

# 基于 PLC 控制及磁导航的运输机器人及仓储系统设计

张德福

(广州理工学院智能制造与电气工程学院 广东 广州 510540)

**摘要:** 本文设计了基于 PLC 控制和磁导航系统的运输机器人, 该机器人包括车体、旋转工作台、送料小车、磁导航系统和控制系统 5 个部分。通过 PLC 程序控制, 磁导航系统引导运输机器人将物料运送到指定的加工工位并把装有物料的送料小车与工位轨道对接, 将物料送到不同的工位, 也可以把装有加工好后物料的旋转料斗小车从加工工位取出, 送回其他工位或仓库。该机器人适于机械加工、汽车、轻工产品组装、食品、仓储物流等企业, 能更好地满足企业生产的需要, 降低能耗和成本, 提高生产率。

**关键词:** 磁导航; 加工工位; 车间; 仓储

## 0 引言

在现代工业生产中, 生产自动化需求是发展趋势, 不仅减轻繁重的人工劳动, 更主要的是提高生产效率和产品质量, 减少生产成本<sup>[1-3]</sup>。在车间生产中把物料、半成品或产品转运是必不可少的环节, 在早期通过人力推车转运, 也有用其他运输工具来运输的。结合实际生产情况, 科研人员进行了大量的研究开发, 例如百特智能转运设备有限公司研发的磁导航 AGV 无人运输车、车间流水线电动平板车, 米克力美科技有限公司研发制造自主移动机器人, AGV 小车轮式服务机器人, 帕菲特磁导航运输车, 自由转向车间流水搬运重型 AGV 无轨车, 这些 AGV 广泛应用于冶金、煤炭、机电、重工、造船、轻工业等企业。

对多例有关 AGV 磁导航运输车结构的对比研究, 这些 AGV 运输车只能把物料运送到指定位置而不能直接送到加工工位, 需要人工把物料搬运到加工工位, 在仓储物料时也不能按指定仓位存取物料。针对这一情况, 本文设计基于 PLC 控制磁导航智能车间运输机器人, 该机器人采用磁导航系统, 通过 PLC 程序控制, 将物料运送到指定的加工工位或仓储位置, 也可以从工位或仓储位取出送料小车。

## 1 总体结构

该机器人包括车体、旋转工作台、送料小车、磁导航系统和控制系统五个部分, 见图 1。

## 2 工作原理

### 2.1 磁导航运输机器人行走工作原理

车体驱动伺服电动机 37 由直流电源 1 供电启动旋转, 带动齿形带轮 3、齿形带 1、齿形带轮 4, 驱动行走主动轴和主动驱动轮转动, 使磁导航运输机器人向前运动。磁

导航传感器 25 和地标传感器 26 能够确定磁条相对的位置, 机器人会沿磁条方向行走, 防止机器人偏离轨道, 同时地标传感器安装在磁导航传感器两侧。

### 2.2 旋转工作台工作原理

旋转工作台伺服电动机 30 启动带动谐波减速器 29 和旋转工作台 4 一同旋转, 旋转轮 16 沿环形轨道 17 做圆周运动, 旋转角度由角度传感器 27 通过控制柜内 PLC 输入端子将模拟量信号传输给 PLC 内 CPU 进行处理后变成数字量程序信号, 再由 PLC 输出端子输出模拟量后驱动旋转工作台伺服电动机 30 旋转角度实现控制的。视觉传感器 12 检测到工位轨道标识后, 使送料小车轨道 13 与机床送料车轨道对齐, 就会使旋转工作台伺服电动机 30 停止旋转。

### 2.3 送料小车工作原理

#### 2.3.1 送料过程

视觉传感器 12 检测到工位轨道标识后, 使送料小车轨道 13 与机床送料车轨道对齐, 对齐后电磁铁 20 断电后失去磁性。在弹簧 22 拉力作用下衔铁 21 复位, 带动衔铁轴卡套 34 脱离送料小车传动轴 9。衔铁轴卡套 34 脱离送料小车传动轴 9 后, 送料小车驱动伺服电动机 11 启动, 通过齿形带轮 1 带动齿形带 2, 齿形带轮 2 带动送料小车传动轴 9 和送料小车车轮 7 沿送料小车轨道 13 运动。把料车送到机床送料车轨道, 停靠在工位处。

#### 2.3.2 取料车过程

视觉传感器 12 检测到工位轨道标识后, 使送料小车轨道 13 与机床送料车轨道对齐后, 送料小车驱动伺服电动机启动, 通过齿形带轮 1 带动齿形带 2、齿形带轮 2 带动送料小车传动轴 9 和送料车轮 7 沿送料小车轨道 13 运动。把料车停靠在磁导航运输车上, 使电磁铁 20 与衔铁 21 对正, 电磁铁 20 通电带有磁性吸引衔铁 21 吸合, 使衔铁轴卡套 34 卡住送料车传动轴 9 把送料车斗 24 锁住防

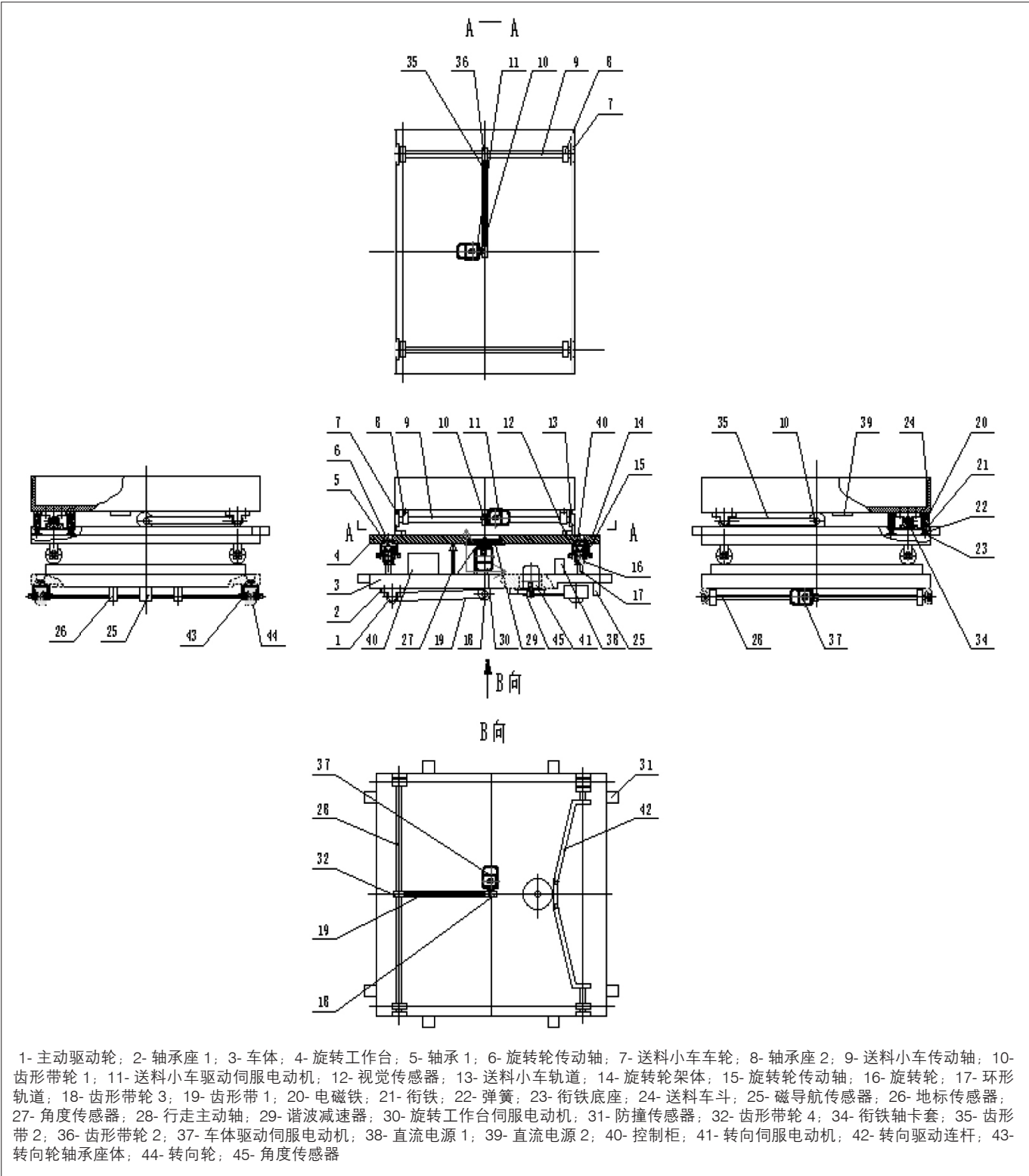


图 1 基于 PLC 控制和磁导航系统的运输机器人总装图

止滑出，保证运输安全。

### 3 机器人控制及磁导航系统设计

#### 3.1 建立磁导航系统

如图 2 物料流程图及磁粉轨道所示，在车间地面

按照工位排布铺设磁条和安装磁钉，确定机器人运行轨迹。磁导航传感器安装在 AGV 机器人的正下方中轴线位置，每个探测点上的磁场传感器能够将其所在位置的磁场强度转变为电信号，并传输给磁导航传感器的控制芯片。控制芯片通过数据转换就能够测出每个

探测点所在位置的磁场强度，根据磁条的磁场特性和传感器采集到的磁场强度信息，AGV 机器人就能够确定磁条相对磁导航传感器的位置，机器人会沿磁条方向行走。

为了防止机器人偏离轨道，同时安装地标传感器。地标传感器安装在磁导航传感器两侧，如果 AGV 沿着磁条行进，磁导航传感器应该位于磁条正上方。当磁导航传感器检测到磁条不在传感器的正下方，而是偏左或者偏右，AGV 就可以通过左转或者右转进行前进方向调整，直到传感器检测到磁条位于传感器的正下方为止。地标传感器用于检测除了磁条导引线之外的其他特定标志，例如转弯标志岔道标志、出站标志等等。MA01 地标传感器有 1 个探测点，可以检测 N 极、S 极两种磁块，可以用于两种标志的检测。MA02 地标传感器有 2 个探测点，分别可以检测 N 极、S 极两种磁块，因此可以用于 4 种标志的检测。AGV 机器人使用多点的磁导航传感器判断方向，使用地标传感器检测地标，辅助决策。地标传感器和多点位的磁导航传感器相互配合，构成完整的磁导航感知系统。

自主移动平台导引线铺设方式见图 2。黑色部分是用以引导磁导航系统运输机器人的磁条。磁导航系统的运输机器人根据磁条来确定行进路线。S1 ~ S4 是 S 极磁条，作为转弯标志，提醒机器人即将进入弯道方向。

同时，AGV 机器人安装有避障检测传感器，可利用超声波检测 AGV 前 120° 范围内的障碍物，当检测到前方有障碍物时，能输出信号给 PLC 且及时停车。

3.2 物流运输流程

以加工一根短轴为例说明磁导航运输机器人运输工作过程，工艺规程要求短轴粗、半精车、铣键槽、精磨，需要工位从车床—铣床—磨床进行加工。

磁导航系统的运输机器人物料运输流程如图 2 所示。

- (1) 升降台轨道车运动到仓位 3-4 取料；
- (2) 升降台下降到仓位 1-4 与磁导航运输机器人轨道 13 对接，送料小车驱动伺服电动机 11 启动，送料小车从升降台轨道车移动到磁导航运输机器人轨道；
- (3) 送料小车触碰限位开关 SQ1，送料小车驱动伺服电动机 11 停止，衔铁轴卡套 34 卡住送料车传动轴 9；
- (4) 磁导航运输机器人的车体驱动伺服电动机 37 启动，在磁导航传感器 25、地标传感器 26 引导下沿磁粉轨道前进；
- (5) 当视觉传感器 12 检测到车床工位轨道标识时，磁导航运输机器人的车体驱动伺服电动机 37 停止，轨道对接完好后电磁铁 20 断电，使衔铁轴卡套 34 脱离送料车传动轴 9；
- (6) 送料小车驱动伺服电动机 11 启动沿轨道进入车床工位轨道，当送料小车触碰限位开关 SQ2 时送料小车驱动伺服电动机 11 停止；
- (7) 同样送料取料过程，经铣床、磨床加工完将工件送到成品库房仓位 2-6。

3.3 编制 PLC 控制程序

就其中送料小车驱动伺服电动机 11 启动沿轨道进入车床工位轨道，当送料小车触碰限位开关 SQ2 时，送料小车驱动伺服电动机 11 停止，这一过程设计一段 PLC 控制 I/O 接线图，如图 3 所示。

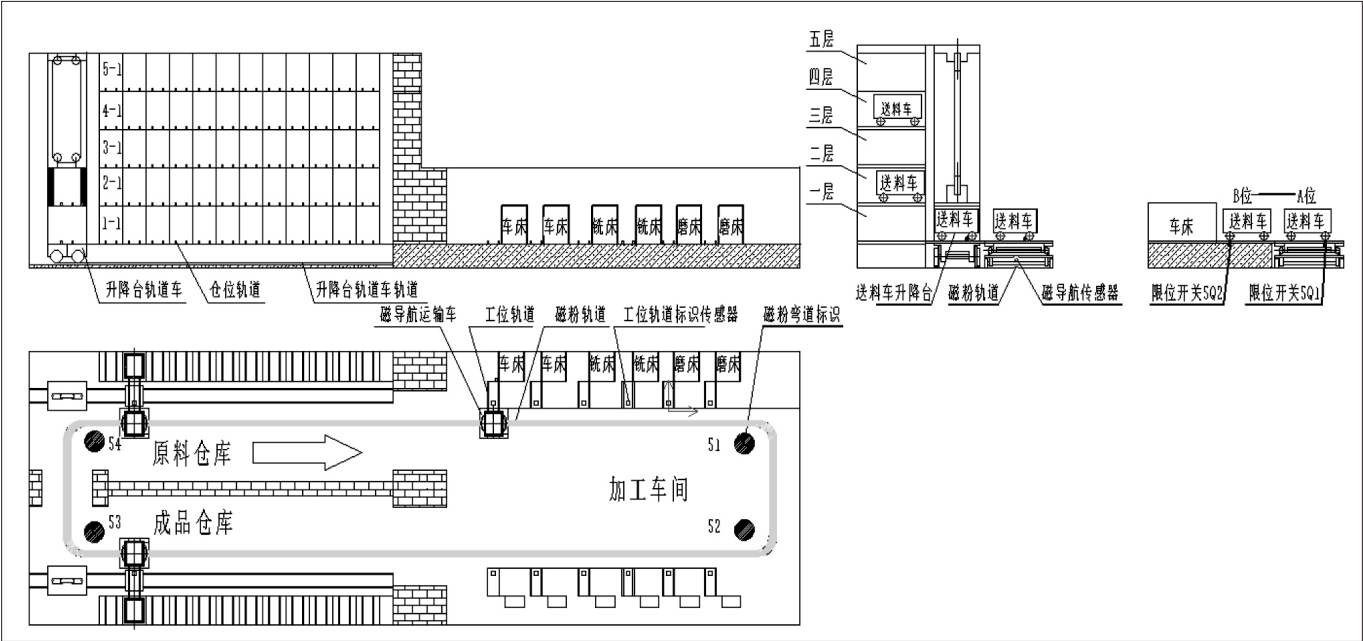


图 2 物料流程图及磁粉轨道

(下转第 8 页)

6 家用电梯对重空间的设计

家用场景用的电梯，一般井道空间占用的地方均不会太大，所以要求井道利用率要尽可能高，为了能达到设计要求，对重占用的宽度需要较小。对于客梯来说，为了考虑经济成本，常常选用的对重块为复合对重块，但在家用场景中，往往井道的宽或深都较小，以对重侧置为例，为了避开开门时占用的空间，剩余对重架的长度更加愈小，所以通常家用电梯的对重导轨距约设定在 450 ~ 550mm<sup>[4]</sup>，在较小的对重块尺寸时往往选择铸铁材料来弥补达不到的重量。对重系统中的对重空间如图 7 所示。

除了以上空间的设计外，对重空间中选择导靴也尤其重要。对于上下运行的要求，对重行程也不可忽略，为了提高对重行程的距离，可优化下部的导靴安装于对重架的侧边，从而减少安装于对重架下端时占用下端的位置。

7 结语

本论文以电梯结构的顶层、底坑和对重行程为切入点，在满足国家标准和构件受力要求的前提下研究了如何对主机安装系统、轿架系统和对重系统结构进行优化，应对小顶层、浅底坑的使用场景，符合现行家用场景的用地要求及空间需求。

参考文献：

[1] 国家市场监督管理总局国家标准化管理委员会. 电

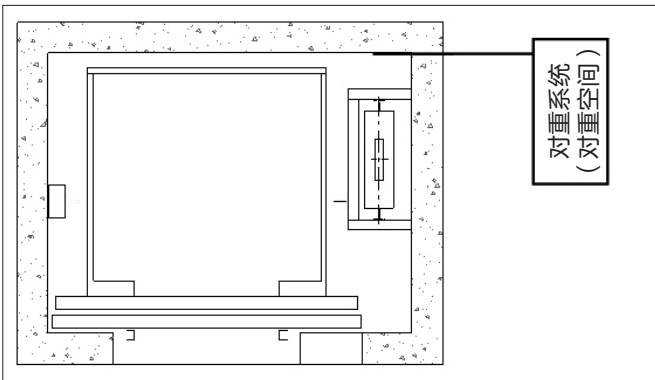


图 7 井道布置

梯制造与安装安全规范 (第 1 部分): 乘客电梯和载货电梯:GB/T 7588.1-2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2022.  
[2] 吴红芳, 查继明. 浅底坑电梯的安全解决方案及其检验要求 [J]. 中国电梯, 2021, 32(19):33-34+37.  
[3] 刘登山. 浅谈家用电梯的设计要求 [J]. 中国电梯, 2020, 31(01):10-13.  
[4] 沈向锋. 家用电梯结构设计与优化研究 [J]. 机电信息, 2018(18):148-149.  
[5] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局中国国家标准化管理委员会. 家用电梯制造与安装规范:GB/T 21739-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

作者简介: 黄杰勋 (1987.07-), 男, 汉族, 广东开平人, 本科, 工程师, 研究方向: 电梯技术。

(上接第 4 页)

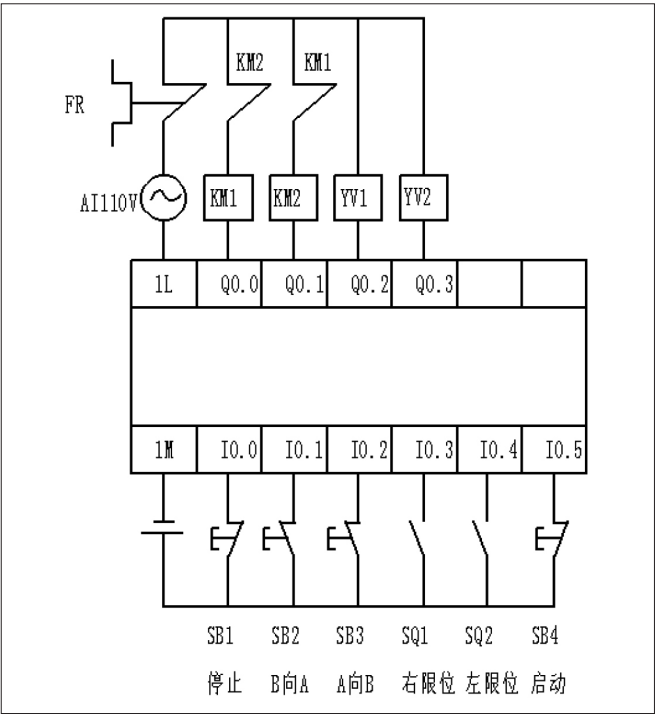


图 3 I/O 接线图

4 结语

在仓储和生产采用基于 PLC 控制和磁导航系统的运输机器人运输物料，可以实现无人化、网络化管理，可以提高生产效率，使仓储、工位管理标准化。磁导航系统运行平稳、准确可靠，可以保证整条自动化生产线的运行畅通。

参考文献：

[1] 周鹏. 基于 PLC 控制器的气动机械手设计 [J]. 机床与液压, 2018, 46(13):107-109.  
[2] 沙智华, 刘禹峰, 吴頔, 等. 螺旋铣孔末端执行器设计及其运动仿真分析 [J]. 机床与液压, 2018, 46(13):84-87.  
[3] 陈珂, 冯卓群, 杨俊, 等. 一种六自由度机械手的结构设计 [J]. 机械制造与自动化, 2020, 49(01):138-140.

作者简介: 张德福 (1967.09-) 男, 汉族, 辽宁营口人, 本科, 高级工程师, 研究方向: 工业机器人集成与自动化生产线设计。