

可控硅整流器原理 及在焊接中的应用



沈阳机电学院焊接工人试验班

可控硅整流器原理及在焊接中的应用

編 者 沈阳机电学院焊接工人試驗班
印 刷 沈 阳 市 第 一 印 刷 厂
开 本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 字数 190 千 字
日 期 1 9 7 0 年 5 月
印 数 1—10000 工本費 0.90 元

(内部资料·注意保存)

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

工人阶级必须领导一切。

备战、备荒、为人民。

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。

毛主席语录

大学还是要办的，我这里主要说的是理工科大学还要办，但学制要缩短，教育要革命，要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路。要从有实践经验的工人农民中间选拔学生，到学校学几年以后，又回到生产实践中去。

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。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

内 容 提 要

本书阐述了可控硅整流器基本原理，主电路与控制电路。系统地介绍了可控硅整流电路的参数选择与保护。

应用部分详细介绍了可控硅在自动焊、半自动焊、二氧化碳气体保护焊、氩弧焊、等离子设备、一机多用焊机及焊接主回路中的应用。并附有元件规格。这是焊接设备中具有代表性的实用项目。附录中给出了可控硅额定电流选择计算方法，可控硅整流电路主要参数指标，晶体管术语、定义、命名、型号、规格和主要参数。

本书内容富于实用性与先进性。可供从事于可控硅应用、焊接部门的工人、革命工程技术人员及高等院校师生参考使用。

前 言

波澜壮阔的无产阶级文化大革命，以极其雄伟的力量推动着我国社会主义革命和社会主义建设事业突飞猛进地向前发展。特别是工人阶级豪迈地登上了上层建筑的政治舞台以后，引起了上层建筑各个领域深刻的变化。工人阶级牢记毛主席“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”的伟大教导，高举毛泽东思想伟大红旗，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇的“洋奴哲学”、“爬行主义”，树立“自力更生”、“奋发图强”的雄心壮志，突破了一个又一个技术难关，创造了一个又一个人间奇迹。可控硅这门先进技术的广泛应用，就是在工人阶级领导下谱写的一曲响彻云霄的凯歌。

可控硅整流器是六十年代出现的新技术。可控硅的出现为我国强电工业的电子化、自动化提供了良好的途径。目前，可控硅元件的应用已遍及冶金、机械、铁路运输、邮电、焊接、造纸、纺织、电力、化工、煤矿、石油、造船、航空、国防以及农牧各个领域，并取得了显著的成效。

我院焊接工人试验班的工人学员怀着对毛主席深厚的无产阶级感情，以为毛主席争光，为社会主义祖国争光的豪情壮志，发扬了工人阶级敢想、敢说、敢做的革命精神，勇于革命，敢于实践，经过反复试验，终于把可控硅成功地应用于半自动焊、自动焊和二氧化碳气体保护焊等焊接设备中，使焊机具有噪音小，体积小，使用稳定，焊接质量高等许多优

点。这是毛主席“独立自主、自力更生”方针的伟大胜利。是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利，是毛泽东思想的伟大胜利。北京、上海、天津、沈阳等地的工人阶级还把可控硅成功地应用于等离子一机多用和焊接电源等方面，从而使我国焊接技术赶上并超过了世界先进水平。这是工人阶级在毛主席光辉思想指引下，攀登科学技术高峰取得的又一辉煌成果，是对帝、修、反的沉重打击。遵照毛主席“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”和“教育要革命”的伟大教导，为了推广和交流可控硅在焊接技术上应用的经验，为了摸索编写社会主义新教材的经验，我们组成了以工人为主体的，有红卫兵小将、革命教师和革命技术人员参加的编写小组，编写了这本《可控硅整流器原理及在焊接中的应用》。在编写过程中，得到了沈阳矿山机器厂、沈阳市整流器厂、沈阳市电焊机厂、沈阳高中压阀门厂、沈阳机车车辆厂、天津电焊机厂、天津市焊接研究所、上海电焊机厂和一机部焊接研究所等单位的大力协助，他们为这本书提供了许多宝贵的意见。沈阳市第一印刷厂、辽宁日报社的革命同志还为这本书的印刷提供了便利条件。在此，向上述各兄弟单位表示衷心的感谢。

由于水平所限，时间仓促，书中难免有缺点错误，欢迎同志们批评指正。

编 者

1970.5.1 于沈阳

目 录

第一章 可控硅整流器基本原理..... 1

- 1—1 晶体二极管..... 2
- 1—2 晶体三极管..... 9
- 1—3 可控硅整流器的结构.....15
- 1—4 可控硅整流器基本原理.....17
- 1—5 可控硅整流器的术语及技术规格.....26
- 1—6 可控硅整流器使用说明.....32
- 1—7 判定可控硅元件好坏的简易方法.....35
- 1—8 可控硅整流器的定性分析.....37

第二章 可控硅整流器的主电路.....40

- 2—1 可控硅用作单相可控整流器.....40
- 2—2 可控硅用作三相可控整流器.....52
- 2—3 可逆输出可控整流电路.....57
- 2—4 稳压管工作原理.....60

第三章 可控硅整流器的控制电路.....63

- 3—1 概 述.....63
- 3—2 控制极电压——电流特性.....65
- 3—3 单结晶体管的结构及作用原理.....66
- 3—4 简单的单结晶体管触发器.....71
- 3—5 “串联”晶体管式单结晶体管触发器.....76
- 3—6 “并联”晶体管式单结晶体管触发器.....77

3—7	具有两级放大的单结晶体管触发器·····	78
3—8	单结晶体管控制的三相桥式电路·····	80
3—9	可逆回路用单结晶体管进行 相位控制的电路·····	81
3—10	晶体三极管触发器·····	83
3—11	反馈(回输)回路·····	89

第四章 参数选择及保护·····95

4—1	可控硅整流器的选择·····	95
4—2	稳压管选择·····	102
4—3	单结晶体管触发器的选择·····	105
4—4	放大器计算·····	116
4—5	电压负反馈环节计算·····	120
4—6	制动电阻选择·····	121
4—7	整流变压器的选择·····	122
4—8	可控硅的保护·····	124
4—9	可控硅整流器的串并联及其保护·····	139

第五章 可控硅整流器在焊接中的应用·· 149

5—1	可控硅整流器控制的埋弧自动焊机·····	149
5—2	可控硅整流器控制的埋弧半自动焊机··	174
5—3	硅可控二氧化碳气体保护焊机·····	178
5—4	G D—300型二氧化碳气体保护、 半自动电弧焊机·····	184
5—5	可控硅整流器在G N—300型 氩弧焊机上的应用·····	198
5—6	S C Z—150 可控硅直流弧焊机·····	204

5—7	HL—300可控硅控制的等离子弧焊机…	209
5—8	LHG—300 可控硅控制的等离子 焊接切割机（一机三用）……………	224
5—9	LHZ—400“一机六用”等离子弧设备…	237
5—10	HL—300可控硅控制的等离子弧焊机 常见事故的处理方法……………	267
附录一可控硅额定正向平均电流的选择……………		271
附录二可控硅整流电路主要参数指标……………		274
附录三晶体管术语定义……………		277
附录四半导体器件命名、型号、规格和主要参数…		280

——毛主席语录——

人的正确思想是从那里来的？是从天上掉下来的吗？不是。是自己头脑里固有的吗？不是。人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

第一章 可控硅整流器基本原理

可控硅整流器是一种大功率的半导体器件，是六十年代的高新技术。这一新技术的出现为我国强电工业的电子化、自动化提供了良好的途径。但是过去由于叛徒、内奸、工贼刘少奇极力推行“专家治厂”、“教授治校”等反革命修正主义路线，可控硅一直被一些资产阶级知识分子和反动技术权威垄断着，他们把可控硅吹得神乎其神，高不可攀。三年来的无产阶级文化大革命的滚滚洪流，在毛主席革命路线的指引下，彻底摧毁了刘少奇的反革命修正主义路线，批判了“洋奴哲学”、“爬行主义”，工人阶级豪迈地登上了上层建筑的政治舞台，掌握了科学技术大权，才使可控硅这门先进技术广泛应用于工农业生产。

实践证明：“卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢。”可控硅整流器并不神秘。用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级不仅完全有能力掌握这门先进技术，而且可以创造出任何人间奇迹来。

可控硅是一种三端四层的硅半导体器件。三端分别为阳

极A，阴极C和控制极G；四层为PNPN，具有三个P—N结。

为了了解可控硅整流器的构造和工作原理，首先介绍一下具有一个P—N结的晶体二极管和具有两个P—N结的晶体三极管。

1—1 晶体二极管

晶体二极管、晶体三极管和可控硅元件均属半导体器件。什么是半导体呢？毛主席教导我们说：“对于物质的每一种运动形式，必须注意它和其他各种运动形式的共同点。但是，尤其重要的，成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意它的特殊点，就是说，注意它和其他运动形式的质的区别。”世界上一切物质，按其导电性能可以分为三类：导体，半导体和绝缘体。例如：银，铜，铝，镍等金属导电性能好，属于导体；塑料，橡胶，石英，瓷器，石蜡等物质不能导电，属于绝缘体；硅，锗等物质导电性能介于导体和绝缘体之间，称为半导体。半导体主要有如下特征：

1. 导电性能介于导体与绝缘体之间，掺进杂质后，导电率显著提高；

2. 一般导体的电阻随温度上升而增加，但半导体恰恰相反，温度上升电阻反而降低；

3. 半导体属于晶体结构；

4. 半导体的载流子（即导电粒子）有空穴和电子；

5. 半导体中载流子的突出特点是能够扩散和复合。

毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”金属

导体内有大量的电子未跟原子结合在一起，因此这些电子在导体内可以自由运动。如果外加一个电压，便可以产生电流。但是，半导体则与导体不同。晶体结构的半导体，绝大多数电子都十分牢固地跟某些原子结合在一起，象两只手那样握起来，而且正是由于电子形成了这种有规律的原子间结合键，才成了晶体结构。

例如硅原子最外层有四个电子，跟邻近四个原子形成了共价键（最外层一般满足 8 个电子才稳定），没有多余的电子，因而不导电。如图1—1所示。

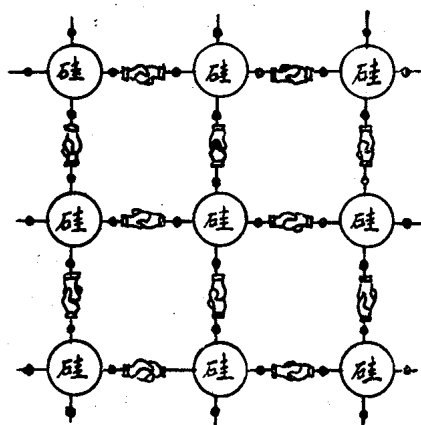


图1—1 半导体的晶体结构

但是半导体是否永远不导电呢？毛主席教导我们：“对于任何一个具体的事物说来，对立的统一是有条件的、暂时的、过渡的，因而是相对的，对立的斗争则是绝对的。”当硅晶体受到外界作用时（如外加电压），一部分跟原子结合得不

牢的电子很容易释放出来，使结合键破坏，形成两种类型的载流子：电子和空穴。如图1—2所示。

如果在硅原子中加入极微量的杂质，便可以大大增加半导体的导电性。

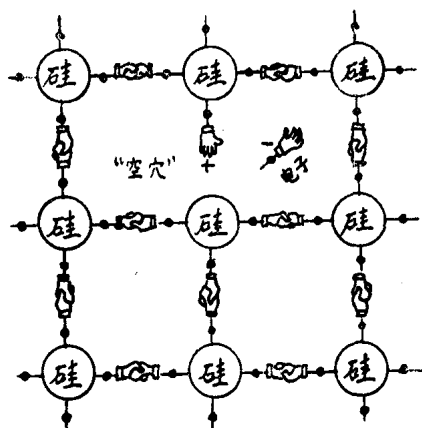


图1—2 结合键破坏，呈现两种类型载流子：电子和空穴

例如：将硅（四价）原子中掺入三价的元素硼，呈现空穴性导电，叫做P型半导体，如图1—3所示。掺入五价的元素锑，呈现电子性导电，叫做N型半导体。如图1—4所示。

半导体的核心问题是电子—空穴结，即P—N结。毛主席教导我们：“捉住了这个主要矛盾，一切问题就迎刃而解了。”

什么是P—N结呢？P—N结是P型半导体和N型半导体的分界面。由于扩散的作用，P型半导体中的空穴扩散到N型半导体中，N型半导体中的电子扩散到P型半导体中。

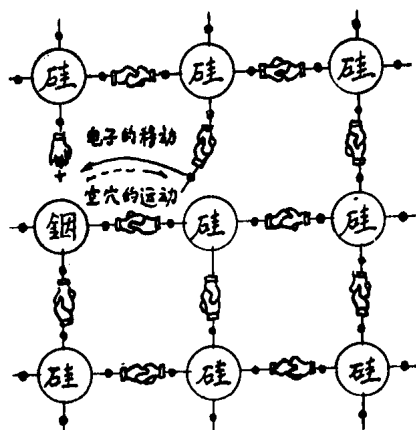


图1—3 P型半导体

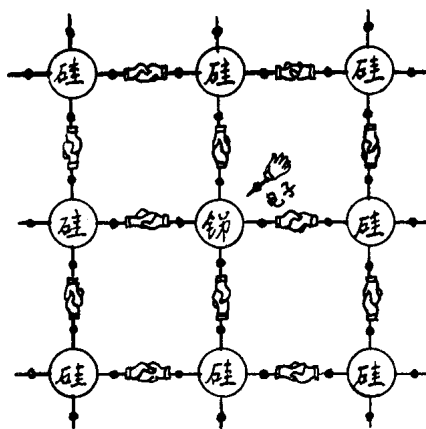


图1—4 N型半导体

结果，P型半导体中失去了空穴，呈现出负电位；N型半导体失去了电子，呈现出正电位。即P-N结出现了电位差，称为势垒，其电场叫做结电场。阻碍载流子继续越过边界。如图1-5所示。这表征着载流子的扩散力跟势垒产生的结电场之间的动态平衡。半导体中电阻大小取决于载流子浓度的大小：载流子浓度大，电阻小；浓度小，电阻大。

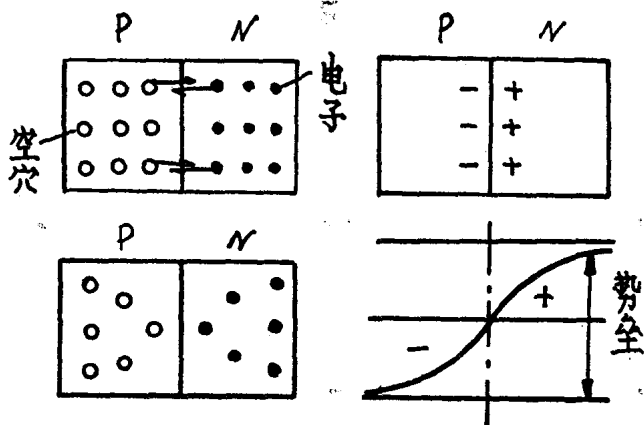


图1-5 P-N结的形成

现在如果在P-N结上加一个外电压 U ，正极接到N型半导体上，负极接到P型半导体上，外电场与结电场方向相同，那末在原先势垒基础上反向电场更为增高。只有极少数量载流子穿过P-N结，分界面上的载流子浓度降低了，即阻值增加了，实际上可认为不通，即截止。相反，如果正极接到P型半导体上，负极接到N型半导体上，外电场方向与结电场方向相反，那末便降低了原先的势垒。空穴穿过P-N

结奔向负极，电子穿过P—N结奔向正极，通过分界面的载流子浓度增加了，故阻值低了，有电流流过，电流表有指示。如图1—6所示。

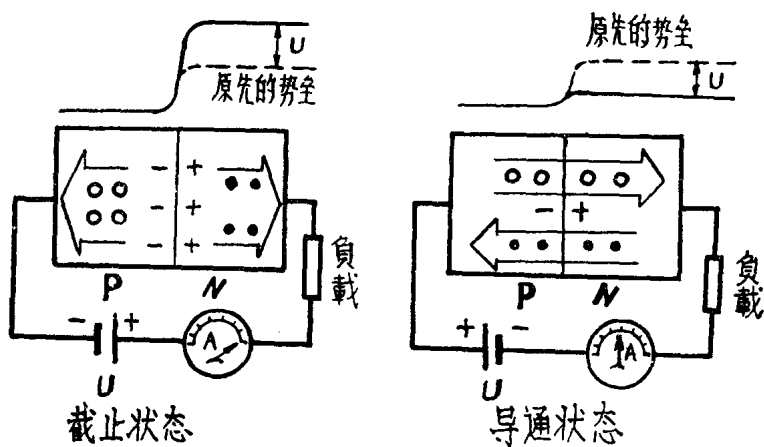


图1—6 晶体二极管的单向导电作用

总而言之，P型端接正，N型端接负，有电流；相反，无电流。即P—N结具有单向导电作用。

晶体二极管就是由一个P—N结组成的。它的符号是“ $\rightarrow|$ ”，电流按箭头方向可以通过，反向不能通过。有两个脚，称为两个极，P型半导体端称为阳极，N型半导体端称为阴极。如图1—7所示。

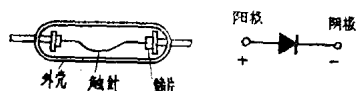


图1—7 晶体二极管的构造及符号