



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02142764.X

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1176321C

[22] 申请日 2002.9.20 [21] 申请号 02142764.X

[30] 优先权

[32] 2001.10.3 [33] JP [31] 307855/2001

[71] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 青山邦明

审查员 杨祥钧

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

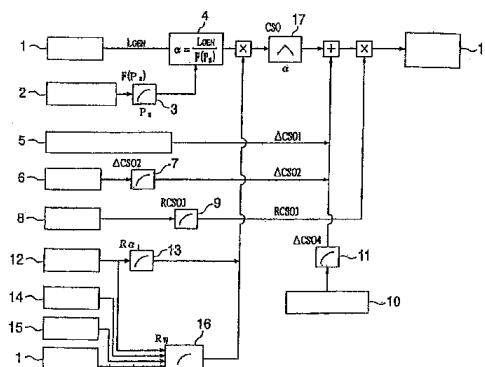
代理人 魏晓刚 李晓舒

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 燃气轮机燃烧器中的燃料比控制方法和装置

[57] 摘要

公开了燃气轮机燃烧器中的一种燃料比控制方法和用于该方法的装置，其中，适当地保持引燃燃料对主要燃料的供应比，由此避免诸如燃烧波动或点火不良的不稳定燃烧，并实现低 NO<sub>x</sub> 燃烧。燃料比控制信号 CSO 相应于发电机输出输入单元 1 输出的发电机输出 L<sub>GEN</sub> 设定。引燃燃料比控制通过相应于燃烧空气和燃料中任一个或二者的条件变化校正燃料比控制信号 CSO 得以执行。燃烧空气中的条件变化为压缩机联机叶片冲刷、环境湿度、环境压力等之中变化的至少一个，而燃料的条件变化为燃料成份的变化。信号校正也通过燃气轮机恶化因数或发电机输出的变化率来进行。



1. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料相对于主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：设定一个与所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  相对应的燃料比控制信号；以及通过相应于供给到所述燃气轮机燃烧器中的燃烧空气和燃料任一个或二者中的条件变化校正所述燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

2. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：计算所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  所产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ ，即  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ ；设定与所述比  $\alpha$  相对应的燃料比控制信号；以及通过相应于供给到所述燃气轮机燃烧器中的燃烧空气和燃料的任一个或二者中的条件变化校正所述燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的燃料比控制方法，其中，所述燃烧空气中的条件变化由压缩机联机叶片冲刷信号、环境湿度变化信号和环境压力变化信号中至少一个给出。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的燃料比控制方法，其中，所述燃料中的条件变化由燃料成份变化信号给出。

5. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：设定对应于所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  的燃料比控制信号；以及通过相应于所述发电机输出  $L_{GEN}$  中的变化率校正所述燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

6. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：计算所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ ，即， $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ ；设定相应于所述比  $\alpha$  的燃料比控制信号；以及通过相应于所述发电机输出  $L_{GEN}$  中的变化率校正所述燃料比控制信号而执行引燃燃料比控制。

7. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 设定相应于所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  的燃料比控制信号, 以及通过相应于由所述发电机输出  $L_{GEN}$ 、燃料流量、环境压力、环境温度和燃料成份中得出的燃气轮机恶化因数校正所述燃料比控制信号来执行引燃燃料比控制。

8. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 设定相应于所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  的燃料比控制信号, 以及通过相应于由燃烧器内部空气压力、废气温度和所述发电机输出  $L_{GEN}$  获得的燃气轮机恶化因数校正所述燃料比控制信号来执行引燃燃料比控制。

9. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 计算相应于所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ , 即,  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$  的燃料比控制信号; 以及通过相应于从所述发电机输出  $L_{GEN}$ 、燃料流量、环境压力、环境温度以及燃料成份获得的燃气轮机恶化因数校正所述燃料比控制信号来执行引燃燃料比控制。

10. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 计算相应于所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ , 即,  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$  的燃料比控制信号; 以及通过相应于从燃烧器内部空气压力、废气温度和所述发电机输出  $L_{GEN}$  获得的燃气轮机恶化因数校正所述燃料比控制信号来执行引燃燃料比控制。

11. 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制装置包括: 输入以所述发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  和基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  以用于计算他们的比  $\alpha$ , 即,  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$  的计算单元; 输入以来自所述计算单元的输出以用于输出燃料

- 比控制信号的函数设定单元；输入以由燃烧空气条件、燃料条件和所述发电机输出  $L_{GEN}$  的变化率校正的校正信号中的至少一个以用于校正所述燃料比控制信号的加法器或积分器；以及输入以由环境压力和燃气轮机恶化因数校正的校正信号中至少一个以用于校正来自所述计算单元的输出的加法器或积分器。
- 5

## 燃气轮机燃烧器中的 燃料比控制方法和装置

5

### 技术领域

本发明涉及包括起动喷嘴和主喷嘴的燃气轮机燃烧器中的一种燃料比控制方法和用于该方法的装置，用于控制提供到起动喷嘴内的引燃燃料对提供到主喷嘴的主要燃料的燃料比。

10

### 背景技术

在燃气轮机燃烧器中，为了保持稳定燃烧，经常提供起动(pilot)喷嘴，用于通过起动喷嘴和主喷嘴两种喷嘴来实现燃烧。在起动喷嘴中，实现扩散型燃烧，其中引燃火焰由大约全部燃料的 10% 的引燃燃料来维持。大约 15 90% 的剩余燃料为提供到主喷嘴的主要燃料。主要燃料事先与空气混合，以用于预混合燃烧。

为了减少燃烧所产生的 NO<sub>x</sub> 量，优选地是使用于扩散型燃烧的引燃燃料最少。然而，另一方面，如果减少引燃燃料，会发生如下的情况，即 NO<sub>x</sub> 量相反地由于燃烧状态的改变所造成的不稳定燃烧而增大。由于这种情况，20 需要通过最少引燃燃料实现稳定燃烧。为此目的，在燃气轮机燃烧器中引燃燃料对主要燃料的燃料比控制至关重要。

因此，本发明的目的是提供在构造成通过引燃燃料和主要燃料实现燃烧的燃气轮机燃烧器中的一种燃料比控制方法和用于该方法的装置，通过该方法和装置，引燃燃料供应相对于主要燃料供应的比得以适当保持，从而25 避免了诸如燃烧波动和点火不良的不稳定燃烧，并实现了低 NO<sub>x</sub> 燃烧。

### 发明内容

为了实现上述目的，本发明提供了以下的燃料比控制方法，即，在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分30 的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料相对于主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：设定一个与发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  相对应的

燃料比控制信号；以及通过相应于供给到燃气轮机燃烧器中的燃烧空气和燃料任一个或二者中的条件变化校正燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

5 在本发明的上述燃料比控制方法中，虽然燃料比控制信号相应于发电机输出设定，而这个燃料比信号相应于燃烧空气和燃料的任一个或二者中的条件变化进行校正。由此，根据本发明的燃料比控制信号变成精确对应于发电机输出的信号，在该信号上良好地反映出燃烧空气和燃料的各条件变化中的至少一个。由此，可以适当地保持燃料比，并且可以在燃气轮机燃烧器中实现低 NO<sub>x</sub> 燃烧。

10 同样，为了实现上述目的，本发明提供了以下的燃料比控制方法，即，在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤：计算发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  所产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ ，即  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ ；  
15 设定与比  $\alpha$  相对应的燃料比控制信号；以及通过相应于供给到燃气轮机燃烧器中的燃烧空气和燃料的任一个或二者中的条件变化校正燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

在本发明的上述燃料比控制方法中，虽然燃料比控制信号相应于比  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ ，即发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  所产生的函数  
20  $F(P_2)$  的比  $\alpha$  来设定，而这个燃料比控制信号相应于燃烧空气和燃料的任一个或二者中的条件变化来校正。由此，根据本发明的燃料比控制信号变成精确反应发电机输出的信号，该信号良好地反映了燃烧空气和燃料中各条件变化的至少一个。由此，可以适当地保持燃料比，并且可以在燃气轮机燃烧器中实现低 NO<sub>x</sub> 燃烧。

25 作为用在根据本发明的燃气轮机燃烧器的燃料比控制方法中的，燃烧空气的条件变化可以是压缩机联机叶片冲刷信号(on-line vane washing signal)、环境湿度变化信号和环境压力变化信号中至少一个。同样，作为用于根据本发明的燃气轮机燃烧器内燃料比控制方法中的，燃料的条件变化可以是燃料成份改变信号。

30 从而，根据本发明的燃料比控制信号变成精确对应于比  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ ，即发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  所产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$

的信号, 在该信号上良好地反映了压缩机联机叶片冲刷、环境湿度变化、环境压力变化、燃料成份改变等。

同样, 为了实现上述目的, 本发明提供了以下的燃料比控制方法, 即, 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 设定对应于发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  的燃料比控制信号; 以及通过相应于发电机输出  $L_{GEN}$  中的变化率校正燃料比控制信号来进行引燃燃料比控制。

根据本发明的上述燃料比控制方法, 引燃燃料比控制可以基于适当地响应发电机输出变化的引燃燃料比控制信号来执行, 在控制信号上良好地反映了发电机输出的变化率。

同样, 为了实现上述目的, 本发明提供了如下的燃料比控制方法, 即, 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 计算发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ , 即,  $\alpha=L_{GEN}/F(P_2)$ ; 设定相应于比  $\alpha$  的燃料比控制信号; 以及通过相应于发电机输出  $L_{GEN}$  中的变化率校正燃料比控制信号而执行引燃燃料比控制。

根据上述本发明的燃料比控制方法, 燃气轮机燃烧器中的燃料比控制可以通过精确响应比  $\alpha=L_{GEN}/F(P_2)$ , 即, 发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ , 的燃料比控制信号而予以执行, 在该信号上良好地反映了发电机输出的变化率。

此外, 为了实现上述目的, 本发明提供了以下的燃料比控制方法, 即, 在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中, 用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制方法包括以下步骤: 设定相应于发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  的燃料比控制信号, 或计算并设定相应于发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$ , 即  $\alpha=L_{GEN}/F(P_2)$  的燃料比控制信号; 以及通过相应于燃气轮机恶化因数(deterioration factor)校正燃料比控制信号来执行引燃燃料比控制。

在这种情况下, 燃气轮机恶化因数可以由发电机输出、燃料流量、环

境压力、环境温度和燃料成份或者由燃烧器内部空气压力、废气温度和发电机输出获得。

从而，根据本发明，在燃气轮机燃烧器中的燃料比控制可以通过精确响应发电机输出  $L_{GEN}$  或发电机输出  $L_{GEN}$  对基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$  的燃料比控制信号而正确地进行，在该信号上良好地反映了燃气轮机恶化因数。

同样，为了实现上述目的，本发明提供了以下的燃料比控制装置，即，在构造成实现引燃燃料和主要燃料燃烧并作为包括发电机的燃气轮机的一部分的燃气轮机燃烧器中，用于控制引燃燃料对主要燃料的燃料比的燃料比控制装置包括：输入以发电机的发电机输出  $L_{GEN}$  和基于燃烧器内部空气压力  $P_2$  产生的函数  $F(P_2)$  以用于计算他们的比  $\alpha$ ，即  $\alpha=L_{GEN}/F(P_2)$  的计算单元；输入以来自计算单元的输出以用于输出燃料比控制信号的函数设定单元；输入以由燃烧空气条件、燃料条件和发电机输出  $L_{GEN}$  的变化率校正的校正信号中的至少一个以用于校正燃料比控制信号的加法器或积分器；以及输入以由环境压力和燃气轮机恶化因数校正的校正信号中至少一个以用于校正来自计算单元的输出输出的加法器或积分器。

根据上述本发明的燃料比控制装置，燃料比控制信号由燃烧空气条件变化、燃料条件变化、发电机输出变化率以及燃气轮机恶化因数中至少一个来校正，而适当地保持引燃燃料对主要燃料的燃料供给比。从而可以实现燃气轮机燃烧器中的燃料比控制，该控制避免了诸如燃烧波动、点火不良等的不稳定燃烧并实现低  $NO_x$  燃烧。

#### 附图说明

图 1 是示出关于本发明的方法的实施例的方块图。

25

#### 具体实施方式

以下，将参照图 1 的方块图具体描述根据本发明的实施例。

在图 1 中，附图标记 1 标示发电机输出输入单元，该单元测量发电机输出，并输出发电机输出  $L_{GEN}$ 。附图标记 2 标示燃烧器内部空气压力输入单元，该单元测量燃烧器壳体内部的空气压力  $P_2$ ，并将该空气压力输出；附图标记 3 标示函数发生器，该发生器通过来自燃烧器内部空气压力输入单

30

元 2 的空气压力  $P_2$  信号产生函数  $F(P_2)$ 。附图标记 4 标示计算单元，该单元通过来自发电机输出输入单元 1 的发电机输出  $L_{GEN}$  和由函数发生器 3 产生的函数  $F(P_2)$  来计算比  $\alpha = L_{GEN}/F(P_2)$ 。在计算单元 4 计算的比  $\alpha$  被传送到函数设定单元 17，如下面将描述的。

- 5 附图标记 5 标示压缩机联机叶片冲刷输入单元，用于执行压缩机联机叶片冲刷。当执行压缩机联机叶片冲刷时，与其对应的输入单元 5 输出用于后面将描述的燃料比控制信号 CSO 的校正信号  $\Delta CSO1$ 。校正信号  $\Delta CSO1$  可以为预定值，但是优选地是由联机叶片冲刷入口压力的函数来确定。

- 10 附图标记 6 标示环境湿度输入单元，该单元测量环境湿度，并将其输出到函数发生器 7 中，而函数发生器 7 输出与环境湿度值相对应的校正信号  $\Delta CSO2$ 。

- 15 附图标记 8 标示燃料成份输入单元，该单元输出标示燃料成份的信号到函数发生器 9 中，而函数发生器 9 计算并输出与燃料成份变化相应的校正信号或校正函数  $RCSO3$ 。附图标记 10 标示发电机输出变化率输入单元。如果发电机输出改变，这个输入单元 10 将发电机输出的变化率赋予函数发生器 11，而函数发生器 11 输出与发电机输出变化率相对应的校正信号  $\Delta CSO4$ 。

- 20 附图标记 12 标示环境压力输入单元。表明环境压力的信号赋予函数发生器 13，而函数发生器 13 计算函数  $R\alpha_1$ 。附图标记 14 标示环境温度输入单元，该单元输出与环境温度相对应的信号。附图标记 15 标示燃料流量输入单元，该单元输出与供给到燃气轮机燃烧器内的燃料的流量相对应的信号。

- 25 附图标记 16 标示燃气轮机恶化因数输入单元。这个输入单元 16 被提供来自环境压力输入单元 12、环境温度输入单元 14、燃料流量输入单元 15 和发电机输出输入单元 1 的信号。由燃料流量和发电机输出获得的燃气轮机恶化通过环境压力和环境温度校正，由此计算出燃气轮机恶化因数  $R\eta$ 。

- 30 计算单元输出的发电机输出  $L_{GEN}$  与基于燃烧器内部空气压力产生的函数  $F(P_2)$  的比  $\alpha$  由燃气轮机恶化因数  $R\eta$  和函数发生器 13 输出的环境压力的函数  $R\alpha_1$  相乘，从而校正了比  $\alpha$ 。这个校正的比  $\alpha$  输入到函数设定单元 17 中，该单元又输出燃料比控制信号 CSO。同样，来自压缩机连接叶片冲刷输入单元 5 的校正信号  $\Delta CSO1$ 、来自函数发生器 7 的校正信号  $\Delta CSO2$  以及来自

函数发生器 11 的校正信号 $\Delta\text{CSO4}$ 累加到函数设定单元 17 输出的燃料比控制信号 CSO 上, 从而校正了值 CSO。

同样, 输出为燃料比控制信号的信号 18 被与燃料成份相对应的函数发生器 9 输出的校正函数 RCSO3 相乘, 从而这个信号相应于燃料成份的变化  
5 得以校正。

如上所述, 在采取来自发电机输出输入单元 1 的发电机输出  $L_{\text{GEN}}$  与基于燃烧器内部空气压力输入单元 2 输出的压力所产生的函数  $F(P_2)$  的比 $\alpha$ , 即 $\alpha=L_{\text{GEN}}/F(P_2)$ 的情况下, 与比 $\alpha$ 相对应的燃料比控制信号 CSO 由压缩机联  
10 机叶片冲刷、环境湿度、燃料成份和环境压力变化、燃气轮机恶化以及发电机输出变化率校正。由此, 燃料比得以最终控制, 并且可以保持燃气轮机燃烧器内的稳定燃烧。

在上面, 虽然本发明已经基于实施例得以具体描述, 但是本发明决不局限于这些实施例, 而自然可以在所附权利要求书的范围内添加以各种改进和修改。

15 例如, 在上述实施例中, 校正信号 $\Delta\text{CSO1}$ 、 $\Delta\text{CSO2}$  和 $\Delta\text{CSO4}$  添加到燃料比控制信号 CSO 上, 而燃料比控制信号 CSO 由校正函数 RCSO3 相乘, 但燃料比控制信号由这些校正信号的校正模式可以任意选择。同样, 不必要使用所有这些校正信号和校正函数, 而是可以任意选择他们中的任一个或他们中两个或多个组合。

图 1

