

高等职业技术教育教材

机床夹具

◎ 实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会 编



學苑出版社

高等职业技术教育教材

机床夹具实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会编

學苑出版社

图书在版编目(CIP)数据

机床夹具实训教程/航空工业高等职业教育教材编委会编著.

—北京:学苑出版社,2007.8

ISBN 978-7-5077-2896-5

I. 机… II. 航… III. ①机床夹具—高等学校;技术学校—教材 IV. TG75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 109881 号

责任编辑: 韩继忠

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100079

网 址: www.book001.com

电子信箱: xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话: 010-67675512、67602949、67678944

经 销: 全国新华书店经销

印 刷 厂: 永清县金鑫印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 9

字 数: 250 千字

版 次: 2007 年 12 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 12 月北京第 1 次印刷

印 数: 0001—2000 册

定 价: 28.00 元

航空工业高等职业技术教育教材编委会

主任编委：许柏林

副主任编委：贾东林

编委：马业祥 孙伟 王阳辉 郑兆创

董亚雄 杨振洪 郑国平 席尚信

柴艳彪 王大华 杨化杰 吴杰

陶颖 雷勇 袁光敏 王永骞

高庆收 时永辉 赵文英 冉文

丛书主编：马业祥

丛书主审：韦彦成

编著者：蔡晶 罗丹

本书审定：张玉杰

前 言

本书是为高等职业技术教育和中等职业技术教育的机械制造专业、机电一体化专业学习工装设计和制造技术编写的实训试用教材。目前,随着装备制造业大规模数控化,企业急需高技能、高素质、复合型人才。然而,高技能人才的奇缺,严重制约着装备制造业的发展。因此,加快高技能复合型操作人才的培养,成为当务之急。

机床夹具使用与装配技术是实用性很强的一门技术,高技能人才一方面要具备综合的基础知识,另一方面要有解决实际问题的能力。因此,工艺装备操作技能的培养成为装备制造业培养技能人才的重要环节。

本教材力求在课程内容上做到理论与实际相结合,突出以生产实习教学为主导的特点,密切联系我国装备制造业的发展和生产的实际,由浅入深,循序渐进,使培养出来的学生既具有一定的工艺装备基础知识,又能掌握比较系统的专业技术理论和具有较扎实的操作技能,毕业后就能上岗独立操作。

本教材考虑到数控机床都是右手坐标系原则,在定位自由度分析中采用右手坐标系定义,使学生逐渐习惯坐标方向。

参加丛书编写的单位有:沈阳航空职业技术学院、江西航空职业技术学院、西安航空职工大学西航工学院、南方航空技术学院、西安飞机工业(集团)公司职工工学院、兰州航空工业职工大学、贵州航空工业职工大学、陕西宝成工学院、哈尔滨航空职工大学、成都飞机工业(集团)公司职工工学院、陕西庆安工学院、西安阎良区试飞院工学院、陕飞工学院、陕西航空职业技术学院。

在此,我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校和领导,以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

本教材的编写工作,由于时间紧促,水平有限,一定存在不足之处,我们恳切期望使用本教材的同志提出批评和修改意见。

航空工业高等职业技术教育教材编委会

2007年12月

目 录

机床夹具定位原理

实验 1	六点定位原理分析实验	1
实验 2	工件以平面定位时定位方案确定实验	3
实验 3	工件以内圆表面定位时定位方案确定实验	4
实验 4	工件以外圆柱面定位时定位方案确定实验	5
实验 5	限制工件自由度与工件加工要求关系的实验	7
实验 6	重复定位的条件确定实验	12
实验 7	定位基准选择实验	15
实验 8	固定支承、可调支承、辅助支承在定位中的区别实验	18
实验 9	定位误差分析实验	23

典型夹紧机构工作原理

实验 10	夹紧原理实验	32
实验 11	斜楔夹紧机构应用实验	46
实验 12	螺旋夹紧机构应用实验	47
实验 13	圆偏心夹紧机构应用实验	48
实验 14	工件夹紧方案确定实验	50

工件在通用夹具上的安装

实验 15	工件在车床三爪卡盘上的安装实验	52
实验 16	工件在车床四爪卡盘上的安装实验	53
实验 17	工件在车床辅助工装上的安装实验	54
实验 18	工件在铣床上的安装实验	55

专用夹具设计及装配

实验 19	专用车床夹具设计及装配实验	57
实验 20	专用铣床夹具设计及装配实验	58
实验 21	专用钻床夹具设计及装配实验	60
实验 22	专用斜孔钻床夹具设计及装配实验	62

夹具在机床上安装

实验 23	车床夹具在机床上安装实验	65
实验 24	直线进给铣床夹具在机床上安装实验	68
实验 25	对刀装置的使用实验	71

分度装置应用

实验 26	立轴式通用转台应用实验	73
实验 27	分度头角度分度实验	76
实验 28	分度头简单分度实验	77
实验 29	分度头差动分度实验	78

组合夹具基本原理

实验 30	组合夹具基本元件实验	80
实验 31	槽系组合夹具元件的定位连接实验	87
实验 32	组合夹具元件定位连接刚性实验	89
实验 33	基本尺寸的定位连接实验	97
实验 34	角度的定位连接实验	100
实验 35	偏心键定位连接实验	102

组合夹具的组装与检测

实验 36	组合夹具的组装原理实验	103
实验 37	组装合理性实验	107
实验 38	组合夹具的调整实验	110
实验 39	组装检验和测量实验	114
实验 40	夹具尺寸的测量方法实验	116
实验 41	平行度、垂直度的基本检测方法实验	117
实验 42	倾斜度的测量方法实验	121
实验 43	空间交点尺寸的检验方法实验	122
实验 44	同轴度的测量方法实验	125
实验 45	检测与测量中的注意事项实验	125

“专用”组合夹具组装

实验 46	(车床) 组合夹具组装实验	127
实验 47	(铣床) 组合夹具组装实验	128
实验 48	(钻床) 组合夹具组装实验	130

参考文献	133
------------	-----

机床夹具定位原理

实验 1 六点定位原理分析实验

一、实验原理

在机床上加工工件时,要使工件的各个被加工面的尺寸及位置精度满足零件图或工艺文件所规定的要求,就必须在切削加工前使工件在机床夹具中占有一个确定的位置,使其相对于刀具的切削运动具有正确的位置。这个确定工件位置的过程,称为定位。

图 1-1 零件图所示,被加工孔 D 的轴线与工件的圆柱轴线 Z 垂直相交,工件的矩形槽 S 与被加工孔 D 的轴线保持 90° 角度关系,孔轴线离左端尺寸 $X \pm \Delta$ 。只有当工件处于正确定位,才能保证工件的工艺要求。

(一) 工件在空间的自由度

忽略工件的微小变形,工件可视为一个刚体。自由刚体在空间直角坐标系中具有六种可能的运动。如图 1-2 六面体工件坐标系所示,即可沿着 x 轴, y 轴 z 轴移动;又可绕着 x 轴, y 轴 z 轴转动。这种移动和转动的可能性就称作自由度。用 $\vec{x}$, $\vec{y}$, $\vec{z}$ 表示沿三个坐标轴移动的自由度, $\hat{x}$, $\hat{y}$, $\hat{z}$ 表示绕三个坐标轴转动的自由度。因此,工件在自由状态下共有六个自由度。限制了工件的某个自由度,该工件在这个方向上的位置就确定了。我们可以根据加工要求,通过限制工件自由度的方法,达到工件在夹具上定位的目的。

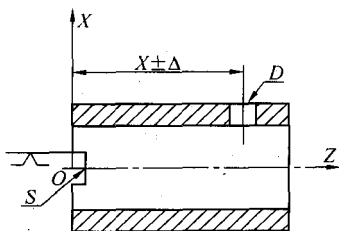


图 1-1 零件图

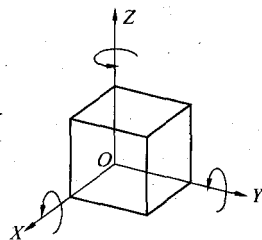


图 1-2 六面体工件坐标系

(二) 六点定位原理

由于工件和夹具的表面都有制造误差,工件表面只能有几个点与夹具接触,为了分析上的方便,可以把夹具的限位面抽象为定位支承点,在组装夹具时,用六个支承点来限制工件的六个自由度,工件就得到正确的定位。为了形象直观地说明六点定位原理,以图 1-3(六面体工件支承点)的六面体的定位方式为例。在 xOy 坐标面内设置三个支撑点,与六面体的底面接触,限制了 $\vec{z}$, $\hat{x}$, $\hat{y}$ 三个自由度。在 xOz 坐标面内,沿 x 轴方向设置两个支撑点,当六面体侧面与两个支撑点接触时,限制了 $\vec{y}$, $\hat{z}$ 两个自由度。在 yOz 坐标面内设置一个支撑点,当六面体与该支撑点接触时,就限制了 $\vec{x}$ 一个自由度。这样就限制了六面体的六个自由度。这种用空

间位置不同的六个支承点,分别限制物体六个自由度来确定工件在空间位置的方法,叫做六点定位原理。

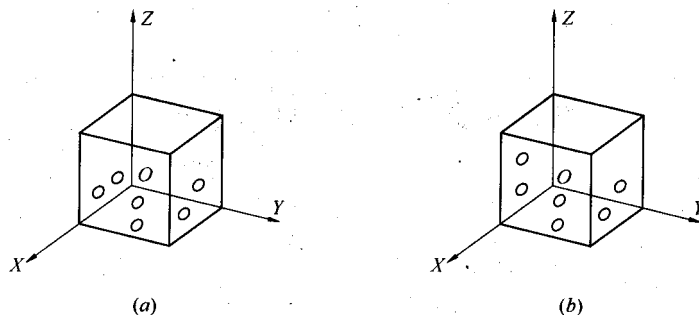


图 1-3 六面体工件支承点

六点定位原理虽然是从长方体工件的定位过程中抽象出来,但却是具有普遍意义。因此,任何一种形状的工件都应遵守六点定位原理,所不同的只是支承点分布方式上有差别。当支承点的布局不合理时,会发生既没有足够地限制住工件的自由度,又会使得有的自由被重复限制。应该注意的是,不能用支承点数目的办法判断工件是几点定位,而是要看限制工件自由度的数量,限制了几个自由度,工件就是几点定位。在实际应用中,定位基准与定位元件不一定是若干个点接触,而是一些线或面接触。如图 1-3 (b)侧面的两个支承点不是在一个水平线上,而是上下排列,则对 y 轴移动限制了两次,产生了过定位,而绕 z 轴的转动没有起到限制作用。如果工件的底面与侧面不垂直,则必有一个支承点与工件表面不贴合,究竟哪一个表面的哪一部分没有贴合,事先是无法知道的,因此定位就不稳定,并带来定位误差。同样工件底面的三点若分布不当,会产生类似情况。所以工件定位时,必须合理地布置支承点的位置,以避免过定位和欠定位现象。

二、实验目的

工件的形状不同,定位基准不同,工件的定位方案就不同。学会用合理分布的六个支承点,相应限制不同形状工件应限制的自由度。

三、实验内容及要求

工 件:矩形工件。

- 定位元件:
1. 大平面(或三点支承);
 2. 窄平面(或两点支承);
 3. 小平面(或一点支承)。

四、实验步骤

1. 将定位元件 1、2、3 号支承点按简图示意位置放置在平台上(图 1-4 三点支承);

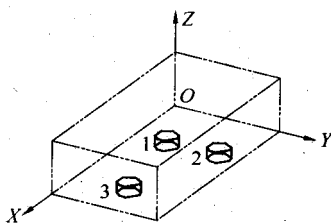


图 1-4 三点支承

2. 安放工件并分析理解 1、2、3 号支承点,限制一批工件 $\hat{z}$ 、 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 自由度的实际效果,作好原始记录;
3. 再将 4、5 号支承点支承至工件侧面如图 1-5 五点支承,分析理解 4、5 号支承点,限制一批工件的 $\hat{y}$ 、 $\hat{z}$ 自由度,作好原始记录;

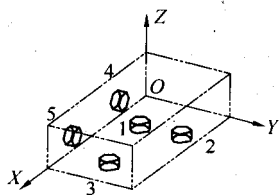


图 1-5 五点支承

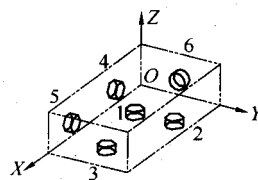


图 1-6 六点支承

4. 6 号支承点支承至工件后面如图 1-6 六点支承,分析理解限制一批工件 $\hat{x}$ 自由度的实际效果,作好原始记录;
5. 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防蚀剂,装入盒内收藏;
6. 填写实验报告,将分析结果填到表 2-1 的空格内。

实验 2 工件以平面定位时定位方案确定实验

一、实验原理

根据六点定位原理,针对立方体零件的结构特点合理的分布六个支承点,使之在定位过程中不发生重复定位和欠定位现象。

二、实验目的

工件的定位基面为平面时,学会采用不同的定位元件、合理分布支承点位置,理解各元件的特点、使用方法及应用范围。

三、实验元件及工具

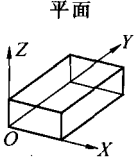
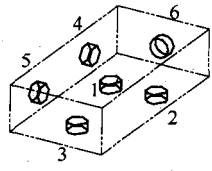
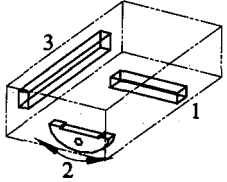
1. 矩形工件;
2. 支承钉;
3. 支承板;
4. 浮动支承;
5. 钳工平台。

四、实验步骤

1. 将定位元件 1、2 号支承点按简图示意位置放置在平台上(表 2-1,下图);
2. 安放工件并分析 1、2 号支承点限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
3. 再将 3 号支承点支承至工件侧面,分析 3 号支承点限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
4. 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防蚀剂,装入盒内收藏;
5. 填写实验报告,将分析结果填到表 2-1 中空格内。

表 2-1

工件以平面定位时定位方案确定

工件定位基准面及加工内容	定位元件	定位方式简图	定位元件特点	限制的自由度	
	支承钉		每个支承点相应限制工件的一个自由度	1, 2, 3	
				4, 5	
				6	
	固定支承与浮动支承		每个支承板相当于两点支承 元件 2 为浮动支承	1, 2	
				3	

实验 3 工件以内圆表面定位时定位方案确定实验

一、实验原理

工件以内圆表面定位时,定位基准为孔的中心线,定位基面为内圆表面。根据六点定位原理,针对零件的结构特点合理的分布六个支承点,使之在定位过程中不发生重复定位和欠定位现象。

二、实验目的

工件的定位基面为内孔时,学会采用不同的定位元件、合理分布支承点位置,理解各元件的特点、使用方法及应用范围。

三、实验元件及工具

工件:圆柱套筒

定位元件:1. 定位元件为短圆柱销、长圆柱销;

2. 定位元件为小锥度芯轴、大锥度芯轴;

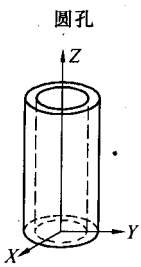
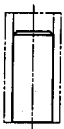
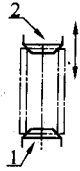
3. 定位元件为短棱形销、长棱形销。

四、实验步骤

1. 将定位元件按简图示意组合;
2. 安放工件定位;
3. 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
4. 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防锈剂,装入盒内收藏;
5. 填写实验报告,将分析结果填到表 3-1 中空格内。

表 3-1

工件以内圆表面定位时定位方案确定

工件定位基准面及加工内容	定位元件	定位方式简图	定位元件特点	限制的自由度
	定位销 (芯轴)		短销 (短芯轴)	
			长销 (长芯轴)	
	锥销		大锥度单销	
			小锥度长销(轴)	
			1—固定销 2—活动销	

实验 4 工件以外圆柱面定位时定位方案确定实验

一、实验原理

工件以外圆表面定位时,定位基准为外圆柱的中心线,定位基面为外圆表面,根据六点定位原理,针对零件的结构特点合理的分布六个支承点,使之在定位过程中不发生重复定位和欠定位现象。

二、实验目的

工件的定位基面为外圆时,学会采用不同的定位元件、合理分布支承点位置,理解各元件的特点、使用方法及应用范围。

三、实验元件及工具

工件:圆柱形

定位元件:1. 短内孔、三点;

2. 定位套、半圆孔;

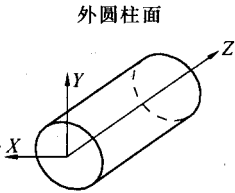
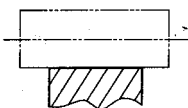
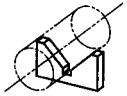
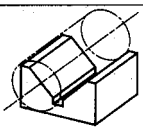
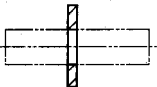
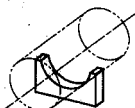
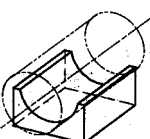
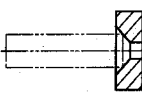
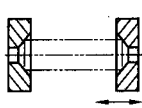
3. 薄 V 形块、厚 V 形块;

4. 支承板、支承钉;

5. 锥套。

表 4-1

工件以外圆柱面定位时定位方案确定

工件定位基准面及加工内容	定位元件	定位方式简图	定位元件特点	限制的自由度
	支承板		长支承板 或两个支承钉	
	V 形块		薄 V 形块	
			厚 V 形块	
	定位套		短套	
			长套	
	半圆孔		短半圆孔	
			长半圆孔	
	锥套		单锥套	
			双锥套	

四、实验步骤

1. 将定位元件按简图示意组合；
2. 安放工件定位；
3. 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录；
4. 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防蚀剂,装入盒内收藏；
5. 填写实验报告,将分析结果填到表 4-1 中空格内。

实验5 限制工件自由度与工件加工要求关系的实验

一、实验原理

工件在夹具中定位是否都必须限制六个自由度,要根据工序图中工序尺寸的要求与加工定距切削来决定。如在长方体工件上铣削顶平面,图5-1(零件加工上表面)采用定距装刀切削来获得 Z 方向的原始尺寸 A_{-A}^0 ,就要确定工件在 Z 方向上位置和水平位置,因此需要水平放置三个支撑点来限制工件的 $\hat{z}$ 、 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 三个自由度。

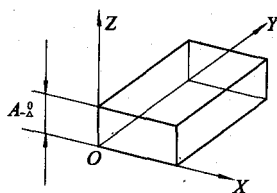


图 5-1 零件加工上表面

当长方体上加工通槽时,图5-2(加工通槽)所示,要获得 Z 、 X 两个方向的工序尺寸 A_{-A}^0 和 B_{-B}^0 ,就要确定工件在 z 、 x 方向上的位置和水平位置及面向 Y 方向的位置,既水平放置三个支撑点限制工件的 $\hat{z}$ 、 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 三个自由度以外,还要在 yOz 平面上沿着 y 方向设置两个支撑点,以限制 $\hat{x}$ 、 $\hat{z}$ 两个自由度。因为是加工通槽,工件的 y 方向移动自由度可不必限制,只要以机床工作台在 y 方向上的移动来适应工件在此方向位置的变化即可。

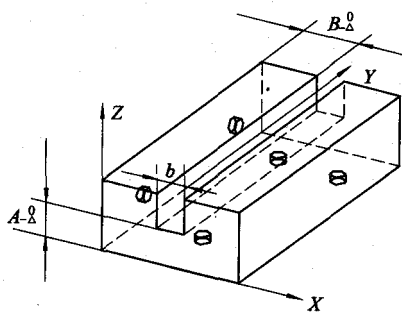


图 5-2 加工通槽

图5-3是加工不通槽,要获得 z 、 x 、 y 三个方向的原始尺寸 A_{-A}^0 、 B_{-B}^0 和 C_{-C}^0 就需要限制工件的六个自由度,除了图5-2设置五个支撑点以外,还要在 y 方向设置一个支撑点来限制工件在 y 方向上的 $\hat{y}$ 自由度。

由上述几个例子可知,工件在空间虽有六个自由度,却不一定都要加以限制,而是根据工件的加工要求而定。除对钢球的加工以外,一般不少于三个自由度,最多只能限制六个自由度。需要限制工件全部六个自由度的定位叫做完全定位。被限制的自由度少于六个的定位叫做不完全定位。除了上述由于定位需要必须限制的自由度外,有时为了一些另外的原因(如结构上的,承受力方面的需要)也要对工件限制有关的自由度。

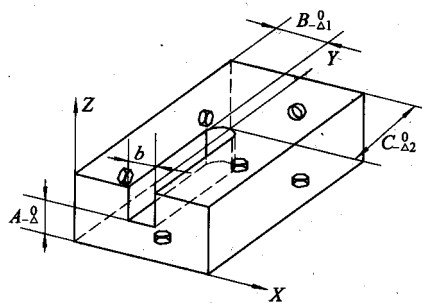


图 5-3 加工不通槽

二、实验目的

学会根据工件加工要求,分析需要限制那几个自由度。并确定合理的定位方案,选择合适的定位元件限制工件的自由度。

三、实验内容及要求

1. 在立方体工件上铣一通槽,工序尺寸 B 、 H 、 b 如图 5-4 工序图,试分析为保证各工序尺寸分别需要限制哪些自由度,并确定其定位方案,合理的分布各支承点的位置和元件结构如图 5-5 定位简图。

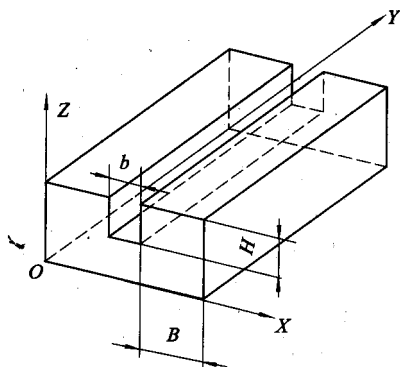


图 5-4 工序图

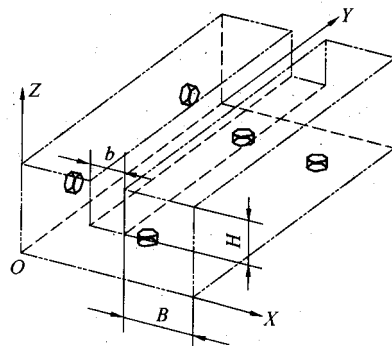


图 5-5 定位简图

实验步骤:

- (1) 将定位元件按简图示意组合;
- (2) 安放工件定位;
- (3) 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
- (4) 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防蚀剂,装入盒内收藏;
- (5) 填写实验报告。

2. 在立方体工件上铣一不通槽,工序尺寸 A 、 B 、 S 、 b 如图 5-6 工序图,试分析为保证各工序尺寸分别需要限制哪些自由度,并确定其定位方案,合理的分布各支承点的位置和元件结构如图 5-7 定位简图。

实验步骤:

- (1) 将定位元件按简图示意组合;
- (2) 安放工件定位;
- (3) 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;

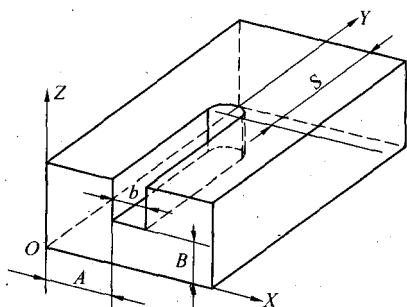


图 5-6 工序图

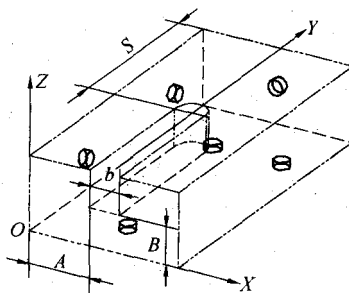


图 5-7 定位简图

(4) 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防锈剂,装入盒内收藏;

(5) 填写实验报告。

3. 在圆柱工件上铣一不通槽,工序尺寸 h 、 S 、 b 如图 5-8 工序图,试分析为保证各工序尺寸分别需要限制哪些自由度,并确定其定位方案,合理的分布各支承点的位置和元件结构如图 5-9 定位简图。

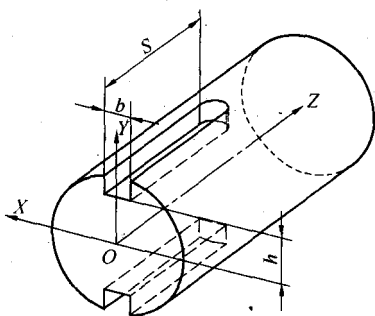


图 5-8 工序图

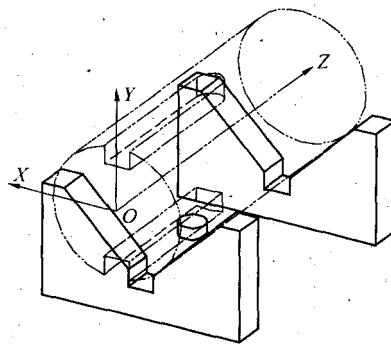


图 5-9 定位简图

实验步骤:

(1) 将定位元件按简图示意组合;

(2) 安放工件定位;

(3) 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;

(4) 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防锈剂,装入盒内收藏;

(5) 填写实验报告。

4. 在圆盘工件上钻六个均布孔,孔的起始位置与槽夹角 30° 如图 5-10 工序图,试分析为保证各工序尺寸分别需要限制哪些自由度,并确定其定位方案,合理的分布各支承点的位置和元件结构如图 5-11 定位简图。

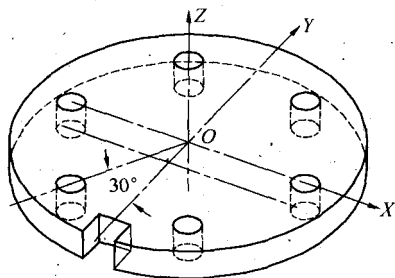


图 5-10 工序图

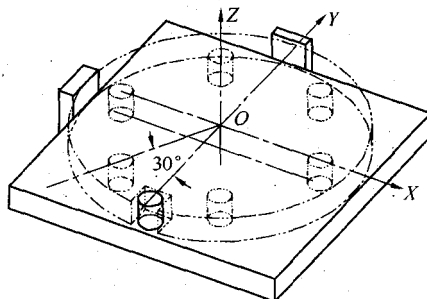


图 5-11 定位简图

实验步骤:

- (1) 将定位元件按简图示意组合;
- (2) 安放工件定位;
- (3) 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
- (4) 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防锈剂,装入盒内收藏;
- (5) 填写实验报告。

5. 在套筒工件上钻一斜孔,工序尺寸 ϕ 、 α 、 H 如图 5-12 工序图,试分析为保证各工序尺寸分别需要限制哪些自由度,并确定其定位方案,合理的分布各支承点的位置和元件结构如图 5-13 定位简图。

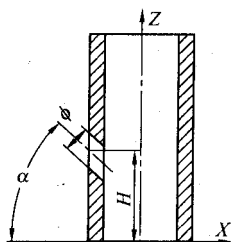


图 5-12 工序图

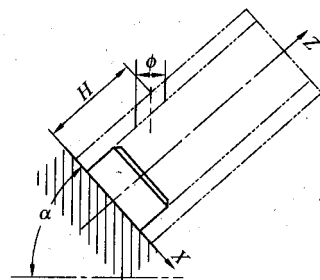


图 5-13 定位简图

实验步骤:

- (1) 将定位元件按简图示意组合;
- (2) 安放工件定位;
- (3) 分析各定位元件限制工件的哪些自由度,作好原始记录;
- (4) 实验完毕,应用汽油将定位元件、工件洗净,用干净软布擦干,涂上防锈剂,装入盒内收藏;
- (5) 填写实验报告。

6. 在连杆形工件上铣一槽,工序要求槽中心相对两孔连线对称、工序尺寸 h 、 b ,如图 5-14 工序图,试分析为保证各工序要求分别需要限制哪些自由度。并确定其定位方案如图 5-15 定位方案一简图,是一个平面和两个短圆柱销定位;图 5-16 定位方案二简图,是一个平面、一个圆柱销和一个菱形销定位;图 5-17 定位方案三简图,是一个平面和两个固定薄 V 形块定位;图 5-18 定位方案四简图,是一个平面、一个固定薄 V 形块和一个可移动薄 V 形块定位;试分析四种方案的合理性。

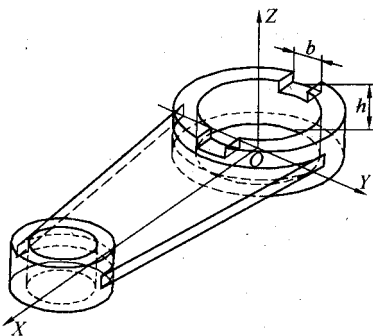


图 5-14 工序图

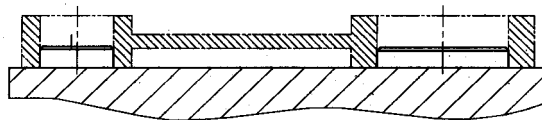


图 5-15 定位方案一简图