(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108746237 B
(45)授权公告日 2020.06.19

(21)申请号 201810494010.3

(22)申请日 2018.05.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108746237 A

(43)申请公布日 2018.11.06

(73)专利权人 北京航星机器制造有限公司
地址 100013 北京市东城区和平里东街1号

(72)发明人 王胜龙 吴凯 王志敏 郭晓琳
周小京 东栋 尤逢海

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009
代理人 陈鹏

(51)Int.Cl.
B21C 23/21(2006.01)
B21C 29/00(2006.01)
B21C 29/04(2006.01)
B21C 31/00(2006.01)
B21C 33/00(2006.01)
B21C 35/02(2006.01)

审查员 姚寅群

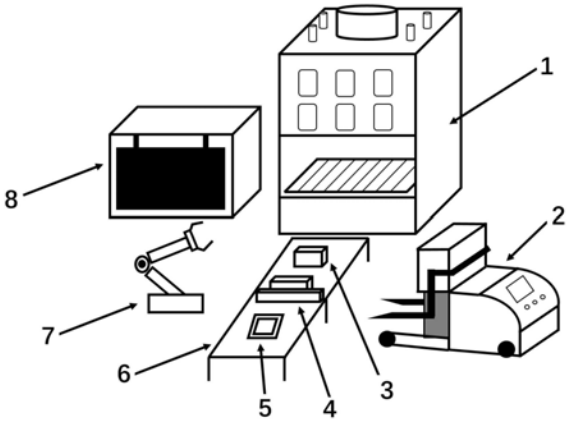
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种精确热挤压柔性智能制造系统和方法

(57)摘要

本发明公开了一种精确热挤压柔性智能制造系统，包括：热挤压机；智能移动设备，其具有第一控制模块以及智能移动设备主体，自动路径规划模块用于规划在模具放置区和热挤压机之间的第一移动路径，以及在车间储料区和置物平台之间的第二移动路径，第一控制模块用于控制智能移动设备主体执行以下操作：将模具运送至热挤压机内，将坯料运送至置物平台；加热炉；机器人工作单元，其具有末端执行器和第二控制模块，第二控制模块用于控制末端执行器执行以下操作：抓取坯料并转移至加热炉内，抓取坯料并转移至热挤压机中的模具内，抓取工件并转移至置物平台。本发明还提供一种精确热挤压柔性智能制造方法。本发明实现了高效、经济、灵活的自动化生产。



CN 108746237 B

1.一种精确热挤压柔性智能制造方法,其特征在于,包括:

提供智能移动设备、热挤压机、机器人工作单元、加热炉以及置物平台,所述智能移动设备包括第一控制模块和智能移动设备主体,所述第一控制模块具有自动路径规划模块,其中,通过所述自动路径规划模块规划在放置有模具的模具放置区和所述热挤压机之间的第一移动路径,在放置有坯料的车间储料区和所述置物平台之间的第二移动路径以及在所述置物平台和车间工件存放区之间的第三移动路径;所述热挤压机包括压机本体,可上下移动地设置在所述压机本体的上工作平台,连接至所述上工作平台的上工作平台驱动机构,可前后移动地设置在所述压机本体的下工作平台,连接至所述下工作平台的下工作平台驱动机构,加热装置以及第三控制模块;所述机器人工作单元设置在所述加热炉、所述置物平台以及所述热挤压机之间,所述机器人工作单元具有末端执行器和第二控制模块;

所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第一移动路径移动,并将放置于模具放置区的模具运送至所述热挤压机附近;所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动至所述热挤压机外侧;所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下将模具放置于所述下工作平台上;所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动回所述热挤压机内并与所述上工作平台合拢;

对所述热挤压机内的模具进行装卡;

所述加热装置在所述第三控制模块的控制下对所述热挤压机内的模具进行加热;

所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据第二移动路径移动,并将放置于所述车间储料区的坯料运送至所述置物平台;所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取放置在所述置物平台的坯料并转移至所述加热炉内,通过所述加热炉对坯料进行加热;

待放置于所述热挤压机内的模具以及放置于所述加热炉内的坯料均加热至特定温度,所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具,所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述加热炉加热的坯料并转移至所述热挤压机中的模具内;

所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向下移动并与所述下工作平台合拢,使所述模具合模,从而完成对坯料的热挤压成形;

所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具;所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述热挤压机挤压成形的工件并转移至所述置物平台;

待所述工件冷却后,所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第三移动路径移动,并将放置于所述置物平台上的工件运送至所述车间工件存放区。

一种精确热挤压柔性智能制造系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于智能制造技术领域，尤其涉及一种精确热挤压柔性智能制造系统和方法。

背景技术

[0002] 国防安全的大趋势要求武器装备更新换代的响应速度越来越快、技战术指标越来越高，武器装备逐渐显现出结构轻量化、复杂化、一体化的特点，构件质强比要求不断提高，结构轻量化和高强度需求矛盾越来越突出。为满足上述需求，航天武器构件大量采用了轻质合金异形复杂薄壁结构。目前该类结构多采用自由锻件和铸件机加制造。该方法存在严重的弊端，比如材料利用率常低于30％，材料耗费严重；铸件机械加工及热处理过程中产生变形，报废风险大，制造成本高。而精确热挤压成形技术可以很好地解决以上问题，使材料利用率大幅提高，零件的变形易于控制，所需机械加工时间大幅缩短，同时热挤压过程可以降低材料变形抗力，提高材料塑性，材料性能也可以得到进一步改善，获得力学性能良好的热挤压产品，可确保产品性能满足指标要求。此外，热挤压成形模具可重复使用，且使用寿命长，大幅降低生产成本。

[0003] 在传统的热挤压生产当中，模具、工装、坯料及零部件的搬运主要是通过人力和车间吊车来进行，这种运送方式生产效率低下，人工成本高，劳动强度大，自动化效率低，特别是对于热态的模具、工装、坯料及零部件，长期在这样环境中会直接影响工人的身体健康。因此，如何提高热挤压产品质量和劳动生产率、降低技术难度和劳动强度，有效提高热挤压自动化、智能化与工艺可控性成为行业迫切需要解决的问题。

发明内容

[0004] 针对上述技术问题，本发明的目的在于提供一种自动化、智能化程度高，使用方便，布局合理的精确热挤压柔性智能制造系统。

[0005] 针对上述技术问题，本发明的另一个目的在于提供一种自动化、智能化程度高，使用方便，布局合理的精确热挤压柔性智能制造方法。

[0006] 本发明的技术方案为：

[0007] 一种精确热挤压柔性智能制造系统，包括：

[0008] 热挤压机；

[0009] 置物平台；

[0010] 智能移动设备，其具有第一控制模块以及智能移动设备主体，所述第一控制模块具有自动路径规划模块，其中，所述自动路径规划模块用于规划在放置有模具的模具放置区和所述热挤压机之间的第一移动路径，以及用于规划在放置有坯料的车间储料区和所述置物平台之间的第二移动路径，所述第一控制模块用于控制所述智能移动设备主体执行以下操作：依据所述第一移动路径移动并将放置于所述模具放置区的模具运送至所述热挤压机内，以及依据所述第二移动路径移动并将放置于所述车间储料区的坯料运送至所述置物

平台；

[0011] 加热炉；

[0012] 机器人工作单元，其设置在所述加热炉、所述置物平台以及所述热挤压机之间，所述机器人工作单元具有末端执行器和第二控制模块，所述第二控制模块用于控制所述末端执行器执行以下操作：抓取放置在所述置物平台的坯料并转移至所述加热炉内，抓取经所述加热炉加热的坯料并转移至所述热挤压机中的模具内，以及抓取经所述热挤压机挤压成形的工件并转移至所述置物平台。

[0013] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述置物平台设置在所述热挤压机的前方，靠近所述热挤压机布置。

[0014] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述加热炉设置在所述热挤压机的一侧，所述机器人工作单元设置在所述置物平台、所述加热炉和所述热挤压机之间的中间位置。

[0015] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述自动路径规划模块用于规划在所述置物平台和车间工件存放区之间的第三移动路径，所述第一控制模块用于控制所述智能移动设备主体还执行以下操作：依据所述第三移动路径移动并将放置于所述置物平台的工件转移至车间工件存放区。

[0016] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述热挤压机包括压机本体，可上下移动地设置在所述压机本体的上工作平台，连接至所述上工作平台的上工作平台驱动机构，可前后移动地设置在所述压机本体的下工作平台，连接至所述下工作平台的下工作平台驱动机构，加热装置以及第三控制模块，其中，所述第三控制模块用于控制上工作平台驱动机构、下工作平台驱动机构以及加热装置依次执行以下操作：所述下工作平台驱动机构驱动所述下工作平台移动至所述热挤压机外侧以供所述智能移动设备主体将模具放置于其上，以及驱动所述下工作平台移动回所述热挤压机内，所述加热装置对所述热挤压机内的模具进行加热，所述上工作平台驱动机构驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具，从而供所述末端执行器将经加热的坯料转移至所述热挤压机的模具内，以及驱动所述上工作平台向下移动并与所述下工作平台合拢，使所述模具合模，从而完成对坯料的热挤压成形，所述上工作平台驱动机构驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具，从而供所述末端执行器将经所述热挤压机挤压成形的工件转移至所述置物平台。

[0017] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述智能移动设备为叉车式自动导引运输车。

[0018] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述机器人工作单元的外层罩设有耐高温防护服。

[0019] 优选的是，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述机器人工作单元还包括机器人，所述末端执行器连接至所述机器人的执行端，所述机器人为6自由度的机器人。

[0020] 一种精确热挤压柔性智能制造方法，包括：

[0021] 提供智能移动设备、热挤压机、机器人工作单元、加热炉以及置物平台，所述智能移动设备包括第一控制模块和智能移动设备主体，所述第一控制模块具有自动路径规划模块，其中，通过所述自动路径规划模块规划在放置有模具的模具放置区和所述热挤压机之间的第一移动路径，在放置有坯料的车间储料区和所述置物平台之间的第二移动路径以及

在所述置物平台和车间工件存放区之间的第三移动路径;所述热挤压机包括压机本体,可上下移动地设置在所述压机本体的上工作平台,连接至所述上工作平台的上工作平台驱动机构,可前后移动地设置在所述压机本体的下工作平台,连接至所述下工作平台的下工作平台驱动机构,加热装置以及第三控制模块;所述机器人工作单元设置在所述加热炉、所述置物平台以及所述热挤压机之间,所述机器人工作单元具有末端执行器和第二控制模块;

[0022] 所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第一移动路径移动,并将放置于模具放置区的模具运送至所述热挤压机附近;所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动至所述热挤压机外侧;所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下将模具放置于所述下工作平台上;所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动回所述热挤压机内并与所述上工作平台合拢;

[0023] 对所述热挤压机内的模具进行装卡;

[0024] 所述加热装置在所述第三控制模块的控制下对所述热挤压机内的模具进行加热;

[0025] 所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据第二移动路径移动,并将放置于所述车间储料区的坯料运送至所述置物平台;所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取放置在所述置物平台的坯料并转移至所述加热炉内,通过所述加热炉对坯料进行加热;

[0026] 待放置于所述热挤压机内的模具以及放置于所述加热炉内的坯料均加热至特定温度,所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具,所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述加热炉加热的坯料并转移至所述热挤压机中的模具内;

[0027] 所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向下移动并与所述下工作平台合拢,使所述模具合模,从而完成对坯料的热挤压成形;

[0028] 所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具;所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述热挤压机挤压成形的工件并转移至所述置物平台;

[0029] 待所述工件冷却后,所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第三移动路径移动,并将放置于所述置物平台上的工件运送至所述车间工件存放区。

[0030] 本发明的有益效果为:

[0031] 本发明所述的精确热挤压柔性智能制造系统包括热挤压机、智能移动装备、加热炉、面向高温热挤压过程的机器人工作单元、用于放置坯料、工件或模具的置物平台。本发明采用智能移动装备完成模具和坯料的自动化运送,从而实现多种类大负载模具、坯料和工件高效、精准的运送。而且,智能移动装备内置激光雷达和自动路径规划模块,活动区域无需铺设轨道、支座架等固定装置,不受道路、空间的限制。本发明采用面向高温热挤压过程的机器人工作单元实现自动化上下料,解决人工作业过程的精度和效率问题。同时,机器人工作单元可以多自由度运动,实现对坯料和工件的快速抓取和搬运,对不同工件具有极强的适应能力,充分地体现其自动性和柔性。本发明解决了人工作业的精度和效率问题,实现高效、经济、灵活的自动化生产,布局合理,使用方便,自动化、智能化程度高。

附图说明

[0032] 图1为本发明所述的精确热挤压柔性智能制造系统的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面对结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0034] 如图1所示，本发明提供了一种精确热挤压柔性智能制造系统，包括：热挤压机；置物平台；智能移动设备，其具有第一控制模块以及智能移动设备主体，所述第一控制模块具有自动路径规划模块，其中，所述自动路径规划模块用于规划在放置有模具的模具放置区和所述热挤压机之间的第一移动路径，以及用于规划在放置有坯料的车间储料区和所述置物平台之间的第二移动路径，所述第一控制模块用于控制所述智能移动设备主体执行以下操作：依据所述第一移动路径移动并将放置于所述模具放置区的模具运送至所述热挤压机内，以及依据所述第二移动路径移动并将放置于所述车间储料区的坯料运送至所述置物平台；加热炉；机器人工作单元，其设置在所述加热炉、所述置物平台以及所述热挤压机之间，所述机器人工作单元具有末端执行器和第二控制模块，所述第二控制模块用于控制所述末端执行器执行以下操作：抓取放置在所述置物平台的坯料并转移至所述加热炉内，抓取经所述加热炉加热的坯料并转移至所述热挤压机中的模具内，以及抓取经所述热挤压机挤压成形的工件并转移至所述置物平台。

[0035] 本发明所述的精确热挤压柔性智能制造系统进行工件的制造流程为：智能移动装备2依据第一移动路径移动至模具放置区，再依据第一移动路径移动回热挤压机，将模具4运送至热挤压机1下工作平台，工人对模具进行装卡，热挤压机对模具进行升温；然后智能移动装备2依据第二移动路径移动至车间储料区，从车间储料区将坯料3运送至置物平台6；机器人工作单元7通过末端执行器将坯料3放置于加热炉8中，加热炉8关闭炉门，按照特定参数进行升温；待模具和坯料升至特定温度后，热挤压机1打开模具，加热炉8打开炉门，机器人工作单元7通过末端执行器从炉内取出加热的坯料3，并放置于模具4的下模内，此时热挤压机1进行热挤压成形；热挤压完成后，热挤压机1打开模具，机器人工作单元7通过末端执行器从模具4内取出成形的工件5，放置在置物平台6上；待工件5冷却后，智能移动装备2将其移动至车间工件存放区。

[0036] 本发明所述的精确热挤压柔性智能制造系统包括热挤压机1、智能移动装备2、加热炉8、面向高温热挤压过程的机器人工作单元7、用于放置坯料3、工件5或模具4的置物平台6。本发明采用智能移动装备2完成模具4和坯料3的自动化运送，从而实现多种类大负载模具、坯料和工件高效、精准的运送。而且，智能移动装备内置激光雷达和自动路径规划模块，活动区域无需铺设轨道、支座架等固定装置，不受道路、空间的限制。本发明采用面向高温热挤压过程的机器人工作单元7实现自动化上下料，解决人工作业过程的精度和效率问题。同时，机器人工作单元可以多自由度运动，实现对坯料和工件的快速抓取和搬运，对不同工件具有极强的适应能力，充分地体现其自动性和柔性。本发明解决了人工作业的精度和效率问题，实现高效、经济、灵活的自动化生产，布局合理，使用方便，自动化、智能化程度高。

[0037] 智能移动设备主体具体为智能移动设备中用于执行行进和夹持功能的主体部分。

[0038] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述置物平台设置在所述热挤压机的前方，靠近所述热挤压机布置。

[0039] 在制造过程中，智能移动设备将坯料从车间储料区运送至置物平台，末端执行器将坯料从置物平台移动至热挤压机内，并将热挤压成形的工件移动至置物平台上。当置物平台设置在热挤压机的前方，且布置在相对靠近热挤压机的位置，末端执行器的工作路径可以被控制在最短，从而有助于提高末端执行器的工作效率，以及整个制造系统的工作效率。

[0040] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述加热炉设置在所述热挤压机的一侧，所述机器人工作单元设置在所述置物平台、所述加热炉和所述热挤压机之间的中间位置。

[0041] 制造过程中，机器人工作单元的末端执行器将放置在置物平台上的坯料转移至加热炉内，待模具和坯料升温至特定温度，再将坯料转移至热挤压机内，再将热挤压成形后的工件转移至置物平台。即，末端执行器在置物平台、加热炉和热挤压机三者之间往复运动，以实现对坯料、工件的转移。将加热炉设置在热挤压机的一侧，机器人工作单元设置在置物平台、加热炉和热挤压机之间的中间位置，可以保证末端执行器的工作路径，从而有助于末端执行器的工作效率，以及整个制造系统的工作效率。

[0042] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述自动路径规划模块用于规划在所述置物平台和车间工件存放区之间的第三移动路径，所述第一控制模块用于控制所述智能移动设备主体还执行以下操作：依据所述第三移动路径移动并将放置于所述置物平台的工件转移至车间工件存放区。

[0043] 本发明采用智能移动装备2完成工件5的自动化运送，更进一步提高了整个制造车间的工作效率。

[0044] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述热挤压机包括压机本体，可上下移动地设置在所述压机本体的上工作平台，连接至所述上工作平台的上工作平台驱动机构，可前后移动地设置在所述压机本体的下工作平台，连接至所述下工作平台的下工作平台驱动机构，加热装置以及第三控制模块，其中，所述第三控制模块用于控制上工作平台驱动机构、下工作平台驱动机构以及加热装置依次执行以下操作：所述下工作平台驱动机构驱动所述下工作平台移动至所述热挤压机外侧以供所述智能移动设备主体将模具放置于其上，以及驱动所述下工作平台移动回所述热挤压机内，所述加热装置对所述热挤压机内的模具进行加热，所述上工作平台驱动机构驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具，从而供所述末端执行器将经加热的坯料转移至所述热挤压机的模具内，以及驱动所述上工作平台向下移动并与所述下工作平台合拢，使所述模具合模，从而完成对坯料的热挤压成形，所述上工作平台驱动机构驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具，从而供所述末端执行器将经所述热挤压机挤压成形的工件转移至所述置物平台。

[0045] 优选地，所述热挤压机1的硬件结构可以采用现有设备，具体包括压机本体、液压系统、电气控制系统、循环过滤系统、冷却系统、润滑系统、安全防护系统及其它辅助部件，压机本体为框架式，上工作平台驱动机构以液压系统作为动力源。本发明的热挤压机具有多向热挤压成形功能，正向公称力为40000kN，挤压速度在0.002～10mm/s之间，平台尺寸为2000mm×1500mm，适用于棒材、板材、型材以及端框类、法兰类、接头类等复杂结构热挤压成

形。但热挤压机的控制系统通过设计与改进，使热挤压机的工作方式与智能移动设备、加热炉以及机器人工作单元相适应和匹配，以提高整个制造系统的工作效率。

[0046] 本发明通过热挤压机的自动化运行，提高了对工件加工成形的加工精度，改善了工件的质量，降低了废品率，同时，实现了热挤压机与智能移动设备、机器人工作单元以及加热炉等设备协同配合工作，进一步提高了制造系统的工作精度和工作效率。

[0047] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述智能移动设备为叉车式自动导引运输车(AGV)。优选地，所述智能移动装备2内置激光雷达和自动路径规划模块，AGV控制系统(第一控制模块)可根据激光雷达创建地图，并根据作业点坐标及姿态进行自动路径规划，保证定位精度，移动到指定位置自动夹取模具4，并按预定轨迹将模具4运至热挤压机1的下工作平台上。

[0048] 在一个优选的实施例中，为了提高机器人工作单元对高温热挤压作业的适应能力，延长其寿命，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述机器人工作单元的外层罩设有耐高温防护服。

[0049] 在一个优选的实施例中，所述的精确热挤压柔性智能制造系统中，所述机器人工作单元还包括机器人，所述末端执行器连接至所述机器人的执行端，所述机器人为6自由度的机器人。优选地，机器人工作单元7通过具有一定柔性的末端执行器实现坯料3和工件5的自适应夹持功能，所述末端执行器通过统一接口与机器人自动快换连接。优选地，机器人工作单元7的末端执行器的抓取力为200kg。

[0050] 本发明还提供了一种精确热挤压柔性智能制造方法，包括：

[0051] 提供智能移动设备、热挤压机、机器人工作单元、加热炉以及置物平台，所述智能移动设备包括第一控制模块和智能移动设备主体，所述第一控制模块具有自动路径规划模块，其中，通过所述自动路径规划模块规划在放置有模具的模具放置区和所述热挤压机之间的第一移动路径，在放置有坯料的车间储料区和所述置物平台之间的第二移动路径以及在所述置物平台和车间工件存放区之间的第三移动路径；所述热挤压机包括压机本体，可上下移动地设置在所述压机本体的上工作平台，连接至所述上工作平台的上工作平台驱动机构，可前后移动地设置在所述压机本体的下工作平台，连接至所述下工作平台的下工作平台驱动机构，加热装置以及第三控制模块；所述机器人工作单元设置在所述加热炉、所述置物平台以及所述热挤压机之间，所述机器人工作单元具有机器人、末端执行器和第二控制模块。

[0052] 所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第一移动路径移动，并将放置于模具放置区的模具运送至所述热挤压机附近；所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动至所述热挤压机外侧；所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下将模具放置于所述下工作平台上；所述下工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述下工作平台移动回所述热挤压机内并与所述上工作平台合拢。

[0053] 对所述热挤压机内的模具进行装卡。

[0054] 所述加热装置在所述第三控制模块的控制下对所述热挤压机内的模具进行加热。

[0055] 所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据第二移动路径移动，并将放置于所述车间储料区的坯料运送至所述置物平台；所述末端执行器在所述第二控制模

块的控制下抓取放置在所述置物平台的坯料并转移至所述加热炉内，通过所述加热炉对坯料进行加热。

[0056] 待放置于所述热挤压机内的模具以及放置于所述加热炉内的坯料均加热至特定温度，所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具，所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述加热炉加热的坯料并转移至所述热挤压机中的模具内。

[0057] 所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向下移动并与所述下工作平台合拢，使所述模具合模，从而完成对坯料的热挤压成形。

[0058] 所述上工作平台驱动机构在所述第三控制模块的控制下驱动所述上工作平台向上移动以打开所述模具；所述末端执行器在所述第二控制模块的控制下抓取经所述热挤压机挤压成形的工件并转移至所述置物平台。

[0059] 待所述工件冷却后，所述智能移动设备主体在所述第一控制模块的控制下依据所述第三移动路径移动，并将放置于所述置物平台上的工件运送至所述车间工件存放区。

[0060] 在一个实施例中，本发明所述的精确热挤压柔性智能制造系统的工作流程如下：

[0061] 智能移动装备2移动至模具放置区，将模具4运送至热挤压机1前，热挤压机1将下工作平台移出，智能移动装备2将模具4置于热挤压机1的下工作平台上，然后下工作平台移回原位，工人对模具进行装卡，并通过电加热管对模具进行升温。然后智能移动装备2从车间储料区将坯料3运送至置物平台6，机器人工作单元7通过末端执行器将坯料3放置于加热炉8中，加热炉8关闭炉门，按照特定参数进行升温。待模具4和坯料3升至特定温度后，热挤压机1上工作平台上行打开模具，加热炉8打开炉门，机器人通过末端执行器从炉内取出加热的坯料3，并放置于模具4的下模内，此时热挤压机1上工作平台下行，进行热挤压成形。热挤压完成后，热挤压机1上工作平台上行打开模具，机器人通过末端执行器从模具4内取出成形的工件5，放置在置物平台6上，待工件5冷却后，智能移动装备2将其移动至车间工件存放区。

[0062] 本发明采用智能移动装备2完成模具4、坯料3以及工件5的自动化运送，从而实现多种类大负载模具、坯料和工件高效、精准的运送。而且，智能移动装备内置激光雷达和自动路径规划模块，活动区域无需铺设轨道、支座架等固定装置，不受道路、空间的限制。本发明采用面向高温热挤压过程的机器人工作单元7实现自动化上下料，解决人工作业过程的精度和效率问题。同时，机器人工作单元可以多自由度运动，实现对坯料和工件的快速抓取和搬运，对不同工件具有极强的适应能力，充分地体现其自动性和柔性。本发明解决了人工作业的精度和效率问题，实现高效、经济、灵活的自动化生产，布局合理，使用方便，自动化、智能化程度高。

[0063] 本发明虽然以较佳实施例公开如上，但其并不是用来限定本发明，任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内，都可以做出可能的变动和修改，因此，本发明的保护范围应当以本发明权利要求所界定的范围为准。

[0064] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

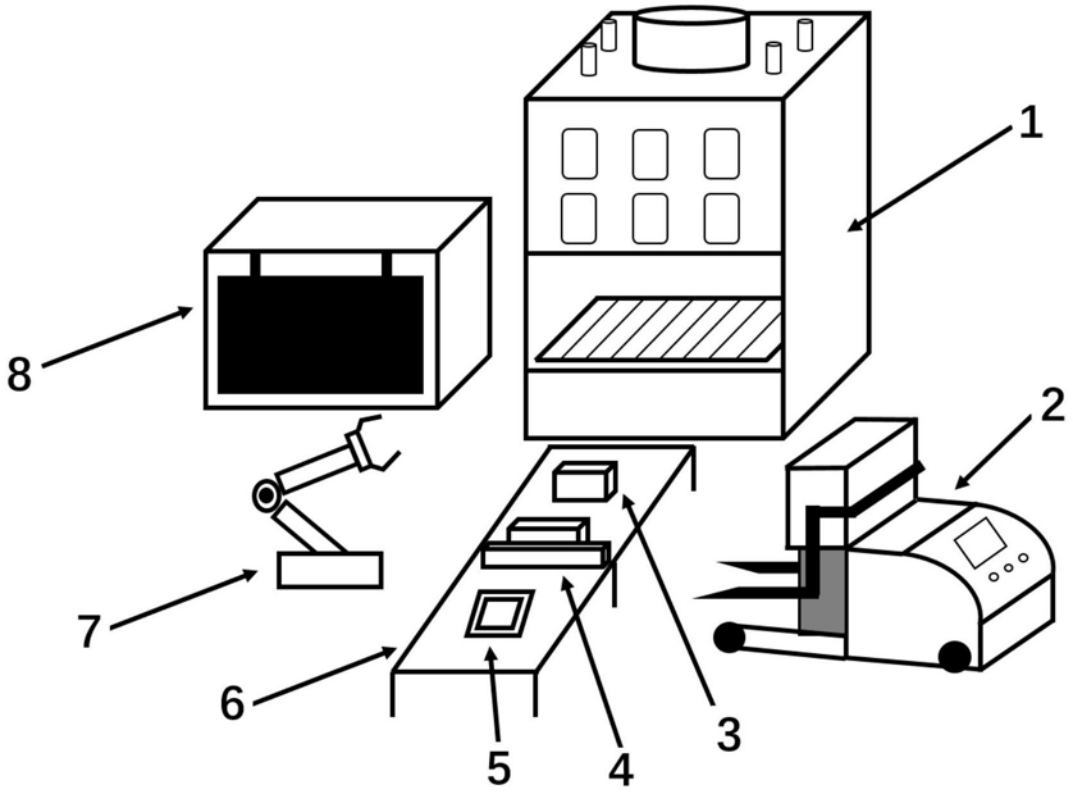


图1