

中国机械工程学会十周年年会

机床内部矛盾和机床发展规律

专题论文集

中国机械工程学会十周年年会秘书处编

中国工业出版社

中国机械工程学会十周年年会

**机床内部矛盾和机床发展规律
专题论文集**

中国机械工程学会十周年年会秘书处编

中国工业出版社

机床内部矛盾和机床发展规律是中国机械工程学会十周年年会中心讨论题目之一。本书反映了这一学术讨论的动态以及各家的论点,内容包括:这一学术讨论的综合报导、学术论文、学术讨论发言摘要,以及几种类型机床发展问题的专题论述等。这些资料对进一步探讨机床的内部矛盾和机床发展规律将有一定的帮助和启发。

中国机械工程学会十周年年会
机床内部矛盾和机床发展规律
专题讨论文集

中国机械工程学会十周年年会秘书处编

*

机械工业出版社编辑部编辑(北京阜成门外百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $7 \frac{1}{4}$ · 字数 172,000

1962年10月北京第一版·1962年10月北京第一次印刷

印数 0,001—1,200 · 定价(10-7)1.05元

*

统一书号: 15165·1862(一机-382)

目次

一、前言

二、中国机械工程学会十周年年会关于「机床内部矛盾和

机床发展规律」問題学术討論情况..... (2)

三、有关「机床内部矛盾和机床发展规律」問題学术論文选編..... (5)

从設計「积木式机床」試論机床内部矛盾运动的規律.....
.....中共哈尔滨工业大学机械系机床及自动化专业分总交委员会 (5)

再談机床内部矛盾运动的規律和机床的「积木化」問題.....

哈尔滨工业大学机械系机床及自动化专业教师討論 侯鎮冰、蔣明、关士續、陆紀培等执笔 (8)
也談机床的内部矛盾及其发展趋势.....北京市机电局設計公司 范亮、周艾稷、丁雪生 (25)

关于机床的内部矛盾和它的发展(摘要).....王祖唐 (29)

关于机床的内部矛盾和「积木式」机床的发展問題.....金希武 (29)

关于「机床内部矛盾运动規律」若干問題的商榷.....

.....山东工学院第一机械系机床刀具教研室集体討論 顏子平执笔 (35)

机床内部矛盾和机床发展規律問題的探討.....机床研究所 梁訓瑩、辛予、黃馨 (42)

四、有关「机床内部矛盾和机床发展規律」学术討論发言摘要选編..... (57)

广东省代表賈自兴同志发言摘要..... (57)

河南省代表赵圣斌同志发言摘要..... (57)

山西省代表沈承书同志发言摘要..... (58)

四川省代表宁开平同志发言摘要..... (58)

云南省代表屈維德同志发言摘要..... (64)

吉林省代表孟少农同志发言摘要..... (65)

上海市代表蔡錫璋同志发言摘要..... (66)

安徽省代表金正銓同志发言摘要..... (66)

清华大学金希武同志发言摘要..... (66)

哈尔滨工业大学蔣明同志发言摘要..... (67)

哈尔滨工业大学侯鎮冰同志发言摘要..... (72)

哈尔滨工业大学关士續同志发言摘要..... (75)

北京第一机床厂王应讓同志发言摘要..... (75)

北京第二机床厂倪德荣同志发言摘要..... (76)

武汉重型机床厂沈德彰同志发言摘要..... (76)

机床研究所梁訓瑩、黃馨、謝光亮等同志发言摘要..... (78)

五、几类机床的发展問題論述选編..... (80)

試論大型拼合式机床(摘要).....武汉重型机床研究所 陈文秀 (80)

从积木式机床的发展过程試談机床积木化的方向(摘要).....

.....哈尔滨市机械工业局第一技术研究所 吳学孔、郑仲玉、王佳琳 (90)

「以小千大」工艺方法和螞蟻机床, 以及它們在重型机器制造业不同生产条件下所占的地位

(摘要).....河北工学院 叶尔良 (93)

論支援农业用的輕小簡廉机床(摘要).....机床研究所 梁訓瑩、謝光亮、張昭、尹孟年 (103)

对提高我国組合机床及其自动綫技术水平的几点意見(摘要).....組合机床研究所 王鈞 (111)

一 前言

中国机械工程学会十周年年会于1961年11月20日至30日在北京召开，會議期間，以「机床内部矛盾和机床发展规律」作为中心議題之一，进行了四天的学术討論。参加这一討論的有本届年会正式代表、特邀代表和北京市有关同志，共80余人。会上宣讀了大会收到的有关专题的部分論文，与会同志展开了热烈的討論。

本汇编旨在反映这一次学术討論的内容，以期为全国范围内进一步开展有关学术研究工作提供資料。为此，本汇编将着重反映各种具有代表性的論点，对重复的論述有所刪改。内容包括：年会学术討論情况报导，学术论文（全文或摘要），学术討論发言提綱，以及年会收到的与这一中心議題有关的几类机床专题論述。因限于篇幅，未能全部刊載有关論文和发言内容。同时，汇编工作中存在很多的缺点，尚希批評指正。

二 中国机械工程学会十周年年会关于「机床内部矛盾和机床发展规律」問題学术討論情况

机床内部矛盾和机床发展规律的研究是一个崭新的研究课题。研究这个课题的目的，是为了弄清楚机床内部矛盾、認識引起和推动机床发展的根本原因和客观规律性，以便运用这种规律进一步促进机床的发展，更好地为我国社会主义建設服务。这个课题一經被提出，在我国机械工程学界就引起了很大的兴趣。近年来，有不少部門、单位和个人对此进行了很多的研究工作，不少地区也曾就这一课题进行过多次专题討論，还有一些研究单位、工厂、学校結合学术理论研究，在有关机床发展的具体规划和新品种設計、試制方面作了一些实践。这样，就不仅有助于檢驗已有的理論归纳的正确性，而且还有助于更进一步充实和提高原有的認識，同时在机床品种发展和机床設計构思上也出現一些新的值得注意的进展。这些情况表明，我国机械工程学界开始从唯物辯証法的高度来探討技术发展规律，这是具有重要理論意义的，而且也是具有实际意义的。

为了进一步推动这一方面学术研究工作的开展，中国机械工程学会十周年年会以「机床内部矛盾和机床发展规律」这一课题作为中心議題之一，組織了为时四日、有八十余人参加的学术討論会。参加討論会的同志或是亲自提出所得的研究成果，或是代表有关单位汇报学术見解，或是进行插問、爭辯、答疑。四天的討論会，由于貫徹了党的「百花齐放，百家爭鳴」的方針政策，取得了很大的收获：

第一，通过自由爭辯，差不多所有原来的論点都有发展，同时出現了一些新的論点。

第二，在若干問題上（如对积木式机床經驗的应用范围）取得了基本上的一致。各派論点相互补充吸收，有的已开始融合。

第三，大家的思想水平提高了一步，如金希武教授所說，这是一次运用「矛盾論」分析自己的专业問題的一次练习。通过辯論已使大家認識到，不能孤立、片面地分析問題，今后要全面地把内部矛盾和外在事物联系起来进行研究。

第四，了解了当前机床工业的情况，并就我国机床工业今后发展方向提出了一些有价值的意見。

关于「什么是机床内部的根本矛盾」，会上提出的論点共有一、二十个之多。按大同小异归并，大致上还有如下的几种：

第一种論点：刀具系統与工件系統对立統一。这是哈尔滨工业大学侯鎮冰、鄭明、关士續、陆紀培等同志提出的，有一些支持者。其要点是：一切現代化的金属切削机床都是由使刀具运动和工件运动两系統組成的矛盾統一。两者的联結和相互作用过程是机床实现金属切削加工的过程。机床的全部发展历史也就是这个矛盾发展的历史。会上有人对这个論点提出了补充意見。也有主張「傳动系統与执行系統对立統一」的說法。同时也有不少反对意見。反对的理由是：第一，如把机床仅仅看作是一种机械結構的物体，这个矛盾是很重要的矛盾，但它不能解釋作为生产工具的机床之所以发生和发展。它們的对立統一只是机械物理运动形态，是低級的形态，它是受机床发展那样的高級运动形态的规律支配的，因此它不是机床内部的根本矛盾。第二，不能概括机床分出不同类型这种发展的原因。第三，不能解釋沒有工件系統的若干机床品种，如移动式搖臂钻、落地镗等的繼續发展等等。

第二种論点：作用力与反作用力的对立統一。这是清华大学王祖唐同志提出的，也有

其支持者。其要点是：机床内部矛盾就是金属切削加工过程的内部矛盾，就是刀具和工件待加工部分金属之间的作用力和反作用力的矛盾。反对这一论点的理由是：第一，一切机械的运动现象和事物的存在，都包含这一矛盾，它不能说明机床的本质；第二，许多机床的发生发展，原因并不在于力的矛盾，不同种类的机床，切削力可以没有差异等等。

第三种论点：工件与刀具的对立统一。这是清华大学金希武同志、北京机电设计公司范亮、周逸民等同志分别提出的。他们拥有广泛的支持者。金希武同志说：工件与刀具在机床切削过程中的运动。工件几何形状、工艺条件、生产率要求的变化，这些运动，构成了机床发展过程中矛盾运动的各个侧面。工件与刀具的矛盾，离开机床的切削过程毫无意义，切削过程离不开刀具和工件，因之应当把工件和刀具包括在机床内部运动来考虑。

第四种论点：在切削加工过程中，对机床提出的产生一定机械运动的要求与机床机构能否实现这一要求之间的矛盾。这是山东工学院颜子平同志、北京航空学院饒子范同志分别提出的。成都工学院宁开平、上海机床厂蔡锡璋等同志的论点大体与此相同。同样有广泛的支持者。

第五种论点：工件加工的技术经济要求与机床结构性能的矛盾。这是武汉重型机床厂沈德彰同志提出的，也有其支持者。

上述第三、四、五种论点都比较接近，都以切削过程为立足点，反对意见也基本相同：第一，工件，或对机床提出的机械运动要求，都是机床外部的，工件是机床的加工对象，刀具、机床是劳动手段，它们各自处于对立的一方，不能成为另一方内部的东西。第二，不能概括引起机床发展过程中起作用的若干经济因素，特别是第四种论点，不能解释象轻小简单机床的发生发展。第三，工件可代表工艺可能性，说它体现生产率、成本，特别是说它能体现机床操作灵便性、安全性，是有些困难的。

第六种论点：人变革工件的意志的无限性、有生命性、与机床能提供的功能上的有限性、无生命性之间的对立统一。这是第一汽车制造厂孟少农同志提出的。

他的理由是，机床是人变革工件的意图的一部分的体现。人的意图是无限完善的，活生生的；机床所能提供的功能是有限的，它带有不可避免的各种误差，它不能主动地适应发展过程中的每个新要求。

对这个论点的不同意见是：

第一，人的意志对机床发展虽有根本性作用，但不能把人的作用过于强调；第二，无法把人的意志概括到机床的内部；人和机床的对立统一，是机械制造生产力的内部矛盾，实质与前述第三、第四和第五论点是共同的。

第七种论点：机床有二重性，机床切削加工机械零件的技术经济性能与实现这一技术经济性能的机床机器结构自然功能的矛盾就是机床内部的根本矛盾。这是机床研究所梁训璋等同志提出来的。

他们论述的要点是：

机床有二重性，也就是说一方面机床作为一种机器形态的物质结构存在，另一方面机床又作为生产工具存在。由此，机床既具有切削加工机器结构的自然功能，还具有作为切削加工机械零件的生产工具在生产过程中表现出来的技术经济性能；这种性能，就是迎合社会生产需要的适应性，它为社会生产所肯定，并以机床机器结构自然功能为基础。只要将机床作为生产工具置于切削加工机械零件的生产过程之中，就会显示出技术经济性能的

存在，以及它和机床机器结构自然功能的对立统一关系。这种对立统一推动机床的发展，规定和影响机床内部其他矛盾，并贯彻于机床发展的始终。

对「机床二重性矛盾说法」，有不少人赞同，并作了补充。也有不少反对意见：第一，「机床的技术经济性能」很难捉摸，它只能是社会对机床的要求，不是机床内在的东西；第二，「机床物质结构的功能」和「机床技术经济性能」是同一个东西，后者就是物质结构的属性，自己和自己属性不能对立。

研究机床内部矛盾，乃是为了探明机床发展的规律性，是为了解决发展机床科学技术的战略指导思想问题。这次我们也初步联系各自对机床内部矛盾的认识，讨论了机床发展方向问题。

会上的一致意见是：高大精尖的机床品种和轻小简廉的机床品种同时并举，应当是在我国当前具体条件下机床发展的基本方向。同时对发展积木式机床方面的意见也基本上取得了一致。大家认为，对积木式机床应采取巩固、充实、提高和根据具体条件积极推广的原则，并认为在一定的具体条件下，是有实际经济意义的。特别是从积木式机床经验的基础上发展起来的，以零部件跨机床类别通用化为特征的，所谓「跨类通用化机床」，对加速机床品种的发展和降低机床产品成本，便于组织多品种生产，有重要意义，而且收效比较快。跨类通用化的工作，首先应当在结构相近、尺寸规格相近的机床品种之间推行。但是，积木式机床只是机床发展的一个方面，而不能看成是机床发展的唯一方向或全部内容。讨论中，大家都一再强调这一点。

在运用各自对机床内部矛盾的分析来认识机床发展方向时，由于理论基础不同，在解释上有两种不同论点：一种论点是，认为机床发展方向是由国民经济各部门，特别是机器制造业向机床行业提出的，是外部规定的；而研究机床内部矛盾及其发展规律的意义则在于探求如何实现这一发展。因此应深入分析刀具系统和工件系统这一内部矛盾。

另一类论点：则认为研究机床内部矛盾及其发展规律的意义在于全面地去阐明机床发展方向，即机床为什么会发展，会怎样发展；并不是仅仅研究为何实现这一发展。主张这一论点的人，联系到机床的二重性，联系到机床作为生产工具具有的技术经济性能和机床的机器结构的自然功能的矛盾，联系到社会生产的需要、加工工件的变化和科学技术进步条件，来阐述我国当前支援农业用的轻小简廉机床的发展、重型机床的发展、「以小干大，蚂蚁啃骨头」机床的发展、高生产率机床和精密机床的发展问题。

我们认为，这次的讨论，只是在全国范围内更广泛更深入地探讨机床内部矛盾和机床发展规律的开始。现有各家的论点，还有继续研究的必要。我们建议在这次会上提出了自己论点的同志，只要他所提出的论点对机床的发展有意义，都继续研究下去。同时，也鼓励参加这次会或没有参加这次会的同志，提出新的论点。为了摸清机床发展规律，研究机床内部根本矛盾固然重要，但也不能孤立地进行。唯物辩证法既不是外因论，也不是内因论，而是「主张从事物的内部、从一事物对他事物的关系去研究事物的发展」（矛盾论），只有这样才能达到我们的目的。

最后大家提出几点建议：

1. 选集论文，广为印发，推动各地开展讨论。
2. 请有关部门编写机床发展史。
3. 成立机械工程学学会机床分会，加强机床科技工作。

三 有关「机床内部矛盾和机床发展规律」

問題学术論文选編

从設計「积木式机床」試論机床内部矛盾运动的規律

中共哈尔滨工业大学机械系机
床及自动化专业分总支委员会

金屬切削机床是用切削的方法将毛坯加工成为机器零件的设备。在一般机器制造工厂中，机床約占全部设备台数的百分之六十至八十。解放以来，我国机床工业虽然有了巨大的发展，但是生产能力仍满足不了需要。

大跃进以来，各地工人群众在党的领导下，創造了许多办法来解决缺少机床的困难。哈尔滨机联机械厂（以后简称机联厂）工人創造的积木式机床是最突出的事例之一。机联厂的工人一无大厂房、二无大机床、三无大吊車、四无大鑄鋼设备的条件下，巧妙地利用旧机床部件、汽車变速箱、工字鋼和鋼軌等，根据具体加工对象，拼凑成各种积木式的活动机床（这种方法很像儿童玩积木一样，因此称为积木式机床），解决了小厂不能制造大设备的困难，使工厂产值跃增了七倍。

我們专业的师生在党的领导下，深入到工厂中去，向工人学习、总结制造积木式机床的经验。从1958年开始，我們連續两年进行了研究，并在总结实践經驗的基础上，使这一新創造得到发展、完善和提高。

两年的研究过程也是充滿新旧思想斗争的过程。积木式机床和其他一切新生事物一样，曾經遭到不少人的否定和非难。至于輕視和怀疑积木式机床的，更不是个别的人。两年来积木式机床的不断发展的事实証明他們的看法是不对的。事实証明，积木式机床并不是什么解决暂时困难的「权宜之計」，它的出現預兆着整个机床工业的一个新的革命，对我国国民经济发展将起重大的推动作用。

为什么这样說呢？下面我們就从机床内部的根本矛盾分析說起，看看积木式机床是怎样地合乎規律产生，又是怎样势必成为机床发展的革命方向。

机床是用来进行切削加工的机器。切削加工的本质是：切削刀具要从被加工的零件（简称工件）上切去金屬，而工件則因分子的內聚力而反抗切削，这就构成了切削刀具和工件之間的矛盾。切削过程就是这两方面的矛盾統一的过程。切削加工发展的过程，就是切削刀具同工件的矛盾的发展过程。而这反映在机床上就是机床的工件系統同刀具系統的矛盾。这一矛盾是貫穿于机床发展始終的根本矛盾。無論从现有的机床，車、銑、钻、刨、磨床来看，或是从机床的发展史来看，都是这一根本矛盾决定机床的发展和变化。

一般的說，工件的不断变化，提出更高更精密的要求，就使机床得到不断发展。因此，工件系統是比較积极和活跃的，它經常是机床矛盾的主要方面。但是在一定条件下，矛盾的主要方面也轉向刀具系統。

最初的车床，工件的旋轉和刀具的移动都是由人力来完成的。这时矛盾的主要方面在

工件系統。当时主要是想办法使工件旋轉得快，从而加快切削过程。后来就逐渐利用風力、水力以及蒸汽做为动力来带动工件，使之加速旋轉。这样一来，仍用手动的刀具系統就显得不能适应发展，而成为必須解决的主要問題，当时就出现了自动刀架，用机器来代替刀具系統的手工操作，补上了这条短腿，而使矛盾得到暂时平衡。

但是随着工件加工要求的多样化和工件强度的不断提高，又要求不断改进刀具系統，这样就出现了新的刀具和新的刀具系統，形成了刨床、鏜床、銑床、磨床等等。后来这些机床不断完善，成为今天的机床体系。

我国在解放以后，才开始建設自己的机床工业，最初只是仿造国外的机床，1956年开始自行設計以来，也还没有脱离原有机床的框框。为了适应我国多、快、好、省地发展国民經济的需要，不能不使我们另找出路，寻找新的革命方向。就是在这种情况下，我国工人阶级在毛澤东思想的光輝照耀下，創造了积木式机床。

在一般大型机床中，工件系統是矛盾的主要方面。工件越大，使工件运动的部分就越大，机床也就越大。工人同志们想出办法：使工件系統同刀具系統分开，使工件不动，省去了使工件运动的部分，并且用地面来支承工件。这样，刀具系統就不受工件大小的影响，創造出了「以小干大」的积木式机床（「以小干大」的机床，不一定非要工件不动不可。有些机床工件仍然运动，也具有「以小干大」的特点。但是我们认为使工件不动是發揮「以小干大」特点的最好方法）。如前所述，既然切削过程的根本矛盾是被切削的工件一方和进行切削的刀具一方，那么只要創造一定条件，矛盾的主要方面和非主要方面是完全可以互相轉化的。工人同志们想，既然工件旋轉困难，是否可以使它不动，而改变刀具系統，使刀具主动去适应它呢？事实証明是完全可以的。而且干完这个工件，又可以将刀具系統移到另外需要加工工件的地方。这样看来，工人同志的「积木式」思想完全抓住了切削加工过程的根本矛盾，从改变条件解决根本矛盾入手，使小机床能够干大活。

再深入分析一下，机床的刀具系統和工件系統又都包括工作部件和傳动、支承部件。其中工作部件是直接进行加工的，是系統中的主导部分，傳动及支承部件是将运动和动力傳給工作部件和起支承作用的，是系統中的从屬部分。机联厂工人曾經很形象地說过：「任何机床都不外乎刀子、轉子和身子三种东西」。这里的刀子、轉子和身子实际上就是指工作部件和傳动及支承部件。一种机床区别于其他机床的特殊本质主要表现在工作部件上；車床和銑床本质上的不同表现在包括工件和車刀、工件和銑刀的工作部件間的不同。工作部件的特点代表机床的性质，工作部件的变化說明机床性质的变化，工作部件变化后，傳动及支承部件也跟着变化。傳动及支承部件的变化并不影响机床的性质，例如車床的变速箱和床身不論怎样变化，車床仍是一个車床；但是当刀具从車刀变成了多刃刀具——銑刀，工件从圓柱体变为平面形零件时，車床就变成另一种机床——銑床了。由此可見，机床的矛盾特殊性表现在工作部件上。馬克思曾在「資本論」里說过，一切发展了的机器都是由三个部分組成的，而其中工具机（也就是上面指的工作部件）的发展引起了机器的变化。馬克思說：「第三部分，即工具机或工作机，是十八世紀产业革命的出发点」。

机联厂的工人们，让工件不动而使矛盾主要方面轉化的办法，解决了缺少大机床的困难。除了缺少大机床，机床品种不够也是他們的困难。由于工厂要加工的工件是常常变化的，因此当一种工件加工完后，就将机床拆开，重新拼成加工新对象的机床。在新拼成的机床中，往往只有工作部件和原来机床不同，而傳动及支承部件仍然不变。实际上这正是

抓住各种机床的本质，各种机床之所以互相区别正是那个工作部件，而不是传动和支承部件。在后来我們设计的各套积木式机床中，进一步发扬了这种「传动与支承部件通用」的思想，用一套若干块积木块，按各种不同拼组方法就可以組成不同的机床，而这些机床中传动及支承部件都是通用的，因为它们并不代表各种机床的特殊性。

从机床发展史来看，最初各类机床的传动及支承部件都是差不多相同的，随着机床工作部件的发展，机床的通用部分也专用起来。机床部件愈来愈复杂，种类愈来愈多，不但车床的传动及支承部件不能和铣床通用，甚至车床和车床之間，铣床和铣床之間也不能通用。积木式机床的創造，就看到了机床的本质，抓住了工作部件是矛盾的主要方面，而使其他部分处于从属地位。这样就可以使传动件、支承件通用化，可以大批地生产，再配上各种特殊专用的工作部件，就可以迅速生产出大批的多品种的机床。

从上面可以看出，积木式机床是符合机床发展的规律的。认识到机床的工件系统和刀具系统矛盾的两个对立面可以互相转化的可能性，使加工大型零件的机床的矛盾主要方面从工件系统转化为刀具系统，建立了积木式机床「以小千大」的思想；认识到每个系统中工作部件和传动及支承部件的关系，发挥了传动和支承部件对于各种机床可以通用的可能性，从而为多品种地生产机床創造了条件，以解决机床的配套和供不应求的矛盾，并为机床的发展前途指出了新的方向。

切削加工过程既然是工件和刀具双方的矛盾斗争的过程，而工件一般是矛盾的主要方面。认识到这个规律，我们就除了要研究刀具的一方，也要研究工件这一方。并设法改变工件的性能，使它容易被加工。可以用比较软的刀具来进行加工。这样就可以根本改变工作部件的性质，而出现和现在完全不同的新型机床。

因此，我們說积木式机床是人們认识到机床的内部矛盾的规律，进一步发挥和应用了客观规律的结果。它是科学的，而且是带有普遍意义的机床发展方向。

我們还认为，从积木式机床中所发现的机床发展规律，对今后的实践有着重大意义。

(1) 根据对切削过程基本矛盾的认识，可以进一步研究积木式机床通用的积木块和特殊的积木块问题，为大量生产机床創造有利条件。

(2) 还可以进一步分析精密机床和特种机床问题。我們认为，它們和一般机床的主要不同点也在于工作部件，因此，也可以將它們和积木式机床联系起来，设计和制造一些特殊的工作部件，就可以在普通机床厂生产精密和特种机床，迅速满足国家在这方面的迫切需要。

(3) 随着我国社会主义建设事业的发展，解决大型零件加工问题成为迅速发展钢铁、电力、化学等工业的关键。因此，进一步研究用「以小千大」的积木式机床解决大型零件的加工问题，具有很大意义。

(4) 过去我們考虑切削加工，一般仅仅从矛盾的一方——切削工具——着手（这方面的研究是必要的，今后还要努力探索），但是如果考虑到矛盾的另一方——工件，就会出现新的局面。许多新的加工方法，由于在加工同时，也改变工件的性能，使其容易被加工，已在生产实践中起了很大作用，这必将引起机床的进一步革命。

(5) 「积木式」思想是否可以运用到其他机器上去呢？我們认为，从理論上說，机床是机器的一种，机床的基本构成部分和其他机器是类似的。因此，用通用的传动及支承部件加上特殊的工作部件来組成机床的原理也可以适用于其他机器。

(6) 认清了机床的矛盾发展, 不仅使我们能够在今后攻取科学堡垒中明确方向, 而且使我们决心在机床教学中来一次彻底的改革。

(原载红旗杂志 1960 年 24 期)

再谈机床内部矛盾运动的规律和机床的「积木化」问题

哈尔滨工业大学机械系机床及自动化专业教师讨论

侯冀冰 鄧 明 关士斌 陆纪培 等 执笔

〔红旗〕杂志转载了〔从设计「积木式机床」试论机床内部矛盾运动的规律〕一文以后, 〔红旗〕编辑部写信给我们, 希望我们再写一篇较长的文章, 详细地阐述前文中所提出的一些论点。我们自己也感到, 前文中有很多问题言犹未尽; 半年来, 哈尔滨工业大学机械系机床及自动化专业的师生在继续考察、研究积木式机床和参加学术界讨论的过程中, 在认识上也有某些发展。所以对前文提出的一些论点, 需要作进一步的阐明和补充。这篇文章要比较详细地谈谈我们对机床内部矛盾运动规律的认识, 说明一下我们对这一规律逐步认识的过程, 说明一下我们运用这一规律, 研究机床「积木化」问题的几点初步看法。我们之所以愿意更详细地说明这个问题, 是为了和同志们共同探讨, 以便更正确地认识机床内部矛盾运动的规律, 寻找一条多快好省地发展我国机床工业的道路。

一、从机床发展的历史看机床内部矛盾运动的规律

一切现代的金属切削机床, 都是由使刀具运动的系统(我们称做「刀具系统」)和使工件运动的系统(我们称做「工件系统」)所组成的矛盾统一体。刀具系统和工件系统间的相互联结和相互作用的过程, 就是机床实现金属切削加工的过程。刀具系统和工件系统的对立统一, 构成了机床内部的基本矛盾。从机床最初产生的时候起, 就已经包含了这个矛盾。这个矛盾存在于一切机床当中, 决定着机床的共同本质。这一矛盾的不同表现, 构成各种机床的不同特点。机床的全部发展历史, 也就是这个矛盾发展的历史。那末, 机床的刀具系统和工件系统的基本矛盾, 是怎样形成和发展起来的呢? 为了回答这个问题, 我们就要研究一下机床产生和发展的历史过程。

机床的萌芽和形成

机床是用来进行切削加工的机器。切削加工的目的, 在于用切削的方法, 去掉被加工零件毛坯(简称为「工件」)上的一部分多余金属, 以达到工件加工要求的一定几何形状。为此, 一方面, 切削刀具要从被加工工件上切去金属, 另一方面, 工件却因本身的分子内聚力而反抗切削, 这样就构成了切削加工过程中切削刀具和被加工工件之间的矛盾。

当人类开始学会琢磨石器的时候, 就有了最古老的切削加工方法。那时工件和刀具的相互作用, 是靠人用手直接拿着工件和刀具(有时也用脚踏住工件)来实现的。出现得最早的和最常用的切削加工方法, 主要有两种: 一种是钻孔, 即由劳动者用脚踏住工件使之不动, 再用手拿着某种磨尖了的刀具, 在工件上往复旋转, 以钻出圆孔; 另一种是车加工, 即由劳动者一手拿着工件并使它不断地转动, 一手握着刀具对工件作直线切削运动, 把工

件表面加工成为圆柱形状。在这些最初的切削加工过程中，就已经包含了工件和刀具两者相互联结而又相互作用的对立统一关系，只是这个对立统一是通过劳动者的双手形成的。

生产的发展，被加工工件数量的增多，要求提高切削加工的生产率，同时，对工件加工表面几何形状的要求也更加严格，于是就出现了加工过程中刀具和工件之间的不平衡。例如，钻加工中刀具的旋转运动和车加工中工件的旋转运动，由于受到人手生理条件的限制，只能达到一定的速度和一定的准确程度，不能继续提高上去，而成为切削加工继续发展的障碍。与此同时，人们在劳动过程中，也积累了越来越多的生产经验，开始创造出一些最简单的机构，用来代替这一部分最困难的手工操作。远在旧石器时代就出现了一种用弓弦拉动刀具旋转，代替人手直接握着刀具转动的最简单的机构——弓钻。我国在商代前期（公元前十六～十四世纪）也已经应用这种弓钻在卜骨上钻眼，并且使用了青铜钻头[●]。又例如，在车加工中，也开始把工件的两端支承在两个支架当中，同样地采用了弓弦机构，代替人手拉动工件作较高速度的旋转。这些机构出现以后，使刀具和工件之间的矛盾达到了一个暂时的平衡，切削加工就向前发展了一大步。

在此后漫长的奴隶社会和封建社会里，切削加工的发展不大。到十八世纪末叶，在欧洲开始了从工场手工业向资本主义机器大工业的过渡，出现了越来越多的机器发明。这些机器零件的制造，对切削加工提出了新的更高的要求。为了把这些铁制的零件加工得相当精确，仅仅以部分机构代替人手部分工作的切削方法，就显得力不胜任了。

以车加工为例，到十八世纪末叶，还只有用以代替原来人手直接转动工件的机械旋盘^①，而刀具的移动，还是由工人用双手握着刀具抵在工件上进行的。机械旋盘虽可以保证工件比较准确、均匀地旋转，但靠着人手移动刀具，还要承受很大的切削力作用，这就很难保证刀具直线移动的准确性。例如，当时用这种方法车制蒸汽机汽缸活塞，就很难保证活塞与汽缸体的严密配合。这样，刀具系统不能适应工件的加工要求，就成为切削加工继续发展的障碍。在1797年，英国机械师亨利·毛兹利发明了刀架[●]。这种刀架，可以代替人手夹住刀具，并使刀具沿着床身导轨作平行于工件的直线移动，刀具系统也被机械化了。这时，刀具系统和工件系统都形成了一套可以代替人手操作的机构。每个系统都包括三个部件，即骨架、安装在骨架上的工作器官（刀具、刀架、工件夹具）以及使工作器官运动的内传动零件。刀具系统和工件系统联结起来，就把刀具和工件间的相互作用，用机器的形式固定下来了。这就使切削加工在其发展中，完成了一个质的飞跃，形成了最初的、代替人手操作的切削加工机器，即金属切削机床。

最初形成的机床，已经包含了由工件系统和刀具系统构成的基本矛盾。全部机床的发展，也正是这两个系统间的矛盾的发展。

机床内两个系统的完善化和各种类型机床的出现

从十八世纪末到二十世纪初约一百年间，是机床发展的第一个阶段。在这个阶段里，机床发展的特点是：工件系统和刀具系统脱离了最初形成时的简单形态，进一步完善化了，采用了蒸汽和电力等更为强大的动力；除已有的车床和钻床等出现得较早的机床以外，又

● 这种铜钻和卜骨于1952年在郑州商代遗址出土，现藏北京中国历史博物馆。

● 在亨利·毛兹利之前，俄国机械师A. K. 拿尔托夫于1712～1725年间曾发明了结构类似的刀架，但是当时并没有得到广泛的应用。

发展出了镗床、刨床、铣床、磨床等各种机床，形成了现代机床的几种基本类型。

我们先以车床发展和完善的过程为例，来看看机床内基本矛盾的运动情况。刀架的出现，形成了最初的车床。这时，刀具系统代替了人手，比以前准确得多地保证了刀具移动的直线性，而且也可以承受更大的切削力作用，进行更高强度的切削。这样就使刀具系统和工件系统之间的矛盾运动又达到了暂时的平衡。但是从十九世纪初，开始了资本主义机器大工业的迅速发展，在短短的几十年里，纺织机、蒸汽机以及火车、轮船等开始大量制造。为了满足对机器的大量需要，就必须普遍用机器来制造机器，并且对制造机器的机器（金属切削机床），在生产效率上和加工质量上，都提出了更高的要求。而对车床来说，刀架出现没有多久，旋盘部分又显得不能适应新的要求了。

刀具运动机械化以后，刀具系统已经可以保证刀具作比较准确的运动和承受更大的切削力作用；但工件系统依然由工人用手摇或脚踏做为动力，它的运动就显得慢而无力，限制了刀具系统潜力的充分发挥，限制了整个机床的生产率的提高。至于在加工较大的铁制工件时，则不仅加工速度太慢，而且以人力作为动力也确是过分吃力，甚至很难完成；利用风、水等自然动力，又受到自然条件的很大限制。这时，蒸汽机已经出现，并且开始在工业上大量应用，为机床采用更强大的动力提供了必要的条件，于是在十九世纪最初二十年里，机床就开始采用蒸汽机做为动力来源。蒸汽机的采用，使工件的旋转速度大大加快，切削强度（一次切去金属的厚度和宽度）大大提高，因而又使刀具系统相对地显得落后了。在新的强力切削情况下，原来支持刀架移动的、起导轨作用的木制床身承受不住强大的切削力作用，原来带动刀架移动的丝杠也很容易被磨损。于是在车床上又出现了可以承受更大切削力的铁制导轨和减轻丝杠磨损的光杠、齿条结构。这样刀具系统又向前发展了一步。刀具系统发展以后，工件系统又在某些方面显得不适应。例如，原来支持工件旋转的主轴轴承很快就被磨损，原来用前后两个顶针顶住工件使之旋转的结构也不方便了，这些就被新出现的在磨损之后可以更换轴瓦的轴承，和能够更方便、更有力地夹住工件的卡盘所代替了。这样，工件系统也向前发展了一步。经过刀具系统和工件系统之间的矛盾的不断产生和不断解决，到十九世纪六十年代，车床已经基本具备了现代车床的结构形式。

与车床同时发展和完善起来的还有钻床。十九世纪最初二十年里，钻床的刀具系统也采用了蒸汽机带动刀具（钻头）旋转，大大提高了切削强度。原来仍靠人力夹住工件的工件系统就不适应了。于是工件系统采用了虎钳来夹住工件，钻床也就基本上具备了现代钻床的结构形式。

随着十九世纪资本主义大工业生产的迅速发展，各种各样机器的出现和大量制造，需要加工更多种类的、形状更复杂的零件，在车床、钻床不断发展完善起来的同时，镗、刨、铣、磨等各种类型的机床也就应运而生了。

十八世纪末，产生了用来加工蒸汽机汽缸内孔的镗床。它的刀具系统，通过镗杆带动镗刀绕被镗圆孔的轴线旋转，工件系统使工件作进给移动；以后又发展到镗刀一面旋转、一面进给，工件系统只是把持住工件使之不动。当时，这种镗床的结构还是十分简陋的。与此同时，还常常在车床上加工较大直径的圆孔（钻床只能加工较小直径的圆孔），即让被镗孔的工件由车床工件系统的主轴带动着旋转，在车床刀架上装上镗刀，作进给移动。以后，由于工件越来越多样化，被镗孔的工件往往外形轮廓很不规则，工件的体积也越来越大，这时仍用车床的工件系统使它旋转，就显得十分不便，甚至根本不可能了。在这种情

况下，人們就开始把工件放在原来刀架的位置上，而把鏝刀装到原来使工件旋轉的主軸上。鏝刀比工件要輕小得多，旋轉起来就方便得多了。这样，就在車床的基础上演化出了鏝床。到十九世紀末，鏝床已經基本具备了現代鏝床的結構形式，但它与車床还是非常相似的●。

在十九世紀的最初二十年里，又出現了用以进行平面加工的刨床。和迴轉体表面或圓孔加工不同，平面加工是容易用手工方法进行的。过去一直由工人用手拿着刮刀、鏝刀或凿子进行加工，或者像木匠刨木板那样往复推动刀具进行切削。但在需要大量生产机器的条件下，这种手工加工方法受到人的体力限制，显得十分笨重、緩慢，因而被一种使用新型机床的加工方法所代替。1817年，产生了最初的龍門刨床；到1831年，它的两个系統都机械化了，并且采用了机械动力。这种刨床模仿着木匠刨木板的动作，由工作台夹住工件，作往复的切削运动，每往复一次，刨刀进給移动一个距离，再繼續切削。这样就可以从工件上刨去一层金屬，加工出一个平面。1831年到1840年間，又出現了刨刀作往复切削运动、工件作进給运动的牛头刨床。馬克思曾經形象地把这种刨床叫做「鉄制的木匠」。

与刨床产生大致同时，1818年，出現了同样是进行平面加工的銑床，到1855年，发展成为基本上具有現代結構形式的万能銑床●。銑床以它的迅速旋轉的多刃刀具（銑刀），代替在刨床上作直綫往复运动的簡單刀具（刨刀）。在加工过程中，一方面銑刀自己旋轉，一方面工件作直綫进給运动，就可以效率較高地加工出平面。但由于多刃的銑刀形状复杂，制造比較困难，在当时并没有得到很大的推广。直到二十世紀上半叶，由于更大批量的平面加工的需要，迫切要求提高加工效率，而那时在技术上也具备了大量制造銑刀的条件，才使銑床得到了广泛的应用。

十九世紀末叶，随着机器制造工业的发展，提出了制造更高精度的零件的要求。为着提高零件的耐用性能，常常在进行过一般切削加工以后，再对零件施以热处理，提高其表面硬度。热处理以后，零件往往产生微小的变形；需要对这种已經变硬了的表面，做高精度的修正。靠已有的机床，无法满足这些新的生产要求。1864年，出現了最初的加工經热处理后变硬的圓柱体工件的外圓磨床。它只是在原来車床的刀架溜板上，装上了一个可以带动新的刀具（砂輪）做高速度旋轉的「磨头」。所以这种最初的磨床，倒不如叫做磨削車床更为确切。到1874年才有了比較完备的外圓磨床正式产品供应市場。继外圓磨床之后，又出現了加工較高精度圓孔的內圓磨床和加工較高精度平面的平面磨床。从車、钻、鏝、刨、銑、磨等各种类型的机床，直到磨床的出現，現代机床的主要类型，就已基本上发展齐全了。

車、钻、鏝、刨、銑、磨等各种类型的机床，无论它們本身的結構形式，或他們各自所能完成的加工范围，都是各不相同的。但在每一种机床当中，都包含着使工件运动的工件系統，和使刀具运动的刀具系統两个基本組成部分（在有的机床当中，工件或者刀具某一方是固定的，但它却要 and 另一方保持一定的相对运动关系，这在实际上也是一种特殊的

● 这种鏝床，到二十世紀初，又继承了十八世紀末最初鏝床的刀具一面旋轉、一面进給的特点，发展成为現代鏝床。

● 我國早在1668年，就已經用馬拉的銑床銑制了天文仪器的銅环。这些天文仪器，現仍在北京建國門古觀象台保存。

运动形式)。只是靠着这两个系统的矛盾统一，即它们之间的相互联结和相互作用，机床才能完成某种切削加工过程。所以，工件系统和刀具系统的这一基本矛盾，存在于一切金属切削机床当中，车、钻、镗、刨、铣、磨等等任何一种机床，都不例外。

例如：车床是通过工件系统带动着工件旋转，刀具系统带动着车刀沿着工件的轴线移动，这样就能加工出各种的迴转体表面。钻床是通过刀具系统带动钻头旋转并作轴向的进给，工件系统夹持住工件使之不动，这样就能加工较小直径的圆孔。镗床是通过刀具系统带动镗刀迴转并沿轴向进给，工件系统夹持住工件不动，这样就能加工较大直径的圆孔。刨床则是通过刀具系统带动刨刀作直线往复移动，工件系统带着工件沿着和刨刀运动垂直的方向作直线进给运动，这样就能加工平面（这里说的是牛头刨床的情况，龙门刨床两个系统的运动正好是相反：工件作直线往复运动，而刨刀沿着和工件运动垂直的方向作直线进给）。铣床，如平面铣床，则以刀具系统带动着铣刀旋转，工件系统带动着工件作直线移动，这样就能在一定范围内较刨床更高效率地进行平面加工。磨床是以刀具系统带动它的刀具（砂轮）作高速的旋转运动，这样就能加工较高精度的圆柱表面（外圆磨床）、较高精度的平面（平面磨床）和较高精度的圆孔（内圆磨床）。可见，车、钻、镗、刨、铣、磨等各种机床，都是靠着它们的工件系统和刀具系统的对立统一，才得以完成切削加工过程的，而各种机床的工件系统和刀具系统的不同结构和它们之间不同的对立统一形式，就决定了每一种机床的特征。

十九世纪末，已经具备了现代各种基本类型的机床，它们的工作机构也已经基本上发展完备了。但到这时为止，为机床工作提供动力来源的发动机（蒸汽机或电动机）和配力机（即把动力传递、分配到每一台机床上去的天轴、皮带等传动机构），还都是在机床之外独立地存在着，而为很多台机床所共用的。所以，机床本身还是不包括发动机和配力机的工作机。

现代化机床的形成和专用机床、大型机床、自动化机床的发展

从二十世纪初到第二次世界大战结束，将近半个世纪的时间，是机床发展的第二个阶段。十九世纪末，开始了某些机器（如汽车、农业机械等）的成批大量生产，这就要求尽量地提高机床的工作速度。同时，资本家为着从工人身上榨取更多的剩余价值，也尽量地加强工人的劳动强度。由于炼钢技术的发展，大量的机器零件都改用了铸钢材料；为了加工铸钢零件，对机床提出了进行更高强度的切削加工的要求，这就是：既要求加工更硬的材料，又要求提高切削的速度。进行这样的加工，机床工件系统还是潜力有余的，而刀具系统原来的刀具很快就被磨钝，这就尖锐地出现了刀具不能适应高速度切削硬质工件的矛盾。因而刀具的改进，就成了当时切削加工研究的主要方向。终于在1900年左右，发明了用新的合金钢材料制成的「高速钢」刀具。高速钢刀具可以允许把机床的切削速度提高到四倍甚至四倍以上，但在这样高的速度下，工件系统和刀具系统之间又出现了新的不平衡。例如车床的转速从每分钟一百转提高到了每分钟四、五百转，刀具系统还是能适应的，而工件系统由于主轴轴承磨损太快，就不适应了。在这种情况下，又出现了一种可以在磨损以后进行调节，以保证比较准确地支承主轴的可调轴承。

随着工件转速的提高，切削力的加大，对发动机和配力机又提出了新的要求。过去一台普通车床，一般只要零点三五瓩，最多一个瓩的动力就够了，而现在每台机床却要求三

至四匹以上的动力。这时，天轴皮带的传动方式，因为不适于传递太大的动力和过高的速度，就不能适应新的情况了。二十世纪初，感应电动机已经可以大批地生产供应。于是在二十世纪二十年代，就开始了大量地采用单独电机传动以代替过去的天轴、皮带传动。同时配力机也起了变化，齿轮变速箱代替了过去的皮带塔轮传动。发动机和配力机从很多合机床共用而变为分属于各台机床专用。

发动机和配力机的变化，可以为机床工作提供更大的动力和更高的速度，这就又反过来促进了机床工作机的进一步发展。例如，车床在二十世纪二十年代以后，为了适应高速度、高效率的生产需要，它的工作机部分中，工件系统原来的滑动轴承发展成了适应高速度、高负荷运转的滚动轴承，刀具系统原来的平导轨，也被新的、磨损之后可以自动调节而经常保持精度的山形导轨所代替了。

发动机和配力机专属于每一台机床以后，机床就包含了发动机、配力机和工作机三个基本组成部分。马克思说：「一切发展了的机器，都由三个在本质上不同的部分——发动机，配力机，与工具机（即工作机）——构成。」这时，机床也就发展成为具有比较完备形态的现代化金属切削机器——现代机床。

当发动机和配力机分属于每一台机床以后，由于各种工作机的要求不尽相同，各种机床的发动机和配力机也就逐渐产生了一些彼此不同的特点。比如有的机床要求动力大一些，有的则可以比较小一些；有的机床要求速度变化的幅度宽一些，有的就可以窄一些。但总的来说，这种机床的发动机、配力机和那种机床的发动机、配力机之间的区别并不大，所有机床的发动机和配力机都是用来为工作机提供动力和传递运动的，它们的作用基本上是相同的。构成一种机床区别于另一种机床的特征的，主要是各种机床的工作机的特点，它们的刀具系统和工件系统的不同结构，以及二者之间的对立统一关系的不同形式。

发动机、配力机分属于每一台机床以后，随着机床的发展，在某些机床中它们又进一步分化了。在一台机床的内部，又分成了专门为工件系统服务的发动机和配力机，以及专门为刀具系统服务的发动机和配力机。

机床在逐步发展成为现代机床的同时，还在专用机床、大型机床和自动化机床等方面有了重大的发展。

首先是专用机床的发展和广泛应用。二十世纪初，在成批大量生产当中，经常不变地加工同一种形状的零件，这样就需要对机床两个系统的对立统一关系作一定的改变，使它能够更好地适应这种工件加工的要求，以提高机床的生产率。在机床做了这种适合于某种特殊工件加工要求的改变之后，就形成了所谓「专用机床」。专用机床和通用机床的本质区别是：专用机床适应于加工某种特殊的工件，其两个系统的对立统一形式是很少变化的；而通用机床适应于加工几种不同的工件，其两个系统的对立统一形式是可以在一定范围内作较多变化的。专用机床出现之后，在成批大量生产当中得到了很大的发展。但是专用机床需要专门设计和单个制造，所以生产周期较长，生产成本较高。二十世纪三十年代，在汽车制造业里出现了一种孔加工用的「组合机床」。组合机床在使用上可以起专用机床的作用，它的设计和制造又比专用机床容易进行，因为它的一些部件是通用件，只要针对各种工件专门设计和制造主轴柜部分，就能够组合成各种孔加工机床。组合机床的创造是符合机床发展规律的。但由于当时人们对这种规律还没有足够的认识，所以组合机床还只是在比较窄的范围里（通常只是用来镗孔和钻孔）代替了一般的专用机床，而没有得到更为广