

机床制造业的技术发展

特

第一机械工业部第二机器工业管理局
金属切削机床研究所



目 录

绪论	-----	2
第一章	掌握新型机床	6
第二章	提高切削过程的生产率	27
第三章	提高机器技术水平	45
第四章	自动化的方法和装置	53
第五章	关于 1 K 62 车床	78
第六章	自动线	85
第七章	改进现有的机床	119
附录	-----	128—1

绪 论

国民经济各部门中技术的壮大和全面发展，是完成苏联国民经济的艰巨任务的一个重要条件。机器制造业，在完成这些任务中起着特殊作用，因为技术水平、设备的质量和生产设备的规模，在颇大的程度上决定着国民经济的发展速度。苏联共产党第二十次代表大会，在关于第六个五年计划的指示中，规定了机器制造业和金属加工业必须大力增产。机器制造者们，除增加已掌握了的产品的产量外，还应不断改进和创造各种新的机器。

机器和仪表是由个别零件组成的，其数量少至若干个（锁就是此种机构的一个例子），多至几千甚至几万个（如汽车或飞机等）。零件尺寸亦大不相同：小至百分之若干公厘（此种零件的形状，只有用放大镜或者显微镜才能看清楚），大至几十公尺的巨型零件，其精确的尺寸要用测地仪来测量。

机器零件的形状也是各式各样的：有圆柱体、平行六面体、圆锥和齿轮、螺旋浆叶、汽轮机叶片，以及各种类型的螺丝（丝杠）等。

有许多现代机器是在高速度和高负荷下运转的。因此，整台机器和个别零件的制造精度，应是很高的。不久以前，加工精度达到百分之几公厘，就已称获得很大的成就。而现在，有许多零件的制造精度则需达到千分之几，甚至万分之几公厘。

许多新式的复杂的机器、机械和仪表，在多数情况下，它们都要求具有很高的质量，并且在生产它们时尽可能少地耗费劳动力、资金和时间，这就对机器制造工业人员提出了很高的要求。必须不断改进工艺，运用高生产率的精密机器，坚持提高技术上的生产文明。对备料车间——锻工车间和铸造车间，必须加以特别注意。

不久以前，对改进毛坯质量问题，特别是对提高毛坯的精度，未予以足够的重视，以致在零件的制造过程中，经常有将近 50% 的金属变为切屑。在第六个五年计划中，提高文明生产和采用获得毛坯的最先进方法，将会是所有机器制造企业中工作人员的注意中心。

辗压和模锻，可以耗费较少的劳动力而更充分的利用金属，是以压力来制造零件的先进方法。所谓循环辗压的新方法将具有特别广阔的发展前途。目前，使用此种方法，可以制造球头，犁壁，阶梯轴，轴承滚珠及许多其它零件等的毛坯。

循环辗压 (периодически прокат) 的生产率要比锻造和模锻高几十倍，它可以大大地改善劳动条件和降低产品成本。由中央重型机器制造科学研究所 (ЦНИИТМАШ) 制造和库科诺夫甫斯基 (КОНОТОВСКИЙ) 工厂使用的压制小模数的圆柱形直齿轮及人字齿轮用的滚压机，可以制造出 3~4 级精度的零件。

莫斯科《铰刀》工厂就是使用循环辗压来制造球头的。因此，节约了将近 40% 的钢。

在第六个五年计划期间，循环辗压的方法不仅要在冶金工业中，同时要在机器制造工业中大力推广。

锻造和模锻也在不断的改进着，可以耗费很少的劳动力而加工出精度达到 0.2 ~ 0.3 公厘，即 4 ~ 5 级精度的零件。

冷模锻和墩粗法可以保证更充分的利用金属材料 and 获得尺寸更精密的零件。在许多工业部门 (汽车，农业机械及通讯联络工具等) 中，使用冷模锻来制造 3 级精度的零件，在许多情况下，甚至可以加工出 2 级精度的零件。这和用棒料的毛坯相较，金属的残料最低可减少一半。

由于机器制造厂中现有锻压设备的缺陷和不能充分利用，

而阻碍了金属压力加工的广泛应用。在这方面，我们大大地落后于美国。在美国，锻压设备的比重为22.3%，而在苏联，仅16.5%。

我国锻压机总数的构成是不能令人满意的：锻压机总数中，锻锤和手动机器的比重太大，而板料模锻机，热模锻机和捻锻机却感不足。在苏联，锻锤佔锻压机总数的9.5%，而在美国，则为2.2%。同时，我们的曲臂热模锻压机仅为美国的1/40。

为了更广泛的应用压力加工的先进方法，必须大力扩大锻压设备的品种和产量。

铸造是第二种被最广泛采用的、获得机械零件毛坯的方法。

最近几年，我们的工业更加广泛地掌握着先进的铸造法（金属模铸造法，压力铸造法及壳模（скоружна́й с формой）铸造法），这些铸造法，可以得到精度达0.2~0.5公厘的铸件。在许多情况下，特别是使用壳模（быстрозаливный метод）铸造^①时，可以达到更高的精度。因此，高度的铸造生产工艺水平可以保证得去无需机械加工的。精度可达4~5级的许多零件，或者可以大大地减少加工余量的铸件。

但是，应该指出：这些先进的铸造法还未得到足够的推广。到现在为止，在成批和大量生产中，制造铸件的主要方法还是使用那种旧的砂型铸造法，此种铸造法要耗费较多的劳动力和时间，并且妨碍了高效率的、全面的自动化的实现和不能保证高的铸造精度。

在第六个五年计划中规定：在新的先进工艺的基础上，广泛地进行铸造车间技术上的重新装备。许多企业（例如波多利斯克（Подо́льский）机械厂）的经验证明了此种工作的效

注：是一种热模铸造法——模者。

果是很大的。

在各科学研究所和各工厂人员面前摆着一个任务：在最近的将来，使备料车间的加工精度提高到3级，甚至2级。从而使各备料车间在实质上变成出产成品的主要车间。

铸造、轧制、锻造及模锻方法的改进，可以大大地减少机械加工的工作量。但是，这当然并不意味着机械加工完全不需要了。正如上所述，现代机器的许多零件的精度必须达到百分之几和千分之几公厘，而这暂时只有使用切去切屑的方法才能实现。

目前在成批机器制造企业中的机械加工的工时为制造机器所需总工时的40~60%。例如制造1A62车床时，机械加工工时在总工时中的比重为57.5%。制造6M82型卧式铣床时，机械加工工时佔48%。在大量生产的名部门中机械加工的工时稍微少一些，即为15~35%。

为了进行无数的各式各样的机器和仪表零件的机械加工，苏联各企业到1956年金属切削机床总数为176万台。在设备数量上它仅次于在1953年拥有230万台机床的美国。但是，为了使我国机器制造业不断地发展，每年必须投入大量的新的工艺设备，提高工艺水平，以新的生产率更高的机床代替陈旧的机床。因此，摆在机床制造者们面前最重要的任务是：制造各式各样的优质机床，其出产数量，应足以充分保证国民经济各部门有计划 and 迅速的发展。

为了完成这个任务，机床制造者们应该掌握各种类型的金属切削机床，使其能够完成制造各种不同尺寸的机器零件时机械加工的一切工序，並保证所需的精度和高的经济指标。此外，必须审查以前所制造的机床的结构，并以生产率更高的机床来代替它。

鉴于目前机床制造者们制造着将近800种一般用途机床和数千种的专用机床，本书不能对所有正在出产的机器和机床制造者们掌握每一种新型机床的工作情况予以详细的阐述。我们仅讲一讲机床制造者们为我国工业技术发展、为制造先进的金属切削机床而战斗的基本方向。

第一章 掌握新型机床

各零件的机械加工的性屬，与各零件的外形、所需精度和被加工表面光洁度有关。因此，机床制造者们制造出各种组别和各种用途的各式各样的金属切削机床：车床、钻床、镗床、铣床、刨床、插床、拉床、磨床及齿纹加工机床等。

1946年，苏联机床制造工业只出产了186种一般用途的机床，及数量不大的专用机床和专业化机床。那时所出产的金属切削机床的品种，技术水平和出产规模，比1940年低得多，少得多。这是由于我们的工业在卫国战争年代里遭到严重损害的结果。

在最近十年里，机床制造者们为扩大机床品种和增加产量付出了不少劳动。在战后第一个五年计划期间里，就已经掌握了246种机床并制造了105种机床来代替结构陈旧的机床。到1956年苏联机床工业已掌握了795种一般用途的各种各样的机床，此外，还根据各工业企业个别订值制造了几万台专用机床。在第五个五年计划里，有将近400种新机器，供给生产使用。今时，这真是卓越的、生产效率最高的稀有的机床。

在制造以前苏联所未出产过的机床的同时，不断地用新结构来代替那些已经不能符合目前机器制造者们日益增长的要求的旧结构。

目前机床制造工业已不生产1945年以前设计的机床。为了解决国民经济所需机床种类和类型尺寸数量的问题，机床制造者们力图在最少类型的情况下完全满足工业的需要。由于苏联国民经济是有计划的，避免了制造相似的和互相竞争的机床，从而增加了生产的批量。

在苏联，新型金属切削机床的掌握是在经过科学研究的系

列的基础上进行的。确定机床的品种及其主要性能时，故虑了充分供应机器制造业和金属加工工业各部门以高生产率的设备，以保证加工成本低和质量高。

为了满足我国机器制造业不断增长的需要，预计到1961年，机床品种可扩大到1200~1220种类型尺寸。此外，更新245种国内生产的机床。

为了完成这个任务，机床制造者们每年应该有不少于100种新型机床投入生产（其中不包括专用机床）。

表1中所示，为国内生产的和在第六个五年计划中应该掌握的机床品种的简单情况。

表 1

机床组别名称	类 型 尺 寸 数 量	
	1956年以前 所掌握的	应在1961年以 前掌握的
车 床	169	236
钻床及镗床	72	107
磨 床	254	355
齿轮加工机床	78	134
铣 床	89	155
刨床及插床	25	36
拉 床	21	38
各种机床	87	139
合 计	795	1200

应当在1961年以前掌握的机床系列，反映了机器制造生产的一般发展情况。研讨这个问题时，故虑到了最先进的机床组，放在发展的第一位。计划中规定：大力增大零件最后加工用的磨床和高生产率的拉床的比重。对生产率低的刨床和插床的比

重，使它减小。

除发展系列外，苏联要大大地增加机床的产量，依据苏联共产党第二十次代表大会的指示，1960年应制造达20万台机床，这相当于1955年产量的190%。

实现我国机床制造业的这个极其巨大的发展计划之后，我国在机床产量方面就完全接近1952年生产23万台机床(其中约8万台小型和台式机床)的美国了。

制造苏联以前所未生产过的机床，是机床制造者在最近几年来完成的，在第六个五年计划中还必须付出许多劳动的最复杂而重要的任务。首先是制造一般用途的重型机床和精密机床，以及各别工业部门用的专用机床和专业化机床。下面谈一谈关于每一种机床的详细情况。

重型机床

制造大型和重型机床是一个相当复杂的任务。因为制造巨大尺寸的零件时，需要特殊的工艺设备，甚至要建造许多新工厂。

在战前年代里，在苏联制造重型机床的只有四个企业：高尔基机床厂、列宁格勒市斯维德洛夫(Свердлов)机床厂、克拉玛托尔机床厂和克拉斯诺达尔机床厂(Краматорский и Краснодарский станкозаводы)。目前重型机床在十个专业工厂里制造。其中大型企业，如科洛明斯克(Коломенский)重型机床厂，新西伯利亚水压机和重型机床厂，绿带机床厂，以及最近几年建造的许多工厂，目前还正在建造一系列的制造重型机床的企业。生产中型机床的机床厂也制造大型和重型机床：奥尔忠尼启则机床厂，《红色无产者》工厂，《机床结构》工厂及许多其它工厂。

图 1. 克拉玛托尔重型机床厂掌握的 1682 型 重型车床

在第五个五年计划里，掌握了 157 种重型机床的生产，其中有许多机床的重量达到几百吨。到 1961 年以前应该掌握 88 种。供给制造巨型设备（发电站，冶金企业及其它重工业部门用的）的企业所需的机床，是一个特别复杂而重要的任务。

对于重工业，必须掌握重 50 吨以上的机床。仅在第五个五年计划期间，此种机床的种数就增加了 13 倍。

金属切削加工最常用的一种形式是车削，为此，制造了大批各种不同结构的车床。

克拉玛托尔重型机床厂全体职工掌握了 1682 型车床的生产。在该车床上可加工直径达 3 公尺以下、长 30 公尺以上、重量达 170 吨的零件。机床的重量为 450 吨。

科洛明工厂制造更大的车床。在这里制造了可以加工直径 13 公尺和 22 公尺零件的立式车床，还掌握了工作台尺寸为 4×12 公尺的龙门铣床和龙门铣床的生产。

在敖德萨机床厂制造的摇臂钻床上，可以钻削在半径 3.5 公尺内的孔。哈尔科夫机床厂全体职工制造了各式各样的磨床，用它仍可以加工长达 8 公尺及直径达 1.5 公尺的高精度零件。

看看钟表的《小齿轮》，是很难想像到现代大型机器中采用形状相似、而直径为若干公尺的更加精密的齿轮。科洛明重型机床厂生产直径达5公尺以下圆柱形齿轮用的滚齿机。在这个工厂里还制造过可以切制直径达8公尺齿轮的更大型的滚齿机。

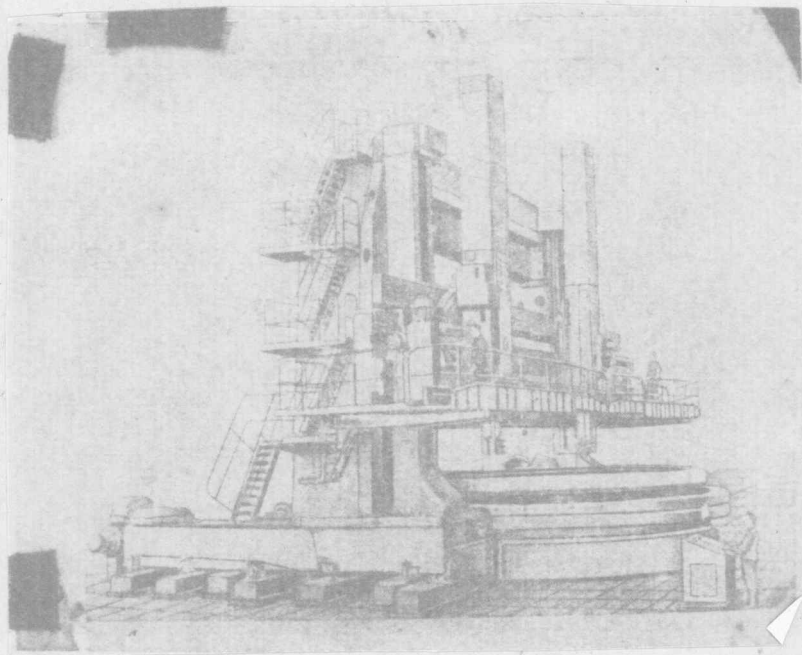


图2、科洛明重型机床厂制造的MK159型立式车床大型压模可以在工作台台面为 4.2×4.6 公尺的1P—29型仿型铣床上进行加工。为铣削汽轮机叶片，高尔基机床厂制造了工作台台面为 2.5×8.5 公尺的铣床。

在重型机床上的被加工零件的重量，经常超过几百吨。

有一些零件（如船体零件）的尺寸和重量大到人力所不能安装到机床上去的程度。在这些情况下，或将机床在被加工零件近旁移动，或将机床直接安装在它的上面。为此目的，特制造了各式各样自行式机床和移动式机床，以便用来完成各种不同的工艺工序：铣削，镗削和刨削等。用来在巨型零件上铣

孔和铰孔的2A58型自行式机床，是此种类型机床的一个实例。在此机床上，从立柱中心线到立轴中心线的最大距离为3250公厘。该机床装设在自动小车上，小车以每分钟10公尺的速度沿轨道移动。

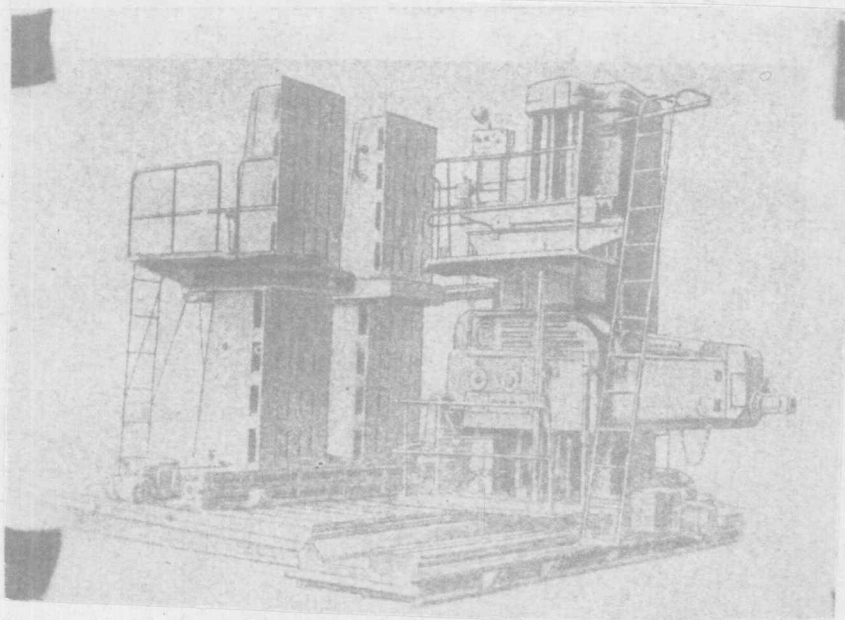


图3、加工大型压模用的仿型铣床

1956年以前已掌握了14种移动式机床的生产。在第六个五年计划中，此种机床应增加到36种。

从表2中可以看出，苏联机床制造者们在制造稀有重型机床方面所作的努力的成果。在表中列举了在苏联和在国外制造的一些最重要的稀有重型机床的比较数据。

(表2同次同)

表 2

机 床 名 称 及 其 主 要 规 格	苏 联		美 国	英 国	西 德
	已 掌 握 的	拟在1955 -1960年 掌握			
车床——安装在床身上加工 件最大直径(公厘)	4000	6300	3700	5300	6000
立式车床——被加工工件最 大直径(公厘)	20000	26000	12300	7300	26000
镗床——镗削主轴直径(公 厘)	200	320	250	300	320
轧钢磨床——被加工工件最 大直径(公厘)	1500	2000	2600	1800	2600
滚齿机——被切削齿轮的最 大直径(公厘)	5000	8000	8000	3750	12000
龙门铣床——工作台宽度和 长度(公厘)	3600X 12000	5000X 16000	4000X 18000	3600X 8500	4000X 26000
龙门刨床——工作台宽度和 长度(公厘)	4000X 12000	5000X 16000	4250X 8000	2800X 8000	5000X 29000

表中所列举的数据说明了：在最大机床的设计能力方面，我们赶上，在某些情况下，超过美国和英国，但还次于西德。

我们机床制造工业的任务是：在第六个五年计划中掌握最大的金属切削机床的生产。苏联机床制造者们在掌握各种工艺用途的大型稀有机床中所积累的经验，生产技术能力，是胜利地完成这个任务的可靠保证。

精密机床

现代机器制造业对零件机械加工精度的要求是很高的。

有许多机器零件必须制造出1级和更高的精度来，有时公差只达到几公忽。为了保证此种高精度的加工，必须掌握大量新型的精密机床和增加它们的产量。1940年，在苏联生产了7种高精度的机床，1950年为40种，而目前已掌握了114种精密机床的制造。在第六个五年计划期间，计划再掌握53种，其中包括磨床22种和齿轮加工机床19种。

实际上，1955年生产的精密机床为1950年的1.5倍。

我们机床制造者们完成精密机床产量任务的方法有二：第一，提高普通机床零件制造和装配的精度；第二，进行高精度机床（完成特殊工作用的）结构的研究和生产组织工作。当然，第二种方法所花费的工夫比第一种方法要多些。

近几年来，在普通机床（主要是加工4级精度即公差在 $0.02 \sim 0.5$ 公厘范围内，和5~6级表面光洁度用的）的基础上，曾制造了可以加工精度达 $0.01 \sim 0.05$ 公厘和7~8级表面光洁度工件的机床。此种精度的车削加工，在许多情况下，可以不再进行繁重而昂贵的磨削工作。提高这些机床的加工精度，主要是靠细心地制造机床的主要零件——主轴、各支承及导轨来达到的。

将普通滑动导轨更换成滚动导轨（此种机床的床鞍沿滚轮而滚动），可以提高许多机床对低负荷的敏感度和保证移动的平稳性。

《红色无产者》工厂制造的1622型机床是具有巨大意义的。该机床供长达2.5公尺丝杠的最后加工之用。由于零件的精密制造，细心装配及缩短运动链，该机床上的加工精度可达到1级。

比如，该机床的主轴是由减速器通过三角皮带而带动的；被切削螺纹的螺距的调整是用交换齿轮来实现；采用刚性的结构的刀架（没有上部回转部分）；丝杠安装在若干个支承上，除此之外，还要设有校正尺。

在大多数现代机器中采用的齿轮，经常是在高速度下（每分钟达到20公尺以上）工作的。为了使齿轮传动装置的寿命长和不发生噪音，凡是装入它们上面的齿轮，其制造精度均不得低于2级。所有切齿机就是根据这一要求来设计的。为了制造出更精密的齿轮，制造了各种不同尺寸的高生产率的剃齿机和磨齿机。

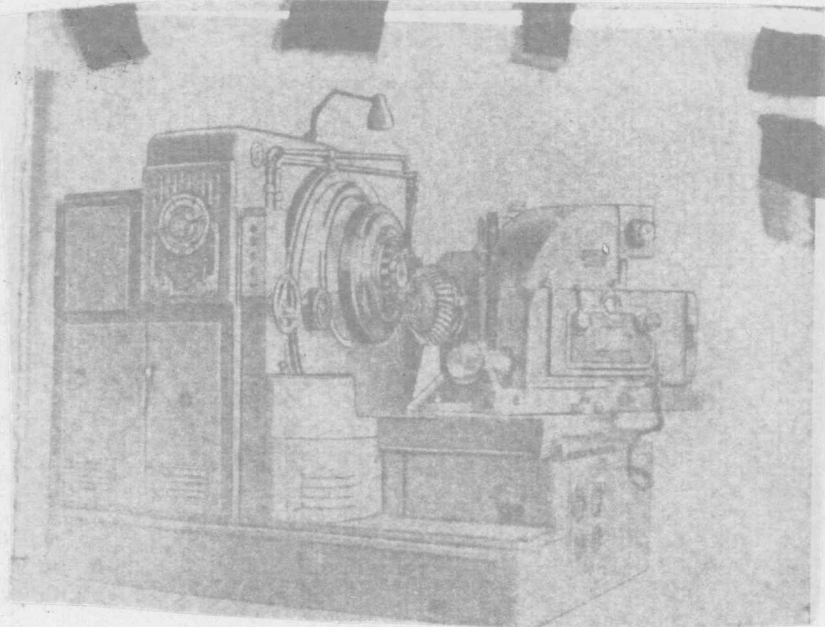


图4、切削螺旋伞齿轮用的528型高速自动机床

1940年以前，在苏联，加工伞齿轮和螺旋伞齿轮用的机床未曾生产过；靠进口来满足需要。

最近几年里，我们掌握了可以切削直径达1200公厘齿轮的许多高精度的高速机床。举金属切削机床实验科学研究所人属制造的528型自动切齿机为例。在该机床上可以加工精度

极高的、直径达 800 公厘的螺旋伞齿轮。该机床运动链的设计可以大大的缩短了辅助动作所需的时间，同时，使用硬质合金刀具，可以每分钟达 500 公尺的速度来切削金属。

为了进行高速伞形齿轮的最后加工，特制造了特殊结构的磨齿机。

应该把近几年来掌握了许多型式的磨齿机床的成批生产，当作我国机床制造业的巨大成就。在这些机床上设有回转工作台，因而，可以磨削在不同平面上的孔。使用特殊光学仪器来进行该机床的精确调整，移动的精确性由具有校正机构的精密丝杠来保证。这些机床以前在苏联没有生产过。

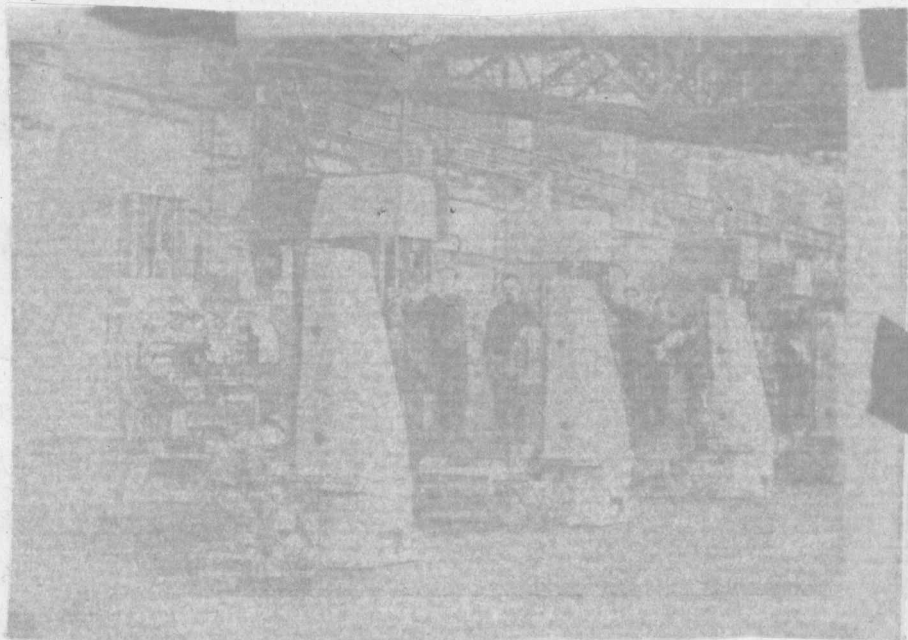
为了加工淬火零件，制造了使用磨具加工的品种繁多的机床。掌握齿轮最后加工用的磨床，是具有特殊意义的。目前正生产制造可以磨削直径 1 公尺以上齿轮的机床。在“共青团员”工人在苏联设计师 M. 华西里秋克 (Васильчук) 所建议的特殊原理的基础上，制造了使用梯形磨具以刨成法来实现磨削的 5832 型机床。磨削模数在 0.8 以下的齿轮时，无需预先切齿。这在制造需经热处理时特别重要。在此情况下，圆柱形毛坯先淬火，然后磨齿。1956 年，“共青团员”工厂制造了加工更大齿轮用的型式相类似的机床。

为了进行高精度齿轮的最后加工，也掌握了许多齿形磨床。例如，金属切削机床实验科学研究所制造的 5184 型机床上，可以磨削直径达 500 公厘的正齿轮和螺旋齿条。机床的自动循环保证了高的生产率和可以进行多机床看管。

为了进行精密螺紋（螺絲，桿規、及精密絲槓等々）的最后加工，内园磨床厂制造了 MB-8 型万能螺絲磨床。在该机床上既可用单头的也可用多头的磨具进行磨削。

加工复杂的样板和各种不同的精密的平面曲线，都要求花费很大的劳动和要有高超的技术。这一过程的机械化曾经具长

时期以来令人响往的，亟待解决的任务。为了这个目的，目前列宁格勒伊里奇机床厂制造了 395 型成形磨床。在该机床上可放置一个或几个复杂外形的零件，直接按图纸来加工。它与以前所制造的同一用途的机床不同的是：在以前制造的机床上，仅砂轮的旋转及其往复运动是机械化的，而在 395 型机床上，工件的移动也实现了机械化。速度可以在很大的范围内进行无级变化。



大型成形磨床的情况

在旧的机床上工作时，必须不断地用显微镜来观察加工过程。在新的机床上可以看见，在尺寸 500×500 公厘的外置显微镜器 (Экран) 放大了 50 倍的被加工工件的缩影。使砂轮的边缘与放大的图形保持重合，对工人说来，不是一件太麻烦的事。预计今后要用光电管或其它电子设备来监视加工过程，使机床全部自动化。

有些零件除尺寸和几何形状的精度很高以外，在工件表面光洁度方面的要求也很高（例如，测量工具的制造误差不得超过 $1 \sim 2$ 公忽）。为了进行这些工件的最后加工（研磨），特制