

板金工展开程序计算

王扬平 编著

冶金工业出版社

钣金工展开程序计算

王扬平 编著

(京) 新登字036号

图书在版编目 (CIP) 数据

板金工展开程序计算 / 王扬平编著. - 北京: 冶金工业出版社, 1994. 11

ISBN 7-5024-1549-1

I. 板… II. 王… III. 板金冲压 - 展开 (数学) - 平面图 - 计算机辅助技术 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 06716 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

河北省阜城县印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1994 年 9 月第 1 版, 1994 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/32, 77625 印张; 166 千字; 234 页; 1—4000 册

10.00 元

前 言

从参加工作以来，我跟随中国二十冶钢结构制造总厂（原二十冶金属制品厂）转战全国各地，参加了上海宝山钢铁总厂的初轧、冷轧及热轧厂钢结构制造，原航空航天部导弹发射试验塔架制做，太原钢铁公司的 1350m³ 高炉制做，哈尔滨锅炉厂及东方锅炉厂的锅炉框架制做等工程。在实践的基础上总结出了一套板金下料方法，并结合计算器的程序功能，总结出本书所阐述的程序计算展开方法，以献给从事板金工作的同行们。

物体展开，是按照物体的形成规律，将物体表面依次毗连地画在平面上。展开的过程，实质上就是求物体表面实长的过程。过去的展开往往是重复地进行手工操作，因此，展开图的累计误差是难免的。本书采用了计算器的特殊功能——复杂公式的存贮，预编程序计算实长线，然后做展开图（样板）。普通程序的计算器就可应用，如有较高级的计算器或计算机则更为方便。这种方法不同于分步计算展开法，因为分步计算有时离不开查表计算，耗时费神，很难保证一次计算正确。而程序计算方法，只要所编程序正确，完全可以避免出错的可能性，其输入变量也非常简单。只是展开素线的序号，想要计算哪条素线的实长，就输入哪条素线的序号。计算展开的顺序为：预编程序计算实长线——做展开图（样板）。它基本上取代了传统的“放样——求结合线——求实长线——做展开图（样板）”的前三步，避免了累计误差的形成，仅有一次性误差。这种方法作图速度快，精度较高；同

时要求场地简单，尤其是在大型构件展开，或因放样场地狭小受到限制时，其优越性更是明显。

本书除计算展开方法外，还介绍了不可展曲面体的压延胎具和压延后的二次下料胎具的制做，便于铆工装配使用。附录中列出了几种常见计算器的程序功能键，以供读者选购计算器时参考，同时便于持不同计算器的读者参照使用。另外，本书虽然介绍的是板金计算展开，但此方法同时也适应于塑胶板、木板、纸板和皮革等平面板材类的展开下料，只是加工方法及连接形式不同而已。

顺便说明，本书不是各种展开图的汇集，而是通过列举中国二十冶钢结构制造总厂在近年来所承揽的各项工程中具有代表性结构制作的实例，来叙述计算展开的基本原理和程序计算规律（实例均已实样验证），以便读者触类旁通，举一反三，将程序计算展开方法应用到现代工业的各个领域。

本书初稿完成后，曾征求姜少俊、王海水、徐仁彪和赵晓宾等同志的意见，并作了局部修改。全书由刘绍义总工程师审阅。在出版过程中得到了中国二十冶钢结构制造总厂厂长于宙、刘绍义同志的大力支持及各级领导的协助，在此一并表示感谢。

因编者水平有限，不妥之处在所难免，希望读者批评指正。

编 者

于河北省沙河市

1994年1月

目 录

第一章 计算下料的基本知识	
第一节 计算器的使用	1
一、多路存储器特征.....	1
二、复杂公式的保存.....	2
三、如何存公式.....	3
四、如何使用公式.....	4
五、如何清除公式.....	4
六、复杂公式的存储.....	4
七、精确记数法.....	7
八、程序步.....	9
九、错误.....	9
十、错误的处理.....	9
第二节 下料基础——放样	10
第三节 常用几何线、图形的画法	11
一、中垂线——线段垂直平分线 (图 1—2a)	11
二、利用圆周角画直角 (图 1—2b)	12
三、利用平行四边形法画矩形.....	12
四、黄金分割法.....	14
五、平行线组割线段.....	15
六、等分圆弧、等分圆周.....	16
七、圆周等分素线的等分点的相对位置.....	18

八、求梯形顶点高度	20
九、渐开线	21
第四节 线、弧间的连接	23
一、圆弧与圆弧的连接	23
二、弧、线的连接	23
三、直线间的圆弧连接	24
四、不规则曲线的“平行线”	24
第五节 圆锥曲线、直线	25
一、圆	26
二、椭圆	27
三、抛物线	30
四、双曲线	31
五、直线	32
第二章 展开的几种方法	37
第一节 平行线法	37
一、平面斜截圆管的展开 (图 2-1)	38
二、圆管一端被平面斜截, 一端被圆柱面截 切的柱侧面展开 (图 2-2)	39
第二节 实长线的求法	41
一、直角三角形法	42
二、旋转法	43
第三节 三角形展开法	46
第四节 放射线展开法	48
第五节 中性层及自然坡口	50
一、中性层	50
二、自然坡口	51

第六节 如何利用三视图	52
第三章 结合线的求法	54
第一节 公切球定理	54
第二节 共圆定理	55
第三节 素线法	57
一、素线法原理	57
二、素线计算法	57
第四节 纬线法	58
第五节 辅助切面法	60
第六节 辅助球面法	65
第四章 工程实例	77
第一节 可展曲面立体	77
例 1 垂直管三通(偏心)展开	78
例 2 偏心斜交三通管展开	79
例 3 弯头的计算展开	81
例 4 带补料的等径三通展开	83
例 5 带补料的斜交三通展开	85
例 6 铅垂管插圆锥台展开	86
例 7 倾斜相交插管——太原钢铁公司 1350m ³ 高炉下降管展开	90
例 8 偏心插管展开——太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统的热风炉烟道支管的计算展开	92
例 9 偏心插管加强圈——太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统热风炉烟道管加强圈 展开	93
例 10 直管插锥台——太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统上升管展开	96

例 11	铅垂管插圆锥展开.....	105
例 12	弯头实角及串心差的求法——太原钢铁 公司 1350m ³ 高炉下降管展开.....	106
例 13	任意角度的弯头展开.....	108
例 14	水平管插(斜)圆锥展开.....	109
例 15	铅垂管插斜圆锥展开.....	112
例 16	圆管插球展开.....	114
例 17	斜圆锥的计算展开.....	115
例 18	斜圆锥台的计算展开.....	117
例 19	圆台的计算展开与计算程序.....	120
例 20	太原钢铁公司 1350m ³ 高炉炉壳计算展开.....	124
例 21	太原钢铁公司 1350m ³ 高炉炉顶检修法 兰加强圈的计算展开.....	126
例 22	“天圆地方”——方圆管变形接头展开.....	132
例 23	平面斜截圆锥台求实长.....	135
例 24	渐缩弯头的计算展开.....	136
例 25	扭转 90° 的管接头展开.....	141
例 26	锥管插圆管展开.....	143
例 27	斜锥组合式漏斗的计算展开.....	152
例 28	斜圆锥展开扇形的角度计算.....	157
第二节	不可展曲面体.....	159
例 29	圆柱螺旋面展开.....	159
例 30	阿基米德螺线长度计算.....	161
例 31	圆锥台螺旋面的计算展开.....	163
例 32	斜螺旋面的计算展开.....	166
例 33	环状螺旋切线面的计算展开.....	167

例 34	螺旋切线面计算展开.....	169
例 35	球瓣的计算展开.....	172
例 36	涉县 6985 天津铁厂 3 号高炉热风炉炉帽 展开	174
例 37	椭圆封头的计算展开.....	177
例 38	太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统热风炉 “S”形弯的计算展开.....	178
例 39	“S”形压延胎具的制做及二次号料胎具 的制做.....	182
例 40	太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统热风炉 炉帽的计算展开	185
例 41	太原钢铁公司 1350m ³ 高炉系统除尘器 变径过渡带的二次下料胎具的展开.....	189
例 42	天津铁厂 10000m ³ 湿式煤气柜螺旋轨道 胎具的制做.....	194
例 43	以相切圆弧线为母线的旋转体的计算展开...	197
第三节	平面立体.....	201
例 44	渐缩方管接头 (俗称方漏斗) 的展开.....	201
例 45	“斜口方漏斗”的展开.....	204
例 46	扭转口“方漏斗”的展开.....	208
例 47	垂直口“方漏斗”的展开.....	208
例 48	方管插圆锥展开.....	211
例 49	正方漏斗插圆管展开.....	214
例 50	方管插球展开.....	216
例 51	工字钢插圆台展开.....	218
例 52	槽钢螺旋梯的下料.....	221
例 53	角钢切角计算.....	223

例 54	型钢节点计算	225
例 55	支撑节点计算	227
附录一	常见计算器预编程序功能键对照表	232
附录二	JNNEC-512 型计算器示图	234

第一章 计算下料的基本知识

第一节 计算器的使用

计算器分为普通计算器和多功能计算器。普通计算器只能进行加、减、乘、除等普通运算。多功能计算器，它除了进行普通运算外，还具备三角函数、双曲线函数、平方、开方、对数函数、指数函数、倒数、阶乘等高级运算程序，具备多路存贮功能和复杂公式的保存等特殊功能。它在工程上的应用价值很高；利用计算器编程序计算重复的、比较繁琐的计算式，可迅速准确地得出结果。下面以金妮 (JIN NI) 牌计算器为例对计算器的特殊功能作一个简单的介绍。

一、多路存贮器特征

这里介绍的是 JIN NI EC—512 型计算器 (见附表一)，是由国营 4292 厂生产的计算器。它有 9 路存贮器 ($K_1 \sim K_9$) 频繁的用于存常数和结果。还有一个立即存取存贮器，这个存贮器有加、减存贮器的功能。当用存贮器作为安全防护装置时，开、关计算器不影响存贮器中的内容。

存贮器 $K_1 \sim K_9$ 的应用，要输入一个数进入计算器，用 $\boxed{2ndF}$ $\boxed{STO}$ 和 $\boxed{K_n}$ 存贮器数目，接着按这个数值 (除加减存贮器)。为了从存贮器中调用一个值，按 $\boxed{K_n}$ 和相适应的存贮器数，为了清除存贮器按 $\boxed{0}$ $\boxed{2ndF}$ $\boxed{STO}$ $\boxed{K_n}$ 和存贮器数。

键入：12 $\boxed{\times}$ 5 $\boxed{=}$ $\boxed{2ndF}$ $\boxed{STO}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$

答案：60 (存贮器 K_1 的内容)

注：先用 $\boxed{\text{STO}}$ 键， $\boxed{K_n}$ 键可省略。

键入：300 $\boxed{\div}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$ $\boxed{=}$ $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{2}$

答案：5（存贮器 K_2 的内容）

键入： $\boxed{C \cdot CE}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$ $\boxed{\div}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{2}$ $\boxed{=}$ $\boxed{2\text{ndF}}$
 $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{3}$

答案：12（存贮器 K_3 的内容）

在 $\boxed{C \cdot CE}$ 键不用的情况下，其 $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$ 按下时，存贮器的内容自动地乘显示屏上的数字“5”。键入 $\boxed{C \cdot CE}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{2}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{3}$ 答案：3600

注意：(1) 当已寄存数字时，按 $K_1 \sim K_9$ ，存贮器中的数字或计算结果（除“0”外）应显示。引起显示的数字和内部的常数存贮倍乘（自动倍乘）

例如 按 20 $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{1}$ 15 $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\text{STO}}$ $\boxed{2}$ $\boxed{K_n}$ $\boxed{1}$ 当按 K_1 答案是 300

(2) 在按 $\boxed{C \cdot CE}$ $\boxed{+}$ $\boxed{-}$ $\boxed{\times}$ $\boxed{\div}$ $\boxed{yx}$ $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\sqrt{y}}$ $\boxed{C}$ 之后，或计算结果显示“0”时，按上面键，引起存贮内容被访问。

二、复杂公式的保存

基本编程：

数学公式可以用记忆方式存贮。公式可以任意时刻调用，并且有存贮器安全防护。EG—512 型计算器有 128 步存贮容量的存贮器，可分成 4 个区域的公式存贮器。它的专用键有： $\boxed{2\text{ndF}}$ $\boxed{\text{LRN}}$ 用于输入公式的开始和结束。 $\boxed{\text{LRN}}$ 指示器是显示的。

$\boxed{1:}$ 、 $\boxed{2:}$ 、 $\boxed{2ndF}$ 、 $\boxed{3:}$ 、 $\boxed{2ndF}$ $\boxed{4:}$ ：用于指定公式数。

$\boxed{COMP}$ ：公式数目指定后，按本键产生一个需放在计算器中的变量。全部值输入后按 $\boxed{COMP}$ 回答结果。

用 $\boxed{2ndF}$ $\boxed{LOOK}$ 后重新计算。

$\boxed{(x)}$ 在记忆方式中，输入一个公式中的变量，变量符号用数字显示。变量字输入 (1)(2)(3) 的数字。

$\boxed{2ndF}$ $\boxed{LOOK}$ (1) 为了显示大于 2 个的答案，把 $\boxed{2ndF}$ $\boxed{LOOK}$ 键放入公式中操作，公式必须是指明的。

(2) 在计算期间，答案将显示 $\boxed{LOOK}$ 指示器。

三、如何存公式

过程：

(1) 按下 $\boxed{2ndF}$ 和 $\boxed{LRN}$ 键置 EC—512 在记忆方式。保证符号“LRN”显示 (如果符号“STAT”在显示，这时按 $\boxed{2ndF}$ 和 $\boxed{STAT}$ 键后再按下 $\boxed{2ndF}$ 和 $\boxed{LRN}$ 键)。

当记忆方式设置后，符号“ $\boxed{||||}$ ”在闪烁。

(2) 按下公式指示键 ($\boxed{1:}$ $\boxed{2:}$ $\boxed{2ndF}$ $\boxed{3:}$ $\boxed{2ndF}$ $\boxed{4:}$) 输入公式数。

(符号“ $\boxed{I}$ ”显示在显示屏的上部，指出了预计的公式数)

(3) 输入公式。为了校正公式输入过程中的错误操作，按公式指示键 (如：公式 1，按 $\boxed{1:}$ 从这开始输入正确的公式)。

(4) 按下 $\boxed{2ndF}$ 和 $\boxed{LRN}$ 键结束公式输入。

(符号“LRN”不显示)

例 1 $x + 2y + 3z$ $x = 20$ 、 $y = 30$ 、 $z = 40$

输入过程: $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{LRN}} \boxed{1:}$
 $\boxed{(x)} \boxed{+} 2 \boxed{\times} \boxed{(x)} \boxed{+} 3 \boxed{\times} \boxed{(x)} \boxed{=}$
 $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{LRN}}$

四、如何使用公式

过程:

(1) 确保符号“LRN”或“STAT”不显示。如果符号“LRN”或“STAT”显示, 分别按下 $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{LRN}}$ 或 $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{STAT}}$ 键。

(2) 按下公式指示键。符号“ $\equiv$ ”显示出公式指示数目计算开始。

在例 1 的情况下, 假设: $x = 20$ 、 $y = 30$ 、 $z = 40$

解: 按 $\boxed{1:}$ 显示: (1) 键入 20

按 $\boxed{\text{COMP}}$ (2) 键入 30

按 $\boxed{\text{COMP}}$ (3) 键入 40

按 $\boxed{\text{COMP}}$ 答案: 200

按 $\boxed{\text{COMP}}$ (1) (输入新的 x 、 y 和 z 值)

五、如何清除公式

(1) 按下 $\boxed{2\text{ndF}}$ 和 $\boxed{\text{LRN}}$ 键。

(2) 清除公式。按下公式指示键, (例如: 公式 1, 按

$\boxed{1:}$)

清除公式: 按下 $\boxed{1:}$ 、 $\boxed{2:}$ 、 $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{3:}$ 和 $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{4:}$ 键。

六、复杂公式的存贮

当 4 种公式同时输入时:

例 公式 1——圆周长和圆面积

$$L = 2\pi r \quad S = \pi r^2 \quad r = 1, 2, 3$$

注: 可变的第一个值可以直接输入可变的符号。

输入过程: $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{LRN}} \boxed{1:}$
 $2 \boxed{\times} \boxed{\pi} \boxed{\times} \boxed{(x)} 1 \boxed{x \rightarrow M} \boxed{=}$

答案: 6.283185307 (1 是存在存储器中)

$\boxed{2\text{ndF}} \boxed{\text{LOOK}}$ 显示中间的回答。

$\boxed{\text{RM}} \boxed{x^2} \boxed{\times} \boxed{\pi} \boxed{=}$

答案: 3.141592654

公式 2——自动增长

在公式中变量在每一个时间按同一数量增加, 对于每一个解答不必要放一个值在等式中, 被放到存储器中的数量, 当每一时刻按下 $\boxed{\text{COMP}}$ 时, 存储器中的值是自动增加的。

$$f(x) = 2x^2 + 7x + 9 \quad x = 1, 2, 3, \dots$$

过程: $\boxed{2:} \boxed{0} \boxed{x \rightarrow M} \boxed{C \cdot \text{CE}} \boxed{C \cdot \text{CE}}$ (进入
 $\boxed{0} \boxed{x \rightarrow M} \boxed{C \cdot \text{CE}}$ 和 $\boxed{C \cdot \text{CE}}$ 清除存储器)
 $1 \boxed{M+} 2 \boxed{\times} \boxed{\text{RM}} \boxed{x^2} \boxed{+} 7 \boxed{\times} \boxed{\text{RM}} \boxed{+}$
 $9 \boxed{=}$ ($f(1) = 18$)

公式 3——余弦定理 (图 1-1)

角方式 DEG (在输入第一个之前置 DEG 方式)

$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cos \theta}$$

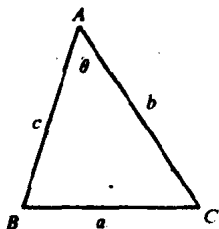


图 1-1 已知两边夹一角求第三边

假设: A $b = 2, c = 3, \theta = 60^\circ$

假设: B $b = 10, c = 12, \theta = 30^\circ$

过程: $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{3:} \boxed{(x)} 2 \boxed{2\text{ndF}}$
 $\boxed{\text{STO}} \boxed{1} \boxed{x^2} \boxed{+} \boxed{(x)} 3 \boxed{2\text{ndF}}$
 $\boxed{\text{STO}} \boxed{2} \boxed{x^2} \boxed{-} 2 \boxed{\text{K}_n} \boxed{1}$
 $\boxed{\text{K}_n} \boxed{2} \boxed{\times} \boxed{(x)} 60 \boxed{\cos}$
 $\boxed{=}$ $\boxed{\sqrt{\quad}}$

假设 A 答案 $a = 2.645751311$

公式 4——商业应用 (商业折扣)

如连续地折算开价价格表, 它们是 35%、3%、2% 计算 \$ 开价是 \$10 的最终价格和 \$10 增加的价格。

设备折算是: $(1 - \text{第一次折算}) \times (1 - \text{第二次折算}) \times (1 - \text{第三次折算})$

过程: $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{4\div} 0 \boxed{x \rightarrow M} \boxed{C \cdot CF} \boxed{C \cdot CE} 10$
 $\boxed{M+} 0.65 \boxed{\times} 0.97 \boxed{\times} 0.98 \boxed{\times} \boxed{RM} \boxed{=}$

答案: 6.1789

$\boxed{2\text{ndF}} \boxed{LRN}$

公式解答:

公式 1: $\boxed{1\div} 2 \boxed{COMP}$ 答案: 12.56637061 圆周长
 $(a)r = 2 \quad (2\pi \times 2)$

$\boxed{COMP}$ 答案: 12.56637061 圆面积
 $(a)r = 2 \quad (\pi \times 2^2)$

$\boxed{COMP} 3 \boxed{COMP}$ 答案: 18.84955592 圆周长 $(a)r = 3$
 $\boxed{COMP}$ 28.27433388 圆面积 $(a)r = 3$

为了用不同的变量在同一个公式中进行计算, 正好按

$\boxed{COMP}$ 键 (在以上情况下, 公式指示键也可以用)

公式 2: $0 \boxed{x \rightarrow M}$ (在使用公式前清除存储器)

$\boxed{2\div}$ 显示: 18 ($f(1)$)

$\boxed{COMP}$ 31 ($f(2)$)

$\boxed{COMP}$ 48 ($f(3)$)

公式 3: $\boxed{2\text{ndF}} \boxed{3\div} 10$

$\boxed{COMP}$ 12

$\boxed{COMP}$ 30