



职业教育院校课程改革创新示范教材
全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项辅导用书

典型机械零件的 加工工艺

DIANXING JIXIE LINGJIAN DE JIAGONG GONGYI

◎ 蒋兆宏 主编

- 服务大赛
- 促进创新
- 改革教学
- 提升质量

唯一授权
侵权必究



配电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



职业教育院校课程改革创新示范教材

全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项辅导用书

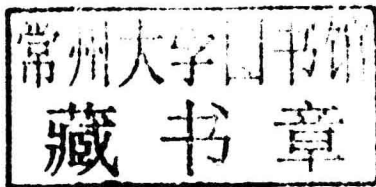
典型机械零件的加工工艺

主 编 蒋兆宏

副主编 褚守云

参 编 倪贵华

主 审 王荣兴



机械工业出版社

本书是在总结近几届全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项（高职组）经验的基础上，围绕大赛“机械部件的创新设计与制造”主题，为了更好地服务大赛，促进教学改革创新而编写的。本书通过十个典型案例的讲解以及任务的实施，详细介绍了机械零件加工工艺设计的全过程。内容包括机械制造工艺的基本概念、机床夹具和刀具的选择、切削用量的选用以及典型零件加工工艺规程的制订。本书在介绍传统加工方法的基础上，以较大篇幅介绍了数控加工工艺的基本思路和关键问题以及数控加工工艺的编制方法和技巧。

本书中的案例选择由简单到复杂，任务由浅入深、依次递进，案例均基于一个完整的工作过程，内容翔实，通俗易懂，同时力求反映现代制造技术的新成就和新动向，并严格贯彻有关最新国家标准，内容具有一定的先进性、综合性和适用性。

为检验对所学知识的掌握程度，在每个任务后面增加了任务拓展与练习，便于巩固所学的知识点与技能点。通过对本书的学习，可掌握典型零件的制造工艺，提高机械产品加工工艺的编制能力。

本书可作为职业院校机械类专业以“工作过程为导向”的项目式教学用书与全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项辅导用书，也可作为机械类工程技术人员自学参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

322057
典型机械零件的加工工艺/蒋兆宏主编. —北京：机械工业出版社，2012.6

职业教育院校课程改革创新示范教材 全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项辅导用书

ISBN 978-7-111-38876-0

I. ①典… II. ①蒋… III. ①机械元件—加工—高等职业教育—教材
IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 132195 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：汪光灿 责任编辑：汪光灿 王莉娜 版式设计 霍永明

责任校对：张 媛 封面设计：张 静 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17 印张 · 418 千字

0 001—3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-38876-0

定价：36.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

制造业是我国国民经济的支柱产业，需要一大批面向生产第一线的熟悉机械零件加工工艺的高素质应用型技术人才。希望通过对本书的学习，提高读者对机械加工工艺的了解，使读者掌握常见零件的加工方法，熟练编制机械零件加工工艺。

一直以来，很多同类教材的编写都强调系统知识的重要性，要求读者掌握大量的基础理论和专业知识，而对知识运用的介绍则相对薄弱，导致读者根本无法做到学以致用，在实际操作中常感到不知所措。在这种传统的方式下，学习过程缺少针对性和应用性，读者虽具备基础理论和专业知识，但不能真正掌握该专业领域所需的基本技能，从而难以适应工作岗位的要求。

近几年来，全国职业院校技能大赛现代制造技术赛项的成功举办，对高等职业院校的教学改革起到了良好的推动与引领作用。为了将竞赛的成果运用到高等职业院校的教育改革中，同时也为了提高读者应用基础理论和专业知识解决实际问题的能力，编者根据学习的认知规律，以近几年来现代制造技术赛项的主题思路与企业的生产特点来重新设计典型课题，以生产中的工作过程为导向，细化工作任务。同时，根据工作任务对技能与知识的需求以及生产任务的流程，重新构建机械加工工艺知识体系，并把知识点穿插到任务执行的过程中，以使读者更好地掌握知识点，并提高实践能力。

本书选择企业常见的典型零件，根据学习认知规律，以工作过程为导向、任务驱动的方法介绍零件加工工艺的基础知识，具体包括机械零件加工的内容、特点；机械加工工艺规程设计的基本方法和步骤；工艺尺寸的确定；刀具的选用、切削用量的选择；工件安装和定位及夹具等相关知识。读者可通过实例的学习掌握典型零件的加工工艺过程，并在此基础上掌握典型零件的制造工艺，提高工艺规程的编制能力。

随着数控技术的发展，国内数控机床的应用越来越广泛。为此，本书在介绍传统加工方法的基础上，以较大篇幅介绍了数控加工工艺的基本思路和关键问题，以使读者掌握数控加工工艺的编制方法和技巧。

本书由蒋兆宏担任主编，褚守云任副主编，王荣兴担任主审。编写分工如下：课题一至课题六和附录由蒋兆宏编写，课题七、课题八由倪贵华编写，课题九、课题十由褚守云编写。全书的编写大纲由蒋兆宏提出并统稿。

本书在编写过程中参考了许多文献和教学科研成果，在此谨向原作者表示衷心的感谢。

由于编者水平和经验有限，书中难免有错误和不足之处，敬请批评指正。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议，请向编者 jump19682003@sina.com 提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

课题一 支轴的加工工艺	1
任务一 识读支轴零件图	1
任务二 支轴毛坯的选择	11
任务三 识读机械加工工艺过程卡	15
任务四 支轴加工工艺设计	30
课题二 主动轴的加工工艺	50
任务一 识读主动轴零件	50
任务二 主动轴的车削加工	55
任务三 主动轴的磨削加工	70
任务四 主动轴键槽的铣削加工	83
任务五 主动轴加工工艺流程的制订	92
课题三 支架套的加工工艺	96
任务一 识读支架套零件	97
任务二 支架套孔的车削加工	100
任务三 支架套内孔的磨削加工	105
任务四 支架套加工工艺流程的制订	110
课题四 主动齿轮的加工工艺	114
任务一 识读主动齿轮零件	115
任务二 主动齿轮齿坯和齿形的加工	119
任务三 主动齿轮加工工艺流程的制订	125
课题五 拨叉的加工工艺	130
任务一 拨叉加工工艺流程的制订	131
任务二 定位元件认知	138
任务三 夹紧机构认知	146
任务四 机床夹具认知	151
任务五 拨叉专用钻床夹具的设计	164
课题六 主轴箱箱体的加工工艺	169
任务一 识读主轴箱箱体零件	170

任务二 主轴箱箱体加工工艺分析	172
任务三 主轴箱箱体加工工艺流程的制订	180

课题七 凹模的加工工艺	184
任务一 数控线切割认知	185
任务二 凹模加工工艺流程的制订	193
任务三 凹模线切割加工工序的优化	195

课题八 轴承套数控车削的加工工艺 ..	198
任务一 数控车削认知	199
任务二 轴承套数控车削加工工艺分析	208
任务三 轴承套数控车削加工工艺流程的制订	218

课题九 集成块数控铣削的加工工艺 ..	222
任务一 数控铣削认知	223
任务二 集成块数控铣削加工工艺分析	232
任务三 集成块数控铣削加工工艺流程的制订	242

课题十 模具型芯数控加工的加工工艺	246
-------------------------	-----

任务一 CAD/CAM 集成数控系统认知	246
任务二 模具加工常用刀具的选择	250
任务三 模具型芯的数控加工	253

附录	259
----------	-----

附录 A 常用刀具材料及主要用途	259
附录 B 切削用量	260
附录 C 加工余量	264

参考文献	266
------------	-----

课题一 支轴的加工工艺

【课题引入】

生产如图 1-1 所示支轴，该零件材料为 45 钢，生产数量为 1000 件。现要求为加工该零件制订有关加工工艺。

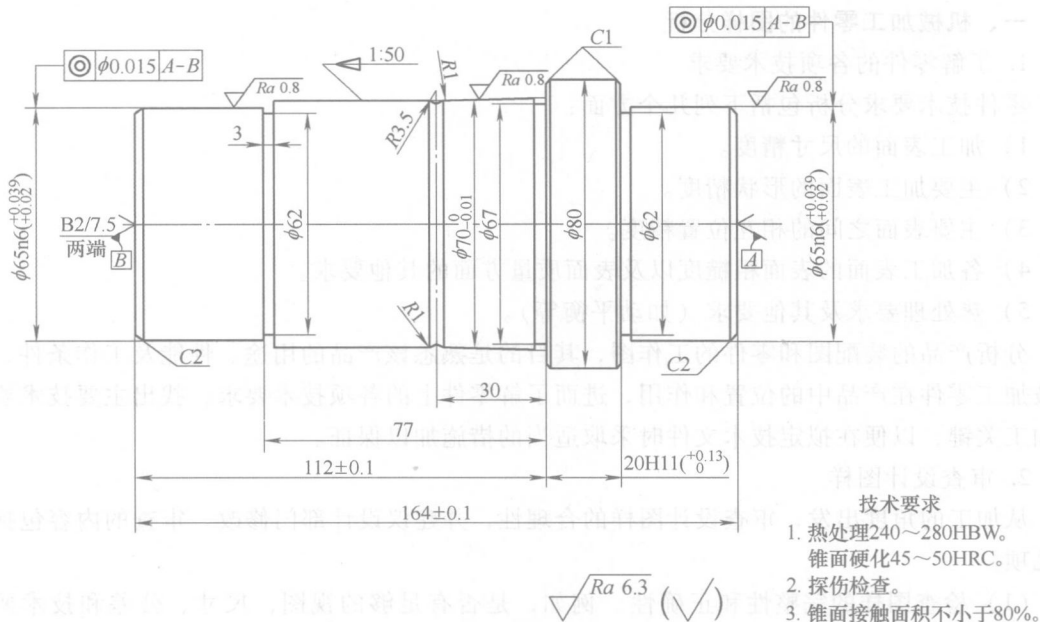


图 1-1 支轴

【课题分析】

该支轴零件属于简单零件，通过本课题的学习，了解制订加工工艺文件的有关基础知识，了解工艺文件制订的全过程。

在制订该零件的加工工艺前，必须对零件进行认真分析，分析零件的技术要求和结构特点，在此基础上进行零件的毛坯设计，最后再进行加工工艺设计。

任务一 识读支轴零件图

【知识点】

1. 零件的技术要求。
2. 零件的结构工艺性。
3. 加工精度、加工误差。
4. 获得加工精度的方法。

【技能点】

能够对具体零件图进行识读，分析零件的加工工艺性。

【相关知识】

零件机械加工前，必须制订该零件的加工技术文件，保证用较低的成本和较高的效率加工出该零件。

明确被加工零件的结构特点和技术要求特点是合理制订零件机械加工技术文件的前提，因此在着手制订零件的机械加工技术文件之前，认真识读零件图，对制订加工工艺有着极其重要的意义。

一、机械加工零件的图样分析

1. 了解零件的各项技术要求

零件技术要求分析包括下列几个方面：

- 1) 加工表面的尺寸精度。
- 2) 主要加工表面的形状精度。
- 3) 主要表面之间的相互位置精度。
- 4) 各加工表面的表面粗糙度以及表面质量方面的其他要求。
- 5) 热处理要求及其他要求（如动平衡等）。

分析产品的装配图和零件的工作图，其目的是熟悉该产品的用途、性能及工作条件，明确被加工零件在产品中的位置和作用，进而了解零件上的各项技术要求，找出主要技术要求和加工关键，以便在拟定技术文件时采取适当的措施加以保证。

2. 审查设计图样

从加工的角度出发，审查设计图样的合理性，并建议设计部门修改。审查的内容包括以下几项。

(1) 检查图样的完整性和正确性 例如，是否有足够的视图，尺寸、公差和技术要求是否标注齐全等。若有错误或遗漏，应提出修改意见。

(2) 审查图样技术要求和材料选择的合理性 产品设计应当遵循经济性原则，即在不影响使用性能的前提下，尽量降低对加工制造的要求。因此，应由工艺技术人员审查在现有的生产条件下，是否能够达到零件的技术要求，以便会同设计人员共同研究探讨通过改进设计的方法使之经济合理。同样，材料选择上不仅要考虑使用性能及材料成本，还要考虑加工需要。

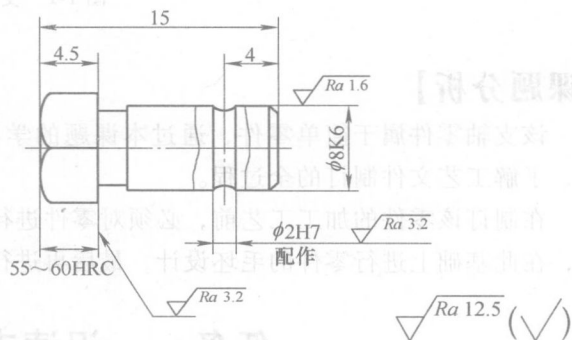


图 1-2 方头销

如果材料选用得不合理，可能使零件整个加工过程的安排发生问题。如图 1-2 所示的方头销，选用的材料为 T8A（碳素工具钢），方头部分要淬硬到 55~60HRC，零件上有一个 $\phi 2H7$ 的孔，需装配时和另一个零件配作，不能预先加工好。如用 T8A 的材料淬火，因零件很短，总长仅 15mm，淬硬头部时，势必使整个零件全部被淬硬，以致 $\phi 2H7$ 的孔难以用普通的钻削方法进行加工。若改用 20Cr，可采用局部渗碳，在 $\phi 2H7$ 处镀铜保护（或用其他方

法保护), 就比较合理。

(3) 零件的结构及其工艺性分析 在制订零件的工艺规程时, 必须首先对零件进行工艺分析。对零件进行工艺分析主要应注意以下问题。

1) 零件组成表面的形式。各种零件都是由一些基本表面和特形表面组成的。基本表面有内、外圆柱表面、圆锥面和平面等; 特形表面有螺旋面、渐开线齿形面和一些成形面等。因为表面形状是选择加工方法的基本因素, 因此认清零件的组成表面是确定各表面正确加工方法的基础。

2) 构成零件的各表面的组合关系。同种类型表面的不同组合决定了零件结构上的不同特点。例如以内、外圆为主要表面, 既可组成盘、环类零件, 也可组成套类零件。对于套类零件, 既可以是一般的轴套, 也可以是形状复杂或刚性很差的薄壁套。显然, 上述不同零件在选用加工方法时存在很大差异。

3) 零件的结构工艺性。零件的结构工艺性是指零件的结构在保证使用要求的前提下, 是否能以较高的生产率和最低的成本方便地制造出来的特性。许多功能作用完全相同而在结构上却不相同的两个零件, 它们的加工方法和制造成本往往差别很大。

如果阶梯轴形状如图 1-3 所示, 则从结构上看, 该零件的槽的加工结构工艺性不好, 因为槽的轴向尺寸分别为 5mm、4mm、3mm, 在切槽时必须换刀或用同一刀具多次加工, 故该图结构工艺性不好, 应修改才可加工。

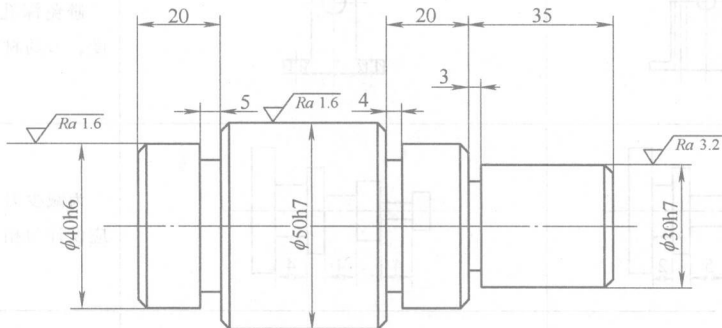


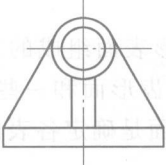
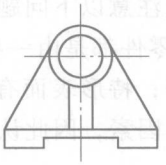
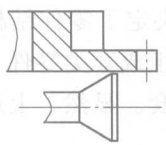
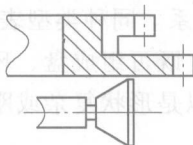
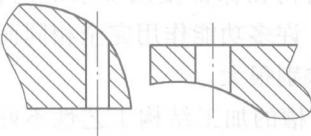
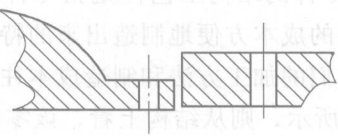


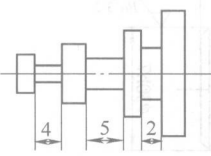
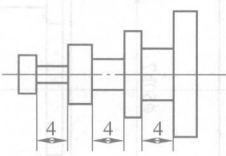
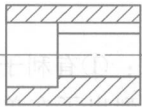
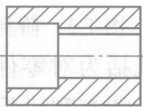
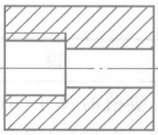
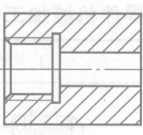
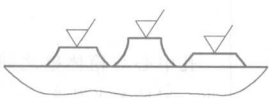
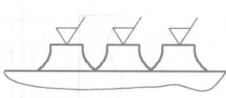
图 1-3 阶梯轴

零件的机械加工结构工艺性可以概括为对零件结构三方面的要求: ①有利于减少切削加工量; ②便于工件安装、加工与检测; ③有利于提高生产率。表 1-1 列出了在单件小批生产中机械加工对零件的结构工艺性要求的一些实例, 供参考。

表 1-1 零件机械加工结构工艺性实例

序号	工艺性不合理	工艺性合理	说明
1			键槽的尺寸、方位相同, 可在一次装夹中加工出全部键槽, 以提高生产率
2			孔中心与箱体壁之间尺寸太小, 刀具无法引进

(续)

序号	工艺性不合理	工艺性合理	说明
3			减少接触面积，减少加工量，提高稳定性
4			应设计退刀槽，减少刀具或砂轮的磨损
5			钻头容易引偏或折断，应避免在斜面或圆弧面处钻孔
6			避免深孔加工，提高连接强度，节约材料，减少加工量
7			为减少刀具种类和换刀时间，应设计为相同的宽度
8			为便于加工，槽的底面不应与其他加工面重合
9			为便于加工，内螺纹根部应有退刀槽
10			为便于一次加工，提高生产率，凸台表面应处于同一水平面

二、获得加工精度的方法

1. 加工精度

所谓加工精度是指零件经过加工后几何参数（尺寸、形状及位置等参数）的实际值与理想值的符合程度。它们之间的差异值称为加工误差。任何加工都会存在一定的加工误差。加工精度在数值上通过加工误差的大小来表示，精度和误差是对同一问题的两种不同的描述，即精度越高、误差越小；精度越低、误差越大。

零件的几何参数包括尺寸、形状和位置三个方面。加工精度包括如下几项。

- 1) 尺寸精度：限制加工表面与其基准间的尺寸误差不超过一定的范围。
- 2) 形状精度：限制加工表面的宏观几何形状误差，如圆度、圆柱度、平面度和直线度。
- 3) 位置精度：限制加工表面与其基准间的相互位置误差，如平行度、垂直度、同轴度和位置度等。

加工精度的三个方面既有区别，又有联系。一般来说，形状精度应高于尺寸精度，而位置精度在大多数情况下也高于相应的尺寸精度。

2. 获得预定加工精度的方法

(1) 获得尺寸精度的方法 机械加工中获得工件尺寸精度的方法主要有以下几种。

1) 试切法：即先试切出很小部分加工表面，测量试切所得的尺寸，按照加工要求适当调整刀具切削刃相对工件的位置；再试切，再测量，如此经过两三次试切和测量，当被加工尺寸达到要求后，再切削整个待加工表面。

试切法通过“试切—测量—调整—再试切”，反复进行直到达到要求的尺寸精度为止。如图 1-4 所示，轴的外圆车削加工即采用试切法。

试切法达到的精度可能很高，它不需要复杂的装置，但这种方法费时（需作多次调整、试切、测量、计算），效率低，依赖工人的技术水平和计量器具的精度，质量不稳定，所以只用于单件小批生产。

作为试切法的一种类型——配作，在生产中也被广泛应用。它是以已加工件为基准，加工与其相配的另一工件，或将两个（或两个以上）工件组合在一起进行加工的方法。配作中最终被加工尺寸达到的要求是以与已加工件的配合要求为准的。

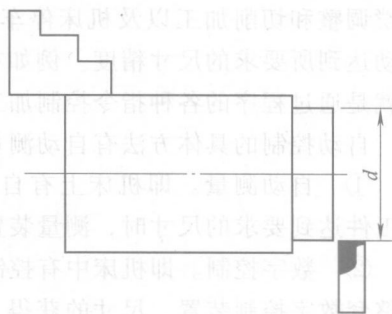


图 1-4 轴的外圆车削加工

2) 调整法：即预先用样件或标准件调整好机床、夹具、刀具和工件的准确相对位置，用以保证工件的尺寸精度的方法。因为尺寸事先调整到位，所以加工时不用再试切，尺寸自动获得，并在一批零件的加工过程中保持不变，这就是调整法。如图 1-5 所示是用调整法加工一批工件，获得工序尺寸 l 。通过反装的自定心卡盘确定工件的轴向位置，用挡铁调整好刀具与工件的相对位置，并保持挡铁位置不变。这样一来，加工每一个工件时都具有相同的轴向位置，从而保证了尺寸 l 。

在机床上按照刻度盘进刀然后切削，也是调整法的一种。这种方法需要先按试切法确定刻度盘上的刻度。大批量生产中，多用定程挡铁、样件、样板等对刀装置进行调整。

调整法比试切法的加工精度稳定性好，其加工精度主要取决于机床、夹具的精度和调整

误差，有较高的生产率，对机床操作工的要求不高，但对机床调整工的要求高，常用于成批生产和大量生产。

3) 定尺寸法：即用刀具的相应尺寸来保证工件被加工部位尺寸的方法。它是利用标准尺寸的刀具加工，加工面的尺寸由刀具尺寸确定，即用具有一定尺寸精度的刀具（如铰刀、扩孔钻、钻头）来保证工件被加工部位（如孔）的精度。

用成形刀具加工也属于定尺寸法。

定尺寸法操作方便，零件精度由刀具来保证，加工精度比较稳定，几乎与工人的技术水平无关，生产率较高，在各种类型的生产中广泛应用，如钻孔、铰孔等。

由于刀具磨损后尺寸就不能保证，因此定尺寸法成本较高，多用于大批量生产中。

4) 主动测量法：在加工过程中，边加工边测量加工尺寸，并将所测结果与设计要求的尺寸比较后，使机床继续工作，或使机床停止工作，如图 1-6 所示。

目前，主动测量法中的数值已可用数字显示。主动测量法把测量装置加入工艺系统（即机床、刀具、夹具和工件组成的统一体）中，成为其第五个因素。

主动测量法质量稳定，生产率高，是获得尺寸精度的发展方向。

5) 自动控制法：由测量装置、进给装置和控制系统等组成，把测量、进给装置和控制系统组成一个自动加工系统，加工过程依靠系统自动完成的方法。其尺寸测量、刀具补偿调整和切削加工以及机床停车等一系列工作自动完成，自动达到所要求的尺寸精度。例如在数控机床上加工时，零件就是通过程序的各种指令控制加工顺序和加工精度。

自动控制的具体方法有自动测量和数字控制两种。

① 自动测量。即机床上有自动测量工件尺寸的装置，在工件达到要求的尺寸时，测量装置即发出指令使机床自动退刀并停止工作。

② 数字控制。即机床中有控制刀架或工作台精确移动的伺服电动机、滚动丝杠螺母副及整套数字控制装置，尺寸的获得（刀架的移动或工作台的移动）由预先编制好的程序通过计算机数字控制装置自动控制。

初期的自动控制法是利用主动测量和机械或液压等控制系统完成的。目前已广泛采用按加工要求预先编排的程序，由控制系统发出指令进行工作的程序控制机床（简称程控机床）或由控制系统发出数字信息指令进行工作的数字控制机床（简称数控机床）以及能适应加工过程中加工条件的变化，自动调整加工用量，按规定条件实现加工过程最佳化的适应控制机床进行自动控制加工。

自动控制法加工的质量稳定，生产率高，加工柔性好，能适应多品种生产，是目前机械制造的发展方向 and 计算机辅助制造（CAM）的基础。

(2) 获得形状精度的方法

1) 轨迹法：也称刀尖轨迹法，是依靠刀尖的运动轨迹获得形状精度的方法，即让刀具

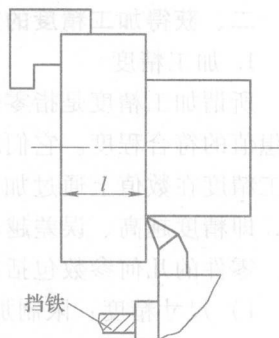


图 1-5 挡铁调整法加工

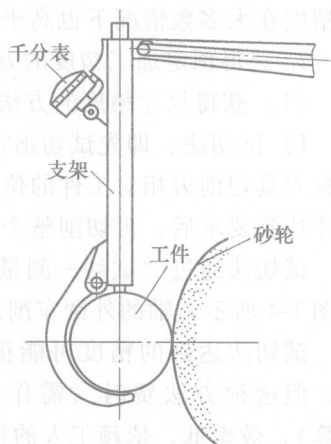


图 1-6 主动测量法加工

相对于工件作有规律的运动，以其刀尖轨迹获得所要求的表面几何形状。刀尖的运动轨迹取决于刀具和工件的相对成形运动，因而所获得的形状精度取决于成形运动的精度。数控车床、数控铣床，普通车削、铣削、刨削和磨削等均属轨迹法。如图 1-7 所示为轨迹法车圆锥面。

2) 成形法：利用成形刀具对工件进行加工的方法，即用成形刀具取代普通刀具，其切削刃和工件外形一致，成形刀具替代一个成形运动。如图 1-8 所示为用成形法车球面。成形法可以简化机床或切削运动，提高生产率。成形法所获得的形状精度取决于成形刀具的形状精度和其他成形运动的精度。

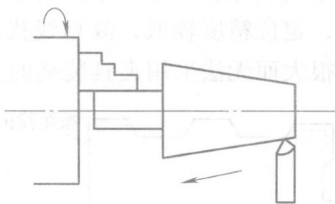


图 1-7 轨迹法车圆锥面

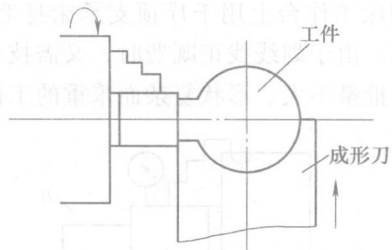


图 1-8 成形法车球面

3) 仿形法：刀具按照仿形装置进给对工件进行加工的方法。仿形法所得到的形状精度取决于仿形装置的精度和其他成形运动的精度。如图 1-9 所示为用仿形法车成形面。仿形铣等也属仿形法加工。

4) 展成法：利用工件和刀具作展成切削运动进行加工的方法。展成法所得的被加工表面是切削刃和工件作展成运动过程中所形成的包络面，切削刃形状必须是被加工面的共轭曲线。它所获得的精度取决于切削刃的形状和展成运动的精度等。这种方法用于各种齿轮齿廓、花键键齿、蜗轮轮齿等表面的加工，其特点是切削刃的形状与所需表面几何形状不同，如齿轮加工，切削刃为直线（滚刀、齿条刀），而加工表面为渐开线。展成法形成的渐开线是滚刀与工件按严格速比转动时，切削刃的一系列切削位置的包络线。如图 1-10 所示为展成法插削直齿圆柱齿轮。

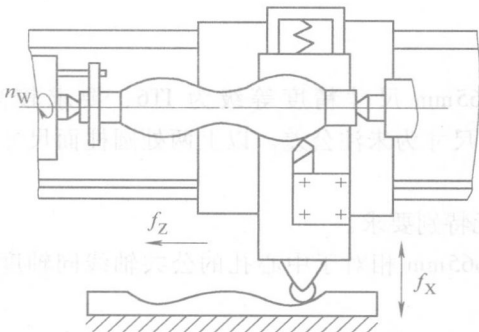


图 1-9 仿形法车成形面

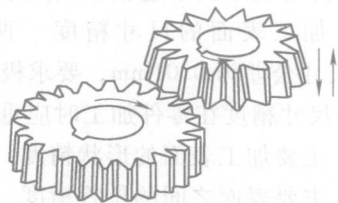


图 1-10 展成法插削直齿圆柱齿轮

(3) 获得位置精度的方法 加工面的相互位置精度是指零件上的加工面之间或相对于基准面的平行度、垂直度和同轴度等。零件上相对位置精度要求较高时，图样上应规定出公差值的大小；当要求不高时，由相应的尺寸公差加以限制。

工件的位置要求的保证取决于工件的装夹方法及其精度。工件的装夹方法有如下几种。

1) 直接找正装夹。将工件直接放在机床上,用划针、百分表和直角尺或通过目测直接找正工件在机床上的正确位置之后再夹紧。如图 1-11 所示为用单动卡盘装夹套筒,先用百分表按工件外圆 A 找正,再夹紧工件加工外圆 B,保证 A、B 圆柱面的同轴度。此法生产率极低,对工人的技术水平要求高,一般用于单件小批量生产。

2) 划线找正装夹。工件在切削加工前,预先在毛坯表面上划出加工表面的轮廓线,然后按所划线将工件在机床上找正(定位)后再夹紧。如图 1-12 所示的机床床身毛坯,为保证床身各加工面和非加工面的位置尺寸及各加工面的余量,可先在钳工台上划好线,然后在龙门刨床工作台上用千斤顶支承床身毛坯,用划针按线找正并夹紧,再对床身底平面进行刨削加工。由于划线找正既费时,又需技术水平高的划线工,定位精度较低,故划线找正装夹只适用于批量不大、形状复杂而笨重的工件或毛坯尺寸公差很大而无法采用夹具装夹的工件。

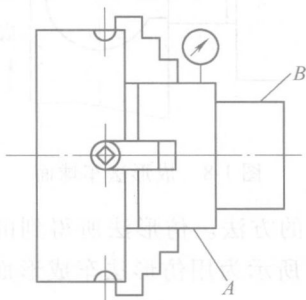


图 1-11 直接找正装夹

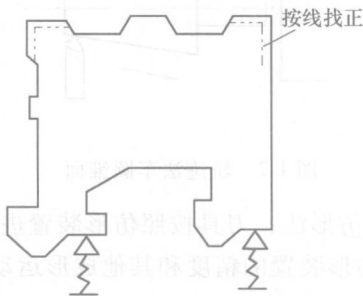


图 1-12 划线找正装夹

3) 用夹具装夹。夹具是用于装夹工件的工艺装备。夹具固定在机床上,工件在夹具上定位、夹紧以后便获得了相对刀具的正确位置。因此,用夹具装夹工件定位方便,定位精度高而稳定,生产率高,广泛用于大批和大量生产中。

相互位置精度高的表面,应尽量在一次装夹中完成。

【任务实施】

对该零件的图样分析可以分以下三方面进行。

1. 零件的技术要求

该零件的技术要求包括下列几个方面。

(1) 加工表面的尺寸精度 两端轴承挡 $\phi 65\text{mm}$ 尺寸精度等级为 IT6, 要求较高; $\phi 70\text{mm}$ 尺寸公差为 0.01mm , 要求极高; 其余各挡尺寸为未注公差。以上两处圆柱面尺寸和圆锥大头尺寸精度在零件加工时应重点考虑。

(2) 主要加工表面的形状精度 该支轴零件无特别要求。

(3) 主要表面之间的位置精度 两端轴承挡 $\phi 65\text{mm}$ 相对于中心孔的公共轴线同轴度要求为 $\phi 0.015\text{mm}$ 。

(4) 各加工表面的表面粗糙度以及表面质量方面的其他要求 $\phi 65\text{mm}$ 圆柱面、 $\phi 70\text{mm}$ 圆锥面处表面粗糙度值要求为 $Ra 0.8\mu\text{m}$, 这三处均为配合面, 故要求较高。其余各表面粗糙度值要求为 $Ra 6.3\mu\text{m}$ 。

(5) 热处理要求及其他要求 支轴整体热处理硬度要求为 $240 \sim 280\text{HBW}$, 锥面硬化硬度要求为 $45 \sim 50\text{HRC}$ 。

2. 查图样的完整性和正确性

1) 该支轴主视图足够反映零件的特征, 无需增加其余视图; 尺寸标注中右端两挡退刀槽宽度尺寸未标注, 需要和设计人员沟通; 尺寸公差、位置公差和技术要求标注齐全。

2) 通过审查, 支轴图样设计时技术要求相对合理, 没有过高提高产品的设计精度, 未增加加工制造的难度。材料选择 45 钢, 为常用钢材, 在考虑使用性能的前提下材料成本较低, 且 45 钢切削工艺性较高, 遵循了经济性原则。

3. 零件的结构及其工艺性分析

(1) 零件组成表面的形式 该支轴零件由外圆柱表面、圆锥面端面和退刀槽组成。相对来说, 该零件结构简单、直观。

(2) 构成零件的各表面的组合关系 构成该支轴零件的外圆柱表面、圆锥面和退刀槽共有同一根轴线, 为典型的轴类零件, 可有多种方法进行加工。

(3) 零件的结构工艺性 该支轴零件从结构上看, 所有要求较高的圆柱、圆锥面处都有退刀槽, 为磨削加工提供了方便; 而所有退刀槽的轴向尺寸为便于用同一刀具加工, 均为 3mm, 因此可判断该图具备较好的结构工艺性。

【任务拓展与练习】

1. 如图 1-13 所示, 各组零件都有两种不同的结构, 试分析比较哪一种结构工艺性较好, 并说明理由。

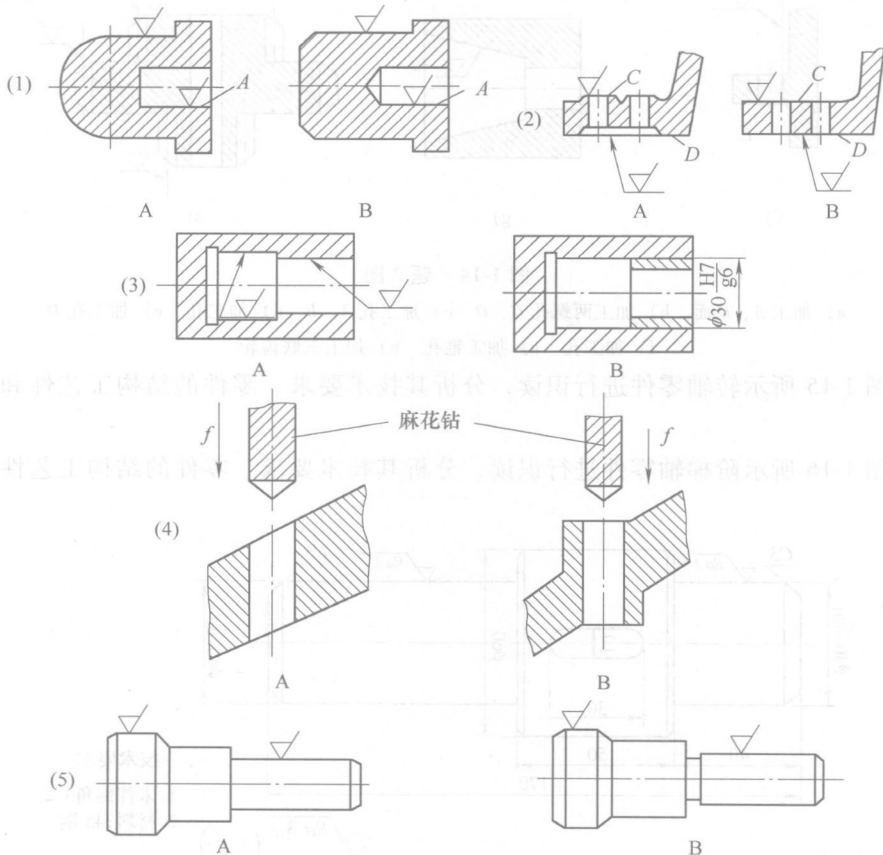


图 1-13 题 1 图

2. 分析如图 1-14 所示零件的结构，找出结构工艺性不恰当的部位，并说明为什么。给出改进后的图形。

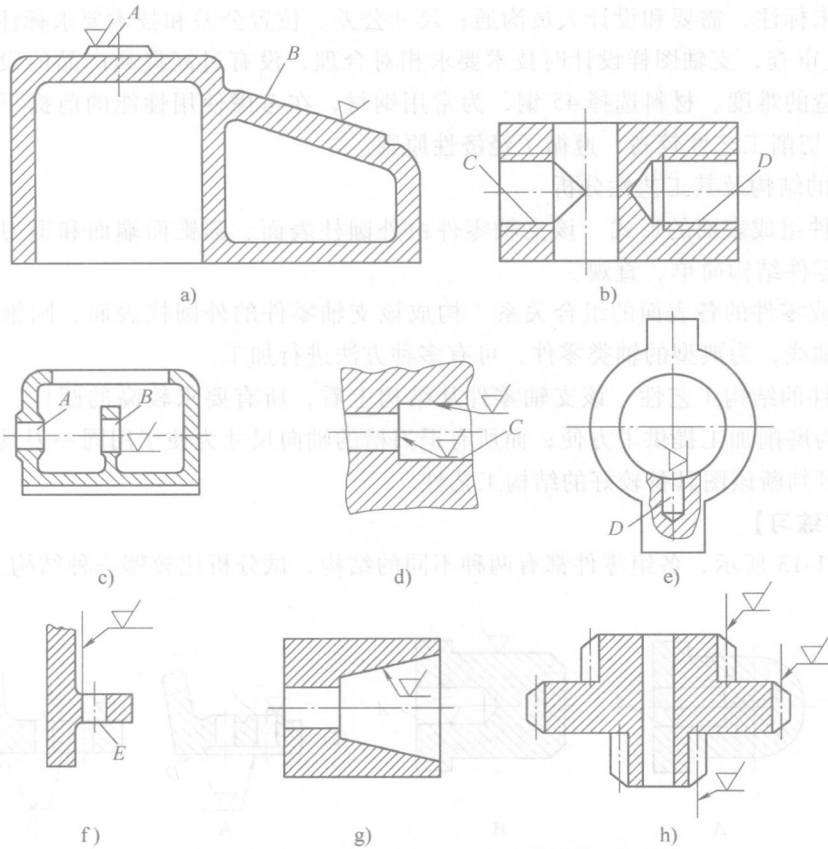


图 1-14 题 2 图

- a) 加工 A、B 面 b) 加工两螺孔 C、D c) 加工孔 A、B d) 加工孔 e) 加工孔 D
f) 加工孔 g) 加工锥孔 h) 加工三联齿轮

3. 对图 1-15 所示转轴零件进行识读，分析其技术要求、零件的结构工艺性和加工精度要求。

4. 对图 1-16 所示阶梯轴零件进行识读，分析其技术要求、零件的结构工艺性和加工精

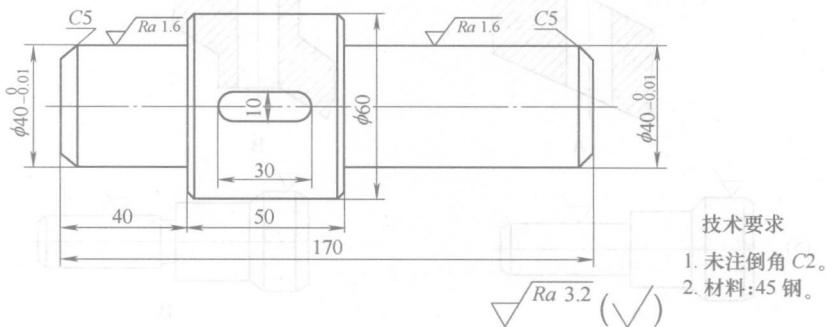


图 1-15 转轴

度要求。

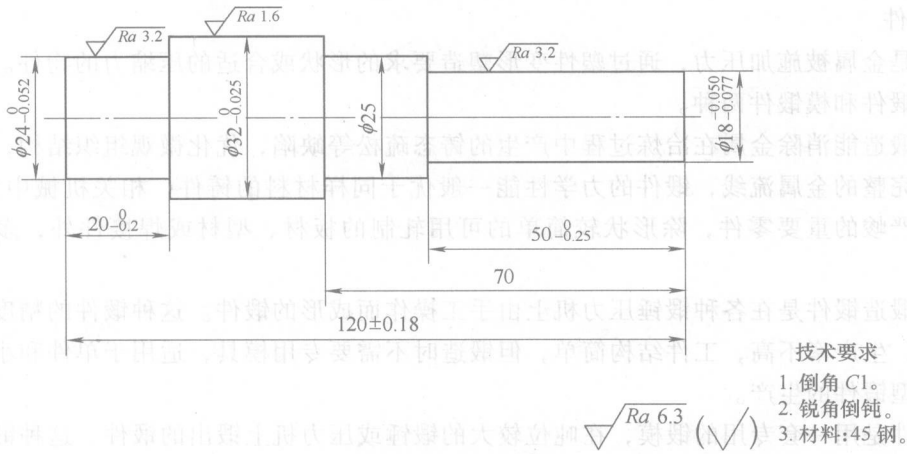


图 1-16 阶梯轴

任务二 支轴毛坯的选择

【知识点】

1. 毛坯的种类。
2. 毛坯选择考虑的因素。
3. 毛坯的形状。
4. 毛坯的尺寸。

【技能点】

能够对具体零件图进行毛坯设计。

【相关知识】

机械零件的制造包括毛坯成形和切削加工两个阶段。零件毛坯是指还没加工的原料，也可指成品未完成前的那一部分。毛坯成形不仅会对后续的切削加工产生很大的影响，而且对零件乃至产品的质量、使用性能、生产周期和成本等都有影响。因此，正确选择毛坯的类型和生产方法对于机械制造具有重要意义。

一、机械加工中常见的毛坯

1. 铸件

铸件应用历史悠久，古代人们用铸件作钱币、祭器、兵器、工具和一些生活用具。在近代，铸件主要用作机器零部件的毛坯，有些精密铸件也可直接用作机器的零部件。铸件在机械产品中占有很大的比重，如拖拉机中，铸件重量约占整机重量的 50% ~ 70%，农业机械中占 40% ~ 70%，机床、内燃机等中达 70% ~ 90%。各类铸件中，以机械用的铸件品种最多，形状最复杂，用量也最大，约占铸件总产量的 60%。

形状复杂的毛坯，宜采用铸件毛坯。目前生产中的铸件大多采用砂型铸造，少数尺寸小的优质铸件可采用特种铸造。

铸件有优良的力学性能和物理性能，可以有各种不同的强度、硬度、韧性配合的综合性

能，还可兼具一种或多种特殊性能，如耐磨性、耐高温和低温性、耐腐蚀性等。

2. 锻件

锻件是金属被施加压力，通过塑性变形塑造要求的形状或合适的压缩力的物件。锻件有自由锻造锻件和模锻件两种。

通过锻造能消除金属在冶炼过程中产生的铸态疏松等缺陷，优化微观组织结构，同时由于保存了完整的金属流线，锻件的力学性能一般优于同样材料的铸件。相关机械中负载高、工作条件严峻的重要零件，除形状较简单的可用轧制的板材、型材或焊接件外，多采用锻件。

自由锻造锻件是在各种锻锤压力机上由手工操作而成形的锻件。这种锻件的精度低，加工余量大，生产率不高，工件结构简单，但锻造时不需要专用模具，适用于单件和小批量生产以及大型锻件的生产。

模锻件是用一套专用的锻模，在吨位较大的锻锤或压力机上锻出的锻件。这种锻件的精度、表面质量比自由锻造好，锻件的形状也可复杂一些，加工余量较小。模锻件的材料组织分布比较有利，因而机械强度较高。模锻的生产率也高，适用于产量较大的中小型锻件。

3. 型材

金属型材是指具有一定强度和韧性的金属材料（如钢、铁、铝等）通过轧制、挤出、铸造等工艺制成的具有一定几何形状的物体。

型材有热轧和冷拉两类，热轧型材尺寸较大，精度较低，多用于一般零件的毛坯；冷拉型材尺寸较小，精度较高，多用于制造毛坯精度要求较高的中小型零件，适用于自动机加工。

按照钢的冶炼质量不同，型钢分为普通型钢和优质型钢。普通型钢按现行金属产品目录又分为大型型钢、中型型钢和小型型钢；按其断面形状又可分为工字钢、槽钢、角钢和圆钢等。大型型钢中工字钢、槽钢、角钢和扁钢都是热轧的，圆钢、方钢、六角钢除热轧外，还有锻制和冷拉等。

4. 焊接件

对于大件来说，焊接件简单方便，特别是单件小批生产可以大大缩短生产周期，但焊接件的变形较大，需要经过时效处理后才能进行机械加工。

5. 冲压件

冲压件适用于形状复杂的板料零件，多用于中小尺寸零件的大批、大量生产。

二、毛坯的选择原则

在进行毛坯选择时，应考虑下列因素：

1. 零件材料的工艺性（如可铸性和可塑性）

各种材料的加工工艺性和制坯方法可参阅有关资料。如铸铁和青铜不能锻造，只能铸造。

2. 零件对材料组织和性能的要求

对于钢质零件，还要考虑力学性能要求。毛坯制造方法不同，将影响其力学性能。例如锻件的力学性能高于型材；对重要的零件，如吊具，不论其结构和形状的复杂程度如何，均不宜直接选用轧制型材而要选用锻件。金属型浇注的铸件强度高于砂型浇注的铸件。

3. 零件的结构形状与外形尺寸