

# 挤压成形轮毂模具自动喷雾机的研发

李真健<sup>1</sup>,刘旭波<sup>2</sup>,杨湘杰<sup>2</sup>

(1.广东科达机电股份有限公司,广东 佛山 528000;

2.南昌大学 机电工程学院 江西省高性能精确成形重点实验室,江西 南昌 330031)

**摘 要:**针对目前国内压铸行业使用的自动喷雾机的缺点,结合已开发的两板立式金属内腔挤压成形机的结构,按一体化成套开发的理念设计开发了一种结构紧凑性能优异高效率的喷涂设备,通过创新开发的双盘旋转式喷雾装置及采用单独控制外混式雾化技术的自动喷枪,大大的缩短了轮毂等大面积零件的喷涂时间,有效节省了脱模剂、压缩空气的消耗量,提高了喷涂质量。通过将喷雾机直接设计安装在主机导轨架上,采用双轴直线运动机构完成喷雾装置上下及前后移动,减少了占地面积,降低了造价成本,使整套装备更紧凑,工作效率更高。

**关键词:**自动喷雾机;大吨位;立式挤压铸造;轮毂

**中图分类号:**TH16    **文献标识码:**A    **文章编号:**1001-3997(2014)10-0243-03

## Development of Automatic Spray Device for Wheels Mold on Large Tonnage Extrusion Forming Machine

LI Zhen-jian<sup>1</sup>, LIU Xu-bo<sup>2</sup>, YANG Xiang-jie<sup>2</sup>

(1.Keda Industrial Co., Ltd., Guangdong Foshan 528000, China;2.Key Lab of Near Net Forming in Jiangxi Province, School of Mechanical and Electrical Engineering, Nanchang University, Jiangxi Nanchang 330031, China)

**Abstract:**Aimed at the shortcomings of the automatic spray device for current domestic die-casting industry, combined with the structure of our developed vertical two plates extrusion forming machine, developed a compact, high-efficiency performance spray device for wheels mold based on the concept of integrated development. Through the double-disc rotary spray device and the automatic spray gun with external mixing atomizer technology, greatly reduced the spraying time for the large wheels, saved the release agent and compressed air, and improved the quality of the mold coating. The sprayer installed on the host rack rails, used the biaxial linear motion mechanism, thus reducing the footprint and construction cost, making the whole equipment more compact and efficient.

**Key Words:**Self-Propelled Sprayer; Large Tonnage; Vertical Extrusion Forming; Casting Wheels

### 1 引言

铝合金轮毂在汽车行业中应用广泛,预计 2014 年铝合金轮毂的需求量将达到 2.5 亿只<sup>[1]</sup>。近年来,汽车产品都朝轻量化趋势发展,轮毂性能提高是汽车节能减排重要途径之一。传统的铝轮毂的铸造成型技术难以满足轻量化要求,锻造铝合金轮毂性能好,但材料利用率低、成本高昂,一般只能用于高端车型,难于大范围推广应用。挤压铸造成型技术可以生产出性能与锻造性能接近的轮毂,而成本可以有效的降低,是今后制造高性能轻量化铝合金轮毂行之有效的工艺。

广东某有限公司与某大学从 2009 年起开始研发设计锁模力 33000KN 立式金属内腔挤压铸造成型成套装备用于大型铝合

金轮毂的生产,设计目标按照目前国际最先进的技术要求,从模具清理、喷涂、浇注、施压到取件全自动化,加压速度可分级调节,工艺参数可全过程计算控制并显示的先进的挤压铸造成型装备。作为挤压铸造工艺的第一的环节,模具的自动清理、喷涂在提高生产效率和产品质量方面起着重要的作用。

目前国内压铸行业使用的自动喷雾机大体有两种类型:一是连杆式运动机构加上集中雾化器或者 2 轴 3 轴直线伺服运动机构加上集中雾化器,其缺点是雾化器集中雾化后通过铜管输送到各个喷涂点,雾化的气体在铜管输送时容易重新凝结成大的液滴,雾化效果差且压缩空气和脱模剂消耗大,另外,传统铜管式喷头易折弯,精确性低,参数无法准确测定和控制,全凭操作者自身

来稿日期:2014-03-14  
基金项目:广东省战略性新兴产业核心技术攻关项目(2011A010802005);国家自然科学基金(51261019);江西省自然科学基金(20122BAB206022)  
作者简介:李真健,(1969-),男,广东东莞人,本科,工程师,主要研究方向:材料加工装备

经验。这种方法一般适用中小吨位压铸机和挤压压铸机。另一种是通用曲臂机器人前加板块式单点喷雾装置,其缺点是通用曲臂机器人占地面积较大,造价成本高,大大的增加了整套装备的造价成本,不利于大规模的推广应用。

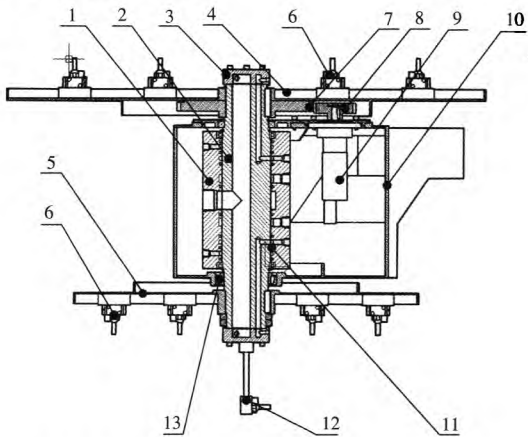
基于以上原因,结合我们合作开发的两板立式金属内腔挤压铸造成型机的结构,按一体化成套开发的理念设计开发了一种结构紧凑性能优异高效率的喷涂设备。这套设备由喷雾装置和机械手运动机构两大部分组成。

2 喷雾装置设计

公司开发的 33000KN 立式金属内腔挤压铸造成型成套装备用于 18 英寸大型铝合金轮毂的生产,整个模具内腔喷涂面积达到 700mm×700mm,模腔深超过 200mm,喷涂面积和工作量大,若采用传统的集中雾化器,耗气量很大,输气软管直径和弯曲半径很大,严重影响机构动作,也不符合目前节能减排要求。经过多方比较,现采用分散式单独气控低压空气雾化技术,其特点是雾化更细,涂层更薄更均匀,切断性能好,没有滴液现象,脱模剂消耗少及模具能量消耗少。

分散式单独气控可单独控制某一点的喷枪工作,对特殊的部位可单独喷涂不同性能的脱模剂。下模浇口套为倒八字,上小下大,一般喷涂方法比较难喷涂。结合铸件大圆形的特点,提出旋转喷雾的理念:利用两个大旋转盘上的喷头同时对上下模进行正面喷涂,喷涂更均匀、喷涂面积大、喷涂时间更短、工作效率高,在下转盘园心处伸出一长管,下端安装单独雾化喷枪侧向喷雾,在转盘的旋转下,对下模倒八字浇口套进行全面喷涂。

基于上述设想,开发设计了一种旋转喷雾装置,其结构,如图 1 所示。本装置创新性地通过一个内部有多路通道的旋转轴带动轴两端的喷雾转盘一起旋转,喷雾转盘上安装有多个喷头,上下转盘旋转可同时对上下模进行喷涂。脱模剂、水、压缩空气等多种流体介质通过固定不转的外外套的内环槽与旋转轴内部的各通路接通,内环槽之间有密封圈密封,再由旋转轴的内通路输送到转盘上喷头,进行喷涂。

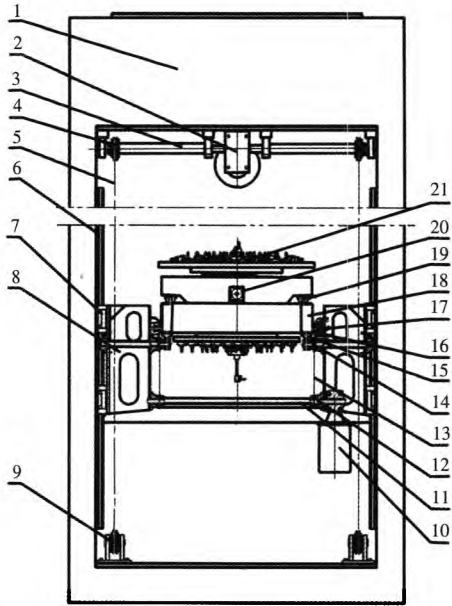


1.固定外套 2.旋转轴 3.管路连接板 4.上转盘 5.下转盘  
6.喷头组件 7.大齿轮 8.小齿轮 9.气动马达 10.安装支撑座  
11.密封圈 12.侧喷单元 13.轴承

图 1 喷雾装置

Fig.1 Spraying Device

旋转喷雾装置工作原理是:脱模剂、水、压缩空气等多种流体介质由件号 1 固定外套接入,通过其内部的环形槽进入件号 2 旋转轴内的各个通路,分别流向轴的两端,进入两端的件号 3 管路连接板,由件号 3 管路连接板出来通过软管与件号 6 喷头组件相连,由喷头组件向上下模喷涂脱模剂,喷头组件安装在件号 4 上转盘和件号 5 下转盘上,随上下转盘一起旋转,实现旋转大面积均匀喷涂。浇口套侧喷单元 12 安装在下管路连接板上,喷口对着径向,随下管路连接板一起旋转,实现对浇口套内壁的均匀喷涂。上下转盘安装在旋转轴两端,随旋转轴一起旋转,旋转轴的动力是通过件号 9 气动马达依次带动件号 8 小齿轮和件号 7 大齿轮转动,由大齿轮带动旋转轴、管路连接板和上下转盘转动,旋转轴通过两端的件号 13 轴承支承在件号 10 安装支撑座上。上转盘面积较大同时具有接屑功能,防止铸件的飞边、残渣等掉入下模内。其中喷头组件和侧喷单元为采用外混式雾化技术的自动喷枪,可以独立调节空气压力和液体压力,使喷涂速度、喷涂压力和液滴大小达到最佳组合。脱模剂在喷枪中被二次雾化,使其更细、分布更均匀,液滴更细微,扇形雾流幅更宽大,使得涂层均匀细致,死角更易覆盖,且由于空气保护,脱模剂耗损小。喷嘴座为万向球铰结构,可自由精确控制喷涂角,使喷嘴完全垂直于模具轮廓面,提高覆盖面和喷涂速度。喷雾运动机构,如图 2 所示。



1.导轨架 2.提升电机减速器 3.提升传动长轴 4.提升链轮  
5.提升链条 6.升降导轨 7.升降滑块 8.升降座 9.被动链轮  
10.进退电机减速器 11.进退传动链轮 12.进退传动长轴  
13.传动链条 14.齿轮 15.齿条 16.滑块 17.水平导轨 18.手臂机架  
19.直线导轨副 20.气缸 21.喷雾装置

图 2 喷雾运动机构

Fig.2 Mechanism of Spraying Motion

3 喷雾运动机构部分设计

由于主机结构为立式两板机,其左右两侧有为动梁导向的导轨架,为节省设备占地面积,节省设备造价,使整套装备更紧凑,工作效率更高,我们利用主机两边的导轨架,将喷雾机械手直接设计安装在导轨架上,通过线性滑轨导向使旋转喷雾装置上下

及前后移动,实现在模具打开后,快速进入模腔对上下模面进行清洁和喷涂脱模剂,完成后及时退出模腔的功能。

喷雾运动机构部分由手臂水平进退机构、喷雾装置进退机构、手臂升降机构组成。以下通过图 2 喷雾运动机构及图 3 喷雾运动机构左视图来进一步说明。如图 2 所示,主机的导轨架为门式结构,外侧面对主机动梁导轨面,利用门架的内侧立面作为升降导轨安装面。左右升降座分别安装在与升降导轨配合的滑块上,使左右升降座能沿升降导轨上下移动,在门架内侧顶面装有提升驱动机构,由提升电机带动减速机,减速机两边输出端分别连接传动长轴,传动长轴的远端分别装有提升链轮,对应在门架内侧底顶面两边分别装有被动链轮,提升链条绕过提升链轮和被动链轮分别和左右升降座的上端和下端连接。电机驱动提升链轮转动,带动左右升降座上下移动。

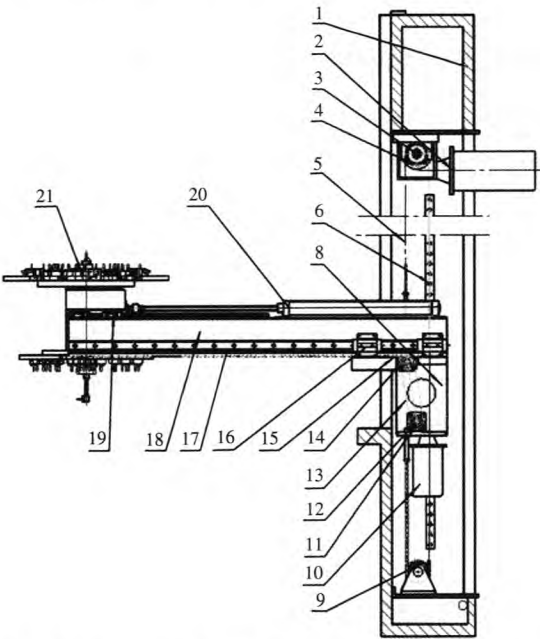


图 3 喷雾运动机构左视图(图中数字对应部件名称和图 2 一致)  
Fig.3 The Left View of Spraying Motion Mechanism  
(The number correspond to the same name in Fig.2)

左右升降座的内侧面装有水平滑块,手臂机架为矩形框架结构,其外侧面平行的安装有水平导轨,水平导轨与水平滑块滑动配合,使手臂机架能在左右升降座中间水平移动。手臂机架两边下底面安装有两平行的齿条,有两齿轮与齿条啮合,齿轮转动带动手臂机架在左右升降座中间水平移动。由于装在手臂机架上的喷雾装置的下侧喷单元较长,为避免干涉又保证两边齿轮转动同步,手臂水平进退的传动链采用如图的结构布置:在左右升降座的下部两升降座之间有传动长轴,传动长轴安装在左右升降座上的轴承上,在传动长轴的两端靠近左右升降座内侧面处,分别装有两链轮,对应在两齿轮的传动轴相应位置上也装有两链轮,两组链轮之间通过链轮传动,在传动长轴的一端升降座内装有电机减速器,电机减速器通过传动长轴及其两边的两组链轮传动将动力传递给两齿轮,此结构有效避免了与喷雾装置的干涉。

为了增加喷雾装置进退运动空间的绝对距离,为主机工作腾出空间,同时为了方便喷雾装置的维修安装,在手臂机架的上

面增加了喷雾装置进退机构,使喷雾装置能在手臂机架水平进退,加上手臂机架在左右升降座之间的水平进退距离,使喷雾装置的绝对移动距离加大,同时保证喷雾装置能移出门式导轨架外侧,方便维修安装。在手臂机架两边上面安装有两组直线导轨副,导轨与手臂机架联接,滑块与喷雾装置联接,通过安装在手臂机架上的气缸推动喷雾装置在导轨上前后移动。

4 结束语

已研制的自动喷雾机的样机,通过了多批次挤压铸造 18 英寸轮毂的热试验验证,试验结果达到了预期的设计目标。本自动喷雾机与主机共用立柱机架,双盘旋转式喷雾装置,具有占地面积少,喷涂质量高,喷涂面积大,耗时少等优点,创造了用较低的成本解决了大吨位立式挤压铸造机轮毂模具的快速高效的喷涂的问题的新方法,对大型模具表面喷涂也有一定的借鉴意义。

参考文献

[1] 史自力.中国汽车铝轮毂行业发展前景分析[J].经济经纬,2004(3): 61-64.  
(Shi Zili.An analysis on the perspective of China's automobile's hubcap industry [J].Economic Survey, 2004(3):61-64.)  
[2] 郑祥健,金龙兵,王国军.铝合金轮毂生产和市场现状[J].轻合金加工技术,2007(7):8-11.  
(Zhen Xiangjian,Jin Longbing.Present situation of aluminium alloy wheels production and market [J].Light Alloy Fabrication Technology, 2007(7):8-11).  
[3] 刘旭波,赵丽,郭洪民.材料智能处理与制造(IPMM)与金属半固态成形技术[J].材料导报,2010,24(7):108-112.  
(Liu Xu-bo,Zhao Li,Guo Hong-min.Application of intelligent processing and manufacturing of materials (IPMM)in the technology of semi-solid forming [J].Materials Review, 2010,24(7):108-112.)  
[4] 黄晓锋,梁艳,王韬.金属半固态成形技术的研究进展[J].中国铸造装备与技术,2009(2):6-9.  
(Hang Xiao-feng,Liang Yan,Wang Tao.Progress in research on semi-solid metal forming [J].China Foundry Machinery & Technology, 2009 (2):6-9.)  
[5] 蔡卫华,杨湘杰,郭洪民.斜管法流变制浆设备工艺参数的研究[J].南昌大学学报:工科版,2003,25(3):13-17.  
(Cai Wei-hua,Yang Xiang-jie,Guo Hong-min.Study in process parameter of preparing rheocasting slurry by the method of cooling slope tube[J]. Journal of Nanchang University:Engineering & Technology Edition, 2003,25(3):13-17.)  
[6] 王尧,周照耀,潘健怡.铝型材挤压成形过程金属流动状态的数值模拟.机械设计与制造,2010(8):198-200.  
(Wang Yao,Zhou Zhao-yao,Pan Jian-yi.Numerical simulation analysis of metal flowing state on aluminum profile extrusion process. Machinery Design & Manufacture, 2010(8):198-200).  
[7] 李真健,刘贤华,尹建峰.新型脱模剂喷涂装置[P].专利号 ZL201110106492.9.  
(Li Zhen-jian,Liu Xian-hua,Yin Jian-feng.New release agent for the spraying device[P]. Patent No. ZL201110106492.9.)  
[8] 李真健,刘贤华,杨楚歆.新型喷涂设备[P].专利号 ZL201120170309.  
(Li Zhen-jian,Liu Xian-hua.New spraying equipment (P).Patent No. ZL201120170309.)

# 挤压成形轮毂模具自动喷雾机的研发

作者：[李真健](#), [刘旭波](#), [杨湘杰](#), [LI Zhen-jian](#), [LIU Xu-bo](#), [YANG Xiang-jie](#)

作者单位：[李真健, LI Zhen-jian\(广东科达机电股份有限公司, 广东佛山, 528000\)](#), [刘旭波, 杨湘杰, LIU Xu-bo, YANG Xiang-jie\(南昌大学机电工程学院江西省高性能精确成形重点实验室, 江西南昌, 330031\)](#)

刊名：[机械设计与制造](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名：[Machinery Design & Manufacture](#)

年, 卷(期): 2014(10)

## 参考文献(8条)

1. [史自力](#) [中国汽车铝轮毂行业发展前景分析](#)[期刊论文]-[经济经纬](#) 2004(3)

2. [郑祥健](#); [金龙兵](#); [王国军](#) [铝合金轮毂生产和市场现状](#) 2007(07)

3. [刘旭波](#), [赵丽](#), [郭洪民](#), [叶寒](#) [材料智能处理与制造 \(IPMM\) 与金属半固态成形技术](#)[期刊论文]-[材料导报](#) 2010(7)

4. [黄晓锋](#), [梁艳](#), [王韬](#), [谢锐](#), [曹喜娟](#), [朱凯](#), [田载友](#) [金属半固态成形技术的研究进展](#)[期刊论文]-[中国铸造装备与技术](#) 2009(2)

5. [蔡卫华](#), [杨湘杰](#), [郭洪民](#), [危仁杰](#), [张莹](#), [黎和昌](#) [斜管法流变制浆设备工艺参数的研究](#)[期刊论文]-[南昌大学学报\(工科版\)](#) 2003(3)

6. [王尧](#), [周照耀](#), [潘健怡](#), [刘亮](#), [吴苑标](#) [铝型材挤压成形过程金属流动状态的数值模拟](#)[期刊论文]-[机械设计与制造](#) 2010(8)

7. [李真健](#); [刘贤华](#); [尹建峰](#) [新型脱模剂喷涂装置](#)

8. [李真健](#); [刘贤华](#); [杨楚歆](#) [新型喷涂设备](#)

引用本文格式: [李真健](#). [刘旭波](#). [杨湘杰](#). [LI Zhen-jian](#). [LIU Xu-bo](#). [YANG Xiang-jie](#) [挤压成形轮毂模具自动喷雾机的研发](#)[期刊论文]-[机械设计与制造](#) 2014(10)