



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114109823 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202111144444.9

F04C 28/28 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.28

F04C 29/12 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114109823 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2022.03.01

CN 101251110 A, 2008.08.27

CN 104912805 A, 2015.09.16

(73) 专利权人 上海履正能源科技有限公司
地址 201799 上海市青浦区练塘镇朱枫公
路3424号1幢3层

CN 207420867 U, 2018.05.29

CN 1705826 A, 2005.12.07

CN 106605069 A, 2017.04.26

JP 2011032957 A, 2011.02.17

(72) 发明人 杨长武 许超

审查员 余少文

(74) 专利代理机构 苏州国卓知识产权代理有限
公司 32331
专利代理师 周鑫

(51) Int. Cl.

F04C 18/16 (2006.01)

F04C 28/24 (2006.01)

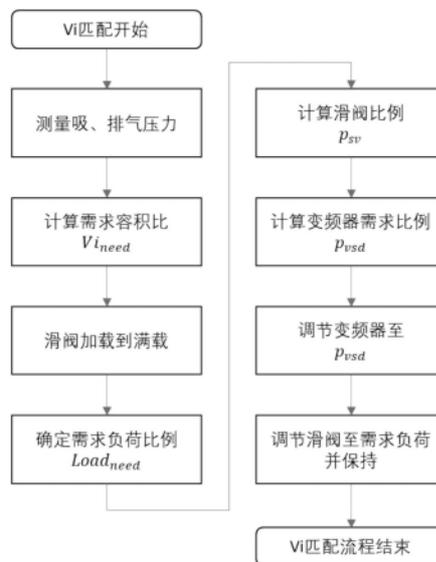
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法

(57) 摘要

本发明公开的属于制冷、空调技术领域,具体为一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法,包括测量吸、排压力、计算需求内容积比、滑阀加载满载、确定需求负荷比例、计算滑阀比例、计算变频器需求比例、调节变频器、调节滑阀至需求负荷并保持等多个步骤,本发明具备宽容调范围,当前市场上带容调滑阀的压缩机占绝大多数,采用本发明方法后,可以实现12.5%-100%连续容调,在设计工况范围内,采用本发明方法控制,内容积比匹配更合适,避免过压缩或欠压缩,部分负荷能效更高,本发明可以对使用中的压缩机进行变频节能改造,提高全年运行效率,没有过压缩和欠压缩,压缩机的运行振动更小,运行更平稳,寿命更长。



1. 一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法,其特征在于:标定压缩机满载的内容积比 $V_{i_{max}}$ 与卸载后的最低内容积比值 $V_{i_{min}}$,在机组运行时按照以下步骤控制:

步骤1:测量压缩机吸、排气压力,根据压力计算系统的压缩比和对应的需求内容积比

$$V_{i_{need}}, \text{计算公式为: } V_{i_{need}} = \left(\frac{\text{排气压力}}{\text{吸气压力}} \right)^{\text{绝热指数}} ;$$

步骤2:将压缩机滑阀加载到满载,通过变频器的输出频率确定实际需求负荷;

步骤3:调节变频器输出频率,使容量=实际需求负荷,确定机组当前需求负荷比例

$$\text{Load}_{need}, \text{计算公式为: } \text{Load}_{need} = \frac{\text{变频器输出频率}}{\text{满载频率}} * 100\% ;$$

步骤4:根据步骤1中计算得到的 $V_{i_{need}}$ 和标定的压缩机内容积比,计算滑阀位置对应的比例 P_{sv} ;

步骤5:根据步骤3中确定的需求负荷比例 Load_{need} 和步骤4中滑阀位置对应的比例 P_{sv} ,

$$\text{计算变频器频率需要调节的比例 } P_{svd}, \text{计算公式为: } P_{svd} = \frac{\text{Load}_{need}}{P_{sv}} ;$$

步骤6:将变频器频率调节到步骤5中计算出的比例;

步骤7:调节滑阀位置,机组负荷等于需求负荷;

步骤8:待步骤7滑阀位置调节完成后,使滑阀位置保持固定,系统负荷变化时,调节变频器频率以适应负荷的变化,实时检测系统数据,并重复上述计算,当 Load_{need} 与当前输出值偏差大于设定值时,重新标定滑阀位置。

2. 根据权利要求1所述的一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法,其特征在于:所述步骤2中滑阀位置只能够通过最低负荷和满载这两个状态位置确定,而变频器的频率和压缩机实际排气量成正比,所以需要将滑阀加到满载后通过变频器的频率确定实际需求负荷。

一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及制冷、空调技术领域,具体为一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法。

背景技术

[0002] 螺杆压缩机在制冷和空调机组中广泛应用,尤其是在工艺冷冻和大型商用空调领域占据了很大的市场份额。螺杆压缩是一种容积式压缩机,压缩机吸气过程结束后,此时压缩腔内的气体体积即为吸气容积。当螺杆运行到固定的排气位置,打开排气口排气时,此时压缩腔气体体积为排气容积。吸气容积与排气容积的比值为压缩机的内容积比(V_i)。

[0003] 压缩机的吸气压力和排气压力由运行工况决定。而压缩机排气时压缩腔内的压力由位置决定,通常与需求的排气压力不匹配。这就使得螺杆压缩机与活塞、转子等其它形式的压缩机相比,在运行过程中出现过压缩和欠压缩现象。进而导致效率下降和振动加强。

[0004] 制冷和空调机组在运行时,大部分时间都处于部分负荷,这需要压缩机具备容量调节能力。过去,螺杆机组通过压缩机内的容调滑阀调节吸气量,实现容量调节。当滑阀移动时,压缩机的吸气容积相应变化,而排气容积不变,这时内容积比同时发生了变化。因为当前压缩机滑阀通常都没有位置指示功能,故运行时没法检测滑阀的实际位置,即无法判断压缩机实际的内容积比。

[0005] 随着节能的要求提高,近年来变频调速的应用越来越多。变频时,压缩机的内容积比固定不变。

[0006] 综上,对于螺杆压缩机的运行,需要同时考虑容量与负荷匹配、内容积比与工况匹配,以实现在不同负荷下高效稳定运行。

[0007] 当前螺杆压缩机变频控制时通常有3种技术路线:

[0008] 单变频运行:优点是控制简单;缺点容调范围有限,通常为30%-100%,容调时内容积比不变,低负荷时容易严重过压缩。

[0009] 变频调节+变内容积比调节:优点是在运行范围内效率较高;缺点是容调范围有限,通常为30%-100%,市场上此功能压缩机较少,已有机组无法进行变内容积比改造。

[0010] 高负荷(通常50%以上)变频调节+低负荷(通常50%以下)滑阀容调:优点是容调范围很宽,通常为15%-100%,可以应用在已有机组的节能改造;缺点是高负荷时容易过压缩,低负荷时容易欠压缩。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法,实现螺杆压缩机容量与负荷匹配和内容积比与工况匹配的控制算法。用于螺杆冷水机组和冷冻机组的负荷控制,实现螺杆冷水机组和冷冻机组部分负荷高效运行。同时可以用于既有螺杆冷水机组和冷冻机组改造,实现节能减排。

[0012] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结

合的控制方法,标定压缩机满载的内容积比 $V_{i_{max}}$ 与卸载后的最低内容积比值 $V_{i_{min}}$,在机组运行时按照以下步骤控制:

[0013] 步骤1:测量压缩机吸、排气压力,根据压力计算系统的压缩比和对应的需求内容

积比 $V_{i_{need}}$,计算公式为:
$$V_{i_{need}} = \left(\frac{\text{排气压力}}{\text{吸气压力}} \right)^{\text{绝热指数}};$$

[0014] 步骤2:将压缩机滑阀加载到满载,通过变频器的输出频率确定实际需求负荷;

[0015] 步骤3:调节变频器输出频率,使容量=实际需求负荷,确定机组当前需求负荷比例

$Load_{need}$,计算公式为:
$$Load_{need} = \frac{\text{变频器输出频率}}{\text{满载频率}} * 100\%;$$

[0016] 步骤4:根据步骤1中计算得到的 $V_{i_{need}}$ 和标定的压缩机内容积比,计算滑阀位置对应的比例 P_{sv} ;

[0017] 步骤5:根据步骤3中确定的需求负荷比例 $Load_{need}$ 和步骤4中滑阀位置对应的比例

P_{sv} ,计算变频器频率需要调节的比例 P_{svd} ,计算公式为:
$$P_{svd} = \frac{Load_{need}}{P_{sv}};$$

[0018] 步骤6:将变频器频率调节到步骤5中计算出的比例;

[0019] 步骤7:调节滑阀位置,机组负荷等于需求负荷;

[0020] 步骤8:待步骤7滑阀位置调节完成后,使滑阀位置保持固定,系统负荷变化时,调节变频器频率以适应负荷的变化,实时检测系统数据,并重复上述计算,当 $Load_{need}$ 与当前输出值偏差大于设定值时,重新标定滑阀位置。

[0021] 进一步地,所述步骤3中定流量机组可以通过冷、热媒质进出口温差,变流量机组可以通过进出口温差与流量乘积计算其负荷。

[0022] 进一步地,所述步骤2中滑阀位置只能够通过最低负荷和满载这两个状态位置确定,而变频器的频率和压缩机实际排气量成正比,所以需要将滑阀加载到满载后通过变频器的频率确定实际需求负荷。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0024] 1)本发明具备宽容调范围,当前市场上带容调滑阀的压缩机占绝大多数,采用本发明方法后,可以实现12.5%-100%连续容调。

[0025])在设计工况范围内,采用本发明方法控制,内容积比匹配更合适,避免过压缩或欠压缩,部分负荷能效更高。

[0026])本发明可以对使用中的压缩机进行变频节能改造,提高全年运行效率,

[0027] 没有过压缩和欠压缩,压缩机的运行振动更小,运行更平稳,寿命更长。

附图说明

[0028] 图1为本发明控制流程示意图;

[0029] 图2为本发明吸气容积和内容积比之间关系示意图;

[0030] 图3为本发明负荷工况能效对比示意图一;

[0031] 图4为本发明负荷工况能效对比示意图二。

具体实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0033] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0034] 实施例:

[0035] 请参阅图1-4,本发明提供一种技术方案:一种螺杆压缩机变频和容调滑阀结合的控制方法,标定压缩机满载的内容积比 $V_{i_{max}}$ 与卸载后的最低内容积比值 $V_{i_{min}}$,在机组运行时按照以下步骤控制:

[0036] 步骤1:测量压缩机吸、排气压力,根据压力计算系统的压缩比和对应的需求内容积比 $V_{i_{need}}$,计算公式为:

$$V_{i_{need}} = \left(\frac{\text{排气压力}}{\text{吸气压力}} \right)^{\frac{1}{\text{绝热指数}}};$$

[0037] 步骤2:将压缩机滑阀加载到满载,滑阀位置只能够通过最低负荷和满载这两个状态位置确定,而变频器的频率和压缩机实际排气量成正比,所以需要将滑阀加载到满载后,通过变频器的输出频率确定实际需求负荷;

[0038] 步骤3:调节变频器输出频率,使容量=实际需求负荷,确定机组当前需求负荷比例

$$Load_{need}, \text{计算公式为: } Load_{need} = \frac{\text{变频器输出频率}}{\text{满载频率}} * 100\%, \text{其中满载频率为机组满载时变频器的频率};$$

[0039] 步骤4:根据步骤1中计算得到的 $V_{i_{need}}$ 和标定的压缩机内容积比,计算滑阀位置对应的比例 P_{sv} ,吸气容积和内容积比之间的关系如图2所示,可根据容积与滑阀比例的关系、计算出 P_{sv} ;

[0039] 步骤4:根据步骤1中计算得到的 $V_{i_{need}}$ 和标定的压缩机内容积比,计算滑阀位置对应的比例 P_{sv} ,吸气容积和内容积比之间的关系如图2所示,可根据容积与滑阀比例的关系、计算出 P_{sv} ;

[0040] 步骤5:根据步骤3中确定的需求负荷比例 $Load_{need}$ 和步骤4中滑阀位置对应的比例

$$P_{sv}, \text{计算变频器频率需要调节的比例 } P_{svd}, \text{计算公式为: } P_{svd} = \frac{Load_{need}}{P_{sv}};$$

[0041] 步骤6:将变频器频率调节到步骤5中计算出的比例;

[0042] 步骤7:调节滑阀位置,机组负荷等于需求负荷;

[0043] 步骤8:待步骤7滑阀位置调节完成后,使滑阀位置保持固定,系统负荷变化时,调节变频器频率以适应负荷的变化,实时检测系统数据,并重复上述计算,当 $Load_{need}$ 与当前输出值偏差大于设定值时,重新标定滑阀位置。

[0044] 所述步骤3中定流量机组可以通过冷、热媒质进出口温差,变流量机组可以通过进出口温差与流量乘积计算其负荷。

[0045] 图3-图4为同一型号机组,分别采用单变频运行、变频调节+变内容积比调节、高负

荷变频调节+低负荷滑阀容调、本发明四种方法的能效对比图,由图中能够看出,采用本发明的内容积比匹配更合适,避免过压缩或欠压缩。部分负荷能效更高,可以实现12.5%-100%连续容调,没有过压缩和欠压缩。

[0046] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征和本发明的优点,对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明;因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内,不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0047] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

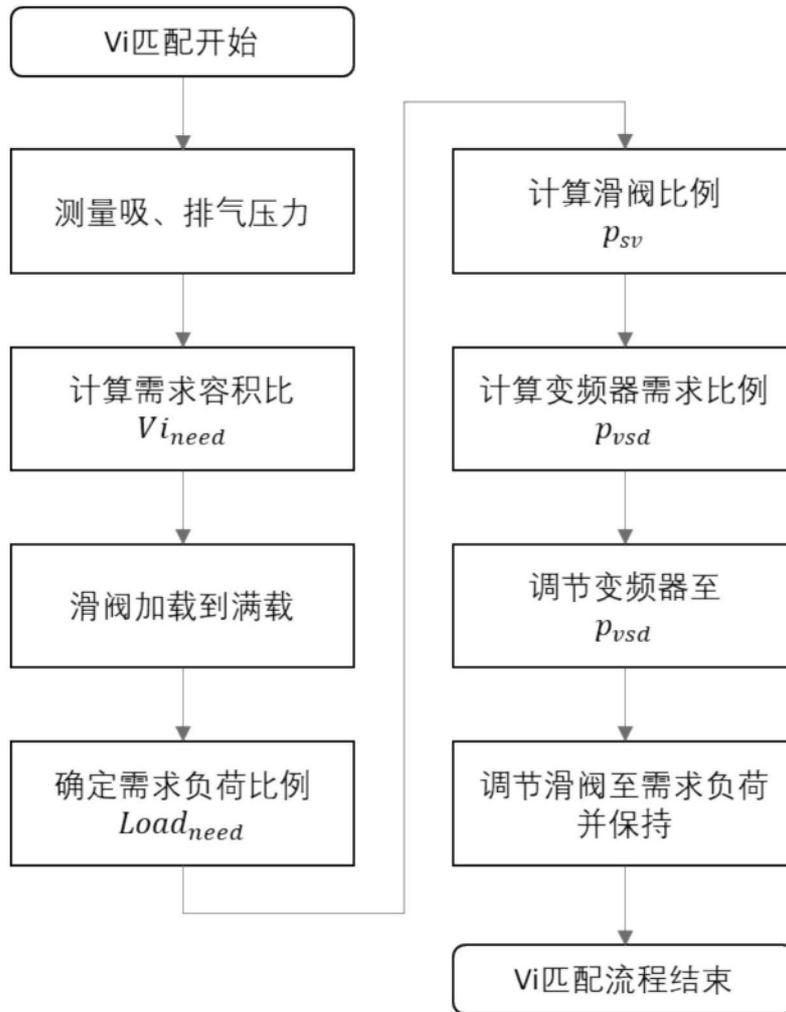


图1

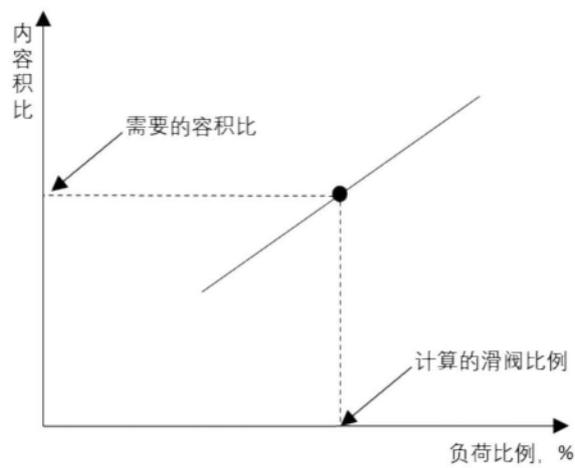


图2

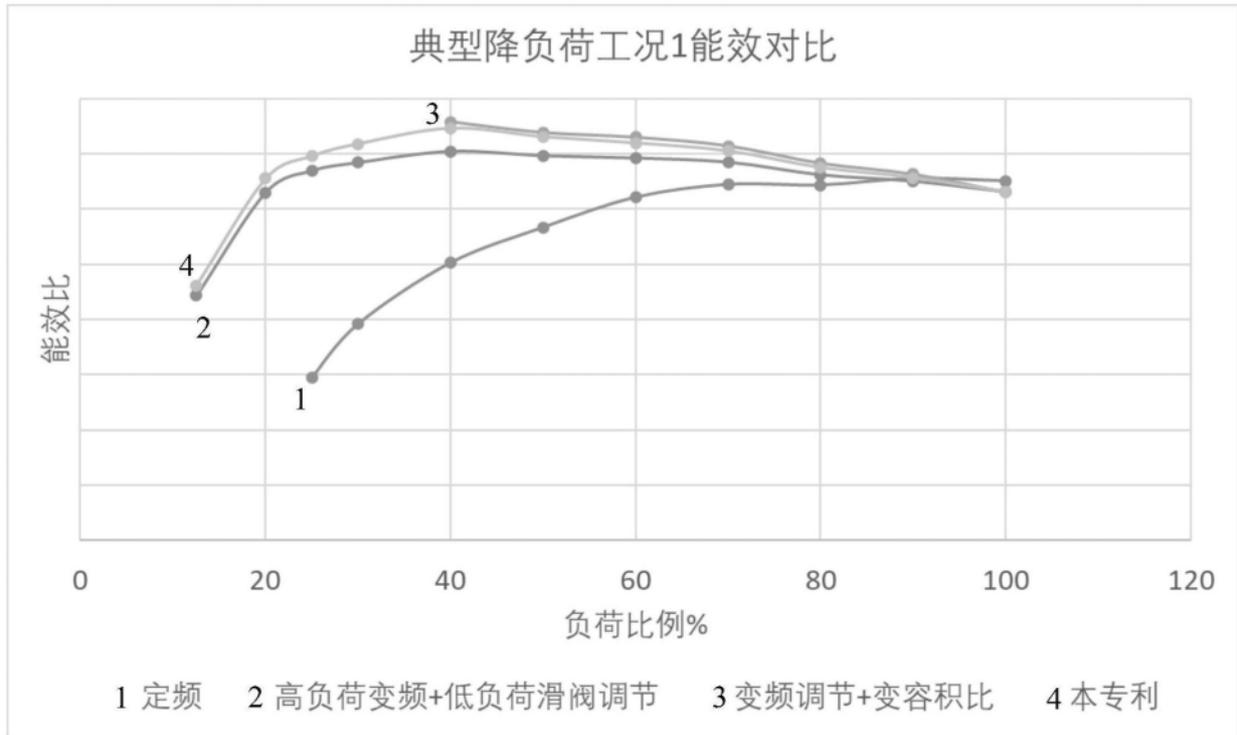


图3

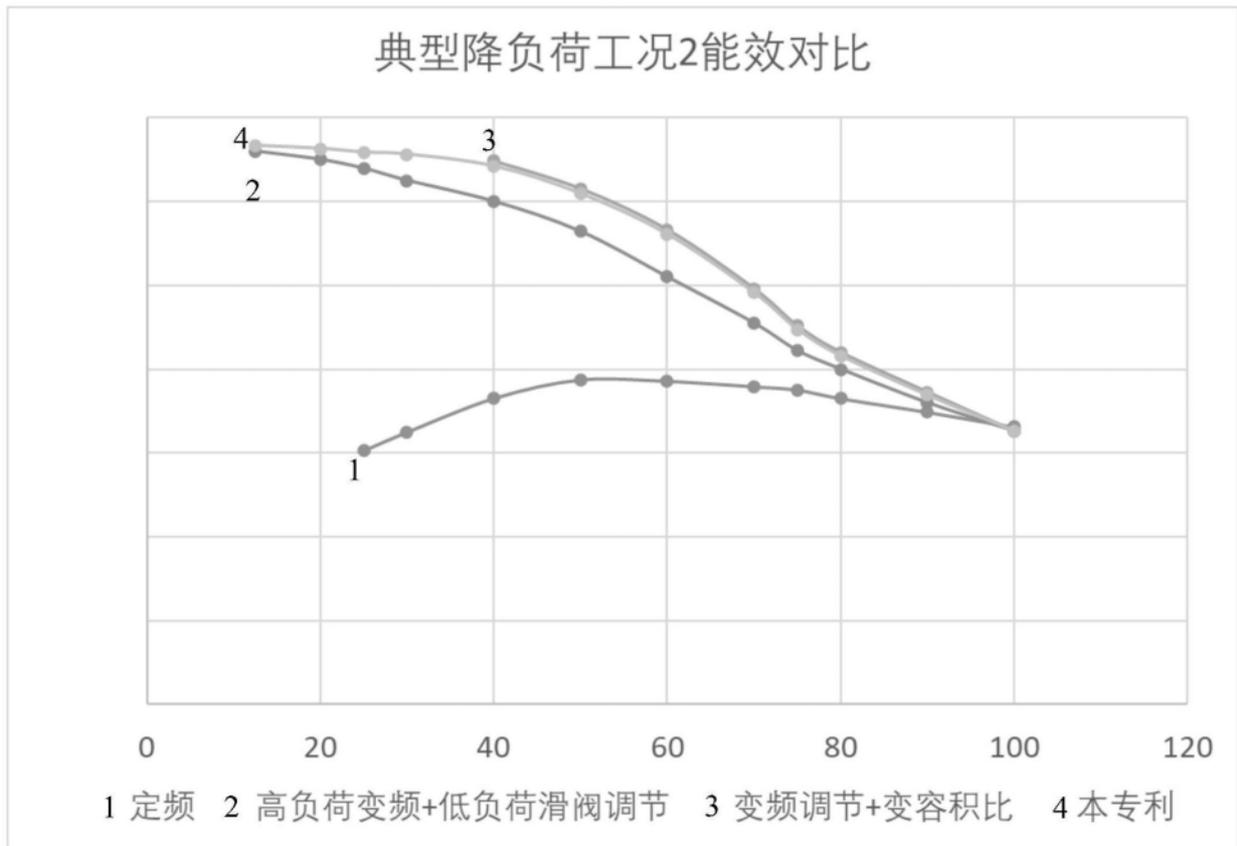


图4