



先进加工工艺和工艺装备



CAD/CAM 技术



先进加工工艺



概述



特种加工技术



微米/纳米技术



快速成形技术



成组技术



可调夹具、组合夹具



数控机床夹具



数控技术



激光技术



新材料技术



1.1 先进加工工艺概述

先进加工工艺技术是指将原材料转化成具有一定几何形状、一定材料性能和精度要求的可用零件的一切过程和方法的总称。现代社会，机器和仪器在结构上所表现出的多样性

是机械制造中采用多种工艺的产物。

当代机械制造中采用几千种工艺规程，从简单的毛坯车削到电子焊接、零件表面层注入新材料、自动化装配等。

机械制造工艺可以归结为两大类：

电子工艺和通用机械制造工艺。



1.1 先进加工工艺概述

成形工艺

变形工艺

切削工艺

联接工艺

材料改性工艺及表面处理工艺

成形工艺主要指将不定形的原材料（块状、颗粒状、液态或固态）转化成所需要形状的工艺

变形工艺主要包括使工件的原始几何形状从一种状态改变为另一种状态，如锻造、冲压、轧制、挤压、拉拔等。

切削和磨削是传统的机械加工方法，材料的切削是制造过程的主要内容，几乎占全部工艺劳动量的1/3以上。

主要指将单个工件联接成组件或最终产品，如机械联接、焊接、粘接和装配等工艺。

是指不改变几何形状、仅改变工件材料性能，从而获得所希望指标的工艺，如材料热处理工艺等。

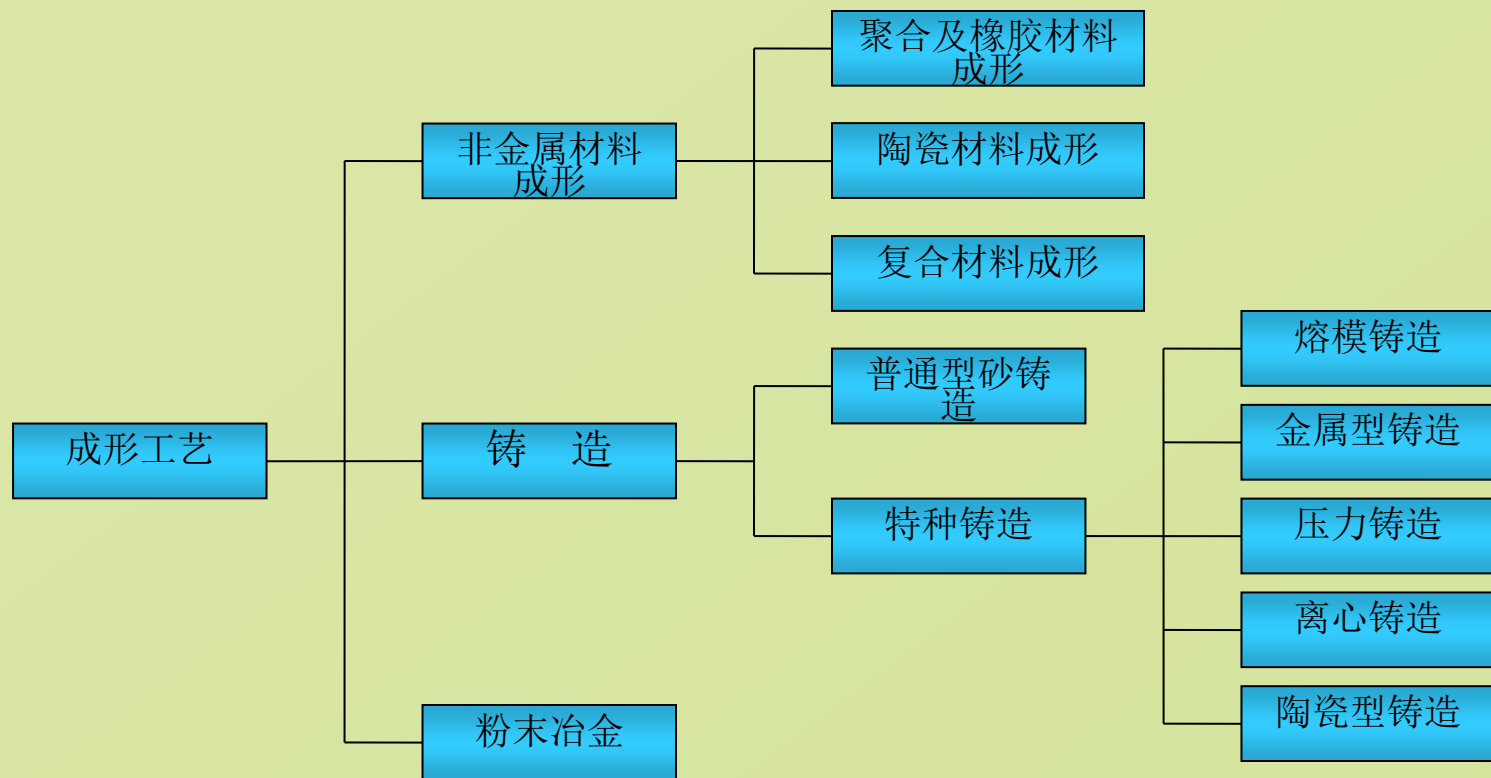


图1 成形工艺的分类

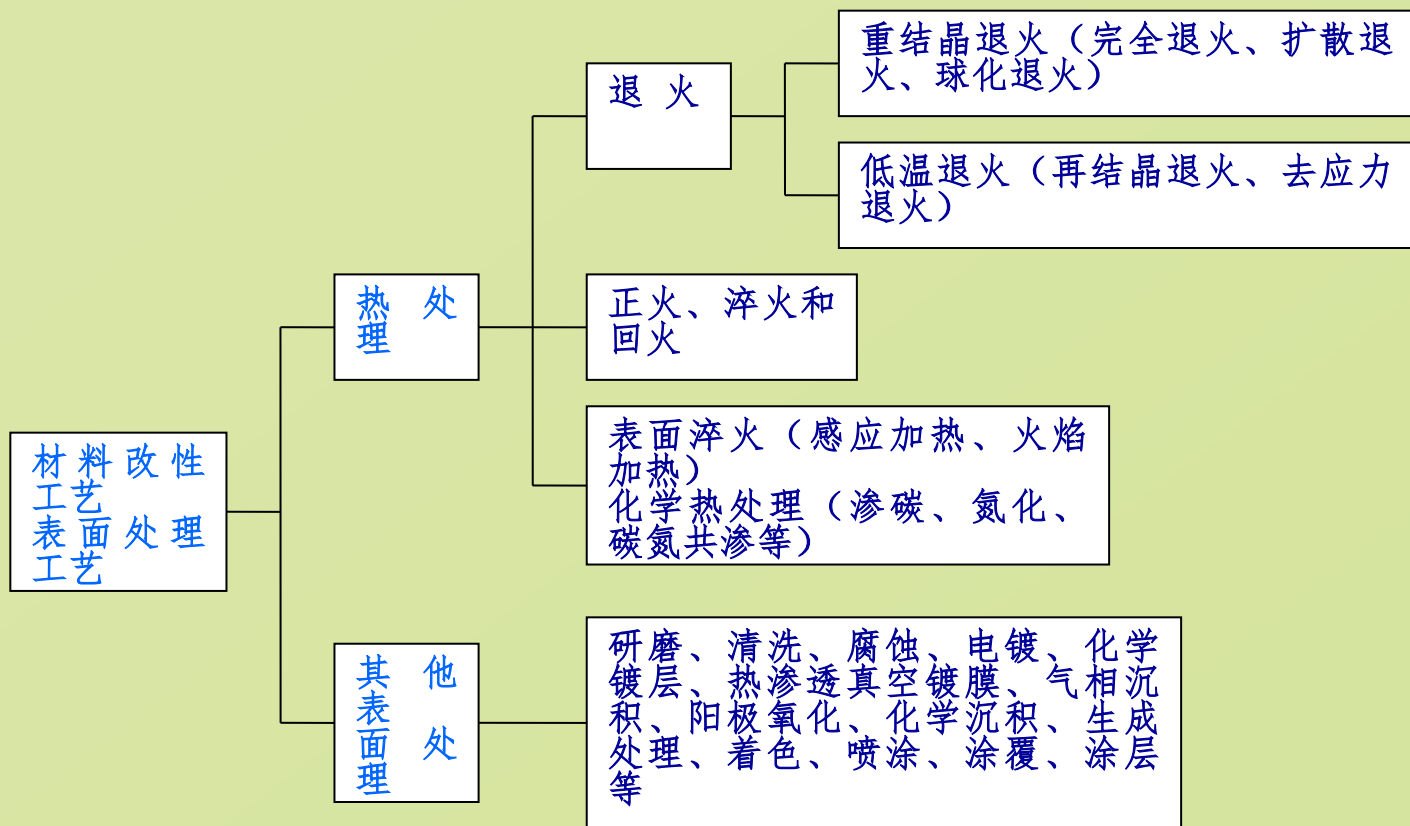


图2 常用材料改性工艺及表面处理工艺方法



1.2 特种加工技术

特种加工技术是指区别于传统切削加工方法，利用化学、物理（电、声、光、热、磁）或电化学方法对工件材料进行加工的一系列加工方法的总称。

化学加工（CHM）、电化学加工（ECM）、
电化学机械加工（ECMM）、电火花加工（EDM）、
电接触加工（RHM）、超声波加工（USM）、
激光加工（LBM）、离子束加工（IBM）、
电子束加工（EBM）、等离子体加工（PAM）、
电液加工（EHM）、磨料流加工（AFM）、
磨料喷射加工（AJM）、
液体喷射加工（HDM）及各类复合加工等。



特种加工的特点：

特种加工工艺主要用于各种高硬难熔及具有特殊物理机械性能的材料和精密细小、形状复杂、难以用传统切削加工工艺加工的零件。

- 1) 不用机械能，与加工对象的机械性能无关，有些加工方法，如激光加工、电火花加工、等离子弧加工、电化学加工等，是利用热能、化学能、电化学能等，这些加工方法与工件的硬度强度等机械性能无关，故可加工各种硬、软、脆、热敏、耐腐蚀、高熔点、高强度、特殊性能的金属和非金属材料。
- 2) 非接触加工，不一定需要工具，有的虽使用工具，但与工件不接触，因此，工件不承受大的作用力，工具硬度可低于工件硬度，故使刚性极低元件及弹性元件得以加工。
- 3) 微细加工，工件表面质量高，有些特种加工，如超声、电化学、水喷射、磨料流等，加工余量都是微细进行，故不仅可加工尺寸微小的孔或狭缝，还能获得高精度、极低粗糙度的加工表面。
- 4) 不存在加工中的机械应变或大面积的热应变，可获得较低的表面粗糙度，其热应力、残余应力、冷作硬化等均比较小，尺寸稳定性好。
- 5) 两种或两种以上的不同类型的能量可相互组合形成新的复合加工，其综合加工效果明显，且便于推广使用。
- 6) 特种加工对简化加工工艺、变革新产品的设计及零件结构工艺性等产生积极的影响。



常用特种加工方法的性能与适用范围

加工方法	可加工材料	尺寸精度/mm (平均/最高)	表面粗糙度Ra/ μm (平均/最高)	主要适用范围
电火花加工	任何导电的金属 材料, 如硬 质合金、不 锈钢、淬火 钢、钛合金	0.03/0.003	10/0.04	从数微米的孔、槽到数米的超大型模具、工件等, 如圆孔、方孔、异形孔、微孔、弯孔、深孔及各种模具; 还可以刻字、表面强化、涂覆加工
电火花线切割加工		0.02/0.002	5/0.32	切割各种模具及零件, 各种样板等; 也常用于钼、钨、半导体材料或贵重金属的切割
电解加工		0.1/0.01	1.25/0.16	从细小零件到上吨重的超大型工件及模具, 如仪表微型轴、蜗轮叶片、炮管膛线等
电解磨削		0.02/0.001	1.25/0.04	硬质合金等难加工材料的磨削以及超精光整研磨、珩磨
超声波加工	任何脆性材料	0.03/0.005	0.63/0.16	加工、切割脆硬材料, 如玻璃、石英、宝石、金刚石、半导体等
激光加工	任何材料	0.01/0.001	10/1.25	精密加工小孔、窄缝及成形加工、蚀刻; 还可焊接、热处理
电子束加工		0.01/0.001	10/1.25	在各种难加工材料上打微孔、切缝、蚀刻、焊接等, 常用于中、大规模集成电路微电子器件
离子束加工		/0.01	/0.01	对零件表面进行超精密加工、超微量加工、抛光、蚀刻、镀覆等



1.3 微米/纳米技术

微米技术是指在微米级（ $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ ）的材料、设计、制造、测量、控制和应用技术。

从微米/纳米技术研究的技术途径亦可分为两类：一种是分子、原子组装技术的办法，即把具有特定理化性质的功能分子、原子、借助分子、原子内的作用力，精细地组成纳米尺度的分子线、膜和其他结构，再由纳米结构与功能单元进而集成为微米系统，这种方法称为由小到大的方法；另一种是用刻蚀等微细加工方法，将大的材料割小，或将现有的系统采用大规模集成电路中应用的制造技术，实现系统微型化，这种方法亦称为由大到小的方法。从目前的技术基础分析，由大到小的方法可能是我们主要应用的方法。

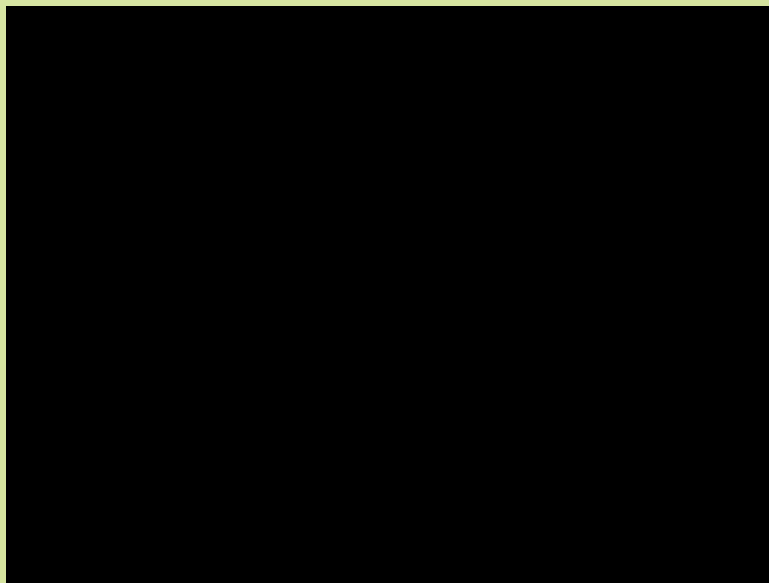


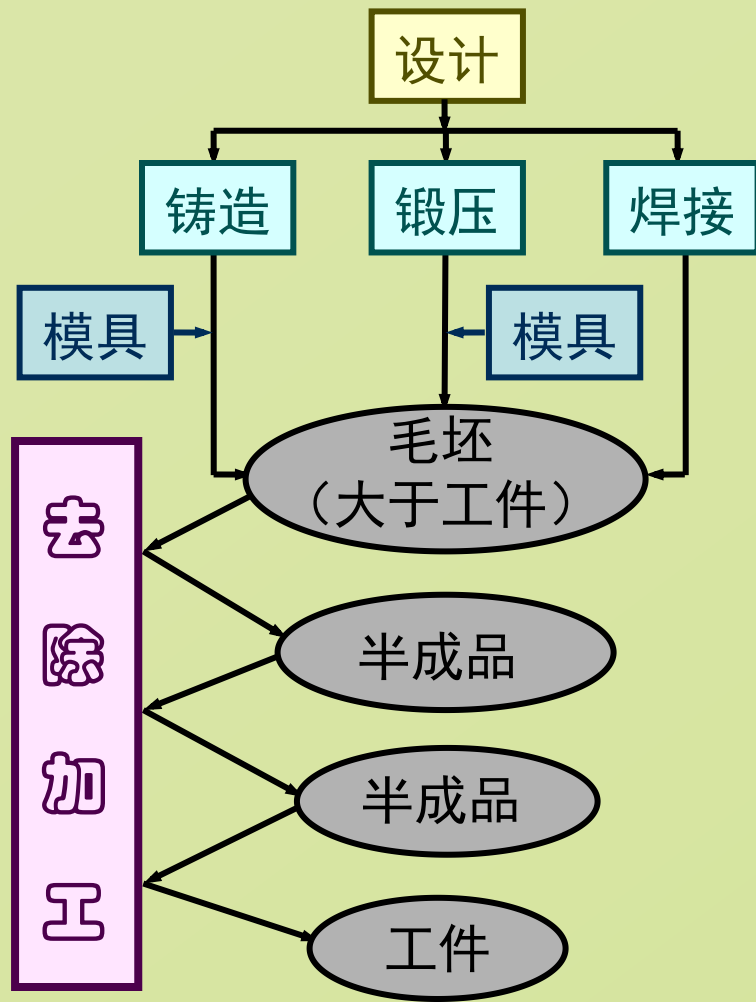
1.4 快速成形工艺

是直接根据产品CAD的三维实体模型数据，经计算机处理后，将三维模型转化为许多平面模型的迭加，再通过计算机控制、制造一系列平面模型并加以联结，形成复杂的三维实体零件。

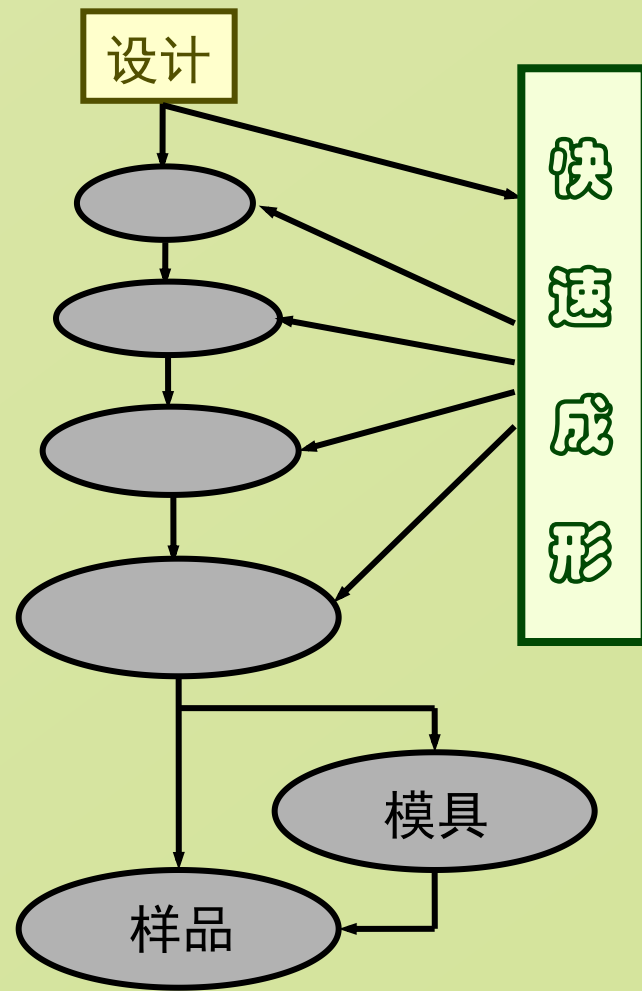
快速成形技术具有以下特点

- 1) 高度柔性
- 2) 技术的高度集成
- 3) 设计制造一体化
- 4) 快速性
- 5) 自由成形制造
- 6) 材料的广泛性





a)



b)

传统加工与快速成型比较



快速成形技术的应用

1) 产品设计评估与功能测验

2) 快速模具制造

3) 医学上的仿生制造

4) 艺术品的制造

5) 直接制造金属型



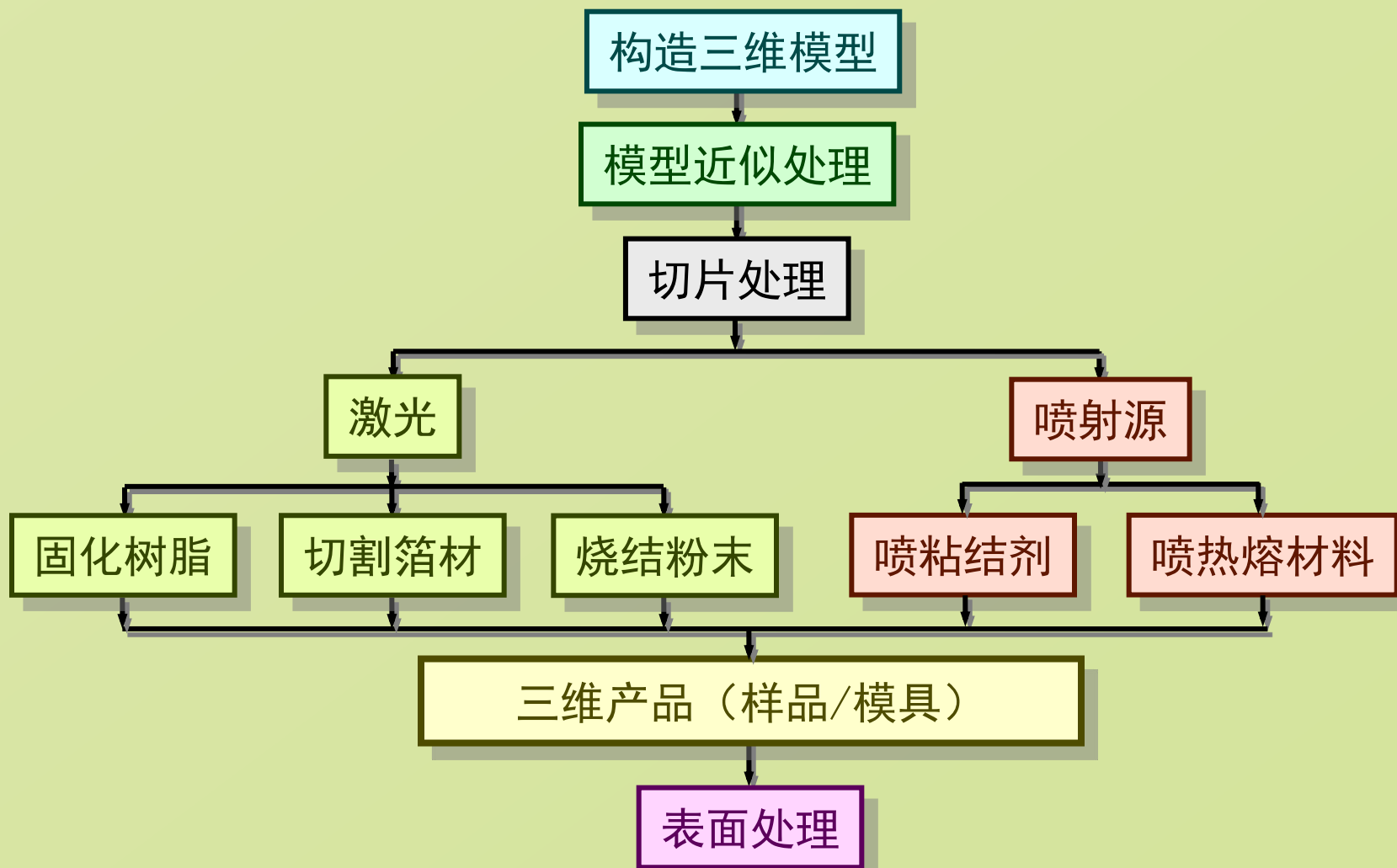
摩托车发动机



变速箱



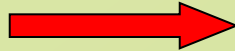
根据 CT 或 MRI 的数据重构三维 CAD 模型后
制造出与个体相符的骨骼



快速成型过程

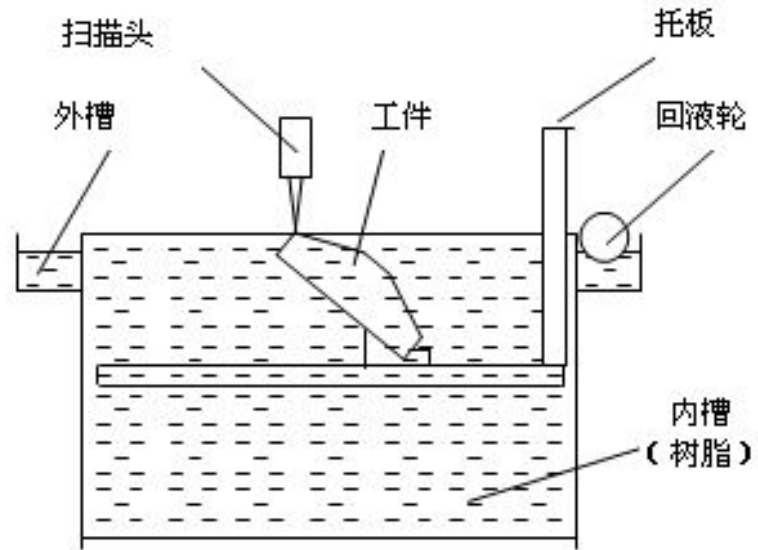


快速成形典型工艺



立体印刷(SLA)

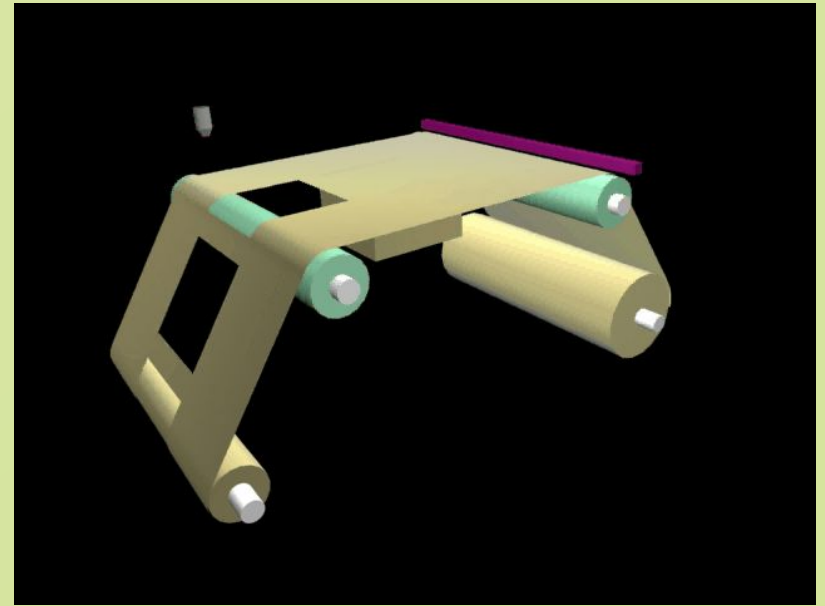
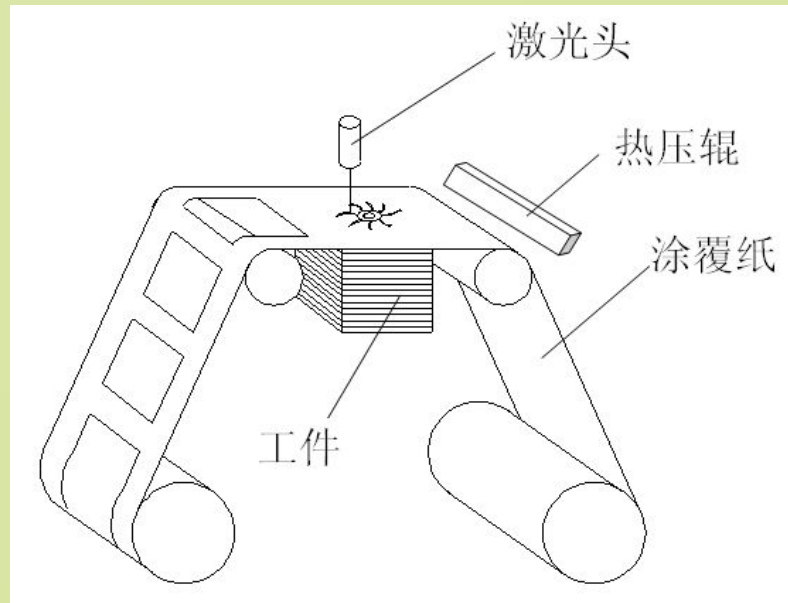
将激光聚焦到液态固化
液态材料（如光固化树脂）表面，令其有规律地固化，由点到线，到面，完成一个层面的建造；而后升降平台，移动一个层片厚度的距离，重新覆盖一层液态材料，再建造一个层，由此层层迭加，成为一个三维实体。



成型原理
(动画)

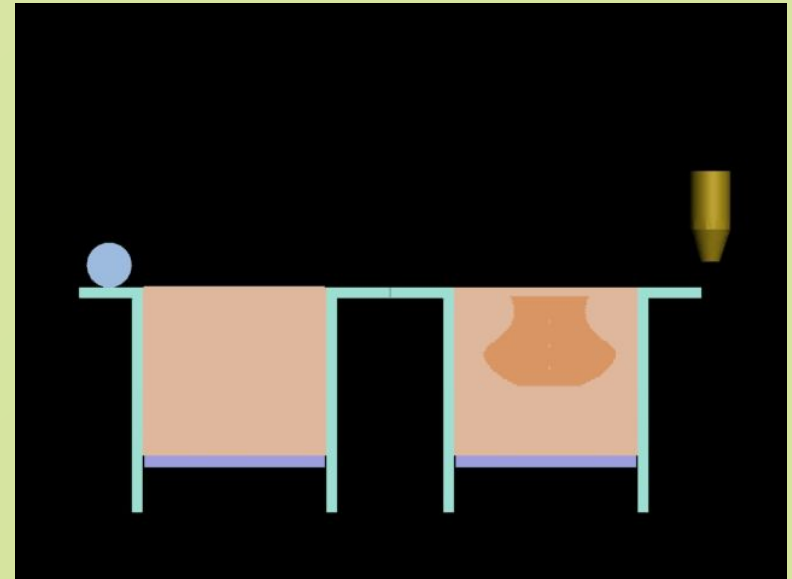
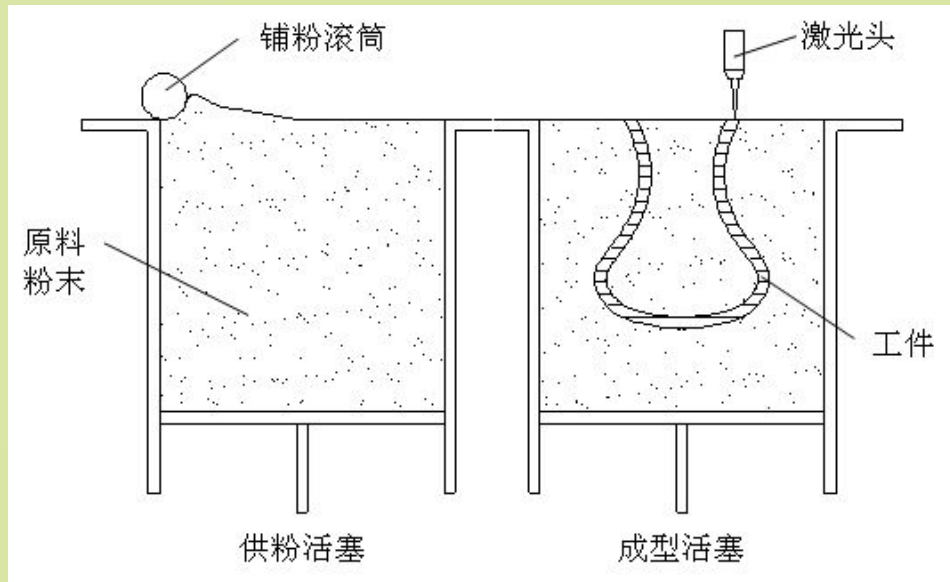


分层实体制造(LOM)



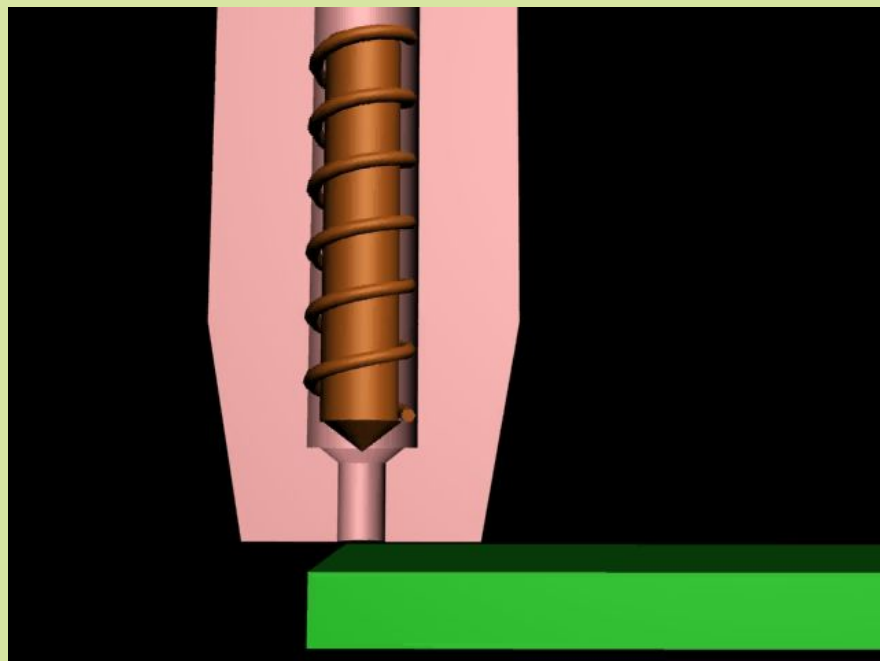
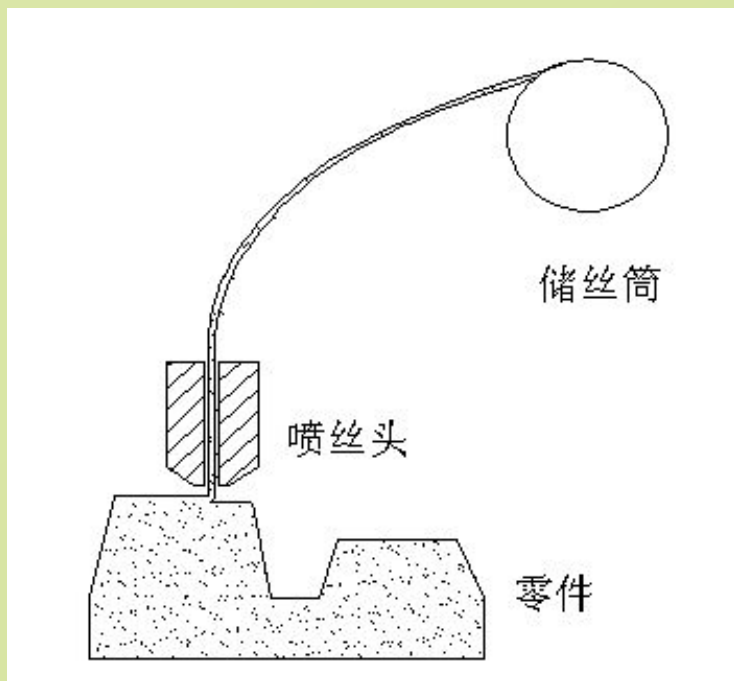


选择性激光烧结 (SLS)





熔融沉积成型 (FDM)





1.5 成组技术

成组技术 (Group Technology, 简称GT)

成组技术 (GT) 的基础是相似性。相似性是指不同类型、不同层次的系统间存在的某些共同的物理、化学、几何、生物学或功能等方面的具体属性或特征。“相似”是指属性或特征相同，但在数值上有差别的现象。

成为进一步发展计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称CAD)、计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning, 简称CAPP)、计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称CAM) 等方面的重要的技术基础。



2 可调夹具、组合夹具

2.1 可调夹具

通用可调夹具和成组夹具

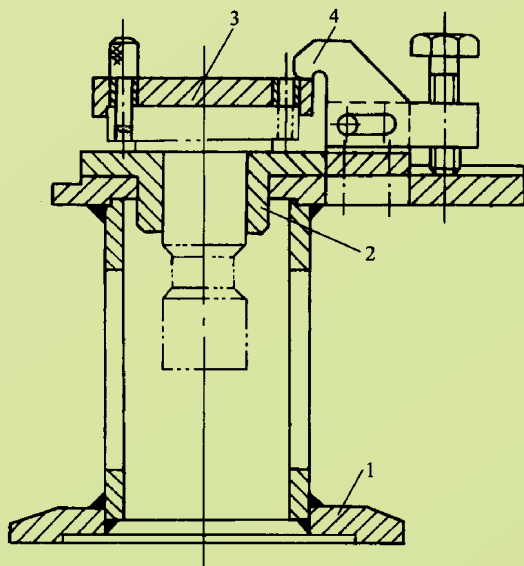


图7 成组可调钻模

1—夹具体 2—可换盘 3—钻模板组件 4—压板

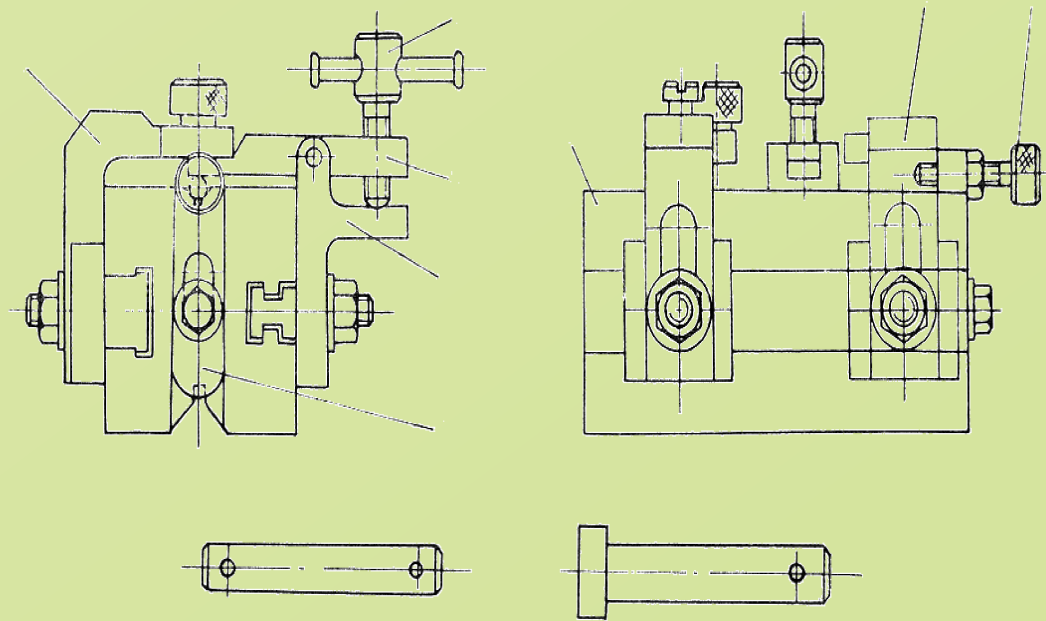


图4 钻轴类零件径向孔的通用可调夹具

1—移动钻模板 2—夹紧手柄 3—杠杆压板

4—压板支座

5—轴向挡板 6—V型块 7—附加移动钻模板

8—轴向定程螺钉



通用可调夹具和成组夹具

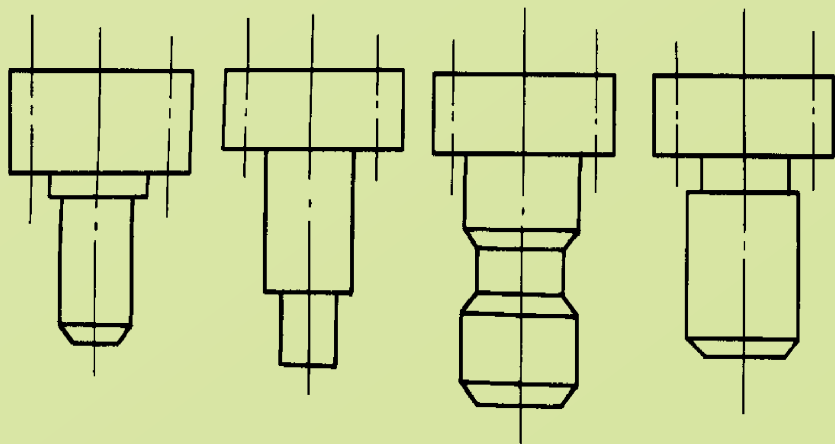


图6 按零件相似性分组

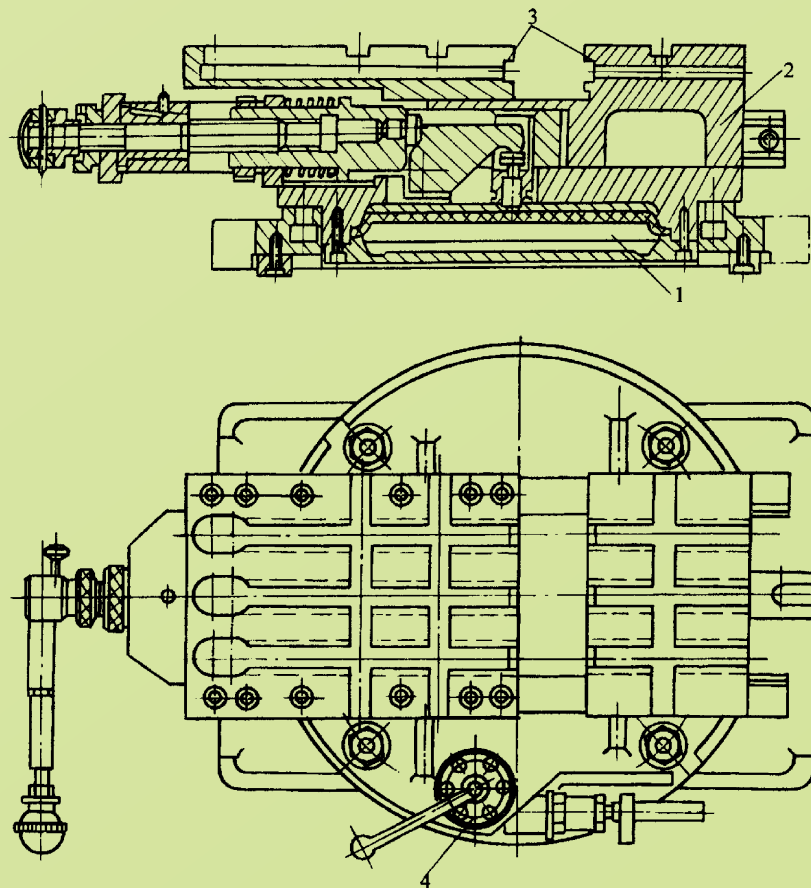


图5 万能可调液压虎钳

1—传动装置 2—夹具体 3—钳口 4—操纵阀



2.2拼拆式夹具

拼拆式夹具是将标准化的、可互换的零部件装在基础件上或直接装在机床工作台上，并利用调整件装配而成。调整件有标准的或专用的，它是根据被加工零件的结构设计的。当某种零件加工完毕，即把夹具拆开，将这些标准零部件放入仓库中，以便重复用于装配成加工另一零件的夹具。这种夹具是通过调整其活动部分和更换定位元件的方式重新调整的。

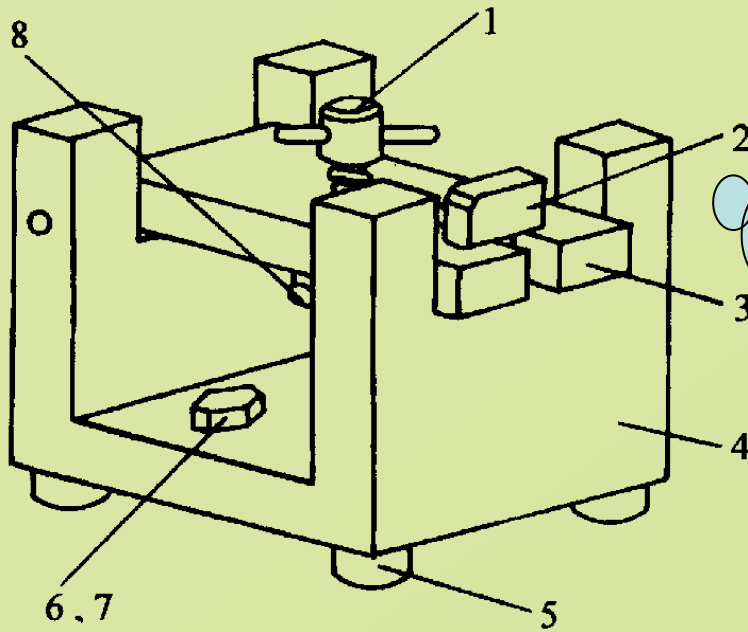


图8 拼装专用夹具

1—压紧螺钉 2、3—铰链压板 4—U形夹具
体 5—钻脚 6、7—定位销 8—浮动压块

图7 成组可调钻模

1—夹具体 2—可换盘 3—
钻模板组件 4—压板

图10.8所示便是一种拼装
专用夹具，由于采用的元
件（包括夹具体）全部是
标准元件，由专业制造厂
提供，因而夹具设计工作
只需要简单地表示出各元
件的相互装配位置。图拼
拆式夹具的零部件的结构
特点是能多次使用，零部
件有很高的通用性，当需
要重新装配加工某种零件
时，调整工作简单。



2.3组合夹具

组合夹具是由一套预先制好的各种不同形状、不同规格、不同尺寸、具有完全互换性和高耐磨性、高精度的标准元件及合件，按照不同工件的工艺要求，组装成加工所需的夹具。使用完毕后，可方便地拆散，洗净后将其存放，并分类保管，以便下次组装另一形式的夹具。如此周而复始地循环下去，直至组合夹具元件用到磨损极限而报废为止。在正常情况下，组合夹具元件能使用**15**年左右。



特点

- 1) 灵活多变
- 2) 节约大量设计、制造工时及金属材料消耗。
- 3) 减少夹具库存面积，改善管理工作。
- 4) 组合夹具的不足之处为，与专用夹具相比，一般显得体积较大、重量较重、刚性也稍差些。

组合夹具把专用夹具从设计 → 制造 → 使用 → 报废的单向过程，
改变为组装 → 使用 → 拆卸 → 再组装 → 再拆卸的循环过程

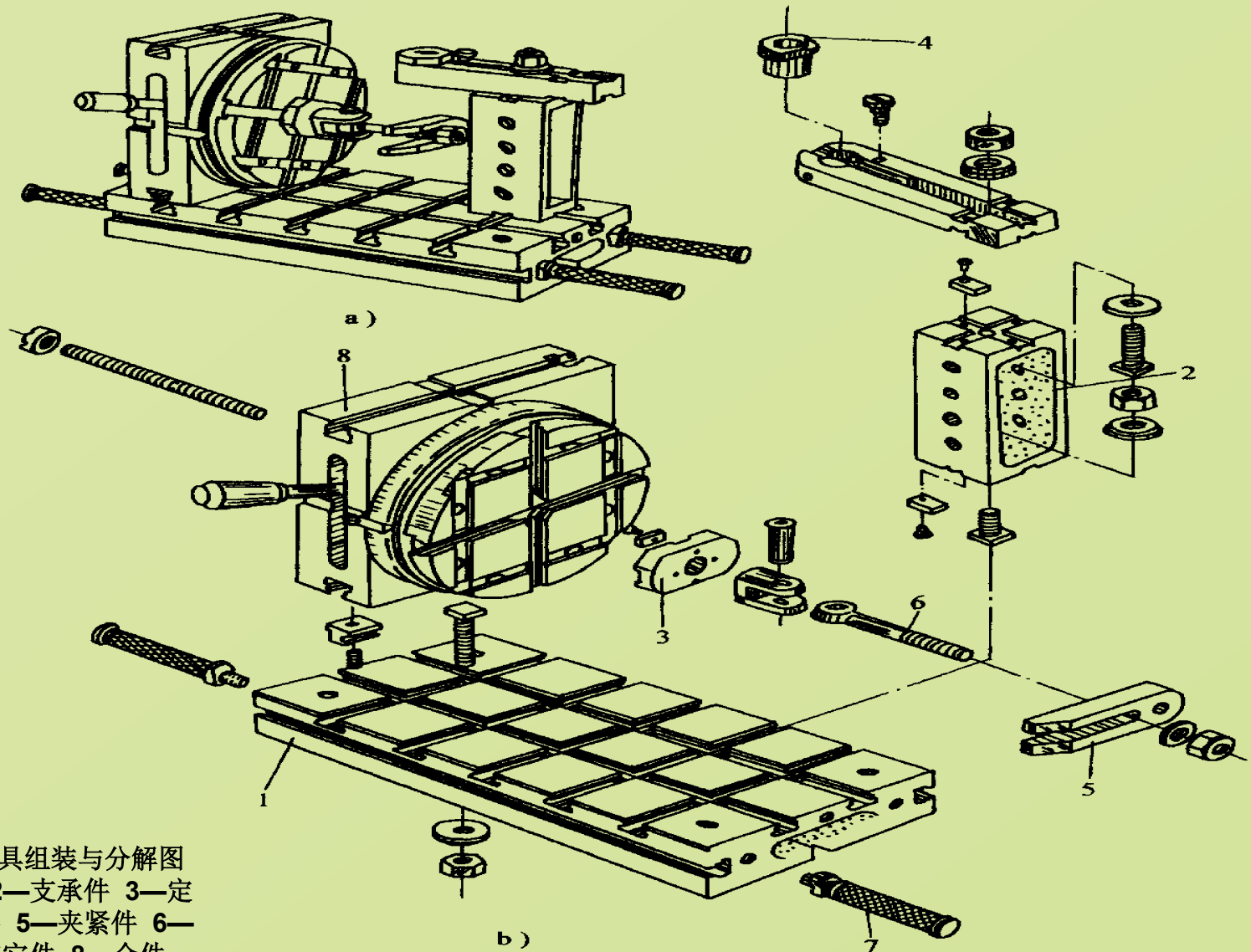
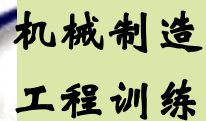


图9 组合夹具组装与分解图

- 1—基础件 2—支承件 3—定位件 4—导向件 5—夹紧件 6—紧固件 7—其它件 8—合件



类 别	精 度 项 目	每100mm上精度/mm	
		一 般 精 度	提 高 精 度
钻床夹具	钻铰两孔间距离误差	± 0.10	± 0.05
	钻铰两孔的平行度误差	0.10	0.03
	钻铰两孔的垂直度误差	0.10	0.03
	钻铰上、下两孔的同轴度误差	0.03	0.02
	钻铰圆周孔角度误差	$\pm 5'$	$\pm 1'$
	钻铰圆周孔圆角直径距离误差	± 0.10	± 0.03
	钻铰孔与底面垂直度误差	0.10	0.03
	钻铰斜孔的角度误差	$\pm 10'$	$\pm 5'$
镗床夹具	镗两孔的孔距误差	± 0.10	± 0.02
	镗两孔的平行度误差	0.04	0.01
	镗两孔的垂直度误差	0.05	0.02
	镗前后两孔的同轴度误差	0.03	0.01
铣刨夹具	加工斜面与斜孔的角度误差	$8'$	$2'$
	加工平面的平行度误差	0.05	0.03
磨床夹具	磨斜面的角度误差	$5'$	$1'$
	磨两面的平行度误差	0.03	0.015
	磨孔与平面的垂直度误差	0.03	0.015
	磨孔与基面的距离误差	± 0.02	± 0.01
车床夹具	加工孔与孔之间距离误差	± 0.05	± 0.02
	加工孔面与基准平面的平行度误差	0.05	0.02
	加工孔与基准平面的垂直度误差	0.03	0.02



组合夹具的元件

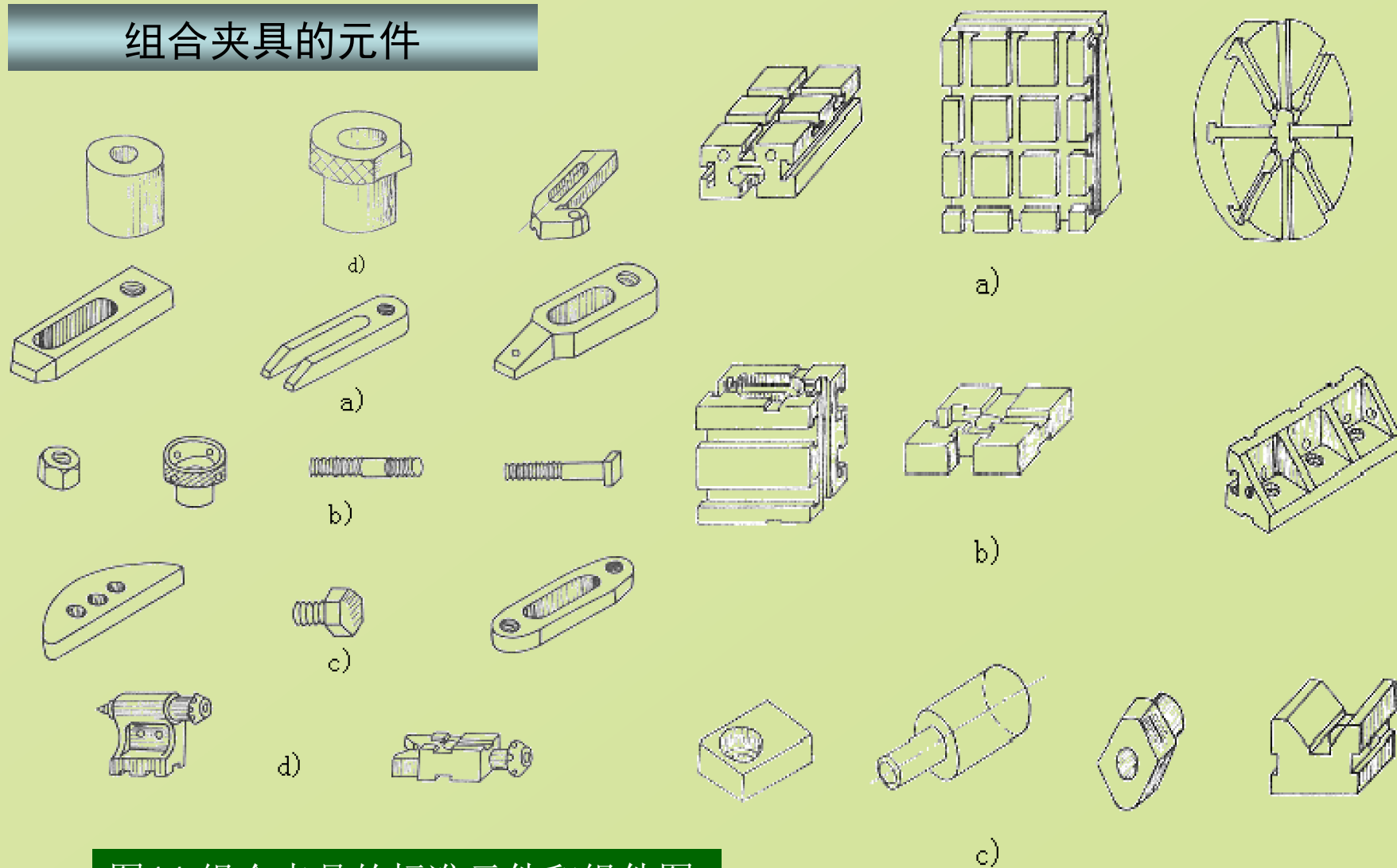
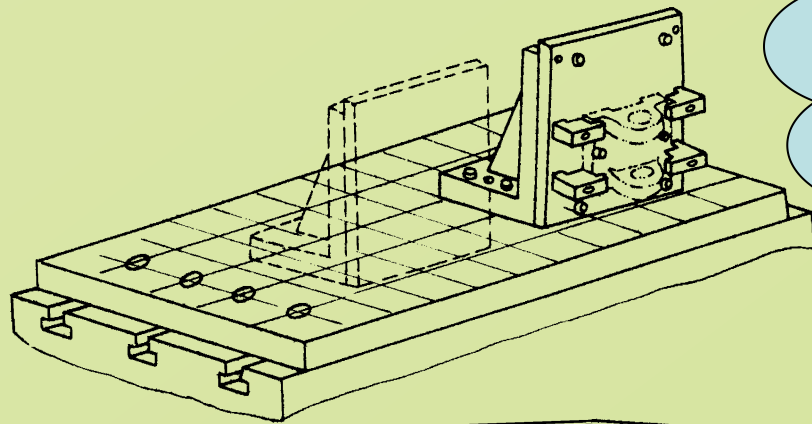


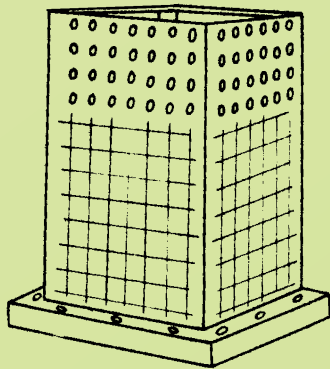
图11 组合夹具的标准元件和组件图



3 数控机床夹具



(a)



数控机床夹具在机床上应相对数控机床的坐标原点具有严格的坐标位置以保证所装夹的工件处于所规定的坐标位置上。为此数控机床夹具常采用网格状的固定基础板

图12 数控机床夹具构成简图



图13所示是镗箱体孔的数控机床夹具。工件6在本工序镗削A、B、C3个孔。数控机床工作台4上设置坐标原点1，刀具或者工作台的运动以原点1为起点。夹具上也设有坐标原点2。夹具在机床上安装之后，夹具坐标原点2相对工作台坐标原点1的坐标为 $()$ 。工件6在夹具上的定位是通过限位表面和3个定位支承钉3来完成的。工件的夹紧是通过2个液压缸8推动活塞9，带动拉杆10和压板11夹紧工件。定位基准平面与夹具坐标原点2的坐标位置为 a 、 b 。加工孔到定位基准平面的坐标尺寸分别为 c 、 d 、 e 、 f 。

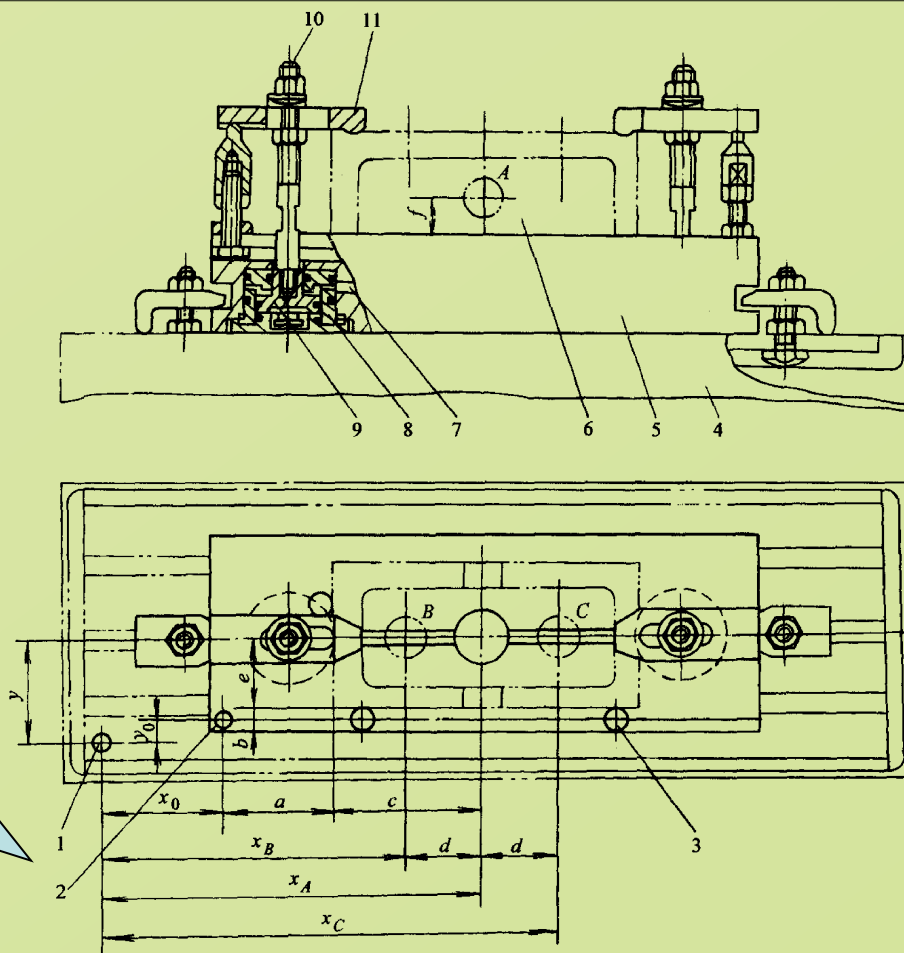


图13 数控机床夹具

1、2—坐标原点 3—定位支承钉 4—数控机床工作台 5—夹具体 6—工件
7—通油孔 8—液压缸 9—活塞 10—拉杆 11—压板



实习时注意安全