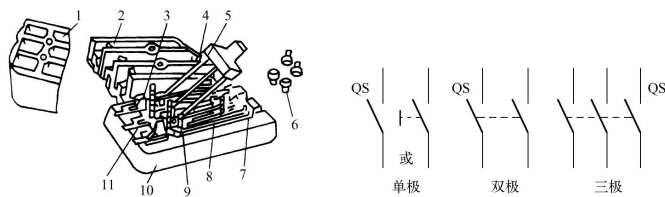


任务 1	三相异步电动机启动控制电路的接线与调试		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	掌握按钮、熔断器、接触器、刀开关的结构和工作原理			
	技能目标	会选择使用按钮、刀开关、熔断器、接触器等低压电器			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	按钮、刀开关、熔断器、接触器的工作原理及选用方法				
教学难点	能正确安装三相异步电动机连续控制电路的接线与调试				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	小时候总听父母交代出去玩耍时切记不可到高压线附近，那么什么是高压电呢？相对的有没有低压电呢？我们生活中的用电是高压还是低压？ 通常我们是怎么区分高低压的呢？今天我们要学习的就是低压电。		讲授“罗东元”先进事迹	讲述	思考
讲授新课	一、概述 电器对电能的生产、输送、分配和使用起控制、调节、检测、转换及保护作用，是所有电工器械的简称。我国现行标准将工作在交流 50Hz、额定电压在 1200V 以下和直流额定电压 1500V 及以下电路中的电器称为低压电器。		心系国家，开拓未来，这是罗东元这一辈老同志们的	讲述	听讲
	二、低压电器的分类 1.按用途分:在电路中所处的地位和作用可分为控制电器和配电电器两大类。 2.按动作方式分:自动切换电器和非自动切换电器两大类。 3.按有无触点分:有触点和无触点电器两大类。 4.按工作原理分:电磁式电器和非电量控制电器两大类。 三、刀开关 刀开关在电路中的作用是：隔离电源，以确保电路和设备维修的安全；分断负载，如不频繁地接通和分断容量不大的低压电路或直接启动小容量电动机。 1.开启式负荷开关结构 开启式负荷开关由操作手柄、熔丝、触刀、触点座和底座组成，结构示意图如图 1 所示，其文字符号为 QS。此种刀开关装有熔丝，可起短路保护作用。			讲述	观察
			出示实物	听讲	观察



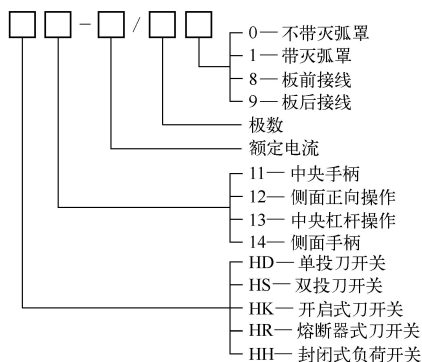
(a) 胶壳刀开关结构图

(b) 刀开关的符号

1—上胶盖；2—下胶盖；3—插座；4—触刀；5—瓷柄；6—胶盖紧固螺母；7—出线座；8—熔丝；9—触刀座；10—瓷底板；11—进线座

2. 刀开关的主要技术参数及型号

刀开关的主要技术参数有：额定电流（长期通过的最大允许电流）、额定电压（长期工作所承受的最大电压）以及分断能力等。

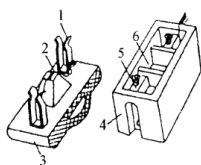


四、熔断器

熔断器是一种当电流超过规定值一定时间后，以它本身产生的热量使熔体熔化而分断电路的保护电路。熔断器串联于被保护电路中，当电路正常工作时，熔断器相当于一根导线；当电路发生短路或严重过电流时快速自动熔断，从而切断电路电源，起到短路保护作用。

1. 熔断器的结构

熔断器由熔断管（或座）、熔体以及外加填料等部分组成。

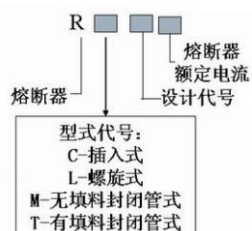


(a) 瓷插式熔断器

1—动触片；2—熔体；3—瓷盖；4—瓷底；5—静触点；6—灭弧室



2. 熔断器的型号和符号



让我们站在巨人的肩膀上，拿起国家发展和技术革新的接力棒，为我们的国家开创更加美好的未来！

提出问题
引导学生回答

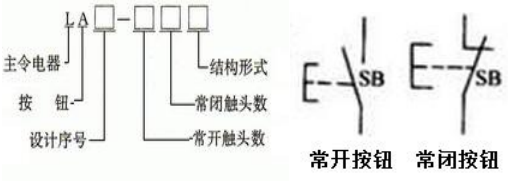
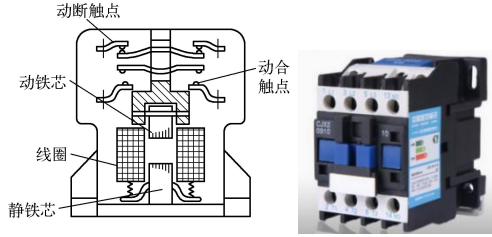
小组讨论

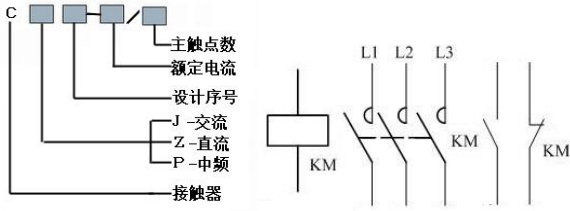
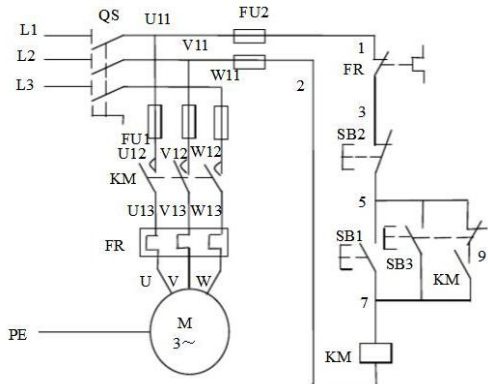
讲述
板书

出示
实物
提出问题

引导学生回答

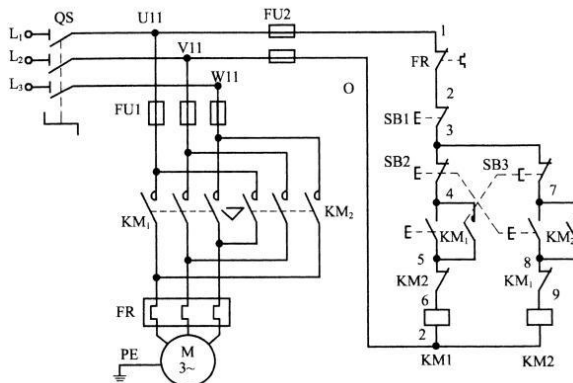
听讲
观察
记忆

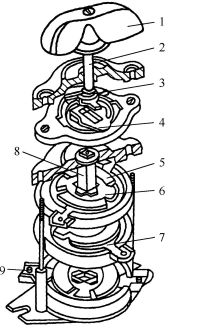
	五、按钮 按钮是一种接通或分断小电流电路的主令电器。触头允许通过的电流较小。一般不超过 5A，主要用在低压控制电路中，手动发出控制信号。 1.按钮的工作原理 按下时常闭触头先断开，然后常开触头闭合。去掉外力后在恢复弹簧的作用下，常开触头断开，常闭触头复位。 2. 按钮的结构 按钮由按钮帽，复位弹簧，桥式动、静触头和外壳等组成。一般为复合式，即同时具有常开、常闭触头。  3.按钮型号和符号  六、接触器 接触器在机床电路及自动控制电路中作为自动切换电路，用来远距离频繁地接通和断开交直流主回路和大容量控制电路，同时具有欠电压、零电压释放保护的功能。 1. 交流接触器的工作原理 当接触器线圈通电后，线圈电流产生磁场，静铁芯产生电磁吸力将衔铁吸合。衔铁带动触点系统动作，使常闭触点断开，常开触点闭合，两者是联动的。当线圈断电时，电磁吸力消失，衔铁在反作用弹簧力的作用下释放，使触点系统随之复位。 2.交流接触器的结构 交流接触器常用于远距离接通和分断电压至 1140V、电流至 630A 的交流电路。其结构如图 2 所示，它由电磁机构、触点系统、灭弧装置及其他部件组成。  3.交流接触器型号和符号		出示 实物	观察 讨论
		出示 实物	提出问题 引导学生 回答	观察 讨论

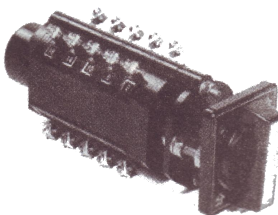
	 四、三相异步电动机的点动和连续运行的控制原理与接线 1.工作原理 首先合上电源开关 QS: (1) 连续控制 启动: 按下 SB1→KM 线圈得电→KM 主触头闭合, 同时 KM 常开辅助触头自锁→电动机 M 启动。 停止: 按下 SB2→KM 线圈失电→KM 主触头断开, KM 常开辅助触头断开→电动机 M 停车。 (2) 点动控制 启动: 按下 SB3→SB3 常闭触头先断开; 常开触头后闭合→KM 线圈得电→KM 主触头闭合, 同时 KM 常开辅助触头自锁→电动机 M 启动。 停止: 松开 SB3→SB3 常开触头先断开; 常闭触头后闭合→KM 线圈失电→KM 主触头断开, KM 常开辅助触头断开→电动机 M 停车。 2.三相异步电动机的点动和连续运行的控制电路接线 			
课堂小结	1.低压电器的结构和工作原理以及型号和图形符号,图形符号和作用是同学必须掌握的。 2.三相异步电动机的点动和连续运行的控制原理和接线。			
布置作业	P43 页 1.2.3 题; P44 页 4.5.6 题。			
教学反思				

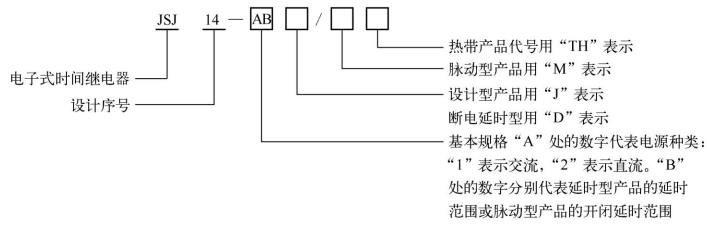
任务 2		自动往返控制电路的接线与调试		授课人	
课时		2		时间	
班级				地点	
教学目标		知识目标	掌握行程开关、热继电器、空气开关的结构和工作原理		
		技能目标	会选择使用行程开关、空气开关、热继电器，能正确安装三相异步电动机正反转控制电路		
		素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力		
教学重点		行程开关、热继电器的工作原理及选用方法			
教学难点		能正确安装三相异步电动机正反转控制电路的接线与调试			
教学方法		讲授法、案例法、演示法			
教学参考书		“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著			
教学内容——过程				思政元素	教师活动 学生活动
导入新课	上节课我们学习了刀开关、按钮、接触器、熔断器等低压电器的结构和工作原理，今天我们一起学习低压电器的其它元件——低压断路器、行程开关、热继电器。			讲授“机车工匠——李万坤”事迹	讲述 思考
讲授新课	一、低压断路器 低压断路器俗称自动空气开关，是一种既有手动开关作用，又能对欠电压、过载和短路等故障进行自动保护的开关电器，它是低压配电网中一种重要的保护电器。 1. 低压断路器的工作原理 低压断路器的主触点是靠手动操作或电动合闸的。主触点闭合后，自由脱扣机构将主 触点锁在合闸位置上。过电流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联，欠电压脱扣 器的线圈和电源并联。当电路发生短路或严重过载时，过电流脱扣器的衔铁吸合，使自由脱扣机构动作，主触点断开主电路。当电路过载时，热脱扣器的热元件发热使双金属片上弯曲，推动自由脱扣机构动作。当电路欠电压时，欠电压脱扣器的衔铁释放。也使自由脱扣机构动作。分励脱扣器则作为远距离控制用，在正常工作时，其线圈是断电的，在需要距离控制时，按下起动按钮，使线圈通电，衔铁带动自由脱扣机构动作，使主触点断开。 2.低压断路器的外形结构及符号 低压断路器由操作机构、触点、保护装置（各种脱扣器）、灭弧系统等组成。低压断路器的符号如图 1 所示。			李万坤，是中车洛阳机车有限公司内无人不知的电工高级技师，也是车间里德高望重的“老师傅”。从业几十年，这个半路出身的“门	讲述 板书 讲述 板书 出示 听讲

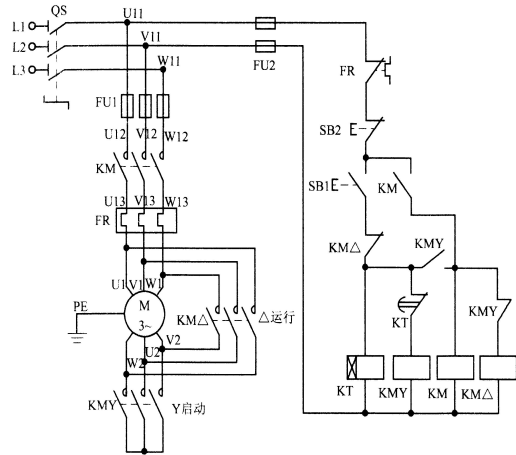
三、行程开关 行程开关又称位置开关或限位开关，其作用是将机械位移转换成电信号，使电动机运行状态发生改变，即按一定行程自动停车、反转、变速或循环，以此来控制机械运动或实现安全保护。行程开关按结构分为机械结构的接触式有触点行程开关和电气结构的非接触式接近开关。 1.有触点行程开关 机械结构的接触式行程开关是依靠移动机械上的撞块碰撞其可动部件，使常开触点闭合、常闭触点断开来实现对电路的控制。当工作机械上的撞块离开可动部件时，行程开关复位，触点恢复其原始状态。机械式行程开关分为直动式、滚动式和微动式三种，其外形结构和符号如图 3 所示。 ① 行程开关的结构和符号。行程开关主要由操作机构、触点系统和外壳等组成。 ② 行程开关的主要技术参数及型号。行程开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、触点切换时间、动作力、动作角度或工作行程、触点数量、结构形式和操作频率等。常用的行程开关有 LX19、LXW5、LXK3、LX32、LX33 等系列。 2.接近开关 在生产过程中完成对运动部件位置检测的常用器件就是电子接近开关，它可在物体与接近开关处于一定距离（不需要接触）时输出电信号，自动控制系统则根据电子接近开关的输出来判断被检测物体是否到达指定的位置。 电子接近开关根据被检测物体种类的不同和检测原理的不同，可以分为许多种类。常用的有电感式接近开关、电容式接近开关、磁性接近开关、光电接近开关等。 接近开关外形及文字符号如图 4 所示。 四、三相电动机的正反转控制原理与接线	柴油机的试验台改造项目》《光电一体化智物料分拣器试验台》《铁路工程车齿轮箱磨合试验台》等多个新装备制造设计制造，率领工作室完成创意改善 42 项，获奖五小成果 15 个，申报专利 2 项。学生能独立进行元器件的选型及掌握连接工艺技能；建立学生的专业自信，实践创新的工匠精神。 出示实物 观察讨论 提出问题 引导学生回答
---	--

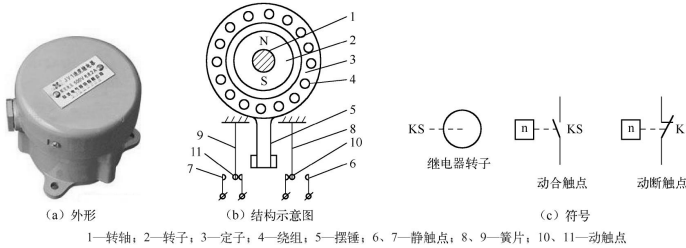
	1.工作原理 先合上电源开关 QS。 （1）正转控制 启动：按下 SB3→SB3 常闭触头先断开；常开触头后闭合，实现机械互锁使 KM2 不能得电→KM1 线圈得电→KM1 主触头闭合，同时 KM1 常闭触头断开，实现电气互锁；KM1 常开辅助触头自锁，→电动机 M 正转启动。 （2）反转控制 启动：按下 SB2→SB2 常闭触头先断开，KM1 线圈断电；常开触头后闭合→KM2 线圈得电→KM2 主触头闭合，同时 KM2 常开辅助触头自锁→电动机 M 反转启动。 （3）停止： 按下 SB1→KM1（或 KM2）线圈失电→KM1（或 KM2）主触头断开，KM1（或 KM2）常开辅助触头断开→电动机 M 停车。 2.三相电动机的正反转控制电路接线 		讲述 板书	听讲 观察 记忆
		演示 操作	学 生 动 手 操 作	
课堂 小结	1.低压电器的结构和工作原理以及型号和图形符号,图形符号和作用是同学必须掌握的。 2.三相异步电动机的正反转控制原理和接线。			
布置 作业	P44 页 7.8.9.10.11.12 题。			
教学 反思				

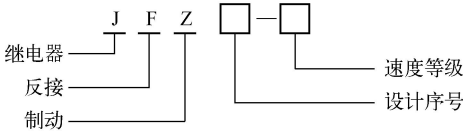
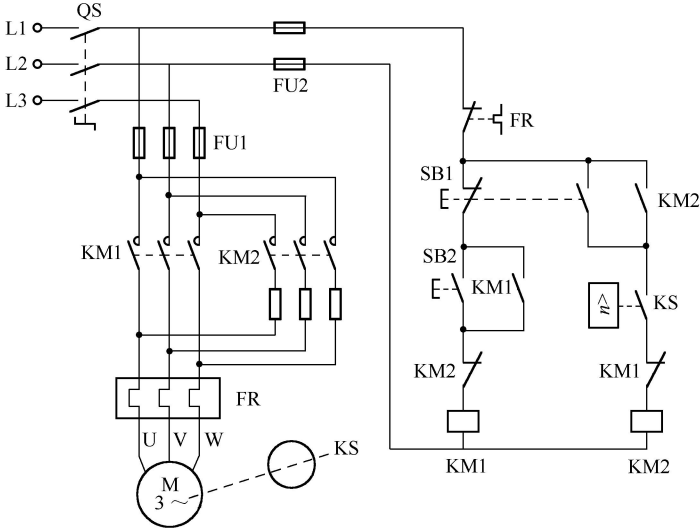
任务 3	三相异步电动机降压启动控制电路的接线与调试		授课人		
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	掌握转换开关、时间继电器、万能转换开关的结构和工作原理			
	技能目标	会选择使用转换开关、时间继电器、万能转换开关，能正确安装三相异步电动机降压启动控制电路			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	转换开关、时间继电器、万能转换开关的工作原理及选用方法				
教学难点	能正确安装三相异步电动机降压启动控制电路的接线与调试				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	上节课我们学习了低压断路器、行程开关、热断电器等低压电器的结构和工作原理，今天我们一起学习低压电器的其它元件——转换开关、万能转换开关、时间继电器。		讲授“游弋”事迹	讲述	思考
讲授新课	一、转换开关 组合开关又称转换开关，是一种多触点、多位置式，可控制多个回路的电器。组合开关具有体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等优点，多用于机床电气控制线路中电源的引入开关，起着隔离电源作用，还可作为直接控制小容量异步电动机不频繁启动和停止的控制开关。 1.组合开关的外形、结构和符号 组合开关由动触点（动触片）、静触点（静触片）、转轴、手柄、定位机构及外壳等部分组成。其动、静触点分别叠装于数层绝缘壳内。当转动手柄时，每层的动触点随方形转轴一起转动，从而实现对电路的通、断控制。组合开关同样也有单极、双极和三极之分，如图 1 所示。  1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮； 5—绝缘垫板；6—动触点；7—静触点； 8—绝缘方轴；9—接线柱 2.组合开关的主要技术参数及型号 组合开关的常用产品有 HZ5、HZ10、HZ12、HZ15 等系列。		他没有受过高等教育，凭着勤奋的自学，成为一名技术精湛的电工高级技师；他没有受过专业指导，凭着刻苦的钻研，十余项专利从他手中诞生。他发明的“钢丝绳全自动除尘装置”	讲述 板书 出示实物 提出问题	听讲 观察 记忆 听讲 观察 记忆 小组讨论

主要参数技术有额定电压、额定电流和极数等。 HZ — / 极数 类型 额定电流 设计序号 组合开关 	填补了国内主提升钢丝绳净化技术的空白。他就是“全国技术能手”、河南能源化工集团永煤公司车集煤矿机电一队主副井电工班长游弋。刻苦的学习创新给游弋带来了众多荣誉：全国首届“百名优秀青年矿工”、全国煤炭系统“技能大师”、全国“技术能手”等，他领衔的工作室被命名为全国首批十四家“技能大师工	引导 学生 回答	
二、万能转换开关 万能转换开关是一种多挡位、多段式、控制多回路的主令电器，当操作手柄转动时，带动开关内部的凸轮转动，从而使触点按规定顺序闭合或断开。万能转换开关一般用于交流 500V、直流 440V、约定发热电流 20A 以下的电路，用于电气控制线路的转换和配电设备的远距离控制、电气测量仪表转换，也可用于小容量异步电动机、伺服电动机、微电动机的直接控制。 1. 万能转换开关的外形和符号 它依靠操作手柄带动转轴和凸轮转动，使触点动作或复位，从而按预定的顺序接通与分断电路，同时由定位机构确保其动作的准确可靠。  左 0 右 1 2 3 4 5 6 7 8 SA		讲述 板书	听讲 观察 记忆
2. 万能转换开关主要技术参数及型号含义 万能转换开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、额定绝缘电压、约定发热电流、电寿命（次）、机械寿命（次）、操作频率（次/h）等。常用万能转换开关有 LW5、LW6、LW12-16 等系列，它们多用于电力拖动系统中对线路或电动机实行控制。 LW 6 TH 表示湿热带用 辅助规格代号：字母为定位特征代号；数字为接线图编号 派生产品代号：Z—自复式；DZ—定位自复式；S—自锁型 触点座数目 设计序号 万能转换开关		出示 实物	听讲 观察 记忆
		提出 问题	小组 讨论
		引导 学生 回答	
		讲述 板书	听讲 观察 记忆

	 (a) 线圈一般符号 (b) 通电延时线圈 (c) 断电延时线圈 (d) 延时闭合常开触点 (e) 延时断开常闭触点 (f) 延时断开常开触点 (g) 延时闭合常闭触点 (h) 瞬动常开触点 (i) 瞬动常闭触点 2.时间继电器的工作原理 通电延时型时间继电器的动作原理是：线圈通电时，触点延时动作；线圈断电时，触点瞬时复位。断电延时型时间继电器的动作原理是：线圈通电时，触点瞬时动作；线圈断电时，触点延时复位。 (1) 电子式时间继电器 电子式时间继电器由晶体管、集成电路和电子元器件等构成，目前已有采用单片机控制的时间继电器。电子式时间继电器的型号含义如图 2 所示。  电子式时间继电器 设计序号 热带产品代号用“TH”表示 脉动型产品用“M”表示 设计型产品用“J”表示 断电延时型用“D”表示 基本规格“A”处的数字代表电源种类：“1”表示交流，“2”表示直流。“B”处的数字分别代表延时型产品的延时范围或脉动型产品的开闭延时范围 电子式时间继电器的主要技术参数有：工作电压（V）、延时触点数量（通电延时和断电延时）、瞬时动作触点数量（动合和动断）、延时范围（s）、功率损耗（W）、机械寿命（万次）等。常用电子式时间继电器有 JSJ、JSB、JS14、JS15、JS14A、JS20 等系列。 (2) 数字式时间继电器 数字式时间继电器可通过调整键“-”和“+”设置定时时间，时间单位可在 s（秒）、m（分）、h（小时）之间切换，时间延时范围为 0.1s~99h。  定时显示 设定值 输出指示灯 功能键/确认键 选择/增加键 移位/设定键 复位 H: 小时指示灯 M: 分指示灯 S: 秒指示灯 电源 四、三相电动机的 Y-Δ 降压启动控制原理与接线 1.工作原理	作室”之一。他还取得十三项国家专利、发表机电专业论文数篇。面对成绩,他没有骄傲自满,面对困难,他依然奋勇向前,他又把创新的目光锁定在主提升系统技术改造等方面,再次向更高领域发起了冲锋。 出示实物 听讲观察记忆 提出问题 小组讨论 引导学生回答
--	--	---

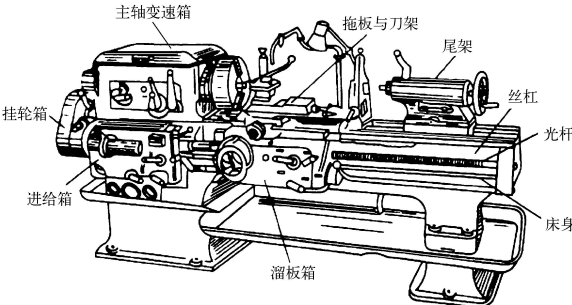
	(1) 降压启动：先合上电源开关 QS。 按下 SB1→KMY 线圈得电，同时 KT 线圈得电→KMY 常开触头闭合→KM 线圈得电→KM 自锁触头闭合自锁，同时主触头闭合→KMY 主触头闭合→电动机 M 接成 Y 形降压启动。 当电动机 M 转速上升到一定速度时，KT 延时结束→KT 常闭触头分断→KMY 线圈失电→KMY 常开主触头分断，同时 KMY 主触头分断，解除 Y 形连接→KMY 联锁触头闭合→KM Δ 线圈得电→KM Δ 联锁触头分断→KT 线圈失电→KM Δ 主触头闭合→电动机 M 接成 Δ 形全压运行。 (2) 停止：按下 SB2 即可实现。 2.三相异步电动机的 Y-Δ降压启动控制电路接线 		讲述 板书	听讲 观察 记忆
			演示 操作	学 生 动 手 操 作
课堂 小结	1. 低压电器的结构和工作原理以及型号和图形符号，图形符号和作用是学生必须掌握的。 2. 三相异步电动机的 Y-Δ降压启动控制原理和接线。			
布置 作业	P44 页 13.14.16.17.18.19.20.21.22 题。			
教学 反思				

任务 4	三相异步电动机制动和调速控制电路的接线与调试		授课人		
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	掌握速度继电器的结构和工作原理；调速控制方法。			
	技能目标	会选择速度继电器，能正确安装三相异步电动机制动和调速控制线路			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	速度继电器的工作原理及选用方法				
教学难点	能正确安装三相异步电动机制动和调速控制电路的接线与调试				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	上节课我们学习了转换开关、万能转换开关、时间继电器等低压电器的结构和工作原理，今天我们一起学习低压电器的其它元件—速度继电器。		讲授“邓建军”事迹	讲述	思考
讲授新课	一、速度继电器 速度继电器是根据电动机转轴的转速来切换电路的自动电器。它主要用于笼形异步电动机的反接制动控制中，故称为反接制动继电器。 1. 速度继电器外形、结构和符号 速度继电器外形、结构和符号如图 1 所示。速度继电器主要由转子、定子和触点三部分组成，转子是一个圆柱形永久磁铁，定子是一个笼形空心圆环，由硅钢片叠成，并装有笼形的绕组。速度继电器的轴与电动机的轴相连接，转子固定在轴上，定子与轴同心。  (a) 外形 (b) 结构示意图 (c) 符号 1—转轴；2—转子；3—定子；4—绕组；5—摆锤；6、7—静触点；8、9—簧片；10、11—动触点 2. 速度继电器的工作原理 当电动机转动时，速度继电器的转子随之转动，绕组切割磁场产生感应电动势和电流，此电流和永久磁铁的磁场作用产生转矩，使定子随着转子的转动方向偏摆，通过定子柄拨动触点，使常开触点闭合，常闭触点断开。当电动机转速下降到接近零时，转矩减小，定子柄在弹簧力的作用下恢复原位，触点也复位。 3. 速度继电器的主要技术参数和型号		邓建军从 1988 年中专毕业入厂，在黑牡丹股份有限公司的 30 年间，邓建军从一名普通的电气维修工成长为技术总监。邓建军带领团队开发出“在线染料组分自动控制系统”	讲述 板书 出示 实物 提出问题	听讲 观察 记忆 听讲 观察 记忆 小组 讨论

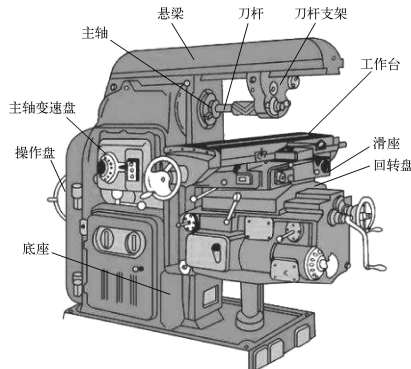
常用的速度继电器有 JY1 和 JFZO 型。现以 JY1 型速度继电器为例，它的主要技术参数包含：动作转速（一般不低于 120r/min），复位转速（约在 100r/min 以下）；工作时，允许的转速高达 1000~3600 r/min。  继电器 J F Z 反接 制动 速度等级 设计序号	“在线染料液控制系统” “在线流量控制系统” “自动浆液控制系统” 和“染料组分分析计算控制系统”	引导 学生 回答	
二、反接制动控制电路原理与接线 合上开关 QS，按下启动按钮 SB2→KM1 动作，电动机转速很快上升到 120r/min，速度继电器动合触点闭合。电动机转动时，速度继电器 KS 的常开触点一直保持闭合状态，为反接制动时接触器 KM2 线圈通电做好准备→当需要停车时，按下复合按钮 SB1→SB1 动断触点先断开，使 KM1 线圈断电释放。主回路中，KM1 主触点断开，使电动机脱离正相序电源→SB1 动合触点后闭合，接触器 KM2 线圈通电吸合并自锁，主触点动作，电动机定子串入对称电阻进行反接制动，使电动机转速迅速下降→当电动机转速下降至 100r/min 时，速度继电器 KS 的常开触点断开，KM2 线圈断电释放，电动机断开电源后自由停车。  QS, L1, L2, L3, FU1, FU2, KM1, KM2, FR, U, V, W, M, KS, SB1, SB2, KS, KM1, KM2	染料组分分析计算控制系统”五项成套技术，每一项都是业内首创，黑牡丹染色质量从此达到世界领先水平。工作 30 年来，邓建军带领团队共参与技改项目 400 余项，成功填补了进 500 个技改空白。经过协同努力，团队获得 9 项国家发明专利，10 项实用	讲述 板书 演示 操作	听讲 观察 记忆 学生 动手 操作
三、双速电动机自动加速控制电路原理与接线 1. 工作原理 合上三相电源开关 QS，接通控制电路电源。按下 SB2→接触器 KM1 线圈通电并自锁→其辅助常开触点接通 KT 线圈，KM1 主触点同时闭合→电动机定子绕组为三角形连接→电动机低速运行。经过延时→KT 延时断开常闭触点断开→KM1 线圈失电→KT 延时闭合→常开触点闭合，KM2、KM3 线圈同时得电并自锁→电动机由Δ低速运转自动切换为双星形高速运转。当需要停车时→按下停止按钮 SB1→接触器 KM2、KM3 线圈断电释放，电动机停转。	500 个技改空白。经过协同努力，团队获得 9 项国家发明专利，10 项实用	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	2.双速电动机自动加速控制电路接线	新型专利,多项国家级、省级高新技术成果和省部级科研成果。	演示操作	学生动手操作
课堂小结	1.低压电器的结构和工作原理以及型号和图形符号,图形符号和作用是公司必须掌握的。 2.三相异步电动机制动和调速控制电路的接线与调试原理和接线。			
布置作业	P45 页 29.30.31.32.33.34.35.36.37 题。			
教学反思				

任务 5	C650 卧式车床控制电路的分析、安装与接线		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1. 了解 C650 卧式车床设备的结构、主要运动形式和对控制的要求。 2. 学会阅读分析常用机床电气控制原理图的方法和步骤。 3. 能够熟读电气设备总装接线图和电气元器件布置图与接线图。 4. 掌握常用机床电气控制的安装和接线方法及电路接线工艺要求。			
	技能目标	1. 能够正确使用电工仪表检测机床设备电气控制线路。 2. 能根据常用机床的电气控制原理图进行正确的安装、接线和调试。 3. 能根据常用机床电气控制系统的故障现象准确分析，查找故障原因并加以修复、排除。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	C650 卧式车床控制电路与其结构组件之间的联系；机床电气控制原理图的分析				
教学难点	常用机床电气控制系统的故障现象准确分析，查找故障原因并加以修复、排除。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导 入 新课	在工厂中经常看见过车床，那我们今天来了解一下车床的结构和工作原理吧。		讲 授 工 人 发 明 家 — 李 书 乾 事 迹	讲述	思考
讲授 新课	一、电气控制线路的绘制 1. 电气控制系统图中的图形符号 为了表示电气控制线路的组成、工作原理及安装、调试、维修等技术要求，需要用统一的工程语言，即用工程图的形式表示，这种图就是电气控制系统图。图形符号通常是指用于图样或其他文件表示一个设备或概念的图形、标记或字符。图形符号由符号要素、一般符号及限定符号构成。 2. 电气控制系统图中的文字符号 电气图中的文字符号是用于表明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征的，可在电气设备、装置和元器件上使用，以表示其种类的字母代码和功能字母代码。 二、电气原理图 用图形符号和文字符号（及连接点符号）表示电路各个电气元器件连接关系和电气工作原理的图称为电气原理图。 三、电气安装图 电气安装图用来表示电气控制系统中各电气元器件的实际安		让 学 生 学 习 中 国 机 械 工 业 技 能 大 师 李 书 乾 的 敬 业 爱 岗 精 神 、 强 烈 的 责 任 担 当 意 识 、 坚 守 精 益 求 精 的 “ 匠 心 ”， 致	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	装位置和接线情况。 1. 电气元器件位置图 电气元器件位置图根据电气元器件的外形尺寸按比例画出，并标明各元器件间距尺寸。控制盘内电气元器件与盘外电气元器件的连接应经接线端子进行，在电气布置图中应画出接线端子板，并在端子板上标明线号。 2. 电气安装接线图 电气安装接线图是按照电气元器件的实际位置和实际接线绘制的，它根据电气元器件布置最合理、连接导线最经济等原则来安排，它为安装电气设备、电气元器件之间进行配线及检修电气故障等提供了必要的可靠依据。 3. 电气互连图 电气互连图是反映电气控制设备各控制单元（控制屏、控制柜、操作按钮等）与用电的动力装置（电动机等）之间的电气连接图。	力于自主研发、勇挑中国轴承的“大梁”，为“中国速度”保驾护航。	提出问题 引导学生回答	小组讨论
	四、C650 卧式车床 1. 主要结构与运动分析 从图 1 可见，C650 卧式车床主要由床身、主轴变速箱、尾架、进给箱、挂轮箱、丝杠、光杆、刀架和溜板箱等组成。		讲述 板书	听讲 观察 记忆
	 车床的运动形式有主运动、进给运动和辅助运动，由 3 台电动机来完成。 3. 主电路分析 （1）主轴电动机电路。三相交流电源 L1、L2、L3 经熔断器 FU 后，由隔离开关 QS 引入 C650 车床主电路。在主轴电动机电路中，FU1 熔断器为短路保护环节，FR 是热继电器加热元件，对电动机 M1 起过载保护作用。KM1 主触点闭合、KM2 主触点断开时，三相交流电源将分别接入电动机的 U1、V1、W1 三相绕组中，M1 主电路正转。 （2）冷却泵电动机电路。在冷却泵电动机电路中，熔断器 FU4 起短路保护的作用，热继电器 FR2 起过载保护的作用。当 KM4 主触点断开时，冷却泵电动机 M2 停转不供液；而 KM4 主触点一旦闭合，M2 将启动供液。 （3）快移电动机电路。在快移电动机电路中，熔断器 FU5 起短路保护作用。KM5 主触点闭合时，快移电动机 M3 启动；KM5 主触点断开，快移电动机 M3 停止。 4. 电气控制电路分析		演示 操作	学生 动手 操作

	(1) 主轴电动机的点动调整控制。当按下启动按钮 SB2 不松手时, KM1 线圈得电, KM1 主触点闭合, 电源电压经限流电阻 R 接入 M1 的三相绕组中, M1 串电阻降压启动。一旦松开 SB2, M1 断电停转。 (2) 主轴电动机 M1 正、反转控制。 ① M1 启动: 当按下 SB3→KM3 线圈通电并自锁 (11 区)→KM3 主触点闭合, 同时, 使 KA 线圈通电→KM1 线圈通电。→11~12 区的 KM1 常开辅助触点与 14 区的 KA 常开辅助触点对 SB3 形成自锁→电动机 M1 正转启动。 ② M1 反转控制。当按下 SB4→KM3 线圈与 KT 线圈通电, 同时, 使 KA 线圈通电 KM2 线圈通电。主电路中 KM2、KM3 主触点闭合→电动机 M1 全压反转启动。 (3) 主轴电动机反接制动控制。若原来主轴电动机 M1 正转运行, 则 KS 的正向常开触点 KS2 闭合并保持, 而反向常开触点 KS1 断开。按下停止按钮 SB1→主电路中 KM1、KM2、KM3 主触点全部断开并复位。当松开 SB1 时, 则经 1→7→8→KS2→13→14 线路, 使 KM2 线圈通电→KM2 主触点闭合, 主轴电动机 M1 就被串联电阻反接制动, 正向转速很快降下来, 当降到 KS 正转整定值 ($n < 100\text{r/min}$) 时→KS 的正向常开触点 KS2 断开复位→正向反接制动结束。 (4) 刀架的快速移动和冷却泵的控制。转动刀架手柄, 行程开关 SQ 将被压下而闭合→KM5 线圈通电→KM5 主触点闭合→驱动刀架快速移动电动机 M3 启动。反向转动刀架手柄→SQ 行程开关断开→电动机 M3 断电停转。 按下 SB6→KM4 线圈通电→KM4 常开辅助触点对 SB6 自锁→主电路中 KM4 主触点闭合→冷却泵电动机 M2 转动并保持。按下 SB5→KM4 线圈断电→冷却泵电动机 M2 停转。 (5) 照明电路和控制电源。控制变压器 TC 的二次侧分别输出 36V, 供给照明电路; 110V, 提供给控制电路。灯开关 SA 置于闭合位置时, EL 灯亮; SA 置于断开位置时, EL 灯灭。		讲述 板书	听讲 观察 记忆
			演示 操作	学生 动手 操作
课堂 小结	1. C650 卧式车床电气控制原理图的方法和步骤。 2. C650 卧式车床电气控制的安装和接线方法及电路接线工艺要求。			
布置 作业	P76 页 1.2.3.4.5.6. 7 题。			
教学 反思				

任务 6	X62W 万能铣床控制电路的分析、安装与接线		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1. 了解 X62W 万能铣床设备的结构、主要运动形式和对控制的要求。 2. 学会阅读分析常用机床电气控制原理图的方法和步骤。 3. 能够熟读电气设备总装接线图和电气元器件布置图与接线图。 4. 掌握常用机床电气控制的安装和接线方法及电路接线工艺要求。			
	技能目标	1. 能够正确使用电工仪表检测机床设备电气控制线路。 2. 能根据常用机床的电气控制原理图进行正确的安装、接线和调试。 3. 能根据常用机床电气控制系统的故障现象准确分析，查找故障原因并加以修复、排除。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	X62W 万能铣床控制电路与其结构组件之间的联系；机床电气控制原理图的分析				
教学难点	X62W 万能铣床电气控制系统的故障现象准确分析, 查找故障原因并加以修复、排除。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导 入 新课	在工厂中经常看见过铣床，那我们今天来了解一下 X62W 万能铣床的结构和工作原理吧。		讲授“姚智慧”事迹	讲述	思考
讲授 新课	一、主要结构与运动分析 X62W 型万能铣床的外形结构如图 1 所示，它主要由床身、主轴、刀杆、悬梁、工作台、回转盘、横溜板、升降台、底座等几部分组成。  图 1 X62W 型万能铣床外结构形图 铣床主轴带动铣刀的旋转运动是主运动；铣床工作台的前后（横向）、左右（纵向）和上下（垂直）6 个方向的运动是进		让学生学习姚智慧对工艺高标准、严要求，力求卓越，精益求精，勇于创新，将汗水播撒在工作岗位	讲述 板书	听讲 观察 记忆

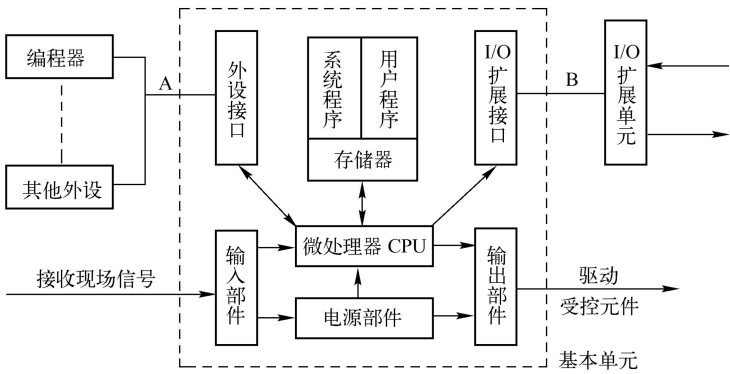
	给运动；铣床其他的运动，如工作台的旋转运动、在各个方向的快速移动则属于辅助运动。 溜板还能绕垂直线左右旋转 45°，因此工作台还能在倾斜方向进给，以加工螺旋槽。工作台上还可以安装圆形工作台，使用圆形工作台可铣削圆弧、凸轮，这时其次三个方向的移动必须停止，要求通过机械和电气方式进行互锁。	上。她以中国女性的坚韧和“工匠精神”迎接一个个挑战，创造一个个奇迹，用汗水和智慧擦亮了“中国制造”的金字招牌，也收获着属于自己的光荣与梦想。	提出问题	小组讨论
	二、主电路分析 三相电源通过 FU1 熔断器，由电源隔离开关 QS 引入 X62W 万能铣床的主电路。在主轴转动区中，FR1 是热继电器，起过载保护作用。 （1）M1 是主轴电动机，其正、反转由换向组合开关 SA5 实现，正常运行时由接触器 KM3 控制。KM3 主触点断开→KM2 主触点闭合→电源接至 KM2 主触点、限流电阻 R，并在 KS 速度继电器的配合下实现反接制动。		引导学生回答	
	（2）M2 是工作台进给电动机，由正、反转接触器 KM4、KM5 控制；YA 是快速牵引电磁铁，由 KM6 控制。KM4 主触点闭合、KM5 主触点断开时→M2 电动机正转；反之，KM4 主触点断开、KM5 主触点闭合时，M2 电动机反转。M2 正、反转期间，KM6 主触点处于断开状态时，工作台通过齿轮变速箱中的慢速传动路线与 M2 电动机相连，工作台做慢速自动进给；一旦 KM6 主触点闭合，则 YA 快速进给磁铁通电，工作台通过电磁离合器与齿轮变速箱中的快速运动传动路线与 M2 电动机相连，工作台做快速移动。 （3）M3 是冷却泵电动机，由接触器 KM1 控制；只有在 M1 启动后，M3 才能启动。KM1 主触点闭合，M3 单向运转；KM1 断开，则 M3 停转。主电路中，M1、M2、M3 均为全压启动。		讲述 板书	听讲 观察 记忆
	四、控制电路分析 1. 主轴电动机启停控制 启动：合上 QS→按下 SB1 或 SB2（两地操作）就可使得 KM3 通电，→主轴电动机 M1 启动运行。 制动：按下 SB3 或 SB4，KM3 立即断电→继电器 KS 的正向触点和反向触点总有一个闭合着，故 KM3 断电后→制动接触器 KM2 就立即通电→反接制动。当 M1 转速接近零时，原先保持闭合的 KS1 或 KS2 将断开→KM2 线圈断电→主轴电动机 M1 停转。 2. 主轴变速冲动控制 主轴变速时，首先将主轴变速手柄微微压下，使它从第 1 道槽内拔出，然后拉向第 2 道槽，当它落入第 2 道槽内以后，再旋转主轴变速盘，选取好速度，将手柄以较快速度推回原位。若推不上时，再一次拉回来、推过去，直至手柄推回原位，变速操作完成。		演示 操作	学生 动手 操作
			讲述	听讲

	M2 瞬时停转，随即正转。若 M2 处于停转状态，则上述操作导致 M2 正转。 6. 圆形工作台运动控制 在使用圆形工作台时，工作台转换开关 SA1 则置于“接通”位置，工作台纵向操作手柄与十字复合操作手柄均处于中间位置，此时 SA12 闭合、SA11 和 SA13 断开，通过 15→SQ62→SQ42→SQ32→I6→SQ12→SQ22→SA12→I7→18 的支路使 KM4 线圈通电，电动机 M2 正转并带动圆形工作台单向回转，其回转速度也可通过变速手轮调节。 7. 冷却泵电动机 M3 控制 SA3 转换开关置于“开”位置时，KM1 线圈通电，冷却泵主电路中 KM1 主触点闭合，冷却泵电动机 M3 启动供液；而 SA3 置于“关”位置时，M3 停止供液。 8. 照明线路与保护环节 机床局部照明由 TC 变压器供给 36V 安全电压，转换开关 SA4 控制照明灯。 当主轴电动机 M1 过载时，FR1 动作断开整个控制线路的电源；进给电动机 M2 过载时，由 FR2 动作断开自身的控制电源；而当冷却泵电动机 M3 过载时，FR3 动作就可断开 M2、M3 的控制电源。FU1、FU2 实现主电路的短路保护，FU3 实现控制电路的短路保护，而 FU4 则用于实现照明线路的短路保护。			
课堂小结	1. X62W 万能铣床电气控制原理图的方法和步骤。 2. X62W 万能铣床电气控制的安装和接线方法及电路接线工艺要求。			
布置作业	P76 页 8.9.10.11.12.13.14.15.16 题。			
教学反思				

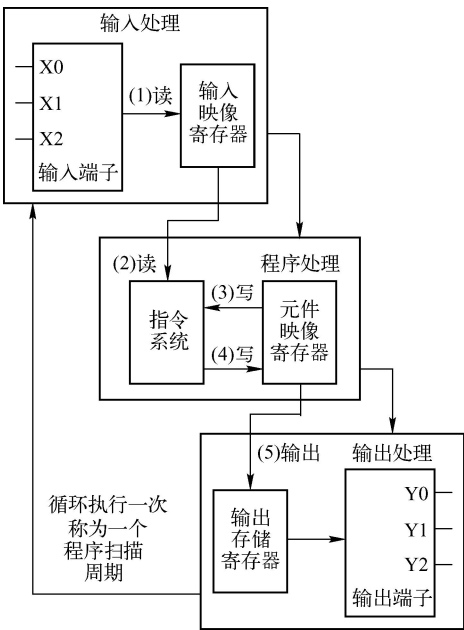
任务 7	三相异步电动机点动/长动的 PLC 控制		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉 GX-Developer V8 编程软件的界面。 2.掌握 PLC 的基本结构和工作原理。 3.熟悉 FX 系列 PLC 的编程元件，掌握编程元件的功能和应用。 4.掌握梯形图和指令表的基本操作。 5.掌握 GX-Developer V8 编程软件进行编程和调试程序。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的基本逻辑指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	PLC 的基本结构和工作原理，FX 系列 PLC 的编程元件功能和应用。				
教学难点	会编写简单的 PLC 程序；能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	从前面学过的线路可以看出继电接触控制系统采用硬件接线安装而成。一旦控制要求改变，控制系统就要重新配线安装，通用性和灵活性较差。若采用 PLC 对电动机进行直接控制，工作将变得简单、可靠。采用 PLC 控制，主电路仍然不变，用户只需要输入设备接到 PLC 的输入端口，输出设备接到 PLC 的输出端口，再接上电源、输入程序就可以了。		讲授“胡双钱”事迹	讲述	思考
讲授新课	一、PLC 定义及产生 可编程序控制器（Programmable Controller, PC），是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种新型、通用的自动控制装置，它是“专为在工业环境下应用而设计”的计算机。 二、PLC 的特点 1. 可靠性高，抗干扰能力强 2. 使用灵活，通用性强 3. 编程方便，易于掌握 4. 接口简单，维护方便 5. 功能完善，性价比高		严谨是一种严肃认真、细致周全、追求完美的工作态度；求实则是通过	讲述 板书	听讲 观察 记忆

三、PLC 的应用 1. 开关量的逻辑控制 2. 模/数 (A/D)、数/模 (D/A) 的转换控制 3. 过程控制 4. 数据处理 5. 运动控制 6. 通信和联网 四、PLC 的分类 1. 按 I/O 点数分类 (1) 微型 PLC: I/O 点数小于 64 点。 (2) 小型 PLC: I/O 点数为 256 点以下。 (3) 中型 PLC: I/O 点数在 512~2048 点之间 (4) 大型 PLC: I/O 点数为 2048 点以上的。 2. 按结构分类 (1) 整体式 PLC。将 CPU、I/O 单元、电源、通信系统等部件集成到一个机壳内的称为整体式 PLC。 (2) 模块式 PLC。模块式 PLC 是将 PLC 的每个工作单元都制成独立的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。 (3) 叠装式 PLC。将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓叠装式 PLC。 3. 按功能分类 (1) 低档 PLC。(2) 中档 PLC。(3) 高档 PLC。 五、PLC 的主要性能指标 1. I/O 点数 I/O 点数是指 PLC 外部输入端子和输出端子个数总和,这是非常重要的一项技术指标。 2. 扫描速度 这是指 PLC 执行一步指令的时间,单位是 s/步。 3. 内存容量 一般小型 PLC 的存储容量为 1~8KB,中、大型 PLC 则为几十 KB,甚至达到 1~2MB。 4. 指令系统 PLC 指令的多少是衡量其软件功能强弱的主要指标。 5. 内部寄存器 PLC 内部有许多寄存器用来存放变量状态、中间结果和数据等,还有许多辅助寄存器给用户特殊功能,简化程序设计。 六、GX-Developer V8 编程软件的操作 七、PLC 的组成与工作原理 1. PLC 的组成 1) PLC 的硬件系统 2) PLC 软件 PLC 软件分为系统软件 and 用户程序两大部分。系统软件由 PLC 制造商固化在机内,用以控制 PLC 本身的运作;用户程	客观冷静的观察、思考和探求,悟透事物的内在机理,再采取最合适的方法去解决问题的做事原则。“天下难事,必作于易;天下大事,必作于细”。优秀的工匠会用规范、标准和精确对待每一个零件、每一道工序、每一次检测,将“容易”的事当“艰难”的事做,将“细小”的	提出问题 引导学生回答 讲述 讲述 讲述	小组讨论 听讲 观察 记忆 听讲 观察 记忆
---	--	---	---

序由 PLC 的使用者编制并输入,用于控制外部被控对象运行。



2. PLC 的工作原理



八、FX 系列 PLC 的型号

机型 I/O点数 输出形式 电源规格

FX2N - □ □ M □ □

系列名称

输入输出总点数

16点：输入8/输出8
32点：输入16/输出16
48点：输入24/输出24
64点：输入32/输出32
80点：输入40/输出40
128点：输入64/输出64

【其他区分】
无标记：AC电源，DC输入 D:DC电源，DC输入
UA1/UL:AC电源，AC输入（UL规格品）

输出方式

R:继电器输出 T:晶体管输出 S:可控硅输出

模块区分：
M：基本单元
E：输入输出混合扩展单元
Ex：扩展输入模块
EY：扩展输出模块

例如：FX2N-32MT-D
表示FX2N系列，32个I/O点基本单位，晶体管输出，使用直流电源，24V直流输出型。

九、FX 系列 PLC 的基本构成

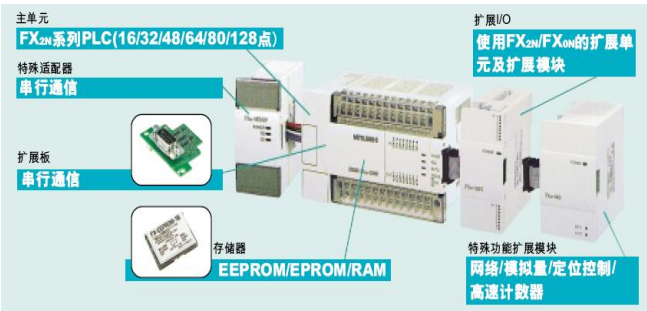
事 当
“ 天
大 ” 的
事 做。
这 种 严
谨 求
实，是
任 何 科
学 技 术
和 先 进
设 备 都
无 法 替
代 的。

讲述
板书

听讲
观察
记忆

讲述
板书

听讲
观察
记忆



1.FX2N 系列 PLC 的外部结构及其接线

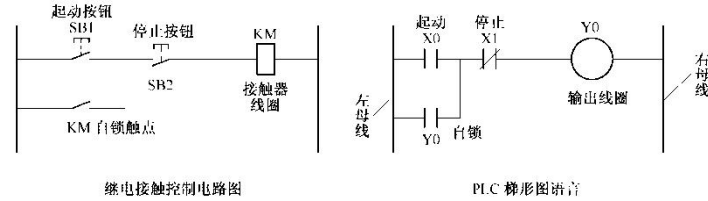


2.FX3U 系列 PLC 的外部结构及其接线



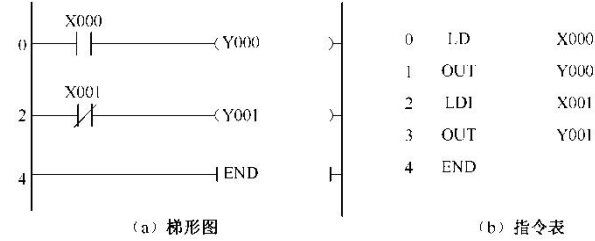
十、PLC 的编程语言

1.梯形图



2.指令表

(1) LD、LDI、OUT、END 指令



(2) AND、ANI、OR、ORI 指令

讲述
板书

听讲
观察
记忆

提出
问题

小组
讨论

引导
学生
回答

讲述
板书

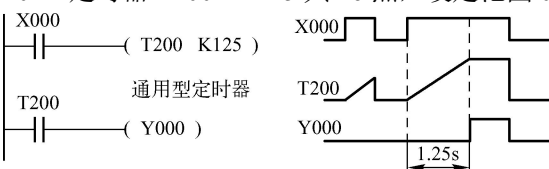
听讲
观察
记忆

	0 X000 X002 (Y000) 3 X001 X003 (Y002) 6 X004 X005 (Y003) (a) 梯形图 0 LD X000 1 AND X002 2 OUT Y000 3 LDI X001 4 AND X003 5 OUT Y002 6 LD X004 7 ANI X005 8 OUT Y003 (b) 指令表	提出 问题	小组 讨论										
	0 X000 (Y001) 3 X002 X004 (Y003) (a) 梯形图 0 LD X000 1 OR X003 2 OUT Y001 3 LDI X002 4 ORI X004 5 OUT Y003 (b) 指令表	引导 学生 回答											
	任务实施： 按下点动按钮 SB1，电动机启动运行，松开按钮 SB1，电动机停止运行；按下长动按钮 SB2，电动机启动运行，松开按钮 SB2，电动机不会停止；按下停止按钮 SB3，电动机停止运行。 (1) I/O 地址分配表 <table><tr><td rowspan="3">输入端</td><td>启动按钮 SB1</td><td>X001</td></tr><tr><td>长动按钮 SB2</td><td>X002</td></tr><tr><td>停止按钮 SB3</td><td>X003</td></tr><tr><td>输出端</td><td>接触器 KM</td><td>Y001</td></tr></table> (2) 画 PLC 外部接线图 SB1 SB2 SB3 COM FX2N-48MR X001 X002 X003 COM Y001 COM KM1 FU AC 220V X002 X003 M0 X001 M0 (M0) (Y001) [END]	输入端	启动按钮 SB1	X001	长动按钮 SB2	X002	停止按钮 SB3	X003	输出端	接触器 KM	Y001	演示 操作	学生 动手 操作
输入端	启动按钮 SB1		X001										
	长动按钮 SB2		X002										
	停止按钮 SB3	X003											
输出端	接触器 KM	Y001											
课堂 小结	1.掌握梯形图原则，设计程序会使指令简单； 2.了解 PLC 工作方式可使梯形图更加清晰、简洁。												
布置 作业	P144 页 1.2.3.4.5.6.7.8 题。												
教学 反思													

任务 8	三相异步电动机正反转的 PLC 控制		授课人		
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉 FX 系列 PLC 的编程元件，掌握编程元件的功能和应用。 2.掌握梯形图和指令表的基本操作。 5.掌握 GX-Developer V8 编程软件进行编程和调试程序。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的基本逻辑指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力			
教学重点	会编写简单的 PLC 程序				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出三相异步电动机正反转的 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	从前面学习 PLC 对电动机进行直接启动控制，工作将变得简单、可靠。今天学习三相异步电动机正反转的 PLC 控制。		讲授“张如意事迹”	讲述	思考
讲授新课	一、PLC 内部继电器 1.输入继电器（X） 在 PLC 内部，与输入端子相连的输入继电器是光电隔离的电子继电器，采用八进制编号，用无数个常开和常闭触点。输入继电器不能用程序驱动。 2.输出继电器用（Y） 输出继电器是 PLC 向外部负载发送信号的窗口。输出继电器将 PLC 的输出信号传送给输出单元，再由后者驱动外部负载。采用八进制编码，有无数个常开和常闭触点。 3.辅助继电器（M） 是用软件实现的，它们不能接收外部的输入信号，也不能直接驱动外部负载，相当于继电器控制系统中的中间继电器。 （1）通用辅助继电器。通用辅助继电器编号为 M0～M499，共 500 点，采用十进制编号。FX 系列 PLC 的通用辅助继电器没有断电保持功能。 （2）断电保持辅助继电器。断电保持辅助继电器编号为 M500～M3071，某些控制系统要求记忆电源中断瞬时的状态，重新通电后再再现其状态，断电保持辅助继电器适用于这		张如意是电力机车世界先进技术的专家型人才。不忘初心，方得始终。张如意心怀梦想、脚踏实地，精益求精、勇	讲述 板书 提出	听讲 观察 记忆 小组

于 创 新，将 汗水播 撒在工作 岗位上。迎 接一个挑 战，创造 一个个奇 迹，用汗 水和智慧 擦亮了 “中国 制造” 的金字 招牌，也 收获着 属于自己 的光荣与 梦想。	问题 <
--	---

	② 对于同一元件可以多次使用 SET、RST 指令，其顺序可任意，但对于外部输出，则只有最后执行的一条指令才有效。 四、任务实施 设计一个用 PLC 基本逻辑指令控制电动机正、反转的控制系统，其控制要求是：按正转启动按钮 SB1，电动机正转；按反转启动按钮 SB2，电动机反转；按停止按钮 SB3，电动机停止运行。 (1) I/O 地址分配表 <table><tr><td rowspan="4">输入端</td><td>正转启动按钮 SB1</td><td>X001</td></tr><tr><td>反转启动按钮 SB2</td><td>X002</td></tr><tr><td>停止按钮 SB3</td><td>X003</td></tr><tr><td>热继电器常闭触点 FR</td><td>X004</td></tr><tr><td rowspan="2">输出端</td><td>正转接触器 KM1</td><td>Y001</td></tr><tr><td>反转接触器 KM2</td><td>Y002</td></tr></table> (2) 画 PLC 外部接线图 (3) PLC 程序设计	输入端	正转启动按钮 SB1	X001	反转启动按钮 SB2	X002	停止按钮 SB3	X003	热继电器常闭触点 FR	X004	输出端	正转接触器 KM1	Y001	反转接触器 KM2	Y002		演示 操作	学生 动手 操作
输入端	正转启动按钮 SB1		X001															
	反转启动按钮 SB2		X002															
	停止按钮 SB3		X003															
	热继电器常闭触点 FR	X004																
输出端	正转接触器 KM1	Y001																
	反转接触器 KM2	Y002																
课堂 小结	1 能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出三相异步电动机正反转的 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.能设计出三相异步电动机正反转的 PLC 的梯形图程序。																	
布置 作业	P146 页 9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19 题。																	
教学 反思																		

任务 9	PLC 控制三相异步电动机 Y-Δ 降压启动		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉 FX 系列 PLC 的编程元件，掌握编程元件的功能和应用。 2.掌握梯形图和指令表的基本操作。 3.掌握定时器 T 的使用方法，以及栈指令和主控指令的用法。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的基本逻辑指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写简单的 PLC 程序				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出三相异步电动机 Y-Δ 降压启动的 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导 入 新课	从前面学习电动机正反转的 PLC 控制，今天学习 PLC 控制三相异步电动机 Y-Δ 降压启动。		讲授“两弹一星”的事迹	讲述	思考
讲授 新课	一、定时器（T） 定时器实际是内部脉冲计数器，可对内部 1ms、10ms 和 100ms 时钟脉冲进行加计数，当达到用户设定值时，触点动作。定时器可以用用户程序存储器内的常数 K 或 H 作为设定值，也可以用数据寄存器 D 的内容作为设定值。 1.普通定时器（T0~T245） 100ms 定时器 T0~T199 共 200 点，设定范围 0.1~3276.7s； 10ms 定时器 T200~T245 共 46 点，设定范围 0.01~327.67s。  2.积算定时器（T246~T255） 1ms 定时器 T246~T249 共 4 点，设定范围 0.001~32.767s； 100ms 定时器 T250~T255 共 6 点，设定范围为 0.1~3276.7s。		20 世纪 50 至 60 年代，刚刚诞生的新中国作出了研制“两弹一星”的战略决策，并在金银滩草原建设了我国第	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	二、定时器（T）的应用 1. 延时断开电路 如图 1 所示为定时器构成的延时断开电路。当输入继电器 X000 闭合时，输出继电器 Y000 得电并自保，同时由于 X000 的常闭触点断开，使 T0 的线圈不能得电；当输入 X000 断开时，其常闭触点 X000 闭合，T0 线圈得电，经 10s 使设定值减到零，T0 的常闭触点断开，Y000 线圈断开。 图 1 延时断开电路 2. 延时闭合/断开电路 如图 2 所示为延时闭合/断开电路。输入继电器 X000 闭合时，T0 得电，延时 5s 后，T0 的常开触点闭合，输出继电器 Y000 得电并自保；当输入 X000 断开时，其常闭触点 X000 闭合，T1 线圈得电，延时 5s 后，T1 的常闭触点断开，Y000 线圈解除自保断电。 图 2 延时闭合/断开电路 3. 脉冲发生器电路 如图 3 所示为脉冲振荡电路，可以产生 50s 的脉冲信号。 图 3 脉冲振荡电路 4. 定时器的扩展	一个核武器研制基地。邓稼先、郭永怀等科学家用智慧、青春和热血，书写了“两弹一星”功勋伟业的壮丽诗篇。主持研制第一颗原子弹的邓稼先在美国获得博士学位 9 天后，便毅然决定回国，接受原子弹研制任务。1964 年 10 月，中国第一颗原子弹爆炸成功，邓稼先率领研究人员迅速进入 提出问题 引导学生回答 讲述板书 提出问题 引导学生 小组讨论 听讲观察记忆 小组讨论
--	--	---

PLC 的定时器有一定的定时设定范围，如果定时需要超出设定范围，可通过几个定时器串联，或者将定时器和计数器串联使用，达到扩充设定值的目的。如图 4 所示为定时器的扩展电路。

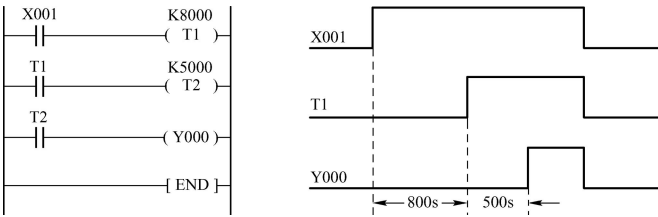
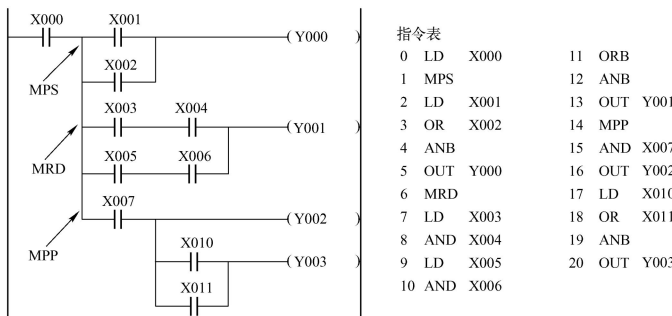


图 4 定时器的扩展电路

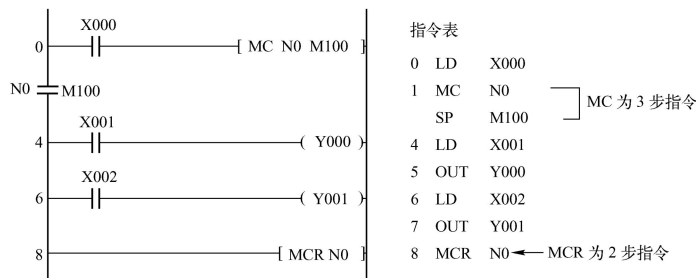
三、栈存储器与多重输出电路指令 MPS、MRD、MPP



使用说明：

- ① FX 系列 PLC 有 11 个存储中间运算结果的堆栈存储器，堆栈采用先进后出的方式。
- ② MPS 指令可将多重电路的公共触点或电路块先存储起来，以便后面的多重电路的输出支路使用。
- ③ MRD 指令用于读取存储在栈最上层的电路中分支点处的运算结果，将下一个触点强制性地连接在该点。
- ④ 处理最后一条支路时必须使用 MPP 指令，MPS 和 MPP 的使用累计不得超过 11 次，并且要成对出现。

四、主控与主控复位指令 MC、MCR



使用说明：

- ① MC 是主控起点指令，操作数 N（0~7 层）为嵌套层数，操作元件为 M、Y，特殊辅助继电器不能作为 MC 的操作元件。MCR 是主控结束（复位）指令，是主控电路块的终点，操作数 N（0~7）MC 与 MCR 必须成对使用。
- ② 在 MC 指令后的任何指令都要以 LD 或 LDI 开头。MCR 使母线回到原来的位置。

爆炸现场认真勘探，仔细采样。忠于职守的他，最后因放射性的影响而身患癌症，临终时却留下了一句掷地有声的“死而无憾”！

回答

讲述
板书

听讲
观察
记忆

提出
问题

小组
讨论

引导
学生
回答

	五、任务实施 设计一个用 PLC 基本逻辑指令来控制电动机 Y-Δ 启动的控制 系统，其控制要求是：按下启动按钮 SB1，电动机进行 Y 形 启动；过一段时间后，电动机进入正常运行状态。按下停止 按钮 SB2，电动机停止运转。 (1) I/O 地址分配表 <table><tr><td rowspan="3">输入端</td><td>启动按钮 SB1</td><td>X001</td></tr><tr><td>停止按钮 SB2</td><td>X000</td></tr><tr><td>热继电器常开触点 FR</td><td>X002</td></tr><tr><td rowspan="3">输出端</td><td>主接触器 KM1</td><td>Y000</td></tr><tr><td>启动接触器 KMY</td><td>Y001</td></tr><tr><td>运行接触器 KMΔ</td><td>Y002</td></tr></table> (2) 画 PLC 外部接线图 (3) PLC 程序设计 <pre>0 X001 Y002 X000 X002 (M0) M0 7 M0 Y002 (K50) T0 14 Y001 M0 (Y000) Y000 20 Y001 (Y002) [END]</pre>	输入端	启动按钮 SB1	X001	停止按钮 SB2	X000	热继电器常开触点 FR	X002	输出端	主接触器 KM1	Y000	启动接触器 KMY	Y001	运行接触器 KMΔ	Y002		讲述 板书	听讲 观察 记忆
输入端	启动按钮 SB1		X001															
	停止按钮 SB2		X000															
	热继电器常开触点 FR	X002																
输出端	主接触器 KM1	Y000																
	启动接触器 KMY	Y001																
	运行接触器 KMΔ	Y002																
		演示 操作	学生 动手 操作															
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出三相异步电动机 Y-Δ 启动的 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.能设计出三相异步电动机 Y-Δ 启动的 PLC 的梯形图程序。																	
布置 作业	P146 页 52.53.54 题。																	
教学 反思																		

任务 10		液体混合装置的 PLC 控制		授课人		
课时		2		时间		
班级				地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉 FX 系列 PLC 的编程元件，掌握编程元件的功能和应用。 2.掌握梯形图和指令表的基本操作。 3.掌握 PLC 控制液体混合装置的工作过程。 4.学会脉冲触点指令和脉冲输出指令的用法。				
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的基本逻辑指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。				
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。				
教学重点	会编写简单的 PLC 程序。					
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出液体混合装置的 PLC 控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。					
教学方法	讲授法、案例法、演示法					
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著					
教学内容——过程				思政元素	教师活动	
导入新课	从前面学习 PLC 控制三相异步电动机 Y-Δ 降压启动，今天学习液体混合装置的 PLC 控制。			讲授“管延安”的事迹	讲述	
讲授新课	一、脉冲触点指令 LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF (1) 脉冲触点指令的使用方法如图 1 所示。 0 X002 6 X000 X003 X001 M0 M1 (Y001) (M1) 指令表 0 LDP X002 2 ORF X003 4 ANI M0 5 OUT Y001 6 LDF X000 8 ANDP X001 10 OUT M1 X002 X003 Y001 一个扫描周期 图 1 脉冲触点指令的使用 (2) 使用说明。 ① LDP、ANDP、ORP 指令是进行上升沿检出的触点指令，触点的中间有一个向上的箭头，对应的触点仅在指定元器件波形的上升沿（由 OFF 变为 ON）时接通一个扫描周期。 ② LDF、ANDF、ORF 指令是进行下降沿检出的触点指令，触点的中间有一个向下的箭头，对应的触点仅在指定元器件			一丝不苟,是通向精益求精之路的坚定态度,主要体现在始终严格遵循工作规范和质量标准层面,兢兢业业做	讲述 板书	听讲 观察 记忆

波形的下降沿（由 ON 变为 OFF）时接通一个扫描周期。	事,踏踏实实工作,将每一个操作要求和工作步骤都落实到位,不放过任何一个细节之处,确保操作结果符合标准,甚至超过标准,没有瑕疵,不留缺憾。	提出问题	小组讨论
二、脉冲输出指令 PLS、PLF (1) PLS、PLF 指令的使用方法如图 2 所示。 图 2 PLS、PLF 指令的使用 (2) 使用说明。 ① PLS 是脉冲上升沿微分输出指令,PLF 是脉冲下降沿微分输出指令。PLS 和 PLF 指令只能用于输出继电器 Y 和辅助继电器 M (不包括特殊辅助继电器)。 ② 图 2 中的 M0 仅在 X000 的常开触点由断开变为接通 (即 X000 的上升沿) 时的一个扫描周期内为 ON; M1 仅在 X000 的常开触点由接通变为断开 (即 X000 的下降沿) 时的一个扫描周期内为 ON。 三、分频程序 从图 4 中可以看出,M8002 产生的脉冲在第 1 周期内对 Y000 复位,每当 X000 有上升沿信号时, M100 输出一个扫描周期的短脉冲信号, M100 的第 1 个脉冲启动 Y000, Y000 依靠其自锁触点自锁, M100 的第 2 个脉冲使 Y000 复位, 依此 Y000 周期性启动、复位, 就形成了分频控制电路。 图 4 二分频程序	2018 年 10 月 23 日,这一天,港珠澳大桥正式通车。这座“一桥连三地”的世纪工程,被国外媒体誉为“新世纪七大奇迹之一”。而中交一航局第二工程有限公司的管延安,就是这座	引导学生回答	听讲观察记忆
四、取反指令 INV 说明: (1) INV 指令不能像指令 LD、LDP、LDI、LDF 那样直接与母线相连,也不能像指令 OR、ORP、ORI、ORF 那样单独使用。 (2) 在能输入 AND、ANI、ANDP、ANDF 指令步的相同位置处,可以编写 INV 指令。		提出问题	小组讨论
		引导学生	

(3) INV 指令的功能是将执行 LD、LDI、LDP、LDF 指令以后的运算结果取反，指令的位置应该在 LD、LDI、LDP、LDF 指令之后，并把指令后面的程序作为 INV 运算的对象并取反。

如图 5 所示，当 X002 接通时，Y001 断开；当 X002 断开时，Y001 接通。

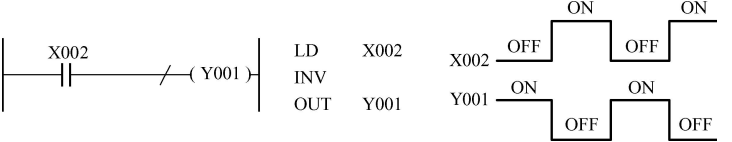


图 5 INV 指令的应用

五、任务实施

设计一个用 PLC 基本逻辑指令来控制液体混合的装置。其结构如图 6 所示，控制要求如下。

初始状态：容器为空，电磁阀 YV1、YV2、YV3 以及搅拌机 M 状态为 OFF，液面传感器 SL1、SL2、SL3 状态均为 OFF。

按下启动按钮 SB1，液体 A 阀门打开，液体 A 流入容器，当液面到达 SL2 标定位置时，SL2 接通，关闭液体 A 阀门，打开液体 B 阀门，液面到达 SL1 标定位置时，关闭液体

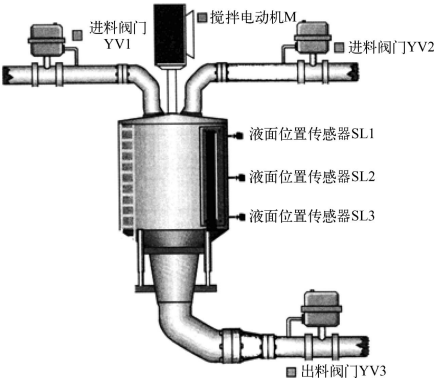


图 6 混合液装置图

B 阀门，搅匀电动机开始搅匀，搅匀电动机工作 6s 后停止搅动，混合液体出料阀门打开，开始放出混合液体，当液面下降到 SL3 标定位置时，SL3 由接通变为断开，再过 2s 后，容器放空，混合液体出料阀门关闭，开始下一个周期。按下停止按钮 SB2，在当前的混合液体操作处理完毕后才停止操作。

(1) I/O 地址分配表

输入端	启动按钮 SB1	X000
	停止按钮 SB2	X001
	液面传感器 SL1	X002
	液面传感器 SL2	X003
	液面传感器 SL3	X004
输出端	液体 A 阀门 YV1	Y000
	液体 B 阀门 YV2	Y001
	混合液体出料阀门 YV3	Y002
	搅拌电动机接触器 KM	Y003

超级工程的建设者之一。管延安并非生来就是一个技术超群的钳工，他之所以能够有今天的水平和工作成就，得益于他一丝不苟的工作态度，几年如一日的专注付出，慢工出细活的执着追求，成就了一个平凡岗位上的伟大楷模。

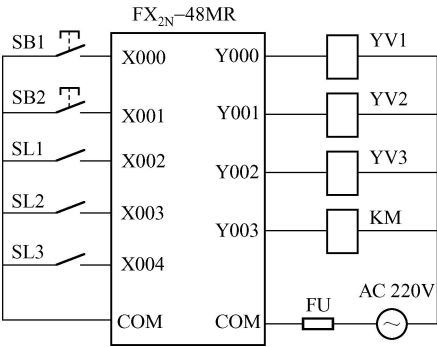
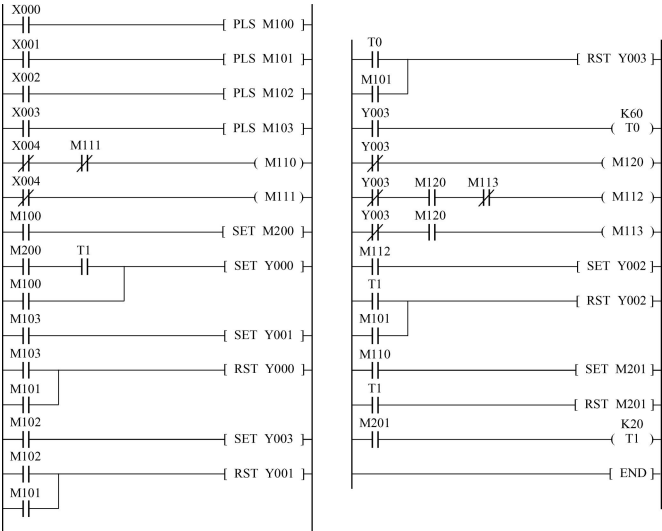
回答

讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

	(2) 画 PLC 外部接线图  (3) PLC 程序设计 			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出三相异步电动机 Y-Δ 启动的 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.能设计出三相异步电动机 Y-Δ 启动的 PLC 的梯形图程序。			
布置 作业	P146 页 52.53.54 题。			
教学 反思				

任务 11	自控轧钢机的 PLC 控制		授课人		
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉 FX 系列 PLC 的编程元件，掌握编程元件的功能和应用。 2.掌握梯形图和指令表的基本操作。 3.掌握计数器 C 的使用方法。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的基本逻辑指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写自控轧钢机的 PLC 程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出自控轧钢机的 PLC 控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习液体混合装置的 PLC 控制，今天学习自控轧钢机的 PLC 控制。		讲授“谭亮”的事迹	讲述	思考
讲授新课	一、计数器（C） FX2N 系列 PLC 有 256 个计数器，其编号为 C000～C255，编号采用十进制。 计数器可分为通用计数器和高速计数器。 1. 16 位加计数器 （1）16 位通用加计数器，C0～C99 共 100 点，设定值：1～32767。16 位是指其设定值寄存器为 16 位。 （2）16 位锁存（断电保持）加计数器 C100～C199，共 100 点，设定值：1～32 767。		艺无止境，意思即一门学问，一种技艺，应当不断提高，精益求精，不会有精熟到头的时候。生产实践就是工匠的课堂，杰出	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	2.32 位双向计数器 有两种 32 位加/减计数器，设定值：-2147483648 ~ +2147483647。 通用计数器：C200~C219 共 20 点 保持计数器：C220~C234 共 15 点 计数方向由特殊辅助继电器 M8200~M8234 设定。 加减计数方式设定：对于 C△△△，当 M8△△△△接通（置 1）时，为减计数器，断开（置 0）时，为加计数器。 计数值设定：直接用常数 K 或间接用数据寄存器 D 的内容作为计数值。间接设定时，要用元件号紧连在一起的两个数据寄存器。 ➤ 利用计数输入 X014 驱动 C200 线圈，可增计数或减计数。（增减可由特殊辅助继电器设置） ➤ 当前值的增减与输出触点的动作无关，但是如果从 2147483647 开始增计数，则成为-2147483648，形成循环计数。 ➤ 如果复位输入 X013 为 ON，则执行 RST 指令，计数器当前值变为 0，输出触点也复位。 3. 高速计数器 高速计数器均为 32 位加/减计数器，但适用于高速计数器输入的 PLC 输入端只有 6 个（X000~X005），如果这 6 个输入端中的一个已被某个高速计数器占用，它就不能再有其他用途了。 二、定时器的扩展应用 1. 两个计数器组合使用 如果一个计数器满足不了要求时，可以用两个计数器组合计数。如图 1 所示是用两个计数器串联组成的一个扩展计数器电路，此电路总的计数值为两个计数器设定值的乘积，即 $C_{总} = 500 \times 100 = 50000$。 图 1 两个计数器组合使用 2. 定时器和计数器的组合使用 如图 2 所示为定时器和计数器的组合使用，该电路可以得到 $100 \times 30s$ 延时，图中 T0 的设定值为 100s，当 X000 闭合，T0 线圈得电开始计时，当 100s 延时时间到，T0 的常闭触点断开，使 T0 自动复位，在 T0 线圈再次得电后又开始计时，	的工匠总是努力专研，提高技艺，给予自己更高的目标和更为强劲的动力，在艺海的波涛中劈波斩浪，扬帆远行。2011 年，谭亮从电气自动化技术专业毕业，来到广东一家公司工作。初到单位，好学的谭亮跟着师傅虚心学习，他“白手起家”，深知自当刻苦努力。工作中，他一边研究设备，一边细心观察师傅的操作，不懂就问，绝不滥	提出问题 引导学生回答 讲述板书 提出问题 引导学生	小组讨论 听讲观察记忆 小组讨论
--	---	--	---	---------------------------------------

在电路中，T0 的常开触点每隔 100s 闭合一次，计数器计一次数，当计到 30 次时，C0 的常开触点闭合，Y001 线圈得电。

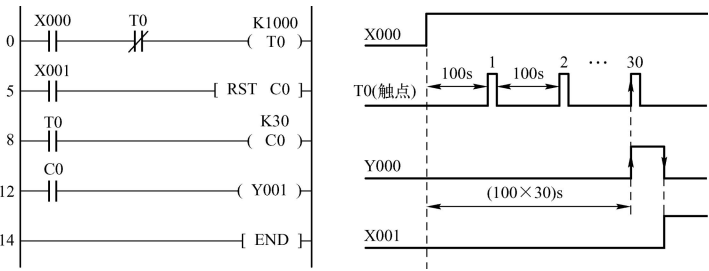


图 2 定时器和计数器的组合使用

五、任务实施

如图 3 所示系统启动后，电动机 M1、M2 运行，传送钢板。检测传送带上有无钢板的传感器 S1 的信号为 ON 表示有钢板，电动机 M3 正转；S1 的信号消失，检测传送带上钢板到位后传感器 S2 有信号，表示钢板到位，电磁阀动作，电动机 M3 反转；Y001 给出一个向下压的信号，S2 信号消失，S1 有信号，电动机 M3 正转。如此重复上述过程。Y1 第 1 次接通，发光管 A 亮，表示有一个向下压的信号，第 2 次接通时，A、B 亮，表示有两个向下压的信号，第 3 次接通时 A、B、C 亮，表示有 3 个向下压的信号，若此时 S2 有信号，则停机。

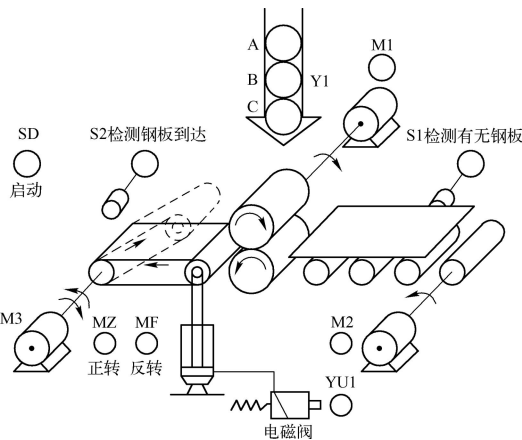


图 3 自控轧钢机控制系统

(1) I/O 地址分配表

输入端	启动按钮 SB1	X000
	检测有无钢板传感器 S1	X001
	检测钢板是否到位传感器 S2	X002
输出端	电动机 M1 接触器	Y000
	电动机 M2 接触器	Y001
	电动机 M3 正转接触器	Y002
	电动机 M3 反转接触器	Y003
	发光管 A	Y004
	发光管 B	Y005
	发光管 C	Y006
	电磁阀动作指示灯	Y007

竿充数。十年来，他坚守一线，勤学苦练电气设备故障处理技术，从一名普通大专生淬炼成为公司的电气“金牌大夫”。

回答

讲述
板书

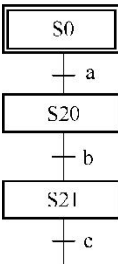
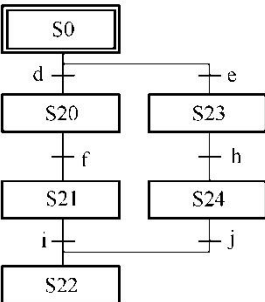
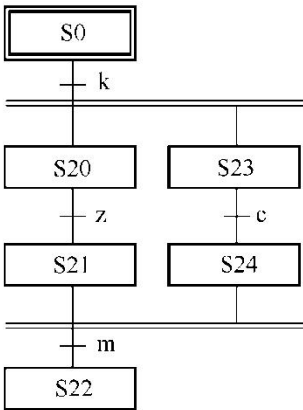
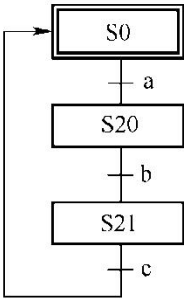
听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

	(2) 画 PLC 外部接线图 (3) PLC 程序设计			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出自控轧钢机的 PLC 控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.能设计出自控轧钢机的 PLC 控制的梯形图程序。			
布置 作业	P147 页 55.56.57.58.59.60 题。			
教学 反思				

任务 12		彩灯闪烁的 PLC 控制		授课人		
课时		2		时间		
班级				地点		
教学目标	知识目标	1 掌握步进指令 STL、RET、ZRET 的编程方法。 2.学习 PLC 控制的彩灯闪烁的程序编制，并能正确完成下载、运行、调试及监控。 3. 掌握状态继电器 S 的功能应用。 4.掌握特殊辅助继电器 M8002 的使用。				
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的步进指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。				
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。				
教学重点		会编写彩灯闪烁的 PLC 程序。				
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出彩灯闪烁的 PLC 控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法		讲授法、案例法、演示法				
教学参考书		“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程				思政元素	教师活动	
导入新课	前面学习 PLC 基本指令的编程方法，今天学习 PLC 步进指令的编程方法。			讲授“包玉合”的事迹	讲述	
讲授新课	一、顺序功能图的组成 主要由步、动作、有向连线、转移条件组成。 <pre>graph TD Start[初始步] -- 转移条件 1 --> Step1[步 1] Step1 --- ActA[动作 A] Step1 --- ActB[动作 B] Step1 -- 转移条件 2 --> Step2[步 2] Step2 --- ActC[动作 C]</pre> (1)步。将一个复杂的顺控程序分解为若干个状态，这些状态称为步。 步分为： 活动步：正在运行的步；静步：没有运行的步 (2)动作。步方框右边用线条连接的符号为本步的工作对象，简称为动作。当状态继电器 S 或辅助继电器 M 接通时(ON)，工作对象通电动作。			包玉合，中南钻石有限公司研究员，高级工程师。1999 年，包玉合成立了工作室，经过一年研究，他终于突破了把石墨变成	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	(3) 有向连线。有向连线表示状态的转移方向。在画顺序功能图时，将代表各步的方框按先后顺序排列，并用有向连线将它们连接起来。表示从上到下或从左到右这两个方向的有向连线的箭头可以省略。 (4) 转移条件。转移用与有向连线垂直的短划线来表示，将相邻两状态隔开。转移条件标注在转移短线的旁边。转移条件是与转移逻辑相关的接点，可以是常开接点、常闭接点或它们的串并联组合。 2. 状态转移图的结构  (a) 单分支  (b) 选择分支  (c) 并行分支  (d) 循环分支 (1) 单序列 如图 (a) 所示，单序列的状态转移只有一种顺序，所有的步依次被激活，每步后面只有一个转移，每个转移后面也只有一个步。 (2) 选择序列 如图 (b) 所示，选择序列用单水平线表示，选择序列的开始称为分支，在一个步后可以有两条或两条以上的分支，但每次只能从多个分支中选择其中的一条分支执行。 (3) 并行序列 如图 (c) 所示，并行序列的结构和选择序列相似，但也有不同。并行序列用的是双水平线表示，当满足某一转移条件后，几条分支被同时激活，各自完成所在分支的全部动作，在所	金 刚 石 的 技 术， 制 作 出 了 第 一 台 样 机。 经 过 上 百 次 的 实 验， 他 摸 索 出 了 一 套 全 新 的 超 硬 材 料 生 产 控 制 算 法， 很 好 地 解 决 了 工 艺 合 成 中 的 重 大 技 术 难 题， 该 自 动 化 控 制 设 备 在 国 内 同 行 业 创 造 了 多 个 第 一， 始 终 处 于 领 先 水 平。 推 陈 出 新 的 理 念， 在 工 匠 精 神 中， 折 射 出 新 的 思 路、 新 的 希 望、 新 的 机 遇， 包 玉 合 这 样 的 大 国 工 匠， 演 绎 着 属	提出 问题 引导 学生 回答 讲述 板书 提出 问题 引导 学生 小组 讨论 听讲 观察 记忆 小组 讨论
--	--	---	---

有分支的动作都完成, 且转移条件满足后, 状态转移至公共步, 故该转移条件必须出现在双水平线下。

(4) 跳转与循环序列

如图(d)所示, 跳转序列是表示执行过程中跳过了某些步(状态), 循环序列是指重复执行某些状态。

二、状态继电器 S

它是 PLC 的软件之一，是组成状态转移图的重要部分。它除了在状态转移图中使用外，也可作为一般的辅助继电器使用，其触点在梯形图中使用次数不受限制。

三、步进顺控指令

表 3-3 STL、RET 指令

助记符	逻辑功能	电路表示	操作元件	步数
STL	步进开始	在左母线上连接 S 的常开接点	S	1
RET	步进结束	返回左母线		1

1.STL 和 RET 必须成对出现。

2.步进梯形图指令(STL)是表示步进梯形图开始,利用内部软元件状态继电器(S),在顺控程序上面进行工序步进型控制的指令。

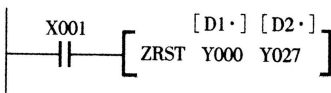
3.返回(RET)是表示状态(s)流程的结束，用于返回主程序(母线)的指令。

四、区间复位指令 ZRST

区间复位指令 **ZRST** (FNC40)，将 $[D1:] \sim [D2:]$ 指定的元件号范围内的同类元件成批复位，目标操作数可取 **T**、**C** 和 **D**（字元件）

```

graph LR
    X001[NO X001] --- ZRST[ZRST Y000 Y027]
    subgraph Address
        D1[D1:]
        D2[D2:]
    end
    style D1 fill:none,stroke:none
    style D2 fill:none,stroke:none
    
```



或 Y、M、S（位元件）。该指令只有 16 位运算。

五、任务实施

控制要求为：三盏彩灯 HL1、HL2、HL3，按下启动按钮，HL1 点亮，1s 后 HL1 灭、HL2 点亮，1s 后 HL2 灭、HL3 点亮，1s 后 HL3 后灭，1s 后 HL1、HL2、HL3 全亮，1s 后 HL1、HL2、HL3 全灭，1s 后 HL1 点亮……如此循环；按停止按钮系统停止运行。

(1) I/O 地址分配表

输入端	启动按钮 SB1	X000
	停止按钮 SB2	X001
输出端	彩灯 HL1	Y001
	彩灯 HL2	Y002
	彩灯 HL3	Y003

(2) 画 PLC 外部接线图

于自己的
的全新
篇章。

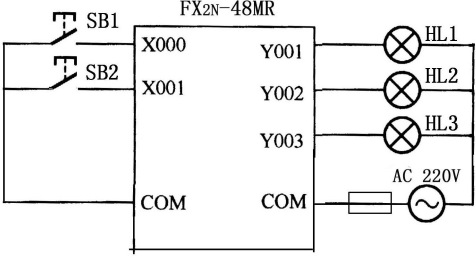
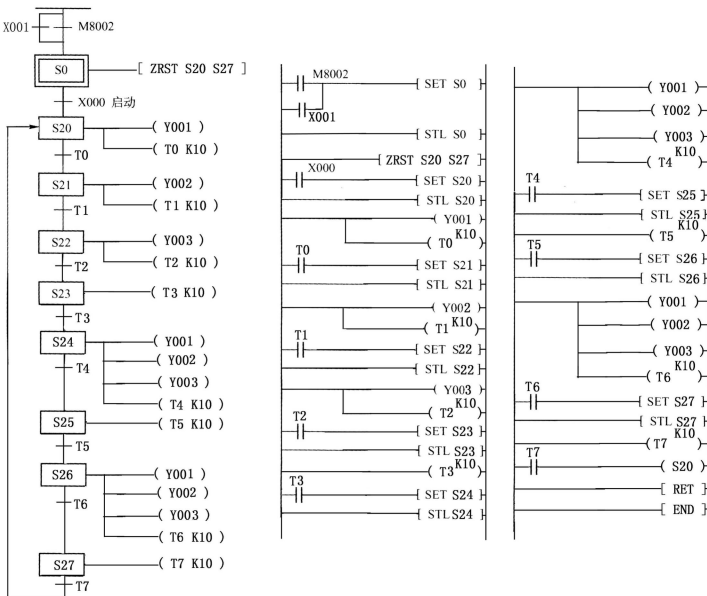
回答

讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

	FX2N-48MR  (3) PLC 程序设计 			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出彩灯闪烁的 PLC 控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用步时指令编写彩灯闪烁的 PLC 控制的梯形图程序。			
布置 作业	P177 页 1.2.3.4.5.6.7 题。			
教学 反思				

任务 13		电动机正、反转能耗制动的 PLC 控制		授课人	
课时		2		时间	
班级				地点	
教学目标	知识目标	1. 掌握 PLC 控制的电动机正、反转能耗制动 I/O 分配和接线。 2. 进一步熟悉定时器 T 和步进指令应用 3. 学会 SFC 选择性流程的编程和设计方法。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的步进指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求, 设计出 PLC 的硬件接线图, 熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件, 完成程序的编程、下载、监测等操作, 对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点		会编写电动机正、反转能耗制动的 PLC 程序。			
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求, 设计出电动机正、反转能耗制动的 PLC 控制的外部接线图, 熟练完成 PLC 的外部接线操作。			
教学方法		讲授法、案例法、演示法			
教学参考书		“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著			
教学内容——过程				思政元素	教师活动 学生活动
导入新课	前面学习 PLC 基本指令的编程方法, 今天学习电动机正、反转能耗制动的 PLC 控制。			讲授“和松云”的事迹	讲述 思考
讲授新课	一、选择性分支的编程方式 如图 1 所示, 这是一个电动机正、反转的控制程序。由 M8002 激活初始步 S0, 如果先按下正转启动按钮 X000, 步 S20 被激活为活动步, Y000 线圈得电, 电动机正转; 如果先按下反转启动按钮 X001, 步 S21 被激活为活动步, Y001 线圈得电, 电动机反转。按下停机按钮 X002, 电动机停机。 选择序列设计与单序列的设计方法基本上一样。如果在某一步的后面有 N 条选择序列的分支, 则该步的 STL 触点开始的电路块中应有 N 条分别指向各转换条件和转换目标的并联电路。例如图 1 中, 步 S0 之后的转换条件为 X000 和 X001, 可以分别对应进展到步 S20 和步 S21。 二、选择性合并的编程方式 在选择分支结束时, N 条分支通过相应的转移条件, 最后都会汇集到某一共同状态(公共步)上去。不管哪条分支的转移条件满足都可使状态转移到公共步。同时系统程序将原来的活动步变为不活动步。每条分支的转移条件可以相同也可不同, 如图 1 所示的不论是步 S20 还是步 S21 转移到步 S0 的转移条件都是 X002。			大国工匠, 都有浓烈的家国情怀。他们用辛勤的劳动、精湛的技艺和不懈的进取, 为祖国的富强、民族的复兴默默奋斗着, 他们贡	讲述 板书 提出 听讲 观察 记忆 小组

状态图对应的梯形图结束时，一定要使用 RET 指令，才能使 LD 点回到左侧的主母线上，否则系统将不能正常工作。 图 1 电动机正、反转顺序控制图		贡献力量，创造价值，用辉煌的业绩谱写了一曲又一曲技能报国的动人赞歌。技能报国，国家富强，需要无数的大国工匠和他们的团队在各自的岗位上，镌刻自己的理想，描摹祖国的梦想。和松云和他的队友们就是这样一群光明的使者，电力线路上的辛勤筑梦人。在云南省迪庆藏族自治州香格里拉地区，矗立着全国海拔	问题	讨论																
三、任务实施 其控制要求如下：按下正转启动按钮后，电动机开始正转，按下制动按钮，电动机 3s 后停转；当按下反转启动按钮后，电动机反转，按下制动按钮，电动机 3s 后停转。 (1) I/O 地址分配表 <table><tr><td rowspan="4">输入端</td><td>正转启动按钮 SB1</td><td>X000</td></tr><tr><td>反转启动按钮 SB2</td><td>X001</td></tr><tr><td>制动按钮 SB3</td><td>X002</td></tr><tr><td>热继电器触点 FR</td><td>X003</td></tr><tr><td rowspan="3">输出端</td><td>电动机正转接触器 KM1</td><td>Y000</td></tr><tr><td>电动机反转接触器 KM2</td><td>Y001</td></tr><tr><td>制动接触器 KM3</td><td>Y002</td></tr></table>			输入端	正转启动按钮 SB1	X000	反转启动按钮 SB2	X001	制动按钮 SB3	X002	热继电器触点 FR	X003	输出端	电动机正转接触器 KM1	Y000	电动机反转接触器 KM2	Y001	制动接触器 KM3	Y002	引导学生回答	
输入端	正转启动按钮 SB1			X000																
	反转启动按钮 SB2	X001																		
	制动按钮 SB3	X002																		
	热继电器触点 FR	X003																		
输出端	电动机正转接触器 KM1	Y000																		
	电动机反转接触器 KM2	Y001																		
	制动接触器 KM3	Y002																		
(2) 画 PLC 外部接线图		讲述 板书	听讲 观察 记忆																	
(3) PLC 程序设计		提出问题	小组讨论																	
		引导学生回答																		

	图 状态转移图	最高的500千伏超高压输电线路,这也是我国“西电东送”的重要通道。守护这条电力大动脉的工人们,被称为“海拔最高的光明守望者”	演示操作	学生动手操作
课堂小结	1 能根据控制要求,设计出电动机正、反转能耗制动 PLC 控制的硬件接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用步时指令编写电动机正、反转能耗制动的 PLC 控制的梯形图程序。			
布置作业	P177 页 8.9.11.12.13.14.15.16.17.18 题。			
教学反思				

课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.掌握 PLC 控制的十字路口交通灯 I/O 分配和接线。 2.进一步熟悉步进阶应用，学会并行性流程的编程方法。 3.掌握特殊辅助继电器 M8013 的作用。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的步进指令编写简单的 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写 PLC 控制的十字路口交通灯程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 控制的十字路口交通灯的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习 PLC 基本指令的编程方法，今天学习 PLC 控制的十字路口交通灯。		讲授“田志永”的事迹	讲述	思考
讲授新课	一、特殊辅助继电器 M8013 是 1s 时钟脉冲发生器，其常开触点每 1s 闭合一次。 二、并行序列 并行序列是由两个及以上的分支程序组成的，但必须同时执行各分支的程序。 1.并行序列编程方式 如图 1 所示，这是一个剪板机控制的状态转移图。 步 S22 之后有一个并行序列的分支，当步 S22 为活动步，限位开关 X002 动作，将发生步 S22 到步 S23 和步 S25 的转换。因此用 S22 和 X002 的常开触点组成串联电路，来使两个后续步对应的元件（S23 和 S25）置位，同时将前级步对应的元件 S22 复位。 步 S24 和步 S26 是等待步，它们用来同时结束两个并行序列。压钳和剪刀均上行到位后，限位开关 X000 和 X001 均动作，步 S24 和步 S26 都变为活动步。如果未剪完 5 块料，C0 的常		勇攀高峰，比喻不怕困难，勇往直前。它不是一句空洞的口号，而是凝聚着理想、胆识、坚韧和超越的人生境界。杰出的工	讲述 板书	听讲 观察 记忆

件 $\overline{C0}$ 满足，就会发生步 S24 和步 S26 到步 S20 的转换，步 S24 和步 S26 变为不活动步，而步 S20 变为活动步。

在并行序列的合并处，用前级步 S24 和步 S26 的常开触点和转换条件 C0 的常闭触点组成的串联电路，对后续步对应的元件 S20 置位，并对两个前级步对应的步 S24 和步 S26 复位。

如果步 S24 和步 S26 都变为活动步，且剪完了 5 块料，C0 的常开触点闭合，转换条件 C0 满足，将会返回初始步，步 S24 和步 S26 变为不活动步，而步 S0 变为活动步，所以用前级步对应的 S24 和 S26 的常开触点和转换条件 C0 的常开触点组成的串联电路，对后续步对应的元件 S0 置位，并对两个前级步对应的步 S24 和步 S26 复位。

2. 并行汇合的编程方式

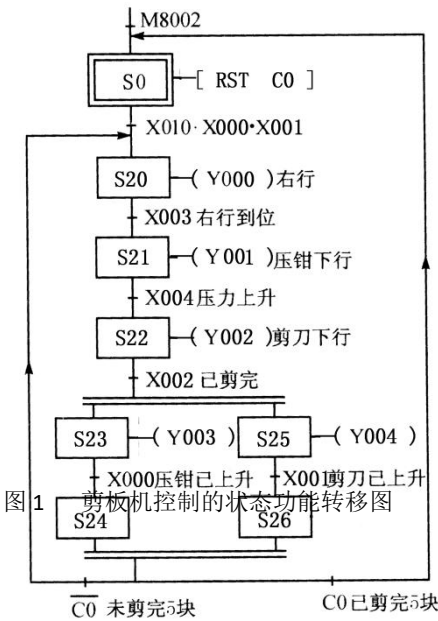
并行汇合的编程，也是要求先将汇合前的状态进行驱动处理，再按顺序向汇合状态进行转移处理。并行汇合最多只能实现 8 条分支的汇合。

三、任务实施

控制要求：按下启动按钮时，南北向红灯亮 15 秒，接着南北向绿灯亮 10 秒，闪 3 秒，再接着南北向黄灯亮 2 秒。在南北向红灯亮时，东西向绿灯亮 10 秒，闪 3 秒，东西向黄灯亮 2 秒，其后东西向的红灯亮 15 秒。并且要求循环运行，直到按下停止按钮，所以灯熄灭。

(1) I/O 地址分配表

输入端	启动按钮 SB1	X000
	停止按钮 SB2	X001
输出端	南北向红灯	Y000
	南北向绿灯	Y001
	南北向黄灯	Y002
	东西向绿灯	Y003
	东西向黄灯	Y004
	东西向红灯	Y005



匠，都有敢为人先、勇攀高峰的气魄。他们立足生产一线技改需求，发奋攻坚，实干巧干，一步一个脚印走向成功，一次又一次的实现自我超越。田志永，特变电工沈阳变压器集团公司大型项目公司装配班班长，他用一双巧手，挑战不可能，勇攀新高峰，在不借助工具的情况下依靠双手完成了无数次的装配工作，为“中国制造”赢

提出问题

小组讨论

引导学生回答

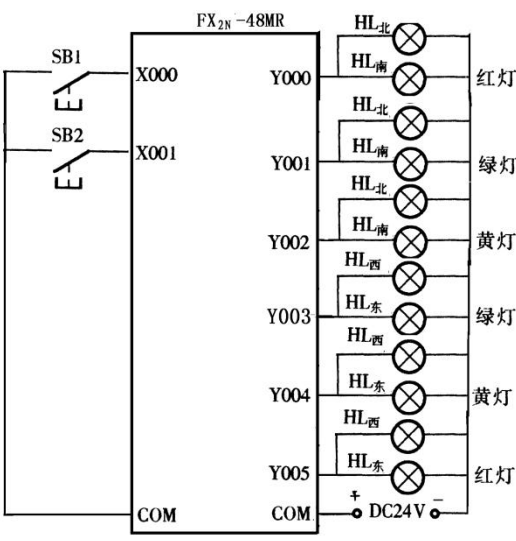
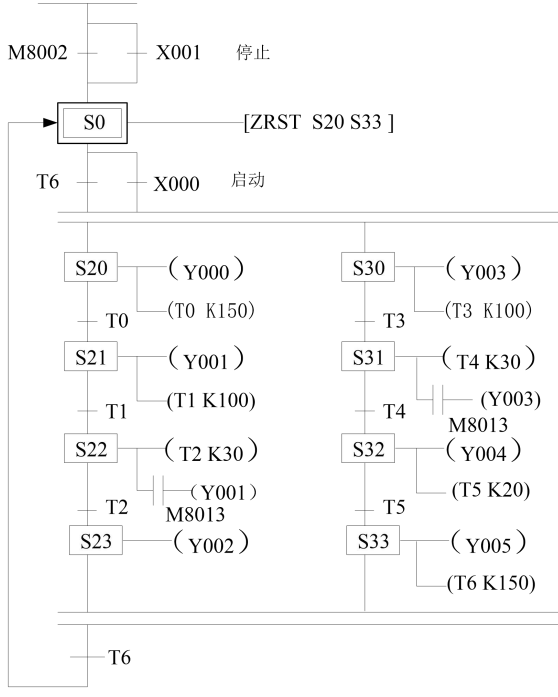
讲述板书

听讲观察记忆

提出问题

小组讨论

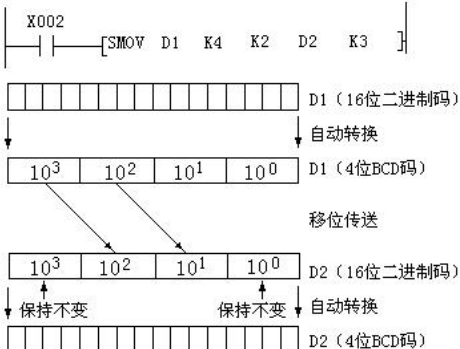
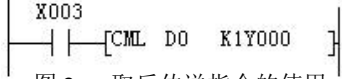
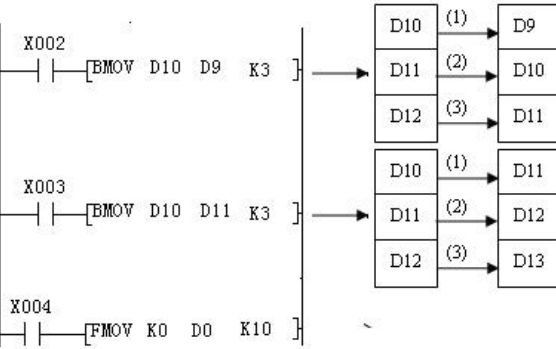
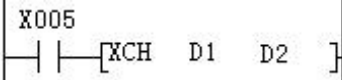
引导学生回答

	(2) 画 PLC 外部接线图  (3) PLC 程序设计 	得美誉， 为中国 工匠赢 得了尊 重。	演示 操作	学生 动手 操作
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出 PLC 控制的十字路口交通灯的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用步进指令编写 PLC 控制的十字路口交通灯的梯形图程序。			
布置 作业	P177 页 8.9.11.12.13.14.15.16.17.18 题。			
教学 反思				

任务 15		使用功能指令实现交通信号灯的 PLC 控制		授课人	
课时		4		时间	
班级				地点	
教学目标	知识目标	1.学会使用 CMP、ZCP、MOV、SMOV、CLM、BMOV、FMOV、XCH 功能指令的应用。 2.掌握 PLC 控制的十字路口交通信号灯 I/O 分配。 3.学习 PLC 控制十字路口交通灯的程序编制，并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的功能指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点		会用功能指令编写 PLC 控制的十字路口交通灯程序。			
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 控制的十字路口交通灯的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。			
教学方法		讲授法、案例法、演示法			
教学参考书		“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著			
教学内容——过程				思政元素	教师活动 学生活动
导入新课	前面学习 PLC 步进指令的编程方法，今天学习使用功能指令实现交通信号灯的 PLC 控制			讲授“林学斌”的事迹	讲述 思考
讲授新课	一、功能指令格式 图 1 表示 FX_{2N} 系列 PLC 功能指令的梯形图表达形式和执行结果，X000 是功能指令的执行条件，其后就是平均值 MEAN 功能指令。该指令的功能是：当 X000 满足条件（即为 ON）时，执行 MEAN 指令。 X000 指令助记符 [S:] [D:] n				

无 D 的指令为 16 位指令。 (5) 执行形式 应用指令有脉冲执行型和连续执行型。脉冲执行型应用指令采用助记符后加 P 表示, 助记符后无 P 的指令为连续执行型。 (6) 操作数 应用指令的操作数分为源操作数 S、目的操作数 D 和辅助操作数 m、n。源操作数、目的操作数和辅助操作数多于 1 个时分别用 S1、S2..., D1、D2...以及 m1、m2, n1、n2...表示。 二、数据表示方法 FX_{2N} 系列 PLC 中数据包括字元件/双字元件、位元件/位元件组件和变址寄存器。 1. 字元件/双字元件 (1) 字元件 字元件是 FX_{2N} 系列 PLC 数据类元件的基本结构。一个字元件是由 16 位的存储单元构成, 其最高位(第 15 位)为符号位, 第 0~14 位为数值位。图 2 所示为 16 位数据寄存器 D0。 MSB D0 LSB <table><tr><td>15</td><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>0</td></tr></table> 图 2 字元件 (2) 双字元件 可以使用两个字元件组成双字元件, 可组成 32 位数据操作数。双字元件是由相邻的两个寄存器组成, 如图 3 中由 D11 和 D10 组成。 MSB D11 D10 LSB <table><tr><td>31</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1</td><td>0</td></tr></table> 图 3 双字元件 2. 位元件/位元件组件 只处理 ON/OFF 信息的软元件称为位元件, 如 X, Y, M, S 等均为位元件。而处理数值的软元件称为字元件, 如 T, C, D 等。组合方法的助记符如下: Kn+最低位的位元件号 KnX、KnY、KnM 即是位元件组合, 其中“K”表示后面跟的是十进制数,“n”表示 4 位一组的组数, 16 位数据用 K1~K4, 32 位数据用 K1~K8。 3. 变址寄存器 V、Z FX_{2N} 系列 PLC 有 V0~V7 和 Z0~Z7 共 16 个变址寄存器, 都是 16 位的寄存器。变址寄存器 V/Z 实际上是一种特殊用途的数据寄存器, 其作用相当于计算机中的变址寄存器, 用于改变元件的编号(变址)。 三、传送、比较类指令及应用 1. 比较指令	15	14														1	0	31	30											17	16														1	0	术能手, 全国劳动模范等荣誉称号。林学斌刻苦学习, 努力钻研。他长期扎根生产一线, 坚持开展科技攻关。他将计算机系统中上千条机内日文源代码全部转换成汉字码, 实现了对 PLC 的操作系统操作界面的汉化; 他将多年总结编写的《电气故障处理与查找四种方法》、《PLC 常见故障与处	提出 问题 引导 学生 回答 讲述 板书 提出 问题 引导 学生 回答	小组 讨论 听讲 观察 记忆 小组 讨论
15	14														1	0																																	
31	30											17	16														1	0																					

	(1) 比较指令 CMP 比较指令 CMP 将源操作数 S1 和源操作数 S2 的数据进行比较, 比较结果送到目标操作数 D 中。如图 4 所示, 当 X002 为 ON 时, 把常数 200 与 C20 的当前值进行比较, 比较的结果送入 M0~M2 中。X002 为 OFF 时不执行, M0~M2 的状态也保持不变。 (2) 区间比较指令 ZCP 区间比较指令 ZCP 执行时源操作数 S3 与 S1 和 S2 的内容进行比较, 并比较结果送到目标操作数 D 中。如图 5 所示, 当 X000 为 ON 时, 把 C30 当前值与 K100 和 K120 相比较, 将结果送 M3、M4、M5 中。X000 为 OFF, 则 ZCP 不执行, M3、M4、M5 不变。 (3) 触点型比较指令 触点比较指令 (FNC224~FNC246), 共有 18 条, 是使用 LD、AND、OR 触点符号进行触点比较的指令。主要包括 LD 触点比较指令、AND 触点比较指令和 OR 触点比较指令。 2. 传送指令 (1) 传送指令 传送指令功能是将源数据传送到指定目的。如图 7 所示, 当 X001 为 ON 时, 则将 S 中的数据 K100 传送到目标操作元件 D, 即 D10 中。在指令执行时, 常数	理方法》等教材送给徒弟, 还建立了大连铸电气实验室, 摸索出了一套适合快速入门的教学方法——模拟实践教学法, 使从实验室里走出的技工成为技术骨干, 为总厂的发展储备了雄厚的后备力量。	讲述 板书 提出问题 引导学生回答	听讲 观察 记忆 小组讨论
--	---	--	--	-------------------------------------

	K100 会自动转换成二进制数。当 X001 为 OFF 时，则指令不执行，数据保持不变。 (2) 移位传送 移位传送指令的功能是将源数据（二进制）自动转换成 4 位 BCD 码，再进行移位传送，传送后的目标操作数元件的 BCD 码自动转换成二进制数；如图 8 所示。  图 8 移位传送指令的使用 (3) 取反传送指令 取反传送指令将源操作数元件的数据逐位取反并传送到指定目标。如图 9 所示，当 X003 为 ON 时，执行 CML 指令，将 D0 的低 4 位取反向后传送到 Y003 ~ Y000 中。  图 9 取反传送指令的使用 (4) 块传送指令和多点传送指令 块传送指令是将源操作数指定元件开始的 n 个数据组成数据块传送到指定的目标。块传送指令用法如图 10 所示，传送顺序既可从高元件号开始，也可从低元件号开始，传送顺序自动决定。  图 10 块传送和多点传送指令 (5) 数据交换指令 如图 11 所示，当 X005 为 ON 时，将 D1 和 D2 中的数据相互交换。交换指令一般采用脉冲执行方式，否则在每一次扫描周期都要交换一次。  图 11 数据交换指令的使用		讲述 板书 提出问题 引导学生回答	听讲 观察 记忆 小组 讨论
--	--	--	--	--

四、交替输出指令

ALT 指令一般都要使用其脉冲执行方式，否则每个扫描周期都要变换一次。如图 11 所示，当 X001 由 OFF 到 ON 时，Y002 的状态将改变一次。若用连续的 ALT 指令则每个扫描周期 Y002 均改变一次状态。

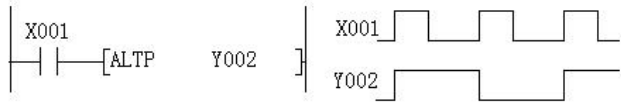
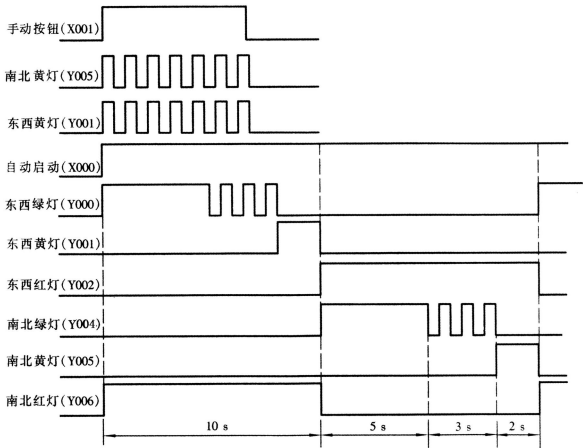


图 11 交替输出指令用法

五、任务实施

用功能指令设计一个交通灯的系统，其控制要求：（1）自动运行时，按一下启动按钮，信号系统按图 5.14 所示要求开始自动工作（绿灯闪烁周期为 1s），按一下停止按钮，所有信号灯都熄灭。（2）手动运行时，两个方向的黄灯同时闪烁，周期为 1s。



(1) I/O 地址分配表

输入端	启动/停止按钮 SB1	X000
	手动开关 B2	X001
输出端	东西向绿灯	Y000
	东西向黄灯	Y001
	东西向红灯	Y002
	南北向绿灯	Y004
	南北向黄灯	Y005
	南北向红灯	Y006

(2) 画 PLC 外部接线图

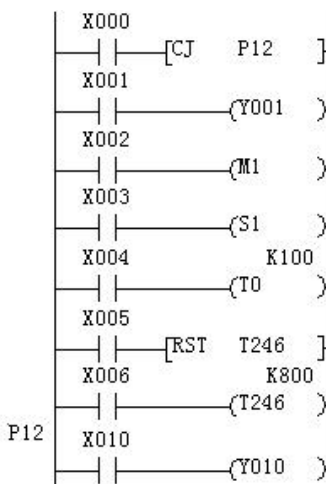
讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

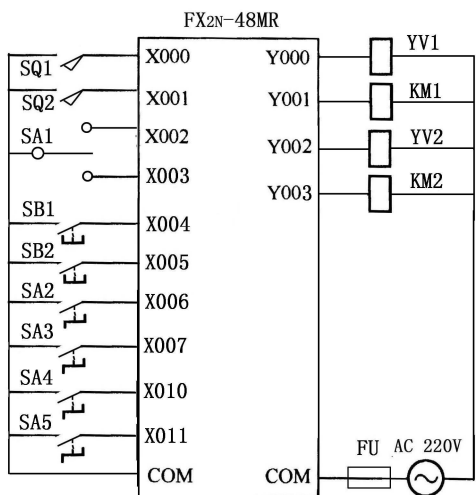
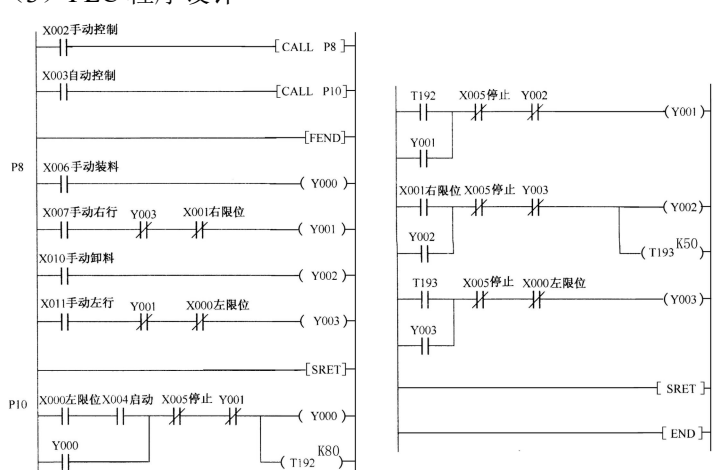
学生
动手
操作

	(3) PLC 程序设计 <pre> X000 ───┐ │ ─── [ALTP M0] │ M0 ───┐ │ ─── [T0 K200] │ ─── [T0] │ └── [<= T0 K50] ─── [MOV H14 K2Y000] │ └── [> T0 K50] ─── [M8013] ─── [MOV H4 K2Y000] │ └── [M8013] ─── [MOV H14 K2Y000] │ └── [> T0 K80] ─── [MOV H24 K2Y000] │ └── [> T0 K100] ─── [MOV H41 K2Y000] │ └── [> T0 K150] ─── [M8013] ─── [MOV H40 K2Y000] │ └── [M8013] ─── [MOV H41 K2Y000] │ └── [> T0 K180] ─── [MOV H42 K2Y000] │ └── [X001 M0 M8013] ─── [MOV H22 K2Y000] │ └── [M8013] ─── [MOV H0 K2Y000] │ └── [M0 X001] ─── [ZRST Y000 Y006] └── [END] </pre>			
课堂小结	1 能根据控制要求，设计出 PLC 控制的十字路口交通灯的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写 PLC 控制的十字路口交通灯的梯形图程序。			
布置作业	P217 页 1.2.3.4.5.6.7.8 题。			
教学反思				

任务 16		多工作方式的小车行程的 PLC 控制		授课人	
课时		2		时间	
班级				地点	
教学目标	知识目标	1.学会使用 CJ、CALL、 SRET 、IRET、EI、DI、FEND、 WDT、BCD 、BIN 指令的一般方法。 2.掌握各种用途开关类电器在 PLC 输入控制中的使用方法。 3.掌握 PLC 控制的小车行程 I/O 分配。 4.学习 PLC 控制的小车行程程序编制,并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的功能指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出 PLC 的硬件接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件,完成程序的编程、下载、监测等操作,对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写多工作方式的小车行程的 PLC 控制程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出多工作方式的小车行程的 PLC 控制的外部接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程				思政元素	教师活动 学生活动
导入新课	前面学习 PLC 功能指令的编程方法,今天学习多工作方式的小车行程的 PLC 控制程序。			讲授“刘志成”的事迹	讲述 思考
讲授新课	一、功能指令 1. 条件跳转指令 条件跳转指令用于跳过顺序程序中的某一部分,以控制程序的流程。指针 P 用于指示分支和跳步程序,在梯形图中,指针放在左侧母线的左边。指令的使用方式如图 1 所示。 X000 为 ON 时,程序跳到指针 P12 处的指令处开始执行,跳过了程序的一部分,减少了扫描周期。如果 X000 为 OFF,跳转不会执行,则程序按原顺序执行。 			爱岗敬业,是立足本岗位,乐业、勤业、敬业,恪尽职守,以最高的标准完成本职工作,尽职尽责。这也是工匠精神	讲述 板书 听讲 观察 记忆
图 1 条件跳转指令使用					

	2. 子程序调用与返回指令 子程序调用与返回指令使用如图 2 所示，如果 X000 为 ON，则转到标号 P10 处去执行子程序。当执行 SRET 指令时，返回到 CALL 指令的下一步执行。 图 2 子程序调用与返回指令的使用 3. 中断指令 PLC 通常处于禁止中断状态，由 EI 和 DI 指令组成允许中断范围。在执行到该区间，如有中断源产生中断，CPU 将暂停主程序执行转而执行中断服务程序。当遇到 IRET 时返回断点继续执行主程序。如图 2 所示，允许中断范围中若中断源 X000 有一个下降沿，则转入 I000 为标号的中断服务程序，但 X000 可否引起中断还受 M8053 控制，当 X020 为 ON 时，则 M8053 控制 X000 无法中断。 图 3 中断指令的使用 4. 主程序结束指令 主程序结束指令表示主程序的结束和子程序的开始，当程序执行到 FEND 时，PLC 进行输入/输出处理，监视定时器刷新，完成后返回起始步。 5. 监视定时器指令 监视定时器指令的功能是对 PLC 的监视定时器进行刷新。FX 系列 PLC 的监视定时器缺省值为 200ms(可用 D8000 来设定)，正常情况下 PLC 扫描周期小于此定时时间。 图 4 监控定时器指令的使用	神在新时代的重要体现。刘志成,东方汽轮机有限公司维修电工,高级技师,荣获四川电工行业青年岗位技术能手。刘志成对光栅尺和西门子伺服电动机编码器的检测、维修方面的研究,填补了东汽公司在这部分技术上的空白,打破了西门子等公司在这些关键技术上的垄断,企业创造了数百万元经济效益。刘志成的	提出问题 引导学生回答 讲述板书 提出问题 引导学生回答	小组讨论 听讲观察记忆 小组讨论
--	--	--	---	---------------------------------------

	6. 程序循环指令 在程序运行时,位于 FOR~NEXT 间的程序反复执行 n 次(由操作数决定)后再继续执行后续程序。循环的次数 n=1~32767。如果 N=-32767~0 之间,则当作 n=1 处理。如图 5 所示为一个二重嵌套循环,外层执行 5 次。外层 A 每执行一次则内层 B 将执行 8 次。 7. 数据变换指令 BCD 码变换指令是将源元件中的二进制数转换成 BCD 码送到目标元件中,如图 6 所示。PLC 中内部的运算为二进制运算,可用 BCD 指令将二进制数变换为 BCD 码输出到七段显示器。 BIN 变换指令是将源元件 图 5 程序循环指令的使用 图 6 数据变换指令的使用 二、任务实施 控制要求:小车按加料—右行—卸料—左行—原(左)位停止等步骤运行,并可选择手动方式和自动方式两种工作模式。在手动工作方式下,PLC 可通过 4 只手动开关分别对加料电磁铁、右行接触器、卸料电磁铁、左行接触器进行控制。自动工作方式下,在小车处于左位时,按下启动按钮,小车即按加料 8s—右行—卸料 5s—左行—原(左)位停止的步骤以单周期方式自动运行。再次按下启动按钮,小车再运行一个周期。 (1) I/O 地址分配表 <table border="1"> <tr> <td rowspan="9">输入端</td><td>左限位开关 SQ1</td><td>X000</td></tr> <tr> <td>右限位开关 SQ2</td><td>X001</td></tr> <tr> <td>工作模式转换开关 SA1</td><td>X002/手动、X003/自动</td></tr> <tr> <td>启动按钮 SB1</td><td>X004</td></tr> <tr> <td>停止按钮 SB2</td><td>X005</td></tr> <tr> <td>手动装料 SA2</td><td>X006</td></tr> <tr> <td>手动右行 SA3</td><td>X007</td></tr> <tr> <td>手动卸料 SA4</td><td>X010</td></tr> <tr> <td>手动左行 SA5</td><td>X011</td></tr> <tr> <td rowspan="4">输出端</td><td>装料电磁铁 YV1</td><td>Y000</td></tr> <tr> <td>右行接触器 KM1</td><td>Y001</td></tr> <tr> <td>卸料电磁铁 YV2</td><td>Y002</td></tr> <tr> <td>左行接触器 KM2</td><td>Y003</td></tr> </table>	输入端	左限位开关 SQ1	X000	右限位开关 SQ2	X001	工作模式转换开关 SA1	X002/手动、X003/自动	启动按钮 SB1	X004	停止按钮 SB2	X005	手动装料 SA2	X006	手动右行 SA3	X007	手动卸料 SA4	X010	手动左行 SA5	X011	输出端	装料电磁铁 YV1	Y000	右行接触器 KM1	Y001	卸料电磁铁 YV2	Y002	左行接触器 KM2	Y003	经历完善诠释了当代青年工匠的成长历程——这是一条充满梦想,充满汗水,充满耕新与收获的道路,它注定不凡。我们相信未来会有更多的年轻人在各行各业承载工匠精神不断地前行,去响应新时代伟大“复兴梦”的召唤。 讲述 板书 听讲 观察 记忆 演示 操作 学生 动手 操作
输入端	左限位开关 SQ1		X000																											
	右限位开关 SQ2		X001																											
	工作模式转换开关 SA1		X002/手动、X003/自动																											
	启动按钮 SB1		X004																											
	停止按钮 SB2		X005																											
	手动装料 SA2		X006																											
	手动右行 SA3		X007																											
	手动卸料 SA4		X010																											
	手动左行 SA5	X011																												
输出端	装料电磁铁 YV1	Y000																												
	右行接触器 KM1	Y001																												
	卸料电磁铁 YV2	Y002																												
	左行接触器 KM2	Y003																												

	(2) 画 PLC 外部接线图  (3) PLC 程序设计 			
课堂小结	1 能根据控制要求，设计出多工作方式的小车行程的 PLC 控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写多工作方式的小车行程的 PLC 控制程序梯形图程序。			
布置作业	P217 页 19.20.21.22.23 题。			
教学反思				

任务 17		LED 七段数码管的 PLC 控制		授课人	
课时		2		时间	
班级				地点	
教学目标	知识目标	1.学会使用 ADD 、 SUB 、 MUL 、 DIV 、 INC、 DEC、 WAND、 WOR、 WXOR、 NEG、 SEGD、 SEGDP、 DECO、 ENCO 等功能指令的应用。 2.掌握 PLC 控制的 LED 七段数码管 I/O 分配。 3.学习 PLC 控制的 LED 七段数码管程序编制，并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的功能指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点		会编写 LED 七段数码管的 PLC 控制程序。			
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出多工作方式的小车行程的 PLC 控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。			
教学方法		讲授法、案例法、演示法			
教学参考书		“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著			
教学内容——过程				思政元素	教师活动 学生活动
导入新课	前面学习 PLC 功能指令的编程方法，今天学习 LED 七段数码管的 PLC 控制程序。			讲授“王进”的事迹	讲述 思考
讲授新课	一、功能指令 1. 算术运算指令 算术运算指令是将两个源操作数 S1、S2 相加，减，乘和除，结果放到目标元件中 D 中。算术运算指令的使用如图 1 所示。 指令的执行过程： （1）X000 为 ON 时，执行（D1）+（D2）→（D4）。 （2）X001 为 ON 时，执行（D0）-56 →（D1） （3）X002 为 ON 时，执行（D1）×（D6）→（D9、D8），乘积的低位字送到 D8，高位字送到 D9。 （4）X003 为 ON 时，执行除法运算，（D7）/（D12），商送到（D20），余数送到（D21）。 图 1 运算指令的使用			巡线,对于一名线路专业的工人来说,是最基本的工作,但背后却蕴藏着无数的“门道”:看似简单机械的“沿线	讲述 板书 听讲 观察 记忆

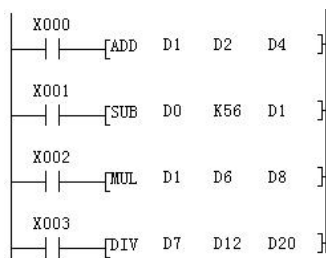


图 1 运算指令的使用

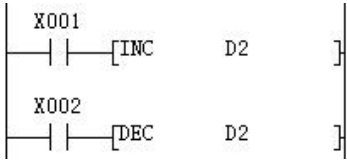
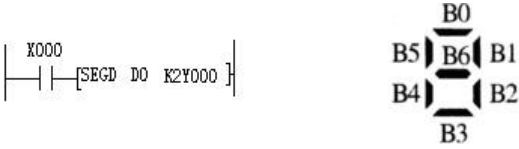
	2. 加 1 指令和减 1 指令 加 1 指令和减 1 指令的功能是当条件满足则将指定元件的内容加 1 或减 1。用法如图 2 所示，当 X001 为 ON 时，D2+1；X002 为 ON 时，D2 - 1。 其中在 INC 运算时，如数据为 16 位，则由+32767 再加 1 变为-32768，但标志不置位；同样，32 位运算由 +2147483647 再 1 就变为 -2147483648 时，标志也不置位；在 DEC 运算时，16 位运算-32768 减 1 变为+32767，且标志不置位；32 位运算由 -2147483648 减 1 变为 -2147483647，标志也不置位。 3. 逻辑与、或、异或和求补指令 逻辑运算的功能是将指定的两个源组件 S1 和 S2 的数，进行二进制按位“与”、“或”和“异或”运算，然后将相“与”、“或”和“异或”的结果送入指定的目标组件 D 中。求补指令是将 D 指定的元件内容的各位先取反再加 1，将其结果再存入原来的元件中。用法如图 3 所示。  图 2 加 1 和减 1 指令的使用  图 3 逻辑运算指令的使用 4. 七段译码指令 七段译码指令使用如图 4 所示，当 X000 断开时，不执行 SEGD 指令的操作；当 X000 闭合时，每扫描一次就将 D0 中 16 位二进制数的低四位所表示的十六进制数译码成可以驱动与输出端 Y000~Y007 相连的七段数码管控制信号，其中 Y007 始终为 0。  图 4 七段译码指令使用 5. 译码指令和编码指令 DECO 指令的功能是根据 n 位输入的状态对 2ⁿ 个输出进行译码。ENCO 指令功能是把给定的数据进行编码。使用方法如图 5 所示。 	而行”，不仅要全面了解巡视区域内的地形情况，还要熟练掌握线路杆塔的巡视技巧，更要具备第一时间发现隐患缺陷的“火眼金睛”。二十一年间，从黄河沿岸到沂蒙山区，从鲁冀交界到黄海之滨，一万多公里的特超高压线路下，都留下了王进坚实的脚印。世上难事，莫如坚守。日复一日，年复一年，王进精心守护着山东电力	提出问题 引导学生回答 讲述板书 提出问题 引导学生回答	小组讨论 听讲观察记忆 小组讨论
--	--	--	---	---------------------------------------

图 5 解码和编码指令用法

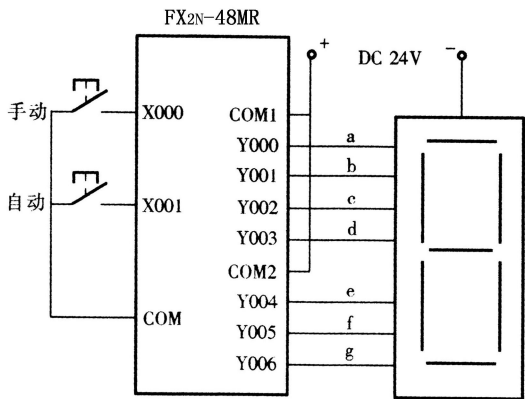
二、任务实施

设计一个用 PLC 功能指令控制七段数码管循环点亮。其控制要求如下：（1）手动时，每按一次按钮七段数码管显示数值加 1，由 0~9 依次点亮，并实现循环。（2）自动时，每隔 1s 七段数码管显示数值加 1，由 0~9 依次点亮，并实现循环。

(1) I/O 地址分配表

输入端	手动按钮 SB1	X000
	自动按钮 SB2	X001
输出端	七段数码管 a 段	Y000
	七段数码管 b 段	Y001
	七段数码管 c 段	Y002
	七段数码管 d 段	Y003
	七段数码管 e 段	Y004
	七段数码管 f 段	Y005
	七段数码管 g 段	Y006

(2) 画 PLC 外部接线图



(3) PLC 程序设计

主网的安全稳定运行，用对事业的赤诚之心守望着万家灯火明。在平凡中坚守，在实战中锤炼，王进用“敢于有梦、善于追梦、勤于圆梦”的不懈奋斗，浇灌出实现美好“中国梦”征程上的青春之花；用“敬业乐业、专业专注、精益求精”的工匠精神，唱响了“劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽”的新时代劳动者之歌。

讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

	<pre> graph LR X000[NO] --- X001[NC] X001 --- INC[INCP D0] T0[NO] --- INC X001[NO] --- T0[NC] T0 --- TSET["(T0 K10)"] M8002[NO] --- MOV["MOV K0 D0"] M1[NO] --- MOV M8000[NO] --- CMP["CMP D0 K10 M0"] M8000 --- SEG["SEGD D0 K2Y000"] END[END] </pre> The diagram shows a PLC ladder logic program. It starts with a normally open contact X000 in series with a normally closed contact X001, leading to an INCP D0 instruction. A timer T0 is also connected to the INCP D0 instruction. X001 is also connected to the reset (NC) of timer T0. The timer T0 is set to K10. A normally open contact M8002 is connected to a MOV K0 D0 instruction, with a normally open contact M1 in parallel. A normally open contact M8000 is connected to a CMP D0 K10 M0 instruction, with a normally open contact M8000 in parallel. The M8000 contact is also connected to a SEG D0 K2Y000 instruction. The program ends with an END instruction.			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出用 PLC 功能指令控制七段数码管循环点亮的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写用 PLC 功能指令控制七段数码管循环点亮程序梯形图程序。			
布置 作业	P218 页 24.25.26.27 题。			
教学 反思				

任务 18		工业机械手的 PLC 控制		授课人		
课时		4		时间		
班级				地点		
教学目标		知识目标	1.学会使用 ROR 、ROL、SFTR、SFTL、WSFR、 WSFL 等功能指令的应用。 2.掌握 PLC 控制的工业机械手 I/O 分配和电磁阀的工作过程。 3.学习 PLC 控制的工业机械手程序编制，并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
		技能目标	1 能熟练运用 PLC 的功能指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出 PLC 的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
		素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点		会编写工业机械手的 PLC 控制程序。				
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出工业机械手的 PLC 控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法		讲授法、案例法、演示法				
教学参考书		“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程				思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习 PLC 功能指令的编程方法，今天学习工业机械手的 PLC 控制程序。			讲授“王树军”的事迹	讲述	思考

讲授新课

一、功能指令

1.右、左循环移位指令 ROR、ROL

右移指令 ROR: 设 (D0) 循环前为 H1302, 则执行“RORP D0 K4”指令后, (D0) 为 H2130, 进位标志位 (M8022) 为 0。

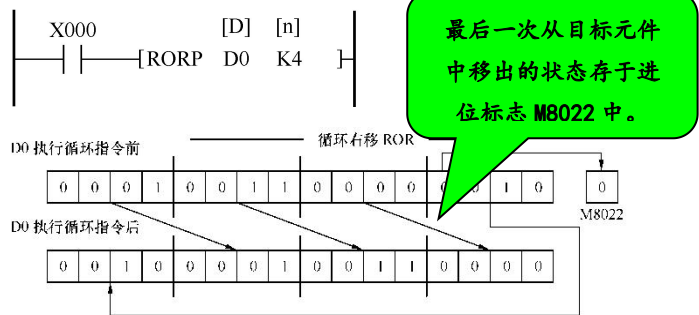


图 1 右移指令 ROR 的使用

左移指令 ROL: 设 (D0) 循环前为 H1302, 则执行“ROLP D0 K4”指令后, (D0) 为 H3021, 进位标志位 (M8022) 为 1。

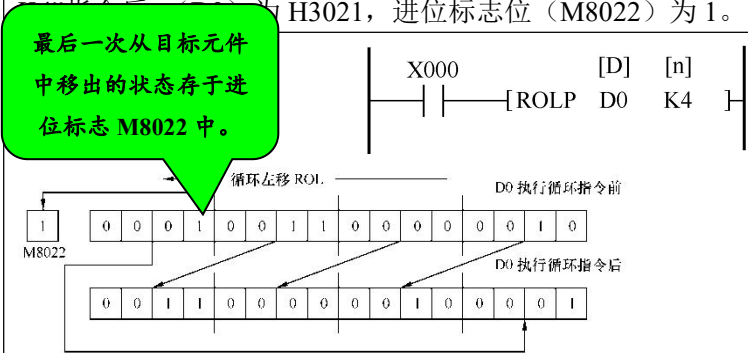


图 2 左移指令 ROL 的使用

右、左循环移位指令 ROR、ROL 的说明

(1) 如图 1 所示, 在 X0 由 OFF 变为 ON 时, 循环移位指令 ROR 或 ROL 执行, 将目标操作数 D0 中的各位二进制数向右或向左循环移动 4 位, 最后一次从目标元件中移出的状态存于进位标志 M8022 中。

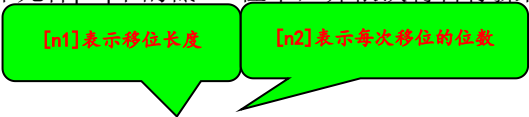
(2) 循环移位是周而复始的移位。图 2 中, D 为要移位的目标操作数, n 为移动的位数。ROR 和 ROL 指令的功能是将 D 中的二进制数向右或向左移动 n 位。移出的最后一位状态存在进位标志位 M8022 中。

(3) 若在目标元件中指定元件组的组数时, 只能用 K4 (16 位指令) 或 K8 (32 位指令) 表示, 如 K4M0 或 K8M0。

(4) 在指令的连续执行方式中, 每一个扫描周期都会移位一次。在实际控制中, 常采用脉冲执行方式。

2. 位左移指令 SFTL

位左移指令 SFTL 执行时, 将源操作数[S]中的位元件的状态送入目标操作元件[D]中的低 n2 位中, 并依次将目标操作数向左移位。



王树军
宝贵精神
的灵魂是
精益求精
、追求卓
越、持之
以恒的工
匠精神。
王树军是
潍柴工匠
精神的坚
定践行者
。工作 26
年来, 王
树军一心
与设备打
交道, 凭
借着精湛
的工艺成
为潍柴乃
至国内发
动机行业
中设备检
修技术的
集大成者
, 擅长自
动化设备
的定制化
设计, 擅
长自主研
发制造和
精通各类
数控加工
中心

讲述
板书

听讲
观察
记忆

提出
问题

小组
讨论

引导
学生
回答

讲述
板书

听讲
观察
记忆

	图 3 位左移指令 SFTL 的使用 位左移指令 SFTL 的说明： (1) S 为移位的源操作数的最低位，D 为被移位的目标操作数的最低位。$n1$ 为目标操作数个数，$n2$ 为源操作数个数。 (2) 位左移就是源操作数从目标操作数的低位移入 $n2$ 位，目标操作数各位向高位方向移 $n2$ 位，目标操作数中的高 $n2$ 位溢出。源操作数各位状态不变。 (3) 在指令的连续执行方式中，每一个扫描周期都会移位一次。在实际控制中，常采用脉冲执行方式。 3. 位右移指令 SFTR 位右移指令 SFTR 执行时，将源操作数[S]中的位元件的状态送入目标操作元件[D]中的低 $n2$ 位中，并依次将目标操作数向右移位。 图 4 位右移指令 SFTR 的使用 低 4 位溢出 位右移指令 SFTR 的说明： (1) S 为移位的源操作数的最低位，D 为被移位的目标操作数的最低位。$n1$ 为目标操作数个数，$n2$ 为源操作数个数。 (2) 位右移就是源操作数从目标操作数的高位移入 $n2$ 位，目标操作数各位向低位方向移 $n2$ 位，目标操作数中的低 $n2$ 位溢出。源操作数各位状态不变。 (3) 在指令的连续执行方式中，每一个扫描周期都会移位一次。在实际控制中，常采用脉冲执行方式。 4. 字右移和字左移指令 字元件右移和字元件左移指令以字为单位，其工作的过程与位移位相似，是将 $n1$ 个字右移或左移 $n2$ 个字，指令的使用方法和操作过程示意图如图 5 所示。	和精密机床的维修，他成为潍柴高精尖设备维修保养的探路人和领军人。匠心聚，百工兴。王树军“大国工匠年度人物”颁奖词这样写道：他是维修工，也是设计师，更像是永不屈服的斗士！临危请命，只为国之重器不受制于人。王树军，中国工匠的风骨。在尽头处超越，在平凡中非 提出问题 小组讨论 引导学生回答 讲述 板书 听讲 观察 记忆
--	--	--

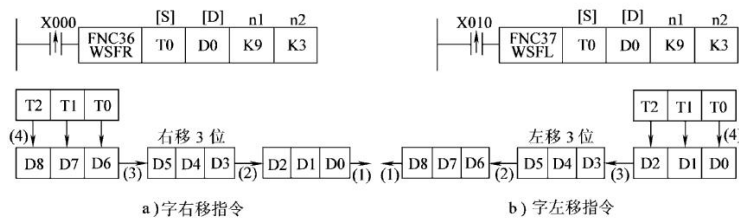
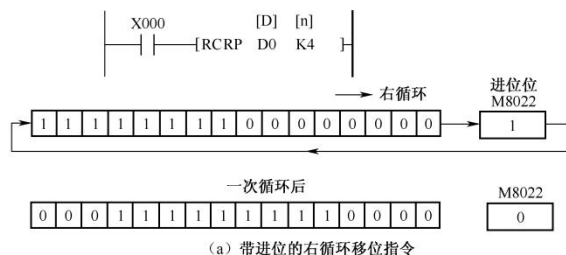
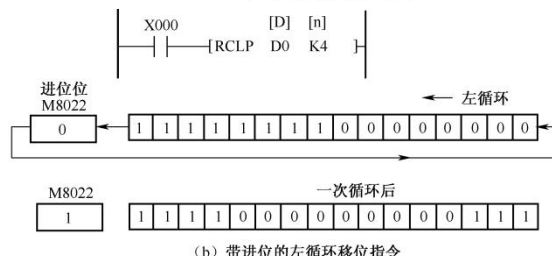


图 5 字移位指令用法

5. 带进位的循环移位指令



(a) 带进位的右循环移位指令



(b) 带进位的左循环移位指令

二、任务实施

控制要求：机械手的外形图及运动示意图如图 6 所示。左上方为原点（初始位置），工作过程按照原点→下降→夹紧工件→上升→右移→下降→松开工件→左移→回原点完成一个工作循环，实现把工件从 A 处移到 B 处。机械手上升、下降、左右移动时用双线圈二位电磁阀推动气缸完成。

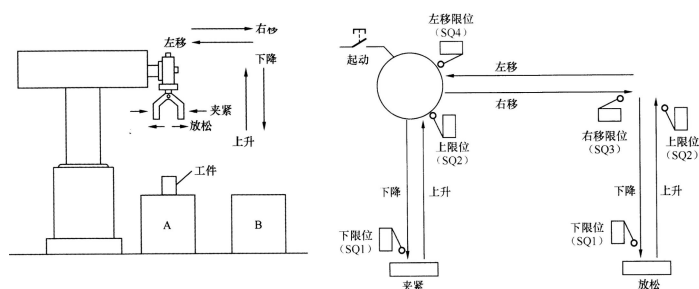


图 6 机械手的外形图及运动示意图

(1) I/O 地址分配表

输入端	起动按钮 SB1	X000
	行程开关 SQ1	X001
	行程开关 SQ2	X002
	行程开关 SQ3	X003
	行程开关 SQ4	X004

凡。作为潍柴工匠人才的一面旗帜，凭借精益求精、持之以恒、爱岗敬业、不断创新的工匠精神，为广大职工树立了一个正直进取、勤学实干、技能突出。

讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

	停止按钮 SB2	X005
输出端	下降电磁阀 YV1	Y000
	夹紧电磁阀 YV2	Y001
	上升电磁阀 YV3	Y002
	右移电磁阀 YV4	Y003
	左移电磁阀 YV5	Y004
	原位指示灯 HL	Y005

(2) 画 PLC 外部接线图

FX2N-48MR

SB1, SQ1, SQ2, SQ3, SQ4, SB5 are connected to X000, X001, X002, X003, X004, X005 respectively.

Y000, Y001, Y002, Y003, Y004, Y005 are connected to YV1, YV2, YV3, YV4, YV5, HL respectively.

COM is connected to FU AC 220V.

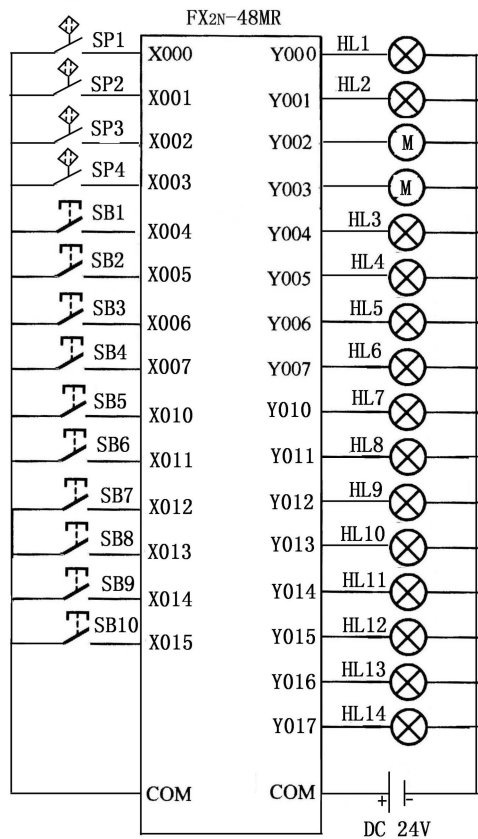
(3) PLC 程序设计

课堂小结	1 能根据控制要求，设计出用工业机械手的 PLC 控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写用工业机械手的 PLC 控制程序梯形图程序。			
布置作业	P218 页 28.29.30 题。			
教学反思				

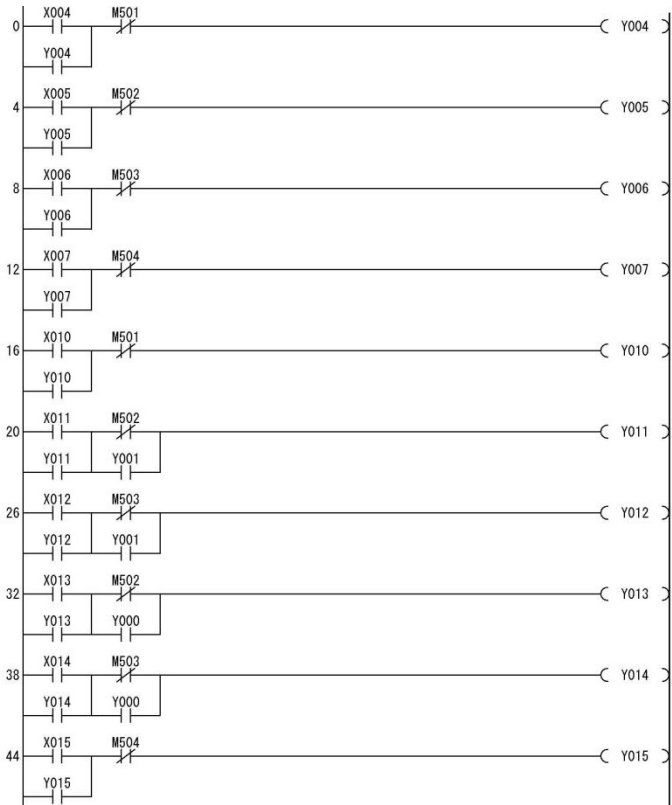
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1. 了解 PLC 控制应用系统的规划内容与设计任务。 2. 掌握 PLC 控制应用系统的设计方法和步骤。 3. 能够根据设计任务设计较复杂的 PLC 控制应用系统。			
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出 PLC 的硬件接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件,完成程序的编程、下载、监测等操作,对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写电梯的 PLC 控制程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出电梯的 PLC 控制的外部接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习 PLC 功能指令的编程方法,今天学习电梯的 PLC 控制程序。		讲授“高凤林”的事迹	讲述	思考
讲授新课	一、 PLC 控制系统的规划与设计 1. PLC 应用系统设计的基本原则与内容 PLC 应用系统是为了实现被控对象的工艺要求,以提高生产效率和产品质量。应遵循以下基本原则: (1) 最大限度地满足被控对象的控制要求 (2) 保证 PLC 控制系统安全可靠 (3) 力求简单、经济、使用及维修方便 (4) 适应发展的需要 2. PLC 系统设计的步骤 (1) 系统规划,即根据工艺流程分析控制要求,明确控制任务,拟定控制系统设计的技术条件。 (2) 确定所需的用户输入设备(按钮、操作开关、限位开关、传感器等)、输出设备(继电器、接触器、信号灯等执行元件)以及由输出设备驱动的控制对象(电动机、电磁阀等);估算 PLC 的 I/O 点数,分析控制对象与 PLC 之间的信号关系,信号性质,根据控制要求的复杂程度,控制精度估算 PLC 的用户存储器容量。 (3) 选择 PLC。		人生一定要有追求,更要有毅力、有恒心,只有坚持不懈,持之以恒,才能获得成功。一个锲而不舍的人,必将视工作为事业,为之奋斗终生;	讲述 板书 提出	听讲 观察 记忆 小组

(4) 分配、定义 PLC 的 I/O 点，绘制 I/O 连接图。 (5) PLC 控制程序设计。包括设计梯形图、编写语句表、绘制控制系统流程图。 (6) 控制柜（台）设计和现场施工。 (7) 试运行、验收、交付使用，并编制控制系统的技术文件。 二、PLC 选型与硬件系统设计 1. PLC 的选型 2. PLC 的硬件电路设计 三、PLC 软件设计与程序调试 1. PLC 软件设计 2. 程序模拟调试 二、任务实施 (1) 开始时，电梯处于任意一层。当有高层某一信号呼叫时，轿厢响应该呼梯信号，上升到呼叫层停止； (2) 电梯停于某层，当有高层多个信号同时呼叫时，电梯先上升到低的呼叫层，停 3 秒后继续上升到高的呼叫层； (3) 开始时，电梯处于任意一层。当有低层某一信号呼叫时，轿厢响应该呼梯信号，下降到呼叫层停止； (4) 电梯停于某层，当有低层多个信号同时呼叫时，电梯先下降到高的呼叫层，停 3 秒后继续下降到低的呼叫层； (5) 电梯运行到达某楼层时，轿厢停止运行，轿厢门自动打开，延时 3 秒后自动关门； (6) 在电梯运行过程中，轿厢上升（或下降）途中，任何反方向下降（或上升）的呼梯信号均不响应；如果某反向呼梯信号前方再无其它呼梯信号，则电梯响应该呼梯信号。 (1) I/O 地址分配表 <table><tr><th colspan="2">输入端</th><th colspan="2">输出端</th></tr><tr><td>一楼位置传感器 SP1</td><td>X000</td><td>上行指示 HL1</td><td>Y000</td></tr><tr><td>二楼位置传感器 SP2</td><td>X001</td><td>下行指示 HL2</td><td>Y001</td></tr><tr><td>三楼位置传感器 SP3</td><td>X002</td><td>上行驱动电动机 M</td><td>Y002</td></tr><tr><td>四楼位置传感器 SP4</td><td>X003</td><td>下行驱动电动机 M</td><td>Y003</td></tr><tr><td>一楼指令按钮 SB1</td><td>X004</td><td>一楼指令登记 HL3</td><td>Y004</td></tr><tr><td>二楼指令按钮 SB2</td><td>X005</td><td>二楼指令登记 HL4</td><td>Y005</td></tr><tr><td>三楼指令按钮 SB3</td><td>X006</td><td>三楼指令登记 HL5</td><td>Y006</td></tr><tr><td>四楼指令按钮 SB4</td><td>X007</td><td>四楼指令登记 HL6</td><td>Y007</td></tr><tr><td>一楼上行按钮 SB5</td><td>X010</td><td>一楼上行呼梯登记 HL7</td><td>Y010</td></tr><tr><td>二楼上行按钮 SB6</td><td>X011</td><td>二楼上行呼梯登记 HL8</td><td>Y011</td></tr><tr><td>三楼上行按钮 SB7</td><td>X012</td><td>三楼上行呼梯登记 HL9</td><td>Y012</td></tr><tr><td>二楼下行按钮 SB8</td><td>X013</td><td>二楼下行呼梯登记 HL10</td><td>Y013</td></tr><tr><td>三楼下行按钮 SB9</td><td>X014</td><td>三楼下行呼梯登记 HL11</td><td>Y014</td></tr><tr><td>四楼下行按钮 SB10</td><td>X015</td><td>四楼下行呼梯登记 HL12</td><td>Y015</td></tr><tr><td></td><td></td><td>开门模拟 HL13</td><td>Y016</td></tr><tr><td></td><td></td><td>关门模拟 HL14</td><td>Y017</td></tr></table>	输入端		输出端		一楼位置传感器 SP1	X000	上行指示 HL1	Y000	二楼位置传感器 SP2	X001	下行指示 HL2	Y001	三楼位置传感器 SP3	X002	上行驱动电动机 M	Y002	四楼位置传感器 SP4	X003	下行驱动电动机 M	Y003	一楼指令按钮 SB1	X004	一楼指令登记 HL3	Y004	二楼指令按钮 SB2	X005	二楼指令登记 HL4	Y005	三楼指令按钮 SB3	X006	三楼指令登记 HL5	Y006	四楼指令按钮 SB4	X007	四楼指令登记 HL6	Y007	一楼上行按钮 SB5	X010	一楼上行呼梯登记 HL7	Y010	二楼上行按钮 SB6	X011	二楼上行呼梯登记 HL8	Y011	三楼上行按钮 SB7	X012	三楼上行呼梯登记 HL9	Y012	二楼下行按钮 SB8	X013	二楼下行呼梯登记 HL10	Y013	三楼下行按钮 SB9	X014	三楼下行呼梯登记 HL11	Y014	四楼下行按钮 SB10	X015	四楼下行呼梯登记 HL12	Y015			开门模拟 HL13	Y016			关门模拟 HL14	Y017	视 责 任 为使命， 为之 敬 业奉献； 视 技 艺 为财富， 为之 刻 苦专研。 高凤林， 是 中 国 航 天 科 技 集 团 公 司 第 一 研 究 院 的 一 名 焊 工， 也 是 一 个 默 默 无 闻 的 幕 后 工 作 者。他 所 承 担 的 焊 接 工 作，是 一 项 耗 费 体 力 和 精 力 的 苦 差 事，更是 多 数 人 眼 中 的 “ 低 等 职 业”。 可 高 凤 林 就 是 在 这 样 一 个 被 人 低 看 的 普 通 工 种 上， 一 干 就 是 几 十 年，并最 终 坚 持	问题 引导 学生 回答 讲述 板书 提出 问题 引导 学生 回答	讨论 听讲 观察 记忆 小组 讨论
输入端		输出端																																																																					
一楼位置传感器 SP1	X000	上行指示 HL1	Y000																																																																				
二楼位置传感器 SP2	X001	下行指示 HL2	Y001																																																																				
三楼位置传感器 SP3	X002	上行驱动电动机 M	Y002																																																																				
四楼位置传感器 SP4	X003	下行驱动电动机 M	Y003																																																																				
一楼指令按钮 SB1	X004	一楼指令登记 HL3	Y004																																																																				
二楼指令按钮 SB2	X005	二楼指令登记 HL4	Y005																																																																				
三楼指令按钮 SB3	X006	三楼指令登记 HL5	Y006																																																																				
四楼指令按钮 SB4	X007	四楼指令登记 HL6	Y007																																																																				
一楼上行按钮 SB5	X010	一楼上行呼梯登记 HL7	Y010																																																																				
二楼上行按钮 SB6	X011	二楼上行呼梯登记 HL8	Y011																																																																				
三楼上行按钮 SB7	X012	三楼上行呼梯登记 HL9	Y012																																																																				
二楼下行按钮 SB8	X013	二楼下行呼梯登记 HL10	Y013																																																																				
三楼下行按钮 SB9	X014	三楼下行呼梯登记 HL11	Y014																																																																				
四楼下行按钮 SB10	X015	四楼下行呼梯登记 HL12	Y015																																																																				
		开门模拟 HL13	Y016																																																																				
		关门模拟 HL14	Y017																																																																				

(2) 画 PLC 外部接线图



(3) PLC 程序设计



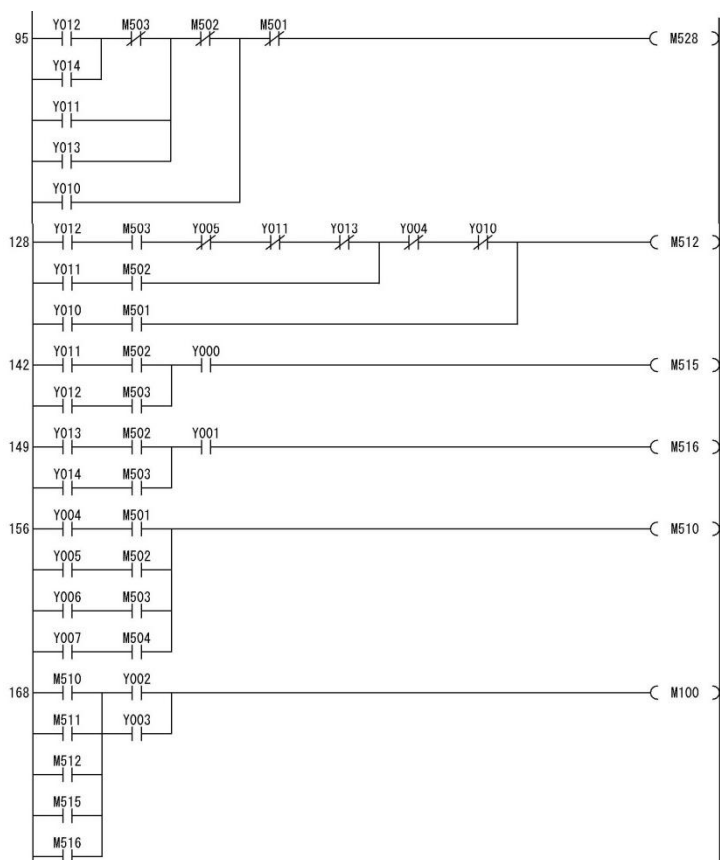
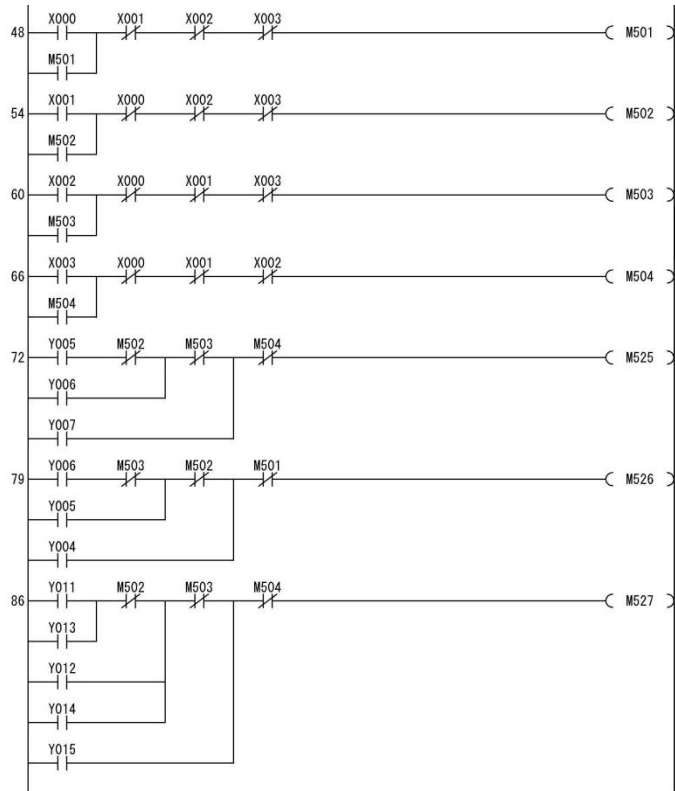
到了实现了自己的人生价值的那一刻，同时也把自己的专业业务水平，提高到了一个令人望尘莫及的高度。高凤林曾经说：“每个人都是英雄，只是岗位不同，作用不同，仅此而已。只要心中装着国家，懂得坚持，任何岗位都能收获无上的荣耀。”的确，职业无高低贵贱之分，只要肯钻研，是金子总会发光，无论在哪里都可以发出

讲述
板书

听讲
观察
记忆

演示
操作

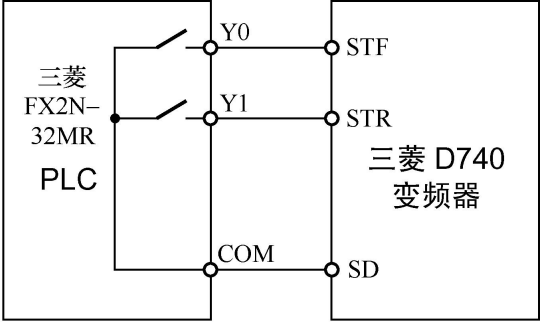
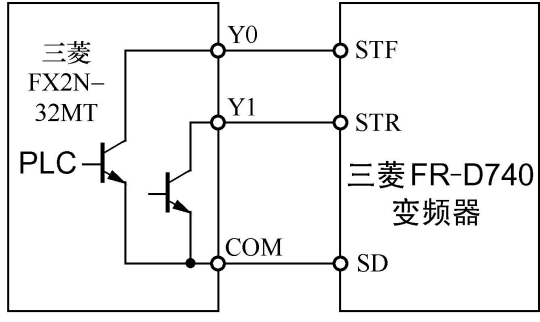
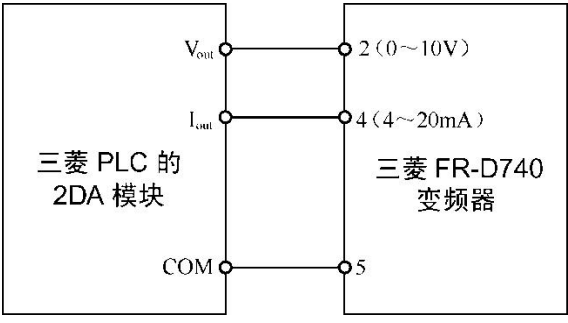
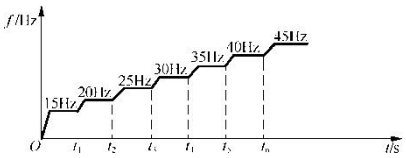
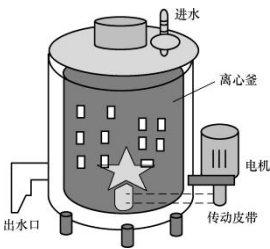
学生
动手
操作



万丈光芒。高凤林用坚持的精神,融入精力、汗水和时间,最终成就了自己“金手天焊”的荣耀。

课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出电梯的 PLC 控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写电梯的 PLC 控制梯形图程序。			
布置 作业	P218 页 1.2.3.4.5.6.7.8.9 题。			
教学 反思				

任务 20		离心机的 PLC 多段速控制应用系统设计、接线与调试		授课人							
课时		2		时间							
班级				地点							
教学目标	知识目标	(1) 能够根据离心机多段速控制要求正确分配 PLC 控制的 I/O 点数。 (2) 能够正确编写离心机多段速的 PLC 控制系统梯形图程序。 (3) 学会离心机多段速的 PLC 控制系统硬件接线与程序调试运行。									
	技能目标	1 能熟练运用 PLC 的指令编写 PLC 程序。 2.能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出 PLC 的硬件接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。 3. 熟练操作 GX-Developer V8 编程软件,完成程序的编程、下载、监测等操作,对 PLC 程序进行调试、运行。									
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。									
教学重点		会编写离心机的 PLC 多段速控制程序。									
教学难点		能根据控制系统输入信号和输出信号的要求,设计出离心机的 PLC 多段速控制的外部接线图,熟练完成 PLC 的外部接线操作。									
教学方法		讲授法、案例法、演示法									
教学参考书		“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著									
教学内容——过程				思政元素	教师活动						
导入新课	前面学习电梯的 PLC 的编程方法,今天学习离心机的 PLC 多段速控制程序。			讲授“艾爱国”的事迹	讲述						
讲授新课	一、三菱变频器认识 三菱变频器的产品目前有 FR-700 系列和 FR-800 系列两大类。其中 FR-700 系列变频器在市场使用较多,它又分为 FR-A700、FR-D700、FR-E700、FR-F700 和 FR-L700 5 个系列,其外形如图 1 所示。  FR - E740 - 1.5 K-CHT <table><tr><td>记号</td><td>电压级数</td><td>变频器容量 显示变频器容量 “kW”</td></tr><tr><td>E740</td><td>3相400V级</td><td></td></tr></table> 图 1 一个 PLC 变频控制系统通常由 3 部分组成,即 PLC、变频器本体、变频器与 PLC 的接口电路。PLC 变频控制系统硬件结构中最重要就是接口电路。根据不同的信号连接,其接口分为开关量连接、模拟量连接和通信连接 3 种方式。			记号	电压级数	变频器容量 显示变频器容量 “kW”	E740	3相400V级		艾爱国,秉持“做事情要做到极致、做工人要做到最好”的信念,他在焊工岗位奉献 50 多年,多次参与我国重大项目焊接技	讲述 板书
记号	电压级数	变频器容量 显示变频器容量 “kW”									
E740	3相400V级										

1.三菱继电器输出型 PLC 与变频器的连接方式  三菱继电器输出型 PLC 与变频器的开关量接线方式 2.三菱晶体管输出型 PLC 与变频器的连接方式  三菱晶体管输出型 PLC 与变频器的开关量接线方式 3.三菱 PLC 的模拟量模块与变频器的连接方式  三菱模拟量模块与变频器的连接方式 二、任务实施 某化工厂的工业离心机如图 2 所示。按下启动按钮，电动机以 15Hz 运行，200s 后以 20Hz 运行，以后每隔 200s，增加 5Hz，直到运行 45Hz，其运行速度如图 3 所示。按下停止按钮，电动机停止运行。  图 2 工业离心机的结构示意图 图 3 工业离心机运行速度图	术攻关，攻克数百个焊接技术难关。作为我国焊接领域“领军人”，他倾心传艺，在全国培养焊接技术人才 600 多名。 50 多年来，艾爱国以“拼命三郎”的劲头引领着我国焊接事业不断发展。“我对自己的技术要求是达到极致。只有做到极致，才能发挥党员的先锋模范作用。”他说。 提出问题 引导 学生 回答 讲述 板书 提出问题 引导 学生 回答 小组 讨论 听讲 观察 记忆 小组 讨论
--	--

(1) I/O 地址分配表

输入端		输出端	
变频器上电按钮 SB1	X000	启动 STF	Y000
变频器失电按钮 SB2	X001	高速选择 RH	Y001
启动按钮 SB3	X002	中速选择 RM	Y002
停止按钮 SB4	X003	低速选择 RL	Y003
故障信号 A、C	X004	接通 KM	Y004
		报警指示 HL	Y005

(2) 画 PLC 外部接线图

The diagram illustrates the external wiring for a PLC system. On the left, a three-phase power supply (L1, L2, L3, N) is connected to a circuit breaker (QF) and a frequency converter (变频器). The frequency converter's output (U, V, W) is connected to a three-phase motor (M). The PLC is connected to the frequency converter via its RES and SD terminals. The PLC's input terminals (X000 to X004) are connected to buttons SB1, SB2, SB3, SB4, and a fault signal switch (A, B, C). The PLC's output terminals (Y000 to Y005) are connected to a relay (KM) and an alarm indicator lamp (HL). The relay (KM) is connected to the frequency converter's STF, RH, RM, RL, and SD terminals. The alarm indicator lamp (HL) is connected to the PLC's COM1 and COM2 terminals. The PLC is powered by an AC 220V supply.

(3) 参数设置

要想让变频器实现多段速功能，必须给变频器设置如下参数。

P79=3（组合操作模式）。

P1=50Hz（上限频率）。

P2=0 Hz（下限频率）。

P7=2s（加速时间）。

P8=2s（减速时间）。

P160=0（扩展功能显示）。

P179=62（将 STR 端子的功能变更为变频器复位 RES 功能）。

各段速度：P4= 15Hz，P5=20Hz，P6=30Hz，P24=40Hz，P25=35Hz，P26=25Hz，P27= 45Hz。

(3) PLC 程序设计

变频器端子的不同组合与 PLC 传送数据之间的关系

传送数据	端子 RL (Y003)	端子 RM (Y002)	端子 RH (Y001)	对应频率 /Hz
1	0	0	1	15
2	0	1	0	20
3	0	1	1	40
4	1	0	0	30
5	1	0	1	35
6	1	1	0	25
7	1	1	1	45

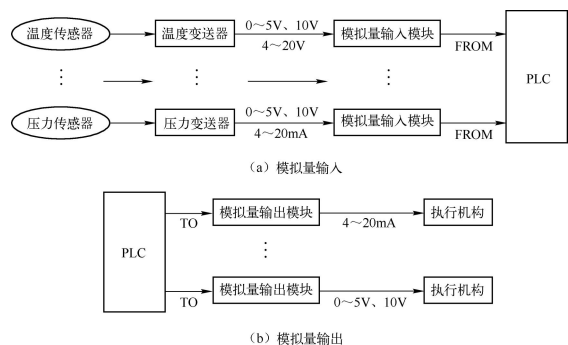
讲述
板书

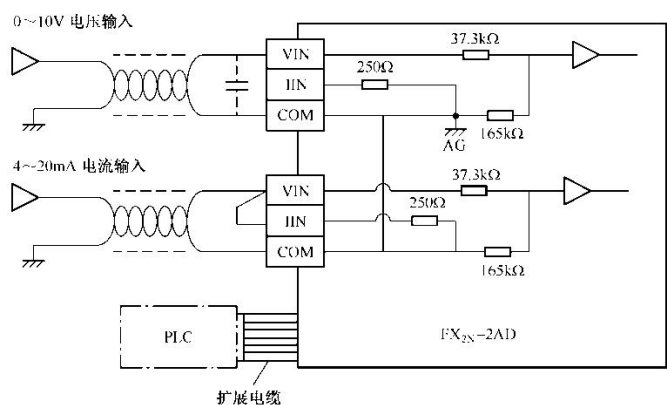
听讲
观察
记忆

演示
操作

学生
动手
操作

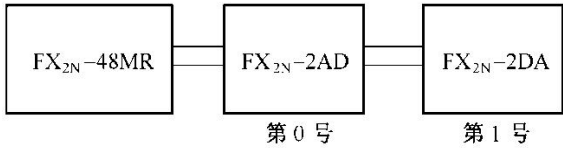
	<pre> 0 X000 X001 X004 * <变频器上电 ----- / ----- / -----> (Y004) Y004 Y006 ----- / ----- / -----> (Y006) 7 Y002 X003 Y004 ----- / ----- / -----> (Y006) Y006 ----- / ----- / -----> (Y006) 12 Y006 * <产生周期200s的脉冲信号 ----- / ----- / -----> (T0) K2000 ----- / ----- / -----> (T0) * <变频器启动时,选择速度1运行 ----- / ----- / -----> (K1Y000) {MOV K1 K1Y000} ----- / ----- / -----> (K1Y000) 24 T0 * <每隔200s,K1Y0加1,选择速度 ----- / ----- / -----> (K1Y000) K1Y000 K7 ----- / ----- / -----> (K1Y000) {INCP K1Y000} ----- / ----- / -----> (K1Y000) 33 X003 * <停止或报警时,复位Y0-Y3 ----- / ----- / -----> (K1Y000) X004 ----- / ----- / -----> (K1Y000) 40 X004 * <报警指示 ----- / ----- / -----> (Y005) 42 -----> [END] </pre>			
课堂小结	1 能根据控制要求，设计出离心机的 PLC 多段速控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写离心机的 PLC 多段速控制梯形图程序。			
布置作业	P218 页 11.12.13.14 题。			
教学反思				

任务 21	电热水炉温度的 PLC 控制		授课人		
课时	4		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.学会使用 FROM、TO 特殊功能指令。 2.掌握 PLC 控制的电热水炉温度 I/O 分配。 3.学习 PLC 控制电热水炉温度的程序编制，并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
	技能目标	1.掌握模拟量输入模块 FX2N-2AD、模拟量输出模块 FX2N-2DA 等特殊功能模块的使用和编程。 2.熟练操作 GX-Developer V8 编程软件，完成程序的编程、下载、监测等操作，对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写电热水炉温度的 PLC 控制程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求，设计出电热水炉温度的 PLC 多段速控制的外部接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五”职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习离心机的 PLC 多段速控制的编程方法，今天学习电热水炉温度的 PLC 控制程序。		讲授“洪家光”的事迹	讲述	思考
讲授新课	一、模拟量模块 模拟量输入（A/D）模块：将现场仪表输出的（标准）模拟量信号 4~ 20mA、0~ 5V、0~ 10VDC 等转化为 PLC 可以处理的一定位数的数字信号。  图 1 模拟量输入/输出示意图 模拟量输出（D/A）模块：将 PLC 处理后的数字信号转化为现场仪表可以接收的标准信号 4 ~ 20mA、0~ 5V、 0~ 10VDC 等。如：12 位数字量（0-4000）→ 4-20mA		洪家光，是中国航发黎明数控车工。他是普通车工数控车工双料高级技师，他研制的金刚石滚轮精密磨削工具技术，摘取了	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	2000 对应的转换结果： 12mA	2017 年度国家科技进步二等奖。无数个高光时刻的背后是巧到极致的技艺，是毫厘之间的精密磨削，是让加工航空发动机叶片的工具再精确一微米，是到一根头发丝二十五分之一的精心雕琢。20 多年来，他精益求精、努力钻研，通过技术革新为企业贡献力量。	提出问题	小组讨论
二、模拟量输入模块 FX2N-2AD 1. 简介 (1) FX2N-2AD 模块用于将 2 点模拟输入（电压输入或电流输入）转换成 12 位的数字量，并通过 FROM 指令读入 PLC 中。 (2) 提供 12 位高精度分辨率（$2^{12}=4096$）。数字输出范围 0~4096，一般调到 0 ~ 4000； (3) 2 通道电压输入（0 ~ 10V 或 0 ~ 5V）或电流输入（4 ~ 20mA）。 (4) 由 PLC 的基本单元提供内部电源，不单独使用电源。 2.模块连接 如图 2 所示，模拟输入通过双绞屏蔽电缆来接收。当电压输入时，将信号接在 VIN 和 COM 端；当电流输入时，信号接在 IIN 和 COM 端，同时将 VIN 和 IIN 之间进行短路处理，如图 2 所示。  图 2 FX2N-2AD 模块接线图 3.缓冲存储器分配 特殊功能模块内部均有数据缓冲存储器 BFM，它是 FX2N-2AD 同 PLC 基本单元进行数据通信的区域，这一缓冲区由 32 个 16 位的寄存器组成，编号为 BFM#0~BFM#31。 4.增益和偏置 电压输入：模拟值 0~10V，数字值 0~4 000 电流输入：模拟值 4~20mA，数字值 0~4 000			引导学生回答 讲述板书	听讲观察记忆
三、模拟量输出模块 FX2N-2DA 1. 简介 (1) FX2N-2DA 模拟量输出模块用于将 12 位的数字量转换成 2 路模拟量信号输出（电压输出或电流输出）。并通过 TO 指令写入 PLC 中。 (2)提供 12 位高精度分辨率($2^{12}=4096$)。数字输出范围 0~			提出问题	

4096，一般调到 0 ~ 4000； (3) 2 通道电压输出（0 ~ 10V 或 0 ~ 5V）或电流输出（4 ~ 20mA）。 (4) 对每一通道，可以规定电压或电流输出。 (5)由 PLC 的基本单元提供内部电源，不单独使用电源。 2.模块连接 如图 3 所示，在使用电压输出时，将负载的一端接在 VOUT 端，另一端接在 COM 端；在使用电流输出时，将负载的一端接在 IOUT 端；另一端接在 COM 端；并在 IOUT 和 VOUT 之间进行短路，当电压输出存在波动或有大量噪声时，在 VOUT 和 COM 之间连接 0.1~0.47μF /DC 25V 的电容器。电流负载接在 IOUT 和 COM 之间。 图 3 FX_{2N}-2DA 模块接线图 3.缓冲存储器的分配 BFM#16：存入由 BFM#17（数字值）指定通道的 D/A 转换数据，D/A 数据以二进制形式存在，并以低 8 位和高 4 位两部分按顺序进行存放和转换。 BFM#17：b0——通过 1→0，通道 2 的 D/A 转换开始； b1——通过 1→0，通道 1 的 D/A 转换开始； b2——通过 1→0，D/A 转换的低 8 位数据保持。 4. 增益和偏置 增益可以设置为任意值，为了充分利用 12 位数字值，建议输入的数字范围为 0~4000。例如，当电流输出为 4~20mA 时，调节 20mA 模拟输出量对应的数字值为 4000。当电压输出时，其偏置值为 0；当电流输出时，4mA 模拟量对应的数字输入值为 0。 四、缓冲存储器 BFM 的读写操作指令 FROM 和 TO 1. FROM 指令 FROM 指令（FNC78）的功能是实现对特殊模块缓冲区 BFM 指定位的读取操作。 X0：FROM 指令执行的起动条件。起动指令可以是 X、Y、内部继电器 M 等。 m1：特殊功能模块号（范围 0~7）。特殊功能模块通过扁平电缆连接在 PLC 右边的扩展总线上，可以连接最多 8 块特殊	讲述 板书 听讲 观察 记忆 讲述 板书 听讲 观察 记忆
---	---

功能模块，它们的编号从最靠近基本单元的那一个开始顺次编为 0~7 号。



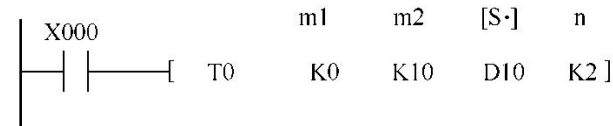
m2: 特殊功能模块缓冲存储器 (BFM) 首元件编号 (范围 0~31)。

[D]: 指定存放数据的首元件号。

n: 传送点数, 用 n 指定传送的字点数 (n=1~32)。

2. TO 指令

TO 指令 (FNC79) 的功能是由 PLC 向特殊单元缓冲存储器 BFM 写入数据的指令。



当 X0=ON 时, 将 PLC 中以 D10 开始的两个数据写入 0 号特殊功能模块内以 10 号缓冲存储器 (BFM#10) 开始的两个缓冲存储器中。

TO 指令的说明:

X0: TO 指令执行的起动条件。起动指令可以是 X、Y、内部继电器 M 等。

m1: 特殊功能模块号 (范围 0~7)。

m2: 特殊功能模块缓冲寄存器首地址 (范围 0~31)。

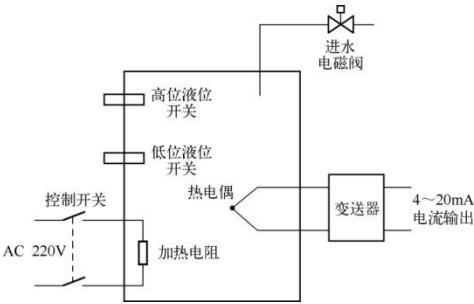
[S·]: 指定被读出数据的元件首地址。

n: 传送点数, 用 n (范围 1~32) 指定传送的字点数。

五、任务实施

电热水炉温度控制

如图 4 所示, 要求当水位低于低位液位开关时, 打开进水电磁阀进水; 当水位高于高位液位开关时, 关闭进水电磁阀停止进水。加热时, 当水温低于 80℃ 时, 打开电源控制开关开始加热; 当水温高于 95℃ 时, 停止加热并保温。

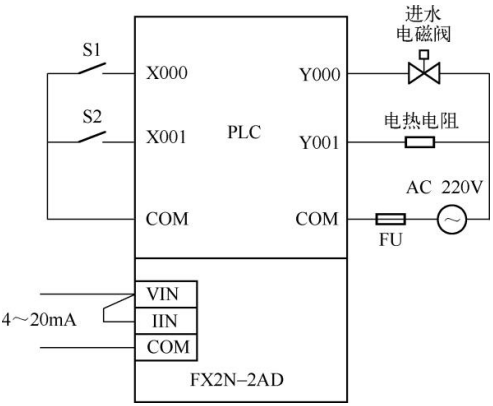
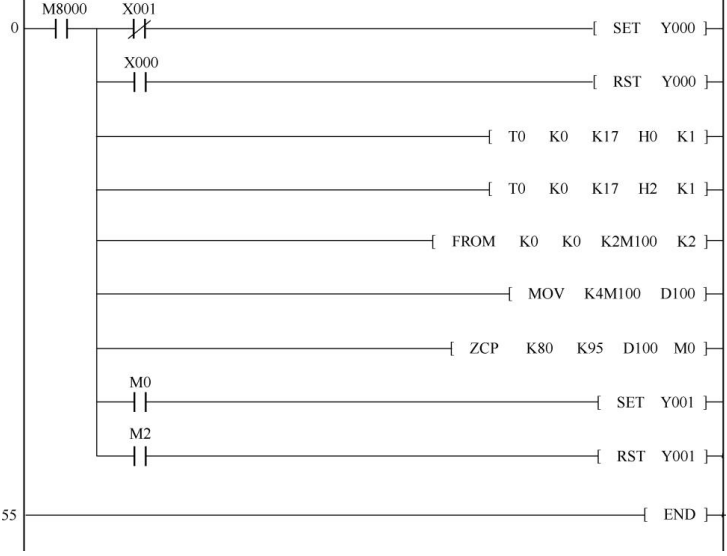


(1) I/O 地址分配表

输入端	高位液位开关 S1	X000
	低位液位开关 S2	X001
输出端	进水电磁阀	Y000
	加热电阻	Y001

演示
操作

学生
动手
操作

	(2) 画 PLC 外部接线图  (3) PLC 程序设计  <pre>0 M8000 X001 [SET Y000] X000 [RST Y000] [T0 K0 K17 H0 K1] [T0 K0 K17 H2 K1] [FROM K0 K0 K2M100 K2] [MOV K4M100 D100] [ZCP K80 K95 D100 M0] M0 [SET Y001] M2 [RST Y001] 55 [END]</pre>			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出离心机的 PLC 多段速控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写离心机的 PLC 多段速控制梯形图程序。			
布置 作业	P218 页 11.12.13.14 题。			
教学 反思				

任务 22	送风和循环系统的通信控制		授课人		
课时	2		时间		
班级			地点		
教学目标	知识目标	1.熟悉通信的基础知识。 2.掌握 N:N 网络通信和并行连接网络通信中软元件的分配及通信程序的编写。 3.学习两台 PLC 之间的通信的程序编制,并能正确完成下载、运行、调试及监控。			
	技能目标	1. 能够应用 FX _{2N} -485-BD 通信模块对 N:N 通信以及并行通信系统进行简单设计, 并进行基本编程。 2.熟练操作 GX-Developer V8 编程软件,完成程序的编程、下载、监测等操作, 对 PLC 程序进行调试、运行。			
	素质目标	1.培养学生严格按照生产实践的标准进行学习的学习习惯。 2.培养学生团结、协作及良性竞争的精神。 3.培养学生自己获取信息的能力及自学能力。			
教学重点	会编写送风和循环系统的通信控制程序。				
教学难点	能根据控制系统输入信号和输出信号的要求, 设计出送风和循环系统的通信控制的外部接线图, 熟练完成 PLC 的外部接线操作。				
教学方法	讲授法、案例法、演示法				
教学参考书	“十三五” 职业教育国家规划教材《电气控制与 PLC 应用技术》吕爱华编著				
教学内容——过程			思政元素	教师活动	学生活动
导入新课	前面学习电热水炉温度的 PLC 控制的编程方法, 今天学习送风和循环系统的通信控制程序。		讲授“王树军”的事迹	讲述	思考
讲授新课	一、数据通信基本概念 数据通信就是将数据信息通过适当的传送线路从一台机器传送到另一台机器。 数据通信系统一般由传送设备、传送控制设备和传送协议及通信软件等组成。 1. 数据通信方式 按同时传送的位数来分, 可以将通信分为并行通信和串行通信。 (1)并行通信。并行通信是指所传送的数据以字节或字为单位同时发送或接收。 (2)串行通信。串行通信是以二进制的位为单位, 一位一位地顺序发送或接收。 2. 数据传送方式 在通信线路上点对点的通信, 按照数据传送方向与时间的关系, 可以将数据通信方式划分为单工、半双工、全双工通信方式, 如图 1 所示。		王树军在普通的岗位上把属于自己的“那一件事”做出彩,用实际行动定义了人生价值,诠释了“工匠精神”。他用独创	讲述 板书	听讲 观察 记忆

	(1) 单工通信。单工通信是指信息的传送始终保持同一个方向，而不能进行反向传送，如图 1（a）所示。其中，A 端只能作为发送端，B 只能作为接收端。 (2) 半双工通信。半双工通信是指信息流可以在两个方向上传送，但同一时刻只限于一个方向传送，如图 1（b）所示。其中，A 端和 B 端都具有发送和接收功能，但传送线路只有一条，某一时刻只能 A 端发送 B 端接收，或者 B 端发送 A 端接收。 (3) 全双工通信。全双工通信能在两个方向上同时发送和接收数据，如图 1（c）所示。A 端和 B 端双方都可以一边发送数据，一边接收数据。 (a) 单工示意图 (b) 半双工示意图 (c) 全双工示意图 图 1 数据通信方式示意图 3. PLC 常用通信接口标准 PLC 通信主要采用串行异步通信，其常用的串行通信接口（标准）有 RS-232、RS-422 和 RS-485 等。 二、N:N 网络通信 1. N:N 网络的构成 N:N 网络通信是把最多 8 台 FX 系列 PLC 按照一定的连接方法连接在一起组成一个小型的通信系统，其中一台 PLC 为主站，其余的 PLC 为从站，每台 PLC 都必须配置 FX_{2N}-485 通信板，系统中的各个 PLC 能够通过相互连接的软元件进行数据共享，达到协同运作的要求。 2. 与 N:N 网络通信有关的辅助继电器和数据寄存器 在每台 PLC 的辅助继电器和数据寄存器中分别有一片系统指定的共享数据区，网络中的每一台 PLC 都有自己的共享辅助继电器和数据寄存器。 3. N:N 网络的设置 N:N 网络的设置只有在程序运行或 PLC 启动时才有效。 (1) 设置工作站号（D8176）。D8176 的取值范围为 0~7，主站应设置为 0，从站设置为 1~7。 (2) 设置从站个数（D8177）。该设置只适用于主站，D8177 的设定范围为 1~7，默认值为 7。 (3) 设置刷新范围（D8178）。刷新范围是指主站与从站共享的辅助继电器和数据寄存器的范围。 (4) 设定重试次数（D8179）。D8179 的取值范围为 0~10（默认值为 3），该设置仅用于主站。当通信出错时，主站就会根据设置的次数自动重试通信。 (5) 设置通信超时时间（D8180）。D8180 的取值范围为 5~255（默认值为 5），该值乘以 10ms 就是通信超时时间。该设置仅用于主站。	的“垂直投影逆向复原法”，解决了进口加工中心定位精度为千分之一度的 NC 转台锁紧故障，打破了国外技术封锁和垄断。他，致力中国高端装备研制，不被外界高薪诱惑，坚守铸造重型机车“中国心”。	提出问题 引导学生回答 讲述 板书 提出问题 引导学生回答	小组讨论 听讲 观察记忆 小组讨论
--	--	--	---	---

三、并行通信

并行通信用来实现两台同一组的 FX 系列 PLC 之间的数据自动传送，其系统构成如图 2 所示。

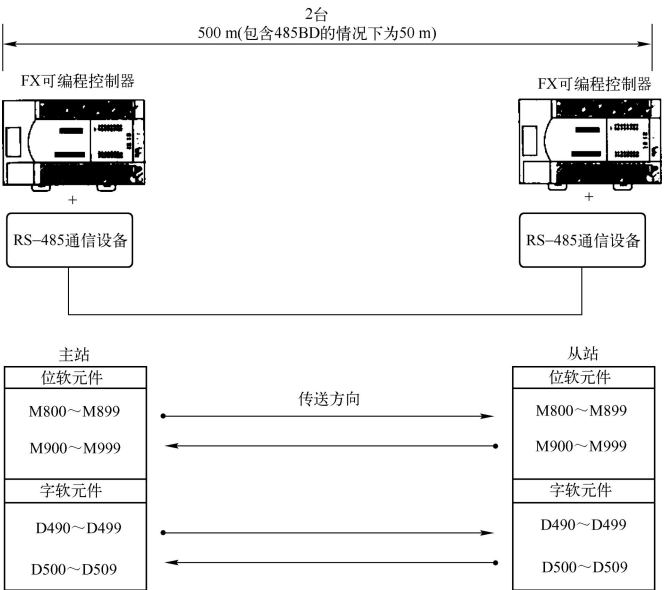


图 2 并行通信系统组成

1. 普通模式

并行通信的普通模式如图 3 所示，必须使 M8162=OFF。通过 M8070 和 M8071 分别将连接在一起的两个 PLC 设置为主站和从站，主站中的 M800~M899 一共 100 个辅助继电器的状态可以传递到从站中，供从站使用；从站中的 M900~M999 一共 100 个辅助继电器的状态可以传递到主站中，供主站使用。

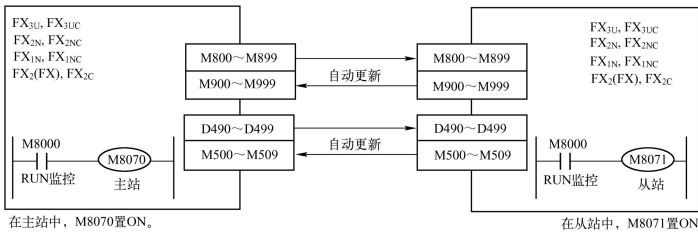
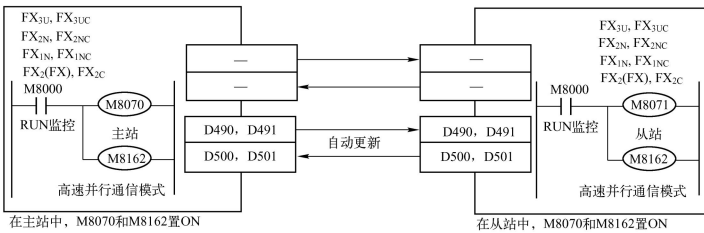


图 3 普通模式

2. 高速模式

并行通信的高速模式如图 4 所示，必须使 M8162=ON。通过 M8070 和 M8071 分别将连接在一起的两个 PLC 设置为主站和从站。高速模式中主站和从站共享的只有 2 个字元件，主站是 D490 和 D491，从站是 D500 和 D501。



讲述
板书

听讲
观察
记忆

讲述
板书

听讲
观察
记忆

图 4 高速模式

五、任务实施

某控制系统由送风和循环系统组成，如图 5 所示，它们均由一台功率为 10kW 的电动机驱动，并且两台电动机分别由两台 PLC 控制其直接启动。现需要两个系统能进行数据通信，具体要求如下。

(1) 送风系统（主站）的 PLC 既能控制本站的送风电动机启停，也能控制循环系统的电动机启停。

(2) 循环系统（从站）的 PLC 既能控制本站电动机启停，也能控制送风电动机的启停。

(3) 两控制系统均能监控对方的运行和过载状态，当某一系统电动机出现过载时，两系统电动机均停止，并能在本系统中显示另一系统的过载信息。

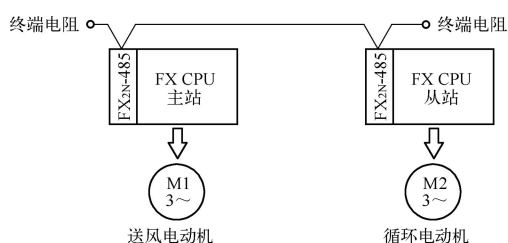


图 5 通信系统构成图

两个通信板的接线如图 6 所示。

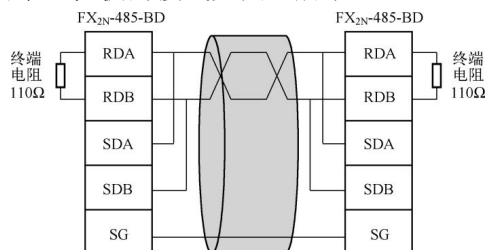
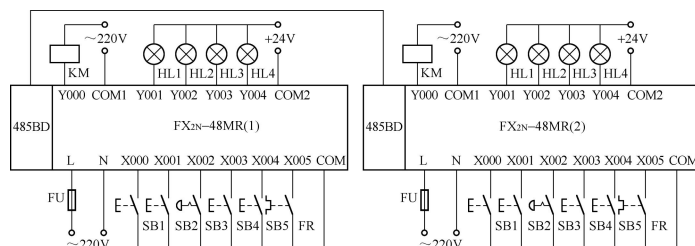


图 6 并行通信中 FX2N-485-BD 的接线

(1) I/O 地址分配表

输 入 端		输 出 端	
本站启动按钮 SB1	X000	本站接触器 KM	Y000
本站停止按钮 SB2	X001	本站运行指示灯 HL1	Y001
本站急停按钮 SB3	X002	本站过载指示灯 HL2	Y002
对方启动按钮 SB4	X003	对方运行指示灯 HL3	Y003
对方停止按钮 SB5	X004	对方过载指示灯 HL4	Y004
本站过载信号 FR	X005		

(2) 画 PLC 外部接线图



演示
操作

学生
动手
操作

	(3) PLC 程序设计 (a) 主站程序			
课堂 小结	1 能根据控制要求，设计出送风和循环系统的通信控制的硬件接线图，熟练完成 PLC 的外部接线操作。 2.用功能指令编写送风和循环系统的通信控制梯形图程序。			
布置 作业	P273 页 17.18.19 题。			
教学 反思				