(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112958874 B
(45)授权公告日 2023.09.08

(21)申请号 202110299394.5
(22)申请日 2021.03.19
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112958874 A
(43)申请公布日 2021.06.15
(73)专利权人 南京航空航天大学
地址 210016 江苏省南京市江宁区将军大道29号材料科学与技术学院D10
(72)发明人 占小红 赵艳秋 王磊磊
(74)专利代理机构 苏州达权专利代理事务所(普通合伙) 32737
专利代理师 温明霞
(51)Int.Cl.
B23K 9/04(2006.01)
B23K 9/32(2006.01)
B23K 31/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 111283379 A,2020.06.16
CN 109229227 A,2019.01.18
CN 110777376 A,2020.02.11
CN 109176468 A,2019.01.11
CN 212329961 U,2021.01.12
CN 112404658 A,2021.02.26
CN 112475767 A,2021.03.12
JP H11137148 A,1999.05.25

审查员 李彦泽

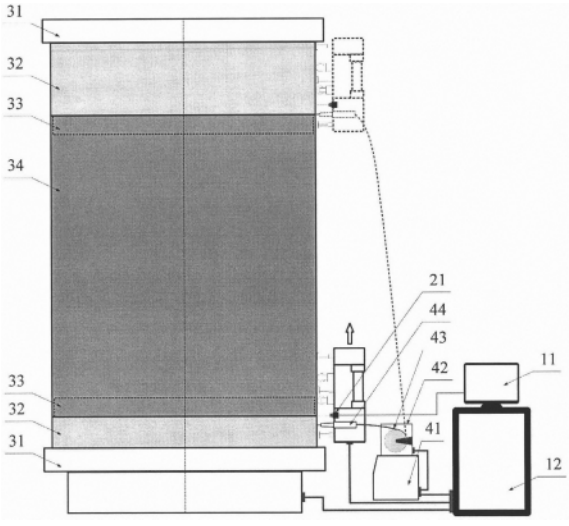
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法,涉及增材再制造领域,该电弧增材再制造装置包括控制系统、箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统、机器人运动系统;其中,控制系统控制箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统及机器人运动系统,所述箱体表面缺陷识别系统的三个缺陷识别探头与电弧焊接系统的焊枪均搭载于机器人主体,以实施缺陷识别作业与电弧增材再制造作业,其稳定性好、定位精度高、自动化程度高、可操作性好。



CN 112958874 B

1.一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材方法，所述电弧增材方法使用用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置，用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置包括控制系统、箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统、机器人运动系统；

所述控制系统连接箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统及机器人运动系统，包括：显示器、控制柜、连接线；

箱体表面缺陷识别系统用于对火箭箱体结构表面的摩擦磨损缺陷进行检测、三维重构与定位，并将缺陷信息传输给控制系统，包括三个缺陷识别探头；

箱体结构定位系统用于对火箭箱体结构进行装夹与定位，包括：箱体外箍、箱体垂直延长结构、箱体内箍、火箭箱体结构、旋转底座；箱体结构定位系统中，旋转底座收到由控制系统发布旋转指令，通过控制箱体外箍旋转，并驱动火箭箱体结构的旋转定位；火箭箱体结构两端通过箱体内箍、箱体延长结构、箱体外箍实现固定，箱体延长结构与箱体内箍为一体化结构，箱体延长结构用于实现火箭箱体结构边缘位置的修复；

电弧焊接系统用于对火箭箱体结构的摩擦磨损缺陷进行快速修复作业，包括：电弧焊机、送丝机、焊丝、焊枪；

机器人运动系统用于根据控制系统的命令沿着火箭箱体结构外壁垂直运动，包括：可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式滚动前轮、可升降式滚动后轮、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可伸缩机器人躯干、机器人主体；

所述箱体表面缺陷识别系统的三个缺陷识别探头与电弧焊接系统的焊枪均搭载于机器人主体，实施缺陷识别作业与电弧增材再制造作业；

所述缺陷识别探头检测到缺陷信号后，随即将缺陷的尺寸与位置信息传递至控制系统，控制系统接收到缺陷信息后，一方面根据缺陷特征将焊接参数反馈至焊接系统，另一方面根据焊接位置将坐标信息反馈至机器人运动系统；

所述电弧焊接系统中，电弧焊机、送丝机、焊丝、焊枪根据控制系统发布的焊接指令实施电弧增材再制造作业，焊接指令包括焊接路径、焊接速度、送丝速度；

所述机器人运动系统位于火箭箱体结构右侧，机器人主体通过控制可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可升降式滚动前轮、可升降式滚动后轮，完成机器人上下运动；

可升降式仿壁虎吸附上臂悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂与可升降式仿壁虎吸附下臂吸附于箱体时，可升降式滚动前轮向上运动并带动可伸缩机器人躯干伸长，机器人上半身向上垂直运动；

可升降式仿壁虎吸附下臂悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂与可升降式仿壁虎吸附上臂吸附于箱体时，可升降式滚动后轮向上运动并带动可伸缩机器人躯干缩短，机器人下半身向上垂直运动，最终实现机器人垂直爬行运动；

所述机器人运动系统在电弧增材再制造过程中，机器人主体停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂均吸附于火箭箱体结构表面，以保证电弧增材再制造过程的顺利实施；

其特征在于，包括如下步骤：

第一，开启控制系统与箱体结构定位系统，通过控制系统控制箱体结构定位系统，设置旋转速度，将箱体结构的指定待修复区域旋转至右侧，即电弧增材再制造工作区域；

第二，开启机器人运动系统，机器人主体通过可升降式仿壁虎吸附臂吸附于火箭箱体结构底端，设置机器人运动方向与速度；

第三，确认定位无误后，开启箱体表面缺陷识别系统与焊接系统；

第四，控制系统通过控制机器人主体上的可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可升降式滚动前轮及可升降式滚动后轮开始垂直向上运动；

第五，箱体表面缺陷识别系统检测到缺陷信息，并对其进行三维重构与定位，并将缺陷识别信息传递至控制系统；

第六，机器人运动系统根据控制系统反馈的坐标信息确定焊接位置，机器人主体停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂均吸附于火箭箱体结构表面，焊接系统根据控制系统反馈的焊接参数实施电弧增材再制造作业；

第七，该位置作业完毕后，重复步骤第四～第七，完成火箭箱体结构电弧增材再制造作业。

一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高效的电弧增材再制造装置及方法，具体涉及一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法。

背景技术

[0002] 火箭箱体结构在空天特种环境服役后，不可避免地存在烧损、脱落等缺陷。由于服役环境复杂且特殊，传统火箭箱体结构往往只能服役一次，这大大提高了火箭箱体结构的制造成本。可重复使用是运载火箭的发展趋势之一，箱体结构作为运载火箭的重要组成部分，其可重复使用性能的实现可有效降低运载火箭的生产成本与周期。

[0003] 电弧增材再制造技术是一种利用逐层熔覆原理，利用电弧热源，通过丝材的添加，对结构表面进行修复的先进数字化技术，具有低成本、高效快速成型、易于修复零件等优点，并且易于实现数字化与智能化，在绿色制造方面有着广泛的应用前景。现有焊接装备往往通过机床或工业机器人实现，对火箭贮箱曲面结构的适应性差，且耗费时间长、工作量大、成本高，不适用于可重复使用火箭对低成本、高质量的制造需求。

[0004] 本发明提出了一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法，能够完成火箭箱体结构表面摩擦磨损缺陷的快速修复，对实现火箭箱体结构的可重复利用具有重要意义。

发明内容

[0005] 为了实现火箭箱体结构的可重复使用，降低运载火箭的生产成本与周期，本发明提供了一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置及方法，能够解决现有技术中耗费时间长、工作量大、成本高的问题并且定位精度高、自动化程度高。

[0006] 为达此目的，本发明采用以下技术方案：

[0007] 一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置，包括控制系统、箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统、机器人运动系统；

[0008] 所述控制系统连接箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统及机器人运动系统，包括：显示器、控制柜、连接线；

[0009] 箱体表面缺陷识别系统用于对火箭箱体结构表面的摩擦磨损缺陷进行检测、三维重构与定位，并将缺陷信息传输给控制系统，包括三个缺陷识别探头；

[0010] 箱体结构定位系统用于对火箭箱体结构进行装夹与定位，包括：箱体外箍、箱体垂直延长结构、箱体内箍、火箭箱体结构、旋转底座；

[0011] 电弧焊接系统用于对火箭箱体结构的摩擦磨损缺陷进行快速修复作业，包括：电弧焊机、送丝机、焊丝、焊枪；

[0012] 机器人运动系统用于根据控制系统的命令沿着火箭箱体结构外壁垂直运动，包括：可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式滚动前轮、可升降式滚动后轮、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可伸缩机器人躯干、机器人主体；

[0013] 可选地，所述箱体表面缺陷识别系统的三个缺陷识别探头与电弧焊接系统的焊枪均搭载于机器人主体，实施缺陷识别作业与电弧增材再制造作业；

[0014] 所述缺陷识别探头检测到缺陷信号后，随即将缺陷的尺寸与位置信息传递至控制系统，控制系统接收到缺陷信息后，一方面根据缺陷特征将焊接参数反馈至焊接系统，另一方面根据焊接位置将坐标信息反馈至机器人运动系统。

[0015] 可选地，所述箱体结构定位系统中，旋转底座收到由控制系统发布旋转指令，通过控制箱体外箍旋转，实现火箭箱体结构的旋转定位。

[0016] 可选地，所述电弧焊接系统中，电弧焊机、送丝机、焊丝、焊枪根据控制系统发布的焊接指令实施电弧增材再制造作业，焊接指令包括焊接路径、焊接速度、送丝速度。

[0017] 可选地，所述机器人运动系统位于火箭箱体结构右侧，机器人主体通过控制可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可升降式滚动前轮、可升降式滚动后轮，完成机器人上下运动；

[0018] 可升降式仿壁虎吸附上臂悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂与可升降式仿壁虎吸附下臂吸附于箱体时，可升降式滚动前轮向上运动并带动可伸缩机器人躯干伸长，机器人上半身向上垂直运动；

[0019] 可升降式仿壁虎吸附下臂悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂与可升降式仿壁虎吸附上臂吸附于箱体时，可升降式滚动后轮向上运动并带动可伸缩机器人躯干缩短，机器人下半身向上垂直运动，最终实现机器人垂直爬行运动。

[0020] 可选地，所述机器人运动系统在电弧增材再制造过程中，机器人主体停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂均吸附于火箭箱体结构表面，以保证电弧增材再制造过程的顺利实施。

[0021] 本发明的另一个目的在于提出一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造方法，成本低且自动化程度高。

[0022] 为达到此目的，本发明采用以下技术方案：

[0023] 一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造方法，采用上述的电弧增材再制造装置，包括如下步骤：

[0024] 第一，开启控制系统与箱体结构定位系统，通过控制系统控制箱体结构定位系统，设置旋转速度，将箱体结构的指定待修复区域旋转至右侧，即电弧增材再制造工作区域；

[0025] 第二，开启机器人运动系统，机器人主体通过可升降式仿壁虎吸附臂吸附于火箭箱体结构底端，设置机器人运动方向与速度；

[0026] 第三，确认定位无误后，开启箱体表面缺陷识别系统与焊接系统；

[0027] 第四，控制系统通过控制机器人主体上的可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂、可升降式滚动前轮及可升降式滚动后轮开始垂直向上运动；

[0028] 第五，箱体表面缺陷识别系统检测到缺陷信息，并对其进行三维重构与定位，并将缺陷识别信息传递至控制系统；

[0029] 第六，机器人运动系统根据控制系统反馈的坐标信息确定焊接位置，机器人主体停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂、可升降式仿壁虎吸附中臂、可升降式仿壁虎吸附下臂均吸附于火箭箱体结构表面，焊接系统根据控制系统反馈的焊接参数实施电弧增

材再制造作业；

[0030] 第七，该位置作业完毕后，重复步骤第四～第七，完成火箭箱体结构电弧增材再制造作业。

[0031] 本发明有益效果为：本发明提供的用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置，通过集成箱体表面缺陷识别系统、箱体结构定位系统、电弧焊接系统及机器人运动系统，能够实现火箭箱体结构的表面缺陷重构与电弧增材再制造作业，稳定性好、定位精度高、自动化程度高、可操作性好，提升了火箭箱体结构的可重复使用性能，有效降低运载火箭的生产成本与周期。

附图说明

[0032] 图1是本发明实施例提供的一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置的结构示意图；

[0033] 图2是本发明实施例提供的机器人运动系统的侧视示意图；

[0034] 图3是本发明实施例提供的机器人运动系统的俯视示意图；

[0035] 图4是本发明实施例提供的机器人运动系统垂直向上运动过程的示意图；

[0036] 图中，

[0037] 1-控制系统；11-显示器；12-控制柜；13-连接线；

[0038] 2-箱体表面缺陷识别系统；21-缺陷识别探头；211-缺陷识别探头A；212-缺陷识别探头B；213-缺陷识别探头C；

[0039] 3-箱体结构定位系统；31-箱体外箍；32-箱体垂直延长结构；33-箱体内箍；34-火箭箱体结构；35-旋转底座；

[0040] 4-电弧焊接系统；41-电弧焊机；42-送丝机；43-焊丝；44-焊枪；

[0041] 5-机器人运动系统；

[0042] 51-可升降式仿壁虎吸附上臂；511-可升降式仿壁虎吸附上臂A；512-可升降式仿壁虎吸附上臂B；513-可升降式仿壁虎吸附上臂C；514-可升降式仿壁虎吸附上臂D；

[0043] 52-可升降式滚动前轮；521-可升降式滚动前轮A；522-可升降式滚动前轮B；

[0044] 53-可升降式仿壁虎吸附中臂；531-可升降式仿壁虎吸附中臂E；532-可升降式仿壁虎吸附中臂F；

[0045] 54-可升降式滚动后轮；541-可升降式滚动后轮A；542-可升降式滚动后轮B；

[0046] 55-可升降式仿壁虎吸附下臂；551-可升降式仿壁虎吸附下臂G；552-可升降式仿壁虎吸附下臂H；553-可升降式仿壁虎吸附下臂I；554-可升降式仿壁虎吸附下臂J；

[0047] 56-可伸缩机器人躯干；57-机器人主体；

具体实施方式

[0048] 为使本发明解决的技术问题、采用的技术方案和达到的技术效果更加清楚，下面将结合附图对本发明实施例的技术方案做进一步的详细描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0049] 在本实施例的描述中，术语“上”、“下”、“左”、“右”等方位或位置关系为基于附图

所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述和简化操作，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作。

[0050] 下面结合附图并通过具体实施方式进一步说明本发明的技术方案。

[0051] 如图1所示，一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置，其中火箭箱体结构为圆柱型，其中心线垂直于地面，一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置包括控制系统1、箱体表面缺陷识别系统2、箱体结构定位系统3、电弧焊接系统4、机器人运动系统5；所述控制系统1连接箱体表面缺陷识别系统2、箱体结构定位系统3、电弧焊接系统4及机器人运动系统5，包括：显示器11、控制柜12、连接线13；箱体表面缺陷识别系统2用于对火箭箱体结构34表面的摩擦磨损缺陷进行检测、三维重构与定位，并将缺陷信息传输给控制系统1，包括三个缺陷识别探头21；箱体结构定位系统3用于对火箭箱体结构34进行装夹与定位，包括：箱体外箍31、箱体延长结构32、箱体内箍33、火箭箱体结构34、旋转底座35；电弧焊接系统4用于对火箭箱体结构的摩擦磨损缺陷进行快速修复作业，包括：电弧焊机41、送丝机42、焊丝43、焊枪44。

[0052] 一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造装置的机器人运动系统5根据控制系统1的命令沿着火箭箱体结构外壁垂直运动，如图2-3所示，包括：51-可升降式仿壁虎吸附上臂、511-可升降式仿壁虎吸附上臂A、512-可升降式仿壁虎吸附上臂B、513-可升降式仿壁虎吸附上臂C、514-可升降式仿壁虎吸附上臂D、52-可升降式滚动前轮、521-可升降式滚动前轮A、522-可升降式滚动前轮B、53-可升降式仿壁虎吸附中臂、531-可升降式仿壁虎吸附中臂E、532-可升降式仿壁虎吸附中臂F、54-可升降式滚动后轮、541-可升降式滚动后轮A、542-可升降式滚动后轮B、55-可升降式仿壁虎吸附下臂、551-可升降式仿壁虎吸附下臂G、552-可升降式仿壁虎吸附下臂H、553-可升降式仿壁虎吸附下臂I、554-可升降式仿壁虎吸附下臂J、56-可伸缩机器人躯干、57-机器人主体。

[0053] 本实施例中，火箭贮箱结构的材料为2219铝合金，箱体高度为2m、直径为3.35m、壁厚约为4mm，焊丝采用ER2319铝铜合金焊丝，焊丝直径为1.2mm，焊接保护气体采用纯度为99.99％的氩气。在其他实施例中，火箭贮箱结构可以为其他尺寸，焊丝可以为其他牌号与尺寸。

[0054] 本实施例中，箱体表面缺陷识别系统2的三个缺陷识别探头21与电弧焊接系统4的焊枪44均搭载于机器人运动系统5的机器人主体57上，用于实施缺陷识别作业与电弧增材再制造作业；机器人运动系统5位于火箭箱体结构34右侧。在其他实施例中，焊接方法可以选用其他方法，机器人运动系统5可以位于火箭箱体结构(34)的其他位置。

[0055] 可选地，箱体表面缺陷识别系统2的缺陷识别探头21检测到缺陷信号后，随即将缺陷的尺寸与位置信息传递至控制系统1，控制系统1接收到缺陷信息后，一方面根据缺陷特征将焊接参数反馈至焊接系统4焊接参数，另一方面根据焊接位置将坐标信息反馈至机器人运动系统5。本实施例中，检测到的表面缺陷为磨损所致的圆形凹坑缺陷，缺陷深度为2mm，缺陷表面积约为12.6mm2。在其他实施例中，缺陷表面形貌特征可以是其他形状。

[0056] 可选地，如图1所示，箱体结构定位系统中，旋转底座35收到由控制系统1发布旋转指令，通过控制箱体外箍31旋转，并驱动火箭箱体结构34的旋转定位；火箭箱体结构34两端通过箱体内箍33、箱体延长结构32、箱体外箍31实现固定，箱体延长结构32与箱体内箍31为一体化结构，箱体延长结构32用于实现火箭箱体结构边缘位置的修复。本实施例中，旋转底

座35带动箱体外箍31沿着顺时针旋转，进而带动火箭箱体结构34旋转，将待修复区域旋转至最右侧，旋转速度设置为1°/s。在其他实施例中，箱体外箍31可旋转至其他位置，箱体底座旋转速度的设置范围为0.2～3°/s。

[0057] 可选地，电弧焊接系统中，电弧焊机41、送丝机42、焊丝43、焊枪44根据控制系统1发布的焊接指令实施电弧增材再制造作业，焊接指令包括焊接路径、焊接速度、送丝速度。本实施例中，控制系统1接收到该信号后，反馈电弧增材再制造工艺参数为：电弧电流为84A，焊接速度为1.8m/，送丝速度为4.8m/min，干伸长为10mm，保护气流量为15L/min，焊接路径为由缺陷外沿旋转至缺陷中心，焊接层数为一层。在其他实施例中，焊接工艺参数均由缺陷特征决定。

[0058] 可选地，所述机器人运动系统5位于箱体结构右侧，机器人主体57通过控制可升降式仿壁虎吸附上臂51、可升降式仿壁虎吸附中臂53、可升降式仿壁虎吸附下臂55、可升降式滚动前轮52及可升降式滚动后轮54，完成机器人上下运动。如图4所示，在本实施例中，可升降式仿壁虎吸附上臂51悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂53与可升降式仿壁虎吸附下臂55吸附于箱体时，可升降式滚动前轮52向上运动并带动可伸缩机器人躯干56伸长，机器人上半身向上垂直运动；可升降式仿壁虎吸附下臂55悬空、可升降式仿壁虎吸附中臂53与可升降式仿壁虎吸附上臂51吸附于箱体时，可升降式滚动后轮54向上运动并带动可伸缩机器人躯干56缩短，机器人下半身向上垂直运动，最终实现机器人垂直爬行运动。在其他实施例中，机器人主体57可通过控制可升降式仿壁虎吸附上臂51、可升降式仿壁虎吸附中臂53、可升降式仿壁虎吸附下臂55、可升降式滚动前轮52及可升降式滚动后轮54，完成其他方向的运动。

[0059] 本实施例中，在电弧增材再制造过程中，机器人主体57停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂51、可升降式仿壁虎吸附中臂53、可升降式仿壁虎吸附下臂55均吸附于火箭箱体结构34表面，以保证电弧增材再制造过程的顺利实施。

[0060] 本实施例还提供了一种用于可回收火箭箱体结构的电弧增材再制造方法，包括以下步骤：

[0061] 第一，开启控制系统1与箱体结构定位系统3，通过控制系统1控制箱体结构定位系统3，设置旋转速度，将箱体结构34的指定待修复区域旋转至右侧，即电弧增材再制造工作区域；

[0062] 第二，开启机器人运动系统5，机器人主体57通过可升降式仿壁虎吸附臂51、53、55)吸附于火箭箱体结构34底端，设置机器人运动方向与速度；

[0063] 第三，确认定位无误后，开启箱体表面缺陷识别系统2与焊接系统4；

[0064] 第四，控制系统通过控制机器人主体57上的可通过控制可升降式仿壁虎吸附上臂51、可升降式仿壁虎吸附中臂53、可升降式仿壁虎吸附下臂55、可升降式滚动前轮52及可升降式滚动后轮54开始垂直向上运动；

[0065] 第五，箱体表面缺陷识别系统2检测到缺陷信息，并对其进行三维重构与定位，并将缺陷识别信息传递至控制系统1；

[0066] 第六，机器人运动系统5根据控制系统1反馈的坐标信息确定焊接位置，机器人主体57停止继续向上运动，可升降式仿壁虎吸附上臂51、可升降式仿壁虎吸附中臂53、可升降式仿壁虎吸附下臂55均吸附于火箭箱体结构34表面，焊接系统4根据控制系统1反馈的焊接

参数实施电弧增材再制造作业；

[0067] 第七，该位置作业完毕后，重复步骤第四～第七，完成火箭箱体结构电弧增材再制造作业。

[0068] 显然，本发明的上述实施例仅仅是为了清楚说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所述领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式给予穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

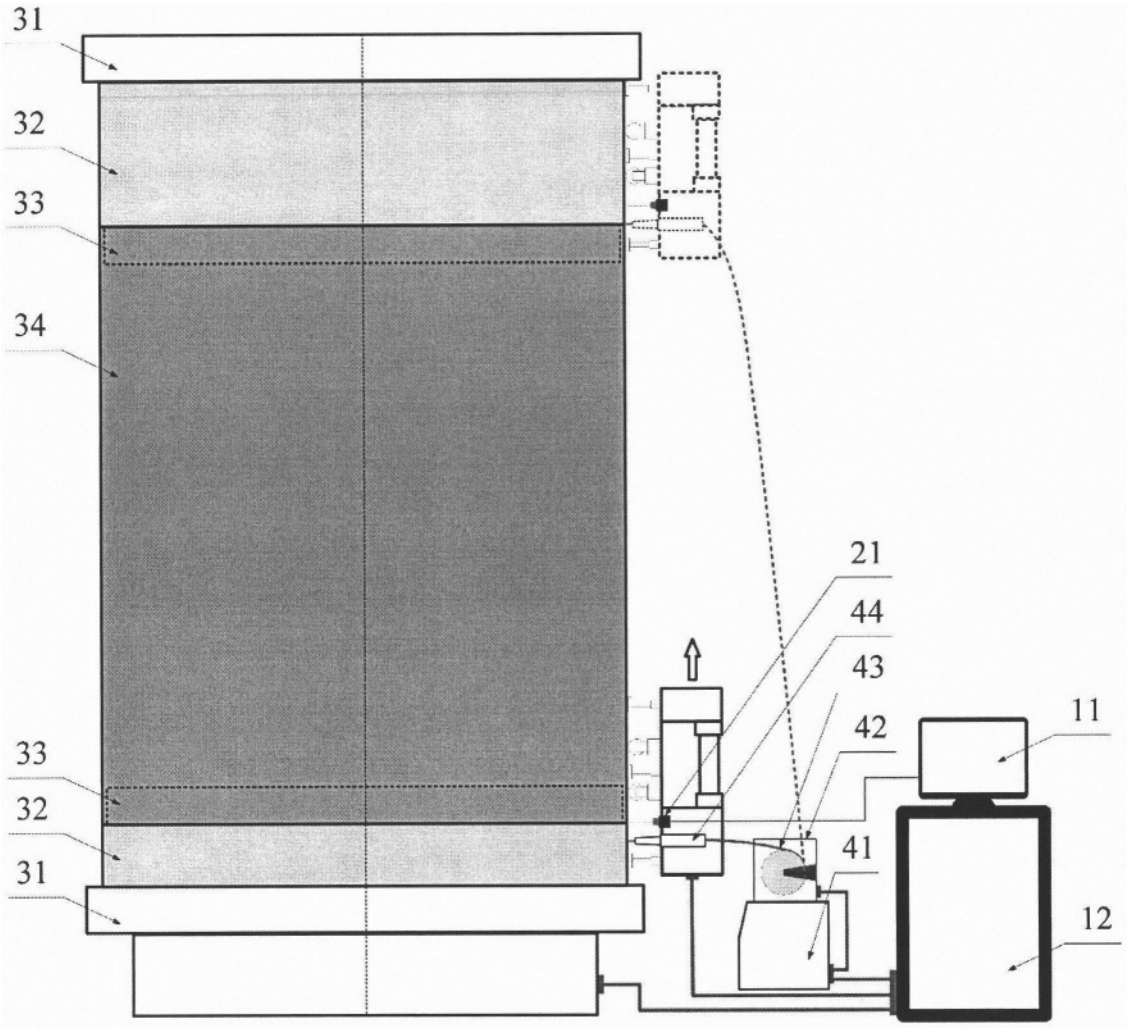


图1

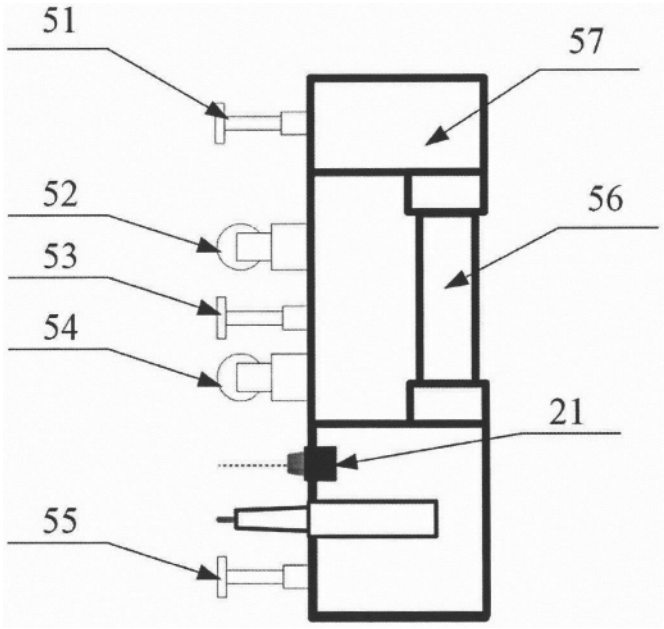

51
57
52
56
53
54
21
55

图2

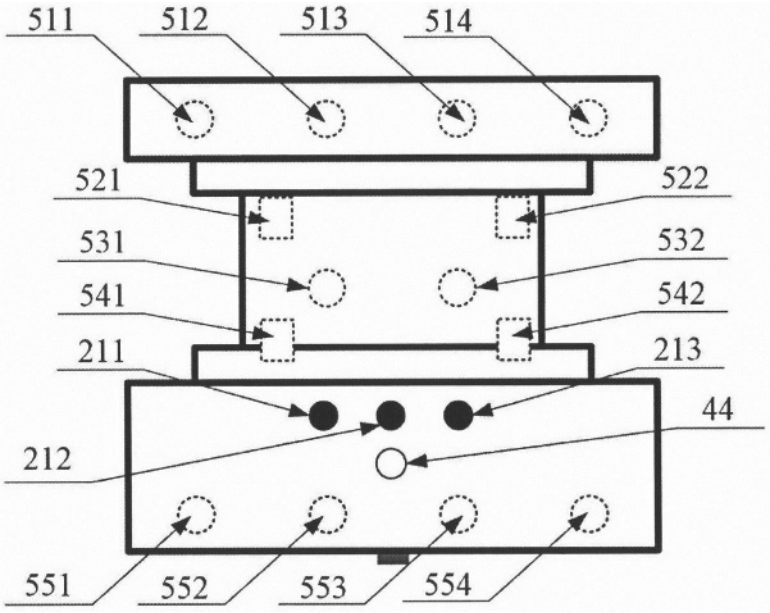

511
512
513
514
521
522
531
532
541
542
211
213
44
212
551
552
553
554

图3

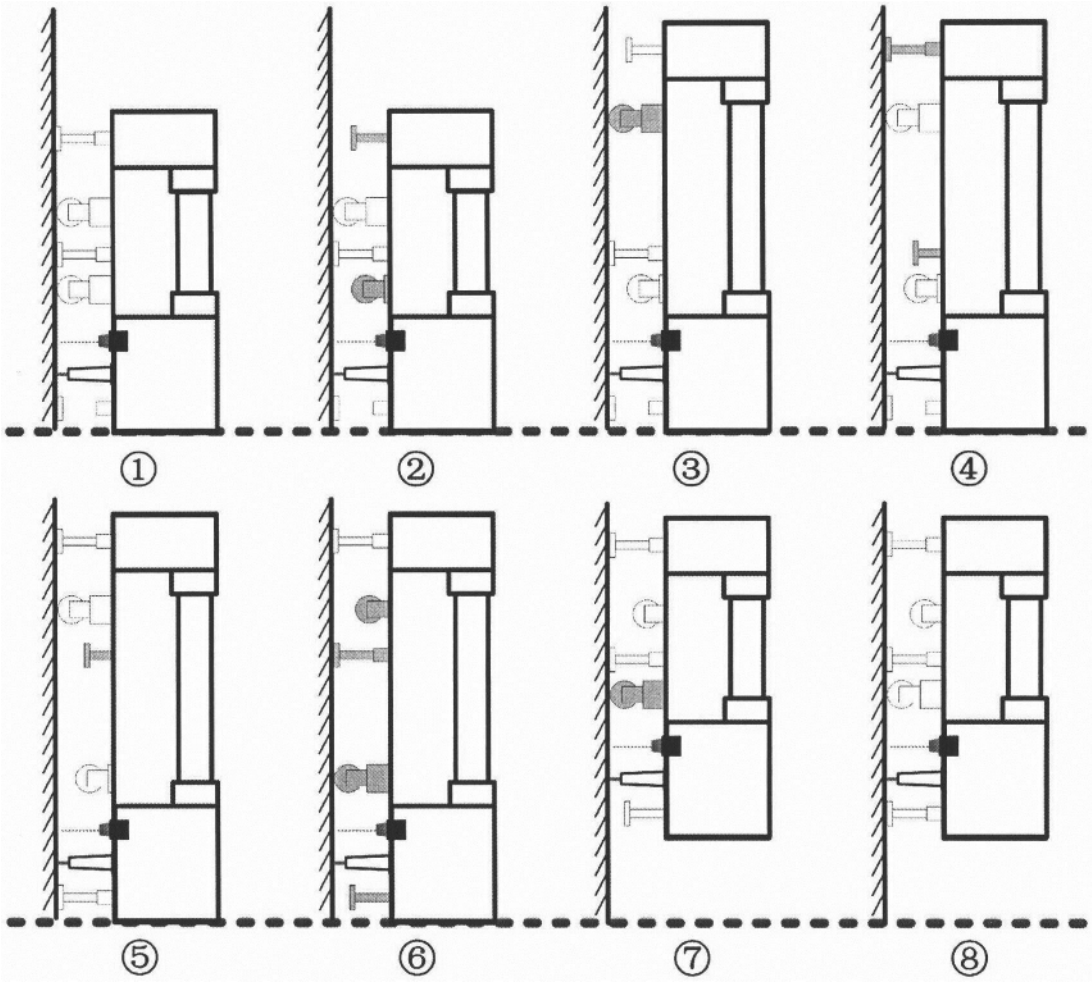


图4