

# 限流、过流保护在可控硅整流装置中的应用

王昭华 张书启 赵 宏  
(阿城继电器厂研究所)

孙世峰  
(哈尔滨七〇三研究所)

[摘要] 文中重点介绍可控硅整流装置中限流保护方案的工作原理。

关键词 可控硅整流装置 限流 调节器 过流

中图法分类号 TM588

## 0 前言

可控硅整流装置不论在电力系统还是在现代工业的各行各业中已得到广泛应用。如冶金行业中,应用于金属冶炼;化工行业中,应用于电解、电镀;在电力系统中,既可作为系统控制、保护的工作电源,同时又可作为蓄电池的充电装置。可控硅整流装置要安全运行,必须有可靠的保护措施。在整流装置过载或输出短路时,保护措施能起到安全保护作用,使装置不受损坏。我们把这种保护功能,归结为限流保护和过流保护。这两种保护是否可靠,直接影响产品的质量,代表着产品的水平。

## 1 可控硅整流装置的控制原理

### 1.1 可控硅整流装置的开环控制

以三相全控桥为例,可控硅整流装置的输出电压  $U_d$  与可控硅控制角  $\alpha$  之间的关系如下:

$$U_d = 1.35U_2 \cos \alpha$$

式中:  $U_d$ —可控硅整流装置输出电压;  $U_2$ —整流变压器二次侧线电压;  $\alpha$ —可控硅控制角。

由上式可以看出,可控硅整流装置的输

出电压与可控硅控制角  $\alpha$  有关。在图 1 中  $\alpha$  实际上由控制电压  $U_c$  决定,即当  $U_c$  增加时,  $\alpha$  增大,则  $U_d$  减小;当  $U_c$  减小时,  $\alpha$  减小,则  $U_d$  增大。所以调节  $U_c$  的大小,可以控制整流装置的输出电压值。这便构成了整流装置的开环控制。

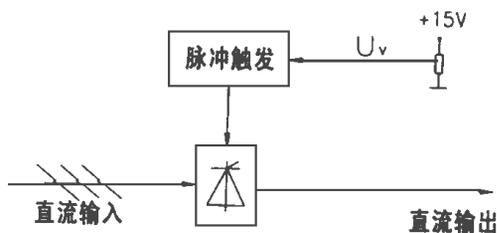


图 1

### 1.2 可控硅整流装置的闭环控制

整流装置的输出通过调节单元,来控制  $U_c$ ,这一过程便构成了可控硅整流装置的闭环控制,如图 2 所示。图中的调节单元为整个控制系统的核心,这个调节单元设计的如何,决定着整流装置能否正常工作。

### 1.3 调节单元

调节单元的构成及原理如图 3 所示。图中  $U_{cf}$  为装置  $U_r$  为装置输出电压或电流反馈信号。当只有电压反馈  $U_{cf}$  时,整流装置工作在恒压状态下;当只有电流反馈  $U_r$  时,装置

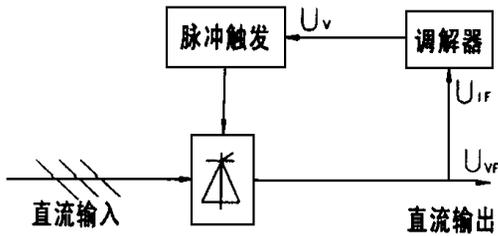


图 2

整流装置的输出电压  $U_d$ ,这样就构成了一个自动调节系统.这一调节单元的加入,使整流装置自动工作在恒压或恒流状态

当电网波动或整流装置负载变化而引起整流装置输出电压高于输出整定值时,电压反馈  $U_{vf}$  升高,  $U_y$  也升高,则控制角  $\alpha$  增大.由整流装置输出电压公式可以看出,  $U_d$  相应减小,以达到整定值.同理,当整流装置输出电压低于整定值时,其电压反馈  $U_{vf}$  减小,  $U_y$  减小,控制角  $\alpha$  减小,使  $U_d$  增大,以达到整定值.通过这种自动调节,使整流装置达到稳定电压的目的.整流装置处于恒流工作状态时,其调节过程与恒压状态的调节过程原理相同,这里不再赘述.

$RP_1$  为整流装置输出电压或电流值的设置电位器,通过  $RP_1$  的调整,使装置输出一定的电压或电流值.

## 2 限流保护

限流保护是在整流装置工作在恒压状态下所加入的一种保护措施.当整流装置输出电流超过额定值时,这种保护能使整流装置的输出电压降低,从而使装置输出电流降低,并使装置继续运行,如图 4 所示.

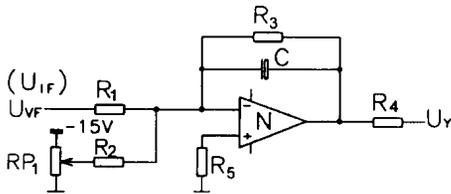


图 3

工作在恒流状态下.  $R_1$   $R_3$   $R_5$   $C$   $N$  构成了 PI 调节器. PI 调节器输出  $U_y$  与电压反馈  $U_{vf}$  之间的关系为:

$$U_y = R_3 / R_1 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) U_{vf}$$

由式中可以看出,  $U_{vf}$  决定  $U_y$ , 从而决定

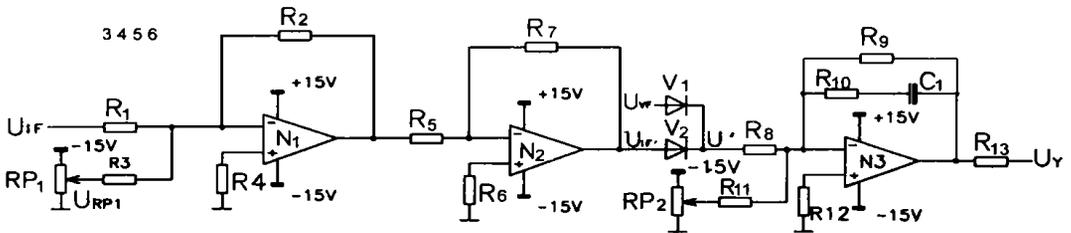


图 4

图 4 中  $R_1$   $R_3$   $R_4$   $N_1$  构成反相运算放大器,  $R_5$   $R_6$   $R_7$   $N_2$  构成相反器;  $V_1$   $V_2$  组成自复式选通电路;  $R_8$   $R_9$   $R_{10}$   $R_{12}$   $C_1$   $N_3$  构成 PI 调节器;  $RP_1$  来完成限流值的设置;  $RP_2$  来完成整流装置输出电压值的设定.

电流反馈信号  $U_{if}$  经过运算放大器放大,再经过反相器倒相后,与电压反馈信号  $U_{vf}$  通过选通电路相迭加在一起,做为 PI 调节器的输入.这里  $U_{if}' = R_7 / R_6 (R_7 / R_1 \cdot U_{if} + R_2 / R_3 \cdot U_{RP1})$

运算放大器  $N_1$  与反相器  $N_2$  完成电流反馈信号的放大作用。电路应这样设计和调整, 当整流装置输出电流超出输出电流额定值, 即  $|U_{if}| > |U_{RP1}|$  时, 保证  $U_{if}' > U_{vf}$ ; 当整流装置输出电流低于输出电流额定值即  $|U_{if}| < |U_{RP1}|$  时,  $U_{if}' < U_{vf}$ , 而选通电路能保证:

当  $U_{if}' > U_{vf}$  时,  $U' = U_{if}' - U_{v2}$

当  $U_{if}' < U_{vf}$  时,  $U' = U_{vf} - U_{v1}$

$U_{v1}$ — 二极管  $V_1$  的管压降,  $U_{v2}$ — 二极管  $V_2$  的管压降。

综上所述, 电流反馈与电压反馈经选通电路后, 保证只有一个信号作为 PI 调节器的输入。也就是说, 当整流装置输出电流超出电流额定值时, 则只有电流反馈作为 PI 调节器的输入, 那么整流装置处于恒流工作状态。当整流装置输出电流低于电流额定值时, 只有电压反馈作为 PI 调节器的输入, 则整流装置工作在恒压状态下。

由此可见, 整流装置只有加入限流保护后, 在超负荷运行时, 电流能受到有效的抑制, 元件不会被损坏, 装置能得到可靠的保护。

在实际工作中, 用于给蓄电池充电的整流装置, 就经常工作在限流状态下。比如, 在

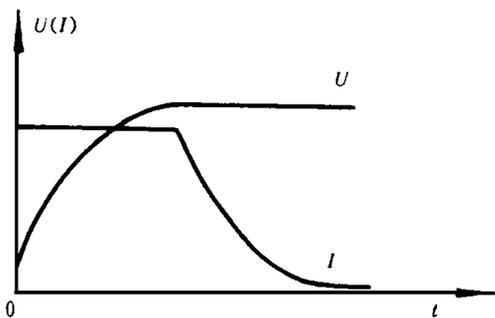


图 5

为蓄电池恒压充电时, 由于电池初始电压很低, 整流装置的输出电压与电池端电压之间的压差较大, 则充电电流很大, 超出整流装置输出的额定电流, 但由于整流装置中设有限

流作用, 装置便可在额定输出状态下恒流运行, 随着电池电压的上升, 使整流装置逐步脱离限流环节, 自动转为恒压工作状态。图 5 给出了整流装置在为蓄电池充电时的电压、电流与时间的关系曲线

### 3 过流保护

用在可控硅整流装置中的过流保护方式很多, 如快速熔断器保护、快速电流继电器保护、自动空气断路器保护和电子回路保护等。根据多年的实践经验, 我们采用电子回路作整流装置的过流保护措施, 其原理见图 6 所示。

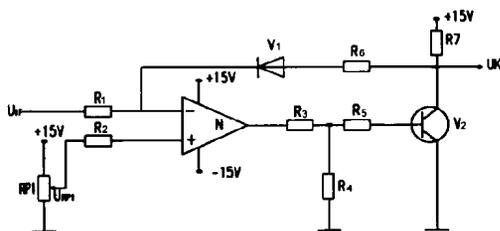


图 6

可控硅触发脉冲是由一个电平信号  $U_k$  来控制, 当  $U_k$  为“1”电平时, 可控硅触发脉冲关断, 则整流装置输出为 0; 当  $U_k$  为“0”电平时, 可控硅触发脉冲正常输出, 则整流装置输出电压为  $U_d$ 。

图 6 中,  $R_k$ 、 $R_3$ 、 $N$  组成比较器, 通过  $RP_1$  来设置过流保护值;  $V_1$  为钳位二极管,  $U_k$  为可控硅触发脉冲输出的控制信号。当整流装置输出电流超出额定值的 20% 时, 电流反馈  $U_{if} > U_{RP1}$ , 则比较器输出为“0”电平, 使三级管  $V_2$  截止, 此时  $U_k$  为“1”电平, 使整流装置输出电压为 0; 钳位二极管  $V_1$  保证系统在出现过流时, 比较器输出电位为“0”电平, 使整流装置可靠关断。

这种过流保护电路的设计,确保了在整流装置输出正负极短路时,不致于损坏装置中的任何元件。实践证明,这种电路工作极为可靠

在整流装置中,限流保护为第一级保护,过流保护为第二级保护,只有在限流保护失灵时过流保护才起作用。

## 4 结 语

限流 过流保护在可控硅整流装置中的完善,使整流装置运行起来更加安全可靠。这种保护措施不仅适用于可控硅整流装置,而且同样适用于开关电源和其它直流稳压装

置,在电力系统中,为无人职守提供了可能,并为全自动整流装置的诞生奠定了基础

## 参考文献

- 1 邱关源. 电路. 高等教育出版社, 1982年
- 2 康华光. 电子技术基础. 高等教育出版社, 1985年
- 3 黄俊, 王兆安. 电力电子变流技术. 机械工业出版社, 1993年
- 4 蔡尚峰. 自动控制理论. 机械工业出版社, 1980年

作者简介 王昭华 男, 1965年生, 工程师, 1988年毕业于齐齐哈尔轻工学院, 现在阿城继电器电站研究所从事电源产品的研究设计工作。(通讯处 150032黑龙江省阿城市)

# 烧重油的镇海联合循环电站

据“Gas Turbine World”1997年7-8月号报道,浙江镇海328 MW联合循环电站为达到最低的电力生产成本,被设计成烧“桶底”重油,这些重油经彻底处理,以便给出相当好的燃气轮机使用寿命。该电站被设计成基本负荷运行,在全年工作日内每天将运转二班。

该电站装有两台GE设计的PG9171E型单轴燃气轮机(每台燃机基本负荷额定功率为121.3 MW),两台不补燃的余热锅炉和1台103 MW单汽缸轴向排汽冷凝式汽轮机。全部发电机均由空气冷却。在15°C环境温度下,电站总的输出功率为328.5 MW。在烧经处理重油时,LHV效率为47%。

重油很稠,必须利用蒸汽加热,在把它灌入油罐前需用蒸汽把它加热到60°C,在供入燃气轮机前须加热到110°C。

由于烧重油,高的含碳量,促使涡轮部分出现沉积物。镇海电站例行水洗的维护程序,以便恢复输出功率和效率,用自来水加上清洗液进行清洗。

(思娟 供稿)

a comprehensive data base, engineering analysis and computations as well as the plotting of engineering drawings. As a result, a data base, application software and plotting are combined into an integrated whole. Key words: computer aided design system, Auto CAD, plotting based on a set of parameters

**油田脱水转油站计算机集散型控制系统 = Computer-based Total Distributed Control System for an Oil Field Dehydration and Oil Transfer Station** [刊, 中] / Wang Hui min, Yu Zhenwei, Wu Bangyan, et al ( Heilongjiang Provincial Computer Application & Development Research Center) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(2). - 124~ 127

A fairly comprehensive description is given of a computer-based total distributed control system for an oil field dehydration and oil transfer station. Discussed are the method for measuring oil-water interface, calculation formulas and control principles. It is the first time in China that a dual flange differential-pressure intelligent meter of US Honeywell Co. make has been used for the measurement of oil-water interface. With the help of a computer satisfactory results are obtained with the realization of a closed loop control. The proposed system can also be employed for the control of other complicated technological processes. Key words total distributed control system, dual machine operation, oil-water interface, dehydration and oil transfer

**Auto CAD 12. (软件在热力设计中的开发与应用 = The Development and Application of Auto CAD 12. 0 Software in Thermodynamic Design** [刊, 中] / Li Xinlin ( Mudanjiang Thermodynamic Design Institute), Li Linlin (Mudanjiang Civilian Architecre Prospecting Design Insitute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(2). - 128~ 130

**限流, 过流保护在可控硅整流装置中的应用 = The Application of Limiting Current and Over-current Protection in a Silicon Controlled Rectifier** [刊, 中] / Wang Zhaohua, et al ( Research Institute of Acheng Relay Works), Sun Shifeng ( Harbin No. 703 Research Institute) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(2). - 131~ 134

This paper focuses on the working principle of limiting current and over-current protection method in a silicon controlled rectifier. Key words silicon controlled rectifier, limiting current, regulator, over-current.

**膜式省煤器制造工艺 = A Study of the Finned Tube Economizer Manufacturing Technology** [刊, 中] / Dong Zhanren, Fan Xianfeng, Gao Xiufen ( Harbin Boiler Co. Ltd.) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(2). - 135~ 138

This paper describes the structural design features and manufacturing technology of finned tube economizers. Key words finned tube economizer, manufacturing technology

**300 MW 锅炉过热器喷水减温器系统的改进 = The Improvement of a Water Spray Desuperheater System for a 300 MW Boiler Superheater** [刊, 中] / Xu Chunrong ( Harbin Boiler Works) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. -1998, 13(2). - 139~ 142

Based on the analysis of a water spray desuperheater system for a home-made modified 300 MW boiler unit and in connection with its operating experience within China the authors have come up with a spray water desuperheating system, which employs a two-stage four-point system. The two-stage water spray point is transferred from behind the rear panel to the front of the rear panel with the interconnecting pipe from the rear panel superheater outlet to the last-stage superheater inlet assuming a direct connection mode instead of a intersecting one. Key words 300 MW boiler superheater, water spray desuperheating system, improve-