

智能建筑电工电路技术

芮静康 主编

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

智能建筑电子电路技术/芮静康主编. —北京: 中国计划出版社, 2001.7

ISBN 7-80058-925-0

I. 智... II. 芮... III. 智能建筑-电子电路 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 14823 号

智能建筑电工电路技术

芮静康 主编

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413 63906414)

新华书店北京发行所发行

外文印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 1/16 38.5 印张 929 千字

2001 年 7 月第一版 2001 年 7 月第一次印刷

印数 1—5000 册

☆

ISBN 7-80058-925-0/TM·11

定价: 60.00 元

前 言

随着科学技术的进步及国民经济的飞速发展，电工领域的新技术、新产品、新材料、新工艺、新设备、新装置不断涌现，智能建筑（智能大厦）一幢幢兴起，为了满足建筑的要求，智能电工在传统电工的基础上发展起来，可以概括成“高、低压、强、弱电、十个系统”，理论性强，也非常实用。随着计算机技术的发展，智能化程度越来越高，从低级到高级，许多传统的电气人员努力学习，适应宾馆、饭店、大厦的工作需要，许多学习自动化的技术人员也努力钻研智能建筑的电气技术，努力为智能建筑服务。宾馆、饭店、大厦的物业工作队伍迅速壮大，工程部的电工人员数量也日益增多。

我们提出智能电工首先由智能建筑中开始发展，并日益发展到传统行业和家庭，但是智能电工、不同于建筑智能化，因为它首先是电工，然后再是智能电工，为了满足广大电气工作者知识更新的需要，为了满足广大宾馆、饭店、大厦、电工的需要，特编写本书。

本书分为基础和应用两部分，基础部分包括典型环节、典型电路、逻辑电路等，应用部分围绕着广播、电视、监控系统、网络、通信系统、消防系统、电梯系统等方面展开。希望这本书能对工作在宾馆、饭店、大厦和有关部门的电气人员有所帮助。

虽然笔者力求将智能电工技术说清楚，想为读者对智能电工技术的掌握找一个捷径，但是智能建筑电工（智能电工技术）内容非常广泛，限于篇幅，只能介绍其中一部分，而且只能先介绍初级智能电工技术，又在基础和应用两方面，不能作到完全处理恰当；理论性、知识性和实用性几方面也不能完全处理好。又由于经验不足，在编写中错误和缺点在所难免，希望电气专业同行和广大读者批评指正。

参加编写的主要有：芮静康、董爱华、窦晓霞、阎有运、王海星、吴冰、郑征、王福忠、柳春生、付子仪、曾安国、禹沛、王新、郭永东、禹佩、梁爱琴、郭三明、富乃清、康润生、艾永乐、高岩、吴钊等同志。董爱华、窦晓霞两位副教授和阎有运高级工程师及梁爱琴老师任副主编，芮静康高级工程师兼职教授任主编，并负责撰稿和全书的统稿。

在编写过程中得到了焦作工学院副院长焦留成教授、北京第二开关厂厂长兼党委书记张敏惠同志，焦作工学院电气系统主任余发山教授、武钦韬教授、清华大学周铁英教授以及编审委员会的许多领导和专家、学者、教授的大力支持，卢峰工程师对第六章（网络）进行审阅，提出了宝贵意见，在此一并表示衷心的感谢。

编者：2000. 3 于北京

第一章 绪 论

智能建筑电工（更广义地说是智能电工）的提出已很久了，是在传统的多个行业中的维修电工、内外线电工、电机修理工、无线电工的基础上发展起来的。传统电气工种是以强电为主体，而智能电工是在强电的基础上，增加了更广泛的弱电内容，可称高低压、强弱电，因为弱电侧重在控制方面，不能完全代替强电的功能。进一步指出，应将强电和弱电系统有机地结合起来，在理论上有“功率电子学”的学科，而高低压、强弱电有机地结合在一起，在传统电气工种的基础上发展成为智能电工。智能电工是多学科、多专业的，其具体内容又是互相渗透、互相包容的，如现代通信、办公自动化和网络、消防系统和监控系统等。

智能电工，既然称为智能，就不是一般的电气控制，所谓智能化、智能控制，有人提出：控制器具有智能行为的系统称为智能控制系统。不仅仅是提高计算机的运算速度和存储容量，而是要接近人脑的智力行为。曾经有模糊控制、模糊逻辑、神经控制和智能控制论、神经网络、神经计算机、电脑，总之是为了无限接近人脑的智力行为的计算和控制。归结起来、简而言之，智能化、智能控制必须介入计算机技术。而智能电工从专业方面讲也不同于计算机专业，因为计算机专业要侧重于计算机本身的技术，又因为计算机专业也已发展成为很广的领域，而智能电工既要求掌握强电和相关专业的内容，又要掌握计算机的各种硬件和软件技术，就很不容易，作为一个专业或工种，这样要求就不现实，所以我们提出智能电工侧重于计算机的应用，应用计算机专业人员研制的成果，又特别注意计算机的控制功能。智能电工首先是电工，然后才是智能电工，所以，智能电工技术也不同于建筑智能化，因为智能化侧重于弱电和计算机技术，而智能电工是在强电基础上发展起来的，所以智能电工包括强电的内容。

信息技术，如因特网、内联网、数据传输网、局域网/广域网、卫星通信、自动用户交换机等，都是本书描述的重要内容，它们和智能化关系非常密切。但是，信息技术不等于智能电工，只是在智能电工中占有重要地位。

智能建筑、智能化大楼、智能住宅、智能家庭的提法已很广泛，智能建筑标识为“3A”或“5A”，即通信自动化（CA）、办公自动化（OA）、建筑管理自动化（BA）、火灾自动化（FA）、综合维护自动化（MA）。而智能电工首先来源于智能建筑，在宾馆、饭店、高层建筑、大厦中首先发展起来，主要在楼宇自控系统、通信系统、空调系统、消防系统、电梯系统、楼宇管理和办公自动化系统、广播、电视、监控系统等系统中首先应用，有的智能化程度低些，有的智能化程度高些。还有的智能电工突出电路，有接触器、继电器电路，电子电路、集成电路、逻辑数字电路等，智能电工技术突出地反映在电路技术中。所以本书对上述几个系统进行介绍，又以电路作为一条红线，以介绍这几部分的控制电路为重点，描写智能建筑电工所包括的具体内容，从基础到应用，重在实用，通俗易懂，图文并茂，介绍许多新技术，使读者对智能电工具体认识，把传统电工提高到智能电

工的新水平。说智能电工是广义的，是因为智能建筑中的许多新技术，已经扩展到工矿企业和许多传统的行业中，使其变成新企业、新行业，参与技术竞争，获得新的发展，实现各行各业的现代化。

著名计算机教育家谭浩强同志提出全民普及计算机的口号，可以看出，计算机要在各个行业、各个领域得到应用，全民都要掌握计算机，笔者认为，首先应该普及的对象是维修电工、内外线电工、电机修理工等传统的电工工种，因为他们是全民中最接近计算机技术的群体。小学生都能玩电脑、能上网，但是智能电工不能简单要求能玩电脑和能上网，而是要求对计算机有较深入的了解，因此首先抓住逻辑电路和网络环节。逻辑电路是计算机的原理电路图，学习逻辑电路本来是要掌握逻辑代数、电子电路知识、脉冲技术、门电路等，了解集成电路知识，但是对于从事强电的电气人员来说，这个学习过程就显得过于漫长，对于智能电工，还必须掌握供配电系统、通信系统、电梯系统、空调制冷系统、广播、电视、监控系统、消防系统、楼宇自控系统，管理和办公自动化系统、照明和显示系统等，或简称为十个系统的相关专业知识，否则对计算机的应用对象不了解，就不能充分地运用好计算机技术，所以要找到一个捷径。本书对于逻辑电路的阅读、通信和网络以及一些电工电子知识的介绍，并通过许多系统的应用知识，就想达到这个目的。

特别应该指出：智能电工技术是不断发展的。例如美国对智能建筑的定义是：智能建筑是通过优化其四个基本要素，即结构、系统、服务及其相互关系来提供一个多产的和本成本低廉的环境；确保某建筑物适合于住户安全、舒适、有效及高效地工作和生活。这样的提法，显然比定义为“3A”、“5A”具有更广的可发展性，智能电工技术也不是一成不变的，一方面是智能技术在不断发展，由低级到高级，由不完善到完善，由小范围到很大的范围，另一方面是智能控制的对象本身的技术在发展，因此智能电工技术更具有发展性。

总之，我们提出了智能建筑电工，或广义地称为智能电工是作为一个新的专业、新的工种。有没有不妥之处，希望广大电气专业同行，以及电气工作者、专家、学者、教授和电工同志提出意见，假如能引起讨论甚至争论，这才是获得统一认识的开端。

第二章 常用电工符号和标准图

第一节 常用电工符号

一、常用电工图形符号

常用电工图形符号。应符合国家标准《电气图用图形符号》GB 4728 的规定。

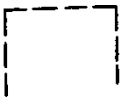
一种具有确定意义的简单图形，必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号称为符号要素，通常用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符称为图形符号，用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号称为限定符号。

某些特定装置或概念的符号在标准中未作规定，允许通过已规定符号的适当组合进行派生。符号可以缩小和放大，但各符号相互间及符号本身的比例应保持不变。导线符号可以用不同宽度的线条表示。“优选形”是供优先采用的符号。在同一张电气图标中只能选用一种图形形式，图形符号的大小和线条的粗细亦应基本一致。

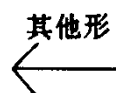
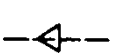
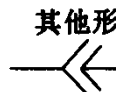
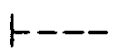
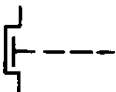
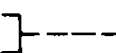
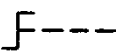
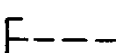
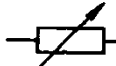
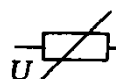
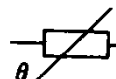
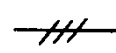
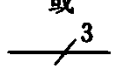
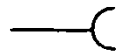
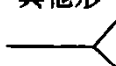
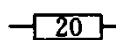
标准中规定的图形符号，均按无电压、无外力作用的正常状态表示出来。图形符号中的文字符号、物理量等，应视为图形符号的组成部分。

我国的电工图形符号原来是延用原苏联的标准，后来颁布了电（D）42—60、GB 312—64等标准。而《电气图用图形符号》GB 4728 的制订参照采用了国际标准《绘图用图形符号》IEC 617。目前，我国的全部电工产品、制图及书刊均已采用 GB 4728 标准。常用的电工图形符号见表 2-1。

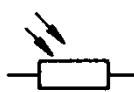
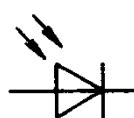
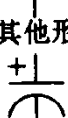
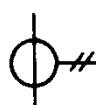
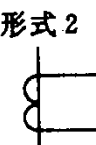
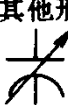
表 2-1 常用电工图形符号

新符号（GB 4728）		新符号（GB 4728）	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
交流		热效应	
屏蔽（护罩）		接地一般符号	
直流	 或 	接机壳或接底板	形式 1 
交直流			形式 2 

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
延时动作 注: 向圆心方向移动的 延时动作	形式 1  形式 2 	插头	优选形  其他形 
自动复位 注: 三角指向返回方向		插头和插座	优选形  其他形 
手动控制			
受限制的手动控制		滑动触点电位器	
拉拔操作		电阻器的一般符号	优选形  其他形 
旋转操作			
推动操作		可变电阻器	
端子	○	压敏电阻器	
可拆卸的端子	∅	热敏电阻器	
导线、电缆和母线一般 符号	—	0.125 W 电阻器	
三根导线的单线表示	 或 	0.25 W 电阻器	
		0.5 W 电阻器	
柔软导线		1 W 电阻器	
插座	优选形  其他形 	20 W 电阻器	

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
电容器的一般符号	优选形 	光敏电阻	
	其他形 	光电二极管	
极性电容器	优选形 	光电池	
	其他形 	电流互感器、脉冲变压器	形式 1 
可变电容器	优选形 		形式 2 
	其他形 	电机换向绕组	
半导体二极管一般符号	优选形 	电机补偿绕组	
	其他形 	电机串励绕组	
单向击穿二极管、电压调整二极管	优选形 	电机并励或他励绕组	
	其他形 	集电环或换向器上的电刷	
电感器、线圈、绕组、扼流圈		直流发电机	
带磁心的电感器		直流电动机	
PNP 型半导体管		交流发电机	
NPN 型半导体管			

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
交流电动机		单相感应调压器	形式 1
单相笼型异步电动机			形式 2
三相笼型异步电动机			
三相绕线型异步电动机		动合触点 注: 本符号也可用作开关一般符号	形式 1
电抗器、扼流圈	形式 1 形式 2 		形式 2
双绕组变压器	形式 1 	动断触点	
	形式 2 	有弹性返回的动断触点	
单相自耦变压器	形式 1 	手动开关一般符号	
	形式 2 	按钮开关 (动合按钮)	

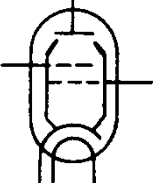
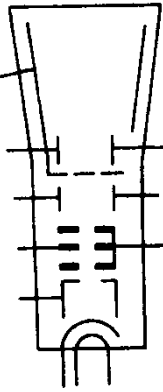
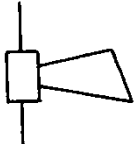
续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
按钮开关 (动断按钮)			
延时闭合的动合触点	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	
延时断开的动合触点	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	
延时闭合的动断触点	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	
位置开关和限制开关的动合触点	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	
位置开关和限制开关的动断触点	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	
断路器	形式 1 	形式 1 	
	形式 2 	形式 2 	

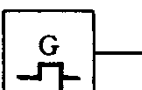
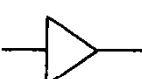
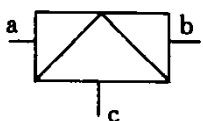
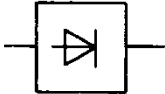
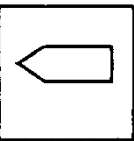
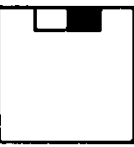
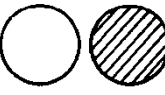
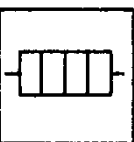
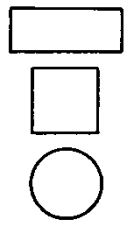
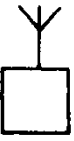
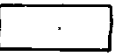
续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
开关一般符号	形式 1 	负荷开关	
	形式 2 	三极负荷开关	
三级开关 (单线表示)		热继电器的驱动器件	
三级开关 (多线表示)		操作器件一般符号 注: 多绕组操作器件可由适当数值的斜线或重复本符号来表示	形式 1
接触器动合触点			形式 2
接触器动断触点		例: 双绕组操作器件组合表示法	形式 1
隔离开关			形式 2
三级隔离开关		缓放继电器线圈	
		缓吸继电器线圈	

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
熔断器一般符号		直热式阴极 二极管	
电流表		间热式阴极 二极管	
电压表		间热式阴极 三极管	
示波器		束射四极管	
检流计		示波管	
电喇叭		直流发电机	
电铃	优选形  其他形 	直流电动机	
电警笛、报警器		交流发电机	
蜂鸣器	优选形  其他形 	交流电动机	

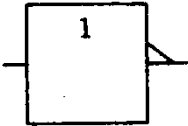
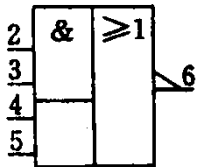
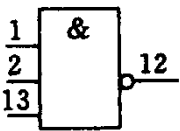
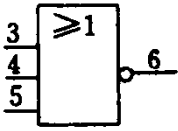
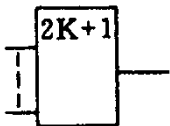
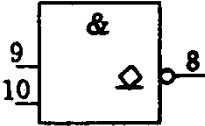
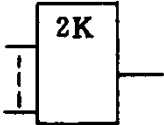
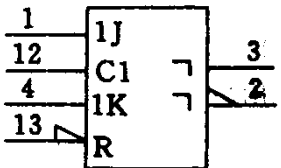
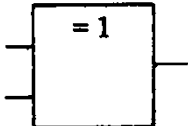
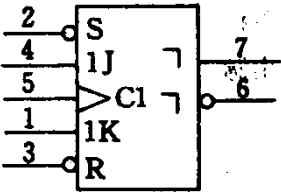
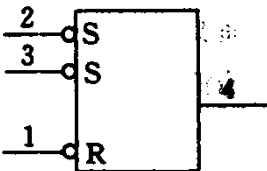
续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
直线电动机		脉冲发生器	
电话机		放大器	
拨号盘		滤波器	
传声器		调制器、解调器、鉴别器	
喉头送话器		检波器	
扬声器		光纤、光缆	
记录机 播放机		发电站 (厂)	
传真机		变电所、配电所	
加热器		局、所、台、站	
天线		有线广播台、站	
无线电台		屏、盘、架	

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
人工交换台、中继台、 测量台		钥匙开关	
两路分配器		定时开关	
分支器		投光灯	
均衡器		分线盒	
动力、动力—照明配电 箱		壁灯	
电阻加热装置		“或”单元	
风扇		“与”单元	
单相插座		多数单元	
暗装		非门	
密闭 (防水)			
防爆			
单极开关			
暗装			
密闭 (防水)			
防爆			

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
反相器		2 路 2-2 输入与或反相器	
3 输入与非门		3 输入或非门	
奇数单元 模 2 加单元		2 输入与非门 (L 型 OC)	
偶数单元		脉冲触发 (主从) JK 触发器	
异或单元		数据锁定出 (主从) JK 触发器	
输入无专门放大的缓冲单元		R-S 锁存器	

续表 2-1

新符号 (GB 4728)		新符号 (GB 4728)	
名 称	图形符号	名 称	图形符号
边沿上升沿 D 触发器		单稳态触发器 (有斯密特触发器)	
初始“0”状态的 RS - 双稳		非稳态单元	
初始“1”状态的 RS - 双稳		移位寄存器	
单稳, 可重复触发 (在输出脉冲期间) 单个发射		循环长度为 2 m 的计数器 (计数器模 2 m)	
单稳, 非重复触发 (在输出脉冲期间)		可程序只读存储器	
可重复触发单稳态触发器 (有清除端)		1 024 × 4 位 PROM	

二、常用电工文字符号

文字符号适用于电气技术领域技术文件的编制,也可表示在电气设备、装置和元器件上或其近旁,以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征。文字符号作为限定符号与一般图形符号组合使用,以派生新的图形符号,也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,以及在技术文件或电气设备中表示电气设备及线路的功能、状态和特征。

文字符号分为基本文字符号(有单字母或双字母两种)和辅助文字符号。

在基本文字符号中,单字母符号是按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为23大类,每大类用一个专用单字母符号表示。如“C”表示电容器类,“R”表示电阻器类等。单字母符号应优先采用。各专业还可按分类补充所需的电气设备、装置和元器件。单字母符号与《电气技术中的项目代号》GB 5094—85中的《项目种类的字母代码表》的规定相一致。双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一字母组成,其组合型式应以单字母符号在前、另一个字母在后的次序列出。如“GB”表示蓄电池,“G”为电源的单字母符号。只有当用单字母符号不能满足要求、需要将大类进一步划分时,才采用双字母符号,以便较详细和更具体地表达电气设备、装备和元器件。如“F”表示保护器件类,而“FU”表示熔断器,“FR”表示具有延时动作的限流保护器件等。双字母符号的第一位字母只允许按单字母所表示的种类使用。各专业还可以补充标准《电气技术中的文字符号制订通则》GB 7159—87未列出的双字母符号。

辅助文字符号用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征,如“SYN”表示同步,“L”表示限制,“RD”表示红色等。辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后边组成双字母符号,如“SP”表示压力传感器,“YB”表示电磁制动器。为了简化文字符号,若辅助文字符号由两个以上字母组成时,允许只采用其第一位字母进行组合,如“MS”表示同步电动机等。辅助文字符号还可以单独使用,如“ON”表示接通,“M”表示中间线,“PE”表示保护接地等。

GB 7159—89标准中已规定的基本文字符号和辅助文字符号如不敷使用,可按标准中文文字符号组成规律和下述原则予以补充:

1. 在不违背标准编制原则的条件下,可采用国际标准中规定的电气技术文字符号。
2. 在优先采用标准中规定的单字母符号、双字母符号和辅助文字符号的前提下,可补充标准未列出的双字母符号和辅助文字符号。
3. 文字符号应按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写而成。同一设备若有几种名称时,应选用其中一个名称。当设备名称、功能、状态或特征为一个英文单词时,一般采用该单词的第一位字母构成文字符号,需要时也可用前两位字母,或前两个音节的首位字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成;当设备名称、功能、状态或特征为二个或三个英文单词时,一般采用该二个或三个单词的第一位字母,或采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成文字符号。对基本文字符号不得超过两位字母,对辅助文字符号一般不能超过三位字母。
4. 因拉丁字母“I”、“O”易同阿拉伯数字“1”和“0”混淆,因此,不允许单独作为文字符号使用。