

可控硅 的应用

七五二研究所

可控硅的应用

内部资料 注意保存

五二厂七五二研究所革命委员会

可控硅的应用

*

编辑：五二厂七五二研究所革委会

印刷：西安冶金建筑学院印刷厂

*

内部发行

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 字数28万字 印数1-5000册

一九七〇年五月

前 言

伟大领袖毛主席指出：“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。”“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。”在伟大领袖毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”，“备战、备荒、为人民”伟大方针指引下，我国社会主义革命和社会主义建设事业，正在朝气蓬勃地向前发展，祖国各地、各条战线捷报频传，一个新的大跃进高潮已经到来。最近，我国成功地发射了第一颗人造地球卫星，歌颂伟大领袖毛主席的《东方红》乐曲，响彻太空，震动世界，大长了中国人民和世界人民的革命志气，大灭了帝、修、反的威风。这是我国人民在伟大领袖毛主席和以毛主席为首、~~毛泽东同志为核心的~~的党中央领导下，高举“九大”团结、胜利的旗帜，坚持独立自主、自力更生的方针，贯彻执行鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线，以实际行动抓革命，促生产，促工作，促战备所取得的结果。这是毛泽东思想的伟大胜利，是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是无产阶级文化大革命的又一丰硕成果。

毛主席教导我们：“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。”“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行”，要“打破洋框框，走自己工业发展道路。”我厂革命工人、革命干部和革命技术人员，遵循伟大领袖毛主席的教导，发扬敢想、敢干的大无畏革命精神，破除迷信，解放思想，狠

批叛徒、内奸、工贼刘少奇的“爬行主义”、“洋奴哲学”、“专家治厂”等修正主义黑货，经历了两个阶级、两条路线、两种思想的激烈搏斗，冲破了资产阶级技术权威和资产阶级庸人思想的束缚，坚持政治挂帅，实行工人、革命干部、革命技术人员三结合，大搞群众运动，紧密结合生产实践，从一九六六年初开始，对电子技术方面的新技术——可控硅进行了一系列的试验研究工作，并逐步在生产中推广使用，取得了一定的成绩。

毛主席教导我们：“要认真总结经验”。为了总结我们在可控硅试验研究中，坚持毛主席的无产阶级科技路线，同刘少奇的反革命修正主义科技路线作斗争的经验，及时地与各兄弟单位相互交流在电子工业革命中学习毛主席著作的心得体会，适应工农业生产新跃进的形势，现由我所参加这项试验研究工作中的杜凤训、李瑞璋两同志执笔，编写了这本《可控硅的应用》。在编印过程中，得到了冶金工业部、驻厂军宣队、厂革委会及全厂革命职工的积极支持和热情帮助，同时，还得到了西安整流器厂、一机部整流器研究所、一机部电气传动设计研究所和西安冶金建筑学院等兄弟单位的大力支持和协助，在此，我们表示感谢。

由于我们对毛主席著作学习不够，政治思想水平不高，业务能力有限，编印中难免有许多缺点、错误，希望同志们予以批评指正。

五二厂七五二研究所革命委员会

一九七〇年五月

毛主席語录

无产階級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。

坚持政治挂帅,加强党的领导,大搞群众运动,实行两参一改三結合,大搞技术革新和技术革命。

我們不能走世界各国技术发展的老路,跟在別人后面一步一步地爬行。我們必須打破常规,尽量采用先进技术,在一个不太长的历史时期內,把我国建設成为一个社会主义的现代化的强国。

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。

中国将要超过西方的預言,必将在几十年的时間內实现。这是一种必然的趨勢,是任何反动势力所阻挡不了的。

目 录

第一篇 可控硅综述	1
第一章 可控硅概述.....	1
第二章 可控硅工作原理.....	2
第三章 可控硅主要参数定义与特性.....	6
第四章 可控硅的控制.....	17
第五章 可控硅的串联和并联.....	29
第六章 可控硅的保护.....	35
第七章 整流回路.....	42
第八章 可控硅的冷却.....	44
第九章 磁放大器.....	50
第二篇 二十辊可逆冷轧机的可控硅控制与调整	85
第一章 概述.....	85
第二章 轧钢机的基本参数.....	89
第三章 机械传动系统.....	90
第四章 主要电气设备的技术性能.....	91
第五章 主传动系统.....	97
第六章 卷取系统.....	129
第七章 系统联试特性.....	163
第三篇 ××工程可控硅供电控制与调整	165
第一章 概述.....	165

第二章	基本参数	167
第三章	机械传动系统	168
第四章	主要电气设备的技术性能	169
第五章	主轴传动系统	173
第六章	透进传动系统	175

第四篇 真空自耗电极电弧炉硅元件供电控制

	与调整	187
--	-----	-----

第一章	概述	187
第二章	用途	188
第三章	基本参数	188
第四章	冶炼原理	189
第五章	结构概述	189
第六章	主要电气设备的技术性能	193
第七章	电控线路的构成及工作原理	198
第八章	系统调整	202

第五篇 圆盘剪及镀铜装置硅元件供电控制与调整

第一章	概述	209
第二章	圆盘剪的用途及对电控系统的要求	210
第三章	机械传动系统	211
第四章	主要电气设备的技术性能	211
第五章	供电系统	212
第六章	镀铜装置硅元件供电控制与调整	215

第六篇 四辊可逆冷轧机可控硅供电方案

第一章	概述	219
-----	----	-----

第二章	基本参数	221
第三章	主要电气设备的技术性能	221
第四章	机械传动系统	223
第五章	主传动系统	225
第六章	卷取系统	244
附 录		249

毛主席语录

我們中华民族有同自己的敌人血战到底的气概，有在自力更生的基础上光复旧物的决心，有自立于世界民族之林的能力。

第一篇 可控硅綜述

第一章 可控硅概述

可控硅是电气自动控制方面的一门新技术。它具有体积小、重量轻、开关时间短、效率高、抗震、控制灵敏、耗电少、无噪音、维护方便等等一系列优点，它的出现引起了电气控制技术的重大革命。特别是最近几年，它在国防、航空、航海、钢铁、机床、机车、化工、电力等部门，得到了广泛的应用。

我国人民高举毛泽东思想伟大红旗，遵循伟大领袖毛主席“独立自主，自力更生”，“抓革命，促生产”，“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”的教导，发扬毛主席倡导的“一不怕苦，二不怕死”的彻底革命精神，近几年来，无论在可控硅制造和应用方面，都取得了很大的成绩，为我国电气工业的发展揭开了新的一页。

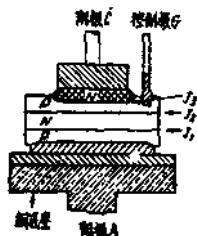
目前，战斗在可控硅应用与制造战线上的广大革命职工，正在抓紧革命大批判，狠批叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义科技路线，遵循毛主席“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大教导，使可控硅技术开始深入到我国的国防、工业、交通运输等各种技术部门，可以肯定，用伟大的毛泽东思想武装起来的中国人民，一定会在不远的将来，使我国的可控硅技术跃进到世界先进水平的前列。

可控硅，通常缩写为SCR，它是在硅元件基础上发展起来的，故其制造工艺、材料、结构和特性方面与硅元件均有许多相似之处。一般说来，可控硅有平面型可控硅、雪崩型可控硅、光通可控硅、控制极可关断可控硅、双向可控硅等。现在我国正在努力提高可控硅的电流与电压等级，消除可控硅过载能力低、抗扰能力差等缺点，使其日趋完善。

第二章 可控硅工作原理

二·1 构造

图二·1是最普通的可控硅的构造。图二·2是可控硅在线路中的符号标示图。图二·3是可控硅的外观图。可控硅主要是由阳极A、阴极C、控制极G、外壳封闭绝缘子、P—N—P—N结、电极板和底座等所组成。封闭绝缘子多用玻璃——金属组成，对电压级高及性能高的可控硅则多采用陶瓷——金属绝缘子。可控硅的封闭很



图二·1 可控硅的构造

重要，封闭的不好，将有湿气侵入，使可控硅特性变劣，甚至报废。

二·2 原理

A—阳极
C—阴极
G—控制极



图二·2 可控硅标示

当阳极接正电压，阴极接负电压，如图二·4所示， J_1 、 J_3 在正向电压作用下， J_2 在反向

电压作用下，P—N结在反向电压作用下，仅有微弱的反向饱和电流流过。为易明了，可控硅中的P—N—P—N结的作用，可以理解为具有公共结的一个P—N—P和一个N—P—N所合成，如图二·5所示。设总电流为 I ，则P—N—P结中的 $I_{c1} = \beta_1 I$ （即结 J_1 空穴流到 C_1 部分电流），它同时又是N—P—N的 I_{b2} ，P—N—P的基极电流 I_{b1} ，也是N—P—N的基极电流 $I_{c2} = \beta_2 I$ （到达 C_2 的 J_3 电子流）。故流过 J_2 的电流可看作是流过两个晶体管基电极电流之和：

$$I = I_{c0} + \beta_1 I + \beta_2 I$$

即

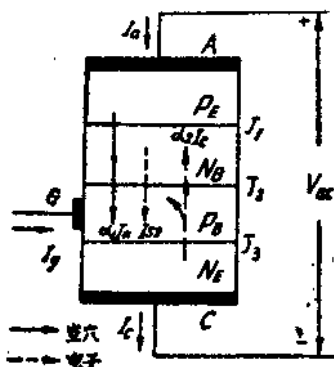
$$I = \frac{I_{c0}}{1 - (\beta_1 + \beta_2)}$$



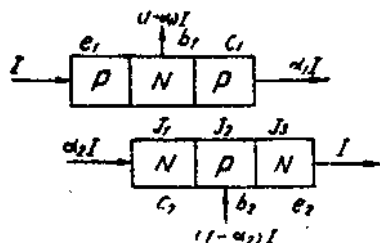
图二·3 可控硅外观图

I_{c0} —反向漏电流。

即，提高 $\beta_1 + \beta_2$ 使之接近于 1，则 I 将很大（在晶体



图二·4 正向阻断状态



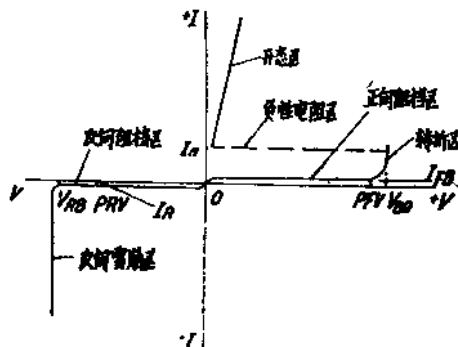
图二·5 P-N-P-N结的分解

管中， I_e 越大，则 β 越接近于 1，又 β 也随 U_{ce} 的增大而增大。按图二·4 的接法， I 只能等于 I_{c0} ，除非外电压足够大，使 J_2 击穿。因此必须加一个控制电流 I_g 使 J_2 开放，如图：二·4， I_g 相当于 N—P—N 的基极电流 I_{b2} ；由于 I_{b2} 的作用使 J_2 导电， $I_{c2} = \beta_1 I_{e2}$ ， I_{c2} 又是 P—N—P 结的基极电流，又 $I_{c1} = \beta_1 I_{e1}$ ， I_{c1} 和 I_g 共同产生的 I_{b2} 使 I_{e2} 更大，因此，在可控硅的控制极和阴极之间加一个控制讯号，便可以使可控硅由闭锁状态

转入导电状态。此时，其正向伏安特性和普通的硅元件一样。

当控制讯号为零时，如图二·6 外电压在达到临界值 U_{B0} 以前，始终只有反向饱和电流流过 J_2 ，此时可控硅处于高内阻的闭锁状态。当电压 $\geq U_{B0}$ 时，反向电流增大，造成碰撞

电离，使更多的电子空穴释放，即提高了 β_1 ，于是可控硅迅速地转入导电状态，若加以一定的控制讯号，则电压无需达到临界值，即可使可控硅导通，如图三·2所示，因此控制电流的作用实际上也是提高 β 值，控制电流很大时的可控硅的正向伏安特性和硅元件一样。可控硅一旦处于导通状态，即使除去控制讯号，仍能继续保持导通状态，除非电流小于某一临界值 I_n (I_n 为维持电流)。



图二·6 $I_g=0$ 时的伏安特性

- 1—反向雪崩区； 2—反向阻断区；
 3—正向阻断区； 4—正向导通区；
 5—维持电流； 6—正向转折电压 U_{BO} 。

在交流运用情况下，为了使可控硅由导通状态转入闭锁状态，只需断除控制，依靠电源电压反向，即可停止电流流通，但是在直流运用情况下，在断除控制的同时，必须将主回路断开，或者给可控硅一个反向电流，即需要一个所谓截止装置（俗称灭火装置）。一般利用电容放电来达到这一要求。

第三章 可控硅主要参数定义 与特性

三·1 概 述

使用可控硅和其他半导体器件一样，必须对其参数定义与特性有明确的了解，否则就不可能保证可靠地来进行使用。通常，可控硅出厂时，制造厂均给出容许的电压、电流和温度值，若在使用时不遵守以上各值，则可控硅将作永久性的破坏，或大大的缩短其使用寿命。为保证正确而可靠地使用，现简单介绍一下可控硅的主要参数的定义及特性。

可控硅的参数大体上可分为两大部分，一为额定参数，一为辅助参数。额定参数：制造厂保证的使用性能，若使用时超出此规定，则可控硅将做永久性破坏，或大大降低其性能，或大大缩短其使用寿命。辅助参数：用以表示可控硅工作状态和特性的参数，例如，开关时间、正向压降、正、反向漏电流、控制极触发电压和触发电流等。以下分别的进行一下介绍。

三·2 正向电流

额定阳极（正向）电流，一般是用一周期内平均值来表示，它是指在一定频率，环境温度不超过 $+40^{\circ}\text{C}$ 和一定的冷却条件下，在导通状态，导电角 $\lambda=180^{\circ}$ 时，单相正弦半波纯阻电路所能通过的使P-N结温度不超过 $+100^{\circ}\text{C}$ 的电流值。

正向电流与P-N结温度、散热状态、线路结构、导电

角、波形系数等有关。

三·3 额定正向峰值电流

在规定的环境温度，标准散热和元件导通条件下，阳极与阴极间可连续通过的工频正弦半波的峰值电流。

三·4 额定正向平均电流

在规定环境温度，标准散热和元件导通条件下，阳极和阴极间可连续通过的工频正弦半波电流的平均值。

三·5 正向电流上升率

在规定的环境温度，标准散热条件下，电流从零上升到额定值时，元件在单位时间内所允许上升的正向电流值。

三·6 正向瞬时漏电流

正向闭锁，控制极断路和额定结温条件下，阳极与阴极间加以一定的正向闭锁峰值电压时，阳极与阴极间所通过的正向峰值电流。

三·7 正向平均漏电流

正向闭锁，控制极断路和额定结温条件下，加以工频半波正向闭锁峰值电压时的正向平均漏电流。

三·8 正向直流漏电流

正向闭锁，控制极断路和额定结温条件下，加以正向直流电压时的正向漏电流。

三·9 负载浪涌电流

元件处于额定负载时，在一定时间内，所能通过的最大正向峰值电流，此时元件的结温不能超过极限结温。

三·10 无负载浪涌电流

元件处于无负载时，在一定时间内，所能通过的最大正向峰值电流，此时元件的结温不能超过极限结温。

三·11 维持电流

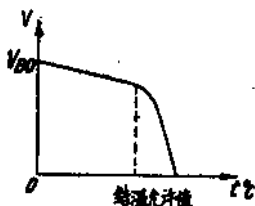
在规定的环境温度，控制极开路，元件处于导通状态条件下，要保持元件处于导通状态时，所必须的最小正向电流。

三·12 最大允许正向电压峰值

在不加控制讯号时，可反复加上的最大瞬时正向电压，通常以 PFV 表示。如果使外加电压大于 PFV，则可控硅将被击穿。

三·13 正向转折电压

在不加控制讯号时，额定结温条件下，元件的正向从闭锁状态转向导通状态时的电压，通常以 U_{B0} 表示。 U_{B0} 与结温有关，随着结温的升高而下降，如图三·1 所示。一般所给出的 U_{B0} 值，是指在最大结温条件下进行测试的，因此，在室温条件下，所测量的 U_{B0} 值，就必须考虑到 PFV，必须使 U_{B0} 值小于 PFV 值。



图三·1 U_{B0} 值与结温关系

三·14 正向瞬时峰值电压

在不加控制讯号，额定的结温条件下，能加于元件上的，但不允许重复出现的正向瞬时峰值电压。

三·15 正向直流电压

在不加控制讯号，额定结温和正向闭锁条件下，元件正向所能加的最大直流电压。

三·16 正向瞬时峰值电压降

在规定环境温度，标准散热和元件导通情况下，在通以