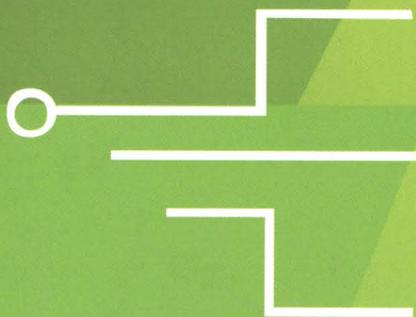


实用电工技能操作丛书

电气控制设备 安装及维护

刘光源 ■ 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

实用电工技能操作丛书

电气控制设备 安装及维护

刘光源 ■ 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是实用电工技能操作丛书。全书共四章，主要内容包括电工识图和常用检修工具，常用低压电器，电力拖动基本控制线路，电气控制设备的安装、调试和检修等。书中对机床电气控制线路的基本工作原理、常见故障分析和维修等作了详细介绍。此外，还提供了最新的国家标准《电气简图用图形符号》中关于电工部分的相关内容，方便电工人员查阅。

本书标准新、实用性强，紧密联系生产实践，适合工矿企业和乡镇企业的电工使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电气控制设备安装及维护/刘光源主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 11

(实用电工技能操作丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3691 - 9

I. ①电… II. ①刘… III. ①电气控制—控制电路—安装②电气控制—控制电路—维修 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 260421 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 21.25 印张 568 千字 3 插页

印数 0001—3000 册 定价 56.00 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

由于电工是个特殊工种，根据国家有关部门规定，电工必须经过专业技术和特殊作业安全培训。所以，我们按照初级电工上岗、鉴定应知和应会的要求编写了《实用电工技能操作丛书》。这套丛书的特点是，将电工内线安装及照明装置、外线及接地和防雷装置的安装、变压器及中小型电动机的安装和维修、电工基本操作技能所需要的基本知识，所需的工具、检测仪表、材料及安装和维修方法按电工不同的工种编写《户内配电装置安装及维护》、《低压配电线路安装及维护》、《配电变压器和动力设备安装及维护》、《电工基本操作工艺》、《电气控制设备安装及维护》、《电工认证考核读本》6本丛书，可供电工、维修电工、电机修理工等不同工种的电工选用。

本书为广大电工和电气技术人员提供了所需的最新国家标准GB/T 4728—2005~2008《电气简图用图形符号》。

本书的特点是标准新、实用性强，对机床电气控制线路的基本工作原理、常见故障分析和维修经验作了详细介绍。

本书由刘光源主编，参加编写的还有应桂聪、周家宝和许定芳等。

限于作者学识和技术水平，书中难免有不足及疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2012年12月



目 录

前言

第一章 电工识图和常用检修工具 ·····	1
第一节 电气简图常用图形符号及电气技术 常用文字符号·····	1
第二节 电工检修工具·····	360
第二章 常用低压电器 ·····	384
第一节 低压开关·····	384
第二节 熔断器·····	414
第三节 接触器·····	420
第四节 继电器·····	428
第五节 凸轮控制器·····	458
第六节 主令电器·····	461
第三章 电力拖动基本控制线路 ·····	480
第一节 三相笼型异步电动机的全压启动·····	480
第二节 三相笼型异步电动机的降压启动·····	487
第三节 三相异步电动机的制动·····	495
第四节 多速电动机的控制·····	505
第五节 三相绕线式异步电动机的控制·····	513
第六节 直流电动机的控制线路·····	518
第四章 电气控制设备的安装、调试和检修 ·····	528
第一节 电气控制设备的安装与调试·····	528
第二节 机床电气控制设备的维护及检修方法·····	533
第三节 常用机床电气控制线路及常见故障维修·····	546
参考文献 ·····	675

电工识图和常用检修工具

第一节 电气简图常用图形符号及电气技术常用文字符号

一、电气简图常用图形符号

电气简图常用图形符号是绘制电气简图的工程语言，国际上多数发达国家将国际电工委员会 IEC 617 标准统一作为这种语言的依据。我国于 1984、1985 年采用 IEC 617—1983 发布了 GB 4728—1984~1985《电气图用图形符号》系列标准，并于 1987 年发布《在全国电气领域推行电气图用图形符号国家标准的通知》。电气图用图形符号的发布和实施，使我国电气领域信息交流的工程语言与国际通用语言协调相一致，为我国电气技术文件与国际接轨创造了重要条件。

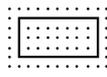
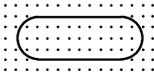
为了满足不断发展的科学技术的需要，国际电工委员会于 1996 年又修订并出版了 IEC 617 的新标准。我国于 1996~2000 年又采用 IEC 617—1996 并修订发布了 GB/T 4728—1996~2000 年《电气简图用图形符号》的系列标准，标准的电气简图用图形符号已完全与发达国家一致。

我国于 2005 年又根据 IEC 617 的新标准修订并发布了 GB/T 4728—2005《电气简图用图形符号》第 1~5 部分的新标准，于 2008 年又根据 IEC 617 的新标准修订并发布了 GB/T 4728—2008《电气简图用图形符号》第 6~13 部分的新标准。

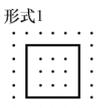
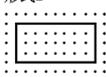
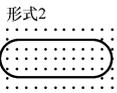
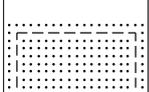
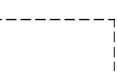
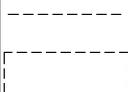
《电气简图用图形符号》共有 13 个部分，约有图形符号 1400 余个，现摘录部分常用的图形符号，见表 1-1。

表 1-1

电气简图用常用图形

项目	种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号			
		序号	名称	图形符号	说明
1	轮廓和外壳 符号要素	S00059	物件		别名：设备；器件；功能单元；元件；功能
		S00060	物件		符号轮廓内应填入或加上适当的符号或代号，以表示物件的类别
		S00061	物件		如果设计需要可以采用其他形状的轮廓
		S600062	外壳		如果罩具有特殊的防护功能，可加注以引起注意 若肯定不会引起混乱，外壳可省略，如果外壳与其他物件有连接，则必须示出外壳符号
		S600063	外壳		必要时，外壳可断形画出
		S600064	边界线		此符号用于表示物理上、机械上或功能上相互关联的对象组的边界。长短线可任意组合
		S600065	屏蔽		符号可画成任何方便的形状
		S600066	防止无意识直接接触，一般符号		星号应由具备无意识直接接触防护的设备或器件的符号代替

符号 (摘录 GB/T 4728)

GB/T 4728—1996~ 2000 版符号		GB 4728—1984~ 1985 版符号		GB 312—1964 版符号	
序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号
02-01-01	形式1 	元件			
02-01-02	形式2 	装置			
02-01-03	形式3 	功能单元			
02-01-04	形式1 	外壳 (容器)		半导体器 件外壳	 或 
02-01-05	形式2 	管壳		电子管管 壳	 或 
02-01-06		边界线			
02-01-07		屏蔽 (护罩)		屏蔽	
02-01-08		新国标 新增符号			

项目	种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号			
		序号	名称	图形符号	说明
2 限定符号	2.1 电流和电压的种类		直流	已取消	该符号系 GB 4728—1984 标准, 且 IEC 617:1983 标准中也有
		S01347	直流		废除, 仅供参考的符号, 被 S00067 替代
		S01402	直流	DC (dc)	新增符号
		S00067	直流		电压可标注在符号右边, 系统类型可标注在左边 示例: 2/M  220/110V
		S01403	交流	~	频率值或频率范围可标注在符号的右边 示例: ~50Hz
		S01404	交流	AC (ac)	新增符号
		S00069	交流 (示出频率)	~50Hz	频率值或频率范围可标注在符号的右边
		S00070	交流 (示出频率范围)	~100...600kHz	废除, 仅供参考的符号, 被 S01403 替代
		S00071	交流 (示出电压)	3/N~400/230V 50Hz	电压值也可标注在符号右边, 相数和中性线数可标注在符号左边, 频率值或频率范围可标注在符号右边 示例: 交流, 三相带中性线, 400/230V 50Hz
		S00072	交流 (示出系统)	3/N~50Hz/TN-S	废除, 仅供参考的符号, 被 S01403 替代

续表

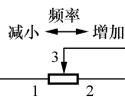
GB/T 4728—1996～ 2000 版符号		GB 4728—1984～ 1985 版符号		GB 312—1964 版符号	
序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号
	现已取消	直流	—	直流电	—
02-02-03	⋮ ⋮ — — ⋮ ⋮ ⋮ ⋮	直流	==		
02-02-04	⋮ ⋮ ~ ⋮ ⋮ ⋮	交流	~	交流电	~
02-02-05	~50Hz				
02-02-06	~100…60kHz				
02-02-07	3/N~400/ 230V 50Hz				
02-02-08	3/N~50Hz/ TN-S				

项目	种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号			
		序号	名称	图形符号	说明
2	2.1 电流和电压的种类 限定符号	S00073	交流（示出频率范围，低频） 别名：工频或亚音频		当需要用一个给定的画法来区分不同的频率范围时，可使用 S00073、S00074 和 S00075 符号
		S00074	交流（示出频率范围，中频） 别名：音频		同上
		S00075	交流（示出频率范围，高频） 别名：超音频，载频		同上
			交直流	已取消	已取消
		S00076	具有交流分量的整流电路		需要区别整流和整流电流时使用
		S00077	正极性	+	正极性
		S00078	负极性	-	负极性
		S00079	中性	N	中性线
		S00080	中间线	M	中间线

续表

GB/T 4728—1996～ 2000 版符号		GB 4728—1984～ 1985 版符号		GB 312—1964 版符号	
序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号
02-02-09		低频（工频 或亚音频）		工频	
02-02-10		中频（音频）		音频	
02-02-11		音频（超音 频、载频或射 频）		超音频、 载频及射频	
	现已取消	交直流		交直流电	
02-02-12		具有交流分 量的整流电路		脉动电流	
02-02-13	+	正极	+	正极	+
02-02-14	-	负极	-	负极	-
02-02-15	N	中性（中 性线）	N	中性线	N
02-02-16	M	中间线	M		

项目种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号			
	序号	名称	图形符号	说明
2 限定符号 2.2 可变性	S00081	可调节性 一般符号		“可调节性”是与符号所表示的器件相关的量，其值可由外部方式设置或控制
	S00082	可调节性， 非线性		
	S00083	可变性， 一般符号		可调节性、可变性和自动控制的符号应横跨主体符号，并与主体符号的中心线约成 45°
	S00084	可变性， 非线性		有关控制量的信息，例如电压或温度的信息可表示在贴近符号的地方 “可变量”是与符号所表示的器件相关的量，其值取决于器件自身内部的因素
	S00085	预调		同 S00083 和 S00084 的说明外，允许调节的条件可标注在符号旁
	S00086	预调		
2.3 力或运动的方向	S00093	直线运动 (单向)		箭头可用来表示方向，器件的可动部分沿此方向运动将达到所需的效应 沿臂 3 向 端子 2 移动 时频率增加
	S00094	直线运动 (双向)		箭头也可用来表示力的方向或符号所代表的物体运动方向。此时需要加以注释由运动所产生的效应可用符号或文字说明



续表

GB/T 4728—1996～ 2000 版符号		GB 4728—1984～ 1985 版符号		GB 312—1964 版符号	
序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号
S0-03-01		非内在可变性		调节	
02-03-02		非内在非线性可变性		非线性调节	
02-03-03		内在的可变性			
02-03-04		内在非线性可变性		非线性的	
02-03-05		预调、微调 仅在 $I=0$ 时允许预调		微调	
02-03-06					
02-04-01		按箭头方向的直线运动或力		直线运动	(1) 单向
02-04-02		双向直线运动或力			(2) 双向

项目	种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号			
		序号	名称	图形符号	说明
2	2.4 限定符号 流动方向	S00095	环形运动 (单向)		按箭头方向: 单向环形运动, 单向旋转, 单向扭转
		S00096	环形运动 (双向)		双向环形运动, 双向旋转, 双向扭转
		S00099	传送 (单向)		单向传送, 单向流动, 例如能量、信号、信息
		S00100	传送, 双向, 同时		同时双向送, 同时发送和接收
		S00101	传送, 双向, 非同时		非同时双向传送, 交替发送和接收
		S00102	发送		和其他符号组合使用时, 如箭头所表达的意思是明确的, 小圆黑点可以省略
		S00103	接收		和其他符号组合使用时, 如箭头所表达的意思是明确的, 小圆黑点可以省略
		S00104	能量从母线输出		能量从母线 (汇流排) 输出
		S00105	能量从母线输入		能量从母线 (汇流排) 输入
		S00106	能量流动, 双向 (向母线输入和从母线输出)		双向能量流动

续表

GB/T 4728—1996~ 2000 版符号		GB 4728—1984~ 1985 版符号		GB 312—1964 版符号		
序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	
02-04-03		按箭头方向 单向运动				
02-04-04		双向旋转		回转运动	(1) 顺 时针方向	
					(2) 逆 时针方向	
					(3) 双 向	
02-05-01		能量、信号 的单向传播		电气信号 传输方向		
02-05-02		同时双向传 播, 同时发送 和接收		电气信号 同时对向传 输		
02-05-03		不同时双向 传播交替的发 送和接收		电气信号 非同时双向 传播		
02-05-04		发送				
02-05-05		接收				
02-05-06		能量从母线 (汇流排) 输出				
02-05-07		能量向母线 (汇流排) 输入				
02-05-08		双向能量流 动 (双向能量 传输)				

项目	种类	GB/T 4728.2—2005 新版符号				
		序号	名称	图形符号	说明	
2	2.5	特种量的动作相关性	S00108	动作（大于整定值时）	>	特征量值大于整定值时动作
			S00109	动作（小于整定值时）	<	特征量值小于整定值时动作
			S00110	动作（大于高整定值或小于低整定值时）	> <	特征量值大于高整定值或小于低整定值时动作
			S00111	动作（等于零时）	=0	特征量值等于零时动作
				特征量值等于整定值时动作	已取消	该符号系 GB 4728—1984 标准，但非 IEC 617:1983 标准中的符号
	2.6	材料的类型	S00114	材料，固体		材料类型可用化学符号或下面给出的某个限定符号来表示 这些符号已经绘制在矩形中，但当这些符号和其他符号组合使用时，矩形可省略
			S00115	材料，液体		
			S00116	材料，气体		
			S00118	材料，半导体		
			S00119	绝缘材料		
	2.7	交应或相关性	S00120	热效应		热效应 如：热继电器的驱动器件 
S00123			磁场效应或磁场相关性		磁场效应或磁场相关性 如：磁敏电阻 	