

金属切削理论与实践

上 册

北京市《金属切削理论与实践》编委会

JINSHU QIEXIAO LILUN YU SHIJIAN

北 京 出 版 社

金属切削理论与实践

上册

北京市《金属切削理论与实践》编委会

北 京 出 版 社

金属切削理论与实践

上 册

北京市《金属切削理论与实践》编委会

*

北 京 出 版 社 出 版

新华书店北京发行所发行

北 京 印 刷 二 厂 印 刷

*

850×1168 毫米 32 开本 13.25 印张 315,000 字

1979 年 3 月第 1 版 1979 年 3 月第 1 次印刷

印数 1--140,000

书号: 15071·25 定价: 1.65 元

前 言

建国以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国机械工业得到了很大的发展，金属切削科学技术水平也有了显著提高。为了适应机械工业不断发展的需要，在中共北京市委的领导下，由北京市技术交流站组织在京的一些工厂、学校和科研单位，组成工人、科技人员和干部三结合小组，编写《金属切削理论与实践》一书。

在编写过程中，力求做到：用辩证唯物论和历史唯物论作指导，认真总结我国的实践经验，又注意吸取国外的先进科学技术；坚持理论联系实际，注重调查研究，紧密结合生产实践，开展科学实验，尽量使本书具有科学性、先进性和实用性。

全书分两部分，分册出版。第一部分（上册）主要阐述金属切削的基本规律，第二部分（下册）重点介绍各种金属切削加工的特殊规律。本书可供从事金属切削的工人和科技人员使用，也可作为高等院校、中等专业学校有关专业的教学参考书。

本书在编写过程中，得到了兄弟省市有关单位的大力支持；在京的许多工厂、学校和科研单位提供了大量资料，协助进行实验，并参加了编审工作。在此表示衷心的感谢。

由于我们的水平有限，书中一定会有不少缺点和错误，希望广大读者批评指正。

北京市《金属切削理论与实践》编委会

目 录

我国金属切削加工发展概况	(1)
--------------------	-------

第一章 基本定义	(15)
----------------	--------

第一节 切削运动和切削用量	(15)
---------------------	--------

第二节 刀具的几何参数	(17)
-------------------	--------

第三节 自由切削和非自由切削	(24)
----------------------	--------

第四节 切削层的厚度、宽度和面积	(24)
------------------------	--------

第五节 刀具的工作角度	(25)
-------------------	--------

第六节 刀具各截面中几何角度的换算关系	(29)
---------------------------	--------

第二章 金属切削过程	(33)
------------------	--------

第一节 金属切削过程的矛盾分析	(34)
-----------------------	--------

第二节 金属塑性变形的基本知识	(36)
-----------------------	--------

第三节 金属切削过程的本质	(41)
---------------------	--------

第四节 积屑瘤	(62)
---------------	--------

第五节 已加工表面的冷硬现象	(66)
----------------------	--------

第六节 影响切削过程塑性变形的主要因素	(70)
---------------------------	--------

第七节 脆性金属的切削过程	(74)
---------------------	--------

第三章 刀具材料	(77)
----------------	--------

第一节 刀具材料必须具备的性能	(77)
-----------------------	--------

第二节 碳素工具钢和合金工具钢	(78)
-----------------------	--------

第三节 高速钢	(81)
---------------	--------

第四节 硬质合金	(91)
----------------	--------

第五节 其它刀具材料	(108)
------------------	---------

第四章 工件材料的切削加工性	(111)
第一节 工件材料的化学成分、金相组织对切削加工性的影响	(112)
第二节 工件材料的力学性能对切削加工性的影响	(115)
第三节 工件材料的物理性能对切削加工性的影响	(120)
第四节 工件材料的其它因素对切削加工性的影响	(123)
第五节 工件材料切削加工性的综合分析	(124)
第六节 改善工件材料切削加工性的途径	(139)
第五章 切削力和切削功率	(141)
第一节 切削力的来源和研究切削力的意义	(141)
第二节 切削合力、分力和切削功率	(143)
第三节 影响切削力的因素	(147)
第四节 切断刀的切削力	(188)
第五节 车削力、车削功率的计算方法和例题	(191)
第六节 测量切削力的实验方法	(194)
第六章 切削热和切削温度	(213)
第一节 切削热的来源和传出	(213)
第二节 影响切削温度的因素	(216)
第三节 切削温度对刀具与工件的影响	(232)
第四节 切削热的限制与利用	(235)
第五节 切削温度的测量方法	(237)
第七章 刀具的磨损和耐用度	(242)
第一节 刀具的磨损形态	(242)
第二节 刀具的磨损规律和磨损限度	(244)
第三节 刀具磨损的原因	(247)
第四节 刀具的耐用度和影响刀具耐用度的主要因素分析	(249)
第五节 硬质合金刀具的崩刃和打刀	(262)
第八章 冷却润滑液	(267)
第一节 冷却润滑液的作用	(267)

第二节	冷却润滑液的分类和组成	(273)
第三节	冷却润滑液中的添加剂	(276)
第四节	动植物油的代用品	(282)
第五节	冷却润滑液的选用	(285)
第六节	冷却润滑液的加注方法	(294)
第九章 刀具几何参数的合理选择		(297)
第一节	合理选择刀具几何参数的意义	(297)
第二节	合理选择刀具几何参数的指导思想	(298)
第三节	前角的合理选择	(301)
第四节	负倒棱的合理选择	(311)
第五节	后角的合理选择	(315)
第六节	主偏角的合理选择	(320)
第七节	副偏角的合理选择	(324)
第八节	刃倾角的合理选择	(325)
第九节	几种典型车刀几何参数的分析	(329)
第十章 切屑的形状及其控制		(336)
第一节	一分为二地分析各类切屑	(336)
第二节	切屑折断的内因和断屑措施分析	(339)
第三节	卷屑槽的形状和尺寸对切屑卷曲和变形的影响	(341)
第四节	中等切深下利用卷屑槽断屑的规律	(350)
第五节	大切深、小切深下利用卷屑槽控制屑形的规律	(355)
第六节	采用小月牙洼卷屑槽控制屑形的规律	(358)
第七节	通过变革主切削刃形状控制屑形	(360)
第十一章 已加工表面质量		(365)
第一节	表面质量的含义及其影响	(365)
第二节	表面光洁度	(367)
第三节	残余应力与冷硬现象	(385)
第四节	提高表面质量的途径	(388)

第十二章	刀具耐用度和切削用量的制订原则和参考数值	(395)
第一节	制订刀具耐用度的一般原则和参考数值	(395)
第二节	制订切削用量的一般原则	(399)
第三节	硬质合金车刀切削用量的参考数值	(402)
附 录		(404)
一、	国际标准化组织(ISO)硬质合金的类别、代号、成分及性能	
二、	各国主要高速钢牌号对照表	
三、	各国硬质合金牌号近似对照表	
四、	本书常用符号表	
参考书刊		(415)

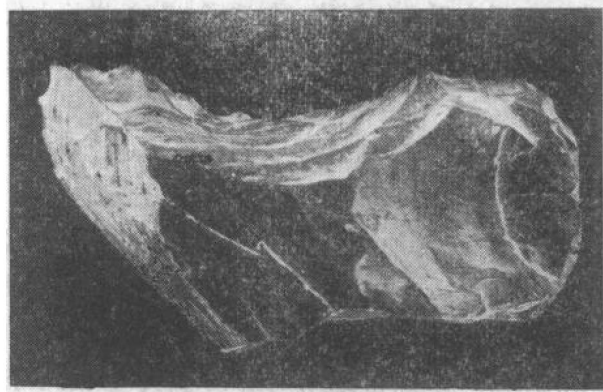
我国金属切削加工发展概况

伟大的领袖和导师毛主席指出：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”我们伟大的中华民族，自古以来就是勤劳、勇敢、智慧的民族，曾经出现过许多杰出的科学家和无数的能工巧匠。正是广大劳动人民，在长期的生产斗争和科学实验中，用自己勤劳的双手和无穷的智慧，创造了光辉灿烂的古代科学文化。我国是世界文明发达最早的国家之一，对人类作出过巨大的贡献。

在金属切削加工方面，我国同样有着悠久的历史。它是从古代加工石质、木质、骨质和其他非金属器物发展演变而来的。在旧石器时代，距今约170万年的云南元谋猿人就使用过石砍砸器。距今50~60万年的北京猿人，在与大自然的搏斗中，制造和使用各种带刃口的石器，如砍砸器、刮削器、尖状器（图1）。这对于我们研究切削加工的起源和发展，提供了宝贵的历史资料。到了新石器时代，生产工具不断得到改进，石斧、石砢、石刀、石镰等都已制造得相当精致，并已能在石器上钻孔（图2）；甚至把坚硬的石刃镶嵌或粘接在骨把上，制成了夹固式石刃骨刀（图3）。人类从制作第一件带刃的工具起，就从生产实践中逐步认识了刀具刃口的作用。一个原始的切削加工过程，已经具备了三个基本条件：1. 刀具（带刃口的石器）；2. 被加工对象（生产和生活用品）；3. 切削运动（人用手握住刀具和被加工对象，并给以一定的力和运动方向）。这就构成了刀具与被加工对象之间的切削——反切削的矛盾运动。近代的金属切削加工就是从古



(1) 砍砸器 (约为原大的1/2)



(2) 刮削器 (约为原大的2倍)



(8) 尖状器 (约为原大的2倍)

图1 砍砸器、刮削器和尖状器

(周口店北京猿人遗址出土)

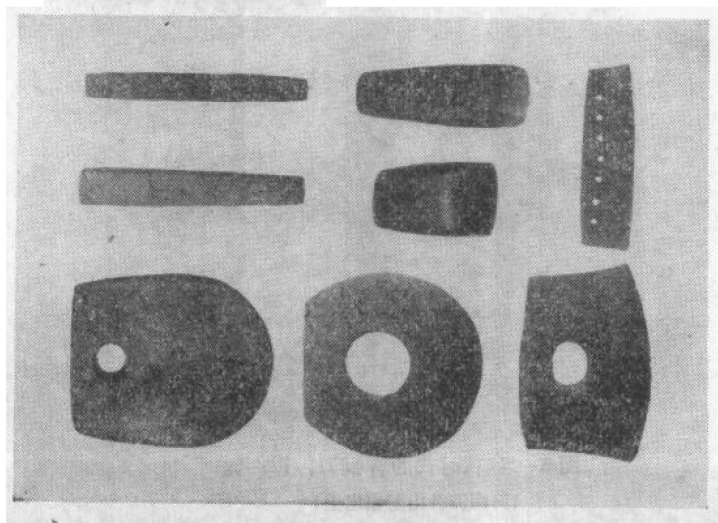
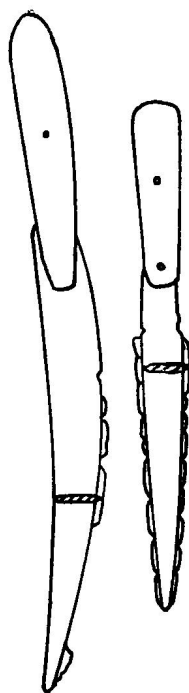
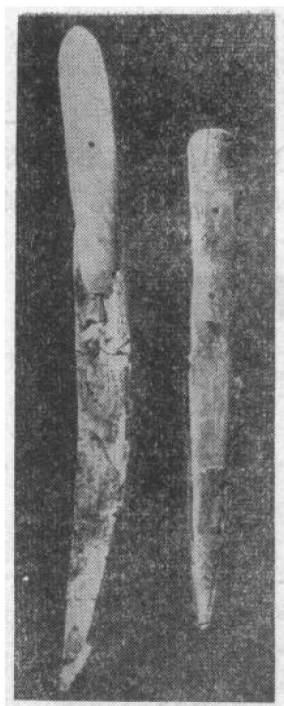


图2 新石器时代的石刀、石斧
(南京北阴阳营及江苏淮安青莲岗出土)



0 50毫米

图3 新石器时代的石刃骨刀
(甘肃永昌鸳鸯池出土)

代的这种原始切削加工方法发展演变而来的。

我国的金属切削加工工艺，从青铜器时代开始出现萌芽，并逐步形成和发展。早在齐家文化时期（公元前两千多年），已用天然铜制造铜器。从殷商到春秋时期，已经有了相当发达的青铜冶铸业，出现了各种青铜工具（图4，图5），甚至有了用陨铁



图4 商代的青铜钎
（郑州二里冈出土）

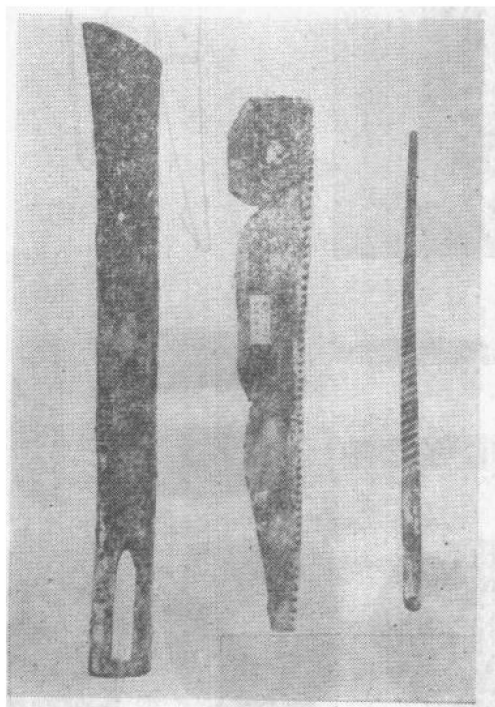


图5 春秋时代的青铜刀、锯、铤
（河南汲县山彪镇出土）

制作刀刃的铁刃铜钺（图6）。这一时期的大量出土文物与甲骨文记录表明，不论是青铜兵器，还是青铜生产工具和生活用具，在制造过程中大都要经过切削加工或研磨。春秋战国时期，我国发明了生铁冶铸技术，比西欧要早一千多年。渗碳、淬火和炼钢技术的发明，为制造坚硬锋利的工具提供了有利条件。铁质工具

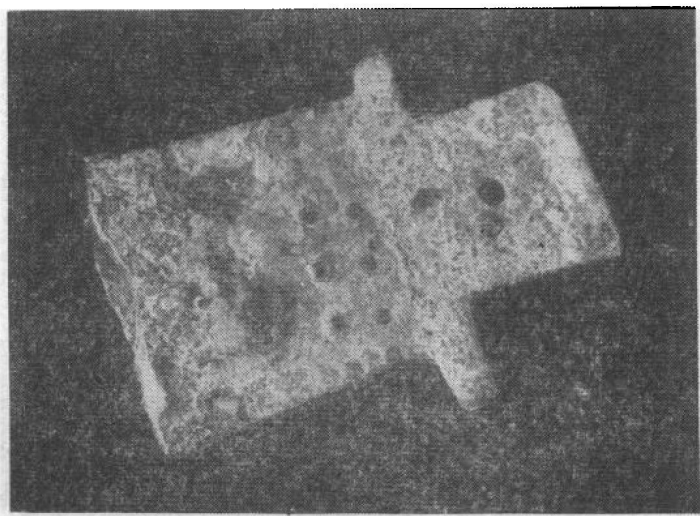


图6 商代的铁刃铜钺
(河北藁城出土)

的出现，使金属切削加工进入了一个新阶段。这一时期出土的切削工具，分工比较细致。许多青铜器上，出现了用金属刀具刻镂的纹饰和钻孔的痕迹。战国时期的《考工记》，是我国现存的一部最早的工程技术著作。上面记载了各种兵器、生产工具、生活用具的制作规范，并有关于战车的制造工序，说明当时已能比较熟练地进行金属切削加工。

早在三千多年前的商代，已经有了旋转的琢玉工具，这是金属切削机床的前身。近年在河北满城一号汉墓中出土的五铢钱

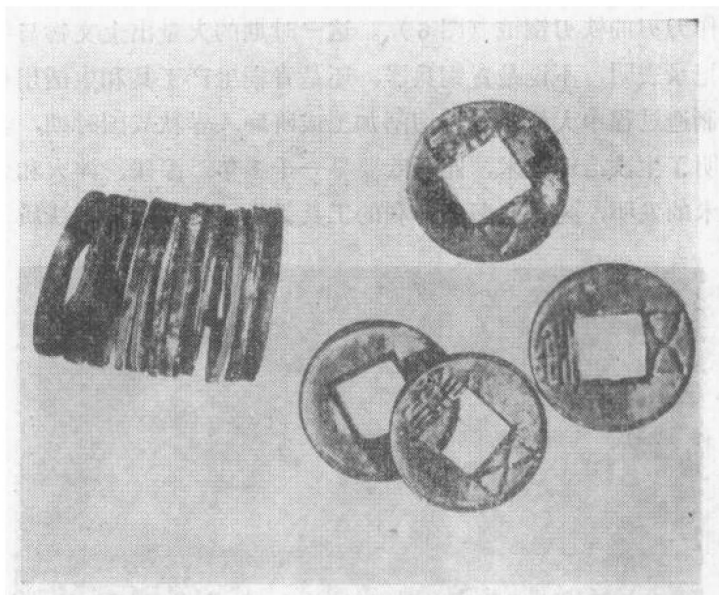
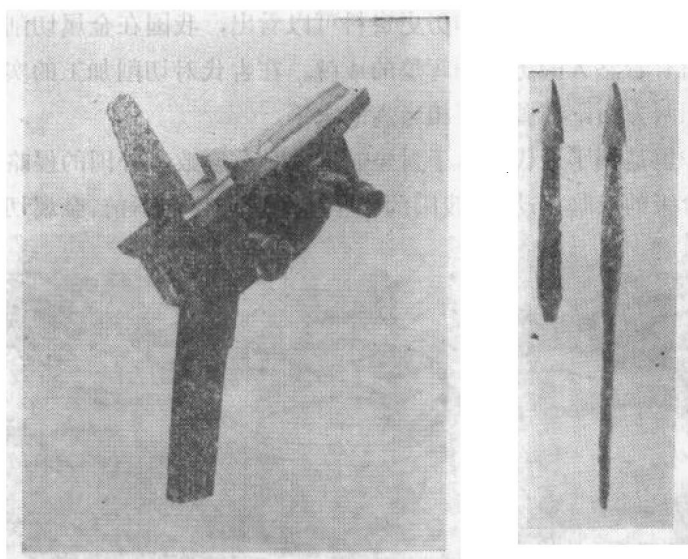


图7 西汉时代的五铢钱
(河北满城一号汉墓出土)

(图7)，其外圆上有经过车削的痕迹，刀花均匀，切削振动波纹清晰，椭圆度很小。有可能是把五铢钱穿在方轴上，然后装夹在木制的车床上旋转，手持刀具切削出来的。同墓出土的器物中，还有铁铤、三棱形的青铜钻、经过渗碳处理的铁剑和书刀、青铜弩机和青铜箭头(图8)。其中，青铜弩机的结构相当复杂，但加工精度和表面光洁度很高；青铜箭头还经过抛光。说明当时的金属切削加工已经达到了一定的水平。在西安出土的唐代文物中，有用铜、银制造的盘、盒和碗。在这些器具上有明显的车削痕迹，内孔与外圆的不同心度很小，刀痕细密，子母口配合严密。由此可以证明我国在八世纪时已经有了金属切削车床，加工技术也已比较熟练。到了明代，工场手工业有了发展。各种切削加工方法，如车、铣、刨、钻、磨等，分工逐渐明确。从北京



(1) 青铜弩机

(2) 青铜箭头

图8 西汉时代的青铜弩机和箭头

(河北满城一号汉墓出土)

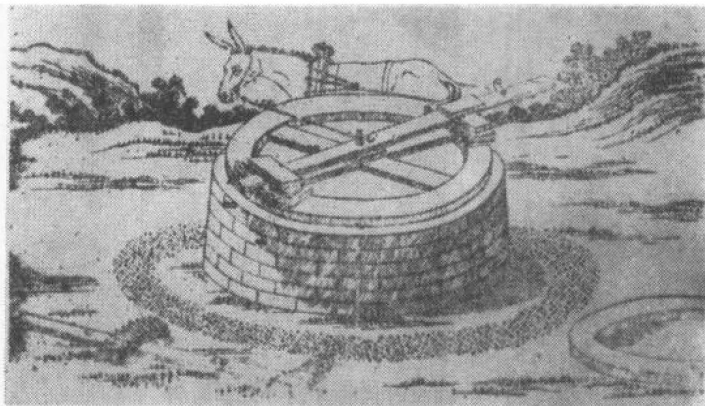
古天文台上遗留的天文仪器上可以看到，当时已采用了与近代相类似的切削加工方法。直径达两米多的大铜环的加工精度和表面光洁度都达到了相当高的水平。据考证，是用图9所示的方法，用畜力带动铣刀和磨石，进行铣削和磨削而制成的。明末，宋应星所著的《天工开物》是一本相当完整的古代工农业生产技术著作，其中关于利用畜力、水力等机械传动装置有详细的记载。

我国劳动人民在长期的生产实践中，很早就注意了刀具刃口的作用。明代张自烈所著《正字通》中，总结了前人的经验，对切削过程中“刀”、“刃”、“切”、“挤”的不同作用都下了明确的定义。指出：“刀为体，刃为用，利而后能截物，古谓之芒。”

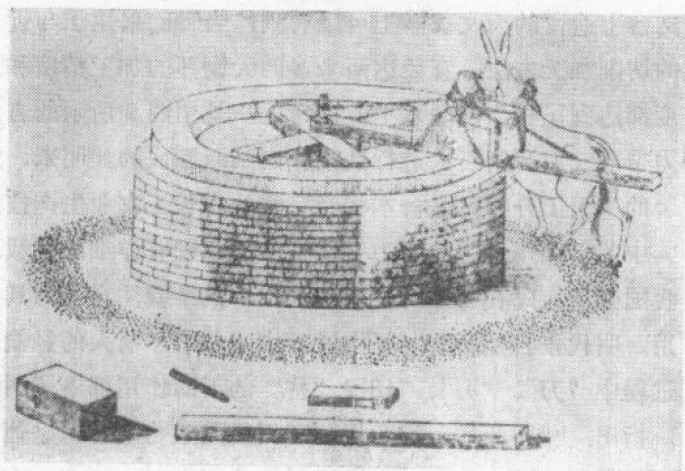
(图10)说明我国古代劳动人民对于刀具切削作用原理已有了一些朴素的唯物辩证的认识。

从上述出土文物和历史资料可以看出，我国在金属切削加工方面有着悠久的历史 and 辉煌的成就。在古代对切削加工的实践和认识两方面，都曾达到相当高的水平。

但是到了近代，由于封建制度的日益腐败，外国的侵略，统治阶级的黑暗反动，使我国的科学技术发展停滞不前，金属切削加



(1) 铣削⁽³⁾



(2) 磨削⁽³⁾

图9 明代天文仪器上大铜环的加工

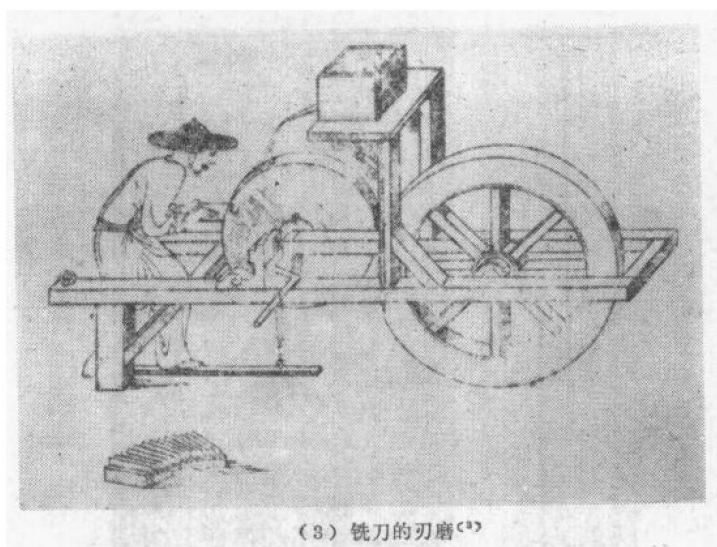


图9 (续)

工技术也处于落后的状态。在帝国主义、封建主义和官僚资本主义的压迫下，旧中国的经济千疮百孔，工业十分落后。直到解放前夕，除了少数机器修配厂以外，根本没有自己的机床、工具制造业。就连高速钢这样的工具材料，麻花钻这样的普通工具，都不能制造。

中华人民共和国成立后，在中国共产党和毛主席的英明领导下，全国各族人民团结一致，自力更生，奋发图强，沿着毛主席的无产阶级革命路线胜利前进，把贫穷落后的旧中国建设成为初步繁荣昌盛的社会主义新中国。社会主义革命和社会主义建设蓬勃发展。金属切削科学技术，随着机械制造工业的不断壮大，也有了显著的提高。

解放初期，旧中国留下来的机床设备，不仅数量少，而且质量差。绝大多数是简陋的旧式皮带机床，刀具材料主要是碳素工具钢，切削速度一般为10米/分左右，生产效率很低，远远不能适