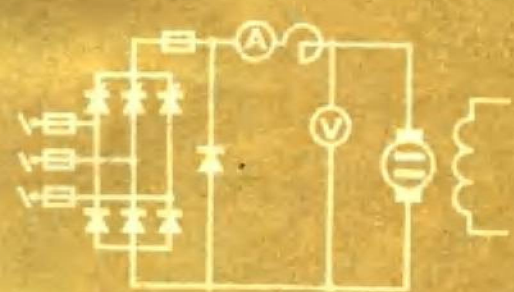




可控硅整流装置

北京整流器厂 编
清华大学自动化系



科学出版社

内 容 提 要

本书是为普及可控硅整流技术而编写的，适合于具有相当初中以上文化水平的同志阅读。可作为业余教育的教材，也可供自学用。

书中先从较简单的单相整流的典型装置——充电机入手，介绍了可控硅元件的工作原理、可控整流电路的基本知识及常用的触发电路；后面又结合直流电动机调速所用三相整流电源，介绍了较复杂的可控硅自动调节装置的有关问题。书中还收集了设计与调试可控硅整流装置中常遇到的一些问题和解决方法。最后介绍了几种应用实例以及阴极示波器的使用方法，供实际应用参考。

可 控 硅 整 流 装 置

北 京 整 流 器 厂 编
清华大学自动化系

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1971 年 6 月 第 一 版 开本：787×1092 1/32

1980 年 3 月 第三次印刷 印张：12 1/4 插页：6

印数：232,021—263,120 字数：276,000

统一书号：15031·1

本社书号：1·15—7

定 价： 0.80 元

前 言

近十多年来可控硅应用技术在我国的得到了非常迅速的发展,在实现电能的各种变换和控制中,可控硅装置的主要优点是:体积小、效率高、控制灵便。推广可控硅的应用,对于提高生产效率,实现生产过程自动化,有着十分显著的作用。

这是一本关于可控硅应用技术的入门读物。可控硅应用的内容是很广泛的,这本书只介绍了可控硅在整流和交流调压方面的应用,主要应用场合是:蓄电池充电、直流电动机调速、电机的励磁调节、电解和电镀、电炉的温度控制等。可控硅的其它应用如:有源逆变、无源逆变、直接变频、直流断续器等方面,本书虽未涉及,但通过本书的介绍,读者可为进一步研究上述问题打好基础。阅读本书不需要具备很多专业知识,对于仅掌握一般电工基础知识,具有初中以上文化程度的同志来说,阅读是不会有很大困难的。

本书初版于1971年,曾得到广大读者的热情支持。许多读者来信对本书提出了宝贵意见,在此谨表感谢。这次再版,因受时间和其他条件限制,仅对书中内容作了部分修改和补充,我们热切希望广大读者提出批评和建议,以利今后改进。

目 录

概述	(1)
第一章 单相可控硅整流装置	(6)
第一节 整流二极管及可控硅元件	(10)
一、二极管的单向导电现象	(11)
二、半导体的导电性能	(13)
三、二极管的伏安特性	(17)
四、二极管的基本参数	(17)
五、可控硅元件简介	(20)
六、可控硅的基本特性及参数	(24)
七、特殊可控硅的简单介绍	(34)
第二节 单相交流电及其可控整流	(40)
一、直流电与交流电	(40)
二、单相半波可控整流	(44)
三、单相双半波可控整流	(51)
四、单相桥式可控整流	(54)
第三节 电阻、电容、电感元件及其应用	(71)
一、电阻	(71)
二、电容	(78)
三、电感	(93)
四、电阻、电容、电感元件的性能比较	(102)
第四节 稳压管、单结晶体管及触发电路	(103)
一、可控硅对触发电路的要求	(103)
二、稳压管	(105)
三、单结晶体管及触发电路	(116)

四、用单晶体管的宽脉冲电路	(130)
五、用小可控硅的触发电路	(131)
六、用阻容桥移相的触发电路	(134)
第五节 小结——充电机	(136)
一、充电机的主电路	(136)
二、充电机的触发电路	(138)
三、可控硅充电机的输入、输出电压、电流的波形 ..	(138)
四、充电机的改进及扩大应用	(139)
第二章 三相可控整流装置	(141)
第一节 三相交流电及其可控整流	(143)
一、三相交流电	(143)
二、三相半波可控整流	(144)
三、三相半控桥式整流	(148)
四、带有平衡电抗器的双反星形可控整流	(157)
五、整流电路的换相压降	(161)
六、整流电路的选用比较	(161)
第二节 晶体三极管及其在可控硅控制电路中 的应用	(165)
一、三极管的简单介绍	(165)
二、三极管的电流放大作用	(167)
三、三极管的特性曲线及参数	(170)
四、三极管三个极的识别方法	(172)
五、单管放大器	(173)
六、多用途三相可控整流电源的控制电路	(178)
七、直流差动放大器	(183)
八、晶体管稳压电源	(184)
九、晶体管触发电路——三极管开关作用的应用 ..	(188)
第三节 直流电动机调速	(193)
一、直流电动机	(193)
二、直流电动机的调速	(198)

三、反馈在调速系统中的应用	(203)
四、自动调速系统的振荡及其消除	(210)
五、如何用电流截止反馈保护可控硅管	(216)
第四节 小结——多用途三相整流电源	(220)
一、分析电路的基本方法	(220)
二、多用电源的主电路	(222)
三、多用电源的控制电路	(222)
第三章 可控硅交流调压	(229)
一、可控硅单相交流调压介绍	(229)
二、单相交流调压的触发电路	(233)
三、可控硅三相交流调压介绍	(237)
四、三相交流调压的触发电路	(241)
第四章 可控硅的保护与串并联应用	(246)
一、可控硅的过电流保护	(246)
二、可控硅的过电压保护	(251)
三、可控硅的串联与并联应用	(265)
第五章 整流变压器、脉冲变压器及电抗器的设计 计算	(273)
一、变压器的设计步骤	(273)
二、触发电路中的脉冲变压器	(291)
三、电抗器的设计	(298)
第六章 问题讨论	(308)
一、二极管及可控硅部分	(308)
二、单相可控整流部分	(313)
三、电阻、电容、电感元件及其应用部分	(315)
四、触发电路部分	(317)
五、三相交流电的可控整流部分	(320)
六、三极管及其应用部分	(322)
七、直流电机调速部分	(324)
八、过压过流保护及串并联部分	(328)

九、单相可控整流装置的调试	(331)
十、三相可控整流装置的调试	(333)
第七章 应用实例	(336)
一、同步电动机可控硅励磁装置	(336)
二、可控硅自激恒压装置	(349)
三、可逆恒流恒压充电机	(353)
四、小容量直流电机可控硅无级调速装置	(356)
五、三相可控整流 25%—100% 可调的触发电路 ..	(359)
六、交流无触点开关	(361)
七、三相交流调压的可控直流电源	(363)
附录一 普通电子示波器的使用方法	(370)
附录二 稳压管和单结晶体管、压敏电阻的型号和参 数	(378)

附表索引

表 1-1 硅二极管的技术参数	(19)
表 1-2 规定的散热条件	(37)
表 1-3 可控硅元件的规定参数	(38)
表 1-4 可控硅的典型参数	(39)
表 1-5 可控硅的电流过载倍数	(40)
表 1-6 单相不可控整流电路比较	(67)
表 1-7 单相可控整流电路比较	(68)
表 1-8 可控硅接各种负载的比较	(70)
表 1-9 几种物质的电阻率及其参数	(72)
表 1-10 各种整流电路的脉动周期	(92)
表 1-11 电阻、电容、电感元件性能比较	(100)
表 1-12 各种触发电路的比较	(136)
表 2-1 三相半控桥式整流的数量关系	(154)
表 2-2 三相可控整流电路比较	(163)
表 2-3 整流电路的选用比较	(164)

表 2-4	各种可控整流电路在不同控制角时交流分量与 直流分量之比的百分数(纯电阻负载)	(165)
表 5-1	不可控整流在电阻性负载理想情况下的变压器 容量计算数据	(274)
表 5-2	圆形铁芯各级尺寸比例	(277)
表 5-3	铁芯磁密 B 的选取与硅钢片型号及变压器容量 的关系	(279)
表 5-4	电流密度 A/mm^2 与绝缘等级、容量的关系	(280)
表 5-5	漆包线规格表	(281)
表 5-6	扁导线规格尺寸截面表	(283)

概 述

可控硅应用范围很广,按工作原理,可以大致分为四类:

- 1) 整流: 把交流电变成大小可调的直流电。
- 2) 逆变: 把直流电变成交流电。
- 3) 直流开关: 作直流回路开关或直流调压。
- 4) 交流开关: 作交流回路开关或交流调压。

到目前为止,可控硅应用最多的还是整流。例如: 充电机、同步发电机及电动机的励磁、无级调速装置、电解或电镀用的低压大电流整流电源等等,这些都是采用可控硅把交流电变换成大小可调的直流电源,图1至图4就是我国工人阶级发扬“自力更生、艰苦奋斗”的精神,大破“电子技术神秘论”,敢想敢干,在很短时间内所取得的光辉战果。

采用可控硅整流有什么优点呢?

比起汞弧整流器或用自耦调压器调压的硅整流器来,可控硅整流装置的效率高、重量轻、体积小、维护简单、操作方便。

比起采用“交流电动机——直流发电机组”的直流电源来,可控硅整流装置占地面积小、无噪音、无振动、效率高、操作方便、没有转动部分、容易维护。

机床采用可控硅无级调速,可以省掉齿轮箱、减少耗电量、增加机床的加工能力。

轧钢机采用可控硅装置,可以缩短加工时间,提高生产效率。

其他生产部门,如造纸、印染、纺织、塑料等行业采用可控

硅整流装置无级调速后，都能提高生产效率，提高生产质量，降低生产成本。

所以，推广可控硅整流装置的应用对多快好省地发展国民经济有重大的意义。



图1 水冷及风冷可控硅元件

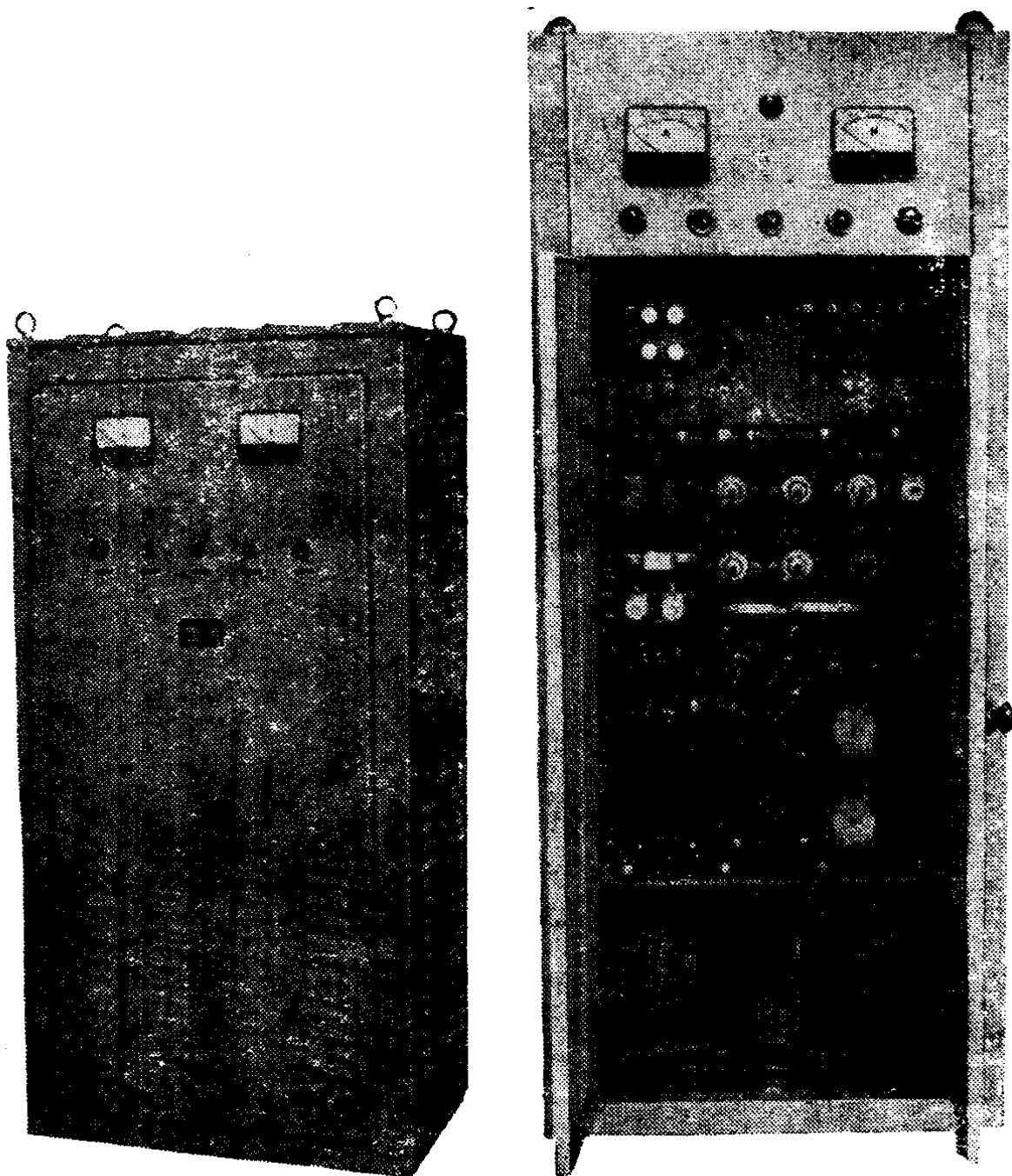


图 2 可控硅单相调速装置

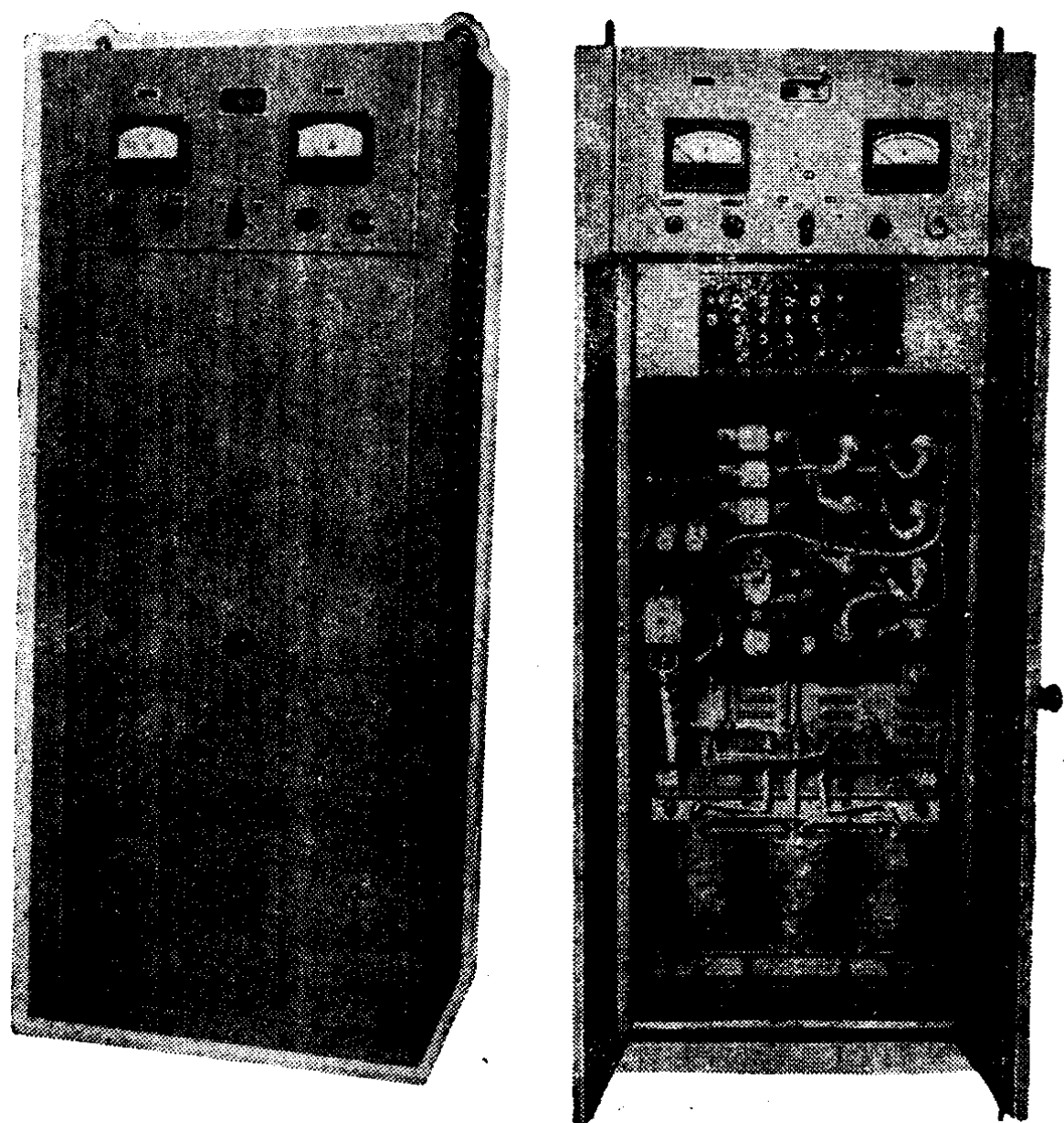


图3 同步电动机可控硅励磁装置

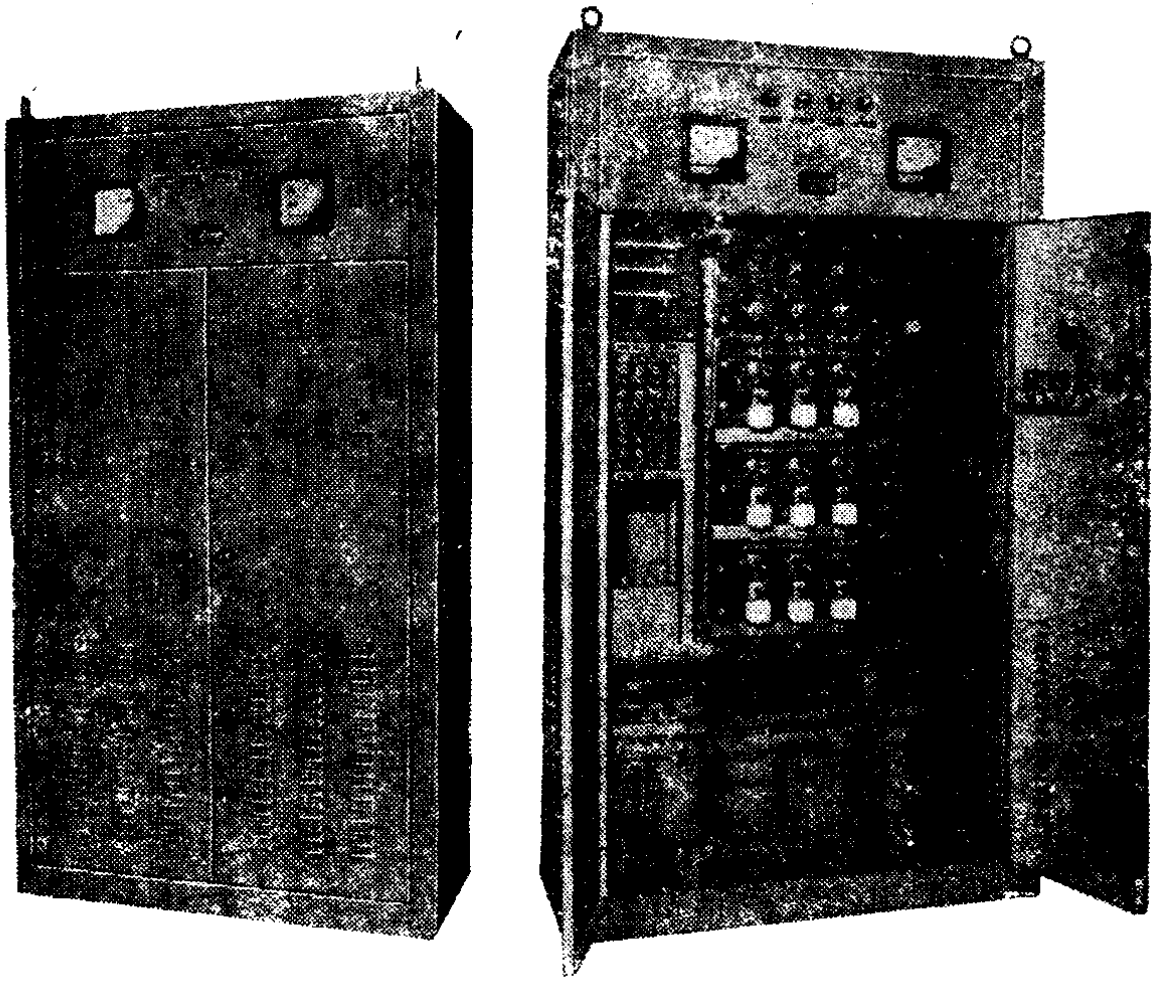


图4 低压大电流可调整流电源装置

第一章 单相可控硅整流装置

可控硅整流装置种类很多,电路和用途也各不一样。要掌握可控硅整流装置,不仅要了解各种元件的特性,了解各种整流电路的工作原理,而且还要熟悉可控硅触发电路和它们的调整方法。

遵照毛主席:“就人类认识运动的秩序说来,总是由认识个别的和特殊的事物,逐步地扩大到认识一般的事物”的伟大教导,我们先以可控硅充电机为例讲起。它的电路比较简单,便于初学的同志入门,又具有典型性,了解了它以后再去研究其他较复杂的可控硅整流装置就有了基础。

过去给蓄电池充电常常采用直流发电机组,不仅体积大、笨重、效率低,而且运行时有噪音,维护也复杂。以后又有汞弧整流装置、硒整流装置以及不久前生产的不可控的硅整流

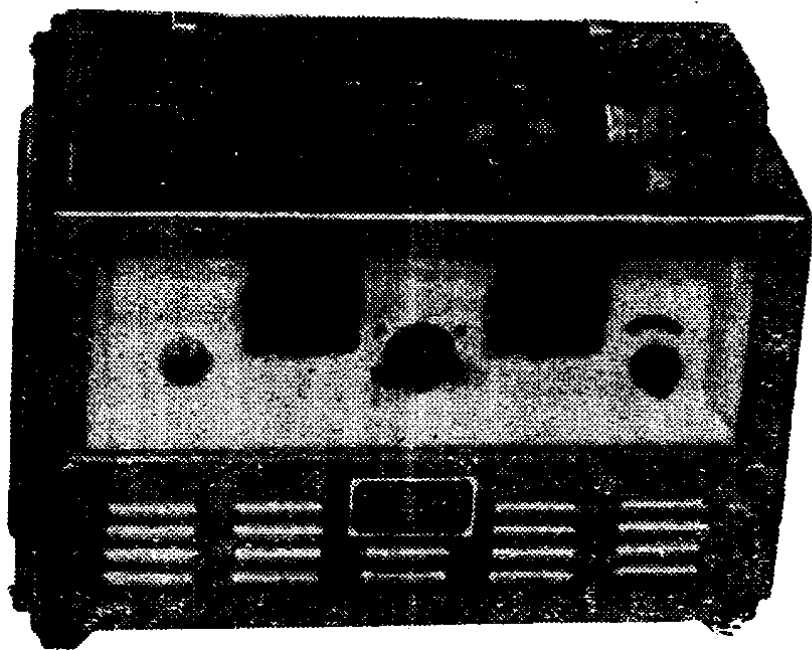


图 1-1 充电机的外形

装置,虽在技术性能上有所提高,但是都还存在着不少缺点。

利用可控硅制成的充电机体积小、重量轻、造价低、效率高、调整方便、维护简单,特别适合于战备需要。充电机的外形如图 1-1 所示。

下面我们来分析充电机电路的工作原理。图 1-2 就是它的电气原理图。和图 1-3 的实物图对照就可以看出原理图上各种符号是代表哪些实物了。充电机电气原理图可以分成整流电路(主电路)和触发电路(控制电路)两个部分。图 1-4 是充电机的示意图。

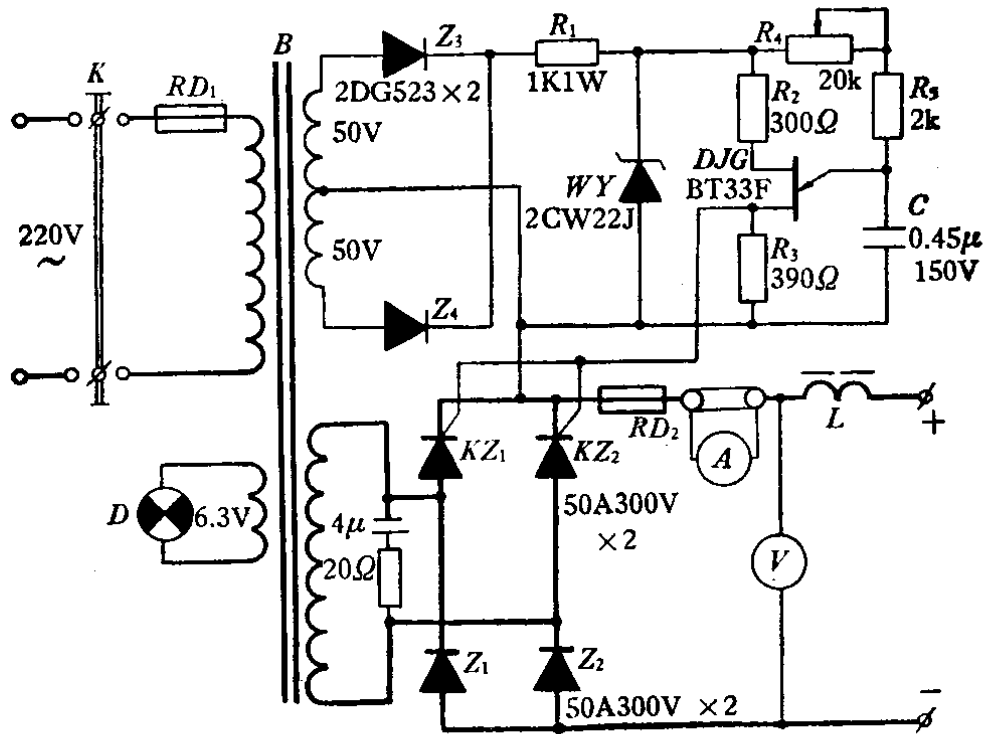


图 1-2 充电机的电气原理图

充电机的主电路由变压器 B , 可控硅管 KZ_1 、 KZ_2 , 硅整流二极管 Z_1 、 Z_2 , 电抗器 L 以及熔断器 RD , 电压表、电流表等组成。充电机的核心部分是可控硅和硅整流二极管构成的可控整流电路, 它的作用是把变压器送过来的交流电压整流成为直流电压, 其中可控硅起着使整流电压大小可调的作用。其他元件如变压器, 只是把电网 220 伏的交流电压降低到适

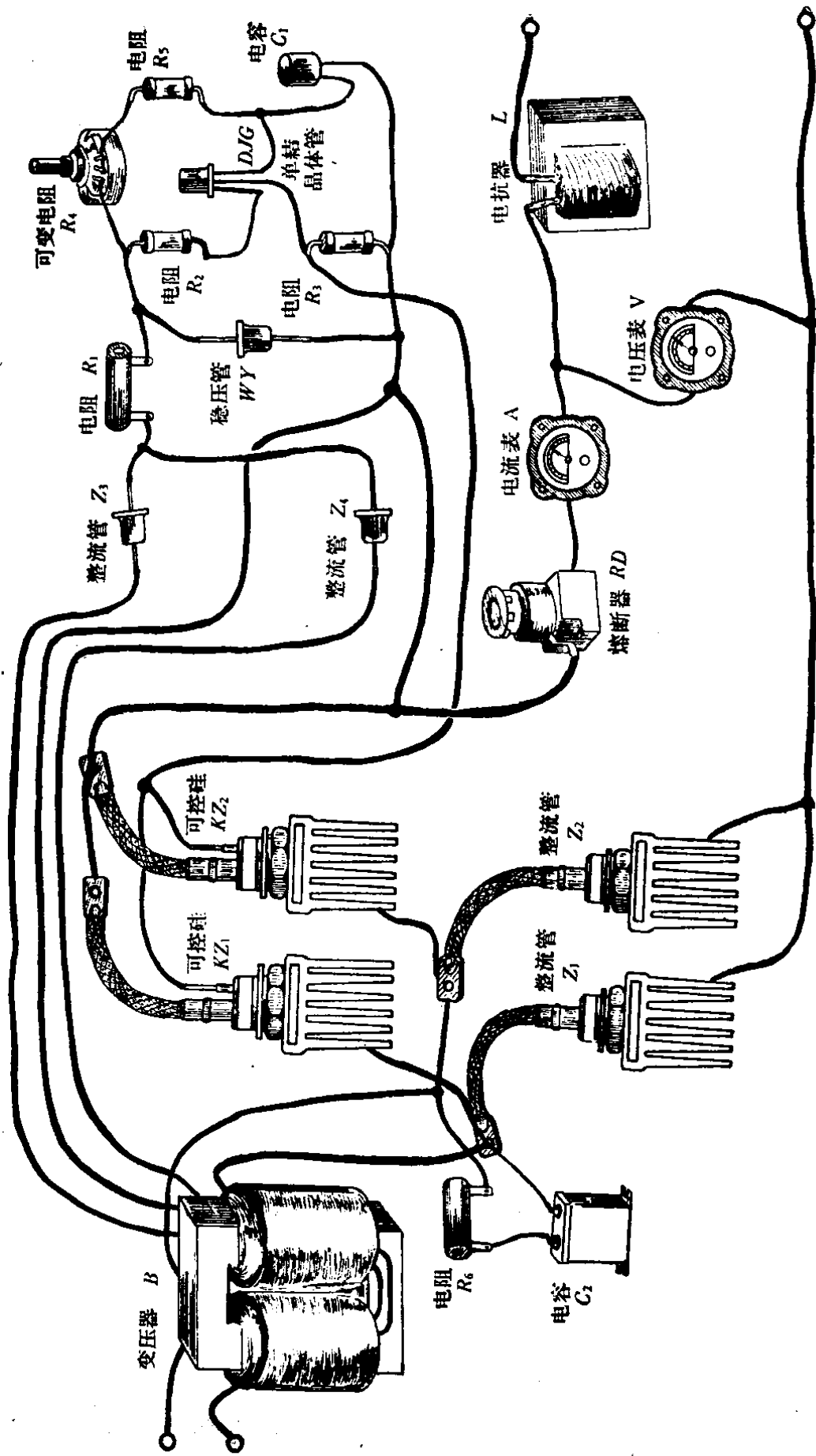


图 1-3 充电机的实物连线图

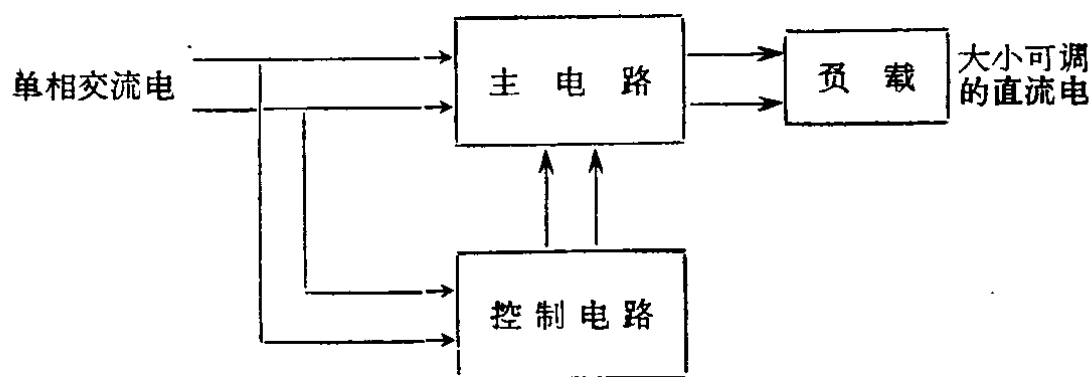


图 1-4 充电机的示意图

当的电压,电抗器能使整流输出的电流平稳些。

利用可控硅和硅二极管按图 1-2 中接线所构成的整流电路称为单相桥式半控整流电路。能实现可控整流的还有许多种电路,这些我们在第二节中将详细介绍。

可控硅为什么能够调节整流输出电压的大小呢? 可控硅好比一个带开关的整流管,开关闭合的时间不同,负载所得到的电压平均值即随着改变,如图 1-5 所示,就是可控硅在不同开关时间下的整流输出电压波形图(阴影部分大的输出电压大)。因此,要使整流电压可调,只要控制可控硅的开关时间就行了,充电机的控制电路就是起这个控制作用的。可控硅的详细工作原理、特性以及使用注意事项将在第一节中介绍。

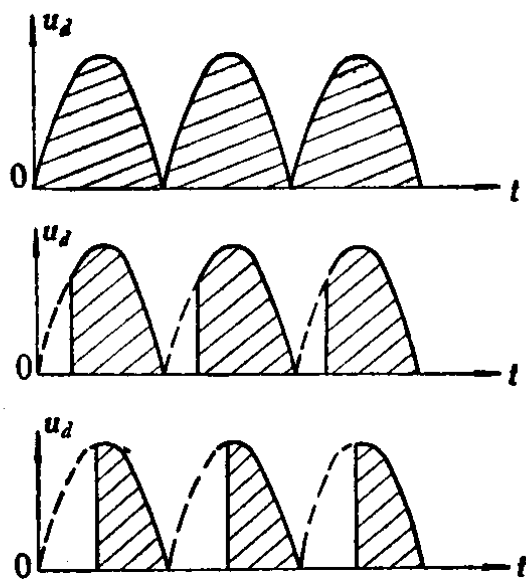


图 1-5 可控硅在三种不同开关时间下的整流输出电压波形

充电机的控制电路由两个二极管 Z_3 、 Z_4 , 稳压管 WY , 单结晶体管 DJG 以及一些电阻、电容组成。它的主要部分是电阻、电容、单结晶体