



(12) 发明专利申请审定说明书

(21) 申请号 85107694

[51] Int.Cl⁴
G01H 11/00

(44) 审定公告日 1989年3月8日

(22) 申请日 85.10.21

(30) 优先权

(32) 84.10.22 (33) US (31) 663,528

(71) 申请人 西屋电气公司

地址 美国宾夕法尼亚州15222匹兹堡

(72) 发明人 迈克尔·克里森格奥·鲁昂格

(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 赵善民

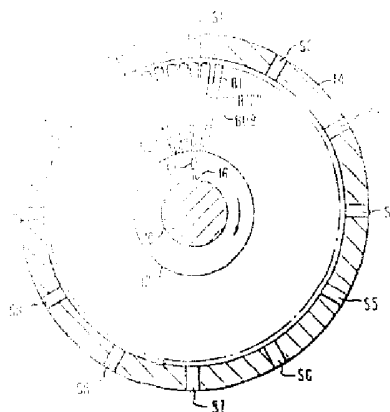
(51) 主分类号

说明书页数: 12 附图页数: 8

(54) 发明名称 涡轮机叶片振动探测装置

(57) 摘要

涡轮机叶片振动探测装置。在涡轮机叶栅的周围, 均匀地安装上一些探测器, 每个探测器在一个叶片通过时响应, 给出一个输出信号。要进行监测的叶片, 按与参考位置的关系选定, 它在某个角度间距, 形成一个小宽度的窗孔。当选定叶片通过探测器时, 它的输出信号产生一个脉冲, 并被选通。探测器产生的顺序脉冲组成一个脉冲序列。一个调频(FM)检测器用来得到振动的信息。



34

1

权 利 要 求 书

1. 用于探测转动机器叶栅的叶片振动的叶片振动探测装置, 由下面几部分组成: 多元探测器, 它们配置于被检叶栅的周围, 每个探测器在叶片通过时都可提供一个输出信号, 能响应所述探测器输出信号的信号处理设备, 该设备可分别提供相应的探测脉冲信号, 其特征还在于还包括对所监测的单个具体叶片进行选择, 对所述选定叶片经过各探测器引起的探测器脉冲信号进行选择, 顺序组合的部件, 从中可以得到做为所述叶片振动函数的调制脉冲序列信号, 含有调频检测设备的检测回路, 它可用来对所述的脉冲序列号解调, 从而得到叶片振动的指示信号。

2. 如同在权利要求 1 中所述的设备, 其特征在于所述的多元探测器由 N 个探测器组成, 任意两个相邻探测器间的夹角为 $360^\circ/N$ 。

3. 如同在权利要求 1 中所述的设备, 其中所述信号处理设备, 包括一个第一回路设备, 它用来将所述输出信号转换为相应的斜坡信号, 第二回路设备, 它能有选择地调整所述斜坡信号的幅度, 门限设备, 当其输入信号超过预定阈值时, 可产生一个输出信号, 把有选择地调整过的斜坡信号送到门限设备的设备, 第三个回路设备, 它响应所述门限设备的输出信号, 产生一个窄脉冲, 以及用于有选择地提前或延迟所述脉冲位置的装置。

4. 如在权利要求 3 中所述的设备, 其特征在于第一回路设备包括: 过零检测器, 它根据接受所述的探测器信号, 而可提供一个输出信号, 单稳态振荡器, 它响应过零检测设备的输出信号, 产生一个方波输出信号, 积分器, 它响应上述方波信号而产生所述的斜坡信号。

5. 如同在权利要求 1 中所述的设备, 其特征在于所述的选择具体叶片的设备包括: 所述叶栅每转一周可产生一个参考脉冲的脉冲发生器, 在所述的旋转中可产生许多等距脉冲的设备, 在任一时刻脉冲总数指示旋转过参考位置的角度数, 在此参考位置上产生所述的参考脉冲, 能响应所述参考脉冲, 每转一周可复位, 并开始对所述多元脉冲进行计数的第一计数器设备; 为操作员输入第一和第二角度位置的装置, 这里所说的第一角度位置为被监测叶片相对于参考位置的正常角位置减去某个角度 X ,

2

所述的第二角度位置为被监测叶片相对于参考位置的正常角位置加上某一角度 Y ; 响应第一计数器计数的设备, 同时, 该设备在所述的操作员输入第一和第二角度位置后, 产生一个选通信号系列, 每个的持续时间与所述叶片通过角度 $x + y$ 所需的时间一致; 把所述的选通信号加到所述设备去的装置, 它以某种方式组合, 从而顺序去选通由所述的被监测的叶片引起的探测器脉冲信号。

6. 如同权利要求 5 中所述的设备, 其中, 所述的角 $x = \text{角 } y$ 。

7. 如同权利要求 5 中所述的设备, 其中, 产生脉冲设备包括: 第一译码设备, 它响应所述第一计数器设备的计数, 在第一计数器设备得到与第一、第二角位置相对应的计数时, 它产生第一、第二输出信号, 第二计数器设备包括第一、第二计数器, 每个都对所述多元脉冲进行计数; 把所述第一输出信号提供给第一计数器使之复位的设备, 把所述第二输出信号提供给所述第二计数器使之复位的设备, 第二译码设备, 包括第一和第二译码逻辑回路, 所述第一译码逻辑回路对所述的第一计数器的特定计数响应, 从而产生一个第一信号的序列, 所述的第二译码逻辑回路对第二计数器的特定计数进行响应, 从而产生一个第二信号序列, 其中每个信号都相对于所述第一信号中的各个信号有一个时间位移, 对所述第一和第二信号序列响应, 提供所述选通信号的设备。

8. 如同权利要求 7 中所述的设备, 其中, 所述提供第一和第二输出信号的设备包括: 多元双稳态触发器, 每个触发器电路对所述第一信号中各个信号进行响应而处于置位状态, 每个所述的双稳态触发器电路响应稍后提供的相应的第二信号而被置于复原状态。

9. 如同在权利要求 1 中所述的设备, 其中, 所述的检测回路包括: 低通滤波器设备, 它接受来自所述调频检测设备的输出信号, 并能充分地消除所述输出信号中的任何直流成分。

10. 如同在权利要求 9 中所述的设备, 其中, 所述的低频滤波器设备是一个跟踪滤波器, 它的运行是叶栅转速的函数, 并且有一个把这个转速指示提供给该滤波器的设备, 其中还提供有对通过所述滤波器设备的信号进行放大的放大器, 对所述放大的通过信号进行积分从而得到一个叶片位移指示信

2

号的设备。

本发明涉及到一个叶片振动探测装置,该装置用于探测转动机器的旋转叶栅中叶片的振动,特别是用于涡轮机一个或几个叶栅中选定叶片的尖端位移的测量。

轮机或相似的机器,有一个或多个叶栅,每个叶栅有许多与转轴构件相连的沿径向配置的叶片。一典型的叶片具有复杂的形状,这将导致多重的振动模式。如果在其中的一个或几个模式中,叶片本身自然谐振与机器额定转速相符,从而发生共振,那么这个叶片的振动范围就有可能使叶片尖端振动超出其正常位置。当这种振动超过一定程度时,叶片中将产生有害的应力。如果这种情况没有被探测出和纠正,这个叶片最终可能发生断裂,导致代价极高的机器被迫停止运转,因此,这个问题应当解决。

为此,叶片在投入现场运行前应进行超振动测试,这样,可以在机器投入在线运行前作出必要的设计上的改动。

对于那些已运行的机器来说,叶片振动的监测极为重要,因为不同压力和温度条件能改变叶片的共振。此外,还存在非共振性振动的可能,已知的如颤振,如果是过度的颤振,也可能产生应力断裂。

一个广泛用来测试叶片超振动的方法是使用各种探测器,象固定在转动叶片上的应变片。探测器的信号通过固定的机器转动轴不同部位的微型变送器传送到机器外部的分析仪。

虽然这种配置提供了高度精确的结果,但由于机器内部可容纳的变送器数目有限,所以这种方法局限于在任何时候,只有叶片的一个特定部分能被测试。因此要测试所有的叶片时,每测试一个新的叶片组,就要求停止机器运转,把探测器固定在相应的位置。变送器甚至就是电池的价钱也异常昂贵,因为它们必须特别地设计,以承受汽轮机内部极为不利的环境。昂贵的设备上人工费用,使许多电厂经营者不愿使用这种测试方法。

为了避免这样高的费用,另一种测试方法使用永久安装的,非接触的贴近(叶栅)的探测器,以测定叶片尖端的运动。其中许多系统用于确定被测叶片的位置,它们通过一个参考点来观测叶片是否

偏离了原定的已知安装位置。另一些系统则在叶片转动过程中,测定两叶片间的距离是否在一些部位有改变。

本发明的装置是一种使用多元非接触式探测器的装置,并且在探测器失调的情况下,可以加以校准。这种校准连同一个新颖的探测装置使我们获得一个高度可靠的极为精密的系统,并可得到准确的结果。

根据本发明,在一台转动机器中,测定转动叶栅中一个叶片振动的探测装置,包括:安置在上述叶栅周围的多元探测器,每一个探测器提供有关叶片间距的输出信号;信号处理线路,它响应所述探测器的输出信号,并提供对应的探测器脉冲信号;选择要监测的特定叶片的设备;依次对所有上述选定叶片在通过相应探测器时产生的脉冲信号进行组合的线路,它能导出一个被调制为上述选定叶片的振动函数的脉冲序列信号;还有包括调频(FM)检测器的检测线路,用以使上述脉冲序列信号解调,从而得到一个叶片振动的指示信号。

为方便起见,汽轮机叶栅中单个叶片的监测,包括等距分布在叶栅外围的多元探测器。每个探测器在一个叶片经过时,将提供一个输出信号。信号处理线路将每个探测器的输出信号转换为对应的窄脉冲信号。操作员将要进行监测的叶片送入一个叶片选择电路,同时提供一个装置,它可以在叶栅转动过程中,将选定的叶片经过每个探测器时产生的所有探测脉冲信号进行组合。组合输出是被调制为叶片振动函数的脉冲序列信号,在无何叶片振动时,脉冲是均匀分布的,脉冲序列信号被频率解调,这种解调的结果,可用来确定叶片的振动。

现就以实例参照附图对本发明进行描述:

图1是一个涡轮机叶栅的简化轴向视图,标明了各种探测器所在的位置;

图2是图1中一部分的侧视图,它标明了各个探测器的部位;

图3是本发明的一个具体实例的方框图;

图4是更详细地说明图3各部分的方框图;

图5A至5D,可以帮助理解图4电路的工作情况;

图6A说明在没有任何叶片振动条件下,叶栅旋转一圈,探测器的输出信号。图6b指示出有两个探测器失调条件下,探测器的各个输出;

图7是指示探测器输出信号处理电路的方框图;

图8A至8B是图7中一部分工作时的波形图;

图9是进一步说明图3中探测电路的方框图;

图10A和10B显示出可以在图9电路中所见到的可能波形;

图11是图3应用设备的一种图形;

图12是本发明的另一种实例;

图13是如图1一样的轴向视图,说明一种减少所用的探测器数目的一种布局。

其他各部分的特点参照一些各种的类似部分。

虽然本发明适用于各种叶片式涡轮机,但我们仍可用一个象汽轮机这样的涡轮机做为代表实例来加以描述,简化的轴向视图已在图1中给出。

此涡轮机包括一个多元的叶栅,其中之一已图1示出,它包括叶片 B_1 至 B_{120} ,叶片通过轮盘12连接到转轴10上,虽然指明了120个叶片,但这个数字只是一个一般的实例。

多元的 N 个探测器安装在叶栅的外围,每个探测器在每个叶片通过时,可提供一个输出信号。在这个实例中,12个探测器 S_1 到 S_{12} 均匀地分布在叶栅的 360° 圆周上,对于这12个探测器,相邻探测器间的夹角 d 为 $360^\circ/12$,即 30° ,探测器通过固定圈14,牢固地固定在精确的位置上,这个固定圈可能是为特定机器特殊制造的,也可能就是机器本身的一个构件,如透平机外壳。

如图2中进一步图示的那样,另外给出了两个参考探测器 R_1 和 R_2 。转轴每旋转一周,探测器 R_1 和轴10上的标记16一起给出一个输出信号;轴每转一周, R_2 和齿轮18一起给出60个信号,这样的参考信号,对于许多涡轮机系统是相同的,并用于控制的目的。

在本发明的装置中,任何叶片都可以进行选定监测,看叶片在转轴以多种速度转动时,是否出现振动。只有当选定叶片通过时,才给探测器系列的每一个探测器提供一个窄窗式选通脉冲。被选通的探测器信号经适当的处理后相加在一起得到一个只对应于选定叶片的脉冲序列,这个脉冲序列被提供给一个新颖的探测设备,以确定叶片尖端的振动。

图3是从功能角度表示出完成诊断过程的装置。正如将要说明的那样,叶片选定电路20能对操作员的输入进行反应,选出要进行监测的特定叶片,

所选叶片选定后,脉冲发生器22可供给模拟开关网络24一个窄选通信号,这个信号可选通发送器系列26,也就是探测器 S_1 至 S_{12} 中一个单独的探测器的信号。然而在进行选通之前,探测信号要在探测器信号处理电路28中逐个地进行处理。

与选定叶片有关的探测器的信号汇总于模拟开关网络24,并以一个脉冲序列提供给探测电路30,该电路对脉冲序列进行频率解调,并得到叶片尖端位移的指示,这个指示被送到一个诸如实时分析器、计算机、记录设备之类的应用设备32上。

图4更详细地示出图3的一些组成部分。对在120个叶片的例子中,每个叶片与相邻叶片相距 3° 角($360^\circ/120 = 3^\circ$)。这样,每个叶片可用角度来表示它与参考位置的距离。例如,参考位置定位在叶片 B_{120} ,叶片 B_1 与参考位置距 3° ,叶片 B_6 离参考位置 24° ,叶片 B_{100} 距参考位置 300° 等等。在本发明的设备中,选通一个探测器信号的窗孔在叶片正常到达探测器前 X° 时打开,在其后 Y° 关闭。在实例中, X 和 Y 都可等于 1° ,这样得到一个 2° 宽的窗孔,以适应探测到选定叶片相对于正常位置的最大振动。

按图4所示,为操作员提供了从叶栅中选定叶片的输入设备。在一个实施方案中,这是由拨轮开关40和拨轮开关41来完成的,拨轮开关40用于操作员输入窗孔打开位置的度数,拨轮开关41用于操作员输入窗孔关闭位置的度数。举例说,假如要开始检查叶片 B_6 的超振动。叶片 B_6 安置在距参考叶片 B_{120} 的 24° 位置,因为窗孔要在 B_6 叶片到达探测器前 1° 出现,那么,拨轮开关应选为 23° ;而拨轮开关41要设定为 25° ,即在该叶片(B_6)位置后 1° 。

来自探测器 R_2 的每转60个脉冲沿线路43送到一个锁相回路乘法器44,它将信号乘以60,使其在线路46中得到每转3600个脉冲,涡轮机轴每完整地转一周,探测器 R_1 就有一个脉冲信号送到线路48,使计数器50复位,使之能对来自线路46的脉冲(3600个脉冲中,每个脉冲对应于转轴转动 $1/10$ 度)进行计数。

计数器的输出被送到做为译码设备的两个译码逻辑线路54和55中,它们分别接受来自开关40和41的拨轮设定值,当计数器的连续计数与拨轮开关的设定值相符合时,每个译码逻辑线路就给出一个输出信号。因此,对于这个实例来说,当计数器50达

7

到对应于开关40的设定值 23° 的计数230时,译码逻辑线路54将给线路58输出一个信号,使计数器60复位;同样地,当计数器50达到计数250对应于开关41的设定值 25° 时,则译码逻辑线路55将给线路62提供一个信号去复位计数器64。

计数器60和64都与线路46相连接,从中接受每转3600个脉冲信号,当转轴转到高参考位置 23° 的位置时,计数器60开始计数,而计数器64在迟后 2° 之后开始计数。计数器60和64的输出分别送到译码逻辑回路68和69,它们产生一个窄的 2° 宽的窗。用所选通第一个探测器的信号,它们也产生其它的一个窗孔序列用于在所查叶片通过某个特定探测器时($\pm 1^\circ$)顺序选通其余探测器的输出。译码逻辑线路68和69对每个设置在叶栅周围的探测器各自都有一根输出线。因此,译码逻辑电路68有12根输出线,记为 L_1 一个输出。计数到300以后(对应于 30°)就有一个输出送到线路 L_2 ,随着操作的进行,每转 30° 时,(相当于12个探测器的间隔 30°),就有一个输出信号顺序送到下一个输出线上。译码逻辑线路69以同样的方式工作,当计数器64复位时,就向输出线 L_1' 提供一个输出信号,并在继后的计数中,对应于每个 30° ,顺序向下一个输出线提供一个输出。因此,可以看出,计数器64和译码逻辑电路69的操作方式与计数器60和译码逻辑回路68是相同的,然而这一操作被延迟 2° ,以产生 2° 宽的窄窗孔。

当输出送到线路 L_1 时,可以置位一个双稳态触发器 FF_1 ,轴转过 2° 后,通过线路 L_1' 的输出信号使它(FF_1)被复原,因此,线路72—1中的 FF_1 输出构成了 2° 宽的窗孔或选通信号,它加到模拟开关网络24上。 FF_1 置位后 30° , FF_2 被线路 L_2 的信号置位,且被线路 L_2' 的信号复原,这样在线路72—2上提供第二个选通信号,这个信号落后于第一个选通信号 30° 。这样每一个 30° 之后,译码逻辑线路68依次向以后的线路输出,从而置位双稳态触发器 FF_1 至 FF_{12} ,并且又被译码逻辑线路69送到线路 L_3 至 L_{12}' 的输出分别复位。随着整个运行的进行,产生12个在时间上相当准确的,相隔 30° 的选通信号,以便选通来自探测器系列26中的 S_1 至 S_{12} 的加工过的信号。

虽然,在计数器60和64复原时,译码逻辑线路68和69提供初始的输出,但它可以要延迟几度输出,这是因为 0° 和 360° 是共间点, 0° 和 360° 之间存在

8

着二意性。因此,当译码逻辑线路相应的计数器得到 10° 的计数时(或非0的其他选定值),译码逻辑线路就可用来提供它们的第一输出信号。因为在计数器60和64复原之后有一个 10° 的延迟直到第一输出信号被提供为止,所以拨轮开关40和41的设定值必须从所要求的位置减去 10° 来调整。拨轮开关40安置于 13° ,且拨轮开关41要置于 15° ,这就是说,原来所要求的定值减去延迟度数。如果减后得一负值,象对于叶片 B_1 、 B_2 、 B_3 必须在设定值上加上 360° 。

虽然存在固有的延迟,操作与上述所描述的相同,并不存在 $0^\circ/360^\circ$ 的二意性, 2° 的选通信号,仍在正确的时间提供线路72—1至72—12,做为对模拟开关网络24的控制信号,以便使之顺次选通呈现于线路74—1至74—12上的,经过处理的探测器信号,所有顺序选通的,处理过的探测器信号在输出端76上相加在一起,并被提供到探测电路30,该线路还接受来自线路43的每转60个脉冲信号,以得到被选叶片 B_n 任何振动情况下的输出指示,大体过程下面将描述。

图5 A至5 D是用来图示上面描述的操作过程的,叶片中的几个叶片 B_6 至 B_{10} 按箭头所指的方向运

每个叶片间隔 3° 。第一个 2° 宽孔80—1在准确的时间产生,以选通由被测叶片 B_6 产生的,来自探测器 S_1 的信号。之后一个更为特别加工的探测器信号以一个极窄脉冲 P_1 的形式出现在模拟开关网络24的输出线76上,图5 D表示了这样的输出。 30° 之后,产生第二个 2° 宽的窗孔脉冲80—2(如图5 b所示)以便由被选通的处理过的探测器信号(图5 D中的窄脉冲 P_2)去选通第二个探测器信号,该信号是由同一个叶片 B_6 通过而产生的。

图5 C表示第三个 2° 宽的窗孔80—3以便由图5 D中的窄脉冲 P_3 去选通来自探测器 S_3 的输出信号(同样由叶片 B_6 引起)。操作过程继续进行,每转动一周就提供12个脉冲。(如图6 A所示)。在没有任何叶片振动及没有任何探测器失调的情况下,每个脉冲与相邻脉冲恰隔 30° ,在存在振动的条件下,脉冲可能不均匀地分布,脉冲间的间隔被频率,即被监测叶片的振动频率调制。

在探测器系列安置时,探测器两两相距 30° 围绕叶栅。安装位置必须十分精确。图6 B表示两个探测器(如 S_5 和 S_6)失调后的结果。在不存在任何叶片振动情况下,(这种振动会调制脉冲序列信

号),除脉冲 P_8 和 P_9 外的所有信号都位于各自的正常位置。然而由于探测器失调,脉冲 P_8 先于正常时间(用虚线82表示)出现,同时,脉冲 P_9 滞后于正常时间(用虚线83表示)出现。失调相当于对脉冲序列信号的调制,可能产生一个不该有的指示叶片振动的输出,而实际上却没有振动存在。

在本发明中,对任何可能的探测器失调能够给予补偿,从而避免了输出不正确的振动指示。这是由信号处理线路28完成的(如图7所示)。

对于12个探测器有12个相同的信号处理通道。图中88—1表示其中之一。当每个叶片通过探测器时,这个探测器,将给出一个先是正向,然后成为负向信号,这个信号送到一个过零检测器90,结果得到一个方波输出以触发单稳态振荡器92。从单稳态振荡器92得到一致的脉冲送到积分仪94,结果得到一个如图所示的斜坡输出信号。

从积分仪94得到的斜坡输出信号,通过可调分压器98送到放大器96中,放大器96的输出耦合到一个阈值电路100,仅当被放大的斜坡信号超过预定阈值时,门限设备100才有输出。一旦超过了阈值,一个输出信号就送到另一个单稳态振荡器102中,在输出线74—1上提供一个极窄的输出脉冲,形成了加工了的探测器信号。虽然每个叶片通过时,都可提供一个脉冲,但是,如上所述只有被监测叶片引起的特殊脉冲被选通,以达到探测的目的。

可调分压器98连同放大器96,用来改变振幅,并且相应地改变了从积分仪94得到的斜坡输出信号的斜率。对图8A进一步分析,斜坡信号110(用实线表示)在超过阈值水平T时,使单稳态振荡器102产生一个窄脉冲输出P,在设备以低速运行且完全肯定不存在叶片振动的情况下,可以对脉冲序列中的每个脉冲位置进行检查,看看两两相邻脉冲间是否恰成 30° 的关系。如果确定某个脉冲超前了,那么可调节分压器98的减小斜坡的幅度(如图8A中虚线波形112所示)。在这种情况下阈值就会在一个时间上要迟于其正常位置的一点上才被超过,这个量等于探测器的失调。相反地,如果确定某个脉冲滞后于它正常出现的时间,斜坡信号的幅度会增加(图8中点划线斜坡信号114)因而超过阈值时脉冲P'前移一定的数值。另外,除了探测器失调可以校正外,信号处理回路还可校正探测器响应的不一致性。

对任何被监视的叶片,涡轮机轴旋转一周就有12个脉冲产生。在没有叶片振动的情况下,脉冲是均匀分布的,而且脉冲的频率由涡轮机转速决定。例如,转速为3600转/分时,涡轮机每秒转60转。因为一周产生12个脉冲,所以脉冲序列的频率为 12×60 ,即720Hz。该脉冲序列组成载波信号,在有叶片振动的情况下,它们被振动频率调制。通过从脉冲波形中分检出这个调制信息,就可得到叶片振动的指示。为了达到这个目的,探测回路30(如图9所示)包含有调频检测器120,它可接受模拟开关网络76送来的调频脉冲序列信号,这个检测器可以对信号进行频率解调,并且产生一个由直流电平(代表载波)组成的复合输出,叠加于直流电平上的是涉及叶片振动的调制信息。代表载波的直流电平,如图10A所示;叠加的调制信息如图10B所示。

一个低通滤波器用于除去直流载波,这样只有调制信息才能在放大器124中放大。因为代表载波频率的直流电平与涡轮机转速成正比,所以对于不同转速,低通滤波器是跟踪可调节的,一个速度的指示信号。通过线路43以每转60个脉冲提供给跟踪滤波器122。

由解调产生且呈现在放大器124的输出端上的信息代表叶片速度。为对叶片振动进行分析,就需要一个代表叶片位移的指示。因此,积分器126以众所周知的方式提供位移指示信号(因为速度积分给出位移)。所产生的积分信号,在放大器128中放大,传送到一个应用设备中,如一个实时分析仪。

典型的市场上可买到的实时分析仪包含有信号处理设备,它对输入信号进行傅里叶分析;及一个显示分析结果的显示器。图11代表一个典型的显示情况,其纵轴代表幅度,水平轴代表频率。呈现在显示器上的分析结果:在频率 f_4 有一个很强(大位移)响应;在频率 f_1 响应稍低,在频率 f_2 、 f_3 和 f_5 响应顺次降低,其他的响应表示正常的噪声。

如果在现场安装前进行了叶片测试,并且检查结果表示:在临界速度存在高振动幅度的不良情况,那么要改变叶片设计,以减少振动。另一方面,如果是在正常使用时,对叶片监测,则可调节不同的压力和温度条件,以减少不利的振动;或者,可以在远没有造成严重事故前就指出有必要停机更换叶片。

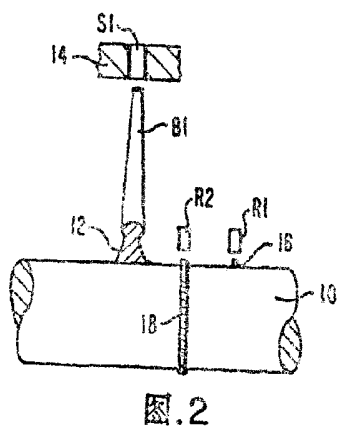
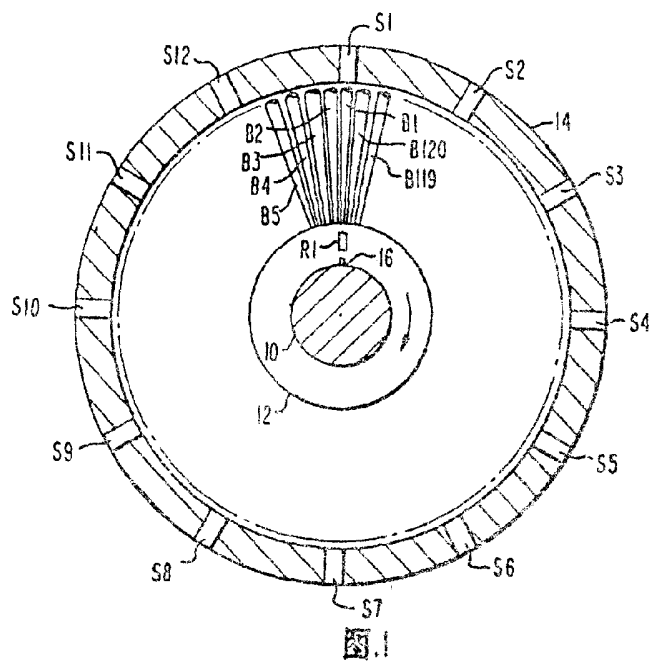
现在为止,已说明过:在该装置中,一次只能

选一个叶片进行监测,在把特定的叶片的监测结果显示与/或存贮之后,可用选另一个新的叶片,这个过程不断重复进行,直到叶栅中所有的或某一选定部分的叶片都被检查为止。图12是一个根据本发明的原理进行操作的设计方案,它可对几个叶片同时进行监测。

图12的结构,包括有一个第一通道130—1,它由前面图4所述的设备组成。这些设备包括:译码逻辑线路54和55,它们由拨轮开关40和41提供输入信号;计数器60和64;译码逻辑回路68和69;模拟开关24和检测回路30。如果有M个叶片需同时监测,那么要提供M个象130—1到130—M的通道,以处理由回路28加工过的,来自探测器阵列26的探测器信号。由拨轮开关输入来确定哪些叶片要被监测,对于图12的实例,只要一个计数器50,把计数提供给所有通道的译码逻辑回路54、55。

在图13的结构中,只使用了6个探测器 S_1 和 S_6 ,它们等距分布,且只盖住了近一半的叶栅,探测器 S_1 与 S_6 相隔的夹角比其他任何相邻探测器的夹角都大。这六个探测器信号送到前面所述的振动监测装置中(图13中的数字140所示)。六个附加的信号142以模拟信号方式提供给装置140,以模拟6个附加探测器。虽然这些探测信号是固定的,但它们提供载波信号,却不传送任何表示叶片振动的信息。然而,这个装置将给出一个精度略低的叶片振动的指示。

尽管上角是以汽轮机的一个单个叶栅为例对本发明进行了描述,但应指出:本装置能够用来测定汽轮机和其他类型的涡轮机中多元叶栅的叶片振动。同样适用于其他具有叶片的机器。一般说来,应用探测器的数目是所关心的最高振动频率的函数,同样是转动速度的函数。在新给的例子中,转速为3600转/分,用了12个探测器,得到的调频载波频率为720Hz。要得到400Hz振动的移位信息,这个频率已足够高了。如果转速降一半,即1800转/分,许多涡轮机组的额定速率都是这个值。那么用12个探测器,载波频率是360Hz,最大测量频率是200Hz,这对所预料的叶片的振动可能够了,如果不是这样,就要应用更多的探测器。



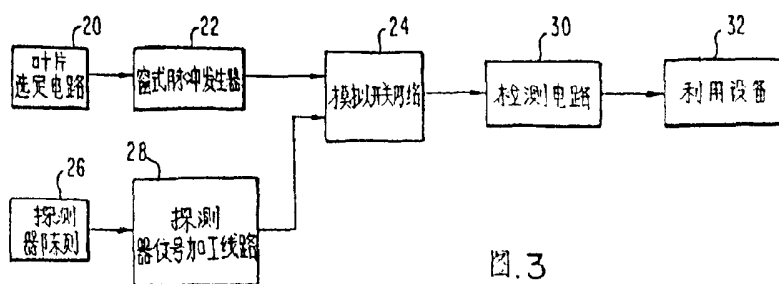


图.3

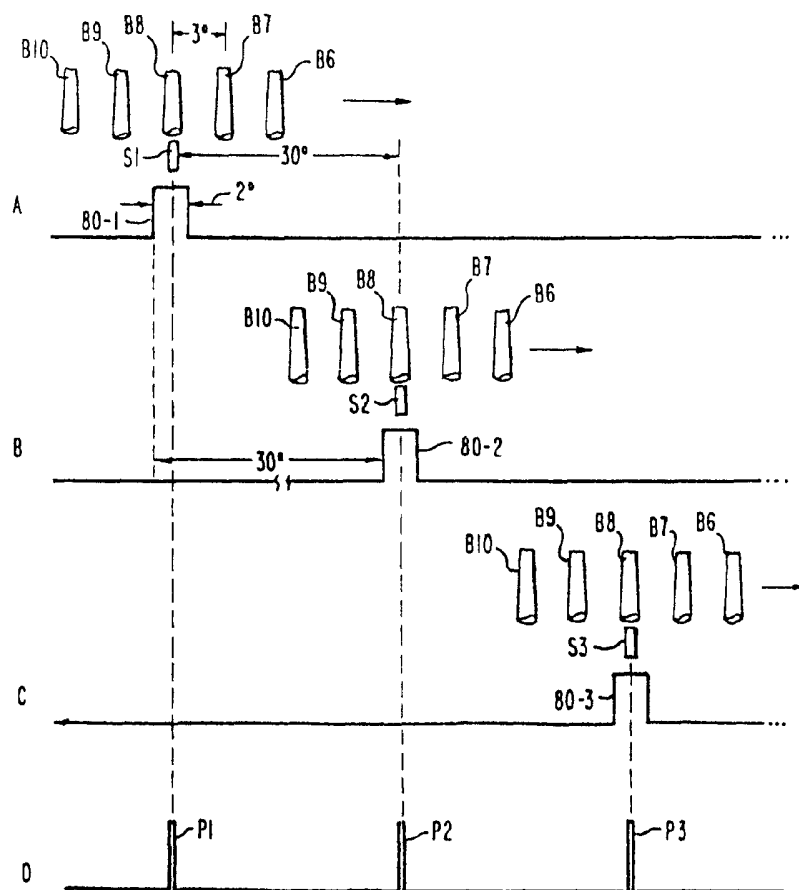


图.5

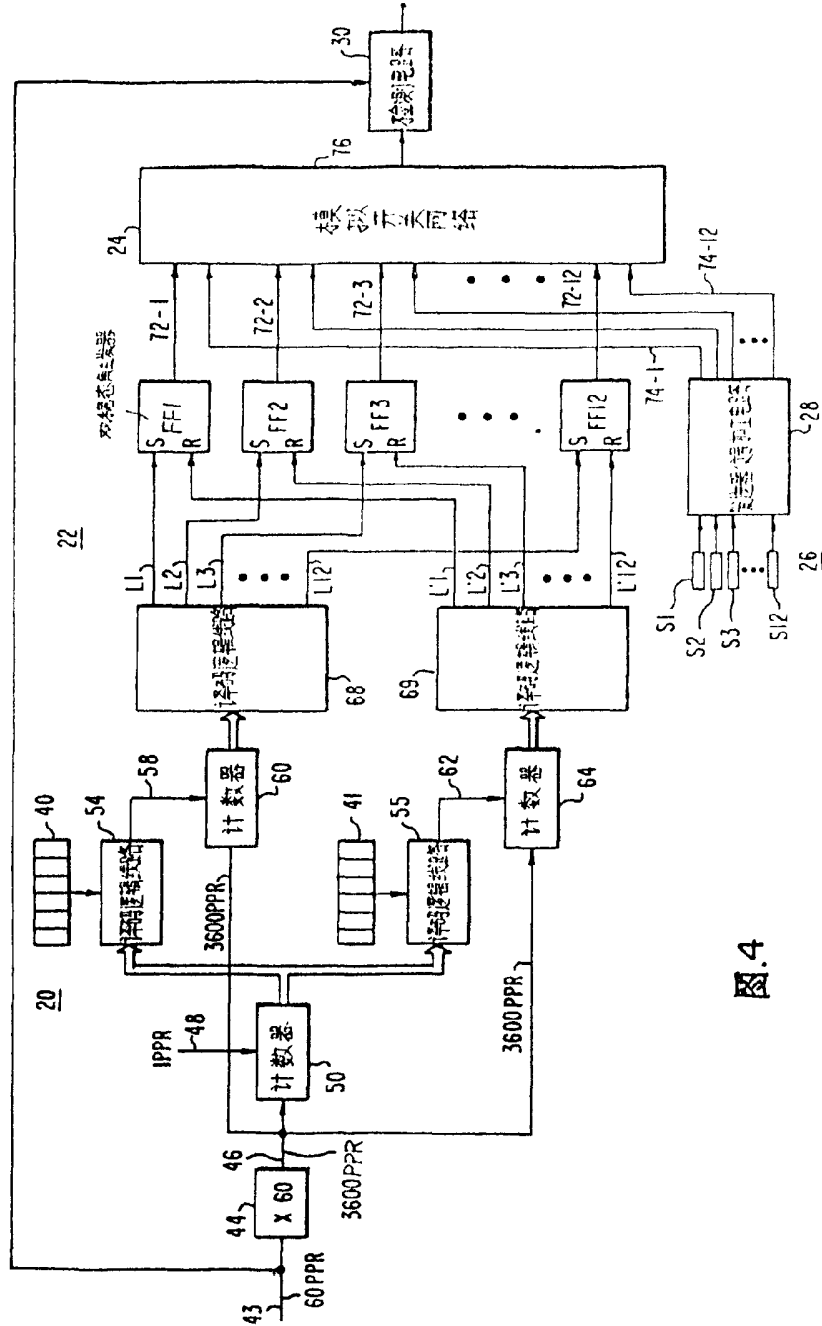


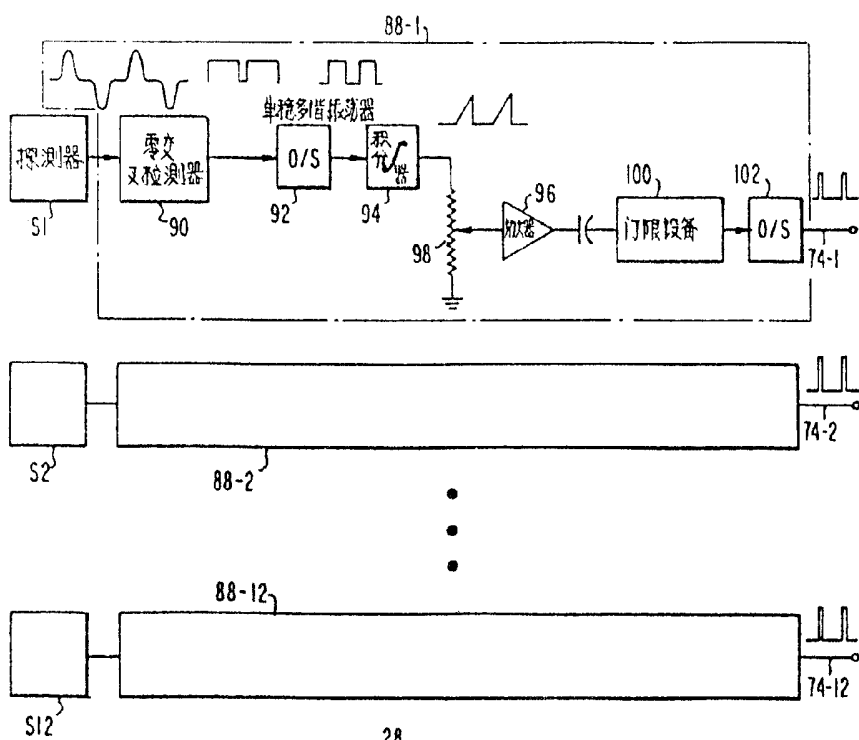
图.4



图.6A



图.6B



28

图.7

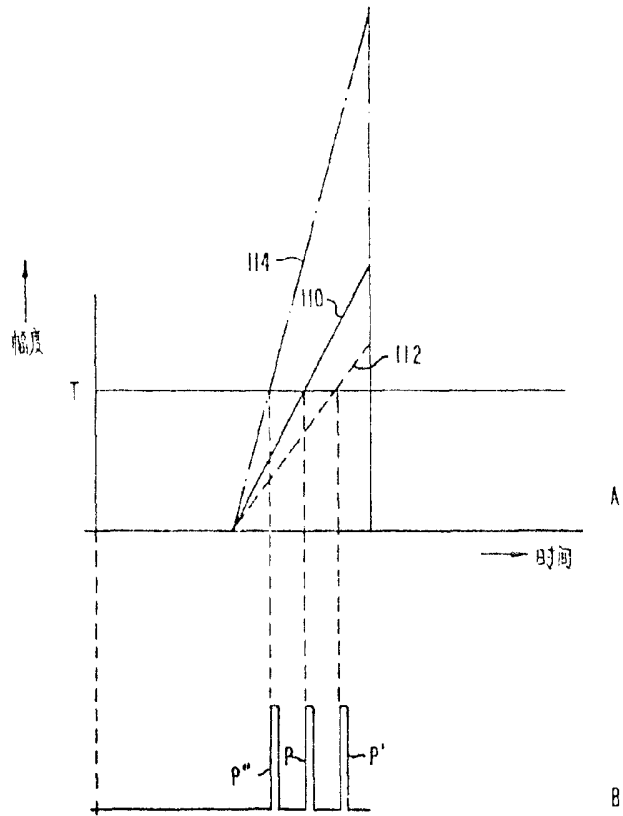


图.8

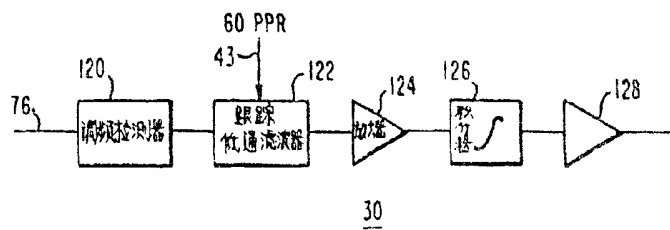


图.9

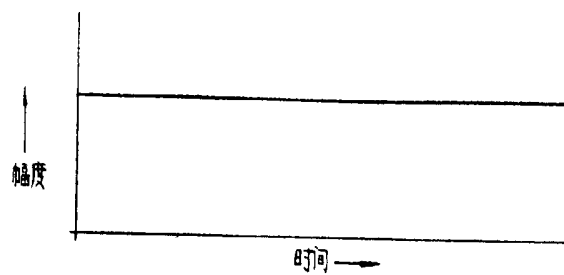


图. 10A

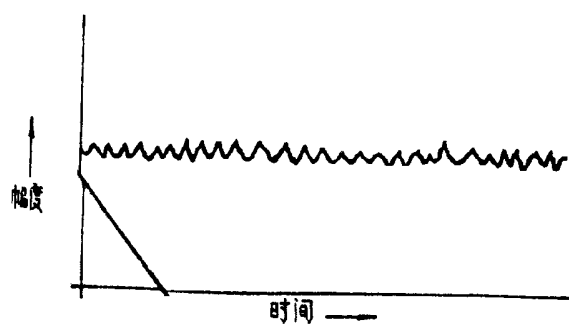


图. 10B

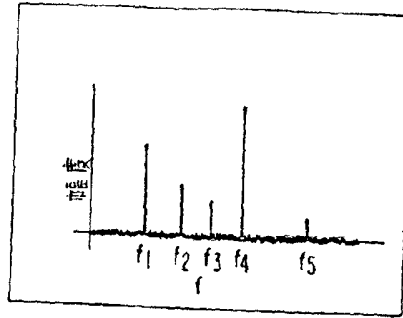


图.11

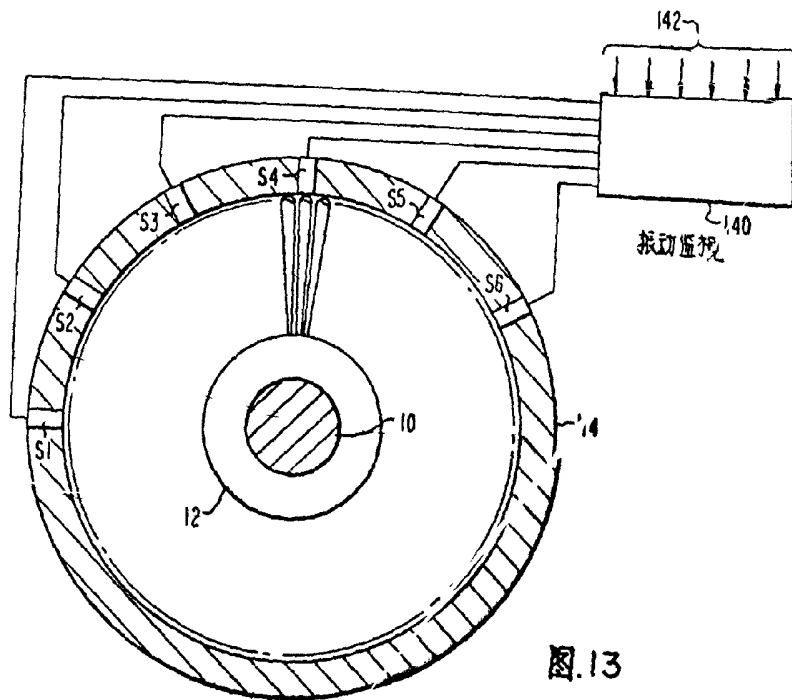


图.13

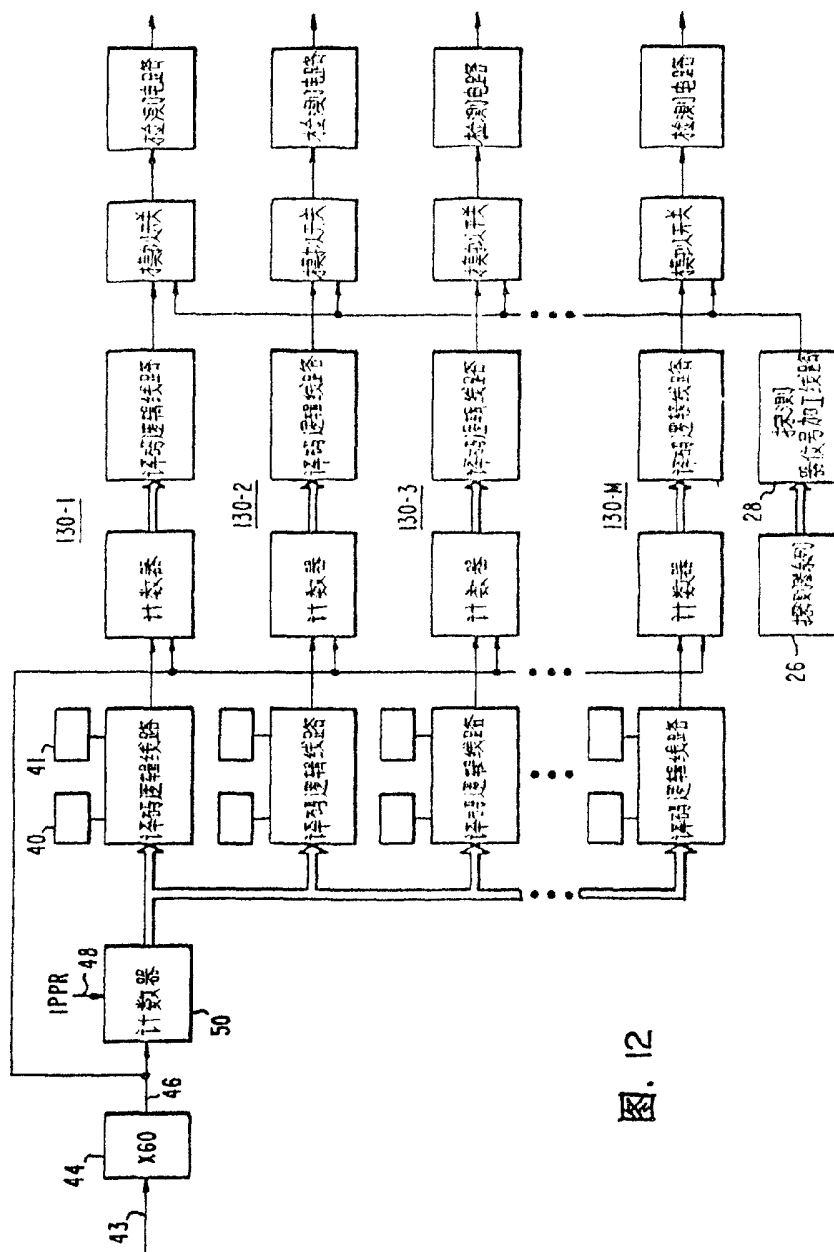


图. 12