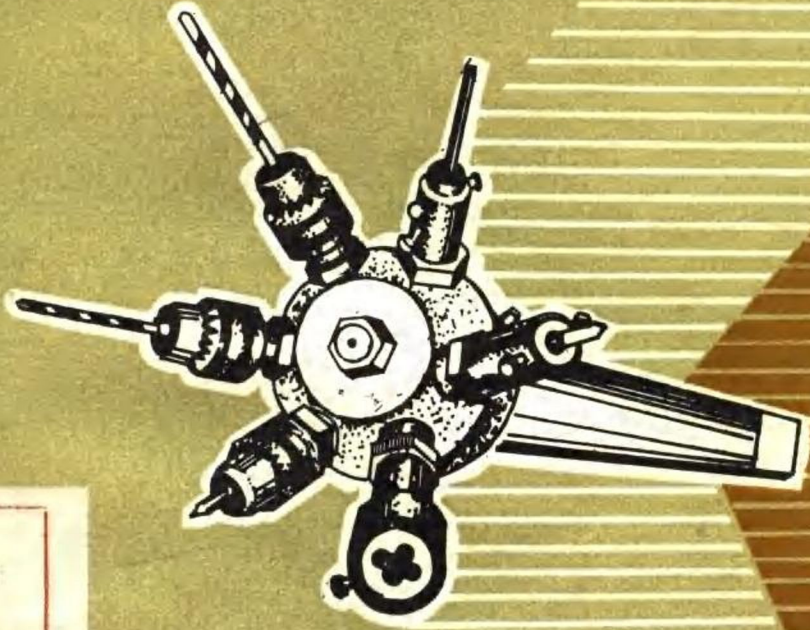


邹德骏 著

高效工夹具

GAO XIAO GONG JIA JU



06.9

安徽科学技术出版社

责任编辑：张晓红

封面设计：寿亦奋

高效工夹具

邹德骏 著

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行

安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1192 1/32 印张：2 字数：37,000

1986年6月第1版 1986年6月第1次印刷

印数：00,001—10,000

统一书号：15200·71 定价：0.40元

序 言

机床工夹具是保证工件质量的重要手段之一，也是减轻工人劳动强度、提高生产效率、扩大机床使用范围的主要工艺装备。我国机床拥有量已超过300万台，在世界上位于前列，万能机床占的比例很大，但是机床的附件和工夹具品种很少，平均劳动生产率较低。高效工夹具的诞生，对提高机床效率将起着明显的作用。

本书所介绍的9种CJ1型高效工夹具，是邹德骏同志根据多年来的生产实践经验创造出来的。这套工夹具包括车、钻、铰、攻丝、套扣和滚压等9种不同功能的工具和夹具，它们的共同特点是高效率和安全可靠。根据计算及实测，生产效率可以提高1~20倍。如多功能六工位回转夹具，能在一秒钟内精确地改变刀具的位置；内外圆滚压工具可以在车床上使工件的表面粗糙度达到 $\nabla 10$ 以上；钻、攻、套和组合式快换工夹具可以在几秒钟内精确地更换各种规格的钻头、丝锥、板牙或铰刀等孔类加工刀具，加工M5~20的各种规格内外螺纹，包括盲孔内螺纹和带阶梯的外螺纹。

使用这套工夹具，不需对原有车床进行改装，只要对机床的传统加工方式进行大胆而合理的改革就可以了。例如，在普通车床上钻孔，一般都是将钻头插在尾座锥孔内，手摇尾座手轮进行钻孔，精度和效率都很低。作者邹德骏同志所创造的可调定心钻孔夹具，可以固定在方刀架上，用机械自

动进刀钻孔，安装钻头的偏心内锥套能在夹紧体的内孔中转动，从而可以方便地找准钻头与工件的相对位置，提高孔的加工精度。

这套工夹具对广大中小企业特别适用。只要用很少的投资就可以使普通车床成为效率高的专用车床；在产品改变时，很容易加以重新调整来加工新工件。

中国科学技术大学

精密机械系主任

酆 明 教授

1985年9月

目 录

一、概述.....	1
二、机床工夹具的设计.....	9
三、多功能六工位回转夹具.....	16
四、螺旋式安全快换工夹具.....	20
五、可调定心钻孔工夹具.....	24
六、装配式内外圆滚压工具.....	28
七、免除中心孔工序的顶尖套工具.....	34
八、推块式螺旋安全攻丝夹具.....	36
九、小型轻便钻攻安全夹具.....	41
十、滚柱式外圆滚压工具.....	45
十一、攻丝、套扣、钻孔组合快换工夹具.....	49
后记.....	54

一、概 述

工夹具是机械加工中不可缺少的工艺装备之一，在机械加工、产品检验、焊接、装配、热处理及运输工作中都采用大量的工装夹具。

工夹具最早出现在1768年。当时英国埃利惠特尼公司接受了美国订购的10,000支步枪的合同。在步枪制造中，制造并使用了一系列工装夹具，使步枪能按时交货。世界上第一部有关工夹具的书籍是1920年由德国出版的。

工夹具从产生到现在，大致可以分为三个阶段。第一个阶段主要表现在工夹具与人的结合。这时工夹具只是作为人的单纯辅助工具，使加工过程加速和趋于完善，生产效率得到提高。第二个阶段，工夹具成为人与机床之间的桥梁。工夹具的机能发生变化，它主要用于对工件和刀具的定位和夹紧，人们越来越清楚地认识到工夹具的重要性。第三个阶段表现为工夹具与机床的结合。工夹具已作为机床的一部分，有些工夹具则成为机床必备附件配套生产，成为机械加工中不可缺少的工艺装备。

在机械加工中使用的工夹具，绝大部分配合机床使用，称为机床工夹具。工夹具按应用范围，大致可以分为通用工夹具、专用工夹具、通用可调工夹具、组合工夹具和成组工夹具等五类。

通用工夹具是指已经规格化的，在加工各种工件时，不

需要特殊调整的工夹具。诸如车床用的三爪夹盘、四爪夹盘和活络顶针等；铣床用的分度头、回转工作台和钻夹头等。

专用工夹具是指根据某一工件的某一工序加工要求而设计的工夹具。诸如车床的加工曲轴专用偏心工夹具和钻床加工专用钻模工夹具等。

通用可调工夹具是指只需要调整或调换其中个别元件就能夹持多种规格的工件或刀具加工大小形状相似工件的工夹具。诸如可调的滑柱钻模、带各种钳口形状的虎钳和快换钻套等。

组合工夹具是指由一套预先制好的，不同形状、不同规格尺寸、具有互换性的、具有耐磨性的标准元件和合件，根据工件的加工要求，采用组合方式拼装而成的各种专用工夹具。使用完毕后，各种元件和合件可以快速拆开，重复使用。组合工夹具用的元件可分基础件、支承件、压紧件、定位件、紧固件、导向件、辅助件和合件八大类。它是在工夹具零部件标准化基础上发展起来的一种新型工艺装备。它的出现，为在新产品试制及小批量生产中使用工夹具创造了良好的条件。但是组合工夹具本身由一套数量多、精度高、材料好的元件和合件组成，一次制造成本很高、技术要求也很高，对一般小型工厂来说就不太经济。如果某些大厂或一个城市一个行业系统建立组合工夹具推广应用室就能提高组合工夹具的使用效率，解决这个制造成本高，使用效率低的矛盾。

成组工夹具是指按照成组原则设计的新型专业化工夹具。成组工艺是根据零件结构和工艺上的特点，对所有被加工零件进行分类分组；在分类分组的基础上，对同一组的零件，要求在同一类型的设备上用稍加适当调整的相同夹具和

机床来加工。由加工某一零件转变为加工同一组的另一种零件时，机床不需要作大的变动及重新调整，只要把夹紧零件的夹具以及刀具稍加变动，就可以在机床一次调整的情况下，加工整组中许多零件。成组工夹具代表了改革工艺装备设计的一个发展方向。它与通用工夹具、通用可调工夹具有某些共同点，即都是通用的，并可以调整。但成组工夹具更有针对性，适用范围更加明确，结构更加紧凑，它可以在保留合理工装系数的前提下，压缩专用工夹具的数量。它与一般专用工夹具不同。一般专用工夹具大多靠装配后的修配加工来保证工夹具的工作精度，以满足工件的加工要求，而成组工夹具，则由可调换、调整元件和通用基体本身精度，以及两者的组合精度来保证工件的加工质量。

机床工夹具的重要性概括起来有八个方面，下面分述之。

机床工夹具是保证产品质量的一个重要工具，在机械加工中的基本作用就是保证加工后的零件能达到互 换 位 置 精 度。零件加工精度的提高，不但有利于装配工作的进行，提高工作效率，保证互换性，而且能提高机器的使用性能和可靠性。有些工厂由于重视了工夹具工作，因而保证了产品质量。如哈尔滨量具刃具厂在生产百分表上的轴齿轮零件时，工艺上要求轴和齿轮的不同心度小于 $3\mu\text{m}$ ，要达到这样的精度，用一般的机床与工夹具是比较困难的。该厂采用了一只可调的顶针工夹具(在径向有一个可调的顶针)，加工前用千分表调整，可使夹具不同心度小于 $1\mu\text{m}$ ，用千分表调至0，从而使加工件达到了工艺要求。由于工夹具可调，因而它能消除机床的安装误差、夹具的制造误差和夹持误差，从而使机床与工夹具整体精度相应得到提高。此工夹具结构并不复杂，

却解决了大问题。这个例子说明，工夹具现在已经和机床形成一个有机的整体，它可以弥补机床的某些不足，也可以使机床性能得到充分发挥。这表明，加工精密零件并不一定都要通过高精度的设备才能解决，而采用可以调整的高精度工夹具，使机床和工夹具的整体精度得到提高，达到精加工的目的是完全可能的。

使用工夹具是提高劳动生产率，降低生产成本的重要措施之一。我国现有金属切削机床达三百多万台，是一个机床大国。但每台机床的平均劳动生产率比工业发达国家低得多，这不仅和机床的构成比有关，还和机床附件及工夹具的不配套、品种少和不完善有关。采用高效工夹具能大大缩短辅助时间，提高劳动生产率。随着新型刀具材料的不断涌现，切削速度的不断提高，机动时间将大为缩短。如果不设法缩短辅助时间，单纯靠提高切削速度，实际上对提高劳动生产率意义并不太大。只有和高效工夹具结合，才能起到大幅度提高劳动生产率和降低成本的作用。例如，合肥大兴刀排厂采取提高切削速度和配合高效工夹具加工零件就取得了明显的经济效益。该厂加工三通阀门主体，一个零件的三个方向要加工 $M12 \times 3$ 的梯形内螺纹、 $G1/2''$ 盲孔内螺纹、 $G1/2''$ 外螺纹和 $M20 \times 1.5$ 的带台阶外螺纹，并且装夹工件要变换₃个 90° 方向和更换4种刀具才能完成4种内外螺纹的切削加工。如果按照常规切削加工，至少需要32分钟，现采用了高效工夹具，仅用了1分钟。不仅工效提高7倍以上，而且能保证产品质量，还明显地减轻了工人的劳动强度。

工夹具是扩大机床使用范围的有效工艺装备之一。它使机床一机多能，改变过去一台机床只能完成一种功能的传统

加工方法，使一台机床具有多种功能，从而扩大了机床的使用范围。例如在牛头刨床上固定一个磨头工夹具，即能在刨床上代替平面磨床磨削工件平面。在车床上由小刀架夹固住铣削头工夹具，使这台车床既保持了原有功能又能代替铣床铣削平面、球面、键槽和螺旋面。在普通车床上安装滚压工具，能代替磨床，对工件进行高速度精整加工。例如，安徽省新华印刷厂在加工塑料彩印所必须用的铜质滚筒时，要求铜质滚筒的光洁度达到 $\nabla 10$ 以上，原先采用磨床磨削加工，加工一只需要两个小时，不但工效较低，而且质量很难达到图纸要求。后来采用自制的一台专机抛光，经抛光加工的铜质滚筒质量有所好转，但需要四个小时抛光一只，工效太低。现采用本书介绍的装配式内外圆滚压工具对铜质滚筒进行精整加工，仅需20分钟就能加工出较理想的合格品，光洁度达到 $\nabla 10$ 以上，提高了工效，扩大了普通车床对工件进行精整加工的范围。

使用工夹具能减轻工人的劳动强度，简化操作程序。例如，在车床上采用可调定心钻孔工夹具加工各种规格内孔，由原来手动进刀钻孔变为机械自动进刀钻孔，特别是钻削大直径内孔时，更能明显地减轻工人的劳动强度。合肥叉车厂加工多种规格内外螺纹，尤其是批量加工螺纹时，采用本书介绍的攻丝、套扣、钻孔组合快换工夹具，不但工效提高3倍左右，而且便于操作，还保证了产品质量和互换性。合肥大兴刀排厂加工 $M12 \times 3$ 梯形内外螺纹和盲孔内螺纹及带台阶外螺纹，采用本书介绍的螺旋式安全快换工夹具不但大大提高了工效，保证了产品质量，而且便于操作，简化操作程序，使一般学徒工都能操作使用。

使用工夹具是解决加工工艺难题的重要一环。在机械加工中，有时会遇到一些特殊的加工件，诸如特小件、特大件、偏心件、凹凸形件、薄壁件、细长件、曲面件、特种材料件等等。采用常规的加工工艺及工装加工这些零件往往是无法进行的，只有依靠工夹具才能有针对性地攻克这些难题。例如，采用液性塑料工夹具来加工薄壁缸套，采用真空吸盘工夹具加工高精度薄片工件，采用偏心工夹具加工偏心件，采用曲面工夹具加工曲面件，采用靠模式夹具加工凹凸轮工件，采用压光组合刀座工夹具加工细长轴。这些工夹具在加工中都起着攻关排难的作用。再如合肥罐头厂急需加工喷胶机上不锈钢喷嘴零件，其内孔只有0.4mm，还有一个很小的内锥孔要加工。他们曾到外省市去求援搞外协加工，未能得到及时解决。后来通过合肥市职工技术协作委员会的帮助，只改革了一把成型刀具和研制了一只弹性钻孔工夹具，并依靠一只小弹簧的弹性进给力，就使0.4毫米的钻头在普通车床上钻通了不锈钢喷嘴，攻克了这个难关。

工夹具在新产品研制过程中，对缩短研制周期起着重要作用。根据我国机械工业现有水平，生产准备周期一般要占整个研制周期的50~70%，而工艺装备的设计制造周期又占生产准备周期的50~70%，其中工艺装备准备阶段中要以70~80%的时间用于工夹具设计。例如，江苏某机床厂的生产准备周期要占整个新产品试制周期的45~50%，而工艺装备的设计与制造又占整个生产准备周期的70%；江苏某压缩机厂专用工夹具的设计任务要占生产任务的40%；上海的机床产品工艺装备准备周期也需9~12个月。再从国外情况来看，瑞士制造精密机床是世界上保持领先地位的国家之一，其机床

制造的生产持模期为10~15年，而研制周期仍需3~5年。因此，及时提供各种先进的工艺装备，采用高效、通用可调工夹具来缩短工夹具的设计及制造周期，也就能相应地缩短新产品的研制周期。上海736厂在试制革新产品的模拟样机和调试机构时，原计划需半年时间，后来采用组合工夹具直接组装出试验样机，只用了3天就完成了样机的试制任务。

工夹具是实现产品更新换代和老设备改造的得力助手。在机械加工中，大批量生产的产品零件只占百分之几，而90%以上是中、小批量生产及零星单件生产。我国目前使用的机床设备有相当一部分是五十年代设计制造的产品，这批产品中，大部分需要更新换代，或进行改造，重点在于改造。但由于其工艺装备的标准化、高效自动化和精密化程度很低，往往当产品稍有变化，大批工艺装备将随着设计的更改、变动而报废，所以发展可调工夹具要提高标准化、高效自动化和精密化，以适应产品更新换代和对老设备改造的要求。

使用工夹具是改革工装设计和管理的一个发展方向。为了最大限度地简化生产技术准备工作，降低生产成本和提高劳动生产率，就要尽可能采用各种高效工夹具。凡是能最大限度地缩短辅助时间、操作轻便灵巧、保证产品质量并具有明显经济效益的工夹具都能称为高效工夹具。特别是成组工夹具，它根据同类型产品的零件在结构与工艺特性上的客观规律，将产品中一群具有相同工艺条件的进行分类，按工序归并成加工组，然后在采用同类型的设备、共同的工艺装备和相同的调整方法基础上，组织成组作业。推广成组加工的实质，就是在于促进产品结构标准化和工艺标准化，扩大工件批量，变单件小批生产为大批生产，改善生产组织，提高

计划和管理水平，发展专业化生产，全面推动企业的技术改造和不断提高劳动生产率。这就是现代化机械制造业按照专业化协作的原则进行改组，改进生产管理的一个重要发展方向。

机械加工业应是更加自动化、精密化和专业化。工夹具的发展趋势是高效、标准化、自动化及精密化。标准化是生产自动化的前提。目前，世界上许多国家不但制定了组合工装夹具的标准，还制定了专用和通用可调工夹具的标准，这将可以大大减少工装夹具设计和制造的劳动量，为组织专用工夹具零部件的集中大量生产创造了有利条件。同时尽可能减小专用工装夹具的比重，积极采用各类标准的通用性工夹具，逐渐扩大标准件、通用件的使用范围。为了提高机床的生产效率，必须进一步发展高效自动化工夹具，诸如电动分度头、动力卡盘、液压和气动工夹具等。在采用微型计算机的机床上和数控机床上将普遍采用通用液压夹紧装置，并采用气动、液压和电动自定心卡盘来提高工装夹具的自动化程度。

目前机械制造业普遍朝着精密化的方向前进。随着新技术、新工艺及新材料的出现，用于高精密机床的工夹具也已经出现。先进的高效工夹具越来越引起人们的重视，一批批先进的通用性高效工夹具将会作为机床附件投入批量生产，为机械加工业作出贡献。

二、机床工夹具的设计

设计机床工夹具是机械加工中工艺装备设计的一个重要组成部分，是保证产品质量、减轻劳动强度和提高工作效率的一项重要措施。设计步骤如下：

(1) 首先要深入生产第一线进行调查研究，仔细阅读工件图纸，了解该加工件在机器中的位置、作用、装配关系和被加工表面的技术要求。要了解加工件的工艺过程、加工要求、工件已加工面及待加工面的状况、基准面的选择情况、可用的机床设备及其主要规格和性能、与工夹具固定部分相关的尺寸要求及切削用量和选用的切削刀具等。工夹具的结构形式应与工件批量大小相适应，尽可能把工夹具做得符合多快好省的原则，达到优质高产低消耗的目的。要掌握制造与使用工夹具的情况：有无通用零部件可供选用，有何报废的旧设备可供改装利用，制造和使用工夹具的机床精度及工人的技术状况，厂里有否可提供的资金来引进必要的先进工艺装备等。

(2) 确定工件的定位方法、采用的刀具、夹固刀具的方法及刀具的导向方式。工件在工夹具中的定位应符合定位原理，合理地设置定位件和导向件。设计定位件和导向件时，应尽量采用通用标准件。

(3) 确定工件的夹紧方式和设计夹紧机构。夹紧力的作用点和方向要符合夹紧原理，分析和计算夹紧力，以确定夹

紧元件和传动装置的主要尺寸并选用具有一定刚度和强度的材料。

(4) 确定工夹具其他部分的结构形式，如分度装置、对刀元件和夹具体等。

(5) 绘制工夹具总装配图。在绘制总装配图时，尽量采用1:1比例，主视图应选取面对操作者的工作位置。绘图时，先用红线或双点划线画出工件的轮廓和主要表面，如定位表面、夹紧表面及被加工表面等，其中被加工表面用网纹或粗实线画出加工余量。工件在工装夹具上可看成是一个假想的透明体，按定位元件、导向元件、夹紧机构及传动装置等顺序，画出具体结构，最后画工夹具体，并在明显的部位画出“□”符号，以便标注工夹具编号。

(6) 标注各部分主要尺寸、公差配合及技术要求。

(7) 标注零件编号及编制零件明细表。在标注零件编号时，标准件可直接标出国家标准代号。明细表要注明工夹具名称、编号、序号、零件名称、材料、热处理及数量等。

(8) 绘制工夹具零件图。测绘工夹具零件图的顺序和绘制工夹具总装配图的顺序相同。

总之，对机床工夹具的基本要求是工件定位正确，刀具切削平稳，工夹具定位精度满足加工要求，工件和刀具夹紧牢固可靠，操作安全方便，成本低廉，达到结构可调化、标准化、组合化的要求。

在设计机床工夹具时应注意以下事项：

(1) 定位精度。工件在工装夹具中的定位精度主要与定位基准是否与工序基准重合、定位基准的形式和精度、定位元件的形式和精度、定位元件的布置方式、定位基准与定

位元件的配合状况等因素有关。这些因素所造成的误差，可以通过计算求得。在采取提高定位精度的措施时，要注意到该工夹具制造上的可能性。在总的定位精度满足加工要求的条件下，不要过高地提高工件在工夹具中的定位精度，否则会导致制造成本高、加工周期长的弊病。工装夹具在机床上的定位精度、刀具在工夹具上的定位精度及导向精度也是十分重要的，切不可忽视。工装夹具在机床上的定位精度，主要与工装夹具定位元件的定位表面与机床配合处的位置精度、工装夹具与机床连接处的配合间隙等因素有关。因此，提高工装夹具制造精度，减小配合间隙就能提高工装夹具在机床上的定位精度。如果定位精度要求很高，而通过提高工装夹具制造精度的措施已不可能时，应采用调整法或就地加工法解决，即在安装工装夹具时，找正定位表面的准备位置，或在工装夹具安装后加工定位表面，使工装夹具在机床上获得高精度定位。刀具在工夹具上的定位精度与工夹具各部分配合精度及结构形式有着密切的关系，各部分配合精度越高，夹紧方式越简单合理，刀具在工夹具上的定心精度就越高。通常刀具的定心定位精度只要能满足加工件的加工精度，在制造工夹具的精度方面就不要提得很高，否则不但制造成本高，而且加工周期长。有些需要有浮动配合的结构形式，如果也把加工配合精度提得很高的话，会影响到工夹具的使用效果。刀具在工夹具上的导向精度通常利用导向元件或对刀元件来保证。因此，影响刀具上的导向精度因素是导套中心到定位元件的定位表面之位置精度、刀具与导套的间隙、导套底面到工件顶面的距离等。导向误差可通过计算求得。如果是在车床上应用的攻丝套扣之类工夹具，其导向部分应采用

靠切削力带动的自动滑移进给机构，采用螺旋式加滚动导套或钢球滚动导向效果良好。工夹具的对刀精度取决于对刀元件的位置精度和对刀技巧。工装夹具中当两个或两个以上的定位元件限制同一个自由度时，将产生过定位现象。定位基准的形位误差或定位基准的制造误差较大时，过定位将造成不良影响。例如，工件位置不确定，造成位置上的干涉，夹紧工件后使工件或定位元件产生变形等。工装夹具中出现过定位时，可通过撤销多余定位元件，使多余定位元件失去限制重复定位度的能力，增加过定位元件与定位基准的配合间隙等办法来解决。

(2) 夹紧方式。选择夹紧方式时，要注意到夹紧力应通过或靠近主要支撑点，或在支撑点所组成的平面内。夹紧力应尽可能靠近切削区域、靠近工件刚性较好的部位。夹紧力应垂直主要定位基准，以避免因紧固工件时破坏工件原有的定位状态。夹紧的工件及刀具既要可靠，夹紧力又不可过大，以免引起工件或工装夹具产生变形。为了防止工件变形和刀具位移，可采用多点夹紧或宽爪夹紧，以降低单位面积的夹紧力，也可在工件刚性薄弱部位，安放适当的辅助支承来增强工件刚性，达到防止工件变形的目的。

(3) 结构设计。工夹具结构既要可靠，又要符合生产实际，这样才能达到多快好省的目的。大批生产中使用的工夹具、中小批生产中使用的工夹具及单件生产中使用的工夹具在结构上应有所区别。在大批生产中，既要解决工件的质量问题，又要解决工件的产量问题。因此，在设计工装夹具时，应采用高效、省力的夹具结构。例如可采用各种动力源，诸如气动、液压、电动等来实现快速自动夹紧工件及刀