

机械制造工艺学

高等学校教学用书



机 器 制 造 工 艺 学

JIQI ZHIZAO GONGYIXUE

上 册

华中工学院机械制造工学教研室編

人 民 教 育 出 版 社

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——机械	5
§1-2. 生产设备和工艺过程	5
§1-3. 工艺过程組成	6
§1-4. 工序的种类	9
§1-5. 零件机械加工工艺規程設計的基本資料	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. 工件定位的六点定则	16
§2-4. 基准的选择	19
§2-5. 定位误差的计算	23
§2-6. 尺寸调整	34

第三章 机械加工的精度	36
-------------	----

§3-1. 基本概念	36
§3-2. 获得规定的加工精度的方法	41
§3-3. 影响加工精度的因素	42
§3-4. 与几何有关的误差	43
§3-5. 与热有关的误差	50
§3-6. 加工精度的统计方法	58
§3-7. 误差的总和	65
§3-8. 机械加工的经济精度	70

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. 刚度计算及它对加工精度的影响	86
§4-4. 机床刚度的测定	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. 表面光洁度的评定标准	102
§5-3. 表面粗糙度形成的原因	106
§5-4. 切削加工时表面质量的产生	109
§5-5. 表面质量的研究方法	110
§5-6. 表面质量与加工条件之关系	116
§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	130
----------------	-----

§6-1. 关于产生自激振动的一些概念	130
§6-2. 摩擦力的非线性对于自激振动发生作用	132

§6-3. 刀具与工件相对坐标位置(二个自由度的振动系统)对于振动的影响	133
--------------------------------------	-----

§6-4. 切削工艺参数上原有误差对于自激振动的激发作用(转动的振动)	137
-------------------------------------	-----

§6-5. 切削过程中振动的消除方法	138
--------------------	-----

§6-6. 提高机床的抗震性及应用特殊消振装置	140
-------------------------	-----

§6-7. 刀具某点的振动	142
---------------	-----

§6-8. 试验振动的方法	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	156
------------	-----

§7-3. 加工裕量计算法	160
---------------	-----

§7-4. 减少加工裕量的途径	174
-----------------	-----

第八章 时间定额和提高劳动生产率的方法	177
---------------------	-----

§8-1. 概述	177
----------	-----

§8-2. 时间定额的组成	177
---------------	-----

§8-3. 时间定额的测定	179
---------------	-----

§8-4. 提高生产率的方法	186
----------------	-----

第九章 工艺过程方案的经济分析	201
-----------------	-----

§9-1. 工艺选择的经济性	201
----------------	-----

§9-2. 机械加工工艺成本中各组成项目的计算	201
-------------------------	-----

§9-3. 工艺过程方案的经济方法	214
-------------------	-----

§9-4. 附属设备、选别	220
---------------	-----

第十章 工艺文件	239
----------	-----

§10-1. 工艺文件的作用与意义	239
-------------------	-----

§10-2. 工艺文件的种类及其内容	239
--------------------	-----

第二篇 机械零件各种表面的加工工艺	217
-------------------	-----

第十一章 外圆表面加工(轴的加工)	217
-------------------	-----

§11-1. 概述	217
-----------	-----

§11-2. 轴的毛坯及其加工的准备工作	218
----------------------	-----

§11-3. 加工时轴的装夹	219
----------------	-----

§11-4. 外圆的车削加工	230
----------------	-----

§11-5. 外圆表面的磨削加工	235
------------------	-----

§11-6. 无心磨削的精度分析	245
------------------	-----

§11-7. 外圆表面的光面加工	250
------------------	-----

第十二章 孔的加工	257
-----------	-----

§12-1. 概述	257
-----------	-----

§12-2. 钻孔	257
-----------	-----

§12-3. 扩孔	257
-----------	-----

§12-4. 铰孔	257
-----------	-----

§ 12-5. 微孔	272	§ 14-4. 平面刨削和铣削的比较	366
§ 12-6. 拉孔	278	§ 14-5. 平面的车削	369
§ 12-7. 磨孔	280	§ 14-6. 平面的拉削	371
§ 12-8. 深孔的加工	281	§ 14-7. 平面的磨削	378
§ 12-9. 孔的光整加工	286	§ 14-8. 平面的光整加工	377
§ 12-10. 孔系加工	295	§ 14-9. 平面的抛光	381
第十三章 转塔车床自动机床及半自动		第十五章 成形表面加工	385
机床上的加工	301	§ 15-1. 概述	385
§ 13-1. 在转塔车床上的加工	301	§ 15-2. 成形表面切削加工方法分类及其选择	386
§ 13-2. 自动车床与半自动车床加工的工艺特点	313	§ 15-3. 圆锥表面的加工	387
§ 13-3. 自动车床加工所用的刀具及转速调整刀具的方法	326	§ 15-4. 旋轉体成形表面的加工	391
§ 13-4. 自动车床和半自动车床加工精度分析	330	§ 15-5. 圆锥成形表面的加工	398
§ 13-5. 组合机床加工	335	§ 15-6. 立体成形表面的加工	404
第十四章 平面加工	341	§ 15-7. 方孔、六角孔及其他类似孔的加工	405
§ 14-1. 概述	341	第十六章 螺紋加工	407
§ 14-2. 平面的刨削	341	§ 16-1. 螺紋的一般加工方法	407
§ 14-3. 平面的铣削	354	§ 16-2. 加工螺紋的高生产率方法	428
		§ 16-3. 螺紋加工误差的分析	436
		§ 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。公元三百六七十年左右，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鉄制成的軸承。三国时諸葛亮根据劳动人民的建議，制成运输工具——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，用馬匹拖動銑刀加工天文儀上的銅环。

在解放前的近百年中，我国的机械工业虽有一定的发展，但那是半殖民地性质的，只是修配来自各资本主义国家的机器设备，而不能自行設計制造。

由于几千年的封建反动統治和帝国主义侵略者百多年的欺压和摧殘，使我国机械制造业得不到应有的发展，前人勤劳智慧的創造，沒有得到应有的重視，更談不上总结他們的生產經驗，从而推动整个国民经济和生产技术的不断发展。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。不仅制造机器的金属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，便进入了有计划建設的时期。在第一个五年計划中，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必需的許多骨干企业，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，拥有几十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，完成了从修配到独立制造的过渡，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，我国工人階級發揮了敢想、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”(企业内部领导干部、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,迅速取得了巨大的成就。到今年五月上旬为止,“四化”程度已由去年年底的40%提高到80%以上,出现了数以百計的自动化和半自动化車間和工厂,数以千計的自动化和半自动化生产綫,劳动生产率大大提高;試制成功了大量具有中國式独特风格的高大精尖的新产品,創造了許多高效率的切削刀具和夹具。在应用无切削加工和少切削加工、“蚂蚁啃骨头”、超声波、导电切削及各种电加工方法等新工艺和新技术方面,获得了丰硕的成果和发展,并正在总结、普遍推广和提高上升为中国式的科学技术理论。这一切都正在并将进一步彻底改变我国机械工业的面貌,是一条多快好省地发展科学技术的中国式的道路。

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。由分析驗證國外的研究成果,已逐步发展到独立創造性的工作。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、设备,創造先进的生产工艺,以满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、以及生产规模等,制造同一机器,可能或必須采用不同的生产工艺。

例如一个齒輪的毛坯,可以用自由鍛造,也可以熱模鍛造。

在軸的兩端鉗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。頂尖孔可以在單兩鉗頂尖孔機床上鉗,也可以在兩面鉗頂尖孔機床上鉗。而在大量大批生产中,則常在鉗兩面鉗頂尖孔聯合機床上在一次安裝中銑好兩端面并鉗好頂尖孔。

再如加工階級軸,可以在普通車床上車,也可以在多刀半自动車床或液壓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、设备及工艺装备;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、完全互换法或其他方法。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设备,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,制造毛坯及零件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,生产出高质量的產品。亦即必然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,就在于获得综合解决上述工艺问题的知識。在本課程中,研究机械加工工艺过程的物理和化学等各种现象和规律,同时又討論各种机器生产工艺,以及工艺过程的设计方法。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,創造性地设计出最合理的机械加工和装配工艺規程,或设计出便于采用高生产率制造工艺的机器结构。因此本課程是培养机器制造技术干部(包括工艺人員和設計人員)非常重要的一門課程。

三十年前,苏联学者根据社会主义建設的需要,总结并研究了苏联工人和技术人員的生产經驗,創立了这門課程,对迅速培养机械制造技术干部起了重要作用。随着苏联社会主义建設的高速发展,机械工业技术水平不断提高,工人的革新和創造以及苏联学者三十年来結合生产所进行的大量科学研究工作,不断地充实和发展了这門科学,并且加强了这門科学的理論基础。

从1951年开始,苏联专家顧林等先后来我国讲学,为我国高等工业学校建立机器制造工艺专业和开设机器制造工艺学这門課程奠定了基础。目前全国各有关学校均已开设此課程,工厂的职工也通过各种方式学习这門課程。四年前,第一机械工业部建立了机械制造与工艺科学研究院(现已改为机械科学研究院),“机械工人”、“金工工艺”等杂志也已先后刊行多年。近年来,我国各有关科学研究机关、学校和工厂結合生产开展了一系列的研究工作,取得了巨大的成績。随着我国机械工业的高速度发展和生产技術水平的不断提高,机器制造工艺学这門年青的科学在我国也一定会迅速地发展。

正因为机器制造工艺学是理論与实际紧密结合的一門課程,在讲授和学习这門課程时,必须密切結合生产实际,时刻注意国内外特别是我国社会主义建設持續大跃进中工人和科学技术工作者的新成就,加以总结研究,經常閱讀有关刊物的报道,以不断充实和更新这門課程的内容,同时应利用这門課程的知識研究解决生产实际问题,以达到生产实践促进科学理論的发展,科学理論又指导和推动生产技術水平的提高。

机械制造过程包括从毛坯制造到热处理、机械加工、檢驗及装配等工作,在机器制造工艺学中不可能全面深入研究一切有关問題。关于鑄、鍛、焊及热处理等工艺問題,在鑄工、压力加工等专业及有关課程中作專門深入的研究。本課程只着重研究机器制造过程的最后阶段,即毛坯的机械加工和机器的装配。但由于机械加工同鑄、鍛、焊及热处理等有密切的联系,特别是在現代机器制造中,新工艺和新技术不断出現,并在向复合工艺发展,自动化程度也日益提高,在自动鑄、自动化車間或自动化工厂中,鑄、鍛、焊及热处理工序同机械加工工序可能是交错进行的,因此在本課程中,对鑄、鍛、焊热处理等工艺仍应作必要的討論。

本課程共分四个部分:1)机器制造工艺的基本理論;2)机器零件各种表面的加工工艺;3)机器的装配工艺;4)典型机器零件加工的綜合工艺。

同机器零件加工及机器的装配有密切关系的“互换性及技术测量”、“夹具設計原理”、“机器制造工艺过程自动化”、“机械制造車間及工厂設計原理”及“机械制造生产組織与計劃”等問題在有关課程中分別专门研究。

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、鉗床、銑床等)，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。

無論制造什么机器，我們都應該从运动强度、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，以正确解决刚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. 机器的油漆和包裝。

现在,一部机器的生产过程,往往是由许多工厂组合起来完成的。由若干个工厂共同完成一部机器的生产过程,除了较经济之外,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,铸工厂,专门制造固定零件(螺钉螺母等)的工厂,专门制造化油器的工厂和电机制造厂等。长春第一汽车制造厂在生产中就得到许多其他工厂的成品(铁屑、电气设备、轮胎、仪表等),来完成整个汽车的生产过程。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铸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

如果我们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项准备工作、质量检查、运输、仓库保管等等。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。将工艺过程中的各项内容,写成文件,就是工艺规程。

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。为了区别起见,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,往往是经过若干道工序而制成成品的。例如图 1-1 所示之轴(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。

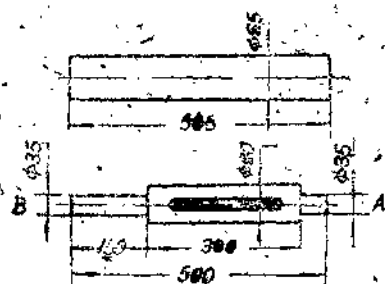


图 1-1. 阶梯轴。

表 1-1.

工序编号	工 序 名 称	工 作 地 点
1	打中心孔	中心孔机床
2	车外圆	车床
3	铣端面	铣床
4	磨	磨床
5	去毛刺	钳工台

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。零件在一次装夹中所完成的那部分工序称为安装。

例如圖 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,则为另一次安装。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,则成为两道工序,每道工序只包括一次安装。

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

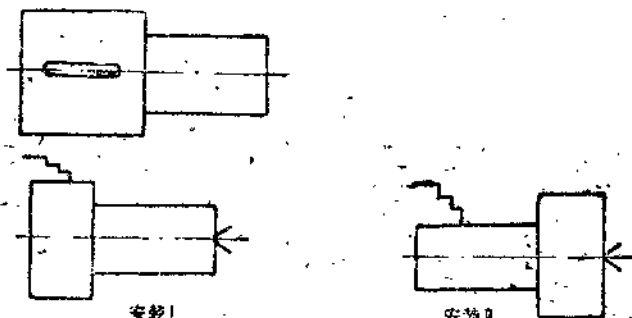


圖 1-2. 加工軸时的两次安装。

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時間。因此,常采用不須重新卸裝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。

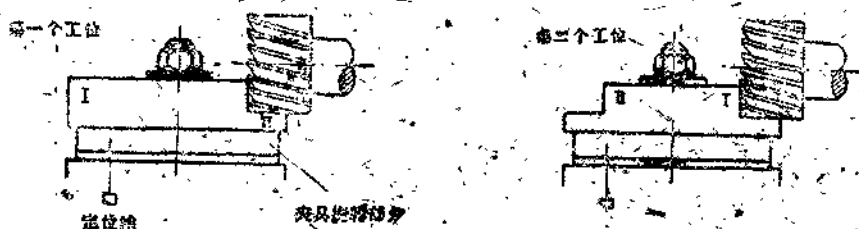


圖 1-3. 一次安装两个工位。

圖 1-4 所示为在三軸銑床上进行的一道工序。利用迴轉夹具在一次安装中連續完成鉗孔、擴孔、鉸孔等工作。共有四个工位:第一工位裝卸工件,第二工位鉗孔,第三工位擴孔,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進量均保持不變时的那部分工序,称为工步。一道工序中包括一个或若干个工步。

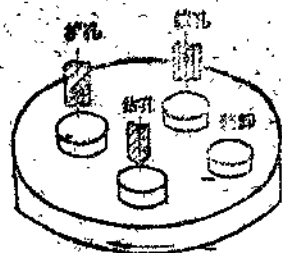


圖 1-4. 一次安装四个工位。

图 1-5 所示鉋件上孔 2 及台肩 3 的加工是一道工序，在鉋床上进行。这道工序共由三个工步組成：1. 鉋孔 2，2. 扩孔 2，3. 鉋台肩 3。

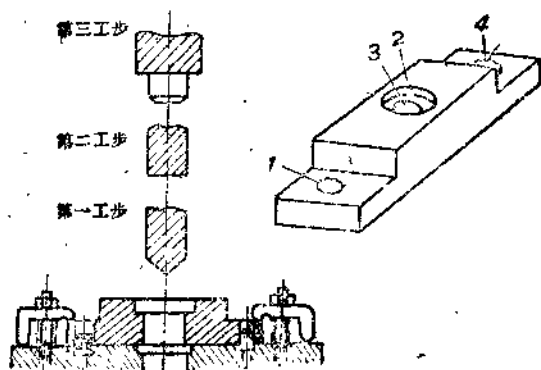


图 1-5. 包括三个工步的工序。

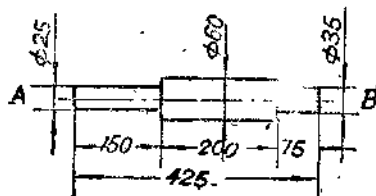


图 1-6. 阶梯轴。

由鉋孔 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 轉入鉋台肩 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。

又如如图 1-6 所示阶梯軸的加工，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，在工件上鉋四个 $\phi 15$ 毫米的孔，用一个鉋头順次进行加工，則鉋削全

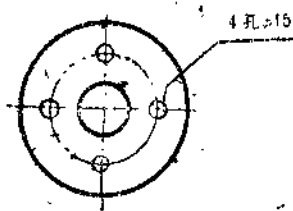


图 1-7. 包括四个相同加工表面的工步。

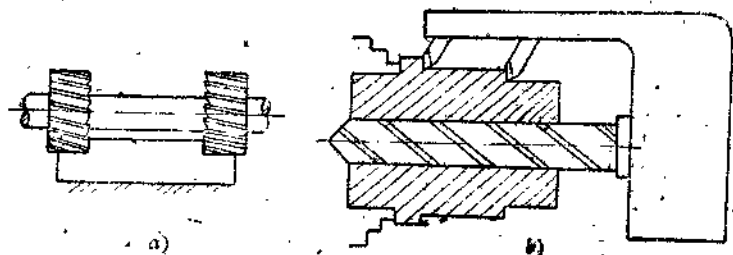


图 1-8. 复合工步。

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, 则可分几次切削, 每一次切削就是一次走刀。如图1-9所示。

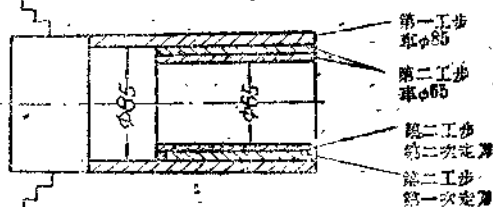


图1-9. 以棒料制造阶梯轴。

动作 所谓动作, 通常是指一些辅助的手工动作。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。

§ 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、粗铣、粗刨、粗扩孔和钻孔等;

半精工序(或细工序)——例如半精车、半精铣、半精刨和半精刨等;

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——例如金刚磨、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) 零件的製造圖及技術條件

製造圖是確定一零件的基本而詳盡的文件。製造圖上應有足夠的投影圖和剖面圖，注明各部分的尺寸、加工符號、公差與配合、零件材料規格、零件件數等。所有不能用圖形或符號來表示的指示，一般都寫在圖紙內或者寫在另一文件上，這些指示就稱為技術條件。

技術條件的內容，通常有下列幾種形式：

1. 零件材料的機械性能與熱處理的種類及要求；

2. 零件某些部分的加工精度，而這種精度是很難在圖上用公差或符號表示的。例如圓圓度，垂直度等；

3. 特殊指示。例如平衡、校直重量、抗蝕處理等。

根據零件的製造圖與技術條件可以知道該零件的形狀、尺寸與設計者對它所提出的要求。製造圖繪制得不完整的或技術條件不具體，在許多場合下就成為生產上發生嚴重缺陷和廢品率增加的原因。

圖1-10為金屬切削機床主軸的製造圖。因圖形縮小了很多，所以主軸尺寸和公差數值都省略了。

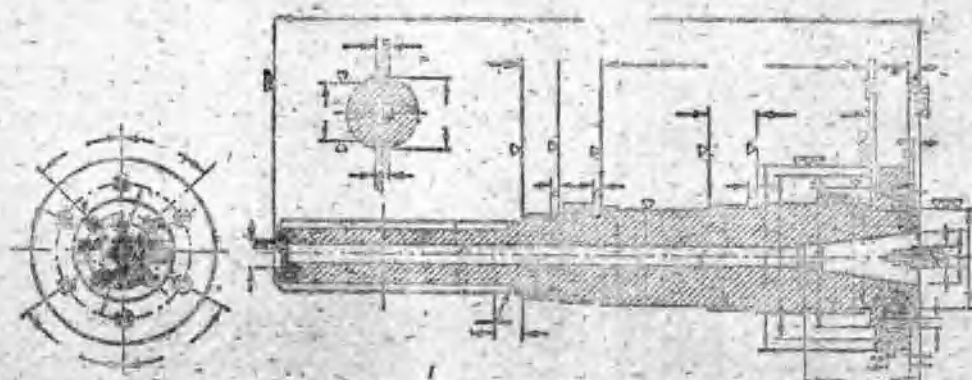


圖1-10 機床主軸的製造圖。

(二) 毛坯圖

毛坯圖是根據零件的製造圖而設計的。在毛坯圖中應注明毛坯尺寸及其製造公差，標出所有加工表面的加工裕量和驗收的技術條件。

利用各種成型的軋壓材料作毛坯時，可不必要畫毛坯圖，只須寫出軋壓材料的名稱、尺寸及製造一個零件所需的長度。

(三) 工藝設備

在設計工藝規程時，必須掌握廠內全部機器設備的規格與工藝特性，以便合理地利用這些設備。

(四) 生產綱領

在每晝夜有一定工作班數的情況下，每年所需製造的產品數量，稱為生產綱領。設計新的工

艺規程或重新修改現有的工艺規程时,均要知道生产綱額,以便工艺規程能与在这种生产規模下最合适的生产組織相符合。

但是单知道工厂的生产綱額,是不够的。进行某具体零件的工艺規程設計时,还必须知道机械加工車間或車間中某工段的生产綱額,其中包括下列資料:

1. 在該車間中加工的全部零件名称及数量(每一种零件在一部机器中所需的数量);
2. 每一种零件所需要的备品百分率。这些备件是工厂交付給所制产品的用戶或修理单位的。百分率的数据通常是根據有关的修理車間或修理厂的經驗整理出来的。

有了这些資料,就可以計算出每一零件在一年中(或某一期間内)的生产綱額。

車間中每一零件的年产量(生产綱額)可用下面的公式表示:

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

式中: $N_{\text{г}}$ ——机械加工車間中該零件的年产量;

N ——工厂产品的年生产綱額;

n ——每一产品中包含該零件的数量;

α ——該零件的备品百分率。

对于某些在加工时可能出高廢品率的形状复杂的零件(例如汽車或其他发动机的汽缸套等),最初的一些工序的年产量按下式計算:

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

式中: β ——該零件在机械加工車間中的平均廢品率。

大多数零件在正常生产情况下的平均廢品率应该是很小的(1%的几分之一),故进行工艺計算时,可以不考虑。

車間生产綱額通常写成如表 1-2 的形式。

表 1-2

編 号	件 号	工 作 名 称	每一机器中零件的数量	备 品 率	需 要 数 量	
					每 年	每 月

根据生产綱額大小的不同,可以分成三种不同的生产类型。

(一)单件生产 单个地制造不同结构和尺寸的产品,并且很少重复,甚至完全不重复的生产,称为单件生产。例如重型机器制造厂的生产通常是属于单件生产。

(二)成批生产 成批地制造相同的零件的生产,称为成批生产。每批所制造的相同零件的数量,称为批量。批量是根据零件年产量及一年中所分成的批数而計算出来的,一年究竟应分成几批,要根据各种零件的具体情况决定。

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间,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大,大多数工作地点经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。例如汽车制造厂的生产通常是属于大量生产。

大量生产中,每经过一定的时间即出产一个零件,这段时间称为节奏,可由下式算出:

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

表 1-3.

生产类型	同种零件的年产量		
	重	中	輕
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—500	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	制品数量多
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,它们的变换没有一定的规律	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	万能设备和部分专用设备	广泛使用专用设备
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,夹具是有机械与机床相联系的
6	不调整机床,根据测量来工作	在调整好的机床上工作	使用调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	需要熟练程度较低的工人(当有调整工……等时)
8	通常很少采用互换性原则,广泛采用钳工试配工作	普遍应用互换性,同时也保留某些试配工作	完全的互换性,只在某些情况下允许选择配合,不需试配工作
9	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锻造	毛坯制造部分采用金属模及模锻法	毛坯制造采用金属模机器铸造、模锻法、压力铸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,要照顾到运输线的方向	按照工艺规程的进程布置机床
13	经常按照最简单的形式(过程卡片)制订工艺规程	制订工艺规程为了计划工作,同样也为了组织工作。最重要的工序有工序卡片和工序图	详细地制订工艺规程并经常系统地研究
14	主要是靠统计计划	对最重要和费力的零件进行技术测定	详细地进行测定,并以时间测定来考查生产

式中: t ——节奏,分钟;
 F ——机床每年工作时间总和,分钟;
 N_s ——零件的年产量(包括备件);
 K ——大修系数。

各种生产类型的规范见表 1-3。

由于生产类型的不同,无论在生产组织、生产管理、车间布置、毛坯、设备、工具、加工方法和工人的熟练程度等各方面的要求均有所不同。所以设计零件的机械加工工艺规程时,必须与生产类型相适应,以期获得良好的经济效果。

各种不同生产类型的特征见表 1-4。