

采用先进适用的铸造新技术，提高铸造装备自动化，特别是工业机器人自动化技术的应用，是铸造企业实施绿色铸造生产、实现可持续发展的关键举措。

工业机器人在铸造行业的应用



浙江万丰科技开发有限公司 技术经理
章旭霞

近年来，随着国内产业的不断升级，企业对自动化生产的要求越来越高，工业机器人得到了前所未有的应用，也促进了国内自主研发工业机器人的迅猛发展。在铸造行业，“绿色铸造”被越来越多的企业所重视和推行，突显了对工业机器人的需求。工业机器人在铸造中得到应用后，从浇注、搬运延伸到了清理、码垛等工位，具有许多传统生产方法所没有的优点，能够满足绿色铸造中的特殊要求。

一、铸造机器人的发展现状

铸造是获得机械产品毛坯的主要方法之一，是机械工业重要的基础工艺。我国铸造行业劳动密集，整体技术水平及装备落后，铸件质量低，材料、能源消耗高，劳动条件恶劣，污染严重。近几年，国家对环境和能耗尤为关注，铸造行业作为资源消耗和环境污染的大户，遇到了前所未有的挑战，因此，作为一种现代铸造业可持续发展的企业组织、管理和运行新模式，绿色铸造被越来越多的企业所重视和推行。

工业机器人是集机械、电子、控制、计算机、传感器及人工智能等多学科先进技术于一体的现代制造业重要的自动化装备，具有许多传统设备所没有的优点，高度的柔性化能够满足现代化绿色铸造生产中的各种特殊要求，在铸造中的应用日益广泛。目前，采用先进适用的铸造新技术，提高铸造装备自动化，特别是工业机器人自动化技术的应用，是铸造企业实施绿色铸造生产、实现可持续发展的关键举措。我国是个铸造大国，工业机器人必将在铸造领域大展身手。

因铸造存在高温、高粉尘、振动、油污、噪声及电磁干扰的恶劣环境，铸件不仅温度高，而且重量也大，因此一搬工业机器人无法满足生产需要。铸造版的工业机器人必须能适应这样的工作环境并正常运行，这对制造商来说就是大的挑战。目前，国内涉足研发机器人的企业如雨后春笋般发展，但针对铸造行业的还寥寥无几。万丰科技凭借自身丰富的铸造经验和国内铸造设备的领先技术，将工业机器人应用到铸造自动化项目里，对国内的铸造行业装备水平的提升是一次质的突破。多年自动化项目的经验累积，又铸就了万丰科技对铸造版工业机器人的成功研发（已有多个系列，部分弥补了产业空白），并迅速在铸造行业得到广泛应用。



二、工业机器人在铸造行业的应用

在铸造生产中，工业机器人除了能够代替人在高温、污染和危险环境中工作外，还可以提高工作效率，提高产品精度和质量，降低成本，减少浪费，并可获得灵活且持久高速的生产流程。万丰科技将铸造工艺、铸造设备、工业机器人有机结合，不断研发铸造领域的项目应用，已覆盖压铸、重力铸造、低压铸造及砂型铸造等各个领域，主要涉及制芯、造型、清理、机加工、检验、表面处理、转运及码垛等工序中。

而铸造车间尤为突出，充斥着高温、粉尘、噪声等，工作环境极其恶劣。工业机器人可应用到重力铸造、低压铸造、高压铸造、旋压铸造，涵盖黑色金属和有色金属铸造不同铸造方式的车间，大幅度降低员工的劳动强度。

1. 重力铸造

重力铸造传统的浇注模式是人工勺取铝液浇注，温度高，搬运强度大，尤其是大铸件需要两次勺取铝液浇注。该模式会因为操作工受体能的限制，造成浇注工艺稳定性差，铸造产品质量时有波动。不但人力吃不消，质量也受影响。而使用工业机器人浇注，由机器人浇注管理软件自动控制机器人按设定的铸造工艺进行，产品重复性一致，大大提高了产品质量，解放了劳动力。

根据铸件特性，工业机器人重力浇注自动化单元有多种布局格式。

（1）圆周式　合适于产品规格多、铸造简单、产品较小的铸件，每台重力机可以铸造不同规格的产品，工艺节拍可以多样化，一人可操作两台重力机，因限制条件少，是目前最为常用的模式，如图1所示。

（2）对称式　适合于产品结构较为复杂、需有砂芯配合铸造、浇注工艺复杂的铸件。根据铸件大小规格，小铸件采用小倾斜式重力机，浇注口均在工业机器人圆周轨迹内，而工业机器人不移动。对于大铸件，因相应倾斜式重力机较大，工业机器人需配有移动轴方可浇注。该模式下（见图2），铸件产品可多样化，工艺节拍可不一致。

（3）并排式　圆周式、对称式的缺点是砂芯上件及铸件下件物流是单工位的，较为分散，而采用重力机并排式就解决了该问题。根据铸件大小、工艺节拍来布设重力机台数，设计工业机器人是否需要移动。并可配置辅助抓手来完成砂芯放置、铸件下件的工作，实现更高程度的自动化，如图3、图4所示。

（4）平台式　该模式的出铸件速度相较于前几个模式更为高效，重力机在平台上旋转，有浇注工位、冷却工位、下件工位等，多台重力机在不同工位同时运行。浇注机器人在浇注工位不断取铝液浇注，取件机器人同步下件（也可用人工，但效率低，工作强度大）。如图5所示，这种模式只适合产品类似、批量大、节拍一致的铸件同时生产。

2. 低压铸造

相比重力铸造机，低压铸造机更具智能化、自动化，人工只需做辅助工作即可。但对于高自动化的管理模式，在铸造过程中，人工可以一人监管一条线，



图1　圆周式工业机器人重力浇注自动化单元

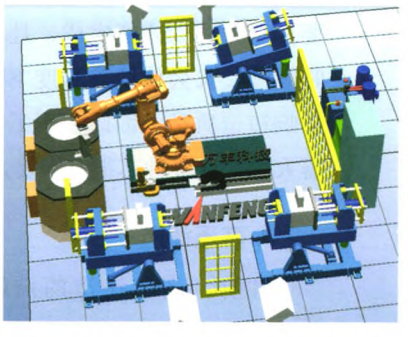


图2　对称式工业机器人重力浇注自动化单元



图3　并排式工业机器人重力浇注自动化单元一



图4　并排式工业机器人重力浇注自动化单元二

只起巡逻检查的作用，因此引出了低压铸造无人化单元，工业机器人完成全部辅助工作。应用模式有以下两种：

（1）对于产品规格多、铸造简单、批量大的铸件，可以由一台工业机器人管理两台低压铸造机，工业机器人完成产品取件、放过滤网、打钢号、去飞翅等全部工作，实现了无人化铸造。因空间布局不同，工业机器人可以采用倒挂式，也可以采用落地式（见图6、图7）。

（2）对于产品规格单一、需有人工放置砂芯配合、批量大的铸件，工业机器人直接从低压机上取件后，进行冷却或放置到钻孔专机及后续工序的转序。

（3）对于需配合砂芯铸造的，如果砂芯结构简单、砂芯单一，还可以用工业机器人增加取放砂芯的功能（见图8）。人工放置砂芯需进入模腔，而模具内温度很高，部分砂芯重量大，需要多个人协助才能完成，且操作时间过长又会使模具温度下降，影响铸造质量。因此，用工业机器人取代取放砂芯很有必要。

3. 高压铸造

目前，高压铸造的前端工作，如浇注、喷涂模具已有先进的机构来完成，但在铸件的取出及料头清理大部分由人工来完成。因高温、重量等因素，人工效率低下，反过来制约了铸造机的产能。工业机器人不仅取件高效，还同步完成了割料头和渣包、清理飞翅等工作，将工业机器人充分利用，可实现投入回报的最大化。

其在高压铸造中的应用如图9所示。

4. 工业机器人在铸造其他环节的应用

工业机器人因高度的柔性和精度，在油漆粉尘漫天飞舞的涂装车间、车间内不能连贯的两道工序之间、产品完成后的码垛、单机加工的上下件等铸造的诸多领域均可大显身手。



图5　平台式工业机器人重力浇注自动化单元



图6　倒挂式工业机器人在低压铸造中的应用



图7 落地式工业机器人在低压铸造中的应用

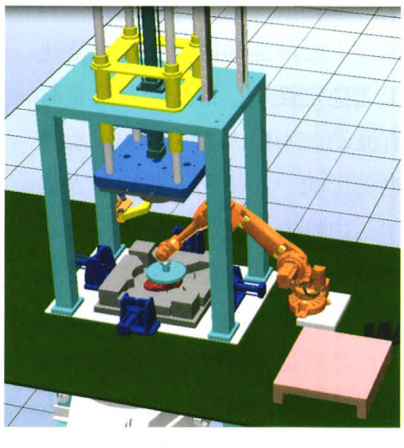
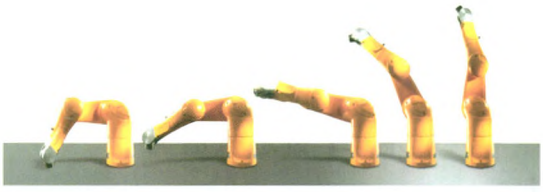


图8　工业机器人在低压铸造中的应用



三、工业机器人应用的注意事项

综上所述，工业机器人的应用，极大程度地改变了工作环境，提升了自动化程度。但是在项目决策时，也要注意相关事项，否则就有可能物极必反。

一般情况下，工业机器人适合于批量式生产，否则经常因产品切换而调整机器人运行程序及相关部件，会降低生产效率；另外，在目前的铸造行业，通常将工业机器人应用在劳动力密集、劳动强度大的工序，以取代人工，取得最大的投资回报；在项目规划时，需考虑工业机器人运行与周围装备的配合度，在确保节拍一致的前提下，使工业机器人得以充分利用。

随着视觉系统、力传感技术的发展，工业机器人在复杂的工序中也将得到更为广泛、深入的应用。



图9　工业机器人在高压铸造中的应用

四、结语

铸造技术的发展必然要为社会进步和经济发展的大局所左右，“绿色铸造”的概念体现了高速发展着的文明进程的人性化特征和经济可持续发展的总体要求。与传统铸造生产模式相比，“绿色铸造”模式对铸造企业信息化运作水平和自动化生产程度提出了相当高的要求。工业机器人在铸造生产中具有改善劳动条件，节约劳动力，降低废品率和产品成本，提高生产率与产品质量，加快产品更新换代，以及减少设备损耗，节约资源，清洁生产等特点，因此提高铸造业自动化水平，加强工业机器人在铸造业中的应用，从而实现清洁生产，增大企业效益，促进经济和社会的和谐发展，已成为自动化装备型企业的使命。

MW 20140720

（上接第16页）

2. 组芯精度高

对于较为笨重或有些部位脆弱的砂芯，如果人工或采用辅助装置进行搬运时，很容易造成砂芯破损，甚至产生废芯。而机器人转运可以保证每次能够沿相同的路径运动，且能完成非常精确的定位工作，大大提高了组芯的精度，减少了磕碰，不但提高了产品质量，也降低了生产成本。

3. 提高生产效率

整个缸盖砂芯数量种类多，大小、重量不一，需数百个操作才能最终完成砂芯之间的紧固。若采用人工操作，不仅人员需求数量多，生产节拍缓慢，场地混乱，而且由于工人操作标准不一，容易造成砂芯的二次损坏。

我公司砂芯紧固均采用机器人完成。通过机器人的使用，有效地解决了生产过程中人员、场地、生产效率及质量问题。

4. 实现柔性化生产

整个砂芯生产过程，机器人能在短时间内将砂芯从制芯机内取芯、修芯、装配、砂芯紧固和上涂料，然后经表干炉烘烤进入砂芯立体库进行存储一系列动作，最终达到每小时30组砂芯的节拍。如果这些工作由人工或辅助工具完成，不但会延时节拍，也会使工作场所面积大大增加。

5. 地位无可取代

随着现代化技术的进步和铸造技术的进一步成熟，铸造的整个生产过程也逐步走向现代化、自动化。而机器人的普遍使用无疑给企业带来了诸多好处，其地位无可取代。机器人的使用不但成为衡量一个企业先进性的重要指标，也必将带给铸造领域在管理和品质上的变革。

MW 20140715