

QSK60柴油机烧瓦抱轴故障原因及其维修技术研究

云国星

神华准格尔能源有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要:烧瓦是发动机在实际运用过程中的常见事故,主要是因为操作者使用错误、保养不善而造成。本篇以康明斯QSK60柴油引擎为例,对产生烧瓦的成因、烧瓦后的保养措施和防治烧瓦的对策等加以分析。

关键词: QSK60柴油机; 烧瓦抱轴; 故障原因; 维修技术; 研究

引言

烧瓦时抱滚动轴承,是发电机的常见故障之一。在运用过程中因为从柴油机滴出的水变质、不足,及轴颈与轴承瓦间的配合间隙设计问题,导致滚动时轴承和瓦间不能产生良好的油膜,而产生干摩擦。在高温、高压和高转速的条件下,轴瓦合金层脱落或破碎,与轴颈连接在一起。烧瓦抱轴使曲轴变形或断裂,最后轴瓦完全报废,给汽油引擎带来了致命的伤害。

1 QSK60 柴油机烧瓦抱轴故障产生原因

1.1 装配不合理

滚动轴承扭力不良、将轴衬预紧的方法错误、以及轴瓦座与轴颈之间的空隙过小等都是由安装错误所造成,在对中轴的主轴承进行了拧紧以后,是因为人们怕枪机的松动现象而故意拧紧的,同时也正是因为扭力不良使得了连杆轴承套与滚动支座之间产生了搭配现象,进而使得了滚动支轴承出现了不同深度的磨损,并且润滑油层出现了变质,在更严重的时候也会产生了断裂,从而出现了轴瓦座抱轴的现象,当把轴衬置于座孔中以后,为了提高轴衬与座口之间的贴合,提高了散热效果,所以轴衬座上下二端一定要高于轴衬座高度,如果高度不足会导致轴瓦与轴座不贴合,妨碍散热,从而导致轴瓦座损坏,油口阻塞导致轴衬座损坏^[1]。如轴衬装配间距过小会缺乏相应的润滑油量,不能形成润滑油层,从而造成轴衬的起线拉毛问题,甚至烧熔。

1.2 使用不合格的润滑油

不符合要求的润滑油,其润滑性能、黏度、抗腐蚀性等均达不到一定标准,极易产生烧瓦。所以,目前在国内的柴油机机油的黏度分级标准上,都使用了中国工程师协会(SAE)粘度等级分类标准,由粘度等级(牌号)和质量级别所构成。SAE5W、10W、20W均为中国冬季的常用发动机润滑油;SAE20、30、40、50都是夏季用的柴油机润滑油;而全天候润滑油则用双重号码代表,即SAE10W/30。QSK60柴油机规定采用的润滑油是

SAE10W30CD,为全天候润滑油,而CD级则表示使用环境非常严酷的柴油机。

机油品质较差、压力过低、温度调整方式不合理等,均会造成烧瓦及抱滚动支座的故障,在柴油发动机轴承所载荷剂量过大,且工作环境恶劣时,如果采用了不合格的不良品质润滑油,会加剧轴瓦合金层的损坏。也由于劣质润滑油中掺杂的水分较多,抗腐蚀力也不强,更易加快机件的老化而加速。在经济高速发展下润滑油的粘度也会急剧下降,加重了轴衬的损坏和烧瓦故障。因此人的因素也是导致发电机产生失效的最重要原因。维修技术人员在清洗的过程中,用方纱擦拭元件上会形成部分的丝状体毛,并在工作中吸附在过滤器上,进入油路中,造成油路的堵塞,并使滤清器电压降低,最后造成烧瓦的失效^[2]。在正常工作时,润滑油的温度也随着正常工作的温度提高而增大,轴颈与轴瓦间的润滑剂层的厚薄也随着环境温度的增加而逐渐变薄,当温度达到一百五十度时,润滑剂层就会发生断裂,而轴颈和轴瓦之间的接触面面积也会增大,进而造成烧瓦的抱轴故障:因为油温度过低就会造成机械性能的不好,而且从启动后进入到曲轴轴承之间的润滑剂数量也相对少,所以就没有形成润滑剂层,也因此提高了滑动支座间隙的断裂强度。

1.3 油温过高润滑不良

机油长期和高温机件接触,工作温度较高,若机油散热器运行状态不好,工作温度太高会发生氧化变质,黏度和压强均下降,使轴和瓦间的润滑状况恶化并很易造成烧瓦抱轴:机油压力限压阀以及机油压力传感器的线路断裂,机油泵破裂,润滑系统管道断裂,空气滤清器芯过脏等,均因油压太低而润滑状况不好产生烧瓦抱轴。

1.4 发动机在检修后磨车正常但在装车使用时间不长,出现烧瓦抱轴

QSK60发动机在修复磨损阶段后,就必须把变矩器和发电机直接相连,但一旦接通后由于配合间隙太小甚

至没有间隙,造成曲轴的转速前窜,曲轴轴向间隙也大小甚至无间隙,最后导致曲轴的旋转推瓦损坏,进而泄油量增大,同时发电机油压也减小,使轴和瓦间的润滑条件进一步恶化,最后烧瓦抱轴。此项最易被忽视,是大检修中最小而关键的一个环节。

1.5 驾驶员操作不当

启动时或停止前猛轰进气阀,均可使轴衬烧熔。这是启动时或停止前猛轰进气阀,均可使轴衬烧熔。曲轴速度将骤然增加,启动时或停止前猛轰进气阀,均可使轴衬烧熔。导致了配合物间隙降低,从而损坏了润滑油层的结构,从而使曲轴轴颈和轴瓦连接处在短时间内就出现了干摩擦或零点五干性摩擦状态,进而造成轴衬被烧熔^[3]。虽然,由于发动机速度的增加,从机油泵中输给的润滑油流量和压力也都随之增大,但只是落后于对曲轴润滑的要求。

1.6 油水混合

油冷机的供热量直接窜入了润滑油底壳并与润滑油混合,而油界面张的混合物却使润滑剂变稀、变质,从而破坏了润滑油的的润滑性能,使轴衬摩擦表面的润滑剂层发生破裂,油温增高,也形成不了润滑油层,曲轴和轴瓦干摩擦,从而产生了烧瓦。

1.7 与燃油混合

轴衬的过分膨胀,容易导致发动机产生故障,在实际的运用实践中,除去它本身的物理变化之外,还和发动机的转速和工作温度有着极大的关联,润滑油黏度不够或者温度太高都可能导致轴衬破裂。针对问题,一方面要求操作员做到坚持定期检查,保持良好的润滑,合理使用;另一方面要求维护管理人员加强业务培训,康明斯QSK60系列发动机使用了喷油泵喷油器一体式的燃料装置,即燃料泵和喷射装置都采用喷油器。通过燃料泵的附件燃油切断阀,在直流电流的作用下,以及通过切断阀的盘状簧片的作用,可以调节出油单向阀的打开与关闭。当柴油发动机停机工作后,切断阀突然断电,利用切断阀中的碟形弹簧使出油单向阀关闭,通过喷射装置的汽油将被阻截。

如果切断阀的电流失控或碟形簧断裂,即使断开输出电压,但碟形减震簧片仍然不能切断燃油泵的的油阀,即汽油容器中的汽油在电压差的影响下先是流入燃油泵,继而再在单向阀的上溢下流入喷射泵,然后在经过时总口再流入汽缸。由于康明斯发动机使用的燃油泵的燃烧方式,停车后不管曲轴旋转到什么地方,总有二个汽缸的喷射器口都是直接开启的,使得燃料可以直接流入汽缸^[4]。燃料流入汽缸后会产生如下结果:

1.7.1 液力锁紧现象,即在密闭容积中液体的受力现象。汽油在流入汽缸后,停滞在汽缸上方,在进入排气门完全封闭的状况下,形成液力闭锁。液锁现象将对发动机产生不良后果,轻者起动困难,重者甚至无法起动。

1.7.2 在汽油引擎停车后8-12h,当切断阀保持在常开的情况下,进入缸内的汽油经过汽缸内壁后进入曲轴箱。停放时间越久,进入曲轴箱的燃油也会愈来愈多。而如果车辆司机在起动时,不注意仔细观察和检查润滑油的油层状况,就起动或投入正常工作,这时进入曲轴箱的燃料层和润滑油就完全融合,柴油发动机就处于润滑状况不好的状态下运行,严重时甚至会产生烧瓦。

1.7.3 出现在烧瓦时的柴油机特性中:如发生了"当当"的撞击声,则初步判断为是连杆瓦烧断了,若不引起警觉,则事故范围将进一步扩展;一旦看到了"咚咚"的撞击声,就可以判断为轴衬已经烧断了,再不做好防护,轴衬就将烤死,亦或是造成机体主轴承座孔的变形而报废。

1.8 轴瓦的检修

在这样产生高温的高度远远小于转速的条件下,轴瓦合金将会产生高温磨损,进而造成了曲轴的传感器旋转变形乃至轴衬的报废,也因此给汽油引擎造成了极大的高温损害。如果在汽缸的加油口出现了白烟,则轴温度较其他面的温度高,说明汽缸的轴衬烧断了:而如果机油压力波动或降低了,则也可以是由于轴衬烧断了的因素^[1]。

1.9 清洁不彻底

曲轴、轴瓦内的润滑油物质太多,很容易引起二次污染,外部的化学品进入了曲轴轴颈安装部位内,而这种外来化学物质也很容易引起轴颈机械结构表面内的磨损,在曲轴速度感应器的旋转时引起曲轴旋转位置传感器和旋转颈的机械轴承损坏。通过大量的试验表明,出现问题的主要因素都是粉尘过多所致,而灰尘可以导致机件的磨损。增加零件的清洁度和滤清程度,避免引起机件损伤问题。

1.10 轴瓦品质低劣,检修不当

检测时所选用的轴衬质量不高,尺寸不一致,厚薄不均,外表也不光滑,且瓦盖尺寸不一致,各轴颈长度偏差太大:安装后未清洗,金属微粒等粉尘杂物附着于轴和瓦之间;瓦盖螺栓的扭矩过大且装配间距过小,减少了机油流动速度,使润滑力不够,局部干摩擦,且易烧瓦抱轴承。

1.11 以修代保,不定期维护

不重视平时维护,不按油质量要求按照规定的发动机转速及每小时数更换滴出,也不按使用要求定期维护而是只用不保养直至机件完全损坏后再保养,以修代

保,就算机件完全受损了还凑合着用,发动机燃油压力启动器在发动机燃油滤芯阻塞的状况下,会自行开启,不进行过滤的发动机燃油就会直流入到润滑油轨内,而润滑油道内的污物就会损坏轴衬,从而造成轴瓦事故^[2]。

2 QSK60 柴油机出现烧瓦抱轴后的维修策略

2.1 预防措施

2.1.1 规范技术

在安装曲轴以及轴瓦的工程中,若主轴承、连轴承之间的扭矩和间隙不能满足上述规定,就可能引起与轴衬之间的油膜产生改变的轴承效果。所以,在保养的过程中一定要根据技术规范实施,防止出现其他问题。

2.1.2 合理选择机油

如果油的黏度低会导致零件卡顿:黏度太高零件的压力会上升导致引擎开启困难,提高动力。选用机油时,应根据厂家所推荐的黏度,采用较稠的润滑油:并随着天气的不同,适当选用机油:比如在气温较低时选用黏度较低的机油,有利于引擎的正常运转:环境温度较高时选用黏度较大的机油,则有助于进行油面的润滑工作:可按照发动机的工作特点合理选用机油,一般运行条件较良好的发动机也可选用黏度不高的机油:工作条件较恶劣的发动机也可选用黏度较大的机油:但由于一般柴油发动机的燃烧条件都较为高温,易于将产生亚硫酸所引起的滴出物稀释,故应选用可以中和亚硫酸的专用柴油机机油^[4]。

2.1.3 定期更换机油

发动机的机油要定时进行更换,如果用了以后尽量不能直接加发动机润滑油,会导致发动机里面的油渍积攒过多阻塞了机油滤芯器,或者旁通阀门突然开启,不能过滤的机油就直接流入油路,从而导致发动机部分没有润滑导致机件受损:针对有机油养护灯的车辆,养护指示灯一定要亮:没有养护指示灯的车辆,三个月换一次机油:针对有备用贮油罐的发动机,每六个月换一次机油。

2.1.4 养成良好驾驶习惯

在环境温度很低的状态下开启引擎,要等预润滑泵把润滑剂输送到所有部件并完全润滑之后,方可使发动机开始高速运转。定期检查滴出的液面,因为液面过高会增大发动机工作压强,导致机油的渗漏:而如果液面过低,则是由于润滑油工作不足而导致发动机的受损,因此必须检测发动机里面是不是有泄漏油。每次打开发电机时必须检查油压表,如油压过低则需要进行检查预润滑泵。

2.2 故障维修

2.2.1 曲轴维修

曲轴最易产生裂缝的部位是轴颈和曲臂,产生裂缝

以后必须通过磁力探伤仪来检测,如没有检测设备,只能通过物理方法^[1]。将曲轴的传感器先放入煤油中加以浸渍,约十五分钟后取出,在轴颈处撒上白色粉剂,然后敲打施工地点。一旦发生油痕,就表示轴颈有裂缝。怎样去除裂纹?可以通过光磨的方法,在去除裂纹后还可以继续使用:一旦从裂纹处发生了横向裂纹甚至折断,就不能够再继续使用。自由轴的直线宽度一般要维持在0.1~0.2左右,如果曲轴弯度达到了规定范围则需要使用冷压式加以调整。

2.2.2 轴瓦维修

轴衬材料品质不符合设计要求或者加工品质较差甚至不合格,将会导致轴衬的耐高温能力和热承载能力缺陷等,均会造成烧瓦抱轴的故障隐患。

所以,必须根据轴颈的磨修大小选用相同等级的轴衬,对所选取的轴衬进行了强度的试验,在厚度符合要求后将轴衬安装在座孔内,轴衬的座平面应保证 $< 0.03\text{mm}$ 。将轴衬置于座孔中时,其曲率零点五径一定要比坐孔的曲率零点五径为大并且与轴衬牢固切合,而且可以充分发挥出散热能力的功能。敲打轴衬的背面时,如没有响声表示合金已和底板结合紧密,过大或过小,否则要另选轴衬。主轴颈与轴衬之间的配隙宜保持在 $0.038\sim 0.127\text{mm}$ 的空间范围。各道主要轴衬的中心线应处于在与主轴上平衡的适当位置,并查看各个轴衬间的联接方式是否正确,如不正确应及时加以维修。同心度试验后拆去主轴衬盖板,拾下曲轴位置传感器,检查各轴衬的位置是否相同^[2]。如差异不大,应修轴衬:如有的轴衬接触严重,甚至不接触,应检测主轴衬座孔的同轴性。

2.2.3 复装要求

对所有的零件都加以清洗,尤其是在曲轴和润滑油道上:为轴承盖加注了适当的机油,并按规定次序进行螺栓螺纹扭紧,由中央至二侧再分成三个顺序进行扭紧,但每个进行的扭紧力矩都不同。

检查曲轴轴向间的缝隙,一般规定在 $0.127\sim 0.335\text{mm}$ 左右,不得超出规定的范围。第1次把所有螺钉连接,扭紧力矩均为200奈米;第2次用350奈米的力矩扭紧;第三次将所有螺钉连接扭转九十检查曲轴轴向间隙,标准为 $0.127\text{mm}\sim 0.335\text{mm}$:转动曲轴,应无卡滞和碰擦现象。给连杆组的轴瓦加注适量滴出,再按原配瓦盖装复。以三百五十奈米力矩扭紧,并使枪机扭转至 90° 紧固。检查连杆机构和曲轴旋转臂端面二侧隙间的缝隙,能否保证在 $0.10\text{mm}\sim 0.30\text{mm}$ 之间,转动时曲轴位置传感器没有出现卡顿问题:在当气缸和变矩器接通以后,一定要测量曲轴的轴向位置间隙,即可通过用撬棍撬动曲轴的前端阻尼器进

进行测试。如果转动了曲轴位置感应器,完全没有卡顿问题即为符合要求。而如果缝隙逐渐变小甚至完全没有出现缝隙,必须拆下变矩器或者在发动机和变矩器之间加垫进行调节,以调整变矩器的距离,并确保与装复变矩器的轴流式之间距离保持在0.127~0.335mm左右^[3]。

结语

轴衬的过分膨胀,容易导致发动机产生故障,在具体的应用实际中,除去其自身的物理变化以外,也与发电机的转速以及温度都存在着很大的关系,润滑油黏度不够或者温度太高都可能导致轴衬破裂。针对问题,一方面要求操作员做到坚持定期检查,保持良好的润滑,合理使用;另一方面需要维修人员进行业务培训,提升专

业技术,这样就会大幅度减低柴油机烧瓦抱轴事故。所以需要发动机中的每一零部件经过仔细的调查和研究,确保发动机可以正常运行。

参考文献

- [1]陈圣新,万方应.NT855柴油机烧瓦抱轴故障原因及预防检修[J].酒钢科技,2019(1):44-45.
- [2]游志平.发动机烧瓦抱轴故障分析与排除的探讨[湖北农机化,2018(2):37.
- [3]赵其斌.柴油机烧瓦抱轴的原因及预防[J].农村百事通,2020(17):48-49.
- [4]刘德胜.柴油机烧瓦抱轴的原因及预防措施[J].时代农机,2019(11):165.