

电线电缆导体直流电阻测量探讨

张丽娜 杜刚

(辽宁宝林集团有限公司, 辽宁 沈阳 110141)

摘要:电线电缆导体直流电阻是表征电缆电气性能的重要指标之一,而导体直流电阻试验是考核导体导电性能的主要手段,准确测量电线电缆导体直流电阻对电线电缆的安全使用有着重要作用。现就导体测量过程中需要注意的事项进行探讨。本文浅析电线电缆导体直流电阻测量方法,对导体电阻测试仪量程的选取及测试时需注意的事项进行了详细阐述。

关键词:导体直流电阻;匹配;精度;夹具

引言

1 导体电阻测试仪量程选择

测量出准确的导体直流电阻首先要选好合适的、相匹配的量程,特别是在电阻趋于临界值时,准确量程尤为重要,否则会造成导体直流电阻的误判。

测量电线电缆导体直流电阻的仪器分为数字式直流电阻测试仪和电桥式直流电阻测试仪,数字式直流电阻测试仪只需输入导体直径即可数字直读,测量速度快,现已被电缆生产企业普遍采用。

常见数字式直流电阻测试仪的档位有 $200\mu\Omega$ 、 $2m\Omega$ 、 $20m\Omega$ 、 $200m\Omega$ 、 2Ω 、 20Ω 、 200Ω 、 2000Ω 。为保证产品质量,生产厂家应进行电缆半成品电阻检测(导体绞和工序)和成品电缆电阻检测。由于导体直流电阻是保证电缆正常运行的关键参数,另外铜铝价格昂贵,要想不大量分割导体进行检测,即节约材料又准确测量出产品导电性能,就需要根据不同场合、准确判断、精确选择电阻测试量程。

根据电阻定律 $R=\rho L/S$ (ρ 材料电阻率, L 试样长度, S 被测导体试样截面积),电阻与电缆截面积成反比,截面越大,电阻越小,选用的量程就应越小;同一截面的电缆半成品,检测长度短,通常选择较小量程,成品测试长度长,通常选用较大量程。

导体直流电阻是越小越好,测试电阻选取量程原则是选小不选大,即 $2m\Omega$ 档和 $20m\Omega$ 档均能测出数据时,选用 $2m\Omega$ 测量而不用 $20m\Omega$ 档测量。因为 $2m\Omega$ 档比 $20m\Omega$ 档精确度高 10 倍,数据显示位数多一位。例如铜芯交联聚乙烯导体 $150mm^2$ 在半成品测试时,用 $20m\Omega$ 档测量,仪表显示 $0.120m\Omega$,用 $2m\Omega$ 档测量,仪表显示 $0.1196m\Omega$,可以看出,二者显示数据是有差别的,特别是导体电阻处于临界值时,用 $20m\Omega$ 档测量,由于精度不够,通过数值修约,结果往往就会存在 $0.001-0.0001$ 之间的误差,就会出现合格和不合格两种结果。这时,显示值会比真实值小或者大,读数小的误以为半成品合格,成品线段再次检测就出现不合格;电阻读数大的半成品,车间通过调整导体线径,采取补救措施又会加大成本,无形中给企业造成浪费。所以,这时用最小量程 $2m\Omega$ 档的测试仪测量更为准确。

对于半成品控制,使用最小量程为 $20m\Omega$ 档的电阻测试仪可以在材料电阻余量较大的情况下进行检测,如 25 平方及以下小截面导体不会显现出以上矛盾,但导体电阻在临界值附近时,中间控制也要选择最小量程为 $2m\Omega$ 档的电阻测试仪才可避免电阻误判的现象。

除准确选择量程外,测量仪器本身最小量程范围如果不能满足测试要求,那么就不能随意用来测量小它一档量程的导线电阻。例如应该用最小量程 $20m\Omega$ 的电阻测试仪测量导线,而有的企业为节省费用,购买了最小量程 $200m\Omega$ 的电阻测试仪代替最小量程 $20m\Omega$ 电阻测试仪测导线,那么最终会由于 $20m\Omega$ 测试仪精确度不够,出现半成品检测合格,到成品检测又不合格的现象;或半成品检测电阻大于标准要求很多的现象。所以,相匹配、精确的选取量程是获得电阻准确值的重要依据。

2 导体电阻测量须注意的事项

电阻率测量的主要程序,备样、称重、测量。在这几个程序上面应该注意的事项主要有以下几点:

2.1 备样的过程中必须确保样品整体平直、无弯曲,如果需要将试样拉直,不应有任何导致试样导体横截面发生变化的扭曲,也不应导致试样导体伸长。特别是绞合导体,应确保导体横截面平滑无倾斜面,以减少长度测量的认为误差导致面积计算误差。

2.2 试样表面处理:试样在接入夹具前,应预先清洁其连接部位的导体表面,去除附着物、污秽和油垢。连接处表面的氧化层应尽可能除尽。

2.3 称重的过程必须确保天平、电子秤的精度(保留有效数字、清零)杜绝人为操作失误造成的结果错误。(如果使用千分尺或卡尺测量直径,至少在三处进行“交叉十字”测量计算取平均值。)

2.4 测量长度时,必须保证样品是平直无弯曲,并合理取舍有效数字(样品平直度较好(实心导体)可以直接读数,平直度不好时(绞合导体)应多测几点,把相应数值进行取平均值处理,确保面积计算准确,防止出现边缘问题。

2.5 恒温处理是电阻测量时的关键工序,必须保证样品有足够的恒温时间(不得少于 7 小时,在生产需要时预测数据时也不能少于 3 小时),确保测量数值的准确性,特别是在测量恒温时间较短的样品,数据可能不显示实际的数值。

2.6 水银温度计最大允许误差 $\pm 0.2^\circ\text{C}$,实验室测量时,恒温的温度必须保证在标准温度 20°C 的 $\pm 3^\circ\text{C}$ 之间,温度不能过高或是过低,虽然存在温度系数进行校正,但如果试样温度和实际恒温温差过大,将直接延长试样内部组织的稳定时间。在进行成品检测前,先将样品静置一段时间,使其温度接近于外部环境温度,同时尽量控制外部环境温度不变。在生产紧急的情况下匆忙测量,可能会出现实验数据的失真现象。

2.7 夹具是电线电缆中导体电阻检测的重要装置,常用夹具有刀形和圆环形两种,刀形夹具只适合于测量测量单线或者实心线,而绞和结构的大截面线芯,随着刀形夹具垂直压紧力越来越大,易使其侧面各根单线松开,线芯变形,导致测量结果具有不确定性。环形夹具则是沿着圆周方向压紧的,能使绞和线芯中各单线紧密接触在一起,但由于单线表面氧化,被测试样与夹具之间存在接触电阻,接触电阻的大小随氧化层的厚度及性质变化,也与被测试样同连接夹具之间的接触面积及松紧程度不同而不同,另外,电位电极刀口长期使用磨损而发生接触不良的现象均使测量数值具有分散性。

该问题的解决方法可以是,将夹具和线芯的两端尽量靠近以降低误差,或者将电流直接通过连接位置,研究表明,铜线芯的电缆,其测量所用电流最好不超过 $1A/mm^2$ 。或者可以采用端部焊接法,由于铝接触空气即形成氧化铝膜,所以大截面铝绞线,可采用标称截面与试样相同的铝压接头(铝鼻子)并用常规压接工具压接以保证压接后的导体与接头融为一体。电位电极应采用软铜丝在绞线外紧密绕 2 圈后打结,防止松脱。

但购置不同规格的铝线鼻子会使试验费用大大增加,经过反复试验,在刀口与绞线接触的部位,将绞线上紧密缠绕铜带,不仅节约费用,也起到了降低接触电阻的作用。

2.8 测量是最后的工序,在测量的过程中必须保证电桥的电压稳定(特别是在多个用电器同时启动的过程中尽量不进行电阻的测量工作),同时注意电流端和电压端的接触良好。

测量速度:数字式测量仪由于不需要进行反复繁杂的平衡操作,测量速度的提高除了节约时间外,更大的好处是减少了测量电流对被测导线的加热效应,提高了测量数据的准确性和可靠性。

试验所用电流大小要适当,不可过高,否则可能会导致导体的温度升高,如果是测量样品的电阻较小,一般是小于 0.1Ω ,则要采用反向电流重复测量,两次试验取均值。

除了接触电阻和电流大小之外,如果线芯的温度同外部存在温差或者样品长短等也会影响实验结果。根据不同导体、不同的型号规格测量,必须严谨、认真、科学的进行测量,切忌匆忙测量。

3 结束语

综上所述,随着科技的发展和社会的进步,电线电缆质量成为关系电力运行安危的重要因素之一,而电缆导体电性能的优异无疑会在用电安全、降低不必要的线路损耗上作出应有贡献。相信在生产、检测设备日新月异的今天,电线电缆检测人员也会不断提高操作水平,摸索创新,提高测量精度,今后,电缆导体的检测技术将会越来越精准。