

基于柴油机气缸盖的装配设计

张赛

(中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司, 天津 300452)

【摘要】我国工业经济发展迅猛,发展制造业是激活实体经济的有力手段。现如今,我国对于柴油机零部件的制造水平已处于先进国家的行列,但是对于气缸盖的装配,目前我国的装配水平不高,很多仍处于人工装配,效率低下,负荷大且装配精度不高。所以为实现自动化装配,本文设计了用于气缸盖装配线的装配平台,简要分析了运动特性,规划了气缸盖在装配平台上的装配过程。

【关键词】柴油机; 气缸盖; 结构; 装配设计

一、引言

随着我国正逐步向制造强国的行列迈进,智能制造已成为备受青睐的行业。在制造领域,基于装配技术的研究要晚于对零件本身的研究,大部分零部件依赖于人工装配,造成产能负荷较大,装载效率不高,所以很多企业对自动化装配越来越重视,这也是提高企业竞争力的有效举措。将自动化程序与机械设备结合实现自动化智能装配,完成预期的生产工作,装配生产时完成对待装配零件的整理及运输,全程装配无需人工参与,这无疑能大大提高装配质量和效率。

作为内燃机系统的核心装置,柴油机在工业生产领域有着举足轻重的作用。而其上的气缸盖作为关键零部件,长期处于高压高温的环境下,也是柴油机最容易产生故障的部位,所以气缸盖的可靠稳定决定着柴油机使用的高效性,我国针对气缸盖的大规模生产很多都是处于半自动化生产状态,本文研究目的旨在提高气缸盖的装配效率及使用稳定性,助推工业进步。

二、柴油机气缸盖自动化装配的研究动态

新世纪以来,我国在自动化生产领域取得了长足的进步,张士越等学者为了提高气缸盖装配效率和质量,设计了装配流水线,初步替代纯人工操作,生产效率提升了75%。方喜峰等通过研究船用柴油机的气缸盖装配,设计了船舶用柴油机气缸盖自动化装配生产线,为后期的智能制造提供了理论依据。黄鑫对原有的气缸盖生产线做了优化改造,将气缸盖的质量检测、生产装配、物料输送等进

行节拍化生产,制造车间有了数字化的先进方式。

李海东针对气缸盖气门导管压装机进行设计,对工艺流程进行了明晰,将人工压装改造成自动化压装,提高了压装质量与装配的安全性,进行了大批量生产。白治新设计出用于汽车发动机气缸盖的自动化装配生产线,考虑到空间利用、装配速率与经济的原则,生产装配规定了每个工位的空间尺寸和位置,基础是装配节拍。王萌彬设计的气缸盖柔性化装配单元能对三种型号的气缸盖装配,有效避免了一台设备对应一种特定零部件的情况,故障率下降,同时减轻了生产装配成本,效率也大大提升。

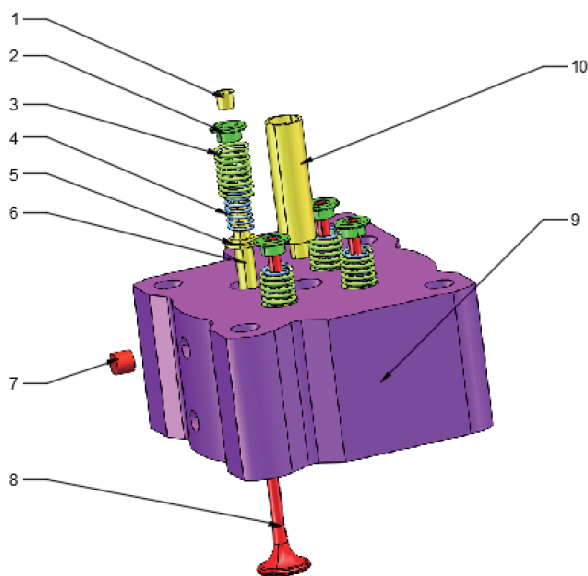
三、装配平台的总体设计方案

柴油机气缸盖装配平台是一项自动生产线的重要组成部分,其用途是辅助机械手在对气缸盖装配时进行翻转、装夹。受限于气缸盖的质量较大,在设计时应考虑到装配平台应该保证装配气缸盖时运动平稳、可靠装夹及精准定位。

结合实际工位布局,装配平台的设计尺寸范围处于3000mm×1350mm内。装配平台应能保持气缸盖平动,便于机械手的抓取,进行上下料。装配平台应该保持足够的刚性不能产生变形,满足强度要求,产生变形会影响装配质量,装配平台结构应简单,便于后期的维护。

如图1所示,柴油机气缸盖主要结构包含:喷油器组件、缸盖本体、水路堵盖、气阀组件、安全及启动阀等。本文研究的装配平台,是基于柴油机气缸盖的水路堵盖、气阀组件、喷油泵护套

的安装平台，气阀组件包含两套排气阀组件和两套进气阀组件共四套，排气阀组件用于将气缸中燃烧的废气排出，进气阀组件用于往气缸中输送洁净的空气。



1.锁夹 2.上弹簧座 3.外弹簧 4.内弹簧 5.下弹簧座 6.气门导管
7.水路堵盖 8.阀杆 9.缸盖本体 10.喷油泵护套

图1 气缸盖装配时的零件

柴油机气缸盖在装配时要按照既定的工艺流程进行操作。在缸盖本体的上部安装喷油泵护套与气门导管，在缸盖本体的两侧安装水路堵盖。缸盖本体和上述三种零件均采用过盈配合，过盈量在 $0.03\sim 0.05\text{mm}$ 范围内。缸盖本体下部安装4个阀杆，气门导管和阀杆之间采用过渡配合，将阀杆的位置对正，可以自由滑动到气门导管，这是因为阀杆端部存在一定的锥度。为避免装配平台旋转过程中使阀杆从缸盖本体滑落，也要对其固定位置。阀杆安装结束后，从缸盖本体的上面开始安装下弹簧座，然后按照顺序安装外弹簧、内弹簧、上弹簧座、锁夹。上弹簧座沿着阀杆压缩弹簧后，阀杆尾部锁夹的环槽露出来，此时，将两个半片锁夹从左右两侧扣到锁夹环槽上，放开弹簧，弹簧回弹。装配完锁夹之后即完成一组气阀组件的装配，锁夹锁住阀杆后，阀杆即使不在外力作用下，也不会从缸盖上脱落。

结合上述工艺安装要求，装配平台需带动气缸盖转动，实现多面装配，还应促使气缸盖也能做直

线运动，配合机械手的抓夹，针对直线的运动，本文设计滚珠丝杠机构将电机的回转转化为往复直线运动，具体如下。

作为一种主要的传动机构，滚珠丝杠机构广泛应用于自动化装配和工业工程领域，此种方式优点是传动效率高且摩擦阻力小，能保证使用寿命的前提下精准定位。螺母、螺杆、滚珠循环装置构成了滚珠丝杠副。在螺母与螺杆的滚道中安装滚珠，螺杆进行回转作业时，在滚道内滚珠滚动，在滚珠循环装置的作用下，做循环封闭，使螺母和螺杆之间产生滚动摩擦。装配平台受限于工作实际，其长度不超过 3m ，仅适用于短距离驱动，这也是选择滚珠丝杠作为直线运动传动机构的主要原因。

基于气缸盖本身结构复杂，装配流程较繁琐，且质量大，工业装配往往需要对其多个面进行翻转装配。所以选用效率更高的翻转机构，满足多面需求，也要用最少的装夹次数进行气缸盖的装配，这也是优化流程提高效率的有效方案。进行定位翻转，要保证抓夹气缸盖的稳固，平稳可靠翻转，基于此，本文设计了承载式翻转机构，具体工作简图见图2所示。柴油机气缸盖装配时需要承受巨大的支撑力，所以起承载作用的就是缸盖支撑板，在其上设计夹具，进行装夹及固定。支撑板两外侧部位连接转轴，在轴承座的支撑下使两端转轴安置于机架上，减速电机连接另一端转轴，翻转平台的工作流程为，机械手抓取气缸盖后置于支撑板，夹具进行固定，转轴在电机的带动下推动缸盖转动，使其移动至需装配的位置，装配结束后，同样的转动方式处理后，气缸盖复位。

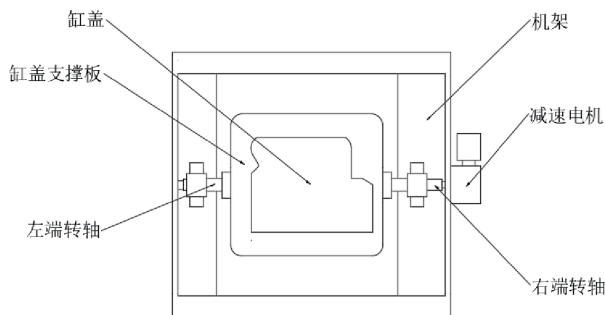


图2 翻转机构简图

本文设计的翻转机构的翻转动力源是电机，且仅需一组减速电机即可，结构简单，同时便于使机械手获取更大范围的操作空间，效率由此提高。

四、装配平台的结构设计

首先建立机架，固定在地面上，上面安有滚珠丝杠副与带动翻转装配的翻转机构，带动气缸盖翻转，自身作直线运动。为避免机架与翻转机构在工作时产生碰撞，要保证足够的翻转空间，机架的尺寸设计为 $3000 \times 1240 \times 320\text{mm}$ ，包括侧板、上板、底部矩形管与加强管。

装夹的前提是做好装配定位，结合零部件自身的结构特点，用于定位基准的选取，气缸盖四个角建立通孔，用于装配时的定位点，由此确定定位板结构，定位板包含定位销与平板。平板尺寸是 $700 \times 650 \times 30\text{mm}$ ，平板位置开半径为 150mm 的圆孔，翻转机构转动半周后，完成阀杆装配。在平板上圆孔出的四个角布置定位销，气缸盖通孔与定位销之间采用间隙配合方式，同样要加工一定倒圆角，促进装卸时更加通畅。

自动化装配流水线上，一般更多采用气动夹紧元件，动力源是空气，机械设备在压缩空气的作用下完成基本的转动和伸缩。机械手辅助装夹是气缸盖的装夹形式，结合对夹紧元件的工况要求，选用4组CAS-63空压转角缸作为夹紧元件。每个的加持力达到 140kg ，转角缸沿垂直直线方向运动，缸体带动夹紧单元转动，运行的最大角度和行程为 90° 和 17mm ，可以在此范围内根据缸体尺寸进行调节。在气缸盖抓取之前，空压旋转缸旋转 90° 达到顶升状态，在承载台上气缸盖处于平放状态后，进行定位，空压旋转缸旋转到气缸盖装夹位置，垂直方向归位，完成气缸盖的装夹。定位板上安装了4个空压转角缸垫块，每个高度是 149mm ，用于弥补空压旋转缸初始状态下低于气缸盖的厚度的那部分尺寸，最后为保持整体的刚度，承载平台上装有加强筋，厚度和高度分别为 15mm 和 40mm ，用于保证装配质量。

翻转机构结构示意图如图3所示，1为减速器与电机装配后的整体，2是机架，3是旋转轴，4是连接板，5是承载平台，6是用于制动的装置，7是轴承部件。将连接板与承载平台的两端焊在一起，

连接板通过螺栓和转轴连接。轴承座支撑转轴，置于翻转机构架上。减速电机作为整个翻转机构的动力源，在转轴的带动下，牵引承载平台翻转，当翻转至气缸盖装配位置时，需要停止运行，这时制动装置就帮助定位机构控制系统所在位置，保持气缸盖处于装配位置不动。由于装配力会产生较大的力矩，所以本文在设计时预留出了充足的安全裕度。选用型号为FMPR-D-215G的电磁制动器。最终，完成气缸盖装配平台的装配工作。

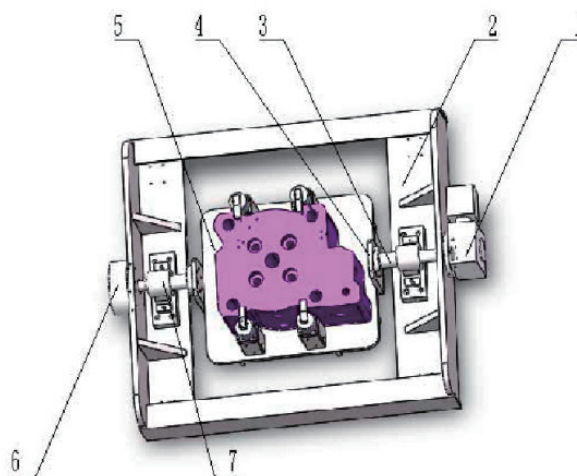


图3 翻转机构示意图

参考文献：

- [1] 鲍君华, 林嵩, 夏克博. 柴油机气缸盖装配平台结构设计与研究 [J]. 大连交通大学学报, 2023, 44 (04): 54-60.
- [2] 屈云. 机车内燃机汽缸盖的数控加工工艺分析 [J]. 企业科技与发展, 2022, (06): 139-141.
- [3] 刘鑫, 张永恒, 王良璧. 大功率内燃机车柴油机气缸盖热结构耦合应力分析 [J]. 内燃机与配件, 2021, (18): 73-77.
- [4] И.В.Сиротенко, 宋忠明, 谢小海. 关于提高内燃机车柴油机气缸盖可靠性的问题 [J]. 国外机车车辆工艺, 2021, (04): 10-15.
- [5] 王俊文. 柴油机缸盖流固耦合的传热研究 [D]. 辽宁工业大学, 2016.
- [6] 孙力平. 柴油机气缸盖和气缸体热-机耦合分析 [D]. 太原理工大学, 2013.