



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102042092 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 201010574316. 3

(22) 申请日 2010. 12. 06

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 范轶 于达仁 刘金福 徐志强

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 毕志铭

(51) Int. Cl.

F02C 9/18(2006. 01)

F04D 27/00(2006. 01)

F04D 29/66(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101701546 A, 2010. 05. 05,

CN 101592070 A, 2009. 12. 02,

US 3240422 A, 1966. 03. 15,

CN 101328831 A, 2008. 12. 24,

US 3276674 A, 1966. 10. 04,

US 4292806 A, 1981. 10. 06,

CN 1573055 A, 2005. 02. 02,

GB 871083 A, 1961. 06. 21,

CN 1820133 A, 2006. 08. 16,

李治家等. 防喘振调节系统在汽轮鼓风机中的应用. 《梅山科技》. 2005, (第 4 期), 16-18.

李文华等. 《涡轮增压器防喘振系统设计研究》. 《内燃机》. 2008, (第 5 期), 11-13.

审查员 张云芳

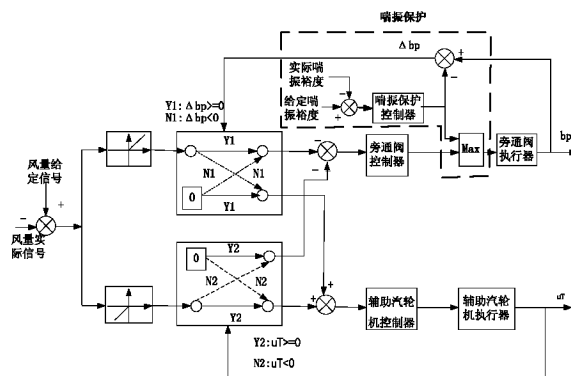
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法

(57) 摘要

一种涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法,它涉及一种喘振保护方法。本发明解决了现有的涡轮增压系统压气机的喘振保护方法的安全裕度过于保守,导致锅炉性能降低的问题。当压气机的风量增加时,通过交叉限幅使辅助汽轮机回路风量给定信号指令为 0,将风量给定信号送入旁通阀控制器,如果旁通阀的容许开启裕度  $\Delta bp$  大于 0,将旁通阀控制器的控制输出信号与喘振保护控制器输出信号值大的信号送入旁通阀执行器,直至旁通阀关闭;如果旁通阀关闭仍不能满足压气机的风量要求,则将输入旁通阀的风量给定信号送入辅助汽轮机控制器。本发明的喘振保护方法在对压气机进行喘振保护的同时,使锅炉系统的性能大大提高,从而提高了锅炉系统的经济性。



CN 102042092 B

1. 一种涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法,其特征在于:所述压气机风量切换控制的喘振保护方法是按照以下步骤实现的:

步骤一、将主锅炉的控制器输出的负荷指令生成风量给定信号送入压气机风量控制系统;

步骤二、当压气机的风量增加时,通过交叉限幅使辅助汽轮机回路风量给定信号指令为 0,将风量给定信号送入旁通阀控制器,如果旁通阀的容许开启裕度  $\Delta bp$  大于 0,则比较旁通阀控制器的风量输出信号与喘振保护控制器输出的风量信号的大小,喘振保护控制器输出的风量信号即喘振保护的容许开度,然后将二者风量信号值大的风量信号送入旁通阀执行器,进入旁通阀执行器的控制信号使旁通阀逐渐关小,直至旁通阀关闭;

步骤三、如果旁通阀关闭仍不能满足压气机的风量要求,则将输入旁通阀的风量给定信号送入辅助汽轮机控制器,然后风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器,进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门开大;

步骤四、当压气机的风量减少时,通过交叉限幅使旁通阀回路风量给定信号指令为 0,将风量给定信号送入辅助汽轮机控制器,如果辅助汽轮机阀门处于开启状态,即辅助汽轮机阀门的风量  $uT \geq 0$ ,风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器,进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门关小,直至辅助汽轮机阀门关闭;

步骤五、如果辅助汽轮机阀门关闭仍不能满足压气机的风量要求,则将辅助汽轮机的风量给定信号送入旁通阀控制器,然后风量给定信号由旁通阀控制器进入旁通阀执行器,进入旁通阀执行器的风量给定信号使旁通阀开大。

## 一种涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种喘振保护方法,具体涉及一种涡轮增压系统压气机的喘振保护方法。

### 背景技术

[0002] 增压锅炉是利用涡轮增压系统向炉膛输送一定压力助燃空气的蒸汽动力装置,其具有高可靠性、小重量尺寸和良好机动性等特点。但与常压锅炉相比,增压锅炉的稳定性比较差,这是大多数西方国家舰船动力系统较少采用增压锅炉的主要原因之一。增压锅炉的稳定性,主要就反映在涡轮增压机组的压气机喘振问题上。

[0003] 对于地面燃气轮机、航空燃气轮机以及舰用燃气轮机,从经济性角度考虑,都希望压气机运行在喘振边界附近以获取较高效率。然而,对于这类直接输出动力的燃机而言,如果变工况过程控制不好,很容易引发喘振问题,从而带来严重的破坏作用。因此控制系统设计时都应考虑喘振保护。涡轮增压系统从形式上也可看作燃气轮机,虽然没有动力输出,甚至还需要外部动力输入,但也存在喘振问题。

[0004] 对于一般的燃气轮机,风油比远大于 1,但通过一次空气参与燃烧、二次空气掺混冷却的方式可以保证燃烧的稳定和高效,即有独立的风油比控制手段。这样,对燃气轮机的控制,不再强调风油比控制,而只需保证不发生贫富油熄火。涡轮增压系统在功能上等同于锅炉,空气全部参与燃烧,没有在燃烧过程采用额外的风油比控制手段,风油比直接由燃油控制和压气机出口空气流量决定。此外,烟气的热量大部分要传递给汽水系统,少量进入涡轮机做功,维持自身运行。这样相比一般的燃气轮机,即使不考虑热量输出带来的扰动,还多一项风油比的控制。

[0005] 在目前的锅炉蒸汽动力装置控制系统设计中,是以机组在最恶劣工况下都能保持足够的安全裕度来进行设计的。在这种高安全设计准则的指导下,锅炉蒸汽动力装置在最恶劣工况下的安全性和稳定性都得到保证,但是带来的弊端也很明显,那就是性能的下降。特别是当机组遭遇到大工况等状态时,所需要的安全裕度将非常大。然而在实际运行过程中,这些影响因素的最恶劣情况通常很少同时发生。

[0006] 综上,现有的涡轮增压系统压气机的喘振保护方法的安全裕度过于保守,导致锅炉性能降低,所以需要深入研究更合适的锅炉控制方案,更好地解决锅炉经济性与安全性之间的矛盾。

### 发明内容

[0007] 本发明为了解决现有的涡轮增压系统压气机的喘振保护方法的安全裕度过于保守,导致锅炉性能降低的问题,进而提出一种涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法。

[0008] 本发明为解决上述技术问题采取的技术方案是:

[0009] 本发明的涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法是按照以下步骤实

现的：

[0010] 步骤一、将主锅炉的控制器输出的负荷指令生成风量给定信号送入压气机风量控制系统；

[0011] 步骤二、当压气机的风量增加时，通过交叉限幅使辅助汽轮机回路风量给定信号指令为 0，将风量给定信号送入旁通阀控制器，如果旁通阀的容许开启裕度  $\Delta bp$  大于 0，则比较旁通阀控制器的风量输出信号与喘振保护控制器输出的风量信号（即喘振保护的容许开度）的大小，然后将二者风量信号值大的风量信号送入旁通阀执行器，进入旁通阀执行器的控制信号使旁通阀逐渐关小，直至旁通阀关闭；

[0012] 步骤三、如果旁通阀关闭仍不能满足压气机的风量要求，则将输入旁通阀的风量给定信号送入辅助汽轮机控制器，然后风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器，进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门开大；

[0013] 步骤四、当压气机的风量减少时，通过交叉限幅使旁通阀回路风量给定信号指令为 0，将风量给定信号送入辅助汽轮机控制器，如果辅助汽轮机阀门处于开启状态，即辅助汽轮机阀门的风量  $uT \geq 0$ ，风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器，进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门关小，直至辅助汽轮机阀门关闭；

[0014] 步骤五、如果辅助汽轮机阀门关闭仍不能满足压气机的风量要求，则将辅助汽轮机的风量给定信号送入旁通阀控制器，然后风量给定信号由旁通阀控制器进入旁通阀执行器，进入旁通阀执行器的风量给定信号使旁通阀开大。

[0015] 本发明的有益效果是：

[0016] 本发明的涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法通过对喘振保护回路的控制器进行切换，从而保证了锅炉系统的最大性能；本发明的喘振保护方法在对压气机进行喘振保护的同时，使锅炉系统的性能大大提高，从而提高了锅炉系统的经济性。

#### 附图说明

[0017] 图 1 是本发明的涡轮增压系统压气机风量切换控制系统原理图，其中  $\Delta bp$  表示旁通阀的容许开启裕度， $bp$  表示旁通阀的风量， $uT$  表示辅助汽轮机阀门的风量。

#### 具体实施方式

[0018] 具体实施方式一：如图 1 所示，本实施方式所述的涡轮增压系统压气机风量切换控制的喘振保护方法是按照以下步骤实现的：

[0019] 步骤一、将主锅炉的控制器输出的负荷指令生成风量给定信号送入压气机风量控制系统；

[0020] 步骤二、当压气机的风量增加时，通过交叉限幅使辅助汽轮机回路风量给定信号指令为 0，将风量给定信号送入旁通阀控制器，如果旁通阀的容许开启裕度  $\Delta bp$  大于 0，则比较旁通阀控制器的风量输出信号与喘振保护控制器输出的风量信号（即喘振保护的容许开度）的大小，然后将二者风量信号值大的风量信号送入旁通阀执行器，进入旁通阀执行器的控制信号使旁通阀逐渐关小，直至旁通阀关闭；

[0021] 步骤三、如果旁通阀关闭仍不能满足压气机的风量要求，则将输入旁通阀的风量

给定信号送入辅助汽轮机控制器,然后风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器,进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门开大;

[0022] 步骤四、当压气机的风量减少时,通过交叉限幅使旁通阀回路风量给定信号指令为 0,将风量给定信号送入辅助汽轮机控制器,如果辅助汽轮机阀门处于开启状态,即辅助汽轮机阀门的风量  $uT \geq 0$ ,风量给定信号由辅助汽轮机控制器进入辅助汽轮机执行器,进入辅助汽轮机执行器的风量给定信号使辅助汽轮机阀门关小,直至辅助汽轮机阀门关闭;

[0023] 步骤五、如果辅助汽轮机阀门关闭仍不能满足压气机的风量要求,则将辅助汽轮机的风量给定信号送入旁通阀控制器,然后风量给定信号由旁通阀控制器进入旁通阀执行器,进入旁通阀执行器的风量给定信号使旁通阀开大。

[0024] 设计构思:

[0025] 在风油比控制回路中,油量的控制仍采用开环控制,即由负荷指令(主锅炉的控制器生成)生成油量信号,油量信号或油量测量信号直接或通过交叉限幅生成风量信号,通过间接手段测量风量实现闭环控制跟踪这一信号,同时测量风量也可能对油量信号构成限幅。这样,对风量的闭环控制就是风油比控制的主要内容。基于此,本发明在风油比控制回路提出了风量控制的经济性策略。当增加锅炉供气量时,先关小旁通阀,不能满足要求时再开大辅助汽轮机;当减小锅炉供气量时,先关小辅助汽轮机,不能满足要求时再开大旁通阀。从而保证压气机供入的空气能充分利用以减小能量损失。

[0026] 在风油比控制回路的基础上,本发明提供了基于切换控制的喘振保护方案。此时,旁通阀能否关小,不是取决于旁通阀是否处于关闭状态,而是取决于旁通阀的容许开启裕度  $\Delta bp$  是否大于 0。容许开启裕度定义为旁通阀当前开度与喘振保护控制器容许的开度之差。同时需要对最终的喘振保护控制器输出和正常控制器输出取大,以避免旁通阀进入喘振区。

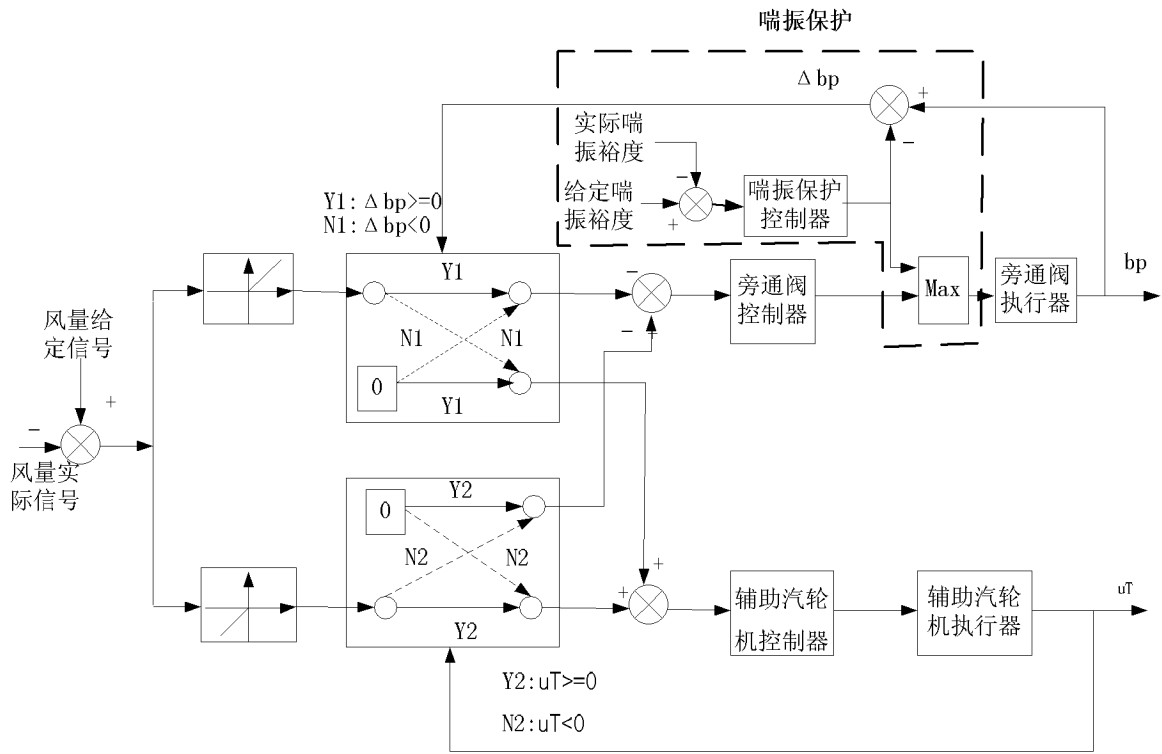


图 1