

文章编号:0559-9342(2005)09-0051-02

静止励磁系统中晶闸管损坏 原因分析与判断

何长平¹,高劲松²

(1.宜昌市能达通用电气股份合作公司,湖北 宜昌 443002;
2.长江电力股份公司葛洲坝电厂,湖北 宜昌 443002)

关键词:晶闸管;故障现象;损坏分析

摘要:静止励磁系统中晶闸管损坏是其常见故障之一,但造成晶闸管损坏的原因很多。为了找到晶闸管损坏的真正原因,除了要具备晶闸管的知识,更需要一些晶闸管的使用经验,还要借助于被损坏晶闸管的损坏情况来做出准确判断,并得到尽快修复,以避免相同故障的重复发生,防止事故扩大而使维修成本增加。

Analysis and justifying of failure causes of crystal brake-tube in the static excitation system

He Chang-ping¹, Gao Jin-song²

(1. Yichang City Nengda General Electric Shares Cooperation Company, Yichang Hubei 443002;
2. Gezhouba Power Plant of Changjiang Power Shares Corporation, Yichang Hubei 443002)

Key Words: crystal brake-tube; failure; failure analysis

Abstract: The failure of crystal brake-tube in the static excitation system is one of common failures. The reasons of causing such failure are many. In order to find out the true reasons of causing the failure of crystal brake-tube, we need more use experience of crystal brake-tube, besides some knowledge of crystal brake-tube and on basis of the failure states of destroyed crystal brake-tube, to accurately justify its failure causes and quickly repair it in order to avoid the re-occurrence of the same failure and the failure expansion and the increase of repair cost.

中图分类号: TN134.5; TM312

文献标识码: B

尽管现在电力电子器件自身质量有了很大提高,但由于设计、应用等原因静止励磁系统中的整流晶闸管损坏事故仍有发生。如果没找到晶闸管损坏的真正原因就简单地更换晶闸管,事故难免会重复发生。由于晶闸管的损坏很难从表象上判断其故障的真正原因,因而需借助被损坏晶闸管的损坏情况及其损坏时的一些其他故障现象进行判断。

1 晶闸管设计选型应注意的问题

晶闸管是一个大功率的半导体器件,容易导致损坏的几个重要参数是额定电压(通常制造厂将断态重复峰值电压 V_{DRM} 和反向重复峰值电压 V_{RRM} 中较小值作为额定电压)、通态平均电流 $I_{T(AV)}$ 、晶闸管通态电流临界上升速率 di/dt 以及断态电压临界上升速率 dv/dt 。因此我们在选型设计中要注意以下问题。

1.1 晶闸管额定电压

晶闸管的额定电压反应其耐压能力。此参数如选得不合理,使用中容易导致晶闸管过压击穿。我们在选型设计时,通常考虑以下因素:①励磁系统的阳极电压(即励磁变的二次侧电压,计算时按最大值考虑);②过电压冲击系数,此系数宜按1.5考虑,因为在很多电站发电机大修后的空载试验要求做到1.5倍额定电压,并且是用本机励磁系统直接做此项试验,甚至有些电站发电机的过压保护定值就是1.5倍;③电压升高

系数通常按1.1倍考虑;④电压裕度系数,一般取2~3,可根据不同系统来取值,比如串联自励系统,由于有一串联变,阳极电压波形畸变大,尖峰较高可适当取大一些。综合这些因素,晶闸管额定电压可取(4.7~7.0)倍阳极电压(有效值)。还需注意的一个问题是,晶闸管的断态重复电压 V_{DRM} 和反向重复电压 V_{RRM} 均是按照50次/s测定的,即重复频率为50 Hz。因此,对于过速保护定值较高的一些机组设计选型时,电压裕度系数也应该适当取大一些。这一点很多励磁制造厂家的设计人员最易忽略。大多数水电站过速保护可能在1.4倍额定转速,也就是说可以达到70 Hz,且此时通常是在甩负荷伴有电压上升,因此选型计算时一定要综合考虑,这也是与电力机车、冶金行业用晶闸管选型设计时的区别所在。

1.2 通态平均电流

晶闸管的额定电流是一个非常重要的指标,标记的是通态平均电流 $I_{T(AV)}$,是在环境温度为40℃、规定的冷却条件以及工频50 Hz正弦半波电路中、导通角不小于170℃的情况下

收稿日期:2005-06-10

作者简介:何长平(1962—),男,四川达县人,工程师,从事励磁装置的研究开发工作;高劲松(1963—),男,重庆人,工程师,从事励磁系统维护管理工作。

测定的。因此,我们在选型设计时一定要考虑使用环境,并考虑冷却条件。制造厂家在进行整流柜设计时一定要参照GB4024《半导体器件反向阻断三级晶闸管的测试方法》做好相应冷却设计,如散热器热容,传导系数,规定的风速等。

1.3 通态电流临界上升速率

通态电流临界上升速率 di/dt 同样是晶闸管的一个重要指标,就目前的进口晶闸管或国产晶闸管这一技术指标是完全能满足励磁系统需要的。但由于安装检修时配线错误也容易导致 di/dt 超标,从而导致晶闸管损坏。因此,当晶闸管损坏后一定要认真分析检查,笔者将在后面案例中详述。

1.4 断态电压临界上升速率

与通态电流临界上升率 di/dt 相对应的一个指标是断态电压临界上升率 dv/dt ,它是指在额定结温和控制极断路状态下,使晶闸管从截止转入导通的最低电压上升率。如果在系统中产生较陡和较大幅值的尖峰电压,截止状态的晶闸管可能误导通,其后果不堪设想;而发生这种故障后又不易判断。因此,在选型设计时,应尽可能选 dv/dt 较大的晶闸管。

2 晶闸管损坏原因分析与判断

2.1 晶闸管的过压击穿

尽管我们在励磁系统交流侧采取了一些抑制过电压的措施(如防浪涌设备),晶闸管的过压击穿还是时有发生,在一些阳极电压较高的串联自复励系统中阳极电压有时产生很高的尖峰过电压,导致晶闸管损坏的事故时有发生。这种故障发生后只从发电机的一些故障记录中查找原因往往不易判断,因为击穿后马上就会交流短路、过流,因此很容易判断为励磁系统调节器故障(误强励),但我们可以把损坏的晶闸管元件打开,如果是过压击穿,晶片上往往有明显的击穿点,并且有多处击穿。笔者曾几次见到这样的晶闸管元件。

2.2 晶闸管的过流损坏

导致晶闸管的过流损坏的原因较多,一是选型设计时 $I_{T(AV)}$ 值裕度不够,这种情况应该是很少见,除非是电站技术人员临时应急未按规定更换晶闸管才可能会发生这类事情。一般而言,专业厂家不可能犯这样的错误。二是转子回路短路,再加上快熔的一些参数离散原因未能起到保护作用导致晶闸管损。三是误强励,由于误强励多是调节器故障,因此其强励时间往往失控,长时间大电流运行,最终导致晶闸管过流损坏。

2.3 通态电流临界上升率 di/dt 太大

晶闸管在开通瞬间产生很大的功率损耗,这种损耗由于导通扩展速度有限,总是集中在控制极附近的阴极区域,如果晶闸管的 di/dt 的耐力不够,就容易引起控制极附近阴极区域局部过热,导致控制极永久性破坏。大电流的晶闸管,这个问题更为突出。其实,就是由于 di/dt 过大而损坏,晶闸管同样表现为 A-K 击穿,最后同样是通过较大电流,将晶片较大面积灼伤。因此容易误判为过流损坏,但可以看得出由于 di/dt 过大损坏的晶闸管,控制极附近有明显损坏。

3 晶闸管损坏典型案例

目前大多数励磁系统的晶闸管都有如图 1 所示的阻容吸

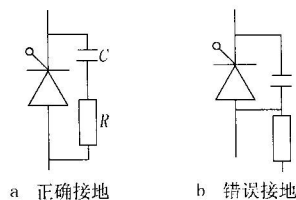


图 1 阻容吸收回路

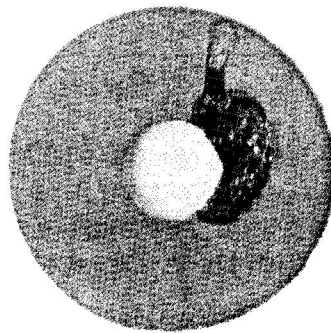


图 2 短路(过流)的晶闸管

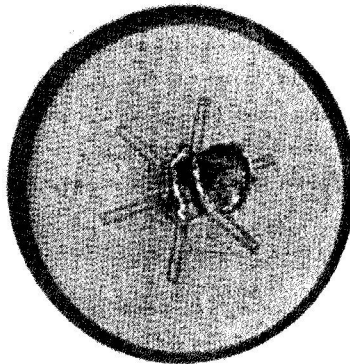


图 3 di/dt 过大损坏的晶闸管

收回路。某厂由于更换阻容时常将线接错,最后在开机时导致晶闸管损坏(损坏晶闸管如图 2、3 所示),很明显是由于电容 C 在晶闸管开通时急速放电导致 di/dt 过大引起的。需要注意的是,系统小电流试验时由于电压低电流小不易发现,因此在更换完后一定要认真检查配线。

4 结语

晶闸管损坏的原因很多,但无论那种原因损坏的晶闸管最终都表现为“击穿”,都会通过较大短路电流,从而使其晶片大面积灼伤,易误判为过流损坏。因此,当晶闸管损坏后一定要结合各种事故现象仔细分析检查损坏的晶闸管,以找到晶闸管损坏的真正原因,避免事故重复发生。

参考文献:

[1] 刘定建,朱丹霞.实用晶闸管电路大全[M].上海:同济大学出版社,1996.3-4.