

制冷机工艺

ZHILENGJI
GONGYI



- 邬志敏 主编
- 上海科学技术出版社

TB651
890

337161

制 冷 机 工 艺

上海机械学院 邬志敏 主编

上海科学技术出版社

制 冷 机 工 艺

上海机械学院 邬志敏 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

科学书店上海发行所发行 无锡县人民印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张14.25 字数 338,000

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数. 1—3,400

ISBN 7-5323-1408-1/TB·12

定价 6.90元

前 言

我国的制冷工业从安装维修进口设备,进而测绘仿造,到目前独立设计生产出具有一定水平的制冷机,已有几十年历史,取得了很多研究成果,积累了许多经验,也已出版了不少著作。与此不相适应的是在制冷机制造工艺方面,至今系统总结不多,公开出版的制冷机工艺方面的书也少见。根据国家教委发言人指出的理工科院校要增强工艺知识和实践环节,我们编写了这本工艺教材。

本书是在上海机械学院制冷设备及低温技术专业内部教学讲义《制冷机工艺》的基础上,进行重新修改和增补后写成的。全书共十章,内容分三部分:

第一章至第四章是制冷机工艺的基础知识。

第五章至第九章是制冷机制造工艺。

第十章是制冷机操作维修。

在编写中收集了国内不少制冷机制造厂的资料,以我国现行的制冷机生产工艺为基础,着重介绍活塞式制冷压缩机、换热器、箱体的制造工艺、箱体隔热和制冷系统工艺方面的知识,对活塞式制冷机组安装调试方面的工艺也作了较详细的叙述。

本书可作为高等学校制冷专业的基础教材,也可供从事这方面工作的技术人员参考。

本书第一章由上海机械学院潘德龙编写,第六章由上海机械学院刘训海编写,第十章由泰兴制冷机总厂徐凤泉编写,其它各章均由邬志敏编写。最后由邬志敏汇总定稿。

在编写本书过程中,得到上海机械学院缪道平教授和蒋能照副教授的帮助和指导。上海第一冷冻机厂、上海冷气机厂、泰兴制冷机总厂和上海商业冰箱厂等单位也为本书编写提供了方便和支持,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1988年7月

目 录

第一章 机械加工与装配基础	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 机械加工精度和表面质量及其选用	1
§ 1-3 基准选择	7
§ 1-4 尺寸链	10
§ 1-5 装配工艺	19
第二章 夹具	25
§ 2-1 夹具的概念	25
§ 2-2 工件的定位	26
§ 2-3 安装误差	29
§ 2-4 定位方法和定位元件	30
§ 2-5 工件夹紧	35
§ 2-6 导向元件、对刀装置和夹具体	42
第三章 板料冲压	44
§ 3-1 冲压件的工艺性	44
§ 3-2 冲压工艺方案举例	50
§ 3-3 冲压件材料的选用	50
§ 3-4 冲压设备	52
§ 3-5 冲模	54
第四章 焊接和切割	56
§ 4-1 概述	56
§ 4-2 焊接结构件的工艺性	56
§ 4-3 手工电弧焊	60
§ 4-4 钎焊	64
§ 4-5 切割	67
第五章 制冷压缩机机械加工和装配工艺	69
§ 5-1 压缩机零部件材料	69
§ 5-2 曲轴加工	71
§ 5-3 连杆加工	75
§ 5-4 活塞加工	81
§ 5-5 阀片加工	87
§ 5-6 机体加工	89

§ 5-7 机壳加工	91
§ 5-8 压缩机装配	95
第六章 换热器加工工艺	99
§ 6-1 制冷换热器的结构	99
§ 6-2 压力容器的结构工艺设计	107
§ 6-3 壳管式换热器的加工	116
§ 6-4 整张套片管式换热器的加工	126
§ 6-5 电冰箱类换热器的加工	132
第七章 箱体加工和隔热工艺	139
§ 7-1 箱体加工工艺	139
§ 7-2 箱体隔热工艺	150
第八章 制冷系统工艺	158
§ 8-1 水分与干燥	158
§ 8-2 制冷剂的选用和充注量	162
§ 8-3 冷冻油的选用和添加量	165
§ 8-4 管路布置	170
第九章 制冷机安装试运行工艺	180
§ 9-1 制冷机安装的基本知识	180
§ 9-2 压缩机安装	182
§ 9-3 辅助设备安装	184
§ 9-4 管道安装	188
§ 9-5 压缩机出厂前试验	197
§ 9-6 制冷机吹污、检漏和抽空干燥	200
§ 9-7 制冷剂的充注	203
§ 9-8 制冷机调试和出厂试验	204
第十章 制冷机维修	208
§ 10-1 制冷系统故障分析与排除	208
§ 10-2 制冷机维修基本知识	213
主要参考资料	222

第一章 机械加工与装配基础

§ 1-1 概 述

一台机器的生产过程，是指由原材料到成品机器之间的各个相互联系的劳动过程的总和。它包括：原材料的运输和保管、生产的准备工作、毛坯的制造、零件的加工、部件的装配、检验、油漆和包装等过程。

为了降低机器的生产成本，一台机器的生产往往由许多工厂联合完成，这样做有利于零部件的标准化和组织专业化生产。

生产过程中，按一定顺序逐渐改变生产对象的形状、尺寸、位置和性能使其成为预期机器的一部分的过程称之为工艺过程。剩下的生产过程称为辅助过程，如运输、保管、生产准备等。

机器制造工艺过程一般是指零件的机械加工工艺过程和机器的装配工艺过程。

毛坯进入机械加工车间后，要依次在一些机床上进行加工。机械加工过程一般分为如下的组成部分：

一、工序、工步和走刀

工序是组成工艺过程的基本单元。工序是指一个(或一组)工人，在一台机床(或一个工作地点)，对一个(或同时对几个)工件所连续完成的那部分工艺过程。

工步是在加工表面不变、切削工具不变、切削用量(不包括切削深度)不变的条件下所连续完成的那部分工艺过程。

走刀是切削工具在加工表面上切削一次所完成的那部分工艺过程。

二、安装和工位

工件在机床上(或在夹具中)定位后，予以夹紧的过程称为安装。

采用转位(或移位)夹具、回转工作台，或在多轴机床上加工时，工件在机床上安装后，要经过若干个位置依次进行加工，工件在机床上所占据的每一个位置上所完成的那部分工艺过程称为工位。

§ 1-2 机械加工精度和表面质量及其选用

机器的质量同其零件加工质量和装配质量是密切相关的。而零件加工质量则包括零件的加工精度和表面质量两大方面。

一、加工精度及其选用

加工精度是零件加工后，其尺寸、几何形状和位置等参数的实际数值和理想数值的符合

程度。

图 1-1 中的 $\phi 30^{+0.033}_0$ 和 $\phi 40$ 都表示表面本身的尺寸精度。这里 $\phi 30$ 孔的公差为 0.033 mm 是明白无误的,至于 $\phi 40$ 外圆不注明公差,仍要按国标 13、14 级精度确定公差,

公差带宜采用双向对称布置。尺寸精度的保证,对于零件装配和互换是十分重要的。

图 1-1 中孔 $\phi 30^{+0.033}_0$ 的圆度允差为 0.01,就属于表面的几何形状精度。一般说它的公差应比尺寸公差小得多,如圆度公差约为尺寸公差的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ 。

图 1-1 中尺寸 50 ± 0.1 ,意味着零件两端面间的相互距离允差为 0.2 mm;而下面的标注

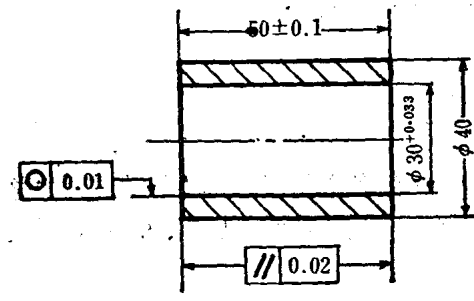


图 1-1 轴套

$\parallel 0.02$,则表示零件两端面间的平行度允差为 0.02 mm。两者都属于零件表面间的位置精度。

必须指出,上述三项精度参数,往往是相互关联的,例如确定平面间距离公差时,必须包括两个平面本身的平行度。

由于加工中的种种原因,实际上不可能把零件做得绝对精确,总会产生一些偏离。这种偏离就是加工误差。生产中没有必要把每个零件都做得绝对精确,只要能保证零件在制冷压缩机中的功能,把零件的加工误差控制在一定范围内即可。所以国家制订了各级精度和相应的公差标准。只要零件的加工误差不超过零件图上按设计要求和公差标准规定的偏差,就符合零件加工精度的要求。由此可见,“加工精度”和“加工误差”这两个概念是从两个侧面来评定零件的几何参数。加工精度的高低就是通过加工误差的大小来表示。因此,设计人员应根据零件的使用要求,合理地规定零件的加工精度;而工艺人员则应根据设计要求,生产条件等,采取适当的工艺手段,以保证加工误差不超过允许的范围。

在机械加工过程中,影响加工精度的工艺因素很多,大致可归纳为两类:

1. 工艺系统的几何误差

是由于所采用的加工方法、工艺装备或操作时有几何误差而引起的,它包括加工原理误差,机床、夹具、刀具的几何误差,工件安装误差及调整误差等。

2. 工艺系统的动误差

是由于切削加工中的力、热效应,使工艺系统各部分产生变形而引起的。包括:工艺系统弹性变形、热变形及工件的残余应力引起的变形等。

在机械加工过程中,用同一种加工方法,随着加工条件的改变,所能达到的加工精度亦各异。如过多的降低切削用量来提高加工精度,这样就会降低劳动生产率而使产品成本提高。各种加工方法的加工误差和成本的关系如图 1-2 所示,呈反比曲线形状。当加工误差小于 Δ_2 时,再提高一点加工精度,则成本将直线上升;而加工误差大于 Δ_3 时,虽误差大幅度增加,但成本降低甚少。因此,这些加工方法虽能达到加工误差在 $\Delta_1 \sim \Delta_2$ 之间和 $\Delta_3 \sim \Delta_4$ 之间的精度,但仍不宜采

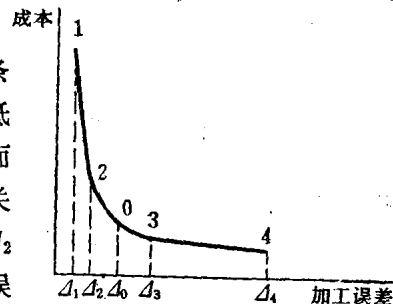


图 1-2 加工误差和成本的关系

用。而只是加工误差相当于 $\Delta_2 \sim \Delta_3$ 这样大小的加工精度范围,才是这种加工方法的经济精度范围。一般说来, Δ_2 和 Δ_3 的平均值 $\Delta_0 = \frac{\Delta_2 + \Delta_3}{2}$, 所对应的精度就是这种加工方法的平均经济精度。

各种加工方法经济精度参考数据如表 1-1 所示。

表 1-1 各种加工方法经济精度参考数据

加工方法	精度等级		公称尺寸为 30~50 时的误差 (mm)	
	平均经济精度	经济精度范围	平均经济精度	经济精度范围
粗车、粗镗和粗刨	12	11~14	0.34	0.1~0.62
半精车、半精镗和半精刨	11	10~11	0.17	0.1~0.2
精车、精镗和精刨	8	7~10	0.05	0.02~0.10
细车和金刚镗	7	6~7	0.017	0.01~0.03
粗铣	11	10~12	0.17	0.1~0.34
半精铣和精铣	8	7~11	0.05	0.03~0.17
钻孔	12	11~14	0.34	0.17~0.62
粗铰	9	7~10	0.05	0.04~0.10
精铰	6	5~7	0.027	0.01~0.04
拉削	7	6~9	0.04	0.015~0.05
精拉	6	5~6	0.027	0.01~0.03
粗磨	10	8~11	0.10	0.05~0.17
精磨	6	5~7	0.017	0.01~0.03
细磨(镜面磨)	5		0.008	0.002~0.011
研磨	高于 4 级		<0.008	0.001~0.011

经济精度概念只提供某种加工方法,即在某个精度范围内可供选择的加工方法。一般情况下所要求获得的某一加工精度,往往处于几种加工方法的经济精度范围之内。如果想选择其中最经济的一种加工方法,就需要进行全面的经济分析。如图 1-3 所示, I、II、III 为三种加工方法的加工误差——成本曲线图,当要求加工精度为 Δ_x 时,加工方法 II 的加工成本 Q_{II} 最低,加工方法 I 其次,而加工方法 III 的加工成本最高。从图中还可以看出,当加工误差小于 Δ_1 时,选用加工方法 I 最经济;当加工误差大于 Δ_2 时,则选用加工方法 III 最经济;当加工误差在 $\Delta_1 \sim \Delta_2$ 之间时,则选用加工方法 II 最经济。

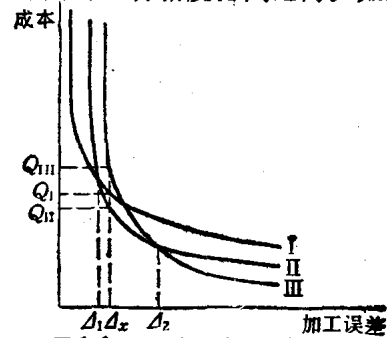


图 1-3 不同加工方法的加工误差和加工成本的关系

必须指出,表 1-1 所列的经济精度数据不是一成不变的,随着机床、刀具、夹具和检测技术的不断改进,特别是近年来计算机技术、激光技术和数字显示技术引入机械加工领域,使某些工种的加工精度和生产效率不断提高,成本不断降低。

二、加工表面质量及其选用

零件的机械加工质量,除了加工精度之外,表面质量也是极其重要而不容忽视的一个方面。机器的工作性能,尤其是它的可靠性、寿命,在很大程度上取决于其主要零件的表面质量。

机械加工的表面不可能是理想的光滑表面,而存在着表面粗糙度、波纹度等表面几何形状误差,以及划痕、裂纹等表面缺陷。表面层的材料在加工时也会产生物理性质的变化,在某些情况下还会产生化学性质的变化。所以表面加工质量的主要内容有:

1. 表面的几何形状

1) 表面粗糙度: 就是表面的微观几何形状误差,即 R_a 。

2) 波纹度: 介于尺寸公差和表面粗糙度之间的周期性几何形状误差,即 L/H_β 。如图 1-4 所示。

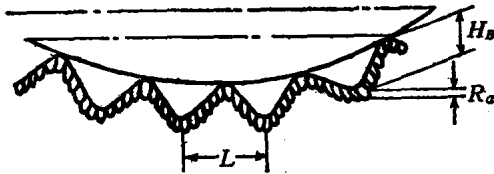


图 1-4 粗糙度、波纹度

2. 表面层的物理、机械性能的变化

1) 表面层因塑性变形引起的冷作硬化。表面层硬度的变化可用两个指标来衡量,即硬度变化的程度和深度。切削加工表面层往往产生冷作硬化,表面层的显微硬度比原来的有所提高,硬化层的深度一般可达 0.05~0.20 mm。如果在切削加工过程中产生高温,表面层的硬度往往有所降低,称为表面层的烧伤。

2) 表面层因切削热引起的金相组织的变化。

3) 表面层中产生的残余应力。

下面分析一下表面质量是如何影响下列使用性能的。

1. 表面质量对零件耐磨性的影响

零件的使用寿命,一般决定于零件的耐磨性,而零件的耐磨性不仅和材料及热处理有关,而且还和零件接触表面的粗糙度有关。对有相对运动的两个零件的接触表面间,最初只在部份“凸峰”处接触,因此实际接触面积比理论接触面积要小得多,从而使压强大大增加,如图 1-5 (a) 所示。据统计,车削、铣削和铰孔的实际接触面积只占理论接触面积的 15~20%,即使精磨后亦只占 30~50%。由于实际接触面积小,单位面积压力大,当其超过材料的屈服极限时,就会产生塑性变形。当接触表面间产生相对运动时,就可能产生凸峰部份折断或接触面的塑性滑移而迅速磨损,如图 1-5 (b) 中 A、B 段曲线所示。但是在一定的摩擦条件下,并非粗糙度愈小愈耐磨,而是有一个最合理的数值,如图 1-6 所示。轻载时曲线 A 的 h_1 和重载时曲线 B 的 h_2 。超过或低于此值时,都会引起磨损量的增加。

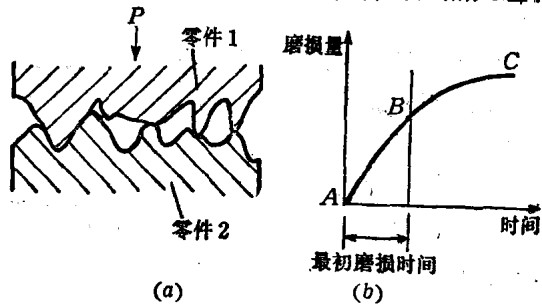


图 1-5 零件表面接触情况及磨损过程

单位面积压力大,当其超过材料的屈服极限时,就会产生塑性变形。当接触表面间产生相对运动时,就可能产生凸峰部份折断或接触面的塑性滑移而迅速磨损,如图 1-5 (b) 中 A、B 段曲线所示。但是在一定的摩擦条件下,并非粗糙度愈小愈耐磨,而是有一个最合理的数值,如图 1-6 所示。轻载时曲线 A 的 h_1 和重载时曲线 B 的 h_2 。超过或低于此值时,都会引起磨损量的增加。

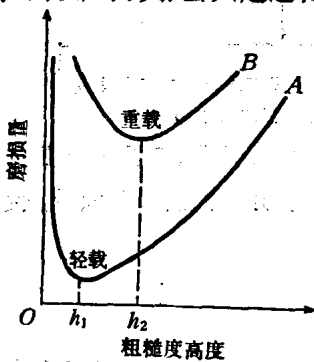


图 1-6 磨损和粗糙度的关系

此外,摩擦表面的粗糙度方向与相对运动方向的相互关系,对零件磨损亦有所不同。由试验证明,如图 1-7 所示,在液体摩擦条件下,粗糙度值不大时,其影响亦不大,但当粗糙度大于 h 值时,相对运动方向与粗糙度波纹方向相互平行时磨损亦较小,如图 1-7 中直线 B 所示。这是因为在运动方向上不易受另一表面波纹阻碍,液体润滑又能防止金属发生咬焊现象。如果相对运动方向与粗糙度波纹方向相互垂直,就会增加磨损,

这是因为在运动方向上不易受另一表面波纹阻碍,液体润滑又能防止金属发生咬焊现象。如果相对运动方向与粗糙度波纹方向相互垂直,就会增加磨损,

如曲线 A 所示。至于干摩擦时，若粗糙度波纹方向与运动方向相互垂直，则不论粗糙度值多大，磨损均较大。因此必要时，零件图纸上不仅要标注粗糙度值，同时还应注明波纹方向。

表面层的物理性质对耐磨性亦有相当的影响。零件的表面层在机械加工过程中都有一定程度的加工硬化，这种加工硬化一般都能使耐磨性提高。图 1-8 表示 T7A 钢车削加工后，不同冷硬程度与耐磨性的关系。从图中可以看到存在一个最佳的加工硬化程度，低于或超过这个最佳值，磨损量都会增加。

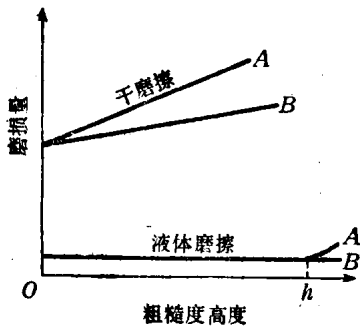


图 1-7 磨损与运动方向的关系

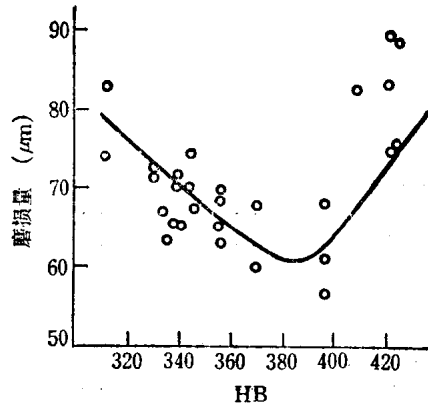


图 1-8 冷硬程度与耐磨性的关系

2. 表面质量对零件耐疲劳强度的影响

1) 由于金属零件的疲劳破坏都是从表面层开始的，因此表面微观几何形状对零件的疲劳强度影响很大。在交变载荷作用下，零件表面的波纹使应力集中而形成疲劳裂纹。表面愈粗糙，波纹的凹纹部份愈深，底部半径愈小，应力集中现象愈严重，疲劳强度也就愈低。表 1-2 列出了一个在不同加工方法下所测得的零件疲劳强度数据。

从表中可以看到，表面粗糙度越大，耐疲劳强度越低，这是由于表面粗糙度大时，微观不平度凹谷部份的应力集中现象越严重。另外，越是优质钢，表面粗糙度对耐疲劳强度的影响越大。钢材对表面粗糙度的敏感性较大，铸铁和有色金属的敏感性则较小。

表 1-2 钢的表面质量对疲劳强度的影响

加工方法	钢的强度极限 σ_b (N/mm ²)		
	470	950	1420
	相对耐疲劳强度 (%)		
精细抛光或精研磨	100	100	100
抛光或研磨	95	93	90
精磨或精车	93	90	85
粗磨或粗车	90	80	70
轧制钢材直接使用	70	50	35

2) 表面层的机械物理性能对疲劳强度的影响。表面层的加工硬化可以减小交变变形的振幅，阻止疲劳裂纹的生长，减轻表面缺陷和微观不平度的影响，因而可以提高零件的疲劳强度，如表 1-3 所示。不论是由于拉伸产生的加工硬化还是压缩产生的加工硬化都可以

提高耐疲劳强度,而且钢的含碳量越高,提高的程度也越大。对铸铁和有色金属提高的程度较小。

表面层的残余应力对零件的耐疲劳强度有显著的影响,表面层有残余压应力可显著提高耐疲劳强度,有残余拉应力则降低耐疲劳强度。目前在生产中广泛应用各种强化工艺,如用滚子进行滚压加工,用喷丸进行强化等,约可提高60%。

表 1-3 冷作硬化对耐疲劳强度的影响

塑性变形种类	含碳 0.24% 的钢		含碳 0.27% 的钢		含碳 1.1% 的钢	
	弯 曲 疲 劳 强 度					
	N/mm ²	%	N/mm ²	%	N/mm ²	%
未冷作硬化	200	100	280	100	270	100
拉伸到屈服点	240	104	310	111	300	111
伸长 2%	—	—	—	—	300	111
伸长 5%	—	—	—	—	320	118
伸长 10%	300	130	320	114	—	—
伸长 20%	340	148	360	129	—	—
压缩到屈服点	260	113	—	—	280	103
压缩 2%	—	—	—	—	300	111
压缩 5%	—	—	—	—	330	122
压缩 10%	290	126	320	114	—	—
压缩 20%	320	139	360	129	—	—

3) 表面质量对配合精度的影响。对于动配合来说,由于配合件的磨损将增大配合的间隙,改变配合性质,降低配合精度。因此,对于配合精度要求高的零件,则应给予较小的粗糙度值。

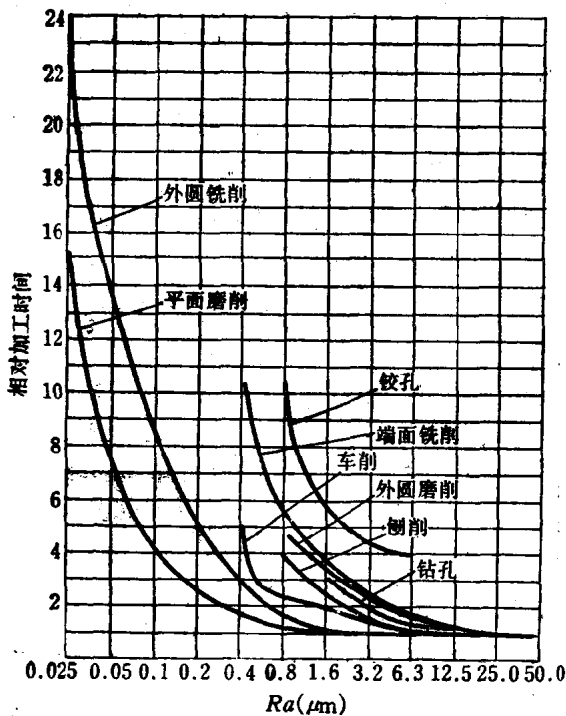


图 1-8 加工方法所得的 Ra 值与所需生产时间之间的关系

对于过盈配合,表面粗糙度也会影响配合的强度。过盈配合的结合强度是依靠配合之间的过盈量的弹性变形而得到的。由于粗糙度谷部是空缺的,等于减少了过盈量。

对于过盈配合,表面粗糙度也会影响配合的强度。过盈配合的结合强度是依靠配合之间的过盈量的弹性变形而得到的。由于粗糙度谷部是空缺的,等于减少了过盈量。

4) 表面质量对腐蚀性能的影响。表面粗糙度值越小,耐蚀性越好。一般腐蚀介质在凹处底部以及表面裂缝中作用最厉害,因此凹进深度越大,底部圆角半径越小,就越容易腐蚀。表面加工硬化或存在压应力,有助于表面显微裂纹的封闭,因而可提高耐蚀性。

由上可知,表面粗糙度值愈小,零件的工作性能也愈好,使用寿命也愈长,但绝不能认为表面粗糙度越小越好,为了获得粗

糙度值小的表面,则零件需要经过复杂的工艺过程,这样加工成本可能随之急剧增高。因此,在满足使用性能要求前提下,应尽可能选用较大的粗糙度数值。

图 1-9 中的曲线表明可用普通加工方法所得的 R_a 值和所需的生产时间之间的关系。

通常,表面粗糙度的选用,应考虑下列一些原则:

- 1) 在同一零件上,工作表面的粗糙度值应小于非工作表面的粗糙度值。
- 2) 对摩擦表面,速度越高,承受的单位面积压力越大,则表面粗糙度值应越小,尤其是滚动摩擦的表面应规定较小的粗糙度值。
- 3) 对承受交变载荷的零件表面,以及易产生应力集中的部位粗糙度值应选得小些。
- 4) 要求配合稳定可靠时,粗糙度值也应选得小些。配合零件的表面粗糙度也应与尺寸及形状公差相协调。一般来说,尺寸及形状公差要求小时,表面粗糙度值也要求小。
- 5) 一般情况下,同样尺寸公差的轴的粗糙度要比孔的粗糙度小(表1-4)。

表 1-4 表面粗糙度与配合间隙或过盈的关系

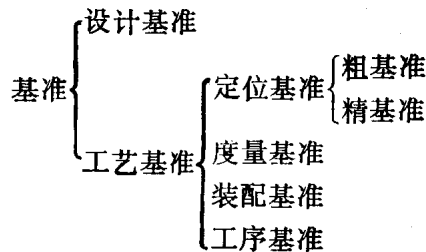
间隙或过盈 (μm)	表面粗糙度 R_a 值(或等级)	
	轴	孔
≤ 2.5	0.025($\nabla 12$)	0.05($\nabla 11$)
$> 2.5 \sim 4$ $> 4 \sim 6.5$	0.05($\nabla 11$)	0.10($\nabla 10$) 0.20($\nabla 9$)
$> 6.5 \sim 10$ $> 10 \sim 16$ $> 16 \sim 25$	0.10($\nabla 10$) 0.20($\nabla 9$) 0.20($\nabla 9$)	0.40($\nabla 8$)
$> 25 \sim 40$	0.40($\nabla 8$)	0.80($\nabla 7$)

§1-3 基准选择

一、基准分类

在设计、加工、检验与装配机器零件和部件时,首先必须确定该零件和部件尺寸及形状位置的计量起始点。这种用以确定零件、部件及机器各点、线或面的计量起始点,即叫做“基准”。所以,如何正确运用及选择基准,对机器的设计和制造者来说,是十分重要的。

根据作用和应用场合不同,基准的分类如下:



1. 设计基准

设计基准是零件图上的点、线或面,根据它来标注另一些点、线或面的相对位置。这是设计人员从该零件在机器中的工作条件和性能要求出发,在零件图上用位置尺寸或相互位

置关系来确定各表面的相对位置。

如图 1-10 所示的曲轴，A 面是 A'、B、D、F 和 H 面的设计基准；B、D 和 F 面分别是 C、E 和 G 面的设计基准；轴线 O—O 是轴线 O'—O' 和 O''—O'' 的设计基准。

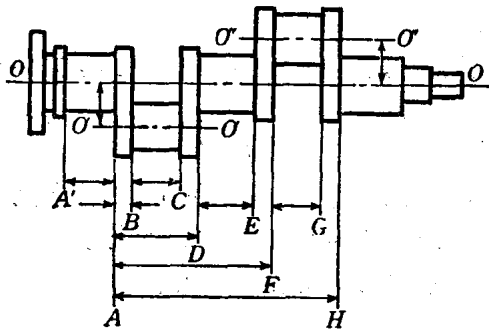


图 1-10 曲轴的设计基准

2. 工艺基准

在零件加工、度量和机器装配中，用来作为依据的那些点、线、面叫做工艺基准。

1) 定位基准

定位基准就是工件与夹具定位元件相接触的表面。按定位基准的机械加工程度又可分为粗基准和精基准。图 1-11 是活塞加工中加工底面及内止口的工序，以毛坯内圆及内顶面作定位基准，而这些面均没有加工过，所以叫粗基准。然后用已加工过的止口和底端面作定位基准，加工活塞顶面、外圆和环槽，所以止口和底端面就叫精基准。

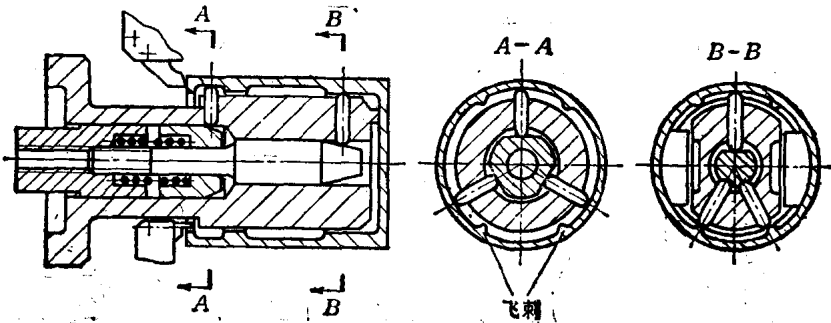


图 1-11 活塞加工

2) 度量基准

用来度量已加工面的尺寸时所依据的基准。如图 1-12(a) 所示的工件有两个表面 B 和 E 要测量，可用图 1-12(b) 所示的方法，在测量径向跳动时，以 A 为依据，则 A 为度量基准。

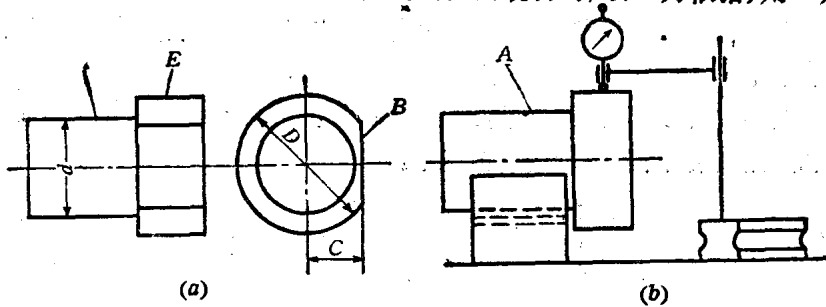


图 1-12

3) 装配基准

装配时用来确定零件或部件在机器中的位置基准。如图 1-10 中，曲轴主轴颈外圆在装配时作为确定径向位置的基准，故主轴颈属于装配基准。

4) 工序基准

是加工工序图上，用来确定被加工表面位置所使用的点、线、面。

上述各种基准尽可能使之重合。例如,在设计制冷压缩机时,尽可能使设计基准与装配基准一致,以便直接保证装配技术要求。在编制加工工艺规程时,应尽量以设计基准作为工序基准,以便直接保证零件的加工精度。在加工及测量时,应尽可能使定位基准及度量基准与工序基准或设计基准重合,以消除基准不重合所带来的误差。

二、定位基准的选择

定位基准选择是否合理,将直接影响工序数目,夹具结构的复杂程度,以及零件精度是否易于保证。因此,定位基准可以有多种方案进行分析比较。有时工件上没有能作为定位基准用的恰当表面,这时必须在工件上专门设置或加工出定位基面,如活塞零件上的止口 and 中心孔,称为辅助基准。

由于粗基准和精基准的情况和用途不同,所以两者选择的原则也各异。

1. 粗基准的选择

考虑的重点首先是保证各加工面有足够的余量,其次是保证不加工表面的尺寸和位置符合图纸要求。选择时应考虑下列原则。

1) 为保证加工表面与不加工表面之间的相对位置要求,应选不加工表面为粗基准。若有几个不加工表面,则应选与加工表面位置有紧密联系的表面作为粗基准。

2) 如果零件上没有不需加工表面,则第一道工序常以加工余量小的表面作为粗基准。

3) 由于毛坯表面比较粗糙,不能保证重复安装的位置精度,定位误差很大,所以粗基准一般只允许使用一次。

4) 选作粗基准的表面,应尽可能平整和光洁,不能在飞边、浇冒口或其它缺陷处定位,以便定位准确,夹紧可靠。

如某厂设计的加工铝活塞夹具,以内圆壁为粗基准,用自动定心装置来保证活塞的壁厚均匀,如图 1-11 所示,没有考虑到毛坯上因金属型装配缝隙而产生的飞刺,卡爪经常压在飞刺上,不能使工件正确定位。因此,这个夹具不能用。另外,由于金属型铸造时,活塞毛坯的内壁和外圆具有较好的同轴度,所以一般都用外圆柱面作为粗基准,这样装夹方便。

2. 精基准的选择

重点考虑如何减少误差,提高定位精度。也要考虑安装方便、准确、可靠。因此,一般应遵循下列原则。

1) 应尽量选用零件上的设计基准作为精基准,这就是“基准重合”原则。这样可避免因基准不重合而引起的误差。

2) 尽可能选用统一的定位基准加工各个表面,以保证各表面间位置精度,这就是“基准统一”原则。例如,轴类零件的中心孔,箱体零件的一面两销,都是统一基准的典型例子。

使用统一基准也并不排斥个别工序采用其它基准,特别当统一基准与工序基准不重合时,可能因基准不重合误差过大而超差,这时应直接用工序基准作为定位基准。例如,活塞销孔的精镗工序,如果根据“基准统一”的原则,就应该采用止口及底端面为定位基准(图 5-18)。但从活塞的技术要求看,销孔与顶面的距离有公差要求,会影响止点间隙,而销孔与底面的距离都无公差要求。采用上述夹具加工,要保证销孔与顶面的距离精度,必须先把底面到顶面的尺寸控制在一定公差范围内,但车削顶面时,不易达到这样高的尺寸精度。若在精镗销孔时,改用顶面定位符合基准重合的原则,则很容易保证销孔到顶面的尺寸精度。

3) 当需要获得均匀的加工余量或较高的位置精度时,应遵守互为基准。如加工精密齿轮,当齿面经高频淬火后磨削时,因其淬硬层较薄,应使磨削余量小而均匀。因此,先以齿面为定位基准磨削内孔,再以内孔为定位基准磨削齿面,以保证齿面余量均匀,如图 1-13 所示。

4) 当精密加工工序要求余量小而均匀时,以保证加工质量和提高生产率,此时应选择加工面本身作为定位基准,即遵循“自为基准”。图 1-14 所示为精镗连杆小头孔时,工件除以大头孔中心和端面为定位基准外,还以被加工的小头孔中心为定位基准,用削边销定位以消除转动自由度。在小头孔两侧用浮动平衡夹紧装置在原处夹紧,然后拔出削边销,伸入镗杆对小头进行镗孔。

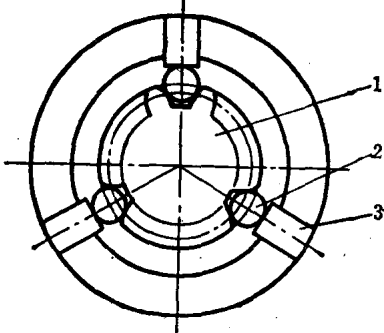


图 1-13 以齿形表面定位加工
1—齿轮, 2—滚柱, 3—卡盘。

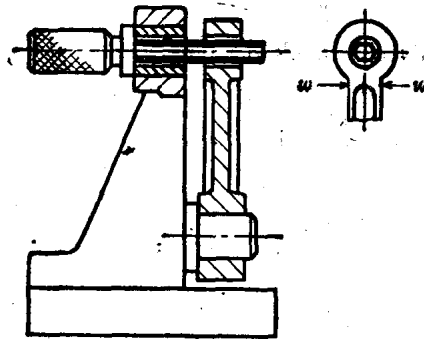


图 1-14 以被加工表面本身为精基准

基准选择的各项原则有时互相矛盾,必须根据实际条件和生产类型综合分析和运用这些原则,在保证加工精度的前提下,使定位稳定,夹紧可靠,加工方便,夹具结构简单。

§ 1-4 尺寸链

一、尺寸链的概念

在机器零件加工过程中,总是可以发现,当改变零件的某一尺寸大小时,会引起其它有关尺寸的变化。在装配制冷压缩机时也可发现,在部件中零件与零件之间有关尺寸同样是密切联系,相互依赖的。这种尺寸之间的相互联系或相互依赖性,简称为“尺寸联系”。

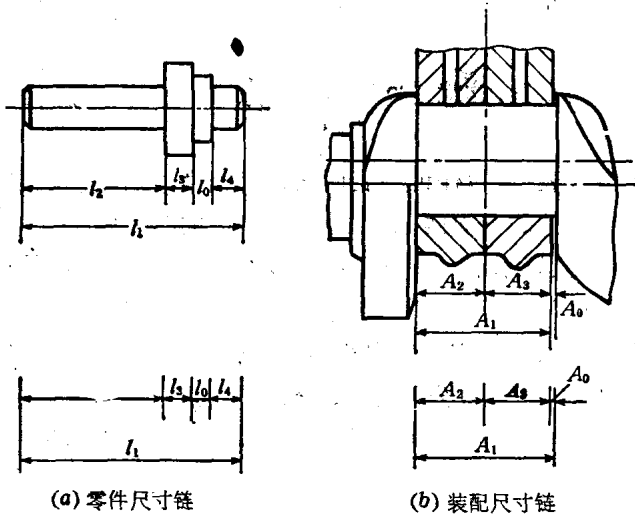


图 1-15 尺寸链

如图 1-15(a) 所示,零件本身尺寸间的相互联系构成零件尺寸链;在机器或部件中,零件与零件尺寸间的联系构成了装配尺寸链,图 1-15(b)。因此,可把这种一组构成封闭形式的互相联系的尺寸组合,统称为“尺寸链”。在一个尺寸链中,某一个尺寸要受其它尺寸变化

的影响。

因此,尺寸链的定义包含两层意思:

1. 尺寸链中的各个尺寸应构成封闭形式,并按照一定顺序首尾相接。
2. 尺寸链中的任一尺寸变化都将直接影响其中某一尺寸的精度。

例如在图 1-15(a) 中,封闭形式的各个尺寸 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 及 l_0 构成了尺寸链,其中尺寸 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 中任何一个尺寸的变化,都将会影响尺寸 l_0 的精度。同样,在图 1-15(b) 中, A_1 、 A_2 、 A_3 的变化,都将影响连杆装在曲柄销开档中的间隙 A_0 的大小。

尺寸链中还有一些专门术语:

尺寸链的环: 构成尺寸链的各个尺寸,均叫做尺寸链的环。

它们又可分为:

封闭环: 在加工或装配过程中,最后自然形成(即间接获得或间接保证)的尺寸,叫做封闭环。如图 1-15 中的 l_0 或 A_0 , 一个尺寸链只有一个封闭环。由于封闭环是尺寸链中最后形成的一个环,所以在加工或装配未完成前,它是不存在的。封闭环的概念非常重要,应用尺寸链分析问题,若封闭环判断错误,则分析计算的结论也必然是错误的。

组成环: 在加工或装配过程中,直接得到的、会影响封闭环精度的各尺寸,叫做组成环。如图 1-15 中的 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 或 A_1 、 A_2 、 A_3 , 它们在加工或装配过程中,每个尺寸的大小都会影响封闭环尺寸的公差和极限偏差。组成环按其影响封闭环的影响又可分为增环和减环。

增环: 在尺寸链中,将某一组成环增大,而其余各组成环不变时,使封闭环也随之增大,这样的组成环叫做增环。如图 1-15 中的 l_1 或 A_1 即为增环,以符号 \vec{l}_1 、 \vec{A}_1 表示。

减环: 在尺寸链中,当增大某一组成环反而使封闭环减小的组成环,叫做减环,如图 1-15 中的 l_2 、 l_3 、 l_4 或 A_2 、 A_3 即为减环以符号 \overleftarrow{l}_2 、 \overleftarrow{l}_3 、 \overleftarrow{l}_4 或 \overleftarrow{A}_2 、 \overleftarrow{A}_3 表示。

二、尺寸链的分类

1. 按尺寸链的应用范围,可分为工艺尺寸链和装配尺寸链。
2. 按尺寸链中各环所处的空间位置的不同,可分为:
 - 1) 直线尺寸链: 尺寸链各环位于同一平面内,且彼此平行,如图 1-15 中的尺寸链。
 - 2) 平面尺寸链: 尺寸链各环位于同一平面内,但其中有一环或几环彼此不平行,如图 1-16 中的尺寸链。
 - 3) 空间尺寸链: 尺寸链各环位于不平行的平面上。
3. 按尺寸链中各环的几何特征,则可分为:

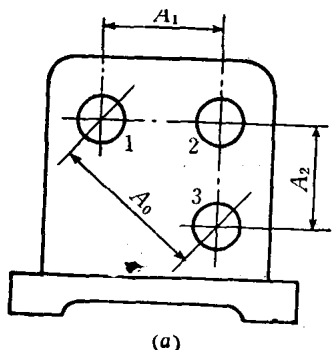


图 1-16 平面尺寸链

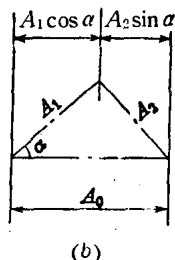


图 1-17 角度尺寸链