光色标识法在电气元件中的应用

文/张敬敏
山东济宁圣地电业集团有限公司

排除电路故障，首先要确认电气元件特性，其次是判断电气元件好坏，最后是修复电路故障，因此，能否准确快速识别电气元件特性非常重要。目前电气元件特性的判断方法有仪表测量法和观察判断法。在普通的电气元件上增加可视识别功能，让观察判断法也能精准判断电气元件特性至关重要。

在电力行业中电气元件种类多、数量多、范围广，且现阶段电气元件集成化程度高。电气元件RFID标识、条码、ID和其他标识被广泛运用。伴随着泛在电力工程物联网的发展，由于缺乏视觉感知，简易识别的电气元件变成制约行业发展的难题。其根源在于，电力行业各专业系统软件发展快，但是硬件设备创新少，电气元件感知能力弱，欠缺感知源，难以达到视觉识别能力。基于此，本文提出一种判断电气元件特性的光色标识方法。

电气元件使用存在的问题

1. 电路中的电气元件用仪表测量数据不准确

电气元件在电路中不断开所有电气连接点时，用仪表判断其特性不准确，因为仪表测量时要用双线形成电流回路才能测量，由于电路中存在很多串并联接点，仪表的测量电流被分流或测量电压被分压，造成测量数据不准确，所以，必须断开电路所有电气连接点，才能准确测量电气元件数据以判断其特性。

2. 触点在断开状态时用仪表无法测量

常开触点在常态下处于断开状态，用仪表测量时不能形成回路电流，因而无法确定触点类型。常闭触点在通电时也是处于断开状态，用仪表测量时不能形成回路电流，也无法确定触点类型。

处理方案

1. 光色标识法原理

在电气元件中增加光纤识别区和色标识别区，就是用一根光纤导线并配合颜色标注来识别电气元件特性，这样不断开电路中的电气连接点就可以快速识别电气元件特性。

2. 光纤识别区

利用光的传播特性原理，即当照射光纤一端时另一端会发光，在电气元件内部敷设一根光纤，光纤进出线端口和电气元件电路端口一一对应，称为光纤识别区。

用光路检测电路通断优于电路，因为光路只要一根光线就能形成通路，光路可用塑料光纤或玻璃光纤制作，所以光纤用于辅助检测电路通断比电路更方便快捷。

3. 色标识别区

借鉴色环电阻标注法原理，把色环电阻标注法创新应用在电路中，在电气元件外部接线端子附近标注对应的颜色，表示电气元件内部原理，不用仪表测量，直接观察就能识别电气元件内部电路原理，为色标识别区。

不同电路类用不同颜色表示，如红色表示常闭接线端口电路，绿色表示常开接线端口电路，黄色表示电感元件电路，蓝色表示电阻元件电路，棕色表示电容元件电路，紫色表示熔断器元件电路，白

色表示导线或端子元件电路及航空插头插座连接器电路，白色可以不标注。

4. 光色识别应用分析

普通的技术人员利用灯光照射光纤识别区，能够快速查找电路对应接线端口。通过观察电路接线端口附近色标识别区，能够快速判断电路内部工作原理。同时具有以下优点：一是复杂电路中的电气元件不断开所有电气连接时，能准确识别判断电路连接方式；二是处于断开状态的触点电路，在触点不闭合时能准确识别判断触点类型。

运用实例

1. 光色识别电气元件接触器的应用

（1）接触器吸合线圈电路识别（见图1）

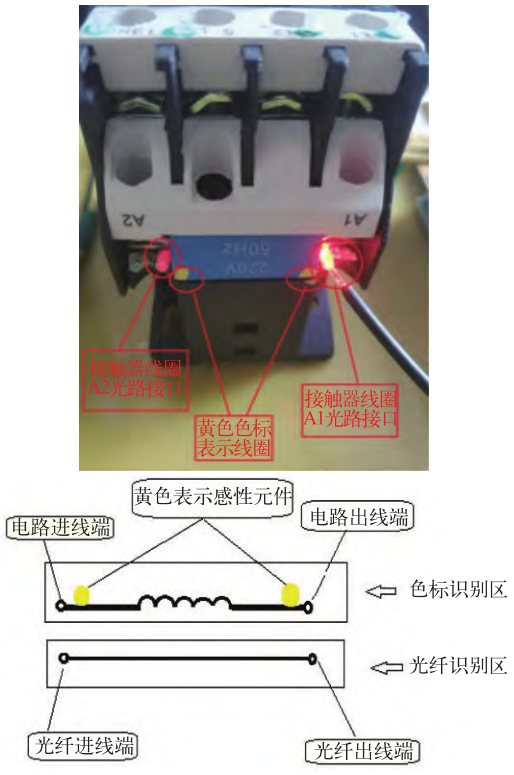


图1　光色识别在接触器吸合线圈中的运用及原理

接触器合闸线圈接线端口的光纤识别区：接触器合闸线圈内部是线圈绕组，用电感符号表示，在接触器合闸线圈接线端口附近设置一根与合闸线圈电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别接触器线圈的两个接线端口。

接触器合闸线圈接线端口的色标识别区：在接触器合闸线圈电路两个接线端口附近设置黄色标注，观察接触器接线端口附近有黄色标注时，就可以精准确定这是接触器合闸线圈接线端口。

（2）接触器常闭触点接线端口识别（见图2）

图2　光色识别在接触器常闭触点中的运用及原理

接触器常闭触点接线端口的光纤识别区：在接触器常闭触点接线端口附近设置一根与常闭触点电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别接触器常闭接点电路端口回路的两个接线端口。

接触器的常闭触点接线端口的色标识别区：在接触器触点端口附近标注红色标记，当观察到接触器接线端口附近有红色标注时，就可以快速确定这是接触器常闭触点接线端口。

（3）接触器常开触点端口识别（见图3）

接触器常开触点端口的光纤识别区：在接触器常开触点接线端口附近设置一根与常开触点电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别接触器常开触点的两个接线端口。

接触器的常开触点端口的色标识别区：在接触器触点端口附近标注红色标记，当观察到接触器接

线端口附近有红色标注时，就可以快速确定这是接触器常开触点接线端口。

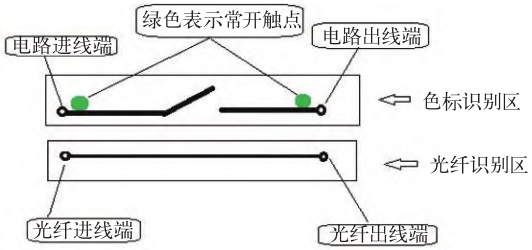


图3　光色识别在接触器常开触点中的运用及原理

2. 光色识别电气元件按钮开关应用

（1）按钮开关常闭触点端口识别（见图4）

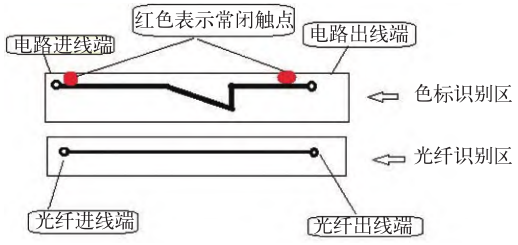
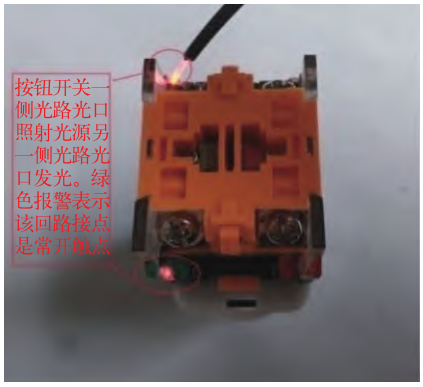


图4　光色识别在按钮常闭触点中的运用及原理

按钮开关常闭触点端口的光纤识别区：在按钮开关常闭触点接线端口附近设置一根与常闭触点电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别按钮开关常闭触点的两个接线端口。

按钮开关的常闭触点端口的色标识别区：在按钮开关触点端口附近标注红色标记，当观察到按钮开关接线端口附近有红色标注时，就可以快速确定这是按钮开关常闭触点接线端口。

（2）按钮开关常开触点端口识别（见图5）



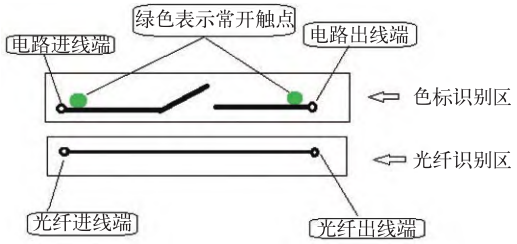


图5　光色识别在按钮常开闭触点中的运用及原理

按钮开关常开触点端口的光纤识别区：在按钮开关常开触点接线端口附近设置一根与常开触点电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别按钮开关常开触点的两个接线端口。

按钮开关的常开触点端口的色标识别区：在按钮开关触点端口附近标注绿色标记，当观察到按钮开关接线端口附近有绿色标注时，就可以快速确定这是按钮开关常开触点接线端口。

3. 光色识别在感性元件（电流互感器）上的应用（见图6）

电流互感器的光纤识别区：电流互感器内部是线圈绕组，用电感符号表示，在电流互感器线圈接线端口附近设置一根与电流互感器线圈电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另

一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别电流互感器的两个接线端口。

电流互感器的色标识别区：在电流互感器线圈电路两个接线端口附近设置黄色标注，观察电流互感器接线端口附近有黄色标注时，就可以精准确定这是电流互感器接线端口。

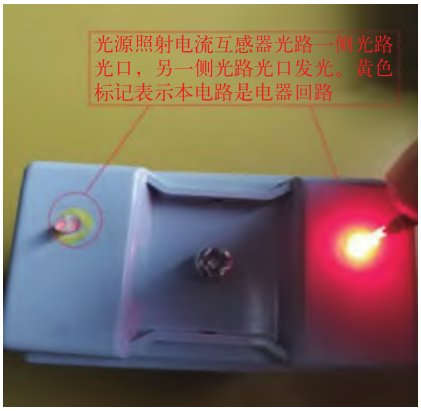


图6　感性元件（电流互感器）光色标识应用及原理

4. 光色识别在感性元件（电流表）中的应用（见图7）

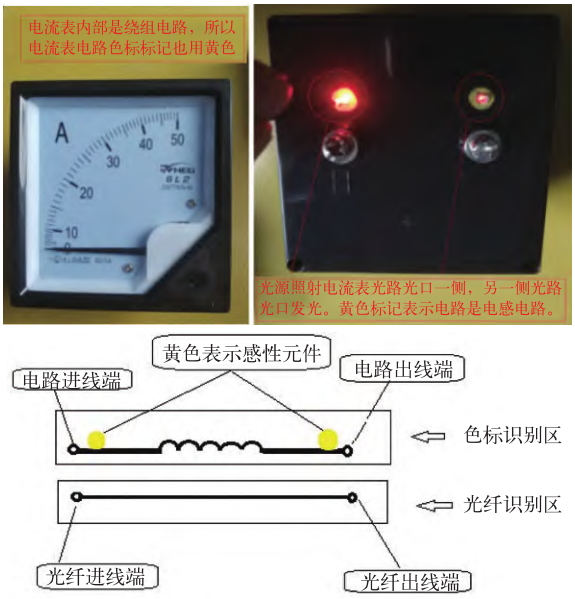


图7　感性元件（电流表）光色标识应用及原理

电流表的光纤识别区：电流表内部是线圈，用电感符号表示，在电流表线圈接线端口附近设置一根与电流表线圈电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别电流表的两个接线端口。

电流表的色标识别区：在电流表线圈电路两个接线端口附近设置黄色标注，观察电流表接线端口附近有黄色标注时，就可以精准确定这是电流表接线端口。

5. 光色识别在容性元件（电容器）中的应用（见图8）

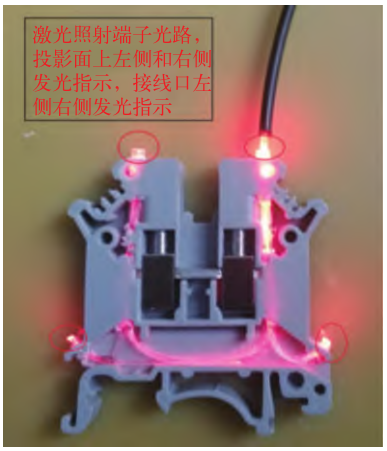
图8　容性元件（电容器）光色标识应用图及原理

电容器的光纤识别区：电容器内部是线圈，用电容符号表示，在电容器接线端口附近设置一根与电容器电路一一对应的光纤，当用灯光照射光纤一个端口时对应的另一端也发光，观察光纤端口的亮光就可以准确识别电容器的两个接线端口。

电容器的色标识别区：在电容器电路两个接线端口附近设置棕色标注，观察电流表接线端口附近有棕色标注时，就可以精准确定这是电容器接线端口。

6. 光色识别在接线端子中的应用（见图9）

普通端子密集排列容易错误接到相邻上下端子接线口上。上下相邻两个端子距离很近，每个端子压线时，由于端子视线差很容易压到相邻端子上，造成上下端子接错线。



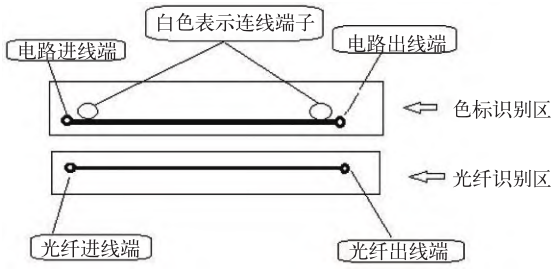


图9　接线端子排列光色标识应用图及原理

光色标识接线端子：接线端子内部设置一根或多根光纤，光纤两个接线端附近设置色标识别区，白色表示导线电路，接线端子内部如果是导线电路，工作原理就用白电路表示，一般白色不标注就默认是白色标注。当看到接线端子光纤接线端设置白色标注或没有颜色标注时，可以确定是导线电路，根据导线电路原理就可以快速确定是接线端子接线端。

7. 光色标识在导线上的应用（见图10）

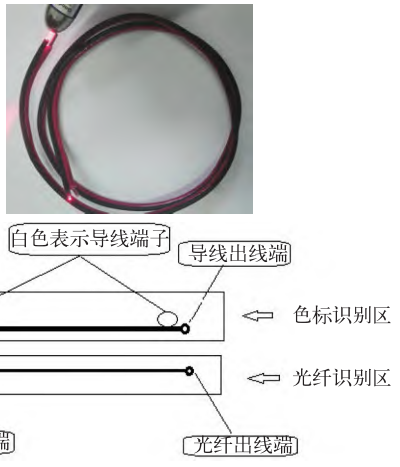


图10　光色标识导线应用及原理

把光纤和电线复合在一起，用光源照射光纤一端，光纤另一端发光，由于光纤和导线复合在一起，因此可利用光纤寻找导线路径。因为光纤和导线很容易区分，所以光色标识导线的色标识别区不标注。

结束语

把具有光色识别功能的电气元件组合成一个电路，普通技术人员看电气元件接线端色标识别区的颜色就能准确判断内部工作原理，用灯光照射一下电气元件接口的光纤识别区就知道对应的接线口。把所有的光色标识电气元件用光色标识导线连接在一起，用灯光照射某一个电气元件的光纤识别区，顺着光亮就可以轻松找到电路接线方向，真正实现不用仪表和图样就能快速分析电路，也为排除电路故障提供一种全新的技术方法。

光源照射端子排（标记白色）上的光纤识别区端口，按钮常开接线端口（标记绿色）发光，证明这根电线一端连接端子排接线口，另一端连接按钮常开接线端口，这样整个电路非常容易分辨，提高了电气元件特性识别效率，减少了电路接线错误率。EA

（收稿日期：2022-09-23）

参考文献

[1] 张可，顾寄南，夏子林，等．基于深度学习的色环电阻检测与判读方法研究[J]．电子测量技术，2022，45(11)：126-133．

[2] 吕杰，马鹏姬，王静雨．变电站二次保护硬压板状态检测及校核系统的研究[J]．电气应用，2021，40(5)：34-38．

[3] 江再玉，石文娟，马晶，等．基于深度神经网络的电气元件符号识别算法[J]．电力系统及其自动化学报，2022，34(2)：48-55．

[4] 卫东，姜平，龚庆东．电气接线时线号管的标注方法[J]．电世界，2021，62(2)：42-43．

[5] 李佳倩．浅析快速识读色环电阻的方法[J]．机电信息，2019(32)：57-58．

[6] 王海洋，宫炜南，赵忠强.基于物联网的电网输电线路状态监测研究[J]．电气应用，2020，39(9)：76-78.

[7] 罗超，王体良，王耀．智能配电终端异常状态监控系统设计与实现[J]．电气应用，2020，39(3)：70-73.