



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106773019 B

(45)授权公告日 2019.01.29

(21)申请号 201611093142.2

(22)申请日 2016.12.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106773019 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 中国科学院国家天文台南京天文
光学技术研究所
地址 210042 江苏省南京市板仓街188号

(72)发明人 左恒 乐中宇 吴旭昊

(74)专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230
代理人 栗仲平

(51)Int.Cl.
G02B 26/08(2006.01)
G05D 23/19(2006.01)

(56)对比文件

CN 1771421 A,2006.05.10,
CN 102508396 A,2012.06.20,
US 4618223 A,1986.10.21,
张玉方,李国平.《用于薄镜面主动光学的音
圈促动器设计》.《光学精密工程》.2013,第21卷
(第11期),

审查员 叶凤娟

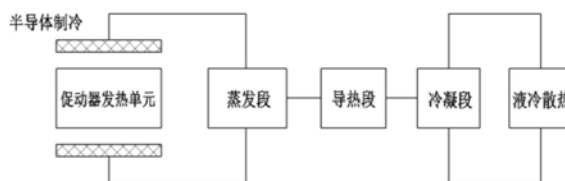
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系
统的热控系统

(57)摘要

基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系
统的热控系统,设置在基于音圈电机驱动的大口
径自适应镜面上,分为前端,后端和中间传导器
件三个部分,其中前端部分贴近超大镜厚比的自
适应镜面:前端部分中音圈电机的发热元件采用
导热硅脂包裹,发热元件产生的热量通过导热硅
脂快速传递到热管上方的金属固定部件,围绕发
热元件的热管将热量快速传导到后端热交换介
质,发热元件和热管固定安装在隔热垫片上方;
后端部分是强制冷却部分,采用分区域多路液态
工质强制对流换热,通过实时流量控制调节制冷
效率;中间部分采用超导热材料半导体热管。本
发明解决了音圈电机驱动自适应镜面系统发热
问题;解决了现有技术中的望远镜视宁度及制冷
液泄露等问题。



1. 一种基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,设置在基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面上,其特征在于,自适应镜面热控系统分为前端,后端和中间传导器件三个部分,其中,前端部分贴近超大镜厚比的自适应镜面:所述的前端部分中音圈电机的发热元件采用导热硅脂包裹,该发热元件产生的热量通过导热硅脂快速传递到热管上方的金属固定部件,围绕发热元件的热管将热量快速传导到后端热交换介质,同时发热元件和热管固定安装在隔热垫片上方;后端部分是强制冷却部分:所述的后端部分采用分区域多路液态工质强制对流换热,通过实时流量控制调节制冷效率;中间部分采用超导热材料半导体热管。

2. 根据权利要求1所述的基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,其特征在于,所述的热管是采用3根,围绕发热元件安装。

3. 根据权利要求1所述的基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,其特征在于,所述的热管采用柔性热管。

4. 根据权利要求1所述的基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,其特征在于,本热控系统音在圈电机驱动的大口径自适应镜面上的安装方式是:根据发热元件布置分为6个区块,每个区块包含1个进水口和3个出水口,通过调控出水口和出水口的冷却液流量,调节系统散热的速度,部件包含进水阀门,出水阀门,热管绝热固定部件与密封部件。

5. 根据权利要求1-4之一所述的基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,其特征在于,所述后端部分的强制冷却部分可以设置在远离望远镜镜面的地面上。

基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种温度控制装置,具体涉及一种天文望远镜大口径自适应镜面上的,基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统。

背景技术

[0002] 为了探索更深的宇宙,现代望远镜口径越来越大,地面望远镜中,人类制造的望远镜的口径正由10 米级向30 米级挺进,随着望远镜口径越来越大,自适应光学在变得越来越重要,世界上大口径望远镜无一例外都使用了自适应光学系统。

[0003] 1989 年J.M.Beckers在给美国国家光学天文台的一份申请中,首次提出了使用一个现有的望远镜副镜作为波前改正机构用来矫正大气散射,这就是所谓的自适应副镜。因为自适应副镜不需要额外引入光学元件,所以他相比传统的自适应系统有明显的优势,首先大大减少了反射或者透射面的数量,提高了望远镜的效率;其次自适应副镜系统的红外散射很小,这对光学系统在红外波段的观测十分重要;另外自适应副镜系统没有额外的光学偏振,能明显改善光学系统像质。

[0004] 因为这些优点,在系统光路上使用大口径镜面进行自适应光学校正大气扰动越来越得到科学家的重视,目前世界上Multiple Mirror Telescope (MMT),Large Binocular Telescope (LBT)都在副镜上进行自适应光学校正,而建设中的30米级望远镜Very Large Telescope (VLT), Giant Magellan Telescope (GMT)也将在副镜上安装自适应光学系统,而European Extremely Large Telescope (E-ELT)也在其第四镜上进行自适应校正。

[0005] 目前应用最广的自适应变形镜是基于铁电材料的压电特性。现在的堆叠式压电驱动变形镜和双压电晶片驱动变形镜都是基于这种原理的。这种自适应变形镜具有很好的精度,但是受到压电陶瓷本身特性的限制,促动器行程难以做大。

[0006] 而上世纪90 年代还有一种自适应变形镜概念发展起来,就是使用音圈电机(voice coil)作为自适应镜面的支撑和驱动部件,使用电容传感器作为测量反馈装置,如图4,在超薄的自适应反射镜面的背后粘结多个小型的永磁体片作为铁芯,而在支撑基板上的线圈通电时产生的电磁力与永磁体相互作用,产生驱动力改变反射镜的形状;

[0007] 参照图1:音圈电机变形镜这种自适应镜面,镜面不与促动器直接连接,为避免促动器的电磁场相互影响,促动器之间的距离一般较大,促动器行程能较容易的做到50 微米以上,如此大的行程可以直接在自适应镜上作tip-tilt 校正;而且相比使用铁磁效应的自适应镜面系统,这种自适应镜面没有磁滞效应,单个促动器频率能达到80KHz 以上;另外由于镜面不与促动器接触,当某一个促动器发生故障时,可以通过调整周围的促动器来弥补,不会影响整个自适应光学系统的效果,而且各个促动的结构也能比较方便的更换,不影响望远镜观测。图1中,a为自适应镜面系统的支撑底座,b为并联调整机构,c为主动定位中间板,d为镜面基板,e为超薄自适应镜面,f和g分别为音圈电机的定子和线圈,h为旋转定位,c1,c2分别是参考电容和待测电容。

[0008] 由于使用音圈电机支撑的自适应光学系统拥有这么多其他自适应镜无法比拟的

优良特性,使用音圈电机驱动的变形镜特别适合超大口径的自适应镜面系统,这也使得大口径的自适应镜面系统成为可能。

[0009] 目前音圈电机驱动自适应镜面的主要问题在于,音圈电机工作时,导线通电会产生焦耳热,由于现代大望远镜口径很大,需要使用大量的促动器支撑和高频校正镜面面型,促动器个数一般在几百甚至数千个,即使每个促动器产生的热量很小,这么多的促动器同时工作,依然会产生大量的热量,这些热量如果不能通过冷却系统带走,不仅将使自适应镜面系统本身变形,而且将影响镜面附近的空气视宁度。因此如何解决这些音圈电机促动器同时工作时产生的热量对系统的影响是是大口径自适应镜面设计中面临的一个关键科学问题。

[0010] 目前国际上的8米级的望远镜MMT和LBT望远镜使用一块微晶玻璃基板支撑促动器单元,在微晶玻璃后再增加一块金属热容器进行散热,通过制冷液冷却后端的热容器,2003年使用自适应副镜系统的MMT望远镜首次出光前,曾经因为制冷液泄露导致系统推迟出光,而目前LBT望远镜在实际应用中系统制冷散热方面同样还在研究中。

[0011] 鉴于上述原因结合中国天文望远镜在大口径超薄镜面支撑方面的研究现状和工作基础,提出在中国进行这种使用音圈电机的大口径超薄镜面的支撑系统的散热问题的研究,研究成果首先可以应用于中国下一代大口径天文望远镜的自适应副镜系统研制,其次也可以为其他大口径超薄镜面的支持结构提供参考和借鉴作用,另外研究成果可以用于航天系统中的红外观测和成像设备,长远的还能对大型望远镜中的超薄主镜和薄膜镜的支撑进行一些有益的探索。

发明内容

[0012] 为了弥补现有技术的上述不足,本发明的目的是提供一种基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统。用于天文望远镜大口径镜面的热控工作。

[0013] 完成上述发明任务的技术方案是,一种基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,设置在基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面上,其特征在于,自适应镜面热控系统分为前端,后端和中间传导器件三个部分,其中,前端部分贴近超大镜厚比的自适应镜面:所述的前端部分中音圈电机的发热元件采用导热硅脂包裹,该发热元件产生的热量通过导热硅脂快速传递到热管上方的金属固定部件,围绕发热元件的热管将热量快速传导到后端热交换介质,同时发热元件和热管固定安装在隔热垫片上方;后端部分是强制冷却部分:所述的后端部分可以采用分区域多路液态工质强制对流换热,通过实时流量控制调节制冷效率;中间部分采用超导热材料半导体热管。

[0014] 所述的热管可以采用3根,围绕发热元件安装;

[0015] 所述的热管可以采用柔性热管,方便望远镜系统的安装。

[0016] 所述后端部分的强制冷却部分可以设置在远离望远镜镜面的地面上。

[0017] 本发明的工作原理是:使用音圈电机作为大口径自适应镜面系统的轴向促动单元,需要一个与镜面精密配合的参考基板,该基板一方面作为测量镜面变形的参考面,另一方面作为音圈电机促动器的支撑基础。这块参考基板作为镜面变形时的测量基准,要求具有很好的面型精度,同时要有很好的机械强度和热稳定性,避免在望远镜工作中的重力变形和温度变形。一般使用和镜面相同的材料制作,而一般大口径望远镜中镜面采用的各种

玻璃材质一般导热性能不佳,靠近镜面的发热元件热量不容易导出,而是直接影响超薄的自适应镜面的面型。

[0018] 本发明采用大热导率的半导体制冷方法将热量导出到后端,半导体制冷热流密度大,没有制冷剂,不会有泄漏的问题,组装灵活,便于维护可以直接应用在自适应镜面系统的支撑基板中的音圈电机周围,将音圈电机工作时产生的热量迅速的导出,防止基板上局部温度升高;而针对限制半导体制冷效率的散热问题,可以使用热管散热方式,使用等温传递效率高超的热管散热技术,将半导体制冷器热端的热量带走,降低半导体制冷器件冷热端的温差,提高制冷效率。而热管可以采用柔性系统,方便望远镜系统的安装。另外在远离望远镜镜面的地面则可以安装冷却液强制冷却热管的散热器部分,这样不影响望远镜的视宁度,有不用担心制冷液泄露对望远镜工作带来影响。

[0019] 自适应镜面热控系统分为前端,后端和中间传导器件三个部分,前端贴近超大镜厚比的自适应镜面,这里要求有很好的热稳定性,要求基板有很好的面型精度,但音圈电机作为发热元件也位于这个部分,是热控系统的前端。后端部分是强制冷却部分,通过高比热的制冷液将系统热量带出系统,起到散热的目的;中间部分采用超导热材料半导体热管,起到快速将前端产生的热量传导到后端,达到快速均温的目的。

[0020] 更优化和更具体地说:

[0021] 所述的前端部分包括音圈电机的发热元件,导热硅脂,隔热垫片,密封件,固定件等几个元件,发热元件使用导热硅脂包裹,发热元件产生的热量通过导热硅脂快速传递到热管上方的金属固定部件,围绕发热元件的3根热管将热量快速传导到后端热交换介质,同时发热元件和热管固定安装在隔热垫片上方,保证热量不会传导到金属基板,减少金属基板地热变形量,保证基板面型精度。

[0022] 后端部分采用高热容量的冷却液将前端产生的热量快速导出,根据发热元件布置分为6个区块,每个区块包含1个进水口和3个出水口,通过调控出水口和出水口的冷却液流量,调节系统散热的速度,主要部件包含进水阀门,出水阀门,热管绝热固定部件,密封部件等。

[0023] 中间热传导部分采用半导体热管定制,根据系统热量设计导热率和热导系数,同时兼顾热管的热阻率设计合适的热管尺寸和外形,保证其具有足够大的传热量,能在较小的温差下传送较多的热量,同时保证具有较小的体积和较小的重量,是系统结构紧凑,同时固体的导热介质将流体隔绝在后端,不与电子产品和镜面接触,防止相互泄露,能防止和减轻制冷液腐蚀。

[0024] 本发明解决了大口径自适应镜面设计中面临的一个关键科学问题,即,音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的发热问题。本发明能够将自适应镜面上大量促动器同时工作产生大量的热量,通过冷却系统随时带走,并且具有较高的制冷效率。本发明的优化方案中,热管可以采用柔性系统,方便望远镜系统的安装。所述后端部分的强制冷却部分可以设置在远离望远镜镜面的地面上,可以不影响望远镜的视宁度,也不用担心制冷液泄露对望远镜工作带来影响。

附图说明

[0025] 图1为基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统结构示意图;

- [0026] 图2为本发明工作原理示意图；
- [0027] 图3为本发明中大口径自适应镜面背面水槽与进、出水孔的布置；
- [0028] 图4为本发明结构示意图；
- [0029] 图5为三根热管的分布示意图。

具体实施方式

[0030] 实施例1,基于音圈电机驱动的大口径自适应镜面系统的热控系统,参照图2-图5:自适应镜面热控系统分为前端,后端和中间传导器件三个部分,其中,前端部分贴近超大镜厚比的自适应镜面:所述的前端部分中音圈电机的发热元件7采用导热硅脂6包裹,该发热元件产生的热量通过导热硅脂快速传递到热管4上方的金属固定部件,围绕发热元件7的三根热管将热量快速传导到后端热交换介质,同时发热元件和热管固定安装在隔热垫片上方;后端部分是强制冷却部分:所述的后端部分可以采用分区域多路液态工质强制对流换热,通过实时流量控制调节制冷效率;中间部分采用超热导材料半导体热管。大口径自适应镜面根据发热元件布置分为6个区块,每个区块包含一个进水口1和三个出水口2,通过调控出水口1和出水口2的冷却液流量,调节系统散热的速度,主要部件包含进水阀门,出水阀门,热管绝热固定部件,密封部件3等。图中,模拟镜座5,模拟镜面8。

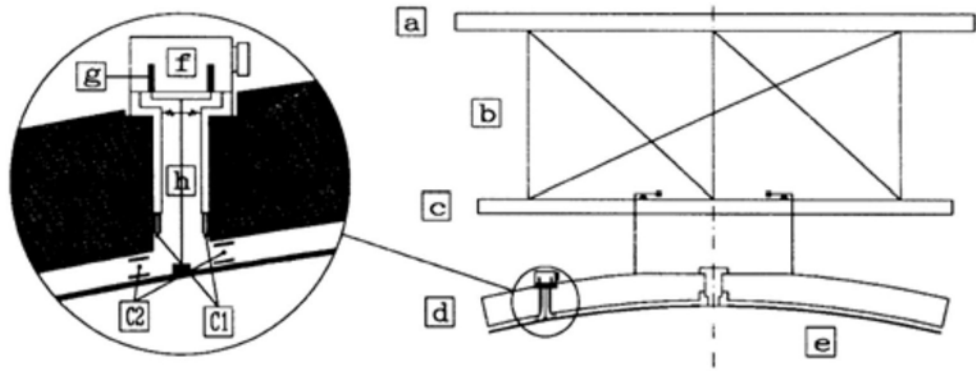


图1

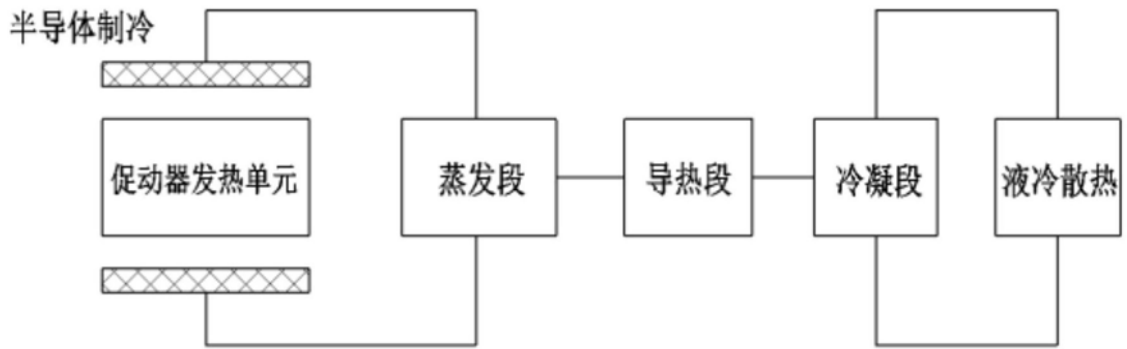


图2

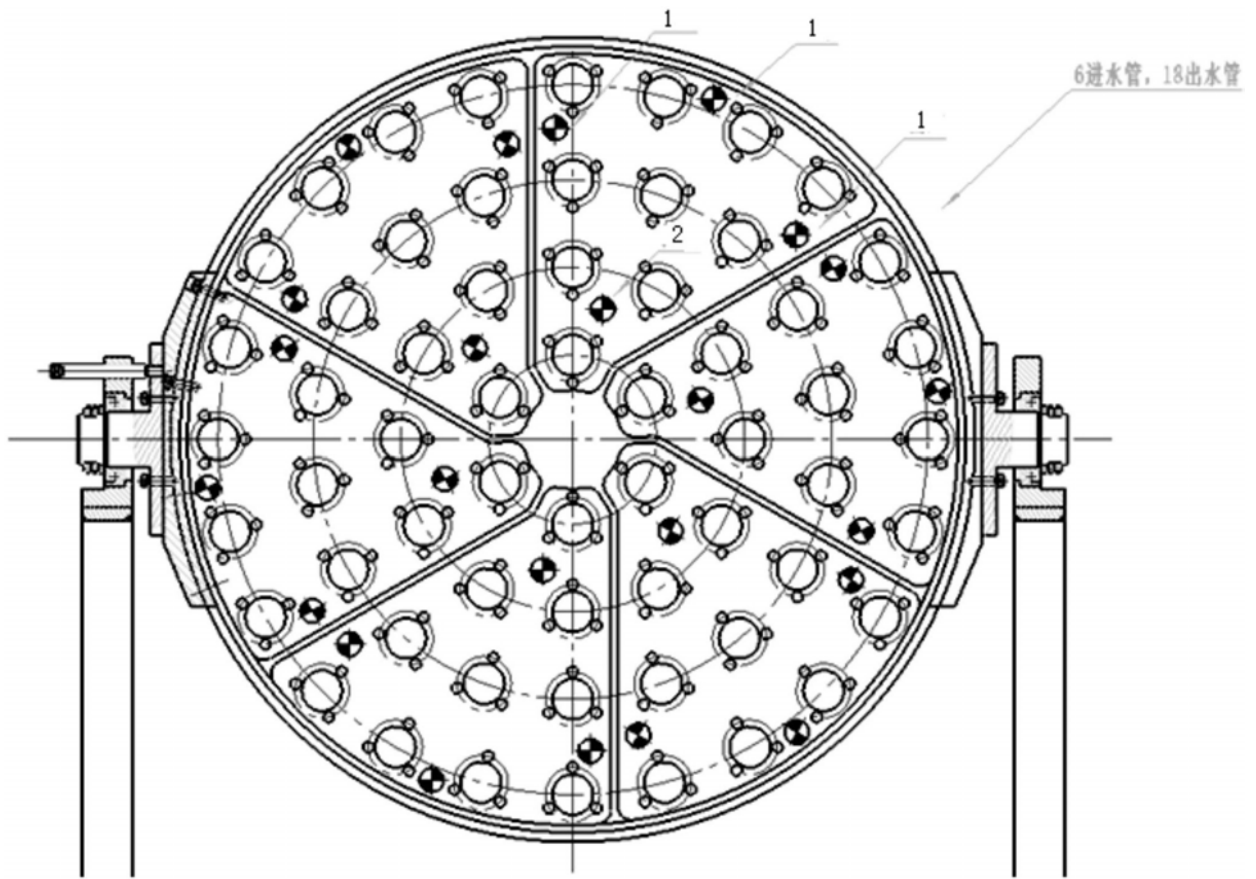


图3

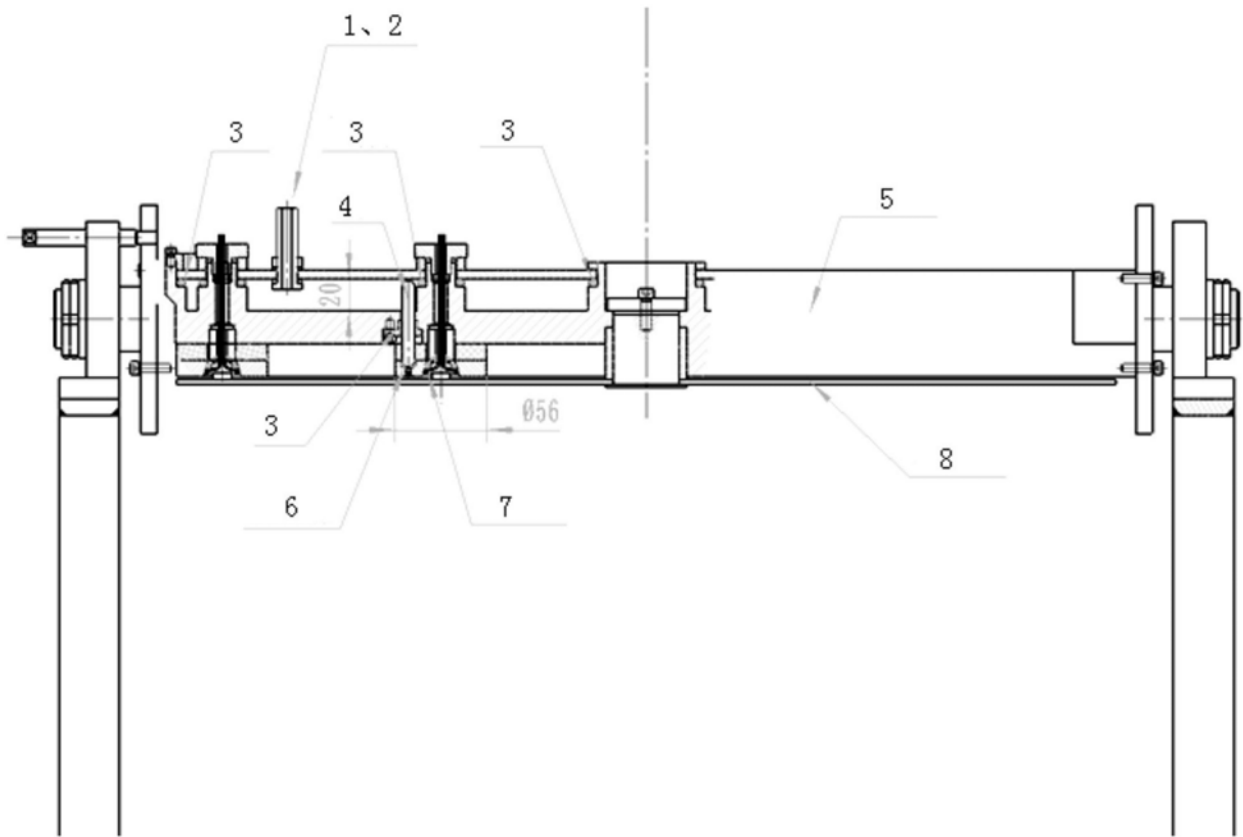


图4

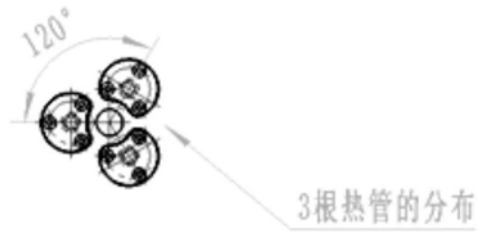


图5