



金屬工藝學

(金屬切削加工部分)

張一心編

華南工學院教務處出版科印

1960



金属工艺学

(金属切削加工部分)

机械类各专业试用教材

张一心编

江苏工业学院图书馆
藏书章

华南工学院教务处出版科印

1960

序

金屬工艺学是研究金屬和合金的生产，性質及其加工方法的科学，是各个专业学习机械零件的工艺基础，因此它是一門重要的技术基础課。过去几年来我組在教学中采用苏联教材譯本，当然，由于苏联教材內容的丰富和理論密切联系实际、而又能反映这門科学最新的成就，使我組的教学工作能够不断的向前推进。但是在学习苏联先进經驗时，必須結合我国的实际情况，則我們始終感到在过去几年中是做得不够的。因此我組全体教师决心編写一套为我院机械类专业适用，而又能反映我国各方面的最新成就的試用教材。

金屬工艺学金屬切削加工部分是根据我組于 1959年9月 修訂的教学大綱編写的，內容包括：引言，金屬切削加工的基本知識，金屬切削机床及其传动的基本知識，車床及車削加工，鉗、鏜床及其加工，銑削加工，鉋削、插削及拉削加工，磨削加工，齿輪加工，金屬的特殊加工等部分。由于过去，几年来我們一直应用杜比宁主編的金屬工艺学作为教本，所以本書当然受到了它的很大影响，有些內容是直接引用該書的。但主要的特点是力求簡明，使学生易于复习閱讀，並注意引用我国自己的資料及各方面的最新成就。我們还在不断努力，繼續收集我国自己的資料，希望在下一版中都引进到教材中的每一內容，把全本教材完全变成现代化的中国教材。

由于教学的需要，不得已提前付印。因为編写時間倉促，且对国内的資料搜集也不够全面，故教材內容，不免有許多遺漏，也有因校对不慎、发生排版上的錯誤而未予改正的。除另附一份勘誤表外，希望閱讀本教材的讀者，如发现有遺漏或錯誤，即向編者提出宝贵意見或批評指正，以便編者在再版时能够加以补充及修正錯誤。

編者 張一心

目 录

引 言	(1)
第 一 章 金属切削加工的基本知識	(11)
第 一 节 毛坯的种类及其准备工作	(11)
第 二 节 切削加工主要方式及其特点	(13)
第 三 节 刀具的几何形状及制造刀具所用的材料	(15)
第 四 节 切削过程中的切削要素	(21)
第 五 节 切屑的形成过程及其形状和种类	(22)
第 六 节 切削过程中所产生的物理现象	(24)
第 七 节 切削力	(26)
第 八 节 切削热和冷却潤滑液	(28)
第 九 节 刀具的磨損和刀具耐用度	(30)
第 十 节 切削功率及基本工艺時間	(32)
第 十 一 节 选择切削用量的概念	(33)
第 十 二 节 提高生产率的方法	(38)
第 二 章 金属切削机床及其传动的基本知識	(41)
第 一 节 金属切削机床的一般概念	(41)
第 二 节 机床的驅動及传动裝置	(42)
第 三 节 机床主軸轉数的級数	(49)
第 四 节 传动裝置的主要机构	(51)
第 三 章 車床及車削加工	(60)
第 一 节 普通螺絲車床	(60)
第 二 节 車刀的主要类型及几何形状的选择	(66)
第 三 节 車削工作及所用附件	(70)
第 四 节 关于其它类型車床的概念	(78)
第 四 章 鑽、鏜床及其加工	(84)
第 一 节 鑽床及其加工	(84)
第 二 节 鏜床及其加工	(94)

第五章	銑削加工.....	(97)
第一节	銑刀的主要类型.....	(97)
第二节	銑削过程.....	(99)
第三节	銑床.....	(105)
第四节	銑床的附件及夹具.....	(111)
第五节	銑削工作.....	(113)
第六节	高速銑削.....	(118)
第六章	鉋削、插削及拉削加工.....	(120)
第一节	鉋削及插削加工.....	(120)
第二节	拉削加工.....	(126)
第七章	磨削加工.....	(131)
第一节	砂輪的构成及其选择.....	(131)
第二节	磨削过程.....	(134)
第三节	磨床.....	(137)
第四节	磨削工作.....	(141)
第五节	精密加工.....	(143)
第八章	齒輪加工	(145)
第一节	齒輪加工的方法.....	(145)
第二节	在滾齒机上滾齒.....	(146)
第三节	在齒輪加工机床上插齒及鉋齒.....	(150)
第四节	齒輪精加工的概念.....	(152)
第九章	金属的特殊加工.....	(154)
第一节	金属的电加工.....	(154)
第二节	超声波加工.....	(156)
結 束 語		(157)

引 言

（一）金属切削加工的定义及其在机械制造业中的作用

凡是用刀具从毛坯上切去多余的金属，而使工件符合所需要的形状、尺寸和必须的精度以及表面光洁度时，这种加工方法叫做金属切削加工。

金属加工的方法很多，除了切削加工以外，还有铸造、辗压拉丝、锻造冲压、焊接等。但这些加工方法虽然在生产中用的也很广泛，不过一般只限于毛坯的预加工。而凡是需要精度和表面光洁度比较高的工件，大都经过切削加工。因为设计上所要求的另件的精度和表面光洁度，绝大多数只有在采用金属切削加工方法的情况下，才能得到保证。因此金属切削加工在机械制造业中占着极其重要的地位。

从毛坯上切去多余的金属，可用手工的方法——钳工，也可在金属切削机床上来进行——机械加工，而后一种是切削加工的主要方法，所以金属切削机床是现代机器制造工厂中最普遍的一种设备。一般在工厂中机床的数量，通常都超过其他设备总和的好几倍。因此金属切削加工及其机床不但是金属工艺学的一部分，而且是相当重要的一部分。它不仅解决了在各种机床上加工另件的工艺过程的全部知识，所用的仪器和附件，而且完成了机械另件课程设计及听其他的技术基础课和专业课所必要的基础。

（二）我国古代劳动人民在切削加工方面的成就

我国是世界上文化和科学发展最早的国家之一。随着古代农业和手工业的发展，我国在世界上最早应用了各种机械作为生产工具。

早在公元前2000年左右，中国就有了制造丝织品的纰车和机杼。公元前1000多年，我们的祖先已将结构简单的车子改成带有二个轮子和车厢的车子了，这是世界上出现最早最完善的运输机械。车在周代已用动物油润滑，到了汉代，车的轴和轴承已用金属制造了。

我国科学在第二、第三世纪时已有了高度发展。不论在运输机械、兵器和装饰品的制造上也都有不少的成就，所用的刀剑还经过各种加工和热处理。

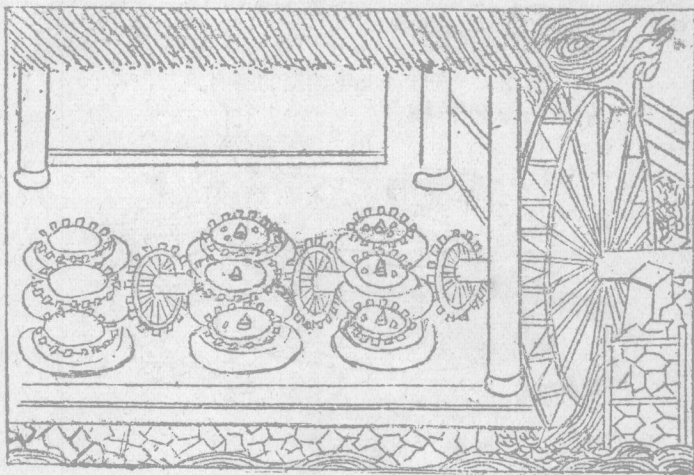


图 1 水轉連磨（农改全書）

公元二百六、七十年左右，我国已能运用木制齿轮和轮系原理，由水锅轮传动连转磨加工谷物。图1所示是公元600年间运用水力锅轮和齿轮系作复杂传动的连转磨。

公元1300年间，我国已经有了整套的纺织机械。优良的织品远输西洋各国。

公元1405年左右，我国已有发达的造船业。明代郑和曾以62艘大船，载着27600人出使西洋远至非洲东海岸。在加工方法方面，也在世界上留有光辉的史页。公元前530年左右，我国已有钻的应用。到公元1668年，我国的铣削加工已经发展到与目前铣削加工很类似的形式（图2）。那时在制造天文仪器工作中，已采用了镶片铣刀。铣刀直径近二丈，工件为天文仪器的铜环，工作时工件固定，铣刀由马匹带动旋转。工件经铣削加工后还用磨石磨削（图3）。磨石上放有桶漏水作冷却用，以得到光滑的加工面。铣刀片用钝后，可拆下磨刃。磨刀石的磨床与现在一般使用的简单磨床很相同（图4）。在著作方面，明代的大机器工程学家王征（1571年生）著有“诸器图说”，宋应星的“天工开物”是综合各种工程的一本伟大工程书籍。

这些仅是我们千万先辈们智慧结晶的一部分。他们辛勤劳动的果实，不但丰富了后辈生活的内容，推动了生产的发展，同时也为今天人类的科学事业提供了有利的条件。

但是，由于中国长时期来受着封建势力的束缚，特别是国民党反动政府的一贯媚外，不重视搜集和研究我国古代劳动人民的创造事迹，虽然古代在机械加工方面有过很多成就，但有关这些历史资料是很缺乏和不全的。

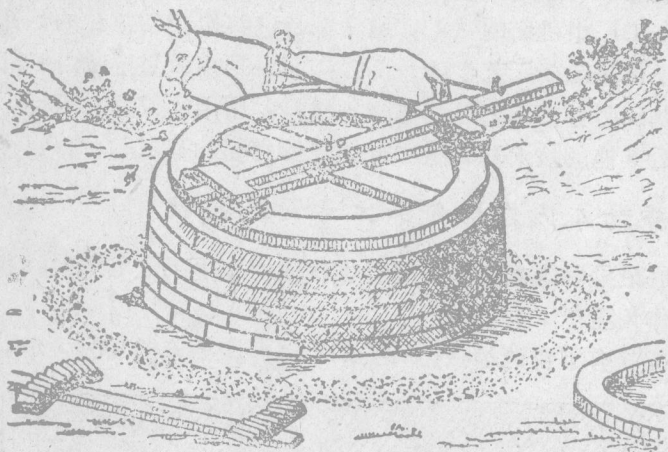


图2 公元1668年我国的磨削。

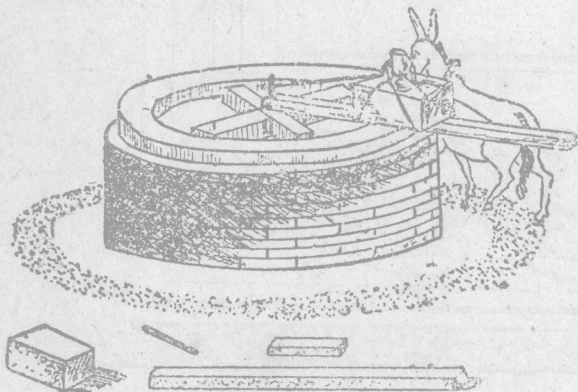


图3 公元1668年我国的铣削。



图4

公元1668年我国的刀具磨床。

(三)解放后我国在切削加工方面的成就和发展

切削加工是目前的主要加工方法，因而切削加工的发展水平，可以反映机械制造业的发展面貌。解放前旧中国的机械制造业，基础薄弱，技术落后，切削加工的工艺装备，从机床到刀具，绝大部分依靠国外进口，业务上主要只是作些修理和装配性质的工作，切削加工的发展和提高根本无从谈起。解放后在党和人民政府的关注和领导下，取得了苏联和其他社会主义国家的无私援助，並经过广大的工作人员辛勤的努力，我国机械制造业才有长足的发展，从而金属切削加工在各方面的技术水平，逐渐地获得了蒸蒸日上的发展和提高。成就是巨大的，而且是多方面的，下面仅扼要地介绍解放后我国在切削加工方面的成就和发展。

(1) 金属切削机床工业 金属切削机床是机器制造业中的主要技术装备，在目前约占总技术装备的60—80%。解放前，在帝国主义和国民党的反动统治下，旧中国根本就没有自己独立的机床工业，只能制造一些为数不多，质量低劣的皮带机床，而绝大部分依靠进口。解放后，党十分重视建立完整的机床工业体系的工作。在苏联和其他兄弟国家的帮助下，迅速地改建和新建了一批专业机床厂，初步地建立了机床工业体系。技术能力也迅速地提高，正在逐步地由仿制、测绘过渡到自行设计和小型简易产品的设计过渡到重型、精密、复杂的产品设计。

从1954年，我国就开始编制万能机床的尺寸系列。到目前为止，已完成了普通螺絲車床，鑽床，鏜床，磨床等十几种万能机床的尺寸系列标准草案。自1957年以来一些重要工厂着重进行机床型式结构的系列化的研究工作。例如上海机床厂在1958年进行了外圆磨床及族系产品的系列设计，拟定了统一产品部件的方案，武汉重型机床厂进行了大型机床的系列设计。目前我国已完成了立式車床轉塔車床，仿型多刀車床，鑽床，外圆磨床，平面磨床，内圆磨床和大型滚齿机共13种机床的系列设计。

随着机床工业的迅速发展，为了缩短设计和制造时间和使机床某些另件便于集中生产，机床标准化工作也有了很大的发展。现在我国已经初步有了自己的基本统一的机床工业标准。我们已编制了机床精度标准，包括車床，磨床等十几种不同类型的机床产品，制订了统一的机床设计标准和机床另部件标准。如紧固件、管件、机床附件、潤滑系统，冷却系统的各种另件的标准。现在大多数机床厂根据国家标准和结合本厂专业的特点建立了适用的工厂标准，包括设计标准、产品另件、部件标准和工艺装备（刀具、量具、夹具等）。产品的系列化和标准化提高了产品质量和技术水平，缩短了生产技术准备和生产周期，简化了生产管理，降低了生产成本。

在解放前，我国根本没有设计机床的能力。解放后，由于党对设计力量的重视和培养，在第一个五年计划期间，我国已逐步由仿制发展到能够自己设计。近两年来，特别是在大跃进的1958年，我国自行设计了具有较高技术水平的机床。如M7120A型平面磨床，加工工件的表面光洁度达到9B级，垂直走刀可控制到0.005毫米，横向走刀是液压传动的，可以无级调速；又如1958年自己设计和试制成功的M1025型无心外圆磨床，加工

精度可达0.002毫米，表面光潔度达到8級，机床主动砂輪可以无級調速，再如1959年設計并試制的C350A型轉塔車床，能夠預先程序控制，并且能通过六角刀架轉位时发 出的訊号改变主軸轉速。在重型机床的設計方面正在研究採用各种新技术，1959年已在研究試驗的，有在重型臥式車床上采用同步電動軸代替复杂的車制螺紋传动系統，采用液动机作軋磨床的主传动裝置，以代替复杂的机械传动和提高加工精度，在立式車床上采用电子仿型技术加工复杂的型面等等。

机床技术的发展与电器技术的发展是密切相关的。1952年开始生产帶繼电器，接触器控制系統的立式車床、銑床、搖臂鑽床、臥式鐘床等。1953年在龍門鉋床上开始用帶自激放大机的自动調節系統的直流发电机——电动机組来带动工作台。1956年在自动車床上采用交磁放大机的直流調速系統。1957年在磨床上成功地采用电磁轉差离合器进行无級調速，并在部分磨床的加工过程中开始采用自动測量裝置。在1958年不仅研究試制成功电子管放大器和交磁放大器控制的仿型銑床，而且开始研究試驗各种高度自动化的程序控制机床，其中有采用电子計算裝置，穿孔帶式的数字程序控制机床和磁帶录返式的程序控制机床等最新的技术。

在加强試驗的同时，新产品的制造，也正高速度地向前迈进，取得了很大的成就。在重型机床方面齐齐哈尔机床一厂已試制有加工工件直径达3.4米的C534型立式車床，沈阳第二机床厂制出的搪杆直径达120毫米的T612型万能臥式鐘床，济南第二机床厂最近試制成功了一台B212型鉋銑磨联合机床，可以加工長4米、寬1.25米、高1米的大工件，机床自重約28000公斤，都是世界上結構較新的机床。在高精密度机床方面，上海机床厂制造的J7125型齒輪磨床，精密度和光潔度上已赶上了英国奥柯特厂的同类产品。昆明机床厂制出的T428型坐标鐘床，机床的讀数精度是1微米，孔距的加工誤差可保証在5微米以內等等。在尖端产品方面，昆明机床厂已掌握了X460型电动靠模銑床的制造，这种机床是采用感应式电子控制裝置的，可作平面和立体仿型加工，是模具加工方面高效率的机床。在自动化和高效率方面，我国已能应用机械的、液压的、电气控制的和綜合控制的机构，所生产出来的机床，已可局部的或全部的自动化，例如：大連机床厂已掌握了UT001型双面臥式組合鐘床的制造，这是利用液压传动的机床，共有24个主軸，40把刀子可以同时进行切削加工，只要按动电鈕，全部操作就可自动进行，沈阳第三机床厂試制的加工棒料 $\Phi 50$ 毫米的六軸自动車床和 $\Phi 65$ 毫米的四軸自动車床，是采用自动化，多刀、多工位来加工的。此外，在1958年大跃进的形势下，为了实现机械化提高劳动生产率，机床的需要量大大增加，各地还制造了大量的簡易机床，大多数是因地制宜，就地取材制成的，有的还是鉄木結構或水泥結構，适当地解决了自己生产的問題。

在机床制造业应用的材料方面，在1953年就已經形成了一个建立在当时国产鋼材基礎上的机床用鋼系統。在1958年由研究部門和机床厂一起總結了几年来材料应用的經驗，吸取了国内新型合金鋼材料的研究成果，拟定了新的机床用鋼系統。此外，利用塑料制造重型机床的導軌，利用鋼筋混凝土制造重型机床的床身，立柱等大部件也获得初步成功，今后对于应用这些新材料的合理結構和工艺，还要进行深入系統地研究。

解放后机床工业在党的领导和苏联以及其它社会主义国家的助帮下，已經有很大的发展，但是，我国的机床工业毕竟还很年青，技术水平还不高。因此，我們必須不断地認真学习，結合我国的具体情况生产更多更好的机床。

(2) 切削刀具工业 切削刀具对切削加工的生产率和工件質量起着很重要的作用。解放前，我国机械制造工业极端落后，刀具的专业生产根本没有，技术研究更无从談起。解放后，在机械制造工艺发展的同时，刀具工业，在苏联的无私帮助下才相应地成長起来。1958年并成立了工具科学研究部門。到目前为止，我国的刀具生产，在品种和質量方面已經基本上可以满足机械制造工业发展的需要，科学研究工作也在大步前进。下面仅在刀具材料、通用刀具、复杂刀具、刀具制造的热加工工艺以及磨料和磨具等方面的发展情况，作簡略的介紹。

1) 刀具材料的发展 刀具能否适于作較高切削速度的切削，主要是决定于刀具切削部份的材料在溫度升高时能否不降低硬度来承担切削时的压力。用碳素工具鋼和合金工具鋼做的刀具只能耐 $200^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ 的溫度，高速鋼可以耐 600°C 的溫度，硬質合金可以耐 $900^{\circ}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的溫度。所以现在基本上，手用的刀具是用碳素鋼制造的，机用的刀具都是用高速鋼和硬質合金制造的。

我国在解放前是不生产任何刀具材料的，解放后才逐渐生产所需要的碳素工具鋼、合金工具鋼和高速鋼。我国目前生产高速鋼有含鎢18%和9%的两种，都含有4%的鉻，但鉻是我国所缺乏的金屬。因此，近年来研究部門正在研究少含鉻或不含鉻的高速鋼，已获得初步的成就，如北京鋼鉄学院研究出含鉻2%的高速鋼，長春机械研究所已研究出用硅代鉻的高速鋼，哈尔滨工大研究出用錳和鈦来代替鉻的高速鋼。现正在生产中作进一步的試驗。

硬質合金最初只生产鎢鈷类，1955年已开始生产鈦鎢鈷类，上海工具厂大跃进中曾試制出整体的硬質合金鑽头，使小尺寸刀具也可以用硬質合金制造。硬質合金刀片的质量，工具研究所在1958年作过比較試驗，結果表明，我国生产的硬質合金刀片的耐用度、机械强度、銑削試驗的破坏强度已赶上英国所制的刀片。

陶瓷刀是用氧化鋁作基体的燒結材料，因为不含貴重金屬，价格只約有硬質合金的十分之一。它可以耐 1100°C 的高溫，适用于高速切削，缺点是韌性低，强度差。中国科学院上海冶金陶瓷研究所，1953年开始陶瓷刀具材料的研究工作，现已获得良好成就，抗弯强度达42公斤/毫米²；中国科学院机械研究所曾研究了这种陶瓷刀片切削能力、合理的几何参数和切削规范，在長春第一汽車厂等工厂試驗証明，完全可用来作鋼件和鑄鉄件的半精加工或精加工。上海大中瓷电厂，在冶金陶瓷研究所的领导下，1958年已正式生产陶瓷材料的刀具。我国几个研究部門正在研究在氧化鋁粉末中加入小量金屬来燒制金屬陶瓷。

2) 通用刀具的发展 解放后我国机床数量日益增加，因而对通用刀具，如車刀、鑽头、扩孔鑽、鉸刀、螺絲錐、螺絲板、銑刀以及銼刀鋸条等供应数量的要求，也大为增加。为了迎合实际需要，在生产制造中，出现了很多技术革新和一些創造。

上海工具厂曾大胆设计和制造了成套的制造鑽头的专用机床,还采用搓制方法造絲錐,而且又創造了决定銑螺旋沟的銑刀型綫的作图法,使大螺旋角銑刀的生产方法成为可能。1953年,哈尔滨第一工具厂、上海工具厂先后采用焊接碳鋼柄部来制造高速鑽鋼头,节约了40%左右的高速鋼。这两个厂在1956年和1957年試成并生产了許多品种的鑲高速鋼刀片和鑲硬質合金刀片的多刃刀具,如鑽头、扩孔鑽、鉸刀、銑刀等。去年上海工具厂在掌握塑性变形加工工艺的基础上制成內冷却鑽头,特点是能保証优良冷却条件,提高生产率。上海三山、大新机械工具厂創造了各种制造鋸条的设备,簡單适用而且具有一定程度的自动化机构。工具研究所和哈尔滨量具刀具厂协作,研究設計了螺絲錐生产自动綫(包括热处理在內),可以生产4~6毫米的手用螺絲錐,目前正在調整,准备投入生产,將为我国刀具生产自动化开辟道路。此外广大工人群众,对刀具作了許多的創造性的革新工作。上海机床厂車工盛利同志1955年受到苏联优秀車工表演的启发研究出階台式車刀,創造了当时車床的最高切削速度550米/分。1953年底工人倪志福同志,在苏联席洛夫先进鑽头的启发下創造了倪志福鑽头,經工具研究所1958年作比較試驗,表明这种鑽头比一般标准鑽头的切削用量和耐用度高1~2倍,比席洛夫鑽头和我国盖文升鑽头适用范围大,适于加工鋼和鑄鉄,而孔的精度也較高。

3) 杂复刀具的发展 加工各种齿輪和花鍵的各种切削刀具以及加工螺紋的切头等刀具,形狀比較复杂,精度要求高。解放后建立的上海工具厂和哈尔滨第一工具厂,1951年开始生产齿輪模数片銑刀,C級齿輪滾刀和直齿齿輪鉋刀。1954年~1956年陸續生产B級插齿刀和B級齿輪滾刀以至A級齿輪滾刀。哈尔滨第一工具厂1953年生产了拉刀,1956年生产螺絲錐齿輪刀盤。上海工具厂更于1959年試制带园梳形刀自动张开的螺紋切头成功并投入了生产。同时,国内許多大型机械制造工厂的工具車間也生产許多了复杂刀具,如長春第一汽車厂的工具分厂就制造了許多質量优良的各种齿輪刀具和拉刀。

1958年大跃进中。复杂刀具的生产技术水平取得了空前的提高,成功地进行許多研究工作,試制出許多精密产品、主要有:

1. 上海工具厂研究成功一种新結構的高精度鑲片齿輪滾刀,齿形是用磨螺紋的方法加工出来的,能加工2級精度的齿輪。

2. 工具研究所和哈尔滨第一工具厂提出了直沟滾刀的新标准草案,調整了公差,使制造时容易达到較高的精度,並且在使用工厂刀磨后不至損害有效的精度,已在这个厂試行。同时这个厂和上海工具厂都試成AAA級滾刀,为我国高速齿輪加工 創造了条件。

3. 高精度蜗輪滾刀,由于螺旋角大,制造和检查都不容易,目前,哈尔滨和上海工具厂都掌握了單头和多头高精度蜗輪滾刀的生产技术,相隣齿距的精度达到5微米,齿形偏差小于8微米。

4. 插齿刀用于加工內齿和塔形齿輪,上海工具厂已制造模数0.5毫米的A級精度插齿刀,並且和哈尔滨第一工具厂都能稳定地生产模数1毫米以上的A級精度的

插齒刀和剃齒刀，后者所生产的高精度插齒刀，齒形誤差为3微米，基圆振摆5微米，相邻齒距誤差5微米、齒距积累誤差11微米，可以加工1級精度齒輪。

5. 哈尔滨工业大学，为配合重型机械制造业的生产，研究成功了螺旋角大到 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 指狀模数銑刀，使切削震动大为减少，並提高生产率4—5倍。

6. 上海工具厂近来試成小模数的摆線齒輪滾刀和片銑刀以及模数0.3毫米的A級插齒刀，为我国仪表制造业創造了有利的条件。

7. 工具研究所同哈尔滨第一工具厂协作，設計成功一种長度大为縮短的圓孔拉刀，使拉削的光潔度稳定地在7級以上。

4) 刀具制造中热加工的发展 为了节约貴重金屬和提高刀具寿命，造制工厂和研究部門配合，对刀具制造的热加工工艺进行許多試驗研究工作，主要有：1. 高速鋼刀具鑄造；2. 高速鋼刀具的堆焊；3. 用塑性变形加工制造鑽头，並投入生产；4. 刀具的分級和等溫热处理以及冰冷处理，以減少变形、提高寿命；5. 刀具表面强化处理，包括液体氰化处理、气体氰化处理、磷化处理、蒸气处理和水煮处理等、許多工厂已用于生产。

5) 磨料磨具制造工业的发展 磨料和磨具的制造工业，旧中国几乎是完全空白。解放后，經苏联和民主德国大力帮助，並經我国制造厂的努力，到1956年先后生产四种主要磨料——黑色和綠色碳化硅，普通的和白色的氧化鋁，又去年試成高級磨料碳化硼和單晶鋼玉，对天然鋼玉的利用也正在进行。在磨具的品种上，去年已能掌握粘土、橡胶和树脂三种主要粘結剂的砂輪制造工艺，去年下半年还試成了氧化鎂、硫酸鈉等特殊用途的粘結剂，砂輪尺寸范围是3~1200毫米。此外，硬度高、粒度細、組織密的磨滾珠砂輪，磨速高达80米/秒的高速砂輪，气孔率达68~75%的大气孔砂輪，石墨导电砂輪，質量均匀純潔的超精磨砂輪，都已先后制成功，这对我国磨削加工工艺水平的提高，起了积极的作用。

(3) 加工工艺 切削加工在目前是机械制造业中的主要工艺方法，但它却是一种較慢較貴的加工方法。我国机械制造业原来的基础落后，随着它的飞跃发展，我国切削加工工艺各方面的发展是巨大的。滿园春光，万紫千紅，我們这里只打算就一些精密机件的制造，磨削和光整加工，高速切削、强力切削和电热切削，齒輪的加工工艺，工夹具的改造，“螞蚁啃骨头”和“积木式拼合机床”，生产自动化等的工艺，以及切削基本理論的研究等几方面，作簡要的介紹，來說明我国解放后在这方面的发展。

1) 一些精密机件的制造。近年来，很多工厂結合新品試制，掌握了一些精密机械另件的制造工艺，获得了一定的成果。例如，上海机床厂的齒輪磨床和昆明机床厂的坐标鏜床所用的分度蝸輪付都达到了零級精度；沈阳第一机床厂制出了零級精度的絲杆，对有些另件的精密加工，用无切削加工（主要是利用沒有刃口的刀具，在常溫下来滾压、挤压、搓制工件，使表面起整平作用、或作成形的塑性变形，达到表面光潔度和精度）来代替磨削加工的試驗工作，也取得了一定的成果，有些已經在生产中采用。

2) 磨削和光整加工是现代机械制造业中获得高精度、光潔度的主要方法，应用比重日趋增加。为了給高速磨削創造条件，高轉速的电动主軸已投入生产，並大

力試制12~18萬轉/分的，6~10萬轉/的高速風動砂輪主軸，也有試制應用。切削速度達50米/秒的平面高速磨削，長春汽車廠初步試驗已獲得優良成績。內冷卻磨削和光潔度磨削，許多單位已取得了一些經驗。用磨削代刮研以及階梯磨削法有些工廠已用於生產。各主要軸承廠在生產中逐步採用大走刀量磨削已達到5~7.5米/分。塊規研磨的光整加工，尺寸和平面平滑度偏差已在0.1微米以內，表面光潔度已達到13級以上。利用超精加工和珩磨，以代替一部分生產率較底的研磨工作，在生產中應用也日益開展，珩磨齒輪的新工藝，也初步取得了良好結果。

3) 高速切削、強力切削和電熱切削。1950年原重工業部在瀋陽組織了高速切削表演會，在蘇聯專家組的指導下，對我國工人和技術人員傳授了高速切削和多刀多刃切削就在國內很多工廠里逐步地開花結果，在我國工人中也湧現出一些先進能手，一再突破高速切削記錄，例如：上海機床廠先進車工朱大仙切削鑄鐵件，用陶瓷刀的切削速度達2016米/分，用硬質合金刀的切削速度達810米/分。使用裝有硬質合金刀具的飛刀盤進行高速銑削，已有不少工廠用來加工工件，切削速度達200米/分以上，工作效率很高，而且可以代替部分平面磨削工作。

4) 強力切削方面，在學習掌握了蘇聯科列索夫、烏蘭諾夫等先進車刀的基础上，我國工人創造改進了多種強力切削刀具，目前強力切削已成為我國工人提高切削效率的一個發展方向。

5) 電熱切削法是用电弧把工作的加工表面金屬局部加熱，降低它的強度，使刀具切削容易，從而可以加大機床轉數和走刀量，使切削效率成倍地增加。今年春季，哈爾濱電機廠試用电熱切削法切削高級鉻鉻合金鋼鑄成的汽輪發電機護環，得了良好的結果。以後曾經繼續進行試驗，以使切刀規範漸趨完整。

6) 齒輪的加工工藝。齒輪和齒輪付等傳動機件，近來不僅數量上需要很多，在種類、結構和質量上，也趨向於有更高的要求。解放後，由於生產的迅速發展，齒輪等的加工，在機械製造中佔了相當重要的地位，用切削加工法製造齒輪方面，也取得了一些成就，主要的有：1. 滾銑齒輪方面，掌握了一些高效率滾刀，例如進步滾刀，它的特点是利用修整滾刀外圓狀來保證滾刀各刀齒切削時負荷均勻，此外，還成功地應用了小壓力角滾刀——勝利滾刀，它的特点是在設計滾刀時減少齒形角，以免在加大走刀量時，工作表面呈顯著的刀痕。2. 剃齒是成批生產中精加工齒輪的主要方法之一，我們除了已能自制剃齒刀外，還試驗和掌握了一些先進剃齒刀工藝，如剃齒刀修形、剃前插齒刀修形，交叉剃齒法和強力剃齒（或稱精車齒輪）。3. 螺旋傘齒輪的成批生產，幾年來我們已能掌握生產技術外，長春第一汽車廠並已在生產中採用較複雜的半滾動螺旋傘齒輪，以節省加工工時，此外，還有很多工廠在缺少螺旋傘齒輪的專門加工設備下，自行設計製造了簡易裝置，在生產中發揮了很大的作用。4. 用指狀模數銑刀加工大模數圓柱齒輪、人字齒輪和直齒傘齒輪，是大型齒輪加工中主要方法之一，幾年來也進行了試驗研究，並已在生產上發揮了作用。

7) 改進工夾具是機械製造中，縮短輔助工時，保證產品質量的主要措施之

一。解放后革新大量涌现，使生产效率成倍地提高，例如，普通車床上应用多刀夹具进行多刀多刃切削，鑽床上加裝附件进行多軸鑽孔，在机床上裝配机械和液压裝置作仿形加工，以及改裝机床扩大使用范围，如利用車床車制多边形和圓球形零件等。另外，对新穎的、高效率的夹具也进行发展和普及工作，例如用于精密加工的塑料夹具和膜片夹盤，高效率的气动夹具和气动液压夾具，适用于小批生产的拼合夹具，都在生产中发挥了良好的作用。

8) “蚂蚁啃骨头”和“积木式拼合机床”。在1958年大跃进形势下，机械制造业，出现了設備能力赶不上生产需要的矛盾，特别突出地表现在重型和大型設備的制造上。我国工人和技术人員，在党的領導和支持下，充分发挥了积极性，为解决大型設備加工能力不足問題，創造性地应用了“蚂蚁啃骨头”和“积木式拼合机床”等工艺方法，克服了生产上的困难，积累了經驗，用小机床对大型另件加工提供了解决办法。

9) 生产过程自动化方面。生产过程自动化也是由簡單到复杂地逐步发展和完善的过程。几年来，不少机械加工部門利用原有机床增添附件，改成半自动化或自动化的操作，这种比較簡單的自动化改裝，不需大量資金而又行之有效。沈阳螺釘厂利用原有設備加裝自动化上下料裝置，使制造六角螺帽的工序成为半自动化或自动化。去年大跃进中这个厂和工艺院合作，更进一步地改进了装备，采用簡易的方法，把螺帽的各工序連成了一条自动生产綫，大大提高了劳动生产率。在应用高效率或专用机床組成自动流水生产綫方面，有洛阳軸承厂磨削加工的自动生产綫；已經进行設計的有：滾動軸承加工与裝配自动生产綫、柴油机噴油咀、汽缸盖等另件自动生产綫、小型电机主要另件自动生产綫、絲錐自动生产綫等。

10) 切削过程的基本理論上，切削层变形、切削力和刀具耐用度等，都直接影响着切削加工的劳动生产率和工件的質量，而刀具設計理論研究則是改进刀具結構以提高它的切削性能的基础。解放后，随着机械制造业的发展，国内高等院校和研究机构在这方面的研究工作日益增多，並获得了成就。例如：吉林工业大学研究过切削速度对表面光潔度的影响，得到了具体結果，南京工学院研究了强力切削中各种因素对切削力的影响，对强力切削时选择适当的切削用量，华南工学院对切削热的研究等等，都有一定的成就。

(4) 特种工艺和装备 随着硬質合金和其它高强度材料的应用日趋广泛，近年来我国加工和超声波加工也获得了較快的发展。

电加工的应用，約有三种形式：1. 采用特殊的电流脉冲发生器，2. 使接于直流或交流电路的电极具有相对位移的机械裝置，3. 上述两种形式的各种不同的結合。电加工现在虽然还不能广泛地用来代替一般的切削加工，但是用来加工特殊鋼材的另件，就很有发展前途。东北五三工厂等已成功地采用电火花磨削来加工柴油机噴油咀錐面和小孔以及硬質合金冲模。湘潭电机厂和科学院电加工研究室进行了用导电砂輪磨削硬質合金拉模等，光潔度达12級，生产率很高，並能節約昂貴的磨料，成本大为降低，但工具电极磨損稍快的問題还須加以解决。去年大跃进中各地出现用电极机械法鏜削鋼球代替机械鏜

削，生产率約提高14倍多。阳极机械加工可以进行許多加工工序，一般用来刃磨刀具，也有用来制造阳极机械切割机的，生产率很高。大連工学院更进一步应用在齿輪精加工上，也得到了滿意的結果。为了滿足生产需要，国内不少工厂已制造了万能性的电火花加工机床和各种电加工机床。1958年已进行研究4.5千瓦的整流子式脉冲发电和电脉冲加工机床，用来加工各种鍛模，工作效率比較銑削高一倍。

超声波加工是利用磁致伸縮器的机械振动放大振幅传到工具上，借液体介質中的悬浮磨料来进行加工的，最适宜于加工特硬和特脆的材料，如鑽石、鋼玉、陶瓷等，效率很高，而且还可以在工件上复制出任意的形状来。我国研究这项新技术虽然只有兩三年，但已經取得了一定的成績，科学院在加工设备，工具材料以及对影响加工速度、精度、光潔度各因素的关系方面，已作了很多工作。一机部的研究部門和工厂在去年已試制出多种超声波加工设备。例如1.5千瓦的超声波发生器，250瓦到2千瓦的超声波加工机床以及50~250瓦的超声波加工的台式小机床等。目前，我国工厂已經把超声波加工工艺用于成批地加工宝石軸承和鑽石拉絲模。

第一章 金屬切削加工的基本知識

第一节 毛坯的种类及其准备工作

(一) 毛坯的种类

在机器制造中用来通过以后的切削加工而得到另件成品的材料称为毛坯。为了节省材料及加工費用，毛坯应与成品的形状相近似。

在近代机器制造中，用作毛坯的材料有：

- (1) 由鑄鉄、鋼、有色金屬及合金制成的鑄件；
- (2) 由鋼、一些有色金屬及合金制成的鍛件，或由这些材料制成的冲压件；
- (3) 由鋼、有色金屬及合金軋成的型材；
- (4) 非金屬材料；如加制木材、塑料、硬橡胶、石料及纖維材料等。

选择毛坯时，应考虑到对另件提出的技术要求，例如形状的复杂性，尺寸的精确度，强度的情况等。在个别的情况下还提出特殊的要求，如抗蝕性，耐磨性等等。

毛坯的形状和得到毛坯的方法以及它以后的加工，处处都以另件的結構为依据。因此在設計毛坯时，除了使用性能的要求外，必須考虑到另件的工艺性，即是否容易用最簡單的方法来制造它，是极其重要的。考虑結構的工艺性在于规定毛坯的最簡單形状，以簡化其切削加工。由于改善加工工艺的結果，可显著地大大提高它的生产率。

(二) 軋材毛坯的預加工

对毛坯进行某些与另件最后形状无关的初步加工，以便其适合成批生产及采用专用设备时，称为毛坯的預加工。

在机械加工車間里或在大規模生产中的專門准备車間里，毛坯預加工的方法有：

- (1) 切断或截料 一般型材有2~10米長，按照另件尺寸把它切成1.5~2米的小段，以便在轉塔車床或自动車床上作为成組毛坯之用。用手工及机床都可作切断工作。

机械鋸是最常用的一种切料工具，特別在單个生产和小批生产中的应用最为普遍。它的优点是：因鋸口窄（鋸条厚度1~2毫米），被鋸去的材料損失小和鋸床价值不高。缺点是：生产率低，且由于鋸条的挠性，易使鋸口不与毛坯軸綫垂直及鋸条的磨損快。

金屬鋸切机床也是广泛应用的一种切料工具。一般用350~1400毫米的圓盤鋸片工作，鋸口宽度是4~12毫米。这类机床有机动的或液动的送进和夹紧材料的机构。它的优点是生产率高及鋸口的方向可靠，缺点是鋸片較厚，因而材料的損耗較大。

在大量及大批生产中，則用专用的截料机床（車床型的），特点是生产率高，在截

料过程中能变更截料速度，容易操縱及能自动夹紧毛坯等。

(2) 鑽中心孔 在軸及其他另件毛坯的两端鑽出由园柱及园錐部分所組成的中心孔来。中心孔的园錐部分，是把毛坯装卡在車床頂針上时作为支持用的。对于中心孔提出下列的要求：

- 1) 兩端中心孔的軸綫应和另件的总体几何軸綫重合；
- 2) 园錐部分应清潔光滑並有准确的园錐角(图5,a)；

- 3) 除园錐部分外，还有直径較小的园柱形凹陷部分，它保証車床頂針和中心孔錐面間紧密接触，此外还供容納潤滑油之用；

- 4) 有时中心孔做成双重錐面(图5,b)，外面的第二錐面叫做保护錐面，主要是需要在頂針間进行多次重磨的另件，才做出这个錐面。

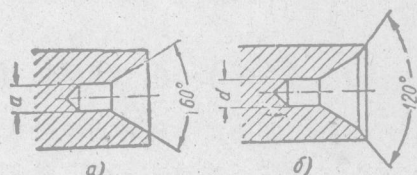


图 5 中心孔：
a—有一个錐面的中心孔； b—有两个錐面的中心孔。

对于极重而且大的毛坯，一般是依照划綫的位置用电鑽或风鑽打中心孔。

(3) 預先粗切 在大量及大批生产中，为了得到柱形度及平滑的表面，以便可靠地用弹簧夹头来卡紧而进行事先的粗切。

(三) 划 綫

目前划綫仅适用于單件及小批生产，在加工巨大而笨重的另件时也采用划綫。

划綫的用途是：

- 1) 按图紙检查毛坯的尺寸和校对毛坯的几何形状；
- 2) 在毛坯上划出照顧到裕量适当分配的加工边界；
- 3) 用双重檢驗綫条来檢驗加工执行的情况。

划綫工序既費錢，生产率又低，也不能保証高的精确度，所以在大量及大批生产中已被夹具工作所代替，后者保証毛坯定位的簡單化和自动化，並有相当高的精确度。

划綫工序是在涂有顏料的毛坯上划出綫条并在綫条上打上冲眼。根据加工的复杂情形有时进行几次划綫，因为这些綫条必須划在已加工的地方。最先加工的表面应先划綫，其余后划。

平面划綫和立体划綫 在平面上或两个向度(長和寬)里的划綫称为平面划綫，有三个向度(長、寬、高)里的划綫称为立体划綫。

划綫前毛坯的准备工作 細心清理毛坯的表面並涂上加有胶質或加有干燥剂的白堊水，鋼料另件的已加工表面可涂以硫酸銅溶液，有孔的地方要塞入木塊以便找到划綫的中心。

选择基面 划綫从选择基面开始。基面(在各个別情况下是綫或点)是据以确定其他要加工表面的面。基面的选择基本上根据加工的过程，應該采用可以作为一切(尽