

机 械 制 造 工 艺 学

机械制造工艺规程制订 及装配尺寸链

本 分 册 编 写 组

哈尔滨工业大学 上海工业大学 主编

上 海 科 学 技 术 出 版 社

《机械制造工艺学》第二分册

机械制造工艺规程制订 及装配尺寸链

本分册编写组

哈尔滨工业大学 上海工业大学 主编

上海科学技术出版社

《机械制造工艺学》第二分册

机械制造工艺规程制订及装配尺寸链

本分册编写组

哈尔滨工业大学 上海工业大学 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 84,000

1980 年 8 月第 1 版 1980 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—22,000

书号: 15119·2083 定价: (科四) 0.72 元

编写说明

根据大专院校机械制造工艺及设备专业教学上的需要和有关工程技术人员的要求,东北工学院、哈尔滨工业大学、吉林工业大学、上海工业大学、华南工学院等发起并联合有关院校,共同组织编写了本专业的教材与教学参考书。其中《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床设计》、《机床设计图册》、《机床夹具设计手册》、《机械制造工艺学》、《机床夹具设计》、《数控机床》等由上海科学技术出版社出版。

《机械制造工艺学》一书由哈尔滨工业大学、上海工业大学、吉林工业大学、大连工学院、沈阳机电学院、第一汽车制造厂工人大学、清华大学、北京工业大学、天津大学、西安交通大学、合肥工业大学、南京工学院、浙江大学、江西工学院、湖南大学、武汉工学院、昆明工学院等编写。

《机械制造工艺学》共分四册出版。第一册《机械制造工艺理论基础》;第二册《机械制造工艺规程制订及装配尺寸链》;第三册《轴、箱体、丝杠加工》;第四册《圆柱齿轮加工》。

本书主编单位为哈尔滨工业大学和上海工业大学。参加主编及审稿工作的有:哈尔滨工业大学侯镇冰、葛鸿翰、陶崇德;上海工业大学杨质苍、张景勘。此外还邀请了大连工学院王小华、山东工学院程韦德、清华大学朱耀祥、华南工学院苏树珊、沈阳机电学院经以广参加审稿。

本书在编写与审定过程中,哈尔滨工业大学、上海工业大学、华南工学院、昆明工学院、云南工学院、广西大学等曾做了大量的组织工作。

本分册《机械制造工艺规程制订及装配尺寸链》的编写人为上海工业大学张景勘(编写工艺规程制订);天津大学曾庆福、北京工业大学何振华、黄绍明(编写装配尺寸链)。本分册特邀审稿人为山东工学院程韦德。

本书不足之处,恳请读者批评指正。

一九八〇年一月

4508/04

内 容 提 要

《机械制造工艺规程制订及装配尺寸链》为《机械制造工艺学》第二分册,内容包括:加工零件的设计基准与工艺基准的关系;工艺尺寸链计算;工艺规程制订程序;提高劳动生产率的途径;装配精度与零件精度间的关系;装配尺寸链计算;以及由零件加工误差决定的各种装配方法(完全互换法、选择装配法、修配法和调节法)。本分册取材丰富,联系实际,反映了成组加工及工艺自动化的新趋势,并介绍了装配工艺中的误差抵销调节法。

本书读者对象:主要为高等工科院校机械制造专业师生及有关技术人员。

目 录

第七章 机械制造工艺规程制订	1~73
§ 7-1 概述	1
一、机械加工工艺过程	1
二、生产纲领、批量及生产类型	2
三、基准	2
四、工艺尺寸链及其极值解法	7
§ 7-2 制订机械加工工艺规程的程序	10
一、零件图的审查	10
二、毛坯的选择	12
三、工艺基准的选择	12
四、加工路线的确定	24
五、工艺装备的选择	29
六、加工余量的确定	29
七、工序尺寸及其公差的确定	33
八、切削用量的确定及时间定额的估算	47
九、工艺文件的编制	48
§ 7-3 制订机械加工工艺规程的实例	50
§ 7-4 提高劳动生产率的途径	57
一、缩短单件工时定额	57
二、实施多台机床看管	60
三、进行高效及自动化加工	62
四、采用成组工艺	67
第八章 装配尺寸链	74~108
§ 8-1 概述	74
一、装配精度的概念	74
二、装配精度和零件精度间的关系	76
§ 8-2 装配尺寸链分析	77
一、装配尺寸链的基本概念	77
二、装配尺寸链的组成和查找方法	78
三、装配尺寸链组成的最短路线(环数最少)原则	80
四、达到装配精度的几种方法	81
§ 8-3 装配尺寸链的概率解法	81
§ 8-4 完全互换法	84
一、组成环尺寸的公差大小和分布位置的确定原则	84

二、极值解法举例	84
三、概率解法举例	86
§ 8-5 选择装配法	88
一、选择装配的形式	88
二、分组互换法	89
§ 8-6 修配法	90
一、修配法中直线尺寸链的极值解法	91
二、修配的三种方法	96
三、修配环的选择	96
§ 8-7 调节法	98
一、动调节法	98
二、固定调节法	99
三、误差抵消调节法	102
§ 8-8 其它的几点说明	105
一、达到装配精度的各种方法之间的区别和联系	105
二、装配方法的选择	105
三、影响装配精度的各种因素	107

第七章 机械制造工艺 规程制订

§ 7-1 概 述

一、机械加工工艺过程

用机械加工方法,按一定顺序逐步地改变毛坯或原材料的形状、尺寸和材料性能,使之成为合格零件所进行的全部过程,称为机械加工工艺过程。

机械加工工艺过程由一系列工序组成,每一个工序又可分为若干个安装、工位、工步或走刀。

1. 工序

一个(或一组)工人在一台机床(或一个工作地点)上对一个(或同时几个)工件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程称为一个工序。

2. 安装

在某一工序中,有时需要对零件进行多次装夹加工;每装夹一次所完成的那一部分工艺过程称为安装。

3. 工位

在某一工序中,有时为了减少由于多次装夹而带来的误差及时间损失,往往采用转位(或移位)工作台或转位夹具,工件在机床所占的每一个位置上所完成的那一部分工艺过程称为工位。

图 7-1 所示为在多工位机床上加工 2 级精度孔的例子。在该工序中工件仅安装一次,但利用回转工作台使每个工件能在六个工位上顺次地进行钻、扩、铰加工。

由此可见,采用多工位加工可以减少工件安装次数,提高生产率。

4. 工步

一道工序(一次安装或一个工位)中,可能需要加工若干个表面;也可能虽只加工一个表面,但却要用若干把不同刀具;或虽只用一把刀具,但却要用若干种不同切削用量分作若干次加工;在加工表面、切削刀具和切削用量(仅指转速和进给量)都

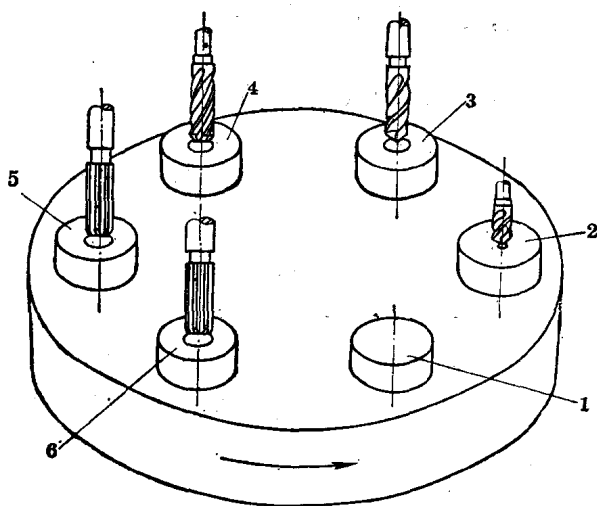


图 7-1 多工位加工

工位 1—装卸工件; 工位 2—预钻孔; 工位 3—钻孔;
工位 4—扩孔; 工位 5—粗铰; 工位 6—精铰

不变的情况下所完成的那一部分工艺过程,即称为一个工步。

有时,为了提高生产率,还经常把几个待加工表面用几把刀具同时进行加工,这也可看作一个工步,称为复合工步。如图 7-2a 所示,为用两把铣刀同时加工,图 7-2b 为用两把车刀一个钻头同时加工。

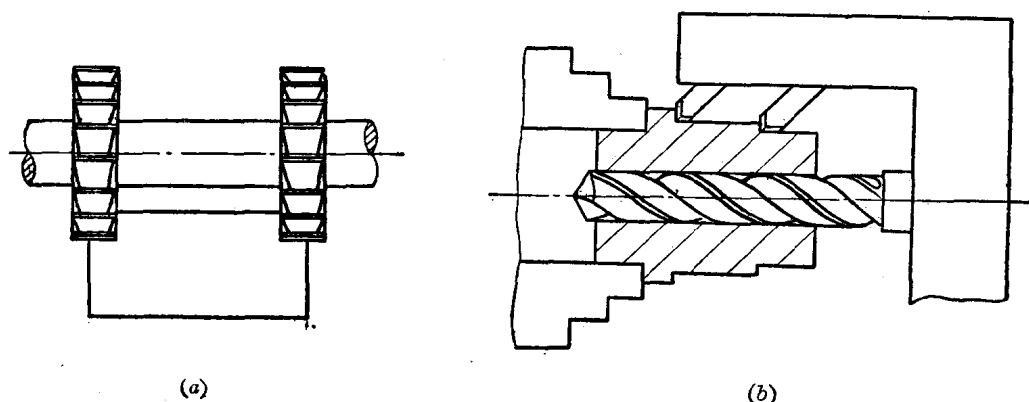


图 7-2 复合工步

5. 走刀

有些工步,由于余量较大或其它原因,需要同一刀具在同一切削用量(仅指转速及进给量)下对同一表面进行多次切削,这样,刀具对工件的每一次切削就称为一次走刀。

一个零件从毛坯加工成成品所采取的机械加工工艺过程(或工艺方案),由于产量及生产条件等因素的不同,可以是多种多样的。实际生产中用一定的文件形式规定下来的工艺过程,称为工艺规程。

二、生产纲领、批量及生产类型

生产纲领通常也称为年产量。产品的某零件的生产纲领 $N_{\text{零}}$,除了国家规定的年生产计划以外,还必须包括它的备品率 α 及平均废品率 β 。

$$N_{\text{零}} = Nn(1+\alpha)(1+\beta)$$

式中: N ——产品的生产纲领;

n ——每一产品中包含该零件的数量。

零件的生产纲领确定后,还得根据生产车间的具体情况,将零件在一年中分批投产,每批投产的数量就称为批量。

根据产品的大小、特征、生产纲领和批量,一般可分为三种不同的生产类型,即单件小批生产、中批生产和大批大量生产。

生产类型不同,无论在生产组织、生产管理、车间布置,还是在毛坯、设备、工具、加工方法以及工人的熟练程度等各方面,要求均有所不同(见表 7-1)。所以,制订工艺规程时,必须考虑不同生产类型的特点和要求,以取得最大的经济效果。

三、基准

基准是确定零件或部件上某些点、线、面的位置时所依据的该零件上的点、线、面。在计算和测量某些点、线、面的位置尺寸时,基准就是计算和测量的起点。基准的概念只有在研究点、线、面之间相互位置关系的问题时才有意义。

在加工过程中,按不同的要求,选择哪些点、线、面作基准是直接影响工件表面间相互位

置精度的主要因素之一。

根据作用和应用场合的不同,基准可分为设计基准和工艺基准两类。

表 7-1 各种生产类型的特点和要求

	单 件 小 批 生 产	中 批 生 产	大 批、大 量 生 产
产 品 数 量	少	中 等	大 量
加 工 对 象	经常变换	周期性变换	固定不变
机床设备和布置	采用万能设备按机群布置	采用万能和专用设备, 按工 艺路线布置成流水线	广泛采用专用设备和自动生 产线
夹 具	非必要时不采用专用夹具和 特种工具	广泛使用专用夹具和特种工 具	广泛使用高效能专用夹具和 特种工具
刀 具 和 量 具	一般刀具和量具	专用刀具和量具	高效率专用刀具和量具
安 装 方 法	划线找正	部分划线找正	不需划线找正
工 作 性 质	根据测量进行试切加工	用调整法加工, 有时还可组 织成组加工	使用调整法自动化加工
零 件 互 换 性	钳工试配	普遍应用互换性, 同时保留 某些试配	全部互换, 某些精度较高的 配合件用配磨、配研、分组 选择装配, 不需钳工试配
毛 坯 制 造	木模造型和自由锻造	金属模造型和模锻	采用金属模机器造型、模锻、 压力铸造等高效率毛坯制 造方法
工人技术要求	高	中 等	一 般
工艺规程的要求	只编制简单的工艺过程卡片	除有较详细的工艺过程卡 外, 对重要零件的关键工 序需有详细说明的工序操 作卡	详细编制工艺规程和各种工 艺文件
生 产 率	低	中	高
成 本	高	中	低

1. 设计基准

零件图上确定其它点、线、面的位置所依据的那些点、线、面或其组合, 称为设计基准。

设计人员常从零件的工作条件和性能要求(当然也适当地考虑到加工的工艺性)出发, 在零件图上以设计基准为依据标出一定的尺寸或相互位置要求, 如不平行度、不垂直度、不

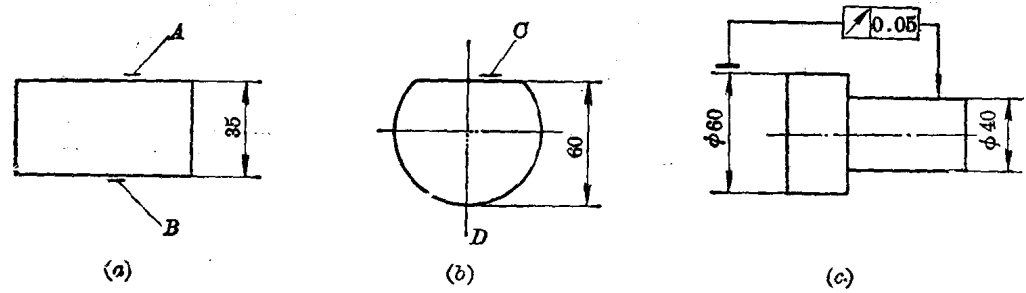


图 7-3 设计基准

同轴度等。如图 7-3 所示, 图 a 中 A 面与 B 面互为设计基准; 图 b 中 D 为平面 C 的设计基准; 图 c 中 $\phi 60$ 毫米的圆柱面为 $\phi 40$ 毫米圆柱面的设计基准。

对于整个零件来说, 有很多位置尺寸和位置关系的要求, 但在各个方向上往往只有一个主要设计基准, 而这个主要设计基准又往往就是在装配时用来确定该零件在产品中的位置所依据的基准。

2. 工艺基准

在制订零件的工艺过程时, 为了保证零件图上所规定的表面位置尺寸精度, 就需要研究、分析和选择在加工时所需要的各种工艺基准。

在机械加工中常用的工艺基准有工序基准、定位基准和测量基准。

(1) 工序基准

在工序卡(或其它的工艺文件)上, 用以标定被加工表面位置的点、线、面称为工序基准。所标定的加工面的位置尺寸叫做工序尺寸。

图 7-4 所示为钻孔工序的工序简图, 图 a 及 b 表示对被加工孔的工序基准的两种不同选择。工序基准不同, 工序尺寸也就因此不同。

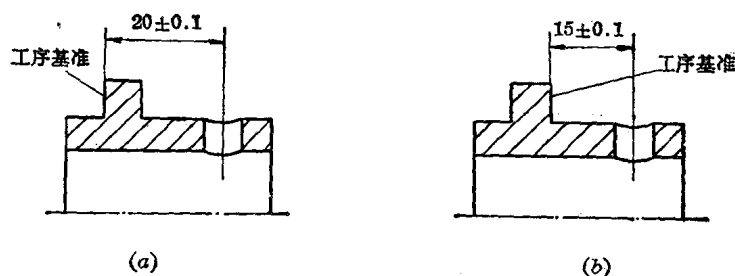


图 7-4 工序基准

(2) 定位基准

定位基准是工件上的一个或几个具体的面, 当工件在夹具(或直接在机床)上定位时, 它使工件在工序尺寸方向上相对刀具获得确定的位置。

图 7-5 所示为加工某工件的两个工序简图, 由于工序尺寸位置方向要求的不同, 因此作为定位基准的表面也就不同, 图 a 为底平面; 图 b 为内圆表面(以它来体现中心线作定位基准)及底平面。

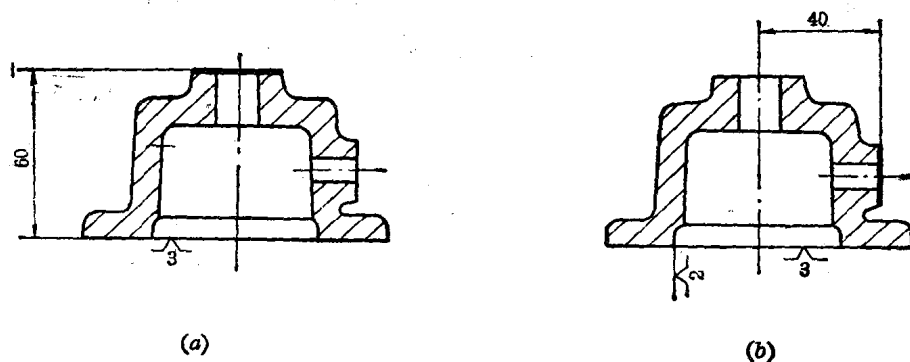


图 7-5 定位基准

(3) 测量基准

测量基准是据以测量被加工表面位置的某些点、线、面或其组合。图 7-6 所示为检验被加工平面的位置时的两种不同的测量基准。

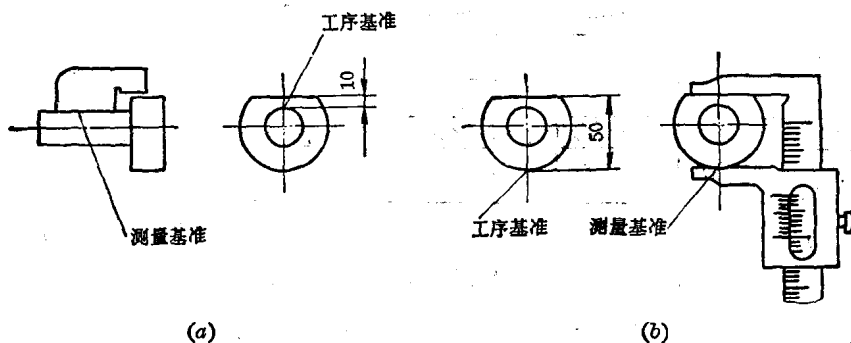


图 7-6 测量基准

3. 基准间的相互关系

一个表面的设计基准有时是不可能既作测量基准和工序基准又作定位基准的。也就是说，由于有些表面在加工时不容易做到四个基准(设计、工序、定位和测量基准)都重合。这对工艺人员来说，就提出了一个工艺基准如何选择的问题。而在研究这个问题之前，又应首先搞清楚各个基准间的相互关系。

(1) 工序基准与设计基准的关系

工序基准的功用是根据它来标定被加工表面的工序尺寸，因而它是工序尺寸检验的依据。

如图 7-7 所示，图 a 为零件简图，图 b 和 c 是在尺寸 $60_{-0.1}$ 已保证的前提下加工台阶表面的二种工序尺寸标注方案。若都选大底面作定位基准，则图 b 为工序基准与设计基准重合，图 c 为工序基准与定位基准重合。由于图 c 中工序基准不与设计基准重合，所以最终工序的工序尺寸 ($28_{-0.1}$ 毫米)就必须通过换算得到。为了保证设计尺寸 ($32_{+0.2}$ 毫米)合格，工序尺寸的公差就得比设计尺寸的公差小。按这种换算后得到的工序尺寸去检验工件，检出的废品有可能是假废品，还须通过设计尺寸的检验定出真正的废品。这样就增加了检验工作量。所以工序基准最好与设计基准重合，但在成批生产时，一般都采用定距装刀进行台阶面的加工。在调整刀具的过程中，必须检验刀具相对于工件定位面的位置尺寸。因此，工序简图上必须标注如图 7-7c 所示的工序尺寸。

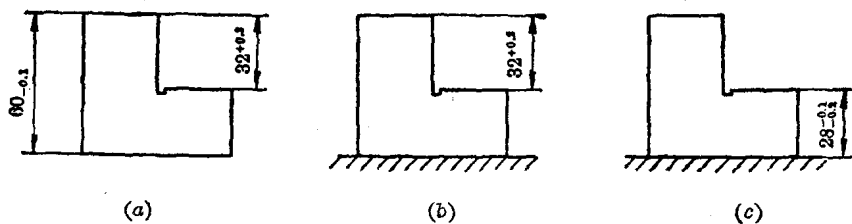


图 7-7 标注工序尺寸的不同方式

(2) 工序基准与定位基准的关系

在自动获得尺寸的精度时，定位基准与工序基准如果不重合，工序尺寸就将产生基准不

重合误差。其大小为定位基准与工序基准之间的尺寸误差。

如图 7-8 所示, 图 a 为钻孔(图 b)前的工序。而图 c、d、e 为钻孔工序的三种不同的轴向定位方案。

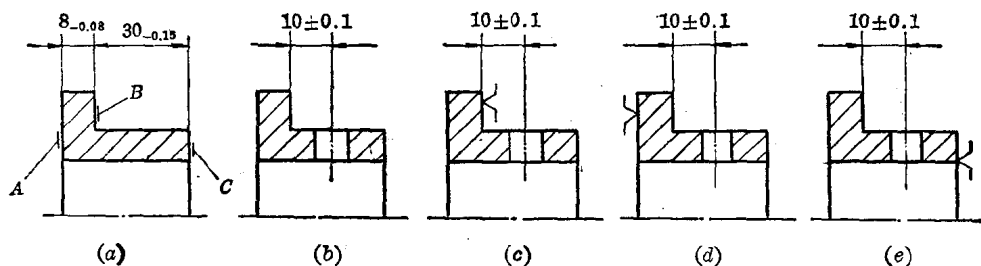


图 7-8 定位基准选择与基准不重合误差的产生

图 c 定位基准与工序基准重合, 没有基准不重合误差。

图 d、图 e 定位基准与工序基准都不重合。图 d 所示为钻孔时工件以 A 面在夹具中定位。对一批工件来说, 工序基准 B 相对定位基准 A 可能的变动量为基准不重合误差 0.08 毫米, 它将造成工序尺寸的变动。由图 7-9 的公差带分布可知工序尺寸的变动量为 0.12 毫米。

同理, 图 e 所示的基准不重合误差为 0.15 毫米, 比图 d 情形为大。

(3) 工序基准与测量基准的关系

工序尺寸都是要检验和测量的, 因此总希望工序基准与测量基准重合, 但有些工序尺寸如图 7-10 所示的两孔间的位置尺寸 L , 在加工时或加工后一般均不能用游标卡尺等万能量具直接量出。因而一般只能量 L_1 或 L_2 来间接确定 L 。这时工序基准与测量基准不重合。

由上可知, 基准不重合可有多种, 其中主要是工序基准与设计基准不重合, 工序基准与定位基准不重合。

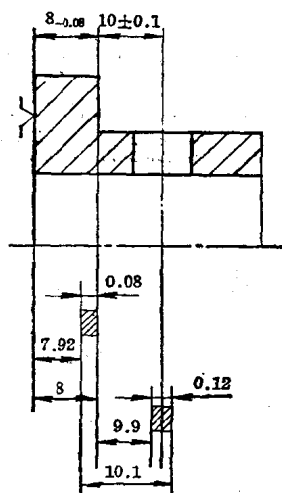


图 7-9 基准不符误差的影响

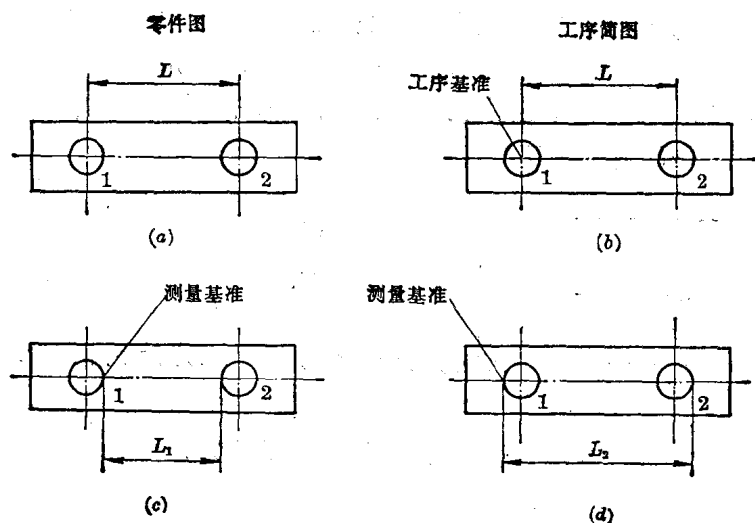


图 7-10 工序基准与测量基准的不重合

基准不重合的情形,对设计和工艺制订工作来说是不合理的。只要没有特殊的理由,应尽量使基准重合。

四、工艺尺寸链及其极值解法

图 7-11a 所示工件的平面 1 和 3 已经加工,平面 2 待加工,平面 3 为 2 的设计基准,设计尺寸为 $N \pm \delta_N/2$, δ_N 为 N 的公差。在实际生产中,为了便于安装和调整,往往选用平面 1 作定位基准,显然此时定位基准与设计基准不重合,尺寸 N 将有基准不重合误差,其值等于前道工序尺寸 $A_1 \pm \delta_1/2$ 的公差 δ_1 ,设平面 1 和 2 之间的尺寸为 $A_2 \pm \delta_2/2$,在这种情况下,尺寸 $N \pm \delta_N/2$ 是通过保证工序尺寸 $A_2 \pm \delta_2/2$ 来间接获得的。要问工序尺寸 A_2 的公差应该多大才能保证设计尺寸 $N \pm \delta_N/2$,这就需要

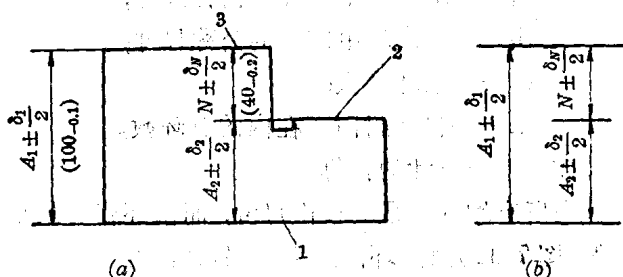


图 7-11 工艺尺寸链

需要进行尺寸及公差的换算。上述论述对于各尺寸上、下偏差不对称的情况也同样适用。为了换算尺寸及公差,就必须研究设计尺寸与工艺尺寸之间的相互关系。把有关尺寸首尾相接,连成一个尺寸封闭图,如图 7-11b 所示。这种尺寸封闭图,称为工艺尺寸链。

1. 尺寸链的组成

组成尺寸链的各个尺寸称为尺寸链的环,根据环的特点可分为封闭环和组成环。

在工艺尺寸链中,凡是按加工顺序间接获得的环即为封闭环,如图 7-11b 中的尺寸 N 。

尺寸链中除封闭环以外的其它环称为组成环,如图 7-11 中的 A_1 和 A_2 。

按其对于封闭环的影响性质分成增环和减环。在尺寸链中,当其余各环不变时,凡因其增大(或减小)而封闭环也相应增大(或减小)的组成环,称为增环。如 A_1 一般记为: $\bar{A}_1$ 。和增环概念相反,在尺寸链中,当其余各环不变时,凡因其增大(或减小)而使封闭环相应地减小(或增大)的组成环称为减环。如 A_2 一般记为: $\bar{A}_2$ 。

建立尺寸链时首先将本工序间接获得的尺寸定为封闭环,再从封闭环一端开始,顺序地画出有关的尺寸至封闭环的另一端,即得一封闭的尺寸链图。给封闭环任定一方向(画箭头),然后沿此方向依次环绕尺寸链,给每一组成尺寸画出箭头。用组成尺寸箭头所指的方向与封闭环箭头所指的方向相比较即可判断出是增环还是减环。箭头方向相反的为增环;相同的则为减环。

2. 尺寸链的计算

计算工艺尺寸链的方法,有极大极小法和概率法。目前工厂广泛采用极大极小法。概率法,用于自动化和半自动化生产中,或当尺寸链环数较多时。这里只介绍极大极小法。用极大极小法解尺寸链时,是以求最大误差代数和方法为基础的。即只考虑尺寸链各环尺寸的最大与最小极限值。

(1) 公称尺寸的计算

由于尺寸链具有封闭性,因此封闭环的公称尺寸应是组成环公称尺寸的代数和。如图 7-11 所示的尺寸链,其封闭环的公称尺寸和组成环的公称尺寸的关系式为:

$$N = \bar{A}_1 - \bar{A}_2$$

本例中 N 和 A_1 为已知,分别为 40 和 100,因此本工序的工序尺寸 A_2 的公称尺寸为:

$$A_2 = 100 - 40 = 60 \text{ 毫米}$$

当尺寸链中的增环和减环均不止一个时, 则各环公称尺寸间的关系式为:

$$N = \sum_{i=1}^m \bar{A}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_i \quad (7-1)$$

式中: N ——封闭环的公称尺寸;

$\bar{A}_i$ ——组成环中增环的公称尺寸;

$\bar{A}_i$ ——组成环中减环的公称尺寸;

m ——增环环数;

n ——包括封闭环在内的总环数。

(2) 极限尺寸的计算

当所有增环为最大极限尺寸, 而减环皆为最小极限尺寸时, 封闭环必为最大极限尺寸。

上例(图 7-11)封闭环的最大极限尺寸为:

$$N_{\max} = \bar{A}_{1\max} - \bar{A}_{2\min}$$

因 $\bar{A}_{1\max}$ 及 $N_{\max}$ 为已知, 将数值代入后即可求得工序尺寸 A_2 的最小极限尺寸为:

$$A_{2\min} = 100 - 40 = 60 \text{ 毫米}$$

当所有增环为最小极限尺寸, 而减环皆为最大极限尺寸时, 则封闭环必为最小极限尺寸,

$$N_{\min} = \bar{A}_{1\min} - \bar{A}_{2\max}$$

将已知值 $\bar{A}_{1\min}$ 及 $N_{\min}$ 代入后即可求得工序尺寸 A_2 的最大极限尺寸为:

$$A_{2\max} = 99.9 - 39.8 = 60.1 \text{ 毫米}$$

对一般的多环尺寸链, 各环极限尺寸间的关系式可写成:

$$N_{\max} = \sum_{i=1}^m \bar{A}_{i\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_{i\min} \quad (7-2)$$

$$N_{\min} = \sum_{i=1}^m \bar{A}_{i\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_{i\max} \quad (7-3)$$

(3) 上偏差和下偏差的计算

将式 7-2 的封闭环最大极限尺寸和式 7-3 的封闭环最小极限尺寸分别减去式 7-1 的封闭环公称尺寸, 即得封闭环的上偏差 ($B_s N$) 和下偏差 ($B_x N$):

$$\begin{aligned} B_s N &= N_{\max} - N = \left(\sum_{i=1}^m \bar{A}_{i\max} - \sum_{i=1}^m \bar{A}_i \right) - \left(\sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_{i\min} - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_i \right) \\ &= \sum_{i=1}^m B_s \bar{A}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} B_x \bar{A}_i \end{aligned} \quad (7-4)$$

$$\begin{aligned} B_x N &= N_{\min} - N = \left(\sum_{i=1}^m \bar{A}_{i\min} - \sum_{i=1}^m \bar{A}_i \right) - \left(\sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_{i\max} - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_i \right) \\ &= \sum_{i=1}^m B_x \bar{A}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} B_s \bar{A}_i \end{aligned} \quad (7-5)$$

即封闭环的上偏差等于所有增环上偏差之和减去所有减环下偏差之和。封闭环的下偏差等于所有增环下偏差之和减去所有减环上偏差之和。

据此, 可算出上例中工序尺寸 A_2 之上、下偏差为:

$$B_s A_2 = B_s A_1 - B_s N = -0.1 - (-0.2) = +0.1$$

$$B_x A_2 = B_x A_1 - B_x N = 0 - 0 = 0$$

这时 $A_2 \begin{smallmatrix} B_s A_2 \\ B_x A_2 \end{smallmatrix} = 60^{+0.1}$ 毫米。

(4) 公差或误差范围的计算

由式 7-4 减去式 7-5, 即得封闭环的公差:

$$\begin{aligned} \delta_N &= B_s N - B_x N = \left(\sum_{i=1}^m B_s \bar{A}_i - \sum_{i=1}^m B_x \bar{A}_i \right) + \left(\sum_{i=m+1}^{n-1} B_s \bar{A}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} B_x \bar{A}_i \right) \\ &= \sum_{i=1}^m \delta_i + \sum_{i=m+1}^{n-1} \delta_i = \sum_{i=1}^{n-1} \delta_i \end{aligned} \quad (7-6)$$

由式 7-6 可知, 封闭环的公差值 (δ_N) 等于各组成环公差值 (δ_i) 的总和。

如图 7-11 中加工平面 2 时的工序尺寸公差为:

$$\delta_2 = \delta_N - \delta_1 = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ 毫米}$$

当各环的实际误差量 (A_N 、 A_i) 不等于各环的公差量 (δ_N 、 δ_i) 时, 则

$$A_N = \sum_{i=1}^m A_i + \sum_{i=m+1}^{n-1} A_i = \sum_{i=1}^{n-1} A_i \quad (7-7)$$

即封闭环的误差量 (A_N) 等于各组成环误差量 (A_i) 的总和。

由上式可知, 为了减小封闭环的公差或误差量, 就应尽量减少组成环数, 这一原则通常称为“尺寸链最短原则”。

(5) 平均尺寸的计算

组成环的平均尺寸为:

$$A_M = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2} = A + \frac{B_s A + B_x A}{2}$$

封闭环的平均尺寸为:

$$N_M = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = N + \frac{B_s N + B_x N}{2} = \sum_{i=1}^m \bar{A}_{iM} - \sum_{i=m+1}^{n-1} \bar{A}_{iM} \quad (7-8)$$

即封闭环的平均尺寸 (N_M) 等于所有增环平均尺寸 ($\bar{A}_{iM}$) 之和减去所有减环平均尺寸 ($\bar{A}_{iM}$) 之和。

当计算出有关环的平均尺寸 (N_M 或 $\bar{A}_{iM}$ 、 $\bar{A}_{iM}$) 和公差值 (δ_N 或 δ_i) 以后, 应将各环的公差对平均尺寸作双向对称分布, 写成 $N_M \pm \frac{\delta_N}{2}$ 或 $A_{iM} \pm \frac{\delta_i}{2}$ 的形式, 以便于计算。也可根据加工、测量及调整方面的需要, 再改成具有整数公称尺寸和相应的上、下偏差的形式。

仍以图 7-11a 所示零件加工平面 2 为例:

$$A_{2M} = A_{1M} - N_M = \frac{100 + 99.9}{2} - \frac{40 + 39.8}{2} = 99.95 - 39.9 = 60.05 \text{ 毫米}$$

$$\delta_2 = 0.1 \text{ 毫米}$$

工序尺寸 A_2 可写成偏差对称分布的形式

$$A_{2M} \pm \frac{\delta_2}{2} = 60.05 \pm 0.05 \text{ 毫米}$$

(6) 平均偏差的计算

组成环的平均偏差为:

$$B_M A = \frac{B_s A + B_x A}{2}$$

封闭环的平均偏差为:

$$B_M N = \frac{B_s N + B_z N}{2} = \sum_{i=1}^m B_M \bar{A}_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} B_M \bar{A}_i \quad (7-9)$$

即封闭环的平均偏差 ($B_M N$) 等于所有增环的平均偏差 ($B_M \bar{A}_i$) 之和减去所有减环平均偏差 ($B_M \bar{A}_i$) 之和。

求算 $B_M A_i$ 或 $B_M N$, 主要是为了将尺寸 $A_i \frac{B_s A}{B_z A}$ 或 $N \frac{B_s N}{B_z N}$ 换注成 $A_{iM} \pm \frac{\delta_{A_i}}{2}$ 或 $N_M \pm \frac{\delta_N}{2}$ 形式。为此要求出 A_{iM} 或 N_M 值:

$$\left. \begin{aligned} A_{iM} &= A_i + B_M A_i \\ N_M &= N + B_M N \end{aligned} \right\} \quad (7-10)$$

在图 7-11 中

$$B_M A_1 = \frac{0 - 0.1}{2} = -0.05 \text{ 毫米}$$

$$B_M N = \frac{0 - 0.2}{2} = -0.1 \text{ 毫米}$$

代入式 7-9 得工序尺寸 A_2 的平均偏差为:

$$B_M A_2 = -0.05 - (-0.1) = 0.05 \text{ 毫米}$$

则

$$A_{2M} = 60 + 0.05 = 60.05 \text{ 毫米}$$

$$A_{2M} \pm \frac{\delta_2}{2} = 60.05 \pm \frac{0.1}{2} = 60^{+0.1} \text{ 毫米}$$

可见这与前面计算所得的结果是一致的。

§ 7-2 制订机械加工工艺规程的程序

零件机械加工工艺规程制订的最基本的原始资料是: 产品图纸、生产纲领和本厂有关该零件的加工设备、生产条件等方面的资料。有了这些原始资料并由生产纲领确定了生产类型和生产组织形式以后即可着手零件加工的工艺规程的制订。其内容和顺序如下:

一、零件图的审查

制订工艺规程时在不影响零件原设计性能和作用的前提下, 可以对零件结构形状、尺寸及技术条件作部分修改, 以改善其工艺性。但修改须征得设计人员的同意, 并经过一定的试验和批准手续。零件图的审查主要包括如下内容。

1. 零件技术要求的审查

零件的精度、光洁度越高, 就越难加工, 加工成本也越高。因此必须在了解机器工作性能的基础上, 审查所规定的技术要求是否合理。例如图 7-12 所示的汽车板弹簧和吊耳的对应侧面要求是不接触的, 所以吊耳两相对面的光洁度, 可由原设计的 $\nabla 5$ 降低到 $\nabla 3$, 这样就可以在铣削时增大进给量, 以提高生产率。

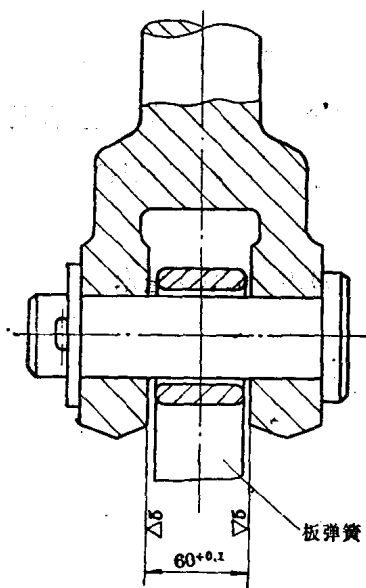


图 7-12 汽车板弹簧吊耳简图