

文章编号: 1005-0523(2004)01-0091-03

浅谈气动的气缸特点

邱国仙¹, 黄伟福²

(1. 常州工程职业技术学院; 常州 213000; 2. 常州科兴铁路装备有限公司, 常州 213000)

摘要:研究了数字气缸的行程设计方法, 建立了活塞分行程和输出行程系列值的计算方程, 编制了相应的计算框图, 可为数字气缸的行程设计提供一种有效的方法和理论依据.

关 键 词:气压传动; 数字气缸; 行程

中图分类号: TU991.35

文献标识码: A

0 前 言

气缸是气压传动中应用最广泛的一种气动执行元件. 但一般气缸均属于单行程输出, 虽然通过控制阀, 也可在全行程范围内获得不同的输出行程, 但利用操纵阀难以获得精确的行程定位. 而在某些自动化的生产设备或气动自动控制系统中, 有时需要气缸能输出若干精确的行程值, 以实现工作机构多工位的位置控制. 要满足这一要求可采用多行程输出的数字气缸或步进气缸.

本文根据数字气缸的结构和动作特点, 研究了这种气缸的行程设计方法, 建立了相应的计算方程和程序框图.

1 数字气缸的基本结构原理

如图 1 所示, 数字气缸由若干个装在同一缸筒内、彼此相连的活塞 1、2、3...n 等组成. 各活塞之间采用 T 字形连接, 每个活塞的左端为 T 字头, 右端有凹形孔, 前级活塞的 T 字头装在后级活塞的凹孔内. 由于缸体的限制, T 字头只能在凹形孔内沿轴向运动, 其移动距离即为此活塞的行程, 如图中 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 . 每个活塞腔有一个进、排气口. 当 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 口分别或同时进气、B 口排气时, 相应活塞向右

移动都可推动活塞 4 右移输出相应行程, 在 B 口进气, A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 口排气时, 各活塞返回.

数字气缸其它部分的结构与普通气缸相同.

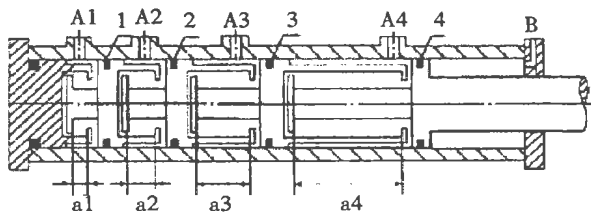


图 1 数字气缸的结构示意图

2 数字气缸的行程设计

数字气缸的主要特点是能获得若干个输出行程值, 因而输出行程是实现数字气缸多位控制的重要参数.

2.1 输出行程总个数 m

设数字气缸的活塞数为 n , 则输出行程总个数 m 为

$$m = 2^n (\text{含 } 0 \text{ 位}) \quad (1)$$

2.2 最大输出行程 $S_{\max}$

$$S_{\max} = a_1 + a_2 + \dots + a_n = \sum_{i=1}^n a_i \quad (2)$$

式中: a_i —— 各活塞的行程值.

2.3 各活塞的行程值和数字气缸输出行程系列值

2.3.1 按输出行程为等差值确定

等差行程值是指数字气缸输出的相邻行程值之差为等差级数. 即

$$S_2 - S_1 = S_3 - S_2 = \dots = S_n - S_{n-1} = \Delta S \quad (3)$$

1) 活塞行程: 当相邻输出行程之差值相同时, 相邻活塞的行程之比为 2, 即

$$a_2/a_1 = a_3/a_2 = a_4/a_3 = \dots = a_n/a_{n-1} = 2 \quad (4)$$

则

$$a_2 = 2a_1, a_3 = 2a_2 = 2^2 a_1, \dots, a_n = 2a^{n-1} = 2^{n-1} a_1 \quad (5)$$

将活塞单一行程值代入式(2)得

$$a_1 + 2a_1 + 2^2 a_1 + \dots + 2^{n-1} a_1 = a_1 \sum_{i=0}^{n-1} 2^i = S_{\max} \quad (6)$$

$$a_1 = S_{\max} / \sum_{i=0}^{n-1} 2^i \quad (7)$$

将 a_1 值代入(5), 可分别求出活塞数为 n 时, 各活塞的分行程值 $a_2, a_3, \dots, a_n$.

2) 数字气缸的输出行程系列值:

$$S_i = i \Delta S \quad (8)$$

式中: i —输出行程总个数, 分别取 $i = (0 \sim m)$ 的整数; ΔS —按等差布置的相邻输出行程级差.

$$\Delta S = S_{\max} / (m - 1) \quad (9)$$

例: 设液压缸的最大行程 $S_{\max} = 420 \text{ mm}$, $n = 3$,

①输出行程总个数: $m = 2^3 = 8$ (含 0 位)

②各活塞分行程值:

$$a_1 = S_{\max} / \sum_{i=0}^{n-1} 2^i = 420 / (1 + 2 + 2^2) = 60 \text{ mm}$$

$$a_2 = 2a_1 = 2 \times 60 = 120 \text{ mm}$$

$$a_3 = 2^2 a_1 = 2^2 \times 60 = 240 \text{ mm}$$

$$\Delta S = S_{\max} / (m - 1) = 420 / (8 - 1) = 60 \text{ mm}$$

③输出行程系列值: 按 $S_i = i \Delta S$, 则行程系列值为:

$$S_0 = 0; S_1 = 60; S_2 = 120; S_3 = 180; S_4 = 240;$$

$$S_5 = 300; S_7 = 420.$$

即利用具有三个活塞的数字气缸, 可获得按等差级数布置的从 0—420 mm 范围内的 8 个输出行程值.

上述各式可作为设计定型系列数字气缸的依据.

2.3.2 按任意输出行程值确定

实际应用中, 数字气缸的输出行程系列值并不一定就符合等差关系. 此时, 由于各输出行程值无一定规律, 需根据要求输出的行程个数和相应的行程值, 通过分析来确定满足要求的活塞数和各活塞

的分行程值.

通常, 可根据要求的行程个数和输出行程值, 先取 $a_1 = S_1, a_2 = S_2, a_3 = S_3 \dots$, 余下的行程个数和行程值, 再按分行程组合之和与 $S_{\max}$ 的关系来确定.

设工作机构需要数字缸的最大行程为 $S_{\max}$, 在 0— $S_{\max}$ 范围内布置有 4 个工位, 相应行程为 S_0, S_1, S_2, S_3 且 $S_0 = 0, S_1 < S_2 < S_3 = S_{\max}$.

确定各活塞分行程时, 可先取 $a_1 = S_1, a_2 = S_2$, 由此可定出二个活塞的分行程值.

对于数字缸的最大行程 $S_{\max}$, 可能出现下列情况:

* 若 $(a_1 + a_2) = S_{\max}$, 则此数字气缸仅需用二个活塞即可满足行程要求. 相应输出的 4 个有效行程为: $S_0 = 0; S_1 = a_1; S_2 = a_2; S_3 = S_{\max} = a_1 + a_2$.

* 若 $(a_1 + a_2) < S_{\max}$, 此时, 需另加一个活塞, 其行程 $a_3 = S_{\max} - (a_1 + a_2)$, 则 4 个输出的有效行程值为: $S_0 = 0; S_1 = a_1; S_2 = a_2; S_3 = S_{\max} = a_1 + a_2 + a_3$.

* 若 $(a_1 + a_2) > S_{\max}$, 此时, 亦需另加一个活塞, 其行程 $a_3 = S_{\max} - a_1$ 或 $a_3 = S_{\max} - a_2$, 相应输出的 4 个有效行程值为: $S_0 = 0; S_1 = a_1; S_2 = a_2; S_3 = S_{\max} = a_1 + a_3$ 或 $S_3 = S_{\max} = a_2 + a_3$. 后两种情况下, 数字缸均需设置三个活塞. 此时, 从理论上讲, 可获得 8 个输出行程值, 但通过控制阀, 只利用其 4 个有效输出行程值.

按任意输出行程值设计数字气缸时, 应注意两点:

1) 在初定 $a_1 = S_1, a_2 = S_2$ 之后, 按 $a_1 + a_2$ 与其余输出值的关系确定 a_3 或 a_4 时, 可能有多种数值. 此时应根据结构布置, 选用较小的 a_3 或 a_4 值, 以减小气缸的结构长度.

2) 在按上述方法确定出各活塞的分行程值后, 为避免由于前面活塞的行程大于后面活塞行程而造成油口堵塞, 影响其正常工作, 应按行程由大到小的原则, 重新对各活塞行程进行编号排列, 使其满足

$$a_1' < a_2' < a_3' < \dots < a_n' \quad (10)$$

例: 某工作机构需要有 4 个工位, 分别为 0, 80, 225, 400, 用一个数字气缸来控制. 则各活塞的分行程值可取为: $a_1 = S_1 = 80 \text{ mm}$ $a_2 = S_2 = 225 \text{ mm}$

$$\text{由于 } (a_1 + a_2) = (80 + 225) < S_{\max} = 400$$

另加的第三个活塞的行程值为: $a_3 = S_{\max} - (a_1 + a_2) = 400 - (80 + 225) = 95 \text{ mm}$

按由小到大的原则对各活塞行程重新编号定

值为: $a_1'=80\text{ mm}$, $a_2'=95\text{ mm}$, $a_3'=225\text{ mm}$, 由此可确定该数字缸的活塞数 $n=3$, 可具有 8 个输出行程值, 如表 1 所示:

表 1 数字气缸活塞输出行程值

S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
0	a_1'	a_2'	$a_1'+a_2'$	a_3'	$a_1'+a_3'$	$a_2'+a_3'$	$a_1'+a_2'+a_3'$
0	80	95	175	225	305	320	400

但在该数字缸的 8 个输出行程中, 只有 4 个为有用值, 即 S_0, S_1, S_4, S_7 ($S_7=S_{\max}$), 而其余为无用行程, 可通过操纵阀来实现有效行程的控制要求.

当任意输出行程值或工位数较多时, 可用同样

方法, 通过分析组合来确定各活塞的分行程和输出行程系列值.

3 程序框图

对于输出行程为等差值的数字气缸, 可利用上述各式很方便地确定出所需的活塞数, 各活塞的分行程和输出行程值. 而对于相邻行程为非等差值的任意输出行程值, 可根据需要的工位数和输出值, 按图 2 所示的程序框图求出活塞的分行程和输出行程系列值.

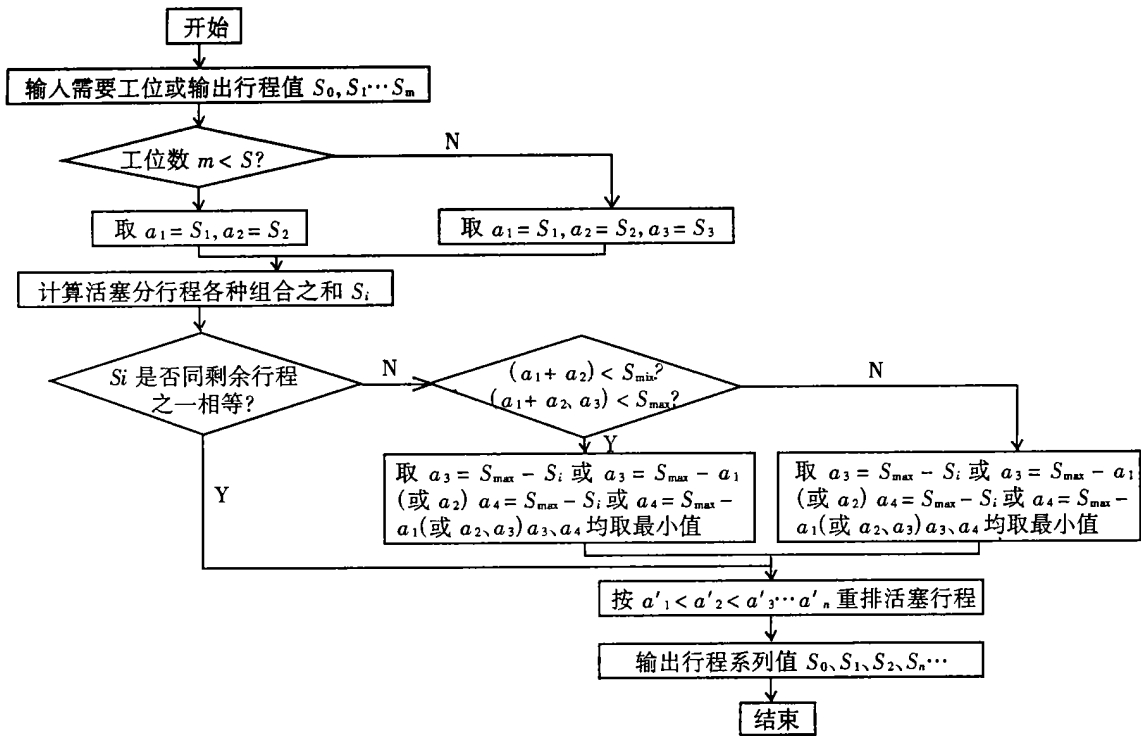


图 2 按任意输出行程值确定行程的程序框图

4 结 论

- 1) 数字气缸可根据需要输出若干行程值, 从而实现精确可靠的多点位置控制.
- 2) 数字气缸的输出行程可按相邻活塞的分行程之公比为 2 来设计, 此时其输出行程系列值为一等差级数. 也可按任意要求的输出行程值来设计, 此时各相邻活塞的分行程应根据需要的输出行程个数和相应行程值来确定.

3) 当数字气缸控制的工作机构的工位数为 $m=2^n$ 时, 可通过控制系统选用有效工位, 而其余位置为无效工位

4) 提出的数字气缸的行程确定方法, 可作为设计这种特殊气缸的理论基础.

参考文献:

[1] 郑洪生. 气压传动[M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
[2] 林文坡. 气压传动及控制[M]. 西安: 西安交大出版社, 1990.
[3] 气动技术编写组. 气动技术[M]. 北京: 北京出版社, 1981.
[4] 雷天觉. 液压工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1992.

(下转 97 页)

造型方法和技巧,以便提高设计质量,减少设计周期.

参考文献:

[1] 任仲贵. CAD/CAM 原理[M]. 北京:清华大学出版社, 1992.

[2] 李发致,卫原平,等. 曲面造型方法在工程中的应用[J]. 计算机辅助设计与制造, 1998, (2)15.

[3] 齐建昌,武仲科,戴国忠. 非流形模型的几何造型与应用[J]. 计算机辅助设计与制造, 1998, (7)50.

[4] 杨勇生,屠立忠,王珉. 基于PD6.0 的NURBS 曲面造型过程[J]. 计算机辅助设计与制造, 1998, (11)42.

Freedom Surface Modeling of the Roof of Transit Automobile

WANG Mei-yan, BAO Zhong-xu

(Mechanical and Electronic Engineering College, Nanchang University, Nanchang 330029, China)

Abstract: The paper, according to the principle of freedom surface and surface modeling, combined with the surface modeling methods of UGII, a 3D modeling CAD/CAM software, describes some methods in process of the whole process of the freedom surface modeling for the roof of Transit automobile, from which the conclusions in the design of complex freedom surface are provided.

Key words: surface modeling;freedom surface;suface piece;blend

(上接第 93 页)

The Stroke Design of Number Air Cylinder

QIU Guo-xian¹, HUANG Wei-Fu²

(1.Changzhou Institute of Engineering Technology, Changzhou 213000; 2. Changzhou Kexing Railway Equipment Co. Ltd, Changzhou 213000, China)

Abstract: This paper discusses number air cylinder's stroke design,establishes the calculating equation of piston component stroke and delivery stroke series size,works out relevant calculating frame,thus providing an efficient method and theoretical basis for the stroke design of number air cylinder.

Key words: pneumatic transmission;number air cylinder;stroke