



(21) 申请号 201780050926.3

T.卡奥

(22) 申请日 2017.07.18

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理师 侯宇

申请公布号 CN 109792225 A

(43) 申请公布日 2019.05.21

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H02P 27/04 (2016.01)

16180375.4 2016.07.20 EP

H02M 5/458 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02P 1/42 (2006.01)

2019.02.19

H02P 1/44 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/EP2017/068152 2017.07.18

CN 1589519 A, 2005.03.02

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 1589519 A, 2005.03.02

W02018/015398 DE 2018.01.25

JP 2002112588 A, 2002.04.12

(73) 专利权人 艾本德股份公司

US 2011072836 A1, 2011.03.31

地址 德国汉堡

JP 2009136052 A, 2009.06.18

(72) 发明人 R.乌伦多夫 G.波尔 G.梅森

审查员 周左

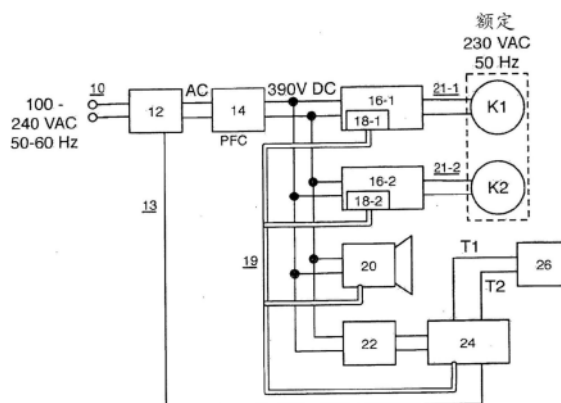
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

用于冷却装置压缩机的控制设备、系统和用途

(57) 摘要

本发明涉及一种用于具有交流异步电机的冷却装置压缩机的控制设备,具有电网连接部件,用于与提供85V和264V之间的电网交流电压的电网连接;连接在电网连接部件后面的第一电压转换器部件,用于从电网交流电压产生中间电压;连接在第一电压转换器部件后面的第二电压转换器部件,用于产生与电网交流电压的水平和电网频率无关的、电压和/或频率在时间上逐段恒定的输出信号,用于利用能够不同地预先给定的电压水平的交流电压控制冷却装置压缩机,其中,电网连接部件与用于采集电网交流电压的电压检测器部件相关联,其检测器输出信号能够由控制部件进行评估,以产生与电网电压有关的输出信号的电流的最大值。



1. 一种冷却装置压缩机系统,所述冷却装置压缩机系统具有控制设备,所述控制设备用于具有两个两相的交流异步电机(K1、K2)的冷却装置压缩机,所述控制设备具有:

电网连接部件(10),用于与在名义上提供85V和264V之间的电网交流电压的公共电压供电电网连接,

连接在电网连接部件后面的第一电压转换器部件(14),用于从电网交流电压产生中间电压,

连接在第一电压转换器部件后面的两个第二电压转换器部件(16-1、16-2),用于产生与电网交流电压的水平和电网频率无关的、电压和/或频率在时间上逐段恒定的输出信号,用于利用多个能够不同地预先给定的电压水平的交流电压控制冷却装置压缩机,

其中,电网连接部件与用于采集电网交流电压的电压检测器部件(12)相关联,其检测器输出信号能够由第二电压转换器部件或与第二电压转换器部件相关联的模式和控制单元进行评估,以产生与电网电压有关的输出信号的电流的最大值,

其中,所述冷却装置压缩机系统还包括具有两个交流异步电机的冷却装置压缩机,

其中,第二电压转换器部件被构造为,在检测到阈值以上的冷却温度时,控制交流异步电机中的第一交流异步电机启动和/或开始运行,

并且在低于阈值之后才控制交流异步电机中的第二交流异步电机,

并且其中,在检测到冷却目标温度时,第二电压转换器部件使控制交流异步电机的输出信号的电压降低。

2. 根据权利要求1所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第二电压转换器部件与能够与具有冷却装置压缩机的冷却装置的有效冷却范围相关联的温度传感器部件(26)以及模式和控制单元相关联,使得作为对由温度传感器部件采集的阈值以上的温度(T1)的响应,模式和控制单元使得第二电压转换器部件运行,以产生具有直至与电流最大值对应的最大电流的处于恒定的第一输出交流电压水平的输出信号,

并且作为对所采集的达到或低于阈值的温度的响应,模式和控制单元使得第二电压转换器部件运行,以产生处于相对于第一输出交流电压水平降低并且恒定的第二输出交流电压水平的输出信号。

3. 根据权利要求2所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第二输出交流电压水平相对于第一输出交流电压水平的比小于0.8。

4. 根据权利要求2所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第二输出交流电压水平相对于第一输出交流电压水平的比处于0.6和0.75之间的范围内。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,用于产生针对冷却装置压缩机的第一和第二交流异步电机的输出信号的第二电压转换器部件被构造为,在达到或低于第一上温度阈值之前的冷却运行中,仅产生并输出针对第一交流异步电机的输出信号,

并且在达到或低于第一温度阈值之后,产生并输出针对第二交流异步电机的输出信号。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第二电压转换器部件被构造为,当与消耗的电流对应的检测器输出信号的值超过电流最大值时,作为对电压检测器部件的检测器输出信号的响应,中断对所连接的冷却装置压缩机供应输出信

号。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第一和第二电压转换器部件不能对连接的装置压缩机进行转速调节,和/或不能接收与连接的装置压缩机的转速对应或与连接的装置压缩机的转速相关的信号。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第一电压转换器部件实现功率因数校正(PFC)。

9. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,第一电压转换器部件实现有源功率因数校正。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,连接至或能连接至第二电压转换器部件的交流异步电机以两极的方式在没有另外的传感器和/或控制线路的情况下连接或能够连接,并且具有用于产生辅助相位的部件。

11. 根据权利要求1至4中任一项所述的冷却装置压缩机系统,其特征在于,连接至或能连接至第二电压转换器部件的交流异步电机以两极的方式在没有另外的传感器和/或控制线路的情况下连接或能够连接,并且具有用于产生电子辅助相位产生部件。

12. 一种根据权利要求1至11中任一项所述的冷却装置压缩机系统的用途,用于实现冷却装置,所述冷却装置能够在 $<-50^{\circ}\text{C}$ 的冷却装置的有效冷却范围的冷却目标温度下运行。

13. 一种根据权利要求1至11中任一项所述的冷却装置压缩机系统的用途,用于实现冷却装置,所述冷却装置能够在 $<-60^{\circ}\text{C}$ 的冷却装置的有效冷却范围的冷却目标温度下运行。

14. 一种根据权利要求1至11中任一项所述的冷却装置压缩机系统的用途,用于实现冷却装置,所述冷却装置能够在 $<-75^{\circ}\text{C}$ 的冷却装置的有效冷却范围的冷却目标温度下运行。

用于冷却装置压缩机的控制设备、系统和用途

[0001] 本发明涉及一种用于具有至少一个两相的交流异步电机的冷却装置压缩机的控制设备。此外,本发明涉及一种具有与具有两个交流异步电机的冷却装置压缩机连接的这种控制设备的系统,并且本发明涉及这种控制设备和这种系统用于实现低冷却温度范围内的冷却装置的用途。

[0002] 一般的控制设备以及利用其控制的冷却装置的冷却装置压缩机尤其涉及所谓的极低温冷却装置(Ult=Ultra-low temperature freezers)领域,其中,通常用于工业或研究目的的这种冷却装置可以将有效冷却范围保持在-40℃以下、一般甚至-60℃以下直到-80℃以及以下的冷却温度。在此,这些设备的典型的使用目的是进行长时间冷却,即适用于作为冷却物品使用的生物或医学样品等。通常在这些目标温度下将内含物保存几周或甚至几个月,因此一般的冷却技术被配置为利用相应的冷却装置进行持续冷却运行,冷却装置本身通常(在-50℃以下的冷却温度下的稳定状态下)具有一般大约1.2kW的电功率消耗。相应地,这种技术中的电能消耗高达每天大约15kW至20kW的范围内。

[0003] 在此,如在现有技术中,假定不仅利用通常具有交流异步电机作为压缩机电机的单个冷却介质支路在压缩机单元的范围内提供力求达到的低的目标温度是已知的,而且已知设置于是相应地也设置两个压缩机电机的两级布置。对此,例如作为本发明的一般的技术背景考虑的US 8,011,191 B2公开了-40℃以下的极低温冷却装置领域内的由具有各自的压缩机电机的两个冷却介质回路构成的级联布置,其中,第一冷却回路通过蒸汽冷凝器与运行环境相互作用,而由第一冷却回路产生的冷却体积于是通过第二冷却回路进一步冷却,以便运行安全地达到直至-80℃以及以下的力求达到的值。已经从该现有技术中已知,在进行冷却之后通过由恒温器或传感器控制的用作压缩机电机的交流异步电机的适当的接通或断开来确保目标温度作为持续运行温度。

[0004] US 8,011,191 B2已经说明了该现有技术的缺点并且例如关于这种布置的能量消耗指出了缺乏效率;因此,冷却回路、由此电机各自的运行功率被设计用于最大负载,最大负载虽然在进行冷却期间是有利的,但是然后在目标温度下的稳定的冷却运行中不再需要。在此,所提到的现有技术尤其是指出了如下情况:电机的接通和断开除了效率缺点之外还带来了机械问题,并且促进了振动和噪音产生。

[0005] US 8,011,191 B2描述了通过以转速可变的方式控制压缩机电机来解决该问题的方法,并且尤其是设置为,为了减小负载,因此例如在达到目标温度之后,根据冷却和将目标温度(仅)保持在该水平的必要性,针对该目的适当地降低电机转速。

[0006] 虽然这种解决方法原则上看起来很完美,并且使得压缩机电机功率能够变化,但是这种已知方案仍然也不是没有缺点:因此,一方面,调节转速所需控制和电机开销明显增加,其中,在此要考虑额定电功率处于千瓦范围内,即需要与相应的电机设计结合的明显的控制技术开销。此外,出现如下情况:在极低温冷却装置的敏感技术领域,每个附加的必需的压缩机线路、例如用于速度传感器等的线缆的引导线路产生密封问题和热桥问题,因此原则上是不利的。

[0007] 此外,在所提到的根据US 8,011,191 B2的现有技术中出现如下问题:这里又也仅

能够利用明显增加的进一步的电路开销来使电机控制匹配于不同的电网电压系统或相应的供电电网的预先给定的电网电压。此外,在其余现有技术中同样已知,根据相应的地区(北美、日本、欧洲等)并且根据在那里适用的交流电网分别使用适当的压缩机电机,并且分配适用的电网电压(包括相应的频率,一般为50Hz或60Hz)相关联。然后,仅通过简单的接通/断开中,这使得在一个这种电网上没有问题地运行,但是例如关于针对不同的交流电压和交流电网的电机控制的普遍的可使用性,当然需要相应地匹配的异步电机。这里明显也存在如下改进需求,也因为作为需要存在如下改进需求:这种一般类型的冷却装置可以在不同的电网电压和电网频率(一般在100V与230V,50Hz至60Hz之间的范围内)下灵活地并且在没有基本的重建的情况下运行。

[0008] 最后,(一般为公共的)供电电网中的各个电网电压环境还提出了另外的挑战,其影响冷却装置压缩机的尺寸确定或设计和相关联的控制:通常,根据一个地区或国家的相应的电网规范,可以对该交流供电电网施加最大允许吸收电流强度,该电流强度不允许被超过。虽然对于特殊应用当然也可以针对较高的电流强度设立消耗点,但是除了附加的开销之外,其还产生过高的成本。可以看到,根据US 8,011,191 B2的设备在这里没有关于(最大)电流消耗进行优化。

[0009] 因此,本发明要解决的技术问题是,提供一种用于具有至少一个两相的交流异步电机的冷却装置压缩机的控制设备,冷却装置压缩机简单地以(硬件)技术实现,尤其是没有复杂的用于压缩机电机的转速改变的控制电子部件,在此能够尤其是在温度降低之后的稳定冷却运行中通过降低电能消耗来确保能量效率,并且在此附加地保证关于要消耗的最大电流在任何运行状态下都不超过供电电网固有的负荷极限。

[0010] 上述技术问题通过具有独立权利要求的特征的控制设备来解决;在从属权利要求中描述本发明的有利的扩展方案。附加地,在本发明的范围内请求保护一种系统,该系统作为级联的分级单元具有根据本发明的这种控制设备与(至少)两个交流异步电机,用于实现冷却装置压缩机,如例如示例性地在US 8,011,191 B2中所描述的,并且只要其冷却回路或压缩机结构属于本发明,则应当包含在本公开内。最后,在本发明的范围内请求保护根据本发明的这种控制设备的用途或这种系统的用途,其实现具有<-40℃、优选<-60℃、进一步优选<-75℃的冷却目标温度的冷却装置。

[0011] 以根据本发明有利的方式,本发明描述了一种与上面引用的现有技术不同的方法:根据本发明同样可以看到,由第一和第二电压转换器部件构成的布置不仅使得能够灵活地匹配于例如通过相应的供电电网预先给定的具有不同的电网频率的不同的输入(电网)电压,而且使得能够在输出侧实现如下架构,即关于要连接的被构造为交流异步电机的压缩机电机,向压缩机电机提供可以设置或预先给定处于不同的电压水平的交流电压输出信号,这基于如下认识,即例如在最大功率冷却运行中,施加比在稍后涉及使目标温度保持恒定的稳定冷却运行期间更高的交流电压,从而就此而言,电压转换器部件为此提供技术前提。

[0012] 附加地,根据本发明,设置用于采集电网交流电压的电压检测器部件,其中,电压转换器部件使用其检测器输出信号来根据相应的供电电网的负荷能力针对输出信号确定或形成电流最大值。

[0013] 因此,本发明在不需要对至少一个交流异步电机进行转速改变或转速调节的情况

下实现具有最好的能量效率的优化的运行特性,并且例如不存在过高的电流消耗与相应的(可以灵活并且可变地连接的)供电电网的条件不兼容的危险。

[0014] 因此,以根据本发明有利的方式,电压转换器部件借助可与冷却装置的有效冷却范围相关联的温度传感器部件并且通过相关联的运行模式部件的作用,保证作为对由温度传感器部件采集的处于阈值(即例如有效冷却范围的冷却目标温度)以上的温度的响应,运行模式部件使得第二电压转换器部件运行,以产生处于第一输出交流电压水平的输出信号,第一输出交流电压水平(在该控制阶段期间)优选可以是恒定的并且在该阶段期间也允许所连接的(至少一个)电机直到电流最大值的电流消耗。相反,作为对所采集的达到或低于阈值的温度的响应,通过运行模式部件的作用使得电压转换器部件运行,以产生处于降低的第二输出交流电压水平的输出信号。这基于如下认识,即,因此达到的减小的电机功率(在恒定的电机转速下,就此而言于是根据恒定的输送量)足够用于例如为了在进行冷却后使目标温度保持恒定而实现一个或多个电机的明显的能量消耗减少。在典型的例如230V的第一输出交流电压水平下,该降低的第二输出交流电压水平可以降低至150V或甚至更小,从而根据本发明有利地并且进一步扩展地,该降低的第二输出交流电压水平与第一输出交流电压水平(关于有效值)的比通常 <0.8 ,并且处于0.6和0.75之间的优选范围内。

[0015] 在借助有利的温度传感器部件使得有效冷却范围能够实现温度降低的范围内,本发明的另一个优选的扩展方案是,在使用以与相应地相关联的冷却回路级联地使用的两个异步电机作为相应的压缩机电机时,借助相应地相关联的电机分离地并且与温度有关地激活这些冷却回路。以有利地进行扩展的方式,这通过如下来实现:在达到或低于第一上温度阈值(在例如 -80°C 的更低的目标和运行温度值的情况下一般例如为 -40°C)之前的冷却运行中,仅向第一交流异步电机提供交流输出信号,而在达到或低于该阈值之后,控制用于级联地设置并且就此而言与所讨论的现有技术类似地构造的第二冷却回路的第二交流异步电机。

[0016] 根据本发明的另一个优选扩展方案,与电网连接部件相关联的电压检测器部件使得能够设计第二电压转换器部件,使得当检测到的电网电压电势表示随着达到或超过电流最大值,设备处于设置或允许的运行范围之外时,第二电压转换器部件中断对所连接的一个或多个电机的控制或供电。因此,根据该实施方式,控制设备确保在这种情况下中断输出信号,即对一个/多个电机的信号供应结束。

[0017] 其结果是,本发明能够以令人惊奇地完美并且简单的方式作为二端网络(Zweipol)或者借助双线连接(或者在以电子方式产生辅助相位的情况下作为三线)控制至少一个单相两极交流异步电机(具有附加的例如借助电容器实现、替换地以电子方式实现的辅助相位),而不用例如进行复杂的转速调节或者为了该目的处理转速检测或类似的传感器信号,并且也不用例如附加地复杂地在控制设备的输出侧关于用电设备(电机)进行附加的电流测量或电流采集。这在本发明的范围内完美地借助根据本发明的电网输入侧的电压检测器部件来实现。

[0018] 因此,预期根据本发明实现的冷却装置压缩机系统尤其由于其与多个电网电压环境和明显减小的电能消耗的普遍的关联性而广泛得到使用,从而虽然在针对开头讨论的范围的极低温的冷却装置的范围内使用是优选的,但是并不限制本发明的使用范围。

[0019] 因此,在开头描述的低温情境下,本发明使得两级冷却设备在 -50°C 以下的冷却温

度下的一般的功率消耗能够从大约1.2kW降低到0.8kW或更小。在尤其是还包括不同的运行阶段的更长的时间段上,通常能够实现至少15%的能量节约。

[0020] 本发明的其它优点、特征和细节从下面对优选实施例的描述中以及借助附图得到。其中:

[0021] 图1示出了根据本发明的第一优选实施例的根据本发明的用于具有两个被控制的交流异步电机的冷却装置压缩机的控制设备的框图;以及

[0022] 图2示出了该实施例中的异步电机中的一个的电功率消耗和转矩特性相对于施加的供电电压的曲线图。

[0023] 图1的示意性框图示出了根据第一优选实施例的用于实现根据本发明的控制设备的主要功能部件。在此,可以控制分别针对50Hz、230V的交流电压设计的两个交流异步电机K1、K2。以在其它方面已知的方式,例如就此而言也根据US 8,011,191 B2,分别与电机K1、K2相关联的冷却回路相互连接或级联,使得与压缩机电机K1相关联的第一冷却回路与设备(其以未示出的方式嵌入极低温冷却装置(ULT)的常见的壳体或柜子中)的外部环境相互作用,同时以借助未示出的热交换器与该第一冷却回路耦合的方式,第二冷却回路通过压缩机电机K2的作用使在热交换器上通过第一冷却回路产生的冷却温度进一步降低,直到达到(同样未示出的)冷却室的目标或有效冷却温度。

[0024] 所示出的由两个压缩机电机K1、K2构成的布置可以以例如在电网连接部件10上、例如在常见的、并非针对大电流运行特殊配置的电网插座上施加的100V和240V交流电压之间的宽的输入电压范围在(公共)供电电网上运行。在此,所示出的实施例被设计为,根据针对一个地区设置的来自供电电网的最大电流消耗,以下面还将描述的方式不超过适当的最大限度;这例如在英国的230V/50Hz供电电网中是13A,相反在日本的100V/50Hz供电电网中是15A,在此相应地不需要以复杂并且昂贵的方式通过附加的供电措施来提高这些电流阈值。

[0025] 在所示出的根据图1的实施例中,在输入侧,电压检测器部件12连接在电网连接部件后面,电压检测器部件12尤其是也具有对在电网连接部件10上施加的(AC)交流电压的电压检测器功能。该检测器部件12的检测器输出信号通过控制线路13施加在下面将详细阐述的模式和控制单元24上。

[0026] 由公共供电电网提供的交流电压输入信号借助两级的转换器或逆变器单元转换为相应的输出信号,用于控制异步电机K1、K2,更确切地说,首先借助第一转换器级14进行转换,第一转换器级14以在其它方面已知的方式将施加的交流电压输入信号转换为390V直流电压,在此附加地设有功率因数校正(PFC),功率因数校正在这种情况下设计为有源(aktive)功率因数校正,即以在其它方面已知的方式(并且在电路图中未详细示出)借助大的电容器尽可能跟踪(正弦形的)电网电压的消耗的电流的曲线。

[0027] 在图1的示意性框图中,在具有升压转换器的该第一级14后面是一对第二转换器结构组件16-1、16-2,其与异步电机K1和K2相关联并且连接在异步电机前面。该第二转换器级将390V的直流电压信号转换为作为异步电机的控制电压的交流电压,其在所示出的实施例中施加双线输出线路21-1、21-2上,其中,然后通过设置在其中的未详细示出的电容器产生异步电机K1、K2的相应的辅助相位。

[0028] 作为相应的电机供电电压的输出侧交流电压的大小通过示意性地以附图标记18-

1 (对于转换器结构组件16-1) 或18-2 (对于转换器结构组件16-2) 表示的控制单元来确定, 控制单元借助总线19根据要针对相应的异步电机K1、K2产生或施加的交流电压从模式和控制单元24接收电压控制信号。结构组件16、18以在其它方面已知的方式由通过控制单元18开关的功率半导体对 (HS、LS) 例如根据半桥拓扑构成, 并且就此而言实现具有与控制信号有关的交流输出电压的开关电源功能。

[0029] 作为两级转换器设备的输出信号的施加或者要施加在K1、K2上的该控制电压的大小通过模式和控制单元24来确定, 模式和控制单元24尤其是与温度传感器单元26的温度输入信号T1、T2有关。在此, 在该实施例中, 温度值T1是相应于与电机相关联的冷却回路之间的热交换器温度或连接和转移温度的温度信号。这有利地确保, 首先, 在例如在所提到的热交换器上达到温度阈值之前, 在进行冷却时仅完全激活第一压缩机电机K1。然后, 一旦达到或向下突破该阈值 (这对于整个布置的目标或额定温度被设置为 -80°C 的设备一般例如对应于 -40°C), 则 (附加地) 激活第二压缩机电机K2, 并且利用相关的冷却回路进一步降低温度。在所示出的实施例中, 由温度传感器单元26输出的温度信号T2描述有效冷却范围的温度, 即稍后要以目标温度 (即在此例如为 -80°C) 保存冷却物品的冷却设备的腔室或区域的温度。基于温度信号T2, 并且尤其是在达到该目标温度的情况下, 以下面描述的方式通过相应地控制第二逆变器级16-1、16-2来改变电机供电电压, 即尤其是降低 (相应的) 电机供电电压, 以节约能量, 而在达到该目标温度的时间点之前, 在进行冷却时, 在正常运行中, 电机K1或还有K2在额定或标称电压 (230V) 下运行。

[0030] 图2的针对压缩机电机K1、K2中的相应的一个记录的功率和转矩曲线图示出了这些关系: 即根据本发明证明有利的是, 尤其是在达到目标温度的情况下, 并且为了使目标温度保持恒定, 不再需要通过230V的标称值处或者附近的AC控制电压产生高的电机转矩。关于此, 如图2的虚线转矩曲线所示出的, 虽然随着K1或K2上的电机供电电压下降, 所产生的转矩 (在转速始终保持不变的情况下 (转速在整个控制范围内保持不变, 尤其是不进行调节)) 减小, 但是根据冷却回路中的当前的压力条件, 该较小的转矩足以确保冷却特性处于稳定或持续的冷却状态。相应地, 在本发明的范围内, 随着达到目标温度, 电机供电电压降低 (一般降低到140V至150V), 这根据图2的图示中的实线曲线表示相关电机的电功率消耗明显减小。也就是说, 在本发明的范围内证明有利的是, 即使在交流电压-供电电压这样降低的情况下, 也可以实现压缩机电机的完整的无中断运行, 其中, 由于所需的转矩更小, 在转速恒定的情况下始终实现所需的输送量或输送功率。

[0031] 如图1以框图还附加地示出的, 电压供应单元22作为附加的转换器单元从390V的直流电压产生模式和控制单元24的供电电压, 并且还附加地利用附图标记20示出了示意性的通风单元, 通风单元可以根据附加的控制可能性通过总线19以适当的方式附加地干预冷却运行。

[0032] 本发明不局限于所示出的实施例或在其中提到的参数。在此, 几乎可以任意改变温度范围和电压范围。由分别具有相关联的异步交流电机的两个级联的冷却回路构成的布置也是有利的, 然而, 本发明并不局限于这种配置。最后, 本发明有利地适用于实现用于极低温度范围、一般 $<-50^{\circ}\text{C}$ 、进一步优选 $<-70^{\circ}\text{C}$ 的冷却装置, 然而, 也可以想到根据本发明的控制设备与此无关地用于其它用途。

