

激光式高压柜静动触头分合闸位置监测装置的研究与应用

由于机械故障和人为疏忽等，造成高压柜恶性误操作事故时有发生。为解决这一问题，对激光式高压柜静动触头分合闸位置监测装置的研究与应用进行探索，以利于增强电气监测手段，有效避免误操作事故的再度发生，从而大幅度提高运行安全水平。

王洪炼 王毅 王宇/国网四川省电力公司内江供电公司



王洪炼/工程师

1 故障实例

不久前，在西南一变电站10 kV高压柜发生了带电合接地开关恶性误操作事故，其主接线如图1所示。

事故情况是：该站运行人员接到地调命令，执行电容器961开关转冷备用操作，完成后，检查刀开关操作把手和指示字牌均在分闸位置，便未从观察窗做实际查验。随后，地调又命令补做安全措施：“合上1号电容器96110接地开关”。在执行该项操作中，突然出现三相接地短路，造成10 kV的1号电容器961开关后柜门弹开，触及2[#]主变压器10 kV侧A相母线线桥与2[#]主变压器差动保护动作，202开关、102开关和902开关跳闸，10 kV II 段母线失电压及961开关柜内CT绝缘损坏，961间隔控制电缆破损等严重事故。

后经调查分析，查明事故主要原因是：

1) 10 kV电容器开关柜9611刀开关传动轴弯曲变形，9611刀开关分开关未到位，操作联锁机构不能正常闭锁接地开关，造成带电合96110[#]接地开关。

2) 当值运行人员违反倒闸操作规定，未认真检查9611刀开关操作后的实际位置，是重大人为责任。

2 激光探测装置的研究

经以上事故分析考虑，决定采用激光监测手段，判断触头分合闸实际位置，以避免机械故障和人为疏忽造成的误操作再度发生。

2.1 结构框图

激光监测装置结构如图2所示。

从图2可见，本仪器主要分为三个单

关键词/Keywords

激光源 ·
光敏器 ·
静动触头 ·
防误监测 ·

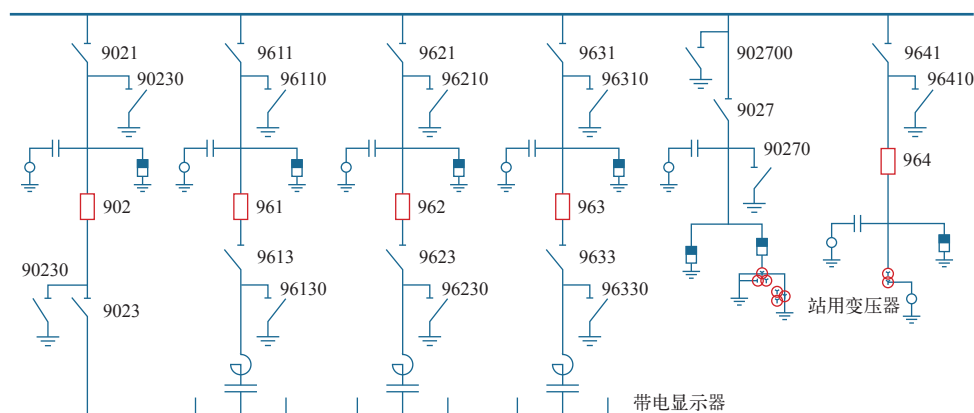


图1 变电站10 kV主接线图



图2 激光探测显示器结构

元：第一单元是激光源与发射器；第二单元包括光敏接收和光电转换；第三单元为柜面显示，将监测到的刀开关所在位置呈现出来，用以判断有无故障存在。

2.2 电路设计

根据结构框图，实施了电路设计，电路分为三个板块，电路图如图3所示。

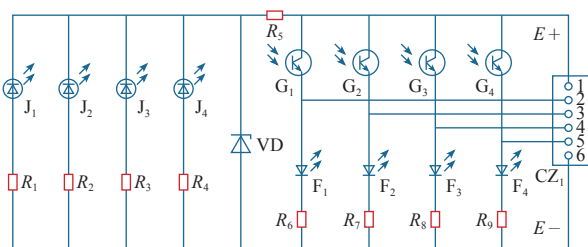


图3 激光发射、光电接收电路

2.2.1 激光发射器

由插座CZ₁的1、6端子引接来的稳压电源E⁺和E⁻，经电阻R₅降压，并由稳压二极管VD将电源稳定在3 V，并经电阻R₁~R₄对各支路电压做细致调整，以适应激光管J₁~J₄的工作所需。当电源符合要求，激光管便投入工作，发射出激光光束。

2.2.2 光敏接收器

在图3中，并联的光敏管G₁~G₄构成激光接收电路。G₁~G₄分别和J₁~J₄一一对应，使之激光管发出的光束在无阻拦时，能准确照射在对应的光敏管上。

与光敏管串联的发光二极管F₁~F₄与电阻R₆~R₉起光电转换作用，光敏管在自然光线下电阻值达到几万欧，如开关隔离，则各发光管不会工作；但当接收到较强的激光束时，电阻值将下降到几十甚至几欧姆，犹如开关接通，使各串联的发光管点亮。

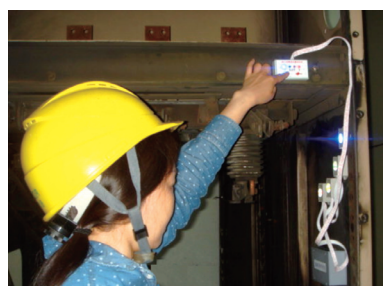
在设计的电路中还设有插座CZ₁，根据显示板块和信号交互传递的需要，将正负电源和各并联支路的发光管分支线编排在一起，经插座的1~6

针脚及其电缆，分别将信号传递送出。

根据电路设计，实施了激光发射器和光电接收器的加工制作，并到现场，利用修进的高压柜进行了安装试用。现场装配如图4所示。



(a) 发射器安装



(b) 接收器安装

图4 现场装配图示

在图4a中，左面柜壁上4个白色器件是激光源发射器，图4b右面柜壁上4个光敏接收器，发射器与接收器一一对应。

3 柜面显示与应用判断

柜面显示器的电路图如图5所示。

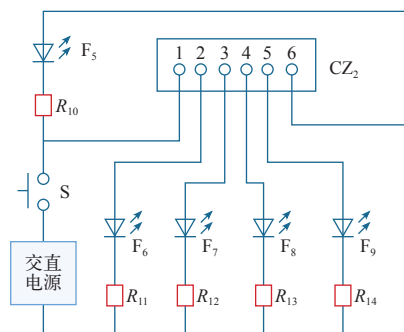


图5 显示器电路

从光电接收器输出插座CZ₁来的1~6针脚信号，对应从输入插座CZ₂中进入，其中1脚3个作用：一是通过开关S与交直流转换电路相连；二

是将相关电源传送给激光发射、光电接收电路中的各器件做工作配用；三是与电阻 R_{10} 及发光二极管 F_5 的串联支路连接，做工作状态指示。图5中的2、3、4和5脚则是将 $F_6 \sim F_9$ 的发光二极管与接收器中的光电转换 $F_1 \sim F_4$ 发光二极管组相互并联，使之在刀开关操作过程中，将同熄同亮，用以判断是否正常工作。

在显示电路的基础上，设计制作了显示面板，如图6所示。

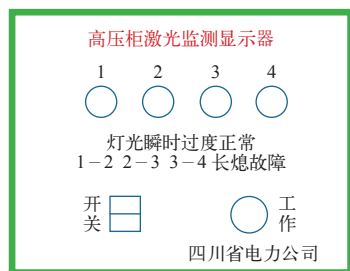


图6 显示器面板

在图6中，按下电源开关，指示灯亮，表示激光监测装置开始工作。若此时有倒闸操作，结合1、2、3和4中各发光二极管的亮熄，可做出触头运行轨迹正确与否的判断。

如果合闸，操作后将会使1号灯熄灭，2、3和4号灯点亮。

如果分闸，操作后将会使1、2和3号灯点亮，4号灯熄灭。

在操作过程中，2号或3号指示灯仅在瞬时熄灭，随即转亮，表示刀开关触头只是瞬间绕过，没有停留，则运行轨迹正常。

但2号或3号任一或两灯长熄，其他灯亮，则可判断刀开关在合闸或分闸过程中有停滞，不到位，存在故障隐患，必须加以检查，及时排解。而在此期间，绝不允许进行与本刀开关有关的任何操作。

以上监测判断与处理，将有效防止高压柜误操作事故的发生。

4 结束语

本文的设计方案中贯穿了两项理念：一是采用电气技术弥补机械结构的不足；二是运用自动化方式克服人为的大意疏忽。由此研制的激光式高压柜监测装置，能够全面、自动和有效地判断静动触头分合闸位置，防止恶性误操作事故的再次发生，将会大幅度提高电气安全运行水平。

参考文献

- [1] 聂守平，刘明．激光大坝位移监测系统研究[J]．光子·激光，1999(5)．
- [2] 尉鹏飞，刘军，李晓芳，等．激光光束实时监测与自动准直系统设计[J]．光学学报，2008(8)．

(收稿日期：2016-01-07) EA



典藏技术 革新应用

专业专注

时刻关注并推动中国电气技术的发展



《电气应用》是一本拥有光荣发展历程的全国优秀科技期刊。

自1982年创刊至今，已走过了33年艰苦创业、改革发展的光辉历程。其所荣获的“全国优秀期刊”、“中国期刊方阵‘双奖期刊’”和国家期刊奖“百种重点期刊”、“中文核心期刊”等诸多荣誉见证了编辑们的专业与勤奋，也博得了广大读者和业内专家的支持与厚爱，在众多电工类专业技术期刊中颇具影响力。