

旋转活塞式油表的研制*

郭廷森

(华侨大学精密机械工程系, 泉州 362011)

摘要 研制旋转活塞式油表时,采用作图法或数学分析法分别求出活塞成形曲线及其数学模型。文中给出绘制活塞曲线的程序、图形及其加工方法。

关键词 旋转活塞,油表,展成法

分类号 TH 814.06

旋转活塞式油表是比较先进的流量计量仪表,它由活塞机构和计数器等部件组成。计数器靠磁性传动且与油液完全隔离。当油表接入油路时,其进出口油液的压力差推动活塞作回转运动,并带动磁性偶合机构转动和计数器计量,最后由度盘和字轮显示油量并累积起来。旋转活塞式油表具有计量精度高、结构简单、量程宽、工作可靠、维修方便以及价格便宜的优点,在火车、汽车、拖拉机、船舶、发电机和加油站等处广泛地用它测量耗油量。

1 工作原理

旋转活塞式油表活塞机构如图1所示,它由活塞、量杯、隔板、壳体、端盖、过滤网和磁钢等

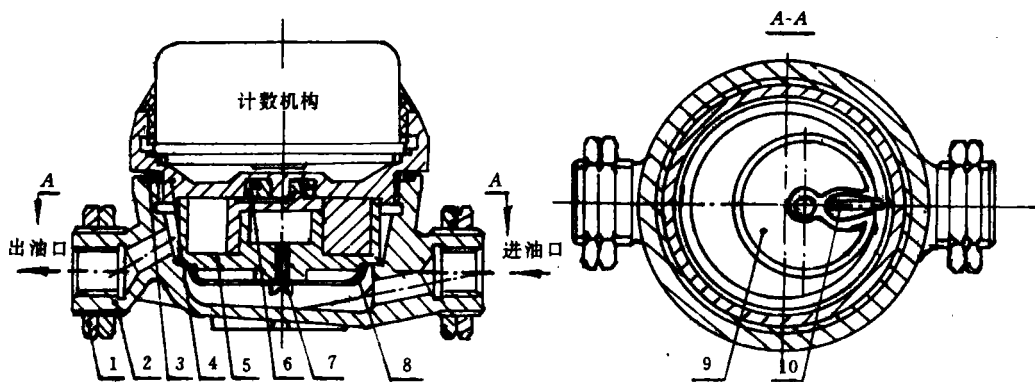


图1 油表活塞机构图

1.六角螺母;2.壳体;3.密封圈;4.上盖;5.量杯;6.磁钢;7.圆柱头螺钉;8.过滤罩;9.活塞;10.隔板
零件组成。当整个油路系统工作时,油表两端油液的压力差推动活塞于量杯中转动。活塞在旋转过程中活塞外壁与量杯大圆的内壁、活塞内壁与量杯小圆的外壁一直处于相切的转动状

* 本文 1996-01-31 收到

$\triangle ABO_2 \cong \triangle A_1B_1O_1$, 即 B_1 为这时活塞上一点. 同理, 可连续在偏心圆上取点作出曲线.

(2) 数学分析法求出曲线的数学模型^[3]. 如图 4(a) 所示, 活塞和曲线在同一坐标系 XOY 中, 量杯和隔板在另一坐标系 $X'O'Y'$ 中. XOY 为定坐标系, $X'O'Y'$ 为动坐标系. 设活塞不动, 量杯内圆转动时与活塞外圆相切, 求出量杯隔板顶点 B 运动轨迹的数学模型. 这时动坐标原点 O' 以 O_1 为圆心运动, 其轨迹为圆 3. 同时易知任何瞬间量杯圆心 O' 与隔板顶点 B 和曲线的接触点的连线始终过点 O , 且量杯圆心到隔板顶点的距离 b 为已知. 当量杯动坐标 $X'O'Y'$ 相对活塞定坐标 XOY 转过 Q 角时(图 4b), 这时 B 点位置为 B' , 求出 B' 点的运动方程

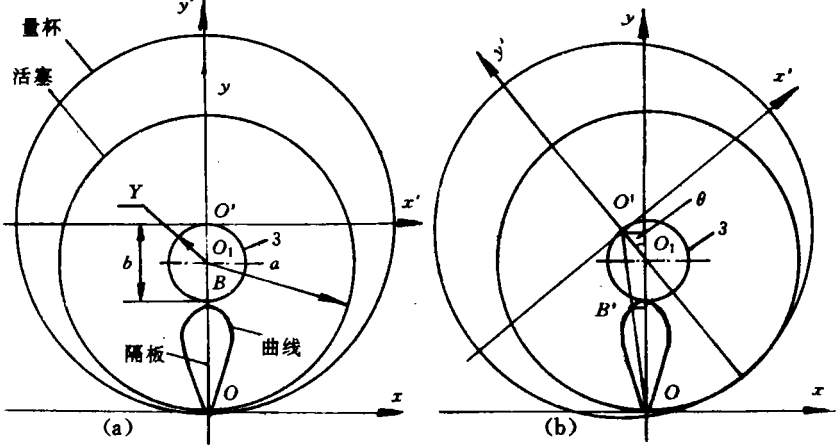


图 4 数学法求活塞曲线的原理图

式, 即为所求曲线的数学模型. 从图 4(b) 可建立如下方程式, 即

$$\left. \begin{aligned} X_1 &= XO' = r \sin Q, Y_1 = YO' = r \sin Q + a, \\ X &= KY \quad \left(K = \frac{r \sin Q}{r \cos Q + a} \right), \quad (X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 = b^2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

由此解得

$$\left. \begin{aligned} X &= Y \sin Q (1 - b / \sqrt{r^2 + a^2 + 2racosQ}), \\ Y &= (Y \sin Q + a) (1 - b / \sqrt{r^2 + a^2 + 2racosQ}), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中 r 为量杯圆心运动轨迹圆半径 ($r=5\text{ mm}$); a 为活塞半径 ($a=19\text{ mm}$); b 为量杯圆心到隔板顶点距离 ($b=10.5\text{ mm}$).

我们可选取 $X'O'Y'$ 相对 XOY 所转过的不同角度 Q , 求出 B 点不同瞬间的 X, Y 值. 把这些点连接起来, 即为活塞上的成形曲线. 可用计算机绘出活塞的形成曲线, 其程序如下:

```
SCREEN 1,0:CLS
INPUT "a=,b=,r=,n=";a,b,r,n
DIM x(n),y(n)
x(0)=160:y(0)=10
th=3.1415926#/180
FOR i=1 TO n
    ch=th*360*i/n
    d=SQR(a*a+r*r+2*a*r*cos(ch))
    x(i)=r*sin(ch)*(1-b/d)
    y(i)=(a+r*cos(ch))*(1-b/d)
    x(i)=x(0)+x(i)
    y(i)=y(0)+y(i)
    IF i=1 THEN 59
    LINE (x(i),y(i)),2
    PSET (x(i),y(i)),2
NEXT i
END
```

当 a, b, r, n 分别为 190, 105, 50, 200 时, 即活塞尺寸放大 10 倍后, 用计算机绘出活塞形成

曲线如图 5 所示。

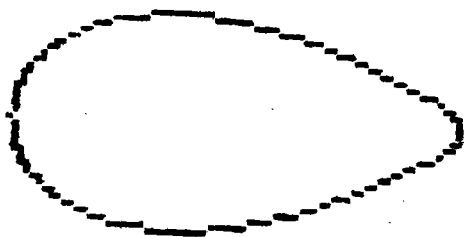
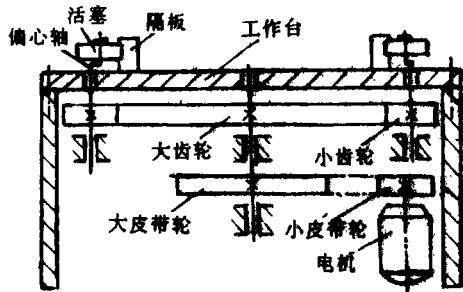


图 5 计算机绘制的活塞成形曲线

3 活塞上成形曲线的加工

油表活塞机构零件加工的难点是活塞成形曲线的加工。曲线加工精度和表面粗糙要求较高,其优劣直接影响油表的计量精度。在小批量生产时,活塞曲线可采用电火花线切割加工;成批生产时,可靠模仿形铣加工后再研磨;大批量生产时,可设计制造一台专用机床,应用展成法原理加工。从油表工作原理可知,活塞转动过程中相切于量杯,活塞曲线与隔板顶点 B 接触,我们把隔板作为刀具,在隔板表面加工出刀刃。我们设计一传动机构如图 6 所示,使活塞按照油表工作时相切于量杯作偏心距为 5 mm 的运动,把带有刀刃的隔板安装在油表中隔板相对于活塞的位置上,这时隔板上刀刃会在活塞表面上加工出活塞成形曲线。有刀刃的隔板可做几块,厚度由薄到厚。活塞材料铝合金可采用压力铸造,活塞曲线在毛坯制造时就铸出,其加工余量不大。采用专用机床对图 6 展成法加工活塞曲线专机的原理结构图活塞曲线进行加工,由于是按展成法,并根据实际工作时活塞相对于量杯运动的原理进行加工的,因此,加工出来的曲线精度较高;且在专用机床上一次可同时加工几个零件,效率也高。在专机上还可以对曲线进行研磨,可一机多用。



参 考 文 献

- 1 唐秀颖,李大元,顾鸿达. 数学题解辞典精选本. 上海:上海辞书出版社,1993. 1231~1239

Development of a Rotary Piston Throttle

Guo Tinsen

(Dept. of Precis. Mech. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract A rotary piston type throttle is developed. The author forms the curve of piston; and obtains the mathematical model of the curve by plotting and mathematical analysis; and draws the graph of the curve by computer; and works out the method of its machining.

Keywords rotary piston, throttle, generating method