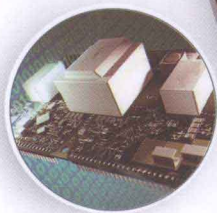


■ 高科实用电力电子技术丛书

常用晶闸管触发器 集成电路及应用

李宏 编著



高科实用电力电子技术丛书

常用晶闸管触发器 集成电路及应用

李 宏 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“高科实用电力电子技术丛书”之一。本书详细介绍了各种常用晶闸管触发器集成电路及其使用技术,内容包括常用晶闸管触发器集成电路的型号、引脚排列、参数限制、内部结构和工作原理、应用举例及典型工作波形等,列举并细致分析了多个已批量投入工程实际中应用的典型电力电子变流系统专用控制板实例。

本书理论联系实际,内容丰富,图文并茂,语言通俗易懂,是一本实用电力电子技术参考书,可作为晶闸管为主功率器件的电力电子变流设备及特种电源设计、调试、安装和制造及研究开发的技术人员的实用参考书,也可供工科院校和从事电力电子行业及相近专业的广大师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

常用晶闸管触发器集成电路及应用/李宏编著. —北京:科学出版社,2010
(高科实用电力电子技术丛书)

ISBN 978-7-03-029392-3

I. 常… II. 李… III. 晶闸管-触发器-集成电路 IV. TN344

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 212126 号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:YOLEN'S

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011 年 1 月第一次印刷 印张: 19 3/4 插页 1

印数: 1—4 000 字数: 385 000

定 价: 42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

电力电子技术是电工技术的一个重要分支,也是当今世界发达国家争相竞争的高科技领域。由于采用电力电子技术可以达到广泛的节能效果,实现生存环境及电网的绿色化,所以在人类日益面临能源枯竭、环境恶化和人口膨胀等多重危机的时代,电力电子技术的发展和应用已愈发重要,越来越受到世界各国的重视,逐渐地与人们的日常生活密不可分。

电力电子技术的组成可分为三大部分,即电力电子器件(由于目前已批量使用的电力电子器件几乎都用半导体材料制成,所以这类器件在行业内又称为电力半导体器件),电力电子变换技术(Power Conversion)和为实现电力电子变换所涉及的控制技术。其中,电力电子变换技术包括对电能的三大要素(频率、电压、电流)进行量值与类型的变换以及对交流电相数的变换技术。电力电子器件是基础,控制技术是手段,而实现电力电子变换(又称为功率的变换)是目的。如果把电力电子技术比做一个人,那么电力电子器件可以看做是人的健康身体,控制技术是大脑和四肢,而电力电子变换技术是指具有健康身体的人在大脑指挥下完成各种预定动作。

1955年美国通用电气公司发明了世界上第一只电力整流二极管,它标志着电力电子技术的诞生。1957年该公司又研制出世界上第一只晶闸管。自从1970年地球上有了电力电子技术的Newell定义至今,经过几十年的发展,我们已经拥有四十多种电力电子器件,这些器件可供从事电力电子变流设备设计、制造及维护的工程师们根据用途、容量及性价比进行选用,其应用范围已经深入到工业、农业、交通运输、国防工业和社会生活的方方面面,其典型的应用领域包括交直流电机调速、电火花加工、电化学工业、冶金工业、电力系统、风力发电、家用电器、航空器控制、空间探测、遥测遥感等诸多方面。时至今日,在所有的电力电子器件中,按单只器件可控制的功率(额定电压乘以额定电流)来衡量,晶闸管一直占据着单只器件容量最大的霸主地位,晶闸管电力电子器件是目前人类每年装机功率容量最多的电力电子变流设备,也是诸如直流输电、电化学、核工业科学研究用巨型电力电子变流设备中所唯一能选用的电力电子器件。在不考虑安全裕量时,如今人类单只晶闸管可控制功率已达数十兆瓦,需要晶闸管可靠、稳定的工作,就必需有门极触发电路的支持。

1983年我从西安交通大学毕业后,到西安电力电子技术研究所(原西安整流器研究所)工作,从此与电力电子技术结下不解之缘;1992年调入西安石油大学工

作,我一直从事电力电子变流设备的开发与设计工作,陕西高科电力电子有限责任公司为我的研究和工作的提供了一个良好的工作平台,保证了我的课题组及研究生很好的试验条件和经费支持。自走上工作岗位 30 多年以来,我从事过变频器、开关电源、感应加热用中频电源、交流调压、交流调功、电化学、环境保护、有色冶金等类型的电力电子变流设备的科研及设计、调试工作,亲自设计或主持设计的电力电子变流设备种类达几十个品种,已投入国内有色冶金、化工、钢铁、煤矿、核工业、国防、航天、航空等行业使用的总计有 1000 多台(套),这其中不乏有用于核聚变研究的中国环流二号(HL - 2A)16 套磁场及加热电源系统(3510V/48kA、1000V/48kA、110kV/150A、600V/48kA),有亚洲唯一的运行于 4700m 高海拔地区的 30kA/300V 大电流可控整流系统,有用于某国防重点试验项目中的国内首套 75kW 高精度(0.5%)无刷直流电动机调速系统、用于某国防重点试验项目中的 8 相位电源等等。我亦曾有幸主持了近 40 种电力电子变流设备控制板的研制及改进定型工作,这些控制板累计在国内使用达 30 000 多块,更为有幸的是受命主编或参编电力电子技术方面的实用技术资料 20 多种,其中已公开出版 15 种。

在国内,从事晶闸管电力电子器件研究、制造,以及应用晶闸管作为主功率器件的电力电子变流设备研究和生产的企业、事业单位有近千家,晶闸管电力电子变流设备的用户几乎遍布全国各个工业部门。相对于发达国家,我国晶闸管电力电子变流设备的研制开发、生产技术还比较薄弱,同时,国内这方面实用参考书比较少,所以,在实际工作中,许多设备维护、调试人员都曾遇到在调试和维修以晶闸管为主功率器件的电力电子变流设备时,不能很快查找出设备运行不正常原因的问题。为了解决上述问题,并且为国内晶闸管电力电子变流设备设计、调试和维护人员提供实用、有价值的参考资料,我根据自己多年从事晶闸管电力电子变流设备研究设计、调试和维修的经验教训和总结,与我的研究生一起在较短的时间内编写了这本实用技术参考书。

经过 50 多年的发展,晶闸管电力电子器件的触发电路种类繁多,内部结构千差万别,要逐个归纳总结、全面系统地介绍将是一件十分困难的事情。在充分考虑我国晶闸管电力电子器件的触发电路实际应用情况的基础上,本书主要介绍国内工业生产中使用量大、涉及面广的晶闸管触发器集成电路及使用技术,没有追求面面俱到,即没有收录近几年新出现的晶闸管触发器集成电路或处于研发阶段的使用量相对很少的晶闸管触发器,其目的主要是为了给读者提供一本资料翔实、内容丰富、实用性强的参考图书,帮助读者解决在工作中遇到的实际问题。

希望本书能为以下读者提供一些参考,并能为他们的工作带来方便:

1. 晶闸管触发器的研究、设计人员。
2. 以晶闸管为主功率器件的电力电子变流设备设计、制造企业的设计人员及现场调试人员。
3. 以晶闸管为主功率器件的电力电子变流设备使用单位从事设备运行管理、维护的人员。

4. 上述三种单位的操作及装配人员。
5. 高等院校的教师、研究生、本科生以及中等专业学校的师生。
6. 各种职业培训学校的教师及学员。

本书的主要内容如下:

第1章全面讨论晶闸管的基本特性和工作原理,包括晶闸管的结构、工作原理、主要参数、伏安特性及对触发电路的要求。

第2章主要分析常用的模拟集成晶闸管触发器的型号、引脚排列、主要参数和使用技术等。这类触发器在国内应用的时间较长,使用量也十分巨大,占国内晶闸管触发器近80%的市场份额。

第3章介绍近10种准数字触发器的设计特点、参数限制及使用技术。晶闸管触发器的数字化是触发器集成电路的发展方向。

第4章分析门极可关断晶闸管的工作原理、门极特性,对触发电路的需求和典型门极驱动电路实例等,还介绍GTO“硬驱动”的概念,同时给出具体的GTO“硬驱动”的实用电路和工作原理分析,而且列举了采用“硬驱动”与常规驱动技术作用下同一GTO工作特性的比较。

门极可关断晶闸管的发明在电力电子技术的发展中有着划时代的意义,它的诞生使人们可以利用控制门极信号的正负,实现晶闸管的导通与关断控制,实现了晶闸管由半控到全控的梦想,如今它在电力电子器件家族中占据着单只功率容量(额定电压乘以额定通态电流)第二的次霸主地位,在机车牵引等电力电子变流设备中,它是必用的电力电子器件。GTO“硬驱动”技术的发明,可以看做门极可关断晶闸管应用技术的第二次飞跃,“硬驱动”技术驱动下的GTO变得更为理想和可靠,开关特性近似完美,正是在这一良好技术的支撑下,促使集成门极换向晶闸管IGCT的诞生与批量应用,如今以IGCT作为主功率器件的电力电子变流设备已应用到工业、民用以及国防等行业中。

第5章主要介绍已得到广大用户信赖的晶闸管电力电子变流设备控制板实例的主要参数、设计特点和参数限制,并且详细讨论有关使用技术。

附录以陕西高科电力电子有限责任公司的产品为例,简要介绍供国内使用的电力电子变流设备控制板和电力电子变流设备的主要性能和参数,用来方便读者比较和选用晶闸管触发器集成电路。

本书在编写过程中,承蒙陕西高科电力电子有限责任公司提供了许多十分珍贵的参考资料和难得的实用示例。该公司的工程技术人员根据多年调试工作经验和上千台(套)电力电子变流设备设计、制造、调试与可靠运行的经验、教训,为本书提供了许多经过实际运行考验以及在多台电力电子变流设备中使用证明鲁棒性和可靠性都很好的可直接应用控制板的原理图和电路参数。本书还使用了参考文献中所列的笔者的研究和试验成果,以及由我本人独立编著的《电力电子设备用器件与集成电路应用指南 第一分册:电力半导体器件及其驱动集成电路》中的部分章节内容。陕西高科电力电子有限责任公司的祝海燕参与了书中大量的文稿整理和

绘图工作；陕西高科电力电子有限责任公司的张瑞平、赵正富、张攀峰、马晓平对本书的许多电路进行了实用检验，并提出了有益的建议；我的历届研究生冯广义、杭发琴、邢隆、赵栋、李岩、王昆、范柳絮、徐婷、江林、郝浩、岳清涛、董瑾、张仰维、杨宏亮、赵家贝、唐媛芬参与了部分电路的研究与实验及绘图工作，在此一并感谢！在本书出版之际，还要感谢我贤惠的妻子梁萍的支持，多年来她理解、无私支持我的研究及开发工作，在生活等方面提供了很多帮助，对本书的出版做了间接的、有益的工作。

本书是“高科实用电力电子技术丛书”之一，由我本人策划并撰写、统稿，其中，我的研究生张仰维、董瑾、赵家贝、唐媛芬、杨宏亮分别与我合编了第1~5章，受编写资料所限，加之编写时间仓促，更受限于自身的学术修养及技术水平，书中有不少纰漏之处，恳请读者及国内电力电子行业的专家们斧正，并提出宝贵的意见，望阅读本书的专家学者及同仁们不吝赐教！指正意见与建议请寄西安市电子二路18号西安石油大学自动化系，李宏收，邮编710065，亦可电子邮件 lihong@xsyu.edu.cn 直言相告。



作者简介

李宏,男,1960年5月出生,陕西乾县人,西安石油大学教授,博士生导师,中国电工技术学会电力电子学会理事、中国电工技术学会电气节能研究会理事、中国电源学会特种电源专业委员会常务委员、中国电工技术学会电力电子学会学术委员会委员、陕西省电源学会常务理事、西安石油大学学术委员会委员、《电力电子技术》、《电源技术应用》、《西安石油大学学报》编委。



主要研究方向为电力电子技术、电气传动技术、特种电源技术及专用集成电路的开发和应用技术。获中国人民解放军空军科技进步三等奖1项。至今累计发表学术及工程技术性论文200多篇,参编《电力电子设备设计 and 应用手册》、《电机工程手册》,累计参与编写学术编著、独立编著、统编手册出版共15部。主持设计与电力电子有关的工程项目近300个,研制开发的电力电子成套装置1000多台(套),运行于国内电力、冶金、化工、石油、机械、电子、核工业、军工等行业,并已出口到东南亚,开发的晶闸管、GTR、IGBT、MOSFET专用驱动控制板累计在全国销售35 000多块。

目 录

第 1 章 晶闸管器件及其对触发特性的要求

1.1 概 述	1
1.2 晶闸管的外形与电路符号及分类	1
1.2.1 晶闸管的外形与电路符号	1
1.2.2 晶闸管的分类	2
1.2.3 使用中晶闸管三个极或性能的简便鉴别方法	3
1.3 晶闸管的基本结构与工作原理	3
1.3.1 基本结构	3
1.3.2 工作原理	4
1.4 晶闸管的基本特性	5
1.4.1 伏安特性	5
1.4.2 晶闸管的门阴极伏安特性	7
1.5 晶闸管的主要参数	8
1.5.1 电压参数	9
1.5.2 电流参数	9
1.5.3 门极参数	12
1.5.4 动态参数和结温	13
1.5.5 实际晶闸管的参数举例	14
1.6 晶闸管的触发电路	16
1.6.1 晶闸管对触发电路的基本要求	16
1.6.2 分立式晶闸管触发电路举例	18
1.6.3 集成化晶闸管移相触发电路	23
1.6.4 数字化晶闸管移相触发电路	24
参考文献	25

第 2 章 晶闸管的模拟触发器集成电路

2.1 概 述	26
2.2 KJ001 晶闸管移相触发控制集成电路	28
2.2.1 各引脚的排列、名称、功能和用法	28

2.2.2	内部结构和工作原理	30
2.2.3	主要设计特点和参数限制	30
2.2.4	典型应用举例	31
2.3	KJ004 晶闸管移相触发器集成电路	33
2.3.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	33
2.3.2	内部结构和工作原理	35
2.3.3	主要设计特点和参数限制	36
2.3.4	典型应用举例	36
2.4	KJ006 双向晶闸管或反并联晶闸管移相触发器集成电路	39
2.4.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	39
2.4.2	内部结构和工作原理	40
2.4.3	主要设计特点和参数限制	41
2.4.4	典型应用举例	42
2.4.5	KJ006 的一个特例——KJ005	44
2.5	KJ008 双向晶闸管过零触发器集成电路	45
2.5.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	45
2.5.2	内部结构及工作原理	46
2.5.3	主要设计特点和参数限制	47
2.5.4	典型应用举例	47
2.5.5	KJ008 的一个特殊使用实例——KJ007	49
2.6	KJ009 高抗干扰性晶闸管移相触发器集成电路	50
2.7	KJ010 晶闸管移相触发器集成电路	51
2.7.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	51
2.7.2	内部结构和工作原理	52
2.7.3	主要设计特点和参数限制	53
2.7.4	典型应用举例	53
2.8	KJ011 改进型晶闸管移相触发器集成电路	55
2.8.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	55
2.8.2	内部结构和工作原理	56
2.8.3	主要设计特点和参数限制	57
2.8.4	典型应用举例	57
2.9	TCA785 晶闸管移相触发器集成电路	59
2.9.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	59
2.9.2	内部结构和工作原理	61
2.9.3	主要设计特点和参数限制	63
2.9.4	典型应用举例	63

2.10	TC787 高性能晶闸管三相移相触发器集成电路	67
2.10.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	67
2.10.2	内部结构和工作原理	68
2.10.3	主要设计特点和参数限制	69
2.10.4	典型应用举例	70
2.11	LZ110 快速充电机用晶闸管移相触发器集成电路	73
2.11.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	73
2.11.2	内部结构和工作原理	74
2.11.3	主要设计特点和参数限制	76
2.11.4	典型应用举例	77
2.12	LZ111 改进型快速充电机用晶闸管移相触发器集成电路	78
2.12.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	78
2.12.2	内部结构和工作原理	79
2.12.3	主要设计特点和参数限制	80
2.12.4	典型应用举例	81
2.13	KM-18-2 晶闸管厚膜移相触发器集成电路	82
2.13.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	82
2.13.2	内部结构和工作原理	83
2.13.3	主要设计特点和参数限制	84
2.13.4	典型应用举例	85
2.14	KM-18-3 可补双脉冲晶闸管厚膜移相触发器	87
2.14.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	87
2.14.2	内部结构和工作原理	88
2.14.3	主要设计特点和参数限制	89
2.14.4	典型应用举例	90
2.15	CF 系列晶闸管触发器模块	91
2.15.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	92
2.15.2	内部结构和工作原理	96
2.15.3	主要设计特点和参数限制	96
2.15.4	典型应用举例	97
2.16	KTM2011A 晶闸管触发模块	98
2.16.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	99
2.16.2	内部结构和工作原理	100
2.16.3	主要设计特点和参数限制	100
2.16.4	典型应用举例	101
2.17	KTM05 晶闸管脉冲列触发模块	105
2.17.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	105

2.17.2	内部结构和工作原理	106
2.17.3	主要设计特点和参数限制	107
2.17.4	典型应用举例	107
2.18	KJ041 六路双脉冲形成器集成电路	110
2.18.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	110
2.18.2	内部结构和工作原理	111
2.18.3	主要设计特点和参数限制	111
2.18.4	典型应用举例	112
2.19	KJ042 脉冲列调制形成器集成电路	114
2.19.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	114
2.19.2	内部结构和工作原理	115
2.19.3	主要设计特点和参数限制	116
2.19.4	典型应用举例	116
	参考文献	118

第3章 晶闸管准数字移相触发器集成电路

3.1	概 述	119
3.2	KC168 单片数字式晶闸管移相触发器集成电路	120
3.2.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	121
3.2.2	内部结构及工作原理简析	122
3.2.3	主要设计特点和参数限制	122
3.2.4	实用电路举例	123
3.3	KC188 智能型单片全数字化晶闸管三相触发器集成电路	125
3.3.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	125
3.3.2	内部结构及工作原理简析	127
3.3.3	主要设计特点和参数限制	128
3.3.4	实用电路举例	128
3.4	TC790A 单相同步三相准数字触发器集成电路	133
3.4.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	133
3.4.2	内部结构和工作原理简析	135
3.4.3	主要设计特点和参数限制	136
3.4.4	实用电路举例	137
3.5	TC797A 和 TC798A 准数字移相触发器集成电路	140
3.5.1	各引脚的排列、名称、功能和用法	140
3.5.2	内部结构和工作原理简析	142
3.5.3	主要设计特点和参数限制	143

3.5.4 实用电路举例	144
3.6 TC782A 单相移相触发器集成电路	147
3.6.1 各引脚的排列、名称、功能和用法	147
3.6.2 内部结构及工作原理简析	149
3.6.3 主要设计特点和参数限制	149
3.6.4 实用电路举例	150
3.7 SGK198 晶闸管 CPLD 准数字移相触发器集成电路	152
3.7.1 各引脚的排列、名称、功能和用法	152
3.7.2 内部结构及工作原理简析	156
3.7.3 主要设计特点和参数限制	157
3.7.4 实用电路举例	158
3.8 SGK199 晶闸管 CPLD 准数字移相触发器集成电路	160
3.8.1 各引脚的排列、名称、功能和用法	160
3.8.2 内部结构及工作原理简析	164
3.8.3 主要设计特点和参数限制	165
3.8.4 实用电路举例	166
参考文献	166

第4章 门极可关断晶闸管(GTO)及其门极控制电路

4.1 概 述	167
4.2 GTO 的常见外形、基本结构与工作原理	167
4.2.1 开通过程	168
4.2.2 关断过程	171
4.2.3 失效机理	173
4.3 GTO 的基本特性	174
4.3.1 静态特性	174
4.3.2 动态特性	183
4.4 GTO 的主要技术参数	185
4.4.1 静态参数	185
4.4.2 动态参数	187
4.4.3 实际 GTO 参数举例	188
4.5 GTO 要求的门极控制信号波形	189
4.5.1 开通信号波形	190
4.5.2 关断信号波形	190
4.6 影响门极控制技术的关键因素	191
4.6.1 供电方式的影响	191

4.6.2 电路参数的影响	192
4.7 GTO 的典型门极驱动电路举例	193
4.7.1 双电源光耦合器隔离门极驱动电路	194
4.7.2 双电源变压器隔离门极驱动电路	195
4.7.3 单电源脉冲变压器双信号驱动门极驱动电路	195
4.7.4 实际 GTO 门极驱动电路参数举例	196
4.8 HL301A GTO 门极驱动器控制集成电路	197
4.8.1 引脚排列、各引脚的名称、功能及用法	198
4.8.2 内部结构和工作原理	199
4.8.3 主要设计特点和参数限制	199
4.8.4 应用技术	200
4.9 硬驱动——GTO 门极驱动技术的革命化进步	201
4.9.1 “硬驱动”门极驱动技术的优点	203
4.9.2 “硬驱动”门极技术作用下的 GTO	203
4.9.3 “硬驱动”条件下 GTO 的关断波形分析	205
4.9.4 “硬驱动”门极电路的典型结构及分析	206
参考文献	210

第 5 章 触发器集成电路的应用实例

5.1 概 述	211
5.2 KJZ6 型晶闸管三相全桥控制板	221
5.2.1 主要设计特点	221
5.2.2 电路工作原理	222
5.2.3 主要技术参数和限制	223
5.2.4 典型应用举例	223
5.3 KCZ6.0 型晶闸管三相全控(半控)桥移相触发板	225
5.3.1 主要设计特点	226
5.3.2 基本工作原理	226
5.3.3 主要技术参数和限制	227
5.3.4 使用方法及典型应用举例	227
5.4 JQC1.0 型晶闸管单相全控(半控)桥闭环控制触发板	230
5.4.1 主要设计特点	230
5.4.2 基本工作原理	231
5.4.3 主要技术参数	233
5.4.4 使用方法和典型应用举例	233

5.5 KCZ6F-1 数字模拟混合式晶闸管控制板	236
5.5.1 主要设计特点	236
5.5.2 工作原理	237
5.5.3 正常工作条件与参数限制	245
5.5.4 使用方法及典型应用举例	246
5.6 KC-13A 型镉镍直流屏专用控制板	249
5.6.1 主要设计特点	249
5.6.2 工作原理	250
5.6.3 技术参数和限制	254
5.6.4 使用方法及典型应用举例	254
5.7 KGPSⅦ型恒功率中频电源控制板	258
5.7.1 主要设计特点	258
5.7.2 工作原理	260
5.7.3 主要技术参数和限制	271
5.7.4 典型应用举例	272
5.8 KGC 型门极可关断晶闸管(GTO)门极驱动板	274
5.8.1 主要设计特点	274
5.8.2 工作原理	274
5.8.3 KGC 型 GTO 门极驱动板的主要电气技术参数	276
5.8.4 典型应用举例	277
参考文献	279

附 录

附录 1 国内电力电子变流设备简介	280
附录 2 电力电子变流设备控制板和电力电子器件驱动板选型指南	287

第 1 章 晶闸管器件及其 对触发特性的要求

1.1 概 述

晶闸管(Thyristor)是晶体闸流管的简称,又称作可控硅整流器(Silicon Controlled Rectifier, SCR),简称为可控硅。在电力整流管开始得到应用后不久,1956 年美国贝尔实验室(Bell Lab)发明了晶闸管,1957 年美国通用电气公司(General Electric Company)开发出世界上第一只晶闸管产品,并于 1958 年使其商业化。由于其开通时刻可以控制,而且各方面性能均明显优于以前的汞弧整流器,因而立即受到普遍欢迎,从此开辟了电力电子技术迅速发展和广泛应用的崭新时代,其标志就是以晶闸管为代表的电力电子器件的广泛应用。有人把晶闸管的发明称为继晶体管发明和应用之后的又一次电子技术革命。晶闸管因具有硅整流器件的特性,能在高电压、大电流条件下工作,且其工作过程可以控制、被广泛应用于可控整流、交流调压、无触点电子开关、逆变及变频等电力电子交流电路中。

自 20 世纪 80 年代以来,晶闸管的地位开始被各种性能更好的全控型器件所取代,但是由于其所能承受的电压和电流容量仍然是目前人类现有电力电子器件中最高的,而且工作可靠,因此在大容量的应用场合仍然具有比较重要的地位。本章不但从晶闸管的工作原理、基本特性及主要参数等几个方面对晶闸管的基本知识进行简要介绍,而且对晶闸管的触发电路也进行了讨论。

1.2 晶闸管的外形与电路符号及分类

1.2.1 晶闸管的外形与电路符号

晶闸管发明至今已有 50 多年的历史,现在所使用的晶闸管按外形来分可分为 5 种,如图 1.1(a)~(e)所示,它的电路图形符号如图 1.1(f)所示,在电路中用符号“V”或“VT”表示(旧标准中用字母“SCR”表示)。

国内普通晶闸管统一型号为 KP 型,晶闸管有三个电极,即阳极 A、阴极 K 及门极 G。三个电极的具体区分方法为:对于电流容量在 200A 以内且采用正烧工艺的螺旋型晶闸管,螺旋是阳极 A,粗辫子线是阴极 K(有时为使用方便,专门把螺旋型晶闸管加工成反烧型,此时螺旋是阴极 K,粗辫子线是阳极 A),细辫子线是门极

G。平板型晶闸管(电流容量 $>200\text{A}$)又分为凸台和凹台两种外形,凸台封装的平板型晶闸管大台面为阴极 K,小台面为阳极 A,中间引出的细线为门极 G,而凹台外形的晶闸管是夹在两台面中间并与两台面平行的一圈金属为门极,距离门极近的一个台面为阴极 K,另一个台面为阳极 A。塑封型的晶闸管一般电流在几十安[培]以内,其三个电极的排列为正对着塑封晶闸管型号标记看去,左边的引脚为门极 G,中间引脚为阳极 A,右边的引脚为阴极 K。集成封装的晶闸管引出脚根据不同公司有所不同,可查相应的产品使用手册。

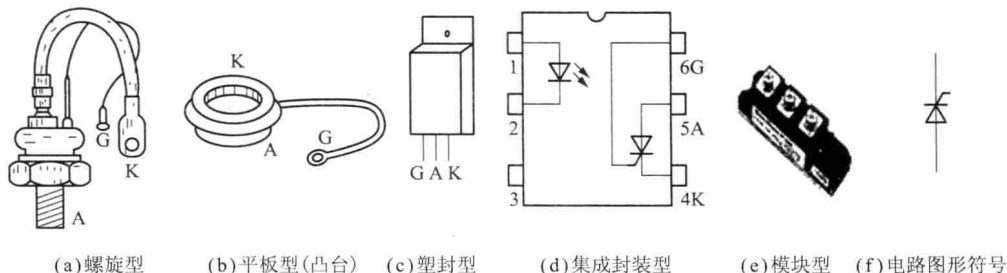


图 1.1 晶闸管的外形示意图及电路图形符号

1.2.2 晶闸管的分类

晶闸管有多种分类方法,不同的分类方法会得到不同的结果。

1. 按关断、导通及控制方式分类

晶闸管按其关断、导通及控制方式可分为普通晶闸管、双向晶闸管、逆导晶闸管、门极可关断晶闸管(GTO)、BTG 晶闸管、温控晶闸管和光控晶闸管等多种类型。这些器件都可以看做是普通晶闸管的派生器件,都是大功率电力电子器件。

2. 按引脚和极性分类

晶闸管按其引脚和对外引出极的个数可分为二极晶闸管、三极晶闸管和四极晶闸管三种类型。

3. 按封装形式分类

晶闸管按其封装形式可分为金属-陶瓷封装晶闸管、塑封晶闸管和陶瓷封装晶闸管三种类型。其中,金属-陶瓷封装晶闸管又分为螺栓型、平板型、圆壳型等多种类型;塑封晶闸管又分为带散热片型和不带散热片型两种类型。

4. 按电流容量大小分类

晶闸管按电流容量大小可分为大电流晶闸管($\geq 3000\text{A}$)、中电流晶闸管($200\text{A} \leq I_{T(AV)} \leq 3000\text{A}$)和小电流晶闸管($I_{T(AV)} \leq 200\text{A}$)三种。通常,中大电流晶闸管多采用平板型凸台金属-陶瓷管壳封装,而小功率晶闸管则多采用塑封或凹台金属-陶瓷封装。近年来随着工艺及技术的进步,凹台封装的晶闸管生产或使用的越来越少了。