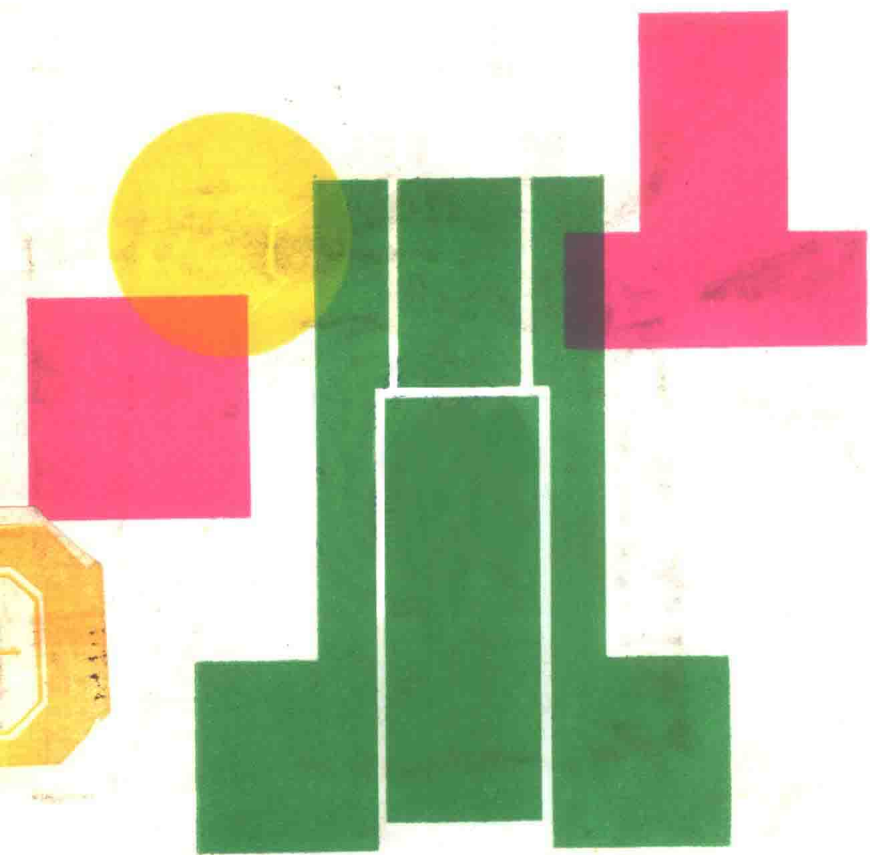


- 908147

工艺尺寸式 —— 工艺尺寸设计的新方法



王晓慧 编著

人民邮电出版社

工 艺 尺 寸 式

—工艺尺寸设计的新方法

王晓慧 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

在机械制造业的产品设计、机械加工以及技术测量中，经常会遇到工艺尺寸的计算问题。为了使繁琐的计算简单化，本书推出一种求解工艺尺寸的最新方法——工艺尺寸式。使用这种方法寻找工艺尺寸关系方便，不需画图，而且便于计算机辅助计算。

全书共三章。书中从理论上阐明了工艺尺寸式的原理，同时系统地介绍了应用工艺尺寸式的具体步骤以及它在各种不同情况下的具体应用。本书通俗易懂，便于掌握，适合从事产品设计、机械加工以及技术测量等工作的人员学习参考。

工 艺 尺 寸 式

——工艺尺寸设计的新方法

王晓慧 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京兴华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1989年4月 第一版
印张：2 16/32页数：40 1989年4月北京第1次印刷
字数：55千字 印数：1-3 500 册

ISBN7-115-03825-2/Z·142

定价：1.10 元

前 言

在机械制造业的产品设计、机械加工以及技术测量中，经常会碰到工艺尺寸计算问题，六十年代以前，我国机械制造工艺人员所采用的计算方法是工艺尺寸链法。然而，实践表明，在工艺尺寸关系复杂的情况下，用工艺尺寸链法不仅繁琐，而且常常出错，以致造成计算上的极大混乱。广大机械工艺师们迫切希望有一种比较科学、简便好用的计算方法，正是在这种要求下，本世纪五十年代，美国有人研究出用尺寸跟踪法计算工艺尺寸，目前这种方法已经在国内外推广应用。

与工艺尺寸链法相比，尺寸跟踪法具有寻找工艺尺寸关系比较方便等特点，但是这种方法仍需画图，在工艺尺寸关系复杂的情况下，仍然比较繁琐，而且稍有疏忽就会出错，一旦出错，整个计算过程就会前功尽弃。有时工艺师们确定一个曲轴的加工工序尺寸及公差时，需经反复多次才能完成，因而机械工艺师们希望有一种更加科学、更加简便的好方法，工艺尺寸式正是在这种情况下产生的。

工艺尺寸式是一种求解工序尺寸的最新方法，与以上两种方法相比，具有寻找工艺尺寸关系方便，毋需绘图，便于计算机辅助计算等特点。自刊物上发表这一方法以来，深受广大工艺师们的欢迎，他们迫切希望有详细的资料介绍这一方法。本书将从理论上阐明工艺尺寸式原理，同时系统地介绍应用工艺尺寸式的具体步骤以及它在各种不同情况下的具体应用，使它在生产实践中发挥更大的作用。

随着我国四化建设的蓬勃发展，为了提高产品质量和经济

效益，对工艺工作者提出了更高的要求。以往那种因使用工艺尺寸链经常出错而不计算工序尺寸，靠经验估计工序尺寸及公差的局面必须改变，相信工艺尺寸式法的推广应用一定会有助于改变这种局面。

本书由张洪森高级工程师审稿。

由于编者水平有限，谬误之处在所难免，希望读者批评指正。

编 者

1987年12月

目 录

第一章 工艺尺寸式概念	(1)
第一节 工艺尺寸的换算问题.....	(1)
第二节 工艺尺寸换算的方法.....	(2)
第三节 工艺尺寸式原理.....	(3)
第四节 查找工艺尺寸式的方法.....	(9)
第五节 工艺尺寸式计算公式.....	(11)
第二章 工艺尺寸式的计算	(15)
第一节 与保证设计尺寸有关的工 序尺寸换算.....	(15)
第二节 与余量有关的工艺尺寸换算.....	(21)
第三节 工序尺寸及公差、余量的 综合计算.....	(22)
第四节 曲轴工序尺寸及公差的确定.....	(38)
第五节 壳体类零件工序尺寸计算.....	(50)
第六节 计算机辅助计算工艺尺寸式.....	(55)
第三章 工艺尺寸式的其它应用	(59)
第一节 工艺尺寸式在形位公差 控制中的应用.....	(59)
第二节 工艺方案的优选.....	(68)
第三节 零件设计图纸的工艺审核.....	(70)

第一章 工艺尺寸式概念

工艺尺寸式和工艺尺寸链都是用来计算工艺尺寸的，但是由于工艺尺寸链（包括尺寸跟踪法）需要画图，在实际工作中应用不便，而工艺尺寸式则能以英文字母简明地、科学地表达工艺尺寸关系，因而就形成了一套有特色的使用简便的新方法，本章将介绍这种新方法的基本概念。

第一节 工艺尺寸的换算问题

一个机械零件是由毛坯经若干道机械加工工序加工而成的，每次机械加工都要切去一层金属，最后形成合格的零件。为了保证零件所要求的设计尺寸，确保每次加工都有合理的余量，就必须合理地控制每道工序的工序尺寸及公差，这是因为设计尺寸及余量的大小是由有关工序的工序尺寸及公差保证的。

有的设计尺寸可由一个工序尺寸直接保证，而有的设计尺寸则需要由两个或两个以上的工序尺寸间接保证，余量尺寸一般都由两个或两个以上的工序尺寸间接保证（靠火花磨削除外）。对于能由一个工序尺寸直接保证的设计尺寸来讲，只要这个工序尺寸公差等于或小于设计尺寸公差，则即可满足设计尺寸要求。但是对于由两个或两个以上的工序尺寸间接保证的设计尺寸（或余量）来讲，就必然要控制这两个或两个以上的工序尺寸及公差。这样就需要通过进行工艺尺寸的换算来合理地确定这两个或两个以上的工序尺寸及公差，以保证按所确定的工序尺寸及公差加工出来的零件能经济合理地满足设计尺寸

及公差的要求以及具有合理的余量。

第二节 工艺尺寸换算的方法

工艺尺寸换算的方法有工艺尺寸链法、尺寸跟踪法和工艺尺寸式法三种。

一、 工艺尺寸链法

这种方法是我国机械制造工艺人员传统使用的方法，在工艺尺寸关系较简单的情况下，用这种方法比较简单。

二、 尺寸跟踪法

在本世纪五十年代，美国就出现了用跟踪法在“公差图表”上进行公差的累积计算，以后又逐渐发展完善成现在的尺寸跟踪法，在我国，从六十年代起就有少数单位应用此法。此方法在工艺尺寸关系较复杂的情况下应用起来比工艺尺寸链方便。但是因为尺寸跟踪法需画出零件图及表格，因而在工艺尺寸关系较简单的情况下不宜采用此法。

以上两种方法都需画图，尤其是在工艺尺寸关系复杂的情况下，用尺寸跟踪法需在计算表上找出许多尺寸链。在查找尺寸链时，由于线条很多，也很容易造成混乱。而且在计算图表上没有现成的尺寸链，需在计算过程中临时查找，如果再要考虑有合适的加工余量，每个尺寸链在计算过程中都需要查找两次，所以用此方法需两次查找众多的尺寸链，工艺师们在计算工序尺寸及公差的过程中，自始至终得化费精力查找尺寸链，稍有疏忽，就会出错。

三、 工艺尺寸式法

工艺尺寸式法是一种最新的计算确定工序尺寸的方法，它的最大特点是不必画图，而用英文字母表示工艺尺寸关系。实践证明，用这种方法寻找工艺尺寸关系特别方便，不论工艺尺寸关系多么复杂，在一张表中都可以很方便地写出全部有关的工艺尺寸式。我们在计算工序尺寸时，可直接利用表中所列的工艺尺寸式，而不必在计算过程中再寻找工艺尺寸关系，因而可大大减少出错的机会，提高工作质量和效率，而且因为此法不需绘图，因而便于用计算机确定工序尺寸。

最近几年，我国一些单位已经开始应用工艺尺寸式法，并且普遍认为它是一种科学的方法，有使用推广价值。

不管是简单的工艺尺寸关系，还是复杂的工艺尺寸关系，用工艺尺寸式计算确定工序尺寸都很方便，因而用工艺尺寸式完全可以更新尺寸链法和尺寸跟踪法。

第三节 工艺尺寸式原理

一、 尺寸的表示方法

前面谈到，工艺尺寸式是用英文字母表示尺寸关系的，因此，我们在谈工艺尺寸式原理之前首先必须弄清楚如何用英文字母表示尺寸（包括设计尺寸，余量尺寸，工序尺寸）。

1. 工序尺寸的表示方法

图1-1为一零件图，我们用A、B、C、D等英文字母自左到右依次顺序地表示零件各端面，这里必须注意英文字母的顺

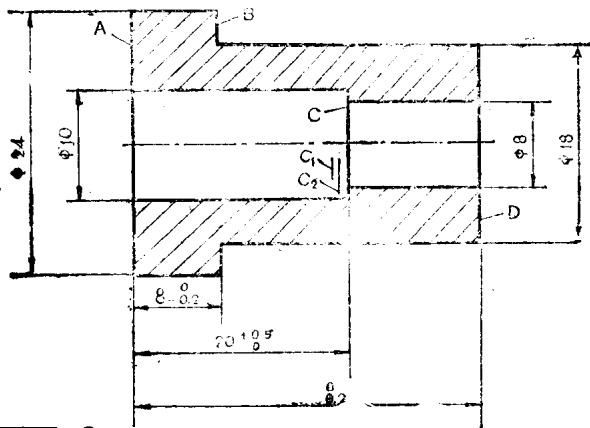
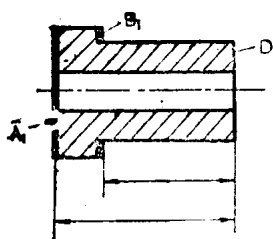
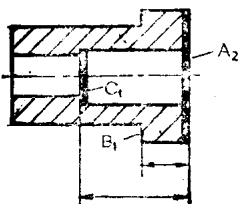


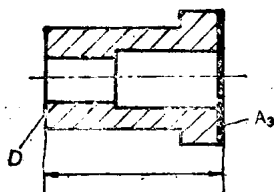
图1-1



工序 1



工序 2



工序 3

图1-2

序，否则就无法根据将要写出的工艺尺寸式来判别增段还是减段。

图1-2为加工图1-1零件的工序简图。从工序简图可以看出，零件的某些面分别经过几次加工，为了区别各次加工面，我们给英文字母加下脚标以区别各次加工面。第一次加工的面，相应英文字母下脚标1；第二次加工的面，相应英文字母下脚标2；以此类推，不加工面（毛坯面）无下脚标。例如 C_2 表示第二次加工

的C面, A_3 表示第三次加工的A面, B表示毛坯面等等。这样, 各毛坯面及经各次加工的面都有了确定的表示符号, 因而我们就可以用带下脚标(毛坯面不带下脚标)的英文字母组成的线段表示各工序尺寸。不过要注意, 对表示工序尺寸的两个字母, 第一个字母应为本次加工的基准面, 第二个字母应为本次加工面(这样写法符合我们的习惯), 这样我们就可以根据所写出的工序尺寸符号判别哪一个为基准面, 哪一个为加工面, 为以后寻找工艺尺寸式提供很大的方便。

由图1-2所示的工序简图可以看出, 各工序直接保证的工序尺寸为:

工序1: 加工A面和B面, 直接保证工序尺寸 DA_1 、 DB_1 。

工序2: 加工A面和C面, 直接保证工序尺寸 B_1A_2 、 A_2C_1 。

工序3: 加工A面, 直接保证工序尺寸 DA_3 。

2. 设计尺寸的表示方法

设计尺寸是工件加工完后自然得到的, 因而设计尺寸的两个对应面应为工件最后形成的两个面。例如图1-1中的设计尺寸 $20^{+0.5}$ 。用 A_3C_1 表示, 而不能用 A_2C_1 或 A_3C 表示; 这是因为 A_2 面及C面不是工件终加工形成的面; A_2 面在工序3中还需加工, C面在工序2中需加工。另外, 设计尺寸符号顺序也应和英文字母顺序相同, 否则, 增段和减段的性质就会搞反。例如上面的设计尺寸写成 A_3C_1 , 而不能写成 C_1A_3 。

3. 余量的表示方法

余量的表示方法和设计尺寸的表示方法类似, 但是表示余量尺寸符号的两个字母是相同的, 只是下脚标不同。和设计尺寸的表示方法一样, 余量尺寸符号第一个带下脚标的字母表

示的面应为在零件图中靠左端的面，余量尺寸符号第二个带下脚标的字母表示的面应为在零件图中靠右端的面。例如上例中加工 C_1 面时的余量尺寸符号为 C_1C_2 ，而不能为 C_2C_1 ，这是因为相对于零件图的位置， C_1 面靠左， C_2 面靠右（注意本例中 C 面并未经两次加工，这里只是举例）。再如加工 B 面时的余量尺寸符号为 B_1B ，因为相对于零件图的位置， B_1 面靠左， B 面（毛坯面）靠右。这里还需要强调，某个面靠左还是靠右是根据零件图放置的位置而定，千万不能以工序简图的位置为依据。

二、工艺尺寸式原理

在上面所举例子中，各工序直接保证的工序尺寸为 DA_1 、 DB_1 、 B_1A_2 、 A_2C_1 和 DA_3 。而要求保证的设计尺寸为 A_3B_1 、 A_3C_1 和 A_3D 。

比较设计尺寸和工序尺寸可知， A_3D 由工序尺寸 DA_3 直接保证， A_3B_1 和 A_3C_1 则不能由一个工序尺寸直接保证，它们由两个或两个以上的工序尺寸间接保证，那么，它们分别由哪些工序尺寸间接保证呢？下面我们通过设计尺寸 A_3C_1 有影响的工序尺寸的分析说明工艺尺寸式的原理。

显然，设计尺寸 A_3C_1 就是 A_3 面和 C_1 面之间的尺寸，而这两个面都是在加工过程中逐步形成的。对于这两个面，一旦一个面先被加工好，则这个面相对于工件其它面的尺寸则被确定；当加工另一个面时，一定是以这个面或其它面作为基准。因此，不管以哪一个面作为基准，加工另一个面时的工序尺寸都会影响 A_3 面和 C_1 面之间的尺寸。这就是说对于设计尺寸两个对应面，较后加工面的工序尺寸一定会影响这两个面之间的尺寸（即设计尺寸）。上例中，对于 A_3 面和 C_1 面， A_3 面后被加工，因此可以断定加工 A_3 面时的工序尺寸 DA_3 一定会影响

A_3 面和 C_1 面之间的尺寸（即设计尺寸 A_3C_1 ）。实际上， A_3 面和 C_1 面之间的尺寸是通过 A_3 面和D面之间的尺寸（即 DA_3 ）及D面和 C_1 面之间的尺寸来反映的。因此，除 DA_3 影响 A_3 面和 C_1 面之间的尺寸外，D面和 C_1 面之间的尺寸也会影响 A_3 面和 C_1 面之间的尺寸（设计尺寸 A_3C_1 ）。

同理，D面和 C_1 面之间的尺寸是由这两个面中较后加工面 C_1 的工序尺寸 A_2C_1 及 A_2 面和D面之间的尺寸决定。

以此类推， A_2 面和D面之间的尺寸由这两个面中较后加工面 A_2 的工序尺寸 B_1A_2 及 B_1 面和D面之间的尺寸决定。

B_1 面和D面之间的尺寸即是工序尺寸 DB_1 。

以上就是寻找与设计尺寸 A_3C_1 有关的工序尺寸的过程；实际上是有顺序地用直接保证的工序尺寸把间接保证的设计尺寸连接起来；连接的过程就是写工艺尺寸式的过程。

现在我们按顺序连接设计尺寸 A_3C_1 的两个面 A_3 和 C_1 。

$$A_3C_1 \rightarrow A_3 \dots\dots C_1 \quad \textcircled{1}$$

A_3 面和 C_1 面， A_3 面后被加工，因此加工 A_3 面的工序尺寸 DA_3 一定会影响设计尺寸 A_3C_1 ，我们把D写在 A_3 的后面，即

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots\dots C_1 \quad \textcircled{2}$$

②式表明，设计尺寸 A_3C_1 是由工序尺寸 DA_3 及D和 C_1 面之间的尺寸间接保证。

同理，对于D面和 C_1 面， C_1 面较后加工，因而加工 C_1 面的工序尺寸 A_2C_1 一定会影响设计尺寸，我们把 A_2 写在 C_1 的前面，即

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots\dots A_2C_1 \quad \textcircled{3}$$

③式表明，设计尺寸 A_3C_1 是由工序尺寸 DA_3 、 A_2C_1 及D面和 A_2 面之间的尺寸间接保证。

对于D面和 A_2 面， A_2 面后加工，工序尺寸为 B_1A_2 ，因而

把 B_1 写在 A_2 的前面，即

$$A_3C_1 \longrightarrow A_3D \dots\dots B_1A_2C_1 \quad (4)$$

④式表明，设计尺寸 A_3C_1 是由工序尺寸 DA_3 、 A_2C_1 、 B_1A_2 及D面和 B_1 面之间的尺寸间接保证的。

而D面和 B_1 面之间的尺寸由工序尺寸 DB_1 决定，因此可把D和 B_1 连接起来写，④式变为

$$A_3C_1 \longrightarrow A_3DB_1A_2C_1 \quad (5)$$

⑤式右端每相邻两个字母都构成一工序尺寸，它清楚地表达了间接保证的设计尺寸与直接保证的工序尺寸之间的关系，我们把这样的式子叫工艺尺寸式。

从工艺尺寸式 $A_3C_1 \longrightarrow A_3DB_1A_2C_1$ 可知，设计尺寸 A_3C_1 由工序尺寸 A_3D 、 DB_1 、 B_1A_2 和 A_2C_1 间接保证。我们把工艺尺寸式中的每个尺寸都看作一向量，并且规定零件图自左到右的方向为向量的正方向，则

$$\overrightarrow{A_3C_1} = \overrightarrow{A_3D} + \overleftarrow{DB_1} + \overleftarrow{B_1A_2} + \overrightarrow{A_2C_1}$$

把它写成代数和的形式即为

$$A_3C_1 = A_3D - DB_1 - B_1A_2 + A_2C_1$$

由此可以看到，在工艺尺寸式中，凡和英文字母顺序相同的工序尺寸增大（或减小）时都会引起间接保证的设计尺寸增大（或减小）；凡和英文字母顺序相反的工序尺寸增大（或减小）时都会引起间接保证的尺寸减小（或增大）。

工艺尺寸式中，左端为间接保证的尺寸，我们称这个间接保证的尺寸为封闭段，一个工艺尺寸式只有一个封闭段。工艺尺寸式的右端每相邻两个字母所构成的尺寸都是在加工中直接保证的，我们把它们都称为组成段，一个工艺尺寸式至少有两个组成段，上面工艺尺寸式 $A_3C_1 \longrightarrow A_3DB_1A_2C_1$ 中， A_3C_1 为封闭段， A_3D 、 DB_1 、 B_1A_2 和 A_2C_1 都为组成段。

在组成段中，按其対封闭段的影响性质，组成段又可分为增段和减段，在工艺尺寸式中，当其余组成段不变，凡因其增大（减小）而使封闭段也相应增大（减小）的组成段称增段；当其余组成段不变，凡因其增大（减小）而使封闭段减小（增大）的组成段称减段。

根据增段和减段的定义，我们很容易得到在工艺尺寸式中判别增段和减段的方法：在工艺尺寸式中，凡和英文字母顺序相同的组成段均为增段，凡和英文字母顺序相反的组成段均为减段。例如在工艺尺寸式 $A_3C_1 \rightarrow A_3DB_1A_2C_1$ 中， A_3D 、 A_2C_1 为增段， DB_1 、 B_1A_2 为减段。

第四节 查找工艺尺寸式的方法

查找工艺尺寸式实际上是用组成段的尺寸符号把封闭段对应的两个字母连接起来。从上节可知，只要按加工顺序由后向前把封闭段对应的两个字母连接起来即可。

例1 某零件加工时的工序尺寸按顺序为： DA_1 、 DB_1 、 B_1A_2 、 A_2C_1 和 DA_3 ，试找到以 A_3C_1 及 A_3B_1 为封闭段的工艺尺寸式。

解：

1. 找以 A_3C_1 为封闭段的工艺尺寸式

① 初写 $A_3C_1 \rightarrow A_3 \dots C_1$

② 由工序尺寸符号由后向前找第二个字母加工面是 A_3 或 C_1 的工序尺寸，我们首先找到了 DA_3 ，因而把 D 填入工艺尺寸式中，得 $A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots C_1$

③ 由工序尺寸符号再向前找第二个字母为 D 或 C_1 的工序尺寸，我们又找到了 A_2C_1 ，故把 A_2 填入工艺尺寸式，得

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots A_2C_1$$

④ 按此方法又找到 B_1A_2 ，把 B_1 填入工艺尺寸式，得

$$A_3C_1 \rightarrow A_3D \dots B_1A_2C_1$$

⑤ DB_1 为一工序尺寸，工艺尺寸式即完成

$$A_3C_1 \rightarrow A_3DB_1A_2C_1$$

2. 找以 A_3B_1 为封闭段的工艺尺寸式

① 初写 $A_3B_1 \rightarrow A_3 \dots B_1$

② 找到 DA_3

$$A_3B_1 \rightarrow A_3D \dots B_1$$

③ DB_1 为一工序尺寸，工艺尺寸式即完成

$$A_3B_1 \rightarrow A_3DB_1$$

图1-3为以上两个工艺尺寸式的寻找过程。

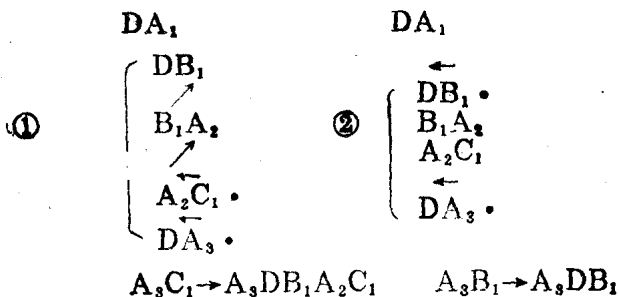


图 1-3

例2 某零件加工时的工序尺寸按顺序为： AE_1 、 AB_1 、 AC_1 、 E_1A_1 、 A_1D_1 、 D_1A_2 、 A_2B_2 和 E_1D_2 。试找到以 B_2D_2 、 A_2E_1 及 C_1E_1 为封闭段的工艺尺寸式。

解：

当我们掌握了工艺尺寸式的查找方法后，可直接根据工序

尺寸符号写出工艺尺寸式。

$A E_1$

$A B_1$

$A C_1$

$E_1 A_1$

$A_1 D_1$

$D_1 A_2$

$A_2 B_2$

$E_1 D_2$

$B_2 D_2 \rightarrow B_2 A_2 D_1 A_1 E_1 D_2$

$A_2 E_1 \rightarrow A_2 D_1 A_1 E_1$

$C_1 E_1 \rightarrow C_1 A E_1$

以余量为封闭段的工艺尺寸式也是同样的找法，只是要注意余量对应的两个面在零件图上的左右位置。例如本例中如 D_1 面靠左， D_2 面靠右，则以加工 D_1 面时的余量 $D_1 D_2$ 为封闭段的工艺尺寸式为 $D_1 D_2 \rightarrow D_1 A_1 E_1 D_2$ 。

第五节 工艺尺寸式计算公式

工艺尺寸式清楚地表达了封闭段和组成段之间的关系，在此基础上给出工艺尺寸式的计算公式，就可用工艺尺寸式法来计算确定工序尺寸及公差。

工艺尺寸式的计算公式和工艺尺寸链的计算公式一样，一般采用两种方法，一种为极值法，一种为概率法。目前生产中一般采用极值法。概率法主要用于大批量生产的自动化和半自动化方面，但是在工艺尺寸式的组成段段数较多时，即使生产批量不大，也以采用概率法为宜。