铸造熔化浇注短流程方案设计

在传统的砂型铸造生产过程中，流传着“三分造型、七分浇注”的说法,足见熔化浇注在铸造生产中的重要性。浇注的质量不仅受制于金属液的质量,也越来越受到整个浇注实现过程的影响。通过对铸造熔化浇注整个过程的短流程方案设计，确保浇注过程中的质量,提高生产效率、降低劳动强度、改善作业环境,为行业提供可以借鉴的解决方案。

一、方案简介

中小铸件多采用无箱造型，型芯组合后采用工装夹具辅助装卡后进行浇注,无箱造型使得造型、合箱、浇注及打箱生产过程变得更加简单。砂芯通过射芯机、3D 打印或手工造型生产完成后即可直接合箱而无需砂箱。本文设计了一套短流程熔化浇注方案,如图 1 所示，浇注前和浇注后的芯包均在炉前的芯包存储立体库内存储，由芯包转运 AGV 实现其在立体库和浇注工位之间的自动转运工作；炉前的自动浇注机完成从电炉扒渣、出铁、球化、包内扒渣到自动浇注的全过程；炉后配置了炉料全自动加配料系统和炉料烘干装置。该短流程熔化浇注方案占地面积约 1 300 m^2,预计可实现年产 1 万吨铸造的熔化浇注作业。

二、芯包的存储与周转

随着设备自动化程度提高，信息化系统全流程管控得到广泛应用,立体库+自动转运的物流方式很好地提高了现场的物流系统效率，对铸造车间提质增效具有极大的促进作用。一方面以物流系统为桥梁,连接起了各个工序，使过去传统的单工序离散管理变为工作流全面管理;另一方面以自动运行流程为抓手,反向拉动工序、质量标准化,对企业的整体实力影响深远[1]。图 2 为芯包存储立体库,芯包组芯(合箱)完成后进入立体库存储。装载芯包的托盘四周设有防漏砂的挡边,浇注后溃散散落的砂可以滞留在托盘内，避免造成环境污染。待浇注的芯包在立体库内存储,等待上位系统下发的指令出库进行浇注，上位系统根据电炉每炉的熔化量结合相同材质的产品组合自动计算并给出浇注计划。立体库内配置除尘系统,确保浇注后的除尘。

收到浇注计划后，芯包立体库依次自动出库待浇注芯包,由芯包转运 AGV(图 3)自动送至炉前定点浇注工位。AGV 采用激光导航的方式,可以实现将芯包精准放置在待浇注工位，位置偏差≤±5 mm；同时，AGV 装有安全扫描装置,遇到障碍物或行人时能自动

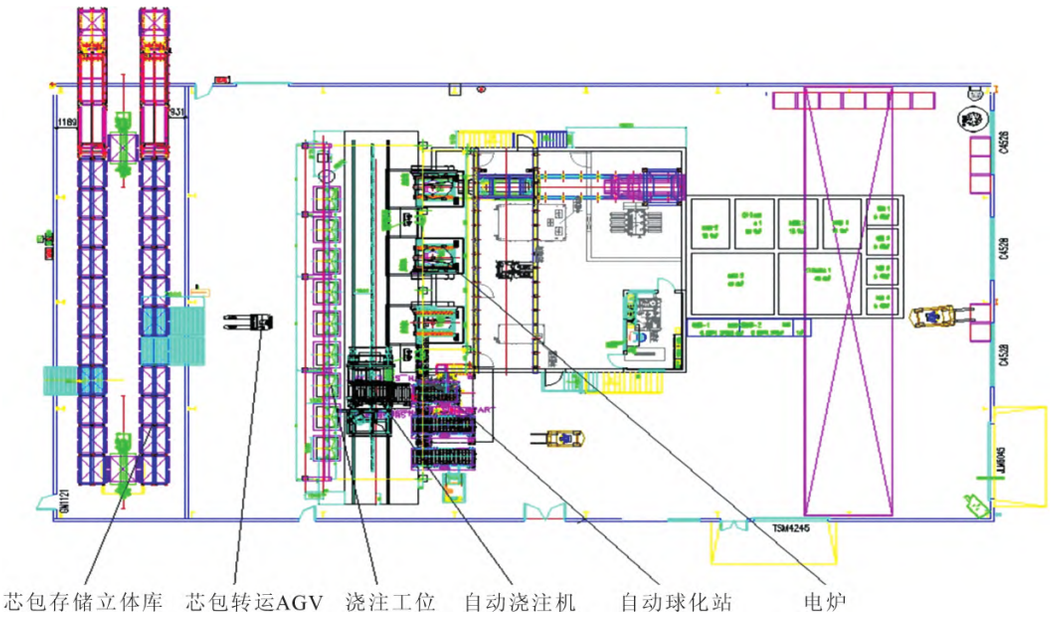

图 1 熔化浇注短流程平面布置方案

[1] 王绍刚. 自动化物流系统在铸造企业中的应用与实践[J]. 物流技术与应用,2020, 25(3): 148-149.

中国知网 https://www.cnki.net

图 2 芯包存储立体库

图 3 芯包转运 AGV

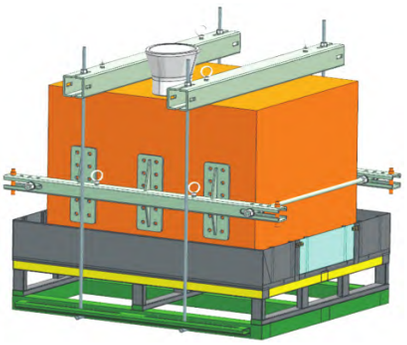

图 4 芯包装卡示意图

减速、暂停,避免碰撞,安全可靠。浇注完毕并静止完成后,上位系统会再次向 AGV 下发转运指令,收到转运指令后 AGV 继续自动将浇注后的芯包转运至立体库进行冷却处理。不同的产品浇注质量不同,浇注后需要的静止时间也不同,可由上位系统实现精准控制和炉前芯包转运调度。

三、芯包的装卡与烘干

在金属液充型后期,由于铸型(芯)产生的浮力,以及型芯产生的气体无法外排,会发生上箱被顶起的抬箱现象。发生抬箱后,铸件在分型面处存在极为严重的飞边,即有厚片状、光滑、周边不规则的金属突出物,其厚度与铸件所增加的高度相等,或者浇注后期铸型上箱开裂、错箱,严重的会使金属液从分型面跑出,导致浇注失败[2]。因此,在浇注前需对芯包进行装卡,如图 4 所示,采用工装对芯包上下和前后进行装卡和夹紧,防止浇注抬箱的发生。

为了方便炉前操作,在炉前除尘罩内设置了可将卡箱工装升降的电动葫芦,如图 5 所示。浇注前,操作人员将工装降下并对芯包进行装卡,工艺设计时需提前在芯包上表面预留出可用于装卡工装作业的位置。完成装卡后操作人员需打开每个浇注工位上方的烘干机,烘干机的热风通过软管从芯包的浇口吹入,通过芯包的冒口吹出。烘干的温度和时间可由工艺设计时给出,不同的产品会有所差异。浇注开始前将烘干软管收起并关闭烘干机。

图 5 芯包装卡工装及烘干装置

不同铸件浇注后凝固相变过程不同,可以通过适用于数值模拟的物理和数学模型,分别模拟不同材料的二维和三维相变过程,得到不同铸件浇注后凝固时的相变过程,进而得出铸件的凝固时间[3]。浇注完成后,上位系统按照工艺给定的凝固时间倒计时,芯包凝固时间达到后提醒操作人员拆除装卡工装并升起,以备下次浇注使用。

四、铁(钢)液的预处理和自动浇注

炉前从扒渣到浇注的工作均由自动浇注机完成,除铁前浇注机通过辊道对接将渣盘转运至炉前,如图 6 所示,炉台上的操作人员将炉内渣捞出至渣盘,完成后浇注机自动将渣盘送至铁液包扒渣工位等待。

炉内扒渣结束后,浇注机通过辊道对接将已经完成烤包的浇包转运至炉前进行出铁,如图 7。出铁重量根据当前需要浇注铁液而定。出铁后如需球化处理,则由浇注机与球化站自动对接将铁液包送入球化站完成自动球化。

球化完成后浇注机将铁液包转运至扒渣工位进行包内扒渣,如图 8,扒渣时浇包后倾,操作人员站在扒渣平台上,从铁液包后端进行扒渣,渣落入下方的渣盘中。

[2] 孙健平. 大型铸钢件抬箱机理及压箱方式的研究[J]. 铸造设备与工艺,2015(5): 26-27, 50.

[3] 孙立斌,许庆彦,柳百成. ZG0Cr13Ni4Mo 不锈钢铸件凝固相变过程的数值模拟[J]. 金属学报,2003(4): 387-394.

中国知网 https://www.cnki.net

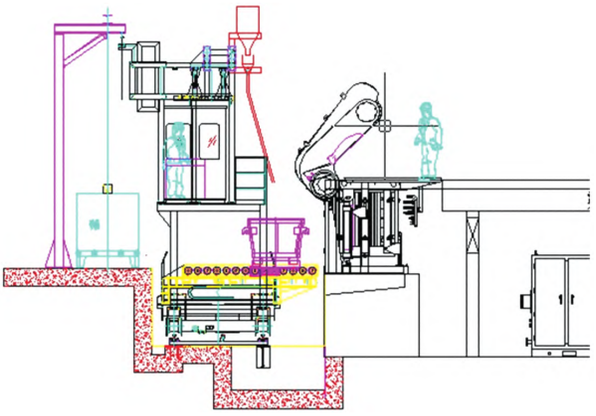

图 6 炉内扒渣

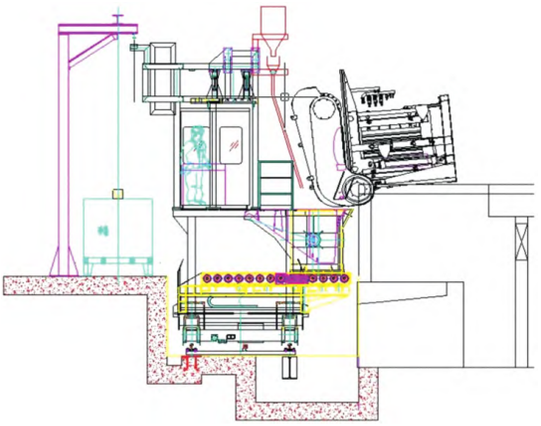

图 7 炉前出铁

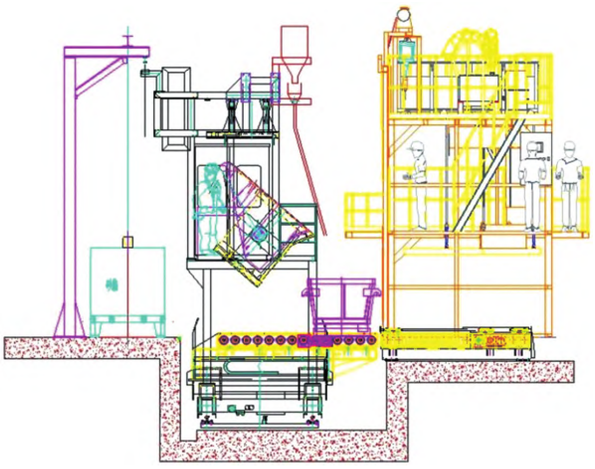

图 8 铁液包扒渣

传统的人工浇注方式存在自动化程度低、浇注精度差、安全问题突出等方面问题，解决自动浇注问题是提高铸造水平和铸造产品的质量的重要组成，实现自动浇注是主要方式[4]。本文设计了一台全自动浇注机以实现浇注过程。扒渣完成后浇注机开始自动浇注。浇注机依据上位系统下发的芯包浇注顺序及每个芯包的浇口位置、浇注重量和浇注速度依次对芯包完成自动浇注，如图 9 所示。

图 9 浇注机自动浇注

五、结束语

相对于传统解决方案中吊车转运和浇注效率低、自动化程度低、安全隐患大等问题，本短流程解决方案以 AGV 转运+立体库存储为物流解决方案，以浇注机全自动浇注代替吊车人工浇注，并将浇注工位定点化、冷却存储定点化，极大地方便了浇注、冷却烟尘的收集处理，避免了无组织排放。卡箱和烘干在炉前的巧妙设计，使得整个熔炼浇注极大的集约在了一起，减少了适用场地、减少了工序间的物流周转。通过炉前全自动浇注将扒渣、出铁、球化、浇注等全部串联起来，极大地便捷了操作人员。自动化的生产也从源头减少了违章发生，保障了安全生产。希望通过本短流程的方案设计案例，为行业提供借鉴。

田学智，毛　辉，袁旭鹏，张东拴，杜　瑞，贾帅红
(共享智能铸造产业创新中心有限公司，
宁夏 银川 750021)

[4] 鲁逸帆，王庭有. 基于浇包转角的自动倾转浇注控制系统设计[J]. 化工自动化及仪表，2023, 50(1).

中国知网 https://www.cnki.net