

机械制造工艺学 实践指导

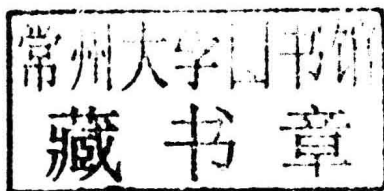
■ 林有希 孙晓林 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

机械制造工艺学实践指导

林有希 孙晓林 主编

李与同 参编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本指导书包括机械制造工艺学实验和机械制造工艺学课程设计两部分内容,实验部分包含课程学习要求的主要实验内容;课程设计部分可以为学生在学习“机械制造工艺学”课程之后开展的综合课程设计提供指导。

本书可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业机械制造工程系列课程的配套教材使用,也可以供机械相关专业学生和自学考试、电视大学、业余大学等学生作教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学实践指导/林有希,孙晓林主编.

—北京:中国铁道出版社,2012.6

ISBN 978-7-113-14572-9

I.①机… II.①林… ②孙… III.①机械制造工艺—高等学校—教学参考资料 IV.①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 106554 号

书 名:机械制造工艺学实践指导

作 者:林有希 孙晓林 主编

策 划:邓 静

读者热线:400-668-0820

责任编辑:李小军

编辑助理:赵文婕

封面设计:刘 颖

封面制作:白 雪

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷:北京昌平百善印刷厂

版 次:2012年6月第1版 2012年6月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:5 字数:115千

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 978-7-113-14572-9

定 价:12.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

前 言

“机械制造工艺学”课程是机械设计制造及其自动化和相关专业的专业基础课程，其目的在于研究机械加工共性问题，应用机械加工理论和方法，培养学生从事机械制造的综合与创新能力，其内容来源于生产实践又直接为工业生产服务，实践性很强，与生产实际的联系十分密切。实践教学是学习“机械制造工艺学”课程不可缺少的组成部分，对理解、巩固理论知识极为重要。本书根据高等学校机械类专业机械制造工艺学的教学大纲对实践教学环节的要求，结合福州大学机械工程及自动化学院的机械制造系列课程的多年教学改革的实践和经验，联系当前“机械制造工艺学”课程和实践教学的发展趋势编写而成。本指导书有助于相关课程学习的学生熟悉实验内容和步骤，引导学生开展设计型、综合型实验的探索，并顺利开展机械制造工艺学的综合课程设计。

本指导书包括机械制造工艺学实验和机械制造工艺学课程设计两部分内容，这样的体系设计和内容安排具有一定的独创性和探索性。实验部分包含课程学习要求的主要实验内容；课程设计部分可以为学生在学习“机械制造工艺学”课程之后开展的综合课程设计提供指导。本书可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业机械制造工程系列课程的配套教材使用，也可以供机械相关专业学生和自学考试、电视大学、业余大学等学生作教材和参考书。

本指导书由林有希、孙晓林担任主编。第一部分由林有希、孙晓林编写，第二部分由孙晓林、林有希、李与同编写。本书在编写过程中也参考了部分国内同行的研究成果和有关资料，并得到各位老师的帮助，在此一并深表感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中错误及不足之处在所难免，恳切希望广大读者批评指正，以利于今后改进提高，为机械制造工艺学课程的改革和教学质量提高做出贡献。

编 者

2012年3月

目 录

第一部分 机械制造工艺学实验

实验一 定位原理、定位元件及夹具组成观摩实验	3
实验二 支承与夹紧机构观摩实验	9
实验三 机床夹具拆装与调整实验	15
实验四 车床刚度测定实验	21
实验五 加工误差统计分析实验	29
实验六 基于 CAPP 的工艺规程设计	37
实验七 用半人工热电偶进行平面磨削温度测定	45

第二部分 机械制造工艺学课程设计

第一章 课程设计的目的与要求	51
第二章 课程设计的步骤	53
第三章 答辩与成绩评价	59
第四章 进度与时间安排	60
第五章 机械制造工艺学课程设计实例分析	61

参考文献	75
------------	----

第一部分

机械制造工艺学实验

实验一 定位原理、定位元件及夹具组成观摩实验

机床夹具是机械加工工艺系统的重要组成部分之一，运用夹具装夹工件的目的就是要在加工过程中，使同一批工件在夹具中具有一致的正确位置并在加工过程中保持不变。定位原理不但是机床夹具设计制造的基础，也是进行加工精度分析、测量的基础。因此，在学习机床夹具设计相关知识时，掌握定位原理尤为重要。本实验通过对定位元件及夹具组成进行观摩，旨在使学生结合有关课堂教学内容，进一步掌握定位原理，对各类定位基准、定位元件及其各种夹具的基本组成能提高感性认识并理解基本理论。

一、实验目的

- (1) 通过夹具实物观摩实践，加深学生对六点定位原理的理解，使其直观地认识和了解完全定位与不完全定位、欠定位与过定位的区别。
- (2) 了解常用夹具的构造和组成，增强对夹具结构的感性认识。
- (3) 熟悉常用的三种定位方式和定位元件，加深对常用定位元件结构和功能的认识。
- (4) 熟悉“一面两销”定位方案的特点。
- (5) 巩固课堂所学理论知识，培养学生分析、解决实际问题的能力。

二、实验材料

各种定位元件及各类典型夹具的实物模型。

三、实验要求

- (1) 结合六点定位原理，认真观察每种夹具上的定位元件。
- (2) 在绘制定位原理图时，需绘出三维坐标系并标明符号，作为指示自由度方向的参考。
- (3) 要求图样整洁、清晰、完整，定位符号表达正确。
- (4) 要求做好记录，认真整理并写出实验报告。

四、实验原理

1. 六点定位原理

任何一个物体，如果对其不加任何限制，它在空间中的位置是不确定的，可以向任何方向移动或转动。物体所具有的这种运动的可能性，即一个物体在三维空间中可能具有的运动，

称为自由度。在坐标系中，一个处于自由状态的物体，具有六个自由度，即可以有沿 x 、 y 、 z 轴的移动及绕 x 、 y 、 z 轴的转动，分别用 $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$ 、 $\bar{z}$ 和 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 、 $\hat{z}$ 表示。

六点定位原理是采用六个按一定规则布置的约束点，限制工件的六个自由度，如图 1-1 所示。

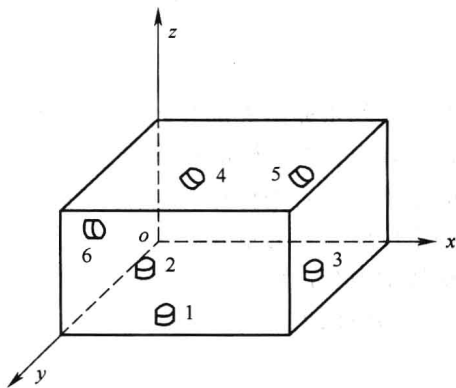


图 1-1 长方体工件的六点定位

(1) 完全定位。工件的六个自由度均被夹具定位元件所限制，使工件在夹具中处于完全确定的位置，称为完全定位。这种定位方式是合理的。

(2) 不完全定位。根据工件加工精度要求不需要限制的自由度没有被夹具定位元件所限制或没有被全部限制的定位，这种定位称为不完全定位。这种定位虽然没有完全限制工件的六个自由度，但保证加工精度的自由度已全部限制，因此也是合理的定位，在实际的夹具定位中普遍存在。

(3) 欠定位。根据工件加工精度要求需要限制的自由度没有得到完全限制的定位，这种定位称为欠定位。这种定位显然不能保证工件的加工精度要求，在工件加工过程中是绝对不允许的。

(4) 过定位。若工件上的某个自由度被限制两次以上，就会出现重复定位的现象，这种定位称为过定位。过定位可能导致定位干涉或工件装不上定位元件，进而导致工件或定位元件产生变形及定位误差增大，因此，在定位设计中应该尽量避免过定位。但另一方面，过定位可以提高工件的局部刚度和工件定位的稳定性，所以当加工刚性较差的工件时，过定位又是非常必要的。

2. 常用定位方法与定位元件

(1) 工件以平面定位时。工件以平面定位时的定位元件包括主要支承和辅助支承。

① 主要支承：用来限制工件自由度，起定位作用。常用的有固定支承、可调支承和自位支承三种。

固定支承：包括支承钉和支承板两种形式。

可调支承：支承点的位置可以调整的支承。在工件定位过程中，支承钉的高度需调整时，应采用可调支承。

自位支承（浮动支承）：在工件定位过程中，能自动调整位置以适应工件表面变化的支承称为自位支承，或称浮动支承，这种支承通常只限制工件的一个自由度。

② 辅助支承：用来提高装夹刚度和稳定性，不起定位作用。

(2) 工件以圆孔定位时。工件以圆孔定位时的常用定位元件包括：圆柱定位销（限制两个自由度）、菱形销（限制一个自由度）、圆锥销（限制三个自由度）、长心轴（限制四个自由度）。

(3) 工件以外圆柱表面定位时。工件以外圆柱表面定位时的常用定位元件包括 V 形架（长 V 形架限制四个自由度、短 V 形架限制两个自由度）、定位套筒（长套筒限制四个自由度、短套筒限制两个自由度）。

3. 夹具的组成

机床上所使用的夹具，大多由以下几部分组成：

- (1) 定位元件与定位装置：确定工件在夹具中的正确位置。
- (2) 夹紧装置：用来夹紧工件的装置。
- (3) 对刀及导引元件：确保夹具与机床或刀具的相对位置。
- (4) 其他元件：包括定向键、分度装置、上下料装置及工件顶出装置等。
- (5) 夹具体或底座：夹具的基础件，将上述各部分连成一体。

五、实验方法与步骤

(1) 认真观察机床夹具实物模型，分析三种以上不同夹具的定位原理，说明每种定位元件所限制的自由度，并用示意图表示。

(2) 试列出观摩所见到的采用不完全定位和完全定位方案的夹具各一种，并画出其定位原理图。

(3) 找出采用“一面两销”定位方案的夹具实例，分析两定位销的结构特点及其所限制的自由度。

(4) 通过实物观摩，找出工件以内孔定位所采用的定位元件并以结构示意图表示，分析其限制的自由度。

六、预习要求

学生在观摩实验之前，应学习《机械制造工艺学》教材及参考书中有关六点定位原理、夹具的组成、定位元件等相关内容。

七、思考题

- (1) 试分析所观察到不完全定位的夹具设计方案是否会影响本道工序的加工精度？
- (2) 实物观摩实验中见到的支承钉结构形式有哪几种？支承板结构形式有哪几种？分析各有什么特点？用于何种平面定位？
- (3) 观摩中见到的用外圆面定位的定位元件有哪几种？
- (4) V 形架的结构特点是什么？各几何要素有哪些功用？V 形架常见的夹角有哪几种？长、短 V 形架各限制哪些自由度？
- (5) 如何检验 V 形架的制造精度和安装精度？
- (6) 说明以内孔定位所采用的定位元件各有什么结构特点？
- (7) 长定位销和短定位销、削边销各限制多少自由度？

- (8) 简述定位销和支承钉的功用并说明其结构的区别。
- (9) 对削边销的安装方向有何要求?
- (10) 平面定位的定位元件在夹具上安装后, 如何保证其工作面处于同一平面上?

八、实验总结

通过此次观摩实物夹具, 要求围绕六点定位原理、定位元件结构、工件安装方式、常见夹具的结构与组成等方面的内容, 每位学生至少发现并提出三个问题, 并将问题及答案写在实验报告上。

九、实验报告

请按要求填写实验报告。

《机械制造工艺学》实验报告

实验名称: 实验一 定位原理、定位元件及夹具组成观摩实验

姓 名: _____ 专 业: _____ 学 号: _____

任课教师: _____ 实验指导教师: _____

实验日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 实验地点: _____

实验成绩: _____

1. 实验目的 (本次实验所涉及并要求掌握的知识点)

2. 实验内容与实验步骤 (简单说明实验内容、原理分析及具体实验步骤)

3. 实验设备 (实验所使用的仪器设备名称及规格)

4. 实验结果(根据具体实验,记录、整理相应数据表格,绘制曲线、波形图等)

(1) 三种以上不同夹具的定位原理示意图:

(2) 不完全和完全定位方案的夹具定位原理图:

(3) “一面两销”定位的夹具结构示意图:

(4) 工件以内孔定位所采用的定位元件结构示意图:

5. 实验结果分析与结论(对实验结果进行分析,完成思考题目,总结实验的心得体会,并提出实验的改进意见等)

实验二 支承与夹紧机构观摩实验

在实验一中，我们验证了工件以平面、圆孔及外圆柱表面定位时的基本定位元件。除此之外，工件在定位时，还需要用到其他类型支承，例如，辅助支承与自位支承等。本实验将通过观摩各类支承与夹紧机构，使同学们对工件在机床夹具中的定位与夹紧方法有进一步的理解。

一、实验目的

(1) 熟悉常用可调支承、辅助支承和自位支承的结构特点，了解其在夹具中的作用，增强对此类支承的认识与了解。

(2) 熟悉常用夹紧元件的结构及功用。

(3) 了解夹紧力作用点的位置特点。

(4) 了解常用夹紧机构的原理和结构特点，了解常用的夹紧方式。

(5) 提高对夹紧机构和非固定支承的结构设计能力。

二、实验材料

各类支承元件、夹紧机构以及各种典型夹具的实物模型。

三、实验要求

在实践中要认真做好记录，必要时要绘出草图，并写出详细的实验报告。

四、实验原理

1. 支承的分类

支承可分为基本支承与辅助支承。

(1) 基本支承：分为固定支承与可调支承两种。

① 固定支承：装上夹具后，一般不再进行拆卸或调节。

② 可调支承：支承点的位置可以调整的支承。在工件定位过程中，支承钉的高度需调整时，应采用可调支承。

③ 自位支承（浮动支承）：在工件定位过程中，能自动调整位置以适应工件表面变化。自位支承只限制了工件的一个自由度。

(2) 辅助支承：用来提高工件的装夹刚度和稳定性，不起定位作用，不限制自由度。

2. 基本夹紧机构

夹紧机构的种类很多,但大多以斜楔夹紧机构、螺旋夹紧机构和偏心夹紧机构为基础,因此,这三种夹紧机构合称为基本夹紧机构。

(1) 斜楔夹紧机构:斜楔夹紧机构的结构如图 1-2 所示。当外力将斜楔推入工件与夹具体之间后,斜楔对工件产生推力 F_j ,对夹具体产生推力 F_R 。由于工件与斜楔、夹具体与斜楔之间都有摩擦力,因此当斜楔的升角 α 较小时,即使撤去外力 F ,工件仍不会松开。夹紧力表达式为

$$F_j = \frac{F}{\tan \varphi_1 + \tan(\alpha + \varphi_2)}$$

式中 F_j ——工件上可获得的夹紧力;

F ——作用在斜楔上的原始力;

φ_1 ——斜楔与工件摩擦角,常取 $\varphi_1 = 5^\circ \sim 8^\circ$;

φ_2 ——斜楔与夹具体之间的摩擦角,常取 $\varphi_2 = 5^\circ \sim 8^\circ$;

α ——斜楔的升角,常取 $\alpha = 6^\circ \sim 10^\circ$ 。

斜楔自锁条件: $\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2$ 。

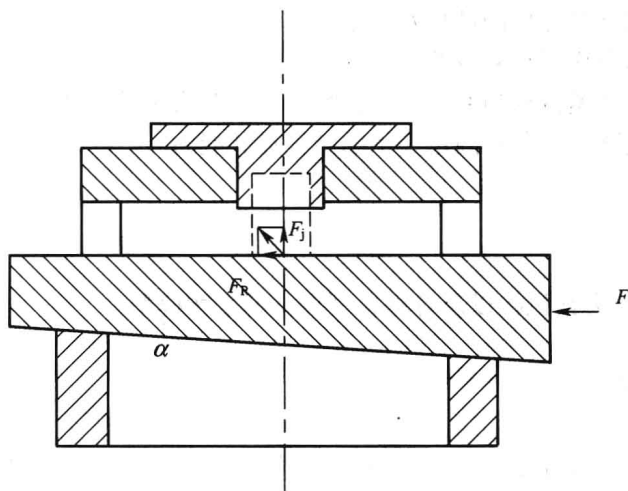


图 1-2 斜楔夹紧机构

(2) 螺旋夹紧机构:是指利用螺旋直接夹紧工件或与其他元件组合实现夹紧的机构。其结构如图 1-3 所示。其原理与斜楔夹紧机构相同,可将螺旋面看成一个绕在圆柱面上的斜面,展开后就是斜楔。由于螺旋升角 α 很小,其增力比较大,自锁可靠。螺旋与压板联合应用组成螺旋压板机构。螺旋夹紧机构的主要缺点是夹紧动作慢,因此常采用快速夹紧机构。

(3) 偏心夹紧机构:是一种快速夹紧机构,常用的有圆偏心和曲线偏心两种类型。圆偏心夹紧机构的结构简单、制造方便,因此获得广泛应用。偏心夹紧机构的夹紧原理如图 1-4 所示。

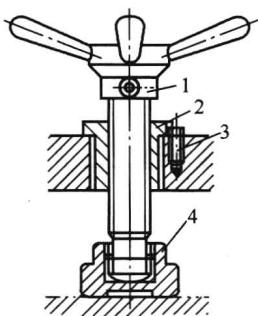


图 1-3 螺旋夹紧机构

1—夹紧螺钉；2—衬套；3—螺钉；4—压块

在图 1-4 所示偏心夹紧机构的结构图中，其偏心轮直径为 D ，偏心距为 e ，当偏心轮绕 O 点回转时，偏心轮圆周上任一点到 O 点的距离不断变化，其变化量如图 1-4 的阴影部分所示，阴影部分形状如一曲线斜楔。曲线上任意一点的切线和水平线间的夹角即为该点的斜楔升角。升角是变化的，只要最大升角能满足自锁条件，则其余也能满足。斜楔升角越小，产生的夹紧力越大，但升程也小，其夹紧力计算与斜楔类似。偏心夹紧装置的夹紧速度比螺旋夹紧装置快得多，这两种装置都是利用斜楔原理增大夹紧力，但螺旋夹紧装置的增力比要比偏心夹紧装置大得多，偏心夹紧机构通常用于没有振动影响的场合。

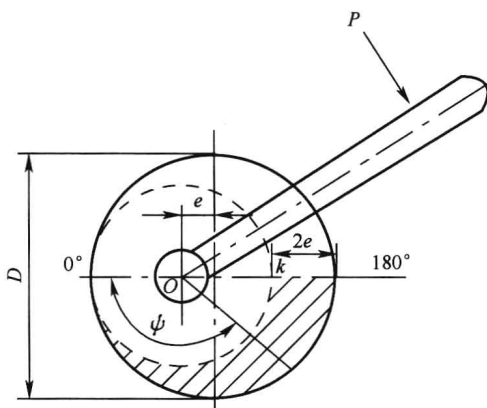


图 1-4 偏心夹紧机构

五、试验方法与步骤

(1) 观摩夹具模型，找出两种以上可调支承，并画出其结构示意图。

(2) 观摩夹具模型，分析并找出两种以上自位支承，画出其结构示意图。

(3) 观摩夹具模型，分析并找出两种以上辅助支承，画出其结构示意图。

(4) 在观摩实物夹具过程中，找出五种不同夹紧方案的夹具，分析各自在夹紧力的作用点和方向的选择上有什么特点，并说明其夹紧机构的特点，画出结构示意图。

(5) 分析螺旋夹紧机构中，采用螺杆直接压紧工件与通过压块压紧工件各有什么特点，并以示意图表示螺杆与压块装配的主要结构。

(6) 找出螺旋快速夹紧机构, 分析其如何实现快速夹紧功能。

六、预习要求

学生在实验之前, 应认真预习《机械制造工艺学》教材中的支承的分类与原理、各种夹紧机构的工作原理及其应用等相关知识。

七、思考题

- (1) 分别说明自位支承与辅助支承的功用。
- (2) 分析可调支承、自位支承和辅助支承三者在定位作用方面的区别。
- (3) 自位支承的几个接触点相当于多少个独立支承点?
- (4) 在螺旋夹紧机构中, 采用螺杆直接压紧工件与通过压块压紧工件有哪些不同点?

八、实验总结

通过此次观摩实物夹具, 要求完成上述思考题并围绕可调支承、自位支承、辅助支承、夹紧机构等内容, 每位学生至少发现并提出三个新问题, 并将问题与思考题一同答在实验报告上。

九、实验报告

请按要求填写实验报告。