

《电气控制与 PLC》课程教学标准

一、课程概述

1. 基本信息

课程名称：电气控制与 PLC

课程代码：43010101D

课程类型：理论+实践

课程总学时：52（其中：理论课时：32，实践课时：20）

标准适用专业：发电厂及电力系统

专业代码：430101

2. 课程定位

《电气控制与 PLC》是发电厂及电力系统专业的职业拓展选修课程。课程中引入 GB/T 6988.1-2008 电气图形符号、GB/T4728.1-2005《电气简图用图形符号》、GB/T5465.2-1996《电气设备用图形符号》和 GB/T7159-1987《电气技术中的文字符号制订通则》等国家标准，引入电气设备安装工、维修电工等职业标准，引入电气装置安装工程施工规范等。本课程包含电气控制线路的工作原理和 PLC 编程两大方面内容，教会学生正确使用电工工具和电工仪器仪表，能识读电气控制线路，设计基本电气控制线路，并进行典型电气控制线路的安装、调试和检修；教会学生合理选用 PLC 指令设计基本控制程序，并下载调试，能从事电气设备安装与维护、系统控制程序设计、调试与维护及工程技术文件的编制和归档等工作。同时培养学生具备诚实、守信、善于协作、爱岗敬业的职业道德和职业素质。预修课程为《电路》、《电子技术》、《电机学》等课程。主修完本课程后，学生可从事设备检修与试验、电气技术员、安装调试工、PLC 程序设计员等岗位。

二、课程目标

（一）总体目标

通过本课程的学习，教会学生综合运用电工工具、电工仪表和 PLC 控制技术，完成电气控制线路的识读、绘制、设计、安装与调试；完成基本控制程序的程序设计及调试；完成故障诊断与维修及工程文件的编制、归档等工作，具备在生产一线从事电气设备设计、安装、调试、维护、生产组织与管理及技术服务等能力；培养诚实、守信、协作、爱岗、敬业的职业道德和职业素质。

（二）分项目标

1. 知识目标

- （1）掌握常用低压电气元件的结构和应用，典型电气控制线路的工作过程；
- （2）掌握电气控制线路的设计方法；

- (3) 了解 PLC 的组成和工作过程;
- (4) 掌握 PLC 编程语言和指令的应用;
- (5) 掌握时钟存储器的参数设置方法;
- (6) 掌握 PLC 程序块的类型;
- (7) 掌握西门子 PLC 控制系统的设计方法;
- (8) 掌握自动化生产线控制系统 PLC 通讯方法和通讯协议;
- (9) 掌握工程项目报告的书写格式。

2. 技能目标

- (1) 能够正确选用电器元件;
- (2) 能够正确使用电工工具, 根据装配工艺安装和调试电气控制线路;
- (3) 能够阅读和设计基本电气控制线路;
- (4) 能正确进行 PLC 的选型和硬件组态, 熟练应用编程语言和编程软件;
- (5) 能选择编程方法和程序结构, 设计基本控制程序并进行现场调试;
- (6) 能正确选择 PLC 通讯方式, 实现设备之间的通讯, 并进行现场调试;
- (7) 具有资料整理和文件归档的能力。

3. 素质目标

- (1) 遵守行业标准, 尊重法律法规, 较高的政治思想品德;
- (2) 具有良好的心理素质和职业道德;
- (3) 具有创新意识和创新精神;
- (4) 具有团结协作的态度, 细心踏实的工作作风;
- (5) 具有安全生产意识, 认真负责的工作习惯和严谨的敬业精神;
- (6) 具有吃苦耐劳、精益求精的工匠精神。

三、教学内容与要求

课程教学目标对本课程主要内容进行的设计, 按工作任务分类, 教学内容选取根据人才培养目标、岗位要求和前后课程的衔接, 统筹考虑和选取, 并将电气控制相关先进技术、优秀文化和职业资格、技能等级等内容融入教学内容。具体见表 1。

表 1 模块式课程结构、工作任务及知识点、技能点

模块	项目	工作任务	课程内容及主要知识点、技能点	教学重点及难点	实践教学
模块一 继电器接触器控制系统	常用电压 电器元件 识别	1. 电器元件的识别	1. 电器元件的结构与工作原理 ※ 知识点: 低压电器分类、结构; 开关、接触器、继电器、主令电器等元件的分类、功能、符号; 技术参数与选型原则; 技能点: 能正确进行电器元件的选型;	重点: 电器元件的选型; 难点: 电器元件的测试;	电器元件选型是通过随堂实训环节完成, 电器元件的拆装与测试技能点是通过课程单设的综合实训完成。
		2. 电器元件的拆装与测试	2. 电器元件的拆装与测试 知识点: 电器元件拆装步骤、方法, 拆装工艺要求、测试方法; 技能点: 熟练拆装接触器等电器元件, 会测试电器元件的性能;		

	电气控制 线路安装 与调试	3. 基本控制电 路安装与调试	3. 接触器自锁控制电路※ 知识点: 电器控制图的读图原则; 点动、连续、顺序、多地、正反转控制电路的结构、动作原理, 自锁环节的作用, 互锁的作用, 常用保护措施; 技能点: 能正确识别电路图中的元件, 依据工艺要求熟练安装控制电路, 会通电测试; 典型故障的排除, 设计基本控制电路;	重点: 电路结构、动作原理; 难点: 控制电路安装、测试、故障排查	能正确识别电路图 中的元件、设计基本控制电路是通过随堂实训环节完成, 控制电路安装与测试、电器元件的拆装与测试故障排查技能点是通过课程单设的综合实训 I 完成。	
	4. 减压启动控制 电路的安装 与调试	4. 减压启动控制电路 知识点: 减压启动的实质、减压控制电路的分类、减压启动控制电路的结构及动作过程; 常用保护措施; 技能点: 依据工艺要求熟练安装星形-三角形减压控制电路, 电路的测试, 常见故障的排除。				
	5. 常用制动电 路的安装与 调试	5. 电气制动控制电路 知识点: 电气制动的分类、速度原则制动控制电路的结构及动作过程; 电流原则制动控制电路的结构及动作过程; 技能点: 熟练分析控制电路, 能进行常见故障的排除。				
模块二 可编程控制 器控制系统	PLC 的硬 件系统	6. PLC 组成与工 作原理的表达	6. PLC 的组成与工作原理 知识点: PLC 的产生、特点, PLC 的组成和各部分功能, PLC 的扫描周期, PLC 的工作原理; 技能点: 描述 PLC 的工作原理;	重点: PLC 的工作原 理、I/O 地址分配; 难点: : PLC 的工作原 理、I/O 外部接线和测 试	本项目描述 PLC 的工 作原理、会 I/O 地址分 配、会 I/O 外部接线 并测试, 组态 PLC 硬 件系统是通过随堂实 训环节完成。	
		7. 组态 PLC 的 硬件系统结构	7. PLC 的硬件系统结构 知识点: CPU、存储器、电源模块、I/O 端口、扩展模块, I/O 地址分配原则、I/O 外部接线原则, PLC 硬件系统构成; 技能点: 会 I/O 地址分配、会 I/O 外部接线并测试, 组态 PLC 硬件系统。			
	PLC 编程 基础	8. 区分数据类 型与寻址方式	8. 数据类型与寻址方式※ 知识点: 位、字节、字、双字、整数、浮点数、字符, CPU 的存储区、直接寻址方式、间接寻址方式; 技能点: 会表示数据的不同形式。	重点: 数据 类型: 位逻辑指令的功 能、数学运算指令的功 能; 难点: 数据 的表示, 程序调试	本项目会 表示数据 的不同形 式、编程 软件的操作、设计 PLC 基 本控制、程 序下载与 调试、定时 器与计数 器扩展应 用是通过 随堂实训 环节完 成。	
		9. 使用编程软 件	9. 编程软件 知识点: 程序结构, 编程语言, 编程软件的界面; 技能点: 编程软件的操作, 帮助功能应用;			
		10. 位逻辑指令 及应用	10. 位逻辑指令※ 知识点: 位逻辑指令的功能, 编程基本方法与技巧; 定时器指令的功能, 计数器指令的功能, 技能点: 会设计 PLC 基本控制, 程序下载与调试, 定时器与计数器扩展应用。			
		11. 数学运算指 令及应用	11. 数据运算指令※ 知识点: 局部变量与全局变量, 模拟量的处理、数据转换与比较指令、传送指令、数据运算指令等、常用特殊存储器的功能; 技能点: 会设计基本数学运算程序, 程序调试和优化。			
	综合实训 I	典型基本 控制线路 的安装与 调试	拆装常用电 器元件, 安装基本 控制线路与测 试	绘制接线图, 控制线路装配与测试, 故障 排查	重点: 绘制 接线图, 控 制线路装配 与测试;	说明: 指课程单 设的综合 实训。

				难点：故障排查	
综合实训 II	PLC 的基本工程应用	设计控制程序并调试※	顺控系统程序设计与调试, PLC 与触摸屏的通信, PLC 控制变频器	重点：顺控系统程序设计, PLC 与触摸屏的通信, PLC 控制变频器; 难点：程序调试	指课程单设的综合实训

说明：(1) 本课程对应的光伏电站运维“1+X”职业资格证书证书，并在对应内容中标注“※”。

四、教学设计

根据发电厂电力系统专业的工作任务与职业能力分析，为使学生能识读电气控制线路，设计基本电气控制线路，并进行典型电气控制线路的安装、调试和检修；教会学生合理选用 PLC 指令设计基本控制程序，并下载调试，能从事电气设备安装与维护、系统控制程序设计、调试与维护及工程技术文件的编制和归档等工作，为本课程设计了 4 个学习项目，在项目的教学实施中，进一步分解成 12 个学习型工作任务。具体见表 2。

表 2 课程教学设计表

模块	教学内容		学时进度计划		
	项目	工作任务	总课时	理论教学	实践性教学
1	常用低压电器元件识别	1. 电器元件的识别	5	5	0
		2. 电器元件的拆装与测试	1	0	1
	基本电气控制线路安装与调试	3. 基本控制电路安装与调试	6	6	0
		4. 减压起动控制电路的安装与调试	2	2	0
		5. 常用制动电路的安装与调试	2	2	0
2	PLC 的硬件系统	6. PLC 组成与工作原型的表达	4	2	2
		7. 组态 PLC 的硬件系统结构	4	2	2
	PLC 编程基础	8. 区分数据类型与寻址方式	2	2	0
		9. 使用编程软件	2	1	1
		10. 位逻辑指令及应用	16	6	10
	11. 数学运算指令及应用	8	4	4	
※综合实训 I		绘制接线图, 安装和测试基本控制线路。(结合任务 2、3、4、5) 个人完成控制线路装配与测试、故障排查	25	/	25

※综合实训Ⅱ	程序设计与调试,变频器参数设置(结合任务8、9、10、11)个人完成控制程序设计与调试,系统组态、参数设置	25	/	25
合计		102	32	70
课时比例(实践性教学比例68.6%,以技能实训为主)		100%	30.4%	69.6%

五、教学方法

电气控制与 PLC 课程是一门实践性和综合性很强的工程应用性课程,课程基于继电器接触器控制系统和可编程控制器系统的教学内容,由企业技术人员和校内教师共同探讨,针对不同的教学环节采用采取项目导向、任务驱动、分组讨论、经验交流、现场教学等教学方法。将课堂设在实训室,边讲边做,虚拟仿真、模拟操练与真实生产工程相结合,使知识与技能从“基础到专业”、从“简单到复杂”的层层推进,锻炼学生系统控制工程的实施能力和创新能力。根据学习项目或学习型工作任务,提出典型教学方法建设,见表3。

表3 教学方法和手段表

编号	项目名称	学习型工作任务	教学方法和手段
1	常用电压电器元件识别	1. 电器元件的识别	信息化教学 现场教学
		2. 电器元件的拆装与测试	项目导向 边讲边练
2	基本电气控制线路安装与调试	3. 基本控制电路安装与调试	任务驱动
		4. 减压起动控制电路的安装与调试	任务驱动
		5. 常用制动电路的安装与调试	任务驱动
3	PLC 的硬件系统	6. PLC 组成与工作原型的表达	信息化教学 分组讨论
		7. 组态 PLC 的硬件系统结构	信息化教学 现场教学
4	PLC 编程基础	8. 区分数据类型与寻址方式	虚拟仿真 边讲边练
		9. 使用编程软件	信息化教学 现场教学
		10. 位逻辑指令及应用	任务驱动 仿真教学

			边讲边练 现场教学
		11. 数学运算指令及应用	任务驱动 仿真教学 边讲边练 现场教学
总计			52

六、实训操作及成果要求

根据课程技能要求,对接职业岗位能力,确定该课程的实践教学相关要求见表。

表 实训操作及成果要求

职业能力	实践教学模块	工作任务	实训操作及成果要求	学时安排
1. 基本电器元件的选型	模块一 常用电压电器元件识别	1. 电器元件的识别	认识电器元件, 元器件选型	0
		2. 电器元件的拆装与测试	绘制元器件图形符号, 书写文字符号,	1
2. 电气控制线路的阅读	模块二 控制电路安装与调试	3. 基本控制电路安装与调试	能正确识别电路图中的元件, 分析控制线路的工作过程, 常用保护措施	0
		4. 减压起动控制电路的安装与调试		0
3. PLC 的选型和硬件组态	模块三 PLC 的硬件系统组态	7. 组态 PLC 的硬件系统结构	会 I/O 地址分配、会 I/O 外部接线并测试, 组态 PLC 硬件系统	4
4. 基本控制程序设计, 现场调试	模块四 PLC 编程基础	8. 区分数据类型与寻址方式	PLC 基本控制程序与调试	0
		9. 使用编程软件		1
		10. 位逻辑指令及应用		10
※综合能力	综合实训 I	※典型基本控制线路的安装与调试	绘制接线图, 安装和测试基本控制线路。(结合任务 2、3、4、5) 完成控制线路装配与测试、故障排查	25
※综合能力	综合实训 II	※控制程序设计与调试	(结合任务 8、9、10、11) 完成控制程序设计与调试, 系统组态、参数设置	25
合 计				66

七、考核方式

1. 考核方式

- (1) 形成性考核: 包括出勤、学习态度、独立完成作业、课堂中的表现综合评定。
- (2) 终结性考核: 分开卷和闭卷两部分, 知识考核闭卷, 能力考核开卷。

成绩形成包括形成性考核点 60%~80%，终结性考核占 20%~40%。

2. 考核内容

(1) 知识考核：考核基本知识、基本原理、基本方法。

(2) 能力考核：运用基本理论和方法发现问题、分析问题和解决问题的技能。

《电气控制与 PLC》课程考核时应按照项目分别考核，课程考核成绩是 4 个项目考核成绩按照一定的权重进行累计，不再安排期末集中考试。每个项目成绩都是从知识、能力、素质三方面考核。考核可依据提交的成果、作业、平常表现及小组互评的结果进行，考核方式可采用卷面和实操。

课程考核成绩表

考核内容	成绩		权重	项目成绩	项目成绩权重	课程考核成绩			
常用低压电器元件识别	知识	100	0.3	100	0.1	100			
	技能	100	0.4						
	态度	100	0.3						
基本电气控制线路安装与调试	知识	100	0.3	100	0.2		100		
	技能	100	0.4						
	态度	100	0.3						
PLC 的硬件系统	知识	100	0.3	100	0.2			100	
	技能	100	0.4						
	态度	100	0.3						
PLC 编程基础	知识	100	0.3	100	0.5				100
	技能	100	0.4						
	态度	100	0.3						

八、教学资源及要求

(一) 教材及参考资料

说明：课程学习资源：如教材、实训指导书、学习参考书；信息化教学资源：如多媒体课件、网络课程、多媒体素材、电子图书和专业网站的开发与利用。

1. 推荐教材

校本讲义. 电气控制与 PLC .

2. 参考书目（小四号宋体加粗）

(1) 黄永红. 电气控制与 PLC 应用技术: 西门子 S7-200 SMART PLC (第 3 版)[M]. 北京: 机械工业出版社. 2019.

(2) 王明武. 电气控制与 S7-200 SMART PLC 应用技术(第 3 版)[M]. 北京: 科学出版社. 2021.

(3) 廖常初.S7-200 SMART PLC 编程及应用 第 3 版[M].北京：机械工业出版社.2019.

(4) 向晓汉.西门子 PLC、触摸屏及变频器综合应用从入门到精通[M].北京：化学出版社.2020.

(5) 张伯龙.电气控制入门及应用[M].北京：化学出版社.2020.

(6) 刘振全.电气控制入门到精通[M].北京：化学出版社.2020

3. 资源网站

(1) http://w2.siemens.com.cn/news_events/events/common/roadshow/frame.asp

(2) <http://www.cechina.cn/Company/25273/index.aspx>

(3) <http://www.gongkong.com/>

(4) <http://www.chinakong.com/>

(二) 教学保障条件

1. 软硬件条件

校内工控网络实训室现有与西门子 S7-200 SMART PLC 控制系统实训设备 40 套，S7-1500/S7-300 PLC 控制系统 15 套，电气控制实训室现有电气控制板 100 套。按新修订课程标准对技能培养的要求，基本能满足校内实训教学实训条件要求。

本课程的教学活动采用多媒体课件等信息化技术手段进行教学，本课程建有省级精品资源课，网上教学空间、精品课程蓝墨云班课等，已将本课程教学标准、电子教案、多媒体课件、课程指南、习题与解答、在线答疑系统、教学仿真软件及其他教学资源全部上网，实现了资源共享。

2. 师资条件

本课程主讲教师要求具有双师素质，要求至少专任教师 3 人，兼职教师 3 人，兼职教师要求来自企业生产一线的工程技术人员。专兼比例 1:1。