

2019 年全国职业院校技能大赛

现代电气控制系统安装与调试

（总时间：240 分钟）

工 作 任 务 书

场次号_____ 工位号_____

注意事项

一、本任务书共 19 页（含 A3 空白图纸 2 张、IO 表 2 张、稿纸 1 张），如出现缺页、字迹不清等问题，请及时向裁判示意，进行任务书的更换。

二、在完成工作任务的全过程中，严格遵守电气安装和电气维修的安全操作规程。电气安装中，低压电器安装按《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范（GB50254-96）》验收。

三、不得擅自更改设备已有器件位置和线路，若现场设备安装调试有疑问，须经设计人员（赛场评委）同意后方可修改。

四、所编软件保存到计算机的 D 盘文件夹中，文件夹名称以场次、工位号命名，例如第一场次 3 号工位命名为“01-03”，选手需按指定路径将程序存盘。

五、参赛选手在完成工作任务的过程中，不得在任何地方标注学校名称、选手姓名等信息。

请按要求在 4 个小时内完成以下工作任务：

一、按“智能立体车库说明书”，设计电气控制原理图，并按图完成器件选型计算、器件安装、电路连接（含主电路）和相关元件参数设置。

二、按“智能立体车库说明书”，编写 PLC 程序及触摸屏程序，完成后下载至设备 PLC 及触摸屏，并调试该电气控制系统达到控制要求。

本任务在 YL-158GA1 设备上实现，设备详细介绍详见《亚龙 YL-158GA1 现代电气控制系统安装与调试用户说明书》。

智能立体车库系统控制说明书

一、智能立体车库系统运行说明

立体车库系统共由泊车位、转盘换位装置、汽车定位装置和升降电梯组成。该智能立体车库 5 层，每层 10 个泊车位，汽车轴距（汽车前轴中心到后轴中心的距离）不同，高级轿车轴距大于 2.8 米，中级轿车轴距 2.5-2.8 米，小型轿车轴距 2.2-2.5 米，微型轿车轴距小于 2.2 米，汽车定位装置包括支架伸缩、支架夹紧和检测装置，可以对汽车进行定位和检测。如图 1 所示为系统结构简图，图中只给出三层车库的泊车位示意。

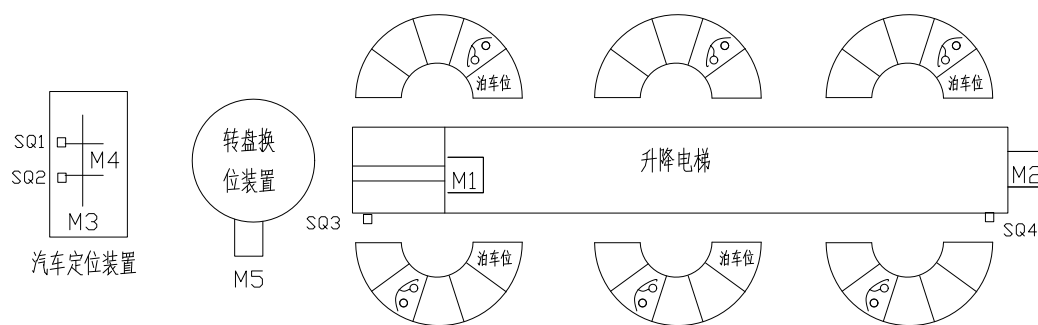


图 1、立体车库系统示意图

系统运行过程如下：有汽车时按动按钮，升降电梯门打开→汽车开到升降电梯的转盘换位装置上 → 由汽车定位装置进行测量和定位 → 汽车由升降电梯运送到指定的层数 → 由转盘换位装置旋转到各层的指定位置 → 再由汽车定位装置托送到泊车位，存汽车过程完成，取汽车过程与存汽车过程类似。

汽车定位装置由伺服电机拖动，在伺服电机轴上安装编码器测量汽车轴距，SQ1 接通开始检测，SQ2 接通停止检测，停止检测后由定位电机将汽车定位在伸缩支架上，存取汽车由定位装置的伸缩支架进

行搬运；升降电梯由变频电机牵引，为防止电梯超出范围设置 SQ3 和 SQ4 两个极限位置；转盘换位装置由步进电机驱动旋转。泊车位用于停放汽车，泊车位的分区编号如图 2 所示。

由图 2 可知，立体车库共有 50 个泊车位，每个泊车位最多可停放一台车辆。需要在汽车进入泊车位前，汽车定位装置进行测量轴距。轴距大小由编码器测定给出。

层数	位置编号									
4	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
3	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

图 2 泊车位的分区编号

智能立体车库系统由以下电气控制回路组成：电梯门由 M1 驱动【M1 为三相异步电机，正转开门反转关门】。电梯升降由电机 M2 驱动【M2 为三相异步电机（带速度继电器），由变频器进行模拟量调速控制，调速范围在 0~50Hz，加速时间 0.2 秒，减速时间 0.1 秒】。汽车定位、夹紧装置由电机 M3 和 M4 控制【M3 为伺服电机；伺服电机参数设置如下：伺服电机旋转一周需要 1000 个脉冲，正转/反转的转速可为 1 圈/秒~3 圈/秒；正转对应伸缩支架伸出，反转对应伸缩支架缩回。M4 为三高低速相异步电机，低速只进行正转，对应伸缩支架夹紧，高速反转对应伸缩支架松开】。转盘换位装置由电机 M5 驱动【M5 为步进电机；步进电机参数设置如下：步进电机旋转一周需要 2000 个脉冲】。电机旋转以面向电机“顺时针旋转为正向，逆时针旋转为反向”为准。

二、智能立体车库系统安装方案要求

1、本系统使用三台 PLC，网络指定 QCPU/S7-300/S7-1500 为主站，2 台 FX3U/S7-200Smart/S7-1200 为从站，分别以 CC_Link 或工业以太网的形式组网。具体配置见表 1。

2、MCGS 触摸屏应连接到系统中主站 PLC 上（三菱系统中触摸屏连接到 QPLC 的 RS232 端口；西门子系统中触摸屏连接到 S7-300 的以太网端口，不允许连接到交换机）。

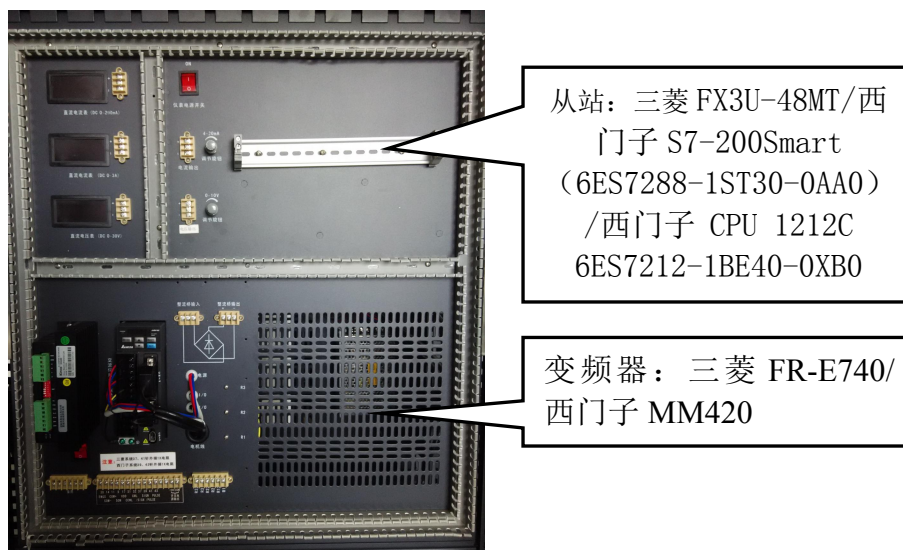
3、电机控制、I/O、HMI 与 PLC 组合分配方案（其余自行定义），见表 1。

表 1 电机控制、I/O、HMI 与 PLC 组合分配方案

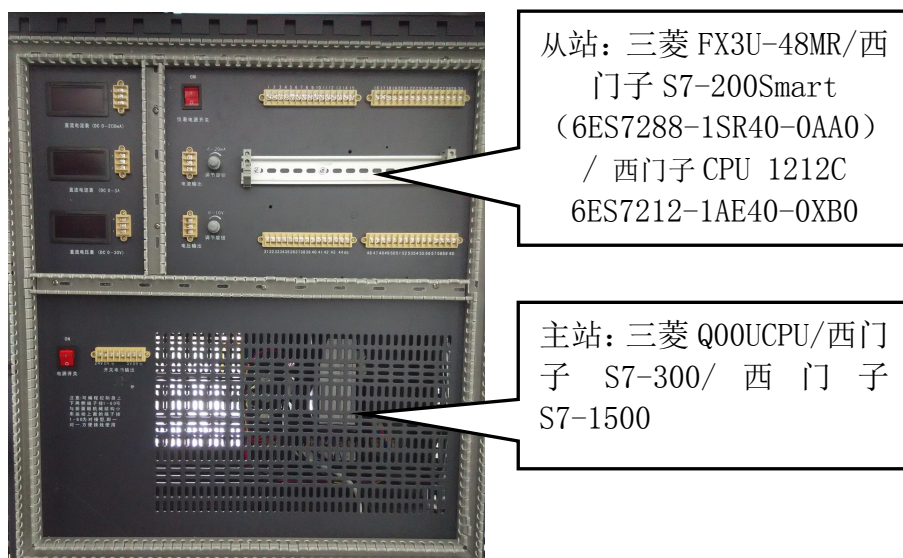
电机 \ 方案	三菱 Q 系列 +FX3U 系列方案	西门子 S7-300 +S7-200Smart 方案	西门子 S7-1500 +S7-1200 方案
HMI SB1~SB3 SA1	Q00UCPU	CPU314C-2PN/DP	CPU 1511
M1、M2、M4 HL1~HL5	FX3U-48MR	S7-200Smart 6ES7288-1SR40-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1BE40-0XB0
M3、M5、SQ1、 SQ2、SQ10~ SQ15	FX3U-48MT	S7-200Smart 6ES7288-1ST30-0AA0	CPU 1212C 6ES7212-1AE40-0XB0

4、根据本说明书设计电气控制原理图，根据所设计的电路图连接电路，不允许借用机床考核单元电气回路。参照所给定的图纸格式把系统电气原理图和各个 PLC 的控制原理图绘制在标准图纸上，在“设计”栏中填入选手工位号，在“制图”栏中填入 PLC 品牌型号。

5、三台 PLC 和变频器安装位置要求如图 3 所示，不允许自行定义位置，不得擅自更改设备已有器件位置和线路，其余器件位置自行定义。



(a) 正面



(b) 反面

图3 PLC和变频器安装位置示意图

三、智能立体车库系统控制要求

立体车库系统设备具备两种工作模式，模式一：手动调试检测模式；模式二：存取汽车模式。设备上电后触摸屏进入首界面。

1、首界面要求

首页界面是启动界面（如图4所示）。

选择“进入测试”界面，弹出“用户登入”窗口（如图5所示），

用户名下拉选“负责人”，输入密码“000”方可进入“调试模式界面”，密码错误不能进入界面，调试完成后自动返回首页界面（也可在调试过程点击按钮返回）。

选择“进入运行”界面，弹出“用户登入”窗口，用户名下拉选“操作员”，输入密码“555”方可进入“存取汽车模式界面”，密码错误不能进入界面。可直接点击返回按钮返回首页界面。

如出现报警，跳出报警窗口，解除报警后返回当前窗口，继续调试或运行。

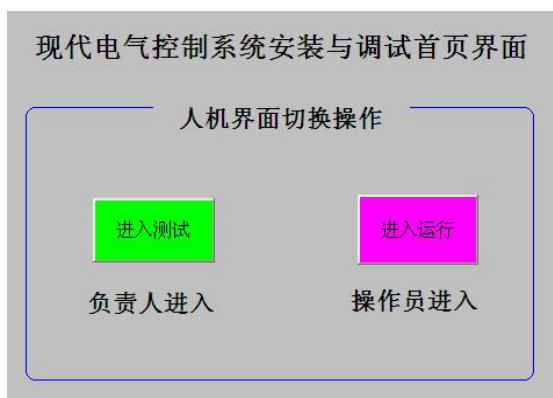


图4 首页界面



图5 用户登录界面

2、调试模式

设备进入调试检测模式后，触摸屏出现调试画面，如图6所示。通过点击下拉框，随意选择需调试的电机，相应的电机指示灯闪烁，并且按下SB1按钮，选中的电机按下述要求进行调试运行。没有调试顺序要求，每个电机调试完成后，对应的电机指示灯长亮，记录保存。

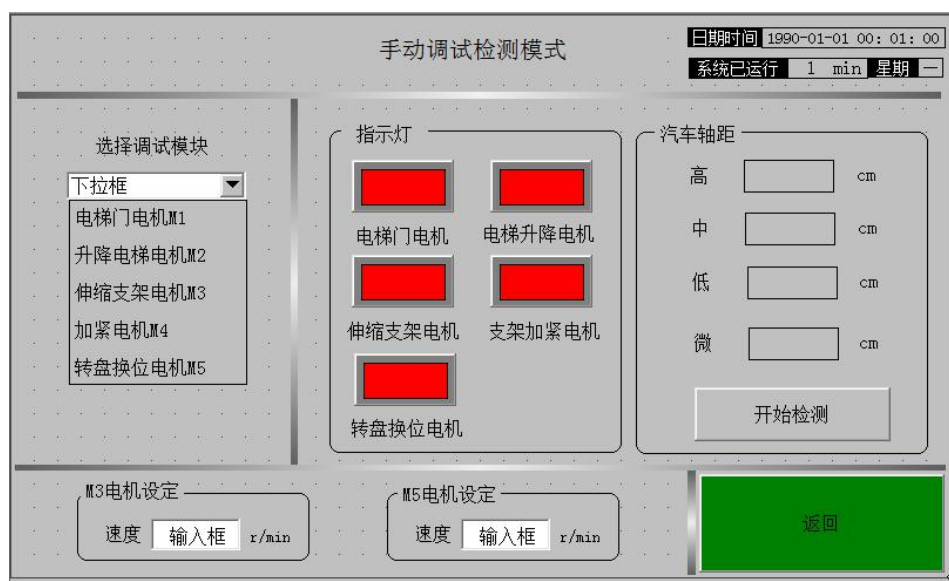


图 6 调试模式画面

(1) 升降电梯门电机 M1 调试过程

按下正转按钮 SB1 后，升降电梯门电机运行 5 秒后停止，按下反转按钮 SB2 后，电机运行 5 秒停止，M1 电机调试过程中，HL1 长亮。

(2) 升降电梯电机 M2 调试过程

按下 SB1 按钮，M2 电机以 5Hz 正转启动，每隔 3 秒频率加 5Hz 正转运行，依次为 10Hz、15Hz、20Hz---、50Hz，然后再按下 SB1 按钮 M2 电机正转停止，5 秒后 M2 电机自动从 10Hz 反转启动运行，每隔 2 秒频率加 6Hz 反转运行，依次为 16Hz、22Hz、---、40Hz，再按下 SB1 按钮 M2 电机反转停止。运行中按下停止按钮 SB2，M2 立即停止（调试没有结束），调试需重新启动。M2 电机调试过程中，HL2 以 1Hz 闪烁。

(3) 汽车定位装置电机 M3（伺服电机）和 M4（夹紧电机）调试过程

在轴距检测中考虑竞赛设备情况，汽车的轴距尺寸范围由各定位开关位置确定。其安装示意图如图 7 所示，其中 SQ13、SQ12、SQ11 和 SQ10 分别为高级轿车、中级轿车、小型轿车和微型轿车轴距测量

定位开关，SQ14、SQ15 分别为极限位开关。伺服电机开始调试前，手动将伸缩支架移动至任意位置，在触摸屏中设定伺服电机的速度之后（速度范围应在 60-180r/min 之间），按下启动按钮 SB1，伸缩支架运行至 SQ10 处，触摸屏记录微型车轴距为 2.2 米，轴距由编码器给定；2s 后，伸缩支架沿丝杠向左行驶到定位开关 SQ11 处停止，触摸屏记录小型轿车轴距（2.2-2.5 米）；2s 后，伸缩支架继续沿丝杠向左行驶到定位开关 SQ12 处停止，触摸屏记录中级轿车轴距（2.5-2.8 米）；3s 后，伸缩支架继续沿丝杠向左行驶到定位开关 SQ13 处停止，触摸屏记录高级轿车轴距（2.8 米以上）；4s 后，伸缩支架自动返回至 SQ10 处停止。整个过程中按下停止按钮 SB2，M3 停止，再次按下 SB1，伸缩支架从当前位置开始继续运行。M3 电机调试过程中，伸缩支架运行时 HL2 长亮，停止时 HL2 以 2Hz 闪烁。

本题汽车定位装置伸缩支架受丝杠长度限制，触摸屏显示的输出长度并非实际滑块运行的距离，但显示长度和滑块运行距离应该存在线性关系，即若改变 SQ11-SQ13 的位置，触摸屏测量的汽车轴距应该有所不同。

电机 M4（夹紧电机）运行必须在 M3（伺服电机）停止情况下进行，伺服电机再次测量时，夹紧电机自动停止，夹紧电机运行中 HL1 以 1Hz 闪烁。

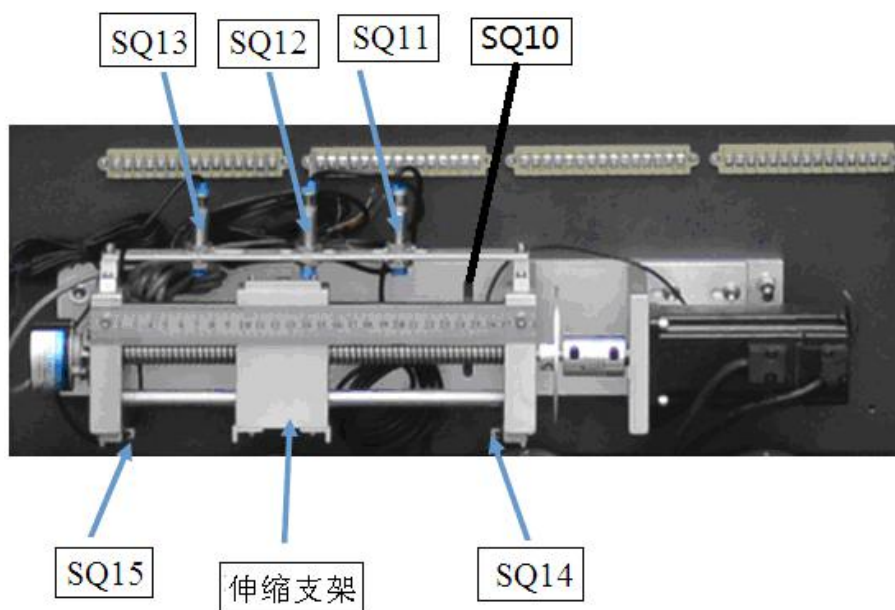


图 7 汽车定位装置伸缩支架结构示意图

(4) 转盘换位电机（步进电机）M5 调试过程

转盘换位电机（步进电机）假设安装在减速箱上（步进电机转 20 圈，转盘转 1 圈）。步进电机开始调试前，首先在触摸屏中设定步进电机的速度之后（速度范围应在 60-180r/min 之间），按下启动按钮 SB1，步进电机 M5 正转驱动转盘转动 36 度自动停止（0 号车位为初始位置，转盘转动 36 度相当于将转盘从 0 号车位转至 1 号车位），3s 后正转 108 度自动停止（相当于将转盘转至 4 号车位，以此类推...），5s 后反转 108 度自动停止。M5 电机调试过程中，HL2 以亮 2s 灭 1s 的周期闪烁。

所有电机（M1~M5）调试完成后按下 SB3，系统将切换进入到自动运行模式。在未进入自动运行模式时，单台电机可以反复调试。

2、自动运行模式

切换进入到自动运行模式后，触摸屏自动进入存取汽车模式画面，出现“存取汽车模式”字样，画面可参考图 8 进行设计。画面要求：触摸屏画面应当有显示智能立体车库各流程工作状态、存取车过

程和泊车位指示，竞赛使用设备应该对应动作。各泊车位有汽车进入时，对应位置应显示汽车类型“高”、“中”、“小”或“微”；此外，触摸屏中还应该显示存车和取车指示，及可存汽车数量。



立体车库工艺流程与控制要求：

(1) 系统初始化状态

升降电梯在 0 层，电梯门关闭，各电机处于初始状态，泊车位无汽车，伸缩支架位于 SQ10 位置处。

(2) 运行操作

①首先设定存入汽车顺序和位置规则，按照 49 “高”→1 “高”→4 “中”→7 “小”→12 “小”→15 “中”→18 “高”→23 “高”→26 “中”→29 “小”→33 “微”→46 “微”的顺序和类型自动模拟存车过程。整个存车过程可分为检测和存车两部分动作流程：

测量动作流程如下：按下按钮 SB1，打开升降电梯门，汽车开进 SQ1 接通开始检测，SQ2 接通停止检测。例如第一辆汽车为高级汽车，则动作顺序为：按下按钮 SB1，M1 电机正转 5s，按下 SQ1，M3 电机带动伸缩支架由 SQ10 位置运行至 SQ13 位置，按下 SQ2，M4 电机（夹紧电机）运行 5s 后停止，M1 电机反转 5s，将电梯门关闭。至此，检测动作完成；

存车动作流程如下：首先升降电梯开始将汽车运送至相应楼层，然后转盘换向装置将汽车送至相应车位。已知升降电梯每升高一层，变频器电机 M2 以 30Hz 的速度正转 8s，反之电梯每降低一层，变频器电机以 30Hz 的速度反转 8s。例如若要将汽车存放至 23 号车位，则电梯需要升高两层，即 M2 电机正转 16s，然后 M5 电机驱动转盘正转 108 度，等待 5s（期间完成汽车入库动作）后，转盘换向装置复位，升降电梯回到 0 层。至此，存车动作完成；

根据规则设计控制系统程序实现自动存车，并且在触摸屏相应位置显示存车类型和已存入汽车数量。所有存车过程完成后，自动转入取车程序。

②设定取出汽车顺序和位置规则，按照 1 “高” → 18 “高” → 23 “高” → 49 “高” → 4 “中” → 15 “中” → 26 “中” → 29 “小” → 7 “小” → 12 “小” → 33 “微” → 46 “微”的顺序和类型自动模拟取车过程。例如：在 1 号泊车位取走高级汽车之后，继续在 18 号泊车位取走高级汽车，依次类推。

取车动作流程如下：首先按下 SB1，升降电梯开始运行至相应楼层，然后转盘换向装置转至相应车位将汽车取出。例如若要将存放在 23 号车位的汽车取出，电梯首先升高两层，即 M2 电机正转 16s，然后 M5 电机驱动转盘正转 108 度，等待 5s（期间完成汽车出库动作）后，转盘换向装置复位，升降电梯回到 0 层。之后 M1 电机正转 5s，电梯门打开，等待 5s 后（期间汽车被开走），电梯门关闭。至此，取车动作完成；

根据规则设计控制系统程序实现自动取车，并且在触摸屏相应位置显示取车类型和已取出汽车数量，所有取车过程完成后，系统自动

停止。

③一次智能立体车库存取车过程完成时，报警指示灯 HL3 闪烁（周期为 0.5S），系统可以循环运行，即按下按钮 SB3，系统重新开始一次存取车过程。

（3）停止操作

①系统自动运行过程中，按下停止按钮 SB2，系统完成当前汽车存取后停止运行。当停止后再次启动运行，系统保持上次运行的记录。

②系统发生急停事件按下急停按钮时（SA1 被切断），系统立即停止。急停恢复后（SA1 被接通），再次按下 SB1，系统自动从之前状态启动运行。

（4）整个过程的动作要求连贯，执行动作要求顺序执行，运行过程不允许出现硬件冲突。

（5）系统状态显示

系统存车时绿灯 HL4 长亮，取车时绿灯 HL5 闪（周期为 1 秒），系统停止时红灯 HL3 长亮。

3、非正常情况处理

当智能立体车库存取车循环运行时，若伸缩支架出现越程（左、右超行程位置开关分别为两侧微动开关 SQ14、SQ15），则伺服系统自动锁住，并在触摸屏自动弹出报警画面“报警画面，设备越程”，解除报警后，系统重新从之前的状态开始运行。

I/O 分配表

电气元件	IO 地址	功能说明	备注

I/O 分配表

电气元件	IO 地址	功能说明	备注

	场 次	工 位

场 次	工 位