

船用柴油机控制空气气源单元模块化设计

黎洪江, 曲伟东

(玉柴船舶动力股份有限公司, 广东 珠海 519175)

摘要: 在控制空气气源单元设计方案中引入模块化理念, 将管路连接的管道通路集成于一个或多个阀块中, 利用阀块内部通路来实现管道气路流通。模块化设计后的控制空气单元大大减少了因安装或柴油机振动造成的管路接头松动而导致的泄漏问题, 使产品使用性能得到整体提高。

关键词: 船用柴油机; 控制空气; 气源单元; 模块化

中图分类号: TK423.7+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2014)02-0036-03

Modular Design of Marine Engine Control Air Supply Unit

Li Hongjiang, Qu Weidong

(Yuchai Marine Power Co., Ltd., Guangdong Zhuhai 519175)

Abstract: Modular design was introduced to improve the control of air supply unit. The pipeline passages for the connection of pipes were integrated into one or several valve block, and using the internal passages of the valve block to realize air circulation. The control air supply unit substantially reduces the leakage because of the joint looseness caused by installation or diesel engine's vibration, thus the product performance has been improved globally.

Keywords: marine diesel engine; control air; air supply unit; modular

0 引言

控制空气气源单元的作用是为柴油机提供恒压及稳定的控制空气, 是柴油机正常起动及稳定运转不可或缺的。但在柴油机运行中经常会发生由于控制空气问题导致柴油机不能正常运行, 且控制空气问题又主要发生在控制空气气源单元上, 所以必须保证控制空气气源单元运行的可靠性。

1 非模块化和模块化设计对比

图 1 为瓦锡兰低速柴油机控制空气气源单元原设计的内部结构。从图中可以看出内部连接全部采用管路连接, 且管子材料选用铜管, 铜管质地坚硬, 不易腐蚀, 耐高温、耐高压, 可在多种环境中使用。在管路连接中势必用到大量的管接头及垫片, 这些零部件也选用铜材, 必然提高了采购成

本; 而且由于内部管路设计复杂, 管路弯折较多, 加工及安装困难, 也提高了加工成本。即使如此, 产品稳定性和可靠性并没有得到提高; 反而, 从实际运行使用情况来看, 控制空气气源单元内部管路经常出现漏气现象, 而发生泄漏的根源大多发生在管路连接处。所以要解决控制空气气源单元泄漏问题必须从根源入手, 解决管路泄漏问题。

解决管路泄漏问题, 必须从管路连接处入手, 管路弯折到位, 优化管路接头和垫片, 选用更好材质的接头和垫片。但是从实际情况来看收效甚微, 所以在控制空气气源单元改进方案中引入模块化设计。所谓模块化设计即将原设计中管路连接的管道通路集成在一个或多个阀块中, 通过阀块内部通路来实现管道气路流通, 集成阀块大大减少了因安装或柴油机振动造成的管路接头松动而导致的泄漏问题。图 2 为控制空气气源单元模块化设计的内部结

收稿日期: 2013-06-09

作者简介: 黎洪江(1986-), 男, 助理工程师, 主要研究方向为柴油机空气系统以及传动装置, E-mail: lihj0620@163.com。

构情况。该模块化设计采用 3 个阀块取代原管路连接; 在减压阀和压力表布置上, 采用上下布置, 但不影响气源单元使用及数据读取。在外部管路接口上保持与原设计一致, 这样保证了不影响整机管路布置; 还有在安装孔和产品尺寸设计上也保持一致。所以该控制空气气源单元模块化设计能够满足柴油机安装要求。

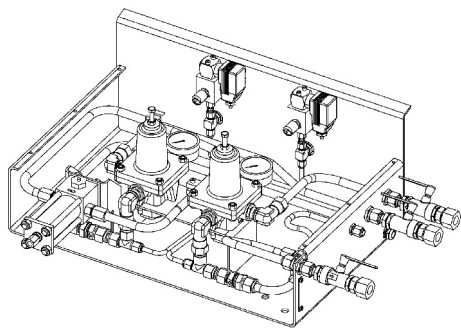


图 1 控制空气气源单元

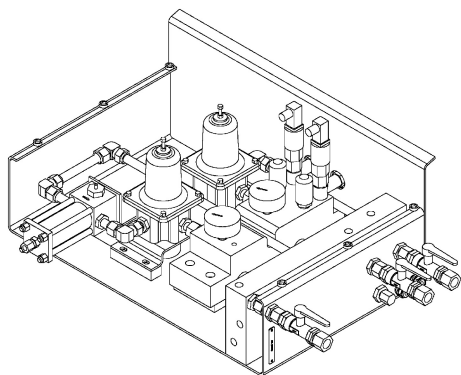


图 2 控制空气气源单元模块化设计

2 控制空气气源单元原理

要确定控制空气气源单元内部结构是否满足该气源单元功能, 必须从控制空气气源单元原理入手。图 3 为控制空气气源单元原理图, 通过船上提供的 $0.7 \sim 0.9$ MPa 控制空气和 3 MPa 起动空气作为柴油机的控制空气气源, $0.7 \sim 0.9$ MPa 控制空气通过控制空气气源单元 A1 端口进入气源单元, 3 MPa 起动空气通过控制空气气源单元 A2 端口进入气源单元, 它们分别由各自管路上的二位三通截止阀(36H)控制。其中 3 MPa 起动空气须经过空气滤清器 351HA 进入减压阀 19HA, 空气滤清器的作用是保持空气清洁且干燥; 而 $0.7 \sim 0.9$ MPa 控制空气则直接进入减压阀 23HA。在两个减压阀上安装有压力表 PI4401L 和 PI4411L, $0.7 \sim 0.9$ MPa 控制空气和 3 MPa 起动空气分别从减压阀出来后均分为两路: 一路通过针阀控制空气进入压力变送器

PT4401A 和 PT4411A, 并在压力变送器后增加测量点接口, 该测量点用于测试压力变送器是否工作正常; 另一路则通过止回阀 342HA 和 342HB 将两路空气连通, 连通后空气又分为两路: 一路通过节流孔板经 A3 端口进入空气瓶 287HA; 另一路则通过二位三通截止阀(36HA)控制经 A6 端口作为控制空气用于空气弹簧。

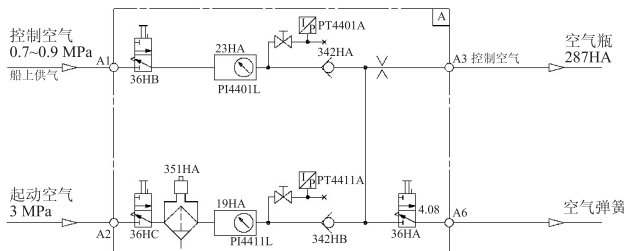


图 3 控制空气气源单元原理图

3 模块化设计说明

控制空气气源单元模块化设计中, 整个设计遵循控制空气气源单元原理图, 从内部结构优化设计, 采用集成阀块来减少由于管路连接带来的复杂内部空间, 以及提高原管路连接接头的可靠性。不仅结构优化, 而且材料也得到优化, 达到降本增效的目的。在材料处理上原管路选用铜管, 在模块化设计时则取消了该高成本材料, 选用相对价廉的牌号为 7003 的合金铝, 其机械性能抗张强度为 280 MPa、屈服强度为 250 MPa、延伸率为 10%, 其抗腐蚀性也满足要求。为了更好地检验阀块的耐高压性能, 阀块加工完成后还须对其进行耐压试验, 在耐压试验中要求升压过程中逐步升压, 最终达到 4.5 MPa, 此压力为阀块工作压力的 1.5 倍, 在该压力下保压 5 min 左右, 若无异常情况出现, 则由制造厂出具试验报告。此耐压试验不仅是对阀块材料的检验, 也是对阀块内部管路通道设计加工后壁厚是否满足要求的确认。阀块内部的管路通道必须保持与原设计的铜管内径相同, 才能保持空气压力稳定且提供足够的空气量。在选材上, 7003 不仅性能满足要求, 而且在加工内部通路时, 该材料更易切屑、钻孔加工, 可有效降低加工成本。

模块化设计中为了保证管路连接的可靠性, 在二位三通截止阀的管路连接处(如图 4)采用卡套接头与带有一定长度的铜质尾管接头相连接的方式, 铜质尾管的韧性较好, 可以在小范围内调整, 保证接头连接的同轴度; 卡套接头中的卡箍受力后与尾管楔紧, 通过尾管局部微量变形达到密封效果。阀

块内孔加工由数控加工中心完成,精度高,能把孔的定位精度控制在 $5\ \mu\text{m}$ 以内。综上,该处安装完成后不会出现泄漏现象。

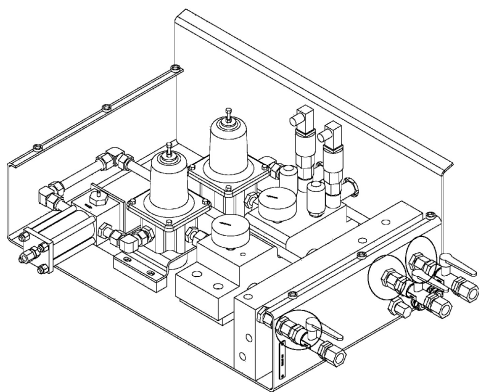


图 4 卡套接头标示

从图 3 控制原理图中可以看出,在 A3 端口前控制空气气源单元中有一个节流孔板,此节流孔板的作用不容忽视,在模块化前期设计中取消了该节流孔板,认为控制空气气源内部采用模块化设计不会泄漏,没有必要安装该节流孔来缓压;但在瓦锡兰工程师的指导下,最终保留了该节流孔板,其作用不仅是当控制空气气源单元内部管路发生泄漏时可以缓压,而且当外部柴油机控制空气发生泄漏时,可以有效避免相应管路中的空气压力快速下降。

4 模块化设计产品验收

控制空气气源单元模块化设计最终将转化为产品,产品在装机使用前必须经过严格检验。产品的制造必须满足图纸要求,在一些关键零部件上必须采用指定供应商,保证售后服务备件的可选择性。

对控制空气气源单元验收,首先必须检验各连接件的密封性,其密封试验是在各接头件连接处涂上肥皂泡沫, A1 端口开启二位三通截止阀 36HB 接通 $0.7 \sim 0.9\ \text{MPa}$ 气源,关闭其它所有出口,保压 $10\ \text{min}$,观察涂抹泡沫处有无泄漏现象。

在完成上述检验工作后,还需进行一系列的功能性试验,针对控制空气气源单元将进行各通路试验。具体操作如下:

调整 23HA 减压阀至压力表 PI4401L 显示 $0.65\ \text{MPa}$,调整 19HA 减压阀至压力表 PI4411A 显示 $0.6\ \text{MPa}$,在 A3 和 A6 端口分别安装一个 $0 \sim 0.1\ \text{MPa}$ 的试验压力表。

(1) 控制空气通路试验

① 关闭 A2 端口的二位三通截止阀 36HC,在 A1 端口开启二位三通截止阀 36HB 接通 $0.7 \sim 0.9\ \text{MPa}$ 气源,压力表 PI4401L 显示压力为 $0.65\ \text{MPa}$,开启 A6 端口二位三通截止阀 36HA,此时 A3、A6 端口的压力表读数为 $0.65\ \text{MPa}$;

② 关闭 A1 端口二位三通截止阀 36HB,停止供应 $0.7 \sim 0.9\ \text{MPa}$ 气源,保持 $3\ \text{min}$,压力表 PI4401L 压力无明显回落,同时 A3、A6 端口的压力表也无明显回落;

③ 先后关闭 A2、A6 端口二位三通截止阀 36HC 和 36HA,两个阀的泄放口均有气体放出。

(2) 备用控制空气通路试验

① 关闭 A1 端口的二位三通截止阀 36HB,在 A2 端口开启二位三通截止阀 36HC 接通 $3\ \text{MPa}$ 气源,压力表 PI4411L 显示压力为 $0.6\ \text{MPa}$,开启 A6 端口二位三通截止阀 36HA,此时 A3、A6 端口的压力表读数为 $0.6\ \text{MPa}$;

② 关闭 A2 端口的二位三通截止阀 36HC,停止供应 $3\ \text{MPa}$ 气源,保持 $3\ \text{min}$,压力表 PI4411L 无明显回落。同时 A3、A6 端口的压力表也无明显回落;

③ 先后关闭 A2、A6 端口二位三通截止阀 36HC 阀和 36HA 阀,两个阀的泄放口均有气体放出。

完成上述试验后,将验收数据及结果做好记录,保证模块化设计的完整性。

5 结 论

该模块化设计的控制空气气源单元得到瓦锡兰公司的认可,已应用在多种型号柴油机上,柴油机已投入实船运行,未发现控制空气气源单元泄漏等问题。因此,该控制空气气源单元模块化设计满足柴油机控制空气供给需求,且加工安装简单,节约成本,工作稳定可靠,今后将在更多的柴油机上投入安装运用。

参考文献

- [1] 孙建新. 船舶柴油机[M]. 北京:人民交通出版社,2006.
- [2] 松永隆,汪长根. 船用空气压缩机[J]. 舰船辅助机电设备,1975(4).
- [3] 谢小鹏. TG 轮主机起动空气漏泄故障排除及启示[J]. 航海技术,2010(3).