

典型

电线电缆设备 电气控制

**程焕文
高安邦**

编著

机械工业出版社

典型电线电缆设备电气控制

程焕文
高安邦 编著



机械工业出版社

本书介绍了国内外典型电线电缆设备的电控技术,重点分析了它们的控制原理、设计思想、各种实用线路和先进技术以及阅读、绘制设备电气图的方法。全书共分十二章,包括总论,六种国产设备以及从德国、瑞士和奥地利等国家引进的拉丝、束线、漆包、镀锡和挤出设备五类生产线。

本书适用于从事开发、研制电线电缆新设备的中高级科技人员,亦可作为高等院校设备电器与自动控制专业最实用的教材和机电一体化培训班师生最理想的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

典型电线电缆设备电气控制/程焕文,高安邦编著. —北京:机械工业出版社, 1996 ISBN 7-111-04976-4

I. ①国… I. ①程…②高… II. ①. 电线、电缆-生产设备-电气控制
Ⅱ. TM246

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第18745号

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑: 周 娟 版式设计: 冉晓华 责任校对: 肖新民
封面设计: 郭景云 责任印制: 王国光
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1996年4月第1版第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·27印张·1插页·668千字
0 001—2 000册
定价: 45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

在改革年代,我国的电力电信事业日新月异,迅猛发展,目前致力于研究开发、生产、营销电线电缆及话缆设备的单位有上千家。然而,同世界先进技术水平相比,这些企业目前仍大都处于设备简陋、技术落后、缺乏竞争力的状态,很不适应时代的要求。为了改变这种现状,国内的许多单位纷纷瞄准世界先进水平,争先恐后地从国外引进了大批先进的设备和技术,更新换代国产设备。这些从国外引进的设备大都是经过充分考察、调研的,汇集国内外的有关信息,进行了详细的综合对比和研究分析,因此,在技术和使用效益方面都是第一流的。

综观引进设备,解剖引进技术,我们发现,同国产设备相比时,机械方面的差距不是太大。引进设备较国产设备先进,主要表现在电控技术上。为了配合和推动引进工作的顺利开展,几年来,我们先后举办了多期引进技术消化吸收培训班,撰写了许多有关引进技术的学术论文,在省和国家的各种学术会议上宣读,在各种学术刊物上发表,受到了社会各方面的好评。然而打开国内外知识宝库,检索国内外图书资料,至今却找不到一本详细介绍国内外电线电缆设备电控技术的书籍。本书的编写目的正是满足广大读者和用户的迫切需要,根据自编的教材和已发表的学术论文,结合编者多年来从事教学和科研实践的工作经验总结充实、加工而成。本书是将调节原理实用于电线电缆设备电气控制的一本应用专著,是原理和系统相结合、理论和实际相结合的产物。本书虽然介绍的是国内外典型电线电缆设备的电气控制,但是它的一些基本控制思想和控制环节,诸如新一代高精度的速度控制、张力控制、节距控制、温度控制,现代化生产线中的多分部协调控制、计算机控制,以及典型的交流调压、高速运行中的线材在线连续退火技术、交流变频调速新技术等等都是自动控制技术知识宝库中的重要组成部分,同样适用于其它各行各业。

本书主要从实用的角度详细介绍了国内外典型电线电缆设备的电控技术,重点在于介绍它的控制原理、设计思想、调试过程、典型的实用线路以及如何阅读和绘制电线电缆设备电气控制图的方法。目的在于将国内外电线电缆设备的电控技术相对比,找出差距,更有效地消化吸收国外引进技术,加速国产设备的技术改革和更新换代,开发研制出新设备。

本书在编著过程中,得到了上海电缆研究所、上海电工机械厂、福州电线厂、南平电线电缆厂、衡阳电缆厂等单位的热情支持和大力帮助。广州万宝集团洗衣机工业公司的周小钢,保定无线电材料厂的赵斌等同志帮助收集和提供了大批资料,在此表示最衷心的感谢!

由于首次编著此类书籍,又限于编著者水平和资料来源,书中错漏之处在所难免,诚挚地敬请读者批评指正。书中所采用的图纸资料均直接来自生产厂家和引进单位。对国外设备资料,考虑到用户使用方便而未做统一处理,肯定会存在不少问题,也请读者谅解。

编著者

1995.8

GA 97/01

目 录

前言

第一章 总论1

第二章 国产LS-I-10/450型非滑动式大型拉线机的电气传动控制21

第一节 概述.....21

第二节 LS-I-10/450 型一级十模非滑动式大型拉线机的结构示意图和电控系统原理图.....22

第三节 多速电动机的变极调速控制线路.....27

第四节 LS-I-10/450 大型拉线机的电气传动控制.....34

第三章 国产 LH-200/17 模小型拉线机的电气传动控制39

第一节 概述.....39

第二节 LH-200/17模小型拉线机的结构组成和电控系统方案.....39

第三节 电磁转差离合器的控制特性.....42

第四节 LH-200/17模小型拉线机的电控系统.....46

第四章 国产 LH-280/17 中型拉线机交流同步控制系统49

第一节 概述.....49

第二节 LH-280/17中型拉线机交流同步控制系统的结构组成和电控系统方案.....49

第三节 中拉机主机绕线转子异步电动机的电气传动控制.....52

第四节 JZTW42-2-7.5型带涡流制动器的电磁调速电动机的交流同步控制.....54

第五节 中拉机 TLZ2-250 型连续退火装置的电气控制.....64

第六节 LH-280/17中型拉线机交流同步控制系统存在的主要问题和

改型线路.....72

第五章 国产铝扁线生产线中的直流机组同步调速系统76

第一节 概述.....76

第二节 铝扁线生产线的工艺过程及对电气传动控制的要求.....76

第三节 铝扁线生产线的四机组直流调速系统.....77

第四节 四机组调速系统的协调同步控制.....94

第五节 调试中应注意的几个问题.....95

第六章 国产高速电缆绝缘线芯生产线的电气控制97

第一节 概述.....97

第二节 系统的结构组成、生产工艺流程及电控系统方案.....97

第三节 主传动的多分部协调同步控制.....99

第四节 塑料挤出机的多路温度控制137

第五节 可编程序控制器组成的双盘自动切换及整机的全自动操作控制164

第六节 提高产品质量的其它措施181

第七章 国产 JS-400型无牵引轮双节距束线机的电气控制183

第一节 概述183

第二节 JS-400束线机的结构组成和电控系统183

第三节 JS-400束线机的主传动控制系统185

第四节 JS-400束线机的束线节距自动调节系统189

第五节 计米装置和放线架电气控制193

第六节 JS-400束线机系统的操作使用说明194

第八章 德国 M 系列拉线机的电控技术196

第一节	概述	196	方案	342
第二节	M系列拉线机的结构组成和电 控系统方案	196	第四节	D 630 双绞束线机的电控线路 图分析
第三节	拉丝主机对于速度的高精度控 制	199	第五节	D 630 双绞束线机的继电操作 系统
第四节	M 30中拉机收线机的恒张力控 制	227	第六节	D 630 双绞束线机的操作使用 说明
第五节	M 30中拉机连续退火的电控技 术	240	第十一章	德国镀锡拉丝生产线的电 气控制
第六节	M 30中拉机的操作使用说明	250	第一节	概述
第九章	奥地利 MAG 公司漆包机的 电气控制	256	第二节	镀锡拉丝新工艺生产线的结构 组成和生产工艺流程
第一节	概述	256	第三节	镀锡拉丝新工艺生产线的电控 系统方案
第二节	MAG 公司漆包机的系统组成、 工艺流程和电控系统方案	256	第四节	镀锡铜线新工艺生产线电控系 统的主要特点
第三节	漆包机对于车速的严格控制	262	第五节	镀锡铜线新工艺生产线的操作 使用说明
第四节	晶体管逆变器组成的交流变频 调速技术	274	第十二章	瑞士 BM80-20组合挤出机 生产线的联合电气传动控 制
第五节	排气挡板的三点式调节器控制	296	第一节	概述
第六节	微机控制的八组温度控制器	299	第二节	系统的结构组成和电控系统方 案
第七节	漆包机中的其它控制	335	第三节	BM80-20组合挤出机生产线联 合电气传动控制的主要特点
第八节	VL6/7立式漆包机的操作使用 说明	336	第四节	BM80-20组合挤出机生产线的 操作使用说明
第十章	德国 D 630 双绞束线机的电 气控制	341	参考文献	423
第一节	概述	341		
第二节	D 630 双绞束线机的结构组成 和节距控制	341		
第三节	D 630 双绞束线机的电控系统			

第一章 总 论

一、怎样阅读和绘制电线电缆设备电气传动控制线路图

众所周知,任何生产过程和生产设备都需要能源。由于电能具有便于远距离传送、分配和灵活控制等特点,它成为目前普遍应用的一种能量形式。因而,将电能转变为机械能的电动机必然成为现代化生产的主要动力机械。生产过程的起动、停止以及速度调节等,都可以通过对电动机的控制来实现。控制方便、效率较高,是电动机作动力机械的突出优点。

所谓电气传动,就是以电动机作为动力驱动生产机械的系统的总称。它包括传动用的电动机、控制用的电气设备、各种检测仪表,以及实现高度自动化所必需的计算装置。无疑,电气传动控制设备是整个生产设备中的一个重要组成部分。它的性能和质量,在很大程度上影响着生产机械的性能,产品的产量和质量,生产成本,工人的劳动条件,以及能量的利用。

电线电缆设备的电气传动和控制系统,直接影响着电线电缆设备的机械结构和总体方案,关系到电线电缆设备的技术性能,先进程度和自动化水平。电线电缆设备电气传动控制线路图都是用标准的图形符号组成的电气系统网络。因此为了掌握电线电缆设备电控线路,无论是对于机械设计、电气设计,还是设备的安装、维护及检修人员来说,首先都必须掌握阅读和绘制电线电缆设备电气传动控制线路图的方法。

(1) 对于任何电控系统,不论其复杂程度如何,都是用来控制生产设备,为生产工艺服务的。因此分析或设计电线电缆设备电控线路时,首先要了解生产工艺及生产设备对电控系统的控制要求。这就需要先对电线电缆设备的机械结构、运动过程和操作方式等有一定的了解。否则,由于对被控制的对象不熟悉,不弄清其动作过程,就很难分析或绘制其电控线路。

(2) 任何控制设备都是由一定的控制电器组成的。要掌握电线电缆设备的控制设备,必须了解各种控制电气元器件的结构、工作原理以及在系统中所承担的功能。常用电器主要型号规格见有关产品样本。

(3) 电气图形符号是表达电气线路图的工程语言。电线电缆设备的电气线路图都是用标准的图形符号和文字符号组成的。因此要阅读或绘制电线电缆设备的电控线路图,必须了解线路中所用图形符号以及文字所代表的意义。

国产旧设备中的电控线路图均采用1964年国家颁布的电工系统图图形符号(GB312—64)绘制,其基本图形符号见附录A。同一电气元器件的不同部分,如接触器、继电器的线圈与触点均采用同一文字符号说明,见附录B。

目前我国电线电缆行业的许多厂家引进了大批国外先进设备和技术。国外电线电缆设备电控图纸中所采用的电工图形符号与国内不同,各国间也不统一。其中典型的有“DIN”德国标准、“BS”英国标准、“ANSI”美国标准、“IEC”国际通用标准。而我国电线电缆行业引进设备中使用较多的主要有“IEC”和“DIN”标准。文献[31]给出了按照DIN、BS、ANSI和IEC等标准绘出的常用电工图形符号。和按照IEC和DIN标准规定的常用电工装置文

字符号。这些都是阅读国外引进电线电缆设备电控图纸需要首先掌握的最基本的常识。

为了与国际通用标准接轨,国产新设备均贯彻执行国家新颁布的标准(GB4728—85)、(GB7159—87)。新标准是参照国际通用标准制定的。附录A、B分别列出按照新标准规定的电工系统常用图形符号和文字符号,并同旧符号进行了对照。

附录C列出了德国DIN标准与IEC和中国常用电气图形符号对照表。目前我国正处于新旧交替并同国际接轨时期,正在大力贯彻执行新标准。

(4) 要分析复杂线路的工作原理图,首先要掌握一些基本电路的控制原理。例如,接触器点动控制线路、自锁控制线路、联锁控制线路、时间控制线路、行程控制线路等,都是基本的控制电路。掌握这些基本电路,就可以进一步掌握其它复杂电路的主要特点,便于抓住主要矛盾,解决问题。

(5) 对复杂线路的分析要化整为零,各个击破。具体讲,先要分析主电路,看对它采用什么传动方案,是交流的,还是直流的,对起制动有没有要求,要不要正反转,是否要求调速,然后再分析控制回路。在控制电路中,应从控制主电路的接触器入手,再看这些接触器是由哪些主令电器、继电器或其它元件控制的。最后再看一看线路中有哪些保护、联锁或信号。总之,任何一个复杂的电控线路,又都是由一些基本的控制环节构成的。在分析线路时,就要善于将线路分解成各个基本环节,然后一个环节一个环节地分析。此外还应注意哪些为满足特殊要求的特殊部分。

(6) 在电路图中,所有的触点位置都是起始位置,即线圈没有通电、没有进行人为操作时的位置(例如,对接触器来说是没有动作时的位置)。这样,在分析时就要弄清楚在什么情况下,哪些触点已经动作(常开触点闭合、常闭触点断开),哪些触点还没有动作。因为在不同情况下,所有触点动作情况是不一致的。

如果要写出电控线路的动作顺序,则一般是从主令电器(例如,按钮、主令控制器)开始,看每一步引起哪些动作。这里特别要注意一个继电器或接触器常有几个触点(包括主触点和辅助触点,常开触点和常闭触点),每一触点又会引起什么结果,不要遗漏。由于电器控制都是触点的闭合或断开,比较直观,按照这样的顺序就不难看懂全图。

(7) 看控制电路的展开图时,一般顺序是自上而下,从左到右。绘图时也应遵循这种顺序。

(8) 对于特别复杂的电控图纸,尤其是电子线路,则要借助于原理框图。先要弄清楚控制原理,然后对照原理框图,按模块分析实际线路。

(9) 绘制电气控制线路图的原则与要求。

电气设备图纸通常有下列三类:

1) 电气原理图。表示电气控制线路的工作原理、各电气元器件的作用和相互关系,用来帮助人们理解电气设备的各种功能,而不考虑各电气元器件实际安装的位置和实际连线情况。绘制电气原理图的原则与要求如下:

a) 电气控制线路的全部触点都按正常状态绘出。正常状态对接触器、继电器等是指线圈未通电时的触点状态;对按钮、行程开关是指没有受到外力时的触点位置;对主令控制器是指手柄置于“零位”时的触点位置。

b) 主电路、控制电路和信号电路应分别绘制。

对于旧标准,主电路用粗线绘出,而控制和信号电路用细线绘出。一般主电路画在左

侧,控制和信号电路画在右侧。

对于新标准,主电路中的电源线绘成水平线。直接受电的装置(如电动机)及其保护电器支路,应垂直于电源线画出。控制和信号电路应垂直地绘在两条水平电源线之间,耗能元件(如线圈、电磁铁、信号灯等)应直接接在接地的水平电源线上,控制触点接在上方水平电源线与耗能元件之间。

c) 电气控制线路中,同一电器的各导电部件如线圈和触点常常不画在一起,而是分别画出并用同一文字标明。例如,接触器的线圈和触点老标准都用C表示;新标准都用KM表示等。

d) 用导线直接连接的互联端子,因为其电位相同,故应采用相同线号。互联端子的符号应与器件端子的符号有所区别。

e) 原理图上应尽可能减少线条交叉;为了看图方便,电路应按动作顺序和信号流自上而下、从左到右的原则绘制;为了便于检索电气线路,方便阅读原理图,应将图面分成若干个区域(简称图区),图区编号一般写在图的下方[或右方(老标准)];为了标明每个电路在设备操作中的用途,在图的顶部一般设置用途栏。

f) 原理图上各电路的安排应便于分析、维修和寻找故障,对功能相关的电气元器件,应绘在一起,使它们之间的关系明确。

g) 原理图上应标出下列数据:各个电源的电压值、极性、频率及相数;某些元器件的特性(如电阻、电容的数值);继电器、接触器的触点数目及所在图样上的实际位置;不常用的电器(如位置传感器、手动触点、电磁阀或气动阀、定时器等)的操作方式和功能。

h) 线路的交接点中,需要测试和拆、接外部引出线的端子应用图形符号“空心圆”表示;电路的连接点用“实心圆”表示。

i) 机械操作电器的表示方法为,对非电气控制和人工操作的电器,必须在电气图上用相应的图形符号表示其操作方式及工作状态。同一个机械操作动作的所有触点,应用机械连杆符号表示其联动关系。各个触点的运动方向和状态,必须与操作件的动作方向和位置协调一致。

j) 对与电气控制有关的机、液、气等装置,应用符号绘出简图,以表示其关系。

2) 电气设备安装图。表示各种电气设备在电线电缆设备和电气控制柜的实际安装位置。各电气元器件的安装位置由电线电缆设备的结构和工作要求决定,例如,电动机要和被拖动的机械部件在一起;行程开关应放在要取得信号的地方;操作元件应放在操作方便的地方;一般电气元器件应放在控制柜内。控制柜内电气元器件的布置原则有:

a) 体积大和较重的电器应安装在控制板的下面。

b) 安放发热元件时,必须注意将电控柜内所有元件的温升保持在它们的允许极限内。对散发很大热量的元器件,必须隔开安装,必要时可采用风冷。

c) 为提高电子设备的抗干扰能力,除采取接到参考电位或公共连接点等措施外,还必须把灵敏的元器件分开、屏蔽或分开加屏蔽。

d) 元器件的安排必须遵守标准规定的间隙(见GB5226—85)和爬电距离,并应考虑有关的维修条件。对经常需要维护、检修、操作、调整的电器,安装位置要适当。

e) 应尽量把外形及结构尺寸相同的电气元器件安装在一起,以利于安装更换和增补。布置要适当、匀称、整齐、美观。

绘制电气元器件位置图即要在元器件位置图上明确电气元器件（如接线板、插接件、部件和组件等）的安装位置。其代号必须与有关电路图和清单上所用的代号一致，并注明接线安装的技术条件。位置图一般还应留出为改进设计所需的空及导线槽（管）的位置。

3）电气设备接线图。表示各电气设备之间的实际接线情况，是根据电气原理图及各电气设备安装的布置图来绘制的。安装电气设备或检查线路故障都要以电气接线图为依据。接线图要表示出各电气元器件的相对位置及各元器件的相互接线关系。因此要求接线图中各电气元器件的相对位置与实际安装的位置一致，并且同一个电器的元器件画在一起。还要求各电气元器件的文字符号与原理图一致。对各部分线路之间的接线和对外部接线都应通过端子板进行，而且应该注明外部接线的去向。

为了看图方便，对导线走向一致的很多根线合并画成单线，可在元器件的接线端标明接线的编号和去向。

接线图还应标明接线用导线的种类和规格，以及穿管的管子型号、规格和尺寸。成束的接线应注明接线的根数及其接线号。

(10) 阅读国外引进电线电缆设备电控图纸的方法。

1) 国外引进电线电缆设备电控图纸的表示方法。国外电线电缆设备电控图纸均采用按环节、部位、作用等分体绘制的方法。一套设备的电控图纸和资料往往多达成百上千张，各张图纸之间的联系均以图形标志示意说明。现以“IEC”标准图纸为例，介绍阅读每一张单元图纸的方法。至于“DIN”等标准图纸，基本上大同小异，看懂了“IEC”图纸，再看“DIN”等图纸也就不难了。国外引进电线电缆设备电控图图纸表示方法见图1-1。

a) 线路图标题栏说明。在每张电气线路图的下方都有一个标题栏，标题栏中除了标明绘图日期和签字等外，还应有六个部分见表1-1。

表1-1 标题栏

Apparatus Cabinet BM (1)	C.I. NO	83—5030	(3)		(4)	(5)	(6)
		(2)					
			制 图	11.5.82	1 of 10	部 件 (Section)	型 号 (type)
			校 对		总页数		图表号
			检 查		页 号	1.8	412
							7241/1

现将每个部分所表示的意义分叙如下：

第(1)部分表示设备的名称。本图例为 BM 挤塑机的仪表柜。

第(2)部分表示设备编号。总装配线编号或公司内部根据买方制定的编号，供以后维修或提供备件的依据。本图例83—5030中，83表示83年供货，5030表示中国福建南平电线电缆厂BM80挤塑机生产线。

第(3)部分表示图数和图序。该部分内容表示涉及这部分图表的总页数以及本图表的页次。本图例表示涉及开关箱图表的总页数为15，而本图表的页号为4。

第(4)部分表示设备部件号。该部分由两个数字组成。其中第一个数字所代表的意义见表1-2，第二个数字所代表的意义见表1-3。本图例中1.8表示电源开关箱/一般控制。

第(5)部分表示机器的型号。本图例中412表示挤塑机。

第(6)部分表示图表号/1~9其中：

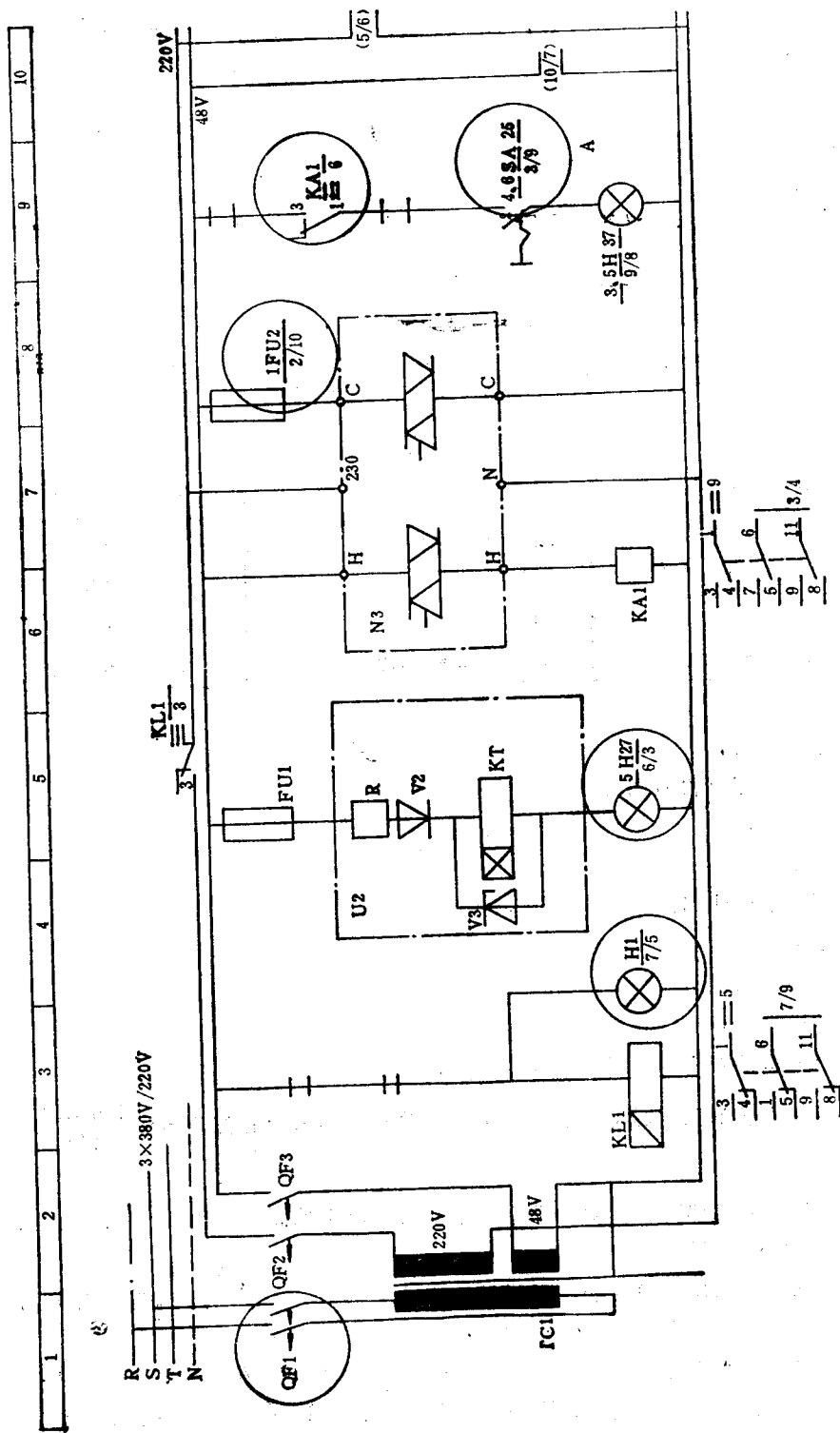


图1-1 国外引进电线电缆设备电控图纸表示方法举例

表1-2 第一个数字所表示的意义

数 字	代表涵义	数 字	代表涵义	数 字	代表涵义
1	电源开关箱	3	控制屏、控制台控制盒	5	在各种机器上的控制盒
2	其它开关箱	4	机 器	6	双盘收线开关箱

表1-3 第二个数字所代表的意义

数 字	代表涵义	数 字	代表涵义	数 字	代表涵义
.0	电 源	.10	拉线机	.20	双盘收线
.1	挤出机1驱动设备	.11	放 线	.21	单盘收线
.2	挤出机2驱动设备	.12	连接机头	.22	排 线
.3	—	.13	—	.23	—
.4	—	.14	进线储线器	.24	检 查
.5	牵引-输入	.15	SZ绞线机	.25	测量(计米数直径...)
.6	牵引-输出	.16	热水冷却器	.26	监控直径和电容
.7	电动换向器(牵引)	.17	—	.27	监控/可移动水柜+温度
.8	一般控制	.18	—	.28	MONOSIL
.9	同 步	.19	出线储线器	.29	恒温控制

/1表示图;

/2表示元件表;

/3表示示意图(符号图);

/4表示框图;

/5表示图表;

/6表示使用说明书;

/7表示接线表;

/8表示布线图;

/9表示排列图。

本图例中图号为7241, /1表示图。

b) 图上功能单元的标志说明。图中功能单元的标志由五部分组成 $\frac{4.6SA25}{3/9}$ (见图 1-1

中 A)

第(1)部分表示部件。由两个数字表示, 每个数字的涵义见表 1-2 和表 1-3。本例中为 4.6, 即为机器的牵引输出。

第(2)部分表示功能单元的字母代号。本例中为 SA, 表示为转换器(开关)。

第(3)部分表示定货号。本例中为 25。

第(4)部分表示所考虑的部件的图。本例为 4.6 部件中的图 3。

第(5)部分表示所考虑的部件图中的位置标号。本例中是图 3 中的位置标号为 9。

c) 图上标号阅读的几点说明。如图 1-1 所示, 每张图划分为若干个方位(或纵行), 每

个方位都标以数字以方便查找。

当功能元件用五个部分来表示时,说明该元件的方位不在本图上而被安排在其它图上。

例如,本例中 $\frac{4.6SA25}{3/9}$ 表示转换器SA25可在4.6部件上找到。

标号(点、数字、功能单元的字母代号)表示该单元可在所涉及的部位的同一套图上找到,但不在相同的分组或功能中。例如,本例中 $\frac{5H27}{6/3}$ 表示指示灯H27安排在开关箱1的牵引输入功能组(0.5)的图6、方位3处。前头的数字为1,可以省略。

功能单元标号没有第一部分,表示它仅被安排在本部件图上。例如,本例中 $\frac{H1}{7/5}$ 是一个指示灯,安排在本开关箱1.8上,可在本套图的图7,方位5上找到。1.8为其第一部分被省略了。

标记(=1个数字)表示功能单元被安排在该同一张图上数字所指示的方位上。例如,本例中 $\frac{KA1}{=6}$ 表示继电器KA1在该图的位置6处。

标记(第1个数字/第2个数字)表示功能元件安排在第一个数字所指的图上、第二个数字所指的方位处。例如,本例中 $\frac{1FU2}{2/10}$ 表示熔断器FU2的辅助控制触点可在1.1部件的图2中方位10处找到。

标记(字母+数字)表示功能单元就安排在此处。例如,本例中QF1是一个隔离开关,就安排在本图的方位上,与其它均无联系。本图的其它标志(1.8部位,图4、方位1)全省略。

d) 备件的定义单说明。每个备件的定义单均应明确地包括以上线路图以及元部件标号的几点参考情况。例如,C.1.NO: 83—5030, C.1.即内部元部件定货号。

部位: 1.8或者图号(用于使用可编程控制的生产线)。

图号: 7241/1。

备件号: 7241/2。

数量	功能单元	型号	储存号	种类
1	KA1	KA48VAC	679052	2
1	N3	600	513112	3
2	QF1	55N1-306	645280	2
1	U2	SAU	52312	2
:	:	:	:	:

2) 国外引进电线电缆设备电控系统图的阅读。国外引进电线电缆设备的电控系统除继电器-接触器控制等强电部分外,其电子控制部分均采用通用件和特殊件相结合的方式组装而成,大多是德国西门子等公司的标准线路。因而在读懂每张单元图纸的基础上,要阅读整套设备电控系统的线路图,必须根据机械设备的结构组成,生产的工艺流程,抓住电控系统的特点及特殊件环节,借助于各典型控制环节的原理穿针引线,整个系统的线路图也就很容易阅读了。通常的阅图方法如下:

a) 根据设备结构组成及工艺流程画出系统电控方案总体框图。

b) 抓住设备电控系统的主要特点,参照有关部分的典型线路,画出电控系统各部分或

各环节的原理框图。

c) 对照各部分或各环节的原理框图再进一步阅读和分析具体的控制线路图。

d) 一般先进行定性分析, 然后再定量地进行系统动、静态特性的研究。

二、电器控制的一般设计方法

电器控制系统的设计, 一般包括确定拖动方案、选择电机容量和设计电器控制线路。

电器控制线路的设计方法通常有以下两种:

(一) 一般设计法

一般设计法, 由于是靠经验进行设计的, 又叫经验设计法, 因而灵活性很大。初步设计出来的线路可能有几种, 这时要加以比较分析, 甚至要通过实验加以验证, 才能确定比较合理的设计方案。这种设计方法没有固定模式, 通常先用一些典型线路环节拼凑起来, 实现某些基本要求, 而后根据生产工艺要求逐步完善其功能, 并加以适当的联锁与保护。

用一般方法设计控制线路时, 应注意以下几个原则:

(1) 应最大限度地实现根据生产机械和生产工艺对电器控制线路的要求。设计之前, 首先要调研对生产的要求, 因为控制线路是为整个设备和工艺过程服务的, 不搞清楚对生产的要求就等于迷失了设计方向。对生产工艺的要求一般是由机械设计人员提供的, 但有时所提供的仅是一般性原则意见, 这时电气设计人员就需要对同类或类似的产品进行调研、分析、综合, 然后提出具体、详细的要求, 征求机械设计人员的意见后, 作为设计电器控制线路的依据。

一般对控制线路只要求满足起动、反向和制动就可以了, 有些则要求在一定范围内平滑调速和按规定的规律改变转速, 出现事故时要有必要的保护及信号预报以及对各部分的运动要求有一定的配合和联锁关系等。如果已经有类似的设备, 还应了解现有控制线路的特点以及操作者对它们的反映。这些都是在设计之前应该调研清楚的。

(2) 在满足对生产的要求的前提下, 控制线路应力求简单、经济, 并做到:

1) 尽量选用标准的、常用的, 或经实际考验过的线路和环节。

2) 尽量缩短连接导线的数量和长度。设计控制线路时, 应考虑到各个元件之间的实际接线, 特别要注意电气柜、操作台和限位开关等电气元器件之间的连接线, 并尽可能减少相互间的连接线。

3) 尽量缩减电器的数量, 采用标准件, 并尽可能选用相同型号。

4) 应减少不必要的触点以简化线路。在控制线路图设计完成后, 宜将线路化成逻辑代数式验算, 以便得到最简化的线路。

5) 控制线路在工作时, 除必要的电器必须通电外, 其余的尽量不通电以节约电能。

(3) 保证控制线路工作的可靠和安全。为了保证控制线路工作可靠, 最主要的是选用可靠的元器件, 如尽量选用机械和电气寿命长、结构坚实、动作可靠、抗干扰能力强的电器。同时具体线路设计中应注意以下几点:

1) 正确连接电器的触点。同一电器的常开和常闭辅助触点靠得很近, 如果分别接在电源的不同相上, 由于不是等电位, 当触点断开产生电弧时, 很可能在两触点间形成飞弧而造成电源短路。此外绝缘不好, 也会引起电源短路。若合理安排在同一相上, 由于两触点相位相同, 就不会形成飞弧, 即使引入线绝缘损坏, 也不会将电源短路。设计中应予以注意。

2) 正确连接电器的线圈。在交流控制电路中, 不能串联接入两个电器的线圈, 即使外

加电压是两个线圈额定电压之和,也是不允许的。因为每个线圈上所分配的电压与线圈阻抗成正比,两个电器动作总是有先有后,不可能同时吸合。当其中一个线圈先吸合时,由于该电器的磁路闭合,线圈的电感显著增加,因而在该线圈上的电压降也相应增大,从而使另一个电器的线圈电压达不到动作电压。因此两个电器需要同时动作时其线圈应该并联连接。

3) 在控制线路中应避免出现寄生电路。在控制线路的动作过程中,那种意外接通的路叫寄生电路(或称假回路)。在线路设计中应避免这种电路。

4) 在线路中应尽量避免许多电路依次动作才能接通另一个电器的控制线路。

5) 在频繁操作的可逆线路中,正、反向接触器之间不仅要有电气联锁,而且要有机械联锁。

6) 设计的线路应能适应所在电网的情况。根据电网容量的大小,电压、频率的波动范围,以及允许的冲击电流数值等决定电动机的起动方式是直接起动还是间接起动。

7) 在线路中采用小容量继电器的触点来控制大容量接触器时,要计算继电器触点断开和接通容量是否够。如果不够必须加小容量接触器或中间继电器,否则工作不可靠。

8) 线路中应具有完善的保护环节,以避免因误操作而发生事故。完善的保护环节包括过载、短路、过电流、过电压、失电压等保护环节,有时还应设有合闸、断开、事故、安全等必须的指示信号。

(4) 应尽量使操作和维修方便。控制机构应操作简单和便利,能迅速和方便地由一种控制形式转换到另一种控制形式,如由自动控制转换到手动控制。同时希望能实现多点控制和自动转换程序,减少人工操作。电控设备应力求维修方便,使用安全,并应有隔离电器,以免带电检修。

(二) 逻辑设计法

电器控制线路,分析其工作状态常以线圈通电或断电来判定。构成线圈通断条件是供电电源以及与线圈相连接的那些动合、动断触点所处的状态。若认为供电电源不变,则触点的通断是决定因数。电器触点只存在接通或断开两种状态,分别用“1”和“0”表示。相应地也可以线圈得电或失电作为该元件是处于“1”状态或是“0”状态。即元件为“1”状态,则表示线圈“得电”,电器吸合,其动合触点“闭合”,动断触点“断开”。“得电”、“闭合”都是“1”状态,而“失电”、“断开”则为“0”状态。若元件为“0”状态,则与上述情况相反。

以“1”和“0”表征两个对立的物理状态,反映了自然界存在的一种客观规律——逻辑代数。它与数学中数值的四则运算相似,逻辑代数(也称开关代数或布尔代数)中存在着逻辑“与”(逻辑乘)、逻辑“或”(逻辑加)、逻辑非三种基本运算,并由此而演变出一些运算规律。运用逻辑代数可以将电器控制系统设计得更为合理,设计出的线路能充分地发挥元件作用,使所应用的元件数量最少,但这种设计一般难度较大。在设计复杂的控制线路时,则更能发挥其明显的优点。

逻辑代数的基本性质见表1-4。

逻辑设计法一般按以下步骤进行:

- (1) 充分调研加工工艺过程,做出工作循环图或工作示意图。
- (2) 按工作循环图作执行元件节拍表及检测元件状态表——转换表。
- (3) 根据转换表,确定中间记忆元件的开关边界线,设置中间记忆元件。
- (4) 列写中间记忆元件逻辑函数式及执行元件逻辑函数式。

表1-4 逻辑代数的基本性质

序 号	名 称	恒 等 式 (公式)
1	基本关系	逻辑“与” $f = A \cdot B$
		逻辑“或” $f = A + B$
		逻辑“非” $f = \bar{A}$
2	基本定律	0 和 1 定则 $0 + A = A$
		$0 \cdot A = 0$
		$1 + A = 1$
		$1 \cdot A = A$
		互补定律 $A + \bar{A} = 1$
		$A \cdot \bar{A} = 0$
		同一定律 $A + A = A$
		$A \cdot A = A$
3	交 换 律	反转定律 $\bar{\bar{A}} = A$
		$A \cdot B = B \cdot A$
4	结 合 律	$A \cdot B = B \cdot A$
		$(A + B) + C = A + (B + C)$
5	分 配 律	$(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$
		$A \cdot (B + C) = AB + AC$
6	吸 收 律	$(A + B)(A + C) = A + BC$
		$A + AB = A$
		$A \cdot (A + B) = A$
		$A \cdot (\bar{A} + B) = AB$
		$A + \bar{A}B = A + B$
		$AB + \bar{A}C + BC = AB + \bar{A}C$
7	莫 根 定 律	$(A + B)(\bar{A} + C)(B + C) = (A + B)(\bar{A} + C)$
		$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$
		$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$

(5) 根据逻辑函数式建立电路结构图。

(6) 进一步完善电路, 增加必要的联锁、保护等辅助环节, 检查电路是否符合原控制要求, 有无寄生回路, 是否存在触点竞争现象等。

完成以上六步, 则可得到一张完整的电器控制原理图。若需实际制作, 还需要对原理图上所有元件选择具体型号、规格。热继电器、过电流继电器、时间继电器等需要按自动控制的要求和具体的工艺循环去整定其动作值。再将原理图编上线号, 最后画出装配图、编写电气说明书和使用操作说明书, 完成设计任务。

采用逻辑设计方法, 可以使电气控制线路简单, 充分运用电气元器件, 得到合理的最佳

方案。尤其对复杂线路的设计，特别是对生产自动化、组合电线电缆设备的控制线路设计，采用逻辑设计法比一般设计法更为方便、合理、可优化设计。

(三) 设备电控设计的主要内容

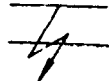
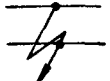
设备电控设计涉及的内容很广泛，概括起来，应包括以下内容：

- (1) 拟定电控设计任务书(技术条件)。
- (2) 确定电气传动控制方案，选择电动机。
- (3) 设计电气控制原理图。
- (4) 选择电器元件，并制定电气元器件明细表。
- (5) 设计操作台、电控柜及非标准电气元器件。
- (6) 设计电气设备布置总图、电气安装图，以及电气接线图。
- (7) 编写电气说明书和使用操作说明书。

以上各项设计内容，均应执行国家有关标准，并根据机械设备的总体技术要求和控制线路的复杂程序的不同，以上内容可增可减，某些图样和技术文件可适当合并或增删。

为使我国的电线电缆设备在国际市场上占有一席之地，其电控设计还必须向国际标准靠拢，否则就会影响我国设备走向国际市场。西门子公司在世界上享有盛名，文献[31]以该公司生产的各类低压电器产品为实例，在设计、制造、使用和维护的标准和方法方面都有广泛的代表性、通用性和实用价值。

附录A 电气设备常用基本图形符号 (摘自GB4728)

名 称	新 符 号	旧 符 号	名 称	新 符 号	旧 符 号
直 流	— 或 	—	接机壳或接底板	 或 	 或 
交 流			等电位		
交直流			故 障		
接地一般符号			闪络、击穿		
无噪声接地(抗干扰接地)			导线间绝缘击穿		
保护接地					