实用钣金工简易计算放样手册

王国君　主编

普及出版社

实用钣金工简易计算放样手册

王国君　　主编

科学普及出版社
·北　京·

图书在版编目（CIP）数据

实用钣金工简易计算放样手册　王国君主编．
—北京：科学普及出版社，1998.1
ISBN 7-110-04292-8

Ⅰ.实… Ⅱ.王… Ⅲ.钣金工-工艺学 Ⅳ.TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第14078号

科学普及出版社出版
北京海淀区白石桥路32号　邮政编码:100081
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
北京市迪鑫印刷厂印刷
*
开本:850毫米×1168毫米　1/32　印张:13.125　字数:363千字
1998年1月第1版　1998年1月第1次印刷
印数:1-5000册　定价:21.00元

内容提要

本书所介绍的钣金工简易计算放样法，是在积累多年现场实际工作经验的基础上，以相似原理为理论基础，用最简单的四则运算方法，改传统的按实样展开放样为简易计算放样的一种新方法。这种方法不仅具有许多鲜明而突出的优点，而且具有很高的实用价值。书中编列了8个大类、60多种常见结构形式钣金工件的简易计算放样模式，包括计算说明、配套数表、应用举例，以及典型展开图等，可据以完成任一规格尺寸工件的计算与放样。

本书对从事现场钣金工作具有指导意义。同时也不失为一本可供实用的设计手册与工具书。此外，还可供机械类制图教学参考，以及青工自学、培训使用。

主　　编　王国君
编　　者　王国君　夏敏亭　王　平

责任编辑　高纺云
封面设计　许文清
正文设计　李　伟
责任校对　孟华英
责任印制　李春利

前　言

本书介绍的是一种新的钣金工展开放样方法——简易计算放样法。倘若以最普通的大小头为例，那就只需短短几句话，即可使你对这种新方法有一个基本的了解，甚至能够很快很好地掌握，并应用到实际工作中去。

工作图样上的大小头必定标有3个已知尺寸：大端直径 D，小端直径 d，高 H，将它展开后是一个扇形。因此，只要有扇形的外弧半径 R、内弧半径 r、扇形角 θ 等另外的3个尺寸，就能直接下料放样了。这两组尺寸间可以用最简单的方式进行换算：

$$R = K \cdot D$$

$$r = K \cdot d$$

$$\theta = \frac{180^\circ}{K}$$

它们都只与同一个计算系数 K 有关。为此，只要根据已知条件先算出一个比值 $\frac{H}{D-d}$，就能根据书中所提供的数表查得 K。这就是用新方法对大小头（以及其它钣金工件）展开放样的全部过程。

与传统的按实样展开后放样的方法相比，这种新方法所显示的优点是十分鲜明而突出的：简单、实用、省时、省力、精确、规范，对场地条件要求相对较小，对工作人员的技术水平也要求不高等等。实际上，其中还隐含着一些同样具有重要意义的方面，就是它能解决任一规格尺寸工件的放样，有助于组织各类制件的系列化、标准化生产。

在这本书里，分8大类型给出了60多种常见结构形式钣金工件的简易计算放样模式，基本上能满足现场实际工作的需要。每种模式都包括有计算说明、配套数表、应用举例，以及基本与举例成比例关系的典型展开图。此外，还就使用中所涉及的板厚处理、加工余量等一些应注意的问题，作了系统的说明，使其具有很高的实用

价值。

简易计算放样的理论基础，是工程上所广泛应用的相似原理。书中还用一定篇幅，具体地阐明了相似理论在解决立体制件转换成纯粹平面几何图形过程中的重要作用，以利读者对新方法有更深刻的了解和更深入的研究。

参加本书编写的还有夏敏亭、王平。部分数表在定稿时，请彭泽平用微机作了数据处理。本书成文前，曾蒙原安徽铜陵发电厂锅炉分场的刘方琪、宇志豪等师傅们，将本人早期编制的几款简易计算放样模式应用于实际工作中。由原安徽淮北发电厂总工程师倪安华为首的专家小组曾就本书的主要内容，以论文答辩方式进行了集体审阅。在此，对以上已提及的和未能一一提及的许多同志，谨表诚挚的谢意。

由于受编者本人水平的限制，书中不完善之处在所难免，敬请广大读者，特别是从事钣金工作的师傅们、专家们批评指正。

编 者

1997 年 8 月

目　录

第一章　钣金工简易计算放样法简介

第一节　传统的按实样展开放样法及其弊端

制作钣金工件必定要先进行展开放样(又称放大样,落样等)。传统的按实样展开放样方法首先要求工作人员熟练地掌握展开的基本原理,掌握各种求取线段实长的基本方法,并能根据钣金工件的结构特点选定合理的展开方法。在具体的展开放样过程中,则包含了这样几个必不可少的重要步骤:首先是参照给定的钣金工件的工作图样,在放样现场抄画出比例为1:1的实样图;其次是在实样图的基础上,通过添加辅助图形和线条,以便求出全部有关线段的实长;最后是按一系列的实长线段画出相应的展开图。以较为典型的“大小头”为例,其展开放样过程中的几个重要环节(见图1-1)。

在展开放样过程中,除偶尔涉及到需计算个别尺寸(如圆管的圆周长)外,几乎都不再考虑也不需要具体的尺寸数字。所谓线段实长,只是指线段两个端点的连线距离,只需用圆规(或两脚规)量截,如图1-1中的R_1、R_2,标出它们的尺寸显然已无必要。即使是对于圆弧的弧长,也是通过将其等分成若干段后,以分段的弦长代替弧长的近似方法,来解决圆规不能量取两端点间弧长的问题,如图1-1中的r_o。为了减少弦长代替弧长的误差,只能借助增加圆弧分段的段数,如在图1-1中,是将展开后的扇形弧长等分为12段解决的。

有的书籍曾介绍过用公式计算线段实长的方法,来简化展开放样过程,但未见普遍使用,究其原因,首先是仅仅例举了若干种最简单的钣金工件展开计算方法,根本无法解决现场多种多样的实际问题。从这个意义上来讲,依然是局限于对展开基本原理的讨论,说明

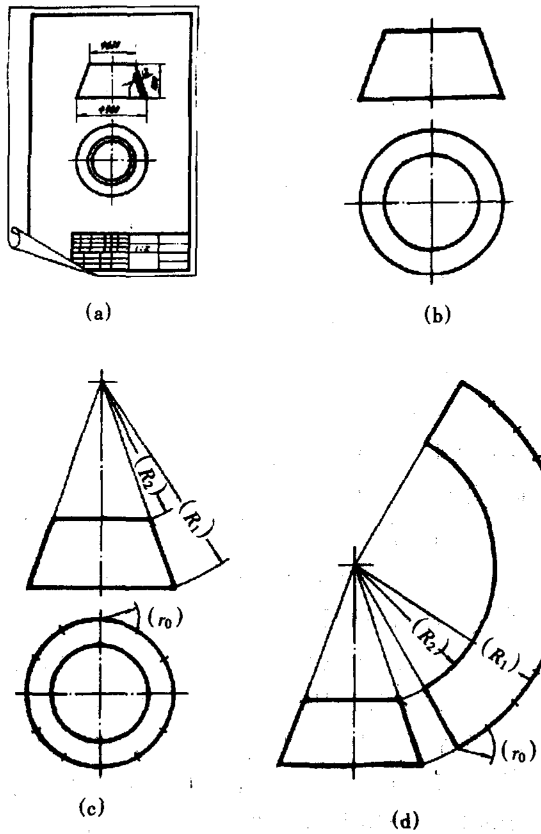

图 1－1　传统的大小头展开放样过程示意图

(a)工作图样；(b)比例为 1:1 的实样图；

(c)求取线段实长；(d)画出展开图形

线段实长是可以用计算的方法得到的。其次是计算所用的公式繁多,涉及三角函数、勾股定理、指数运算、解斜三角形等,在现场条件下进行运算颇为不便。例如,计算一个最基本的圆管端部斜截都需10个左右公式做好几十步运算,其过程相当繁复。实践表明,这种用常规方式进行展开计算以求得线段实长的方法并不能真正简化展开放样过程,以至长期以来现场普遍使用的仍是传统的按实样展开

放样法。

然而，稍微分析一下传统的钣金工展开放样过程中的几个主要环节，便不难发现其中有不少弊端：

1. 现场条件的制约

展开放样过程的第一个重要环节是画实样图。实样图与工件的工作图一样，同属视图范畴，要求严格遵循正投影的原理与方法画出，而且比例必须为1:1。现场条件下往往是以工作台，甚至地面充当图板的，但是很难获得与之相应的丁字尺、三角板，这无疑给投影作图全过程带来了麻烦。

大型钣金工件的实样图和展开图都很“大”，现场是否具有足够的面积容纳也是必须考虑的。需要特别指出的是，在这片面积里至少应保持平整，宜于划线。例如，要制作一个管径为1m的虾腰弯管，供展开放样用的工作现场面积约需$20m^2$，且其中一边长不得小于6m，这样才能作为图板容纳下比例均为1:1的实样图和展开图。

2. 误差较大，影响成品质量

作图过程中出现各种误差总是难以避免的。除了尺寸(含角度)度量，线段截取，划线本身等固有的误差外，问题最大的是几何图形的形状误差，如不垂直，不平行，不“方”不圆图形歪曲变形，以及上面提到的以弦长代弧长等。这类误差在现场作图过程中最易发生，且影响较大。如1m长的线段垂直度(或平行度)偏差1°，在其一端就会造成17.5mm的偏差。而国家标准规定直径为1.5m以下的管类端部安装用焊接口接头倾斜仅1mm。

由于展开过程各道环节紧紧相扣，前道环节的误差必定要叠加到后道环节中去，这就表明，我们最终所得到的用于下料的展开图形，实质上已包含了放样全过程的积累误差。虽然误差有正有负，叠加后有可能反而抵消去一些，但是，解决工程中的具体问题是不应该侥幸于这种“可能”的。

积累误差较大的展开图形难以正确成型。即使能勉强成型的，也将直接影响工件的成品质量，会给工件在设备或系统中的安装带来问题。有的还会引起工作介质在其中流动时产生额外的阻力，增

大设备或系统的能耗。

3. 费工费时费力，工作效率低

展开放样过程的最终目的是得到展开图。而实样图和各线段实长的求取都是为画展开图所做的准备工作，并不能直接用于下料，一旦有了展开图，那么实样图和求取各有关线段实长时所添加的辅助图形便都失去了意义。问题是画实样图和求取线段实长所耗用的工时很多，几乎都超过了纯粹画展开图所耗用的工时。从下料意义上来讲，全部展开放样过程所耗用的工时数中，仅仅只有不到一半的纯粹画展开图所耗用工时数才是真正有价值的，意味着其工作效率的低下。

技术水平高的钣金工，虽然能够正确进行复杂程度较高的展开放样，同时使展开放样过程中各个环节产生的各种误差较小，完成这一过程所用总工时也较少。但是，却不能改变这种传统放样方法工作效率低下的固有弊端。

那么，如果有一种新的放样法，能够不经过传统放样方法中的展开过程，直接根据工件的工作图样画出展开图，也就是不必画出放样图，也不必添加辅助图样来求取一系列线段实长，“一步到位”，直接按尺寸画成展开图，这就要借助于计算。繁复的计算不适宜于现场应用，这就要寻求最简易的计算方法。只有将“计算”和“简易”有机地结合起来，才能成为替代传统展开放样方法的一种新方法，才能得到推广普及和实际应用，这种新方法就是本书向你介绍的——钣金工简易计算放样法。

第二节　什么是钣金工简易计算展开法

钣金工简易计算放样法是根据相似原理，以计算代替展开，以最简单的计算方法求得线段实长，一次性地将工作图尺寸换算成展开图尺寸，并画出直接用于下料的展开图的钣金工放样新方法。这种新方法是由作者在长期现场工作实践的基础上，逐步形成、发展起来的，稍经整理后又在现场推广使用，反复比较，确认具有一系列独特

优点，完全可以取代传统的钣金工展开放样法。

这一新方法的理论依据是相似原理，读者可从本书第三章中了解并作更深入的探讨。新方法的主要手段是作简易计算。简易计算是相对于常规计算而言的，我们先来看看常规计算是怎么回事。为使讨论方便，我们将工件工作图样中的尺寸称为“视图尺寸”，将展开图中的尺寸称为“展开尺寸”，显然，视图尺寸不等于展开尺寸（个别情况除外，如矩形截面的长与宽，既是视图尺寸，又是展开尺寸），这是因为视图尺寸是立体的工件的投影尺寸，而展开尺寸是指该立体展开成平面后的各有关线段实长。将工件中有限的几个立体的投影尺寸转换成平面的一系列的实长（尺寸），除了运用传统的展开方法外，当然还可以通过计算，但是常规的计算过程和各种公式都十分繁复，稍有不慎还会造成“张冠李戴”那样的错误。例如圆管斜截，工作图上只有两个视图尺寸，一是管径，一是斜截角；展开后除圆周长外，还有一组表示各素线实长的展开尺寸，视圆周分段情况，这组展开尺寸将有 12、16、24、……个之多。每根素线的实长都是用相同的方法、步骤和公式进行计算，都要算好几步，区别仅是该素线所在圆周位置上的圆心角的三角函数值不同。前一步骤数据有误，则步步有误，一直误到最终的展开图。显然，这种常规的计算方法绝不能称为简易计算，这也是常规计算方法不适宜现场使用的主要原因。

所谓简易计算，规定这样两点：一是计算步骤少，要求一步完成一个展开尺寸；二是计算方法简单，要求简单到只含加、减、乘、除最基本的四则运算，而不能有指数（如乘方与开方）、三角函数及反三角函数、对数等的运算。要同时满足这两点，只能借助于“计算系数”。例如，圆管圆周长 C 的计算本身即已同时具备了这两个条件：

$$C=\pi\cdot D$$

式中，D 为圆管直径，展开计算时应以“中性层直径”代入，以避免管壁厚度影响，这方面的问题请见本章第三节。

π 为圆周率。这是一个“无理数”，在不影响计算精确度的情况下，我们取至小数点后四位，即 $\pi=3.1416$。其实，π 在这里就是一个计算系数。

计算系数在本书中均用代号“K”表示。一个展开图上有多个计算系数时，以阿拉伯数字为序作下角码来区别，如 K_1、K_2、K_3、……，上面所举例的圆管斜截展开，各不同位置的素线实长 F 计算公式依序就成为：

$$F_1 = K_1 \cdot D$$

$$F_2 = K_2 \cdot D$$

$$F_3 = K_3 \cdot D$$

……

这就是简易计算的典型形式，而且，无疑已是最简形式了。

计算系数 K 的个数，以及 K 值的具体大小，不像圆周率 π 为一常数那样简单。前者由钣金工件的结构特点和圆周等分情况所决定，后者则完全取决于视图尺寸。这个问题是用“数表”来解决的。因此，钣金工简易计算放样法最显著的特点是，每一种结构形式的钣金工件都附有一套相应的数表，供查取计算系数 K 值用，详见第二章各节。

数表是根据相似原理编制而成的，适用于与之相应的结构形式钣金工件的展开计算。不论工件的规格尺寸变化有多大，都查同一个数表，当然规格尺寸变化后，查得的计算系数 K 值会随之发生变化。然而，由于运用了相似原理，使得具有相似关系的不同规格工件具有相同的计算系数 K 值。因此，在查取数表时，不是直接用视图尺寸的大小去查，而是用一个(或两个)特定的相似准则数去查，这是最为重要的。

相似准则数的形式多样，例如圆管斜截时的斜截角用 α 就是一个相似准则数，不论管子直径 D 多大，只要它们的斜截角 α 相同，都应把它们看作是相似的，一系列的各个计算系数 K 值也都应分别相同；但若 α 变了，哪怕是变化仅仅只有 1°，2°，一系列的 K 值都会随之相应变动。大多数钣金工件的相似准则数是某几个投影尺寸的比值。例如，对正圆锥而言，它的相似准则为锥高 H 与锥底直径 D 的比值 $\frac{H}{D}$；而对大小头而言，其相似准则则为高度 H 与大、小两端直径

D、d 之差的比值$\frac{H}{D-d}$。此外还需说明的是，有的计算系数 K 与相似准则数的关系是单一的，也就是只需一个相似准则数即可查出 K 值；而有的计算系数 K 值却需两个相似准则数方可查出，这取决于钣金工件的结构形式。例如，上面举例提到过的圆管斜截、正圆锥和大小头等，都只有一个相似准则数；而像螺旋叶片等，则有两个或多个相似准则数。

数表的查阅方法比较简单，这里不作详细叙述。然而由于数表的排列不能很细（否则将导致数表的篇幅十分庞大），所以像通常的做法那样，在查表时往往经常要运用“内插法”来弥补。

内插法的实质是对表列值的差值进行比例折算，也就是插入计算。例如，根据相似准则数——比值$\frac{B}{A}$从数表 2－1 中查取计算系数 K 值时，能查得：

$\frac{B}{A}=0.54$ 时，$K=1.1365$，

$\frac{B}{A}=0.55$ 时，$K=1.1413$，

但实际所需的是$\frac{B}{A}=0.5418$ 时的 K 值，此时就要用到内插法。

本例中，已知表列比值$\frac{B}{A}$相差$(0.55-0.54)=0.01$ 时，K 值相差为$(1.1413-1.1365)=0.0048$，那么，当比值相差$(0.5418-0.54)=0.0018$ 时，K 值应按比例相差 $0.0048\times\frac{0.0018}{0.01}=0.0009$。将此差值计入表列$\frac{B}{A}$为 0.54 时的 K 值 1.1365 中即可。这样就可以得到比值$\frac{B}{A}=0.5418$ 时的 K 值为$(1.1365+0.0009)=1.1374$。若将其写成完整的数学计算式，则为：

$$1.1365+\left[(1.1413-1.1365)\times\frac{(0.5418-0.54)}{(0.55-0.54)}\right]=1.1374$$

内插计算的通式为：

$$K_{内插}=K_{前项}+\left[(K_{后项}-K_{前项})\times\frac{(X_{内插}-X_{前项})}{(X_{后项}-X_{前项})}\right]$$

式中，X 为相似准则数（比值或其它数）。

从这个计算式来看，内插计算似乎比较复杂，但是从其实质是插入比例计算来理解，通常不必通过列成这样的算式来求得内插值。特别是当数字比较简单或者有规律时，往往直接用心算或简单笔算便可解决。例如，要得到比值为 $\frac{B}{A}=0.545$ 时的 K 值，心算或笔算 $\frac{1.1365+1.1413}{2}=1.1389$ 即成。

在运用内插法时，要注意以下几个问题：

1. 内插值的精确度

为确保简易计算放样法有足够高的精确度，本书编列的各个数表中，计算系数 K 的有效数字都达到小数点后四位。内插计算得到的 K 值也应该通过"四舍五入"的方法，使其有效数字达到小数点后四位。

2. 注意 K 值的变化规律

表列 K 值有的是递增的，随相似准则数的增大而增大，此时，内插的差值应加入前项 K 值中。例如，以上所举例的 K 值随比值 $\frac{B}{A}$ 增大而增大时，差值 0.0009 是加入前项 K 值 1.1365 中去的。

若表列 K 值为递减的，即随相似准则数的增大而减小时，则应在前项 K 值中减去差值。例如，当按比值 $\frac{d}{D}=0.843$ 从数表 2－18 中查取 K_2 值时，能查得：

$\frac{d}{D}=0.84$ 时，$K_2=0.4738$，

$\frac{d}{D}=0.85$ 时，$K_2=0.4732$，

即比值 $\frac{d}{D}$ 差 0.01 时，K_2 值差 0.0006；现比值 $\frac{d}{D}$ 差为 0.003 时，K_2 的