

可控硅整流器及其应用

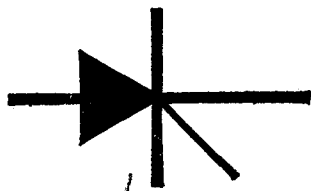
可控硅調查組編



天津人民出版社

可控硅整流器及其应用

可控硅调查组编



天津人民出版社

可控硅整流器及其应用
(内部发行)

可控硅調查組編

天津人民出版社出版

天津市新华书店发行

天津人民出版社印刷厂印刷

1970年6月第1版

1970年6月第1次印刷

书号 15072·1 每册 1.28元

毛主席语录

工人阶级必须领导一切。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

毛主席语录

我赞成这样的口号，叫做“一不怕苦，二不怕死”。

无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。

前 言

伟大的六十年代过去了，中国人民以雄健的步伐迈入了光辉的一九七〇年。在伟大领袖毛主席“备战、备荒、为人民”和“抓革命，促生产，促工作，促战备”的战略方针指引下，工农业生产欣欣向荣，各条战线接连取得一个又一个的伟大胜利。一个为伟大领袖毛主席争光，为伟大的社会主义祖国争光的社会主义革命竞赛运动，正在全国各地汹涌澎湃地展开。电子工业战线同其它各条战线一样，呈现出一派蓬蓬勃勃的兴旺景象。

在电子器件领域中，可控硅整流器及其应用是六十年代发展起来的一门新技术。可控硅整流器是一种新颖的大功率器件，它既具有一般半导体所有的优点，如快速性、体积小、重量轻、效率高，同时又是一个静止元件；可以取代一些大功率的发电机电动机机组、水银整流器等作供电和控制用，因而引起了各方面的重视，受到各地工人同志的热烈欢迎，成为工业革命中不可缺少的关键元件之一。

在我国发展电子工业(包括可控硅整流器在内)，遭到了刘少奇反革命修正主义路线的严重干扰。刘少奇及其在工交战线的代理人，疯狂反对大搞群众运动。竟借口“专业化”，随意欣掉许多试制、生产半导体的单位；让大厂里的“专家”、“权威”冷冷清清地仿制外国产品；妄图把我国新兴的电子工业扼杀在摇篮里，竭力阻拦电子工业沿着自力更生的康庄大道阔步前进。

“革命的根本问题是政权问题。”无产阶级文化大革命的熊熊烈火，摧毁了刘少奇的资产阶级司令部。科技大权也从资产阶级学术“权威”、“专家”手里，夺回到工人阶级的手里。一场气势磅礴的大搞技术革命的人民战争打响了。自力更生，因陋就简，生产可控硅元件。不少不出名的弄堂小厂，投入了战斗。不懂技术，虚心向兄弟厂学；没有设备，自己动手土法上马。工人们豪迈地说：“我们工人搞革新、找窍门，一不为名，二不为利；为的是向伟大领袖毛主席献忠心，把我国早日建设成为强大的社会主义国家，为世界革命作出更大贡献。”各厂互相学习，互相交流，共同提高，让工人师傅的经验，尽快变成社会主义的共同财富。在毛主席“大搞群众运动”的光辉思想指引下，一九六九年生产可控硅元件的厂，比一九六八年增加了十倍。

在大力发展元件制造的同时，用最新的电子装备改造各工厂的陈旧设备，也形成了群众运动。在毛主席“大搞技术革新和技术革命”光辉指示指引下，以工人为主体的“三结合”技术革新小组纷纷成立。他们首先学习毛主席著作，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇所推行的“专家治厂”、“爬行主义”、“洋奴哲学”等修正主义黑货，树立“自力更生”、“艰苦奋斗”、“自己动手，克服困难”、“赶超世界先进水平”的雄心壮志。在革新过程中遇到问题，就从毛主席著作中找答案；依靠工人阶级丰富的实践经验和无穷智慧，大胆试验，大胆创造，现场分析，现场设计，克服了重重困难，只花了几十天时间，就甩掉了机组。打破了电子工业“高不可攀”的神秘观念。革新的效果十分显著：增加了产量，提高了质量，降低了电力消耗，缩小了设备体积；消除了机组发出的噪声，改善了工人的劳动环境。现在冶金、机床、造纸、电力、化工等行业相继采用了可控硅元件和装

置，使这一新颖元件充分发挥了作用，使技术革命出现了新的局面。

为了总结交流经验，推动电子工业革命，由一机部、冶金部、铁道部等十个单位*组成可控硅整流器及其应用调查组，从一九六八年十月下旬到一九六九年一月中旬，对全国五大区进行了调查，搜集一批在实践中经过考验的可控硅线路。为了推广工人同志和“三结合”技术小组的成果，使可控硅这项新技术尽快在各行业生根、开花、结果，我们把收集来的线路，加以说明，汇编成册；并于去年十月出版。本书出版以来，受到各地工人同志和广大读者的热烈欢迎。为了满足广大读者大搞技术革新和技术革命的需要，今予再版。除把已发现的错误更正以外，内容上没有变动。

本书分基本原理和应用实例两部分。基本原理是为了帮助工人同志了解一些可控硅和整流器方面的基本知识，为阅读应用实例打下基础。应用实例是从国内各单位实际应用中挑选出来的，大部分已经过工业试验的考验。由于我们毛泽东思想水平所限，调查的广度和深度都不够，没有全面总结好工人同志丰富的实践经验，还可能有不少错误和缺点，希望读者批评、指正。

编 者

1970年4月

* 参加调查的十个单位是：武字251部队、整流器研究所、电气传动设计研究所、青岛整流器厂、北京变压器厂、上海整流器厂、株洲电力机车研究所、上海电器科学研究所、武汉钢铁设计院、上海电机综合研究所。

毛主席語錄

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

基本原 理

毛主席语录

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

应用实例

目 录

基 本 原 理

一、可控硅元件	1
1. 概述	1
2. 可控硅元件的主要参数及技术规格	4
3. 元件使用说明	6
4. 元件的串并联	14
5. 元件的保护	21
二、可控硅整流器和有源逆变器的主电路	28
1. 可控整流电路的工作原理	28
2. 有源逆变电路的工作原理	41
3. 可逆整流电路	43
4. 各种整流电路的比较和参数选择	47
三、可控硅整流器的控制电路	52
1. 移相触发电路	52
2. 晶体管调节放大器	71
3. 调节系统的几个问题	80
四、可控硅逆变器	87
1. 单相并联逆变器	87
2. 三相桥式并联逆变器	89
3. 三相逆变器的正反轉控制	98
五、可控硅开关	102
1. 交流可控硅开关	102
2. 直流可控硅开关	104
3. 可控硅脉冲电源	108

应用实例

- 一、采用可控硅整流器的造纸机分部传动111
- 二、长网多烘缸造纸机采用可控硅整流器的
传动系统118
- 三、采用可控硅整流器的分部传动纸机124
- 四、可控硅整流器供电的复卷机调速系统128
- 五、卧式坐标镗铣床可控硅整流器供电的
直流传动系统134
- 六、轧辊磨床可控硅整流器供电的直流
传动系统140
- 七、电缆干燥用可控硅整流器供电装置144
- 八、电力机车用可控硅整流器供电装置148
- 九、石油钻机可控硅整流器供电的钻具
自动进给装置152
- 十、多辊可逆冷轧机可控硅整流器供电的
调速系统157
- 十一、初轧机可控硅整流器励磁调速系统164
- 十二、热连轧机厚度控制中压下装置的可控硅整流器
供电调节系统191
- 十三、煤矿卷扬机可控硅整流器调速系统201
- 十四、船舶自动舵可控硅整流器控制装置224
- 十五、电车用可控硅整流器脉冲调速系统229
- 十六、采用可控硅整流器的同步发电机励磁
调节器236
- 十七、可控硅整流器式自动励磁调节器241
- 十八、自动稳压稳流的可控硅整流电源246

十九、采用可控硅整流器的串级调速系统	254
二十、小滚刀磨床交流无级变频调速系统	260
二十一、磨床用主轴传动可控硅整流器变频装置	271
二十二、钻床主传动采用可控硅整流器的 变频调速系统	280
二十三、卷扬机用可控硅整流器低频电源	298
二十四、采用可控硅整流器的无整流子 直流电动机	313
二十五、无直流环节的变频电源	328
二十六、采用可控硅整流器的低频电源	333
二十七、采用双向可控硅元件的交流传动系统	342
二十八、可控硅整流器式无触点交流开关	348
二十九、可控硅整流器控制的挤奶器	352
三十、采用可控硅整流器的温度调节器	355

毛主席語錄

政治工作是一切经济工作的生命线。

* * *

沒有正确的政治观点,就等于沒有灵魂。

一、可控硅元件

1. 概述

可控硅元件是一种四层(PNPN)三端硅半导体器件。它的结构和线路中的符号如图 1.1 所示。三端分别为阳极 A、阴极 C 和控制极 G。

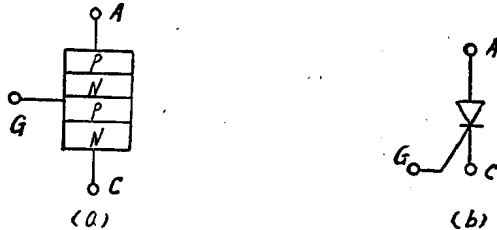


图 1.1 可控硅的结构图(a)和线路符号(b)

A: 阳极; C: 阴极; G: 控制极

可控硅元件的外形图如图 1.2 所示。

可控硅元件的电气性能与闸流管类似。它的阳极—阴极间的电压—电流特性(又叫伏安特性)如图 1.3 所示。

元件加上反向电压,也就是阳极为负,阴极为正时,它的特性和普通的二极管特性一样。也就是说,当反向电压没有超过 $-U_{BO}$ (我们把 $-U_{BO}$ 叫做反向峰值电压) 时,只有很小的漏泄电流(几毫安到十几毫安)通过元件。当反向电压超过 $-U_{BO}$ 后,元件漏泄电流迅速增长,终至击穿损坏。

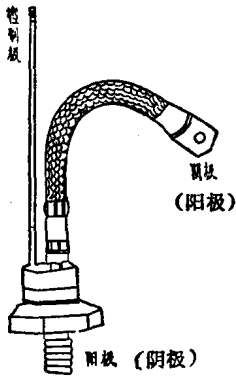


图 1.2 可控硅元件的外形图 (括弧中为反接)

元件加上正向电压(阳极为正、阴极为负)时,它的特性和闸流管相似,如图 1.3 第一象限所示。当正向电压未超过正向转折电压 U_{BO} (通常可控硅元件都在这种电压之下工作),如果控制极没有加上电压,即

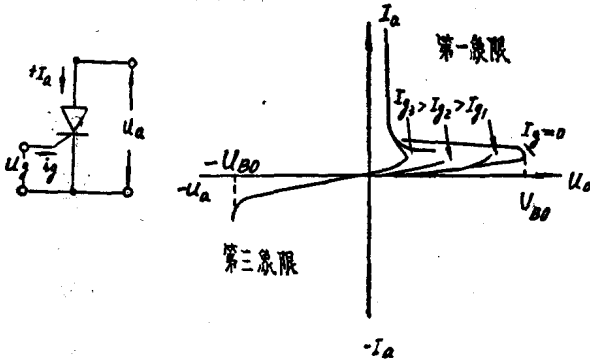


图 1.3 可控硅元件的伏安特性

控制极电流 $i_g = 0$, 那么,正向流过元件的电流也很小(几毫安到十几毫安),相当于元件内电阻很大,我们把这种状态叫做正向阻断状态,即元件没有导通。但是,当控制极加上足够

大的电压,使控制极-阴极间流过足够大的电流(几十毫安到一百多毫安)时,阳极和阴极间内电阻立刻变得很小,流过很大的电流,我们说这时元件导通了。我们把加到控制极的电压、电流叫做控制信号或触发信号。

元件一旦导通,即使把控制极电压去掉,元件仍将继续保持导通。要使元件重新回到不导通状态,或简单的说,要使元件断开,必须把阳极阴极间电压降得很低,使流过元件的电流小于某一值(这个电流值叫做维持电流),或者阳极阴极间加一反向电压,元件才能断开。

可控硅元件由于具有上述特点,可以用很小的控制极电流去控制很大的阳极电流。同时,又是静止的固体元件,使用可靠,开通和关断的时间很短,本身的损耗也很小,因而它的推广使用为我国强电工业的电子化、自动化,提供了一条良好的途径。因此,1964年可控硅元件在我国一出现,就立刻受到广大工人和革命知识分子的重视。但是,在过去,叛徒、内奸、工贼刘少奇及其同伙,在科学技术方面,推行一条“专家治厂”、“洋奴哲学”的反革命修正主义路线,扼杀电子工业的发展,使这门新兴科学技术的发展,受到很大的阻碍。造成今天可控硅元件供应尚大量不足,可控硅装置还不多的局面。

在毛主席亲自发动、亲自领导的史无前例的无产阶级文化大革命中,亿万革命群众高举毛泽东思想伟大红旗,把叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在各地的代理人,扫进了历史的垃圾堆。彻底批判了“洋奴哲学”、“专家治厂”的修正主义黑货,工人阶级掌握了科学技术大权。这就使得可控硅这门新兴技术又蓬蓬勃勃地发展起来了。目前,可控硅元件的应用已遍及冶金、机床、造纸、电力机车、电力、化工、煤矿、石油、造船、航空、国防以及农牧等各个领域,并取得了显著的成效。

例如,某钢厂一台初轧机的励磁用可控硅代替原来苏修

所鼓吹的“阿氏线路”后,每年可增产几十万吨钢,而且主电室的噪音大大降低了。

西安某研究所以工人为主搞出了一套可控硅供电装置。使一台长期不能使用的20辊可逆冷轧机获得了新生,轧出的钢带其质量超过了西德轧机的水平。

上海某纸厂造纸机用可控硅分部传动后,省掉了大量齿轮和轴,提高了成品率,每年可节约用电10万度。

机床传动用可控硅后,可省掉大量齿轮,可使生产机床的工时节省30%以上。

从上面几个简单的应用例子,已可充分看出应用可控硅元件后的优越性。当然可控硅元件也还存在一些缺点,主要有:

- (1) 热容量小,不能承受大的过电流;
- (2) 耐过电压能力低;
- (3) 因可控硅元件触发信号小,易受外界干扰而误导通;
- (4) 因为开通、关断的转换时间快,有时会产生对无线电设备的干扰波。

2. 可控硅元件的主要参数及技术规格

(1) **正向转折电压:** 元件正向从阻断状态转向导通状态的电压(定为示波器上曲线开始弯曲时的电压)。如图1.3中的 U_{BO} 所示。

(2) **正向阻断峰值电压:** 在控制极断路和正向阻断条件下,可以重复加于正向的峰值电压,此电压规定为小于正向转折电压100伏。平常我们所说的多大电压(例如600伏)的元件,就是指它的正向阻断峰值电压(600伏)而言。

(3) **额定正向平均电流:** 指在规定环境温度,标准散热和元件导通情况下,阳极与阴极间可连续通过的工频正弦半