

基于仿真技术的 PLC 逻辑控制系统设计训练实验室建设

姜建芳，陈新华，杨秀爽，王军旺

(南京理工大学 自动化学院, 南京 210094)

摘要: 实验教学作为高等学校教学体系的重要组成部分, 是培养学生创新意识和实践能力的重要途径。为了培养有特色的高素质工程研究应用型人才, 加强实践教学环节中综合性和设计性实验, 建立有特色的综合实验平台就显得很有必要了。本文讲述了PLC综合实验室中逻辑控制仿真实验的建设, 引入了柔性化实验体系的新理念, 介绍了实验室开放的方式和内容, 以及如何培养学生的工程意识和创新能力。

关键词: PLC ; 逻辑控制; 仿真; 实验教学

中图分类号: TP2

PLC Logic Control System Design Training Laboratory Construction Based on Simulation Technology

JIANG Jian-fang, CHEN Xin-hua, YANG Xiu-shuang, WANG Jun-wang

(College of Automation, Nanjing Univ. of Science & Technology, Nanjing 210094, CHINA)

Abstract: Experimental Teaching as an important component of the Higher Education System is an important way to train awareness of innovation and the ability to practice of students. In order to cultivate a high quality of the application of engineering talent and strengthen the comprehensive and designing of the experiments, it is a very necessary to establish a comprehensive experimental platform. This paper described PLC logic control laboratory simulation building and the introduction of a flexible system in the process, introduced the laboratory open manner and content, as well as how to train engineering students awareness and ability of the innovation.

Key words: PLC; logic control; simulation; experimental teaching

CLC number: TP2

1. 引言

随着社会生产技术的进步和经济的发展, 自动化技术在社会生产中起到了越来越重要的作用, 社会也对自动化人才需求量越来越大! 作为自动化的一个分支, PLC 技术也受到了广泛的关注。但是, 目前在技能型人才培养方面, 我国的培养计划和教学内容滞后于社会对技能型人才的要求, 尤其是实训环节。这个环节本来应该及时吸收科学技术和社会发展的成果, 让学生在模拟的工业环境下锻炼实际动手能力和创新能力。但是由于实验室硬件设施和建设资金等诸多问题, 使得不能够完全在硬件上满足学生对技能培训的要求, 于是我们利用软件的可重用性和低成本的优势, 利用工业软件对被控对象进行仿真, 并将对象仿真和控制程序相互连接, 在一定程度上再现了真实系统的流程, 以期达到增加学生感性认识, 培养学生动手能力的目

的。

2. 逻辑控制仿真实验室教学

在现实的工业控制系统中存在着大量的逻辑控制和过程控制，本文主要探讨 PLC 逻辑控制仿真实验室建设与教学。传统的实验教学是理论教学的附属手段，实验内容是理论知识的验证，实验方法是学生按照实验指导书上规定的步骤完成实验，整个实验过程中学生完全是消极被动的。学生对实验内容、方法不感兴趣，显然这种教学方法难以培养学生实践能力和创新能力。本文所要讲述的逻辑控制仿真实验以 FESTO 公司生产的模块化生产系统为依托，突破传统的实验教学模式，通过实验难度从简单到复杂的设置让学生能够分阶段的将课堂上所学到的知识运用到完成实验的过程中，帮助学生对所学的知识 and 实验内容进行梳理后，达到培养学生动手能力和创新能力。

2.1 PLC逻辑控制实验室的实验类型

(1) 演示性实验:将逻辑控制仿真系统实验面向学生开放,使得学生通过观看整个仿真系统实验运行过程,开阔眼界,对所要用到的知识领域有一个感性的认识,激励学习热情。

(2) 应用性必修实验:通过练习简单的应用性实验,让学生达到了解软件编程,掌握一些基本的实验技能训练的目的。简单应用性实验主要包括顺序控制实验,分类选择顺序控制实验,循环控制实验等。之所以主要包括这三种实验是因为实际中的控制过程都是由它们组合而成的,它们是经典。而学生通过练习这些简单的控制实验,就能够将学到的知识在实验中得到实践,能够深入浅出的体会和学习到所需要掌握的知识技能。

(3) 综合性必修实验:在基本实验技能训练得到保证的基础上,开设一定数量的、与工程实际结合较紧密的综合性实验,增强学生的工程意识和设计大型控制系统的能力。

(4) 科研选修实验:结合科研课题或实验技术课题,吸收学生参与实验室建设,参与教师和实验室人员的科研活动并取得阶段性成果,增强学生的创新意识和创新能力。

2.2 PLC逻辑控制仿真实验教学

在针对大一的新生做演示性实验时，可以由实验指导老师，将各个软件开启，联合演示给学生看，从而让学生对所需要掌握得知识以感性的认识。然后可以让学生参加一些简单的逻辑控制实验，增加他们对上述各种软件的感性认识，并对具体的编程方法有所了解。

而针对大二，大三的学生在做一些经典实验的时候，例如，简单的顺序控制，选择控制，循环控制等基础实验，较为熟练的掌握各种软件的编程方法，为综合实验作铺垫。而当学生从简单的逻辑实验到经典实验做完后，他们对逻辑控制系统就有了初步的认识，然后就可以让他们从逻辑控制系统的整体上把握综合实验，可以让他们研究软件的代码，让学生自己动手编程，将自己编的程序下载到PLCSIM中，来检验是否正确，同时也可以通过对比源代码，知道哪些地方是自己欠考虑的，从而得到提高，并且对系统有一个整体全面的了解。对于学习能力比较强的学生，甚至可以组织他们模仿这个仿真实验平台的搭建，搭建新的软件实验平台，从而很好的提高了他们的动手能力和创新能力。

同时，由于各个站之间的独立性，在实验安排的时候，可以将实验任务分配给若干个组，每一个完成一个站的设计任务。而一个站的设计，又是主要由Step 7，SIMIT，FluidSIM-P三款软件搭建而成的，所以每一个小组里面，需要有不同的分工，这样在做实验时可以通过轮换制，有所侧重的锻炼学生某一方面的技能，同时由于分工的不同，所以学生之间会有协调和合作，从而很好的锻炼了学生的团队合作能力。

3. PLC逻辑控制仿真实验的搭建

PLC逻辑控制仿真实验，主要是通过Step7、SIMIT和FluidSIM-P这三款软件设计来搭建的。通过软件仿真设计，模拟出真实的流水线作业过程，从而给学生以感性的认识，对所掌握的知识也有一定的了解。因为是流水线作业，所以可以分为单站的搭建和系统整体的搭建。

3.1 PLC逻辑控制仿真系统单站搭建

PLC逻辑控制仿真实验主要由Step 7的控制程序，SIMIT软件对被控对象的仿真，FluidSIM-P对气路电气的仿真以及它们之间的连接构成。下图为软件之间的关系图：

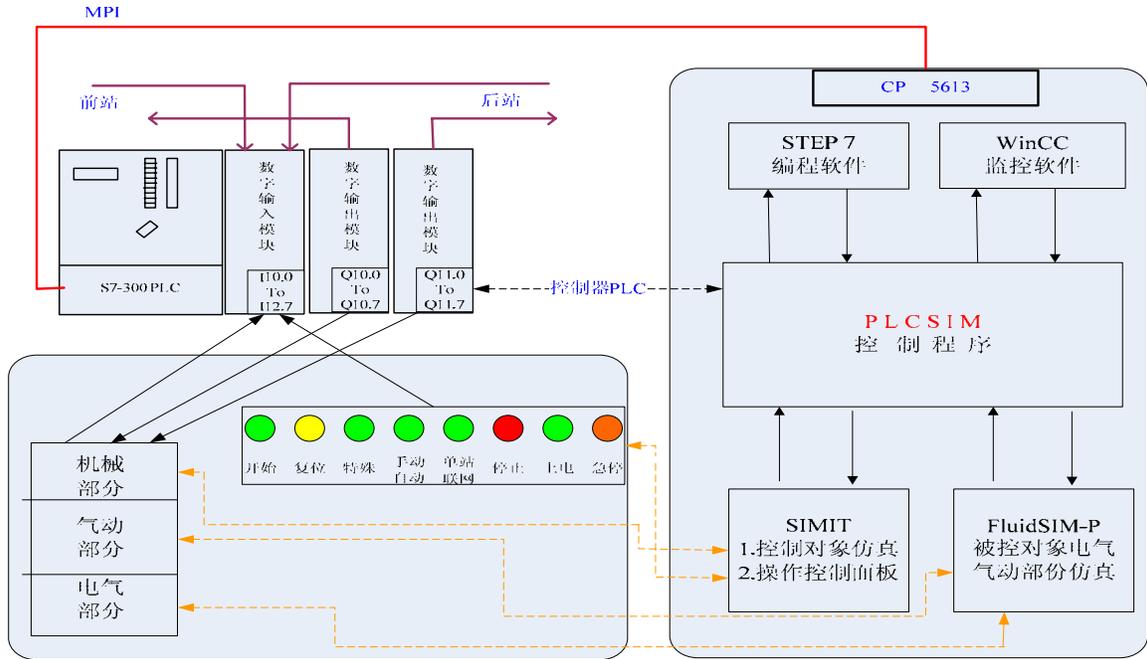


图 1 单站的整体搭建

在图 1 中，左边部分为实际控制系统组成示意图；右边部分为运行于实验计算机上的仿真系统，仿真系统与实际系统构架相同，均由监控、控制、被控对象三个层次组成，但仿真系统的三个层次功能均在同一台实验计算机上完成。

在仿真实验平台中，被控对象的仿真既包括SIMIT软件对被控对象的仿真，又包括FluidSIM-P对气路电气回路的仿真。图2为提取站用SIMIT软件设计的被控对象的仿真界面：

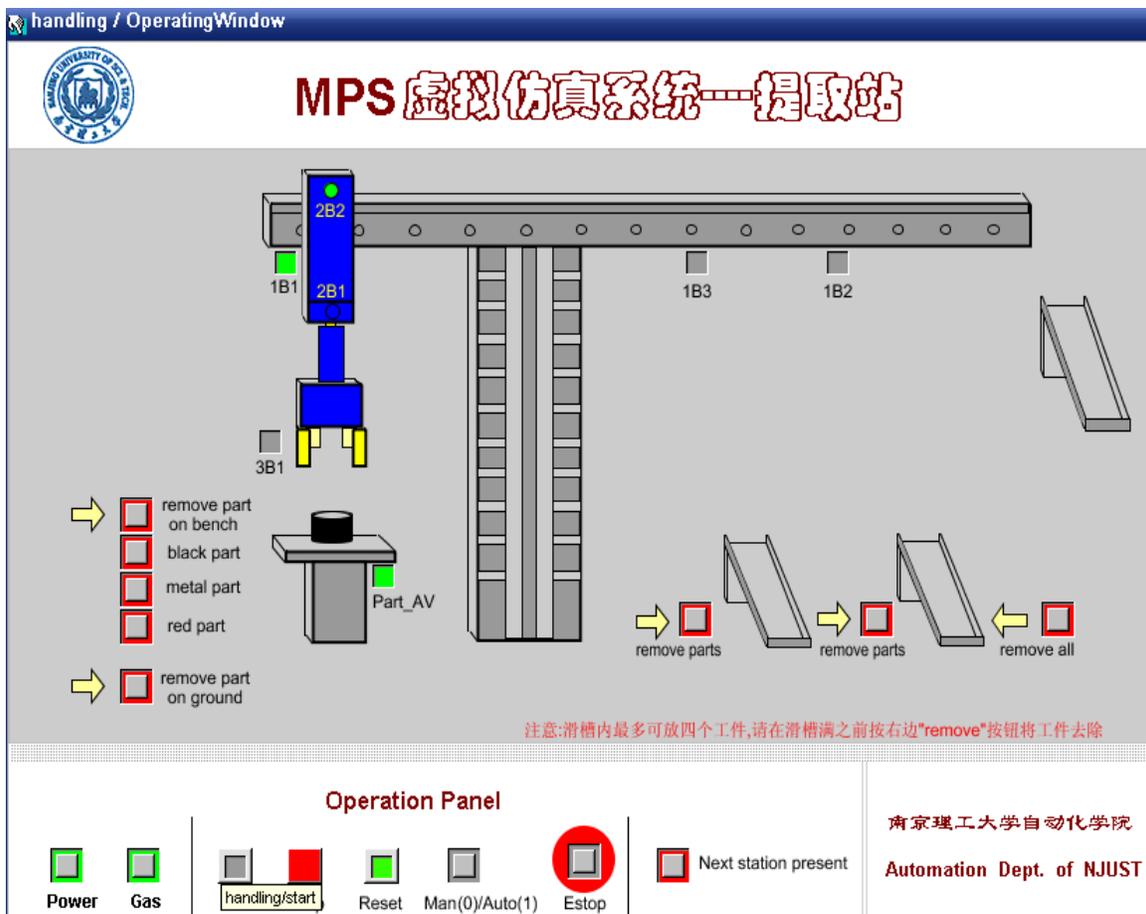


图 2 提取站被控对象仿真界面

图 2 中可以看到，它包括可视化部分和操作面板两大部分，可视化部分设计是为了增强用户友好性而设计，主要是根据生产过程，将其按比例缩小并绘制在前台仿真界面上，使仿真系统和真实系统的观测界面完全一致；仿真内容包括执行器、传感器、指示灯等。操作面板部分是在前台模型界面上用缩小的操作面板及指示灯代替真实的操作按钮，包括 Power，Gas，Start，Stop，Reset 等按钮，基本上再现了对实际模型的操作过程。

由于SIMIT程序需要和Step7程序相连，所以需要设置网关，由于是虚拟的PLC，所以选择SIMIT软件和PLCSIM相连的网关，图3和图4是相应的SIMIT中的网关设计：

Symbol	Address =	Data type	Comment
1B1	I0.1	BOOL	气抓手组件在前一站位置
1B2	I0.2	BOOL	气抓手组件在下一站位置
1B3	I0.3	BOOL	气抓手组件在分检位置
2B1	I0.4	BOOL	气抓手在下位
2B2	I0.5	BOOL	气抓手在上位
3B1	I0.6	BOOL	工作不是黑的
IP_F1	I0.7	BOOL	下一站已准备好
Part_AV	I0.0	BOOL	工作已准备好
S1	I1.0	BOOL	开始按钮
S2	I1.1	BOOL	停止按钮
S3	I1.2	BOOL	自动/手动开关
S4	I1.3	BOOL	复位按钮
Em_Stop	I1.5	BOOL	急停开关

图 3 PLCSIM网关中输入口的定义

Symbol	Address =	Data type	Comment
1Y1	Q0.0	BOOL	气抓手组件到前一站
1Y2	Q0.1	BOOL	气抓手组件到下一站
2Y1	Q0.2	BOOL	气抓手组件向下
3Y1	Q0.3	BOOL	气抓打开
H1	Q1.0	BOOL	开始_灯
H2	Q1.1	BOOL	复位_灯
IP_N_FO	Q0.7	BOOL	本站已有工件

图 4 PLCSIM网关中输出口的定义

在对气动电气回路仿真的时候，也是依据PLC控制程序而设计的，同样也需要和 Step 7程序相连。在仿真实验平台中，FESTO公司的气动电气回路仿真软件 FluidSIM-P通过Vswith软件与PLCSIM相连，完成它们之间的通讯，如图5所示：

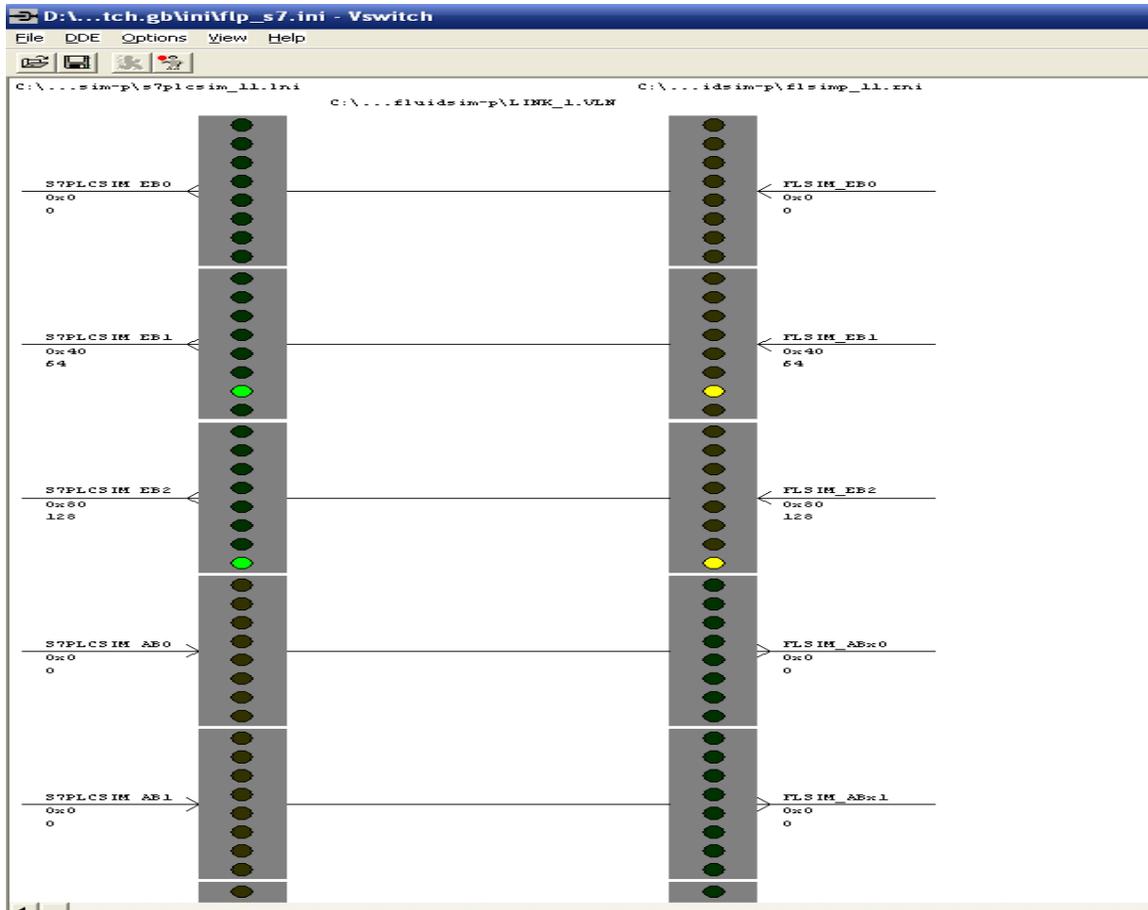


图 5 通过Vswitch将PLCSIM与FluidSIM-P相连

下图是装配站中，FluidSIM-P对该站的气动电气回路的仿真，FluidSIM-P通过input模块从外界读取数据，用于气动电气回路的控制，然后通过output将控制输出信号输入到PLC从而完成它的仿真作业过程。

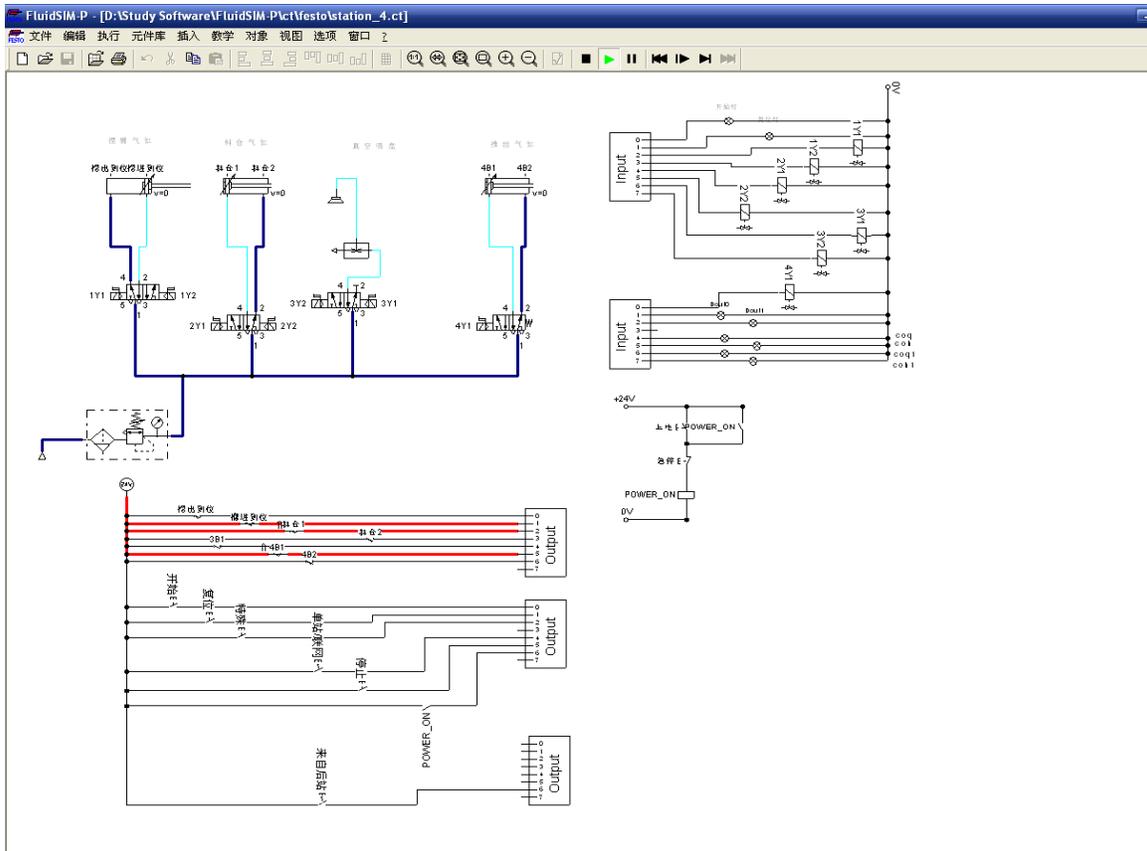


图 6 FluidSIM-P对气动电气回路的仿真

3.2 PLC逻辑控制仿真系统整体搭建

因为每一个站的设计中都有来自前站和来自后站的控制信号，所以设计好每一个单独的站之后，就能够将这些站较为自由地组合，它们可以组成一个大的流水线作业系统，如图7所示：

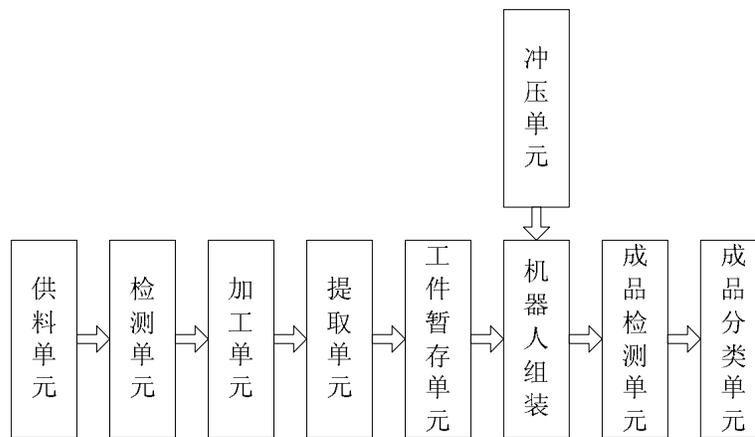


图 7 逻辑控制仿真系统整体流程图

也可以取其中几个，搭成小型的控制系统，如图8所示：

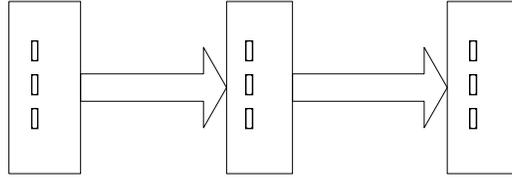


图 8 小型控制系统搭建情况之一

由于各单元均采用标准化的接口和机械结构，而且它们将系统划分为若干个模块，每个模块完成一个特定的功能，然后把这些模块汇集起来组成一个整体（即系统），用以完成指定功能的一种方法。每个单元自成体系，功能独立，同时也可自由组合搭配，从而可以根据实验需要对各单元进行不同组合，组成不同流程的控制系统，从而完成不同侧重点的技能培训，从某种意义上，它基本上已经成为柔性加工生产系统。

4. 结束语

PLC 逻辑控制只是 PLC 工业控制中的一类情况，但是通过上述的仿真实验平台能够很好的锻炼学生的动手能力和创新意识，增强他们的团队合作精神。实验室建设是一个不断创新，不断发展的课题，这里面凝聚着大量实验人员和工程人员的汗水和努力，愿我们共勉！

参考文献 (References) :

- [1] 德国西门子公司 《Simit软件使用手册》
- [2] 德国Festo公司 《FluidSIM-P软件使用手册》
- [3] 刘军，唐曙光 《FESTO系统在机电液综合课程设计中的应用》
- [4] 唐德栋，舒庆，孔祥冰 《基于Festo 实验台气动综合实验的开发》
- [5] 周磊，多辉，Hermann Nage 《FMS50柔性加工系统》

第一作者简介：姜建芳，(1954-)，男，教授。