

结构与可靠性

四冲程大功率内燃机气阀间隙设定研究

黄家田¹, 马志强¹, 何才田², 刘德建³

(1. 海军青岛地区装备修理监修室, 山东 青岛 266001; 2. 上海高斯通船舶配件有限公司, 上海 201201;
3. 中船动力有限公司, 江苏 镇江 212002)

摘要: 针对影响气阀间隙设定的因素众多, 长期以来以经验方式设定, 而没有一套科学的气阀间隙设定方法的问题, 通过对内燃机进、排气机构使用情况的长期跟踪, 并结合对各种燃料内燃机燃烧特性及气阀缸盖等的材料高温膨胀特性的研究, 提出了一种四冲程大功率内燃机气阀间隙设定方法——气阀间隙热态确定法。实际应用表明: 通过该方法设定的气阀间隙运行状态理想, 从而可延长气阀使用寿命和保证内燃机正常运转。

关键词: 内燃机; 气阀; 间隙; 设定

中图分类号: TK423.4⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2014)06-0020-02

Air Valve Clearance Setting of Four Stroke Large Power Internal Combustion Engine

Huang Jiatian¹, Ma Zhiqiang¹, He Caitian², Liu Dejian³

(1. Navy Equipment Repair Superintend Office for Qingdao District, Shandong Qingdao 266001;
2. Shanghai Golston Shipping Fittings Co., Ltd., Shanghai 201201;
3. CSSC Marine Power Co., Ltd., Jiangsu Zhengjiang 212002)

Abstract: The setting of air valve clearance is influenced by many factors, and has been for a long time determined based on experience, but lack of any scientific methods. Through long-term follow-up on the application conditions of ICEs' inlet and outlet mechanism, and based on the combustion characteristics of ICEs using different fuels, as well as the high-temperature expansion characteristics of parts such as air valves and cylinder heads, a method for the air valve clearance setting of four stroke large power ICEs is put forward, which named air valve clearance hot determination method. Application results show that the air valve clearance determined using this method are rational and could prolong the service life of the air valve, and ensure the stable running of ICEs.

Keywords: ICE; air valve; clearance; setting

0 引言

随着内燃机性能不断提高, 低价重油及各种可燃气体的开发应用, 气阀质量和气阀间隙设定的要求也随之提高。气阀间隙设定不合理直接影响内燃机各项性能和气阀的使用寿命。在对气阀使用质量的长期跟踪中, 发现气阀间隙过大对于气阀使用寿

命影响很大, 同时也影响内燃机各项性能和正常运行。

目前, 绝大部分内燃机制造企业对气阀间隙的设定都是采取经验方式, 而没有结合内燃机排气温度及所用气阀、缸盖材料的膨胀特性, 用科学的方法进行有效的间隙计算, 所以对气阀在高温下运行时的实际间隙情况不甚了解。

收稿日期: 2014-05-15; 修回日期: 2014-08-12

作者简介: 黄家田 (1968-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为轮机工程。

1 气阀间隙设定的目的

设定一定的气阀间隙的目的主要是应对内燃机高温运行中气阀膨胀、伸长和磨损，造成关闭不到位，漏气损坏。气阀间隙过大或过小都会影响内燃机正常运行。

(1) 气阀间隙过小 气阀在高温燃烧下工作，由于材料高温膨胀，阀杆伸长，气阀不能完全关闭到位，造成漏气，使内燃机功率下降；气阀烧坏不能正常工作，这种情况很少发生。

(2) 气阀间隙过大 气阀间隙过大这种情况非常普遍，进、排气阀打开升程减小，换气效率降低，使燃料燃烧不充分，功率下降；气阀开闭过程粗暴，造成气阀过早损坏。粗暴的落座动作最终可能导致气阀断裂、气阀座开裂；同时还是气阀转动机构损坏和气阀弹簧座圈磨损的主要原因。

2 影响气阀间隙设定的因素

众所周知，气阀在高温环境下工作会产生膨胀，气阀阀杆伸长，伸长量与气阀选用的材料和内燃机运行时的相关性能指标有密切关系。即使知道材料的高温膨胀系数，也很难从理论上精确计算出合理的气阀间隙。主要原因有以下几点：(1) 气阀工作时，燃烧温度作用在气阀盘部，而杆部小端温度只有几十度，气阀整体温度呈不均匀的梯度分布，加上燃烧积炭，使气阀温度梯度分布更为复杂。(2) 气缸盖在高温燃烧下，虽然有额定温度冷却水，但缸盖本体会有一定范围膨胀升高，造成摇臂座整体上升，这个因素设计人员很少考虑，但却是很多内燃机气阀间隙设定热态与冷态没有明显变化，甚至大于冷态的主要原因。综合以上多种因素可知，很难通过理论计算正确设定气阀间隙。目前绝大部分内燃机气阀间隙都是设计人员

参照母型机或类似机型的数据进行经验设定。为了确保气阀关闭严密，大部分机型的气阀间隙设定偏大，从而造成内燃机相关指标运行不正常，是造成气阀过早损坏的重要因素之一。

国内一些自主品牌内燃机，早期气阀材料多采用马氏体耐热钢，阀面堆焊高温合金，随着内燃机功率提高，燃油质量下降，排气温度上升，出现比较严重的气阀磨损及烧灼现象。后改用奥氏体耐热钢材料，使用效果有明显改善。一般都认为气阀磨损及烧灼现象严重是马氏体耐热钢高温性能不够所致，笔者却认为：奥氏体耐热钢高温性能好于马氏体耐热钢并非气阀磨损及烧灼现象有明显改善的真正原因。因为堆焊的高温合金材料没有改变，密封面质量没有明显提高，使用效果明显改善的真正原因是奥氏体钢高温膨胀系数大于马氏体钢的高温膨胀系数。而材料改变的同时并没有改变气阀间隙，因此，在高温工作时奥氏体钢气阀间隙要比马氏体钢气阀间隙小很多，气阀落座过程就比较柔和，不容易形成磨损及烧灼。基于这一认识，在某国产 320 燃重油柴油机上做过试验，在二个缸盖上安装马氏体钢和奥氏体钢气阀(阀面堆焊合金材料和制造工艺相同)各一件，试车后马上打开其中一个缸的缸盖罩壳，检测气阀间隙，发现二者高温间隙差 0.20 mm 左右；随后将马氏体钢气阀间隙调整到与奥氏体钢的相同，另一个缸不做调整。使用一年后拆检，经高温调整过气阀间隙的两种气阀磨损没有明显差异；而没有调整过气阀间隙的马氏体钢气阀磨损明显大于奥氏体钢。

目前全球公认的气阀材料有 20 余种，本文选用三种典型材料进行高温膨胀试验：加热到一定温度，保温 1 h，结果见表 1。可见其在不同温度下高温膨胀系数差异高达 20% ~ 40%，且显示高温性能越好膨胀系数越大的材料特性。

表 1 三种典型材料高温膨胀试验

材料名称	直径/长度 /(mm/mm)	钢种	温度 /℃	伸长量 /mm	温度 /℃	伸长量 /mm	温度 /℃	伸长量 /mm	温度 /℃	伸长量 /mm
4Cr10Si2Mo	20/100	马氏体	400	0.42	500	0.70	600	0.70	700	1.00
23-8N	20/100	奥氏体	400	0.52	500	0.90	600	0.93	700	1.25
21-4NWNb	2/100	奥氏体	400	0.52	500	1.05	600	1.12	700	1.25

鉴于以上影响气阀间隙设定因素的研究及多次实机试验，提出一种气阀间隙设定新方法：气阀间隙热态确定法。

3 气阀间隙热态确定法

气阀间隙热态确定法的具体步骤为：先按经验方式初步确定并调整好气阀间隙，发动机在 75%

以上负荷运行 1 h 左右，停车后立即打开 3 ~ 4 个缸盖罩壳，在热态下检测并调整气阀间隙到 0.1 ~ 0.3 mm；待发动机冷却到常温后，再一次检测热态调整过的气阀间隙，并按此间隙确定并调整全部气缸的气阀间隙，这就是发动机运行时实际的气阀间隙。

(下转第 48 页)

3.2.2 焊接

以上零部件组成箱子部件,安装适当加强,移交实施第一阶段箱体焊接。焊接顺序从底板到面板方向,和超厚面板连接的有中隔板、侧板和横腹板,根据中隔板和侧板坡口形式,要求大坡口焊接,反面小坡口碳刨,这样焊接过程中经常翻身,减小了焊接变形。

3.3 三角管板装配

根据总图和零件图的尺寸,在 CAD 里模拟计算出三角管板上下口的安装尺寸,在侧板和横腹板上划出相应的装配线后安装三角管板,根据图纸要求三角管板和底板面留间隙 3 mm。焊接要求为单面焊双面成型,因涉及到筒体焊接会将其盖住,故先将三角管板零件焊接完工。单面焊双面成形技术,即在坡口的正面用焊丝进行焊接时,坡口的正、背两个面都能得到匀称、成形良好、符合质量要求的焊缝。

3.4 扫气装置装配

扫气装置装配在两个横腹板之间,装配前将扫气装置筒体的安装线划到横腹板上,以保证尺寸精确,因筒体与横腹板焊接处要求碳刨清根,焊接收缩变形大,因此缸距加放 2 mm,并采用双面对称退焊法焊接,以减少焊接收缩变形。薄板焊接更易变形,且筒体焊缝要求为全熔透,因筒体内部空间小,所以将碳刨的工作放在筒体之外。

3.5 焊后热处理

对焊接式气缸体进行退火去除焊接残余应力的处理^[2],效果良好。焊接式气缸体样品如图 3 所示。

4 结 论

在焊接式气缸体的装焊过程中,第一阶段装配

时,高度的收缩余量比较大,而缸距没有变化,装配时注意高度加放收缩余量;在第二阶段、第三阶段的装配中,因为筒体大多是薄板,横向收缩比较大,即:缸距的收缩余量比较大,装配过程中已经加放了每缸 2 mm 收缩余量,但部分实测结果还是比理论尺寸小。这为今后的批量生产积累了宝贵的经验。

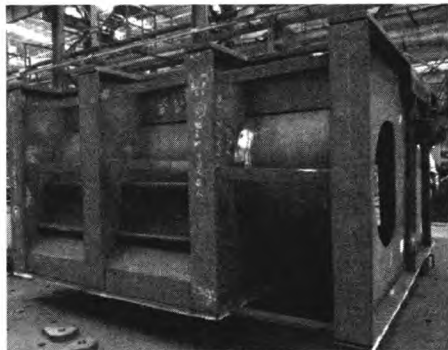


图 3 焊接式气缸体样品

这种焊接式气缸体的装配方法的试验成功,填补了国内焊接式气缸体制造的空白^[3],可以实现气缸体由铸造式到焊接式的转变,减少缺陷,从而降低生产成本,具有较高的推广价值。

参考文献

- [1] MAN B&W Corporation. Welded cylinder frame welding and inspection [R]. 2009.
- [2] MAN B&W Corporation. Heat treatment of cylinder frame, bedplate and Framebox [R]. 2010.
- [3] MAN B&W Corporation. Quality specification for cylinder liners [R]. 2005.
- [4] 陈祝年. 焊接工程师手册 2 版 [M]. 北京:机械工业出版社, 2009.

(上接第 21 页)

根据本人多年来对多机型内燃机气阀间隙调整和使用经验,内燃机在热态下,气阀设定间隙在 0.1~0.3 mm 范围内比较合适。常温间隙应该根据热态间隙冷却后的数值来设定,并根据内燃机功率大小来确定。如果更换气阀材料或改变气缸盖冷却结构,都应根据上述方法重新检测并设定气阀间隙。

特别要指出的是,现有内燃机过大调整气阀间隙会影响进排气阀重叠角,对部分有后燃现象的内

燃机,特别是燃气发动机,排气温度会小幅升高;但大部分柴油机排气温度会下降 10℃ 以上。

4 结 语

采用气阀间隙热态确定法已解决了多型发动机气阀早期磨损、烧灼及损坏故障问题。实践表明该方法是行之有效的,希望能对内燃机界的同行和使用用户有所帮助和启发,并共同探讨进一步提高气阀设计制造及使用性能的创新技术。