

[开关柜]

低压开关柜触头夹紧力检测仪开发应用

文/兰州石化公司电仪事业部 王群峰 高旭 巴玉江

研究可行的低压柜抽屉触头检测技术标准 and 检测仪器, 适用于各厂家各种柜型一次触头变形及压力测量, 杜绝低压柜因触头接触不良且因发热造成短路非常必要, 应用前景也很广阔。

兰州石化公司电仪事业部低压开关柜共有 ABB、西门子、仪表厂、上海欧通和天水长控等 11 家产品。近年来, 低压开关柜抽屉一次触头短路故障每年发生 5 起左右, 占引起生产波动的设备故障 1/3 以上, 占低压开关柜故障 80% 以上。故障原因是低压开关柜一次触头变形、压紧力不够, 造成接触不良以及发热短路。

电仪事业部经多年的调查研究和试验, 配合相关部门和厂家提出了完善的技术方案, 研制出了新型的低压开关柜一次触头压力检测仪, 并取得了国家实用新型发明专利。

研究方法

1. 传感器结构研究

测试触头夹紧力的微型传感器-电阻应变计是研制的关键, 先后设计试验了四种方案。通过多次验证、否定、调整设计方案, 最终得到了需要的设计方案。此四种方案为:

(1) 力与压力转换研究

在 50 mm 厚度夹紧力测量双面, 各焊接了 11 mm 直径 E 型弹性杯, 后部焊接压力传感器芯体座, 真空注油后在双 E 型弹性杯上测试夹紧力。验证发现, 输出信号基本线性变化, 但稳定性很难解决。主要原因为弹性梁需要一定刚度, 内部注油热胀冷缩需要一定柔性释放, 二者矛盾造成温

度漂移很大, 无法达到稳定测量的目的。

(2) 陶瓷厚膜电阻应变梁研究

考虑到夹紧力传感器厚度限制, 厚度分别 0.64 mm、1 mm 的陶瓷基片成为了二次方案的选择。在 20 mm × 6 mm 陶瓷基片双面各设计两个厚膜电阻, 并通过一端侧面用卡线连接成惠斯顿电桥, 一端固定通电, 另一端加力测量, 输出精度及稳定性满足测量要求。在夹紧力传感器组装中, 需要将陶瓷弹性梁一端紧贴在 3 mm 内部空间高度的夹紧力传感器弹性内面上, 由于陶瓷的不易加工性能, 在尺寸设计和内部固定方面很难实现。

(3) 叉形梁应变片研究

借鉴 S 梁称重传感器的设计思路, 设计了双弹性梁应变式结构, 双梁厚度都为 1 mm, 宽 6 mm, 中间间距 0.5 mm, 梁上各粘贴一对应变片。双梁焊接在夹紧力传感器壳体中间位置, 上下焊接 20 mm × 12 mm × 1 mm 中心具备 0.25 mm 凸起测力面板, 两测力面板后部与外壳焊接。双梁各一对应变片连接成惠斯顿电桥, 通电加力测量, 输出零点稳定, 在 50 N 夹紧力范围内, 输出线性稳定; 超过 50 N 夹紧力, 输出降幅较大。分析原因, 由于梁臂较薄, 夹紧力使双梁贴在一起, 影响了传感器的正常输出; 进一步试验发现, 夹紧力施加的前后位置变化对输出信号影响较大, 影响测量精度。本次验证样品连接二次显

示仪表,与瑞士KISTLER设备测量的数据对比,夹紧力值明显偏小,送甘肃电器科学研究院计量中心检测,仪器检定不合格。

(4) 传感器T形对称双层等强度悬臂研究

将原叉形双支悬臂梁更改为单支T形双层等强度悬臂梁,悬臂梁前后焊接形成一个整体,上下面各对称粘贴一对金属应变片,焊接细引线连接成电桥。利用应变片设计背对背双等强度悬臂焊接复合弹性测力结构,在减小传感器厚度的同时,保证线性度、灵敏度输出达到设计要求;传感器等强度复合梁置于中空的传感器触头内部,在传感器触头中心设计了圆形受力点,仅施加在圆形受力点上的力直接传递到等强度悬臂梁,传感器触头其他部位受力不影响传感器输出,不对测试精度产生影响。

复合弹性梁如图1所示,设计为T形双层前后对称等强度悬臂梁结构,双层梁在前后端头焊接,形成复合弹性梁。复合弹性梁上下表面前后各粘贴一片应变片,上下两面四个应变片连接成惠斯顿电桥,构成测试电路。样机送甘肃电器科学研究院计量中心检测,仪器检定合格。

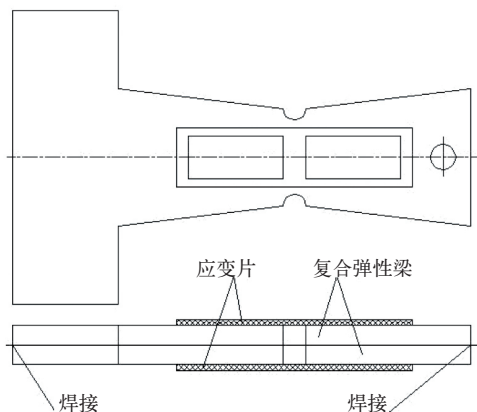


图1 复合弹性梁

2. 传感器壳体研究

夹紧力传感器外壳,采用17-4PH弹性不锈钢加工,前部设计为弧形,利于向开关触头中插拔;后面为上下面对称圆形测力区域、导轨定位卡槽、手把固定区域,外壳中线正中间设计有长方形孔,从后部直通感压区域,后部左右设计有复合弹性梁焊接槽。圆形感压区域为上下对称设计,圆形上下相通,侧壁设计有限位台;导轨定位卡槽,左右部位稍有凸出,可以起到导轨前后、左右限位;手把固定区域为方形设计,利于稳固的固定在把手端头。

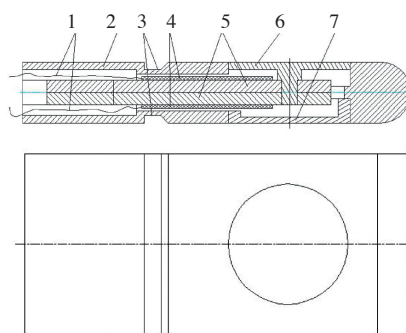


图2 夹紧力传感器及外壳

1—引线 2—壳体 3—导轨卡槽 4—应变片
5—复合弹性梁 6—上测力 7—下测力盘

3. 夹紧力测试仪导向头研究

根据ABB MNS、西门子8PT、天水长控GCK开关柜分支母排厚度和一次插件的结构,设计了不同的固定导向头,分别为ABB MNS A型、ABB MNS B型、西门子8PT型及天水长控GCK型。

4. 夹紧力测试仪数显部分研究

采用单片机和A/D转换器进行数字处理,可以得出精度不小于 $\pm 0.5\%$ 的数据,可上线和下线存储功能,由提示软件菜单选定各类测量方式。数据处理后由高亮度绿色12 864点阵主动发光型OLED屏显示,并有蜂鸣器提醒和专用绿红OK和OUT灯提示输出结果合格与否。

仪器结构与创新点

1. 一次触头压力检测仪结构

由探头手柄部分;微型传感器—电阻应变计;4位半数显表头三部分组成。

1) 检测仪手柄可夹住并更换各种规格触头,微型传感器封装在测试触头内。

2) 压力检测仪数显部分采用高精度A/D转换器配合4位半显示器,精度达到0.5%。



图3

2. 主要创新点

(1) T形对称双层等强度悬臂设计

T形梁的T字头是为端头焊接固定弹性梁设计的;T形设计为中间窄两端宽的对称等强度梁结

构，通过两片T形梁端头焊接，使粘贴在同一个面对称位置上的应变片受到的应力相等，方向相反；上下面四个应变片连接成电桥。

(2) 夹紧力传感器壳体设计

壳体设计将T形悬臂梁放置于壳体中空部位，防止外力对应变量的影响；测力部位设计在壳体测力面中部，采用圆形托盘连接在弹性梁，利于夹紧力定位精确测量；壳体中后部设计有导轨卡槽，开关触头定位；后部横向设计有T形梁焊接卡槽，方便梁端头固支。

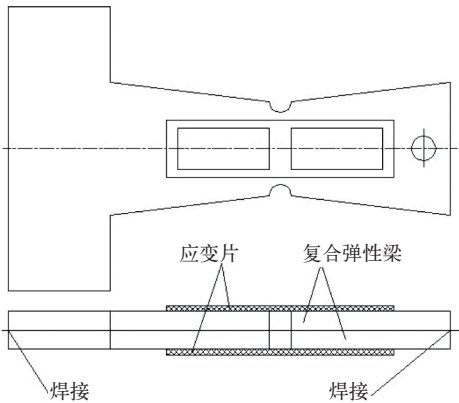


图4 T型对称双层等强度悬臂梁

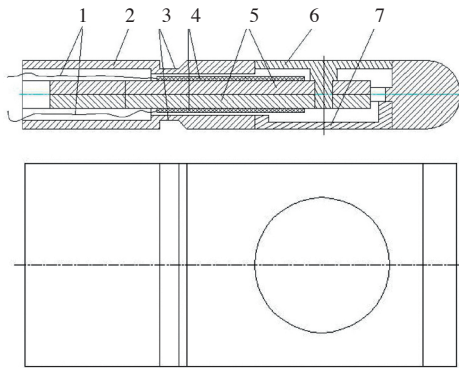


图5 夹紧力传感器及外壳

1—引线 2—壳体 3—导轨卡槽 4—应变片
5—复合弹性梁 6—上测力 7—下测力盘

3. 与当前国内外同类技术对比

1) 国外技术现状：ABB、西门子开关柜为国外技术，国内组装；其他产品均为国内自己制造。只有ABB MNS柜型采用触头压力检测维护，触头夹紧力检测仪器由ABB公司委托瑞士

KISTLER公司OEM制造，不对外销售，ABB公司负责检测服务，费用很高，开展工作不方便。西门子8PT柜型没有一次触头检测仪器和标准。

2) 国内技术现状：国内开关柜生产厂家制造的产品种类多，有GCK、GGD、GCS和MCS等柜型。经市场调研，国内企业没有对开关柜一次触头夹紧力进行检测，出厂抽检通过目测、电流试验、抗疲劳试验来判断一次触头的优劣。在运行中没有仪器设备来检测一次触头的好坏，只能通过维护人员目测或巡检判断一次触头是否变色，人为的因素很多，不适于运行维护。

3) 与国外产品主要性能指标比较。与国外产品主要性能指标比较如下表所示。

表 与国外产品主要性能指标比较

序号	项目	触头压力检测仪 MNS-1参数	瑞士KISTLER 检测仪Type5995 参数
1	量程/N	0~120	0~120
2	激励电源/V	6 (5~12)	12
3	准确度/%FS	0.5	1.0
4	非线性 (%)	≤0.5%	≤0.5
5	重复性 (%)	≤0.3%	≤0.2
6	迟滞 (%)	≤0.2%	≤0.2
7	零点温度漂移 (%FS/°C)	≤0.02	—
8	灵敏度温度漂移 (%FS/°C)	≤0.02	—
9	工作温度/°C	-10~50	-10~50
10	过载能力	1.5倍	—
11	壳体材料/H	17~4	—

应用效果

1) 应用新型低压柜一次触头夹紧力检测仪在天津长城成套开关电器制造有限公司GCK低压柜上、在上海欧通电气有限公司8PT低压柜上检测，操作检测方便，数据准确可靠，运行效果良好，取得了较好的经济效益和社会效益。

2) 应用新型低压柜一次触头夹紧力检测仪在电仪事业部停车检修装置的低压柜一次触头检测，共检测1 315面开关柜，发现不合格一次触头57个，全部进行检修或更换。通过触头压力检测，提前发现低压开关柜抽屉一次触头变形、松动，杜绝了开关柜短路故障，2014—2016年低压开关柜短路故障降为0次。EA

(收稿日期：2018.07.31)

(编辑：白文亭)

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告