

绪 论

机床夹具是在机械制造过程中，用来固定加工对象，使之占有正确位置，以接受加工或检测并保证加工要求的机床附加装置，简称夹具。

在机床上加工工件时，必须用夹具装好、夹牢工件。将工件装好，就是在机床上确定工件相对于刀具的正确位置，这一过程称为定位。将工件夹牢，就是对工件施加作用力，使之在定位好的基础上将工件可靠地压紧，这一过程称为夹紧。从定位到夹紧的过程称为装夹。机床夹具的主要功能就是完成工件的装夹工作。工件装夹情况的好坏，将直接影响工件的加工精度和生产效率。

机床夹具的种类很多，按应用范围可分为通用夹具、专用夹具、可调夹具和组合夹具；按使用的机床分类，可分为车床夹具、铣床夹具、钻床夹具、镗床夹具、磨床夹具、数控机床夹具等；按夹具动力源可分为手动夹具、液压夹具、气动夹具、电动夹具、磁力夹具等。

对于各类机床，夹具的结构千差万别，但它们的工作原理基本上是相同的。将各类夹具作用相同的结构或元件加以概括，可得出夹具一般共有的几个组成部分。

- (1) 定位元件，在夹具中用来确定工件正确加工位置。
- (2) 夹紧元件，将工件压紧夹牢，并保证工件在加工过程中正确位置不变。
- (3) 对刀或导向元件，保证工件的加工表面与刀具之间的正确位置。
- (4) 夹具体，夹具的基体骨架，用来配置、安装各夹具元件使之组成一个整体。

根据加工工件的要求以及所选用机床的不同，有些夹具上还有分度机构、平衡块以及用于确定夹具在机床上正确位置的定向键等。

以图 0-1 所示的传动轴钻孔夹具为例，图中的 1—V 形块是定位元件，2—压板是夹紧元件，3—可换钻套是导向元件，4—夹具体是整个夹具的基础连接件。

夹具设计是一种相互关联的工作，涉及的知识面很广，需要经过方案设计、结构设计、原理设计与设计验算等多项前期工作，方能完成夹具装配图的设计。《夹具拼装及设计项目训练教程》选择了工艺及夹具设计教学中具有典型意义的加工零件——连杆、拨叉以及轴类零件作为被加工零件，经夹具拼装、原理分析、结构完善、设计计算、绘制工程图，逐步引导完成夹具的分析和设计过程。

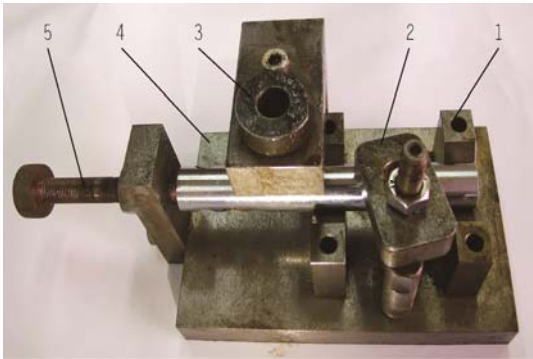
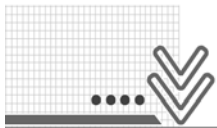


图 0-1 传动轴钻孔夹具

1—V 形块；2—压板；3—可换钻套；4—夹具体；5—调节螺钉

项目训练中采用的被加工零件的主样件如图 0-2 所示。

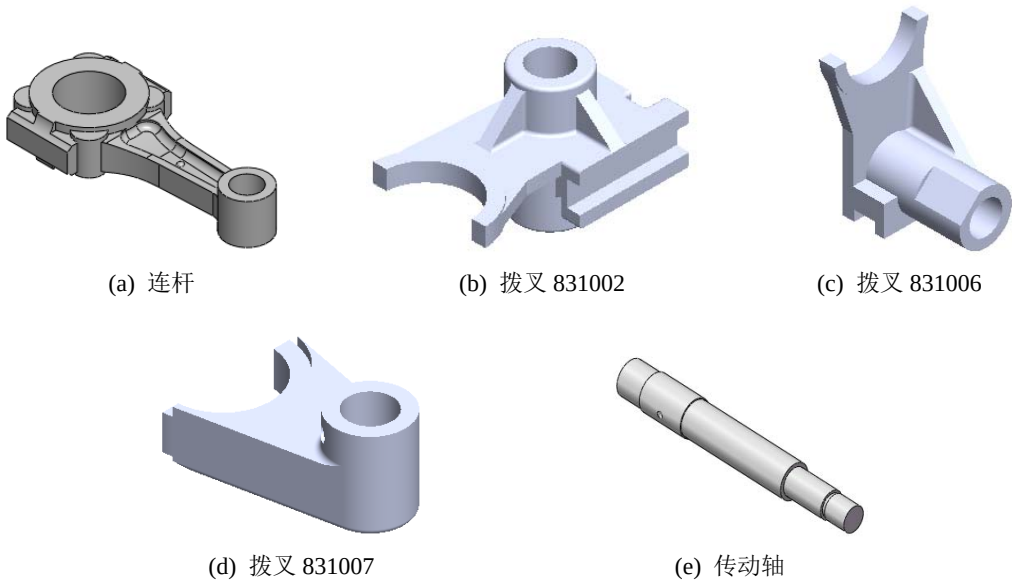


图 0-2 被加工零件的主样件

项目 1 夹具拼装基础知识

【学习目标】

- ◆ 理解拼装夹具模型的设计原理。
- ◆ 掌握拼装夹具模型元件的分类、结构及运用。
- ◆ 了解夹具模型拼装的工作过程。
- ◆ 熟悉专用夹具设计的基本步骤。

1.1 拼装夹具模型的设计原理

机床夹具按通用化程度和使用范围可分为通用夹具、专用夹具、可调夹具和组合夹具等。

(1) 通用夹具。通用夹具是指结构、尺寸已标准化、规格化，在一定范围内可用于加工不同工件的夹具。这类夹具作为机床的附件由机床附件厂制造和供应。如车床上的三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘；铣床上的平口虎钳、分度头；平面磨床上的磁力工作台。夹具的特点是适用性强，无须调整或稍作调整就可以装夹一定形状和尺寸范围的工件。

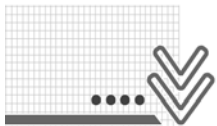
(2) 专用夹具。专用夹具是指针对某一工件的某一工序的加工要求而专门设计和制造的夹具。其特点是针对性强，没有通用性。在产品相对稳定、批量较大的生产中，常用各种专用夹具，可获得较高的生产率和加工精度。但其设计制造周期较长，无法满足产品柔性化生产的需要。

(3) 可调夹具。可调夹具针对不同类型和尺寸的工件，只需调整或更换原来夹具上的个别定位元件和夹紧元件便可使用。它一般又分为通用可调夹具和专用可调夹具，前者的通用范围大，适用性广；后者是针对形状、尺寸、工艺要求相似的一组工件设计，适用于成组生产，也称成组夹具。可调夹具在多品种、中小批生产中使用有较好的经济效果。

(4) 组合夹具。组合夹具是一种模块化的夹具，标准的模块元件具有较高的精度和耐磨性，可组装成各种夹具，使用后即可拆卸，留待组装新的夹具。使用组合夹具可缩短生产准备周期，元件能重复多次使用，可减少专用夹具数量，在单件、中小批多品种生产和数控加工中是一种较经济的夹具。

企业在生产中除了常用通用夹具、专用夹具外，也有不少企业采用组合夹具和可调夹具进行产品生产。

便携拼装式夹具模型是以专用夹具结构为基础，结合了组合夹具的标准零部件可反复使用、易于连接和可拆卸性能与可调夹具的元件可调性。模型中设计的夹具元件可展现各



种常用的定位、夹紧元件的结构、使用方法、适用场合，零部件可反复使用，组装成易于拆卸的各种不同的夹具模型。夹具拼装时根据被加工零件的加工工艺要求，从拼装夹具库中选择所需的夹具元件，用搭积木的形式进行拼装并通过联接件紧固来达到对被加工零件定位夹紧的要求，在夹具使用后可拆散元件并根据需要重新拼装成新的夹具。

便携拼装式夹具模型中有非标和改装元件 33 个，可拼装完成连杆、拨叉和轴类等多个零件加工过程中钻、铣、镗、铣断等多道工序加工所需的专用夹具教学模型 30 多套，包括六点定位中三平面、一面两销、V 形块及双 V 形块、销轴定位等多种典型定位方式，包括压板夹紧、螺旋夹紧、偏心夹紧、斜楔夹紧等多种常见夹紧方式。可通过夹具模型的拼装过程体会组合夹具、可调夹具和专用夹具的设计理念及异同。

1.2 拼装夹具模型元件的分类与应用

便携拼装式夹具模型元件由以下三种类型组成。

非标元件 21 种，以字母 PZ 标注，如 PZ01。

改装元件 12 种，以字母 GZ 标注，如 GZ01，是在标准元件的基础上进行了局部修改。

标准元件若干，如螺钉、螺母、垫圈等。

其主要模型元件的分类与作用按夹具的组成部分介绍如下。

1.2.1 定位元件及定位机构

拼装夹具模型中可用的定位元件主要有三类。

(1) V 形块。V 形块包括固定 V 形块(GZ01)和活动 V 形块(GZ02)，可以实现单 V 形块、双 V 形块等各种定位。图 1-1 所示为固定 V 形块定位实例。

(2) 定位销。定位销包括圆柱销(GZ10)、菱形销(GZ11)和定位轴(PZ14)，可实现一面两销定位和各种孔、轴的定位。图 1-2 所示为一面两销定位实例。

(3) T 形槽用螺母。T 形槽用螺母实现 T 形槽的定位或联接，包括 T 形槽用螺母 1(PZ16)，用于单向槽定位，如图 1-3 所示；T 形槽用螺母 2(PZ17)，用于十字交叉 T 形槽配合定位。

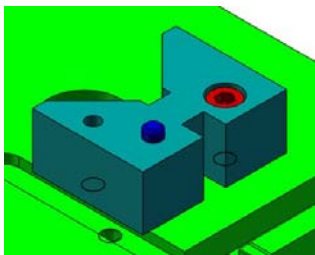


图 1-1 固定 V 形块定位

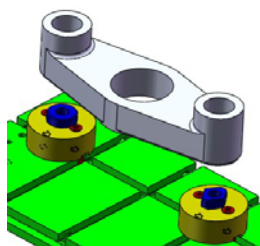


图 1-2 一面两销定位

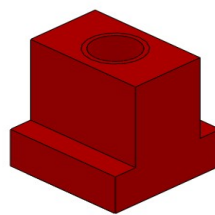


图 1-3 T 形槽用螺母 1

1.2.2 夹紧元件及夹紧装置

根据常用夹具夹紧机构的设计, 拼装夹具模型中选用了四类夹紧装置。

(1) 螺旋夹紧元件及螺旋夹紧装置。例如, 由夹紧侧板(PZ04)、压紧螺钉(GZ12)与活动V形块配合可构成螺旋夹紧装置等, 如图1-4所示。

(2) 压板夹紧元件及压板夹紧装置。压板夹紧装置包括夹紧压板1(PZ07)、支撑轴(PZ12)、T形槽用螺母3(PZ18)以及螺母、螺栓等标准件, 如图1-5所示。

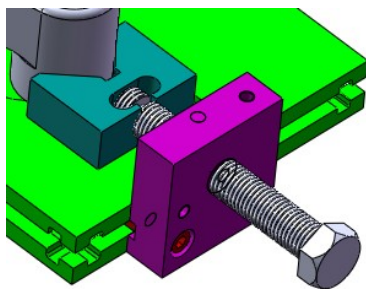


图 1-4 螺旋夹紧机构

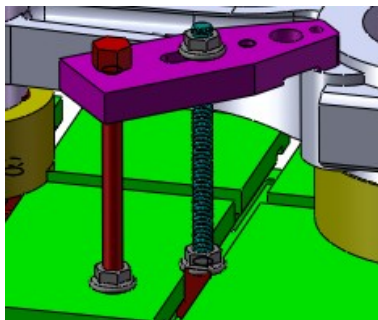


图 1-5 压板夹紧装置

(3) 偏心夹紧元件及夹紧装置。偏心夹紧装置由偏心轮(PZ13)、手柄(PZ15)和夹紧压板2(PZ08)等组成, 如图1-6所示。

(4) 斜楔夹紧元件及夹紧装置。斜楔夹紧装置由夹紧侧板(PZ04)、压紧螺钉(GZ12)、斜楔挡块(PZ21)、顶销和定位板2(PZ20)组成。斜楔挡块推进时推动顶销上升, 通过压板压紧工件, 如图1-7所示。

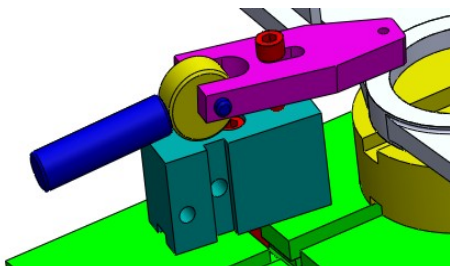


图 1-6 偏心夹紧装置

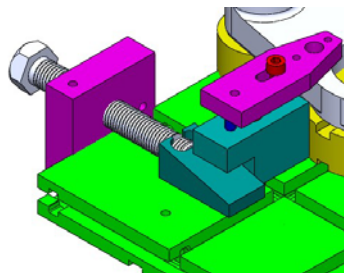
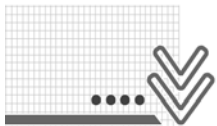


图 1-7 斜楔夹紧装置

1.2.3 导向元件及对刀元件

导向元件是用来确定刀具位置并引导刀具进行加工的元件, 如钻夹具中的固定钻套(GZ07)、可换钻套(GZ03)和快换钻套(GZ04), 镗夹具中的镗套(GZ08)等, 如图1-8所示。

对刀元件是用来确定刀具在加工前正确位置的元件, 如铣夹具中的直角对刀块



(GZ05)、圆形对刀块(GZ06)等，如图 1-9 所示。

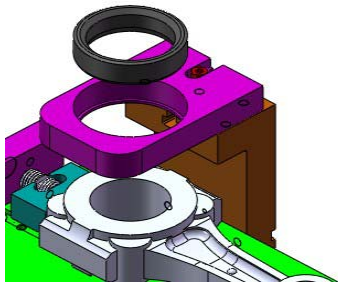


图 1-8 扩孔用的固定钻套

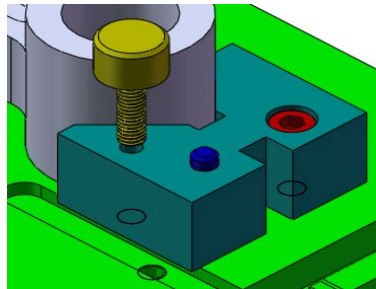


图 1-9 铣夹具中的圆形对刀块

1.2.4 夹具体

夹具体是整套夹具的基础。在拼装夹具模型中设计了长方形基础板(PZ01)、侧板 1(PZ02)、侧板 2(PZ03)用作拼装夹具的基础件，如图 1-10~图 1-12 所示。在长方形基础板和侧板表面上开有 T 形槽，可用于连接和安装夹具上的其他元件及装置，以构成各种不同类型的夹具体。

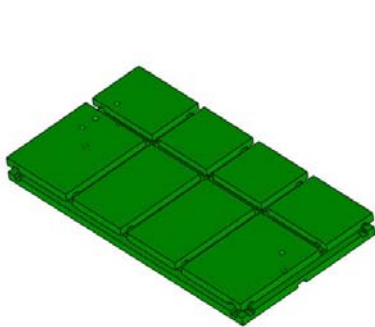


图 1-10 基础板

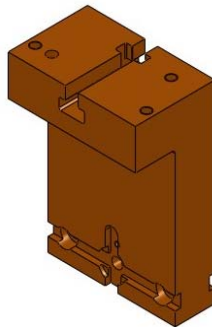


图 1-11 侧板 1

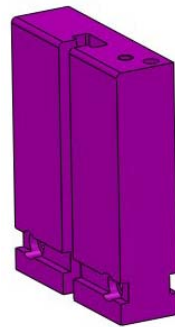


图 1-12 侧板 2

例如，侧板 1 可与钻模板(PZ05)、钻模镗板(PZ06)连接，构成钻夹具的基体。

其他元件的应用可参看“附录 A 夹具拼装项目实例”和“附录 B 拼装夹具模型元件明细表”。

1.3 夹具模型拼装的工作过程

拼装夹具模型时要根据被加工零件的加工工艺要求，从拼装夹具模型库中选择所需的夹具模型元件，用搭积木的形式进行拼装并通过联接件紧固，以构成所需的夹具模型，实现对被加工零件定位夹紧的要求。



1.3.1 夹具模型拼装的工作步骤

- 夹具模型拼装的工作过程包括以下几个步骤。
- (1) 课程预习：了解夹具的基础知识，了解拼装夹具的基本组成。
 - (2) 选择元件：针对所需设计的夹具，选择夹具模型元件，了解其结构、作用、选择方法。
 - (3) 搭建模型：拼装并调节夹具元件的位置，并用联接件连接紧固，完成装配，分析夹具的装夹原理。
 - (4) 模拟装夹：对被加工零件进行定位、夹紧连续操作，体会夹具的装夹过程。
 - (5) 模型分析：根据模型结构，分析夹具的不足之处，进一步完善夹具的功能、结构和精度，绘制专用夹具工程图。
 - (6) 拆卸模型：完成项目任务后，将模型拆散，元件按“装箱图”位置放入模型箱中，归位后清点，以便后续拼装其他夹具使用。

1.3.2 夹具模型拼装案例

现参照绪论中图 0-1 所示传动轴钻孔夹具简单介绍夹具模型的拼装搭建过程。

1. 夹具工作方案分析

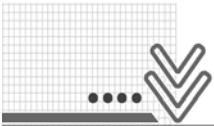
工件前期已完成外圆、端面 and 键槽的加工。本工序中，传动轴以外圆和轴端面为定位基准进行加工工序定位，以键槽实现止转。可采用 V 形块进行外圆定位，用压板实现夹紧。

2. 选择拼装元件

根据夹具工作方案可选择传动轴钻孔夹具所使用的元件，明细如表 1-1 所示。各元件在拼装中的位置可参考传动轴钻孔拼装夹具模型爆炸图，如图 1-13 所示。

表 1-1 传动轴钻孔拼装夹具元件明细表

序 号	编 号	名 称	数 量	备 注
1	PZ01	长方形基础板	1	
2	GZ02	活动 V 形块	1	
3	BZ02	六角头螺栓	1	GB/T 6177.1—2000
4	PZ04	夹紧侧板	1	
5	PZ12	支撑轴	2	
6	BZ05	六角法兰面螺母	3	GB/T 6177.1—2000
7		被加工轴毛坯	1	
8	PZ07	夹紧压板 1	2	
9	GZ03	可换钻套	1	
10	BZ04	钻套用螺钉 M5	1	JB/T 8045.5—1995
11	PZ18	T 形槽用螺母 3	2	



续表

序 号	编 号	名 称	数 量	备 注
12	PZ02	侧板 1	1	
13	BZ03	M6×25 内六角圆柱头螺钉	7	GB/T 70.1—2000
14	PZ16	T 形槽用螺母 1	7	
15	GZ01	固定 V 形块	1	

3. 拼装操作步骤

在选好元件的基础上，可按照下列顺序完成夹具模型的搭建。

(1) 将长方形基础板放在工作台上。

(2) 用内六角圆柱头螺钉和 T 形槽用螺母 1，将固定 V 形块和
活动 V 形块分别安装到长方形基础板上。

(3) 用内六角圆柱头螺钉和 T 形槽用螺母 1，将夹紧侧板安装到
长方形基础板的顶端。

(4) 用支撑轴、六角法兰面螺母和 T 形槽用螺母 1 设置止转挡块。

(5) 用内六角圆柱头螺钉和 T 形槽用螺母 1 将侧板 1 安装到长方形基础板的侧面。

(6) 用内六角圆柱头螺钉、T 形槽用螺母 3 将小钻模板(夹紧压板 1)安装到侧板 1 上。

(7) 将钻套和 M5 钻套用螺钉安装到小钻模板上。

(8) 用支撑轴、六角头螺栓、六角法兰面螺母、T 形槽用螺母 3 将夹紧压板 1 安装到
基础板上，作为压板夹紧。



1.3.2 钻夹具拼装动画

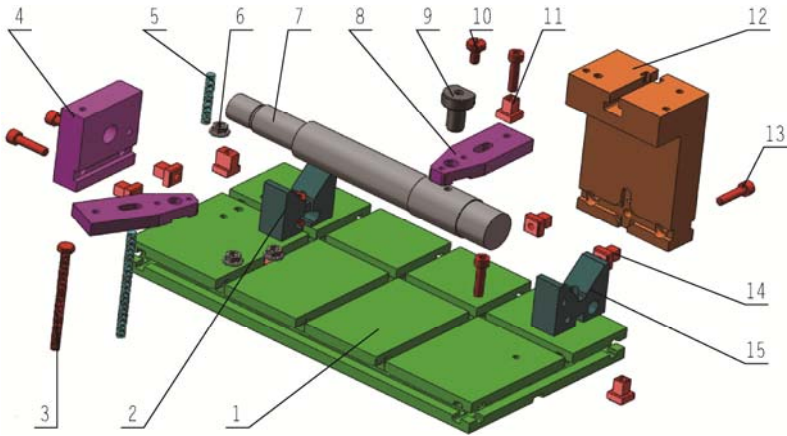


图 1-13 传动轴钻孔拼装夹具模型爆炸图

1—长方形基础板；2—活动 V 形块；3—六角头螺栓；4—夹紧侧板；5—支撑轴；6—六角法兰面螺母；
7—被加工轴毛坯；8—夹紧压板 1；9—可换钻套；10—钻套用螺钉；11—T 形槽用螺母 3；12—侧板 1；
13—内六角圆柱头螺钉；14—T 形槽用螺母 1；15—固定 V 形块

(9) 通过调整侧板 1 与长方形基础板之间的相对位置、小钻模板与侧板 1 之间的相对位置, 保证钻套中心位置。调整各元件到位后, 拧紧所有联接件实现各元件的固定。完成的夹具模型如图 1-14 所示。

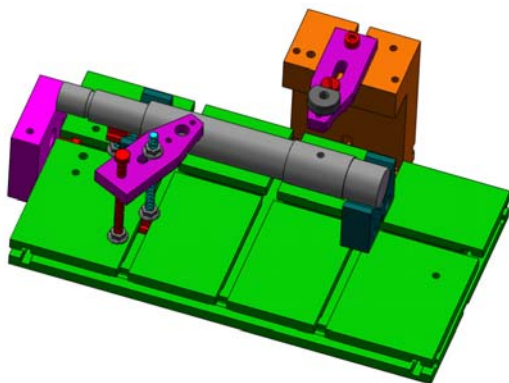


图 1-14 传动轴钻孔拼装夹具

4. 夹具的工作原理分析

在完成夹具模型拼装的基础上, 进行夹具基本工作原理的分析。

定位: 夹具采用双 V 形块定位, 轴外圆面与两个 V 形块斜面接触, 限制四个自由度; 轴一端用夹紧侧板限制轴向移动; 用 T 形槽用螺母伸进传动轴键槽内止转, 共限制六个自由度。属于完全定位。

夹紧: 压板夹紧, 采用螺母与支撑轴旋合, 使压板压紧工件。

导向: 在钻模板上安装有可换钻套, 实现刀具的导向。

1.4 专用夹具设计的步骤

专用夹具设计一般是在零件的机械加工工艺过程制订之后按照某一工序的具体要求进行, 对夹具的基本要求是要保证加工工序的精度要求, 提高劳动生产率, 降低制造成本, 并使夹具具有良好的工艺性和劳动条件。

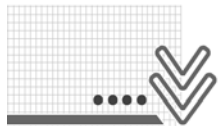
专用夹具设计的步骤如下。

1. 明确设计要求, 收集设计资料

(1) 分析产品的零件图和装配图: 了解工件的作用、结构特点、材料、技术要求。

(2) 分析零件的加工工艺规程和工序图, 分析工艺装备设计任务书: 了解工件的加工状态、工序要求以及本工序的工序基准和定位基准。对任务书或工序卡所提出的要求进行可行性分析, 以便发现问题, 与工艺人员及时沟通。

(3) 了解企业生产情况: 了解夹具制造车间的生产条件和技术现状; 熟悉车间里工序



加工中所使用的机床、刀具、量具及其他辅具的型号、规格、主要参数及与夹具连接部分的结构和尺寸。

(4) 了解工件的生产纲领、投产批量及生产组织等相关信息。

(5) 收集有关设计资料：准备好设计夹具用的各种标准、工艺规定、典型夹具图册和有关夹具设计资料、手册等。

2. 制定夹具结构方案，构思结构草图

定位方案设计：根据六点定位原则确定工件的定位方式，选择合适的定位元件，尽可能选用标准件。

确定夹紧方案：确定夹紧方法，选择合适的夹紧装置；重点考虑夹紧力的大小、方向和作用点及作用力的传递方式。

确定对刀或导引方案：设计对刀装置或刀具导引件的结构形式和布局。

确定其他装置及元件的结构形式：例如分度装置、预定位装置和吊装元件等。

确定夹具与机床的连接方式及夹具体的结构形式：设计安装基面及连接元件；协调各元件、装置的布局，确定夹具体的总体结构和尺寸。

设计方案的确定是一个十分重要的设计步骤，决定了夹具设计的成败，必须进行充分的研究和讨论，在对多种方案分析比较的基础上，选择最佳方案。

3. 夹具精度分析计算，方案审查改进

(1) 夹具精度分析：初步确定相关元件的公差配合与相互位置精度，计算定位误差、夹具安装误差和刀具位置误差等，进行工序精度分析，以论证能否保证本工序的加工精度要求。

(2) 进行夹紧力验算：有动力装置的夹具，需根据切削力大小验算夹紧力。

(3) 方案审核：方案确定后，应将拟订的方案画成夹具结构草图，征求有关人员的意见，并送有关部门审查，然后根据反馈意见对夹具方案做进一步修改。

方案设计审核包括下列内容。

(1) 夹具的标志是否完整。

(2) 夹具的搬运是否方便。

(3) 夹具与机床的连接是否牢固和正确。

(4) 定位元件是否可靠和精确。

(5) 夹紧装置是否安全和可靠。

(6) 工件的装卸是否方便。

(7) 夹具与有关刀具、辅具、量具之间的协调关系是否良好。

(8) 加工过程中切屑的排除是否良好。

- (9) 操作的安全性是否可靠。
- (10) 加工精度是否符合工件图样所规定的要求。
- (11) 生产率能否达到工艺要求。
- (12) 夹具是否具有良好的结构工艺性和经济性。
- (13) 夹具的标准化审核。

作为夹具设计的技术人员，应熟知以上 13 项内容，在学习、分析和设计夹具的原理、结构时体现出较全面的视野。

4. 夹具装配总图设计，绘制非标零件图

1) 夹具总装配图设计

夹具总装配图应按国家标准绘制，绘制时还应注意以下事项。

- (1) 尽量选用 1:1 的比例，以使所绘制的夹具具有良好的直观性。
- (2) 尽可能选取与操作者正对的位置作为主视图，应符合视图最少原则。
- (3) 总图上要用双点画细线绘出工件的形状和主要表面(定位基准面、夹紧表面和被加工表面、轮廓表面等)，在总装图中可把工件看作透明体，不遮挡后面夹具上的线条。
- (4) 总装图应把夹具的工作原理、结构和各种元件间的位置关系和装配关系表达清楚。
- (5) 合理标注尺寸、公差和技术要求。
- (6) 合理选择零件材料，编制零件明细表。

2) 绘制夹具非标零件工程图

夹具总图绘制完毕后，对夹具上的非标准零件均要绘制零件工作图。

零件工作图应严格遵照所规定的比例绘制，并按夹具总图的要求，确定零件的尺寸、公差及技术要求，加工精度及表面粗糙度的选择应合理。

夹具上专用零件的制造属于单件生产，精度要求较高，根据夹具精度要求和制造的特点，有些零件必须在装配中进行相配加工，有的应在装配后，再进行就地加工，在这样的零件工作图上，应该注明相应的技术要求。

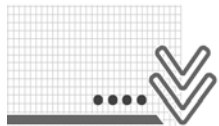
项目寄语

一个不受约束的零件是无法加工的，同样也无法被使用。

只要有加工，就有装夹。夹具除了在机床加工中使用外，在很多场合都会出现，如生产线、机器人等。

外行看热闹，内行看门道。拼装一套夹具似乎不难，用时也不多，但理解、设计一套好的夹具却并不那么容易。学习一门技术从欣赏开始，如同学习绘画要多看画展一样。从拼装进入夹具的学习，要学会欣赏它、审视它、分析它。学始于初、成于悟、精于勤，总





有一天会进入技术审核行列，真正学会欣赏技术的成果，成为专业的人才。

思考与练习

1. 通用夹具、可调夹具、组合夹具和专用夹具的结构特点及应用有什么区别？
2. 机床夹具由哪些部分组成？各组成部分的作用是什么？
3. 简述夹具拼装模型中元件的组成与分类。
4. 简述夹具拼装模型的夹具拼装工作过程。
5. 在设计夹具方案时，要考虑哪些主要问题？简述专用夹具设计步骤。
6. 完成传动轴钻孔夹具模型的拼装，并了解其工作原理。
7. 如何分析和评价一套夹具的优劣？将图 1-14 所示传动轴钻孔拼装夹具与图 0-1 所示传动轴钻孔夹具的结构进行比对，对两套夹具的优劣进行初步分析。