



全国电力行业“十四五”规划教材
高等教育电气与自动化类专业系列

电气控制与 PLC应用

第四版

主 编 范永胜 王 岷
副主编 常 青 梁丽华
编 写 张 波 席 维
主 审 郁汉琪



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为全国电力行业“十四五”规划教材，中国电力教育协会高校电气类专业精品教材。

本书是在第三版的基础上经过修改完善编写而成的。全书共八章，内容包括常用低压电器、电气控制电路的基本规律、电气控制电路设计、可编程控制器概述、FX 系列可编程控制器编程元件及指令系统、FX 系列可编程控制器程序设计方法、PLC 控制变频器方法及应用、PLC 在 PID 控制中的应用。可编程控制器是以当前极具代表性的 FX3U 系列 PLC 为例进行了系统阐述，同时也对 FX3U 系列 PLC 的升级产品 FX5U 系列 PLC 同步进行了介绍。本书语言通畅、叙述清楚，讲解由简到繁、循序渐进，注重读者应用能力的培养，通过案例分析来帮助读者完成知识的理解和吸收。一些主要习题附有答案，供读者参考学习。

本书既可以作为普通高等院校电气工程及其自动化、自动化、测控技术与仪器、机械设计制造及其自动化等专业的教学用书，也可以作为控制工程、电气工程领域工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

电气控制与 PLC 应用/范永胜，王岷主编；常青，梁丽华副主编. -- 4 版. -- 北京：中国电力出版社，2025.2

ISBN 978-7-5198-9195-4

I. ① TM571

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024E42P13 号

出版发行：中国电力出版社

地 址：北京市东城区北京站西街 19 号（邮政编码 100005）

网 址：<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：乔 莉

责任校对：黄 蓓 朱丽芳

装帧设计：郝晓燕

责任印制：吴 迪

印 刷：廊坊市文峰档案印务有限公司

版 次：2004 年 8 月第一版 2007 年 2 月第二版 2014 年 4 月第三版 2025 年 2 月第四版

印 次：2025 年 2 月北京第一次印刷

开 本：787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张：17

字 数：404 千字

定 价：52.80 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



前言

为了适应电气控制技术的发展,特别是 PLC 应用技术快速发展的需要,对第三版内容进行了修订。修订过程中坚持结合生产实际、突出工程应用和内容通俗易懂的原则,保留了精选内容,删除了过时内容,增加了控制与保护开关电器、FX3U、FX5U 及 PLC 在 PID 控制中的应用等实用内容。

本次修订主要变动内容如下:

(1) 第一章主要介绍了常用低压电器,该章新增了第九节“控制与保护开关电器”,详细介绍了控制与保护开关电器的基本概念、结构、工作原理、分类、主要技术参数与性能指标、常见 CPS 简介、CPS 适用范围和典型用途等内容。

(2) 第二章讲述了电气控制线路的基本规律,该章第二节的可逆控制和互锁环节增加了 KB0 设计可逆控制的内容,作为第一章新增内容的具体应用。

(3) 第四章在介绍了 PLC 基本组成和工作原理的基础上,增加了第五节“FX3U 和 FX5U 系列 PLC 硬件介绍”和第六节“GX Works2 与 GX Works3 编程软件介绍”两节新内容。

(4) 第五章第一节“FX 系列 PLC 的技术指标”内容基本全部更新,由原来的介绍 FX0S、FX0N、FX2N 型号技术指标变为简单介绍 FX2N 型号技术指标基础上,详细介绍了 FX3U、FX5U 系列的相关技术指标。考虑到 FX5U 系列与 FX3U 系列 PLC 基本指令有所不同,该章增加了第五节“FX5U 与 FX3U 不同之处”。

(5) 第七章题目由原来的“PLC 控制变频器方法及编程器和编程软件的使用”变更为“PLC 控制变频器方法”,删除了第七章第三节“简易编程器的使用方法”和第四节“编程软件介绍”的过时内容。

(6) 增加了第八章“PLC 在 PID 控制中的应用”,详细介绍了“FX3U 模拟量模块与 FX5U 内置模拟量”“PID 的基本知识”及“PID 液位控制案例”三部分内容,并在案例中使用组态王软件设计了上位机监控系统。

(7) 习题中增加了关于 FX3U 与 FX5U 系列 PLC 的内容。习题参考答案中有的使用 FX3U 系列 PLC 进行了作答,有的使用 FX5U 系列 PLC 进行作答,目的是促进大家分别练习 GX Works2 与 GX Works3 编程软件的使用,熟练掌握两种机型的相关指令。

(8) 增加了附表 14~19,提供了 KB0 的各种相关参数。删除了原来陈旧的附录 B、附录 C。

本书由河北建筑工程学院的范永胜、山东建筑大学的王岷主编,河北建筑工程学院的

常青、山东建筑大学的梁丽华任副主编，河北建筑工程学院的张波、席维参编。第一章的第一至八节、第二章、第三章及附表 1~13 由王岷编写；第一章的第九节及附表 14~19 由梁丽华编写；第四章的第一至四节、第五章的第二至四节、第六章、第七章由范永胜编写；第四章的第五、六节，第五章的第一、五节，第八章由常青编写；PLC 部分的习题由张波解答并调试；席维参与了 PID 控制案例上位机设计及系统调试的部分工作。

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2024 年 8 月



目 录

前言

第一章 常用低压电器	1
第一节 概述	1
第二节 常用低压电器的基本问题	5
第三节 接触器	18
第四节 继电器	24
第五节 主令电器	39
第六节 熔断器	45
第七节 低压断路器	51
第八节 电磁执行机构	57
第九节 控制与保护开关电器	60
习题	69
第二章 电气控制电路的基本规律	70
第一节 电气控制电路的绘制原则	70
第二节 电气控制电路中的基本环节	73
第三节 三相交流电动机启动控制电路	80
第四节 三相交流电动机的制动控制电路	84
第五节 电气控制电路中的保护环节	86
习题	90
第三章 电气控制电路设计	91
第一节 电气控制电路的一般设计方法	91
第二节 电气控制电路的逻辑设计方法	103
习题	126
第四章 可编程控制器概述	129
第一节 可编程控制器的产生及定义	129
第二节 可编程控制器的特点及应用	130
第三节 可编程控制器的分类和发展	132
第四节 可编程控制器的基本组成和工作原理	135
第五节 FX3U 和 FX5U 系列 PLC 硬件介绍	141

第六节 GX Works2 与 GX Works3 编程软件介绍	149
习题	157
第五章 FX 系列可编程控制器编程元件及指令系统	158
第一节 FX 系列可编程控制器的技术指标	158
第二节 FX 系列可编程控制器的编程元件	164
第三节 FX 系列可编程控制器的基本逻辑指令	173
第四节 FX 系列可编程控制器的功能指令	177
第五节 FX5U 与 FX3U 不同之处	192
习题	195
第六章 FX 系列可编程控制器程序设计方法	198
第一节 梯形图的分析设计法	198
第二节 梯形图的时序设计法	205
第三节 顺序功能图的设计	207
第四节 功能指令的应用实例	216
习题	221
第七章 PLC 控制变频器方法及应用	223
第一节 PLC 控制变频器的方法	223
第二节 PLC 控制变频器应用实例	228
第八章 PLC 在 PID 控制中的应用	236
第一节 FX3U 模拟量模块与 FX5U 内置模拟量	236
第二节 PID 的基础知识	246
第三节 PID 液位控制案例	248
附录 常用低压电器主要技术参数	257
参考文献	266