



[12] 发明专利申请审定说明书

[21] 申请号 85106727

[51] Int.Cl⁴
B25B 23/147

[44] 审定公告日 1989年12月20日

[22] 申请日 85.9.5

[30] 优先权

[32] 85.6.4 [33] JP [31] 119,727/85

[71] 申请人 第一电通株式会社

地址 日本东京都调布市下石原1丁目54番1号

[72] 发明人 洞庭旅人

[74] 专利代理机构 上海专利事务所

代理人 颜承根

B25B 21/00

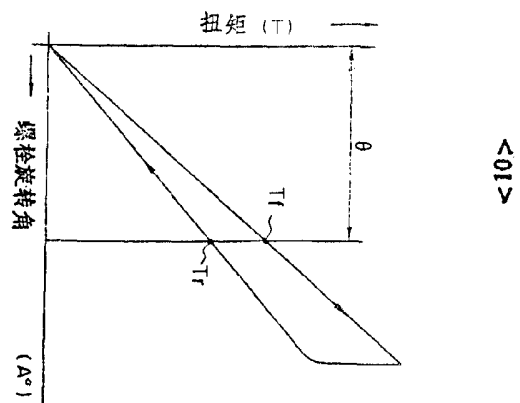
说明书页数:

附图页数:

[54] 发明名称 拧螺帽装置的张力控制方法

[57] 摘要

一种拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法,用拧螺帽装置及控制器完成,其步骤为将拧螺帽装置的扭矩传感器在转角 θ 处的紧固力矩 T_f 贮存,将该装置上的电动机停在转角 $(\theta + \alpha)$ 处,再将电动机反转到转角 θ 处,贮存其反转扭矩 T_r ,利用 T_f 与 T_r 之差计算 T_f 与加到带螺纹的紧固件上的螺栓张力 F_s 的比值,将电动机停在由算出的比值乘以预输入的目标螺栓张力值所得到的紧固扭矩 T_s 上。



1. 一种拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法，在实行时使用：

具有电动机、与该电动机相连的传动装置、与该电动机相连的角编码器、与该传动装置相耦合以探测传动装置的输出扭矩的扭矩传感器、接受和保持带螺纹的紧固件的螺栓套筒、及将扭矩传感器与螺栓套筒相连的驱动轴的拧螺帽装置；及

与拧螺帽装置相连工作以完成关于与螺栓套筒相耦合的被控制的带螺纹的紧固件的扭矩及旋转角的预置数据及输入数据的算术处理，并控制拧螺帽装置使电动机起动、停止及反转的控制器；

其特征在于其步骤为：

贮存扭矩传感器在固定的第一旋转角 θ 的中间位置上的紧固扭矩 T_f ，该位置位于从在被拧紧的物体上使被控制的带螺纹的紧固件就位到带螺纹的紧固件的最终紧固位置的中间范围内；

使电动机的旋转停止在比第一旋转角大一固定值 α 的第二旋转角 $(\theta + \alpha)$ 的位置上；

使电动机在第二旋转角 $(\theta + \alpha)$ 处反转；

贮存电动机在第一旋转角 θ 的位置上的反转动态扭矩 T_r ；

利用在第一旋转角 θ 位置上的测出的紧固动态扭矩 T_f 及测出的反转动态扭矩 T_r 之差计算测出的紧固动态扭矩 T_f 与加在带螺纹的紧固件上的螺栓张力 F 之比；

将电动机停在由计算出的上述比值与预输入的目标螺栓张力的目标值 F_s 相乘所得到紧固扭矩 T_s 上以便将带螺纹的紧固件以固定螺栓张力紧固。

2. 如权利要求1所述的张力控制方法，其特征在于上述螺栓张力 F 由方程式 $F = dT \cdot \pi / P$ 加以定义，其中 dT 为在第一旋转角 θ 的

位置上紧固动态扭矩 T_f 及反转动态扭矩 T_r 之差， P 为带螺纹的紧固件的螺距。

拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法

本发明涉及一种拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法。

以前，用作紧固螺丝的控制方法有多种多样，如扭矩法，角度法，及屈服点法。稳定地控制紧固件的螺栓张力对紧固螺丝本质上很重要。换句话说，螺栓以固定的紧固力即固定的螺栓张力将被紧固件拧紧是必要的。然而在螺丝紧固时因为在螺栓头部承载表面及被紧固的部件之间及在紧固件的紧固扭矩及螺栓张力之间存在有摩擦力，故很难稳定地建立螺栓张力及紧固扭矩之间所需的关系。换句话说即使螺丝的紧固在固定的紧固扭矩下停下来，也不能得到固定的螺栓张力。在螺栓杆上装上探测螺栓的延伸量的量器就可精确地测出螺栓张力。此法用于试验是足够的，但用于大量生产时则由于成本高，几乎是不可能的。近年来，人们曾提出一种方法即在与螺栓头部紧密接触处装上高频声波发生器，将声波发射到带螺纹部分的头部，测量反射波的频率并计算在紧固后由于螺栓伸长而产生的螺栓张力。人们提出的另一种方法是在紧固时用磁的方法测出螺栓头的变形，并从测出的变形来计算螺栓张力。这些方法中的每一种方法都是将螺栓本身的位移转换为螺栓张力，要求对螺栓的变形探测部分进行精密加工或者为了探测螺栓的变形，要求拧螺帽装置中加装复杂的传感器，因而迄今未能实际使用。

本发明的目的是提供一种拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法，不采用这一复杂的传感器就能很容易地测出螺栓张力并保证用预定的螺栓张力将螺丝紧固。

本发明的拧紧带螺纹的紧固件的张力控制方法的完成是利用：装

有电动机、与电动机相连的传动装置、与电动机相连的角编码器、与传动装置耦合并用来测出传动装置的输出扭矩的扭矩传感器、接受和保持带螺纹的紧固件如螺栓或螺丝等的螺栓套筒、及将螺栓套筒与扭矩传感器相连的驱动轴的拧螺帽装置；及与拧螺帽装置相连工作的控制器，它用来对有关与螺栓套筒相耦合的受控制的带螺纹的紧固件的扭矩及旋转角的现有数据及输入数据进行算术处理并用来控制拧螺帽装置使电动机启动、停止及反转。根据本发明，贮存扭矩传感器在固定的第一旋转角 θ 的中间位置上的紧固扭矩 T_f ，该位置被包括在从被控制的带螺纹的紧固件就位在被拧紧的物体上的位置到带螺纹的紧固件的最终紧固位置的中间范围内。将拧螺帽装置的电动机停在比第一旋转角大一个固定值 α 的第二旋转角 ($\theta + \alpha$) 的位置上。在第二旋转角 ($\theta + \alpha$) 上使拧螺帽装置的电动机反转。贮存在第一旋转角 θ 位置上的电动机的反转动态扭矩 T_r 。利用在第一旋转角 θ 位置上的测出的紧固动态扭矩 T_f 及测出的反转动态扭矩 T_r 之差计算测出的紧固动态扭矩 T_f 与加到带螺纹的紧固件上的螺栓张力 F 之比值。电动机停在测出的紧固动态扭矩 T_s 处，其值可用计算出的比值乘以预先输入的目标螺栓张力的目标值 F_s 得到，使带螺纹的紧固件紧固在固定的螺栓张力上。

以下参照附图对本发明作详细描述，其中：

图1 A及1 B为一透视图及一说明加到有螺纹的部位上的力的矢量图，

图2 为图示带螺纹的紧固件的紧固状态的纵向剖面图，

图3 为特性曲线图，用来图示包括紧固动态扭矩 T_f 及反转动态扭矩 T_r 在内的扭矩曲线，

图4 为旋转角对扭矩的特性曲线图，用来说明本发明的原理，

图5 为说明本发明一实施例的方块图，及

图6 为说明图5 所示的实施例的工作情况的流程图。

在带螺纹部位的各力的相互关系如图1 A及1 B所示。为了清晰，图1 A所示为方螺纹，但发明的原理同样可适用于普通的三角形螺纹。在图1 A及1 B中参考字母F表示螺栓张力， U_1 为切向力， β 为带螺纹的紧固件的导角， R_1 为螺纹的有效半径及 μ_1 为摩擦系数。

在图1 A及1 B中力的平衡可从下列公式中获得：

$$U_1 \cos \beta - F \sin \beta = \mu_1 \cdot (U_1 \sin \beta + F \cos \beta)$$

$$\text{故 } U_1 = F \frac{\mu_1 \cos \beta + \sin \beta}{\cos \beta - \mu_1 \sin \beta} = F \frac{\mu_1 + \tan \beta}{1 - \mu_1 \tan \beta} \dots\dots (1)$$

在带螺纹的紧固件紧固时，因为摩擦系数 μ_1 一般在0.2 到0.05范围内及 $\tan \beta$ 的值一般在0.06到0.03范围内，在(1)式的分母中 $\mu_1 \tan \beta$ 值极小。省去 $\mu_1 \tan \beta$ ，就可得到公式(2)：

$$U_1 = F (\mu_1 + \tan \beta) \dots\dots (2)$$

上式是在紧固时得到的，在反转时如参照切向力 U_2 则得到下式(3)：

$$U_2 = F (\mu_1 - \tan \beta) \dots\dots (3)$$

切向力($U_1, U_2 \dots\dots$)及扭矩($T_1, T_2 \dots\dots$)有着以下关系：

$$U_1 \cdot R_1 = T_1 \quad \text{故 } U_1 = T_1 / R_1 \dots\dots (4)$$

$$U_2 \cdot R_1 = T_2 \quad \text{故 } U_2 = T_2 / R_1 \dots\dots (5)$$

其中 U_1 为紧固时的切向力， U_2 为反转时的切向力， T_1 为紧固时的扭矩， T_2 为反转时的扭矩。

将式(4)及(5)代入式(2)及(3)则得：

$$T_1 = F \cdot R_1 (\mu_1 + \tan \beta) \dots\dots (6)$$

$$T_2 = F \cdot R_1 (\mu_1 - \tan \beta) \dots\dots (7)$$

与图2 所示的螺栓的紧固状态相联系，带螺纹的紧固件的摩擦阻力是在螺栓头的承载表面及被紧固的部件之间及带螺纹的紧固件与后

者之间实现的。

设螺栓头的摩擦阻力扭矩，螺纹的有效半径，螺栓张力及摩擦系数分别为 T_3 , R_2 , F 及 μ_2 ，他们之间有下列关系：

$$T_3 = F \cdot R_2 \cdot \mu_2 \quad \dots\dots (8)$$

此摩擦扭矩在紧固时及在反转时都保持不变。在紧固时的总动态扭矩（简称紧固扭矩） T_f 用条件 $T_f = T_1 + T_3$ 表示，因而

$$T_f = F \cdot R_1 (\mu_1 + \tan \beta) + F \cdot R_2 \cdot \mu_2 \quad \dots\dots (9)$$

在反转时的总动态扭矩（简称反转扭矩） T_r 则由条件 $T_r = T_2 + T_3$ 表示，因而

$$T_r = F \cdot R_1 (\mu_1 - \tan \beta) + F \cdot R_2 \cdot \mu_2 \quad \dots\dots (10)$$

图3 表示紧固扭矩及反转扭矩相对于螺栓旋转角的轨迹。设在相隔一角距离 θ 的位置上的紧固扭矩及反转扭矩为 T_f 及 T_r 。因为它们在同一角度上，故在紧固及反转时的螺栓张力都一样。紧固扭矩 T_f 与反转扭矩 T_r 在角度 θ 处之差 dT 如下：

$$\begin{aligned} dT = T_f - T_r &= F \cdot R_1 (\mu_1 + \tan \beta) + F \cdot R_2 \cdot \mu_2 \\ &\quad - F \cdot R_1 (\mu_1 - \tan \beta) - F \cdot R_2 \cdot \mu_2 \end{aligned}$$

$$\text{故 } dT = 2 F \cdot R_1 \cdot \tan \beta \quad \dots\dots (11)$$

设螺纹的螺距为 P ，则

$$\tan \beta = P / 2 \pi R_1 \quad \dots\dots (12)$$

将(12)式代入(11)式则得

$$dT = F \cdot P / \pi \quad \text{故 } F = dT \cdot \pi / P \quad \dots\dots (13)$$

因而摩擦系数在式(13)中被消去，螺栓张力 F 可表示为紧固扭矩 T_f 及反转扭矩 T_r 之差与螺纹的螺距 P 的函数。设目标张力值及计算出的目标扭矩值分别为 F_s 及 T_s ，从条件 $T_f / F = T_s / F_s$ ，可得 $T_s = F_s \cdot T_f / F \dots\dots (14)$ 因而，一旦将目标螺栓张力定为适当值，则很容易得到目标扭矩值，且用目标扭矩紧固带螺纹的紧固件对应于用

目标螺栓张力紧固。

以下对本发明的实施例加以描述。图5 为说明包括拧螺帽装置[10]及控制器[20]的本发明系统的硬件安排的方块图。拧螺帽装置[10]包括探测角度的角编码器[11]，驱动电动机[12]，传动装置[13]，探测扭矩的扭矩传感器[14]，驱动轴[15]及螺栓套筒[16]。控制器[20]包括数据显示阴极射线管[21]，执行程序及计算控制的中央处理机CPU[22]，向中央处理机[22]输入数据的键盘[23]，输入接口[24]，输出接口[25]及驱动电动机[12]的伺服放大器[26]。虽然在图5 中中央处理机是由软件来实现程序及计算控制，但也可能用硬件逻辑电路来代替中央处理机(CPU)。

图4 表示相对于螺栓旋转角的扭矩特性曲线，及图6 表示程序流程图。将随着图6 所示的工作流程对紧固扭矩加以描述。在图6 中，参考字母T表示扭矩的绝对值及 A° 表示角度的实际值。在步骤#1中电动机[12]启动，开始紧固操作。在步骤#2中对扭矩传感器[14]的输出进行检验，以便确定扭矩T是否到达图4 中特性曲线上所示的值 T_0 ，如果是，则在步骤#3中开始对角编码器[11]的角脉冲计数，且在步骤#4中检验螺栓的旋转角是否等于预定的第一旋转角 θ ，如果是，则在步骤#5中将扭矩传感器[14]在该角度位置上的紧固扭矩 T_f 贮存。然后在步骤#6中检验是否螺栓的旋转角等于预定的第二旋转角 $\theta + \alpha$ ，及如果是，则在步骤#7中使电动机[12]停止转动。 θ 及 α 值可适当地选定在图4 所示的特性曲线中从线性斜率段的上升点到最后扭矩 T_s 的范围内。数值 T_0 及紧固扭矩 T_f 则定在图4 所示的线性斜率段的开始区及中间区。在步骤#8中电动机[12]的旋转方向相反及在步骤#9中在测出一定的反转扭矩前将相减的旋转脉冲抑止，以便校正螺栓套筒[16]及螺栓头之间的空回及传动装置[13]的空回。在步骤#10 中决定是否旋转角已减小到 θ ，及如果是，则在步骤#11 中贮存反转扭矩

T_r (绝对值),且在步骤#12中使电动机停转。在步骤#13中从输入的螺纹螺距值 P 及在操作开始前用键盘重新装定的目标螺栓张力 F_s 计算出上述差值 $dT = T_f - T_r$ 及螺栓张力 $F = dT \cdot \pi / P$,其后计算目标扭矩值 $T_s = F_s \cdot T_f / F = F_s \cdot T_f \cdot P / (T_f - T_r) \pi$ 。在步骤#14中电动机再次启动以便重新紧固及在步骤#15中检验确定是否扭矩等于 T_s 。如果是,则在步骤#16中使电动机停转。以上为张力控制的操作程序。

步骤范围Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ分别对应于图4所示的操作范围Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ。从这些范围就可以明白,本发明的带螺纹的紧固件紧固在带螺纹的紧固件就位后是在三个操作范围中实现的。

本发明应用普通的可探测扭矩及角度的拧螺帽装置作硬件,如图5所示,所用的控制器是简单的控制器。本发明通过利用动力学规则很容易实现张力控制。

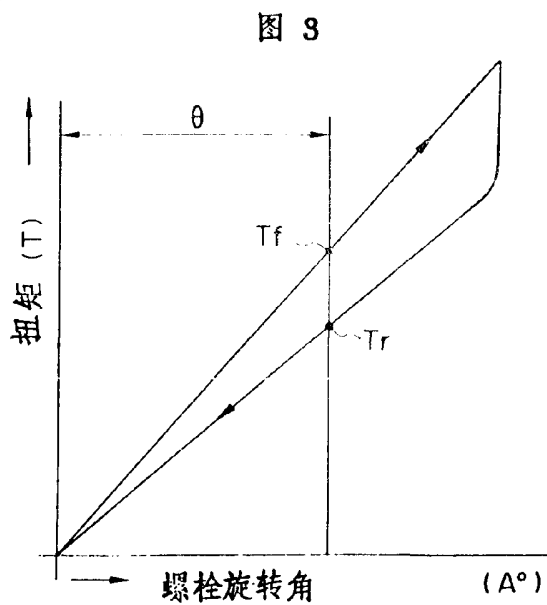
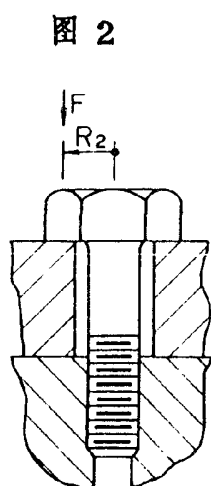
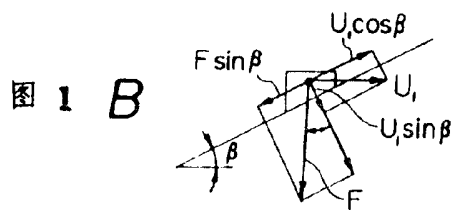
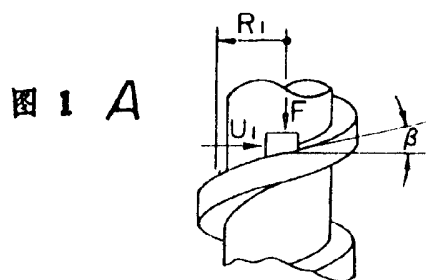
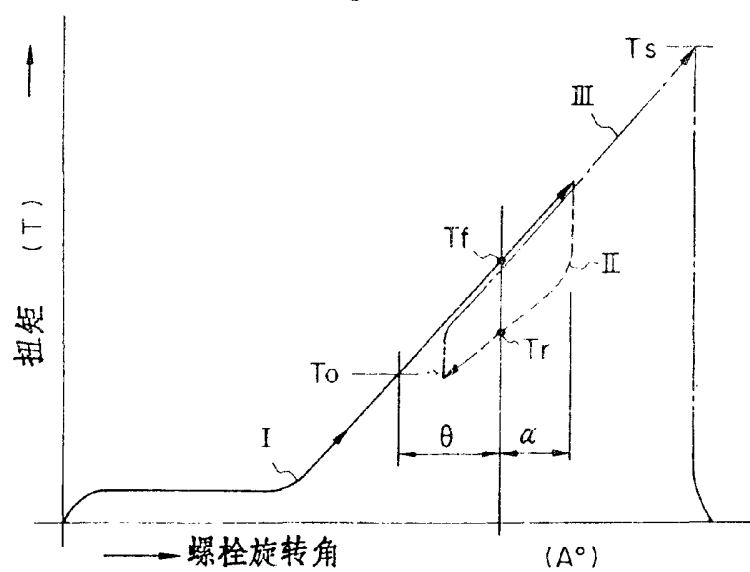


图 4



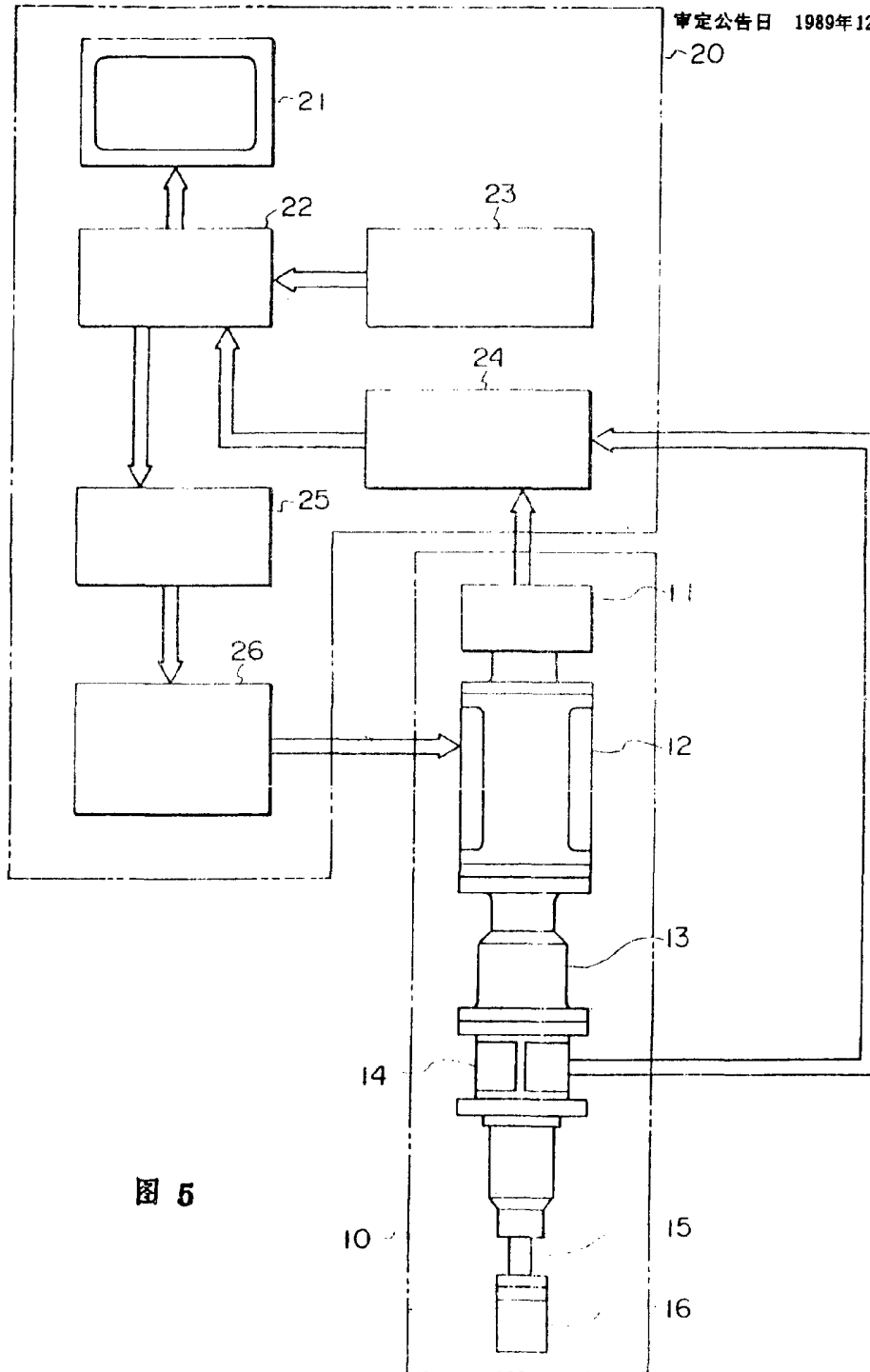


图 5

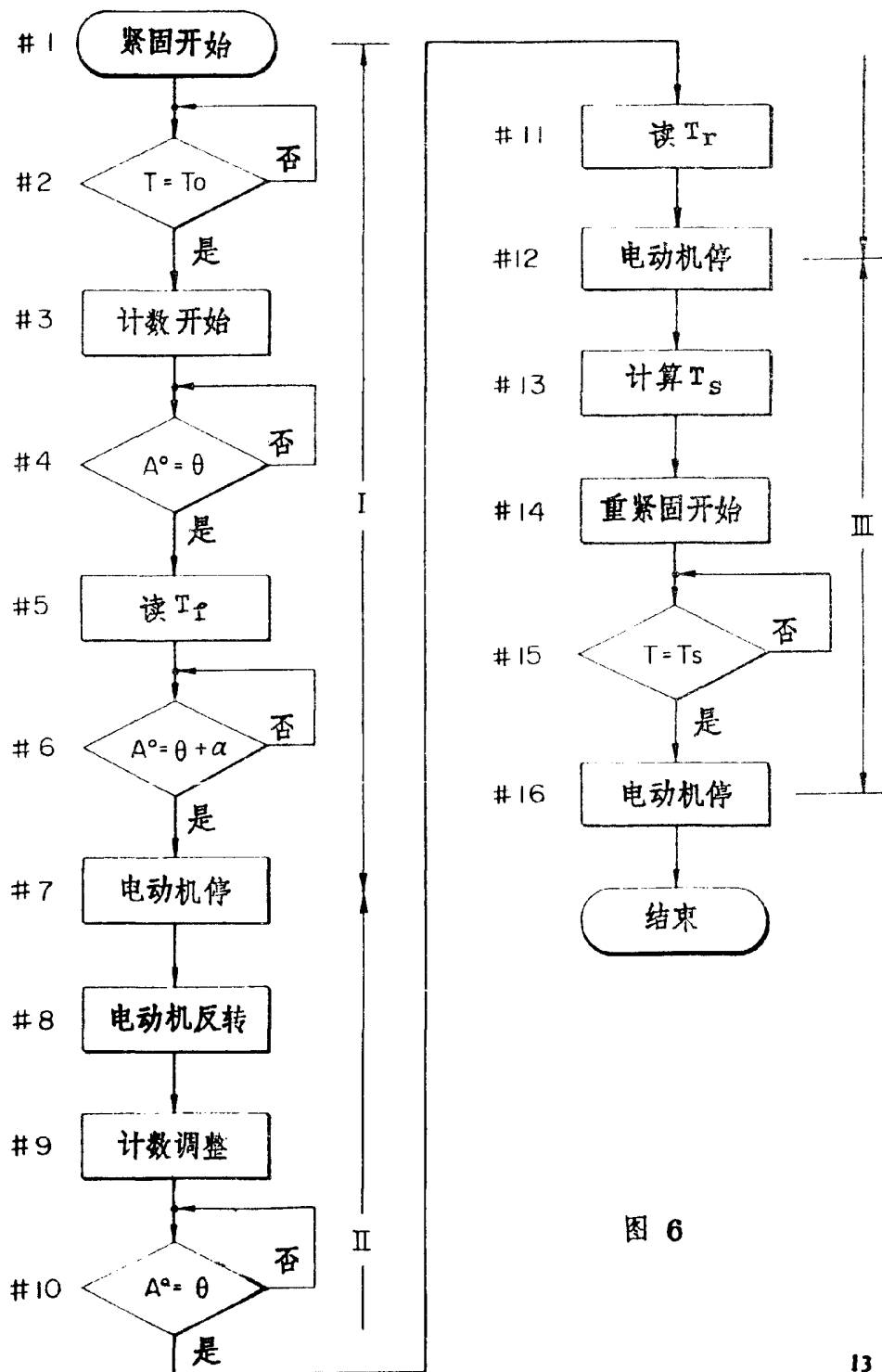


图 6