

矿山机器制造工艺学

苏联 阿·格·集斯林著

煤炭工业出版社

计 算 机 方 法
在采矿工业中的应用
国际讨论会论文集选译
(矿井通风部分)

高 纆 麟 刘 方 鑫
吴 秉 钧 戴 琰 琳 译

煤 炭 工 业 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述了工艺过程設計的基本原則、机械加工用的夾具、零件的各种表面加工方法、矿山机器典型零件的加工工艺过程、矿山机器制造工艺进一步發展的方向以及机械装配車間的設計方法等。

本書可作我国高等学校及中等專業学校“矿山机器制造”專業的參考書，也可供現場技術人員參考。

Технология горного машиностроения

苏联 А.Г. Заслин 著

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社(УГЛЕТЕХИЗДАТ)
1955年莫斯科第1版譯

矿山机器制造工艺学

魏任之 陈延康 卞慈新譯

魏任之校訂

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工礦部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

开本85×116.8公分 $\frac{1}{32}$ * 印張11 $\frac{1}{2}$ * 插頁2 * 字数234,000

1957年4月北京第1版

1957年4月北京第1次印刷

統一書号：15035·312 印数：0,001—2,550册 定价：(10)2.20元

前 言

矿山机器制造业的任务，是保证向煤炭工业供应全部采煤工作所使用的机器和机械，并供应在地面上、在洗选厂里和在开凿新井时所使用的机械。

书中根据本课程的教学大纲，研究了矿山机器零件的机械加工过程。至于制造机器零件所用的毛坯的获得过程、热处理过程、切削刀具和检验测量工具的设计问题，以及测量技术等，都在这以前的课程（“金属工艺学”、“切削刀具”、“机床”、“公差、配合和技术测量”）中研究过。而部件和机器的装配工艺是在专门的课程“矿山机器的装配和试验”中叙述。

但在一本书中仍不可能包括各种矿山机器零件的制造工艺，因此本书仅仅引述了最有代表性的典型零件加工的例子。若它能有助于为矿山机器制造工厂培养工艺技师的事业、能促使矿山机器制造的技术水平进一步发展和提高的话，则作者将认为是完成了任务。

作者非常感谢一同工作的同志们——煤矿机器制造管理总局所属工厂和煤矿机器制造与组织研究所的工程师们，他们对书中某些问题提出了意见和资料。作者认为必须对煤矿机器制造管理总局总工程师伊·伊·耶尔马库和哈尔科夫“矿工之光”工厂的总工艺师阿·格·集里别尔表示谢意，感谢他们在评阅本书时所提的宝贵意见，并感谢技术科学硕士恩·尔·伊扎科夫副教授对原稿的校阅。

目 录

前 言	
緒 論	5
第 一 章 制定工艺过程时的原始情况	7
§ 1. 基本概念和术语	7
§ 2. 设计零件机械加工工艺过程时的原始资料	9
§ 3. 生产的类型及其对于工艺过程特性的影响	13
§ 4. 工艺过程中工序的集中和分散	16
第 二 章 矿山机器制造工艺的特征	17
第 三 章 选择毛坯和确定加工裕量	22
§ 1. 毛坯的种类, 获得毛坯的方法和对毛坯的要求	22
§ 2. 加工裕量	34
第 四 章 机器零件结构的工艺性和提高生产率的基本条件	36
§ 1. 对于机器零件结构的基本工艺要求	36
§ 2. 机械加工时提高生产率的基本条件	41
第 五 章 机械加工时零件的定位	43
§ 1. 零件安装的种类	43
§ 2. 基准的分类	46
§ 3. 基准的选择	54
第 六 章 金属切削机床上机械加工用的夹具	57
§ 1. 夹具的用途, 分类和选择	57
§ 2. 机械加工用的夹具的构造	60
第 七 章 机械加工时的精度和光洁度	80
§ 1. 一般概念	80
§ 2. 尺寸的分散和加工误差的分布	82
§ 3. 机床误差的影响	85
§ 4. 夹具和刀具不准确度的影响	87
§ 5. 刀具磨损的影响	88
§ 6. 机床, 夹具、刀具的刚性以及零件在机床上夹持的刚性的影响	83

§ 7.	零件受热的影响	90
§ 8.	測量不准确的影响	91
§ 9.	經濟加工精度	91
§ 10.	被加工表面的光潔度	92
第 八 章	准备工序	100
第 九 章	外旋轉表面的加工	104
§ 1.	車床类机床的分类及其应用範圍	104
§ 2.	車削加工时, 零件的安裝和夾持	106
§ 3.	車削加工时, 金屬的高速切削	110
§ 4.	消除在車床上加工金屬时的振动	117
§ 5.	在車床上加工	120
§ 6.	在六角車床上加工	132
§ 7.	在多刀車床和半自动車床上加工	140
§ 8.	在自动車床上加工	153
§ 9.	在端面車床上加工	163
§ 10.	在立式車床上加工	165
§ 11.	外旋轉表面加工的光整工序	171
第 十 章	孔的加工	174
§ 1.	一般概念	174
§ 2.	鑽孔	175
§ 3.	搪孔及扩孔	182
§ 4.	鉸孔	197
§ 5.	拉孔和推孔	199
§ 6.	孔的光整加工工序	203
第 十 一 章	平面的加工	206
§ 1.	总則	203
§ 2.	平面的鉋削加工	208
§ 3.	平面的銑削加工	218
§ 4.	平面的磨削	234
第 十 二 章	螺紋的形成	236
§ 1.	一般概念	236
§ 2.	外螺紋的取得	236
§ 3.	內螺紋的取得	245
第 十 三 章	齒輪的制造	246
§ 1.	总則	246

§ 2.	齒輪的分類和所用的毛坯	247
§ 3.	切齒前齒輪毛坯的加工工藝	250
§ 4.	圓柱齒輪的切削	252
§ 5.	圓柱形人字齒輪的切削	253
§ 6.	用熱軋壓方法加工圓柱齒輪的齒	260
§ 7.	圓錐齒輪的切削	262
§ 8.	齒輪淬火前的光整加工工序	267
§ 9.	齒輪淬火后的光整加工	270
§10.	齒輪的檢驗	275
第十四章	蝸桿及蝸輪的製造	280
第十五章	花鍵連接的加工	281
第十六章	礦山機器典型零件的加工工藝過程	287
§ 1.	機殼的加工	287
§ 2.	軸的加工	293
§ 3.	齒輪的加工	307
§ 4.	星輪的加工	321
§ 5.	礦山機器中大量零件的加工	325
第十七章	工藝過程強化的途徑	334
§ 1.	組件流水作業	334
§ 2.	零件在專門化機床上、聚合機床上和 自動綫上的加工	338
第十八章	成本的確定和工藝過程 方案的比較分析	346
第十九章	礦山機器零件的強化工藝	353
第二十章	機械裝配車間工藝部分的設計方法	359
§ 1.	設計所需的原始資料	359
§ 2.	工藝過程的擬定及加工勞動量的確定	360
§ 3.	所需設備的計算	362
§ 4.	工作人員名額的確定	366
§ 5.	車間物品週轉量的計算	368
§ 6.	車間的平面佈置	368
§ 7.	起重運輸設備的選擇	372
§ 8.	所需電能、壓縮空氣、水、蒸汽等的計算	373
§ 9.	技術經濟指標	373

緒 論

共产党依据偉大的列宁关于优先發展大型机器工業和国家电气化的学說，过去和現在都一再指出：苏維埃国家的国民經济及国防力量發展的基础和我們人民福利經常增長的源泉在于不断的提高重工業。

如果在各个生产部門中，不廣泛的运用科学和技术的最新成就，則国民經济和重工業的發展是不可思議的。

祖國的机器制造業，包括矿山机器制造業在內，在各个五年計劃的年代理，在創造完善的机器和机械及运用新技术方面所达到的成就，是完全不容置辯的。

但是，与此同时，也还没有消除矿山机器制造業个别方面还落后于世界技术水平的事实。这种落后对于作为改造国民經济各个部門的基础的机器制造業來說，是尤其不能容許的。

不断的改进生产工艺和采用处于祖国和世界技术最新成就水平的新工艺过程，具有最重要的意义。

矿山机器制造工艺的發展，必須和苏联的其他机器制造部門一样，要在祖国和外国工業最先进經驗的基础上实现。

这种發展的主要方向應該是：

1) 在毛坯車間即使零件成形，就是使毛坯的形狀和尺寸接近已加工完畢零件的形狀和尺寸，用这个办法来尽可能的減少机械加工的范围和劳动量；这一点可以借降低裕量、提高毛坯的精度、采用新型的鑄造方法（在永久型中鑄造、离心鑄造、精密鑄造、压力鑄造等）、采用精密模鍛和無边模鍛、采用輾鍛和其他的先进方法来达到；

2) 正确的選擇加工零件用的机床；改裝現有的机床和采用

最合理而又尽可能大的切削用量，以及采用多位和多軸的同时加工等方法以便充分利用現有的机床；在鑽床上采用多軸傳動頭；在車床、銑床和其他机床上采用仿形裝置；在搪床上采用搪孔夾具等来扩大現有机床的工艺可能性；

3)在大量加工零件时，采用高生产率的机床，包括采用專門化的和聚合的半自动机床和自动机床；

4)加工时，采用能縮短加工的机动時間和輔助時間的高生产率夾具和切削刀具；

5)个别工序和綜合工艺过程的机械化和自动化；加工过程中机床管理和零件檢驗的自动化；采用流水生产方法；

6)从工艺性的观点来檢查和修正机器和个别零件的結構；建立零件的工艺性結構，使零件在制造时能使用最合理的毛坯和加工方法；統一部件和零件，并在改进机器的結構时，尽量利用統一化部件；減少所采用的直徑、螺紋、夾紧零件的种类和其型式尺寸的数量。

未来的專家要善于正确的利用使工艺过程强化(加速)的現代方法和批判的評定这些过程的可能方案；这些能力應該早在学校里學習机器制造工艺学这門課程的时候就得到培养，并且在生产中由于实际的工作而不断提高。

由于苏联学者和工程师的劳动，机器制造工艺学在我們国家里已經成为和我們社会主义工業迅速发展相适应的主要課程之一。

在这門課程里研究工艺过程及其設計和实现的基本規則。

虽然設計工艺过程的原則对于广大机器制造生产部門來說是具有共同性的，但是，在學習机器制造工艺学課程时，举出学生在結束其學業后將去工作地点的机器制造部門的具体机器零件作例子，則可使培养熟練專家的任务更容易进行。

这就是为什么要設立部門性課程(例如, 机床制造工艺学、汽車拖拉机制造工艺学等)的原因。

現在, 矿山机器制造业在苏联是一个大型的、独立的机器制造部門, 它需要精通用現代方法設計和运用零件机械加工工艺过程、并能考虑到矿山机器的特殊需要的專家。

矿山机器制造工艺学这个部門性課程就是用矿山机器零件加工的例子来研究这些方法。

第一章 制定工艺过程时的原始情况

§ 1. 基本概念和術語

工艺这个名詞起源于兩個希臘字: *techne*——艺术, 手藝, 技巧; *logos*——學說。工艺学——关于手藝技巧的學說。

按照现在的了解, 工艺就是某种材料的加工或再加工过程的总和。

机器制造工艺学是关于零件的制造过程和用零件裝配成机器的过程的學說。矿山机器制造工艺学是研究应用在矿山机器上的这些过程的學說。

矿山机器制造工厂是一个复杂的工業企業, 在其中平行的进行着各种过程。对于工業企業來說, 这些过程中最重要的而又最具有代表性的一个过程就是变原料或半成品为成品的生产过程。

生产过程可以分为主要过程(或工艺过程)和輔助过程。

改变毛坯的形狀, 使毛坯得到必須的尺寸和所需的表面質量, 这些工序的总合就叫做机械加工的工艺过程。例如, 截煤机截割部机壳的机械加工的工艺过程包括鉋平面和銑平面、搪孔、鑽孔和鉸孔等工序。

提升机軸的机械加工的工艺过程包括打頂針孔、車削加工、銑鍵槽、鑽孔和在軸上切螺紋。

工艺过程應該保証产品有高的劳动生产率以及最低的劳动量和成本。

車間之間和車間內的运输、在机床上加工所用的刀具和夾具的制造、設備的修理和保持設備处于完好的状态，这些都屬於輔助过程。

工序是工艺过程中，由一个工人或一組工人，在一个工作地点，对于一个零件(或几个同时加工的零件)所連續完成的那一部分工作；这一部分工作包括在該零件(或一組零件)上連貫进行的、直到轉向下一个同样零件(或一組零件)时为止的全部动作。例如，在車床上可以連貫的在一批軸中的每一根軸上进行粗加工和精加工。同样，也可以成批的进行加工，即先粗加工整批軸，然后精加工整批軸。在第一种情形时，加工只有一个工序；在第二种情形时，虽然也是在同一工作地点进行加工，但却包括两个工序。

工序是生产計劃和定額的基本單元。根据完成每一个工序的时间，可以計算設備的載荷和劳动力定額。

可能有这种情形，在一个工序的过程內要重新安裝零件，例如，零件起初从一端加工，然后，重新安裝并从另一端加工。在这种情形时，工序包括两个部分——安裝。

安裝是在被加工零件一次被固定时所完成的工序中的一部分工作。例如，多阶軸的車削加工可以在特殊的多刀半自动車床上同时从兩端进行(零件在当中被夾紧)。同样的軸，在車床上則是按下列順序进行加工的：先加工一端，然后重新安裝零件并从另一端加工。在第一种情形时，車削工序是在一个安裝中进行的，在第二种情形时，則是在两个安裝中进行的。

常常在同一次的固定中，被加工零件对于加工机床会佔有不同的位置(工位)。

工位是被加工零件在不改变其固定时，对于机床所佔据的每一个不同的位置。例如，在多轴自动或半自动車床上加工时，主軸鼓或工作台每次旋轉后，零件即佔据一个新的工位。

一个工序可以包括一个或者几个工步。

工步是工序中，在同一个零件表面上，用同一把切削刀具(或一組同时工作的刀具)，用同样的切削用量时所完成的那一部分工作。工步可以在一次或几次連續进行的走刀中完成。

走刀是用一把不变的刀具，沿送进方向，在同一个被加工表面上切除一層金屬的这部分工作。若毛坯有很大的裕量(例如，用自由鍛的方法而不是用模型鍛的方法制造)，則多余的裕量必須在兩次或几次走刀中切除。

与零件加工有关的全部工序和工步是由工人动作来实现的。

工人动作是为完成或准备完成某工序或工步所必須的工人的动作。

安裝、固定和取下零件、开动和停止机床、改变速度和改变送进量、进刀和退刀，这些都屬於工人动作。工人动作由动作元素組成；动作元素是工人所完成了的动作中，在計量時間方面，耗时最少的那一部分动作。例如，“將零件固定在車床上的卡盤爪中”这个工人动作是由下面一系列元素組成的：拿取零件，將零件放入卡盤內，用卡盤爪預先固定，找正零件及最后將零件固定。

§ 2. 設計零件机械加工工艺过程时的原始資料

生产机器的技术准备工作包括：

1)制定机器工作圖紙和制定制造机器及其單独的部件和零件时的技术条件;

2)制定加工零件的工艺过程及装配部件和整个机器的工艺过程;

3)編制材料的一覽表及外購的零件和部件(螺栓、螺母、垫圈、滾珠轴承、电动机、泵等)的一覽表;

4)設計特殊装备(工具和夾具);

5)在工厂的工具車間里制造特殊装备;

6)編制标准的(外購的)工具和夾具的一覽表;

7)从工厂現有的工具和夾具当中,选择标准工具和夾具;

8)購買缺少的标准工具和夾具及必需的材料、半成品、外購的零件和部件;

9)編制毛坯和零件的制造和运送圖表,部件和整个机器的装配圖表;

10)选择設備,并使其符合于所設計工艺过程的要求;

11)工作地点的組織;

12)准备車間內和車間之間的运输。

縮短技术准备時間的最重要的途徑就是平行的进行上述工作。

生产技术准备中,主要的是制定工艺过程。在工艺过程的基础上来編制生产所必需的材料和半成品的一覽表,确定需要的設備和外購工具,設計和制造特殊装备,編制毛坯和零件的制造週期圖表、部件和机器的装配週期圖表。

除了正确的、仔細的制定工艺过程以外,重要的是保証严格的遵守工艺过程,或者像通常所說的:“遵守工艺紀律”。破坏工艺紀律,即不遵守被采用的工艺过程,常常是造成廢品,使材料过額消耗及提高产品成本的原因。

在制定工艺过程时，所必需遵循的原始資料是：

- 1) 生产計劃；
- 2) 零件的工作圖；
- 3) 零件制造时的技术条件；
- 4) 毛坯(鑄件、鍛件或模鍛件)圖或关于原始軋压材料尺寸的数据(棒料的直徑，扁料或板料等的厚度和寬度)；
- 5) 关于設備載荷的資料，这个設備是預定要用以加工零件的。

在工厂的生产計劃中，給出了在年度、季度和月度中需要出产机器的数量。

在車間的生产計劃中，規定了零件和部件的产量，而对于裝配車間，則規定成品机器的产量，并指出其制造週期。

制定圖紙的規則，包括对圖紙的要求、計算程序、發圖、保管和改圖，这些都規定在苏联 国家标准 5290-50—苏联国家标准 5302-50“圖紙工作制度”中。

根据苏联国家标准 5292-50，工作圖和技术条件都应具有为制造、檢驗和驗收零件，以及为設計工具和夾具所必須的全部資料。

零件的工作圖應該有能够完全表示零件結構的投影和截面。圖紙上除了画出零件以外，还必須包括有为制造和檢驗所必須的尺寸、公差、按照苏联国家标准 2789-51 所規定的表面光滑度符号、关于材料的数据(用以制造毛坯或直接加工成零件的鑄件或軋压材料的牌号)、关于成品零件的热处理、硬度和光整加工的資料，以及不包括在技术条件中的成品零件的技术要求。

当必要时，还必須在工作圖上給出补充的指示。例如，对于齒輪要給出关于模数、齿数、精度等級、振摆和其他关于齿

輪傳動的数据；对于机壳形零件要給出孔的中心綫之間尺寸精度、平面的平行度。在个别情形下，要給出关于和其他零件一起加工的指示，例如，“和……零件一起鑽孔”，或者給出关于在裝配时补充加工的指示。

不完全或者不正确的工作圖可能导致設計和运用工艺过程时的錯誤。因此，在設計工艺过程以前，工艺师必須仔細的研究工作圖，并且在必要的时候，可以要求設計師加以必要的修正、补充或肯定。

由工艺师研究工作圖，應該还具有另外一个目的，即檢查零件結構的工艺性；也就是說，使这种結構的零件能够保證在現有的設備上用最小的劳动量和材料消耗加工出来。

在矿山机器制造中，通常要拟定制造和驗收整个机器的技术条件，并附有对于部件和最重要零件必須列举的要求。

在技术条件中，要叙述对于被加工零件的材料、鑄件、鍛件、模鍛件和焊接連接件的質量的要求，以及对于机械加工和热处理的質量的要求。

制造矿山机器时的技术条件中，还應該反映出由矿山机器工作条件所提出的特殊要求(防爆性、防塵性等)。

制定零件加工的工艺过程时，極为重要的一点是毛坯的特性和形狀。毛坯圖由設計零件机械加工工艺过程的工艺师来編制，或者由和毛坯相符合的相当專業(鍛工、鑄工、热处理)的工艺师来編制。在毛坯圖上應該規定出必須的加工裕量、鍛模斜度或鑄造斜度(使毛坯容易从鍛模或鑄型中取出)、澆口的位置、鑄件的分型面和其他必須的資料。

关于零件加工設備的資料，工艺师可以从設備說明書或目录中取得，当沒有說明書和目录时，則可以直接在車間中从設備上查得。

为了在已选好的机床上，考虑到机床的载荷，来正确的設計零件加工的工艺过程，工艺师必須知道机床的主要尺寸、机床的功率及速度和送进的范圍。

此外，工艺师还要知道机床的情况、它的磨損程度和是否能够在該机床上得到所需的加工精度。

现有的机床，根据其結構和情况，并不是常常都可能达到必需的生产率或加工精度。在这种情况下，工艺过程要按兩种方案来制定：第一种是使用現有設備的方案，而第二种——远景方案——是考虑到可能获得更完善的和生产率更高的設備的方案。

改用新設備的效果，應該以新設備的价值、零件制造的生产計劃和新旧設備劳动生产率比較的数据作为基础，用計算来进行驗證。

此外，在計算中也應該反映出产品的成本。

§ 3. 生产的类型及其对于工艺过程特性的影响

决定工艺过程的特性、設備和刀具的选择及其他生产技术准备工作細節的最重要的一个因素就是生产的类型。

生产可能是單件生产、成批生产或大量生产。

單件生产(个别生产)时，零件是按一件或者个别的数量来制造的。

成批生产时，零件是按定期重复的組或批来制造的。

根据每批的零件数量，成批生产又可以分为小批生产、中批生产和大批生产。

生产的批类大体上可由每月产品的数量确定：

小批生产.....	5—25件
中批生产.....	25—200件

大批生产.....200—1000件

大量生产时，零件是大量連續重复的制造，并且每月产量在 1000 件以上，例如，矿車、截煤机截齿、金屬支柱、矿灯等的生产都屬大量生产。

生产的类型决定制定工艺过程的深度(即詳細程度)。

有三种不同深度的工艺設計：

1) 路綫工艺設計——沒有將工序分为工步；

2) 展开工艺設計——要將工序分为工步，但沒有工序略圖；

3) 工序工艺設計——要將工序分为工步，并且有工序略圖。

表 1 中列举了各种生产类型的特点。

流水生产是大量生产的最完善的組織形式。流水生产中規定，机床要按零件或零件組的加工工艺过程中工序的先后順序依次排列。为了加工每个零件，流水綫的組織要严格的遵照工序由固定的机床負責的原則，而且每道工序所需時間要等于流水作業的工作节奏或为其倍数；所謂流水作業的工作节奏就是从流水綫上每出产一个被加工零件的日历時間。在大量生产时，流水作業一般都用运输机使工序間零件的运输过程机械化。

在成批生产时，可以組織所謂組件流水作業(或可变流水綫)，此时，在流水綫上进行几个同类形狀但尺寸不同的零件的加工。在这种情形时，用滾子輸送器(滾道)、滑道(傾斜槽)或小車来实现工序間的运输。

在成批生产时，常常組織所謂零件封閉工段，在这个工段里完成某几种同类零件的全部加工循环。矿山机器制造工厂中有这类加工零件的零件封閉工段的例子。例如，風动工具(有