



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 90104607.8

[51] Int.Cl³

F01D 9/04

[43] 公开日 1992年2月5日

[22] 申请日 90.7.17

[30] 优先权

[32] 89.7.21 [33] US [31] 383,391

[71] 申请人 西屋电气公司

地址 美国宾夕法尼亚

[72] 发明人 乔治·约瑟夫·西尔维斯特里

[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 曾祥菱

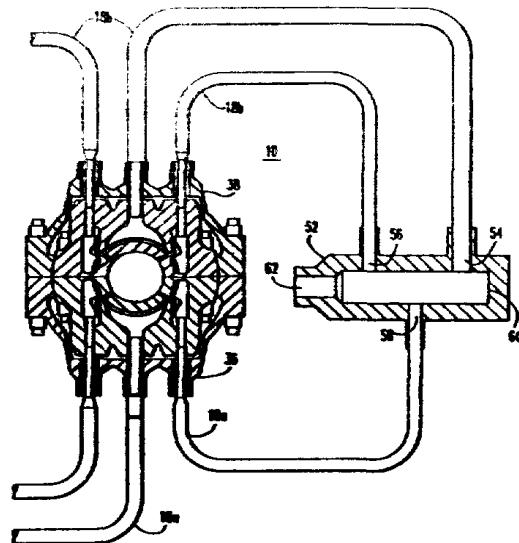
F01D 17/10

说明书页数: 10 附图页数: 4

[54] 发明名称 改进的汽轮机进汽系统

[57] 摘要

在由一进汽室(50)进行供汽的系统中采用一些单个的具有相应规格的汽阀(22)以调节进入各喷嘴室的蒸汽流量;这些汽阀(22)依次分组安装在彼此相反的方向上,安装时使用以调节进入上缸体(38)内喷嘴室蒸汽流量的各汽阀与向上设置的供汽管(18b)连接,使用以调节进入下缸体(36)蒸汽流量的各汽阀与向下设置的供汽管(18a)连接。



< 29 >

权 利 要 求 书

1. 一种使蒸汽从进汽室(50)通过供汽管(18a、18b)进入汽轮机(10)的改进的进汽系统,此汽轮机具有上缸体(38)和下缸体(36),每缸体(36、38)具有一较大的喷咀室,此喷咀室沿圆周至少与一较小的喷咀室相邻,蒸汽通过这些喷咀室进入汽轮机,此进汽系统的特征是:这些单个的具有相应规格的汽阀(22)用以调节进入喷咀室的蒸汽流量;这些汽阀(22)依次分组安装在彼此相反的方向上,安装时使用以调节进入上缸体(38)内喷咀室蒸汽流量的各汽阀与向上设置的供汽管(18b)连接,而使用以调节进入缸体(36)蒸汽流量的各汽阀与向下设置的供汽管(18a)连接。

2. 一种权利要求1所述进汽系统,其特征是:具有若干独立动作的伺服马达(26),各伺服马达(26)控制各相应汽阀(22)的开闭。

3. 一种权利要求1或2所述进汽系统,其特征是:进汽室(50)具有一左进汽分室和一右进汽分室,上述这些汽阀在左右两进汽分室之间进行分配,这种分配使分别来自左进汽室的蒸汽流量和来自右进汽分室的蒸汽流量在通过沿圆周邻接的各喷咀室形成部分进汽弧段开启的情况下彼此大体上保持平衡。

4. 一种权利要求1或2所述进汽系统,其特征是:进汽室(20)具有两个单端式进汽分室,此进汽分室一端为蒸汽入口(62),另一端为封闭端(60),用以调节通向较大喷咀室的较大汽阀设置于此封闭端(60)的近处。

5. 用于具有权利要求1所述进汽系统的汽轮机(10)的进汽方法,其特征是:使蒸汽进入两个较大喷咀室(GH、BC)中的一个喷咀室和至少一个相邻较小的喷咀室(A、E、F、D)以取得至少50%的起始进汽弧段;再随着汽轮机(10)负荷的增大使蒸汽依次进入各剩下的几个较小的喷咀室(A、E、F、D);然后在使剩下的这几个较小的喷咀室(A、E、F、D)停止进汽的同时,使蒸汽进入剩下的较大喷咀室(GH、BC);最后,使蒸汽依次进入剩下的这几个较小的喷咀室(A、E、F、D)。

6. 一种权利要求5所述进汽方法,其特征是:同时从左进汽室和一右进汽室进行供汽,并使由属于起始进汽弧段的各喷咀室从两进汽室引入的蒸汽流量彼此大体上保持平衡。

改进的汽轮机进汽系统

本发明涉及汽轮机，更具体地说涉及汽轮机的进汽方法和进汽装置，用以提高汽轮机的效率，从而降低设备成本。

一般来说，蒸汽是通过若干弧形喷咀室进入大型汽轮机的，这些喷咀室沿圆周设置在汽轮机的上下缸体内。喷咀室的进汽通过分组安装在各进汽室内的汽阀进行调节，汽阀开启时蒸汽从进汽室通过绝热供汽管进入喷咀室，汽阀关闭时停止进汽。有的汽轮机设计成全弧段进汽汽轮机，在这种汽轮机中，第一级的喷咀在各种负荷情况下都是开启的，有的汽轮机设计成分弧段部分进汽汽轮机，在这种汽轮机中第一级的开启喷咀的数量随着负荷的改变而改变，实际表明在各种不同的负荷情况下，对汽轮机的输出功率可采用分弧段部分进汽的设计以取得较为有效的调节，在这种设计中，进汽喷咀分成独立的几个组，装在一些单个的喷咀室内，通过对一些单个的喷咀室进行相继配汽而尽量减少节流配汽的方式与通过全弧段进行节流配汽的方式相比可取得较高的效率。在采用多汽阀调节进入单个喷咀室的蒸汽流量时，对这些汽阀一般都进行同步调节。

根据已经完善的热力学原理，可通过理论证明：在负荷改变的情况下，采用无限个汽阀全开工况点可取得最大的汽轮机效率。汽阀全开工况点可定义为：一个或一个以上的汽阀处于或者全开或者全闭状态下的工况点。因此，为取得最大的效率需采用无限个汽阀。汽轮负荷增减时，就可开闭各汽阀以无限小的增量增减蒸汽流量。除了实际

上不可能配置无限个汽阀和相应的供汽管、进汽口等等外，采用大量的汽阀在经济上也是不可行的。每在汽轮机缸体上增设一个进口，连同进汽喷口、供汽管和汽阀就得明显地增加设备成本。对某一给定的汽轮机单元来说，一般采用4—8个调节汽阀。

为在提高汽轮机的效率和增加汽阀数量而提高基本投资这两者之间谋求取得最佳的兼顾方案，主要应集中考虑相互连系的两个方面的问题，一方面是减少缸体上的进汽口的数量，另一方面则集中在采取不同的汽阀开启顺序来保持最佳的汽阀全开工况点的数量。

对上述第一方面的考虑，通过对具有8个喷咀室进汽喷口的一些8汽阀设计和具有4个汽阀、4个进汽喷口的4汽阀设计这两者之间所进行的比较来表明：8汽阀设计中缸体和喷咀室的直径较大。其结果是压力缸的壁体较厚，螺栓较粗大，重量也较大，从而增加了汽轮机缸体、进汽室和供汽管的成本。

一些8汽阀的设计都设有两种规格的喷咀室，在上下缸体中各设一个较大的居中设置的喷咀室和两个较小的设置在两侧的喷咀室。这些喷咀室由两个进汽室供汽，一个在左，一个在右。两个较大的喷咀室各具有两个分别与两个进汽室连接的单独的供汽管。如上所述，具有一个以上进汽口的这种喷汽室，其供汽阀一般是同步调节的。在其他的一些设计中，采用了一种Y形配件以连接从两个单独的进汽室通向各中央喷咀室的单个的大进汽喷口的两个供汽管。在新近的一些设计中，采用了一种T形配件以连接通向较大喷咀室的两个单独的供汽管。这些配件减少了缸体进汽口的数量，从而使缸体直径和喷咀室直径具有与4汽阀设计相同的直径，但是，这些配件很昂贵。因此，有必要免除这种配件。

另外须考虑的一个有关设备的问题是：在现有的设备中，通向上缸体内各喷咀室的供汽管从进汽室向下延伸，然后作 180° 迂回，再向上延伸，这种供汽管中的迂回段较直行的供汽管昂贵得多，且弯管接头加大了压力损失。目前采用的一种解决办法是：采用一倒置的进汽室，由倒置的进汽室对上缸体内的全部喷咀室进行供汽。但是，这种解决办法会使各供汽管的作用力相互之间不能得到平衡，会对汽轮机缸体产生一个扭矩。

对于前述第二方面的考虑导致了相继开启各喷咀室以尽量增加汽阀全开工况点的数量的必要性，与此同时，在汽轮机叶片经过各关闭的喷咀室时应补偿汽轮机叶片上的能量损失和应力。在旋转叶片离开开启的进汽弧段的情况下，来自喷咀室的蒸汽必须作用在滞止的蒸汽上以使其重新流动，这就造成了效率的下降或位移损失。如果开闭喷咀室的顺序能使汽轮机内部圆周上关闭的喷咀室始终不超过一个区段，也就是两个或两个以上相邻的喷咀室，这就是所谓的单调变操作。双调变操作包含有两个断开的开启的进汽弧段和两次具有等量热率下降的位移损失。所以，迄今都选用单调变操作。

转让给 Westinghouse 电气公司的 Silvestri 的 4, 325, 670 号美国专利公开了一种开启各单个喷咀室的改进的方法，以尽量提高汽轮机的效率。这种方法采用了一种开闭两种不同规格的 6 个喷咀室的顺序以增加汽阀全开工况点的数量，从而降低了热率，也就是提高了效率。半数的喷咀室一开始就开启以取得 50% 的进汽弧段。经验证明，低于 50% 的进汽弧段会造成较差的热效率和较高的热应力。其余的喷咀室随即相继开闭以综合地取得 62.5%、75%、87.5% 和 100% 的进汽流量。

下表提供了在汽轮机热率方面，在75%和87.5%的部分进汽弧段之间双调变和单调变所得效果之间的比较数据。

节流流量 lb/h (Kg/h)	热率, Btu/KWh (KJ/KWh)	
	单调变	双调变
3,330,000 (1510478)	7919 (8354.9619)	7920 (8356.0169)
3,260,000 (14782602)	7920 (8356.0169)	7923 (8359.1821)
3,200,000 (1451510.4)	7919 (8354.9619)	7922 (8358.127)
3,130,000 (1419758.6)	7913 (8348.6315)	7917 (8352.858)

事实上，由于蒸汽射流在开启的进汽弧段和关闭的进汽弧段之间扩散到了喷嘴和旋转叶片之间的间隙中去，还由于侧向泄漏的流量进入了关闭喷嘴区内，因此，双调变操作中的位移损失就会低于单调变操作中相应损失的两倍，这里，在单调变操作中，关闭弧段相对地是比较短的。另外，只要不致明显地降低热效率，应尽量避免采用一些昂贵的构件。

此外，某些分析表明，在节流压力为 2400 lb/in^2 (170 Kg/cm^2)、带有侧进式调节级叶根的汽轮机上，在进汽流量为75%的情况下，采用双调变操作时所形成的应力和作用力不高于而且还可能低于在进汽流量为50%的情况下采用单调变操作时的应力和作用力。

因此，本发明的主要目的在于提供最合理的汽阀开闭顺序以降低热率，也就是提高热效率，同时降低设备成本。

鉴于这一目的，本发明提供一种使蒸汽从进汽室通过供汽管进入汽轮机的改进的进汽系统，此汽轮机具有上缸体和下缸体，每缸体具有一单个的较大喷咀室，此喷咀室沿圆周至少与一较小的喷咀室相邻，蒸汽通过这些喷咀室进入汽轮机，此进汽系统的特征是：这些单个的具有相应规格的汽阀用以调节进入喷咀室的蒸汽流量；这些汽阀依次分组安装在彼此相反的方向上，安装时使用以调节进入上缸体内喷咀室蒸汽流量的各汽阀与向上设置的供汽管连接，使用以调节进入下缸体蒸汽流量的各汽阀与向下设置的供汽管连接。

这种布置的优点是：首先，可减少通向喷咀进汽喷口的绝热供汽管中迂回管段的数量和缩短供汽管的长度，从而取得汽流的较直且短捷的路线；其次，彼此倒置的相邻汽阀可为单独设置的各汽阀的伺服马达留出安装的空间，从而取得汽阀动作顺序安排上的灵活性。本发明还提供了一种改进的汽阀动作顺序的方法。

通过以下按附图所作详细说明可更好地了解本发明。

图 1 为一曲线图，用以比较几种不同的汽轮机设计，图中所示为热率对蒸汽流量的曲线；

图 2 所示为一示范性汽轮机上典型喷咀室的布置；

图 3 为一 8 汽阀汽轮机简化的横剖面图，汽轮机带有喷咀室和接在喷咀室上的供汽管，这是本发明所要取代的布置方法；

图 4 为具有本发明推荐结构的进汽室的平面图；

图 5 为图 4 中进汽室 VI - VI 剖面图；

图 6 为一汽轮机简化的通过第一级的喷咀室的剖面图，并示有根

据本发明布置的供汽管。

图 1 为一示范性汽轮机以 Btu / KWh 计量的热率对以 10^6 lb / h 计量的节流流量的曲线图，图上示有处于 50% 进汽流量和 100% 进汽流量之间的 5 个汽阀全开工况点，图上的曲线 11 为假定汽轮机具有无数个汽阀时汽阀全开工况点的轨迹。在进汽流量从 50% 到 100% 的负荷下，通过曲线 12、14 和 16 对几种不同的汽阀结构形式进行了比较。曲线 12 在进汽流量为 50% 和 100% 之间只有一个汽阀全开工况点，其汽阀工况曲线表明高出曲线 14 $24 \text{ Btu} / \text{KWh}$ ，曲线 14 在 87.5% 的进汽流量下设一附加汽阀全开工况点。曲线 16 所示为一 8 汽阀汽轮机在进汽流量为 50% 和 100% 之间，具有 62.5%、75% 和 87.5% 三个可能的汽阀全开工况点。然而，由于双调变的关系，各汽阀的实际操作情况是：汽阀工况曲线先按曲线 16 到达进汽流量约为 3.1×10^6 lb / h （75% 的进汽流量）的工况点，然后，按曲线 12 从进汽流量为 75% 的工况点到达进汽流量为 100% 的工况点。此外，现有系统均为机械液压系统，因此，汽阀的周期性工作很难实现。如图 1 所示：随汽阀全开工况点的减少，汽轮机的热率增加而效率降低。

图 2 为一多喷咀室分弧段汽轮机简化的部分剖面图，图上示出了一示范性汽轮机六个喷咀室 A、BC、D、E、F 和 GH 的布置，节流蒸汽通过这些喷咀室流向汽轮机叶片。喷咀室 BC 和 GH 的面积分别为各喷咀室 A、D、E 和 F 面积的两倍。各喷咀室开启的典型顺序为：先同时开启通向喷咀室 A、BC 和 D 的调节汽阀（图上未示出）从而取得 50% 的起始进气弧段。然后，随着负荷的增大，依次开启喷咀室 E、F 和 GH。当 GH 开启到流量级相当于 62.5% 和

89。5%的汽阀工况曲线与75%和100%之间的汽阀工况曲线两者的交会工况段时，喷咀室E或F的供汽阀是关闭的，喷咀室GH的供汽阀则开得较大。随着负荷的继续增大，GH的供汽阀即完全打开而达到87.5%的进气流量。随着负荷的进一步增大，关闭的汽阀重新开启，进汽流量即达到100%。通过这种操作方法就可在汽阀全开工况点75%和87.5%之间形成一较短的汽阀工况曲线。

开启汽阀的另一种方法是：第一步先开启50%的进汽弧段，然后开启喷咀室E，再开启喷咀室F。当达到75%的进汽流量时，关闭喷咀室F和D或A和E，开启GH的供汽阀。汽轮机的进汽换量仍为75%。这样也就形成一种单调变的操作方法，在这种情况下汽轮机叶片每转一周，只遇到一个中断的进汽弧段。

双调变操作也可产生一较短的汽阀工况曲线。在双调变操作中叶片每转一周经过两个关闭区和两个开启的进汽弧段。在第一种方法中，在进汽流量为75%时喷咀室D和E或A和F的供汽阀是关闭的，而喷咀室GH是开启的，然后，如上所述。随着负荷的增大，较小的喷咀室依次重新开启。在第二种方法中，关闭的两个喷咀室完全处于对置的状态，这样会对转子产生较小的侧向推力。

在现有设计技术中，喷咀室BC和GH各由两个汽阀供汽，每对汽阀同步进行调节。在以下将要说明的本发明的改进方案中，这两个喷咀室的流量各由一个单独的较大的汽阀进行调节。

图3为一典型的现有汽轮机10的部分剖面图，图中示出了图2所示各喷咀室的供汽管18A和18B的布置。图中示出了进汽室20、调节汽阀22和伺服马达组26。汽轮机10采用了一昂贵的Y形配件28和一T形配件30，用以将较大的喷咀室（BC和

G H) 进汽喷口 3 2 的数量各减为一个。

在绝热供汽管的一般布置中, 供汽管 1 8 从进汽室 2 0 引至进汽喷口 3 2, 共有 8 个供汽管: 4 个供汽管 1 8 A 通向下缸体 3 6 的各喷咀室, 4 个供汽管 1 8 B 通向上缸体 3 8 的各喷咀室。从图中可以明显地看出, 供汽管 1 8 B 比供汽管 1 8 A 多两个 90° 的弯曲管段, 消除供汽管 1 8 B 的这些弯曲管段和向下迂回的管段是本发明的重要组成部分。图 3 中仅示出了汽轮机 1 0 右侧的进汽室 2 0、调节阀 2 2 和伺服马达组 2 6, 可以理解, 在汽轮机的左侧也设置有相同的装置。

图 4 为具有本发明推荐结构的新型进汽室 5 0 的平面图。本发明用两个各具有 3 个调节汽阀(图中未示出)和 3 个出汽口 5 4、5 6 和 5 8 的进汽室代替具有两个 4 汽阀进汽室 5 0 的 8 汽阀调节系统, 其中的一个出口 5 4 较一般的出口, 如出口 5 6 为大, 该出口 5 4 用以调节与汽轮机缸体上较大喷咀室 B C 或 G H 连接的单个喷口 3 2 的流量。出口 5 4 最好位于相应进汽室 5 0 的封闭端 6 0 近处。较小的出口 5 6 和 5 8 用以向较小的喷咀室 A、D、E 和 F 供汽。减少调节阀 2 2 的数量并不影响这里所述合理的喷咀室开启顺序。如上所述, 现有技术中 8 汽阀调节系统未用如图 2 所示喷咀室的结构形式, 较大喷咀室 B C 或 G H 的两个供汽阀是同步开闭的, 出口 5 4 和相应汽阀的规格是按相当于现有技术中从双汽阀系统所取得的蒸汽流量来考虑的。图中示出了蒸汽入口 6 2。调节阀 2 2 可基本上如图 3 所示相同的方式连接到这种进汽室, 这里各汽阀都配置有各自的伺服马达, 对出口 5 4 和 5 6 上汽阀的伺服马达可予以倒装。

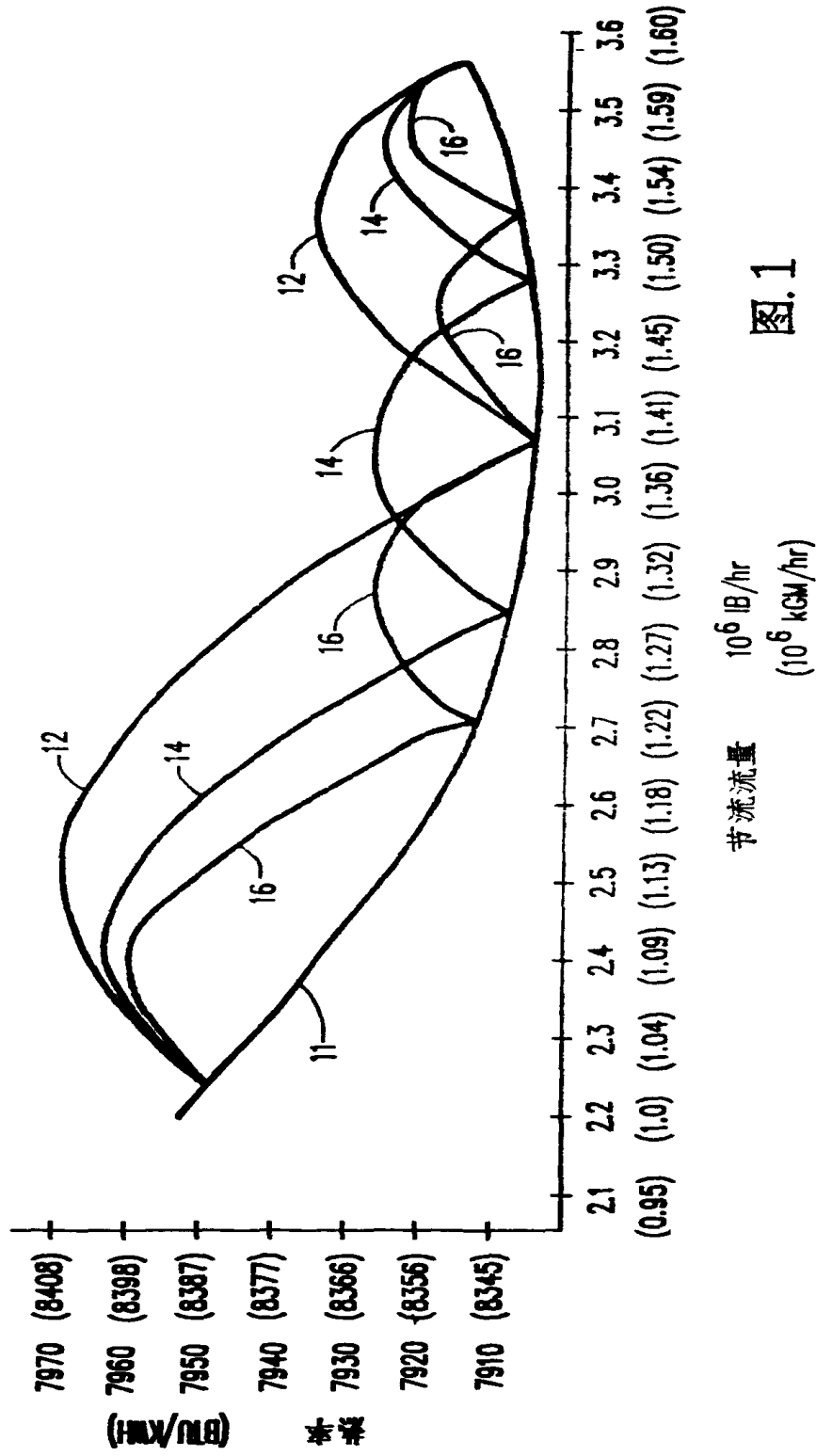
图 5 为图 4 中进汽室 5 0 的 VI—VI 剖面图。进汽室 5 0 的结构应

使较大的出口 5 4 和较小的一个出口 5 6 位于使蒸汽向某一垂直方向流出的位置上。另一较小的出口 5 8 则位于进口 5 4 和 5 6 之间、进汽室 5 0 上与出口 5 4 和 5 6 相反的一侧，从而使蒸汽向相反的另一垂直方向流出。出口 5 4 和 5 6 以及与其相关的汽阀（图中未示出）用以调节进入上缸体 3 8 内两个喷咀室的蒸汽流量。出口 5 8 及与其相关的汽阀（图中未示出）则用以调节进入下缸体 3 6 内较小的喷咀室的蒸汽流量。由较小出口 5 6 和 5 8 供汽的较小喷咀室 D 和 F 与图 4 所示进汽室 5 0 位于汽轮机 1 0 相同的一侧。一个与这一进汽室完全对称的进汽室（图中未示出）位于汽轮机相对的另一侧，但各出口的布置是相反的，也就是一大一小两个出口朝向下方，而一个居中的较小出口朝向上方。

这种新型进汽室的布置免去了几个昂贵的构件。例如，将调节汽阀 2 2 的数量从 8 个减至 6 个，将进汽室和喷咀室之间供汽管 1 8 的数量从 8 个减至 6 个。采用较大的出口 5 4 免去了 Y 形和 T 形配件，因为这里不再需要成对的供汽管。同时还免去了将供汽管 1 8 B 从进汽管 5 0 引到上缸体内喷咀室所需迂回 180° 的管段。

图 6 示出了本发明所能采用的新型简化了的绝热供汽管的结构形式。不仅供汽管 1 8 的总数减少了，而且从进汽室 5 0 下侧出口接出来的供汽管采取了较为短捷的路线。如图中所示，在汽轮机 1 0 左侧的供汽管 1 8 A 和 1 8 B 与左侧的进汽室（图上未示出）连接，在其右侧的供汽管则与右侧的进汽室 5 0 连接。调节汽阀与图 3 所示汽阀 2 2 相当，这在出口 5 4、5 6 和 5 8 上未予示出，可以理解，每一出口都配置有相应规格的调节汽阀 2 2，每一汽阀都由大体上如图 3 所示的伺服马达 2 6 进行调节。

以上通过实施例对本发明的原理作了明确的说明，对于本专业的人员来说不难理解。在本发明的实施中可以对以上所述结构、布置和构件进行某些改变。在不超出本发明的原则范围的前提下可以作出其他各种实施例，在以下的权利要求书中对此原则范围作了说明。例如，采用4汽阀的汽轮机可以取得普通6汽阀汽轮机大体上相同的效率，这里采用了两个33.33%的进汽弧段和两个16.67%的进气弧段。如图1所示，4汽阀汽轮机可以按具有50%、66.67%、83.33%和100%4个汽阀全开工况点的曲线14进行工作。



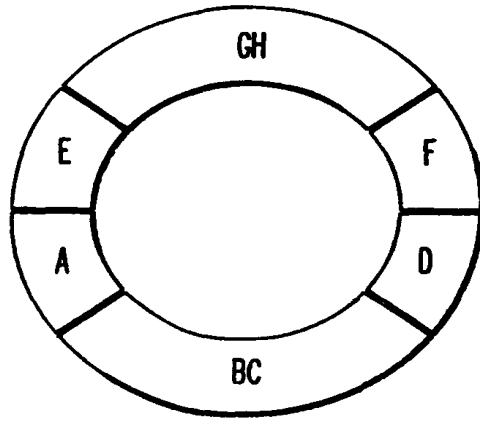


图. 2

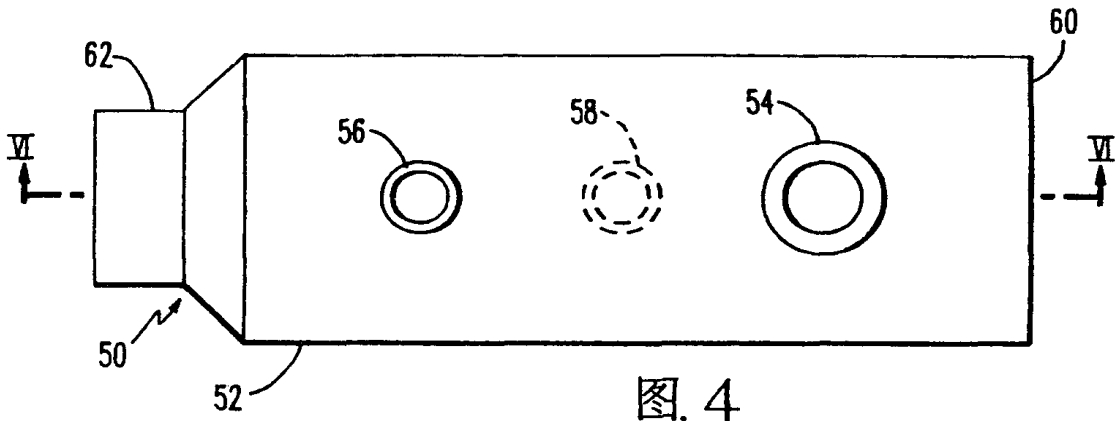


图. 4

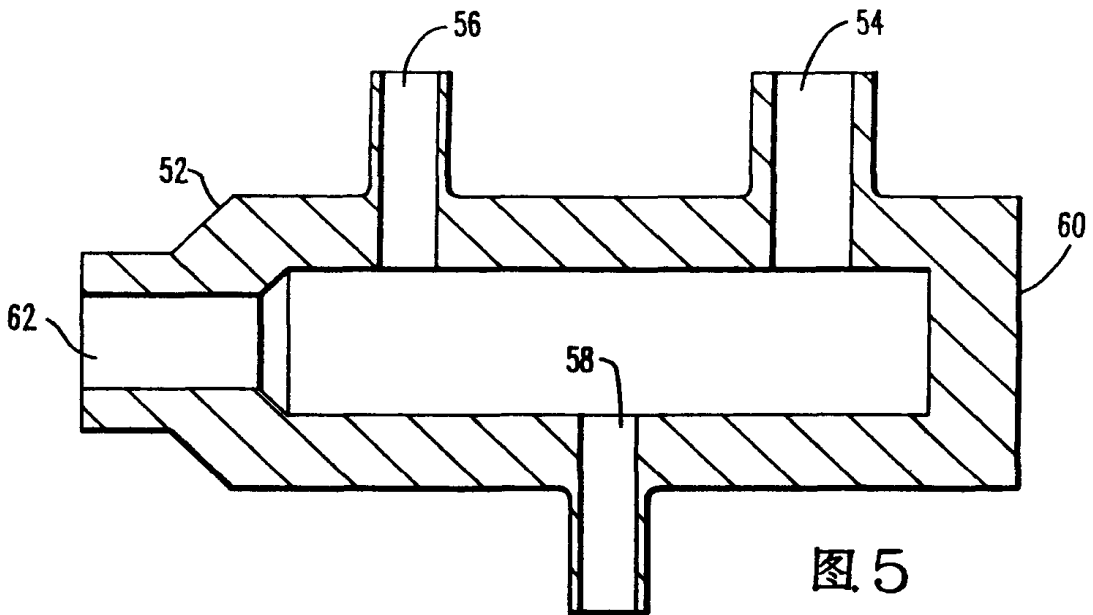


图. 5

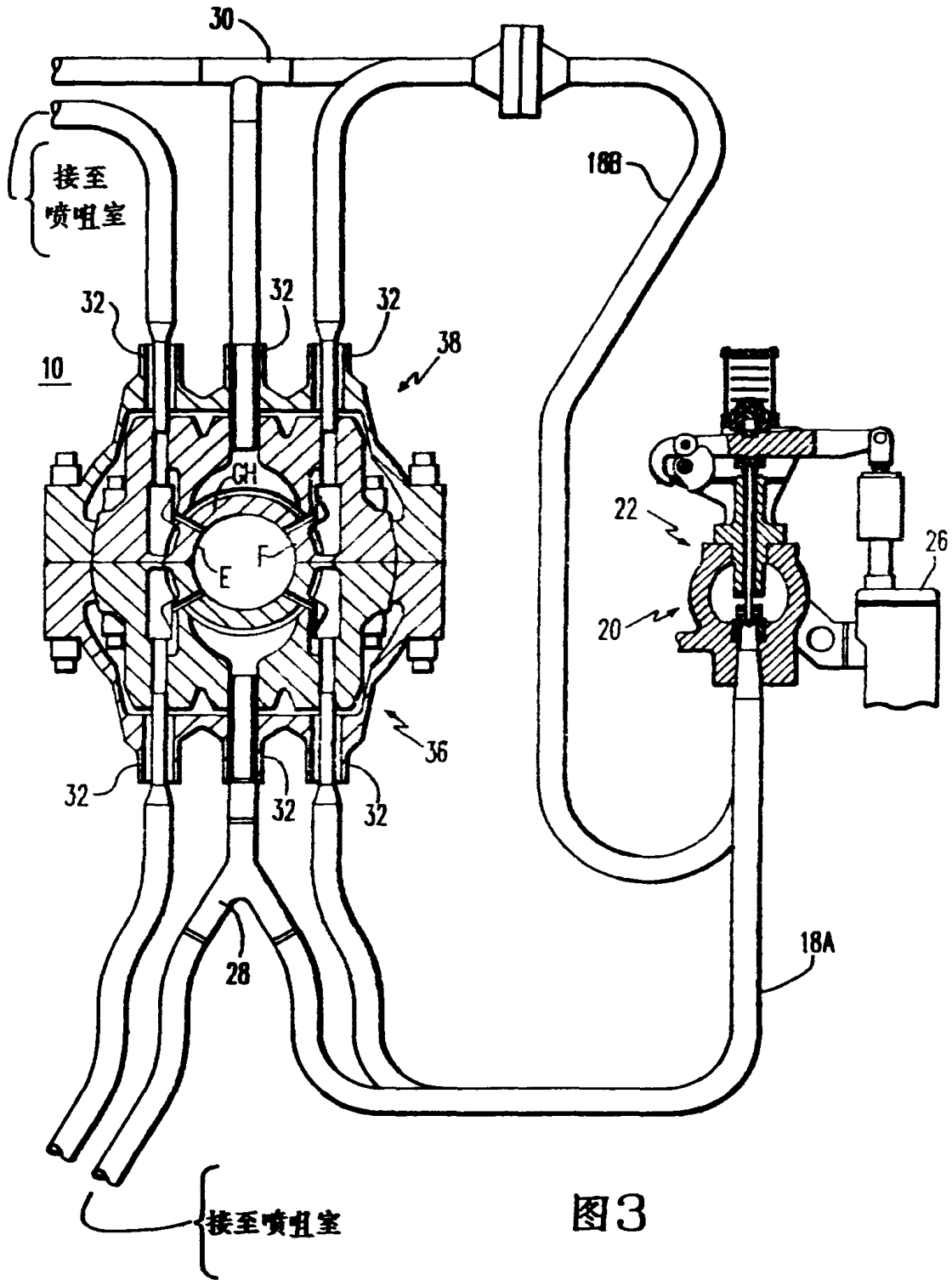


图3

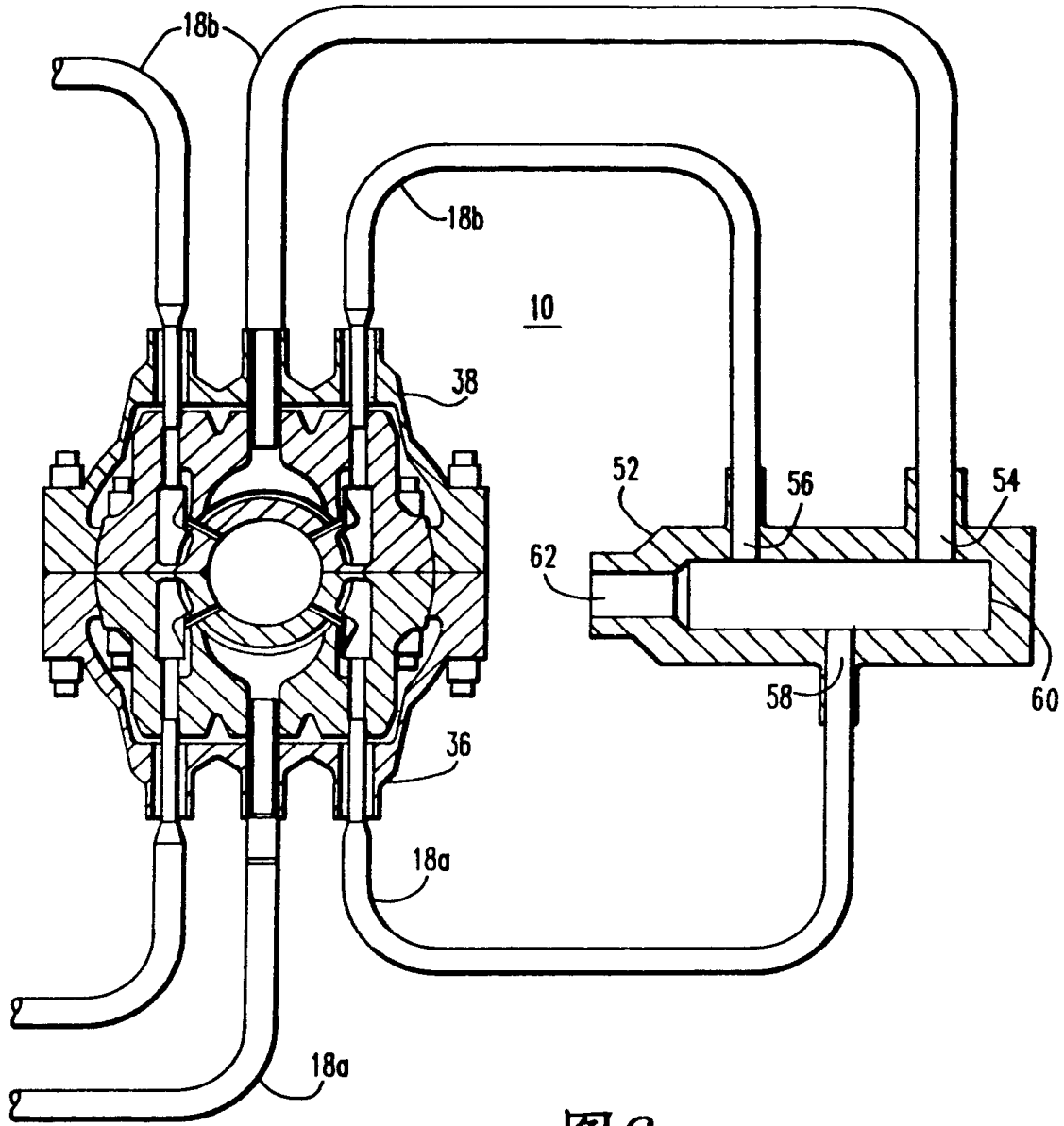


图6