

电工作业人员安全技术丛书

低压运行维修 培训指导

主 编 刘汉卿 李树海

副主编 池德星 徐泽旬 王德新



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电工作业人员安全技术丛书

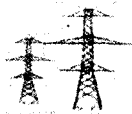
低压运行维修 培训指导

主 编 刘汉卿 李树海

副主编 池德星 徐泽旬 王德新



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

为贯彻国家安全生产监督管理局颁布的《电工作业人员安全技术培训大纲》和《电工作业人员安全技术考核标准》，《大纲》和《标准》的起草人组织编写了《电工作业人员安全技术丛书》，以便于有关机构的培训和考核。

本书为丛书之一，共23个单元：常用电气图用图形符号及文字符号；电路概念；磁和电磁；交流电；晶体管整流电路；电工仪表；便携式仪表；电工作业安全；低压电力系统；防触电技术；电气防火；防雷防静电；安全操作；低压电器；异步电动机；并联电容器；移动用电和临时用电；电气照明；配线路；电工基本技能；电线、电缆；正确使用电工测量仪表；三相鼠笼式异步电动机的控制接线。

本书可作为电工作业人员的相关培训和考核的教材和自学参考书，同时也可供有关工程技术人员、大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

低压运行维修培训指导/刘汉卿，李树海主编．—北京：中国电力出版社，2005
(电工作业人员安全技术丛书)
ISBN 7-5083-2937-6

I. 低... II. ①刘... ②李... III. ①低压电器-电气设备-运行-安全技术 ②低压电器-电气设备-维修-安全技术 IV. TM52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 126412 号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
汇鑫印务有限公司印刷
各地新华书店经售

2005年2月第一版 2005年2月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 22.5印张 550千字
印数0001—3000册 定价29.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

电工作业人员安全技术丛书

《低压运行维修培训指导》编委会

主 编 刘汉卿 李树海

副主编 池德星 徐泽旬 王德新

编 委 刘汉卿 池德星 李树海 徐泽旬
王德新

编写人员 王宝超 金章裕 徐泽旬 计宗仁
曹洪德 徐本钊 高广禄 庄永宁
解祖宝 李树海 池德星 王德新
陈金芳 倪保漳 秦钟全 王 宪
夏五华 李月新

根据《中华人民共和国安全生产法》(2002年11月1日起施行)、《中华人民共和国劳动法》(1994年7月5日)的有关规定和中华人民共和国国家经济贸易委员会第13号令颁布的《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》的规定,必须加强特种作业人员的安全技术培训、考核与管理工作。即:培训规范化,以保证培训质量;考核标准化,以提高考核水平;管理科学化,以增强管理力度。

2002年10月国家安全生产监督管理局颁布了《电工作业人员安全技术培训大纲》(简称《大纲》)和《电工作业人员安全技术考核标准》(简称《标准》),确立了以人为本,以安全为纲的指导思想。

为了尽快在全国贯彻《大纲》和《标准》,保证培训和考核的质量,提高培训内容的系统性和考核项目的可操作性,特组织长期从事电工教学以及具有丰富实践经验并具备高级电工专业技能的教师编写这套丛书,供教师讲授和学员自学。

丛书结合电工职业特点,即:电工属于通用性技术工种之一且具有一定的危险;电气设备的复杂程度比较高;对电工的安全意识要求明显高于其他工种;电工是要求综合能力较强的技术工种;电气事故危害性较大。

丛书内容:

《电工作业人员安全技术丛书(低压运行维修培训指导)》

《电工作业人员安全技术丛书(低压运行维修考核手册)》

《电工作业人员安全技术丛书(高压运行维修培训指导)》

《电工作业人员安全技术丛书(高压运行维修考核手册)》

《电工作业人员安全技术丛书(电工基本技能图解)》

丛书的使用范围:

拟从事电工作业的人员必读。

已取得《中华人民共和国特种作业操作证》(简称《操作证》)的电工作业人员必携。

拟取得毕业证和《操作证》的职业学校、中等专业学校学生必备。

供有关工程技术人员、大专院校师生参考。

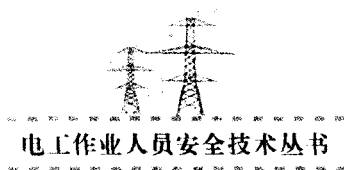
我们希望,丛便于电工作业人员自学以及培训、考核工作中能够起到指导和帮助的作用。更希望专家、教师和广大读者提出意见和建议,以利改进。

编者

2004年11月

前言

第一单元	常用电气图用图形符号和文字符号	1
第二单元	电路概念	15
第三单元	磁和电磁	25
第四单元	交流电	34
第五单元	晶体管整流电路	56
第六单元	安装式仪表	64
第七单元	便携式仪表	88
第八单元	电工作业安全	98
第九单元	低压电力系统	111
第十单元	防触电技术	119
第十一单元	电气防火	127
第十二单元	防雷防静电	135
第十三单元	安全操作	144
第十四单元	低压电器	158
第十五单元	异步电动机	199
第十六单元	并联电容器	230
第十七单元	移动用电和临时用电	242
第十八单元	电气照明	254
第十九单元	配电线路	281
第二十单元	电工基本技能	299
第二十一单元	电线、电缆	309
第二十二单元	正确使用电工测量仪表	320
第二十三单元	三相鼠笼式异步电动机的控制接线	337



第一单元

常用电气图用图形符号和文字符号



本单元您应该了解以下内容：

- (1) 电气图的分类及制图原则。
- (2) 常用的电气图用图形符号。
- (3) 电气设备常用的基本文字符号。
- (4) 电气设备常用的辅助文字符号。

一、电气图的分类及制图的原则

(一) 概述

以下各图不需理解，只示出图形符号及文字符号种类，供初学者参考、识别。

用电气图形符号绘制的图称为电气图。电气图包括了设备控制原理、设备安装位置、接线要求及连接关系等各方面。电气图在生产实际中十分重要，是电工作业必不可少的组成部分。电气图主要由电气系统图、表达关系的框图、电路原理图、接线图、接线表、逻辑图、安装位置图等组成。

(二) 常用电气图分类

电气图的首页是整个电气工程项目总的概要说明。它主要包括了该项目的图样目录、图例、设备情况明细表及设计说明。设备情况明细表列出了该项目中所使用的主要电气设备元件的名称、型号、规格、数量和文字代号，供读图时参考。设计说明主要是表达该项目的设计依据，安装及工艺要求、使用和维护的注意事项。

1. 系统图或框图

系统图和框图是采用符号或带注释的框来概略的表示系统、分系统、成套装置或设备等的基本组成的主要特征以及功能关系的电气用图。

(1) 系统图与框图的区别：系统图主要用于表示整个系统或成套设备，如图 1-1 所示；而框图通常用于表示分系统、子系统或设备，如图 1-2 所示。

(2) 系统图是供操作和维修时参考，供有关部

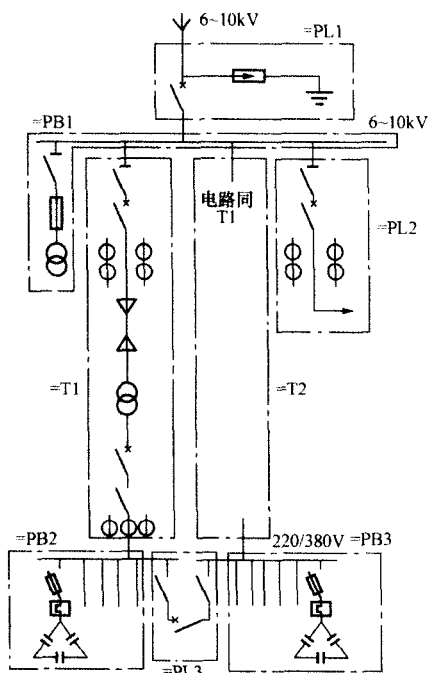


图 1-1 系统图

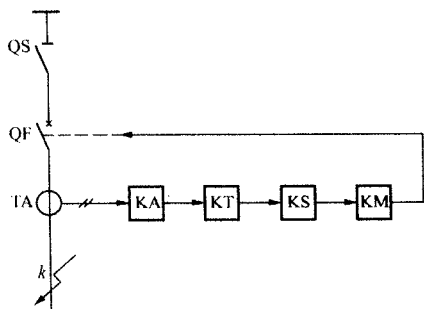


图 1-2 过电流系统框图

门了解整体方案、简要的工作原理和各部分情况的。

如图 1-2 可作为该变配电所短路计算、电气主接线及继电保护设计和变配电模拟操作图板的依据。

2. 电路图

电路图根据系统图或框图来详细表达各框图的内容，电路图又称“原理图”或“电气原理图”。系统图、框图与电气原理图虽然都用图形符号表示并按工作顺序排列，但框图仅概略地表示基本组成和主要特征，而电路图则不但能详细表示电路的原理和组成，而且更能详尽地表达各元件和器件的连接关系，便于

了解工作原理，分析和进行计算。电路图和框图都不考虑元件的实际位置。电路图反映的是功能和原理，是实际生产、检查和维修工作中必不可少的技术文件。

按所表达的电路的不同，电路图可分为两类：

(1) 一次电路图：也称主电路图、主接线图、一次接线图、一次原理图。它是用国家标准规定的电气图形符号和文字符号表示主电路中电气设备（或元器件）相互连接顺序。表示从电源到用电设备的路径及所需要的各种电器元件（主要有高、低压电器及保护元件）。如图 1-1 所示。

(2) 二次电路图：也称二次接线图或二次回路图。它是用国家标准规定的电气图形符号和文字符号表示辅助电路（及二次回路）中电气设备（或元器件）相互连接顺序。二次系统图是为一次系统图服务的，从二次线路图中可以分析线路的工作原理，和相互控制关系，是电气维修工作中重要的技术依据，如图 1-3 所示。

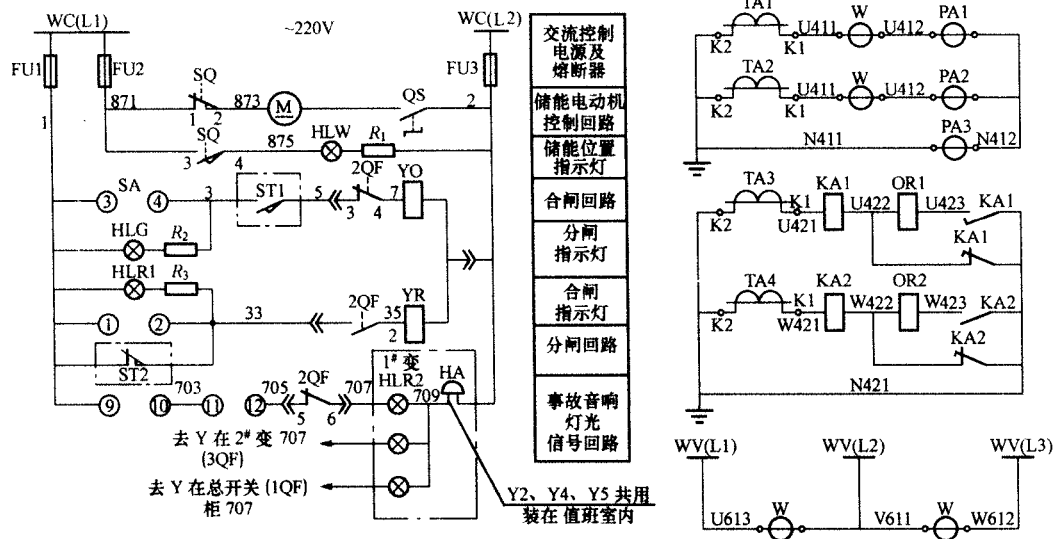


图 1-3 二次电路图

3. 接线图

表示成套设备、装置、各元器件的连接关系。它是安装接线和检查、试验、维修的一种简图，如图 1-4 所示。

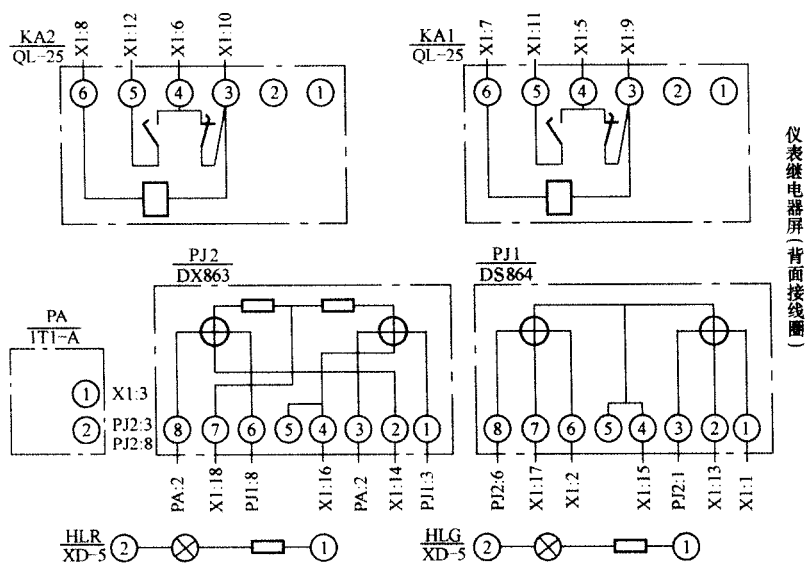


图 1-4 仪表和继电保护接线图

4. 位置图

位置图表示成套装置、设备或装置中各个项目的布局、安装位置。位置图一般用图形符号绘制，用来表示某一部分的电器设备、元器件或装置的位置及其连接布线的图。如图 1-5 所示。

(三) 图面一般规则

(1) 图纸的幅面及格式：图纸幅面代号及尺寸规定与 GB4457.1—1984《机械制图图纸幅面及规格》基本相同，图纸幅面为 A0~A4。

(2) 图线和字体的形式：实线、虚线、点划线、双点划线等各种图线自有不同的应用，图线的宽度一般为 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0mm，同一张图纸的线宽应一致，如需要两种宽度的图线时，粗线的宽度为细线的两倍。在图线的使用中还应注意箭头、指引线、连接线、连接线标记、中断线等图线的使用方法。

二、常用电气图形符号及电气项目代号

(一) 常用图形符号

图形符号是电气制图中不可缺少的要素，是绘制与识读电气用图必须掌握的基础知识。国家标准 GB 4728 对《电气图用图形符号》已有详细规定。常用电气图用图形符号见表 1-1 及表 1-2。

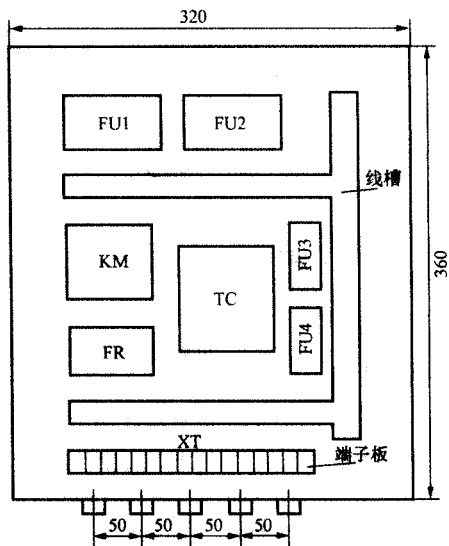


图 1-5 配电盘位置图

表 1-1

常用电气图的图形符号及新旧对照

名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注
直流电				直热式热敏电阻			“θ”可用“T”或“H”代替
交流电				电容器的 一般符号			
三相 V 形 连接的两个 绕组				电解电容 器			
星形连接 的三相绕组				可变电容 器			
有中性点 引出线的星 形连接三相 绕组				电感线圈			半圆圈数不 少于 3 个
双星形连 接的三相绕 组			可继续使用	带抽头的 电感线圈			可继续使用
三角形连 接的三相绕 组				有铁心的 电感线圈			
开口三角 形连接的三 相绕组				有铁心的 单相双绕组 变压器			
手动控制				有铁心的 三相双绕组 变压器 星形 - 有 中性点引出 线的星形接 法			
自动复位 的手动控制				有铁心的 三相双绕组 变压器 引出线的星 形 - 三角形 接法			
机械传动			可继续使用	连续调压 有铁心的单 相自耦变压 器			
电动机控 制							
气压或液 压控制							
电磁控制							
一般电阻							
应变电阻							
压敏电阻							

续表

名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	
有铁心的三相自耦变压器,绕组为星形连接				复励式直流电机			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替	
直流发电机				串励式直流电机			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替	
三相交流电动机				永磁式直流电机			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替	
三相滑环异步电动机				开关和转换开关触点	动合(常开)触点			
单相蔽极异步笼型电动机					动断(常闭)触点			
两相异步电动机(转子为笼型)					切换触点			
旋转变压器			“*”号用种类相应的字母代号代替		自动开关的动合(常开)触点 1			
接触式自整角发送机或自整角接收机			“*”号用种类相应的字母代号代替		动合(常开)触点			
三相凸极同步电机,定子绕组星形连接并有中性点引出线			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替		动断(常闭)触点			
三相隐极同步电机,定子绕组三角形连接			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替		切换触点			
他励式直流电机			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替					
并励式直流电机			“*”号用发电机“G”或电动机“M”代替					

续表

名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	
接触器、启动器、动力控制器的触点	动合(常开)触点			非电继电器触点	气压或液压式			
		液位式						
	动断(常闭)触点				温度式			“θ”应为“Θ”，可用“T”代替 建议将“t°”改为“T”或“Θ”
		离心式或转速式						
带时限的继电器和接触器的触点	延时闭合的动合(常开)触点			保持触点	保持触点 动合(常开)触点			
	延时开启的动合(常开)触点				动断(常闭)触点			
	延时闭合的动断(常闭)触点			多极开关(如三极)				
	延时开启的动断(常闭)触点			二极自动开关(二极自动空气断路器)			二极自动开关又称二极万能式(框架式)自动断路器或三极塑料外壳式(装置式)自动断路器,它们的极限分断电流等于或大于电网短路电流	
非电继电器触点	一般符号			过电流自动开关			二极框架式(万能式)自动断路器或塑料外壳式(装置式)断路器配备热脱扣器和过电流电磁脱扣器,它们的极限分断电流等于或大于电网短路电流	
	机械式							

名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注
三极自动开关(三极自动空气断路器)			三极自动开关又称三极框架式(万能式)自动断路器或三极塑料外壳式(装置式)断路器,它们的极限分断电流等于电网电流	测量仪表的电压线圈的一般符号			
				测量仪表的电流线圈的一般符号			
控制器或操作开关				一般符号			“*”号可用各种仪表相应的符号代替
带动合(常开)触点,能自动返回的按钮				瓦特表	W		
带动断(常闭)触点,能自动返回的按钮				千瓦表	kW		
带动合(常开)和动断(常闭)触点,能自动返回的按钮				功率因数表	$\cos \varphi$		
带闭锁装置的按钮				赫兹表	Hz		
带两个动合(常开)和一个动断(常闭)触点,能自动返回的按钮				欧姆表	Ω		
一般符号				兆欧表	M Ω		
继电器、接触器和磁力启动器的线圈			可继续使用	相位表	φ		
电流线圈				转速表	n		
电压线圈			可继续使用	波长表	λ		
过电流继电器线圈			可继续使用	温度表	T		“ θ ”可用“T”代替
低电压继电器线圈			可继续使用,“低电压”即“欠压”	检流计			
				整步表			
				示波器			注意圆内图形差异
				三相两动圈式功率表			

续表

名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注	名 称	旧图形符号	新图形符号	备 注
带时限的电磁继电器线圈	缓吸线圈 			积算式测量仪表	一般符号 		“*”号可用各种仪表相应的符号代替
	缓放线圈 				瓦时表 		
继电器的一般符号			“*”号可用相应种类的符号代替		安时表 		
					积算式瓦时表 		
信号继电器			如闪光继电器		双方向读数的安培表 		
中间继电器					单方向积算的瓦时表 		
瓦斯继电器							
差动继电器					避雷器的一般符号 		
反比延时的过电流继电器					熔断器 		
三相继电器保护的定时电流保护装置				刀开关熔断器 			
自动重合闸装置				跌开式熔断器 			
插接器的一般符号							
记录式测量仪表的一般符号			“*”号可用各种仪表相应的符号代替	隔离开关熔断器 			

表 1-2

常用电力、照明和电信图形符号及其对照

名 称	新 符 号	旧 符 号	名 称	新 符 号	旧 符 号
发电站(厂)			向上配线 向下配线	 	
变电所 配电所			屏、台、箱、柜 的一般符号		
柱上变电站			电力或电力 照明配电箱		
地下线路			信号板、信号 箱		
架空线路			照明配电箱		
事故照明线			电磁阀		
50V 及以下 电力及照明线 路			按钮盒		
控制及信号 线路(电力及照 明用)			风扇		
沿建筑物敷 设通信线路	明敷 暗敷		单相插座		
中性线			带接地孔的 单相插座		
保护线			带接地孔的 三相插座		
保护和中性 共用线			电信插座		
接地线	 有接地装置 无接地装置		开关一般符 号		
母线			双控开关		
直流母线			灯或信号灯 的一般符号		
单极开关			投光灯		
双极开关			荧光灯		
三极开关					
单极拉线开 关					

(二) 文字符号

文字符号是用于表明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态及特征的，一般标注在电气设备、装置和元器件之上或其近旁，其目的是为项目代号提供电气设备装置和元器件种类字母代码和功能字母代码。

1. 文字符号的组成

电气技术中的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两类，基本文字符号又分为单字母符号和双字母符号。国家标准 GB 7159—1987《电气技术中的文字符号制订通则》对此作了规定。见表 1-3~表 1-5。

2. 文字符号的使用

(1) 电气技术中的文字符号不适用于电气产品的型号编制与命名。

(2) 文字符号的字母的书写应采用拉丁字母大写正体字，单字母应优先采用，只有当用单字母符号不能满足要求时，需将大类进一步划分时，方采用双字母符号，以便更详细地、更具体地表述电气设备、装置和元器件。如“F”表示保护器，而“FU”表示熔断器（俗称保险），而“FR”表示具有延时动作的限流保护器（热继电器）。

(3) 辅助文字符号可放在表示种类的单字母符号旁边组成双字母符号。如“SP”表示压力传感器；“YB”表示电磁制动器。为简化文字符号起见，若辅助文字符号由两个以上字母组成时，只允许采用其第一位字母进行组合，如“MS”表示同步电机。辅助文字符号可单独使用，如“ON”表示接通，“M”表示中间线，“N”表示中性线，“PE”表示保护线。

表 1-3 电气设备常用基本文字符号（摘编）

设备、组件、元器件 种类及名称	基本文字符号		旧符号 (GB 315)	设备、组件、元器件 种类及名称	基本文字符号		旧符号 (GB 315)
	单字母	双字母			单字母	双字母	
组件部件（本表其他地方未提及的组件、部件）							
电桥	A	AB	DQ	晶体管放大器	A	AD	BF
集成电路放大器	A	AJ	—	磁放大器	A	AM	CF
印刷电路板	A	AP	—	抽屉柜	A	AT	—
非电量到电量变换器或电量到非电量变换器							
热传感器	B	—	—	压力变换器	B	BP	YB
光电池	B	—	—	位置变换器	B	BQ	WZB
扬声器	B	—	Y	测速发电机	B	BR	(CSF)
自整角机	B	—	ZZJ	温度变换器	B	BT	WDB
旋转变压器	B	—	ZB	速度变换器	B	BV	SB、SDB
电 容 器							
电容器	C	—	C				
二进制元件、延迟器件、存储器件							
数字集成电路和器件	D	—	—	单稳态元件	D	—	—
延迟线	D	—	—	寄存器	D	—	—
双稳态元件	D	—	—				

续表

设备、组件、元器件 种类及名称	基本文字符号		旧符号 (GB 315)	设备、组件、元器件 种类及名称	基本文字符号		旧符号 (GB 315)
	单字母	双字母			单字母	双字母	
其 他 元 器 件							
发热器件	E	EH	—	空气调节器	E	EV	—
照明灯	E	EL	ZD				
保 护 器 件							
避雷器	F	—	BL	具有瞬时动作的限流保护 期间	F	FA	—
具有延时动作的限流保护 期间	F	FR	—	具有延时和瞬时动作的限 流保护期间	F	FS	—
熔断器	F	FU	RD	限压保护器件	F	FV	—
发生器、发电机、电源							
旋转发电机	G	—	F	发生器	G	GS	—
同步发电机	G	GS	TF	异步发电机	G	GA	YF
旋转式或固定式变频器	G	GF	BP	蓄电池	G	GB	XDC
信 号 器 件							
声响指示器	H	HA	FM	光指示器	H	HL	GP
指示灯	H	HL	SD				
继电器、接触器							
瞬时接触继电器	K	KA	—	交流继电器	K	KA	—
接触器	K	KM	C	极化继电器	K	KP	YLJ
簧片继电器	K	KR	—	延时有或无继电器	K	KT	SJ
电感器、电抗器							
感应线圈	L	—	GQ	电抗器（并联和串联）	L	—	DK
电 动 机							
电动机	M	—	D	同步电动机	M	MS	TD
力矩电动机	M	MT	—				
模 拟 元 件							
运算放大器	N	—	—	混合模拟/数字器件	N	—	—
测量设备、试验设备							
指示器件	P	—	CB	记录器件	P	—	CB
积算测量器件	P	—	CB	信号发生器	P	—	CB
电流表	P	PA	A	（脉冲）计数器	P	PC	JS
电能表	P	PJ	—	记录仪器	P	PS	—
时钟、操作时间表	P	PT	—	电压表	P	PV	V
电力电路的开关器件							
断路器	Q	QF	DL、ZK	电动机保护开关	Q	QM	—
隔离开关	Q	QS	GK				