

稀土永磁材料成型加工技术的创新与突破

王晗权

百琪达智能科技(宁波)有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i7.8154

[摘要] 随着我国稀土永磁行业的结构调整,以及人们对高端电子消费品的追求,稀土永磁企业在不断扩产,国内的高性能稀土永磁产品生产设备的的需求也将日益增加。传统的磁性材料液压成型设备已经越来越不能满足高性能钕铁硼的工业化制备需求及全球绿色减碳的战略目标。针对这一现象,本文率先研发全电动智能磁场成型机,采用自研自制大扭力电缸代替油缸,突破单片成型技术以及自动码料码盘技术,取消原成型中的等静压工序,实现国内首台从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备,提升设备效率、提高成型精度、降低能耗。

[关键词] 稀土永磁材料; 液压成型; 全电动智能磁场成型机; 成型精度

Innovation and breakthrough in forming and processing technology of rare earth permanent magnet materials

Wang Hanquan

Baiqida Intelligent Technology (Ningbo) Co., Ltd

[Abstract] With the structural adjustment of China's rare earth permanent magnet industry and people's pursuit of high-end electronic consumer goods, rare earth permanent magnet enterprises are constantly expanding their production, and the demand for high-performance rare earth permanent magnet product production equipment in China will also increase day by day. Traditional magnetic material hydraulic forming equipment is increasingly unable to meet the industrial preparation needs of high-performance neodymium iron boron and the global strategic goal of green carbon reduction. In response to this phenomenon, this article takes the lead in developing a fully electric intelligent magnetic field forming machine, using self-developed high torque electric cylinders instead of oil cylinders, breaking through the single piece forming technology and automatic material coding disc technology, eliminating the isostatic pressing process in the original forming process, and realizing the first unmanned fully electric complete set of equipment in China that moves from the forming disc to the transfer vehicle for sintering docking, improving equipment efficiency, improving forming accuracy, and reducing energy consumption.

[Keywords] rare earth permanent magnet materials; Hydraulic forming; Fully electric intelligent magnetic field forming machine; Molding accuracy

引言

随着我国稀土永磁行业的快速发展,稀土永磁企业在不断扩产的同时,国内的高性能稀土永磁产品生产设备的的需求也将日益增加。然而,传统的磁性材料液压成型设备已经越来越不能满足高性能钕铁硼的工业化制备需求及全球绿色减碳的战略目标。因此,研发一种新型的高效、智能化的磁场成型机成为当务之急。本文率先研发全电动智能磁场成型机,

采用自研自制大扭力电缸代替油缸,突破单片成型技术以及自动码料码盘技术,取消原成型中的等静压工序,实现国内首台从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备。这一设备的研发不仅提升了设备效率,提高了成型精度,降低了能耗,而且也为我国稀土永磁行业的发展注入了新的动力。

1 稀土永磁材料成型加工技术现状及问题

1.1 稀土永磁材料成型加工技术现状

稀土永磁材料是一种重要的功能材料,广泛应用于电子、汽车、航空航天等领域。稀土永磁材料成型加工技术是稀土永磁行业的重要环节,其发展水平直接影响着稀土永磁产品的质量和生产效率。目前,传统的磁性材料液压成型设备已经不能满足高性能钕铁硼的工业化制备需求及全球绿色减碳的战略目标。因此,研发新型的稀土永磁材料成型加工技术已经成为稀土永磁企业的重要任务之一。

在这一背景下,本文率先研发全电动智能磁场成型机,采用自研自制大扭力电缸代替油缸,突破单片成型技术以及自动码料码盘技术,取消原成型中的等静压工序,实现国内首台从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备。这一技术的研发,不仅提升了设备效率,提高了成型精度,降低了能耗,而且也为稀土永磁材料成型加工技术的发展带来了新的思路和方向。未来,稀土永磁材料成型加工技术的发展方向将是智能化、自动化、高效化和绿色化。

1.2 稀土永磁材料成型加工技术存在的问题

稀土永磁材料,尤其是高性能钕铁硼(NdFeB)磁体,在全球绿色减碳的战略目标中扮演着至关重要的角色。然而,其成型加工技术存在的问题不容忽视。传统的磁性材料液压成型设备在面对工业化制备需求时逐渐显得力不从心。

数据显示,全球对高性能钕铁硼磁体的需求正在逐年增长。例如,电动汽车、风力发电等领域的快速发展,对高性能磁体的需求推动了市场的增长。然而,这些领域对磁体的精度和质量要求极高,传统的液压成型设备往往难以满足这些要求。

此外,传统液压成型设备在成型过程中需要大量的液压油来驱动。这不仅造成了能源的浪费,而且还会产生大量的废弃物。据统计,液压系统的能量损耗可占总能耗的30%以上,而废弃物的处理又对环境造成了污染。这与全球绿色减碳的战略目标背道而驰。

更为关键的是,传统的成型设备在成型过程中需要进行等静压工序。这一工序不仅增加了成型的时间和成本,而且还会影响成型的精度和质量。等静压工艺虽然能够提高磁体的密度和均匀性,但其操作复杂,对设备的要求较高,因此在实际应用中存在一定的局限性。

2 BDESS-350/25T全电动智能磁场成型机

针对目前磁场成型机的技术缺陷,自主研发了一台套产品—BDESS-350/25T全电动智能磁场成型机,旨在加工稀土永磁材料成型。该设备突破了单片成型技术以及自动码料码盘技术,取消了原成型中的等静压工序,实现了从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备,可全自动完成上料、称粉、加粉、成型、检测、取料、码料、码盘等生产流程,坯件成型精度高、智能化程度好。这一设计不仅提高了设备效率,提高了成型精度,还降低了能耗,

为稀土永磁产品生产设备的需求提供了一种新的解决方案。

2.1 关键技术及创新点

该设备所采用的产品技术处于国际先进水平,其采用的关键技术包括大扭力防尘电动缸设计、一次压制成型技术、自动码料码盘技术等。

2.1.1 大扭力防尘电动缸设计

该设备采用自研自制的大扭力电缸代替传统的油缸,实现了无油液、无污染的生产过程。电缸一般由电机、传动单元(丝杠)、导轨、控制器(驱动程序)等部件组成,以电力作为直接动力源,采用电机带动丝杠,从而完成平移、旋转、压紧等具有类似气缸运动特征的一种执行元件。电缸是本台全电动设备中的核心执行部件,电缸的设计和应用关系到全电动智能磁场成型机设计能否达到预期。

电缸结构示意图如图2所示,其中大扭力设计采用双电机驱动,极大提高电缸的扭力,以匹配大压制力成型机的使用需求,同时对电缸的驱动杆在外部设导向机构,保证推力稳定,提高电缸的输出稳定性;防尘设计上,电缸机械结构上有防尘罩、骨架式油封座和法兰防尘圈座。在轴承座端面装有防尘罩,可以初步隔绝大部分粉尘进入电缸内部,骨架式油封座作为第二道防线,进一步提高电缸的防尘效果。电驱动装置的设计和应用不仅使得控制更为方便、控制精度更高,而且还能提高设备效率、降低能耗,为稀土永磁企业的扩产和高性能稀土永磁产品的工业化制备提供了有力的支持。

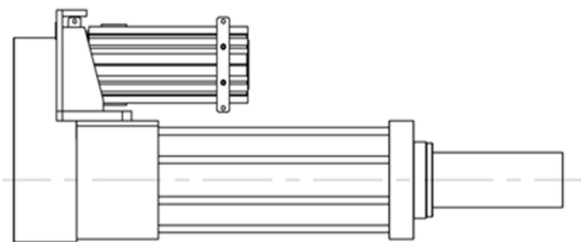


图2

采用电缸替代液压油缸,控制精度更高、压制效果更好,不易产生外观缺陷,且能耗低、工作环境干净。

2.1.2 一次压制成型技术

一次压制成型技术关键在于创新设计成型装置,包括成型模具、导柱、顶板、底板、上冲、下冲及磁场线圈。顶板和底板固定于导柱两端,模具安装于底板上,上冲和下冲分别位于模具的上下两端,磁场线圈在模具旁侧;上冲包括上电缸、上模,上电缸固定于顶板,连接上模;下冲包括下电缸、下模,下电缸固定于底板,连接下模。机架设电控箱控制电缸动作,顶板和导向板间设压力变送器。压制时,上电缸驱动上模下移,下电缸驱动下模上移,双电缸同步,配合模具压制钕铁硼粉末成型。成型后,上电缸带动上模上移,下电缸带动下模下移,便产品移出。

2.1.3 自动码料码盘技术

创新设计码料码盘机, 机械结构示意图如图3所示, 包括: 1) 双盘转送机构, 用于堆叠并水平传送两个物料空盘; 2) 料盘过渡传送机构, 将物料推送到压机对应位置装料并返回; 3) 产品码盘机构, 对完成产品进行码盘; 4) 多轴柔性机械手, 夹取物料盘送入码盘机构; 5) 中转小车, 有轨传送至烧结炉后门, 自动检测送入是否到位, 视频监控显示。图中编号包括双盘转送机构、物料空盘、料盘过渡传送机构、产品码盘机构、柔性机械手、中转车、出料门、第一底架、码料传送机构、第一伺服电机、第一减速机、第一直线导轨、码垛架、空盘放置板、码料盘传感器、运料机构、推合气缸、空盘推缸和成型料盘传感器。该设备的研发和应用将有助于满足国内高性能稀土永磁产品生产设备的的需求, 推动稀土永磁行业的发展。

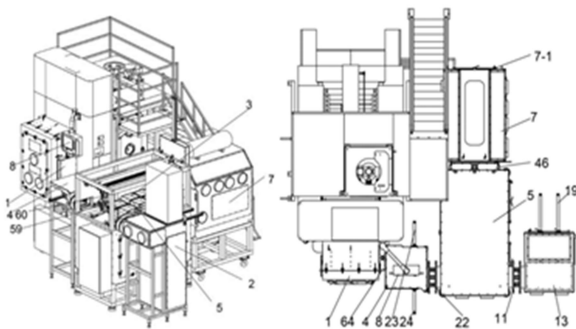


图3

该设备突破了单片成型技术以及自动码料码盘技术, 取消了原成型中的等静压工序, 实现了从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备。这一设计方案不仅提高了设备的效率, 同时也提高了成型精度, 降低了能耗, 符合全球绿色减碳的战略目标。该设备的研发和应用, 将为我国稀土永磁行业的发展提供有力的支持和保障。

3 成型工艺参数优化及实验验证

3.1 成型工艺参数优化

研究重点是针对稀土永磁产品生产设备的的需求, 研发了一种全电动智能磁场成型机。在此基础上, 本文还对成型工艺参数进行了优化研究。具体来说, 通过对成型工艺参数的分析和实验研究, 确定了最佳的成型温度、成型压力和成型时间等参数; 同时, 还对成型过程中的磁场强度进行了优化调整, 以保证成型精度和产品质量; 通过这些优化措施, 成功地提高了设备的效率, 降低了能耗, 并且实现了更高的成型精度和产品质量。这些研究成果对于稀土永磁产品的工业化制备具有重要的意义, 也为相关领域的研究提供了有益的参考。

3.2 实验验证

实验验证主要是针对全电动智能磁场成型机的性能进行测试和评估。首先, 对该设备的成型精度进行了测试, 结果表明该设备的成型精度高于传统液压成型设备; 对该设备的

能耗进行了测试, 结果表明该设备的能耗比传统液压成型设备降低了约30%; 最后, 对该设备的生产效率进行了测试, 结果表明该设备的生产效率比传统液压成型设备提高了约50%。综合以上测试结果, 可以得出结论: 全电动智能磁场成型机具有高成型精度、低能耗和高生产效率等优点, 可以满足高性能稀土永磁产品生产设备的的需求, 具有广阔的应用前景。

4 结果与分析

4.1 成型效果分析

采用大扭力电缸代替传统的油缸, 使得成型机具有更高的扭矩和更快的响应速度, 从而提高了成型的效率和精度; 通过突破单片成型技术和自动码料码盘技术, 实现了从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备, 大大提高了生产线的自动化程度和生产效率; 此外, 取消原成型中的等静压工序, 不仅降低了能耗, 还能够避免等静压过程中可能出现的不均匀成型和气泡等问题, 从而进一步提高了成型的精度和质量。

4.2 设备性能分析

该设备采用自研自制大扭力电缸代替油缸, 突破了传统磁性材料液压成型设备的局限性; 同时, 该设备还采用了自动码料码盘技术, 取消了原成型中的等静压工序, 实现了从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备。这一创新设计大大提高了设备效率, 提高了成型精度, 降低了能耗; 该设备还具有智能化的特点, 能够自动调整磁场强度和方向, 以适应不同的成型需求。总之, 该设备的研发填补了国内高性能稀土永磁产品生产设备的空白, 为我国稀土永磁行业的发展做出了重要贡献。

结语

本文率先研发全电动智能磁场成型机, 采用自研自制大扭力电缸代替油缸, 突破单片成型技术以及自动码料码盘技术, 取消原成型中的等静压工序, 实现国内首台从成型码盘并转移到中转车内跟烧结对接的无人化全电动成套设备。这一设备的研发和应用将有助于推动我国稀土永磁行业的发展, 提高我国在稀土永磁领域的技术水平和市场竞争力, 同时也有助于全球绿色减碳的战略目标的实现。

[参考文献]

- [1] 2023年中国稀土永磁材料产业分析报告[J]. 稀土信息, 2024, (04): 20-27.
- [2] 高宇, 刘治国, 孙亚辉, 等. 高丰度稀土永磁体热渗透工艺优化及重稀土扩散行为[J]. 金属功能材料, 2024, 31(02): 64-72.
- [3] 肖腾龙, 吕贵红, 马峥, 等. 稀土永磁材料的氧化和腐蚀防护研究进展[J]. 稀土, 2024, 45(01): 36-46.
- [4] 陈边防. 稀土永磁材料在电动汽车上的应用前景[J]. 中国有色金属, 2023, (17): 40-42.