



〔12〕发明专利申请公开说明书

〔21〕 申请号 91101626.0

〔51〕 Int.Cl⁵

F02C 9 / 32

〔43〕 公开日 1991年10月2日

〔22〕申请日 91.3.18

〔30〕优先权

〔32〕90.3.19 〔33〕JP 〔31〕067091 / 90

〔71〕申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

〔72〕发明人 漆谷春雄 佐藤知 熊田和彦
 笹田哲男 高桥浩二 志村明
 桐上清一 佐藤勋 兼田英明〔74〕专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
 代理部

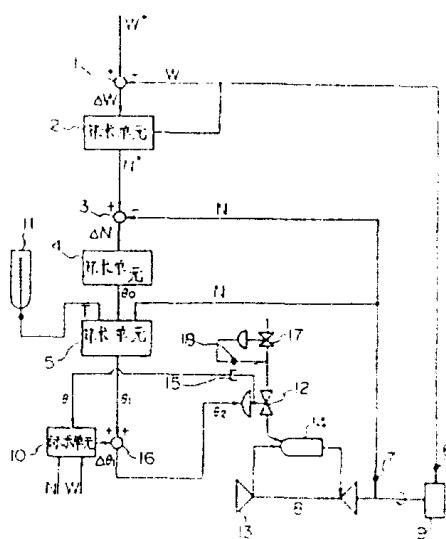
代理人 杨国旭

说明书页数: 7 附图页数: 5

〔54〕发明名称 控制燃气轮机燃料的方法及装置

〔57〕摘要

当燃气轮机负载改变时, 改变燃料供应量使其与改变后的负载相适度。燃料供应控制阀在开始时以高速操作, 当燃料供应量接近改变后的负载所需的量时, 以比所述高速低的速度进行操作。因此防止了燃烧室熄火, 而又不引起燃气轮机的转数超过一定的上限。



> 29 <

权 利 要 求 书

1. 一种控制燃气轮机燃料的方法，该方法根据负载的大小控制燃料控制阀门以控制供应给燃烧室的燃烧量，在使燃料供应量迅速适应于负载突然降低时所需的低负载燃料供应量的情况下，所述方法包括的步骤为：

直到所述需要的低负载燃料供应量达到一半时，以高速关闭所述的燃料控制阀；

随后，以比所述高速低的速度关闭所述的燃料控制阀。

2. 一种控制燃气轮机燃料的方法，在该方法中，根据负载的大小去控制燃料控制阀以控制供应给燃烧室的燃料量，在燃气轮机的负载改变时，改变燃料供应量使其与变化后的负载所需燃料量相适应的情况下所述方法包括的步骤为：

当接近对应于变化后的负载所需的燃料供应量的开启度时，降低所述的燃料供应控制阀门的开启和关闭的速度。

3. 一种控制燃气轮机燃料的方法，其中，根据负载大小，控制燃料控制阀门以控制供应给燃烧室的燃料量，在燃气轮机的负载改变时，改变燃料供应量使其与负载的改变相适应的情况下，所述方法包括的步骤为：

在开始控制时，以高速操作所述的燃料供应控制阀；以及

在变化后的负载所需的燃料供应量接近达到的一个时间间隔中，以比所述高速低的速度操作所述的燃料供应控制阀门。

4. 一种控制燃气轮机燃料的方法，该燃气轮机包括一个燃料控制阀门和适用于向所述的燃料控制阀门发出开启指令的控制单元以便

所述控制单元根据燃气轮机负载的大小控制供给燃烧室的燃料量控制所述燃料控制阀门，在负载突然降低时，使燃料供应量立即达到对应于所需的低负载燃料供应量值的情况下，所述方法包括的步骤为：

操作所述的控制单元发布一个燃料控制制阀开启度命令从立即关闭所述燃料供应给阀直到所述的所需的低负载燃料供应量达到一半时，然后，以发出以较低速度关闭所述燃料供应阀门的指令。

5. 根据权利要求4的方法，其中由所述控制单元发出的低速指令是阶梯性指令。

6. 根据权利要求4的方法，其中由所述的控制单元发出的低速指令被设定为从负载突然下降开始时到燃气轮机的转数上升到最大值时为止是连续的。

7. 根据权利要求4的方法，其中由所述的控制单元发出的低速指令当向所需的低负载燃料供应量接近时，是逐渐降低速度的。

8. 一种控制燃气轮机燃料的装置，具有在用负载时用一个算术单元构成燃气轮机的燃料流速控制系统的燃料控制功能，所述装置包括：

一个燃料控制阀，用于控制燃气轮机的燃料流速；

一个压力控制阀，用于控制所述的燃料控制阀的入口压力；

一个转数检测装置，用于检测燃气轮机的转数产生一个信号；

一个算术单元，用于将对燃气轮机的输出请求转换成预期的转数信号；

一个算术单元，用于根据检测的燃气轮机的转数信号与所述的预期的转数信号之间的偏差为所述的燃料控制阀门设定预期的开启度值；

一个限制器算术单元，用于根据燃气轮机的转数和大气温度为阀门设定所述的开启度值的最小值；以及

一个修正算术单元，用于为阀门设定所述预期开启度值的最小值的修正值；

其中，所述的修正值从电负载开始时到燃气轮机的转数达到最大值时为止，被设定为连续的，所述的修正算术单元根据测定的所述燃料流速控制阀的开启度信号及负载信号之一设定修正值。

9. 一种控制燃气轮机燃料的装置，包括：

一个燃料控制阀，用于控制供给燃烧室的燃料量；及

一个阀门开启度指令装置，用于根据燃气轮机负载的大小向所述的燃料控制阀发出开启度指令；

其中，燃烧按燃气轮机的负载进行，所述的阀门开启度指令装置具有一个修正指令装置，用于在燃料控制阀门的开启和关闭的初始阶段以高速操作该阀门，而当接近预期的开启度值时，则以比所述高速低的速度进行操作。

说 明 书

控制燃气轮机燃料的方法及装置

本发明涉及一种控制燃气轮机燃料的方法及装置，更具体地说，涉及一种适合于在用负载或 FCB（首次减轻）时刻控制燃料的方法及装置。

在连接动力和负载的机械设备中或发电机与作为动力源的发动机的组合设备中，当保持一般的或正常的转数时，发电机的负载突然下降到零或降至某一个固定负载的现象称为用负载。在用负载的情况下，就必须控制发动机减少向其提供能量。

例如，对于旋转机械，如蒸汽轮机，在用负载的情况下，如果不降低蒸汽供量，产生的能量将变成转动动能使转数增加，但是，旋转机械具有一个由其材料的容许应力决定的转数的上限，因此，必须控制蒸汽供应阀关闭或开启在适当的开启度上，以防止转数超过上限。另一方面，在燃气轮机出现用负载的情况下，就必须减少向燃气轮机供应燃料，其原因同上所述。这里应注意到燃气轮机一般是由压缩机，燃烧室及涡轮机组成的，燃料被注入进燃烧室以便连同被压缩机压缩到高压的空气一起燃烧。然后燃烧的气体在涡轮机内膨胀以产生或作功。相应地，由于无论在何时刻，都必须由压缩机产生压缩空气以维持燃气轮机的转数恒定，因此，即使在无负载状态下，也需要由涡轮机作一定的功，其量相应于压缩功，结果，即使涡轮机未加有负载，也必须注入规定量的燃料。此外，对于燃气轮机的燃烧室来说，当提供给燃烧室的燃烧的流速开始低于一定的极限时，燃烧便不能进

行，造成所谓的“熄火”现象。这种熄火可以使含有空气的燃烧物质回流而造成非常危险的状态。因此，对于燃料流速控制阀控制装置来说，其必要的功能之一就是能从正常运行时燃料流速控制阀的开启状态迅速减小到对应于未加负载时的燃料流速的阀门开启状态，而不引起熄火现象及在甩负载时产生转数超限。

图3显示了传统的燃料流动控制系统的方框图的实例，在该系统中，输出W被与负载9连接并构成负载9的一部分的输出检测器6检测并通过比较器1与作为预期值或目标值设定的输出W*比较然后，按照这样得到的输出偏差 ΔW 由算术单元2将其转换成预期的转数N*。在燃气轮机中，对于当额定的输出是预期值时的情况，转换函数设定为104%，对于没有负载的情况，设定为100%，当输出偏差 ΔW 为止时，预期的转数N*以一个预定的固定的速率增加，当 ΔW 为负时，N*以预定的固定速率减小。

但是，当负载9不需要动力时，则设定为100%。

由构成燃气轮机8一部分的转数检测器7检测的转数N由比较器3与预期的转数N*比较，由此，得到的输出 ΔN 由算术单元4转换成燃料流速控制阀的期望开启度 δ_0 。

算术单元5用来计算燃料流速控制阀12的所期望的开启度的最小值，以便将燃料流速控制阀的开启度设在能防止燃烧室14熄火的范围内。燃烧室14熄火的发生取决于燃烧室的特征，即，当燃料空气比变为等于或小于一定的确定值时，熄火才发生。由于从压缩机13排放并提供给燃烧室14的空气流率随大气温度及转数变化，由算术单元5根据由大气温度检测器11检测的大气温度T及转数N对燃料控制阀12的所期望的开启度的最小值进行修正。

压力控制阀 17 用来使燃料流速控制阀 12 的由压力检测器 18 检测入口压力 P_2 保持恒定。因此，决定燃气轮机的输出（功率）的燃料流速唯一地取决于燃料流速控制阀 12 的开启度。

根据算术单元 5 输出值 ϑ_1 的变化，改变燃料流率控制阀 12 的开启度以调节燃料流速，这样就可使输出值 W 接近设定的输出 W^* 。采用这种方法即执行了一个规定的反馈控制。

图 4 显示了上述传统的控制系统在突然甩负载或为负载 9 设定的输出值 W^* 从额定值变为 0 的情况下的运行状况。

下面对图 4 进行说明。假定甩负载在时间点 T_1 开始发生。设定输出值 W^* 从点 A_1 经过点 A_2 变成 A_3 。假定 A 和 B 是常量，由算术单元 4 根据下面公式进行计算：

$$\vartheta_0 = A \times (N^* - N) + B$$

B 值对应于线 g 和 h ，即，无负载条件。

一个对应于线 e 的预期的最小阀门开启度值设置于算术单元 5 中。于是，预期的燃料流速控制阀开启度 ϑ_1 从点 B_1 经过点 B_2 变为 B_3 ，然后，经过 B_4 渐近地接近线 g 。燃料流速控制阀 12 对应预期的开启度的变化从点 C_1 经过点 P 达到点 C_3 ，然后达到线 h 。燃气轮机的输出（功率） W 沿着等同于线 c 的线变化。在 T_1 期间，燃气轮机的输出值在 T_1 时刻甩负载后并不小于 0，转数 N 暂时从点 D_1 上升到点 D_2 ，但是，由于燃料流速控制阀 12 落到线 d 然后落到线 q ，转数变为下降。

按此方法，输出值 W 响应设定的输出值 W^* 的变化。

但是，根据这种控制方法，阀门的最小开启比预期的或目标开启度值的最小设定值小，结果造成提供给燃烧室的燃料流速总是低于予

期的燃料流速。为解决这个问题，可考虑先固定一个限值，即必须限定在线 f 而实际是限定在向上修正一个对应于线 d 与 b 之间的差 Δc 的差值 ΔB 得到的线 e。但是，这种方法产生的问题是在用负载时转数会进一步上升从而不能视为一种解决方法。

本发明就是针对上述问题研制的，本发明的目的在于提供一种控制燃气轮机的燃料的方法及装置，它们能在用负载时不使燃料流速控制阀的开启度小于预定的限度而防止燃烧室的熄火，同时能减小转数的上升。

为了实现这个目的，本发明提供了控制燃气轮机燃料的一种方法，该方法通过控制燃料供应控制阀以与负载的大小成比例地控制向燃烧室供应的燃料的量，该方法包括的步骤为，当燃气轮机的负载改变而要改变燃料供应量使其与变化后的负载相适应时，在开始控制时，燃料供应控制阀的操作以高速进行，当变化的负载所必需的燃料供应量接近达到时，以比所述高速低的速度操作燃料供应控制阀。

根据本发明的控制方法，当接近变化的负载所需的燃料供应量时，即，预期的开启度目标值，控制阀的开启与关闭速度被降低。从而，可以降低控制阀的失控以及能可靠地防止燃烧室出现熄火且不使转速的上升超过一定限度。

根据本发明，上述的目的利用一个控制燃气轮机的燃料的装置得以实现，该装置包括：

一个燃料控制阀门，用于控制供给燃烧室的燃料量；阀门开启程度指令装置，用于根据气轮机的负载的大小向所述的燃料控制阀发出开启程度指令，燃烧是根据燃气轮机的负载情况进行的，所述的阀门开启程度指令装置具有一个修正指令装置，用于在开启及关闭操作的

初始阶段以高速操作所述的燃料控制阀，当接近预期的开启值时，以低于所述的高速的较低速度操作所述的燃料控制阀。

图 1 是根据本发明的最佳实施例说明燃料控制方法的燃气轮机控制系统的方框图；

图 2 是燃气轮机起动时得到的特性曲线图；

图 3 是说明传统燃料控制方法的燃气轮机控制系统的方框图；

图 4 是显示当传统的燃气轮机起动时得到的特性曲线图；

图 5 和图 6 显示的是按照本发明的较佳实施例对于燃料流速控制阀的预期开启度值的修正值。

下面参照图 1 对本发明的实施例进行描述。输出值 W 由属于负载 9 的输出检测器检测并由比较器 1 与一个作为预期的或目标值设定的输出值 W^* 比较，然后由算术单元 2 按照这样得到的输出偏差 ΔW ，转换成预期的转数 N^* 。对于燃气轮机来说，在燃气轮机的额定输出是预期值情况下转换函数通常设计为设定在 104%，在无负载时则为 100%，而当输出偏差 ΔW 为正时，转数 N^* 以一个预定的固定速率增加，当 ΔW 为负时， N^* 以一个预定的固定速率减少。但是，在负载 9 无需动力的情况下则设为 100%。由属于燃气轮机 8 的转数检测器检测的转数 N 由比较器 3 与预期的转数 N^* 比较，这样得到的输出 ΔN 由算术单元 4 转换成燃料流速控制阀的预期开启度 ϑ 。

算术单元 5 用来计算燃料流速控制阀 12 的预期开启度的最小值，这里，所设定的是对应于燃烧室 14 灭火或熄火的燃料流速的燃料流速控制阀的开启度。燃烧室 14 的灭火或熄火的发生取决于燃烧室的特征，也就是说，当燃料空气比变为等于或小于给定值熄火才发生。另一方面，从压缩机 13 排放的并提供给燃烧室 14 的空气的流

速随大气的温度和转数而变化。因此，由算术单元5计算的燃料流速控制阀门12的开启度的最小值要根据由大气温度检测器检测的大气温度及转数N进行修正。在算术单元10中，一系列的反馈控制以这样的方式进行，从包括由燃料流速控制阀开启度检测器15检测到的阀门开启度 ϑ 在内的参数中用后面将要说明的一种方法确定一个随时间变化的修正因数 $\Delta\vartheta_1$ ，由加法器16将这一因数加到燃料流速控制阀门12的预期开启度 ϑ_1 上，最后，得到作为燃料流速控制阀的开启度的预期值 ϑ_2 。这样，使得输出值能够接近根据 ϑ_2 设定的输出值W*。图2显示了在甩负载情况下，即，负载9所需的设定的输出值W*从额定值迅速变为0的情况下运行特性。在该图中，本发明最佳实施例的控制方法的运行特性与传统的控制系统作了比较。此外，图5显示了修正值 $\Delta\vartheta_1$ 的一个实例。在该图中，假设 $\vartheta(T_1)$ 代表在 T_1 时刻燃料流速控制阀门的开启度 ϑ ，则修正值 $\Delta\vartheta_1$ 可表示为 $\Delta\vartheta_1 = f(\vartheta(T_1), \text{time})$ 。（time为时间）即这一修正值 $\Delta\vartheta_1$ 用于产生降低阀门开启速度的修正。在使用修正值 $\Delta\vartheta_1$ 的情况下，就可以使燃料流速控制阀的开启度值渐近地，平稳地接近对应于燃料流速控制阀所预期的最小开启度值的线b，而不会产生象传统控制方法中由点P所示的失控。另外，还可以用燃气轮机在 T_1 时刻的输出W作为参数来表示修正值 $\Delta\vartheta_1$ 。在这种情况下，修正值 $\Delta\vartheta_1$ 用下面公式表示。

$$\Delta\vartheta_1 = f(W(T_1), \text{time}) \quad (\text{time 为时间})$$

此外，利用计算机，对燃气轮机8和其它装置及控制装置的模型进行

模拟分析，可容易地确定修正值。在修正值 $\Delta \theta_1$ 被表示成为 $\Delta \theta_1 = f(W(T_1), time)$ 的情况下，假定，

$$\Delta \theta_1 = b \times W(T_1) - a \times (T - T_1)$$

其中“a”和“b”为常数。在确定“a”和“b”值时将可进行计算机模拟使上述公式的第一项的最大值不超过燃料控制阀门在 T_1 时刻的阀门开启度，而且修正是在 T_2 之前的最后时刻变为 0，在用负载后，在 T_2 的转数为最大值，需要尽可能地降低燃料的供给量。这也同样适用于用其它多项表达式或函数来表示 $\Delta \theta_1$ 的情况，在这种情况下，结果的准确性可由燃料控制阀的开启度避免了失控这一事实或燃料空气比避免了失控这一事实来加以鉴别。

本发明的上述实施例既可用模拟电子线路也可用数字计算机加以实施。图 6 显示了利用数字计算机情况下修正值 $\Delta \theta_1$ 的例子。在该例中，在每个取样时间 ΔT 产生一个输出，使修正值可表示为 $\Delta \theta = f[\theta(T_1) time]$ ，与图 5 所示的修正值相似，但它所取的是阶梯性的值。

如上所述，按照本发明，为了使燃料供应量在突然出现用负载时迅速变为低负载所需燃料量，直到所需的低负载燃料供应量达到一半以前燃料控制阀以高速关闭，此后，按照修正值以比前述低的速度关闭。因此，当接近变化后的负载所需的燃料供应量时，即接近预期的目标开启度值时，控制阀的开启和关闭速度被降低。结果，降低了控制阀的失控，并能有效地避免燃烧室熄火，而并不引起燃气轮机的转数上升超过一定限值。

说 明 书 附 图

图 1

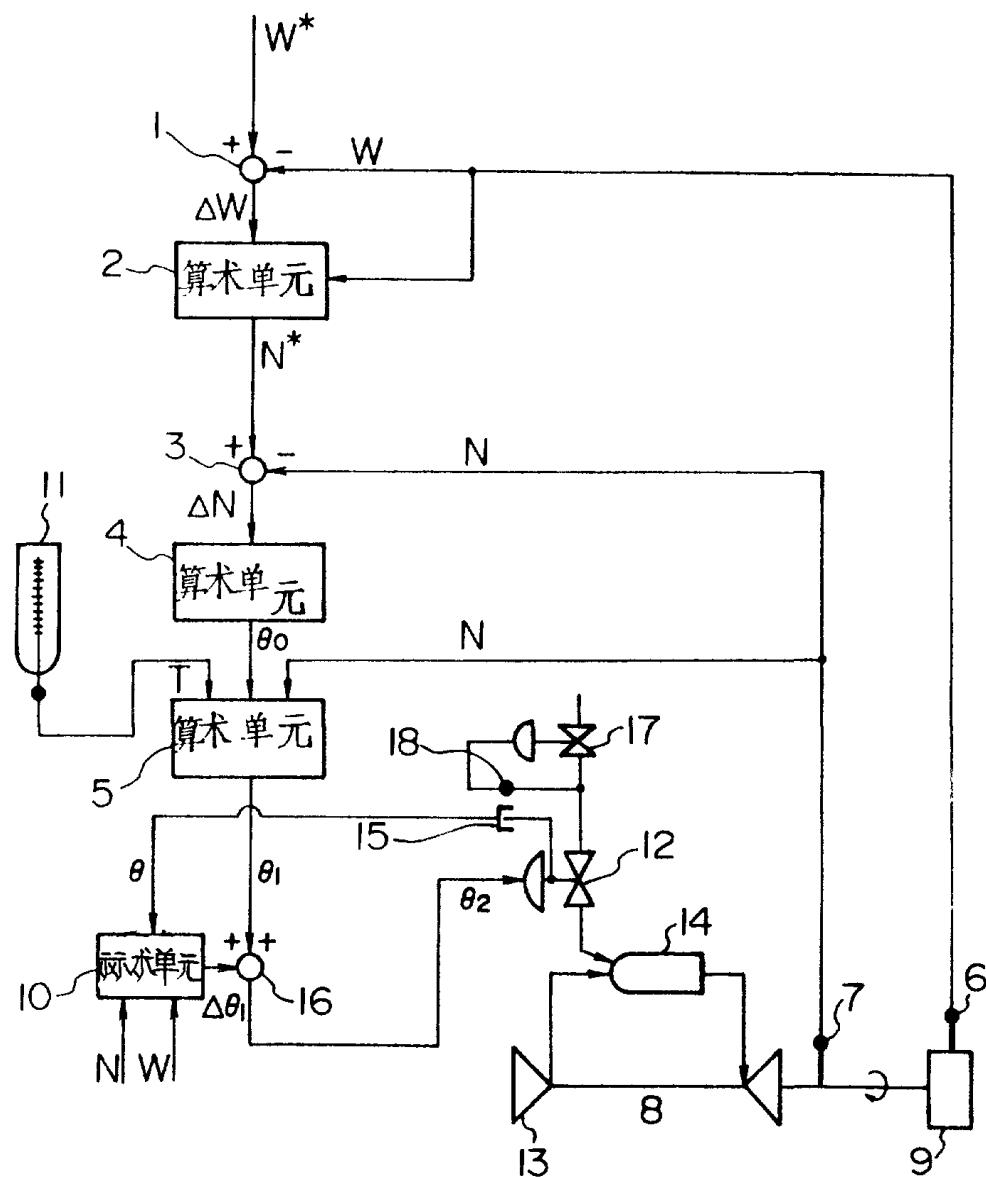


图 2

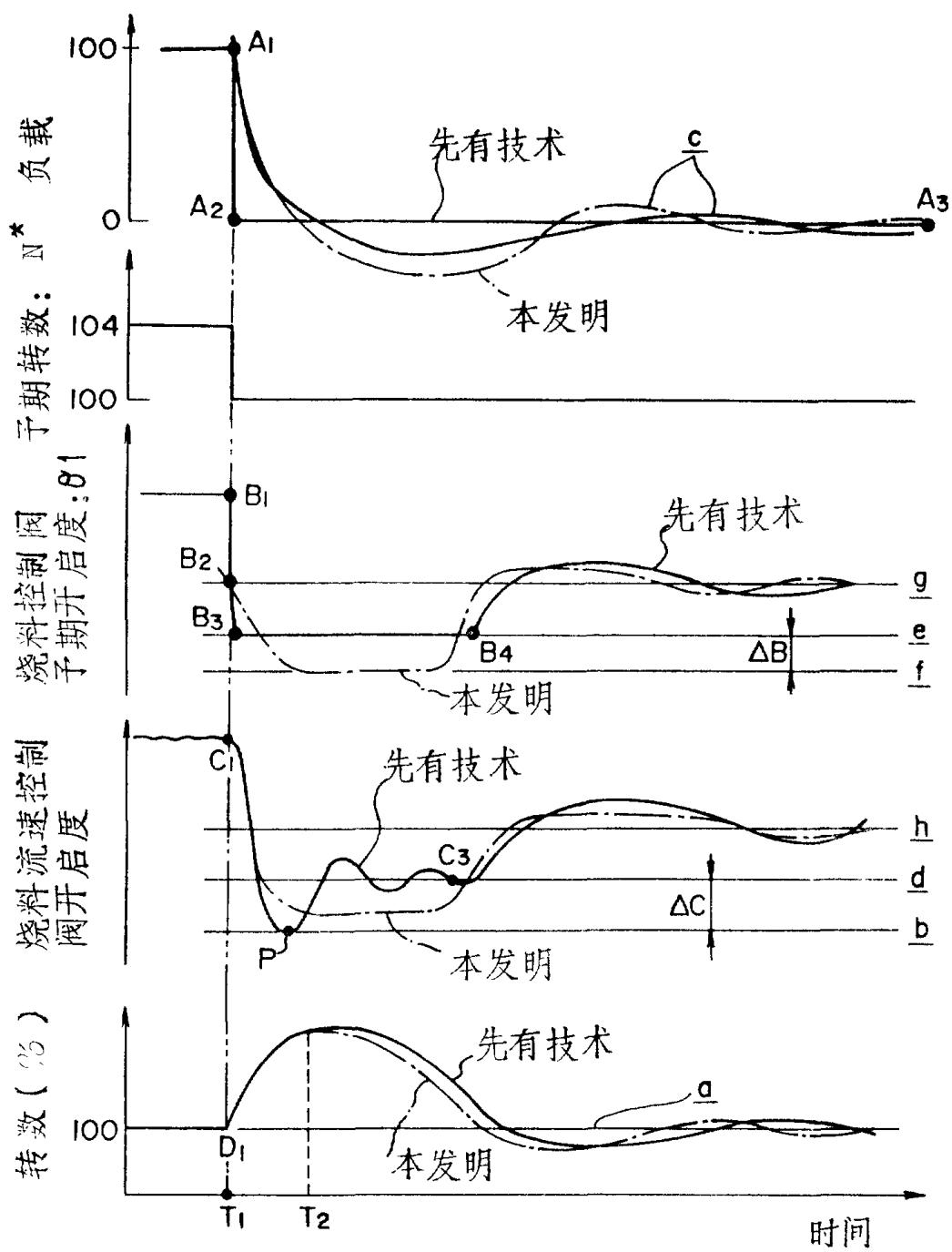


图 3

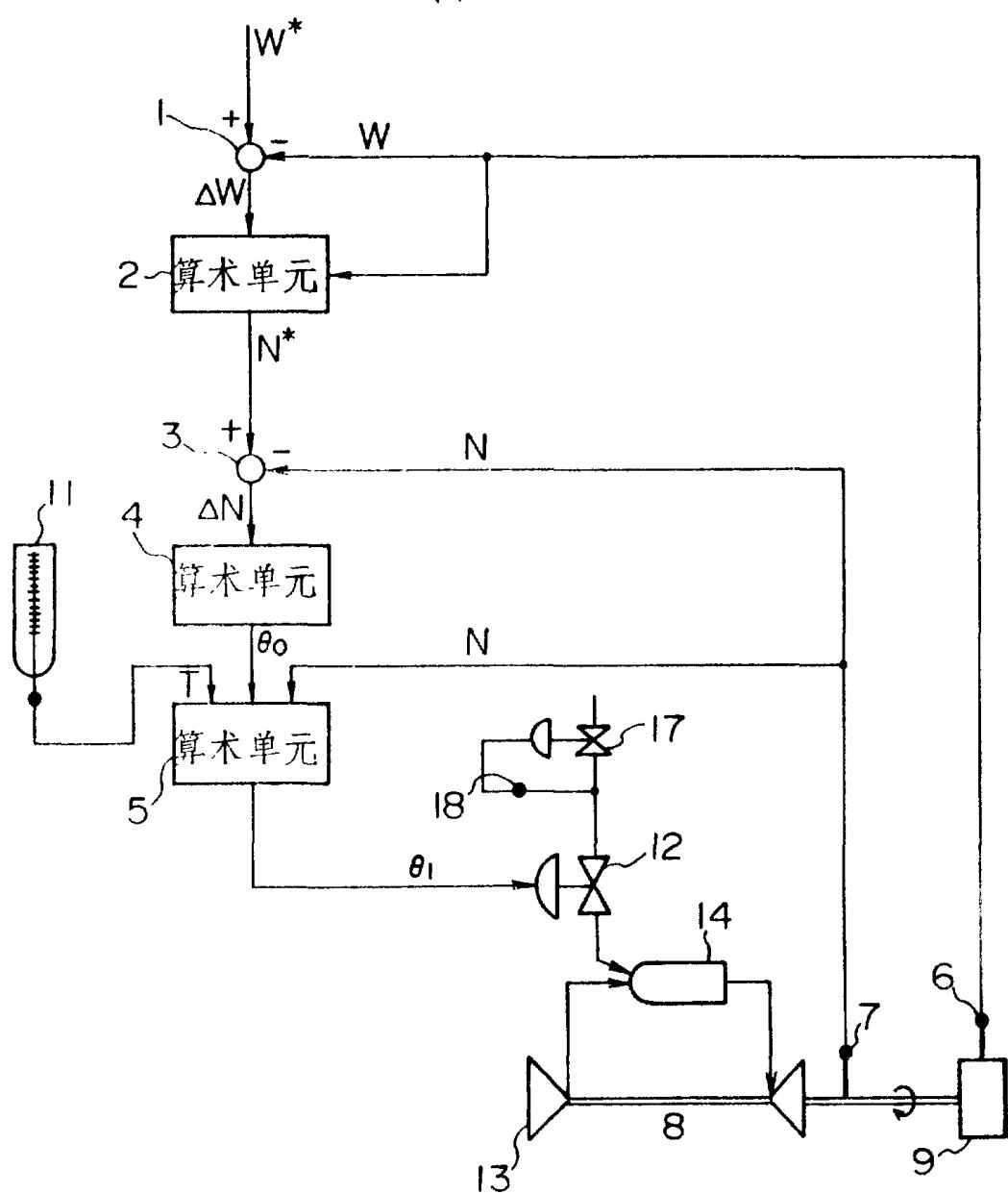


图 4

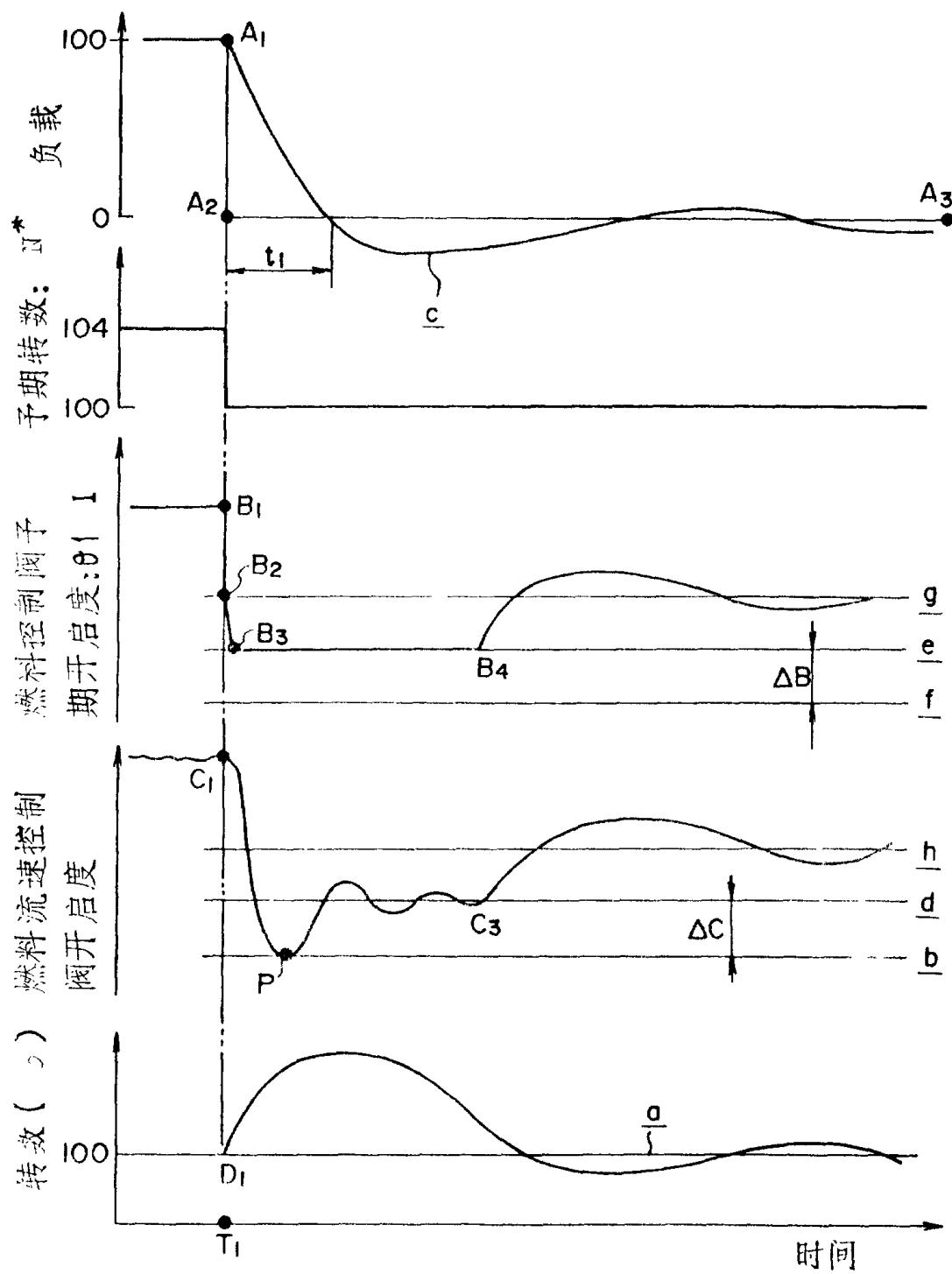


图 5

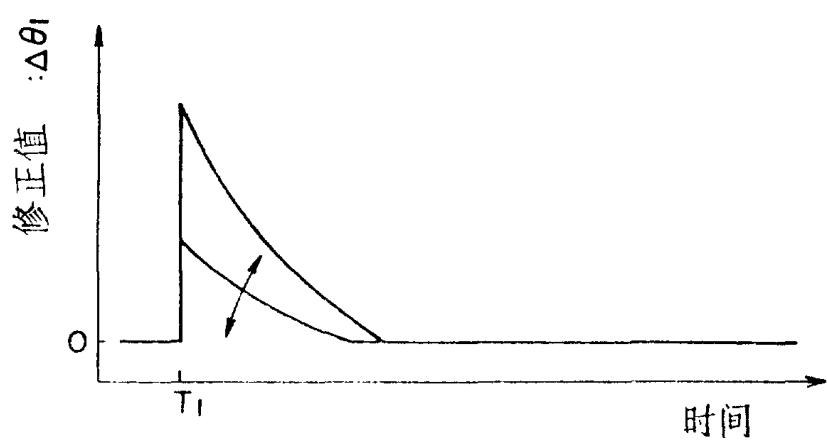


图 6

