

中等專業學校教學用書

量具量儀 制造工艺学

切斯特諾夫著



机械工业出版社

中等專業學校教學用書



量具量儀制造工艺学

切斯特諾夫著

甘永立譯

苏联机床制造工業部教育司推荐为
机床工具制造中等專業學校教科書



机械工業出版社

1957

出版者的話

本書为技术科学候补博士切斯特諾夫 (А. Л. Честнов) 所著。

本書講敘量具的和量仪零件的制造方法。

本書共分三篇。上篇講敘机器制造工艺学的基本知識、制造毛坯的方法和在金屬切削机床上机械加工的工艺。中篇講敘热处理方法、量具的磨削和研磨、制作刻度的方法以及提高耐磨性的方法。下篇講敘量具量仪典型零件的制造工艺过程。

本書适用于作工具制造中等專業学校教本，也是量具量仪制造工艺师和工長的一本良好参考書。

苏联 А. Л. Честнов 著 ‘Технология изготовления измерительных инструментов и приборов’ (Машиз 1952 年第一版)

NO. 1378

1957 年 5 月第一版 1957 年 5 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 327 千字 印張 11 $\frac{15}{16}$ 0,001—4,400 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 1.50 元

目 次

原序	7
----	---

上 篇

第一章 机器制造工艺学的基本知識	9
------------------	---

1 机械加工工艺規程的設計	9
2 机械加工的精度	15

机床在無負荷状态下的不精确度(16)——机床、工具和被加工零件的变形对加工精度的影响(17)——夹紧时零件的变形(20)——温度变形(21)——机床和刀具的磨损对加工精度的影响(23)——各种加工方法的平均經濟精度(24)——用数学統計法确定加工誤差(28)——按規定尺寸調配机床的方法(31)

3 机械加工后表面的質量	35
--------------	----

金屬表面層的状态(35)——机械加工后表面的光潔度(36)——表面光潔度的分类(38)——量具量仪工作表面的光潔度(43)

4 加工时零件的定位和夾具設計	48
-----------------	----

安裝表面(基面)的选择(48)——夾具的支承件(51)——夹紧裝置(53)——夾具的構造(57)

第二章 制造毛坯的方法	61
-------------	----

1 鑄鐵鑄件和有色金屬鑄件	61
---------------	----

砂型鑄造(61)——金屬型鑄造(63)——压力鑄造(64)——失蜡鑄造(66)

2 自由鍛造和模鍛	68
-----------	----

3 冲压	71
------	----

落料和冲孔(72)——拉深(76)

4 毛坯的切斷	77
---------	----

5 加工留量和工序間公差	80
--------------	----

6 金屬的節約	82
---------	----

第三章 在金屬切削机床上机械加工	87
------------------	----

1 迴轉零件的加工	87
-----------	----

在普通螺紋車床上加工(87)——在轉塔車床上加工(94)——在多刀車床上加工(96)——在自动車床上加工(98)

2 平面零件的加工	100
-----------	-----

銼削(101)——銼削(103)——荒磨(109)	
3 在鑽床和銼床上加工	110
4 拉削加工	115
5 齒輪和齒軸的齒的切削	116
仿形法銼齒(117)——滾切法銼齒(117)	
6 量具量儀零件上的螺紋的切削	122
切螺紋的方法(122)——在精密螺紋車床上切螺紋(123)——螺距的校正(126)	
——圓錐螺紋的切削(128)——切螺紋用的刀具(130)——螺紋的滾壓(132)	
——螺紋的銼削(133)——螺紋的旋風切削(134)	

中 篇

第四章 量具的材料和熱處理	136
1 對量具材料的要求	136
2 工具鋼及其用途	137
3 量具熱處理的特點	139
4 高頻電流加熱淬火	141
5 回火、時效和冰冷處理	145

第五章 磨削和研磨

1 磨削	148
磨料(148)——磨輪的裝卡和平衡(154)——磨輪的修整(155)——圓周磨削(159)——平面磨削(168)——螺紋的磨削(172)——製造量具時磨輪的選擇(196)	
2 樣板磨削工藝	196
用虎鉗和正弦尺磨輪廓樣板(197)——用將磨輪整形的方法磨樣板(201)——磨輪按靠模的整形(210)——輪廓樣板的座標磨削法(212)——大半徑圓弧的磨削(230)——在平面磨床上按靠模磨削用的夾具(231)——在輪廓磨床上磨樣板(233)	
3 量具的研磨	234
平面零件的研磨(238)——圓形零件的研磨(242)——螺紋零件的研磨(246)——研磨用的磨料(248)——研具材料(251)	

第六章 量具量儀零件上的刻度和符號的製作

1 在刻度機上製作刻度	255
2 照相機法晒印刻度	261

3 石印法印刷刻度	263
4 压刻法制作刻度綫和符号	265
5 数字和符号的雕刻	266
第七章 量具的耐磨性	268
1 量規材料磨損的實驗室試驗	268
2 提高量規和量具耐磨性的方法	279

下 篇

第八章 量具量仪典型零件制造工艺規程	285
1 圓柱形光面塞規的制造工艺	285
錐柄塞規的制造(287)——套式塞規的制造(288)——不全形塞規的制造(289)	
——圓棒式塞規和度量螺紋用的三針的制造(289)——制造光面塞規时的工序留量(290)	
2 圓錐形光面零件用的量規的制造工艺	292
3 螺紋量規的制造工艺	294
螺紋塞規的制造(294)——螺紋环規的制造(298)——制造螺紋量規时的工序留量(300)——圓錐螺紋量規的制造(303)	
4 花鍵量規的制造工艺	312
5 卡規的制造工艺	314
不能調整的光面卡規的制造(314)——可調整卡規的制造(325)	
6 檢驗平板的制造工艺	328
7 塊規的制造工艺	331
8 千分尺的制造工艺	335
尺寸为0~100公厘的千分尺的制造(335)——大尺寸千分尺的制造(350)	
9 卡尺的制造工艺	354
10 量仪齿条、齿軸和齿輪的制造工艺	370
11 量仪指針的制造	373
附录	377
参考文献	382

原 序

量具量仪制造工艺学是机器制造工艺学中的一部分。

苏联在几个斯大林五年计划的年代里，創立了本国的量具量仪制造工艺学。苏联的科学家、工程师、發明家、工長和斯大哈諾夫工作者都曾積極参加創立这一門工艺学。

苏联工具制造的基本特点，在于它是在科学的基础上發展起来的，並考虑到机器制造工艺上的成就。在掌握生产的过程中，拟定了詳細的工艺規程，設計了夾具、專門的刀具和量具的圖紙。

机器制造工艺学是一門应用科学，它是由苏联的科学家根据本国科学上的成就和苏联机器制造業中的工作經驗加以总结而創立的。

苏联的科学家格烈丙西柯夫 (И.В.Гребенчиков) 院士和苏联科学院通訊院士庫茲涅佐夫 (В.Д.Кузнецов) 在科学上有巨大的貢獻：揭露了金屬加工时的物理化学現象的本質。斯大林獎金获得者林尼克 (В.П.Линник) 院士及其他科学家在研究机械加工后表面微觀几何形狀方面的工作具有重大的意义。

苏联的科学家設計了各式各样的測定显微硬度用的仪器。这些仪器广泛地应用在科学研究工作中，从而有可能研究用各种不同的机械加工方法加工后金屬極薄表面層的性質的变化，檢查鋼、鑄鉄和各种合金的組織組成物的硬度，檢驗制造硬質合金用的碳化物的硬度，測定磨料的硬度。

苏联的科学家和設計師設計了高生产率金屬加工机床和自动机，最新式量仪和大量生产中檢驗零件用的自动机，以及生产作業自动綫、自动車間和自动工厂。

机器制造業在几个斯大林五年計劃年代里增長的同时，無論在設計新型机器方面或是在制造这些机器的工艺方面的先进技术都有所發展。技术的發展又引起了对机械零件摩擦表面加工質量、对零件制造

精度、对零件强度的要求的提高，也引起了必須提高加工的生产率。因此，在机械零件表面質量方面的、在度量学和仪器制造方面的、在热处理和化学热处理方面的科学研究工作，以及关于研究固体物理学和金屬高速加工法方面的工作，都得到了广泛的发展。苏联机床制造业和汽车制造业都获得了广泛的发展。

由于大规模的机器制造业的发展，大批生产和大量生产便得到了广泛的採用，在这样的生产情况下，詳細地拟定零件加工和机器装配工艺規程具有特別的意义。

工艺規程是企业活动的基础，也是制定生产計劃以及供应基本材料和輔助材料、工具和夾具的依据。零件按工序加工和机器装配都是按照工艺卡片进行的。

遵守批准了的工艺規程是一切社会主义企业活动的基础。

上 篇

第一章 机器制造工艺学的基本知識

1 机械加工工艺規程的設計

零件加工工艺規程就是从毛坯加工开始时起到制成成品为止，与改变被加工零件的形狀和材料性質有关的全部动作。

設計工艺規程的原始資料有：工作圖和制件的技术条件，以及有关应制制件数量的資料。在着手設計每种零件的工艺規程以前，工艺师要研究每个部件的和零件在机构工作中的用途，以及零件和部件的相互作用。然后拟定装配工作的先后順序和保証达到所要求精度的方法。这样就可以确定那些零件是否需要在装配后进行机械加工。

如果有这样的零件，就得預先規定它們在装配后的机械加工留量。設計装配工艺規程时，应当指出各零件制造时准备为加工用的基面。正如以后将要敘述的，正确地选择基面对保証零件、部件和制件都能达到所要求的精度具有重大的意义。

这样預先研究好装配工艺以后，就着手設計每种零件的工艺規程。

工艺規程的性質决定于生产的类型。單件生产时，制件是以單件来制造的，且其生产不再重复，因此，工艺規程就不需要拟得詳細，只要拟定一个总工艺規程即可，其中要指出工序的順序、設備、工具、夾具和時間定額。單件生产时最好应用万能設備，以便在一台机床上

能做各种各样的工序。例如，一台万能铣床就可以做：水平铣削和垂直铣削，切齿，铣螺旋等。

單件生产时，詳細划分工序是不合适的，因此应该尽可能使各工序联合起来。單件生产时所使用的总工艺卡片的格式，附在書后附录1中。

成批生产时，就要拟定詳細的工艺規程。在工艺規程中尽可能地將工序划分开。为了提高劳动生产率，工艺規程里还可以採用專門的夾具和工具。

工艺卡片上要繪出每一道工序註有尺寸和公差的草圖。成批生产中应选用非万能設備，因为如將万能机床固定用于个别工序，則机床的万能性便成为多余的，而不能被充分地利用。

工艺卡片上应指出工序、工步、安裝、工作用量、夾具和工具。

大量生产和流水生产的工艺規程要拟定得更加詳細。工序的划分也要更加細致。根据划分好的工序确定專門机床，这种机床在全部時間內只做工艺規程中所規定的一个工序或一組工序。

机床是按照工艺規程的順序排列的。为了使生产有节奏，就要求各个工序完成的时间一致或成倍数。此項任务非常复杂，而流水生产工艺規程的最后确定，通常是根据实际的生产情况，根据全部工序写实的結果。

自动化生产——自动綫、自动車間和自动工厂——是生产的最高組織形式。这种生产形式最近才开始發展，並具有远大的前途。

自动化生产是流水生产进一步發展的更高阶段。流水生产时应用專門設備，輸送零件机械化，但是仍要由工人来操縱机床。而自动化生产时，应用專門自动机床，所有工序的完成与零件在这些自动机床間的輸送都自动化。因此，所有的自动机床从加工开始到最后修光，形成一个相互联系連續不断的傳动鏈。在这里，不仅机械加工工序自动化，而且鑄造工序、热处理工序、零件質量与尺寸的檢驗工序，直到包裝以及成品与廢品的計算都自动化。有些自动机床上还裝有自动調整裝置，能够在生产过程中自动地避免产生廢品。

自动化生产时，照管人員的任务通常是观察自动綫的工作，調整自动机床，修理和消除机床在生产过程中發生的故障。

拟定成批生产的工艺規程，就要求工艺师不仅要对金屬加工了解得透澈，而且需要具有实际的生产經驗。因此，为了能够很快地而且正确地选择加工任何零件的合理方案，工艺师除了具备一定的理論知識以外，还要具有必需的最小限度的实际生产經驗。

零件制造工艺規程划分为許多工序。

工序是工艺規程的一部分，是指在一个工作地上加工一个零件或同时加工数个零件，設備与工人所做的全部連續动作。工序可以由一次或几次安裝来完成。

安裝是指在零件夾紧不变时所完成的工序的一部分。

零件在夾具中夾紧不变时，可以对进行加工的設備变换自己的位置。

工位是指零件夾紧不变时，零件对进行加工的設備的不同位置。

在多軸自动车床或半自动机床上加工零件时，当主軸轉筒或迴轉工作台轉动一次，則零件就跟着变换一个新的工位。

工步是指在切削用量不变时，一个或同时工作的数个刀具所完成的工序的一部分。

在机械加工时，一个工步可以由一次或相繼連續数次走刀来完成。

走刀是指从零件被加工表面上切下一層金屬时所完成的工步的一部分。

用一把車刀粗車和精車軸时，这就是包括兩次走刀的一个工步，因为粗車完畢車刀就回到原来的位置，而在精車时又車掉新的一層金屬。如果用另一把車刀精車时，这就变成兩個工步，兩把車刀各走刀一次。

工艺卡片上[工步名称]欄里，填写完成該工序所需要的全部工步。

独立的工人操作——[安裝零件]、[調轉零件]、[卸下零件]——虽然不列入任何工步，也要和工步一样填写，但是要另註號碼，或者完全不註。

拟定單件生产的工艺規程时，只編訂总工艺卡片。每种零件填写一份卡片（在一張紙或几張紙上）。卡片上每一道橫格按工序来划分。每一道工序里要說明完成該工序的車間、机床、同时加工的零件数量、工作等級和加工時間。

在制造檢驗度量工具和仪器的工厂里，成批生产的工艺文件有：工艺規程，定額卡片和工具卡片，夾具、刀具和量具的圖紙。

成批生产的工艺規程，是按照每一道工序来編訂工序卡片的。在工序卡片上要指出完成該工序的車間，繪出工序草圖，說明工步、設備、夾具刀具与量具、工作用量和計算的時間定額。工序卡片的格式和填写的实例附在書后附录 2 中。

定額卡片是專門用来制定定額的，而且每种制件都編訂一份。每种零件的定額卡片上都要說明：工序名称，車間，机床，工作等級和時間定額。

工具卡片（工具清單）的內容是夾具和工具的目录。这种卡片根据工序卡片来填写。

工序草圖在这里是專門为完成某一道工序而用的工作圖。在圖上只註出完成該工序所需要的尺寸。

为了使工序卡片容易看懂，通常在零件草圖旁边要繪出完成該工序的刀具草圖。在刀具草圖的旁边註上跟工步號碼相适应的號碼。

尺寸与工艺基面相符合是很重要的。尺寸应按照所选择的工艺基面註出。

工艺卡片中被加工零件草圖上，在該工序进行加工的零件表面要註出具有公差的尺寸。这些尺寸是为了考虑所有后續工序的加工留量。

加工留量是指留給零件后續加工的一層金屬，以加工后所得的尺寸差来表示。

工序公差是指在加工零件的某一部分时所允許的尺寸偏差。工序公差的大小等于后續工序最大与最小加工留量之差。

按上限尺寸制出的零件，將使后續加工具有最大的加工留量；而

按下限尺寸制出的零件，就使後續加工具有最小的加工留量。

選擇基面是拟定工艺規程的一个極重要的阶段。基面選擇得不正确就会使零件制造得不精确。

工艺基面是指將零件安裝在机床、夾具或工作地时，用来确定零件位置的一个表面或数个表面。

在工序草圖上基面用代号註出。工序草圖上的尺寸是根据草圖上所註明的基面註出的。選擇工艺基面應該保証适合于零件的要求，例如：保証面与面的平行度或垂直度，同心度，保持重要尺寸的精度等。

对同类型的零件拟定典型的工艺規程。同时，对綜合解决來說，工艺規程的正确分类具有重大的意义。

工艺規程典型化能便利工艺規程的拟定，能改进技术定額的制定，能縮短生产准备循环期，还能減輕生产的組織工作。

工艺規程的技术經濟效果基本上决定于生产的性質。生产过程的組織形式愈高，工艺規程的技术經濟效果就愈好。工艺規程的技术經濟效果的指标是劳动生产率和产品質量。

單件生产时，由高度熟練程度的工人在万能設備上进行工作，工艺規程中的裝備很少採用專門的夾具和工具，不採用机械化和自动化。因此，手动工作所佔的比重当然很大。

在大量流水生产和自动化生产时具有最高的劳动生产率。

千分尺的制造由成批生产改为流水生产时，每个千分尺的制造時間由八小时半減到三小时十二分。採用了流水生产以后，千分尺的产量就增加了好几倍。

从上面的例子可以看到，流水生产的技术經濟效果比成批生产的高到什么程度了。

評定工艺規程的技术經濟效果，应用下列的指标：

1. 由材料价值、生产工資和杂費組成的制件成本。
2. 一个工人的制件产量。
3. 工艺規程机械化系数，即說明机床工作時間在制件总消耗時間內所佔的比例。工艺規程中的机械化和自动化的程度愈高，这个系

数就愈接近于1。

4. 說明設備利用的設備負荷系数（以時間計算）。

提高劳动生产率的主要方法如下：

1. 应用模鍛法、冲压法[⊗]、焊接法和頂鍛法等。

2. 手动工作机械化。

3. 預先做好准备工作和工作地的准备，以便合理地組織工作地，在加工过程中及时地並确切地照管工作地，有極完善的工作地佈置和工作地工作內容。

4. 应用硬質合金刀具和採用高速切削法，以便充分地利用机床的能力（功率），最有效地利用刀具，最大限度地縮短机动時間。

5. 应用能加快加工过程的多位夾具和專門工具。

6. 应用專門夾具、迴轉工作台、裝料盒裝置、机床自动化、零件檢驗机械化等，以便最大限度地縮短輔助時間。

7. 同时照管数台机床和工种兼作。

8. 制件的机械加工和裝配应用流水作業法。

9. 認真研究和运用工程师郭瓦列夫（Ковалев）和〔銑刀〕工厂总工長雷巴克（Рыбак）的工作法。

10. 組織斯大林獎金获得者〔量規〕工厂总工長罗西斯基（Российский）的集体斯大哈諾夫工作法。

制件結構的工艺性，在技术經濟方面对拟定切实可行的工艺規程來說，具有重大的意义。組成制件工艺性結構的原則，是在設計制件的結構时不仅注意到使用的条件，同时也考虑到制造上的要求。

为了實現工艺性結構的原則，設計制件結構的設計師和拟定工艺規程的工艺师在工作中必須密切联系。

設計工艺性結構时，結構的正确選擇取决于生产的性質和規模。單件生产条件下的工艺性結構可能是大量生产条件下的非工艺性結構，反之亦然。

⊗ 模鍛即熱模型鍛造，冲压即冷冲压。——譯者

制件結構在工艺上合理化的主要措施如下：

1. 制件、部件、零件和零件各部分都标准化和統一化。統一化便于利用标准工具，能減少專門工具和夾具的数量，进而为工艺規程典型化打下基础。

2. 正确地選擇制造毛坯的方法（金屬型鑄造法，可鍛鑄鐵鑄件，压力鑄造法，模鍛法，冲压法，应用塑料等）。

正确地選擇毛坯不仅能降低毛坯的成本，同时还能減少机械加工留量、金屬的消耗等。

3. 設計形狀最为合理的零件，以減小机械加工的困难。

4. 合理地註零件的公差和尺寸，以适应工艺規程的要求。

5. 应用补偿件，即用后續联合加工的方法或制造一个尺寸能补偿其他互連零件实际偏差的零件（补偿件）来加大各零件的公差。

工艺师与正在进行着的生产、与斯大哈諾夫工作者和工長密切联系，能帮助工艺师拟定更为切实可行的工艺規程。实际生产中，大部分工人、調整工、工長都应参加工艺規程合理化方面的工作。由于不断地提合理化建議活动的結果，就使得工艺規程随时改进而日益完善，从而保証劳动生产率的不斷增長。工艺师与先进斯大哈諾夫工作者直接联系，一同进行工艺規程合理化方面的工作，具有重大的意义。这样就能丰富工艺师的知識，使他能够在工作中考慮到斯大哈諾夫工作者的新的成就。

2 机械加工的精度

影响零件在金屬切削机床上加工的精度的主要因素如下：

1. 机床誤差，这种誤差是由于床身導軌的不精确度、軸承中有間隙、主軸的橢圓度、軸綫与軸綫的不垂直度或不平行度、絲槓的不精确度等而引起的。

2. 机床零件、被加工零件和工具在加工时因切削力的影响而产生的变形。

3. 零件在机床上或夾具中安裝得不精确，零件夾紧得不够牢固，

或者相反地，零件由于过度用力夹紧而变形，零件对主軸軸綫的位置不正确等。

4. 加工时度量零件，由于量具的不精确度、溫度的影响等而产生的誤差。

5. 由于零件里有內应力，在切掉外皮之后而产生的变形。

6. 由于工具的安裝誤差、工具的制造不精确度和工具在工作中的磨損而产生的偏差。

7. 加工后影响度量精度的表面状态。

8. 工人的疏忽。

下面研討上述最主要的影响加工精度的因素。

机床在無負荷状态下的不精确度

机床在無負荷状态下的不精确度主要取决于装配的不精确度和机床最主要零件及部件的不精确度。这些誤差有时叫做机床的〔几何〕誤差，因为机床最主要零件的形狀和它們的相互位置（平面度、圓柱度、軸綫与軸綫以及平面与平面的平行度和垂直度、同心度、同軸度等）的偏差都屬於这类誤差。

在無負荷状态下，即在机床各部分位置不动或將机床各部分緩慢（用手）移动时，用檢驗机床的方法来确定上述各种誤差的大小。

机床的精度标准和檢驗方法都已标准化。用帶千分表的夾具、精密量尺、水平仪和許多其他仪器来檢驗机床。

在無負荷状态下，車床和銑床主軸軸端的徑向脈动量不得超过 $0.01 \sim 0.015$ 公厘。車床主軸軸綫对刀架运动方向的平行度偏差，在水平面內每 300 公厘長不得超过 $0.01 \sim 0.015$ 公厘，在垂直平面內不得超过 $0.02 \sim 0.03$ 公厘。

車床和龍門鉋床導軌的直綫度和平行度的偏差，每 1000 公厘長不得超过 0.02 公厘，全長不得超过 $0.05 \sim 0.08$ 公厘。

銑床縱向導軌和工作台的直綫度偏差，每 1000 公厘長不得超过 $0.03 \sim 0.04$ 公厘。銑床工作台对主軸的平行度和垂直度的偏差，每 300