

中等专业学校交流讲义

电工仪表制造工艺学

哈尔滨电工学院中专部电工仪表教研室编



中国工业出版社

中等专业学校交流讲义



电工仪表制造工艺学

哈尔滨电工学院中专部电工仪表教研室编

中国工业出版社

本书是根据中等专业学校电工仪表专业的电工仪表制造工艺学教学大纲编写的。

本书共分四篇，它阐述了电工仪表制造工艺过程设计的一般原理和理论基础，研究了电工仪表制造中所采用的最主要的加工过程，以及轴尖、轴承、弹性元件、永久磁铁、标度尺和线圈等典型零件和部件的制造工艺，并详细阐述了电工仪表的装配、调整、刻度和试验等问题。

本书可供中等专业学校电工仪表制造专业作教科书之用，亦可供高等工业学校电工仪表专业的学生及电工仪表制造厂工程技术人员参考。

电工仪表制造工艺学

哈尔滨电工学院中专部电工仪表教研室编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $15 \frac{5}{8}$ · 字数 363,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印数 10,001—2,033 · 定价(9-4)1.50元

统一书号: 15165·439(一机-72)

前 言

本书是以第一机械工业部中等专业学校于1959年修訂的[电工仪表制造工艺学]教学大纲为根据，在哈尔滨电工学院中专部电工仪表制造专业过去几年中所使用的[电工仪表制造工艺学]讲义的基础上，吸取了各兄弟学校的教学經驗和来自各方面的意見編写出来的。全书内容分四部分：电工仪表制造工艺过程設計的一般原理和理論基础；电工仪表通用零件的制造方法；电工仪表特殊零件和部件的制造；电工仪表的装配、調整、刻度和試驗。全部内容可供100~120学时讲课之用。各校在使用本书时，可根据各校所規定的授課时数和需要对本书内容加以增删。

編写本书时，主要参考了有关的苏联书籍和期刊，另外还适当引用了我国某些仪表制造厂的先进經驗和資料。

由于这一次是初次編写，加以編者的水平不高，书中一定会有某些缺点与錯誤，編者誠恳地希望讀者提出批評和指正。

編 者

目 次

前 言..... 3

第一篇 电工仪表制造工艺过程

设计的一般原理和理论基础

第一章 工艺过程设计的基本概念..... 7

1-1 基本概念和定义..... 7

1-2 生产类型..... 8

1-3 工艺过程设计..... 9

第二章 工艺过程设计的一般原理..... 11

2-1 工艺过程典型化..... 11

2-2 结构工艺性..... 12

2-3 工序的集中和分散..... 13

2-4 加工顺序的确定和设备的选择..... 14

2-5 工艺方案的经济评价..... 15

第三章 加工精度..... 18

3-1 概述..... 18

3-2 产生制造误差的原因..... 18

3-3 加工误差的分析和计算方法..... 22

3-4 平均经济精度..... 25

第四章 表面质量..... 26

4-1 表面质量的概念..... 26

4-2 表面微观几何形状的形成..... 27

4-3 表面质量对仪表零件工作性能的影响..... 28

4-4 表面微观几何形状表示方法..... 30

4-5 表面光洁度的检验方法..... 31

第五章 零件的基准与定位..... 32

5-1 基准的定义和分类..... 32

5-2 六点定位原理..... 33

5-3 基准的选择..... 34

5-4 零件的定位精度..... 35

5-5 典型定位方法的分析..... 36

5-6 基准尺寸的计算..... 39

第六章 加工余量与工序尺寸..... 41

6-1 概述..... 41

6-2 加工余量数值的计算..... 41

6-3 工序尺寸的计算..... 43

第二篇 电工仪表通用零件的制造方法

第七章 坯料的准备..... 45

7-1 概述..... 45

7-2 板料的裁切、校平和精压..... 45

7-3 杆料的矫直、裁切和校准..... 48

第八章 冷冲压..... 50

8-1 概述..... 50

8-2 剪裁..... 53

8-3 弯形..... 56

8-4 压延..... 58

8-5 压棒..... 60

8-6 成形..... 62

8-7 冲压设备..... 62

8-8 冲裁和冲孔的精度..... 64

第九章 塑料零件的制造..... 65

9-1 概述..... 65

9-2 塑料..... 65

9-3 塑料制品的结构工艺性..... 66

9-4 塑料压制工艺..... 67

9-5 压模与压力机..... 69

9-6 废品的产生..... 71

第十章 铸造..... 72

10-1 砂型铸造..... 72

10-2 蜡模铸造..... 73

10-3 硬模铸造..... 73

10-4 压力铸造..... 73

第十一章 机械加工..... 75

11-1 车削..... 75

11-2 铣削..... 77

11-3 磨削..... 77

第十二章 表面被复层..... 78

12-1 金属被复层..... 80

12-2 化学被复层..... 87

12-3 油漆被复层..... 88

第三篇 电工仪表特殊零件 和部件的制造

第十三章 軸尖的制造	89
13-1 概述	89
13-2 軸尖的材料	89
13-3 高碳鋼軸尖的制造	90
13-4 鈷錫合金軸尖的制造	97
第十四章 軸承的制造	97
14-1 制造軸承用的材料	97
14-2 人造剛玉的制造	98
14-3 寶石軸承的制造	99
14-4 寶石軸承的固定	103
第十五章 彈性元件的制造	103
15-1 概述	103
15-2 游絲的制造	104
15-3 張絲和懸絲的制造	112
15-4 无力短導流絲的制造	113
第十六章 永久磁鉄的制造	116
16-1 永久磁鉄的結構工艺特点	116
16-2 硬磁材料的工艺特点	116
16-3 錳鋼、鉻鋼和鈷鋼磁鉄的制造	117
16-4 鉄-鋁-鋇基合金磁鉄的制造	118
16-5 粉末合金磁鉄的压制	121
16-6 銀鉄塗氧磁鉄的制造	121
16-7 鉄鋁碳合金磁鉄的制造	122
16-8 充磁	122
16-9 磁鉄的老化	124
16-10 磁鉄的檢查	124
第十七章 标度尺	125
17-1 影印法	125
17-2 腐蝕法	126
17-3 貼紙法	126

17-4 噴漆法	127
17-5 夜光标度尺的制造	128
17-6 制造标度尺所用的設備	129
17-7 标度尺的制造誤差	133
第十八章 綫圈的制造	134
18-1 概述	134
18-2 材料	134
18-3 繞綫設備	135
18-4 綫圈的浸漬	138
18-5 錳銅电阻的老化	140
18-6 綫圈制造的工艺过程	141
18-7 綫圈的檢查	143

第四篇 电工仪表的装配、 調整、刻度和試驗

第十九章 仪表装配	145
19-1 总論	145
19-2 活动部分装配	151
19-3 測量机构装配	163
19-4 仪表的总装配	175
19-5 感应式五時計的装配	181
第二十章 电工仪表的調整和刻度	187
20-1 概論	187
20-2 直流仪表的調整	190
20-3 交流仪表的調整	199
20-4 仪表的刻度	220
第二十一章 电工仪表的試驗	233
21-1 試驗的任务和形式	233
21-2 試驗方法	234
21-3 仪表試驗設備	241
附录	249
参考文献	250

第一篇 电工仪表制造工艺过程 设计的一般原理和理论基础

第一章 工艺过程设计的基本概念

1-1 基本概念和定义

生产过程 把原材料或毛坯变成成品（仪表）的全部劳动过程，称为生产过程。它可分为基本生产过程和辅助生产过程两部分。

基本生产过程就是制造零件和装配仪表的过程；辅助生产过程是指保证基本生产过程正常进行的其他过程，如：生产准备、技术器材供应、检验、设备维修、车间运输和厂内运输等。

工艺过程 直接与改变各个零件的形状和性能以及与装配有关的那一部分生产过程，称为工艺过程。电工仪表制造工艺过程分为两个主要阶段：零件的制造和装配。

电工仪表制造的工艺过程由许多部分组成。

工序 工序是工艺过程的一部分，是指在一个工作地点上由一个工人对某一固定的零件或装配单元所做的全部连续不断的工作。因此工序的特征是：「三定」（即定工人，定加工对象和定工作地点）以及工作不中断。如果这四个因素中有一个发生改变，就算是另一道工序。

必须指出：工序是工艺过程的基本组成部分，并且是生产计划及成本核算的基本单元。

安装 安装又称为定位，是指将被加工的零件或装配单元固定一次时所做的工作。它是工序的一部分。

工位 零件或装配单元在一次固定时对于设备的每一不同位置称为工位。如图1-1，当铣削完零件台阶面Ⅱ以后，不卸下零件，而仅使夹具旋转180°，使Ⅰ面转到Ⅱ面的位置进行加工，即为在一次安装中分成两个工位进行加工。

工步 工步是工序（或安装、工位）的一部分，它是指在工具（或同时工作的工具组）和加工用量不变的情况下，加工零件（或装配单元）同一表面（或一组表面）的过程。凡符合于上述三个因素（加工表面，工具和加工用

量）的一整套操作过程，就算是同一道工序，如果改变了上述因素的任何一个，就成为另一道工序，工步可以包括几次走刀。

走刀 走刀是指加工表面、工具和机床的调节状态不变的情况下，削去一层金属的那一部分工步。

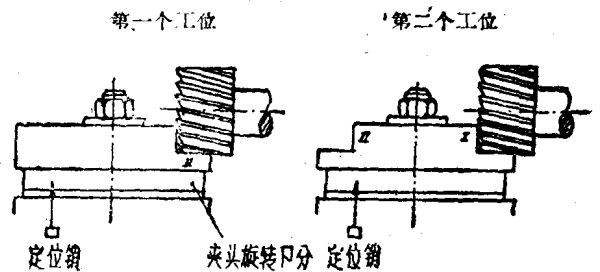


图1-1 以两个工位铣削零件。

动作 工人在加工过程中每次有目的的行动称为动作。这个术语在工艺过程中不采用，主要是在标定工时上应用。

1-2 生产类型

和其他机器制造部门相同，在电工仪表制造业中，生产类型也分为三种主要形式，即单件生产、成批生产和大量生产。

单件生产 是指一次生产的一种或数种产品，以后不再重复生产，或者再次重复生产，但间隔日期并无规定的生产形式。

单件生产的产品多半为用途不广的仪表，一般是根据特别订货来生产的。

大量生产 是指采用在每个工作地点上经常反复的进行同一固定工序的方法来完成产品生产的生产形式。

大量生产的产品多半为应用广泛，产量很大并且已经定型的仪表，如瓦時計等。

成批生产 是指按一定的数量或批次生产产品，并且每隔一定时间，生产对象重复一次的生产形式。

电工仪表的生产多半采用成批生产的形式来进行，根据每批生产的数量的大小、劳动量和一年中生产重复的次数，成批生产可分为大批生产小批生产。

必须指出：上述三种生产类型实际上是难于区别的，对于电工仪表的生产，大体上可以这样来区别，即每月产量 6000~10000 台为大量生产；每月产量 2000~5000 台为大批生产；每月产量几百台为小批生产；每月产量一、二十台的则为单件生产。

由于生产类型的不同，因此对生产组织、生产管理、车间布置、设备、加工方法和工人的熟练程度等各方面的要求也有所不同，所以在设计工艺过程时，必须预先知道生产类型，使所设计的工艺过程与生产类型相适应，只有这样，才能获得最大的经济效益。

上述三种生产类型的特征见表 1-1。

表 1-1 各种生产类型的特征

	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
每种产品的年产量	几个到几十个（个别订货）	几百个到几千个	几千个到几十万个
生产的重复性	偶尔	定期地	不断地
产品名称	多样化	较多，但十分有限（几十种）	非常有限（几种）
产品性质	试验，特殊用的	定型的和标准化的	标准化的
工作地点的专业化程度	没有	完成几个工序	完成一个工序
设备	通用的	通用的和专用的	专用的
设备排列	按设备类型	按设备类型和工艺过程	按工艺过程
加工工具	标准的	标准的和特殊的	特殊的和标准的
检查测量工具	多种测量的	界限测量的和多种测量的	界限测量的
夹具	万能的	万能的和专用的	专用的
互换性	没有	完全或不完全的	完全

(續)

	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
装配形式产品的生产	固定	移动或固定	移动
周期	最长	中等	最短
产品成本	高	中等	最低

1-3 工艺过程設計

設計工艺过程必須具备的原始資料为：仪表的工作图、技术条件、生产綱領和其他有关的參考資料，例如：設備性能数据、工具与夹具的标准和規格、加工余量和工序余量的定額标准、技术經濟核算和技术定額的原始数据等。

零件制造工艺过程設計的順序如下：

1. 研究零件工作图和技术条件；
2. 选择制造毛坯的方法及其材料；
3. 編制材料的技术条件（根据需要）和填写材料卡片；
4. 拟訂加工計劃和填写工艺路綫卡片；
5. 計算工序的技术规范和定額；
6. 选择各道工序用的設備、工具和夹具并填写工序卡片；
7. 設計加工用和檢查测量用的工具和夹具；
8. 編制工艺装备組成目录；
9. 編制檢查卡片；
10. 計算所需要的設備、工艺装备、运输工具的数量，必要时編制設備布置計劃；
11. 在实践中檢驗所設計的工艺过程的正确性并加以校正。

仪表部件装配和仪表总装配及調整的工艺过程設計的順序大体上与上述設計順序相同，所不相同的是装配工艺过程設計用不着經過第 2、3 項的順序。

必須指出：上面所述的設計順序和設計的詳細程度是对大量生产和大批生产而言的。在成批生产中只設計工艺路綫卡片，不需要設計如此完整詳細的工序执行制度和工序卡片。在小批生产和单件生产中，除此之外，对簡單的零件不指明所用的設備，不規定工序的組成，而对于专用工具和夹具的設計，只是当不采用它們时不可能保証零件的規定尺寸精度和形状的条件下才进行。在这种情况下，既不进行設備負荷的計算，同时也不制訂工艺計劃。

在大量生产和大批生产中所采用的确定工艺过程的文件計有：工艺卡片，工艺手册，主要材料和輔助材料消耗定額明細表，刀具、量具和夹具明細表，所需的劳动力和設備負荷明細表等。

下面論述几种最主要的工艺文件的内容：

1 工艺卡片 工艺卡片是指导工人生产和組織工艺准备工作的主要文件。各工种所用的工艺卡片的格式是不同的，它是包括零件（或部件）在各工序加工中所需的全部指示。

工艺卡片上所記載的工艺过程及所填注的一切計算数据，必須經過彻底的审查，并且

经过成批试制的鉴定后才能对它做最后的确定。工艺卡片经过工厂的总工艺师和工厂的总工程师批准后，发给对各个生产车间作为生产的指南。

在电工仪表制造厂中主要采用工艺路线卡片。

在工艺路线卡片中列出了被加工对象（零件、部件或仪表）在加工过程中所经过的各个车间或工段的先后顺序，以及对被加工对象所进行的全部工序的名称，工艺路线卡片中也记载了生产计划所必须的资料。

工艺路线卡片适用于单件生产。在成批生产中，当不需要详细规定过程的细节时，以及在很长的时期内对某一种零件不硬性规定用某一种设备来对它进行加工时，也可采用工艺路线卡片来组织生产。

工人利用工艺路线卡片进行生产时，必须同时采用图纸，没有图纸工人不能使用工艺路线卡片。

在某些场合，为了便于应用，在工艺路线卡片上附以所谓[工序草图]。

工序草图上只标明该工序加工所需的尺寸，所注的尺寸必须是用不着再根据所规定的工艺基准进行尺寸换算的。在工序草图上还标明零件的待加工表面和加工顺序号码，同时在卡片的工序栏对面也注明待加工表面的号码。

附有工序草图的工艺路线卡片的优点是：篇幅小，但却能使工人对各道工序的加工顺序和每道工序的内容有充分地了解。这种变态的工艺路线卡片，由于在绘制形状复杂的、待加工表面很多的零件图时，有困难，因此没有得到推广。

2 工序卡片 工序卡片也称为操作卡片，其主要的作用为具体指导工人进行生产，作为工人在生产中必须遵守的操作命令。因此工序卡片是专门为每道工序编制的。工序卡片中所包含的内容也和工艺路线卡片相同，但是除此之外，它还载明所有各道工序的名称和详细说明，说明中列出每道工序的执行方法，以及有关测量和试验的制度和等方面的补充资料。

在工序卡片中绘有零件或零件一部分的草图，草图上只表明为完成该工序所需的加工尺寸和加工说明（零件在机床上的安装和固定方法，夹具、工具和量具的安装等）。

工序卡片适用于大批生产和大量生产中。

有时某些工序的工序卡片可用生产技术说明书（例如调整和刻度说明书、人工老化说明书、充磁说明书、热处理说明书等）来代替。

检查卡片是检查科检查员所使用的主要技术文件，在这卡片上标明工序名称、技术检查说明、被检零件的数量、所用的量具和印戳名称、技术要求等，检查卡片通常是不必附以零件工作图的，但在必要时也附以零件草图。

主要材料和辅助材料消耗定额明细表是工艺文件的非常重要的组成部分，根据这些表册的资料，工厂才能得到材料资金。因此工厂生产的保证取决于其正确性。主要材料消耗定额明细表的内容包括：零件的名称和符号、规格、标准、材料的形状和尺寸、每个零件的毛坯重量、材料利用系数、废料尺寸、零件和产品的材料消耗定额和单价等。

第二章 工艺过程设计的一般原理

2-1 工艺过程典型化

虽然仪表零件的结构形状和尺寸是庞杂多式多样的，但它们都是由有限数量的各种表面（外圆柱面、内圆柱面、平面、齿轮表面等）所组成的，并且零件的各种表面形状都可用适当的工具在一定的设备上加工出来。

显然，由同样一个表面形状所组成的各种零件，尽管它们在结构上有很大的差别，但它们的加工工艺过程将具有很多共同之处。因此人们为了减轻设计工艺过程时所耗费的人力物力，并创造条件使先进的加工方法得到推广，便产生了工艺过程典型化的意图。

工艺过程典型化就是将零件划分成类，并制定出来各类零件的典型工艺过程。

零件的分类必须以本工业部门的特点（按零件的用途、外形和材料等）作为根据，分类的主要目的是把尺寸不同，但形状结构和用途相类似、且工艺上也相似的零件归纳在一起，以便为这些零件编制共同的工艺过程。

把零件分类后，又可根据零件外形的不同而分为组，组又可根据尺寸的不同分为型。

根据结构工艺特点，电工仪表的零件可分为下述几类：

- 1) 轴（轴、小轴、轴尖等）；
- 2) 套（套、轴套、轴承等）；
- 3) 固紧零件（防松螺钉和螺帽，精密螺钉机械零件，平衡杆和带螺纹的平衡锤等）；
- 4) 弹性零件（圆柱形弹簧、游丝、张丝、悬丝、无力矩导流丝等）；
- 5) 齿轮；
- 6) 凸轮；
- 7) 活动部分零件（指针、动铁心、导片、阻尼片、指针支片、动框等）；
- 8) 仪表外壳零件、支架和表底（外壳基座、表盘、框架、铸造套环等）；
- 9) 导磁体（永久磁铁、铁心、导磁体等）；
- 10) 标度尺和刷子；
- 11) 线圈（动圈、固定线圈、感应线圈等）；
- 12) 电气绝缘零件。

在成批生产和小批生产的仪表制造厂中，推行典型工艺过程时采用以下两种基本文件作为主要工艺资料：未标尺寸的[空白标准图]和作为指导性资料的工序卡片。根据这两种文件便可编制出具体零件的工艺过程。

工艺过程典型化的问题根据生产类型的不同可采用不同的办法来解决。

在小批生产和大批生产中，推行典型化可以大大简化和加速生产准备工作，并缩减其费用。因此在产品的品种繁多，且经常更换的电工仪表制造厂中，实行典型化的要求尤其

迫切。

在大量生产的条件下，工艺过程典型化能够促进工厂的工艺水平大大提高。但是不要认为典型化可以代替全部生产过程的組織。

典型工艺过程必須根据科学技术上的新发明和技术革新的新成就而不断的加以改进。

2-2 結構工艺性

仪表的結構首先决定于其用途及使用条件下所应具有的一些性能。但除此以外，仪表的結構也应滿足对生产方面的要求，即滿足結構工艺性的要求。所謂結構工艺性是指該結構能在一定的生产規模和生产条件以及在不降低使用质量的情况下，以花費最少的劳动量和費用，用高生产率的方法进行加工。

正确解决結構工艺性的問題，是提高生产率和降低产品成本的重要方法之一。

結構工艺性可分为两部分：零件結構的工艺性和仪表結構的装配工艺性。在决定所設計的零件結構工艺性时，必須考虑到該零件結構对整个仪表結構的装配工艺性所影响，只有全面考虑这两方面，才能得到好的效果。

此外，應該考虑到仪表結構的工艺性是生产規模与生产条件的因素。仪表的生产規模越大，則結構工艺性也就越高。滿足大量生产要求的仪表結構，可能对单件生产和小批生产是非工艺性的。

1 零件結構的工艺性 零件結構的工艺性可由毛坯制造和机械加工两方面来审查。

零件的結構直接决定了毛坯的結構，因此必須从毛坯制造方面（制造的可能性，方便程度和制造质量）来审查零件的結構。下面叙述与零件机械加工有关的基本要求：

各个不同的表面彼此之間应尽可能地互相垂直或平行。因为彼此之間傾斜时，照例是难于加工的。应采用穿透的孔来避免采用精密的深孔。外壳上的各个待加工的台阶应在同一平面上（图2-1 a）。退刀的小沟必須規定（图2-1 b），同一軸上的各个梢子槽宽度应相同，应避免采用专用钻头才能钻出的孔，特别是直接靠近零件壁而需要用长钻头钻出的孔（图2-1 c、f），不宜在斜面上钻孔，在钻头入口处应設計出一个与孔中心綫垂直的台阶。

設計零件时应考虑到零件在机床或

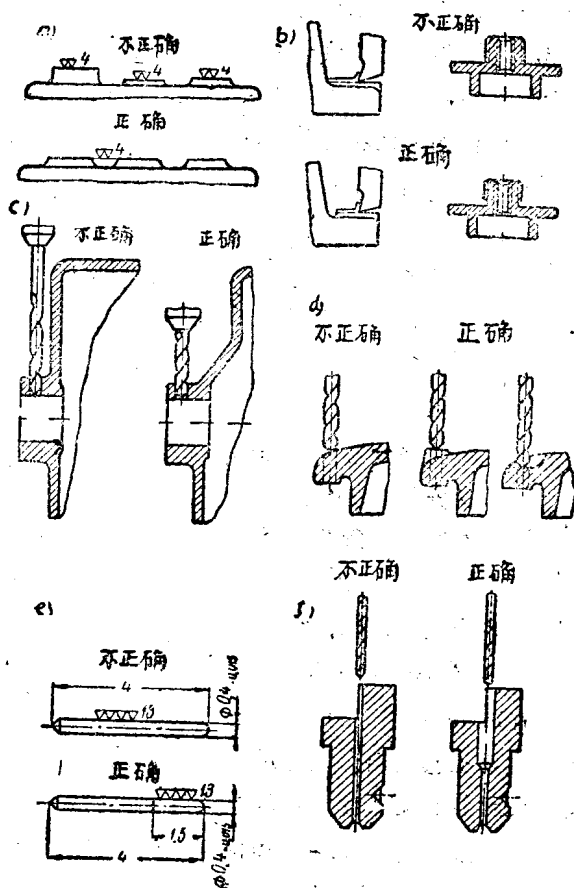


图2-1 工艺性結構与非工艺性結構。

夹具上安装的便利，以便保证零件有足够的刚度和制造精度。

零件表面的制造精度与零件尺寸有关。随着表面尺寸的增大，制造误差也增大，因此必须使待加工表面的尺寸在仪表的允许工作条件下缩小到最小（图2-1 E）。不应该为了避免加工的复杂化而使零件复杂化。

在某些情况下，为了简化制造工艺和节约材料起见，可以在增多零件数量方面寻找解决问题的途径，例如图2-2 a 所示的结构对零件制造是不方便的，而改用图2-2 b 所示的几个组成部分组合成的结构后，却能使制造工艺简化。

零件结构的工艺性可用下述指标来评定：

a) 待加工的零件表面容易达到，并且其数目最少；

b) 零件的外形容易加工，并且所有的表面都可以用标准和统一的工具来测量；

c) 零件的外形有利于把零件轻易而迅速地安装到机床上，并且在加工后也容易把它从机床上取下；

d) 零件不需要钳工加工；

e) 零件可以用保证零件互换性的先进自动化加工方法（例如冲压、塑料压制、压力铸造等方法）来加工。

2 仪表结构的装配工艺性 仪表结构的装配工艺性差时，装配的劳动量就会增加，从而使装配费用提高，仪表的结构应尽可能地适应于流水装配的组织形式。

仪表结构的工艺性通常以下述指标来评定：

a) 仪表结构的复杂程度（零件和部件的数量及其复杂程度）；

b) 结构与生产规模相适应的程度；

c) 仪表制造的繁重程度；

d) 主要的零件和部件以及整个仪表的成本；

e) 结构统一的水准及其与已掌握的类似仪表的系统性关系。

2-3 工序的集中和分散

制订加工计划和确定工艺过程中的工序数目时，可以工序集中原则或工序分散原则为出发点。

工序集中的原则就是把工艺过程分为数目极少的工序，而每道工序包含很多的工步。工序分散的原则与此相反，把工艺过程分为最简单的工序，而每道工序中则包含的工步的数目很少。

工序集中的优点是：

1) 由于零件是在一次安装中进行集中加工，因而可以提高加工精度；

2) 有可能应用高生产率机床和实行多机床管理；

3) 可减少零件定位与夹紧所需要的夹具；

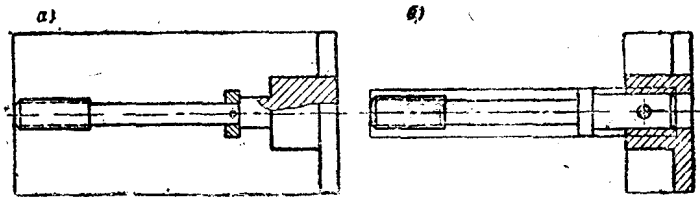


图2-2 调节头结构的两个方案（细线条表示毛坯的外形）。

- 4) 由于加工工序数目的减少, 可縮短生产周期;
- 5) 可簡化生产計劃工作(因为工序数目越少, 工艺文件也就愈少);
- 6) 可减少生产面积和设备数量;
- 7) 可减少半成品的数量。

工序集中的缺点是: 设备的結構复杂和价格昂贵; 調整机床費時間; 由于机床結構复杂, 掌握机床需要較长的時間; 对工人技术水平要求較高。

工序分散的优点是:

- 1) 所用的設備較簡單;
- 2) 容易設計所需要的工艺装备(工具、模具等);
- 3) 調整設備較簡單;
- 4) 对工人技术水平要求較低;
- 5) 在生产对象变更时, 生产改建工作較少。

其缺点是: 所占的生产面积較大; 設備数量較多; 生产周期較长。

由上看出, 工序集中的优点正好是工序分散的缺点, 而工序分散的优点也正好是工序集中的缺点。因此, 为了正确的作出关于工艺过程分散程度的决定, 必須对各个工艺过程方案作全面的技术經濟分析。必須指出: 生产規模、現有設備和零件的外形对工艺过程的分散程度起着决定性的影响。

在稳定的大量生产和大批生产中, 特别是在自动流水綫中, 工序集中的原則得到了高度的发展。在生产对象經常更換或缺乏必要設備的場合下, 通常采用工序分散的原則。

实际上, 在現代化生产中, 同时存在着工序集中和工序分散的原則, 而对不同情况采用不同的原則。

2-4 加工順序的确定和設備的選擇

加工順序根据以下的原則确定:

- 1) 零件的加工必須从以后各工序作定位基准用的表面开始, 对于第一道工序的定位必須尽可能选取零件上較平整和較光洁的未加工表面作基准;
- 2) 加工定位面以后, 即以此表面作为零件的定位基准, 加工其他表面;
- 3) 每个下一道工序應該减小誤差并改善上一次加工的表面质量;
- 4) 先加工不太精确的表面, 然后加工比較精确的表面;
- 5) 可能出現大批廢品的工序尽可能排在工艺过程的前面进行;
- 6) 除以后工序作定位基准用的钻孔以外, 钻孔工序应排在工艺过程的最后;
- 7) 在按着加工类型組織車間或工段时, 应力求按设备类型把相同的工序組合在一起, 以縮短零件运输的路程。

如各道工序选择机床时, 应从下述几个原則出发:

- 1) 机床的生产率应与生产規模相适应, 在单件生产和小批生产时采用广泛用途的机床; 在大批生产和大量生产中就应选用高生产率机床或专用机床。当所选用的机床的生产率过低时, 就会使該工序同类型的机床过多, 而使工人、工夹具、生产面积增加。相反, 机床生产率太高时会使机床負荷不足, 使制造零件的間接費用增加, 因而影响产品成本;

- 2) 机床的功率应尽可能符合于完成某道工序所要求的最大功率;
- 3) 机床应能保证零件所要求的加工精度;
- 4) 机床的工作区域应与零件外形尺寸相适应;
- 5) 在满足零件加工质量和生产率的要求下, 应尽可能采用价格低廉的机床;
- 6) 尽可能采用国产机床。

夹具选择的原则, 基本上与选择机床的原则相同。产品产量不大时, 应尽可能采用通用的或标准的夹具, 只有在产量较大而又缺乏高生产率专用设备时才设计和制造专用夹具。

2-5 工艺方案的经济评价

设计工艺过程时, 一般可以制订出足以保证要求的加工精度, 表面光洁度和其他技术要求的工艺方案。因此, 必须从这些方案中选出合乎给定的生产条件的最经济的方案。

一般说来, 能保证产品成本最低的工艺过程, 便是最经济的。

生产类型在很大的程度上已经预定了如何去从许多技术上可行的方案中选择某些经济上合算的方案, 但是, 只限于一般性推测往往是不解决问题的。因此必须进行专门的计算和比较。

零件成本是工艺过程经济性的主要指标。因为在比较几个工艺方案时不可能考虑到所有的费用。因此, 只比较那些对该工艺方案有直接影响的费用, 所以不采用车间或工厂的成本, 而采用所谓工艺成本。

工艺成本即总成本中与选定的工艺方案直接有关的那部分成本, 在这个定义下, 单件成本可用下式表示:

$$k = A + \frac{b}{x}$$

式中 x ——所生产的零件数量;

A ——每个零件的日常开支总和;

b —— x 个零件一次开支的总和。

方程式的图解是一个双曲线 (图2-3)。从图上可看出, 在工艺过程不变的情况下, 成本是零件数量的函数。如果各方面没有任何改变, 也不增加一次开支, 则增加零件数量可降低成本。

如果一个零件可以用两种工艺过程方案进行加工, 则可用下述方法比较这两个方案的经济性。

假设第一个方案中的零件成本为 $k = A_1 + \frac{b_1}{x}$, 第二个方案中的零件成本为 $k_2 = A_2 + \frac{b_2}{x}$

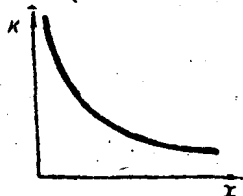


图2-3 单件成本与零件数量的关系。

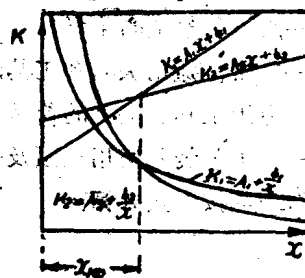


图2-4 两个不同的工艺方案经济性的比较。

$\frac{b_2}{x}$, 这两个方程式的图解见图 2-4, 曲线的交点 x_{kp} 表示两方案中零件成本相等时的零件数量。显然,

$$x_{kp} = \frac{b_2 - b_1}{A_1 - A_2}.$$

从图中可看出, 如果所生产的零件少于 x_{kp} , 则用第一种方案得到的成本较低。当零件数量高于 x_{kp} 时, 采用第二种方案可得到较低的成本。

全部零件成本的比较可以代替单件成本的比较, x 个零件的总成本 $K = kx = Ax + b$, 这方程式的图解是一条直线。

根据上述两个方案, 总成本分别为:

$$K_1 = A_1x + b_1$$

$$K_2 = A_2x + b_2$$

图 2-4 画出了相应的直线, 这时 $A_1 > A_2$, 但 $b_2 > b_1$ 。虽然第二个工艺方案的一次开支较高, 但当零件数量超过 x_{kp} 时, 由于工资开支较低以及在个别情况下材料消耗降低, 因而使零件成本降低。

如果在某一个工艺方案中, A 和 b 两值都比另一个工艺方案中的相当值大或小, 则 x_{kp} 就小于零, 实际上这说明前一个方案比另一个方案的成本高或低, 与零件的数量无关。

如果有几个工艺方案, 同样可以列出相应的方程式, 并根据零件数量来确定那个方案的成本最合理。例如, 同时有四个方案供选取, 则可列出相应的方程式并作出图解。假定所作出的图解如图 2-5 所示, 从图中可看出: 第一个方案应该用于零件数量由零到 x'_{kp} 的范围, 第二个方案用于零件高于 x'_{kp} 而低于 x''_{kp} 的范围, 第四个——高于 x''_{kp} , 第三个方案则完全不合用。

为了进行工艺方案经济性方面的比较, 必须事先确定日常开支总和 A 和一次开支总和 b 。

单件的日常开支总和 A 可用下式表示:

$$A = m + c + P$$

x 个零件的一次开支总和 b 与生产纲领无关, 可用下式表示:

$$b = l_n + ik$$

式中 m ——主要材料费用(包括利用废料时工厂收回的资金在内);

l ——直接工资;

l_n ——设备调整工的工资;

P ——设备、通用夹具和工具的维护费;

i ——专用工具和夹具的价值;

k ——按工艺装备使用期限及维修费用定出的折旧率。

主要材料费 m 按下式计算:

$$m = C_M q_M - C_0 q$$

式中 C_M ——单位材料(公斤、米、平方米等)的价值;

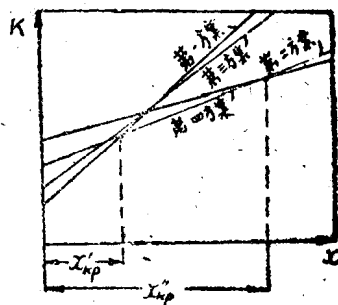


图2-5 四个工艺方案经济性方面的比较。