

浅谈柴油机装配线拧紧设备

王东鑫 李光阳 黄宁 邱贵林 周华祥

湖南道依茨动力有限公司 湖南长沙 410100

摘要: 拧紧设备在柴油机装配线上应用最为广泛, 因为柴油机的主要零部件几乎都通过螺栓进行连接, 螺栓的拧紧质量关乎整个柴油机的装配质量。在这个过程中拧紧机扮演这重要角色, 拧紧机是柴油机装配线上最普通的设备, 其实也是最重要的设备之一, 在做工艺规划时, 往往忽略了最重要的质量管控关键设备。

关键词: 柴油机; 装配; 机器人; 拧紧

Talking about tightening equipment of diesel engine Assembly line

Dongxin Wang, Guangyang Li, Ning Huang, Guilin Qiu, Huaxiang Zhou
Hunan Deutz Power Co., Ltd. Hunan Changsha 410100

Abstract: The tightening equipment is most widely used on the diesel engine assembly line, because the main parts of the diesel engine are almost connected by bolts, and the tightening quality of bolts is related to the assembly quality of the entire diesel engine. In this process, the tightening engine plays an important role. As the most common equipment on the diesel engine assembly line, the tightening engine is actually one of the most important equipment. When making process planning, the most important key quality control equipment is often ignored.

Keywords: diesel engine; Assembly; Robots; tighten

引言: 随着人力成本的提高, 装配自动化程度的提高, 柴油动机装配线也从传统装配的“傻大笨粗”, 过渡向轻量化, 高自动化, 高柔性。拧紧机的形式也有很多种, 例如悬挂式拧紧机, 龙门式拧紧机, 自动送钉拧紧机, 机器人带拧紧机, 平面机械手带拧紧机, 悬挂随动拧紧机, 定位拧紧机等。拧紧机可以大大降低人工的劳动强度, 提高拧紧效率, 保证拧紧质量。下面我们主要讨论一下这些拧紧机的特点, 结合装配线进行选型, 以期选择较为合适的拧紧方式。

一、悬挂式拧紧机,

悬挂式拧紧机可以分为单轴拧紧, 双轴拧紧, 四轴拧紧, 全轴拧紧。悬挂式拧紧机布置形式简单, 只需要将拧紧轴固定在装配线工字钢上就可以了, 沿着发动机拧紧防线有一定的活动量, 属于半自动设备, 在拧紧的同时, 尤其是全轴拧紧, 可以考虑操作者辅助装配柴油机其他零部件, 辅助预紧被拧紧螺栓。布置非常灵活, 占用空间小, 操作者节拍利用非常完整, 可以根据柴油机装配线的节拍灵活调整操作者的工作量, 节拍要求快可以单独只进行螺栓拧紧, 节拍要求不高, 可辅助装配其他内容。拧紧机的拧紧质量也可以保证。适合于柴油机装配线拧紧, 例如缸体主轴承盖拧紧, 缸体主轴承盖拆松, 缸盖螺栓拧紧等。这些零部件连接螺栓的螺栓有共同的特点, 一是螺栓分步的较为规范简单, 有固定的规律, 基本都是在同一个平面上; 每次拧紧的螺栓的数量是一致的, 拧紧的控制策略是一致的, 因为被拧紧的位置有这些特点, 所有对拧紧机的要求不高, 对于位置要求, 拧紧前后的顺序操作者可以很容易的进行控制, 很容易进行防错处理, 所以此种拧紧机对于操作者的要求不高, 基本的操作内容仅仅是预装螺栓, 操作拧紧机按照要求进行拧紧, 通过上方档位位置的控制能够控制螺栓拧紧的先后顺序, 无需操作者进行调整, 稳定可靠。

二、龙门式拧紧机

龙门式拧紧机可以分为单轴拧紧、双轴拧紧、四轴拧紧, 全轴

拧紧等。拧紧机设计为专机形式, 拧紧轴一般固定在伺服机构上, 伺服机构带动拧紧轴上下左右进行移动, 满足各个位置上的螺栓拧紧。龙门式拧紧机布置比较紧凑, 抗反力效果好, 拧紧稳定。但龙门式拧紧机较为固定, 在其工作时几乎无法在布置其他的操作内容。如果装配线节拍很慢, 则拧紧机的节拍是与整个装配线不匹配, 造成了节拍的浪费; 如果整个装配线节拍很快, 拧紧机又跟不上整线节拍, 成为瓶颈工位。所以, 固定时的龙门式拧紧机的设计布置, 从工艺分析的角度来讲是不推荐的。原因有如下几个方面

1. 龙门式拧紧机只是单纯的进行螺栓拧紧, 工作内容较为单一; 不能够结合前后工位进行灵活的调整, 设备节拍是固定的, 有可能产能过剩或瓶颈。

2. 龙门式拧紧机实际上不能算是全自动设备, 因为并没有全部完成一个工艺的流程, 被拧紧的螺栓是通过人工预紧上料的, 拧紧工位前端的工位操作员工是没有因为省去相应的工作。

3. 龙门式拧紧机的柔性很差, 在进行改造及机型兼容时的改造是极为不便的, 因为受限于伺服电机及导轨的极限位置, 柔性素来很差, 适合批量产, 大规模专业生产, 一旦产能提升将成为瓶颈工位, 产能降低又成为鸡肋工位。

三、自动送钉拧紧机

自动送钉拧紧机是实现了全自动拧紧的设备, 由于有自动送钉的机构存在, 关键部位的螺栓都依靠送钉设备进行排序上料, 故而省去了半个人工工位布置, 实际上是真正意义上的自动拧紧, 相对于龙门式拧紧机的自动化程度显著提升, 复杂程度及维护的成本显而易见是增加很多。

1. 自动送钉解决了人工预装的麻烦, 在物料保证的情况下, 几乎不会错装漏装。送钉机构完成送钉后, 可进行下一个节拍循环的准备; 自动送钉机构的节拍是可以调整的, 可以满足多个节拍下的生产, 可以慢也可以调快。对应的拧紧机构几乎是全轴或者半全轴,

这样两个主要机构进行配合,完全可以避免龙门式拧紧机的困局。

2.全自动拧紧机是不需要人工辅助的,只需要物料配送人员定时配送即可,一个物料配送人员可以同时兼顾多个自动拧紧工位。实际上自动拧紧机是真正意义上可以脱离半个预装人员进行的辅助,可以节约人工成本。

四、机器人带拧紧机

机器人带拧紧机此种拧紧机是通过机构与机器人进行对接,通过机器人的灵活行走代替伺服机构的走位,而且更加的灵活,速度也会更快。机器人的行走速度势必比伺服机构驱动的滚珠丝杠机构快很多,在行走位置上具有很大的优势。

1.机器人带拧紧机不适合做大扭矩的拧紧轴走位机构,机器人的关节都是非常精密的,在拧紧时螺栓会对机器人的关节进行冲击,冲击会造成机器人关节不可逆转的损伤,随着这种损伤的加剧,机器人的位置就会失去,整个工作站也会失效。

2.机器人带拧紧机适合位置要求,顺序要求较为复杂的拧紧部位,因为机器人可以通过编程实现各个位置的拧紧要求,实现位置控制,拧紧顺序控制,防错控制,无需多余的布置相应的防错传感器等其他机构,一旦该位置的拧紧螺栓位置或者力矩发生变化,只要机器人的负载足够,拧紧轴的力矩有足够的余量,对于产品的类似的螺栓位置或力矩的变化,可以非常灵活的进行控制,非常方便。

3.机器人带拧紧机工位一般不会单纯的只带拧紧机构,机器人通过可靠的换轮盘更换不同的对接机构可以实现自动抓取上料,这对与整个工位的复杂程度又会上一个层次,对于拧紧来说并不是一件好事,动作多了就会带来程序上的复杂,复杂的程序往往会造成调试的困难,维护的困难,有可能会造成机器人的撞击。

五、平面机械手带拧紧机

平面机械手带拧紧机这种拧紧机类似于机器人拧紧机,但柔性较差,不能适合多层次的拧紧需求,只能应对平面拧紧,实际上是从涂胶平面机器人引入加入拧紧机构形成的。平面机械手拧紧机不能承担较大力矩,相较于机器人拧紧所能承受的力矩要更小,机械臂的精度要高于机器人,适合精密位置的拧紧,与定位系统配合使用是最合适的。首先平面机械手负载拧紧轴的拧紧力矩有限,力矩较大的力矩反作用在平面机械手上,会造成平面机械手的损坏,缩短其使用寿命。有因为平面机械手只有三根轴,在平面位置上可以实现各个螺栓位置的定位拧紧,但是在垂直方向上,拧紧轴的位置是固定的,没有办法实现多个层次的拧紧要求。故而,平面机械手带拧紧机只适合于小力矩,螺栓分布同一平面且较为规整的拧紧位置,例如柴油机油底壳螺栓拧紧,缸盖护罩螺栓拧紧,但不适合柴油机飞轮壳螺栓拧紧。

六、悬挂随动拧紧机

悬挂随动拧紧机在柴油机装配线不常见,一般用在整车或者底盘装配线上,最常见的就是轮胎拧紧机,因为整车装配线都是随动的,在各个工位是不停的,不需要很高的精度,在一定的范围内就可以完成拧紧,所以这一类的拧紧及结构都不复杂,轴一般不需要进行变距,只是上层的滑动机构设计要合理,保证拧紧机构随动灵活,省力。

六、定位拧紧机,

定位拧紧机此种拧紧机顾名思义,就是拧紧的螺钉有先后顺序的要求,必须在严格的控制程序下进行拧紧反馈后才进行下一步的拧紧。需要结合机器人和平面机械手进行设计,使用全伺服设计是在成本上不划算的,在柴油机装配线上这一类的拧紧机已经应用较少,局限性太强。

1.拧紧一般力矩较小,一般拧紧力矩适用于 50Nm 左右的螺栓拧紧,拧紧部位应用主要螺栓较多的端盖类螺栓分布不均匀的部位,当然也可以结合自动送钉系统同步开发,这样也会防止错装漏装。

当前定位拧紧机的实际应用已经不多,因为被机器人带拧紧机所代替。定位拧紧机的程序调整较为复杂,应用时由于柴油机的状态不一致,会造成判定的不稳定。

2.对于复杂的螺栓拧紧,需要进行复杂的编程,由于定位拧紧机是通过传感器的判定位置来驱动机械手或机器人进行执行动作,所以传感器的稳定性至关重要,位置传感器的失灵,会导致拧紧程序的失控。在有零部件发生变更时,需要调整传感器的位置,重新进行校验,需要专业的技术人员进行维护,修改程序,实际上是未充分利用机器人或机械手的灵活性,造价昂贵。

3.定位拧紧机另外一种布置形式为手动具备多个自由度的机械手,机械手是人工操作的,定位系统设定被拧紧螺栓的位置信息,通过激光或角度编码器方式对螺栓位置进行定位,操作者通过激光的导引进或角度编码器行位置确认拧紧,在其他位置拧紧,拧紧轴是不动作的,这套机构应用较为复杂,且拧紧机构较为沉重,应用的场景已经不多,采用机器人带拧紧机就是更好的解决方式。

综上,主要介绍了柴油机装配线上的七种常用的拧紧机,每种拧紧机都带有自身的特点,这些特点需要结合柴油机装配线的整体进行规划,每一种拧紧机都能发挥其最大的功效,或者综合使用各类拧紧机,禁止一味的去追求整线的风格统一,自动化程度统一。

1.悬挂式拧紧机灵活,机械结构简单,维护成本非常低,而且非常稳定,但是其对于节拍的要求较多,在大批量的对节拍要求较严格的地方,此种拧紧机使用是非常不合适的,非常受限于操作者的技能;另外,对于有变距要求较多的地方也非常不适合,因为增加了变距伺服机构整个的悬挂式拧紧机将会变的非常沉重,对于操作者来说是极为不方便的。

2.龙门式拧紧机是悬挂式拧紧机的升级,这种升级的好处就是增加了驱动伺服机构,伺服机构可以较为灵活的处理螺栓位置的变化,而且对于较大力矩的拧紧是非常稳定的,一般像大扭矩的主轴承盖,缸盖螺栓拧紧都是采用此结构。

3.机器人带拧紧机主要应用于柴油机装配线 200Nm 力矩以下的拧紧位置,通过机器人的灵活性,可以达到防错,变距,适应产品变更的情况。

4.全自动拧紧机是结合龙门式拧紧机或机器人带拧紧机,增加了自动送钉机构,这种对于螺栓种类较少的,拧紧力矩要求较严格,又有防错要求位置最为合适,但是整体投资较高,后期增加自动送钉系统的调试也较为困难。

结束语:

柴油机装配线目前应用较多的就是这四种拧紧机,其他的拧紧机由于其局限性,基本已经很少应用了,应关注产能,柴油机特点,前后工位的布置情况综合考量,这样设计规划的拧紧机,拧紧系统与整线的工艺规划是符合的,与整线的投资水平是相适应的,既能够满足拧紧要求,又能够稳定的运行是最终的目的。

参考文献:

- [1]田大志,邱扬文.浅析柴油机装配线实现多系列产品柔性化生产的可行性[J].柴油机设计与制造.2014,20(3):5.DOI:10.3969/j.issn.1671-0614.2014.03.009.
- [2]董立广,肖铨,张炜澍,等.柴油机装配线自动机器人夹具优化[J].设备管理与维修,2015(10): 4.DOI: CNKI:SUN:SBGX.0.2015-10-051.
- [3]周锡.柴油机装配线非标翻转装备设计与研究[D].重庆大学,2015.
- [4]陈辉.济南柴油机厂 2000 系列柴油机装配线的设计[J].机械工程师,2008(7):3.DOI: 10.3969/j.issn.1002-2333.2008.07.048.
- [5]王凯.船用柴油机气缸盖自动化装配线设计[D].江苏科技大学 [2023-06-15].DOI: CNKI: CDMD:2.1017.855155.