



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113463718 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 01

(21) 申请号 202110734609.1

(22) 申请日 2021.06.30

(71) 申请人 广西柳工机械股份有限公司  
地址 545007 广西壮族自治区柳州市柳太  
路1号

(72) 发明人 罗剑伟 黄健 孙金泉 蔡登胜

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限  
公司 44202

代理人 李群华

(51) Int. Cl.

E02F 9/20 (2006.01)

E02F 9/24 (2006.01)

E02F 9/26 (2006.01)

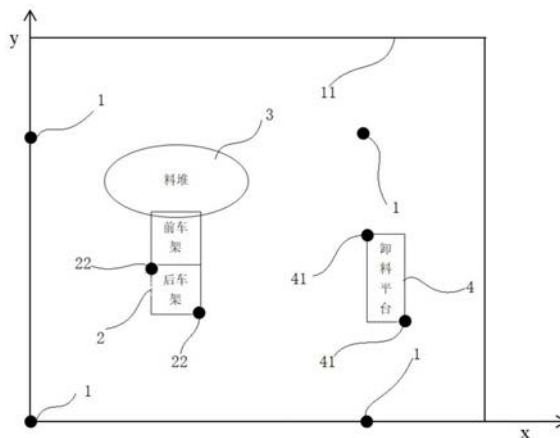
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

装载机防撞控制系统与控制方法

(57) 摘要

本发明涉及装载机铲装技术,为解决针对现有装载机自主作业时与障碍物发生碰撞的问题;提供一种装载机防撞控制系统与控制方法,其中系统包括安装有UWB标签的装载机和卸料平台、确定UWB基站平面坐标系的至少三个UWB基站,数据处理模块根据UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓与装载机轮廓的相对位置和装载机状态控制装载机车速防止碰撞。本发明通过UWB基站与UWB标签通信测距而定位,避免装载机驶出作业边界或与卸料平台发生碰撞,其防撞可靠性高,适宜在自主作业装载机上使用。



1. 一种装载机防撞控制系统,包括装载机,装载机包含用于检测装载机位姿状态的位姿传感器、用于控制装载机的整机控制单元;其特征在于系统还包括:

至少三个UWB基站,布置于装载机作业场地,其中至少有三个UWB基站处于同一个水平面上以确定UWB基站平面坐标系;

所述装载机上设置有数据处理模块、与UWB基站进行单边双向通信测距的车载定位UWB标签、无线数据收发模块;车载定位UWB标签和无线数据收发模块与数据处理模块连接;

上位机,用于设定并向装载机传递基于UWB基站平面坐标系的作业边界;

卸料平台,其上间隔布置有两个与UWB基站进行单边双向通信测距的卸料定位UWB标签、与卸料定位UWB标签连接并与装载机上无线数据收发模块无线通信的无线数据收发模块;

所述数据处理模块通过车载定位UWB标签的测距信息、装载机外形尺寸和位姿状态确定UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置、通过卸料定位UWB标签测距信息确定UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓的位置;

所述数据处理模块根据行驶方向、UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓或车架轮廓相对作业边界和卸料平台轮廓的相对位置向整机控制单元输送整机速度控制指令。

2. 根据权利要求1所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述UWB基站为四个,其中三个UWB基站呈直角三角形布置组成UWB基站平面坐标系的X轴和Y轴,第四个UWB基站与其他三个UWB基站非共面布置,各UWB基站之间的距离已知。

3. 根据权利要求1所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述位姿传感器包括用于测定装载机在坐标系中朝向的陀螺仪或者所述车载定位UWB标签的数量至少为两个且安装在装载机上不同位置。

4. 根据权利要求1所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述装载机上还安装有用于作业过程中基于初始位置推算装载机的导航定位信息的惯性导航模块,所述惯性导航模块与装载机上一个车载定位UWB标签安装在同一位置;所述数据处理模块依据车载定位UWB标签的测距信息和所述惯性导航模块的导航定位信息解算UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓的位置。

5. 根据权利要求1所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述作业边界包括包围作业区域的外边界和位于外边界范围内障碍物边界。

6. 根据权利要求1所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述装载机上设置有用于显示UWB基站平面坐标系、UWB基站平面坐标系中卸料平台轮廓、装载机外形投影轮廓、车架轮廓的显示模块。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述装载机为铰接式装载机,所述车载定位UWB标签相对后车架固定安装布置。

8. 根据权利要求7所述的装载机防撞控制系统,其特征在于所述位姿传感器包括:用于检测装载机前后车架相对转动角度的转向角度传感器、用于检测动臂转动角度的动臂传感器、用于检测铲斗转动角度的转斗传感器。

9. 一种装载机防撞控制方法,其特征在于包括如下步骤:

利用至少三个布置于作业现场的UWB基站确定UWB基站平面坐标系并设定基于UWB基站平面坐标系的作业边界;

通过装载机上车载定位UWB标签与各UWB基站的测距信息、装载机外形尺寸和位姿状态确定UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置；通过卸料定位UWB标签测距信息确定UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓的位置；

根据行驶方向、UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓或车架轮廓相对作业边界和卸料平台轮廓的相对位置向整机控制单元输送整机速度控制指令；

当装载机驶向作业边界且装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止；

当装载机在非卸料时驶向卸料平台且装载机外形投影轮廓与卸料平台轮廓的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止；

当装载机卸料时驶向卸料平台且装载机车架轮廓与卸料平台的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止。

10. 根据权利要求9所述的装载机防撞控制方法,其特征在于装载机移动过程中通过惯性导航模块基于初始位置推算装载机的导航定位信息,依据车载定位UWB标签的测距信息和所述惯性导航模块的导航定位信息解算UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置。

## 装载机防撞控制系统与控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种装载机铲装技术,更具体地说,涉及一种装载机防撞控制系统与控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着用工成本的不断增加,以及智能化技术的发展,装载机的无人化自主作业将会成为未来的发展趋势。

[0003] 实现装载机的自主化作业仍需要解决诸多问题。如装载机在作业过程中如何避免与其他设备设施、建筑物或人等发生碰撞,从而造成不必要的财产损失或人生伤害,这是迫切需要解决的问题。现有的技术方案中,有通过在车上加装超声波雷达等传感器来进行碰撞检测的,防止车撞到其他物体或人,虽然具有一定的效果,但仍未能很好的满足需要,因而需要研究更加有效的防撞系统以满足自主作业装载机的需要。

### 发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是针对现有装载机自主作业与障碍物发生碰撞的问题,而提供一种装载机防撞控制系统与控制方法,使装载机在无人化作业时控制装载机避免与障碍物发生碰撞。

[0005] 本发明为实现其目的的技术方案是这样的:提供一种装载机防撞控制系统,包括装载机,装载机包含用于检测装载机位姿状态的位姿传感器、用于控制装载机的整机控制单元;其特征在于系统还包括:

[0006] 至少三个UWB基站,布置于装载机作业场地,其中至少有三个UWB基站处于同一个水平面上以确定UWB基站平面坐标系;

[0007] 所述装载机上设置有数据处理模块、与UWB基站进行单边双向通信测距的车载定位UWB标签、无线数据收发模块;车载定位UWB标签和无线数据收发模块与数据处理模块连接;

[0008] 上位机,用于设定并向装载机传递基于UWB基站平面坐标系的作业边界;

[0009] 卸料平台,其上设置有两个与UWB基站进行单边双向通信测距的卸料定位UWB标签、与卸料定位UWB标签连接并与装载机上无线数据收发模块无线通信的无线数据收发模块;

[0010] 所述数据处理模块通过车载定位UWB标签的测距信息、装载机外形尺寸和位姿状态确定UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置、通过卸料定位UWB标签测距信息确定UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓的位置;

[0011] 所述数据处理模块根据行驶方向、UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓或车架轮廓相对作业边界和卸料平台轮廓的相对位置向整机控制单元输送整机速度控制指令。

[0012] 在本发明中,通过多个UWB基站确定坐标系并设定基于UWB基站确定坐标系作业边

界,通过UWB标签确定装载机和卸料平台的位置,通过装载机行驶方向以及与作业边界和卸料平台之间的相对位置,而使整机控制单元控制装载机的行驶速度或使其停止。本发明通过UWB基站与UWB标签通信测距而定位,进而对装载机进行控制,避免装载机驶出作业边界或与卸料平台发生碰撞,其防撞可靠性高,事宜在自主作业装载机上使用。

[0013] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述UWB基站为四个,其中三个UWB基站呈直角三角形布置组成UWB基站平面坐标系的X轴和Y轴,第四个UWB基站与其他三个UWB基站非共面布置,各UWB基站之间的距离已知。通过布置多个不是全部共面的UWB基站,使得UWB标签测距更加准确。

[0014] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述位姿传感器包括用于测定装载机在坐标系中朝向的陀螺仪或者所述车载定位UWB标签的数量至少为两个且安装在装载机上不同位置。使用两个车载定位UWB标签,可以获得装载机上两个点与各UWB基站之间的距离,结合装载机自身的几何外形和位姿传感器检测到装载机转向角度,可以确定装载机轮廓在UWB基站平面坐标系内的位置,包括装载机的朝向。或者通过一个UWB标签获取装载机上一个点UWB基站平面坐标系内的位置,再通过位姿传感器如陀螺仪测定装载机相对地面的朝向,预先测定UWB基站平面坐标系相对地面的朝向,再坐标转换后确定装载机在UWB基站平面坐标系内的朝向。

[0015] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述装载机上还安装有用于作业过程中基于初始位置推算装载机导航定位信息的惯性导航模块,所述惯性导航模块与装载机上一个车载定位UWB标签安装在同一位置;所述数据处理模块依据车载定位UWB标签的测距信息和所述惯性导航模块的导航定位信息解算UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓的位置,通过惯性导航模块定位和UWB标签测距定位结合对装载机位置进行定位,提高装载机定位精度。

[0016] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述作业边界包括包围作业区域的外边界和位于外边界范围内障碍物边界。

[0017] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述装载机上设置有用于显示UWB基站平面坐标系、UWB基站平面坐标系中卸料平台轮廓、装载机外形投影轮廓、车架轮廓的显示模块。

[0018] 在上述装载机防撞控制系统系统中,所述装载机为铰接式装载机,所述车载定位UWB标签相对后车架固定安装布置。

[0019] 在上述装载机防撞控制系统中,所述位姿传感器包括:用于检测装载机前后车架相对转动角度的转向角度传感器、用于检测动臂转动角度的动臂传感器、用于检测铲斗转动角度的转斗传感器。

[0020] 本发明为实现其目的的技术方案是这样的:提供一种

[0021] 装载机防撞控制方法,其特征在于包括如下步骤:

[0022] 利用至少三个布置于作业现场的UWB基站确定UWB基站平面坐标系并设定基于UWB基站平面坐标系的作业边界;

[0023] 通过装载机上车载定位UWB标签与各UWB基站的测距信息、装载机外形尺寸和位姿状态确定UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置;通过卸料定位UWB标签测距信息确定UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓的位置;

[0024] 根据行驶方向、UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓或车架轮廓相对作业

边界和卸料平台轮廓的相对位置向整机控制单元输送整机速度控制指令；

[0025] 当装载机驶向作业边界且装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止；

[0026] 当装载机在非卸料时驶向卸料平台且装载机外形投影轮廓与卸料平台轮廓的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止；

[0027] 当装载机卸料时驶向卸料平台且装载机车架轮廓与卸料平台的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止。

[0028] 在上述装载机防撞控制方法,装载机移动过程中通过惯性导航模块基于初始位置推算装载机的导航定位信息,依据车载定位UWB标签的测距信息和所述惯性导航模块的导航定位信息解算UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置。

[0029] 本发明与现有技术相比,在本发明并设定基于UWB基站确定坐标系作业边界,通过UWB标签确定装载机和卸料平台的位置,通过装载机行驶方向以及与作业边界和卸料平台之间的相对位置,而使整机控制单元控制装载机的行驶速度或使其停止。本发明通过UWB基站与UWB标签通信测距而定位,进而对装载机进行控制,避免装载机驶出作业边界或与卸料平台发生碰撞,其防撞可靠性高,适宜在自主作业装载机上使用。

## 附图说明

[0030] 图1是本发明装载机作业场景示意图。

[0031] 图2是UWB基站坐标系示意图。

[0032] 图3是UWB基站、卸料平台和装载机之间的通信示意图。

[0033] 图中零部件名称及序号：

[0034] UWB基站1、装载机2、数据处理与显示模块21、车载定位UWB标签22、惯性导航模块23、整车控制单元24、无线数据收发模块25、料堆3、卸料平台4、卸料定位UWB标签41、无线数据收发模块42、作业边界5。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合附图说明具体实施方案。

[0036] 本发明中装载机防撞控制系统,包括四个UWB基站1,装载机2、卸料平台4。

[0037] 如图1所示,UWB基站1设置在装载机作业现场周围,其中三个UWB基站1处于同一个水平面上,组成作业场地的X轴和Y轴,形成UWB基站平面坐标系。另一个UWB基站与其他三个UWB基站非共面设置,每个UWB基站之间的相互距离已知。作业现场具有待铲的料堆3、卸料平台4等。

[0038] 装载机具有前车架和后车架以及安装于前车架上的工作装置,前车架和后车架可相对转动,装载机通过前车架和后车架的相对转动来转向。

[0039] 在装载机2上设置有两个与UWB基站进行双向通信测距的UWB标签,该两个UWB标签为车载定位UWB标签22,两个车载定位UWB标签安装在装载机的两个不同部位(在作业面上的投影处于不同位置),两者之间具有一定的距离。车载定位UWB标签22通过与UWB基站进行

双向通信测距,获取两个车载定位UWB标签与各个UWB基站的测距信息,根据装载机两个点(车载定位UWB标签安装位置)上测距信息可解算出装载机2相对各UWB基站1的距离和朝向。

[0040] 如图3所示,装载机2上还设置有数据处理和显示模块21(由数据处理模块和显示模块整合而成)、惯性导航模块23、无线数据收发模块25、位姿传感器(图中未示出)、整车控制单元24。车载定位UWB标签22、惯性导航模块23、无线数据收发模块25、整车控制单元24与数据处理和显示模块21相连,数据处理和显示模块21通过整车控制单元获取位姿传感器的检测数据。

[0041] 惯性导航模块23安装位置与两个车载定位UWB标签22中的其中一个的安装位置相同,用于作业过程中基于初始位置推算装载机的航迹和航向。惯性导航模块23与车载定位UWB标签22对装载机进行组合定位,惯性导航模块23与车载定位UWB标签22的定位数据由数据处理和显示模块21按一定方式进行数据融合后得出装载机在UWB基站坐标系内的具体位置。

[0042] 位姿传感器包括用于检测装载机前后车架相对转动角度的转向角度传感器、用于检测动臂转动角度的动臂传感器、用于检测铲斗转动角度的转斗传感器,通过动臂传感器和转斗传感器检测工作装置的状态。

[0043] 如图3所示,卸料平台4可以是运货卡车,装载机自主作业从料堆3处铲料后运输至卸料平台4处卸料,向货运卡车中卸料。卸料平台4上设置有无线数据收发模块42和两个与UWB基站进行双向通信测距的UWB标签,该UWB标签为卸料定位UWB标签41。两个卸料定位UWB标签41安装在不同位置,两者之间具有一定的距离,卸料定位UWB标签41与无线数据收发模块42连接,根据卸料平台上两个点(卸料定位UWB标签安装位置)上测距信息可解算出卸料平台相对各UWB基站1的距离和朝向,从而确定卸料平台在UWB基站平面坐标系中的位置。

[0044] 如图2所示,根据UWB基站1、卸料平台4的设置位置,操作人员在上位机上设定基于UWB基站平面坐标系的作业边界11,作业边界不仅包括包围作业场地的外围边界,还包括位于外围边界内障碍物边界,例如位于外围边界内的建筑物,必要时还可设置作业场地上部边界。上位机设置好作业边界后,将作业边界的数据传给位于作业场地内自主作业的装载机。

[0045] 数据处理和显示模块21用于收集包括卸料定位UWB标签41和车载定位UWB标签22的测距信息、惯性导航模块23的定位信息、上位机设定的作业边界的数据、位姿传感器的数据以及装载机运行的工作参数,并对收集的数据进行处理,解算出装载机2和卸料平台4在UWB基站平面坐标系内的位置以及投影轮廓,并以显示模块左下角作为坐标原点对定位物体在x轴和y轴坐标平面内的投影轮廓按一定比例进行图形化显示,如图2所示。

[0046] 装载机2的工作参数包括但不限于为装载机提供动力的发动机或电机的转速、挡位等,通过挡位可判别装载机行驶方向。

[0047] 装载机防撞控制系统防撞控制的方法如下:

[0048] 利用四个布置于作业现场的UWB基站确定UWB基站平面坐标系并通过上位机设定基于UWB基站平面坐标系的作业边界,将作业边界数据传递给作业装载机。

[0049] 通过装载机上车载定位UWB标签与各UWB基站的测距信息、装载机外形尺寸和位姿状态确定UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置;通过卸料定位UWB标签测距信息确定UWB基站平面坐标系内卸料平台轮廓的位置。

[0050] 根据行驶方向、UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓或车架轮廓相对作业边界和卸料平台轮廓的相对位置向整机控制单元输送整机速度控制指令。

[0051] 当装载机驶向作业边界且装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止。

[0052] 当装载机在非卸料时驶向卸料平台且装载机外形投影轮廓与卸料平台轮廓的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止。

[0053] 当装载机卸料时驶向卸料平台且装载机车架轮廓与卸料平台的距离小于预设值或小于安全值时整机控制单元相应地控制装载机减速以低于安全速度行驶或使装载机停止。

[0054] 装载机移动过程中通过惯性导航模块基于初始位置推算装载机的导航定位信息，依据车载定位UWB标签的测距信息和所述惯性导航模块的导航定位信息解算UWB基站平面坐标系内装载机外形投影轮廓和车架轮廓的位置。

[0055] 如图2所示，卸料平台可以是卡车或固定区域，在作业过程中位置固定，通过与无线数据收发模块连接的卸料定位UWB标签测距定位后，通过无线数据收发模块将测距定位数据发送至装载机上的数据处理模块，数据处理模块根据卸料定位UWB标签在卸料平台上的安装位置，以及卸料平台的外形尺寸，解算出卸料平台在UWB基站平面坐标系内的投影轮廓，并进行存储。

[0056] 上位机软件用于绘制作业现场的边界轮廓，卸料平台的外形轮廓，可自动提取绘制轮廓中线段的端点坐标数据，将轮廓的端点坐标数据下载存储至装载机上的数据处理模块，同时还可对作业现场的高度限值和卸料平台的高度进行设置，并将设定值下载至装载机上的数据处理模块。作业现场边界及卸料平台投影轮廓示意图，如图2所示。

[0057] 装载机在开始铲装作业前，由操作人员根据作业现场的尺寸、UWB基站的坐标位置、卸料定位UWB标签在卸料平台上的安装位置和卸料平台的尺寸，按一定比例尺，以直线段首尾相连的形式通过上位机软件绘制出作业现场的边界轮廓和卸料平台的外形轮廓，并设置相应的高度限值，然后通过上位机软件提取绘制轮廓中线段的端点坐标数据，将轮廓的端点坐标数据和高度限值下载存储至装载机上的数据处理模块。

[0058] 数据处理模块通过无线数据收发模块给卸料平台上的卸料定位UWB标签发送定位指令，卸料定位UWB标签接收到定位指令后依次与四个UWB基站进行双向通信测距，并将测距信息通过无线数据收发模块发送给数据处理模块，数据处理模块根据卸料定位UWB标签与四个UWB基站的测距信息，解算出卸料定位UWB标签的坐标位置，并结合上位机软件下载的卸料平台的外形轮廓数据，从而确定卸料平台在x轴和y轴坐标平面内的具体位置。

[0059] 装载机上的车载定位UWB标签周期性地依次与四个UWB基站进行双向通信测距定位，惯性导航模块实时地对自主作业装载机进行位置和航向推算，数据处理模块以一定的数据融合方式将车载定位UWB标签的定位数据和惯性导航模块的定位数据进行融合，来确定装载机在UWB基站平面坐标系内的位置，然后根据位姿传感器采集的数据以及自主作业装载机的外形尺寸，解算出装载机在UWB基站平面坐标系的投影轮廓，投影轮廓包括车架轮廓和装载机外形投影轮廓。车架轮廓不包括装载机的工作装置，以前车架和后车架的铰接处为回转中心，前车架和后车架分别以一个矩形框来近似表示。装载机外形投影轮廓包括



工作装置,并随装载机的工作装置的状态不同而不同,当工作装置处于贴地放平状态时,其轮廓尺寸最大,当工作装置被举升至最高点处于卸料状态时,其轮廓最小,接近等效于车架轮廓。

[0060] 铲装作业过程中,装载机在UWB基站平面坐标系内的投影轮廓位置不断发生变化,数据处理模块不断检测装载机的投影轮廓与作业现场边界和卸料平台的距离。

[0061] 当装载机驶向作业边界且装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于预设值时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送减速指令,限制装载机的行驶速度,使其以低于安全速度行驶,当装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于安全值(预设的限值)时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送停车指令使装载机停止。

[0062] 当装载机在非卸料时驶向卸料平台,且装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于预设值时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送减速指令,限制装载机的行驶速度,使其以低于安全速度行驶,当装载机外形投影轮廓与作业边界的距离小于安全值(预设的限值)时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送停车指令使装载机停止。

[0063] 当装载机卸料时驶向卸料平台,此时装载机的铲斗被举高,装载机与卸料平台发生碰撞主要是车架部分与卸料平台发生碰撞,因此若装载机车架轮廓与卸料平台的距离小于预设值时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送减速指令,限制装载机的行驶速度,使其以低于安全速度行驶,当装载机车架轮廓与作业边界的距离小于安全值(预设的限值)时,数据处理模块给装载机整车控制单元发送停车指令使装载机停止。

[0064] 在本发明中,装载机的防碰撞控制是基于UWB标签与UWB基站通信测距进行,其测量精度高,控制可靠,适宜在自主作业装载机上使用。

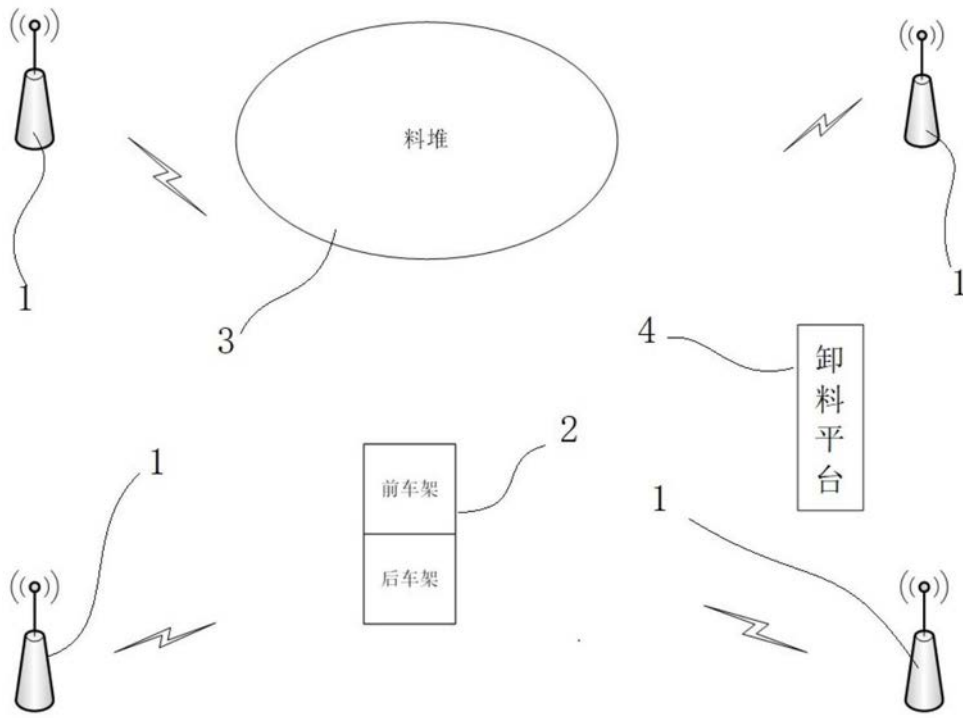


图1

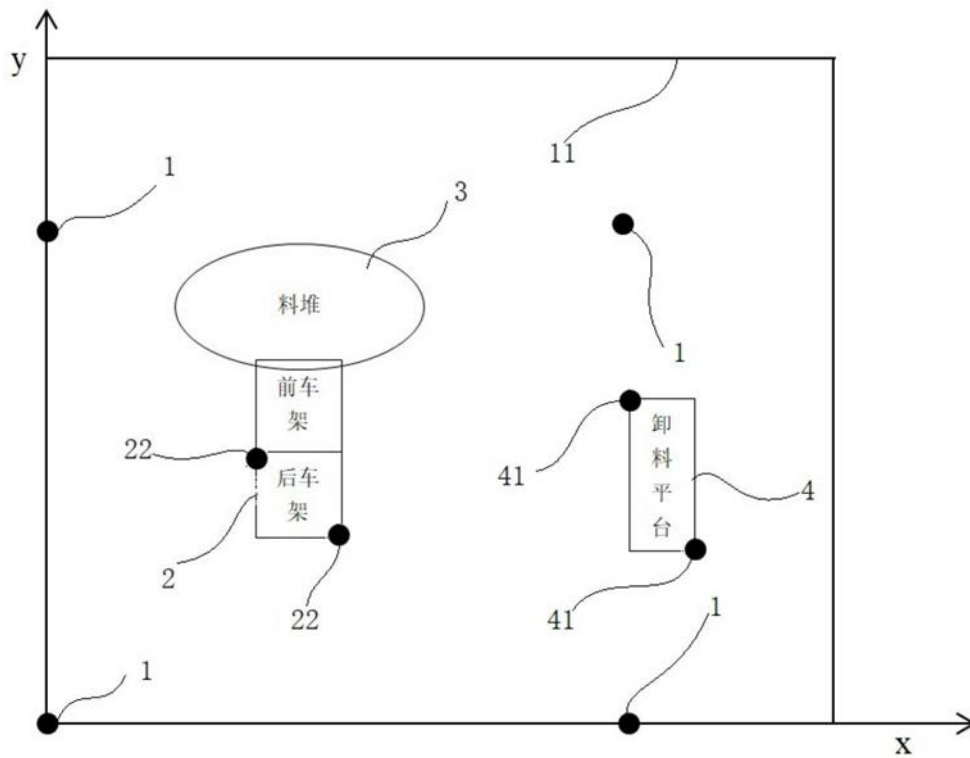


图2

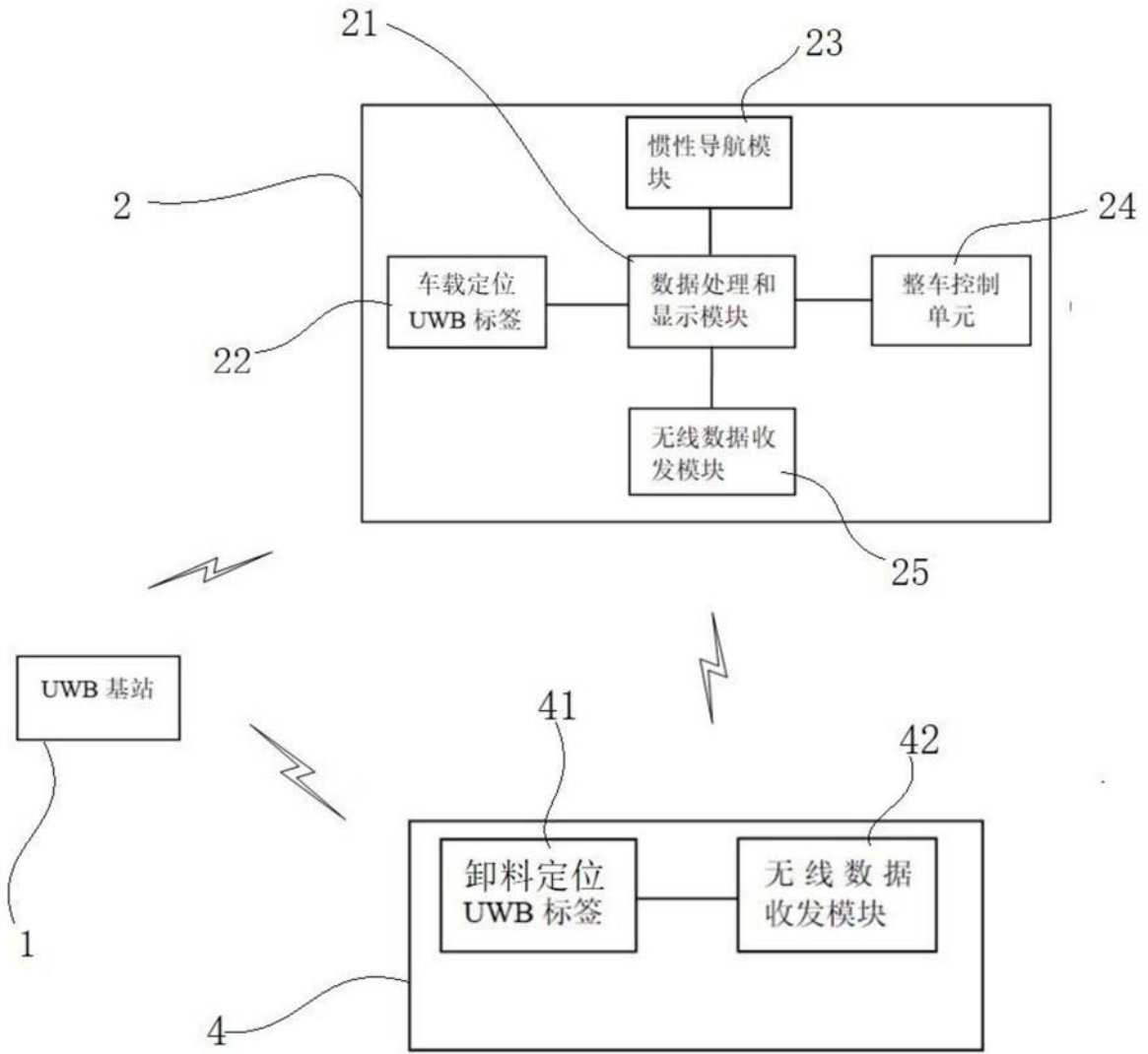


图3