

电影放映整流器的原理 与维修

李维文 著

中国电影出版社

前 言

《电影放映整流器的原理和维修》是为电影学校编写的一门专业课教材，主要研究放映用硅和可控硅整流器的工作原理、技术特性、安装调试及故障检修。

本书在编写过程中，力图把重点放在维修整流器的理论分析和解决实际问题上。从基本原理由浅入深地加以阐述，对放映单位常用的30种整流器电路进行分类，详细分析每一类中主要机型的整机电路，并比较其它机型的特殊电路。这样整机研究内容集中，易于掌握。其中立体电影使用的大功率氙灯整流器，占有大量篇幅。还以实例详细论述整流器的故障分析方法和检修步骤，读者可以结合实验培养查找故障的能力。

本书编写时，得到黑龙江电影机械厂金凤、上海整流器厂张宗才、上海青浦电器厂夏国强、厦门整流器厂陈德春、天津材料试验机厂吴纪达、北京电光源研究所郭大力、中国电影器材公司顾正保等工程师的热情帮助和大力支持，并承蒙中国电影科学技术研究所姚世荣高级工程师审稿，童乃钧老师帮助绘图、誊写，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中谬误在所难免，殷切希望读者给予批评指正。

编 者

符号说明

一、基本符号

- A 三相交流电相输入端、电流表
- a 可控硅阳极
- B 三相交流电相输入端、变压器
- BDK BK BII B 饱和电抗器
- BG 晶体三极管
- BT 单结晶体管
- C 三相交流电相输入端、电容器
- CF 磁放大器
- CZ 插座
- D 二极管
- DW DZ 稳压二极管
- d 取样互感器
- E 直流电源电压
- F FL 分流器
- FB 变压器
- FJ 风扇
- f 频率
- GZ 硅整流二极管
- g 可控硅控制极、舌簧管
- HK 转换开关
- l 直流电流
- J JC 交流接触器、触点
- K 开关
- KK KK系列可控硅
- k 可控硅阴极
- L LK 滤波扼流圈
- LJ 直流继电器
- N 中性线
- O 中性线
- P 有功功率
- Q 静态工作点、无功功率

QA 开机按钮开关
 R 电阻
 RD RL 熔断器 (保险丝)
 S 转换开关、脉动系数、视在功率
 SCR 可控硅
 T 温度、晶闸 (可控硅) 管、重复周期
 TA 关机按钮开关
 t 时间
 U 直流电压、交流电压有效值
 V 电压表
 W 电位器
 WG 稳压管
 WL 稳流管
 WY 稳压管、交流稳压器
 X 电抗
 XD 信号灯
 XIK 线性电抗器
 Y 星形
 Z 阻抗、信号灯、硅整流二极管
 ZB 主 (整流) 变压器
 ZG 整流桥
 ZP ZP 系列硅二极管
 α 可控硅控制角
 β 共发射极电流放大倍数
 γ 纹波系数
 $\triangle$ 三角形
 η 效率、分压比
 θ 可控硅导通角
 τ 时间常数
 ϕ 磁通、初相角
 ω 角频率

二、足符 (右下角符号)

b 晶体三极管基极
 c 晶体三极管集电极
 e 晶体三极管发射极
 L 负载
 max 最大值
 min 最小值

O 开路

三、单位

A 安培 (安)

$^{\circ}\text{C}$ 摄氏度

e 2.718

F 法拉 (法)

H 亨利 (亨)

Hz 赫兹 (赫)

S 秒

V 伏特 (伏)

W 瓦特 (瓦)

Ω 欧姆 (欧)

π 3.1416弧度、 180°

四、词冠

m 毫 (10^{-3})

μ 微 (10^{-6})

K 千 (10^3)

M 兆 (10^6)

目 录

第一章 放映整流器的基础知识

§1-1 引言	(1)
§1-2 放映整流器的组成	(1)
一 对整流器的一般要求	(1)
二 放映光源的种类及其对整流器的要求	(1)
三 整流器的组成	(3)
§1-3 放映整流器的分类	(6)
一 放映用整流器系列产品型号	(6)
二 按主回路整流元件分类	(6)
三 按控制回路结构分类	(7)
四 按额定输出电流分类	(7)
§1-4 整流器的技术性能和参数	(7)
本章小结	(9)
复习思考题	(10)

第二章 放映整流器中的元器件

§2-1 可控硅	(11)
一 结 构	(11)
二 导通条件	(12)
三 工作原理	(13)
四 伏安特性	(13)
五 型号和主要参数	(14)
六 三个极的鉴别方法	(15)
§2-2 单结晶体管	(16)
一 结构和管脚识别	(16)
二 基本特性	(16)
三 型号和主要参数	(17)
§2-3 稳压管	(18)
本章小结	(19)
复习思考题	(19)

第三章 整流电路

§3-1 单相可控整流电路	(20)
---------------------	--------

一 单相桥式半控整流电路	(20)
二 输出端用一个可控硅的整流电路	(24)
三 输入端用两个可控硅的整流电路	(25)
§3-2 三相整流电路	(26)
一 星形三相桥式不控整流电路	(26)
二 三角形三相桥式不控整流电路	(29)
三 三相桥式半控整流电路	(31)
§3-3 多相整流电路	(36)
一 六相半波整流电路	(36)
二 十二相整流电路	(38)
§3-4 滤波电路	(45)
一 电容滤波电路	(45)
二 其它滤波电路	(47)
§3-5 简单稳压电路	(49)
一 稳压工作原理	(49)
二 稳压管用于稳定直流电源	(49)
三 稳压管用于削波电路	(50)
四 稳压管用于比较电路	(51)
本章小结	(52)
复习思考题	(52)

第四章 可控硅的触发电路

§4-1 可控硅对触发电路的要求	(54)
§4-2 单结晶体管触发电路	(54)
一 单结晶体管振荡电路	(54)
二 单结晶体管同步触发电路	(57)
三 带放大器的单结晶体管触发电路	(59)
§4-3 同步电压为锯齿波的触发电路	(59)
一 同步波形的产生	(59)
二 移相控制及脉冲形成	(59)
本章小结	(60)
复习思考题	(60)

第五章 磁放大器

§5-1 铁磁材料的磁化特性	(61)
§5-2 磁放大器的基本原理	(61)
§5-3 饱和电抗器	(63)
§5-4 直流互感器	(64)
§5-5 铁磁谐振稳压器	(64)
本章小结	(67)
复习思考题	(68)

第六章 可控硅控制式硅整流器

§6-1 GFA系列硅整流器	(69)
一 FA _W -100/22-48型硅整流器	(69)
1. 方框图	(69)
2. 主回路的工作原理	(72)
3. 控制回路的工作原理	(74)
4. 自动稳流过程	(80)
5. 元器件位置	(80)
6. 技术性能和参数	(83)
7. 使用方法	(85)
8. 调试方法	(85)
9. 故障分析及检修	(87)
二 KGFA系列硅整流器	(92)
三 GFA-165/40型硅整流器	(92)
四 CFA _{G1} -160/42、200/36型硅整流器	(98)
§6-2 WLG系列硅整流器	(98)
一 WLG-1~4型硅整流器	(103)
二 WLG-4A、WLG-6型硅整流器	(106)
§6-3 GFF系列硅整流器	(109)
一 GFF I C-100/30型硅整流器	(109)
二 GFF I -100/30型硅整流器	(115)
三 KGFF-100/30型硅整流器	(115)
§6-4 HX-1型硅整流器	(118)
§6-5 GFA-100/30型硅整流器	(121)
本章小结	(123)
复习思考题	(123)

第七章 磁放大器控制式硅整流器

§7-1 ZFA系列硅整流器	(125)
一 ZFF03-100/30-48型硅整流器	(125)
1. 方框图	(125)
2. 主回路的工作原理	(125)
3. 控制回路的工作原理	(128)
4. 自动稳流过程	(129)
5. 技术性能和参数	(129)
6. 使用方法	(130)
7. 故障分析及检修	(130)
二 GFA-60/42型硅整流器	(132)
三 GFA-100/55型硅整流器	(134)
四 GFA02-100/30-48型硅整流器	(137)
五 ZFA04-150/36型硅整流器	(140)

§7-2 GFA-3 K、GFA-5 K型硅整流器	(141)
§7-3 GFA-200/42型硅整流器.....	(145)
§7-4 其它机型的硅整流器	(149)
一 FZ-100型硅整流器	(149)
二 GFA01-150/35型硅整流器	(152)
三 GFF30/100型硅整流器.....	(154)
四 GFA-I100/30-48型硅整流器	(154)
本章小结	(154)
复习思考题	(154)

第八章 可控硅整流器

§8-1 73型可控硅整流器	(158)
一 方框图	(158)
二 主回路的工作原理	(158)
三 控制回路的工作原理	(158)
四 自动稳流过程	(165)
五 技术性能和参数	(166)
六 使用方法	(166)
七 调试方法	(167)
§8-2 70型、KGFF-100/42-55型可控硅整流器	(168)
一 70型可控硅整流器	(168)
二 KGFF-100/42-55型可控硅整流器.....	(168)
三 故障分析及检修	(168)
本章小结.....	(175)
复习思考题.....	(175)

第九章 放映整流器的安装调试

§9-1 交直流配电设备	(176)
一 配电设备的用途和类型	(176)
二 PFD ₂ -200A型配电箱原理	(176)
三 器件选择	(178)
四 保护接地	(179)
§9-2 放映整流器的安装.....	(179)
一 平面布置	(179)
二 布线焊接	(179)
三 通电前检查	(181)
四 空载开机	(181)
五 假负载试验	(181)
六 负载试验	(181)
§9-3 放映整流器的调试.....	(182)
一 技术参数的测试方法	(182)

二 装机测试卡	(186)
三 健全整流器维护制度	(187)
本章小结	(187)
复习思考题	(188)
附录1 整流二极管特性表	(188)
附录2 稳压管特性表	(189)
附录3 晶体三极管特性表	(189)
参考文献	(190)

第一章 放映整流器的基础知识

§1-1 引言

放映整流器是固定式35毫米电影放映设备的三大组成部分（放映机、扩音机、整流器）之一，作放映光源（炭棒或氙灯）用大功率交流变直流的供电电源，分硒整流器，硅整流器和可控硅整流器。由于硒整流器笨重而被淘汰，可控硅整流器的数量也很少，因此，本书的重点是研究硅整流器的工作原理、技术特性、安装调试和故障检修，达到熟悉元件性能、跑通电路、排除故障的目的。

硅整流器的型号很多，但电路都是由主回路和控制回路两大部分所组成。各种机型主回路结构基本相同，多数用三相桥式不控整流电路。控制回路又有两种：一种以可控硅为核心器件，称为可控硅控制式硅整流器；另一种以磁放大器为核心器件，称为磁放大器控制式硅整流器，现从两种类型的硅整流器中，各选一部典型电路详尽阐述，其它机型仅分析特殊电路的原理，也能融会贯通。

学习原理，配合复习思考题和实验，更能加深理解和掌握。

§1-2 放映整流器的组成

一、对整流器的一般要求

整流器一般应满足以下几点要求：

1. 安全可靠，供电不间断。
2. 供电电流稳定，其电流波动应不超过放映光源允许的范围，避免银幕亮度闪烁。
3. 有良好的滤波装置，延长氙灯的使用寿命。
4. 有“应急”处理装置，一旦自动控制（“正常”）失灵时，可及时转换为手动控制“应急”工作。

二、放映光源的种类及其对整流器的要求

放映效果对光源的要求是：亮度高、光输出高、全部光通量尽可能集中在照明光学系统的孔径中、发光表面的亮度分配均匀、稳定性好、燃烧持续时间（使用寿命）长、辐射的色调接近于天然的色调、操作简便等。

固定式放映设备使用的光源有：高光强炭精弧光灯（简称炭精或炭棒）、超高压球形短弧氙灯（简称氙灯）。它们都是利用等离子体放电产生的点光源发光，输出的光特性基本接近上述要求。尤其氙灯具有亮度大、发光效率高、光斑集中、清洁、方便、一开即亮等优点，正逐渐取代炭精。目前使用的氙灯有3kW、4kW、5kW和6.5kW，结构如图1-1。高光强炭精的技术规格列于表1-1。

从表1-1中可以看出，普通银幕炭精使用条件是60A、42V，宽银幕炭精是90A、55V，要求整流器供给直流低电压大电流。由于炭精是短路启弧，所以对整流器的空载电压没有要求。

表1-1 高光强炭精技术规格

型 号	极 别	规格 (毫米)	电流 (安)	电压 (伏)	外 皮	用 途
S 103	+	8 × 355	55~65	35~42	铜	普通银幕
S 104	+	8 × 305				
S 152	-	7 × 230				
S 105	+	9 × 355	65~75	35~45	铜	普通银幕
S 153	-	8 × 230				
S 106	+	9 × 455	80~90	40~55	铜	宽银幕
S 154	-	8 × 230				
S 107	+	10 × 508	85~100	45~60	黑皮	宽银幕
S 155	-	9 × 230				
504	+	8 × 355	60	42	铜	普通银幕
237	-	7 × 230				
109	+	9 × 355	90	55	铜	宽银幕
109	-	8 × 230				
	+	10 × 355	100	60	铜	宽银幕
	-	9 × 230				

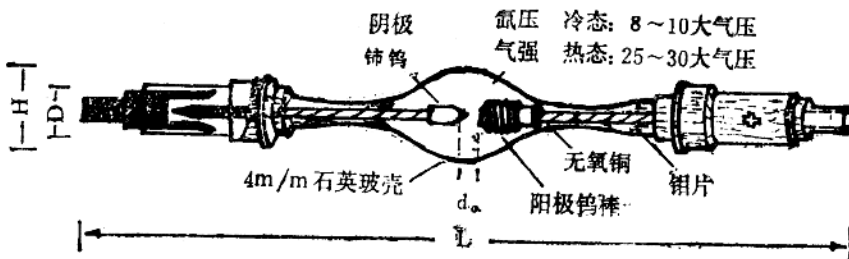


图1-1 超高压球形短弧汞灯结构

超高压球形短弧汞灯技术规格列于表1-2。

从表1-2可以看出：3~6.5kW汞灯的使用条件：触发时约需1MHz、30~50kV的高频高压以及大于80V的辅助触发高压，在额定电流100~165A时，工作电压约为30~42V，电流纹波系数不应超过7%。汞灯除与炭精一样要求整流器供给直流低电压、大电流外，由于是开路启弧，需要高频高压和辅助高压触发启弧，所以还要求整流器输出较高的开路电压。为了延长汞灯的使用寿命，对电流纹波系数要求也较高，因而直流输出必须加良好的滤波装置。

表1-2 超高压球形短弧氙灯技术规格

参 数		型 号	XQ3000	XQ4000	XQ5000	XQ6500
主要尺寸 (毫米)	全 长 L		420 - 5	435 - 5	440 ± 5	430 ± 5
	安 装 长 度 L ₀		360 ± 1	390 ± 1	400 ± 2	410 ± 2
	外 径 D		60 ± 1	65 ± 1	70 ± 1	70 ± 1
	光中心高度 H		170 ± 1	175 ± 1	175 ± 2	180 ± 2
	电极间距 d ₀		6.5 ± 0.5	7.5 ± 0.5	8 ~ 8.5	9 ~ 9.5
光 电 参 数	功 率 (瓦)		3000	4000	5000	6500
	电源电压 (直流) (伏)		65	80	100	100
	工作电压 (伏)		30 ± 3	32 ± 3	34 ± 3	40 ± 3
	工作电流 (额定) (安)		100	120	150	160
	电流使用范围 (安)		65 ~ 100	80 ~ 120	80 ~ 150	85 ~ 160
	维弧电流 (不大于) (安)		25	30	35	40
	电流纹波系数 (%)		7	7	7	7
	额定光通量 (流明)		110000	180000	200000	320000
	最低光通量 (流明)		92000	150000	170000	270000
	色 温 (K)		6000	6200	6200	6000
	发光强度 (烛光)		10000	19000	20000	30000
	平均亮度 (烛光/厘米 ²)		60000	50000 ~ 70000	70000 ~ 72000	70000 ~ 90000
	平均寿命 (小时)		800	600	600	500
	风冷速度 (米/秒)		7	10	13	15
	触发电压 (千伏)		30 ~ 50	30 ~ 50	30 ~ 50	30 ~ 50
	触发辅助电压 (伏)		≥ 80	≥ 80	≥ 80	≥ 80

三、整流器的组成

根据放映光源对整流器的要求,既要把供电网的交流电变为低电压、大电流的直流电,还要有良好的自动稳流特性,所以放映整流器一般是由图1-2的主回路和控制回路所组成,整个电路是一个闭环电流负反馈整流装置。

主回路的作用是把供电网的三相交流电变为光源工作需要的低电压、大电流的直流电,它由起调压作用的饱和电抗器、起降压作用的主变压器、起整流作用的主整流器和起反馈作用的取样互感器等组成。主回路的特点是功率大,元件体积大,电路简单。只有主回路光源也能工作,然而供电网电压波动或负载变化,都造成输出电流不稳定,使银幕亮度闪烁,因此需加控制回路。

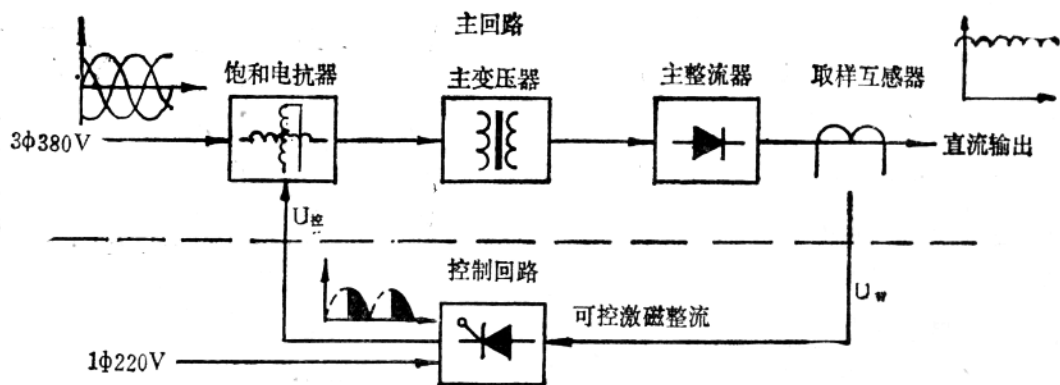


图1-2 整流器示意图

控制回路起稳定输出电流的作用，它是可控硅或磁放大器为核心器件组成的自动调压装置。主回路输出电流的变化情况，经取样互感器送到控制回路的输入端电压 U_{H} ，调整控制回路的输出电压 $U_{\text{控}}$ ，再送到主回路的输入端，改变饱和电抗器电抗值的大小，使输出电流稳定在使用值上，从而达到光源亮度稳定的目的。因此，控制回路只起改善整流特性的作用，它的特点是功率小，体积小，但电路复杂。

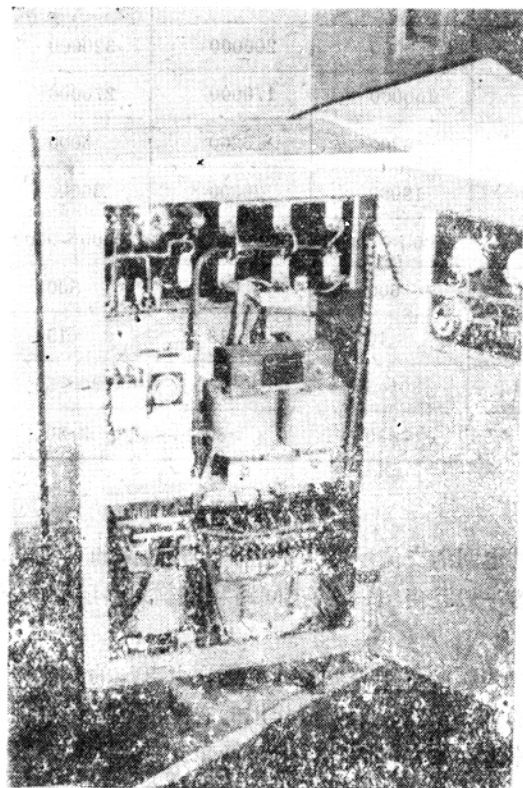


图1-3 ZFF03-100/30-48型硅整流器

由于主回路的输出就是控制回路的输入，控制回路的输出又是主回路的输入，所以整机电路是一个闭合的环路而互相牵制，不明确这一点，往往在整流器出现故障时无法下手检查。闭环形成一个电流负反馈电路，所谓电流反馈，就是控制回路的输入反馈信号电压 U_{H} ，取样于主回路输出电流的大小变化；所谓负反馈，就是主回路输出电流的使用值变大，通过控制回路的反馈作用，使输出电流减小到原来的使用值，反之，输出电流变小，反馈后又使其增大到使用值，亦即反馈的结果，总是抵消一部分变化的输出电流值，使其稳定在使用值，闭环电流负反馈的结果，可使输出电流不受供电网电压波动或负载变化的影响，从而保持光源亮度稳定，获得良好的放映效果。

上述整流器的一般结构，随着放映光源的更新和对放映质量的要求不断提

高，也在不断地更新和发展，其过程如下：

早期放映炭精使用过电动发电机组供直流电，由于有转动部分，运行时噪声大、笨重、维修不便、容量小效率低、没有自动稳流和滤波装置等缺点，已被淘汰不用。

五十年代初使用硒整流器，它以硒堆作主整流元件，并采用磁放大器、铁磁谐振稳压器、磁饱和电抗器等组成的自动稳流控制回路，不仅没有转动机构，在稳流特性上也大大提高了一步。然而，硒堆体积大、效率低；长期使用后，正向压降显著增大，输出电压降低，产生陈化现象；长期搁置不用，反向漏电电流显著增大，产生退性现象；稳流精度不高等都是硒整流器的缺点，目前虽有使用，但已不再生产。

五十年代末生产的硅整流管具有体积小、效率高、寿命长等优点，用它代替硒堆作主回路的整流元件，制成图 1-3 的硅整流器，这种硅整流器的控制回路仍以磁放大器为核心器件，故调整速度慢、稳流精度差，但是它的结构简单、故障较少、便于维护，目前仍大量使用。

六十年代生产的可控硅既有单向导电的整流作用，又有可以控制的开关作用，只用微小的功率就可控制较大的功率，并具有体积小、重量轻、效率高和使用方便等优点，目前已广泛应用在硅整流器的控制回路中，而主回路仍用硅管整流，饱和电抗器调压，这就是图 1-4 的可控硅控制式硅整流器。此外，也有用可控硅作主回路的整流元件制成图 1-5 的可控硅整

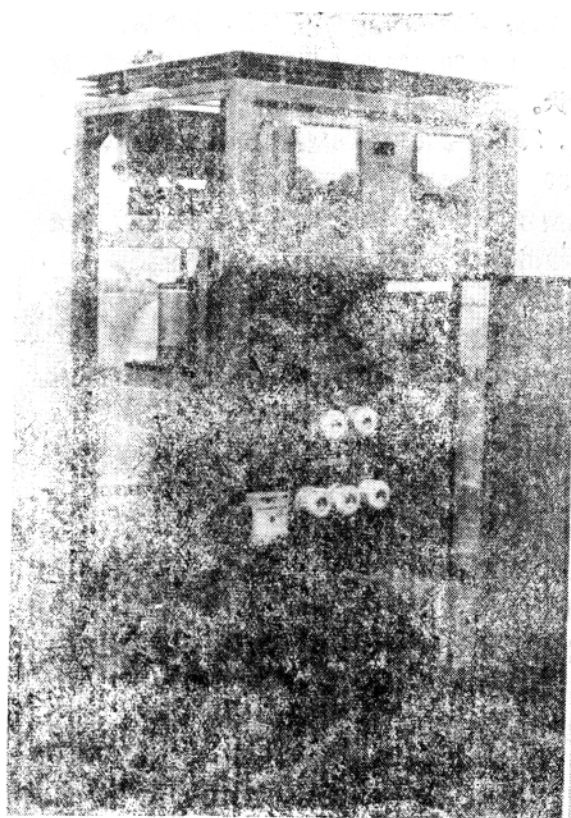


图1-4 CFA_B—100/22-48型硅整流器



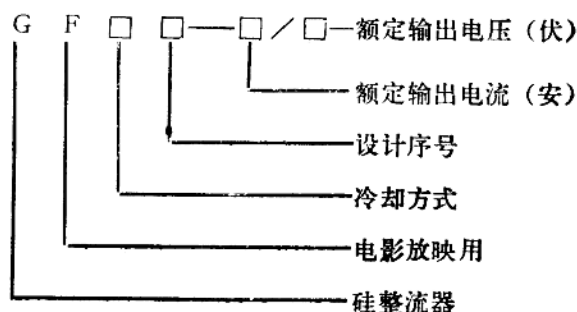
图1-5 73型可控硅整流器

流器，其调整速度快、稳流精度高，然而也存在控制回路复杂、调试麻烦、故障相对多些、对维护水平要求较高等缺点，目前使用较少。

§1-3 放映整流器的分类

一、放映用整流器系列产品型号

按 JB2595-79 部标规定，电影放映用硅整流器型号的组成和意义如下：



说明：

1. G (硅管) 现改为 Z，表示硅管的整流特性。

2. 冷却方式规定如下：A 表示自然空气冷却；F 表示强迫风冷；S 表示水冷却。

例 1：厦门整流器厂生产的硅整流器型号，GFA-200/42 型：表示硅 (G) 整流器、放映用 (F)、自冷 (A)、额定输出 200 安、42 伏。

例 2：上海整流器厂生产的硅整流器型号，ZFF03-100/30-48 型：表示硅整流器 (Z)、放映用 (F)、风冷 (F)、额定输出 100 安、30—48 伏。

例 3：天津材料试验机厂生产的硅整流器型号，GFF II C-100/30 型：表示硅 (G) 整流器、放映用 (F)、风冷 (F)、2C 型、额定输出 100 安、30 伏。

例 4：黑龙江电影机械厂生产的硅整流器型号，GFA_N-100/22-48 型：表示硅 (G) 整流器、放映用 (F)、自冷 (A)、4 型、额定输出 100 安、22-48 伏。

例 5：黑龙江电影机械厂生产的可控硅整流器型号，KGFA100/22-55 型：表示可控硅 (KG) 整流器、放映用 (F)、自冷 (A)、额定输出 100 安、22—55 伏。

下面是非部标型号：

例 6：上海青浦电器厂生产的硅整流器型号，WLG-6 型：表示自动稳 (W) 流 (L)、硅 (G) 整流器、6 型、额定输出 150 安、35 伏。

例 7：上海整流器厂生产的硒整流器型号，WLX-120B 型：表示自动稳 (W) 流 (L)、硒 (X) 整流器、2 型、额定输出 120 安、55 伏。

例 8：天津材料试验机厂生产的硅整流器型号，FZ-100 型：表示放映用 (F)、硅整流器 (Z)、额定输出 100 安、30 伏。

例 9：常州第三电子仪器厂生产的可控硅整流器型号，73 型：表示 73 年生产的放映用风冷可控硅整流器、额定输出 80 安、42 伏。

二、按主回路整流元件分类

1. 硒整流器：其主回路的整流元件采用硒堆，如 WLX 系列，包括 63T-21-B 型、

FZX-45/80型等。

2. 硅整流器：其主回路的整流元件采用硅管，如GFA系列、GFF系列、WLG系列等。

3. 可控硅整流器：其主回路的整流元件采用可控硅，如GFF100/42-55型、70型、73型等。

三、按控制回路结构分类

1. 可控硅控制式整流器：控制回路以可控硅为核心器件，利用可控硅导通角的开放大小，改变控制回路的输出电压，如硅整流器中的WLG系列、GFF系列。

2. 磁放大器控制式整流器：控制回路以磁放大器为核心器件，利用输入磁放大器各组信号磁通的比较，改变控制回路的输出电压，如硅整流器中的GFA系列，以及可控硅整流器。

四、按额定输出电流分类

1. 普通银幕光源整流器：普通银幕面积 $6 \times 4.5\text{m}^2$ ，所需光通量5000流明，光源用60A炭精或2000W氙灯。对整流器的输出要求不高，一般在80A以下，如63T-21-B型、WLX-80-B型硒整流器、GFA-60/42型、WLG-1型硅整流器、70型、73型可控硅整流器等。

2. 宽银幕光源整流器：宽银幕面积 $12 \times 5\text{m}^2$ ，所需光通量7000流明，光源用90A炭精或3kW氙灯，整流器的额定输出电流为90~100A，如WLX-120-B型硒整流器、GFA-100/55型、GFA02型、ZFF03型、GFA100/30型、FZ-100型、GFA79-100/30-48型、GFF 3kW、WLG-2、3型、GFF系列等硅整流器、KGFF100/42-55型可控硅整流器等。

3. 立体银幕光源整流器：立体银幕需要光通量13000流明，整流器的额定输出电流为150A~200A，如GFA-165/40型、GFA01-200/36型、GFA-200/42型、GFA-5K型、GFA 01-150/35型等硅整流器。

§1-4 整流器的技术性能和参数

根据炭精和氙灯的使用条件，整流器需达到以下技术性能和参数：

1. 在正常使用条件下，应能可靠地把供电网的三相交流电变为低压直流电。

正常使用条件，指供电网交流电压正常、负载正常、温度、湿度不超过极限值等。

2. 适用于不同负载的整流器技术参数应符合表1-3规定：

表中电压或电流的额定值，是由制造单位给定的，对应于一定的电、热、磁和环境参量的规定数值，以确定整流器预期进行正常运行的条件。

额定输入电压指技术条件给定的供电网交流电压，表示整流器在额定负载下，输入交流电压的有效值，例如： $380\text{V} \pm 10\%$ ，即 $342\text{V} \sim 418\text{V}$ 之间。

额定输出直流电压指技术条件给定的输出直流电压，表示整流器在额定输出直流电流下，输出直流的端子间的直流电压平均值，例如：额定输出直流电流为100A时，额定输出直流电压为48V。

额定输出直流电流指制造单位按规定的负载和使用条件给定的平均直流电流，额定直流电流为100%。例如：负载为普通银幕炭精是60A，宽银幕炭精是90A，3kW氙灯是100A，5kW氙灯是150A。

额定负载或称额定负荷指技术条件给定或制造单位规定的运行极限下，额定直流电压与