

电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJINENGXING RENCAI SHIXUN XILIE

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

机电一体化技能综合实训

张文凡 产文良 解 军 主编
王 建 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJININGXING RENCAI SHIXUN XILIE

机电一体化技能综合实训

主编：张文凡 产文良 解 军
参编：袁根华 卢梓江 罗 琴 吴志清
纪贵锋 骆雪汇 李亮贤 李陈深
梁炳文 汤稼贵 贝定康
主审：王 建



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是机电一体化技术专业的职业技能课程用书,以培养技术工艺素质人才为目标,注重机电一体化综合性技能的培养,“任务引领、项目驱动”的编写方式贯穿全书。主要内容包括电气控制系统工程图知识与标准,机电设备测绘工程,数控机床机电传动控制系统结构勘测工程,机电设备的 PLC 程序和传动机理解析,以及规范技术文档编撰、技术文献和技师项目论文品阅评价等项目化实训,课程项目实施采用逆向工程方式。

本书可作为高职高专院校电气、机电一体化专业或自动化专业的实训用书,也可作为工矿企业电工、电气技术人员、设备运行维护操作人员的岗位培训和自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化技能综合实训/张文凡,产文良,解军主编.
北京:中国电力出版社,2012.4

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-2902-7

I. ①机… II. ①张…②产…③解… III. ①机电一体化
IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 066868 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11 印张 295 千字

印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

机电产业是中国国民经济支柱产业。机电行业的技术工艺持续进步与创新促成高等职业教育机电工程专业教育技术内涵的迎合性变化。我国高等职业教育体系建立十多年来发展迅速,适应社会变革而为生产体系提供了有较高级专业智慧的岗位技能人才,但以较高级专业理论灌输、新兴生产设施资源利用、基本操作技能训导三合一的实施内涵特征明示着其仍处初创阶段,特别是与国民经济支柱产业或新兴产业相关性强的专业教学技术和模式之研究亟待深化。

高等职业教育,“高”在于掌握较高层次的理论知识 and 专业技术能力,具备创新意识和可持续发展的能力;“职”在于掌握岗位的业务能力,培养在专业规范下自主追求精湛的职业素养。高职教育技术研究要着眼于“培养专业智慧”和“适用性”,应该在传统机制的理论与实操板块之上探索创立“专业工艺培养体系”。教—学过程中缺乏专业规范,以及工艺教学活动、教学模式的技术要素缺失所致的专业能力缺憾,会相当长时期在工作岗位上制约专业天赋发挥或矮化工作品质水平。

我们吸收消化了一些符合发展需要的、通用的、技术进步型的教学技术和模式并受益于其建设成果,并针对机电一体化技术人才岗位特征——专业智能成分较多、技巧思维保持、非连续性非周期性的操作等,在专业技术和专业技能综合性课程中渗入“工艺培养”项目,开设“机电一体化技能综合实训”课程。该课程以中级维修电工技能、电工学、电子技术、机械基础、机电传动控制、可编程序控制器技术、变频调速器应用技术、数控机床结构、数控机床电气控制等先修课程知识技能为实施基础;以培养技术工艺素质人才为目标,注重机电一体化综合性技能的培养;以机电设备传动结构和电气控制系统测绘、规范技术文档编撰、技术文献或技师项目论文品阅评价等项目化的训导和实践科目活动为课程的主要内容;以培养能够把握专业标准和规范的运用方法、流畅的专业语言(术语,编程,工程图,解析图表等)表述、编撰适用的工程文档、规划工作技巧和效率的能力为目的。

本书是高等职业技术教育机电一体化技术专业真正“工学结合教学项目工

程”意义上的工作指导书，“任务引领、项目驱动”的教学方法通贯于全过程。经过此课程的项目化训练，学生应能够胜任一般机电行业企业电气技术工程岗位工作——达到电气工艺师（或电工技师）业务水平。近些年来对高职院校毕业生职业状况调研表明，职业稳定和职位提升都极有赖于专业进取意识和对工艺的领悟、运用能力。

本课程目标：

能够对机电设备传动结构和电气控制系统的技术工艺层次评价，以技术进步与创新理念提交技术改造方案，把握技改工程的工序工步工艺，编撰规范的技术文档。

项目工作技术工艺含量的表征：

- 编制一般机械设备的电气维修工作工艺规程。
- 即时排除普通机床电路故障。
- 测绘普通机床整套电气图资料（原理图、元件位置示意图、接线图、元件明细表、技术工艺条件说明书等）。
- 按图样要求装配通用机电设备电控系统。
- 应用可编程控制器技术改造继电器控制系统。
- 解析机械手、工件自动分拣机、电梯模型机等设备的可编程控制器应用程序。
- 测绘数控机床设备机械传动系统和电气控制系统并用流畅的专业语言表述工作原理。按使用说明书调试数控驱动装置。
- 评价或简单修订维修电工技师论文（结构合理性、专业语言流畅性、立论论证、资料规范性、编程简练度、工序工步工艺合理性、绩效价值等）。

本书是高等职业教育机电一体化技术专业教学团队专业智慧的结晶，是广州工程技术职业学院（英文简称 GIT）申报立项的广东省高等教育学会“十二五”高等教育科学研究课题“高职院校与跨国公司在华企业联合办学的机电专业课程体系设置研究”的工作成果之一，本书初稿由 GIT 张文凡编写，其中汇集了产文良副教授、解军讲师、袁根华高级工程师、吴志清高级工程师、罗琴讲师、李亮贤高级技师、骆雪汇讲师等的实践教学技术，上述教师均具有高等职业技术教育“双师”资质。

广东省国防技师学院卢梓江高级技师和广东工业大学职业技能鉴定所纪贵锋高级技师参与了本书修编。

本书是校企联合办学项目意义的直接体现，有着现代职业教育理念研究的 GIT 机电工程系主任申海霞副教授和机电企业管理与职业培训组织两方面深厚

资历的广州市泽林电子有限公司陈能翀先生是本书所及工程化实训项目的主要立论论证人。

本书的历次修编稿主审是开封技师学院王建教授，其精辟的实践项目实施要略使本书日益规范化、技术路线清晰化。

在机电行业专业技术岗位工作着的 GIT 机电一体化技术专业毕业生李陈深、林达遂、刘真泉、吴剑文等对本书所及工程化实训项目训练所涵括的机电专业岗位技能适用性给予了经常性的实证信息反馈，并参与本书修编。本书各工作项目作业文本选用 GIT 机电一体化技术专业学生陈凌、陈冠伯、黄伟航、谢镇豪、彭振灏、李小腾、刁豪明、欧康乐等的作品，技师文本资料选用近期收集的广东省维修电工技师资格申报项目论文（部分论文做过专业词汇的修改）。

在此谨对在本书编写过程中付出大量心血，给予大力支持、关怀和帮助的专家、学者及朋友们致以最深切的谢意！

由于编写时间有限，书中难免存在错漏和不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2012 年 3 月

目 录

前言

工作项目 1 | 电气控制系统工程图知识与标准 1

1.1	工作内容	1
1.1.1	观测电路	1
1.1.2	以手绘图为蓝本的计算机制图	1
1.1.3	提交作业清单	1
1.1.4	工作结项评价	1
1.2	电气控制系统工程图基础与存档用技术文件	2
1.2.1	电气控制线路图	2
1.2.2	电气原理图	2
1.2.3	常用电气图形符号、文字符号、绘图原则	3
1.2.4	电器元件布置图	3
1.2.5	电气安装接线图	3
1.3	作业文本样本	3
1.3.1	YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气系统资料	3
1.3.2	T68 型镗床电路试验台电气系统资料	3
1.3.3	C6140 型卧式车床电路试验台电气系统资料	11
1.4	参阅资料	13
1.4.1	工程制图基本知识	13
1.4.2	电气工程图技术制图的规则	14
1.4.3	电气工程图的种类及绘制方法	16
1.4.4	电气工程图中常用的符号	21

工作项目 2 | 机电设备测绘工程实践 24

2.1	工作内容	24
2.1.1	机床概况了解	24
2.1.2	机床结构勘察	24
2.1.3	提交作业	25
2.2	机床设备传动部件结构测绘知识	26
2.2.1	设备电气控制系统的简略型技术文档套件基本内容	26
2.2.2	机械运动简图	26
2.3	作业文本样本	28

2.3.1	ZQ3040 型摇臂钻床电气控制系统测绘资料	28
2.3.2	X-3M 型铣床电气控制系统测绘资料	30
2.3.3	M7120 型平面磨床继电器控制电路采用 PLC 技术的改造方案	33
2.4	参阅资料	38
2.4.1	低压电器概况	38
2.4.2	通用机床概况	38
2.4.3	典型普通机床的功能知识与部件知识	39
工作项目 3 数控机床机电传动控制系统结构勘测工程		58
3.1	工作内容	58
3.1.1	考察数控机床	58
3.1.2	工程计划书的编制	58
3.1.3	提交作业清单	58
3.1.4	测绘工程计划书文本提纲	58
3.2	作业文本样本	60
3.2.1	CJK6132 型卧式数控车床传动控制系统勘测工程备忘录	60
3.2.2	CK160 型数控车床控制机制调试工程项目备忘录	65
3.2.3	CJK6132 数控车床的精度检测工程计划书	71
3.3	参阅资料	79
3.3.1	数控概况	79
3.3.2	数控机床构造概况	79
3.3.3	数控机床分类	80
3.3.4	数控系统与伺服驱动系统	81
3.3.5	伺服驱动系统的简介	83
3.3.6	进给驱动系统	84
3.3.7	检测元件	89
3.3.8	数控机床的 PLC	91
工作项目 4 解析机电设备的 PLC 程序和传动控制机理		93
4.1	工作内容	93
4.1.1	目标	93
4.1.2	实践	93
4.1.3	提交作业清单	94
4.2	作业文本样本	94
4.2.1	SX-703 型四层电梯模型 PLC 程序解析	94
4.2.2	机械手的 PLC 控制系统程序解析	109
4.2.3	邮件分拣机的 PLC 程序解析	120
4.3	参阅资料——可编程控制器 (PLC) 的应用技术	125
工作项目 5 技师论文品阅评价		128
5.1	工作内容	128
5.2	技师论文评价方略	128

5.3	(维修电工) 技师工作项目论文评价书的提纲	130
5.4	技师资格申报的专业工作项目论文样本	131
5.4.1	PLC 控制两台空气压缩机联机	131
5.4.2	10t 燃油蒸汽锅炉电极式水位系统安全性的分析与加强	134
5.4.3	PLC 在降箱机自动控制中的应用 (硬件设计方案)	142
5.4.4	汽车动力转向器跑合工序控制台电路改造	147
5.4.5	电磁炉 IGBT 电路参数调整	152
5.4.6	PLC 在生产线运转小车控制中的应用	155
5.4.7	互换法在数控系统维修中的应用实例	160
附录	课程标准 (纲要)	163
参考文献		168

工作项目 1 电气控制系统工程图 知识与标准



任务目标

熟悉机电设备电气的相关技术工艺规范，电气技术文档（套件）制作过程实践。

1.1 工 作 内 容

1.1.1 观测电路

记录电路系统要素、参阅技术文档样本、电气图用电工模板等工具手工制作。工作对象选三相交流电动机正反转控制电路、三相交流电动机能耗制动电路、多台交流电动机顺序控制和时间控制电路、三相整流电路。

1.1.2 以手绘图为蓝本的计算机制图

使用适当版本的 AutoCAD 软件制图，成稿保存，并粘贴出一份方便于通用计算机（电脑）打印的 4A 或 3A 版幅的“word.doc”文档。

1.1.3 提交作业清单

(1) 电路原理说明书。作业件(图)编号：***-20** JD-(1-1)[含义：学校名(建议用英文缩写形式)-20**级机电一体化技术专业第 1-1 号作业]。

(2) 电气原理图。作业件(图)编号：***-20** JD-(1-2)。

(3) 元件明细表(栏目：元件名称、型号、出品厂家、文字符号、图形符号、图示区域、作用、用件数量、附注的电气控制技术要求和工艺要求)。作业件(图)编号：***-20** JD-(1-3)。

(4) 电器元件布置图。作业件(图)编号：***-20** JD-(1-4)。

(5) 电气安装接线图。作业件(图)编号：***-20** JD-(1-5)。

1.1.4 工作结项评价

作业文本点评：工程图幅面的标准化、工艺化设计、手绘图技巧、电控系统工作原理规范化表述等方面。

1.2 电气控制系统工程图基础与存档用技术文件

1.2.1 电气控制线路图

表达生产机械电气控制系统的结构、原理、施工工艺规范等设计意图,用于电气系统的组装、调试、使用和维修、技术档案。

1.2.2 电气原理图

电气原理图是用行业规范约束,表明设备电气系统工作原理及各电器元件的作用和相互之间关系的图文形式(专业语言)工具。

电气原理图一般由主电路、控制电路、保护和配电电路等几部分组成。

1. 主电路

主电路是电气控制线路中大电流(能量传输)电路,包括从电源到负载(电机一类电能-机械能转换装置)之间相连的电器元件和线路;一般由组合开关、主熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件、耗电负载等组成。

绘制主电路时,应依规定的电气图形符号用粗实线画出主要控制、保护等用电设备,如断路器、熔断器、变频器、热继电器、电动机等,并依次标明相关的文字符号。

2. 控制电路

控制电路一般是由开关、按钮、信号指示、接触器、继电器的线圈和各种辅助触点构成,无论简单或复杂的控制电路,一般均是由各种典型电路(如延时电路、联锁电路、顺控电路等)组合而成,用以控制主电路中受控设备的“起动”、“运行”、“停止”,使主电路中的设备按设计工艺的要求正常工作。对于简单的控制电路要依据主电路要实现的功能,结合生产工艺要求及设备动作的先、后顺序依次分析,仔细绘制。对于复杂的控制电路要按各部分所完成的功能,分割成若干个局部控制电路,然后与典型电路相对照,找出相同之处,本着先简后繁、先易后难的原则逐个画出每个局部环节,再找到各环节的相互关系。

机电设备常用的控制线路的基本回路由以下几部分组成:

(1) 电源供电回路:供电回路的供电电源有 AC 380V、220V 等多种。

(2) 保护回路:保护(辅助)回路的工作电源有单相 220、36V 或直流 220、24V 等多种,对电气设备和线路进行短路、过载和失压等各种保护,由熔断器、热继电器、失压线圈、整流组件和稳压组件等保护组件组成。

(3) 信号回路:能及时反映或显示设备和线路正常与非正常工作状态信息的回路,如不同颜色的信号灯、不同声响的音响设备等。

(4) 自动与手动回路:电气设备为了提高工作效率,一般都设有自动环节,但在安装、调试及紧急事故的处理中,控制线路中还需要设置手动环节,通过组合开关或转换开关等实现自动与手动方式的转换。

(5) 制动停车回路:切断电路的供电电源,并采取某些制动措施,使电动机迅速停车的控制环节,如能耗制动、电源反接制动、倒拉反接制动和再生发电制动等。

(6) 自锁及闭锁回路:起动按钮松开后,线路保持通电,电气设备能继续工作的电气环节称为自锁环节,如接触器的动合触点串联在线圈电路中。两台或两台以上的电气装置和组件,为了保证设备运行的安全与可靠,只能一台通电起动,另一台不能通电起动的保护环节,称为闭锁环

节。如两个接触器的动断触点分别串联在对方线圈电路中。

1.2.3 常用电气图形符号、文字符号、绘图原则

电气图形符号和文字符号的国家标准参阅本书参考文献。

- (1) 电气原理图一般分主电路和控制电路两部分。
- (2) 工程图所有要素都应采用相应国家标准文件统一规定的图形符号和文字符号。
- (3) 图形符号绘制用未通电或无外力状态。
- (4) 电气原理图的图幅中通常设绘图区（按功能分区）和器件各个动作元件的索引。

1.2.4 电器元件布置图

电器元器件布置图的设计应遵循以下原则：

- (1) 遵循相关国家标准设计和绘制电器元件布置图。
- (2) 相同类型的电器元件布置时，应把体积较大和较重的安装在控制柜或面板的下方。
- (3) 发热的电器元件应该安装在控制柜或面板的上方或后方，但热继电器一般安装在接触器的下面，以方便与电动机和接触器的连接。
- (4) 需要经常维护、整定和检修的电器元件、操作开关、监视仪器仪表，其安装位置应高低适宜，以便工作人员操作。
- (5) 强电、弱电分束布线，注意屏蔽层的连接，防止干扰。
- (6) 电器元件的布置应考虑安装间隙，并尽可能做到整齐、美观。

1.2.5 电气安装接线图

一般情况下，电气安装图和原理图需配合起来使用。绘制电气安装图应遵循的主要原则：

- (1) 遵循相关国家标准绘制电气安装接线图。
- (2) 各电器元件的位置、文字符号必须和电气原理图中的标注一致，同一个电器元件的各部件（如同一个接触器的触点、线圈等）需画在一起，各电器元件的位置应与实际安装位置一致。
- (3) 不在同一安装板或电气柜上的电器元件或信号的电气连接一般通过端子排连接，并按照电气原理图中的接线编号连接。
- (4) 走向相同、功能相同的多根导线可用单线或线束表示。画连接线时，应标明导线的规格、型号、颜色、根数和穿线管的尺寸。

1.3 作业文本样本

1.3.1 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气系统资料

YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气系统资料如图 1-1～图 1-6 所示。

1.3.2 T68 型镗床电路试验台电气系统资料

T68 型镗床电路试验台电气系统资料如图 1-7～图 1-12 所示。

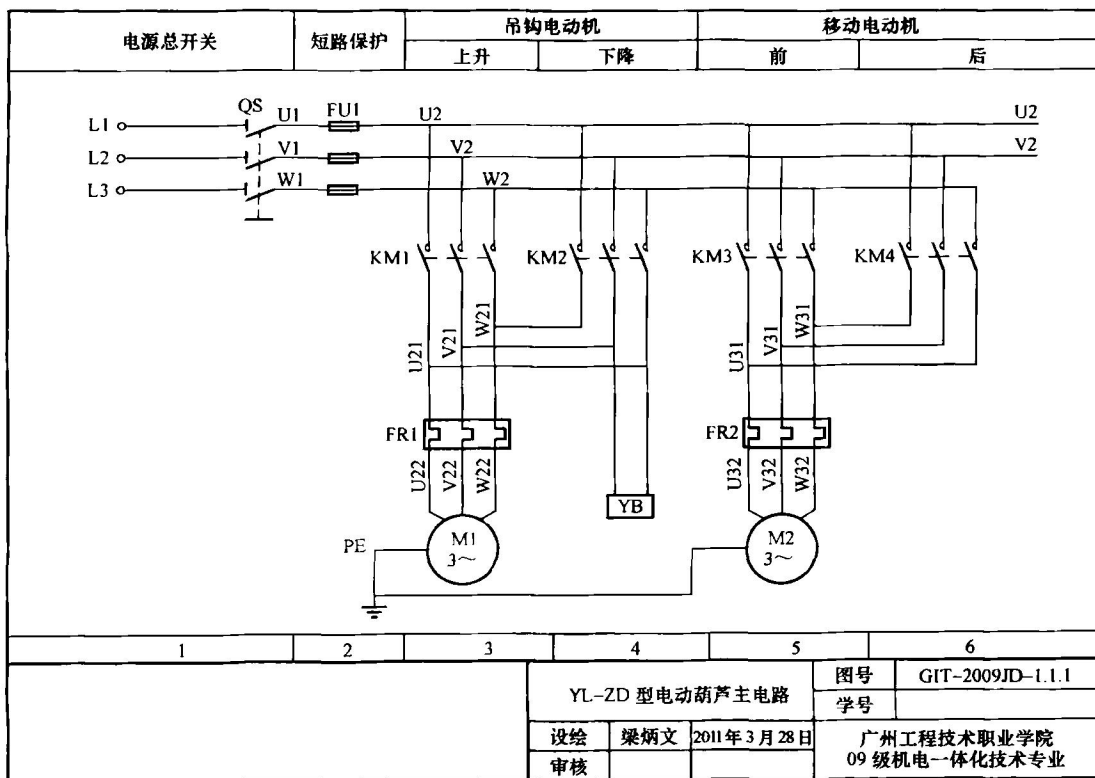


图 1-1 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台主电路图

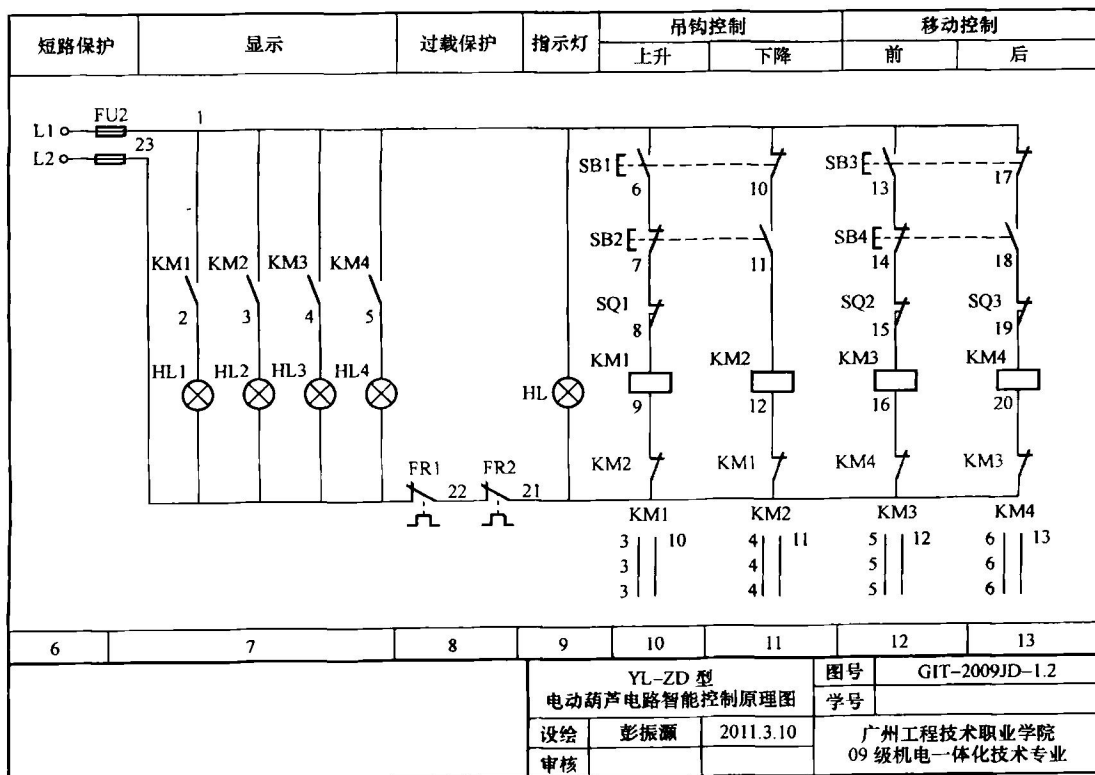
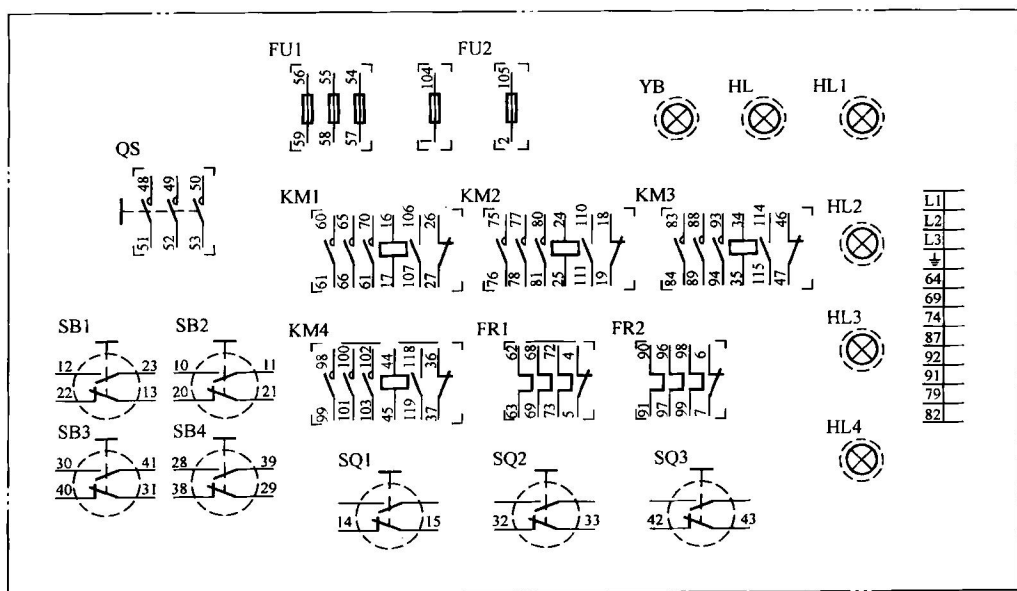


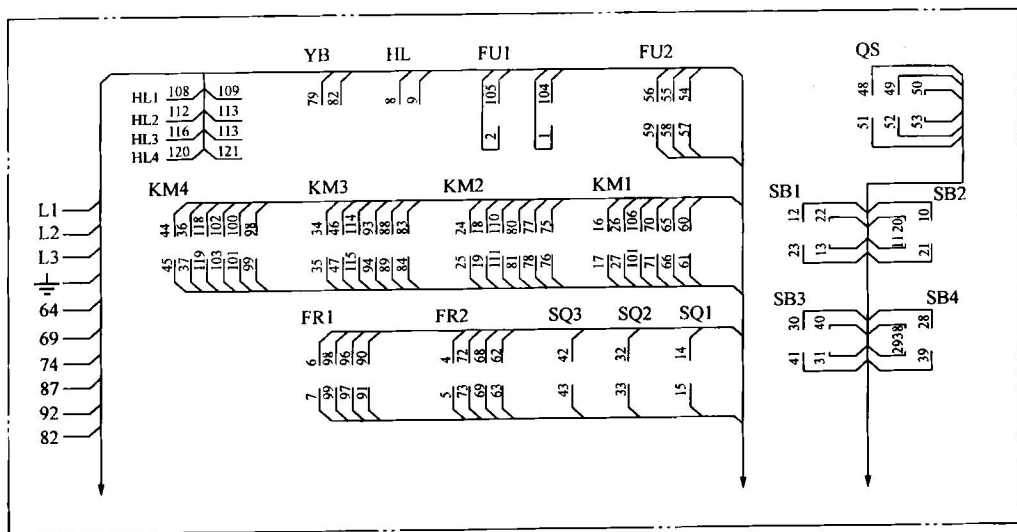
图 1-2 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台智能控制原理图



技术条件：本图所有数码为元件安装板上过线孔号，与原理图线号并不一致。

YL-ZD 型电动葫芦元件位置图			图号	GIT-2009JD-1.2
			学号	
设绘	梁炳文	2011年3月28日	广州工程技术职业学院 09 级机电一体化技术专业	
审核				

图 1-3 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台元件位置图



技术条件：本图所有数码为元件安装板上过线孔号，与原理图线号并不一致。

YL-ZD 型电动葫芦接线图			图号	GIT-2009JD-1.3
			学号	
设绘	梁炳文	2011年3月28日	广州工程技术职业学院 09 级机电一体化技术专业	
审核				

图 1-4 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气接线图

主电路：

主电路 KM1、KM2 为正反相接触器，用以改变电动机 M1 的定子电源相序实现电动机 M1 的正反转。电动机 M1 正转带动吊钩上升，反转带动吊钩下降。KM3、KM4 正反相接触器用以改变电动机 M2 的定子电源相序，从而实现 M2 的正反转。M2 正转实现吊钩向前移动，反转实现吊钩向后移动。

子电路分析：

指示灯 HL1~HL4 分别对应四个交流接触器，用以显示吊钩上升、下降、向前、向后移动。SQ1~SQ3 行程开关的接入，实现吊钩上升、前移、后移的限位保护，左边两支路由复合按钮 SB1、SB2 来控制吊钩的上升、下降。右边两支路由复合按钮 SB3、SB4 来控制吊钩的向前、向后。

控制流程：

(1) 吊钩上升控制：按下复合按钮 SB1 交流接触器，KM1 得电吸合，电动机 M1 正转（吊钩上升），吊钩上升到指定位置是，行程开关 SQ1 自动断开，KM1 失电断开电动机 M1 停止运行吊钩停止上升。

(2) 吊钩下降控制：按下复合按钮 SB2，SB2 动断先断开，使 KM1 不会得电闭合，SB2 动合触点闭合，使 KM2 得电吸合，M1 反转带动吊钩下降。当吊钩下降到指定位置是松开 SB2，KM2 失电，断开电动机 M1，停止吊钩下降。

(3) 吊钩前移控制：按下复合按钮 SB3、SB3 动合触点闭合，使 KM3 得电吸合，电动机 M2 正转，同时带动吊钩前移。吊钩前移到指定位置是松开 SB3，KM3 失电断开，电动机 M2 吊钩停止运动。如果中途未停止，当吊钩前移到终端，行程开关 SQ2 自动断开，也能使 KM3 失电断开，电动机 M2 停止。

(4) 吊钩后移控制：按下复合按钮 SB4、SB4 动合触点闭合，使 KM4 得电吸合，电动机 M2 反转，同时带动吊钩后移。吊钩后移到指定位置时松开 SB4，KM4 失电断开，电动机 M2 吊钩停止运动。如果中途未停止，当吊钩后移到终端，行程开关 SQ3 自动断开，也能使 KM4 失电断开，电动机 M2 停止。

YL-ZD 型电动葫芦电气原理表述			图号	GIT-2009 JD-1.5
			学号	
设绘	梁炳文	2011 年 3 月 28 日	广州工程技术职业学院 09 级机电一体化技术专业	
审核				

图 1-5 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气原理表述

13	五联接线端子		30		元件到线与线间导线
12	塑料护套铜线	BV (7 股 1mm ²)	30m		蓝红绿黄
11	塑料护套铜线	BV (单股 1mm ²)	30m		元件导线
10	行程开关	LX19K-B	3	SQ1~SQ3	
9	按钮开关	LA19-380-15	4	SB1~SB4	4 绿
8	电磁抱闸指示灯	XDN220	1	YB	实验电路以指示灯代替电磁抱闸
7	指示灯	HDH25	5	HL1~HL4	4 红 1 绿
6	交流接触器	CJ20-10	4	KM1~KM4	
5	热继电器	JR36-20	2	FR	
4	单相熔断器	RT14-20	2	RU	熔芯 3A
3	三相熔断器	RT18-32	1	FU1	熔芯 10A
2	三相交流开关	DZ47-60	1	QS	电源开关
1	台架	YL 系列	1		
序号	名 称	型号规格	数量	文字符号	备 注
YL-ZD 型电动葫芦电气元件明细表				图号	GIT-2009 JD-1.4
				学号	
设绘	陈 凌	2011. 3. 28	广州工程技术职业学院 09 机电一体化技术专业		
审核					

图 1-6 YL-ZD 型电动葫芦电路试验台电气控制系统元件明细表

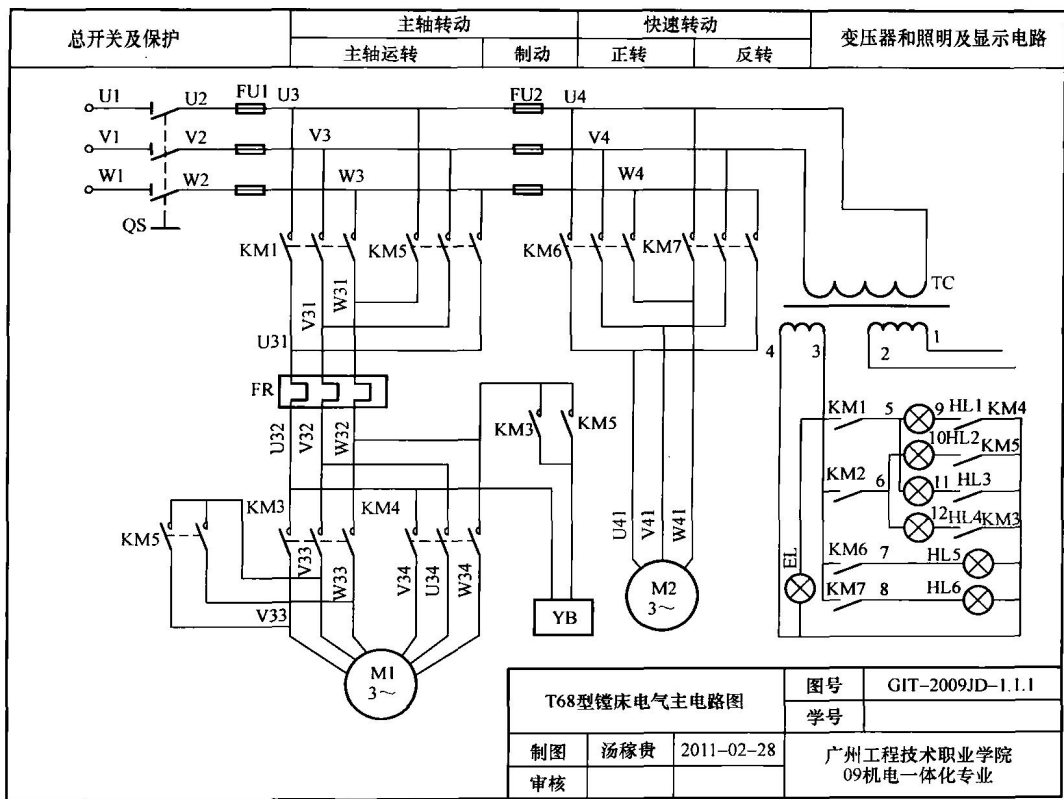


图 1-7 T68 型镗床电路试验台电气主电路图

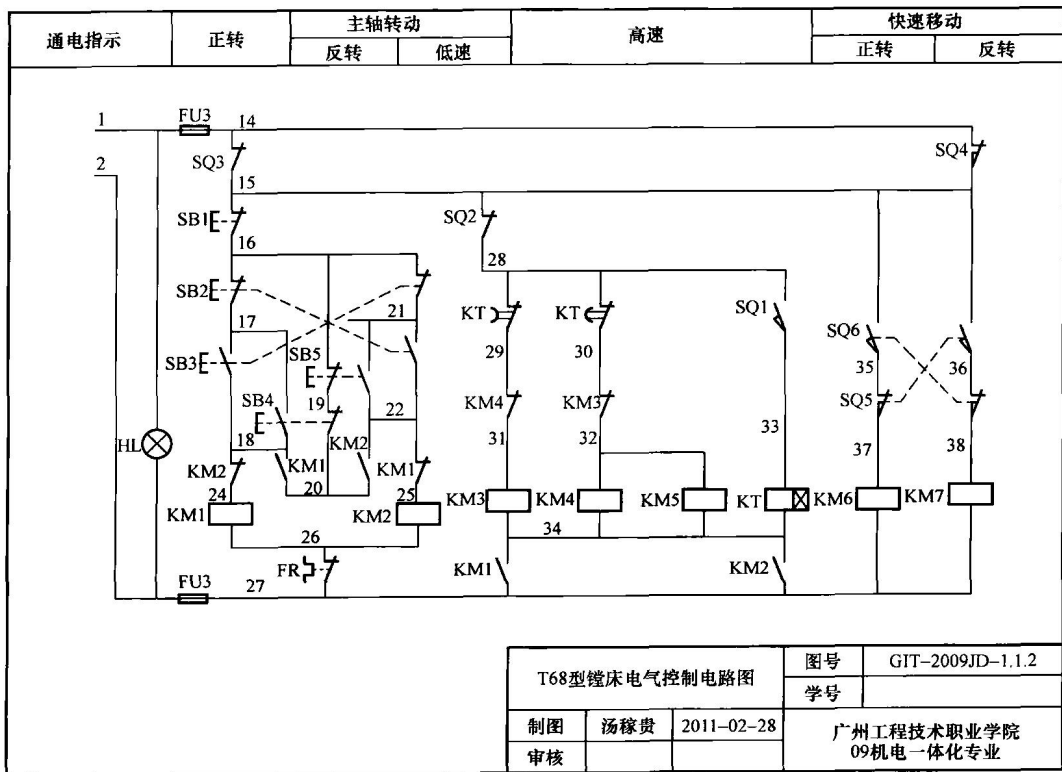
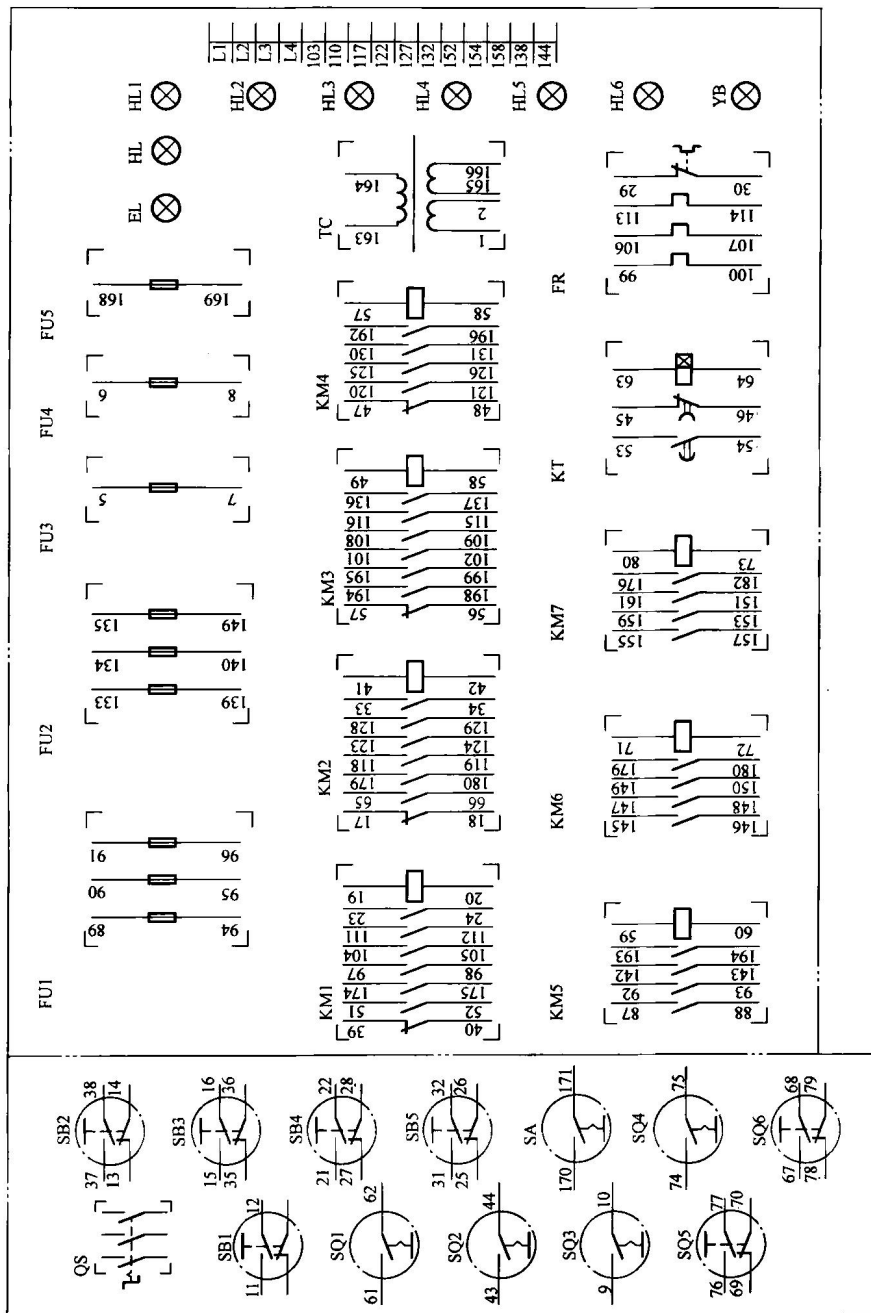


图 1-8 T68 型镗床电路试验台电气控制电路图



技术条件: 本图所有数码为元件安装板上导线孔号, 与原理图线并不一致。

T68型镗床电气元件位置图		图号	GIT-2009JD-13
制图		学号	
审核		2011-02-28	
制图		汤修德	
审核			
广州工程技术职业学院 09机电一体化专业			

图 1-9 T68 型镗床电路试验台电器元件位置图