

汽车发动机缸体加工工艺分析

许 龙

机械工业第九设计研究院股份有限公司天津分公司 天津 130011

摘 要: 汽车发动机缸体加工工艺是一个复杂而关键的过程, 对于保证发动机的正常运行和性能至关重要。本文从汽车发动机工作原理入手, 对汽车发动机缸体的加工的基本要求进行了分析, 探讨了发动机缸体加工工艺方法, 并针对汽车发动机缸体加工工艺的创新提出了几点建议。

关键词: 汽车发动机; 缸体加工; 工艺

引言

汽车发动机缸体作为汽车的重要零部件之一, 在整个发动机系统中承担着关键的功能和任务。由于其结构复杂、形状多样以及内部孔洞和槽的众多存在, 对于缸体的加工工艺提出了较高的要求。而有效的发动机缸体加工工艺不仅可以保证发动机的性能和可靠性, 还直接影响到整个汽车的质量和安

1 汽车发动机工作原理

汽车发动机是驱动汽车运行的核心部件, 它将燃料的化学能转化为机械能, 通过连续的爆燃过程推动活塞运动, 从而产生动力。常见的汽车发动机类型包括内燃机和电动机, 其中内燃机分为汽油发动机和柴油发动机^[1]。其中, 汽油发动机的工作原理如下: (1) 进气阶段: 活塞下行时, 气门打开, 进气门打开使得空气与燃料混合物通过进气道进入气缸。(2) 压缩阶段: 活塞上行时, 进气阀关闭, 活塞向上压缩空气与燃料混合物, 提高其压力。(3) 爆燃阶段: 当活塞接近顶点时, 火花塞产生火花引燃混合物, 混合物快速燃烧, 产生高温高压气体, 推动活塞向下运动。(4) 排气阶段: 活塞再次上行时, 排气阀打开, 排出燃烧后的废气。而对于柴油发动机, 其工作原理类似, 但燃烧过程有所不同。柴油发动机通过高压喷射装置将燃料喷入预热的压缩空气中, 在高温高压下自燃爆燃。此外, 无论是汽油发动机还是柴油发动机, 都需要配备其他系统以确保正常工作。例如, 给油系统负责供应燃料, 点火系统提供火花引燃混合物, 冷却系统降低发动机温度, 润滑系统提供润滑剂减少摩擦等。

2 发动机缸体的加工的基本要求

2.1 生产线布置

发动机缸体曲轴孔的加工需要使用铸铁和铝合金作为材料, 因此, 为了确保系统具备较高的加工能力, 生产线的布置显得非常重要。其中, 对于生产线结构的选

择, 我们可以采用单品种手动生产线或自动化生产线。如果选择单品种手动生产线, 其操作步骤相对简单, 适用于多机型共线批量化生产线, 同时其投资成本较低。但是, 这种生产线无法组合机床和专用机床成为自动化生产线, 整体效率也相对较低。如果选择自动化生产线, 可以采用专机对应专用的加工工艺, 以多轴配备高转速、快移动、快速换刀的CNC高速加工中心为主, 利用数控加工中心和相应夹具等工具的辅助, 进行深入的加工操作^[1]。自动化生产线可以提高生产效率、加工质量、产品精度, 但需要较高的技术和资金投入。同时, 生产线布置还应考虑以下几点: 第一, 应合理规划加工顺序、加工工艺和夹具, 避免浪费和低效率安排。同时, 通过优化流程, 提高加工精度和生产效率。例如, 可以通过CAD/CAM系统对加工顺序进行优化。第二, 应根据产品特性和加工需求选择合适的加工设备, 如挺杆车削机、卧式钻铣床等加工设备。设备应保证高精度、高效率 and 长寿命。特别是对于缸体曲轴孔的钻孔和铰孔操作, 需要选用高速、高精度的钻孔加工中心和铰孔加工中心。第三, 应从研发和实践中不断总结经验, 逐步建立一套科学的合理的制造工艺流程和工艺参数, 确保加工质量和生产效率。

2.2 缸体加工设计

发动机缸体的加工可分为粗加工和精加工两部分, 其中, 粗加工主要是对缸体的外观面进行铣削, 而精加工则在此基础上进行优化, 以确保设计符合预期要求。在缸体加工设计中, 有几个关键的参数需要明确: 其一是基准孔和底缸体安装面, 这些用于部件安装的螺纹孔和定位孔等应该在设计中确定。然后是缸体曲轴止推面和安装用螺纹孔的参数, 同时还需要精确确定缸盖螺栓孔和定位孔等位置, 这些参数的准确度对于发动机的正常运行至关重要。并且, 在进行缸体加工之前还需要进行中间清洗处理, 并进行毛坯试漏。通过检查工件是否

有油水互通等泄漏不良的状态,可以为整个缸体的加工准备做好前期工作。这样可以确保加工过程中不会出现质量问题,并保证发动机的密封性能符合要求。最后,在曲轴孔的镗铣过程中,还需要是保证曲轴孔与后油封的同轴度,这对于发动机正常工作和密封效果都非常重要。此外,要确保曲轴孔的前后面与曲轴孔的垂直度一致,以提高整体加工质量^[2]。

2.3 自主频次检查

在缸体加工过程中,有很多因素会影响加工质量,因此需要进行自主频次检查,以确保产品质量和生产效率。自主频次检查是指企业自行开展的定期检查,可以通过视觉检查、工具检查、检测仪器检查等方式进行。同时,可以结合生产车间、班组、操作工等的实际情况,精细化分析并制定针对性的检查标准和方法。缸体加工的自主频次检查内容主要包括加工前、加工中和加工后的检查。其中,加工前应检查加工工艺、夹具和设备的准备情况,加工中应检查加工精度、加工表面质量和尺寸精度,加工后则应检查产品的尺寸、形状、表面质量、硬度、显微组织等参数是否符合要求。通过自主频次检查,可以发现加工过程中的问题,并及时采取纠正措施,避免同类问题的重复出现,提高缸体加工的效率和质量。另外,自主频次检查还可以反映生产线上的不足和缺陷,并可促进团队成员的沟通和协作,为管理流程的优化提供参考和指导。

3 发动机缸体加工工艺方法

3.1 切削加工

在发动机缸体的加工过程中,切削加工是主要的工艺方法,这包括钻孔、铣面、铰孔、攻螺纹、镗孔等操作。其中,对于定位销孔的加工特别需要注意。其需要使用专用的铰刀进行铰孔,并提前进行试切验证来确保销孔的加工质量。此外,发动机缸体上有很多螺纹孔,而且其规格各不相同。为了完成较深螺纹孔的加工,必须选用带内冷的丝锥才能够完成。因此,在缸体上进行铰孔和螺纹孔的加工工艺是切削中的难点,需要得到应有的重视和处理。

3.2 珩磨

在发动机缸体试制加工过程中,珩磨方法所承担的工作量相对低于切削,但珩磨质量对发动机使用性能有直接影响。因为珩磨是制作缸体气缸孔壁网纹唯一的加工方法,而珩磨设备、珩磨条和工艺参数是珩磨质量的决定性因素。因此,对于珩磨质量的保障,需要在加工过程中注意珩磨设备、工艺参数和珩磨条因素的监控,并将珩磨的工艺参数固化,确保生产出稳定可靠的合格

产品。首先,在缸体气缸孔壁珩磨中,应选择具有高精度、高稳定性和高可靠性的珩磨设备。珩磨设备要求的平整度、摩擦阻力应与加工对象匹配。同时,在使用珩磨设备时,应注意保持其清洁和处在良好的维护状态,以保证加工效果和生产质量。其次,珩磨条的材料、结构和尺寸等都会对珩磨质量产生影响。为了保证气缸孔壁珩磨的准确性和稳定性,应选择优质、合适的珩磨条,并进行质量检查,并且所有的珩磨条都应该进行定期的检查和维护,同时还应按照要求进行调整和更换^[3]。最后,珩磨工艺参数是珩磨质量的决定性因素。因此,在加工过程中应注意珩磨工艺参数的监控和调整,以确保珩磨质量优秀。当珩磨网纹参数达到设计要求后,应将珩磨的工艺参数固化,以保证生产合格产品。

3.3 气密性检测

检查发动机缸体的气密性是确保发动机正常工作的必要程序,这个过程涉及到对多个项目进行检测,包括油道、曲轴箱和水套等部分。只有确保缸体的气密性良好,才能保证发动机的正常运行。其中,气密性检测的重点项目之一是油道。在发动机中,油道承担着将润滑油供应至各个关键部位的重要任务。因此,需要通过气密性测试来确保油道不会出现漏油现象。如果发现漏油情况,可能会导致发动机缺乏润滑,进而造成严重的损坏。而另一个需要检测的项目是曲轴箱。曲轴箱是发动机内部的关键组件,其中存在压缩空气和燃料混合物的爆燃过程。为了确保曲轴箱内部的气密性,需要进行相应的检测。如果曲轴箱存在漏气问题,会导致爆燃效果不佳,降低发动机的功率和效率。此外,还需要对发动机缸体中的水套进行气密性检测。水套是用于散热的重要组件,如果存在漏水现象,会导致发动机过热,进而影响其正常工作。

3.4 缸体加工自动线

随着汽车行业的快速发展,市场对于汽车品牌和外形的需求越来越多样化。传统的硬性自动线虽然在特定加工工序上表现出色,但无法满足汽车行业快速变化的需求,而柔性自动线也随着市场变化得以应运而生。目前,柔性自动线在国内汽车制造业的应用还不够充分,但在国外已有广泛应用,并取得显著效果。详细来说,柔性自动线主要应用于汽车制造业中的零部件加工,如发动机缸体加工、曲轴加工、车架加工、车轮加工等。这些工序虽然各不相同,但仍可通过柔性自动线进行快速的变换,提高生产效率,降低人工成本,进而提高企业的竞争力。此外,柔性自动线还具有生产效率高的特点,其既能完成单品种小批量的生产,也能快速切换生

产型号,适应市场需求的快速变化。并且柔性自动线采用了多种精密测量装置,能够对加工质量进行实时检测和反馈,从而保证加工精度。未来,柔性自动线的发展趋势将更加智能化、数字化和高度自动化。一方面,随着人工智能技术和机器学习技术的不断发展,柔性自动线将更加自主和智能,可进行人机交互和智能化决策。另一方面,数字化技术与柔性自动线的集成将成为一种趋势,实现更加准确、高效的生产和管理。

3.5 刀具

在选择刀具时,需要考虑工件材料、工艺、机床和生产线等因素的限制。对于发动机缸体这样的重要汽车零部件,由于其结构和形状复杂,以及孔和槽的数量较多,壁厚不均匀等特点,因此在加工过程中需要使用各种不同类型的刀具。一般来说,在选择刀具时,需要考虑以下几个方面:(1)根据工件的材料特性选择合适的刀具材料,例如高速钢、硬质合金或陶瓷等。(2)根据缸体的结构和形状,选择合适的刀具形状,如平面铣刀、球头铣刀、T型铣刀等。(3)根据缸体的尺寸和要求,选择合适的刀具尺寸,包括刀具直径、刃长和刃数等。(4)根据加工要求,选择合适的刀具刃口几何形状,如平面切削、螺旋切削或切割刃等。(5)根据加工要求和工件材料,选择具有适当涂层的刀具,以提高切削性能和延长刀具寿命。而对于发动机缸体加工,常用的刀具包括铣刀和镗刀。铣刀可用于铣削缸体的平面和端面,以及开槽和切割等操作;而镗刀则适用于加工缸体内部的孔洞,如曲轴箱孔和水套孔等^[4]。最后,在实际应用中,还需要考虑切削参数的选择,如切削速度、进给速度和切削深度等。这些参数的选择应根据具体情况进行调整,以确保刀具在加工过程中的稳定性和效率。通过合理选择和使用刀具,可以提高加工质量和效率,确保发动机缸体的精确加工。

4 汽车发动机缸体加工工艺的创新

汽车发动机缸体作为整个发动机核心部件之一,其质量和加工工艺对发动机的性能具有决定性影响。在汽车工业的快速发展过程中,不断推陈出新,开创新的缸体加工工艺已成为汽车行业的重要课题之一。第一,对于汽车发动机缸体加工过程中的整个流程,需要进行全面的优化。通过加工方案的精细分析,并结合先进的加

工工艺和设备实现更加完善和优良的加工质量,从而提高整个流程的效率和精度。减少缸体加工中的人力操作和提高自动化水平是一个必须考虑的问题。第二,切削工具的选择和应用是发动机缸体加工中很重要的环节。新型切削工具的应用有助于提高加工效率和加工精度。例如,先进的切削技术和涂层技术的应用可以使刀具的寿命和耐磨性得到提升,有效降低生产成本和提高产品质量。此外,新型切削工具的应用还能改善加工表面质量,减少缸体加工过程中的废品率。第三,随着加工工艺的不断发展和创新,新型加工工艺也日渐成熟。在缸体加工过程中,采用新型加工工艺可以大大提高生产效率和产品质量。例如电火花加工、爆破加工等非传统加工工艺的应用,不仅可处理更复杂的设计形式,还能提高加工效率和质量。随着加工工艺不断创新,新型技术的广泛应用也将成为发动机缸体加工的重要趋势。第四,智能化加工生产的应用也为缸体加工工艺的创新带来了新机遇。智能制造技术的发展,为缸体加工的自动化和智能化提供了理论和技术支持。例如采用计算机集成制造系统实现自动化生产,应用智能化的机器人自动化系统进行缸体加工过程中的多种操作等等。这些措施可以在大大提高生产效率和产品质量的同时,减少人力投入,提高了整个加工过程的环保性和可持续性。

结语

综上所述,合理选择和应用适当的工艺,可以提高发动机缸体的加工质量和效率,从而确保整个汽车系统的可靠性和性能。因此,未来的研究可以进一步深入探讨新的加工工艺和技术,以满足不断发展的汽车工业对发动机缸体加工的需求。

参考文献

- [1]滕峻林,罗静,肖铁忠,等.摩托车发动机缸体三面加工专用机床设计[J].机床与液压,2019,47(6):133-137.
- [2]王大刚,刘鹏飞.关于发动机缸体缸盖加工线清洗机床的设计[J].清洗世界,2020,36(8):9-10.
- [3]赵卫国,胡琼,潘凤山.汽车发动机缸体铣削加工参数优化研究[J].机床与液压,2019(10):119-121.
- [4]王岩,王芳,高宏.汽车发动机缸体加工工艺与设备[J].机械工程与自动化,2020(4):79-81.