

半连续铸造机三种速度液压控制技术

山流光

【摘要】通过分析铝合金半连续铸造机液压控制系统，特别对当前先进内导式液压铸造机的铸造速度液压控制技术进行分析，对其设计要点进行比较。

随着轻量化浪潮兴起，铝合金因其优势广泛应用于航空航天、国防军工、交通和各民用工程中，并日益扩大在各领域的应用。半连续立式铸造是铸造铝合金大规格扁锭和大直径范围的圆锭（棒）的主要铸造方式，半连续铸造机（见图1）就是应用材料流变学原理将合金熔体通过结晶器、引锭头铸造成一定尺寸的扁锭、圆锭或空心铸锭，为热轧或锻压或挤压生产提供坯料的专用生产设备。

1. 半连续液压铸造机现状

由于高质量液压元件、低摩擦液压缸的问世，以及自动化控制水平的提高，为现代化高质量液压半连续铸造机提供了技术保障。现代化铝合金铸锭半连续铸造机具有铸造平台运行平稳、铸造速度范围大且精度高、负荷能力大、设备结构简单、维护方便、机械磨损小，以及使用寿命长等优点，特别适用于大吨位、高质量的铸锭生产。液压传动铸造机按照引锭头由液压缸内部导向和外部导向分为外导式和内导式。液压内导式半连续铸造机的升降执行元件为带扭矩限制器的内导柱塞缸，其升降过程中的防旋转导向及缸杆运行中的垂直度均由液压缸内部结构实现，导向精度高，铸锭在全长范围内的弯曲可以控制在4mm以内。我国于1991年6月开始实施的标准YS/T8—1991《铝锭液压式半连续铸造机》对该类铸造机的性能有具体的要求。二十多年来，国内外制造商的先进铸造机新产品不断涌现。国外的先进铸造机制造商有：美国Wagstaff公司和Almex公司、加拿大Loma公司、法国Novelis PAE公司、荷兰Thermcon公司、挪威Hycast公司和德国Loi公司等。国内的铸造机制造商主要是仿制国外的液压系统，也有极少数自己消化吸收改进的。近几年来，铝加工生产规模不断扩大，对铝合金铸锭的需求日益增多，国内新建了一大批先进液压铸造机，其液压系统因铸造机厂商设计理念不同而各有千秋。随着国家对特种合金产品需求，需要满足高铸造工艺要求的铸造机，如何逐步消化吸收进口铸造机液压系统，摆脱进口依赖，对逐步完善铝加工的装备，具有很重要的意义。

2. 半连续铸造液压系统

液压系统是铸造机系统中的一个子系统，它与电控系统、冷却水系统等相互匹配和联动进行铸造。铸造机液压系统一般由动力单元、内导液压缸升降速度控制回路、手动紧急下降控制回路、流槽及铸造平台举升系统控

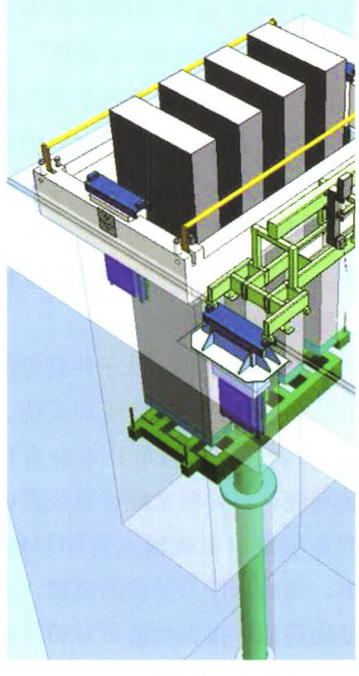


图 1

手机扫描二维码，
收藏本文电子版

制回路以及辅助回路（如自过滤）等组成。液压系统是复杂的，化整为零将整个液压系统细分为几个基本回路，层层深入划分整个液压系统层次与子系统，划分的正确合理是至关重要的。依据铸造机工作要求，液压系统动作可分为三部分。

（1）非铸造时液压控制动作　主要分为铸造平台快速上升、慢速上升、快速下降等。

（2）流槽和倾翻盖板升降动作　铸造结束或终止，准备铸造或者调整时的铸造流槽升降动作。与铸造配套的倾翻盖板的升降动作，倾翻平台的水平与垂直位置通过安装在机构上的防水接近开关控制。同时在倾翻液压缸上安装有单向平衡阀，以保证倾翻液压缸的平稳倾翻。

（3）铸造时铸造平台下降的铸造速度液压控制动作　铸造平台下降是铸造速度控制的重点，铸造过程中铸造平台下降是依靠平台和铸锭自重来实现的。铸造可以大致划分三个阶段：第一是金属液位填充的起始阶段；第二是铸造开始调整阶段；第三是铸造稳定阶段。铸造起始阶段在整个铸造过程中占举足轻重的地位，铸造速度是一个由慢变快的渐变联动过程。铸造的三个阶段的速度不相同，是根据合金铸锭的裂纹倾向来控制，如冷裂纹倾向性较大的合金及铸锭规格，应提高铸造速度；而热裂纹倾向较大的合金及铸锭规格，则应降低铸造速度。液压系统关系铸造速度的控制，故铸造时液压系统要保证的铸造速度可以达到最大，并保证其速度的调整具有范围宽、反应快速及速度稳定，是铸造机液压系统最为核心的部分。

同时，铸造时候特别危险，安全很重要，故液压系统中应设计有在铸造过程中如出现设备整机或局部故障时的紧急铸造回路。由于内导液压缸的工作特性，当铸造回路液压元件出现故障时，液压缸会继续按设定的速度受控下降，紧急铸造回路是用于在极端情况下，铸造回路控制阀件出现故障时使用，从而保证铸造时铸造平台下降不至于停止。紧急铸造回路由手动球阀和调速阀等组成，紧急控制阀架一般布置在铸造井或操作台附近，方便现场人员操作。

3. 三种铸造速度液压控制回路比较分析

铸造机铸造速度控制是整个铸造机的关健点，要系统地根据铸造工艺特点和相关匹配技术进行控制方式的设计，依据设计有闭环控制和开环控制。

铸造速度为开环电液控制系统，控制的输出结果无法进行检测和反馈，铸造速度设置采用电位器调节，调速波动大。整个系统跟随性和稳定性比较差，一旦发生油路泄漏故障不易发现。铸锭锭尾翘曲、悬挂、冷隔、底部裂纹、漏铝甚至夹渣等缺陷都与铸造速度控制精度等密切相关。开环控制，操作人员只能以人工调节铸造速度的铸造工艺，操作人员的经验和技能直接影响铸造成功率和质量。

铸造速度为闭环电液控制系统，PLC作为控制核心，将控制液压系统驱动铸造机按规定的铸造工艺流程运行，各动作之间有可靠的联锁保护和严格的顺序控制。在铸造过程中，实现联锁保护功能。铸造速度变化时，将引起铝液流量的变化，为此将通过自动调节倾动炉出口铝液流量来保证正常铸造时铝液流量，并且在铸造准备过程没有完成的情况下，倾动炉禁止倾动等，以免产生误操作，发生安全事故。

以下介绍三种闭环的铸造速度液压控制回路。

（1）基于电液闭环比例铸造速度液压控制回路　如图2所示，液压泵采用变量柱塞泵，可以根据外负载的变化自动调整泵自身的输出流量，用于适应内导液压缸、分配流槽举升液压缸及铸造平台举升液压缸在切换工作中产生的流量变化大的特点。铸造平台空载快速上升动力由低压大流量定量泵满足工作。其余工作的液压泵配置采用一用一备形式，双泵可同时工作。进入正常铸造程序时，液压泵不动作，速度控制回路前端配置有德国Bosch Rexroth公司的闭环比例方向阀，该类阀件具有温度补偿和压力补偿功能，配套比例放大板，将系统发出的信号通过放大处理后，实现对比例电磁铁的调节，完成流量增大、减小及稳定

的控制。闭环比例阀换向至铸造位，缸内油通过闭环比例阀回油箱，平台慢速下降。而下降速度，由设置有容积式齿轮液压流量计和铸造铝合金液面检测情况反馈给闭环比例阀的开度决定。但闭环比例阀在铸造时，因阀芯动作频繁，导致故障率较高，比例阀容易发生零位漂移，位移传感器需要定时校准，如德国Bosch Rexroth等厂家校准周期很长。

（2）基于步进电动机控制流量阀开度的铸造速度液压控制回路　如图3所示，系统动力为两个定量泵，双联动，即一个电动机同时带动两个泵。铸造时候，泵停止，铸造平台下降，铸造速度由PLC程序控制回路中步进电动机打开阀门开度大小实现，设置螺杆流量计、铸造液面激光检测器做为闭环反馈。该回路可靠性高，故障率较低。

（3）基于速度控制集成阀的铸造速度液压控制回路　如图4所示，液压泵采用变量柱塞泵，该回路为闭环流量调节，采用的反馈器为质量流量计，速度集成阀及其控制系统将阀门、伺服电动机、控制器合为一体，实现了阀门的动作速度和位置控制，解决阀门的精确定位、阀门柔性开关、极限位置判断、电动机保护及模拟信号隔离等问题。铸造回路选择的具有压力、温度补偿的速度控制集成阀以及质量流量计组成的速度控制回路，它的制造精度很高，而且不受压力变化的影响，能在0~35MPa的工作压力范围内正常工作，其探测精度为2‰，可以保证铸造过程中速度的控制精度在1%以内，充分保证了铸造工艺的稳定性。同时，与PLC组成的闭环控制系统保证了速度调整及时、稳定的要求。该回路系统采用质量流量计和速度控制集成阀，保证铸造过程液压油流量测量的准确性，确保铸造速度控制精度，可靠性较高。

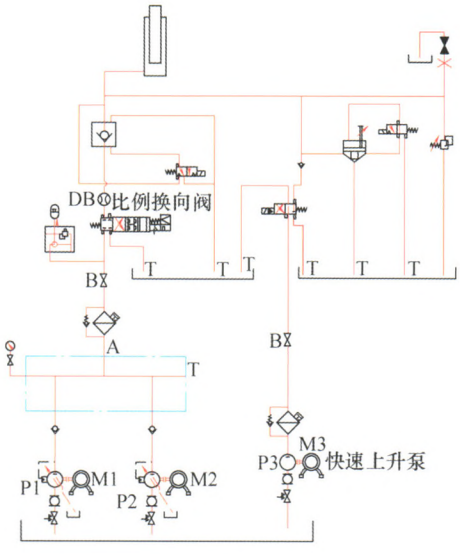


图 2

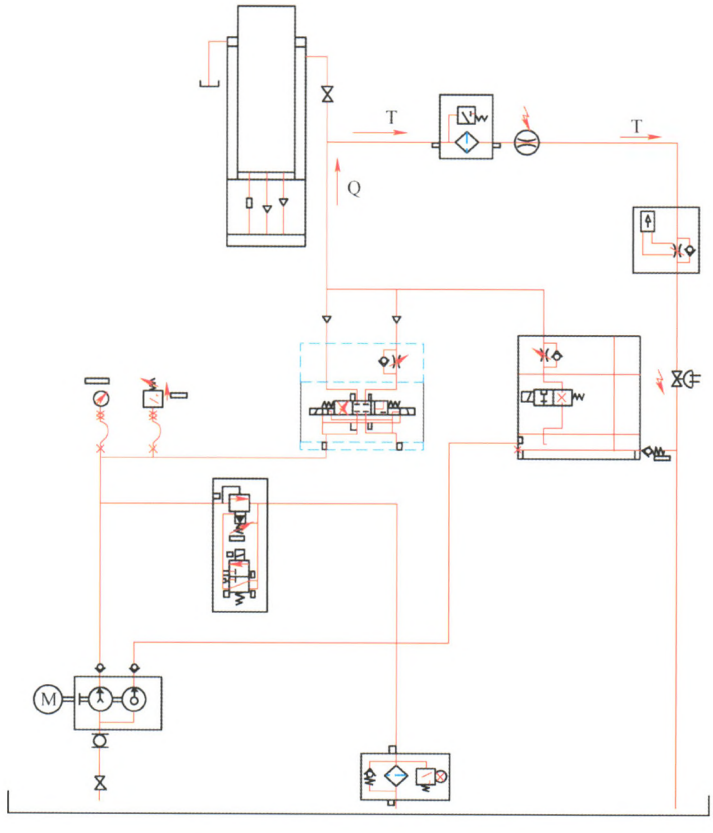


图 3

基于智能制造的挤压铸造设备功能与特征分析

孔建，田莉莉

【摘要】在介绍智能制造和挤压铸造的基础上，运用公理设计法对挤压铸造设备的功能进行了分解，分析了挤压铸造设备在智能制造方面的功能特征，包含自适应、自组织、自维护、协作和智能检测监控等功能，具有促进和优化挤压铸造设备的功能设计的意义和作用。

自从20世纪末以来，机械产品在功能上不断完善和多样化，结构上也更加复杂、精细，导致在产品中所包含的设计信息和工艺信息含量骤增，这就要求相应的制造系统由传统的能量驱动型向信息驱动型转变，即制造系统不但要有足够的柔性，还要有充分的智能化。对于铸造行业来说，由于生产环境及工艺过程的特殊性，对于自动化和智能化生产的需求变得尤为迫切。本文针对挤压铸造设备的结构和功能，探讨了其智能制造的特征。

1. 智能制造的特征

与一般的制造系统相比，智能制造的最大区别就在于智能化。典型的智能制造系统具备高度的自组织、自适应、协作和自律能力等智能化能力特征。

在上述特征中，自组织能力是区分智能制造与一般制造的重要特征标志，它和自适应能力一起，能够保证制造系统适应不同的生产需求和产品特点；自律能力是要求智能制造系统的结构单元能够按照一定的指令或规范进行相应的操作活动；自学习能力则是指系统能够根据不同的实践活动，不断完善知识库，改良和提高系统的自身功能，是智能制造系统的又一个重要标志和能力；自我诊断和维护是保证制造系统的稳定、可靠；而协作能力是指系统中不同部件能够协调配合或系统本身可以同其他制造系统进行协调与配合。

2. 挤压铸造设备功能分解

挤压铸造设备由机身、熔炉、压射、合模、自动浇注、自动涂料、自动取件、电气控制及操作界面等不同部分组成，另外各个部件还需要有相应的传感器

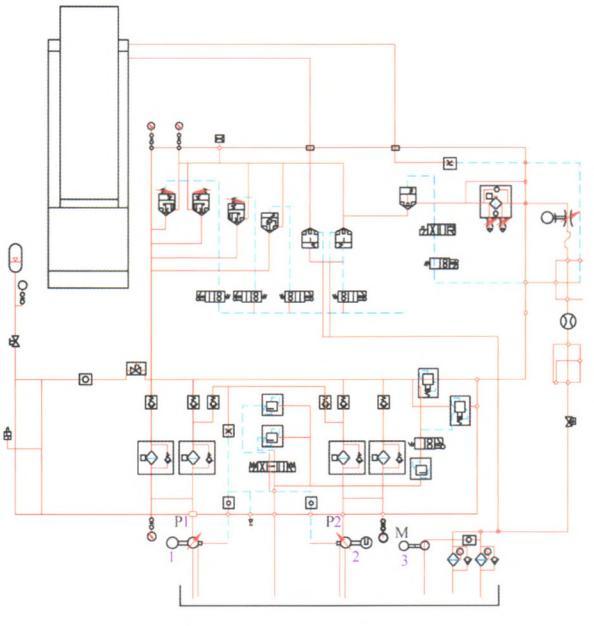


图 4

作者简介:山流光，西南铝业（集团）有限责任公司。

MW 20140812