

1073

钟表制造 工艺学

[苏] C.B. 塔拉索夫 著

輕工業出版社

钟表制造工艺学

[苏]C.B.塔拉索夫 著

王树年 等译

苏联仪表制造及自动化工程部教育司
审定为中等技术学校教学参考书

轻工业出版社

1960年·北京

內 容 介 紹

本书是苏联仪表制造及自动化工程部教育司审定的中等技术学校教学参考书，内容共分十章，主要叙述了生产怀表和手表的工艺过程、专用机床、冲模、夹具和切削工具；介绍了制造钟表零件用的金属材料，并阐明了工艺过程的设计原理。在最后一章中，详细说明了各种部件的装配，钟表的调整，以及检验的办法。钟表工业在我国还是一个新兴工业，但由于党的正确领导，已经在短短的时间内，取得了巨大的成就。为了更好地学习国外的先进经验，轻工业出版社翻译出版了这本书，以供培养钟表制造技术人员的中等专业学校使用，同时也可供从事精密小形零件加工，制造的工程技术人员和工人学习和参考。

С. В. ТАРАСОВ
ТЕХНОЛОГИЯ ЧАСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1956

钟表制造工艺学
(苏)С. В. 塔拉索夫著
王树年 等译

轻工业出版社出版
(北京市广安门内白广路)
北京市书刊出版业营业登记证出字第099号
轻工业出版社印刷厂印刷
新华书店科技发行所发行
各地新华书店经销

850×1168毫米 1/32×16²⁶/₃₂ 印张·410,000字

1960年11月第1版

1960年11月北京第1次印刷

印数: 1—4,900(精) 定价: (10)3.15元

统一书号: 15042·1117

目 录

原 序.....	5
緒 言.....	6
第一章 工艺学的一般原理 8	
基本概念和定义.....	8
生产过程和工艺过程.....	8
生产类型.....	9
机器制造厂的組織.....	12
加工精度.....	13
誤 差.....	13
根据分布曲线来研究工艺	
过程的精度(統計法).....	19
加工基面.....	25
加工余量和工序間公差.....	29
加工面的光洁度.....	31
工艺过程的經濟性.....	37
结构的工艺性.....	37
技术定額的制定.....	39
技术检查.....	43
工艺过程的設計原理.....	46
第二章 钟表制造用的金屬 53	
黑色金屬.....	53
有色金屬.....	57
金屬的試驗.....	62
第三章 冷 冲 压 77	
冲裁和冲孔.....	77
冲裁力.....	80
冲切、修整和弯曲.....	98

压 延.....	105
矯正、冲窝、压花、打印... ..	110
立体成型.....	115
冲压床.....	120
第四章 自动車床作业 126	
1A10II 型纵切成形自动車床	
的结构.....	130
纵切成形自动車床加工工	
艺可能性.....	143
切削用量.....	154
調整計算.....	155
刀具和夹具.....	190
第五章 齒輪、齒軸和离合	
輪上輪齒的銑制	199
齒輪嚙合中各构件的公差... ..	204
仿形法銑齒.....	208
仿形法銑齒的切削用量.....	219
端齒的銑切.....	225
滾切法銑齒.....	233
滾切法銑齒的切削用量.....	243
嚙合构件的檢驗.....	250
第六章 主夾板和軸系加工	
的基本工序	253
端面的車、鉋和鉋坑.....	260
C-81A 型半自动車床的調	
节計算.....	267
凹坑和凸台的銑制.....	273
C-50 型半自动銑床的調	

节計算.....	278
加工主夾板所用凸輪的計 算举例.....	284
車制和銑切工序的檢驗.....	292
孔眼加工.....	294
鑽 孔.....	294
用冲模作孔眼定徑.....	304
孔眼中心座標的測量.....	309
螺紋切削.....	314
打印和刻花.....	315

第七章 等时调速机构零件的

加工.....	319
擒纵輪.....	319
卡子和定向指.....	329
摆輪环.....	337
双层滾子.....	344
游 絲.....	346

第八章 表壳、字盘和走針

的制造.....	359
表 壳.....	359
手表表壳环.....	360
表壳前盖.....	371
表壳后盖.....	374
怀表表壳环.....	376
金质表壳与鍍金表壳.....	379
字盘和走針.....	382

第九章 光整工序.....

鋼质零件的磨光和拋光.....	392
齒軸齒的拋光.....	399
軸頸和軸肩的拋光.....	402

发条輪的磨光和拋光.....	415
电鍍前的表面准备工作.....	418
滾 磨.....	420
黃銅零件和德国銀零件的 磨光和拋光.....	421
化学去油和酸洗.....	422
电化学去油和酸洗.....	424
电 鍍.....	426
化学鍍层.....	440
涂 漆.....	441
使用油漆材料时的安全技术 規程.....	447

第十章 鐘表的装配和

調整.....

尺寸鏈.....	450
部件的装配.....	457
套管、銷釘和钻石压入主 夾板和軸桥.....	458
齒輪及齒軸的装配.....	461
弦盒的装配.....	467
卡子的装配.....	471
摆輪的装配.....	473
游絲及游絲桩的装配.....	478
摆輪及游絲的装配.....	479
鐘表的装配.....	481
鐘表的調整.....	496
П-12 型檢驗仪及其操作	508
手表和怀表按照国定全苏标 准的檢驗.....	518
結 語.....	521
附 录.....	527

原 序

在苏联几个五年计划的年代中所建立的钟表工业，已进入一个新的发展阶段。一些新厂不断投入生产，原有的钟表工厂正在改建中。工人和工程技术人员的队伍必须要有新的干部来补充。训练新干部的工作在大规模地进行着。但是，由于缺乏钟表制造工艺方面的书籍，使培养干部的工作遭受到困难。

本书负起补救这一缺陷的责任。书中阐明生产怀表和手表的主要工艺过程、专用机床、冲模、夹具和切削工具；介绍制造钟表零件用的金属材料，并论述了工艺过程的设计原理。有几处地方，工艺过程是用制造闹钟零件的操作方法来加以说明的。

本书内容的编写符合于中等技术学校“精密仪器制造工艺学”这一课程的教学大纲中关于钟表生产的部分。书中并未述及制造钟表钻石的问题，因为作者认为，这类问题有待专门的论述。热处理是中等技术学校中的一项专门课程，因此，作者关于这方面的叙述，仅仅涉及淬火、回火、渗碳处理和时效处理。

由于篇幅所限，即使在怀表和手表方面，本书亦难以将制造工艺中的所有问题概括无余。

作者怀着感激的心情准备接受对本书内容的一切意见和批评，邮寄时请按下列出版社地址寄交作者：Москва, Третьяковский Проезд, д.1, Машгиз

緒 言

在钟表制造中,正如其他仪器制造业一样,采用冷冲压、自动車或半自动車切削、銑、銑齿及滾齿、钻孔、切螺紋、热处理、磨削、拋光、电镀和涂漆等工艺。

然而,加工怀表和手表零件的工艺过程与仪器制造业中用以制造类似零件的工艺过程有着重要的区别。

钟表制造工艺的特点是:加工零件的尺寸极小,零件制造的精度和加工表面的光洁度很高。

钟表零件的尺寸很多都不超过1毫米,个别零件的公称尺寸只有0.018、0.08和0.15毫米。

齿輪的模数极小,在个别情况下只有0.05毫米,而一对齿輪的速比竟达到10,因此,当齿数 $z = 6 \sim 12$ 时,就只能采用摆线(修正的)齿嚙合。

主要零件上若干尺寸的公差是0.01~0.02毫米;軸頸、孔径和中心距的公差只有0.005毫米。

对于零件形状和位置的同軸度、同心度、平行度及其他参数都有极其严格的要求。

对于齿輪嚙合构件的形状的准确性必須提出极高的要求,这是因为力矩自发条传送至等时調速机构时必须减少摩擦損失。

尺寸小、公差也小的零件不使用界限量規来測量,所以,在钟表制造中采用万能測量工具如千分尺、千分表等,也采用装有千分尺、千分表或千分比較仪(米尼表)的专用量具。几何形状线的长短及角度大小,常常是用光学仪器和机械光学仪器如投影仪、显微鏡等来測定。

因此,在钟表的大量生产中零件互換性問題,比在仪器制造业的其他部門中更难解决。

此外，在钟表机构中，互换性不仅应该适合于零件和部件的尺寸，还应该适应它们的物理性能，例如，调速机构中摆动系统周期的恒定性。

对于零件表面光洁度所以要有很高的要求，是因为：第一，力图减低在各摩擦副和啮合副之间的磨损；第二，增加钟表外表的美观。此外，加工钢质零件表面，使之达到高级光洁度还可提高其防蚀能力。

在怀表和手表的制造中，许多淬火的钢质零件都加工（光洁度）到▽▽▽▽12~▽▽▽▽13。未淬火的钢质零件和有色金属零件的表面光洁度基本上达到▽▽▽8~▽▽▽▽10，甚至更高。

从书中关于钟表制造工艺过程的叙述里可以看出，钟表的零件小，机械强度低，而对尺寸的精度、几何形状的正确度和表面光洁度则要求很高，然而，制造这些零件时所采用的，却是一般的加工方法，其特点在于：采用了较精密的专用机床、制订不同的加工方式、应用特殊结构的冲模、夹具和切削工具；还采用了一些特殊的工艺方法和工艺措施。

钟表制造与其他仪器制造业所不同的是：一、广泛使用按照特殊技术要求、专供钟表工业使用的有色金属（参阅第二章）；二、工资在产品成本中所占的比重较高，因为，相对地来看，钟表制造中需用材料较少，而花费的劳动量较大。

虽然材料的价格昂贵，然而，工资项目，以生产手表为例，却为材料成本的三倍。

最后，钟表制造还有一个特点，就是手工劳动量很大——主要是在部件和钟表的装配。

第一章

工藝學的一般原理

基本概念和定义

生产过程和工艺过程

把送入工厂的原材料和毛坯变为成品所进行的全部活动，综合起来，叫做工厂或車間的生产过程

工艺过程为生产过程的一部分，是指从材料送入备料車間开始到制出成品为止，并与材料的形式、性质和状态的改变直接相关的那一部分的生产过程。

工艺过程分成若干部分，各个部分的内容由下列的概念来确定①。

工序为工艺过程的一部分，是指由一个工人（或一組工人）在一个工作位置上連續对某一工件（或几个同时被加工的工件）所进行的那一部分工艺过程。对每道工序都要定出時間定額和工作等級。

工步为工序的一部分，是指用一件刀具或同时加工的几件刀具，在同一种加工用量下，在工件的一个表面（或几个表面的綜合）上所进行的那一部分工序。

如果上述各項因素（刀具、加工表面、加工用量）中之任何一項有了变动，虽然其余因素不变，也应该当作一个新的工步。

走刀是指在加工表面和刀具不变的条件下、与削去一层材料

①这些概念是由全苏机械科学技术工程学会(ВНТМАШ)工艺委员会确定的。

有关的那一部分工步（或工序）。

安装是指每卡夹一个工件或同时加工的几个工件所完成的那一部分工序

工位是指工件在每卡夹一次对于刀具或机床的一个不同的位置。

操作准备是指直接有关于准备机床来完成各个工步（运送刀具、开动机床等等）的一部分工序。操作准备在标定工序的定额时用到。

必須将每一成品的制造工艺过程詳細地填写在工艺卡片上，这些工艺卡片是指导生产过程所必需的工艺文件中的基本文件。

工艺纪律是指严格执行工艺卡片上所填写的各项規定。严格遵守这些規定是制造优良产品的基本条件之一。

在钟表制造厂里，使用着用途不同的几种格式的工艺文件。

工艺文件中工艺过程的配备程度和它的編訂深度决定于生产类型。

生 产 类 型

根据生产規模的大小和生产組織的特征，制件的生产分为三种主要类型，即：单件生产、成批生产和大量生产。

此外，上述三种主要生产类型还可以加以細分。例如成批生产，根据其产品的类型种数及其每批投入生产的数量，可有大批生产和小批生产之分。至于大量生产，則又可以組織成为流水綫大量生产。

每种生产类型，在工艺过程和生产过程的組織方面都各有其特点。

单件生产是指单件制品或批量很小（只有几件）而間断时間很长的制造过程。单件生产用的是万能設備、万能夹具和普通的工具，因此能够加工不同大小的和各种外形的零件。

单件生产工人的手艺要高，因为他必须进行各种不同性质的工作。

进行单件生产时，不需編訂制造零件的詳細工艺过程。对于大部分零件只要編出工序表，表上訂明各道工序的次序。仅仅对个别的复杂零件才編訂較詳細的工艺过程。

在此种生产条件下，产品的制造成本很高，制造時間很长。

成批生产是指按批循环制造产品的那种制造过程。在这种生产中，每一工作位置固定地担任一道或几道工序，而在每批工件完成几道工序之后，便全部或分为若干部分轉送至下一道工序。

小批生产特别适用这种工厂，即其生产的零件种类繁多，但每批順序的批量不大。

小批生产用的设备基本上是万能设备，部分地采用专用夹具、特种刀具和量具。小批生产中的工艺过程須詳細編制，并須訂出時間定額。

各个工序都有一定型号的设备，甚至指定在一定的机床上进行。零件的加工是成批进行的。

小批生产的主要特征也就是大批生产的特征。但是这两种生产类型也有着根本的区别。

大批生产中，零件的多样性比小批生产来得小，批量則大得多。制件的构造比較稳定。

工艺过程中广泛采用特制夹具、特种刀具和量具。通常花在这些工艺装备上的費用，总是合算的。因此，产品的制造成本可以降低，生产周期可以縮短。

大量生产是指逐日保持着有节奏而均衡的生产来制造产品的那种制造过程。各个工作位置上的操作，都有高度的专门化性质。每个工作位置各自执行着一道固定的工序。

在大量生产中，广泛采用专用的和自动化的机床、专门化和机械化的夹具、特种刀具和量具、自动化和机械化的仪器和附件。

大量生产的工艺过程中的全部设备都有它高度专用的性质。

大量生产的准备工作費用浩大，因此在制定产品的結構、編制工艺过程和确定所用装备时，必須格外注意和細致。

由于在一个工作位置上固定地重复着同一工序，又广泛使用专用设备，工人能很快地掌握这一道工序的技术并取得高的生产率。大量生产中产品的制造成本，比任何其他組織形式的生产过程都要来得低，因此，虽然大量生产的准备工作耗費鉅大，但仍然是經濟合算的，——它完全可以从产品的数量和降低成本中取得补偿。

由于使用了最完善的高效率的操作方法，以及工作位置高度专门化（在每台机床上只固定做一道工序，这样可免去重新調整机床的时间損失），大量生产中的設備使用率比其他形式的生产都要来得高。

如果把所有的工作位置（机床）都按照工艺过程中所規定各工序的順序来排列，那么，工件在一个工作位置完成加工之后，就可以轉送到下一个工作位置。这样，工件經各台机床轉送下去，到完成最后一道工序时，这一工件也已加工完毕。

为了要实行依次加工的过程，必須使所有工序的加工時間相等。但是，实际上，各工序所費的加工時間常常是不相等的。

在这种情况下，为了平衡各工序的工作時間，可以进行一系列技术性的和組織性的措施：如改进夹具的构造以便縮短安装工件的时间，采用多位夹具，等等。个别情况下，在某几道工序中还可以組織若干工作位置进行平行作业。

用上述方法来进行操作的大量生产，叫做流水綫大量生产。

流水綫生产的主要点是工序的同步化，就是說，完成流水作业的各道工序的时间长短彼此相等，或者彼此互为倍数。流水作业的生产率指标是节奏或节拍——即各相邻成品或工件自传送带上取下的間隔時間。

机器制造厂的組織

每个工厂都划分成若干个車間。在各个車間里集中着同一类型的設備，工作着相同专业的工人和工程技术人员。

根据工作性质的不同，各种車間可以分为：冲压車間、自动機車間、机械加工車間、光整車間（电镀、涂漆車間）、热处理車間、装配車間等等。

在其中制造零件和装配本厂所制成品的那些車間，叫做主要車間。

钟表制造厂为适应怀表和手表制造的特点，由下列各車間組成：备料車間、冲压車間、自动機車間、主夹板—軸桥車間、表壳車間（加工表壳、表盘、走針等零件）^①等时調速机构零件車間（有时叫做擒纵机构車間）、机械加工車間（加工齿嚙合、发条輪、拉杆等零件）、光整（电镀）車間、热处理車間和装配車間等。

这样，工厂的产品从原材料开始到做出成品为止的全部制造过程，仅在主要車間中进行。

除了主要車間之外，在每个工厂中还有为生产服务的一些輔助車間。

輔助車間包括：工具制造車間、机械修理車間、动力車間、建筑修理車間。

管理生产的工厂管理部門包括下列几个科室：

1. 生产調度科 它制訂各生产車間的生产計劃并具体領導完成工厂的生产計劃。生产調度科的科长是生产方面的主管，工厂中所有主要車間都听从他的指揮。

2. 总工艺师室 它的职责是：制訂工艺过程并監督其实施，标定工艺过程中的技术定額，設計工艺装备，制定材料定額

^①在某些钟表制造厂中，將主夹板——軸桥車間和表壳車間合併成一个主夹板—表壳車間。

(定出主要材料和輔助材料的消耗定額)。

3. 总設計師室 它的任务是設計本厂的产品（在钟表厂中的产品就是钟表）。

属于总設計師室的，还有一个钟表實驗室，它对本厂所生产的钟表进行檢驗，并对那些决定投入生产的新式钟表試制品作全面研究。

4. 技术供应科 它供应本厂全部主要材料和輔助材料。

5. 总机械師室 它負責机床設備的修理，維護工厂厂房、建筑物和动力設備的完整。

6. 技术检查科（OTK），它監督各車間工艺紀律的遵守情况，并检查工厂的进料和檢驗工厂的成品。

加工精度

加工精度是仪表制造工艺中的一个主要特征。尤其是对于钟表制造，这一特征更有着重大的意义。

所謂加工精度，就是制成的零件与圖紙上所規定的形状和尺寸的符合程度。

零件的实际尺寸和形状与圖紙規定之間的偏差，是由于在零件制造过程中发生的一系列的原因所引起的。这些原因包括机床本身的誤差，刀具和夹具的誤差，刀具的磨損，加工金属材料的均匀性，加工过程中机床、刀具和零件所发生的变形，等等。

誤差

在加工过程中，机床的各部分、刀具和坯料都处在引起某种变形的切削力的作用之下，例如：钻深孔时，钻头会离开中心綫偏向一边；在車床頂針間車削軸件时，軸件会弯曲，等等。同样理由可用來說明零件在尺寸和形状上的偏差。通常把这些偏差叫

做誤差，并把它們分为系統性誤差和偶然性誤差。

系統性誤差是指对于一批中的全部零件都是同样大小的誤差，在加工中前后两只毗邻的零件之間，有規律地变化着的誤差。

例如：如果在钻孔时把钻头尺寸选大了0.2毫米，那末所钻出孔眼的尺寸也都将比正确选用的钻头所钻出的要大0.2毫米。用直径过大的钻头所造成的孔眼的誤差是系統性誤差。再举另一个例子：随着車刀的磨損，車出工件的外圆直径就会增大，而內圆直径則逐漸减小。由于車刀磨損而发生的誤差，同样也是系統性誤差，因为工件直径大小的变化是依从着某种規律性的。

偶然性誤差是指对于一批中各个零件大小互不相同的誤差，这种誤差的发生并不依据某种明显的規律性。用同一钻头钻制的几个孔眼，可能会有各不相同的尺寸；造成这一現象的原因很多，而每种原因又都有偶然的性质。

系統性誤差用分析計算法求得；而偶然性誤差用統計法来确定。用分析計算法时，按照确定“机床——刀具——零件”系統中各个部件之間联系的計算公式，可以求得各种誤差的值。

分析計算法的缺点是，对每种誤差因素进行計算的工作量很大；而这种誤差的因素，仅以铣齿而言，就有72种之多。

用分析計算法很难确定許多同时作用的因素或初期誤差所发生的全部影响，因此，近年来除分析計算法外，还广泛采用着統計研究法。用这种方法来研究的并不是个別的現象或个別的因素，而是許多現象的总和。統計法的研究过程分为两个阶段：第一阶段是汇集实验数据；第二阶段是用数学統計法和或然率推論法来整理这些数据。今試举一具体例子来说明这一方法的应用：
——假設按規定的工艺过程来制造批量为100件的零件。

如果我們測量在条件不变的情况下被加工的一批零件的尺寸（ $d=10$ 毫米），就会发现，各个零件的这一尺寸互不相同；在

所測得零件的尺寸中，最大的直徑 $d_{\max} = 10^{+0.014} = 10.014$ 毫米，最小的直徑 $d_{\min} = 10^{-0.012} = 9.988$ 毫米。

最大與最小直徑之差——叫做散布範圍——等於

$$\varphi_{\text{факт}} = d_{\max} - d_{\min} = 10.014 - 9.988 = 0.026 \text{ 毫米} = 26 \text{ 微米}$$

我們可以測量這一批中每個零件的直徑，並編制一個表格。

為此，把散布範圍分成若干相等的間隔（例如每隔 2 微米作一間隔），再看每一間隔內有多少只零件，並分別將零件數記錄下來（表 1）。

表 1 一批零件的測量記錄表

實際直徑(d_i)的間隔 (毫米)		公稱直徑的偏差 $\delta_i = d_i - d_{\text{но м}}$ (微米)		頻 率 m_i
自	至	自	至	
9.988	9.990	-12	-10	1
9.990	9.992	-10	-8	3
9.992	9.994	-8	-6	5
9.994	9.996	-6	-4	9
9.996	9.998	-4	-2	13
9.998	10.000	-2	0	20
10.000	10.002	0	+2	14
10.002	10.004	+2	+4	12
10.004	10.006	+4	+6	9
10.006	10.008	+6	+8	7
10.008	10.010	+8	+10	4
10.010	10.012	+10	+12	2
10.012	10.014	+12	+14	1
				$\Sigma m_i = 100$

一批零件中，在每一間隔範圍內直徑相同的零件數，叫做該間隔內零件分布的頻率。

茲作圖說明。在橫座上註出偏差 δ_i ，在縱座標上註出頻率 m_i （圖 1）。

以实线连接已知的各点。所得到的那根折线标指着所要研究的一批零件的尺寸分布情况。这根折线叫做实际分布曲线或分布楞线。

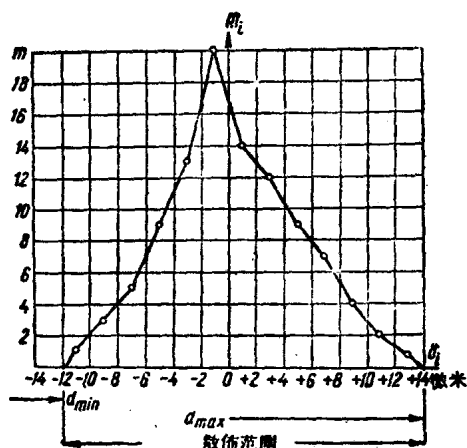


图1 分布曲线

若将测量零件和间隔的数目无限地增多，间隔的范围即无限地缩小，于是，分布楞线由一根折线逐渐变成一条匀滑的曲线。

这条曲线叫做理论分布曲线。在分析上，理论分布曲线可用下式表示：

$$y = \varphi(x)$$

式中 x ——偶然值的大小。

$\varphi(x)$ ——连续分布曲线的纵坐标值。

$\varphi(x)$ 取决于 x 的这一特性叫做分布律。

经过多次研究证明：

在生产条件下，当采用自动操作设备，而在造成误差的各种因素中并没有牵涉全局的个别误差因素时，一批零件尺寸误差的散布依从于（或接近于）正常分布律，这一规律可用下列方程式