

连续回转型开盒充填机封盒机构的研究

方 干 江

(机械系)

一、引 言

在日用化工、文具和药品等行业中,都将涉及瓶子的包装工作。目前,国内的墨水瓶包装机是仿照牙膏推入式包装,把盒、瓶卧放,将瓶推入盒内,待包装完成后再翻转至正常位置。因此就很自然地提出了盒、瓶站立,将瓶子吊入盒内的拾放式开盒充填机的研制要求。

如某厂产品,盒子的尺寸为:长60(毫米)、宽60(毫米)、高68(毫米)。针对这种盒子的横向尺寸大、纸质差、生产率较高(60瓶/分)的情况,我们采用连续回转型的机型,经初步调试,生产率达到了要求。各机构工作情况良好,尤以封盒机构为佳。

连续回转型开盒充填机中首要解决的是封盒机构。由于封盒工作只能在盒子作直线运动的过程中进行,所以盒子的运动轨迹是如图1所示的圆—弦轨迹。弦段即为完成封盒工作的部分。

如图1所示,在盒子进入弦段之前,已藉转板1和导轨2完成折左边和右边舌,并藉导轨3使上盖逐渐下倾,待盒子全宽进入弦段时,上盖则倾斜在三角形导轨4上。由于上盖与

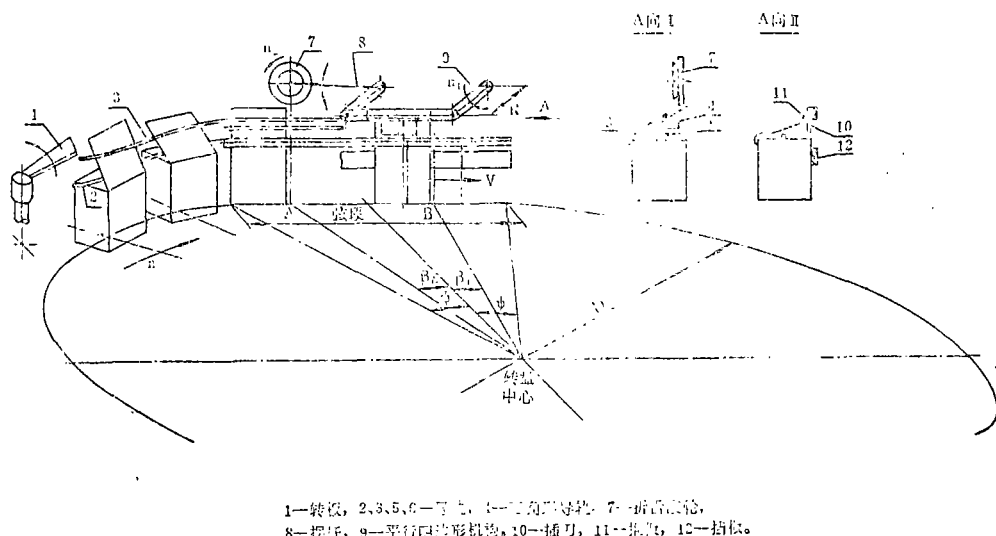


图1 封盒机构示意总图

本文1985年1月14日收到。

箱体连接棱边的内、外设有导轨5、6,保证了棱边挺直,不致发生凹陷或凸起的现象。

通过以上措施,保证了上盖在移动时,平整地斜躺在三角形导轨上,然后用上、下往复摆动的滚轮完成折中舌工作。继而再用平行四边形机构完成插舌工作。

实践表明,要保证折中舌和插舌的质量,必须探讨滚轮、插刀同盒子之间的相对运动关系,才能合理地确定各机构的主要参数,进行设计。

二、折中舌机构

折中舌的质量是保证插舌良好的前提。因为本机采用的盒宽和盒间距都很大,用牙膏包装机的方法不仅会使机构庞大,而且要求弦段长度大,从而会给机器的布局带来一定的困难。

现采用如图2所示的机构来完成。摆动从动杆凸轮机构的摆杆一端设一滚轮。滚轮一方面作上、下摆动,另一方面由轮系带动作自转。

当滚轮向下摆动时,将中舌折下。因为凸轮轮廓曲线保证滚轮在下限位置时有一定的休止时间,于是随盒子向右前进时,被折中舌的全宽在滚轮和三角形导轨之间依次受到滚压(见图3)。这样,可以消除中舌原来的翘、皱等缺陷。这是滚轮自转的第一个作用。

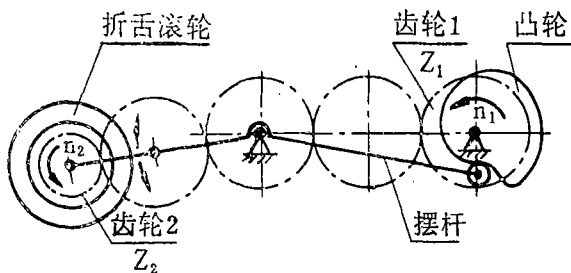


图2 折中舌机构示意图

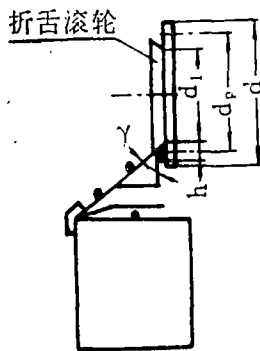


图3 折中舌示意图

滚轮自转的第二个作用是,由于导轨的摩擦效应,在盒子向前移动时,会使上盖相对于箱体向后偏斜一个角度 φ ,致使中舌不能沿压痕线折下,而产生折斜现象(如图4所示),使插舌不能成功。如果使滚轮的圆周速度等于(或稍大于)盒子移动速度,就能带动中舌与箱体同步前进,保证中舌沿压痕线折下。

滚轮做成如图3所示的形状,目的是使中舌弯折线两侧同时受到滚压作用,避免上盖翘曲。取三角形导轨的角度 $\gamma < 90^\circ$,是考虑到中舌过折后可以补偿部分弹性复位的影响。

由上面的分析可知,在设计该机构时,主要是使折舌时滚轮工作端面上的平均圆周速度 v_p 等于(或稍大于)盒子在该位置时的移动速度 V_A 。

因滚轮在下限位置时,摆杆静止不动,为普通轮系的情形;又因齿轮1的转速就是平行四边形机构中曲柄的转速 n_1 ,而 $n_1 = Kn$,故可求得

$$v_p = \frac{\pi d_p n_2}{60} = \frac{\pi d_p K n z_1}{60 z_2} \quad (\text{毫米/秒})$$

式中

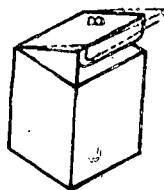


图4 上盖折斜现象

d_p ——滚轮工作端面的平均直径(毫米)

K ——转盘上均布的盒子数

n ——转盘转速(转/分)

z_1, z_2 ——齿轮1、2的齿数

如图1和图5所示,折舌时,盒子位于与滚轮轴线相对应的A点,此时盒子的移动速度为 $\vec{V}_A = \vec{V}_{Ae} + \vec{V}_{Ar}$, 则求得

$$V_A = \frac{V_{Ae}}{\cos \beta_A} = \frac{\pi D n \cos \psi}{60 \cos^2 \beta_A} \quad (\text{毫米/秒})$$

式中

D ——盒子绕转盘中心作圆周运动时, 其中心所在的直径(毫米)

ψ ——弦长所对应的中心角之半

β_A —— $\vec{V}_{Ae}$ 与弦线之间的夹角

由 $v_p = V_A$ 得

$$d_p = \frac{z_2 D \cos \psi}{z_1 K \cos^2 \beta_A}$$

可近似取

$$d_p \approx \frac{z_2 D}{z_1 K} \quad (1)$$

于是可取 滚轮工作端面的外径

$$d = d_p + h + (2 \sim 4) \quad (\text{毫米}) \quad (2)$$

$$\text{滚轮工作端面的内径 } d_1 = d_p - h \quad (\text{毫米}) \quad (3)$$

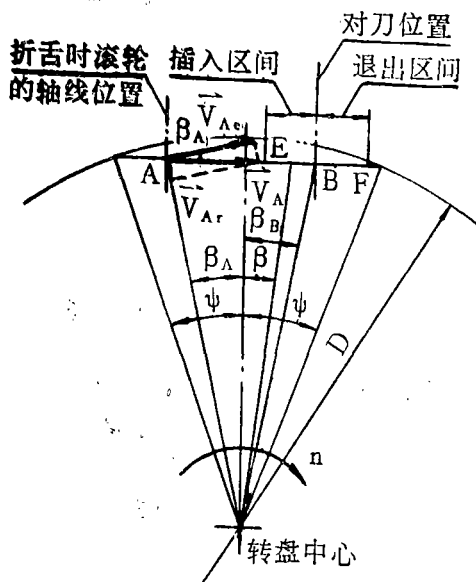


图5 盒子在弦上的速度

式中

h ——中舌高度(毫米)

三、插舌机构

盒子在弦段上作直线变速运动。插刀作匀速平移运动。对插刀顶点来说是作匀速转动, 其回转半径等于平行四边形机构中曲柄的长度 R (毫米), 其转速等于曲柄转速 n_1 (转/分) 或角速度为 ω_1 (弧度/秒)。

对刀时, 使插刀在最低位置, 即在最大插入深度 H (毫米) 时, 刀子中线与盒子中线相重合。

因为中舌被折后有弹性恢复力, 使中舌与插刀面相贴合, 于是可近似地认为在插舌过程中, 中舌与插刀运动一致。因此分析中舌与盒体的相对运动则只需分析插刀与盒体的相对运动即可。

见图6, 插刀顶点的圆周速度为

$$v = \omega_1 R = \frac{\pi R n_1}{30} \quad (\text{毫米/秒})$$

为简化分析, 在插舌过程中, 设盒子的移动速度为

$$V = \frac{\pi D n}{60} \text{ (毫米/秒)}$$

(这与实际差别不大)

设插刀顶点的转角为 θ ，开始插入时的初始角为 θ_0 。当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时，有最大插入深度 H 。插刀的插入区间为 $\theta_0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ ；退出区间为 $\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \pi - \theta_0$

先对插入区间进行分析。

取直角坐标系 xoy 。因一般取 $0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$ ，

所以

$$\sin \theta_0 = \frac{R - H}{R} \quad (4)$$

得

$$R > H \quad (5)$$

设刀顶转至 S 点时，相应的转角为 θ_s 。此时刀顶与盒在 x 方向同步，即 $v \sin \theta_s = V$

所以

$$\sin \theta_s = \frac{V}{v} = \frac{D}{2KR} \quad (6)$$

因 $\theta_0 < \theta_s < \frac{\pi}{2}$ ，则有 $\frac{R - H}{R} < \frac{D}{2KR} < 1$

得

$$\frac{D}{2K} < R < \frac{D}{2K} + H \quad (7)$$

由式(5)和(7)可定出刀顶的回转半径，即插舌用平行四边形机构的曲柄长度 R 。

关于刀、盒之间的相对运动关系(见图6)。在任意位置时， v 和 V 在 x 、 y 方向的分量各为

$$v_x = v \sin \theta = \omega_1 R \sin \theta$$

$$v_y = v \cos \theta = \omega_1 R \cos \theta$$

$$V_x = V$$

$$V_y = 0$$

刀顶与盒之间的相对速度为

$$v_{rx} = v_x - V_x = \omega_1 R \sin \theta - V$$

$$v_{ry} = \omega_1 R \cos \theta$$

相对位移为

$$x_r = \int v_{rx} dt = -R \cos \theta - Vt + C_1$$

$$y_r = \int v_{ry} dt = R \sin \theta + C_2$$

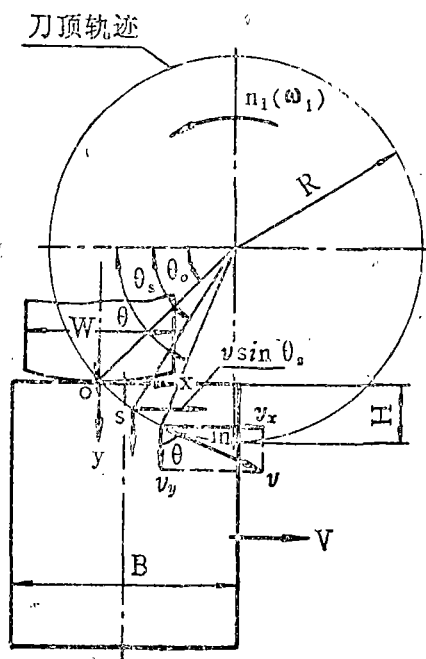


图6 刀顶同盒的相对运动

当 $t=0$ 时, $\theta=\theta_0$, $x_r=0$, $y_r=0$ 。

求得 $C_1=R\cos\theta_0$, $C_2=-R\sin\theta_0$ 。代入得

$$x_r=R(\cos\theta_0-\cos\theta)-Vt$$

$$y_r=R(\sin\theta-\sin\theta_0)$$

因 $\theta=\theta_0+\omega_1 t$, $t=\frac{\theta-\theta_0}{\omega_1}$, 且由式(6)可得 $\frac{V}{\omega_1}=\frac{D}{2K}=R\sin\theta_s$, 故得刀顶与盒之间的相对位移方程为

$$\left. \begin{aligned} x_r &= R[\cos\theta_0 - \cos\theta - (\theta - \theta_0)\sin\theta_s] \\ y_r &= R(\sin\theta - \sin\theta_0) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, 刀顶在 m 点, 其坐标为

$$\left. \begin{aligned} x_{r(m)} &= R\left[\cos\theta_0 - \left(\frac{\pi}{2} - \theta_0\right)\sin\theta_s\right] \\ y_{r(m)} &= R(1 - \sin\theta_0) = R - R + H = H \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

当 $\theta = \theta_s$ 时, 刀顶在 S 点, 其坐标为

$$\left. \begin{aligned} x_{r(s)} &= R[\cos\theta_0 - \cos\theta_s - (\theta_s - \theta_0)\sin\theta_s] \\ y_{r(s)} &= R(\sin\theta_s - \sin\theta_0) = \frac{D}{2K} - R + H \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

因 $y_r' = R\cos\theta$, $y_r'' = -R\sin\theta < 0$ 。若令 $y_r' = 0$, 则可求得 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, y_r 有极大值 $y_{r(m)} = H$ 。

因 $x_r' = R(\sin\theta - \sin\theta_s)$, $x_r'' = R\cos\theta > 0$ 。若令 $x_r' = 0$, 则可求得 $\theta = \theta_s$ 时, x_r 有极小值 $x_{r(s)}$ 。

若令 $x_r = 0$, 则有

$$\cos\theta_0 - \cos\theta - (\theta - \theta_0)\sin\theta_s = 0 \quad (11)$$

当 $\theta_s < \theta < \frac{\pi}{2}$ 时, 可用近似算法求出 $\theta = \theta_j$, 然后求出

$$y_{r(j)} = R(\sin\theta_j - \sin\theta_0) \quad (12)$$

于是得刀顶的又一个位置点 $j[0, y_{r(j)}]$ 。

这样, 就得到了刀顶的四个位置点: O 、 S 、 j 和 m 。于是可大致描出刀顶与盒之间的相对轨迹曲线, 如图7所示。

刀顶从点 S 转至点 m 时, 它与盒在 x 方向的相对位移量为

$$\Delta = x_{r(m)} - x_{r(s)} = R\left[\cos\theta_s - \left(\frac{\pi}{2} - \theta_s\right)\sin\theta_s\right] \quad (13)$$

根据 Δ 可确定插刀宽度 W 和推板的有效宽度 B_0 。为了可靠起见, 应使插刀中线在极限位置 S 时, 插刀边缘与盒子内壁仍留有间隙

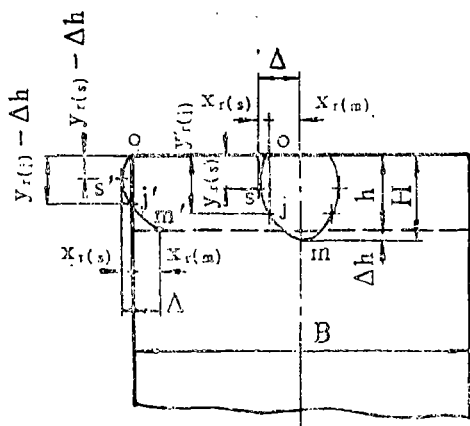


图7 相对轨迹图

δ , 可取 $\delta = 3 \sim 5$ (毫米)。这样就可以求得

$$\text{插刀宽度} \quad W = B - 2(\Delta + \delta) \quad (14)$$

$$\text{推板有效宽度} \quad B_0 = B + 2(\Delta + \delta) \quad (15)$$

式中 B ——盒宽

一般, 刀顶的最大插入深度 $H = h + \Delta h$, 其中 h 为中舌高度; 常取 $\Delta h = 2 \sim 3$ (毫米)。

参照刀顶的四个位置点可求得中舌左边前端点在插入过程中的四个位置点: $0'$ 、 S' 、 j' 和 m' 的坐标 (见图 7 左面)。于是可以大致描出该点与盒体之间的相对轨迹曲线。

由此可知, 为使中舌能顺利插入, 必须将中舌的前端两角制成圆角 (见图 8), 并且圆角半径 r 必须满足下列条件:

$$y_{r(i)} - \Delta h \leq r \approx 0.6h \quad (16)$$

当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, 插刀有最大插入深度。此时, 中舌全部插入, 并藉推板, 保证中舌在全宽上插入, 继而插刀开始退出。因取 $r \approx 0.6h$, 保证了中舌插入后的制锁作用, 所以在插刀退出过程中, 中舌并不退出。只是由于插刀的横向作用, 使中舌在盒体内的左右位置均匀。

以上分析是在取盒子移动速度等于它绕转盘中心转动时圆周速度 V 的基础上进行的。

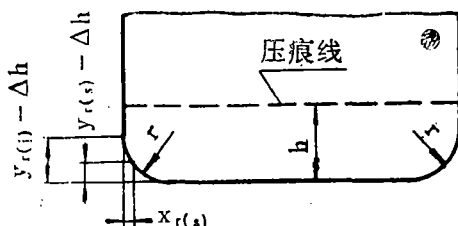


图 8 中舌的圆角半径

见图 5, 在插舌过程中, 盒子在任意位置时的移动速度

$$V_B = V \frac{\cos \psi}{\cos^2 \beta}$$

若令 $\frac{\cos \psi}{\cos^2 \beta} = 1$, 则可求出 $\beta_B = \arccos \sqrt{\cos \psi}$, 于是得一点 B 。

在 B 点, 盒子的移动速度 $V_B = V$ 。

在区间 EB 中, 盒子的移动速度 $V_B' < V$; 在区间 BF 中, 盒子的移动速度 $V_B'' > V$ 。因此, 只要将对刀位置安排在 B 点 (或者其附近), 即可保证插刀在盒子左、右两边都不会发生切口问题。[插刀在左、右两极限位置时, 其边缘与盒子内壁已留有间隙 $\delta = 3 \sim 5$ (毫米)]。

为了使设计和调试方便起见, 现针对 $h = 13$ (毫米)、 $\Delta h = 2$ (毫米)、 $K = 12$ (个), 分别在 $D = 900$ (毫米) 和 $D = 1000$ (毫米) 两种情况下, 借助于电子计算机, 对式 (11) 和 (12) 用迭代法进行求解 (程序框图见图 9) 并制成线图 (见图 10)。图中, 横坐标表示曲柄长 R , 纵坐标分别表示: $x_{r(m)}$ 、 $x_{r(s)}$ 、 Δ 和 $y_{r(i)}$ 。需指出的是, 为了有利于插舌质量, 应使刀顶轨迹对称于盒子中线分布, 因此只取 $x_{r(m)}$ 的正值。

为了确保插舌成功, 还必须在盒体外部加设挡板, 见图 1 中的 A 向 II 。否则盒体可能外凸, 如图 11 所示。这样就会使盒口

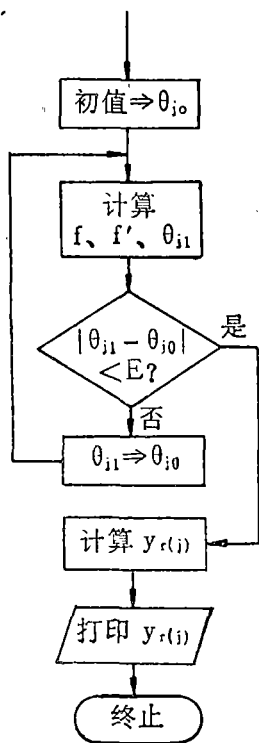
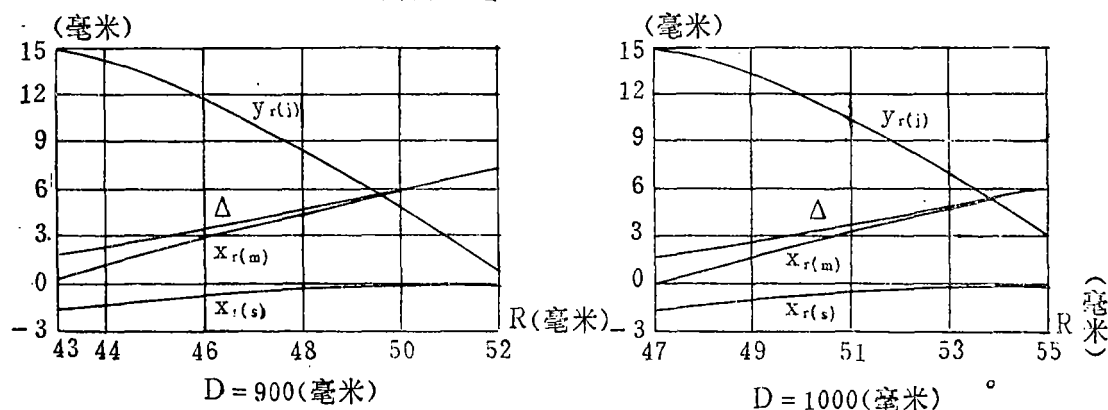


图 9



$x_{r(m)}$ 、 $x_{r(s)}$ 、 Δ 、 $y_{r(i)}$ 的值
 $[h = 13(\text{毫米})$ 、 $\Delta h = 2(\text{毫米})$ 、 $K = 12(\text{个})]$

图 10

宽 B_1 小于中舌宽 B ，致使中舌插不进或者会切破盒口两侧。实践表明，挡板距盒口较近时效果较好。

四、设计计算实例

已知： $B = 60(\text{毫米})$ 、 $h = 13(\text{毫米})$ 、 $\Delta h = 2(\text{毫米})$ 、 $\delta = 4(\text{毫米})$ 、 $D = 900(\text{毫米})$ 、 $K = 12(\text{个})$ 。

求： d 、 d_1 和 R 、 W 、 B_0 、 r 。

解 选取 $z_1 = 30$ 、 $z_2 = 17$ 。

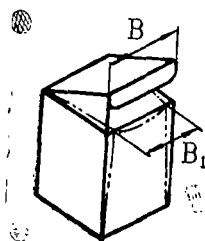


图 11

由式(1)得

$$d_p \approx \frac{17 \times 900}{30 \times 12} = 42.5(\text{毫米})$$

考虑到使 v_p 稍大于 V_A ，故取 $d_p = 45(\text{毫米})$

于是得

$$d = 45 + 13 + 4 = 62(\text{毫米})$$

$$d_1 = 45 - 13 = 32(\text{毫米})$$

由式(7)

$$\frac{900}{2 \times 12} < R < \frac{900}{2 \times 12} + 15$$

得 $37.5 < R < 52.5$ 综合考虑确定 $R = 48(\text{毫米})$ 。

由线图查得 $X_{r(m)} = 4.4(\text{毫米})$ 、 $X_{r(s)} = -0.3(\text{毫米})$ 、 $\Delta = 4.7(\text{毫米})$ 、 $y_{r(i)} = 8.5(\text{毫米})$ 。

则由式(14)求得 $W = 60 - 2(4.7 + 4) = 42.6(\text{毫米})$

由式(15)求得 $B_0 = 60 + 2(4.7 + 4) = 77.4(\text{毫米})$

据式(16)，因 $y_{r(i)} - \Delta h = 8.5 - 2 = 6.5$ $0.6h = 0.6 \times 13 = 7.8$ ，故取 $r = 8(\text{毫米})$ 。

参 考 文 献

许林成，“连续式装盒机封盒机构的理论与设计”，《包装科技》，1982年，第二期

85033

A MICROCOMPUTER REALIZATION of IIR DIGITAL FILTER «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.4, 1985

KEYWORDS Distributed arithmetic, Lookup table, Summed coefficient, coefficient partitioning, First difference method, Cutoff frequency sampling rate. This paper describes how the IIR digital filters are implemented by use of distributed arithmetic combined with preformed lookup table.

Author: Feng Wei

85031

COMPUTER APPLICATION in THERMAL PROCESS ESTIMATION «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.4, 1985

KEYWORDS Computerized estimation of thermal process, Thermal characteristic value of canned food, Sterilizing value, Thermal schedule.

A computer program has been developed for evaluation of thermal process of canned food. A group of temperature equations and the integration formula of lethality were used for the development. Since temperature equations contain two experimental parameters, j and f values, which are widely used by food producers for description of thermal process, the program is the most reliable and simple to use, and suitable to both convection and conduction in heating food. It can be used to resolve two kinds of problems of thermal process estimation, that is, determination of sterilizing value of a given thermal process and determination of a proper processing schedule, heating time and retort temperature to produce a desired sterilizing value for canned food with either simple heating curve or broken heating curve having no more than one break point.

Author: Huang Funan

85034

A RESEARCH on the MECHANISM for CLOSING the BOX of the SUCCESSIVE-TURN TYPE, FILLING and SEALING MACHINE «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.4, 1985

KEYWORDS Continuously revolving-type, Pick-up, filling and sealing machine, Folding the tongue, Inserting the tongue, Closing boxes.

A theoretical analysis and research, of the mechanism for closing boxes, based on the development of the pick-up and continuously revolving-type filling and sealing machine is presented. In the paper this formulae for calculating the main parameters as well as graphs and examples for design have been unfolded.

Author: Fang Ganiaing

85032

AN ANALYSIS of the PSEUDO RANDOM SEQUENCE for M-SEQUENCES SYSTEM IDENTIFICATION and CORRELATION MEASURING INSTRUMENT «Journal of the Wuxi Institute of Light Industry», Vol.4, No.4, 1985

KEYWORDS Pseudo Random sequence, System Identification, correlation measuring instrument.

This paper is to introduce the application of micro-computer Tp-801 in the dynamic characteristic analysis of a system. That is, to produce a pseudo random sequence for M-sequence and to identify the system using the statistic correlative method, then the pulse response function of system can be obtained. Finally a transfer function of system is available through data processing. In comparison with theoretical analysis, it is relatively low in cost, with better accuracy and higher speed, also easier data handling

Author: Cheng Bingqian

85031

电子计算机在热过程计算中的应用《无锡轻工业学院学报》1985年, 第四卷, 第四期

关键词 计算机热过程计算, 罐头食品的传热特性, 杀菌值, 杀菌工艺条件

摘要 本文为罐头食品热过程计算发展了一个计算机程序。这个计算机程序使用了一组温度方程和致死率积分公式。由于所使用的温度方程含有两个在罐头工业中最广泛使用的实验参数: j 和 f 值, 因此程序使用简便, 可靠, 而且适用于对流加热和传导加热食品。该程序可用于解决简单型加热食品和一个转折点的转折型加热食品的两类热过程计算问题。

作者: 黄福南

85033

用微处理机实现 IIR 数字滤波《无锡轻工业学院学报》1985年, 第四卷, 第四期

关键词 分布计算, 查找表, 求和系数, 系数分段, 一阶差分法, 截止频率, 采样速度

摘要 本文叙述如何在微处理机上用分布计算和查表相结合的方法实现数字滤波。

作者: 冯 炜

85032

M序列伪随机信号系统辨识及相关仪的研究《无锡轻工业学院学报》1985年, 第四卷, 第四期

关键词 伪随机序列, 系统辨识, 相关测量仪

摘要 本文介绍采用TP801来实现: 产生M序列伪随机信号的方法和用统计相关法对系统进行辨识。从而获得对象的脉冲响应函数, 经数据处理求得对象的传递函数。实验结果表明, 它与理论分析相比, 具有投资少、有一定的精度、测试速度快、数据处理方便等优点。

作者: 盛炳乾

85034

连续回转型开盒充填机封盒机构的研究《无锡轻工业学院学报》1985年, 第四卷, 第四期

关键词 连续回转型, 折舌, 插舌, 封盒, 拾放式开盒充填机

摘要 本文在拾放式连续回转型开盒充填机研制的基础上, 对所设计的封盒机构——折舌和插舌机构进行了理论分析和研究, 提出了主要参数的计算公式, 并附有线图和设计计算实例。

作者: 方干江