

5045634  
5045634

# 硅可控等离子弧焊机及其应用

沈阳等离子会战小组编



沈阳市革命委员会科学技术局



5044034

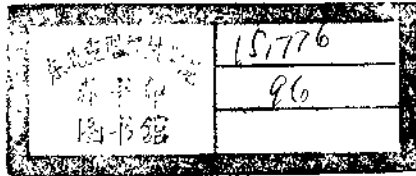
8516914

5044034

# 硅可控等离子弧焊机 及其应用

沈阳等离子会战小组编

TN 342/34



02

沈阳市革命委员会科学技术局

一九七〇年十月

1



0664622

25

## 毛主席語錄

領導我們事業的核心力量是中國共產黨。  
指導我們思想的理論基礎是馬克思列寧主義。  
要認真總結經驗。

堅持政治掛帥，加強黨的領導，大搞群眾運動，實行兩參一改三結合，大搞技術革新和技術革命。

鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社會主義。

抓革命，促生產，促工作，促戰備

燦爛的思想政治之花，必然結成豐滿的經濟之果。

社會的財富是工人、農民和勞動知識分子自己創造的。只要這些人掌握了自己的命運，又有一條馬克思列寧主義的路綫，不是回避問題，而是用積極的態度去解決問題，任何人間的困難總是可以解決的。

人的正確思想，只能從社會實踐中來，只能從社會的生產鬥爭、階級鬥爭和科學實驗這三項實踐中來。

我們不能走世界各國技術發展的老路，跟在別人後面一步一步地爬行。我們必須打破常規，盡量採用先進技術，在一個不太長的历史時期內，把我國建設成爲一個社會主義的現代化的強國。

我們中華民族有同自己的敵人血戰到底的氣概，有在自力更生的基礎上光復舊物的決心，有自立於世界民族之林的能力。

15-776  
96

# 前 言

**中华儿女多奇志，敢叫日月换新天。**

在七十年的第一个春天，用毛泽东思想武装起来的经过无产阶级文化大革命锻炼的沈阳市工人阶级，遵照毛主席“**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**”和“**中国应当对于人类有较大的贡献**”的伟大教导，高举“九大”团结、胜利的旗帜，满怀革命豪情，学北京、学上海，在两个阶级、两条道路、两条路线的激烈斗争中不断地创造出人间奇迹。

由沈阳市整流器厂、沈阳矿山机器厂、沈阳高中压伐门厂和沈阳机电学院组成的沈阳等离子会战小组，率领参战人员，坚持了“**独立自主**”、“**自力更生**”的方针，发扬了“**艰苦奋斗**”的革命精神，在省、市革委会的正确领导和市工代会的大力支持下，在全市近二十个单位的热情支援下，克服了重重困难，突破了道道难关，在短短几十天内，自行设计、制造成功的我国第一台具有先进水平的硅控制“一机六用等离子弧设备”就是其中的一例。这是毛泽东思想的伟大胜利！这是毛主席革命路线的伟大胜利！

无产阶级文化大革命以前，叛徒、内奸、工贼刘少奇及其代理人在工业战线和科技领域顽固地推行“爬行主义”、“洋奴哲学”、“专家治厂”等反革命修正主义路线，疯狂地扼杀新生事物，压制革命工人的首创精神，使我国等离子和可控硅新技术得不到迅速发展。

波澜壮阔的无产阶级文化大革命，摧毁了刘少奇的资产阶级司令部，打倒了刘少奇在各行各业的代理人，极大地解放了生产力。在会战中，广大工人和科技人员，始终以两个阶级、两条道路、两条路线斗争为纲，高举《鞍钢宪法》的光辉旗帜，以革命大批判开路；打破了使用、生产、科研单位、大专院校之间的界限，实行了极其广泛的共产主义大协作；充分地发动了群众，参加会战的全体同志，发扬了“**一不怕苦，二不怕死**”的革命精神，发挥了无穷无尽的智慧和革命首创精神，终于在三月二十二日《鞍钢宪法》颁布十周年之际，胜利地完成了任务，向毛主席献了厚礼。

经过初步实验，该机六种工艺性能较好，为国防、矿山、机械、化工等行业加工难熔金属提供了关键设备。

为了全面落实毛主席“**打破常规，尽规采用先进技术**”的指示，大力发展我国电子工业和等离子新技术，迎接更加宏伟壮丽的第四个五年计划，我们编写了这本资料。

这本资料是在省、市革委会科技局和许多单位的大力支持下，以工人为主体的，有革命知识分子参加，在毛主席哲学思想指引下，以我们自己的实践为主，参考了一些技术资料，经过反复研究、修改，集体写成的。这本资料从介绍一般原理，到整机结构、应用、工艺实验，由浅入深，语言通俗易懂，适合奋战在三大革命运动第一线的工人和技术人员阅读。但由于我们政治水平较低，实践期限较短，难免出现缺点、错误，诚恳地希望工农兵和其他革命读者提出宝贵意见，以求改进和提高。

沈阳等离子会战小组

一九七〇年十月

# 目 录

## 第一部分 电气元件及设备

<b>第一章 半导体元件</b> .....	1
第一节 什么是半导体.....	1
第二节 半导体二极管和整流线路.....	4
第三节 半导体三极管.....	9
第四节 稳压管.....	18
第五节 单结晶体管.....	14
<b>第二章 可控硅整流器</b> .....	18
第一节 可控硅整流元件.....	18
第二节 可控硅主回路.....	22
第三节 可控硅的保护装置.....	26
第四节 R—C电路分析.....	33
第五节 自动调节系统中的各种反馈.....	39
第六节 可控硅的触发电路.....	42
<b>第三章 磁放大器和高频发生器</b> .....	52
第一节 磁放大器.....	52
第二节 高频发生器.....	59
<b>第四章 LHZ—400 一机六用等离子弧焊机</b> .....	62
第一节 设备特点和用途.....	62
第二节 主要技术数据.....	62
第三节 几种典型的电气线路.....	63
第四节 控制线路动作程序.....	67
附录：设备器件说明.....	74

## 第二部分 等离子弧焊机的机械设备

<b>第五章 等离子弧枪体</b> .....	89
第一节 等离子弧枪体的作用及其结构.....	89
第二节 枪体的三要素.....	91
第三节 喷嘴的尺寸设计.....	92
第四节 喷嘴介绍.....	93
第五节 参考枪体.....	98
<b>第六章 等离子焊接小车及转胎</b> .....	102
第一节 焊接小车.....	102
第二节 送丝机构.....	103
第三节 摆动机构.....	104

第四节 转胎	106
<b>第七章 送粉器及电磁气阀与流量计</b>	107
第一节 送粉器	107
第二节 电磁气阀与流量计	107

### 第三部分 等离子弧焊接工艺

<b>第八章 等离子电弧</b>	113
第一节 等离子及等离子电弧	113
第二节 等离子电弧的三大效应及热能产生与获得	115
第三节 等离子弧的物理参数	116
第四节 等离子弧的特性及对电源特性的要求	117
第五节 等离子弧的形式	118
第六节 等离子枪体电极材料及工作气流	119
<b>第九章 等离子焊接工艺</b>	120
第一节 等离子焊接的基本原理	120
第二节 等离子弧焊接的特点	120
第三节 等离子焊接对设备要求	121
第四节 等离子焊接工艺	123
第五节 等离子焊接质量分析	134
第六节 生产应用情况	140
<b>第十章 等离子切割工艺</b>	142
第一节 等离子切割的实质及特点	142
第二节 等离子割炬内腔参数的选择	142
第三节 等离子切割工艺	143
第四节 等离子切割规范及其对切割过程稳定性、切割质量的影响	145
第五节 大厚度切割	146
第六节 等离子切割参考数据	147
<b>第十一章 等离子堆焊工艺</b>	152
第一节 堆焊及其重要意义	152
第二节 几种堆焊工艺方法的比较	152
第三节 等离子堆焊喷嘴	153
第四节 等离子堆焊填充金属	154
第五节 等离子堆焊工艺参数	154
第六节 堆焊工件的质量检查	156
<b>第十二章 等离子喷焊工艺</b>	158
第一节 等离子喷焊的特点	158
第二节 喷焊喷嘴	159
第三节 等离子喷焊使用的电极、气体和填充材料	159
第四节 等离子喷焊工艺	161

第五节	等离子喷焊质量检查	164
<b>第十三章</b>	<b>等离子喷涂工艺</b>	<b>168</b>
第一节	等离子喷涂特点	168
第二节	等离子喷涂喷嘴	168
第三节	等离子喷涂对粉末的基本要求	169
第四节	等离子喷涂工艺参数	169
<b>第十四章</b>	<b>氩弧焊工艺</b>	<b>173</b>
第一节	氩弧焊的特点	173
第二节	氩弧焊的设备及特殊矛盾	174
第三节	钨极氩弧焊	176
第四节	熔化极氩弧焊	181

# 最 高 指 示

我們必須打破常規，盡量采用先進技術，在一個不太長的历史時期內，把我國建設成爲一個社會主義的現代化的強國。

## 第一部分 电气元件及設備

### 第一章 半导体元件

随着我国工农业生产及科学技术的飞跃发展，半导体元件越来越广泛地被应用在国民经济的各个部门当中。为了加速我国的社会主义建设，赶超世界先进水平，更好地了解、掌握和应用半导体元件，已成为广大工人同志的迫切愿望。为了帮助同志们更好地掌握这门先进技术，我们首先从半导体的基础知识谈起。

#### 第一节 什么是半导体

##### 一、概 述

大家都知道，有些物体如铜、铝、铁等金属能够导电，我们称之为导体。而有些物体如玻璃、木头、陶瓷、橡胶等就不能导电，我们称之为绝缘体。组成各种物质的原子结构不同，它们的导电性能也不同。物质导电性能的好坏，是用电阻率来表示的，电阻率就是指在常温下，某种物质长度为一米，截面积为—平方毫米时，所具有的电阻值。电阻率越小，越易导电。根据电阻率的不同，我们可以把物质分为导体和绝缘体：

导体的电阻率约为 $10^{-6}$ — $10^{-3} \Omega \text{cm}$

绝缘体的电阻率为 $10^8$ — $10^{20} \Omega \text{cm}$

一直到二十世纪四十年代，人们发现有些物质如锗、硅等，它们的电阻率介于导体和绝缘体之间，即 $10^{-3}$ — $10^8 \Omega \text{cm}$ ，这种物质我们称为半导体。就是说半导体的导电性能比导体差，比绝缘体强。

半导体的发现，对自然科学的发展起了很大的作用。毛主席教导我们：“人类总得不断地总结經驗，有所发现，有所发明，有所創造，有所前进。”劳动人民在生产实践中逐步的发现并利用了半导体的种种导电特性，获得了广泛的应用，如利用半导体制成的半导体管（晶体管），与电子管相比较它具有体积小、重量轻、寿命长、耗电小等许多优点。用晶体管制成的半导体收音机体积小，携带方便，利用它随时都可以听到党中央和毛主席的声音，它在许多方面，都是电子管收音机所不能比拟的。



半导体的特点：

1. 导体和绝缘体的电阻率随温度的变化很小，而半导体随温度变化却很大。每升高 $1^{\circ}\text{C}$ 半导体的电阻率将降低百分之十左右。

2. 导体和绝缘体中，如果含有不超过千分之一的杂质，它的电阻率变化是微不足道的。而半导体则不然，以锗半导体为例：只要含杂质千分之一，电阻率就下降到原来的十六分之一。

3. 半导体受到光线的照射，电阻率要下降，这也是和导体、绝缘体的不同处。

毛主席教导我们说：“我们必须学会全面地看问题，不但要看到事物的正面，也要看到它的反面。在一定的条件下，坏的东西可以引出好的结果，好的东西也可以引出坏的结果。”正因为半导体具有上述的这些特性，我们才能够制造成各种不同用途的半导体元件。

又因为半导体具有上述特点，使半导体元件具有不稳定、受温度影响较大、输出功率小等缺点。有待于今后进一步改善。

## 二、P型半导体和n型半导体

众所周知，自然界的一切物质，都是由许多叫做分子的微粒组成的。分子又由原子组成，原子又由原子核和以很高的速率在它周围旋转着的电子组成。原子核带有正电荷，电子带有单位负电荷，原子核所带正电的数量和围绕它旋转的电子所带负电荷总数相等，所以原子是显中性的。电子绕原子核的旋转，就象地球绕太阳旋转似的。不同物质的原子有不同数目电子绕其原子核旋转。电子分几层，在确定的轨道上进行运转，而各层容纳的电子数，也是有一定规律的。如硅和锗，都是按着 $2、8、18\cdots\cdots 2n^2$  ( $n$ 代表层数) 而排列的 (见图1-1)。

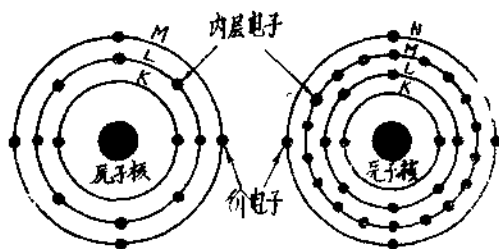


图1-1

最外层的电子称之为价电子，外层有几个价电子，就称为几价元素。价电子在外力的作用下，可以脱离核的吸引，成为自由电子。这些自由电子如果在外电场的作用下，可以进行空间的运动，这样就形成了电流。

一切金属的原子有着不稳定的价电子，这些价电子受到外力的作用时容易离开自己的轨道，它的导电性能就好；而有些物质的原子，把外层价电子牢固地吸在原子核周围，不容易让它们自由地离开，故这类物质导电性能就不好。上述两类物质就是导体与绝缘体。而半导体的原子核对其价电子的控制能力正好介于导体和绝缘体之间，所以半导体的导电性能也就介于导体和绝缘体之间。

原子与原子之间是依靠价电子结合的。我们以锗为例子来说明这个问题。纯锗的原子结构如图1-2。锗有四个价电子，原子与原子之间通过价电子完整地结合在一起。在常温下，有个别的电子获得一定的能量（如热能），脱离了核的束缚，成为自由电子，而留下空穴。这个自由电子在没有外电场的作用下，只作紊乱的不规则的热运动；如果有外电场的作用，便能够形成微小的电流。纯半导体我们称之为本征半导体。纯半导体

在电场作用下所形成的电流，我们称之为本征电流。纯半导体在一定范围内，电流的大小与温度有关，与外加电压无关，所以纯半导体在实际应用中用途不大。

如果我们在四价的锗中，掺入三价的铟，那么锗中的四个价电子和铟的三个价电子组成共价键，使锗的另一个价电子，没有结合的对象，这样就留下一个空穴。在外电场的作用下，空穴导电是主要的，我们把这样的半导体称为“空穴型半导体”或“P型半导体”。如图1—3 <a>。

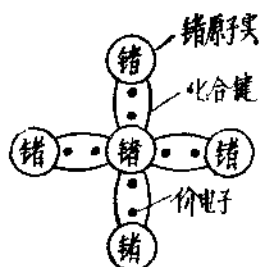


图1—2

如果我们掺入的不是三价的铟，而是五价的砷，做为杂质，砷将多余一个电子。如果在电场的作用下，这时电子导电是主要的，我们把这样的半导体称为“电子型半导体”或“n型半导体”如图1—3 <b>。

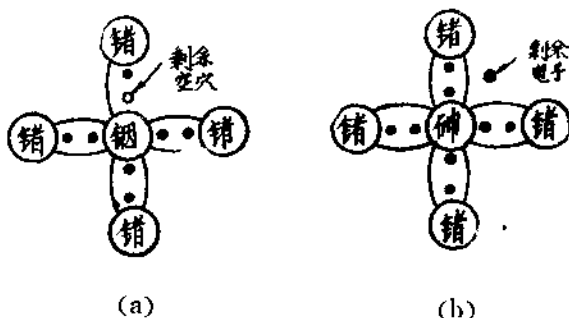


图1—3

### 三、P—N结是怎样形成的

P—N结是各种半导体元件的主要组成部分，也是我们掌握和了解半导体过程中的主要矛盾。我们认为，要想全面地了解半导体的奥妙，必须抓住这个主要矛盾，从P—N结学起。这样在我们以后了解二极管、三极管以及可控硅的构造工作原理时，一切问题就可以迎刃而解了。

我们把P型半导体和N型半导体结合在一起，在它们的交界处便形成一个薄层。我们把这个薄层就叫做P—N结。

P—N结是由于扩散形成的。大家知道一滴墨水放在一杯清水中，可以把全杯水染蓝，这就是扩散的结果。当P型半导体和N型半导体接触时，由于P型的空穴浓度较大，N型的电子浓度较大，这样它们之间将相互发生扩散现象（如图1—4）。电子将从N区扩散到P区，使I层失去电子而带正电，同时空穴也从P区扩散到N区，使II层失去空穴而带负电。随着电子和空穴的不断扩散，使I层和II层电荷越来越多，逐渐建立起电场，它的方向与空穴扩散的方向相反。因而阻碍了电子和空穴扩散的继续进行。并达到了“动平衡”状态，P—N结形成了。所谓P—N结，就是指薄层I和薄层II的带电结构。因而它能阻

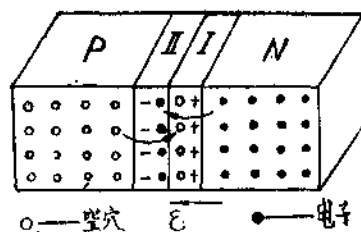


图1—4

挡电子和空穴的继续扩散，所以也称之为阻挡层。它们之间的电位差  $\varepsilon$  称为“位垒”或“势垒”。

$P-N$  结的最大特点，是具有单向导电性能。让我们用一个试验来说明，我们把一个 6 伏的电池和一个灯泡串联在  $P-N$  结上。如果正极接  $P$  侧，负极接  $N$  侧，这时灯泡亮了，这样的接法称为正向联接。如图 1-5 (a)。正极接  $N$  侧，负极接  $P$  侧，这时灯泡不亮，这样的接法我们叫反向联接。如图 1-5 (b)。由此可见  $P-N$  结是具有单向导电特性的。

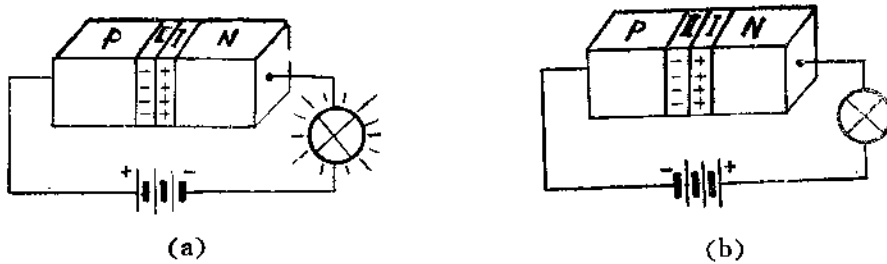


图 1-5

$P-N$  结为什么具有单向导电特性呢？我们看事物，要看到它的本质。反向联接时，外加电压的方向和位垒的方向相同，相当于加高了位垒的高度，这样电子和空穴的扩散将更加困难，灯泡不会亮。如果是正向联接，外加电压是和位垒电势的方向相反，从而削弱了阻挡层的高度，这样扩散将能够继续顺利地进行，灯泡是会亮的。图 1-6 是以电子说明反向和正向联接，对阻挡层的影响。图 (a) 为正向联接；图 (b) 为反向联接。

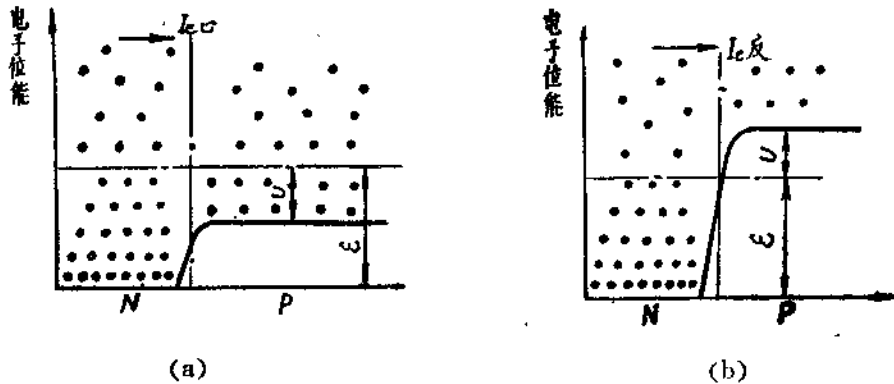


图 1-6

## 第二节 半导体二极管和整流线路

### 一、二极管的构造、种类和用途

半导体二极管就是根据  $P-N$  结的单向导电特性而制成的。二极管的符号如图 1-7，箭头的方向为正向电流的方向，正极一端为  $P$  型半导体，负极一端为  $N$  型半导体。

根据二极管的构造不同，半导体二极管可分为点接触型和面接触型二极管，如图1—8所示，图(a)为点接触型；图(b)为面接触型。

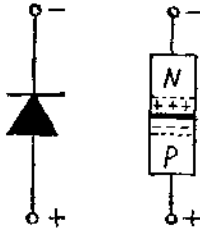
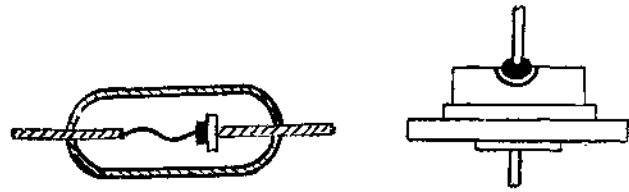


图1—7



(a)

图1—8

(b)

点接触型二极管的触针与半导体的接触面很小，则它的结电容很小，这样使它可以在很高的频率下工作，所以它一般多用于检波，但允许通过的电流小，故不适于整流。

面接触的二极管，P—N结的接触面是较大的，因而结电容也很大，一般可达20微微法，如用它检波效率是很低的。但允许通过的电流可大些，所以面接触型二极管，多用于整流，在低频下工作。

## 二、半导体整流器及额定参数

随着我国的社会主义建设高潮的到来，要求把交流电变成直流电的地方越来越多，这样整流器件的应用日趋广泛。

由于半导体整流器，特别是硅整流器较之其它整流器具有效率高，重量轻，寿命长，耐震等许多优点，因此其他的整流器目前正逐渐地被硅整流器所取代。硅整流器已经被广泛地应用在充电、电镀、电解、高压静电、电影放映、电加工、电力牵引、焊接等方面。各种半导体整流元件性能比较见表1—1：

各种半导体整流元件性能比较

表1—1

项 目	氧 化 铜	硒 堆	锗	硅
同样输出情况下的尺寸	大	大	很 小	很 小
寿 命	很 长	约十万小时	估 计 很 长	估 计 很 长
老 化	开始变化快，以后稳定	正向电阻逐增	无	无
整 流 损 耗		最 大	最 小	
整 流 失 效 区	0.15伏	0.35伏	0.2伏	0.3伏
反 向 电 流	最 大			最 小
自 动 回 复 现 象	较 好	最 好	无	无
工 作 温 度 极 限	75°C	150°C	850°C	250°C
工 作 频 率		最 低	高	高

为了便于大家更好地使用半导体整流元件，下面谈一谈半导体整流器的额定参数：

1、额定电流平均值：周围环境温度 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，给以规定的冷却，将元件接在电阻性负载的单向正弦半波线路中，在额定工作电压下通以正向电流。当元件整流结温度在 $140^{\circ}\text{C}$ 时，通过元件的电流平均值。

2、额定工作电压峰值：规定元件在工作中，交流输入电压的峰值，它等于反向最高峰值电压的一半。

3、反向最高测试电压峰值：按规定测试电路，元件从室温到 $140^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内，依据元件的反向伏安特性曲线的急剧弯曲处或允许反向电流平均值确定的反向电压峰值。

4、反向电流平均值：元件在规定的正弦半波反向电压下，一周波内反向电流的平均值。

5、反向电流最大值：元件在规定的正弦半波反向电压下，一周内反向电流的最大值。

6、正向电压平均值：元件在环境温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，给以规定的冷却，通过额定正弦半波电流（导通角 $\geq 170^{\circ}$ ），待结温恒定后，元件正负极间的正向电压降平均值。

7、正向电压降最大值：元件在规定的正弦半波电流下，一周内的正向电压降最大值。

8、环境温度：以元件为中心 $60\text{mm}$ 为半径的球面处空气介质的最低温度。

9、温升：元件在正常工作时，各部位温度有一恒定值，而某部位与环境温度的差，即为元件该部位的温升。

10、热阻：元件在正常工作时，整流结温度与某指定部位的温度差除以元件的平均功率损耗，即为元件整流结对该部位的热阻。

11、平均功率损耗：元件在正常工作时，一周内的正、反向半波功率损耗平均值的总和。其中正向平均功率损耗按规定的公式计算，而反向平均功率按正向平均功率损耗的 $5 \sim 10\%$ 或按整流面积的 $10\text{瓦}/\text{Cm}^2$ 来计算。

12、过载能力：元件在正常工作条件下，运行到结温恒定时，通以过载电流，整流结由最高工作温度 $140^{\circ}\text{C}$ 升至极限温度 $200^{\circ}\text{C}$ 时，过载电流峰值与额定电流峰值的比值，称之为该段时间内的过载能力。

13、瞬时热阻：元件在交替负载运行中，所能承受的冷热循环次数的极限值。

正因正常工作的硅元件

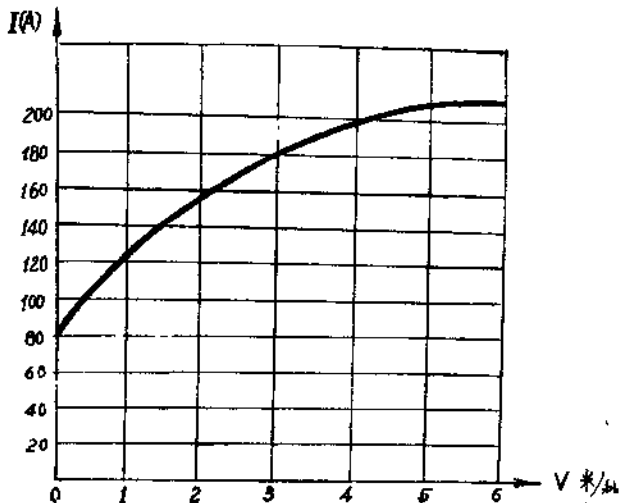


图 1-9

的正向整流电流的大小直接与  $P-N$  结的温度有关。因此，正向整流电流值的大小和环境温度和冷却条件有很大关系。需要强迫风冷却的硅整流元件的风速和正向整流电流的关系见图 1—9；与环境温度的关系曲线见图 1—10。

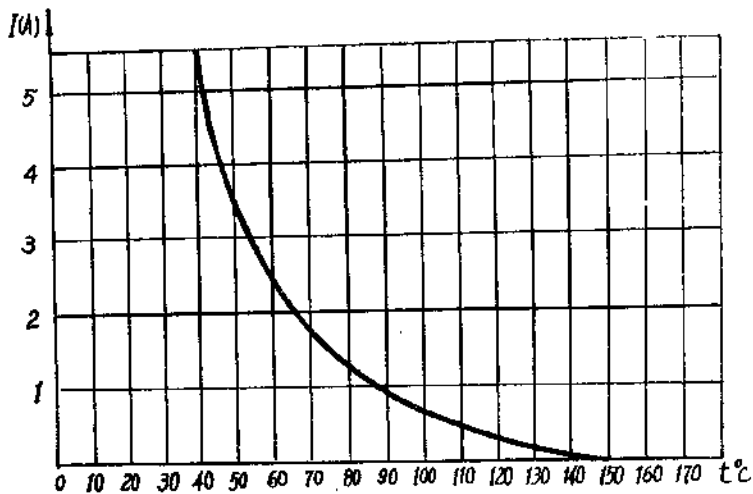


图 1—10

### 三、二极管整流线路

#### 1、单相整流线路：

分单相半波整流，单相全波整流和单相桥式整流三种。其中单相桥式整流应用较广，这种线路见图 1—11，它使用了四个整流元件，避免了前二种电路变压器绕组中只有单方向电流通过，降低变压器效率的缺点。桥式整流线路中各参数关系：

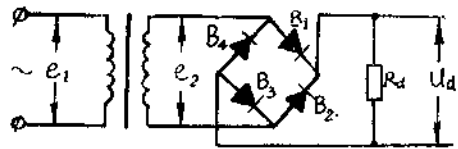


图 1—11

负载上的电压平均值  $U_d = 0.9E_2$

流经负载的电流平均值  $I_d = 0.9E_2/R_d$

流经整流元件的最大电流  $I_{am} = 0.5I_d = 0.45E_2/R_d$

整流元件承受的逆电压  $U_{aim} = \sqrt{2} E_2 = \frac{\pi}{2} U_d$

脉动系数： $\int = \frac{\text{谐波中基波分量幅值}}{\text{直流分量}} = 0.667$

这种电路有如下特点：

1) 变压器次级绕组不需要中间抽头，流过绕组的电流无直流分量，因而所需变压器的容量比单相全波小。

2) 与单相全波相比，整流元件承受的逆电压只是单相全波的一半。

3) 因用四个整流元件，整流电流要通过二个元件，由于整流元件有内阻，因而整流

器损耗增加，外特性变差。

4) 输出电压的脉动与单相全波相同。

## 2、三相半波整流线路。

首先我们谈谈为什么需要多相整流线路：当需要大功率的直流电源时，单相整流电路由于功率较小，单相负荷是满足不了要求的，因而必须应用多相整流电路，多相整流电路具有如下的特点：

1) 整流电路中的交流分量小得多，可以降低对滤波器的要求。

2) 多相整流效率高，尤其在大功率整流中，效率高可以节约大量电能。

3) 对网路来讲是均匀负载，对保证网路电压的稳定是有好处的。

三相半波整流电路是多相整流电路的一种，它又是其他整流线路的基础，我们以它来说明二极管在三相电中的整流作用。三相半波整流线路如图 1—12 (a) 所示，其负载波形见图 1—12 (b)。这种线路加到负载上电压平均值  $U_d = 1.17E_2$ ，流过负载的电流平均值为  $I_d = 1.17E_2/R_d$ ，流过整流元件的最大电流  $I_{am} = 1.21I_d$  ( $L=0$ 时)

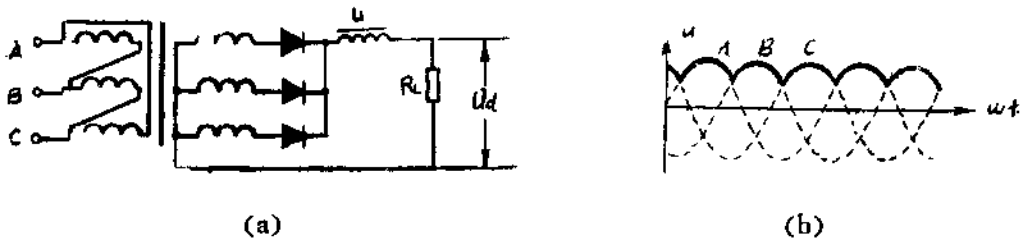


图 1—12

流过整流元件的平均电流  $I_a = I_d/3$

整流元件所承受的逆电压  $U_{aim} = 2.09U_d$

脉动系数  $S = 0.25$

整流线路的种类很多，在工业上用的比较广的还是三相桥式整流线路。因为在第二章我们将要具体地分析可控硅的三相桥式整流，它和硅二极管三相桥的整流很相似，所以二极管的三相桥式整流线路，在此不详细地叙述。

各种整流线路的参数见附表 1—1。

## 四、硅整流装置的设计

### 1、主要设计条件：

设计之前必须提出整流装置的能力，做为计算的依据，这个提出是否符合实际是很重要的。要求过高，则会大大地增加元件制造成本；要求过低，则易使硅整流元件烧毁而直接影响生产。因此，我们必须遵照毛主席：“**勤俭办工厂，勤俭办商店，勤俭办一切勤业事业和合作事业，勤俭办一切其他事业，什么事情都应当执行勤俭的原则。**”的教导。慎重地决定这些主要设计条件，这些条件是：

1) 额定直流输出电压和电流，也就是我们需要的直流电源的电压和电流。

2) 过负荷能力，即在正常生产过程中比较经常产生的负荷的倍数；或发生了某种程度的过负荷时，我们不希望直流电源波切断的过负荷倍数；

3) 交流输入是单相还是三相；

4) 电源电压波动范围;

5) 调压范围。如不需要直流输出调压, 就不必提出此项;

6) 其他特殊条件: (如环境温度、湿度、脉动系数等) 都要仔细考虑到。

## 2、整流电路

一般是根据所需直流输出大小, 脉动系数选择。对脉动系数要求不高时, 小电流选单相整流线路, 大电流选三相整流线路。单相整流一般可选用桥式整流, 因变压器利用系数较高。三相整流可选用三相桥或并联复式三相半波整流电路。因为到目前为止, 硅整流元件的价格还是较贵的, 因此在保证可控性的基础上, 尽量减少元件的数量是基本原则。一般对电压较低电流较大的, 以采用并联复式三相半波整流电路为宜, 电压较高以采用三相桥式电路为宜。大功率的整流装置, 每臂元件应先串后并, 这样具有较好的均流, 效率及运行可靠性。

## 3、调压方式:

1) 改变施加于整流器的交流电压——主要利用整流变压器绕组抽头的带负载切换开关或利用自耦调压器, 动圈式或动芯式变压器平滑地改变加在整流器上交流电压。

2) 利用饱和电抗器——饱和电抗器即磁放大器, 可做成单独的部件或与变压器联成一体, 这两种饱和电抗器都具有直流励磁线圈, 通过调节直流励磁来达到调压的目的。

## 4、选用元件型号及规格:

根据所需直流电流和电压的数值选用, 在能够买到元件的范围内, 应当尽量减少整流支路上元件的串并联。这样, 一方面可以缩小体积、降低成本; 另一方面可提高可靠性。整流装置功率较小, 均采用自冷式。优先采用30安元件, 当功率较大, 30安元件不能满足要求时, 可选用100安或200安元件, 作降容自冷使用。但使用电流应降至原额定电流30—40%, 当装置功率大, 每臂电流在100安以上时采用200安元件, 应强迫风冷或水冷。

# 第三节 半导体三极管

## 一、半导体三极管的构造和工作原理

半导体三极管是大家比较熟悉的半导体元件。它主要是用来做为放大器的元件。因为半导体三极管有许多优点, 所以, 目前许多方面电子管逐渐被半导体三极管所取代。三极管的符号见图1-13。

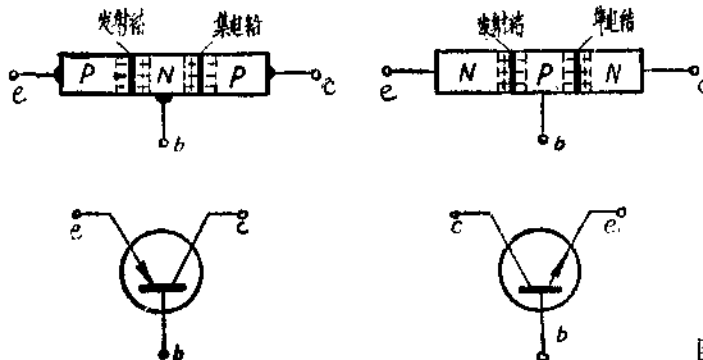


图1-13



三极管是由二个P-N结所组成的，从材料上的不同，可分成PNP型和NPN型三极管，发射极(e)，基极(b)，集电极(c)。和二极管一样，适合在高频下工作的三极管叫做高频三极管，适合在低频下工作的叫做低频三极管。高频三极管一般是由扩散法制成的，它的结电容较小；低频三极管一般是由合金法制成的，结电容较大。三极管的构造见图1-14，因为三极管的构造比较复杂，在此我们不详细介绍。

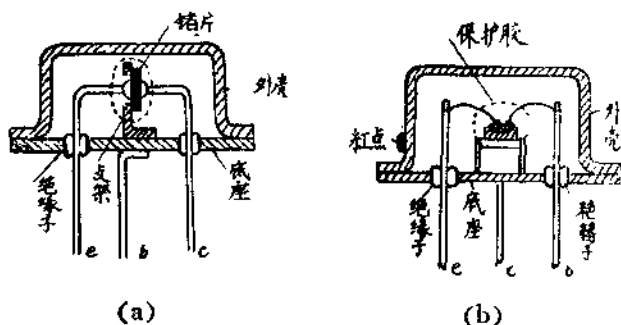


图1-14

下面我们详细介绍一下三极管的工作原理。

三极管是怎样放大的呢？我们已经知道三极管是由二个P-N结构成的。如果我们把其中一个发射结加上正向电压，而将另一个集电结加上一个较大的反向电压，将会出现什么情况呢？这时发射结位垒降低，扩散能够进行，于是基区的电子跑向左边的发射区，发射区的空穴跑向n区。如果  $I_{0e}$  代表从发射结注入基区的空穴电流，用  $I_{0e}$  代表从发射结注入发射区的电子电流，那么发射结流过的总电流为  $I_0 = I_{0e} + I_{0e}$  (见图1-15)

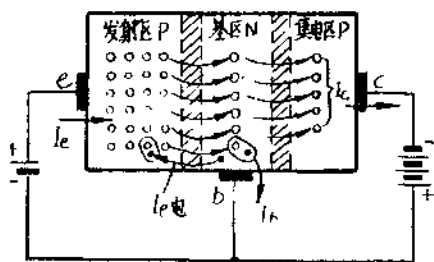


图1-15

在实际半导体管中，为了适应需要，人们想法使基区少掺杂质，所以  $I_0 \gg I_{0e}$  因此  $I_0 \approx I_{0e}$ 。这样一来可以明显地看出，发射极的作用就是向基区发射空穴，就好象电子管的阴极专门发射电子一样。

大量的空穴到达基区以后，由于基区做得很薄，空穴很容易穿越基区跑到集电极的边缘。集电结上加有较高的反向电压，这个电压对空穴来说是能帮助它进入集电区的。也就是说带正电的空穴一到集电结的左边，就受到集电结右边P区的负电压作用，被吸引过去，然后与外电路的电池送来的电子复合，形成了集电极电流  $I_0$ 。

但是，并不是所有扩散到基区的空穴都能被集电极吸引，形成集电极电流。因为在空穴路过基区的时候，要和基区的外电池供给的电子复合，形成了基极电流  $I_b$ 。这样，我们便可以得到如下的公式

$$I_0 = I_c + I_b$$

由于基区很薄（厚度为万分之一米），空穴穿过基区的时间只有亿分之一秒，所以复合的数量是很少的，绝大部分都达到了集电极，故集电极电流  $I_c$  几乎等于发射极的总