

AGV自动引导机器人认识



智能制造学院
工程训练中心

- 
- 一、AGV基本介绍
 - 二、AGV基本结构
 - 三、AGV控制系统
 - 四、AGV调度系统
 - 五、AGV充电系统

一、AGV基本介绍

1. AGV的基本概念

AGV是自动导引运输车(Automated Guided Vehicle)的英文缩写。是指装备有电磁或光学等自动导引装置，能够沿规定的导引路径行驶，具有安全保护以及各种移载功能的运输车，AGV是轮式移动机器人(WMR——Wheel Mobile Robot)的特殊应用。

AGV是一种以电池为动力，装有非接触导引(导引)装置的无人驾驶车辆。它的主要功能表现为能在计算机监控下，按路径规划和作业要求，精确地行走并停靠到指定地点，完成一系列作业功能。

AGV可广泛应用于机械、电子、化工、冶金、邮电、汽车、机场、码头、造纸、烟草、家电、医药、食品、商业、银行、出版印刷、国防等行业。



2. AGV定义

AGV概念

- AGV自动导引运输车是指装备有电磁或光学等自动导引装置，能够沿规定的导引路径行驶，具有安全保护以及各种移栽功能的运输车

AGV功能

- 在计算机监控下，按路径规划和作业要求，精确地行走并停靠到指定地点，完成一系列作业功能

自动搬运分拣模式

- 通过与WMS、MES结合，AGV实现仓储的自动化搬运管理，货位柔性动态分配；
拣选由“人到货”变为“货到人”提高工作效率，降低劳动强度

系统趋势

- 在工业4.0背景下，通过引进AGV动态物流系统、改变现有人工分拣、人工搬运模式，可有效实现分拣中心物流自动化

二、AGV的基本结构

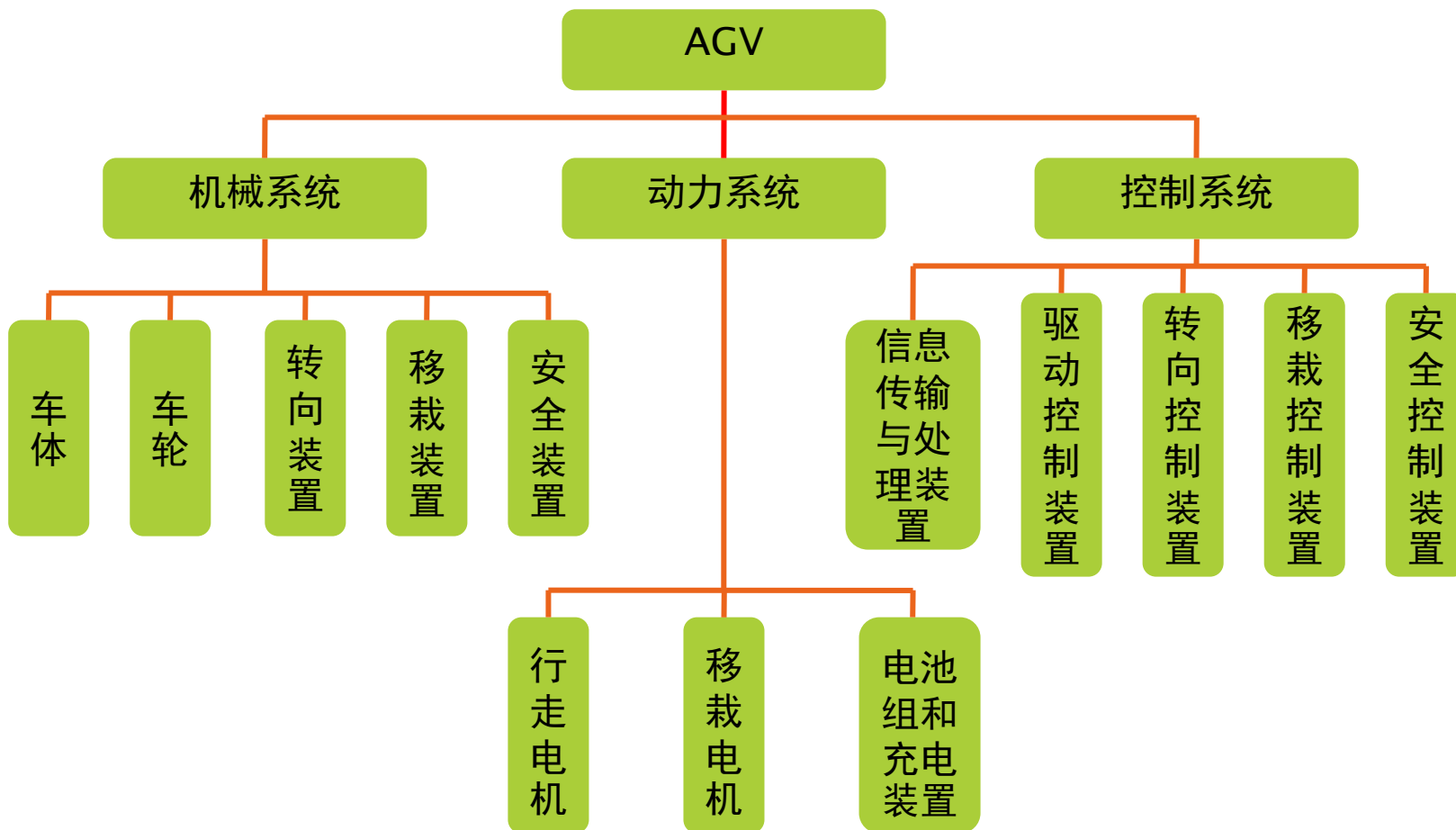
硬件（AGV）

- 车载控制器、导航模块、电池模块、障碍物探测模块、报警模块、充电模块、通讯模块、行驶机构
- 响应上位控制系统指令，在工作区域内行走、停止、移动搬运货架或其他负载

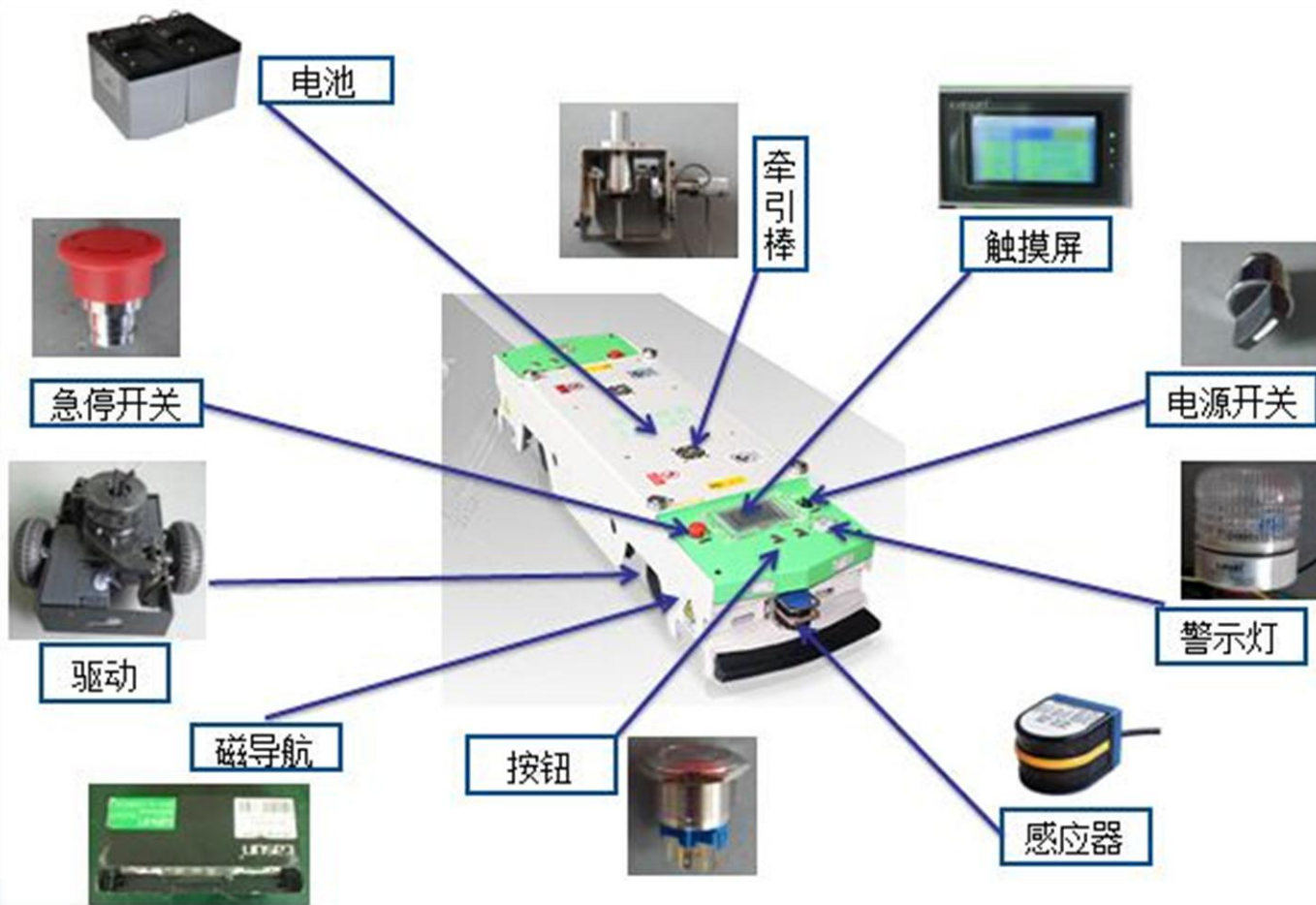
软件（AGV）

- 控制系统软件
- 通过WIFI或其他传输链路，控制AGV动作。主要控制功能包括：地图管理、路径导航、路径规划、AGV导引控制、自主充电控制、交通管理、任务分配、报警信息管理等。

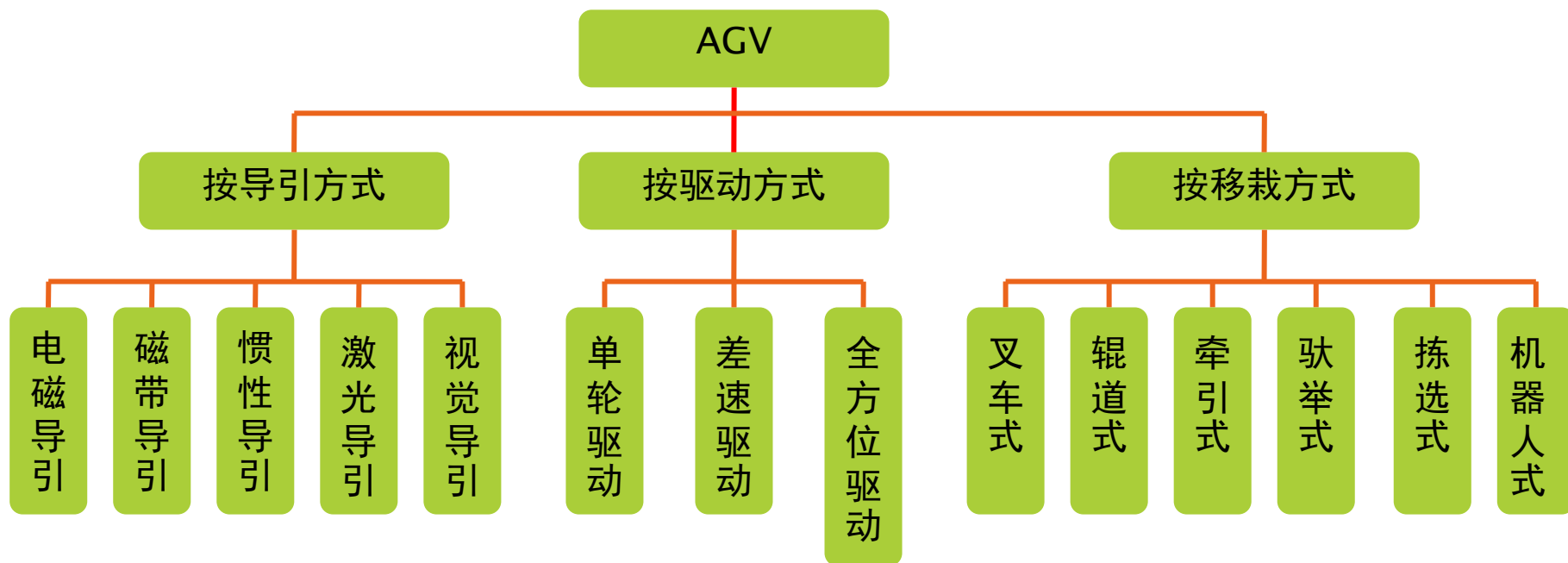
1. AGV硬件结构



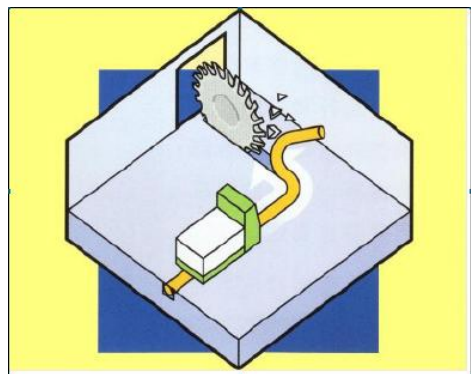
2. 典型AGV的单机结构



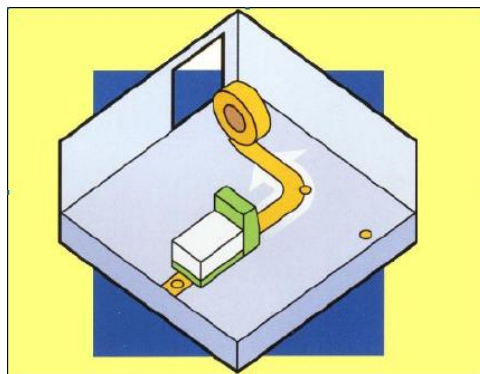
3. AGV的主要类型



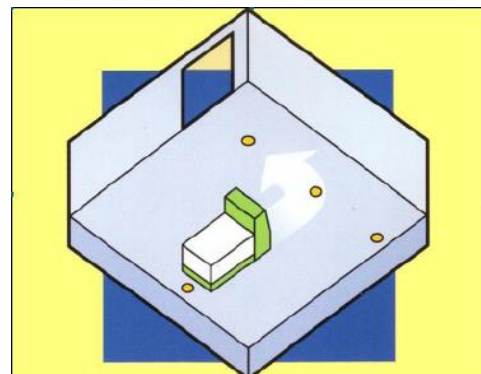
4. AGV的主要导引方式介绍



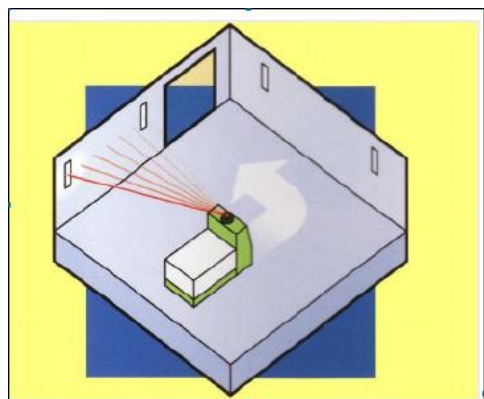
电磁导引



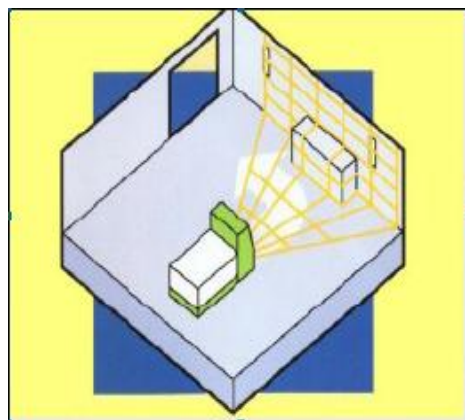
磁条导引



惯性导引



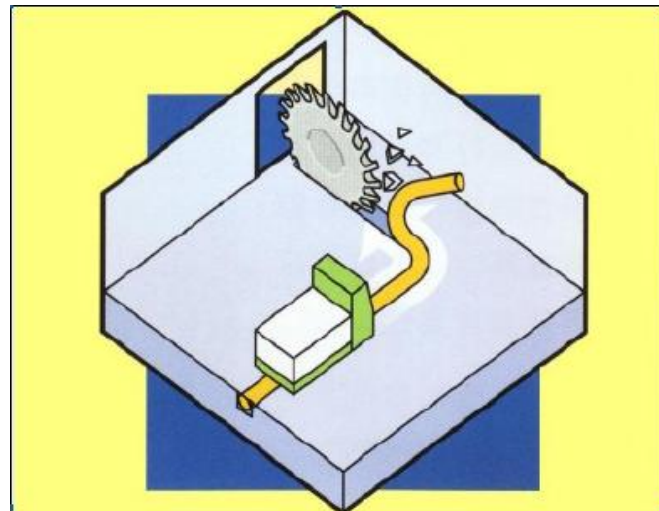
激光导引



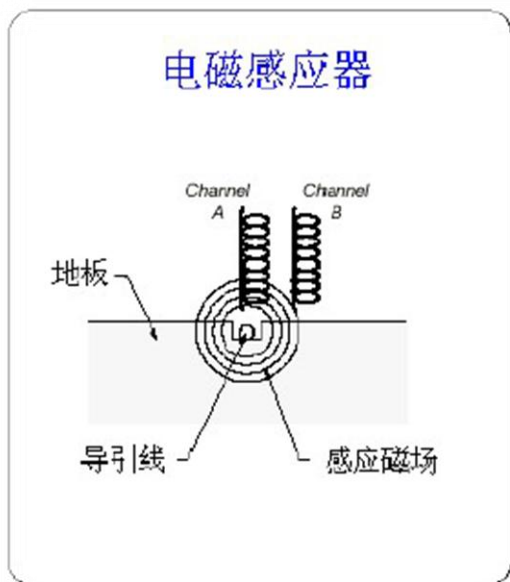
视觉导引

4.1 电磁导引

- ▶ 电磁导引是较为传统的导引方式之一，目前仍被许多系统采用，它是在AGV的行驶路径上埋设金属线，并在金属线加载导引频率，通过对导引频率的识别来实现AGV的导引。
- ▶ 电磁导引主要优点是引线隐蔽，不容易污染和破坏，导引原理简单而可靠，便于控制和通讯，对声光无干扰，制造成本较低

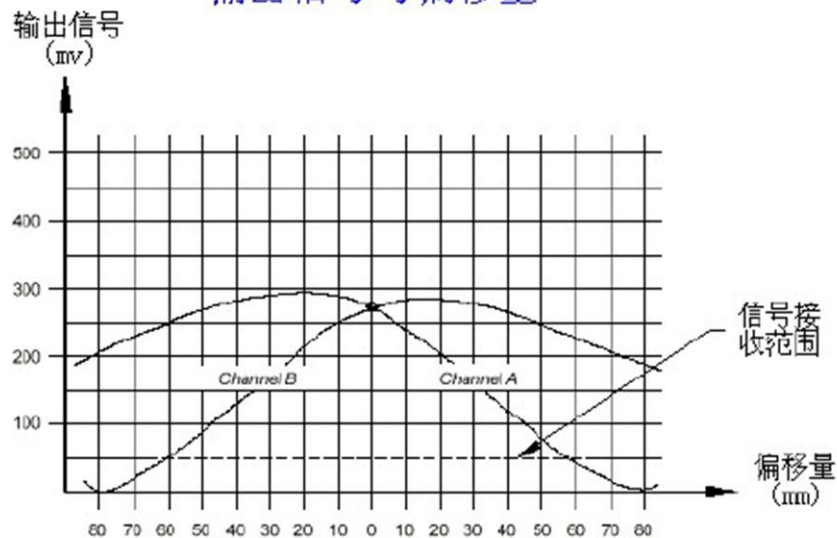


电磁导引原理



1.电磁感应器主要是由两个感应线圈组成的，可同时采入导引线的感应信号。

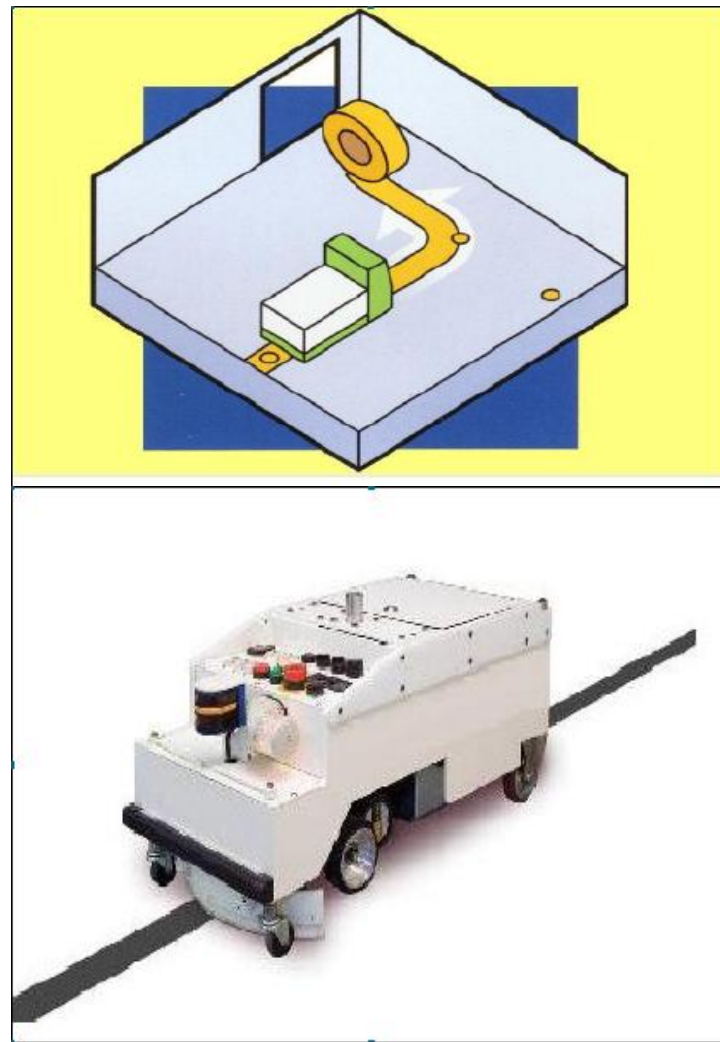
输出信号与偏移量

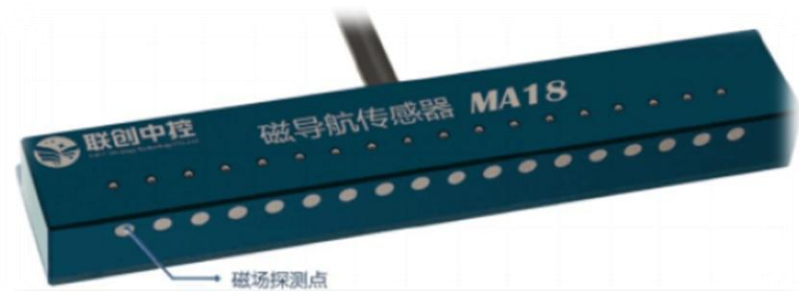


2.通过比较两个线圈中信号的强弱，便能得到电磁感应传感器的偏移量，通过一定的导引计算后就可实现AGV的电磁导引。

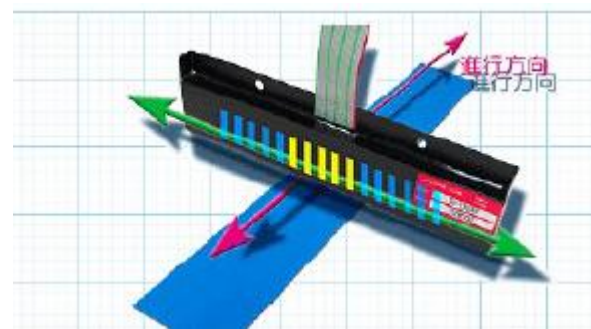
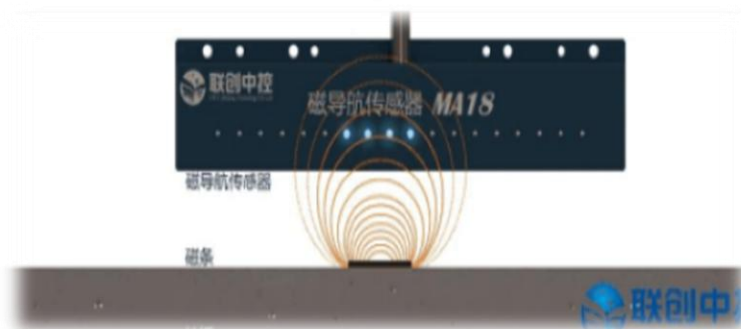
4.2 磁带导引

- ▶ 磁带导引技术与电磁导引相近，用在路面上贴磁带替代在地面下埋设金属线，通过磁感应信号实现导引
- ▶ 磁带导引灵活性比较好，改变或扩充路径比较容易，磁带铺设也相对简单，但此导引方式易受环路周围金属物质的干扰，由于磁带外露，易被污染难以避免机械损伤，因此导引的可靠性受外界因素影响较大，适合环境条件较好，地面无金属物质干扰的场合。





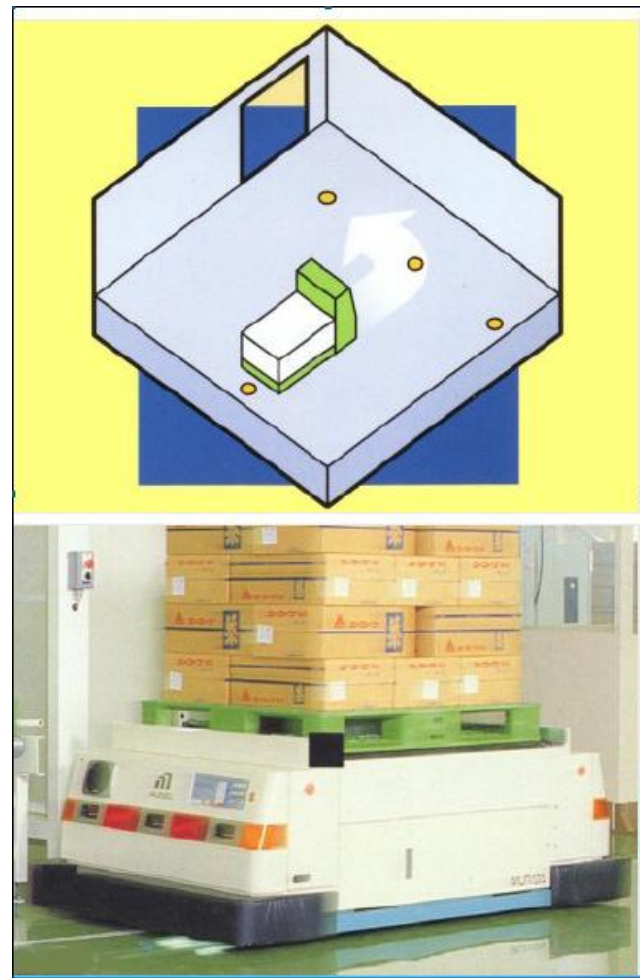
磁导航传感器探测点示意图



磁导航传感器原理示意图

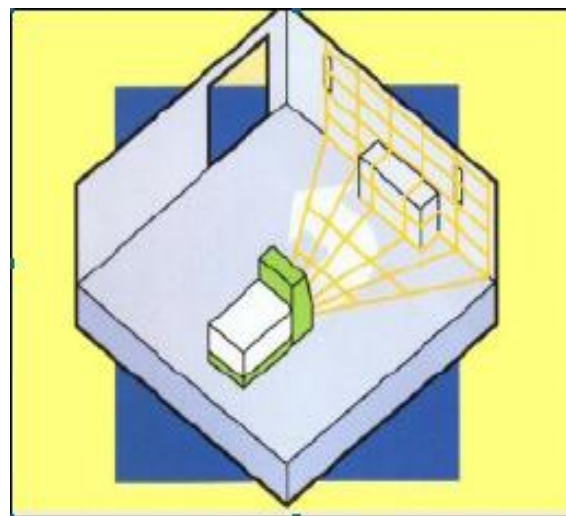
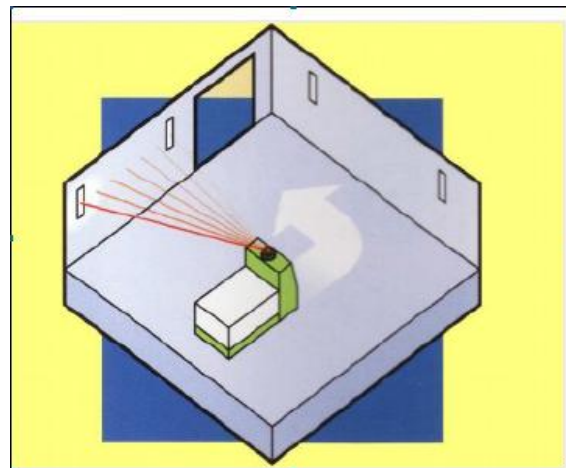
4.3 惯性导引

- ▶ 惯性导引是在AGV上安装陀螺仪，在行驶区域的地面上安装定位块，AGV可通过对陀螺仪偏差信号与行走距离编码器信号的综合计算，及地面定位块信号的比较校正来确定自身的位置和方向，从而实现导引。
- ▶ 此项技术在航天和军事上较早运用，其主要优点是技术先进，定位准确性高，灵活性强，便于组合和兼容，适用领域广。



4. 4激光导引

- ▶ 激光导引有两种模式：
一种是在AGV行驶路径的周围安装位置精确的激光发射板，AGV通过发射激光束，同时采集由反射板反射的激光束，来确定其当前的位置和方向，并通过连续的三角几何运算来实现AGV的导引。



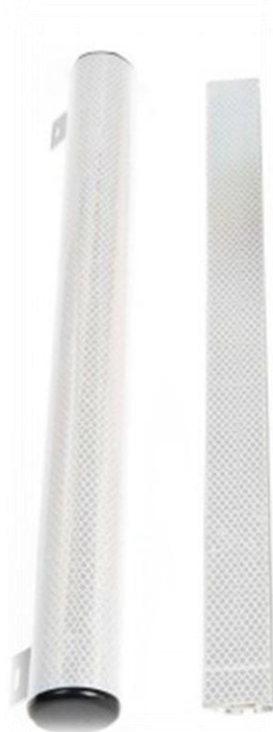
- ▶ 另一种是自然导引，自然导引是通过激光测距

激光导航传感器和反光板



激光头

- ◆探测反光板
- ◆测定角度和距离



反光板

- ◆安装在墙上或设备上
- ◆扁平或圆形

激光导引的应用



叉车AGV

- ▶ 激光导引最大的优点是AGV定位精确，地面无需其他定位设施，行驶路径可灵活多变，能够适合多种现场环境，是目前许多AGV生产厂家优先采用的先进导引方式。
- ▶ 技术在航天和军事上较早运用，其主要优点是技术先进，定位准确性高，灵活性强

4.5视觉导引

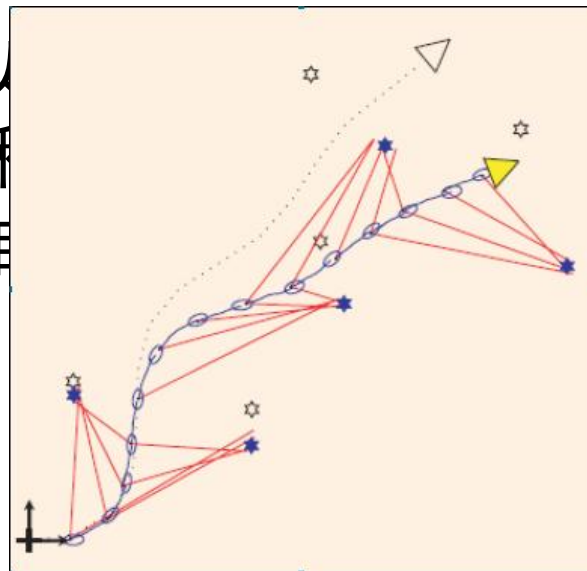
- ▶ 视觉导引有两种：一种是利用摄像头实时采集行驶路径周围环境的图像信息，并与已建立的运行路径周围环境图像数据库中的信息进行比较，实现对AGV的控制；
- ▶ 另一种是基于二维码的图像识别方法，利用摄像头扫描地面二维码，通过扫码定位技术实现路径导航。



4. 6关于SLAM的认识

- ▶ SLAM指的是机器人在自身位置不确定的条件下,在完全未知环境中创建地图,同时利用地图进行自主定位和导航。

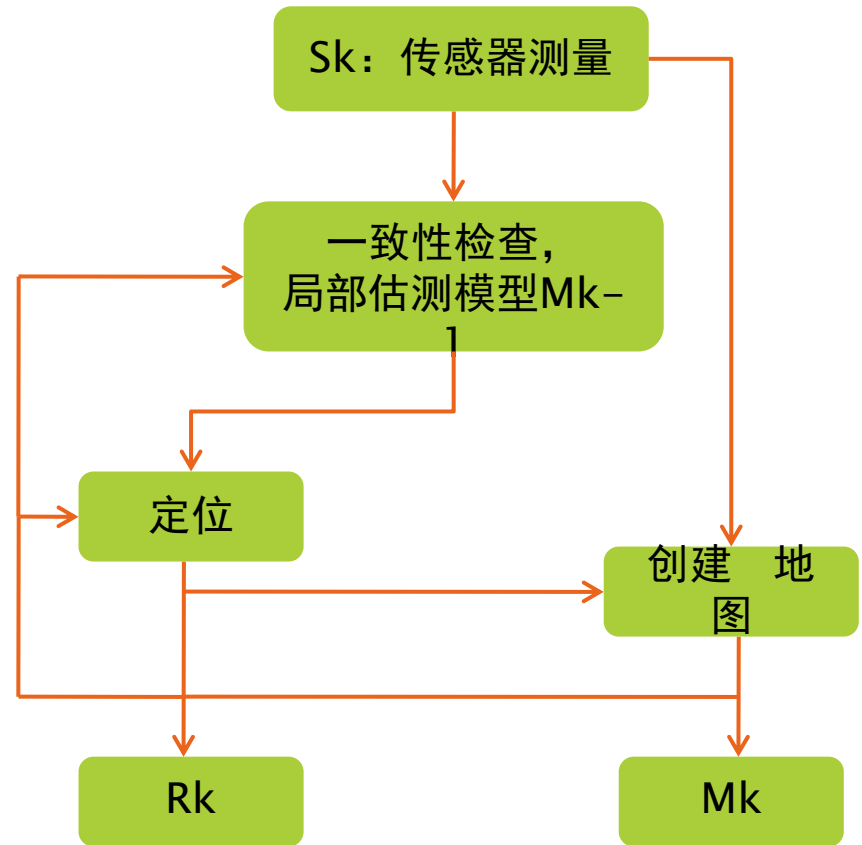
- ▶ SLAM问题可以从未知位置开始和传感器数据进行



未知环境中从一个根据位置估计和传增量式地图。

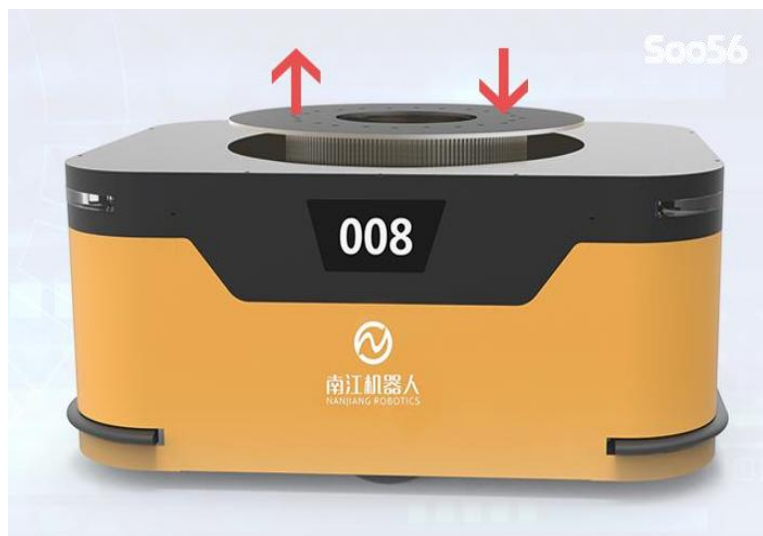
- ▶ 定位(localization): 机器人必须知道自己在环境中位置。
- ▶ 建图(mapping): 机器人必须记录环境中特征的位置(如果知道自己的位置)
- ▶ SLAM: 机器人在定位的同时建立环境地图
- ▶ 其基本原理是运用过概率统计的方法, 通过多特征匹配来达到定位和减少定位误差的。

- S_k 表示传感器测试获取数据, M_{k-1} 表示第 $k-1$ 时刻的局部地图, R_k 表示 k 时刻机器人的位姿。



SLAM的基本过程

SLAM导引的应用



IAGV(南江机器人)

5. AGV的驱动方式介绍

5.1 单轮驱动

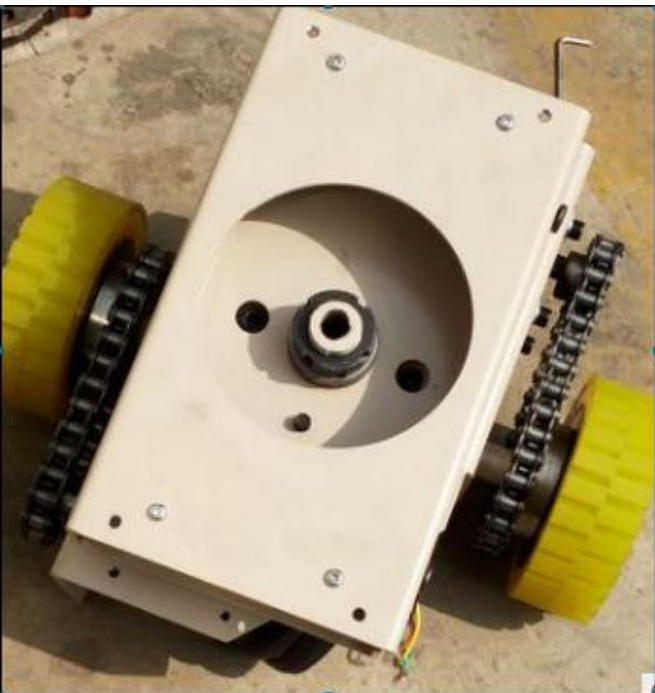


舵机模组



舵机模组应用于
叉车AGV

5.2 差速驱动



差速驱动模组



背负式AGV

5.3 全方位驱动

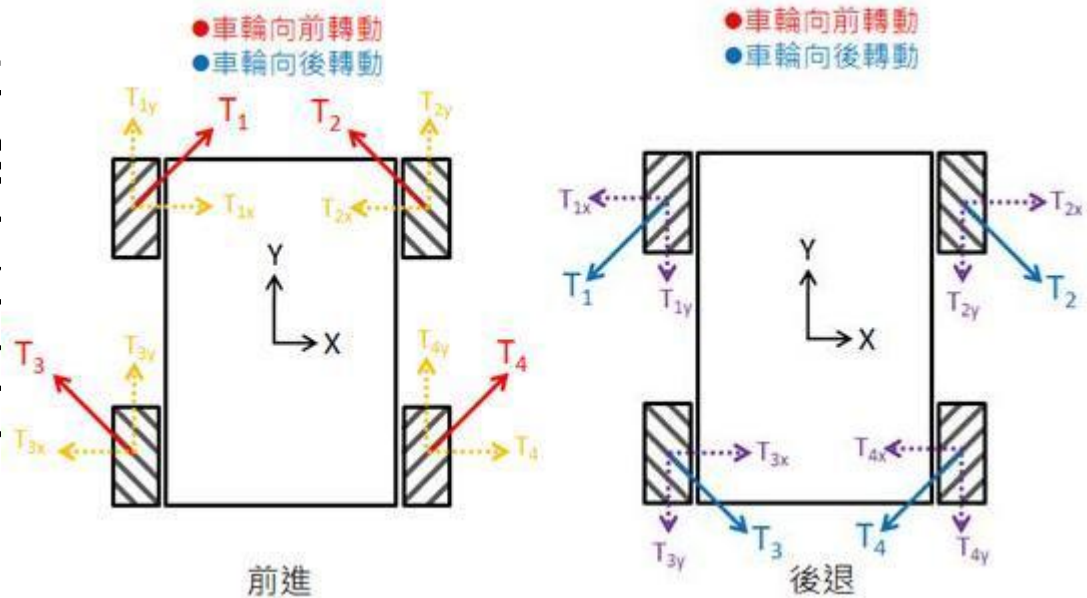
麦克纳姆轮：这种全方位移动方式是基于一个有许多位于机轮周边的轮轴的中心轮的原理上，这些成角度的周边轮轴把机器人的机轮转向由直线化到一个机轮



麦克纳姆轮

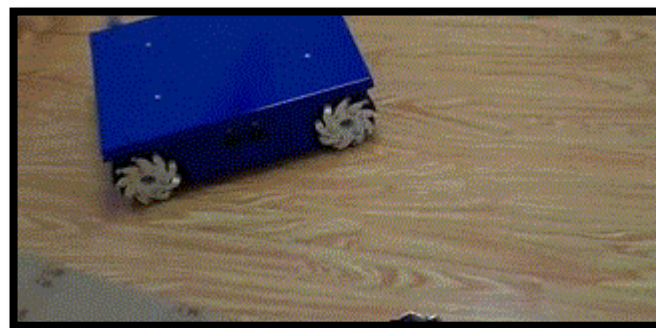
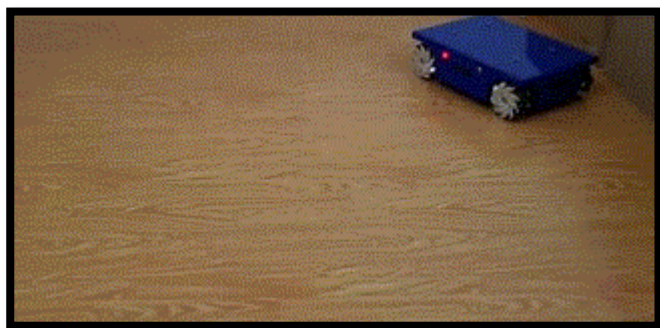
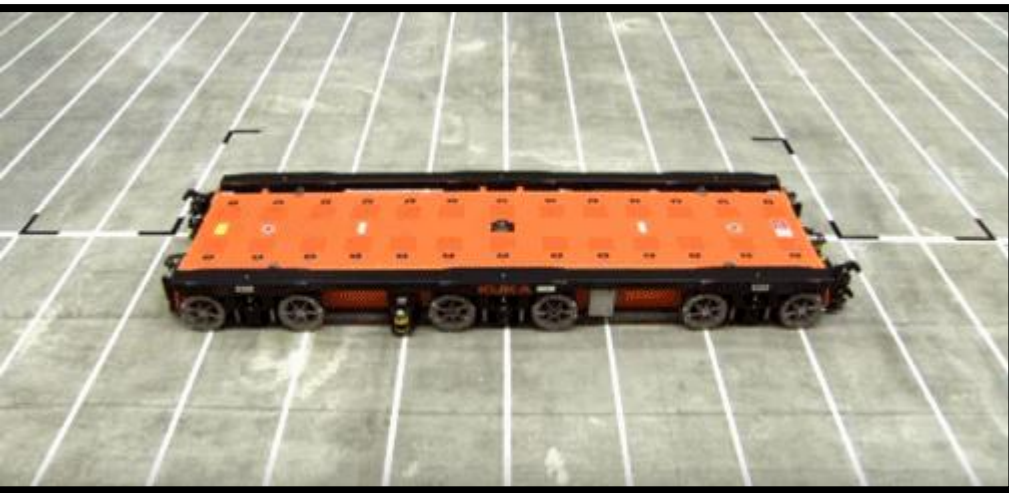
麦克纳姆轮的原理

- 依靠各自机轮的方向和速度，这些力的最终合成在任何要求的方向上产生一个合力矢量从而保证了这个平台在最终的合力矢量的方向上能自由地移动，而不改变机轮自身的方向。在它的轮缘上斜向分布着许多小滚子，故轮子可以横向滑移。小滚子的母线很特殊，小滚子的包络线前滚动。麦纳姆轮的一种全向移动可以更灵活。



三个方向合成

麦克纳姆轮的应用



6. AGV的移栽方式介绍



叉车式



辊道式



牵引式



驮举式



拣选式



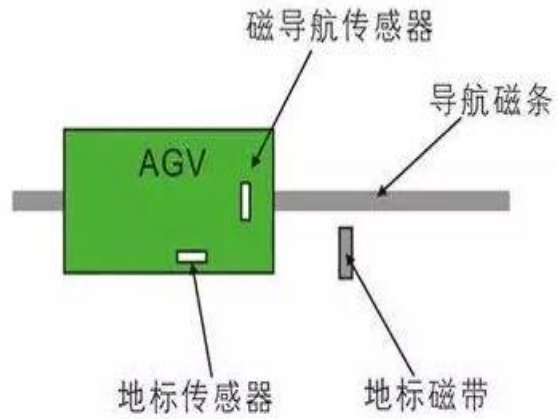
机器人式

三、AGV的控制系统

1. AGV控制系统

1.1 磁导航AGV控制系统

磁导航AGV控制系统原理：车载控制系统通过对磁导航传感器、RFID地标传感器、漫反射式红外检测传感器、碰撞胶条、面板控制按钮等信号的采集，经过编写好的算法程序计算处理，控制驱动单元、装卸机构、显示屏等执行机构，实现AGV的导航控制、导引控制、装卸控制。



磁导航原理图



AGV专用磁条样式



AGV专用磁导航传感器样式

磁导航介绍

1. 2磁导航AGV系统构架



1.3.站点号自动识别（RFID）

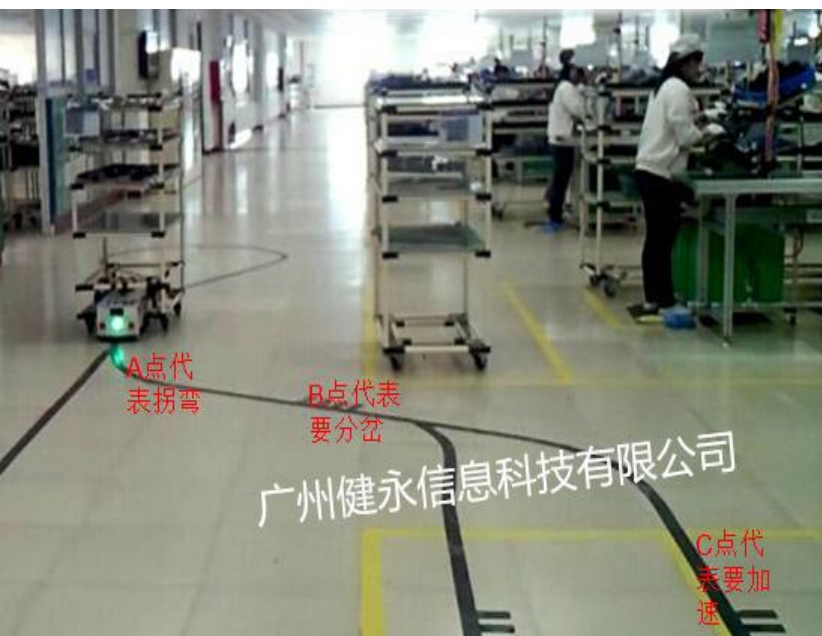


RF-ID 标签读取器 Tag reader

RFID系统是一种具有广泛应用前景的自动识别系统。基本的射频识别系统由RFID 电子标签（Tag 或者Transponder）和RFID 读写器构成，电子标签的存储容量高达32K bits。根据射频工作的频段和应用场合的不同，RFID 能够识别从几厘米到几十米范围内的电子标签，并且能在运动中实时读取。采用在AGV路径旁放置非接触射频卡，由车载射频卡读卡器实时读取射频卡中存储的加减速、路径编号、工位编号、仓库编号、等待时间等大量信息，能够很好地解决视觉识别标识特征所带来的实时性、多义性问题。



RFID标签Labels



在无人运输车（AGV）头部下方安装一个RFID读卡器，与AGV控制系统对接，然后在轨道节点处安装一个电子标签，并赋予每个节点上的电子标签一个ID号和定义，比如节点A处代表AGV要拐弯，用ID号00001表示，一旦运输车在经过A处时，RFID读卡系统会读取A处的电子标签ID号，并根据ID号的特定指令做出相对应的拐弯动作，从而实现AGV调度系统功能、站点定位功能。如图：

RFID现场应用

2. AGV的安全系统

AGV的安全系统既要实现对AGV的保护，又要实现对人，或对其它地面设备的保护。其安全保护方法可归纳为两类：接触式和非接触式两种保护系统。

2.1. 接触式 避障系统



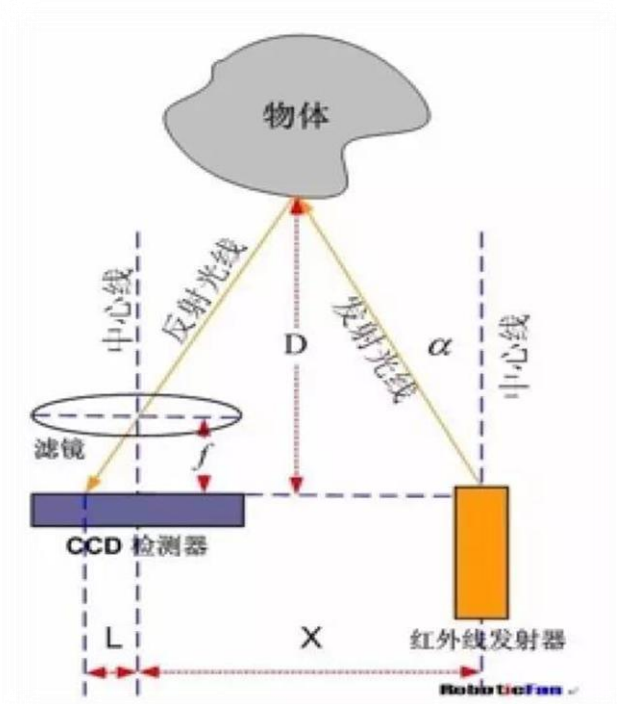
AGV小车避障系统

2.2非接触式 避障系统

目前常见的主要有视觉传感器、激光传感器、红外传感器、超声波传感器等

a. 红外

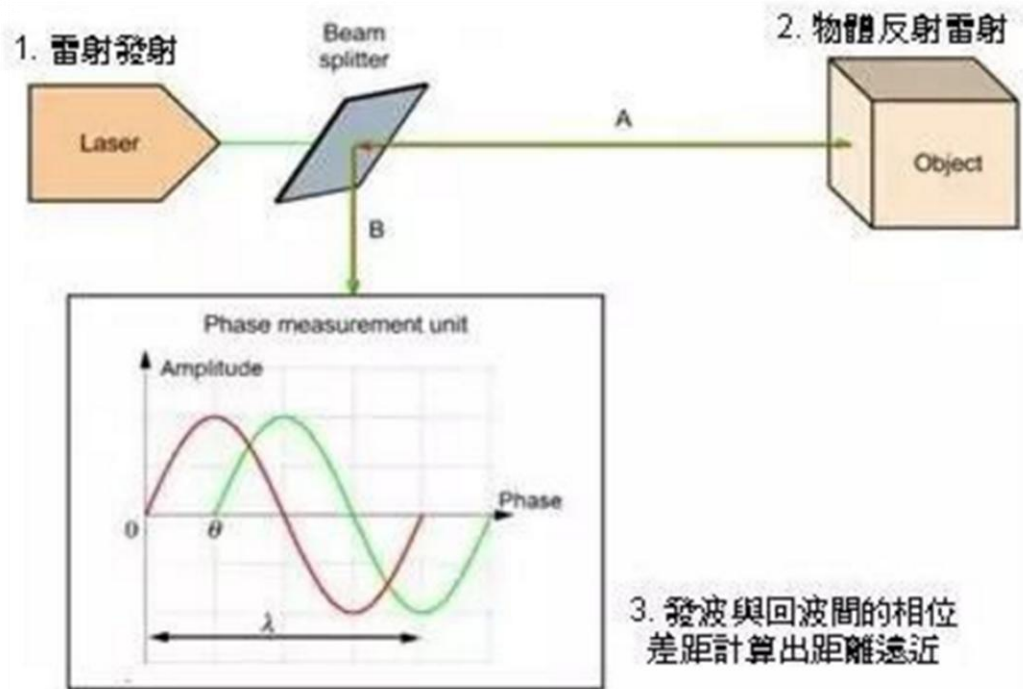
一般的红外测距都是采用三角测距的原理。红外发射器按照一定角度发射红外光束，遇到物体之后，光会反向回来，检测到反射光之后，通过结构上的几何三角关系，就可以计算出物体距离 D



红外线角度测距原理

b. 激光

激光测距传感器利用激光来测量到被测物体的距离或者被测物体的位移等参数。比较常用的测距方法是由脉冲激光器发出持续时间极短的脉冲激光，经过待测距离后射到被测目标，回波返回，由光电探测器接收。根据主波信号和回波信号之间的间隔，即激光脉冲从激光器到被测目标之间的往返时间，就可以算出待测目标的距离。由于光速很快，使得在测小距离时光束往返时间极短，因此这种方法不适合测量精度要求很高的（亚毫米级别）距离，一般若要求精度非常高，常用三角法、相位法等方法测量。



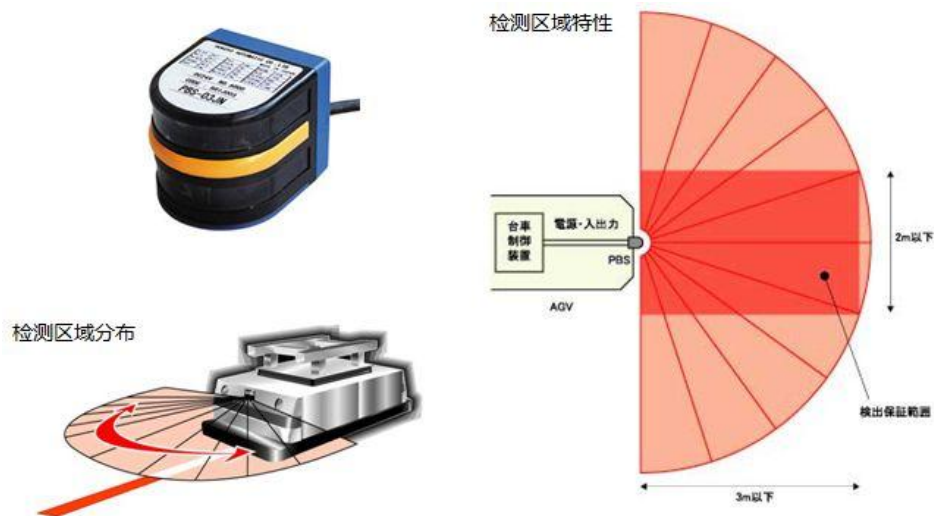
激光相位差测距原理示意图

2.3 AGV的安全系统应用

采用**激光障碍物传感器**（检测范围 $0\sim 180$ 度，检测距离 $0\sim 3\text{m}$ 可调）和**雷达扫描仪**组成安全防护装置，确保运行安全。 $0.2\sim 0.5$ 米范围内检测到障碍物刹车停止。当检测到障碍物进入安全警示区域时AGV减速运行并提出警示声；当检测到障碍物进入危险区域时AGV自动停车，障碍物移走后自动恢复运行。

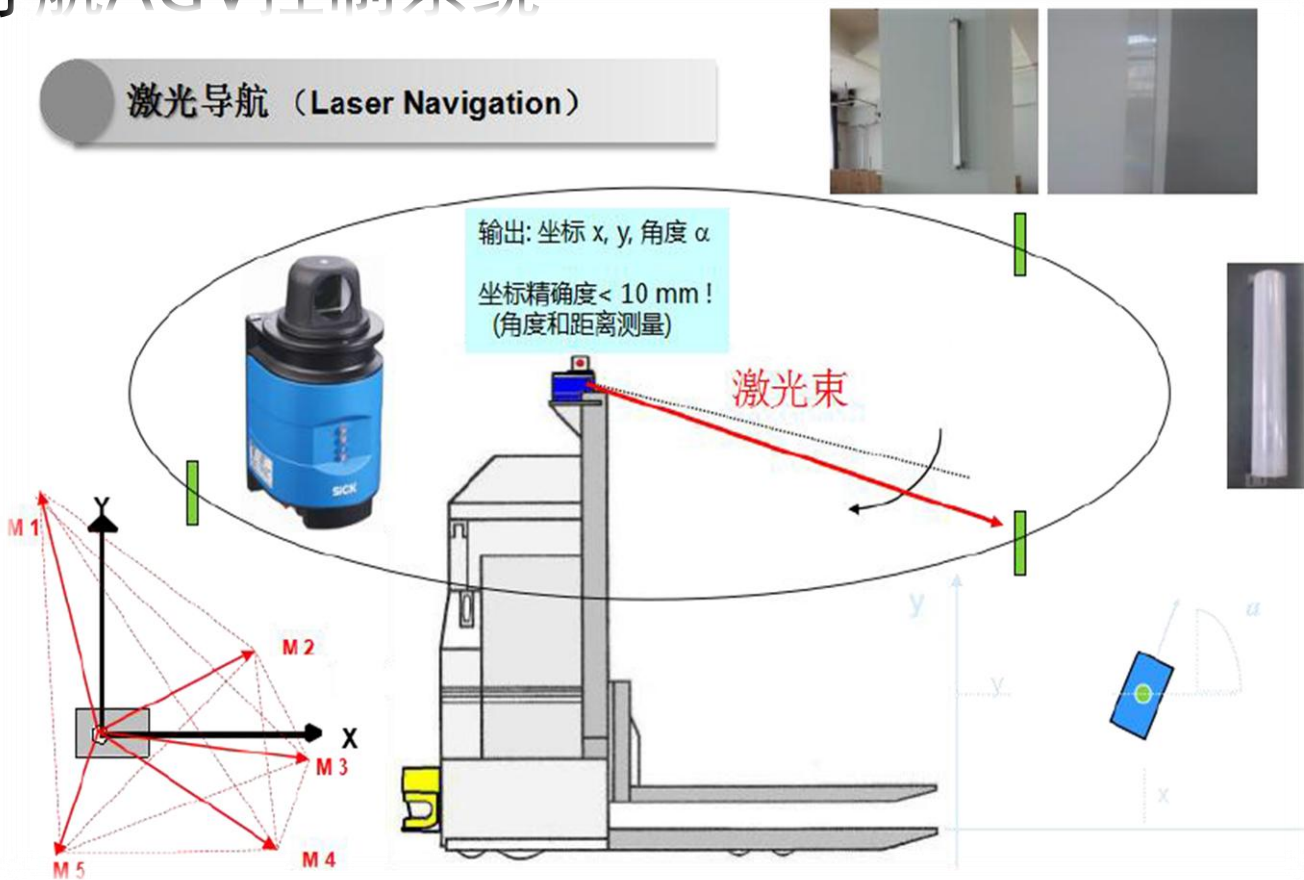
AGV小车前面设有**接触式传感器—保险杠**。当保险杠与障碍物发生碰撞，AGV会停车保护，障碍物移走后AGV自动恢复运行。

AGV小车具有**离线保护、偏离轨道自动纠正**功能。



4. 激光导航控制系统

激光导航AGV控制系统



激光引导AGV控制系统简介

AGV的控制系统主要可分为两部分：地面控制系统和车载控制系统。

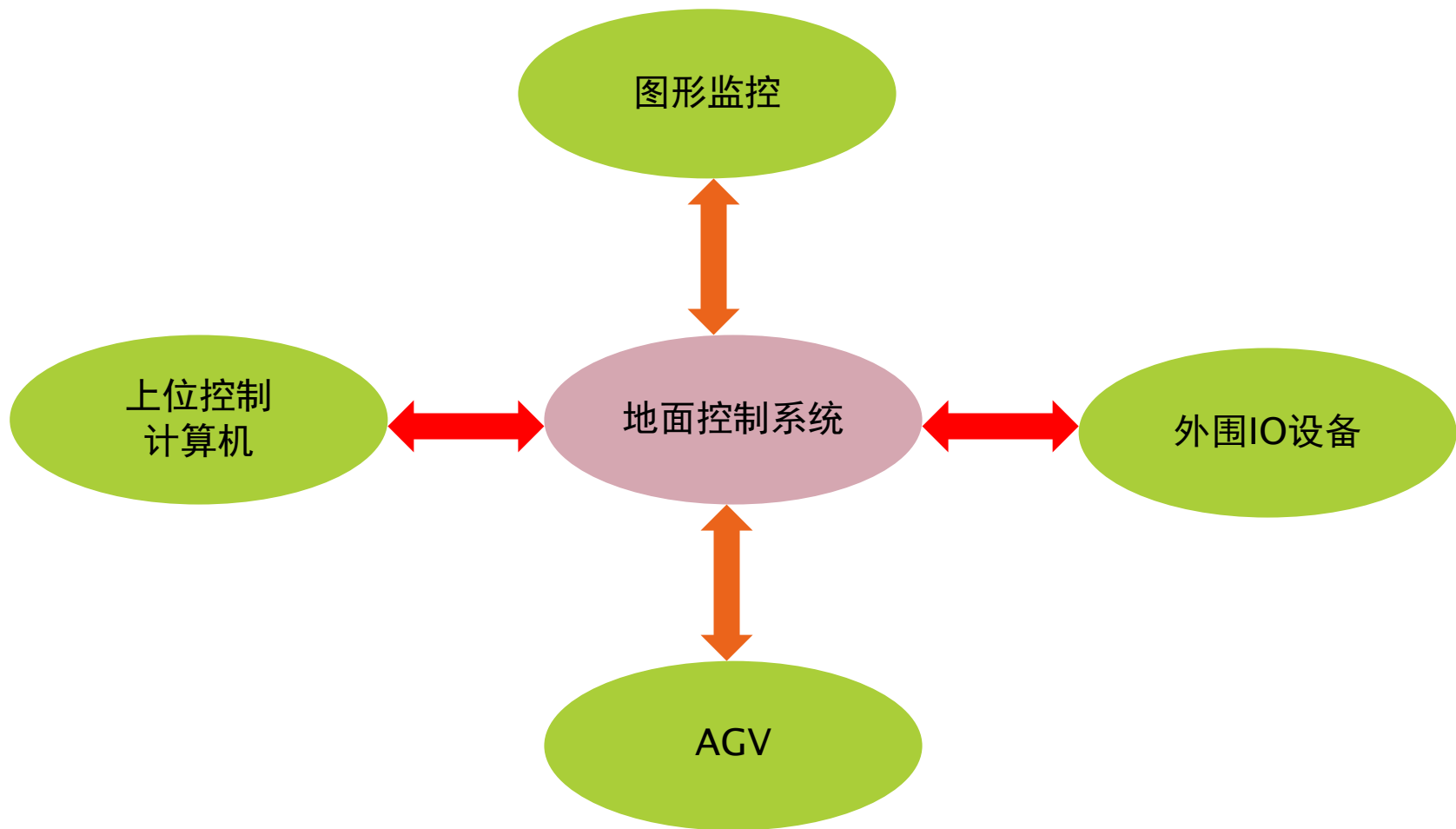
1.地面控制系统 即地面固定设备，主要负责任务的分配，车辆调度，交通管理，电池充电等功能。

2.车载控制系统 即车载移动设备，在收到上位系统的指令后，负责AGV的引导，路径选择，小车行走，装卸操作等
系统结构示意图如下：

AGV系统结构示意图



AGV系统运行模式

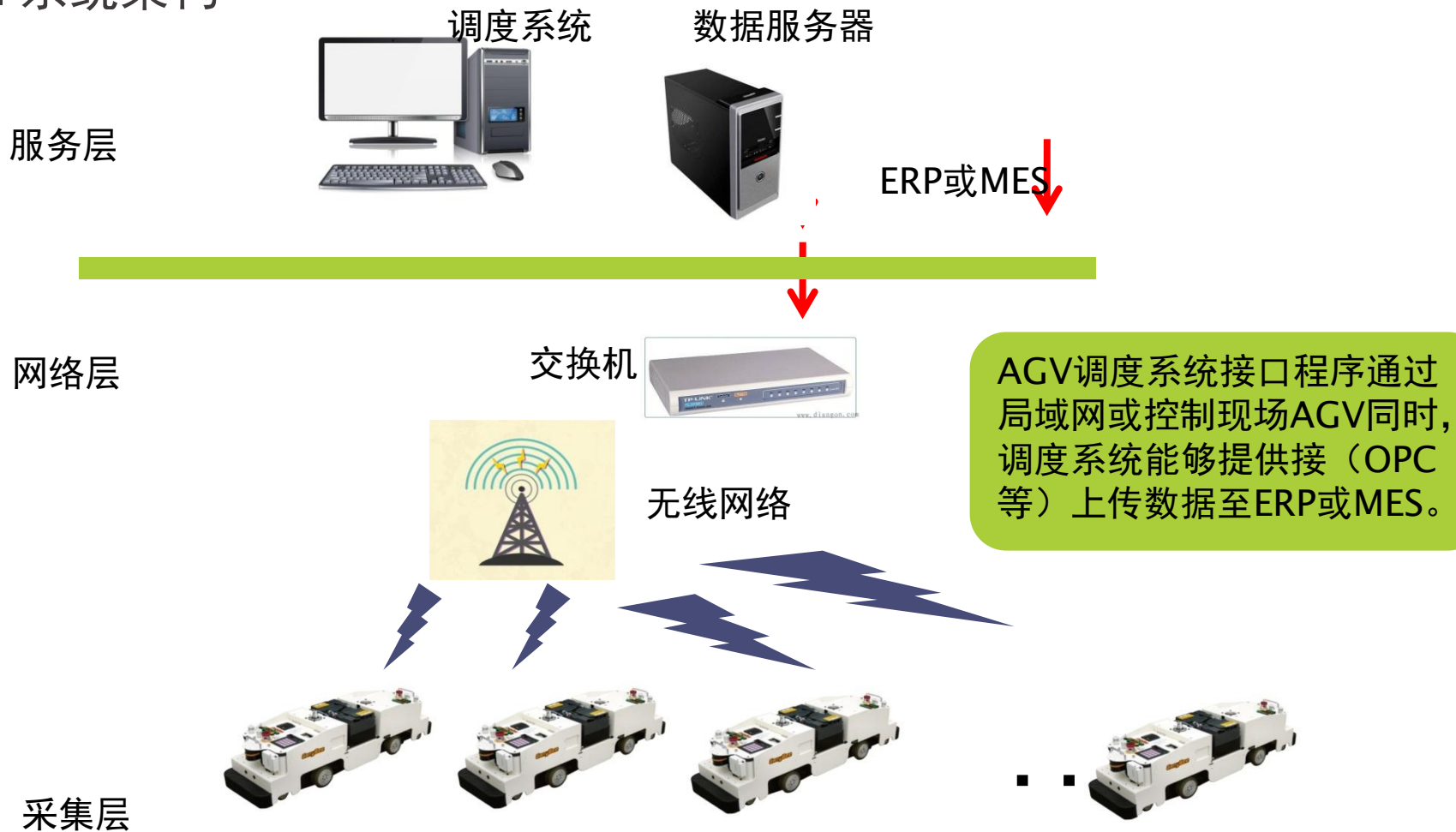


AGV系统运行模式

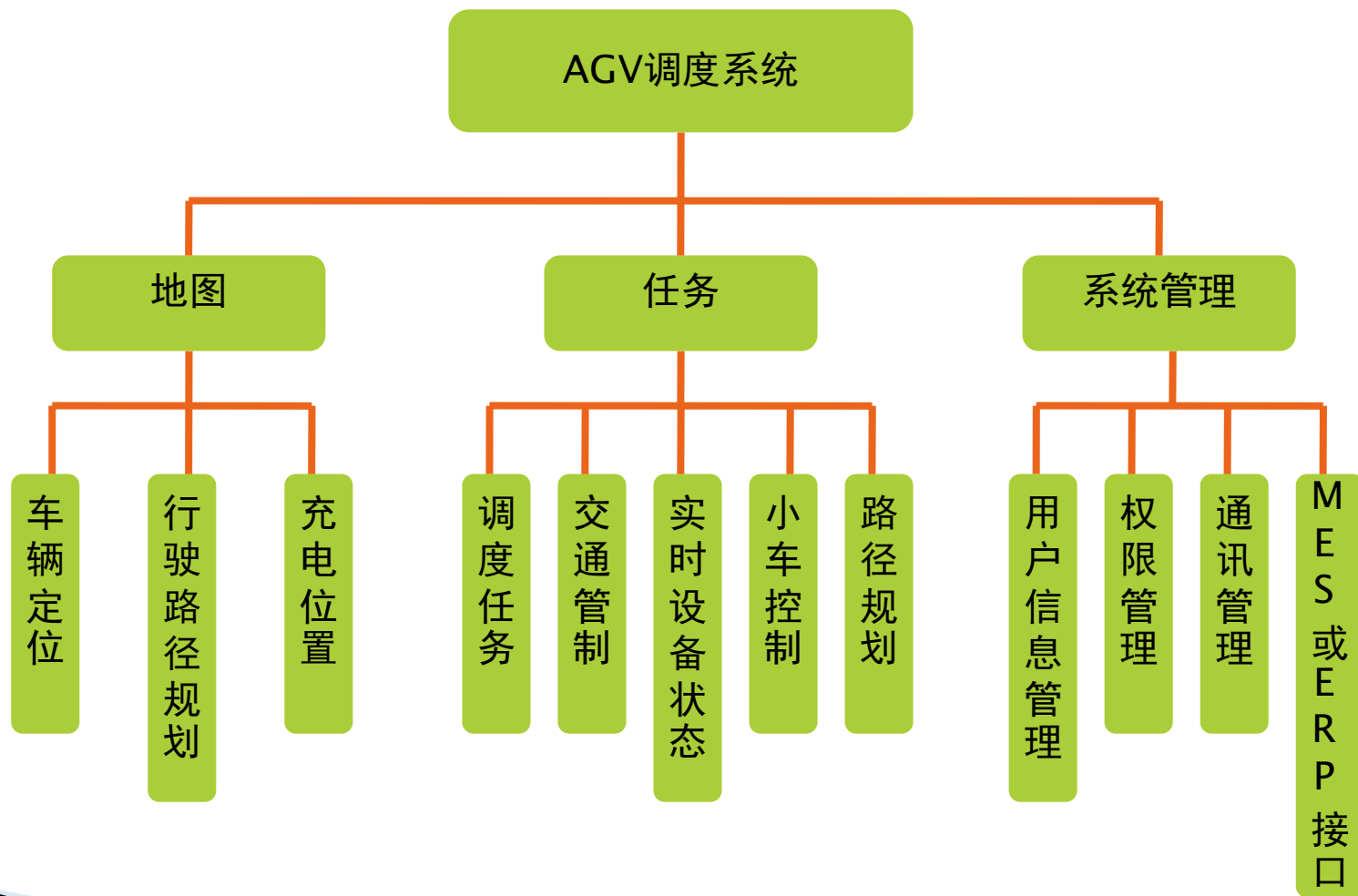
- a) AGV地面控制系统接受上位控制计算机发出的任务启动命令后，启动相应的物料搬运任务。
- b) 车辆管理根据AGV的任务执行情况调度AGV执行任务，并通过无线电将命令发送到AGV。
- c) AGV随时报告车辆位置、状态信息及任务执行信息。
- d) 交通管理根据各AGV的位置，确认每一辆AGV下一步应该走的路径。
- e) 任务管理根据AGV任务执行信息报告上位控制计算机。
- f) 地面控制系统在必要时使用输入输出模块控制外围设备，如通过数字IO模块启动或停止充电站。
- g) 地面控制系统把各种AGV系统的运行状态发送给图形监控系统，图形监控系统使用这些运行状态构建各种监控界面，供系统维护人员监控系统。

四、AGV的调度系统

1. 系统架构



2. 软件系统架构



3. 系统功能

1. AGV调度任务

```
graph TD; A[1. AGV调度任务] --> B[AGV任务调度，就是与AGV进行通信，从空闲AGV中选择一台，并指导AGV按照一定的路线完成运输的功能。]; B --> C[2. 实时路径规划]; C --> D[实时路径规划就是根据选中AGV所在的位置，以及目标站点位置，对AGV进行进路线进行最优回话，并指导AGV按照规划该路线进行，以完成运输功能。];
```

AGV任务调度，就是与AGV进行通信，从空闲AGV中选择一台，并指导AGV按照一定的路线完成运输的功能。

2. 实时路径规划

实时路径规划就是根据选中AGV所在的位置，以及目标站点位置，对AGV进行进路线进行最优回话，并指导AGV按照规划该路线进行，以完成运输功能。

3.交通管制

在某些特定区域，由于空间原因或工艺要求，同时只能有一辆AGV通过，或者两辆AGV不能对头行驶，则需要调度系统对AGV进行管理，指导某一AGV优先通过，其他AGV再按照一定的次序一次通过，这个过程就叫交通管制

4.现场设备信号采集与动作控制

客户现场有些设备需要与AGV进行物理对接，实现物料的自动卸车，在此情况下，必须通过调度系统采集现场设备的运行状态信息，并且在某些时候需要发送信号控制现场设备的动作

5. MES或ERP接口

调度系统任务信息可能来自于MES或ERP系统，同时也有义务向MES或ERP汇报任务执行结果

状态查询

任务查询

任务下达

任务修改或取消

任务情况汇报

5.1 状态查询

AGV当前站点

运行状态（待命、启动、停车等）

传感器状态（因障碍物减速等）

当前运行速度

当前运行方向

对接机构状态

扩展输入输出端口状态

当前电池电压

5.2 任务查询

MES或ERP查询调度系统中当前正在执行或排队等待执行的任务信息

任务标识

任务类型（特定AGV任务、随机任务、长时间任务、充电任务等）

任务详情（起始工位、目标工位、产品类型、产品数量等）

任务优先级

任务执行状态（正在执行、已经执行完毕、正在等待执行、取消执行等）

任务起止时间

5.3 任务下达

MES或
ERP向调
度系统下
达任务信
息，调度
系统向
MES或
ERP返回
任务标识

任务类型（特定AGV任务、随机任务、长时间任务、充电任务等）

任务详情（起始工位、目标工位、产品类型、产品数量等）

任务优先级

其它信息

5.4 任务修改 或取消

只要一个任务尚未开始执行，MES或ERP就可以通过修改或取消任务接口对任务进行操作。

5.5 任务情况 汇报

当AGV成功完成一项任务或者由于某些特殊原因导致AGV无法完成某项任务时，调度系统向MES或ERP报告任务执行结果。

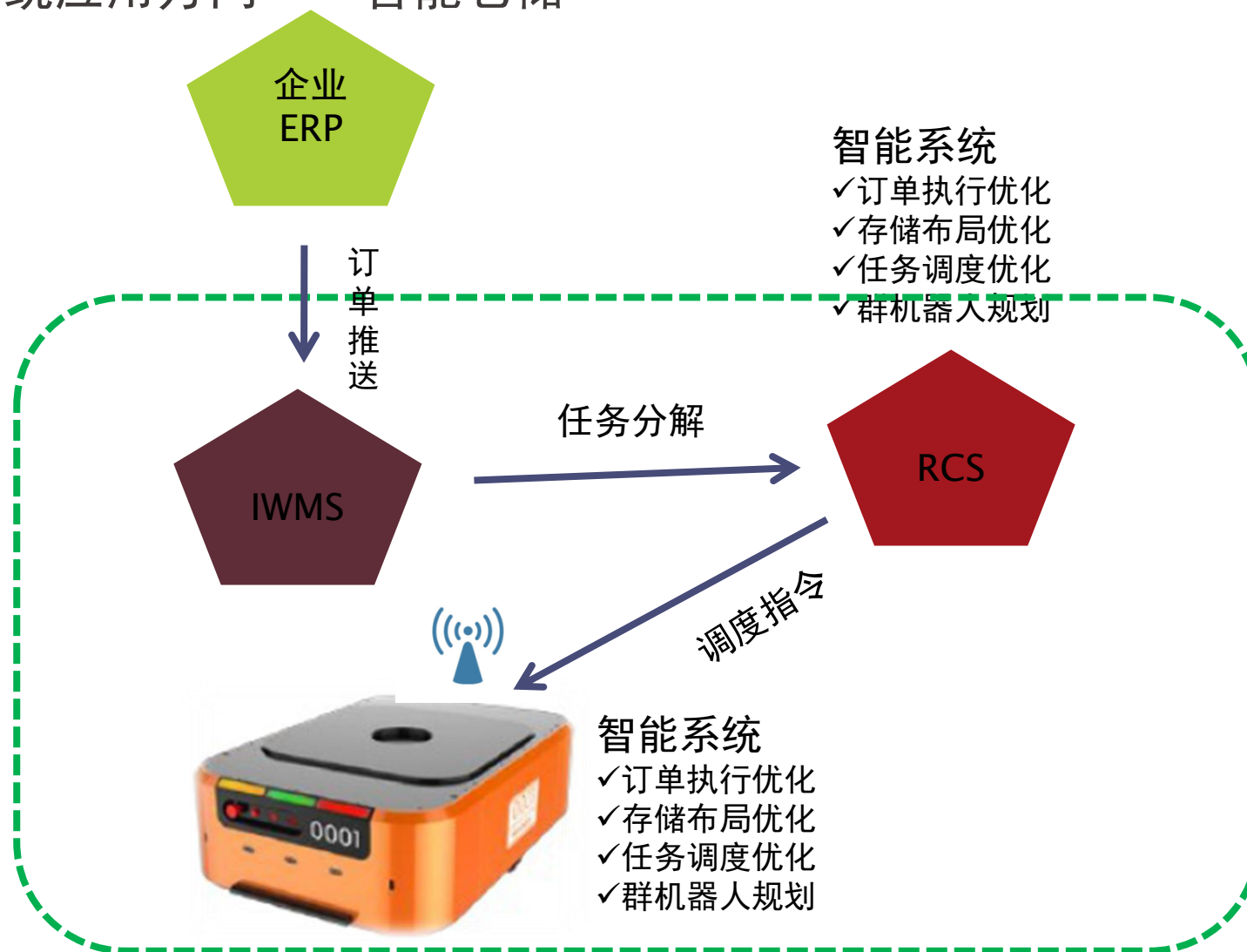
6.现场呼叫接口

响应现场某些设备信号作为呼叫信息，或者响应现场人工按钮动作为为呼叫信息。调度系统与现场呼叫信息均通过协议进行通信

7.设备工况监控

对AGV的运行状态及任务信息等进行监控，以图形化的界面对AGV行进路线与位置信息进行显示（这部分可以考虑使用组态软件）。任务信息历史、AGV工作状态日志查询等功能（这部分可以考虑使用Web页面方式）。

4. 系统应用方向——智能仓储



智能仓储

收货



入库



远距离搬运



出库



分拣



跨楼层搬运



智能机器人仓储系统的优点

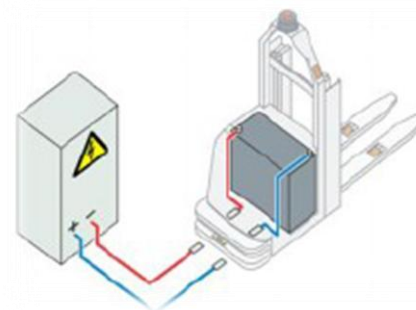
- ▶ 适用于多品种、小订单分拣需求的仓储作业环境、电商分拣中心、物流仓库、制造业原料仓库、3C制造业、烟草、医疗、服务、服装、食品、汽车制造等行业
- ▶ 该系统以“货到人”的理念为核心，将仓库分为“无人区”与“工作区”两大区域。入库与出库员工只需在工作台操作终端就可以实现物料的准确入库与出库。
- ▶ 可实现仓储作业的单据和数据全过程监控，并提供仓储作业工作和效率的统计分析。

五、AGV充电系统

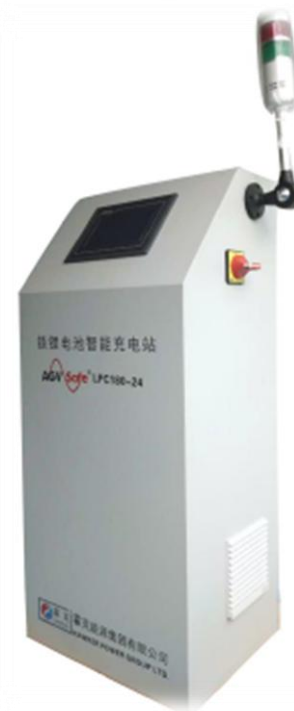
- ✓ 在线自动充电系统由地面充电机、AGV电量检测、装置和充电管理系统构成。
- ✓ AGV使用镍铬电池作为供电电源，通过自带的电量表检查并显示剩余电量。当电量不足时，AGV向控制台申请充电，并自动行驶到固定的充电位置。地面设置有充电连接器，AGV上装有车载充电连接器。AGV行驶到位后，两个连接器滑动接触，实现AGV自动充电。当没有AGV到达时，地面充电连接器不带电。在线充电需要根据生产工艺路线，规划充电站点的位置并进行相应的地面布线施工。
- ✓ 在AGV运行路线的充电位置上安装有地面充电连接器，在AGV车底部装有与之配套的充电连接器AGV运行到充电位置后，AGV充电连接器与地面充电接器的充电滑触板连接。
- ✓ 充电电池
 - 铅酸电池
 - 镍镉电池
 - 镍氢电池
 - 锂离子电池：碳酸锂、磷酸铁锂



车载充电连接器参考图



地面充电连接器参考图



充电站

感谢阅读学习！