

HVDC 直接光控换流阀中激光发射电路监测中几个问题的探讨

张建峰, 马振军

(西安西电电力整流器有限责任公司, 陕西 西安 710077)

摘要: 我国贵州-广东回、回±500 kV 高压直流输电和西北-华中(灵宝)联网直流背靠背工程中,均采用了用激光脉冲直接触发晶闸管的直接光控晶闸管换流阀(以下简称 LTT 阀)。为了确保触发光脉冲的可靠性,在阀底部电子设备柜(VBE)中设置了对光发射电路进行在线实时监测的功能。笔者就近年来运行中激光发射监测出现的一些问题进行探讨。

关键词: 光控晶闸管; 阀底部电子设备; 激光发射板; 光分配器

中图分类号: TM721.1

文献标志码: B

文章编号: 1001-1609(2009)02-0106-02

Discussion on Issues about Laser Emitter Monitoring for HVDC Light Triggered Thyristor Valve

ZHANG Jian-feng, MA Zhen-jun

(Xi'an XD Power Rectifier Co. Ltd., Xi'an, 710077, China)

Abstract: The light triggered thyristor valves, which are directly triggered by laser, are used in Guizhou-Guangdong ±500 kV HVDC, power transmission lines and Lingbao HVDC back-to-back project. To ensure reliable laser trigger pulse, the laser emitter is monitored real-timely by valve base electronics on line. Some issues about laser emitter monitoring are discussed in this paper.

Key words: light triggered thyristor; valve base electronics(VBE); laser emitter board; multiple star couple.

0 引言

随着电力半导体器件的迅速发展与更新,新型的电力半导体器件直接光控晶闸管问世。由于直接光控晶闸管独具的优势,近年来已被广泛应用于高压直流输电晶闸管换流阀中,并为换流阀带来一场革命。将光电技术直接应用于换流阀的触发控制中,简化了阀的二次控制环节,电子线路大大减少,从而使阀的故障率降低,成本也随之下降。另外,处于地电位的控制信号直接用光信号送往高压阀,有效地解决了绝缘问题,同时也大幅提升了阀的抗电磁干扰能力。2000 年至今,我国已有 3 条应用直接光控晶闸管阀的 HVDC 工程投入商业运行,在建的还有两条。

笔者就直接光控晶闸管换流阀(LTT)的触发控制激光发射在线监测系统出现的问题进行探讨,并提出解决这一问题的技术方案。

1 LTT 晶闸管的激光触发系统分析

直流输电晶闸管换流阀的触发控制是阀控制中最重要的功能,关系到输电系统的安全运行和输出

直流电压、电流的迅速调节。和传统的电控型晶闸管不同,LTT 晶闸管的触发控制脉冲不是电脉冲而是光脉冲。为了确保光触发的可靠性,激光触发系统设计为三保二的冗余系统,系统框图见图 1。

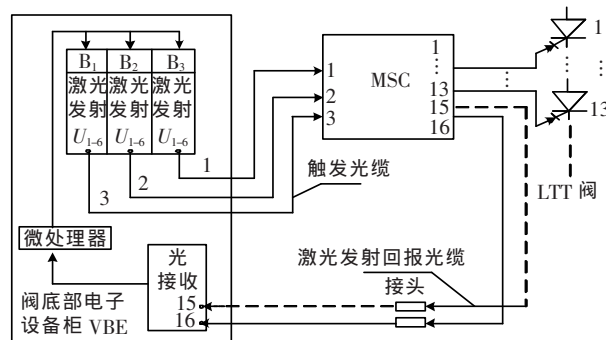


图 1 VBE 光发射监测原理

从图 1 可看出,在阀底部设备 VBE 柜中,对每一路控制触发脉冲均设有 3 块独立被称为光发射的电子电路板,即“激光发射 B_1 、 B_2 、 B_3 ”^[1]。正常运行时,三路受同一个触发控制电脉冲控制,各自独立的发出完全相同且光功率大于 3 W 的光脉冲,通过 3 根触发光缆同时送往高压阀上的光分配器 MSC。在这里混和后均匀分配成 16 路光输出。其中有 13 路

收稿日期:2008-09-09; 修回日期:2008-12-17

作者简介:张建峰(1976-),男,工程师,一直从事 HVDC LTT 晶闸管换流阀及其相关设备的研制工作。

分别送往该阀段的13只晶闸管级直接触发相应的晶闸管。三路光发射中只要有两路正常,就能发出足够的光功率,可靠触发全部晶闸管,实现了三保二的冗余。对于在运行中的激光发射板^[2],VBE设置了实时在线监测,即每隔1s,VBE同步在触发控制脉冲前沿后600 μ s发一个10 μ s的激光发射试验光脉冲,用来检测激光发射电路。此时,正处在阀导通阶段,不会对阀运行产生任何影响。监测试验的时序关系见图2。

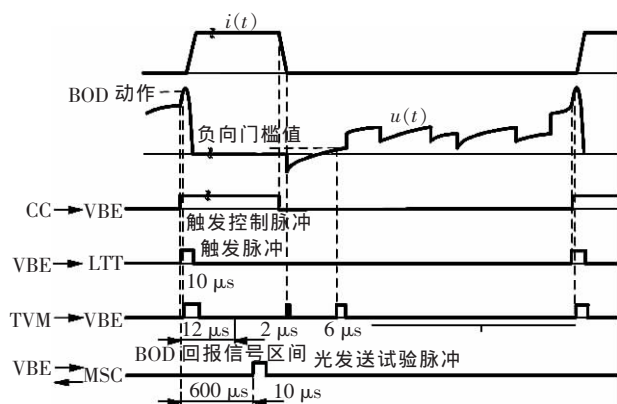


图2 监测试验的时序关系

当激光发射板出现故障后,为了确认3路中究竟是哪一路出现故障,VBE在每次发试验脉冲时,闭锁两路,仅用一路发出。依此类推,交替闭锁,交替显示红灯。但若检测到两路光发射同时故障,表明冗余已无,VBE通过profibus上报站控系统,实施紧急强迫停运。

由于检测试验脉冲波长为960nm的激光,而光接收板中的光敏二极管(型号HFBR-2528)却对波长为660nm的红光最敏感。因此,检测回报信号直接被传送,实现了对每块板的在线监测。

每一路发出的试验光脉冲至阀上光分配器MSC后,从MSC第16位输出,经检测回报光缆直接返回VBE光接收板的第16接收位,供VBE主控板读取检测。若某一路在连续3个周波内,主控板检测不到回报信号,VBE就确认该发射板故障。光发射为三保二的冗余系统,其中一路故障并不影响正常运行。此时,VBE通过profibus将故障上报站控系统,同时点亮面板上的故障显示不适配外,强能量的激光有可能损坏光接收中的光敏管。为解决这一问题,检测回报光缆由两段用接头耦合对接。其中一段为特殊的塑料光纤,用于衰减激光回报信号,使之和接收光敏管适配。

2 激光发射电路监测中存在问题的探讨

如上分析,在激光发射检测中,3路独立的光发射板虽然交替发出监测试验光脉冲,却用同一根回报光缆送回VBE中同一块光接收板的同一接收位,即第16位,3路共用一根回报光缆,共用一个光接

收位,合三为一,无冗余。存在以下问题:

(1)当光接收板中第16接收位的光敏二极管损坏或性能下降,无法正确接收返回的监测信号,此时,必然误报为3路激光发射板同时故障,导致强迫停运。事实上,3路光发射板未故障。

(2)当由两种光缆对接的回报光缆在长期运行中一旦出现衰减变大或折断受损,接插部位松动等导致检测回报信号不能顺畅返回VBE光接收板,必然误报为3路光发射板同时故障,导致强迫停运,事实上,3路光发射板未故障。

(3)监测回报的激光信号和光接收的接收光敏管,光波不适配,易于造成光敏管损坏。

在贵-广和灵宝工程LTT换流阀的运行中也反映出了上述缺陷造成的问题:2006年贵-广肇庆换流站因1块光接收板故障,导致强迫停运1次;

2008年4月6日灵宝换流站LTT阀A相 Δ 桥1号阀第一阀段,因光接收板第16号位光敏管损坏,误报为3路光发射同时故障,导致强迫停运。更换该光接收板后投运正常;2008年7月27日贵-广兴仁换流站极2,VBE-A3-B8的光发射板监测回报光缆损坏,误报为3路光发射同时故障,导致极2强迫停机,更换光缆后,投运正常。

3 关于改进性措施的建议

经以上探讨,笔者认为用于我国直流输电工程的LTT直接光控阀,其激光发射板监测功能中存在一定缺陷。

激光发射系统为三保二的冗余系统,而激光发射检测系统却是“三合一”的共用系统,显而易见这种监测系统的故障概率将远远大于实际的激光发射系统。出现明显的运行和监测保护不适配。近年来实际运行中出现的3次强迫停运均为光发射监测系统导致的误报引起。针对此,提出以下改进方案。

方案1:将原激光发射监测回路由原无冗余的共用系统改为双系统并行监测的冗余系统。

具体技术方案简单易行,在阀上MSC第15位输出口和VBE相关光接收板的第15光接收位之间再增加一根回报光缆,见图1.1虚线。这样3块光发射交替发出的同一监测信号至MSC后,由15、16两路输出输出,并用两根回报光缆同时送到VBE相关光接收板的第15和第16两个光接收位。主控板只有且仅有两路监测结果完全相同时才确认相关光发射故障,这样将大大降低误报的机率。

方案2:从以上分析,认为也可保持原监测系统不变,将光发射监测结果仅做为事件向站控系统上报,退出原保护功能。因为VBE在阀检测的保护功能中,有一项“BOD超过允许数”的跳闸保护功能。当出现3路光发射两路同时故障(下转第111页)

表7 三相绕组频响曲线相关系数表

| 高压绕组相关系数 | | | 中压绕组相关系数 | | | 低压绕组相关系数 | | |
|----------|------|------|---------------------|------|------|----------|------|------|
| 相别 | 低频 | 中频 | 相别 | 低频 | 中频 | 相别 | 低频 | 中频 |
| AO-BO | 1.81 | 1.69 | $A_m O_m - B_m O_m$ | 2.18 | 2.03 | ab-bc | 2.37 | 1.58 |
| BO-CO | 1.96 | 1.60 | $B_m O_m - C_m O_m$ | 2.26 | 1.94 | bc-ca | 2.38 | 1.57 |
| AO-CO | 2.12 | 1.81 | $A_m O_m - C_m O_m$ | 2.22 | 2.27 | ca-ab | 4.57 | 2.83 |

厂家对现场实测值与铭牌值相差较大的解释是出厂试验与现场试验时施加电流值不一样造成了测试结果的差异。低电压下测量与额定电流下的测试结果相比可以认为等效(不大于千分之二的误差),这是构成低电压电抗法可以在施加不同电压、电流情况下检测绕组各项参数并进行对比的物理基础。厂家的解释与低电压电抗法的测试原理相抵触。

3 讨论及建议

(1)同一型号的变压器各项技术参数在理论上差异应很小,但由于厂方工艺执行上的差异,往往会造成产品由同一图纸生产但技术参数相差较大。不能排除个别变压器厂家将某一台变压器的短路阻抗值或设计值套用到同一类变压器铭牌上的可能。部分变压器短路阻抗铭牌值未能真实反映变压器的技术参数,且与出厂试验值相比不一致,这已被案例2、3、4所证实。

(2)由于部分变压器铭牌值不能真实反应其技术参数,对投运前绕组变形、松动的判断应采取阻抗电压值与铭牌值、出厂值纵向比较与各绕组电抗值横向比较相结合的原则,必要时配合绕组频响曲线的横向比较进行判断,并要充分考虑到同一厂家生产的变压器以往短路阻抗测试情况。短路阻抗实测值与铭牌值、出厂值的相对偏差只能参考,不能作为绕组稳定性较差的唯一依据。当与铭牌值相比超过导则注意值时应再与出厂值相比,与出厂值相比依然超过注意值时,应充分尊重绕组单相电抗参数之间的横向比较结果。

(3)鉴于国内已发生过因阻抗电压值不符合技术协议或GB 1094.1-1996《电力变压器》中短路阻抗允许值而引起纠纷的事例^[1],出厂验收时应根据技术协议和GB 1094.1-1996中允许偏差值确定阻抗电压是否在允许误差范围内,按照现场见证的要

(上接第107页)

(实为罕见的小概率事件),将导致相关阀段13只晶闸管得不到足够的触发光能量,致使部分晶闸管BOD正向保护触发动作,当超过“BOD动作允许数”(8个)时,VBE发跳闸信号,上报站控系统,停机。

4 结语

笔者认为采用方案1,将有助于消除激光发射检测中误报这一缺陷。而方案2则用“BOD超过允

许,加强出厂验收时的短路阻抗检测。订货时的商务合同中对短路阻抗实测值与额定分接位置的保证值相比超过允许值时规定了具体的降低销售价格条款,见证人员应认真进行验收,防止生产商因实测值达不到合同要求而有意弄虚作假欺骗用户。如果未进行出厂试验见证,一旦现场试验结果与出厂试验值差异过大,其原因就很难分析清楚。

(4)建议在技术协议中规定出厂试验报告中应按照《十八项电网重大反事故措施》要求详细记录低电压短路阻抗测试时电流、电压等参数的原始试验记录及换算过程,方便运输、安装就位后的纵向比较。

(5)当短路阻抗值与铭牌值相比有较明显偏差时,可依据湖北省电力公司《防止电力生产重大事故二十五项重点要求实施细则》20.2.9.1条“现场安装竣工后,必要时由制造厂家用同型号的仪器再进行绕组变形频率响应特性试验”的规定要求厂家携带仪器进行现场频率响应试验,将两次频响曲线进行纵向比较以判定变压器是否存在移位和变形。

(6)变压器投入运行后应按规程要求监测油中溶解气体体积分数及增长趋势,尽早地在变压器发生事故之前发现缺陷,防止确有变形移位的变压器因漏判混入电网运行。

4 结语

(1)个别变压器短路阻抗铭牌值与出厂试验值不一致,未能反映其真实技术参数。

(2)对投运前阻抗电压的判断应采取阻抗电压值与铭牌值、出厂值纵向比较与各绕组电抗值横向比较相结合的原则,必要时结合绕组频率响应曲线的横向比较进行分析,并要充分考虑到同厂家的变压器在交接试验中的以往测试情况。短路阻抗实测值与铭牌值相比超过导则注意值时应与出厂值相比,与出厂值相比依然超过注意值时,应充分尊重绕组单相电抗参数之间的横向比较结果。

参考文献:

- [1] 郭伟民,孙强,李建强.低电压电抗法诊断电力变压器器动稳定状态的实测分析[J].电力设备,2003(1):50-55.

许数”保护取代原激光监测保护,也是可行的。

参考文献:

- [1] MA TERN J. Technical Requirements and Data for Valve Control CSG/GG2/ED2.111.XS -0 [R]. Nurnberg Germany, Siemens, 2005.
- [2] BALBIERER S. Thyristor Control and Monitoring PTDH171/P-001135/ED2.112.[R]. Erlagen Germany, Siemens, 2003.