

怎样看



电动机控制电路图

ZENYANGKAN
DIANDONGJI KONGZHI DIANLUTU

辛长平 编

双色印刷 >>>>>>

将抽象的电路形象化，使操作过程动态的展现给读者。

语言通俗 >>>>>>

采用图文对照的方式，结合大量图表讲解识图方法和技巧。

内容实用 >>>>>>

介绍的控制电路图绝大部分来自生产实践，可以帮助读者快速、正确的处理实际工作中遇到的问题。



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电动机控制电路图

ZENYANGKAN
DONGJIKONGZHI DIANLUTU

辛长平 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书通过大量的举例和详细的解释,让初学者能够按照书中的步骤,一步一步地跟着学习识读电动机控制电路图,以达到会看、会维修、会设计的目的。本书共分8章,主要内容有:标准电气图的分类与规范表示、电动机通用拖动原理电路、电动机常用保护电路、电动机降压起动控制电路、电动机制动电路、电动机正/反转控制电路、智能化控制与电动机调速电路、电动机实用电子控制原理电路。

本书采用双色印刷、图文对照的方式,语言通俗易懂,所介绍的电动机控制电路绝大部分来自于生产实践,可以帮助读者快速、正确地处理实际工作中遇到的问题。本书适用于专业电工和电工爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

怎样看电动机控制电路图/辛长平编. —北京:中国电力出版社,2014.1

ISBN 978-7-5123-4654-3

I. ①怎… II. ①辛… III. ①电动机-控制电路-电路图
IV. ①TM320.12-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第148583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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014年1月第一版 2014年1月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 15.5印张 280千字

印数 0001—3000册 定价 39.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,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

随着现代社会科学技术的突飞猛进和国民经济的快速增长, 各行各业的电气自动化程度日益提高; 所使用的电气设备技术含量增大, 对相应的安装、调试与维修的技术要求也就越来越严格, 因此专业电工人员的技术水平应不断地提高。在电气控制系统中, 电动机的控制占相当大的比例。特别是随着现代电气化程度的不断升级, 各种电气自动化电路, 包括电动机智能控制电路基本都是围绕着对电动机的控制而展开。本书所介绍的对电动机不同工况的控制原理电路形式, 就是使读者能熟练掌握, 并根据实际工作需要, 在其原理电路的基础上举一反三地改造和升级电路。为了便于电工人员的自学和在实际工作中的应用, 我们根据大量的资料和多年的工作经验编写了这本书。

本书介绍的电动机控制电路图, 绝大部分来自于生产实践, 经过归纳、提炼而成。因为内容的真实, 可以帮助读者快速、正确地处理实际工作中遇到的问题, 也能满足读者自学的需求。

本书利用电动机的典型控制电路原理图, 采用图文对照的方式, 对电动机在不同工况下所使用电路原理图的工作过程进行详细解读, 使读者既掌握了所选用电路, 又能举一反三地展开分析与其功能基本相同的电路图。在具体的实际工作中, 根据对电动机功能的实际需要, 借助电工手册的具体技术参数, 完成对电动机实用电路的设计, 并将其应用在不同的生产、控制的电气设备中。

本书由辛长平编, 辛星、马恩慧参加了资料收集和编写工作, 葛剑青完成了所有插图的整理和校对, 单茜完成了书稿的录入。在此, 对参考了部分优秀资料的同仁表示由衷的感谢。

编者



怎样

看电动机控制电路图

目 录

前言

 第1章	标准电气图的分类与规范表示	1
1.1	电气图的分类与特点	1
1.1.1	电气图的分类	1
1.1.2	电气图的特点	15
1.2	标准电气图的规范表示方法	17
1.2.1	线路表示法	17
1.2.2	电气元件表示法	19
1.2.3	电气元件触点位置、工作状态和技术数据的表示法	21
1.2.4	元件接线端子表示法	22
1.2.5	连接线表示法	23
 第2章	电动机通用拖动原理电路	26
2.1	电动机通用拖动原理电路图的看图方法	26
2.1.1	电动机基本控制原理电路的组成	26
2.1.2	查线图解法	28
2.1.3	图解电动机单向间歇运行控制电路	30
2.1.4	怎样看电动机单向运行的点动/长动控制电路图	31
2.1.5	怎样看电动机转子绕组串电阻起动电路图	33
2.2	典型电动机通用拖动原理电路	38
2.2.1	电动机可逆转换开关电路	38
2.2.2	电动机限位控制电路	40
2.2.3	电动机自动快速再起启动电路	40
2.2.4	电动机“间歇”运行控制电路	41
2.2.5	多台电动机同时启动控制电路	42

2.2.6	电动机自动循环控制电路	43
2.2.7	单线“远程”电动机起/停控制电路	44
2.2.8	低压电源电动机“远程”控制开关电路	44
2.2.9	电动机远动控制电路	46
2.2.10	两台电动机联锁控制电路	48
2.2.11	“一控十”电动机起动电路	48
2.2.12	两台压油泵的电动机电子自动轮流起动电路	49
2.2.13	带“自锁”功能的电动机“多点”控制电路	51
2.2.14	电动机负载力矩控制电路	52
2.2.15	电动机事故连锁及报警电路	54
	第3章 电动机常用保护电路	56
3.1	电流型断相、断电电路图的看图方法	56
3.1.1	怎样看电流型漏电保护电器电路图	56
3.1.2	怎样看具有显示功能的三相电动机断电保护电路图	57
3.1.3	怎样看空气压缩机电动机断相保护电路图	59
3.2	典型电动机保护原理电路	61
3.2.1	电流型三相电动机断相保护电路	61
3.2.2	全电子三相交流电动机断相保护电路	62
3.2.3	加中间继电器做简易断相保护器电路	63
3.2.4	三相电动机断相保护器电路	65
3.2.5	异步电动机差动式热继电器断相保护电路	65
3.2.6	三相电动机过流保护电路	65
3.2.7	电动机断相自动保护电路	66
3.2.8	节电式三相异步电动机断相保护器电路	67
3.2.9	采用欠电流继电器做断相保护电路	68
3.2.10	星形零序电压断相保护电路	69
3.2.11	零序电压电动机断相保护电路	69
3.2.12	电动机断相(断丝电压)保护电路	70
3.2.13	星形接法的电动机断相保护器电路	70
3.2.14	速饱和零序电流传感器断相保护装置	71
3.2.15	三角形接法的电动机零序电压断相保护电路	73
3.2.16	电动机相敏保护电路	73

3.2.17	三相鼠笼型电动机综合保护电路	75
3.2.18	电动机故障区域指示电路	77
3.2.19	电动机过扭矩保护电路	77
3.2.20	Y— Δ 起动的三相异步电动机堵转保护电路	79
3.2.21	使用电流互感器的热继电器保护电路	79
3.2.22	电压型低压触电保安器电路	81
3.2.23	电流型低压触电保安器电路	81
3.2.24	低压电压型触电保安器电路	82
3.2.25	电流型漏电保护器电路	82
3.2.26	电动机用双闸式保护装置	83
3.2.27	电动机的工作接地线路	83
3.2.28	电动机的保安接零线路	84
3.2.29	电动机的保安接地线路	84

第4章 电动机降压起动控制电路 86

4.1	电动机定子绕组串电阻降压起动控制电路	86
4.1.1	电动机定子绕组串电阻降压起动控制电路组成原则及看图方法	86
4.1.2	怎样看电动机降压起动控制电路图	87
4.2	典型电动机降压起动控制原理电路	96
4.2.1	电动机定子绕组串电阻降压起动控制电路	96
4.2.2	时间继电器控制的Y/ Δ 转换电动机起动控制电路	96
4.2.3	用中间、时间继电器延时转换的Y/ Δ 降压起动控制电路	97
4.2.4	电动机手动Y/ Δ 起动器电路	98
4.2.5	QZ73 系列综合磁力起动器电路	99
4.2.6	多台电动机逐一进行Y/ Δ 降压起动电路	100
4.2.7	JKT—125 型自耦减压电动机起动电路的改进电路	101
4.2.8	自耦变压器降压电动机起动控制电路	103
4.2.9	XJO11 系列电动机自控自耦减压起动柜电路	104
4.2.10	电动机频敏变阻器电路	106

第5章 电动机制动电路 108

5.1	三相笼型感应电路组成原则和看图方法	108
-----	-------------------	-----

5.1.1	怎样看电磁抱闸断电电动机制动控制电路图	109
5.1.2	怎样看电动机的正/反向运转制动控制电路图	110
5.1.3	怎样看直流他励电动机制动电路图	114
5.2	典型电动机制动原理电路	117
5.2.1	三相绕线型异步电动机晶闸管整流能耗制动电路	117
5.2.2	单向运转的全波整流点动能耗制动控制电路	118
5.2.3	双向运转反接电动机制动控制电路	120
5.2.4	三相鼠笼式异步电动机短接制动电路	121
5.2.5	可逆点动控制的简单短接电动机制动电路	121
5.2.6	不对称电阻反接电动机制动电路	122
5.2.7	串电阻降压起动及反接电动机制动电路	123
5.2.8	异步电动机反接制动电路	123
5.2.9	断电后抱闸可放松的电动机制动电路	124
5.2.10	简单的能耗制动电路	126
5.2.11	可逆转动反接制动电路	126
5.2.12	三相鼠笼式异步电动机自励发电—短接制动电路	127
5.2.13	电容—电磁制动电路	127
5.2.14	三相半波整流能耗制动电路	128
5.2.15	单相桥式整流能耗制动电路	130
5.2.16	鼠笼式电动机能耗制动电路	130

第6章 电动机正/反转控制电路 132

6.1	电动机正/反转控制电路组成原则及看图方法	132
6.1.1	主电路组成与控制电路的组成原则	132
6.1.2	怎样看电动机正/反转控制电路	134
6.2	典型电动机正/反转控制原理电路	139
6.2.1	防止电动机相间短路的正/反转控制电路	139
6.2.2	用电流继电器控制电动机机械扳手电路	139
6.2.3	用电弧联锁继电器延长转换时间的电动机正/反转控制电路	140
6.2.4	交流固态继电器控制的三相交流异步电动机正/反转控制电路	141
6.2.5	由三个接触器组成的电动机正/反转控制电路	144
6.2.6	单线远程电动机正/反转控制电路	145
6.2.7	单相电动机的正/反转自动控制电路	146

👁 第7章 智能化控制与电动机调速电路 149

7.1 电动机智能控制电路	149
7.1.1 断电延时继电器电路在电动机制动电路中的应用	149
7.1.2 采用断电延时继电器的电动机制动电路	152
7.1.3 用 PIC12F675 实现直流电动机控制	153
7.1.4 采用 DJ803 专用集成电路控制直流电动机的正/反转电路	155
7.1.5 DJ803 对交流电动机的正/反转控制电路	156
7.1.6 三相交流电动机正/反转控制的电路	156
7.2 典型电动机调速控制原理电路	157
7.2.1 KZD—Ⅱ型小功率直流电动机晶闸管调速电路	157
7.2.2 交流接触器控制的双速电动机电路	163
7.2.3 电磁调速异步电动机(滑差电动机)	164
7.2.4 集成化直流电动机调速电路	169
7.2.5 单相交流电动机简易调速电路	172
7.2.6 电动机晶闸管脉冲调速电路	173
7.2.7 电磁调速电动机控制电路	175
7.2.8 电磁调速电动机控制电路的改进电路	176
7.2.9 JZT ₁ 型滑差电动机控制电路的改进电路	177
7.2.10 JD ₁ A 型滑差电动机控制电路的改进电路	179
7.2.11 采用集成电路 LZ210 的直流电动机脉宽调制调速电路	180
7.2.12 KJZ—1 型直流电动机调速板电路	181

👁 第8章 电动机实用电子控制原理电路 183

8.1 电子电路图的基本看图方法	183
8.1.1 电子控制原理电路的基本看图方法	183
8.1.2 集成电路图的基本看图方法	188
8.1.3 怎样看晶闸管触发电路图	190
8.1.4 怎样看 JS20 型单结晶体管阻容式时间继电器电路	192
8.1.5 怎样看 JG—D 型光电继电器电路图	194
8.1.6 怎样看接近开关电路图	195
8.2 典型电动机电子控制原理电路	198
8.2.1 用电接点压力表做水位控制电路	198

8.2.2	简易水位控制电路	199
8.2.3	改进的水位自动控制电路	200
8.2.4	全自动控制水箱的放水电路	200
8.2.5	大型水塔自动控制供水电路	202
8.2.6	水塔群的水泵自动控制电路	202
8.2.7	深井潜水泵的抽空自动控制电路	204
8.2.8	机井群集中遥控电路	206
8.2.9	集成电路液位显示与井泵控制电路	206
8.2.10	带水位指示的井泵控制电路	209
8.2.11	柴油机断水报警电路	211
8.2.12	高层建筑地下室双速风机的控制电路	212
8.2.13	小型空气压缩机电动机的断相保护电路	215
8.2.14	空气压缩机控制改进电路	216
8.2.15	可预置温度的低压锅炉循环水泵控制电路	219
	附录 A 电气图形符号	221
	附录 B 建筑安装平面布置图形符号新旧对照表	231
	附录 C 电气设备部件常用文字符号新旧对照表	233
	参考文献	235



怎样

看电动机控制电路图

第 1 章

标准电气图的分类与规范表示

1.1 电气图的分类与特点

电气图是指用电气图形符号、带注释的图框或简化的外形来表示电气系统或设备组成部分之间的相互关系及其连接关系的一种图绘制形式。就是说要表明两个或两个以上变量之间关系，用以说明电气系统、成套用电装置或用电设备中各组成部分的相互关系或连接关系，再则就是以提供工作参数的表格、文字等，也属于电气图之列。

对于用电设备来说，电气图主要是指主电路图和控制电路图；对于供配电设备来说，主要是指一次回路和二次回路的电路图。

1.1.1 电气图的分类

根据各电气图所表示的电气设备、工程内容及表达形式的不同，通常电气图可以分为电气总平面图、电气系统图、电气平面图、电气原理图、电气接线图、大样图、电缆清册、图例、设备材料表和设备布置图等。

1. 电气总平面图

电气总平面图是在建筑总的平面图上，表示出电源及电力负荷的分布图样，主要表示各建筑物的名称、用途、电力负荷的总装机容量、电气线路的走向及变(配)电装置的位置、容量和电源进户线的方向。通过电气总平面图可以了解该项目的工程概况，掌握电气负荷的分布及电源装置。

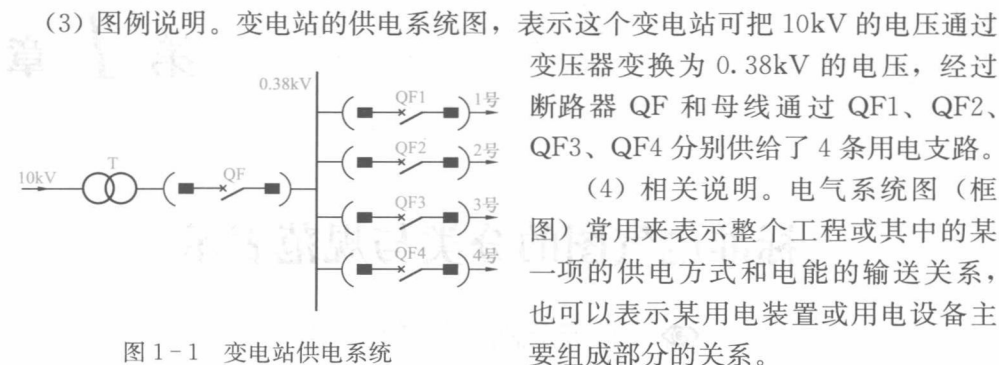
一般大型工程有电气总平面图，中小工程的电气总平面图则由动力平面图和照明平面图替代。

2. 电气系统图

(1) 要点。电气系统图(框图)是用单线表示电能或信号按回路分配的图样，主要表示各个回路的名称、用途、容量及主要电气设备、开关元件和导线电缆的规格型号等。通过电气系统图可以知道该系统有多少回路和主要用电设备的容量、

控制方式等。

(2) 图例。如图 1-1 所示，为某一变电站的供电系统图。



3. 电气原理图

电气原理图又称电气原理接线图，是单独用来表示电气设备及元件控制方式及控制线路的图样。主要表示电气设备及元件的起动、保护、信号、连锁、自动控制及信号测量等。电气原理图按工作顺序用图形符号从上而下、从左到右排列，详细表示电路、设备或成套用电装置的全部组成和连接关系，而不考虑实际位置的简图。

电气原理图可分为点、电力系统图、生产机械电气控制电路图和电子电路图。

(1) 电力系统图。

1) 要点。电力系统图又分为发电厂变电电路图、厂矿变（配）电电路图、电力及照明配电电路图。每种电路图又可分为主接线图和二次接线图。主接线图是把电气设备和电气元件（隔离开关、断路器、互感器、避雷器、电力电容器、变压器、母线等），按一定的顺序连接起来，成为汇集和分配电能的电路图。

2) 图例。如图 1-2 所示，为一单台变压器的高压变电站主电路图，电源经过断路器 1QF 送到变压器 T，变压器再经过断路器 2QF 送到母线汇流排，再向各电力支路分配电力。

3) 图例说明。通常把对一次设备进行控制、提示、检测和保护的附属设备称为二次设备；将表示二次设备的图形符号按一定的顺序绘制成的电气图，称为二次接线图或二次电路图。

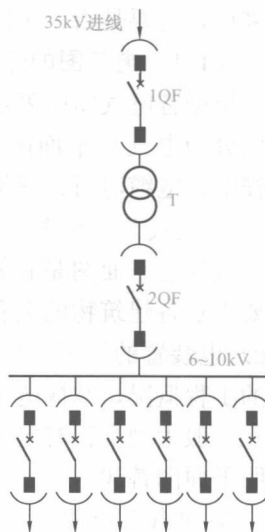


图 1-2 单台变压器的高压变电站主电路

如图 1-3 所示,为 3~6kV 高压断路器电磁操动机构的断路器控制回路。由图可见断路器的合闸控制过程、分闸控制过程、断路跳闸控制过程以及这三种状态下指示灯的指示情况。

(2) 生产机械电气控制电路图 (电气设备控制电路图)

1) 要点。生产机械电气控制电路图是指对电动机及其他用电装置的供电方式进行控制的电气图,它一般分为主电路和辅助电路。主电路是从电源到电动机或其他用电装置主要工作电流通过的电路。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路和保护电路。

2) 图例。如图 1-4 所示,为接触器直接起动电路。

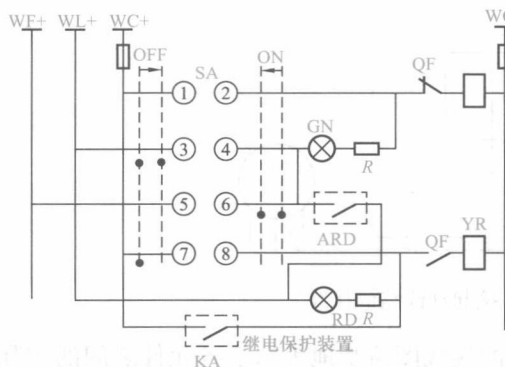


图 1-3 电磁操动机构的断路器控制回路

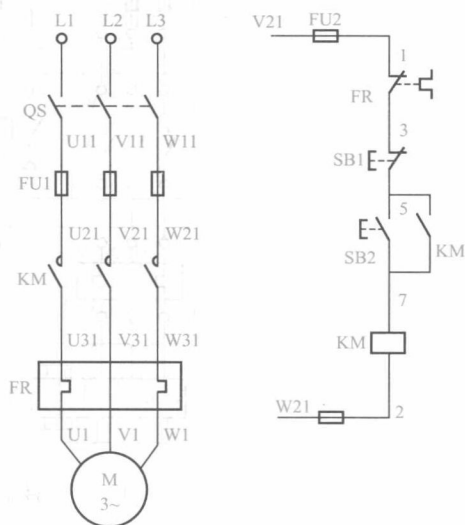


图 1-4 接触器直接起动电路

3) 图例说明。在接触器直接起动电路中,当合上隔离开关 QS 后,按下起动按钮 SB_2 时,接触器 KM 的线圈得电,它的动合主触点闭合,使电动机得电运转;另一个辅助触点闭合,进行自锁。当按下停止按钮 SB_1 或热继电器 FR 动作时,接触器 KM 线圈失电,动合主触点断开,电动机停止运转。由此可见,图 1-4 表示了电动机的操作控制原理。

(3) 电子电路图。是指反映电子电气元件组成的设备或装置工作原理的电气图,它又可分为电力电子电路图和电子电器电路图。

4. 电气接线图

(1) 要点。接线图是与电气原理图配套使用的图样,用来表示设备元件外部接线及设备元件之间的接线。通过接线图可以知道系统控制的接线及控制电缆、控制线的走向与布置等。

(2) 图例。如图 1-5 所示, 为接触器直接起动线路的接线图。

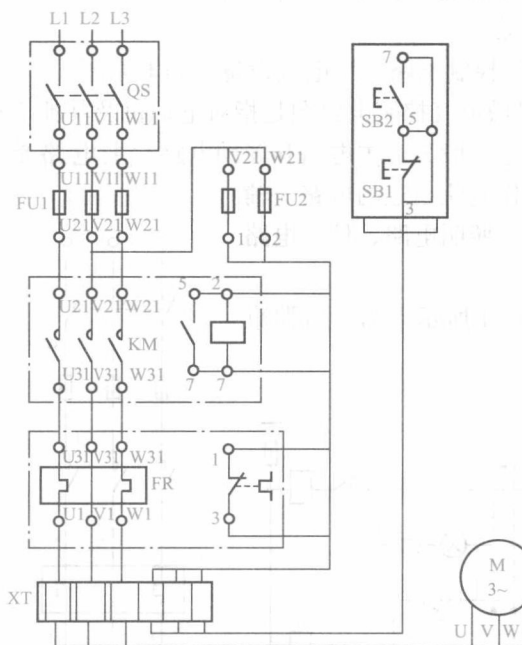


图 1-5 接触器直接起动线路的接线

(3) 图例说明。接触器直接起动线路的接线图清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系。电源 (L1、L2、L3) 经隔离开关 QS 由 U11、V11、W11 接至熔断器 FU1, 再由 U21、V21、W21 接至交流接触器 KM 的主触点, 再经过 U31、V31、W31 接至继电器的发热元件, 接到端子排的 U1、V1、W1, 最后用导线 (电缆) 接入电动机的 U、V、W 端子。

(4) 当一个用电装置比较复杂时, 接线图又可以分为以下几种。

1) 单元接线图与单元接线表。

2) 要点。单元接线图是表示成套用电装置或设备中的一个结构单元内的各元件之间连接关系的接线图。通常按用电装置或设备背面的布置而绘制出其中的连接关系, 所以又称为屏背面接线图。

3) 图例。如图 1-6 所示, 为简单的单元接线图。

4) 图例说明。简单的单元接线图, 其中图 1-6 (a) 用连续线表示, 图 1-6 (b) 用中断线表示。该图共有 6 个项目, 即 A、B、C、D、R、X。图中清楚地表明了各项目之间的连接关系。

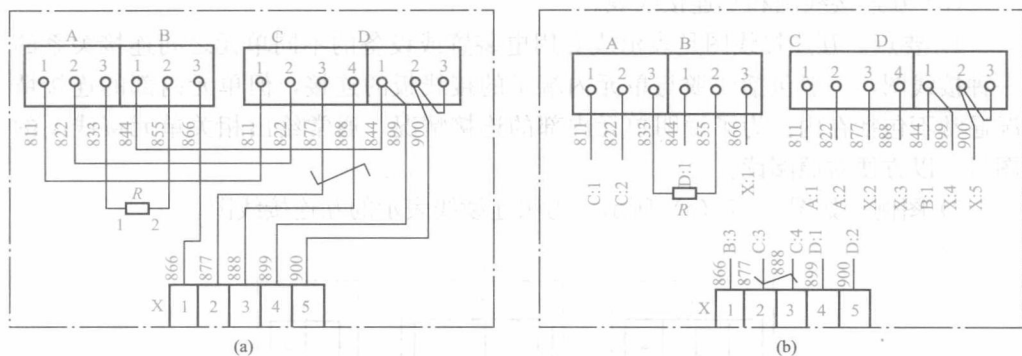


图 1-6 简单的单元接线图

5) 例表说明。为了表示出接线图中的线缆号、线缆型号及规格、项目代号、两端连接端子号和其他说明等内容,在单元接线图中往往给出了单元接线表。对于某些项目较少且接线简单的单元只给出单元接线表即可。

按图 1-5 制作的单元接线表,见表 1-1。

表 1-1

单元接线表

线号	线缆型号 及规格	连接点 I			连接点 II		
		项目代号	端子号	参考	项目代号	端子号	参考
811	BX-1.5	A	1		C	1	
822	BX-1.5	A	2		C	2	
833	BX-1.5	A	3		R	1	
844	BX-1.5	B	1		D	1	89
855	BX-1.5	B	2		R	2	
866	BX-1.5	B	3		X	1	
877	BX-1.5	C	3		X	2	
888	RVB-2×1.5	C	4		X	3	
899	RVB-2×1.5	D	1	85	X	4	
900	BX-1.5	D	2		X	5	

注 接线表应该包括以下几项。

1. 线缆型号,即表示连接导线所属的电缆、线束号,如果为单根导线,不分束,则不表示;
2. 线号,即导线的标号,也可用文字、字母表示;
3. 线缆型号及规格;
4. 连接点 I、II,即连接线两端与设备、元件的连接点,包括项目代号、接线端子号及其有关其他连接的说明(列入“参考”);
5. 备注,与连接点有关的说明。

(5) 互连线图和互连接线表。

1) 要点。互连线图是表示成套用电装置或设备的不同单元之间连接关系的一种接线图，一般包括线缆与单元内端子的接线板的连接，但单元内部的连接情况通常不包括在内。为了说明单元内部的连接情况，通常给出相关单元接线图的图号，以方便对照阅读。

2) 图例。如图 1-7 (a) 所示，为用连续线表示的互连线图。

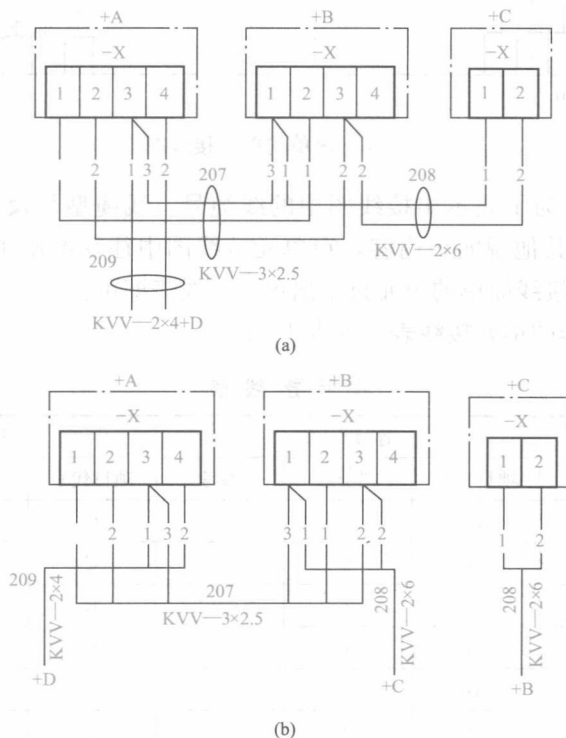


图 1-7 用连续线表示的互连线图

3) 图例说明。用连续线表示的互连线图，它表示了 4 个单元之间的连接关系，这 4 个单元的项目代号（只表示了位置代号）分别为 +A、+B、+C、+D，其中 +A、+B、+C 3 个单元用点画线方框表示，其中内部各有一个端子板，其代号为 X，而项目 D 只表明了去向。

(6) 图例说明图中各单元的互连关系如下：

+A、+B 之间用 207 号线缆连接，型号为 KVV，3 芯截面积为 2.5mm^2 。每根芯线的两端均标有相同的芯线号，如 I 号芯线的一端接 +A-X: 1，另一端接

+B—X : 2。

+B、+C 之间用 208 号线缆连接, 线缆型号及规格为 LVV— $2 \times 6\text{mm}^2$ 。

+A、+D 之间用 209 号线缆连接, 线缆型号及规格为 LVV— $2 \times 4\text{mm}^2$ 。

1) 图例。如图 1-7 (b) 所示与图 1-7 (a) 是同一用电装置的互连接线图。

2) 图例说明。图中有的采用单线表示法, 如 +A、+B 之间的 207 号线缆; 有的用中断线表示法, 如 +B、+C 之间的 208 号线缆和 +A、+D 之间的 209 号线缆。中断处用远端标记表明去向, 如 208 号线缆, 在 +B 端标记为 +C, 在 +C 端标记为 +B。

3) 例表说明。表 1-2 为与图 2-6 相对应的互连接线表, 表示 +A、+B、+C、+D 单元之间 207 号、208 号、209 号三根线缆两端的连接 (连接点 I、II) 关系。

表 1-2

互 连 接 线 表

线缆号	线号	线缆型号 规格 (mm^2)	连接点 I			连接点 II		
			项目代号	端子号	参考	项目代号	端子号	参考
207	1	KVV— 3×2.5	+A—X	1	209.1	+B—X	2	208.2 208.2
	2			2			3	
	3			3			1	
208	1	KVV— 2×6	+B—X	1	207.3	+C—X	1	
	2			3	207.2		2	
209	1	KVV— 2×4	+A—X	3	207.3	+D	1	
	2			4				

(7) 端子接线图和端子接线表。

1) 要点。端子接线图是表示成套用电装置或设备的端子以及接在端子上的外部接线 (有的也包括内部接线) 的一种接线图。一般情况下不表示端子板与内部其他部件的连接关系, 但可以给出相关元件的图号, 以便查阅。

2) 图例。如图 1-8 所示, 为两个端子接线图的示例图。其中, 左边是结构单元 +A6 的端子接线图, 右边是结构单元 +B5 的接线端子图。

3) 图例说明。

a. 在图 1-8 中, +A6 (位置代号) 单元端子排的代号为 X1, 共有 12 个端子, 依次标号为 1~11 和 PE, 其中 5、6 号端子备用。+A6 单元端子接线图画在 15 号图上。

+B5 单元的端子接线图画在 14 号图上, 其端子排的代号为 X2, 共 7 个端子, 依次标号为 1~6 和 PE, 其中 1、6 号端子备用。