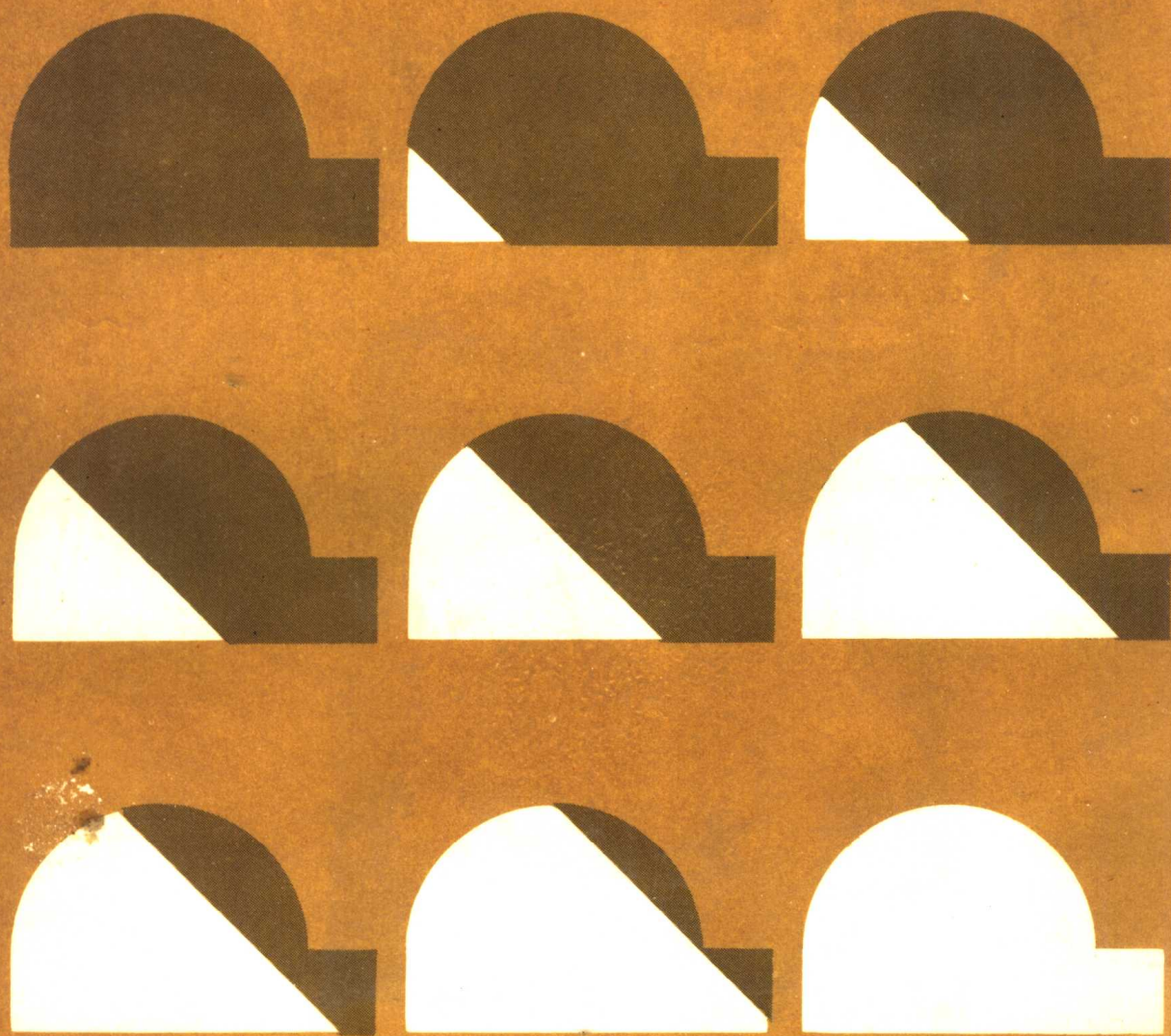


齐世恩 主编

# 机械制造工艺学

哈尔滨工业大学出版社

JIXIE ZHIZAO GONGYIXUE



# 机械制造工艺学

齐世恩 主编

沈 钊 主审

哈尔滨工业大学出版社

# 机械制造工艺学

齐世恩 主编

沈 钊 主审

\*

哈尔滨工业大学出版社出版

新华书店首都发行所发行

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

\*

开本787×1092 1/16 印张22.375 插页 1 字数435 000

1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷

印数 1—5 000

ISBN 7-5603-0135-5/TH·13 定价4.10元

## 前 言

本书是航天工业部教材编审委员会审定的大中专通用教材，也可供职大、电大以及从事机械制造工作的技术人员使用。本书是根据初步审定的《机械制造工艺学》教学大纲编写的。

《机械制造工艺学》是机械制造工艺及设备专业的主要专业课程，也是机械类其它专业的重要课程。本书共十章，全面讲解了机械加工工艺过程涉及的主要问题，并介绍了生产工程技术的发展动向。为培养学生处理现场技术问题的能力，加强了内容的综合性和实践性，在选材及编排上作了些尝试。为反映航空、航天两部特点，精选了一些典型的航空、航天产品零件的加工工艺和加工方法。

参加本书编写的人员有：齐世恩、夏受乾、孙桐章、胡景信、石望远、金玉振等同志，齐世恩任主编。全书由清华大学沈钊、池去病、王先逵审阅，沈钊教授任主审。

本书在大纲讨论及审定过程中，得到航天工业部教材编审室的热忱关怀和大力支持。王歧森、王祖诚、王振辉、兰作良、钟毓斌、朱新析等同志提出了许多宝贵意见，王祖诚副教授为全书的统稿和修订作了大量工作。对以上同志的辛勤劳动谨表由衷地感谢。

由于我们水平有限，时间又很仓促，书中难免有诸多不足之处，恳请读者惠予指正。

编 者

1988年3月

# 目 录

## 第一章 工艺路线的拟定

- §1-1 生产过程、工艺过程及工艺规程..... (1)
- §1-2 产品图纸的工艺性分析..... (8)
- §1-3 工件的定位和定位基准选择..... (16)
- §1-4 毛坯设计..... (29)
- §1-5 工艺路线的拟定..... (33)

## 第二章 机床工序设计

- §2-1 概述..... (51)
- §2-2 加工余量的确定..... (51)
- §2-3 工序尺寸计算..... (55)
- §2-4 机床与工艺装备的选择..... (69)
- §2-5 确定切削用量与时间定额..... (70)
- §2-6 填写工艺文件..... (71)

## 第三章 工艺中常见的空间要素计算

- §3-1 空间直线的角度计算..... (73)
- §3-2 工艺孔(检验孔)的选择与应用..... (81)
- §3-3 圆柱、圆球测量计算在机械制造中的应用..... (85)

## 第四章 航空、航天典型零件加工工艺

- §4-1 轴类零件加工工艺..... (93)
- §4-2 丝杠加工工艺..... (100)
- §4-3 梁类零件加工工艺..... (103)
- §4-4 机翼整体壁板加工工艺..... (109)
- §4-5 盘套类零件加工工艺..... (114)
- §4-6 壳体类零件加工工艺..... (126)
- §4-7 渐开线齿轮加工工艺..... (144)

## 第五章 机械加工精度

- §5-1 机械加工精度的基本概念..... (162)
- §5-2 影响加工精度的因素..... (165)
- §5-3 加工误差的综合分析与研究..... (201)
- §5-4 提高加工精度的途径..... (208)

## 第六章 表面质量

- §6-1 零件加工表面层理化—机械性能的形成机理..... (218)

|                       |                              |       |
|-----------------------|------------------------------|-------|
| §6-2                  | 表面微观不平度·····                 | (225) |
| §6-3                  | 机械加工表面质量对零件使用性能和寿命的主要影响····· | (229) |
| §6-4                  | 表面强化工艺·····                  | (234) |
| <b>第七章 常用精密加工方法</b>   |                              |       |
| §7-1                  | 精车及精镗·····                   | (246) |
| §7-2                  | 磨削·····                      | (250) |
| §7-3                  | 珩磨、研磨、超精研及抛光·····            | (258) |
| §7-4                  | 精密加工的条件·····                 | (265) |
| <b>第八章 特种加工</b>       |                              |       |
| §8-1                  | 电火花加工·····                   | (268) |
| §8-2                  | 数控线切割加工·····                 | (274) |
| §8-3                  | 电解加工和电解磨削·····               | (286) |
| §8-4                  | 超声波加工·····                   | (290) |
| §8-5                  | 激光加工·····                    | (294) |
| §8-6                  | 电子束加工·····                   | (297) |
| §8-7                  | 离子束加工·····                   | (299) |
| <b>第九章 提高劳动生产率的途径</b> |                              |       |
| §9-1                  | 提高机械加工生产率的措施·····            | (301) |
| §9-2                  | 成组技术·····                    | (307) |
| §9-3                  | 计算机辅助制造 (CAM) 简介·····        | (321) |
| <b>第十章 机械产品的装配工艺</b>  |                              |       |
| §10-1                 | 概述·····                      | (334) |
| §10-2                 | 装配尺寸链·····                   | (338) |
| §10-3                 | 保证装配精度的方法·····               | (341) |
| §10-4                 | 装配工艺规程的制订·····               | (347) |

# 第一章 工艺路线的拟定

## § 1-1 生产过程、工艺过程及工艺规程

### 一 生产过程、工艺过程和工艺规程的概念及其定义

机械制造工厂按产品的设计要求，生产出相应的合格产品。在生产中有许多工作环节，如：

原材料及设备的采购、运输、检定、存放、安装、调整，工夹量具的设计、制造等生产准备工作；

毛坯设计、制造，零件加工、热处理、表面处理，产品装配、调试等制造工作；

产品上漆、油封、包装、发运等包装运输工作；

材料、零件有关性能试验等辅助性工作。

凡从原材料开始到成品出厂各个相互关联的劳动过程的总和，即是生产过程。

现代机械产品日益趋向品种多、结构复杂、性能和精度要求高、产量大，组成产品的各零、部件的结构、材料、精度又互不相同，因而其生产过程也日益复杂，工厂组织机构庞大。为了简化生产过程，就趋向于专业化生产，可分为毛坯加工厂、专用工具设备厂、地面设备厂、无线电仪器厂、仪表厂、发动机厂、机体制造和总装厂等。这可使每个工厂的生产过程较为简单，便于提高生产率和产品质量，降低成本。

#### 一) 工艺过程

在生产过程中，直接把原材料变成产品，即采用某些工艺方法使原材料改变尺寸、形状或性能，使之成为产品的那部分生产过程称为工艺过程。它包括毛坯制造、零件加工、装配调试等。其中属于机械加工所进行的环节即是机械加工工艺过程。

近年来，随着新技术、新工艺的发展，有些不属于金属切削的工艺方法，如冷挤压，不局限于采用机械的化学铣、化学镀，不改变零件尺寸的热扩散、电子束等强化工艺，也列入机械加工范围。所以，我们对机械加工工艺过程作了广义的定义：凡采用机械加工等工艺方法直接改变毛坯形状、尺寸以及通过某些特种工艺手段提高产品使用质量的那部分生产过程，均属于机械加工工艺过程。

#### 二) 工艺规程

在实际生产中，为了保证产品质量、提高生产率、改善劳动条件，就要求有合理、先进的生产过程。每个工厂可把经过实践考验、技术上较成熟的、先进的，经济效益和劳动条件较好的生产过程记载下来，再进行一定的科学分析和必要的计算，结合本厂、本车间实际条件，整理出相对合理的方案，将其形成文件，经过审批，作为组织和指导生产活动的依据。这个技术文件就叫“工艺规程”（或称“工艺规范”）。

## 二 工艺规程的作用和组成

### 一) 工艺规程的作用

工艺规程的具体作用为:

#### 1. 是工厂每个工作人员必须严格遵循的指令文件

工艺规程一经确定,全厂的生产活动都必须以它为依据。工人按规定的步骤、尺寸进行加工,检验人员按指定标准和方法验收产品,管理人员按要求组织生产,不允许任何人擅自改动。因此,设计工艺规程是工厂的“立法”。如经生产实践证实它有一定的缺陷,或因工艺技术的发展使原有规程显得陈旧,则应由主管技术人员加以修改,并经各级领导审批后颁发新的工艺规程,把旧的废除。否则,任何因不遵守工艺规程而造成的不良后果,当事者应承担一切责任。

#### 2. 是生产组织和管理工作的基本依据

综合全厂产品的所有工艺规程,可归纳出每个工种的工作量。从而决定:应组织几个车间、工段和职能处、科、室,配备设备和工夹量具的品种、数量,原材料和辅助器材消耗量;统计各个环节消耗工时,确定各类工作人员数量及生产、办公、生活设施。此外,成品、半成品的周转、存放、包装等,也以工艺规程为依据。所以,新建、扩建工厂都需按工艺规程进行。

由此可见,工艺工作推动了全厂生产过程得以顺利进行。因而工艺技术人员必须认识到自己工作的重要性和所承担的责任,经常积累生产中各类技术管理问题的资料,向有经验的同志学习,听取意见,共同研究、解决问题,并密切注意国内外的最新发展,不断提高工艺工作水平。

### 二) 工艺规程的一般内容

工艺规程应充分反映从原材料到成品的全部过程的具体加工步骤、方法和要求。现举例说明。

图1-1是一个20Cr钢制垫圈,要求球面渗碳、淬硬并抛光。根据其形状,应由普通车床成形;粗糙度要求高的表面还需磨削加工。因此,工艺规程应包括如下内容:

1. 下料  $\phi 20 \times 540/30$ 件;
2. 车工 平端面、车外圆,钻、扩镗内孔,切断(每件长13);
3. 车工 掉头装夹,  
车端面及球头(控制长度12.3);
4. 1.25/表面渗碳淬火,  $HRC = 50 \sim 55$ , 淬后吹砂;  
▽
5. 抛光球头(工种按具体情况定);
6. 磨工 磨削端面;
7. 表面处理 发蓝;
8. 检验;
9. 清洗、油封、包装。

图1-2是个支架,由铸铁铸成毛坯后再经局部机械加工而成。其工艺规程的内容有:

1. 铸造毛坯,退火;

2. 铣工 铣底面，铣一侧面见光，并铣大端面；

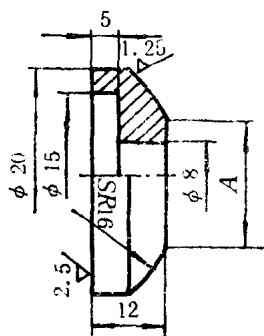


图 1-1 球面垫圈

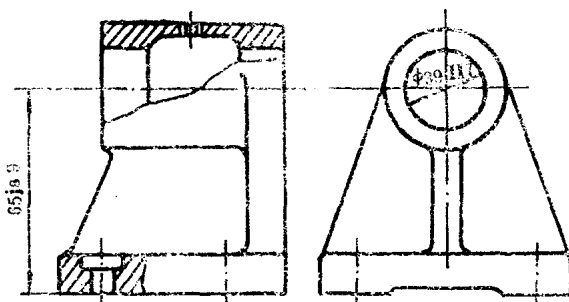


图 1-2 轴承支架

3. 钳工 钻、扩四个螺钉孔；
4. 镗工 镗 $\phi 35H7$ 孔，留孔径及孔中心至底面间距离的余量，并加工左端孔口小端面；
5. 钳工 钻、攻螺纹孔；
6. 磨工 磨底面；
7. 镗工 精镗 $\phi 35H7$ 孔，保证图纸要求精度；
8. 清洗、油封、包装。

这两个例子所列工序的顺序和内容，加上零件的图号、名称、材料和数量，以及加工中的一些必要的数据和要求等，就是工艺规程的最简单形式。这种形式实际上仅表明了它的加工步骤，也可称之为“工艺路线”。有了它，生产计划部门可给生产单位下达任务及组织内外协作，工人也可按之加工产品。各车间以至全厂即可有条不紊地开展工作的。

工艺路线可直接用于单件、小批生产，中批以上则应详细设计出包括如下内容的工艺规程：

1. 加工的详细步骤；
2. 指明零件在加工时如何定位及夹紧；
3. 计算、确定各工序的工序尺寸及其公差，确定与设计图纸相应的其它技术要求；
4. 所用设备及工夹量具（名称、型号）；
5. 加工时的切削用量；
6. 加工所需时间——工时定额；
7. 对工人的技术等级要求；等等。

在生产现场，应根据产品特点、产量和工厂具体情况，适当控制工艺规程的繁简程度。

### 三 加工工序的内容及其定义

上例中所列各条内容，在工艺规程中都称之为工序。简单的工艺规程只需简明地写上各工序的工种和名称，有时对加工部位、加工要求也作概略说明。详细的工艺规程尚需把工序内的各个小步骤写明，包括工步、安装、工位和走刀等。

## 一) 工序

在加工零件时, 一个 (或一组) 工人在固定的工作地点, 并在某一连续的时间内对零件所完成的那一部分工艺过程, 称为工序。

工序是工艺过程的基本单元, 也是生产计划的基本单元, 如上例中的车工、检验、热处理、下料等。

## 二) 工步

在每一道工序内, 可能要先后加工几个表面, 如先车端面再车外圆 (图1-1工序2), 可能使用不同的刀具和切削用量。有些面积大、金属切除量多的表面, 为保证加工质量, 也可能在逐层切削时改变切削用量。这种局部性更换加工目标或加工手段的步骤, 即属同一工序中的若干工步。当加工表面、切削用量、所用刀具和工作场地都固定不变时所完成的那一部分工艺过程称为工步。

由于同一工序内的若干工步是在同一工作地、在连续时间内由同一个 (或同一组) 工人操作的, 所以划分工步就不可能象划分工序那样明确。有时还可能把几个工步合并成一个“复合工步”。例如:

1. 连续加工若干相邻表面时, 虽已改变加工目标, 但刀具、用量不变, 就允许简化。如连续车削轴类件各外圆、端面, 可写作“车全部”, 即表示是复合工步。

2. 图1-3所示为阶梯轴和多齿轮坯的加工, 由多刀车外圆; 图1-4所示的多轴加工, 一次走刀可同时钻出孔系中的全部孔来, 也称为复合工步。这类方法常在大量生产中使用。

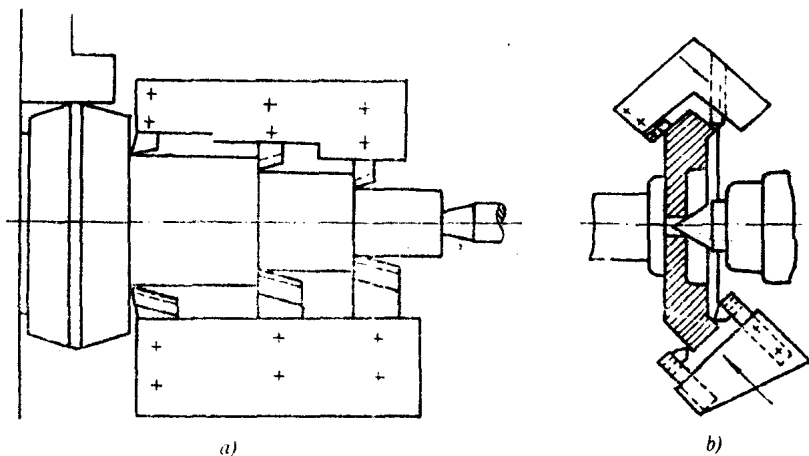


图 1-3 阶梯轴的多刀加工

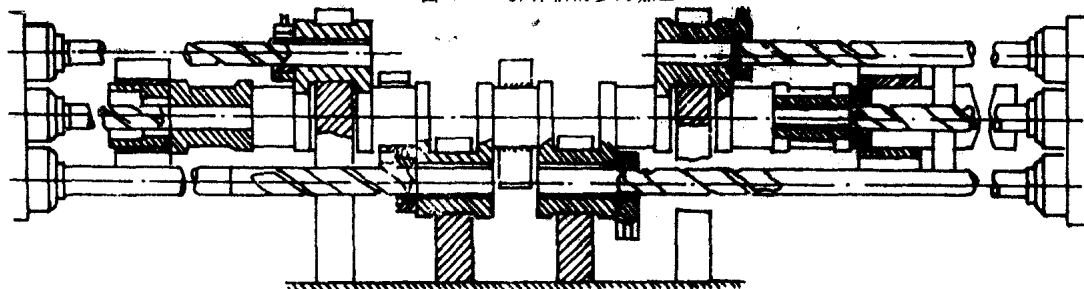


图 1-4 多轴钻

### 3. 安装与工位

在机械加工的各工序中,除了完全由手工操作的部分外,基本上都要将零件安装在机床上加工。所谓“安装”是定位与夹紧的总称,即把工件按加工要求放置在机床的一定部位,使被加工表面和工具之间保持正确的相对位置。

安装工件是每个工序开始的第一个动作,也可称为第一工步。安装工件时要求:

1) 稳定可靠。

2) 有利加工。

3) 在一道工序中安装次数要少。因为改变安装方式,会浪费时间,并造成位置变化所引起的误差。除单件、少量生产外,一道工序一般只安装一次。

为了减少安装次数,又能在一道工序中加工多个表面,提高生产率,常采用回转夹具、组合机床等形式。工件在一次安装下可转换几个不同位置,顺次进行加工。每个加工位置就叫“工位”。

图1-5是多工位加工的示例。该工件要铣阶梯面、钻孔、扩孔、铰孔、划窝。按普

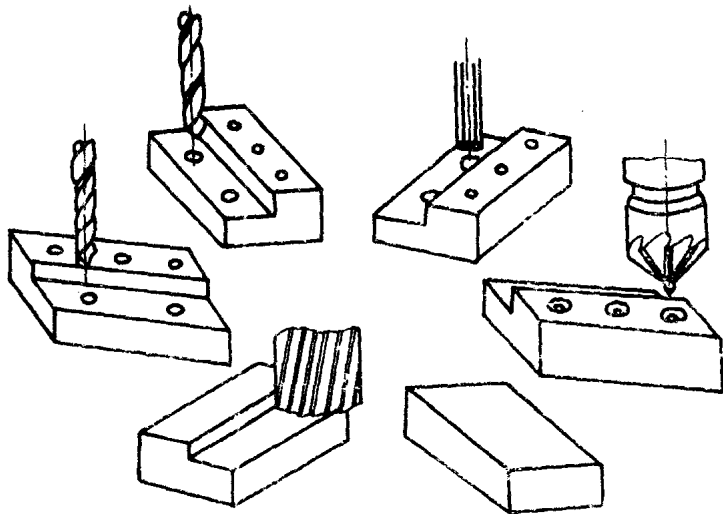


图 1-5 多工位加工示例

通方法要经铣工、钳工分别加工,如用多工位方法,只需在第一工位安装工件,利用旋转工作台顺次转到其余各工位,进行钻、扩、铰、划窝。

多工位加工中的每一个工位,可能包括了普通加工方式中的一个工序,也可能只包括一个工步。但由于全部加工没有改变工作地点和操作者,又是连续加工的,所以整个加工可称为一个工序,每个工位相当于一个工步。

### 4. 走刀

在一个工步中,如余量较多,应该分几次切削,对同一表面,在不改变刀具和切削用量情况下的每一次切削过程称为一次“走刀”。工艺规程中不明确列出走刀次数,但在一定余量下规定的切削深度即表示了走刀次数。走刀次数在计算或测定工时定额中有用。

#### 四 设计工艺规程的原则、方法和步骤

##### 一) 设计工艺规程的原则

设计工艺规程的关键是排列工艺路线。工艺路线安排不当,将造成工厂生产中的浪费,产品质量降低,甚至根本无法把工件加工出来,所以设计工艺规程要遵循一定的原则。

##### 1. 根据生产纲领而定

工艺规程应按零件生产纲领所定的生产类型进行设计。生产纲领( $N_w$ )即是该零件的年产量。由生产纲领确定生产类型,由生产类型确定零件加工方案,安排工艺路线。

$$N_w = N \cdot n(1 + a\% + b\%)$$

式中  $N$ ——单台产品该种零件数量;

$n$ ——年产机器台数;

$a\%$ ——备品的百分率;

$b\%$ ——废品的百分率。

据生产纲领的大小,可区分为三种生产类型:

单件生产 产品品种多,同种零件数量很少,在同一工作地点经常改变加工对象。

成批生产 产品品种少,同种零件数量较多,一批一批地投产,同一工作地点的加工对象作周期性轮换。可按批量不同而分为小批、中批、大批三类。

大量生产 同一产品数量很多,大多数工作地点按一定节拍加工一个零件的某一工序,在相当长时期内加工对象不变。

按工厂一般习惯,对单件、小批生产以及精度低,形状简单零件的中批生产,只需列出工序即可。大批量生产类型以及结构较复杂、精度高的中批生产,应详细设计工艺规程。

生产纲领与生产类型、生产类型与工艺方案之间的具体关系,因机械产品的结构、精度、加工量差别很大,所以各部门都没有明确的标准,仅按习惯处理。其大致关系可参考下表:

表 1-1 生产类型与生产纲领的关系

| 生产类型    | 零件特点 | 重型机械及<br>中型复杂机械 | 中型机械及<br>小型复杂机械 | 小型机械         |
|---------|------|-----------------|-----------------|--------------|
|         | 生产纲领 |                 |                 |              |
| 单 件 生 产 |      | <5              | <20             | <100         |
| 小 批 生 产 |      | 5~100           | 20~200          | 100~500      |
| 中 批 生 产 |      | ——              | 200~500         | 500~5 000    |
| 大 批 生 产 |      | ——              | 500~5 000       | 5 000~50 000 |
| 大 量 生 产 |      | ——              | >5 000          | >50 000      |

注: 航天产品制造中应取小值。

表 1-2

各种生产类型产品工艺过程的特点

| 生产类型<br>项目 | 单件生产                    | 成批生产                        | 大量生产                              |
|------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 零件互换性      | 配对制造，钳工修配较多，不考虑互换       | 普遍具有互换性、局部情况配对修配            | 全部互换，个别高精度配合件可分组选配或配制             |
| 毛坯制造及加工余量  | 木模手工造型或自由锻，毛坯精度低，加工余量大  | 部分用金属模或锻模，毛坯余量及精度中等         | 广泛采用金属模机器造型、模锻及其它高效方法，毛坯精度高，加工余量小 |
| 机床设备及布置    | 采用通用设备，按机群式布置           | 通用设备及部分高效专用机床，按零件类别分工段排列    | 广泛采用高效专用机床及自动机床，按流水线排列或采用自动线      |
| 夹 具        | 多用标准附件、极少用夹具，由划线、试切保证尺寸 | 广泛采用专用夹具，部分靠划线保证尺寸          | 广泛采用高效夹具，靠夹具及定程走刀保证尺寸             |
| 刀具与量具      | 采用通用刀具与万能量具             | 较多采用专用刀具与量具                 | 广泛采用高效专用刀具与量具                     |
| 对工人技术要求    | 要求技术熟练的工人               | 中等熟练程度工人                    | 对操作工人要求一般，对调整工人技术水平要求较高           |
| 工序划分       | 工序较少，工序内容集中、概略、不细分工步    | 工序较少，分工步                    | 工序较多，详细划分工步                       |
| 工艺规程       | 只有简单的工艺过程卡              | 有较详细的工艺规程，对关键零件有详细的工序卡片和工序图 | 详细设计工艺规程及各种工艺文件                   |
| 生产率        | 低                       | 中                           | 高                                 |
| 加工成本       | 高                       | 中                           | 低                                 |
| 工人劳动条件     | 较 差                     | 中                           | 较 好                               |

## 2. 应能严格保证产品质量

为使产品满足使用要求，加工时必须保证设计图纸规定的要求，如各类精度、表面粗糙度、材料组织及机械性能、防腐及特殊检验等。工艺人员应采取充分的措施，制订合理方案，不能擅自降低指标。如确有困难，必得通过设计人员研究正式修改图纸。

## 3. 保证产品正常进行生产

所编制的工艺规程应达到下列两项目标：

- 1) 合理安排工序，彼此衔接好，便于加工和保证质量；
- 2) 符合本厂、本车间的具体条件，使生产能顺利进行。

## 4. 技术上具有先进性

在符合本厂、本车间条件的基础上，应充分吸取国内外先进技术和设备，吸取本厂和外厂技术革新成果，逐步在工艺规程中体现，以提高技术、改进质量、降低成本。

5. 尽可能为工人提供良好的劳动条件，减少体力劳动，尤其是笨重的劳动。

## (二) 设计工艺规程的步骤

设计工艺规程时，一般按下列步骤进行：

1. 研究产品零件图，进行工艺分析；
2. 明确生产类型；
3. 确定毛坯种类，设计毛坯图；
4. 选择定位基准和各表面的加工方法，拟定零件加工工序及先后次序（工艺路线）；
5. 确定各工序的工序尺寸及其公差、技术要求及检验方法，绘制工序图；
6. 选择各工序所用机床、工艺装备、切削用量及工时定额；
7. 填写有关工艺文件。

工艺规程一经批准、投入使用，工艺人员应经常注意生产中出现的各类问题，详细记录并加以分析。其中，凡涉及工艺规程考虑不周的问题，应在适当时候根据实际情况予以修改。

## § 1-2 产品图纸的工艺性分析

产品设计图纸，是工厂的工作指令，也是设计工艺规程的基本资料。工艺人员首先必须认真细致地领会该产品的功用和各零件的作用、结构特点，分析其工艺性、基准情况和加工方法；再了解各项技术要求，分析关键所在与解决措施，进而建立起如何保证质量的概念。之后，方可着手工艺设计及生产方面的一系列工作。因此，工艺人员的技术工作是从分析产品的零件图开始的。

### 一 零件图的结构分析

#### 一) 零件的几何形状

机器零件根据使用要求而设计。因使用要求不同，各种零件的形状和尺寸千差万别。但不外乎由各类简单的“单一表面”组成。单一表面大致可分为：

1. 基本表面，属于常见的几何形状，如：平面，圆柱面、圆锥或圆台面，圆球面，棱柱或棱台面等。
2. 特形表面，由较复杂的曲线或曲面所组成，如：螺旋面，椭圆和椭球面，抛物面和双曲面，渐开线、摆线或阿基米德曲线面，复杂立体曲线面等。

简单零件可由一种表面构成，复杂零件可由多种表面构成。对于复杂的零件，应进一步分析各组成表面的联结形式和相互位置关系，建立起立体形象，而后才可正确地选择加工方法，安排加工顺序。例如套筒类零件，厚壁者可直接车外圆、镗内孔成形；薄壁者需使用专门的夹具，内、外圆反复加工，保证同轴度及防止变形。又如图1-6所示之皮带轮，其轮毂、轮缘可直接车制出来；而图1-7之连杆，在加工两个孔的时候，用钻、铰或镗加工，并要保证孔间距离，就必须用夹具。

#### 二) 产品的精度分析

产品精度反映在零件图和装配图上，用尺寸精度、形位精度和表面粗糙度表示。有些特殊要求，如零件上的镀层、装配时运动副的运动精度或平衡性等，则另注技术要

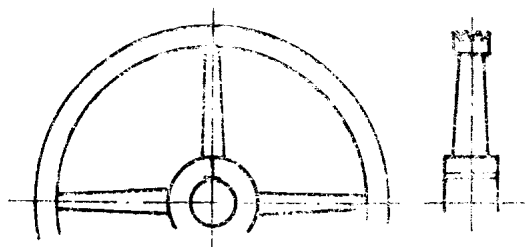


图 1-6 皮带轮局部

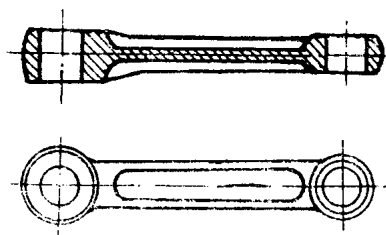


图 1-7 连杆

求。

零件的精度和粗糙度对加工方法影响也很大。这两者一般是相适应的，凡精度要求高的表面，粗糙度 $R_a$ 值较小，需采取精密加工法，有时还用手工修整，整个工艺过程复杂。如轴类件外圆加工可用车削，但当尺寸精度达IT8以上，粗糙度的 $R_a$ 值为2.5时，还需磨削；而如果长径比大于5的长轴，更需多次车加工后再经多次磨削。精度超过IT9级，粗糙度的 $R_a$ 值为0.32时，磨削后还要超精加工。

零件由多个表面构成，其中起主要作用的表面（如壳体的轴承孔、齿轮的齿形、轴类件的轴颈），其精度和粗糙度要求都比其它表面严，即称“主要表面”。设计工艺规程时要特别注意用恰当的工艺手段来确保主要表面的加工质量。

产品的装配精度要求特别高时，可按零件实际尺寸选配；位置精度要求特别高的，可在装配后组合加工或在装配时逐步调整有关零件的相互位置来保证。因此，设计图纸上的精度要求也决定了产品的装配工艺。

### 三）各零件所用的原材料

零件原材料对工艺设计有两方面影响。一是影响毛坯方案，如铸铝、铸铁、青铜等复杂件应选择铸造毛坯。二是影响精加工方案，如钢材、耐热合金、硬质合金、钛合金可用磨削和研磨作为精加工手段；铸铁、铜合金、铅镁合金一般只用精车、精镗、精铣。小孔用铰削精加工，而对铝镁合金尽量用精镗。

### 四）其它技术要求的分析

除精度、粗糙度要求之外，产品图上还可能标有其它技术要求，如：

热处理、表面处理和其它防腐要求；

磁力探伤、X光或萤光检查等特殊检验要求；

动平衡、静平衡、退磁处理等。

这些技术要求都应单独列出工序。

经过上述各项分析，可使加工工艺形成轮廓，随后再具体进行各项工艺设计。

## 二 零件的结构工艺性

设计机械零件时，除满足使用要求外，在结构方面还需符合加工制造的条件，否则，将会拖长生产周期，浪费人力、物力，有时甚至很难加工出来。为此，设计过程中需要由工艺人员参加产品图纸的工艺性审查，使之具有良好的结构工艺性。

### 一）结构工艺性的定义

结构工艺性，是指产品在结构方面应具有这种性质：它在某一生产规模时，在完全满足产品使用特性的前提下，能够采用低成本、高效率的工艺过程来制造。

结构工艺性的优劣，还应考虑两个因素。一是不同生产类型下，对它的要求不完全一样；二是要照顾到各零件相互配合的组装关系（既需考虑装配关系对各零件的要求，也要考虑整个产品的装配工艺性，保证装配时也能达到优质、高产、低成本）。

二）衡量产品的结构工艺性，一般包括下列各项：

### 1. 原材料

机械零件所用原材料，除满足强度要求外，还应考虑：

便于采购，不任意使用贵重、稀缺材料，尽量立足于本国、本地区；

便于加工，不任意使用在原始状态下具有过高硬度、过高韧性的材料。

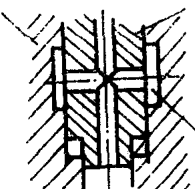
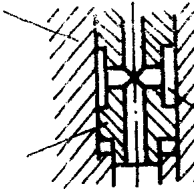
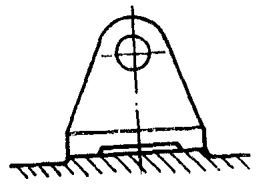
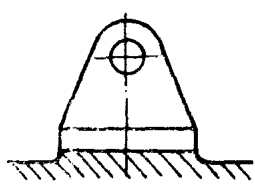
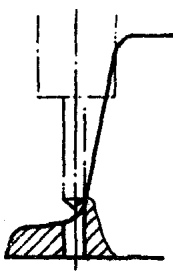
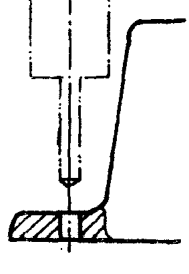
### 2. 各表面结构形状应便于加工（见表1-3）。

### 3. 各零件的结构应使整个机器便于装配、维修（见表1-4）。

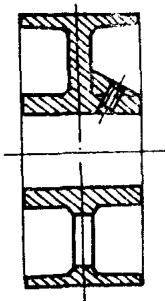
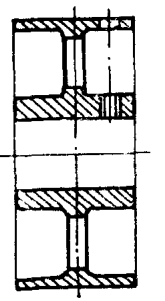
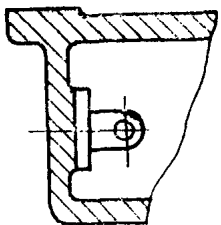
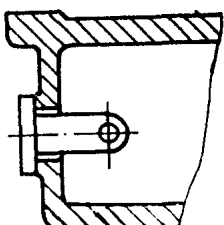
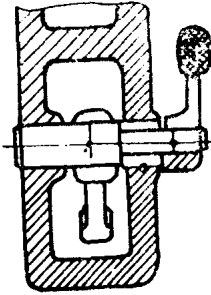
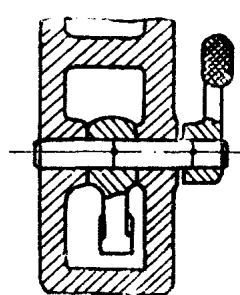
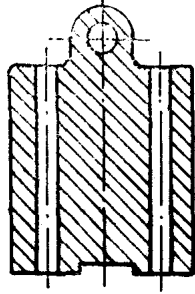
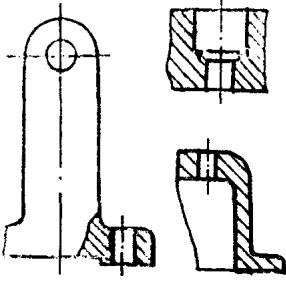
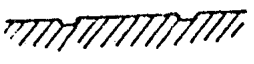
4. 所定各项技术要求应合理。过高的精度、粗糙度及其它要求，会使工艺过程复杂化，加工困难。热处理要求既要考虑到零件的使用，也要考虑到它的加工。如图1-8的方头轴中段要淬硬，尾部的 $\phi 2H7$ 孔却要求配作。该件所用材料为T8A，可淬硬至HRC55以上，即使中部采用局部淬火，尾部硬度也很高，无法在最后钻、铰孔。但如降

表 1-3

机械零件结构工艺性实例

|   | A. 结构工艺性不好                                                                          | B. 结构工艺性好                                                                           | 说 明                                            |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1 |  |  | A图件2上凹槽不便于加工和测量，应改为把槽a改在件1上（B图）                |
| 2 |  |  | A图结构底面太大，加工不方便，又易过定位；改成B图结构便于加工（底面为装配基准，要求平直）  |
| 8 |  |  | A图结构在加工时无法引进刀具，而钻头一开始要钻在弧面上，受侧向力而引偏，改成B图即可克服缺点 |

续表1-3

|   |                                                                                     |                                                                                     |                                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 4 |    |    | 图A之斜向孔加工时装夹麻烦，影响生产率，故以图B的结构为好                                 |
| 5 |    |    | 箱体类零件的外表面比内表面容易加工，遇到有与其它零件的安装配合表面，应尽量设计在外表面上                  |
| 6 |   |   | A图结构中，壳体内部面要加工，且有尺寸要求，B图结构加工方便                                |
| 7 |  |  | A图结构所设计的孔太深，不便加工，改成B图中的a和c，既便于加工，又减轻重量，节约材料，方案b便于加工和装卸螺钉（或销钉） |
| 8 |  |  | A图结构表面高低不平，不易加工，采用B图结构的形式，一次走刀即可加工完毕                          |