

焊装门盖自动线及其夹具柔性切换系统

田 阳, 范东亮, 史 磊

一汽轿车股份有限公司, 长春, 130012

摘 要: 白车身作为乘用车零部件的重要组成部分之一, 其制造成本和质量对整车影响极大, 而白车身中的四门两盖部分, 涵盖了白车身的绝大部分表面件, 更是对车身外观起着至关重要的作用, 是白车身的“重中之重”。与此同时, 不同车型的门盖造型、尺寸都不尽相同, 夹具、工装无法通用, 为共线生产增加了许多难度。为了降低制造成本并适应多平台多车型的批量白车身制造模式, 多种车型的“白车身自动线柔性共线”生产模式成为了解决这类问题的关键。此类生产模式的两个重点内容一是白车身生产线的自动化实现, 二是多车型的柔性共线即不同车型夹具的柔性切换。本文藉由某整车厂焊装车间已投产的四门两盖自动线, 简要描述了该自动生产线所采用的四面体柔性夹具切换系统, 并对线体规划初期的几种柔性切换方式进行了对比, 分析了该四面体柔性夹具切换系统的优势以及值得完善和改进的地方。

关键词: 焊装自动线; 柔性切换; 四面体夹具

Switch System of the Flexible Clamping-fixtue Using in The Doors and Hood & Trunkdeck Automatic Production Line of Welding Workshop

TIAN Yang, FAN Dongliang, SHI Lei

Technology Department, FAW CAR Co., Ltd (FCC), Changchun, Postcode: 130012

Abstract: As an important part of the passenger car components, white body's manufacturing costs and quality have great influence on the whole vehicle. The four doors and the two cover parts (hood & trunkdeck) contains the vast majority of surface parts, which plays a very important role in the car appearance, are the "top priority" of the white body. Meanwhile, the clamping fixtures of cars in different modellings and sizes can't be universal, which adds a lot of difficulty to sharing a production line. In order to reduce manufacturing costs and fit the batch manufacturing model of multi-platform and multi-model, the production model "automatic flexible sharing a production line" becomes the key to solving such problems. The two key elements of this production model are automatic realization of white body production line and the flexible switching of different types of the clamping fixtures. This article bases on the doors and hood& trunkdeck automatic production line of a welding workshop in a whole vehicle factory, which briefly describes the switch system of the tetrahedral flexible clamping-fixtue. By comparing several flexible switching methods in the planning period, this article analyses the switch system of the tetrahedral flexible clamping-fixtue on the advantage and the place worthy of improvement.

Keywords: Automatic welding line; Flexible switching; Tetrahedral clamping-fixtue

1 绪论

柔性化生产,是目前国内外汽车制造企业都在广泛追求的一种灵活、高效的生产模式。它既满足了汽车生产要求的规模效益,又保证了产品多元化的需求。这种先进的生产理念,增强了汽车企业的竞争力,能够给企业带来良好的经济效益。自1967年英国Molins公司建造首条FMS(Flexible Manufacturing System)生产线以来,柔性化共线生产的想法就一直被关注,但直到80年代,藉由电气自动化技术的高速发展,柔性化生产线才真正开始步入实用阶段。

柔性共线技术中的“柔性”可以表述为两个方面:第一方面是线体的自动控制系统能够对线体设备有很好的适应能力,即设备现场总线组网便利,自动控制系统能够实时的进行合理逻辑控制,并通过人为逻辑编程实现生产线的自动控制功能;第二方面是多车型的夹具共用或者夹具切换。运用一定的初期投入完成多车型的生产。在发生老车型停产、新车型上线的更迭时,只进行少部分工装、电气控制程序以及机器人示教程序的改造就可以使原有生产线满足新车型的生产。从而减少厂房、设备及公用动力设施的重复性投资,同时又达到了丰富产品线的目的。

1.1 四门两盖自动生产线

四门两盖是指白车身左前门、左后门、右前门、右后门这“四门”以及白车身前盖(发动机舱盖)和后盖(行李箱盖,有时依据车型不同,也可能作为背门)。四门两盖作为白车身覆盖件,其表面平整度和尺寸精度将影响到整车漆面光滑程度以及车身接缝匹配情况等,是汽车消费者最直接

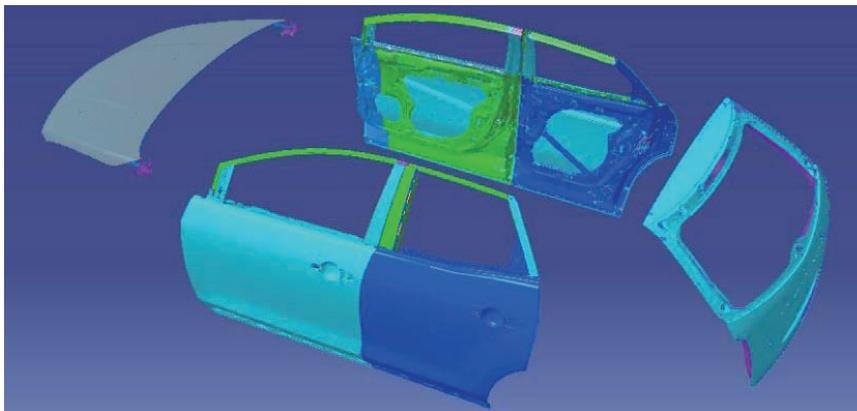


图1 某整车厂SUV车型 3D数据

观察到的汽车的“脸面”。如图1所示为某整车厂一个SUV车型四门两盖的3D数据。

四门两盖自动生产线(以下简称四门两盖线或门盖线),包含的工艺内容一般有内外板的分总成焊接、冲铆、涂胶、内外板压合、补焊、铰链安装等,工艺内容较为繁琐。此外,线体内所包含的分总成分类较多,物流器具、存储器具等也会造成线体占地面积较大。如果将门盖线规划为单车型的专有生产线,只进行单一车型的生产,这样在开发新车型时,就很可能需要迁移现有生产线以腾出占地空间,将造成厂房、设备及公用动力设施的重复投资,搬迁挪动后的生产线也将面临重复调试和尺寸恢复的浪费情况,人员劳动的效率也极低。如何实现四门两盖的自动线生产、并使自动化生产最大化,用有限的生产线占地面积实现多车型四门两盖的共线生产,甚至完成多车型的生产周期更迭,让投入与产出的最优化一直是焊装工艺规划所探求的方向,随之而来的是更为复杂的生产工艺规划、更为严谨的生产线自动控制技术。

1.2 焊装四门两盖自动生产线

某公司焊装车间门盖自动线线,规划纲领10万辆/年,可以实现三种车

型的共线生产。目前,该生产线已建成并投产,已具备量产门盖总成的能力,节拍60s。

四门两盖自动线,主要分为三个区域,即前后盖区域、左门区域(左前门、左后门)、右门区域(右前门、右后门)。其中左门区域和右门区域工艺对称,分布于调整线的左右两侧,便于车门总成就近输送、安装。该自动线使用四面体转台作为不同车型的车门生产夹具,通过整体切换四面体夹具完成不同车型的柔性生产。

本文将四门两盖自动线的左门区域为例,介绍门盖自动线中工艺规划所使用的柔性夹具切换系统所发挥的重要作用以及一些值得改进和优化的地方。图2所示即为四门两盖自动线的左门区域。

如图所示,将左门区域进一步划分成三个小区域:①内外板压合区;②内板焊接工位区;③四面体转台夹具柔性切换区。其中内外板压合区主要为冲压工艺,这里就不再深入谈论;内板焊接工位区,主要通过涂胶、点焊、冲铆等工艺,完成从零件到分总成的工作;四面体转台夹具柔性切换区是四门两盖自动线实现多车型柔性共线生产功能的区域。

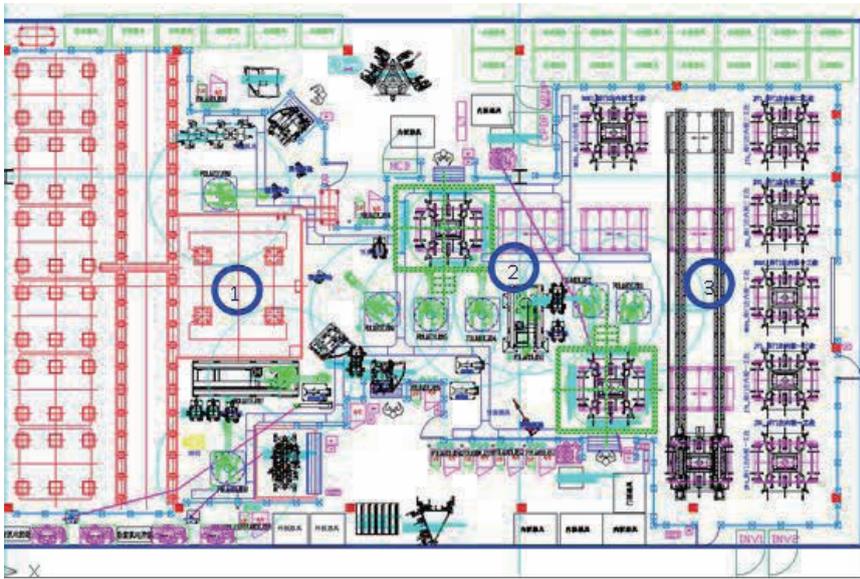


图2 四门两盖自动线左门区域

2 线体柔性夹具切换方案

新建一条自动化生产线，需要考虑工艺装备技术的先进性、结构的合理性、配置的完整性、生产运行成本的经济性、使用的可靠性。并需要遵循

以下几条生产线设计原则：工艺先进，柔性高；尽量减少工位数，布置紧凑；尽可能减少操作工人数量，提高劳动生产率；采用装备要尽可能低能耗；确保生产线开动率，并有相应手段及措施；物流通畅；便于维修，有充分的维

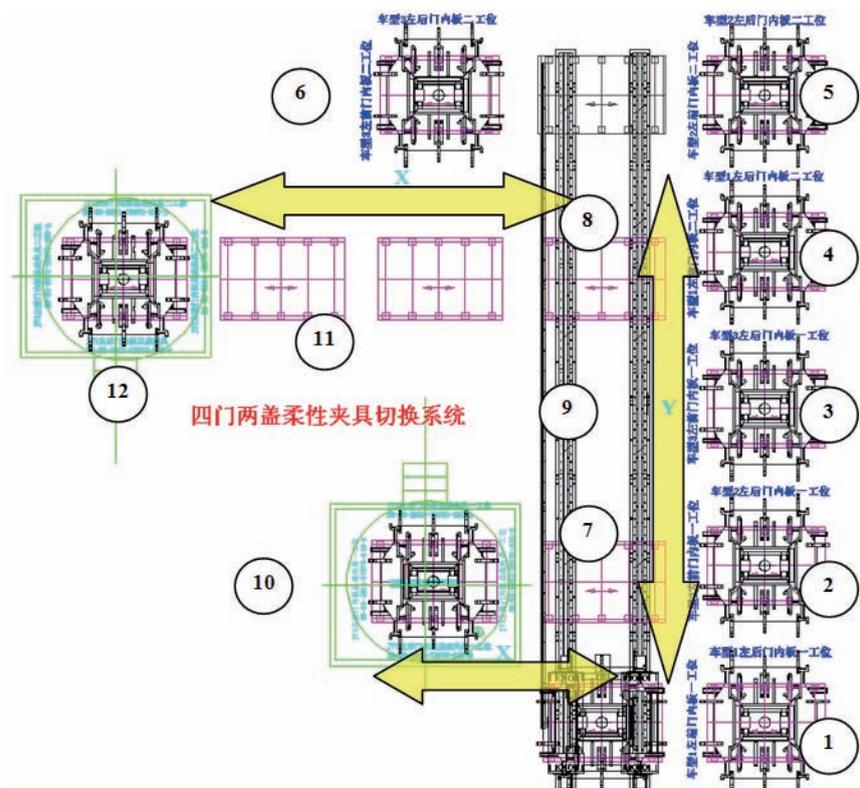


图3 四门两盖自动线柔性夹具切换系统布置图

修作业空间。

柔性制造系统是一种集机械、电子、自动化、计算机等技术于一体的现代化制造技术，是为解决多产品小批量生产中效率低、周期长、成本高、质量差等问题而发展起来的制造技术。而对于汽车白车身制造而言，由于白车身四门两盖的共线制造过程复杂：涉及到生产线的布局规划，工艺及工位设计，各工位之间的平衡计算，以及与生产相关的物流问题，质量问题等等。需要解决的难题很多，这里主要对柔性切换方案以及柔性切换系统的电气控制方案做一些有针对性的研究。

2.1 柔性夹具切换系统

2.1.1 四面体转台整体切换方案

如图3所示，即为四门两盖自动线所采用的柔性夹具切换系统平面布局图。这个方案将夹具以四面体转台的形成进行整体切换，在线体一端布置夹具存放区。四面体夹具上，每个面都有一个Base板，在Base板上，再安装夹具块、爪、销等形成夹具工装。该工艺布局考虑了左门区域由零件到分总成的工艺流程以及节拍要求，将左门的工艺分为两个主要的人工上件工位，并采用四面体转台的方式作为整体切换的夹具。当夹具切换至工位位置，通过四面体下降、能量板举升的方法将夹具与转台对接，为四面体夹具提供低压电、压缩气等能源动力。

表3给出了整个柔性切换系统的主要组成机构，四门两盖所使用的柔性切换系统是由横移变频电机、转台水平滚床变频电机以及输送滚床和夹具工装台普通电机综合构成的工装切换系统。减速、停止、到位等位置判断信号也是由编码尺，编码器，行程开关，接近开关综合处理。

表1 四门两盖自动线柔性夹具切换系统组成

序号	组成部分	序号	组成部分
1	车型1对应一工位的左前、后门四面体转台夹具	2	车型2对应一工位的左前、后门四面体转台夹具
3	车型3对应一工位的左前、后门四面体转台夹具	4	车型1对应二工位的左前、后门四面体转台夹具
5	车型2对应二工位的左前、后门四面体转台夹具	6	车型3对应二工位的左前、后门四面体转台夹具
7	一工位横移小车(带变频电机)	8	二工位横移小车(带变频电机)
9	横移轨道	10	一工位滚床(带变频电机)、升降旋转台(带变频电机)、能量板
11	二工位输送滚床(带普通电机)	12	二工位滚床(带变频电机)、升降旋转台(带变频电机)、能量板

每一个四面体夹具包含一个车型对应一个工位的前门、后门夹具，共四面，分为前门A面、前门B面，后门A面、后门B面。A、B面结构完全相同，如图4所示。这样，三种车型两个人工上件工位，共需要六个四面体转台夹具。人员向四面体转台A面进行人工上件，上件完成后转台旋转180度，A面的零件可以开始进行机器人自动点焊；B夹具面，可以继续该车型同一车门的人工上件工作。四面体夹具采用气控原理，一阀多缸，按工艺要求，依次夹紧或打开。

2.1.2 其余的柔性切换方案

在四门两盖自动线规划之初，也曾考虑了其他的柔性切换方案，如图5、图6所示，即为两种与四门两盖自动线最终采用方案相异的切换方案。

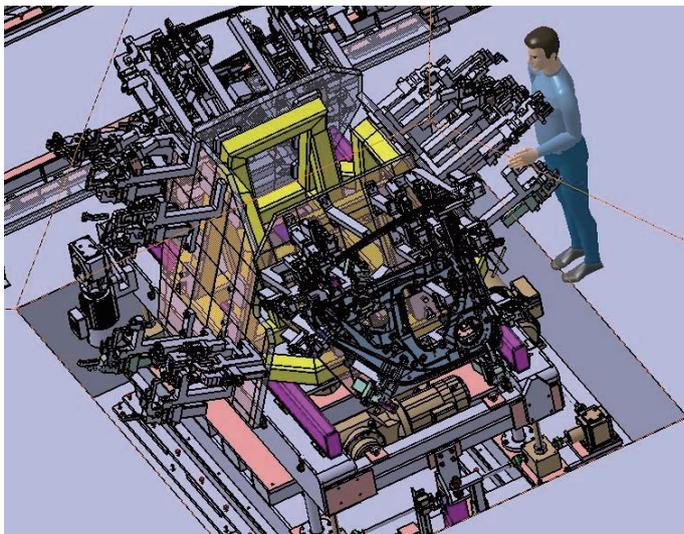


图4 四面体夹具转台

(1) 两面转台切换外挂夹具
如图5所示，此种方案中选用了—个固定位置的两面转台作为人工上件工位，在转台的工作面外挂夹具，将不同车型的总成夹具与转台的对接接口做成统一标准的规格，这样只需切换外挂夹具即可完成车型切换。

此方案最大的缺点在于切换车型时，难以完全实现自动切换，需要人力从夹具存储区取放，所需人力较多，耗时较长。并且外挂夹具与转台对接接口经过反复切换后容易磨损，造成夹具定位不准确，影响机器人自动点焊质量。在占地面积方面，此方案与四门两盖线采用的方案相近，且能够满足第三车型的增加。

(2) 四面体转台固定工位位置

如图6所示，此种方案中选用了—

个固定位置的四面转台作为人工上件工位。转台的位置固定，转台上的夹具固定，转台通过旋转在前门夹具和后门夹具间切换，但此方案占地面积最大，且无法在原有工装夹具基础上完成第三车型的增加。

2.2 柔性夹具切换系统电气控制

2.2.1 电气控制方案

参照图5柔性夹具切换系统平面图中所标注的3个浅黄色双向箭头，规定“X方向”与“Y方向”；四面体夹具转台沿着轨道移动的轨迹与线体工艺走向相垂直，因此规定沿着轨道移动为“横移”，因此有“横移轨道”、“横移小车”等组成机构的名称。

(1) Y向横移小车采用SEW MDX61B变频器通过电机增量编码器及轨道光栅尺绝对值编码器闭环控

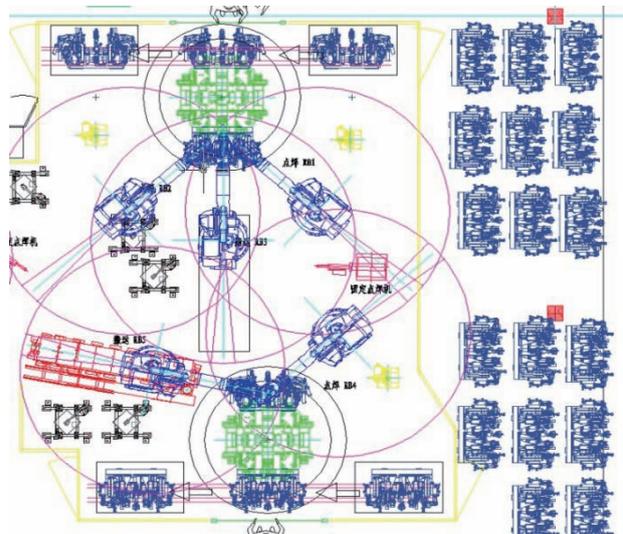


图5 两面转台切换外挂夹具

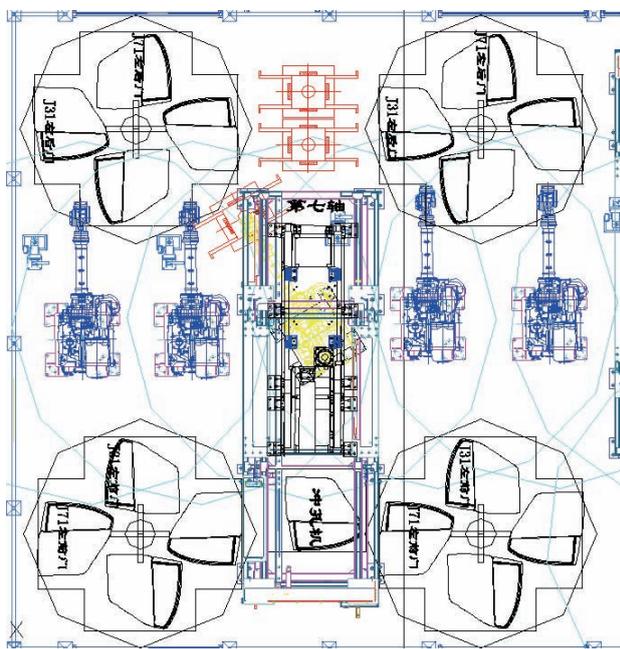


图6 四面体转台固定工位位置

制,编码器信号接入DEH21B卡,其他控制信号接入DIO11B卡。X向由于二工位输送滚床对于定位精度不高,所以输送滚床直接用减速电机驱动。

(2) 旋转滚床式四面体料架:

a、转台旋转伺服电机使用SEW MDX61B变频器控制,伺服同步电机编码器信号接入变频器DEH11B卡,其他控制信号接入变频器DIO11B卡。

b、转台上滚床电机使用SEW MC07B变频器控制,控制信号直接接入变频器端子。

2.2.2 车型夹具切换流程

为能实现四面体转台夹具的整体切换,在工位处设置了转台升降机构,在满足条件后可将四面体夹具与转台脱开或是落位。当转台下降到位,四面体夹具上的定位销落入销孔后,设置零点定位机构用来锁死四面体夹具,直至四面体夹具上升。同时在工位处设置能量板,通过能量板与四面体转台夹具的快速插接给夹具供给网络,电源,水气。当转台移至工位,且下降

到位,零点定位夹紧后,能量板上升,水、气、电接通。反之,当零点定位打开,转台上升,能量板下降,能源供给断开。

2.3 四面体柔性切换的好处以及需要改进的地方

柔性切换的好处是显而易见的,使用有限的厂房地,共用自动化设备、工装实现了三种车型的共线柔性生产,实现了车型投资的利用

率最大化。并且,可以想象,一旦线体上的已有车型因为产品寿命而需要下线,我们便可以将柔性切换系统四面体夹具整体更换掉,为下一个新车型做准备和预留,同时也为新车型的生产准备节省了一大笔的设备、动力、厂房占地投资。

然而这种四面体的柔性切换系统,也还有一些值得改进和完善的地方:

(1) 四面体夹具制造精度有待提高。门盖线所使用的四面体其相对的两个面(A、B面)为同种工件的夹具,但由于四面体及夹具的制造精度原因,对应A、B面即使为同种工件,也需要机器人使用两套示教程序,如此也给调试及发生碰撞故障后的恢复工作带来了麻烦。

(2) 四面体工位与工位之间的转运方式有待优化。四面体工位与工位之间,以机器人抓手转运实现,而由于门盖自动线工艺繁多、布局紧凑、复杂,导致偶有机器人抓手碰磁故障发生,而重新校准抓手并对抓手工件对应的各个

四面体夹具进行示教恢复比较繁琐。

3 总结与展望

本文以焊装车间四门两盖自动线为契机,对线体工艺方案进行了简要的分析,并详细描述了门盖自动线采用的四面体柔性夹具切换系统。阐述了其组成结构,各部分功能及如何实现三车型的柔性共线生产。但由于时间的仓促以及篇幅的有限,未能将许多细节逐一说明,没有能彻底深入的讲述其中原理等,也是一点小小的遗憾。

目前汽车白车身制造,正在向着生产自动化、多车型柔性化方向发展,对于未来而言,白车身的焊装工艺必然无法与自动化生产线以及多车型柔性共线这两个方面相悖。基于这两个发展方向,作为“汽车人”,我们很乐意看到通过提高汽车制造水平来促进国家制造业水平的逐步升高。**7**

参考文献

- [1] 王玮. 白车身机器人焊装自动线关键装备技术的研究[D]. 合肥工业大学, 2010.
- [2] 许瑞麟, 朱品朝, 于成哉. 汽车车身焊接技术现状及发展趋势[J]. 电焊机, 2010, 40(5):1-18.
- [3] 王长润. 机器人柔性焊装线整线控制技术[D]. 合肥工业大学, 2009.
- [4] 席升印. 于实例的车身总拼柔性夹具方案设计研究[D]. 上海交通大学, 2008.

作者信息

姓名: 田阳; 工作单位: 第一轿车股份有限公司; 职务: 焊装工艺员; 职称: 工程师; 通讯地址: 吉林省长春市高新技术产业开发区蔚山路4888号; 邮编: 130012; 电话: 0431-85781394, 13674305591; 电子邮箱: tianyang@fawcar.com.cn

复杂铸件近净成形铁型覆砂铸造关键技术与装备



本项目针对铸件近净成形技术展开,以铁型覆砂铸造技术为依托深入研究,开发铸件近净成形铁型覆砂铸造新工艺,研制各类铸件的专用成型工艺模型和工装模具,以及一系列的专用生产设备,形成适用自动化生产要求的设计和制造规范及流程,研制集光、机、电、气一体化的全自动生产线。

(1) 近净成形铁型覆砂铸造工艺研究,重点开展铸件冷却速度与覆砂层厚度、铁型壁厚及铸件壁厚之间的关系研究,并通过仿真模拟计算获得较为准确的设计参数,对工艺进行设计优化,确保铸件充型、凝固和冷却在一个比较理想的条件下完成,保证铸件质量。

(2) 开发了适用近净成形铁型覆砂铸造生产的专用成套设备,在现有生产线的基础上研发与提升,并面向企业的需求,开发自动化程度更高、运行更稳定的自动化生产线。

(3) 铁型免信号精确输送技术研究,采用可编程控制器内部计算程序替代铁型输送轨道上众多位置检测信号,避免了信号过热、损坏、尘土遮蔽等引起的故障,大大地减少了故障率,降低了安装及维护成本,使输送性能更加稳定可靠。

复杂铸件近净成形铁型覆砂铸造关键技术及装备项目的成果,已在全国近40多家企业应用,复杂铸件近净成形铁型覆砂铸造生产技术大大提升了铁型覆砂铸造生产的铸件质量水平,促进了这一节能、环保的先进铸造技术的应用拓展,推动了传统铸造产业的转型升级,具有显著的社会效益。

项目采用计算机建模分析和实验验证结合的研究方法,确立了铁型覆砂铸造数值模拟及参数,可用于指导近净成形铁型覆砂铸造生产。研究开发了适用于近净成形铁型覆砂铸造生产的铁液过滤净化技术、铸型成型精

度控制技术,包括工装设计、覆膜砂材料、覆砂造型工艺和涂料等一系列工艺规范;研制开发了铸件近净成形铁型覆砂铸造自动化生产线及配套装备,实现了曲轴、曳引轮和泵体等铸件的大批量近净成形铁型覆砂铸造生产,在40余家企业推广应用,实现了产业化,具有节能、节材、绿色等优势。项目获得专利40余项(其中授权发明专利12项),在近净成形铁型覆砂铸造工艺和生产线装备等方面有重要突破和创新,技术达到了国际先进水平。T

主要完成单位:浙江省机电设计研究院有限公司,湖州南丰机械制造有限公司,湖州鼎盛机械制造有限公司,十堰市泰祥实业有限公司,梅州五指石科技有限公司
主要完成人:黄列群、潘东杰、沈永华、马益诚、应浩、高强、夏小江、汤瑶、朱丹、刘同帮、洪华泽、费巍俊、朱恒斌