



《现代制造系统》

实验指导书

南京工业大学

经济与管理学院

工业工程系

2013年12月

实验注意事项

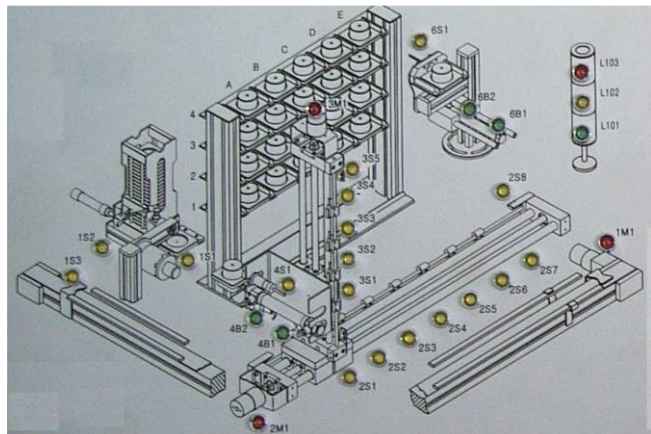
- (1) 实验之前请认真复习和当次实验内容有关的知识，做好实验前的理论准备工作。
- (2) 按照实验室规定时间准时进入实验场地，不许大声喧哗，严禁携带与实验无关的物品，如食品、私人电脑等。
- (3) 实验开始之前，请认真听从实验室管理人员的指令，按顺序从存放实验仪器的位置提取当次实验所需的设备和其他必要的实验工具。
- (4) 严格按照实验指导教师的指令进行实验，并认真记录实验数据，严禁在实验过程中，私自拆卸、安装实验器具，以保证实验过程绝对安全，防止触电或损坏实验器具。
- (5) 实验结束后，在指导教师和实验室管理人员的指令下，整理实验器具并按照要求，将实验器具放置到原来存放实验器具的位置。
- (6) 整个实验过程，请保持实验室的安全、卫生，严格遵守实验室的秩序，爱惜实验器具，轻取轻放。
- (7) 实验完成后，按指导教师要求认真完成实验报告书，由于实验指导书每人限一册，请妥善保管。
- (8) 实验过程中，如有违纪违规，不能按照以上条例及实验室所规定的其他条例行事者，实验室管理人员和指导教师有权终止其实验活动，情节严重者将取消其后续所有的实验活动。
- (9) 请广大学生认真阅读以上条文和实验室其他规定，并按认真执行。

目录

- (一) 实验一：材料分检实验
- (二) 实验二：立体仓库实验
- (三) 实验三：综合实验



分检系统实物图



立体仓库实物图

相关知识

材料分检部分

一. 材料分拣系统相关介绍

本实验设备是物流系统中产品分类环节的模型化装置。通过此设备可以了解应用于工业生产的气压传动系统的驱动装置，比如气缸 (Cylinder)、压力调节器 (Regulator)、方向控制阀、流量控制阀 (速度控制阀) 等的结构和特征，并且可以通过使用限位开关、感应型接近传感器、(Inductive proximity sensor) 光电传感器 (Photoelectric Sensor) 等产品模块进行识别，再利用驱动装置 (气缸)，并通过 PLC 程序控制进行入库动作。

二. 气压传动系统的特征

1. 适合于轻量作业

因为结构简单，所以可节减设备制造费用和维修费用，不仅如此，因为采用的压力低，所以其输出比油压小，故适合于轻量作业。

2. 能量存储容易

因具有压缩性，所以能够把能量存储，以作为遇到紧急情况时的储备。

3. 可进行高速运行

因为气体的阻抗力小，所以可进行高速运行，并且，使用调压阀可以进行驱动力的阶段控制。

4. 不存在火灾、环境污染等问题

即使外泄，也不会像油压一样存在容易引起火灾、环境污染等问题的危险，同时，因为一般把气压传动排管设在工厂内，所以获得能源相当容易。

三. 材料分拣系统的气压传动组成装置

1. 压缩机

压缩机是把电能、机械能转换为气压传动能量的装置，把大气中的空气压缩到一定的压力 (一般为 7kgf/cm^2) 后，可以把气压传动能量作为多种驱动力来使用。在材料分拣系统中，主要以空压机作为驱动力。

2. 压力控制阀

在气压传动电路中，并不直接使用从空气压缩机中供应的高压压缩空气，而是根据驱动设备的需要进行减压处理后再使用。像这样对压力进行控制的阀称作压力控制阀。在压力控制阀中，使用最普遍的是对高压的气压传动进行减压，然后以一定的压力进行供应的减压阀。

3. 方向控制阀

方向控制阀是控制空气流向的阀。具有 2 种以上的流动形态，并且具有 2 个以上孔 (Port) 的阀称作方向控制阀。在气压传动回路中，供应或停止气压传动的 ON、OFF 控制，供应或排出气压传动的控制，为使气缸等进行往复运动，而转换气压传动供应方向控制中使用的转换阀。

4. 消音器 (Silencer)

在气压传动回路中，当被供应的压缩空气完成使命后，就会通过阀被排放到大气中。此时因为压缩空气速度很快，所以会产生噪音。为防止这种噪音，就要使用消音器。

5. 流量控制阀

流量控制阀是通过调节空气流量，使驱动装置的排气量或供应量发生变化，从而控制驱动装置的运动速度。流量控制阀的结构是通过控制阀内部的通路面积，从而使空气流量发生变化。因此，可按用途及功能分为节流阀、速度控制阀等。

5-1 节流阀 一般都是在圆锥形的阀座上进行上下运动的结构，也有可进行流量微调的狭缝式构。因为节流阀用来进行微调，因而在密封部分使用了金属密封件，所以会存在微小的外泄。

5-2 速度控制阀 是把节流阀和止回阀并联成一体的方式，主要用于气压传动气缸的速度控制。

6. 驱动装置

气压传动驱动装置是把压缩的空气能量转换为机械性直线运动能量或旋转运动能量的装置。它可分为做直线运动的气缸，和做旋转运动的旋转气动马达，或做连续旋转运动的气动马达等。

6-1 双作用气缸

这是应用最普遍的气缸，它利用压缩空气进行前移和后移，它是通过两侧盖子上的孔供应或排出压缩空气的。要想使活塞运动，必须在一侧孔供应压缩空气的同时，从另一侧孔进行排气，因此最少要使用 3 孔以上的阀。另外，因为活塞杆部分和顶部的面积不同，所以很难完成精确位置上的中间停止。

6-2 活塞杆防止旋转型气缸

标准气缸的活塞杆断面是圆形，而这个气缸的活塞杆断面是六角形，所以具有防止旋转的功能。需要注意的是，安装时不要给活塞杆施加旋转力。

6-3 无杆气缸

无杆气缸的长度约为普通气缸的全长的 $1/2$ 。因此，如果要在空间狭小的地方安装或想把装置简化，那么，通过使用无杆气缸，可以把长度减小。无杆气缸中包括磁石式、狭缝式、滑动式、带式等。

1) 磁石式 用磁石代替活塞杆插入活塞中，然后，利用磁力使管子外部的磁石一起移动。优点是因为没有和外部进行摩擦的密封部位，所以不会有外泄。缺点是因为不是机械性连接，所以只要一瞬间发生磁力维持力以上的负荷，那么可能会使活塞和滑动块互相分离。在本实验设备中所使用的也是这种气缸。

2) 狭缝式 用密封带封住气缸管上的凹槽，然后在密封带上又贴了防尘用带，所以这种气缸具有防止灰尘混入的结构。活塞开始移动后，压缩空气流入处的密封带就会紧贴在缸筒上，而活塞另一侧的密封带则因定心架而从缸筒分离，并开始被驱动。气缸输出是向气缸的凹槽部分中突起来的定心架直接传送到活塞的运动。从这点来看，和磁石式不同，狭缝式不会造成活塞的分离。但是，因为具有使用密封带进行密封的结构，所以很难完全避免压缩空气的外漏。

四. 材料分拣系统的传感器

1. 接近开关 区别于微动开关及限位开关的机械性接触方式感知物体，它可以通过感应检测出物体的存在与否。和传统的机械性开关比起来，它具有高速化、长寿命、高可信度、防水、防爆等优点。它有多种工作原理，并且有高频发振型、静电容型、超声波型等多种类型。最近在工业应用中比较受重视的是，高频发振型感应性接近开关和静电容型等，但是在这里将只介绍高频发振型感应性接近开关。

1) 感应型接近开关的工作原理

感应型接近开关的检测部位由发振线圈组成，并且因 LC 的组合而形成高频磁场。此时，若金属体的被检测物体接近检测线圈表面，那么因电子感应作用，就会使检测线圈的发振能量发生变化。然后从施密特触发器中检测、辨别出这个变化量，并把它传送到输出电路，那么就会产生输出。虽然感应型接近开关的原理比较简单，但是在实际操作及具体使用中会有很多难解的部分。

2) 按照形状进行分类

① 方柱形：包括检测线圈在内的面（检测面）呈方形，因此适合于从正面检测出金属体。 - 用于本实验设备

② 圆柱形：检测部位呈圆柱状，适合于检测出正面接近的物体。

③ U 字形：呈马蹄形，把检测线圈以 U 字形面对面地放置在检测部两端，然后检测出通过两者间的金属体

④ 矩形：把 2 个检测线圈放置在数毫米宽左右的梯形两端，适合于检测薄片形态的金属。

3) 按输出电路方式进行分类

直流开闭型接近开关的输出方式中包括 NPN 型和 PNP 型两种，可直接连接功率继电器、电磁阀、电子计数器、PLC 等控制器。

4) 接近开关使用时的注意事项

① 供电时不要使用自耦变压器，而是必须使用隔离变压器

这是因为自耦变压器的 1 次、2 次之间不是电绝缘状态，所以当漏电通过接近开关时，可能会引起电路破坏及触电。

② 要在规定温度范围内使用

接近开关在 $-25\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内，可以正常地发挥自身功能，但是，如果在过高或过低的温度下使用，可能会造成外壳喷涂物的变形或引起错误操作。

③ 不要让输出端短路 输出端内有晶体管等半导体，因此，如果处于短路状态，可能会造成内部输出电路的破坏。

2. 光电开关

光电开关是指从发射端发射可见光、红外线等光线后，在接收端检测出从被检测物体反射回来的光（反射型），或者在接收端检测出被遮蔽发生的光量变化（透过型、反馈型），从而获得输出信号。

2-1. 特征

因为光电开关的检测方式为不直接接触到被检测物体而进行检测，所以不会损伤被检测物体，也不会发生因传感器损坏而影响其使用寿命的现象。因为是利用物体的表面反射或遮光量进行检测，所以可检测出大部分物体（玻璃、金属、塑料、木材、液体等）。不同的光电开关可检测距离的最大范围是：透过型的最高为 20m，反馈型的最高为 8m，扩散反射型的最高为 80cm。

2-2. 光电开关的分类及特征

对光电开关进行分类的方法：除了按组成元件和检测方式进行分类以外，还可以按输出形态或使用环境、用途等进行分类。

1) 按组成元件进行的分类

光电开关是由发射端、接收端、放大器、控制端、输出端、电源端等组成。按各自的组合可分为如下 4 种类型。

① 放大器分离型光电开关：由构成传感器单元的发射器、接收器和构成放大器单元的放大器、控制端、输出端以及内置电源组成。因为传感器单元是外型比较小，所以可装在狭小的地方。但是因为放大器单元的外形大，一般把它安装在传感器单元可检测范围的半径之内。

② 电源内置型光电开关：是一种传感器单元和放大器单元成为一体的光电开关。电源一般是交、直流两用，因为电源允许电压范围大，因此可以在各种场合中使用。放大器

③ 内置型光电开关：由发射端、接收端、放大端以及输出端组成。使用直流电源，其输出主要连接到可编程序控制器等。

④ 光纤光电开关：由放大器、光纤的各单元组成，其放大器单元的组成与内置型光电开关的放大器相同。光纤单元是先用低折射率的包层薄薄地覆盖住高折射率的芯，然后再涂上聚乙烯或聚氯乙烯。它是在光芯和被覆的边界进行反复反射的方式被传播的。

在这四种类型中，常用在 PLC 控制对象中，并采用直流电源的放大器内置型的比较小巧，而且使用方便，所以比较普及。

2) 按检测方式进行分类

① 透过型：由发射器和收到信号后开始做动作输出的接收器组成，把它们面对面地放置，两者间相隔的距离为可检测距离。此时，当连接发射器及接收器透镜的区域被被检测物体遮蔽时，就会产生动作输出。另外，把外壳设计成 C 字形，并进行检测的凹槽型光电开关也属于这个类型。

② 反馈型：把发射端和接收端装在同一个外壳中的类型，面对面地设置反射板（反射体）。这种类型的光电开关用来检测具有机械加工面或镀金面的物体比较困难，但是，目前正在普及的类型具有利用镜面体偏光的偏差对带有镜面体被检测物体进行检测的功能。

③ 扩散反射型：和反馈型的光电开关具有相同的组成。当被检测物体进入可检测范围内时，将直接接收扩散反射光，并开始动作。可以检测玻璃、胶卷等透明物体。

④ 限定反射型：和扩散反射型的光电开关具有相同的组成。当被检测物体通过特定距离时开始动作。这种类型很少受背后物体的影响，并且动作和返回的距离差小，按照光的特定波长，颜色的反射、吸收率各不相同可检测出微小的凸凹。因为具有这种特性，所以能够根据接收光量的变化，检测和辨别颜色。

立体仓库部分

1. 设备的特征

1-1. 概要

自动存储系统是将产品自动入库/出库的系统，相当于无人生产系统中的最终处理的过程。为了在存储产品时减少对产品的损害，我们采用了托盘，将产品放到托盘上进行入库。出库时仍将产品放到托盘上进行出库。

1-2. 运转方式

1-2-1. 自动入库

本设备可以作自动存储入库，在生产线上已加工的产品通过传输带到达入库位置，将产品放到指定的托盘上再存储到仓库里。最多可存储 20 个产品，从最下端小序号开始存储，中间可自动跳过满库，找寻空的仓库。每个仓库里都有检测产品有无的传感器，掌握产品有无情况。自动入库指令可在面板上操作，亦可在计算机仿真软件上进行操作。

1-2-2. 手动入库

手动入库可定点入库，20 个仓库中任选位置，可在计算机仿真软件上下达指令。此时，存有产品的仓库号自动变为灰色不能选择入库，只有空位才可选择入库。

1-2-3. 自动出库

本系统可自动出库，从仓库的最小号开始进行出库，将产品送到出库位置。遇见空仓将自动跳过到下一个仓库。此时，同样依靠每个仓库已设有的传感器来检测产品有无，判断将出库的号码。

1-2-4. 手动出库

手动出库可定点选择出库，选择相应的序号进行出库，通过计算机仿真软件下达指令。此时，满仓将显示可点击，选择该序号可完成出库。

1-3. 仓库状况检测

仓库共分为 20 个，所有仓库内都设有微型传感器来检测产品有无。自动入库时系统将扫描式检测一下仓库状况并从最小号开始进行入库。自动出库时也是用相同的方法，系统将扫描式检测一下仓库状况并从最小号开始进行出库。

手动入库或出库时，可在计算机界面上设定入库/出库的序号，此时仓库的状态将传输到计算机上，满仓将禁止再入库，空仓将禁止再出库。

1-4. 上下限限位开关

系统在 X 轴与 Y 轴上都设有电机，并且通过调整电机的旋转方向与速度来完成指定的入库/出库，万一系统运转中超出了 X 轴与 Y 轴的指定运行范围脱离了轨道将造成机械损伤或电机被烧毁等电气故障。

所以在 X 轴与 Y 轴末端安装了上下限限位开关，使系统运转中不会超出指定范围，且操作面板上以端子形式构成，可将信号输入到 PLC。

2. 各部分名称及说明

2-2. 系统说明

2-2-1. 托盘储藏仓

仓库左侧有托盘储藏仓，取出空托盘将产品放到托盘上进行入库。托盘的进出依靠储藏仓后侧的气缸，气缸正方向旋转将托盘推出一个。托盘储藏仓上设有检测托盘有无的传感器，确认储藏仓里有无托盘。

2-2-2. Y 轴丝杠

托盘储藏仓旁边的 Y 轴丝杠上设有电机、气缸及传感器。电机为定转子电机，中间为固定式，电机旋转轴上有螺丝，电机旋转时电机本身上下移动。Y 轴上的电机分为 2 段速度控制，即根据 PLC 来低速、高速运转。电机上设有气缸，即气缸在上下移动。Y 轴丝杠上设有光电传感器 5 个、接近传感器 1 个、微型开关 2 个。光电传感器检测托盘回收位置、产品入库/出库时仓库的高度和气缸的位置，接近传感器检测托盘上有没有产品。

另外，气缸上设有 2 个自动开关，用来检测气缸的正向旋转、反向旋转。

丝杠最下端和最上端的微型开关限制 Y 轴上的运转范围，使其不超出指定移动范围。万一 Y 轴上运转中被限位开关检测到，根据内部回路电机将自动停止运转。

2-2-3. 储藏仓

20 个仓库中每个都设有一个微型开关，通过微型开关的动作，PLC 接收此信号来检测仓库的空满状况。

2-2-4. 出库位置

左侧是出库位置，出库时将产品从仓库中取出后放到出库位置的气缸上。

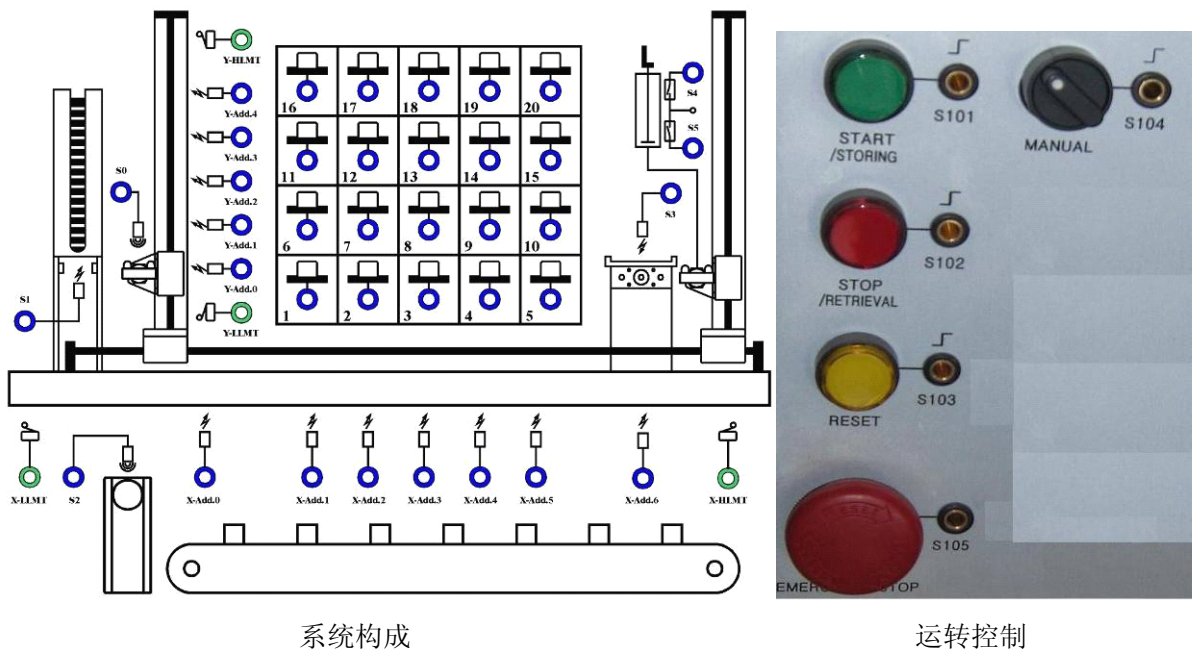
出库位置的气缸上设有“C”字形，可将产品稳妥地放到上面，气缸上设有接近传感器 1 个，用来检测出库位置上产品的有无。

2-2-5. 产品供给用传输带

图左侧为传输产品用的传输带系统。传输带一共两条，水平一条，另外一条传输带与其垂直构成 90 度。两条传输带之间设有旋转盘，将左侧竖直接传输带上的产品传输到水平传输带上。竖直接传输带上设有接近传感器 1 个，当产品从竖直接传输带运送到水平传输带的一头时，起到运转/停止竖直接传输带和水平传输带的作用。竖直接传输带和水平传输带的动力为感应电动机，用一个动力同时带动 2 条传输带旋转。

2-3. 系统构成

可以看出整个系统的构成，将系统上所使用各种传感器、开关等都处理成端子形式，将信号传输到 PLC 上。将面板上的端子与控制器 (PLC) 上数字输入模块相连接进行信号传输。



2-4. 运转控制

图为系统的运转操作的图解，将自动入库、自动出库、运转方式选择和紧急停止等的指令传输到控制器 (PLC) 上。

图中左侧垂直第一列的绿色按钮为入库指令开关，在系统运转中下达自动入库的指令，并将信号输入到控制器 (PLC) 上。

左侧垂直第一列红色按钮为出库指令开关，在系统运转中下达自动出库的指令，并将信号输入到控制器 (PLC) 上。

左侧垂直第一列黄色按钮为复位键，下达初始化指令，设备运转中按动紧急制动按钮后再按复位键，将初始化指令传输到控制器上。

第二列的黑色选择开关指面板操作和计算机软件操作模式之间的转换，黑键带白点的位置在斜靠左侧成一定角度为手动模式，反之带白点位置在斜靠右侧成一定角度为自动模式。

系统可以与计算机完成连接，并且完全可以对运转状况等进行监视与控制。

最下端最大的红色按钮为紧急制动（紧急停止）按钮，系统在运行中出现的问题，可以按动此按钮，它将紧急制动指令传输到控制器上，可以实现紧急停止。

实验内容

实验一：产品模块的分拣入库实验

A. 实验目的

1. 练习利用 PLC 进行程序编写，实现产品模块的分拣和入库。
2. 同时利用限位开关、接近传感器、光电传感器等三种传感器完成区别产品模块的高度、颜色、材质。

B. 实验前准备

- | | | |
|---------------|-------|-----|
| 1. 材料分拣系统实验设备 | ----- | 1 台 |
| 2. PLC 控制箱 | ----- | 1 台 |
| 3. 空气压缩机 | ----- | 1 台 |
| 4. 数据线 | ----- | 2 条 |
| 5. 气动导管 | ----- | 若干 |

C. 安全及注意事项

1. 微型开关无需电源，但接近传感器与光电传感器则需 DC 24V 电源，另外接近传感器与光电传感器按照 NPN, PNP 其接线方法也有所不同，须注意。
2. 使用微型开关、接近开关、光电传感器此三种传感器则可以区分为 8 种商品。

实验二：立体仓库实验

A. 实验目的

- 1、练习利用 PLC 实现产品入库。
- 2、在设备动作过程中理解气缸和电机的运转状况。

B. 实验前准备

- | | | |
|-------------------------|-------|-----|
| 1. P.L.C 控制箱(内嵌西门子 PLC) | ----- | 1 台 |
| 2. 自动存储系统设备 | ----- | 1 台 |
| 3. 数据线 | ----- | 2 条 |
| 4. 空压机及连接气管 | ----- | 1 套 |

C. 注意事项

在设备运转过程中，如出现异常状况，应立即按下急停按钮，以避免损坏设备或伤及人身安全。

D. 实验步骤

1. 根据两条数据线的接口情况将自动存储系统设备与 P.L.C 控制箱连接起来。
2. 利用空压管将空压机与自动存储系统设备的气体服务单元连接起来，注意不要漏气。
3. 将托盘全部放回到托盘存储仓内，产品模块全部放到传输带上。

实验三：综合实验

A. 实验目的

- 1、综合所学知识，设计制造系统，完成设计功能
- 2、结合仿真软件，编写 PLC 程序，进行软硬件结合实验。

B. 实验前准备

- | | | |
|-------------------------|-------|-----|
| 1. P.L.C 控制箱(内嵌西门子 PLC) | ----- | 1 台 |
| 2. 自动存储系统设备 | ----- | 1 台 |
| 3. 数据线 | ----- | 2 条 |
| 4. 空压机及连接气管 | ----- | 1 套 |

C. 注意事项

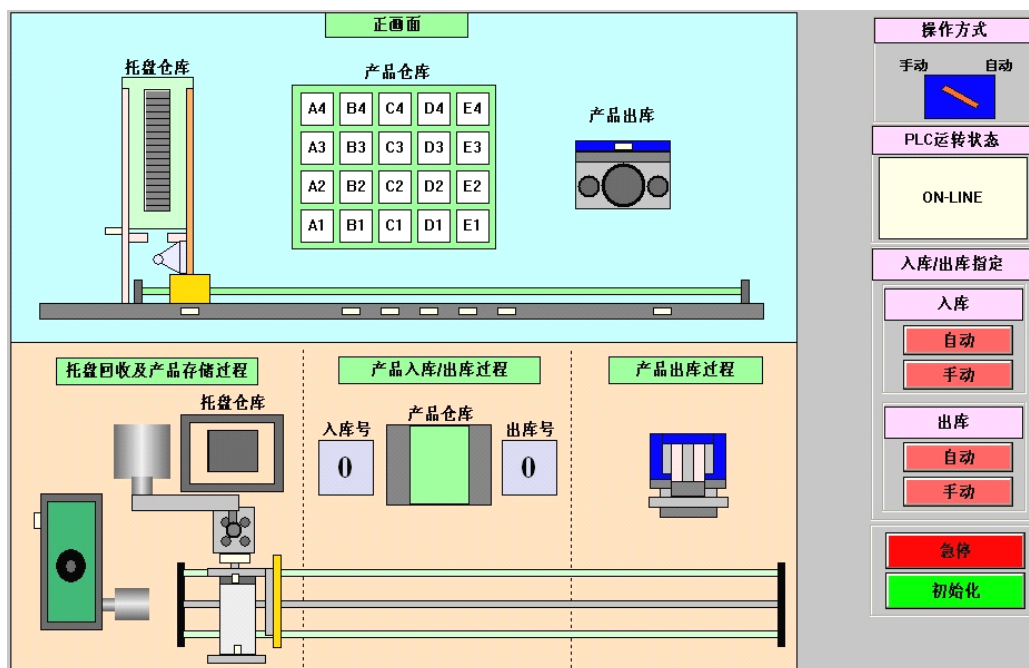
在设备运转过程中，如出现异常状况，应立即按下急停按钮，以避免损坏设备或伤及人身安全。

D. 实验步骤

1. 根据两条数据线的接口情况将自动存储系统设备与 P.L.C 控制箱连接起来。
2. 利用空压管将空压机与自动存储系统设备的气体服务单元连接起来，注意不要漏气。
3. 将托盘全部放回到托盘存储仓内，产品模块全部放到传输带上。

附：仿真软件 MCGS

1. 打开计算机仿真软件 MCGS。此时，计算机界面将出现如下画面并简单的现实运转情况。



计算机界面软件初始画面

2. 手/自动选择要在设备上的选择开关操作来实现。
3. 在动作过程中，如果出现异常，同硬件操作相同，点击一次**急停**按钮，设备停止并且报警铃响，再次点击**急停**按钮，报警铃停止，然后按**初始化**按钮，使设备恢复初始状态。
4. 在手/自动、出/入库之间切换时，需要**初始化**后再启动。