大批生产	300—1000	500—5000	5000—50000
大量生产	1000 以上	5000 以上	50000 以上

表 1-4.

	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
1	制品数量少	制品数量中等	制品数最多
2	事先不决定是否重复生产	周期地成批生产	长时间内不断地生产某种零件
3	机床上加工各种零件,它們的变换沒有一定的規律	机床上周期地变换零件	机床不断地加工同样的零件
4	万能设备	万能设备和部分专门设备	广泛使用专门设备
5	非常必要时才采用夹具和特种工具	广泛使用夹具和特种工具(但不很复杂)	有自动装置的复杂夹具和特种工具 夹具是有机的与机床相联系的
6	不調整机床,根据测量来工作	在調整好的机床上工作	使用調整好的自动化程度高的机床、自动线或自动工厂
7	需要技术熟练的工人	需要各种熟练程度的工人	需要熟练程度較低的工人(当有調整工……等时)
8	通常很少采用互换性原则,广泛采用钳工試配工作	普遍应用互换性,同时也保留某些試配工作	完全的互换性,只在某些情况下允許选择配合,不需試配工作
9	按划线工作	部分采用划线工作	不需划线
10	毛坯制造采用木模造型和自由鍛造	毛坯制造部分采用金属模及模鍛法	毛坯制造采用金属模机器鑄造、模鍛法、压力鑄造及其他制造毛坯的特种方法
11	顺序式生产	混合式生产	平行式生产
12	按照类型的尺寸,机群式布置机床	布置机床时,要照顧到运输线的方向	按照工艺規程的进程布置机床
13	通常按照最简单的形式(过程卡片)編訂工艺規程	編訂工艺規程为了計劃工作,同样也为了組織工作。最重要的工序有工序卡片和工序图	詳細地編訂工艺規程并經車間系統地研究
14	主要是綜合統計計劃	对最重要和費力的零件进行技术測定	詳細进行測定,并以時間測定来考查生产