

220 kV 支柱绝缘子断裂原因分析及对策

闫东¹, 卢明¹, 姜国庆², 张柯¹, 沈芃¹

(1. 河南电力试验研究院, 河南 郑州, 450052; 2. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052)

Analysis and Countermeasures of Fracture of 220 kV Post Insulator

YAN Dong¹, LU Ming¹, JIANG Guo-qing², ZHANG Ke¹, SHEN Fan¹

(1. Henan Electric Power Research Institute, Zhengzhou 450052, China

2. Henan Electric Power Company, Zhengzhou 450052, China)

摘要: 针对 220 kV 支柱绝缘子瓷件断裂事故, 通过理论计算和试验, 指出由于现场安装不当等原因可以导致支柱绝缘子断裂, 探讨和分析了支柱绝缘子瓷件断裂的原因并提出了相应的对策。

关键词: 支柱绝缘子; 断裂; 对策

中图分类号: TM216

文献标识码: B

Abstract: This paper aims at the fracture of post insulator used in 220 kV substation in Henan. According to the theoretical calculation and the experiment, the fracture reasons are analyzed, and it is pointed out that the reasons are unsuitable assembling on-site and so on. Countermeasures relevant to the problem are proposed.

Key words: post insulator; fracturation; countermeasures

1 引言

支柱绝缘子断裂问题已经成为困扰变电设备安全运行的一大隐患, 为此, 河南省公司着重对存在问题的支柱绝缘子共 10 余个站进行了更换, 经过近一年多的改造过程, 发现生产单位在具体改造时存在一些问题。支柱绝缘子的断裂原因, 除了本身的质量问题外, 合理的选择金具以及施工工艺也尤为重要。

2 金具选用问题

2.1 原有金具

现场使用的早期金具多为图 1 结构。这种金具与 DL/T697-1999《硬母线固定金具》及电力工业部 1997 年修订的《电力金具产品样本》有关章节均不相符, 仅能用于 T 接金具, 最多只能使用在固定位置, 应逐步彻底淘汰这种固定金具, 见图 1。

另外, 目前现场仍大量使用的是标准中规定的

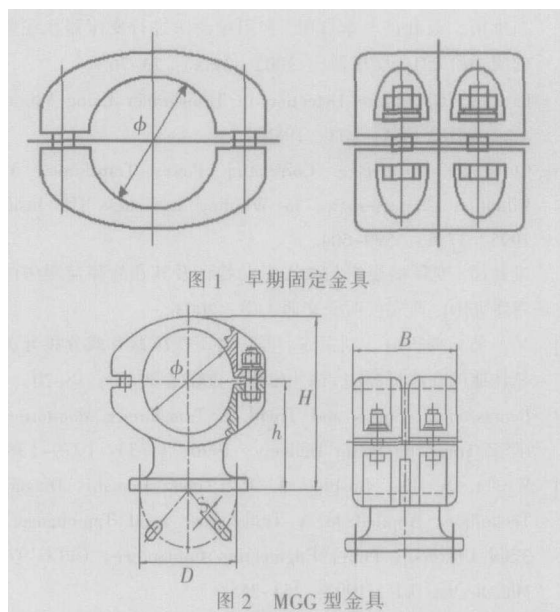


图 1 早期固定金具

图 2 MGG 型金具

下面结构的 MGG 型金具, 这种金具是与 DL/T697-1999《硬母线固定金具》及电力工业部 1997 年修订的《电力金具产品样本》相符的, 见图 2。

该金具在理论上解决了管母的滑动问题, 是在原有不能滑动金具基础上的一个进步。但安装时必须按照图 3 进行正确安装, 否则起不到任何作用。

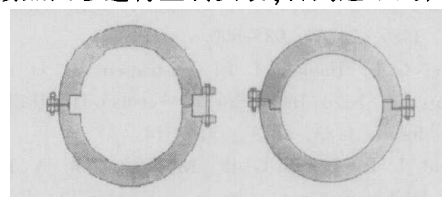


图 3 管母金具配合示意图

有的单位虽然使用这种金具, 但仅通过加垫片保证滑动, 这也是没有彻底理解安装工艺。

经过近 10 年的使用, 现场普遍反映即使安装正确, 也不能彻底解决滑动问题, 所以在使用时也应特

收稿日期: 2005-08-09; 修回日期: 2005-09-30

作者简介: 闫东 (1972-) 男, 工程师, 从事架空线路、电力电缆及过电压的研究工作。

别注意:虽然这种形式的管母金具符合有关标准,但不合适的金具与管母公差配合也极易导致不能正常滑动,也应逐步淘汰。

2.2 推荐新型金具

随着科学的不断发展,技术也在不断的进步,近一两年,由于管母支柱绝缘子断裂事故的不断增多,金具厂家也在根据用户的需求,研制开发新型的管母金具。如:某厂研制开发的下面结构的固定金具MGG1(滑动型)和MGG2(固定型),见图4。虽然在部颁产品样本以及部颁标准DL/T697-1999《硬母线固定金具》中未有提到,但经过和省电力勘测设计院有关技术人员详细校核,并多方调查了全省以及外省的管母金具使用情况,得知该种形式的金具自1999年以来,在河南省及外省众多220kV户外变电装置中得到了广泛的使用,运行情况良好。值得一提的是,郑州小刘500kV变电站220kV部分管母支柱进口金具即采用的这种形式,因相应的进口支柱绝缘子选用的也是抗弯负荷4kN,抗扭负荷2kNm的产品,运行至今已将近20年,情况良好。应该说这种结构的金具较好的解决了管母热胀冷缩产生的滑动问题,提倡积极使用。

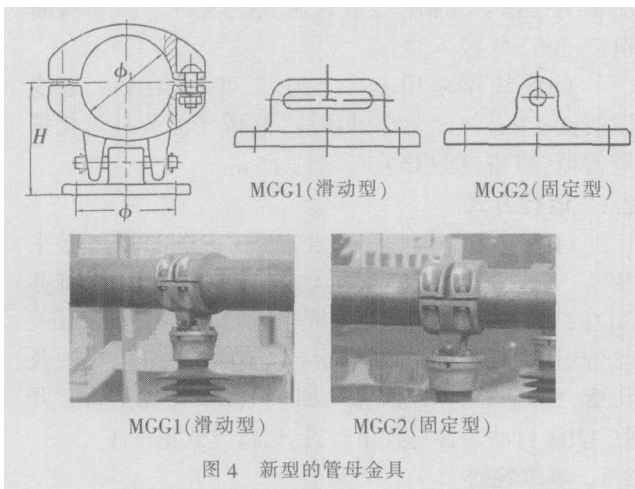


图4 新型的管母金具

3 安装问题

管母金具的安装存在问题,金具与管母线的尺寸配合也存在问题,这两个问题的存在造成这一节母线上的4对金具与管母线之间形成比较紧固的连结,管母线与金具之间不能自由滑动,节与节之间的伸缩节不能起到应有的作用。因热胀冷缩,管母线沿轴线伸缩变形对支柱绝缘子上端产生长期弯曲作用力,特别是在风力较大时,管母线受到了风力和由风力产生的高频低幅振动迭加在支柱绝缘子上,对绝缘子的使用极为不利,是造成绝缘子折断的一个原因。

由于母线金具安装不正确,金具与管母均为抱死连接,由于温度变化导致管母长度变化,从而使支柱绝缘子产生应力,见图5。

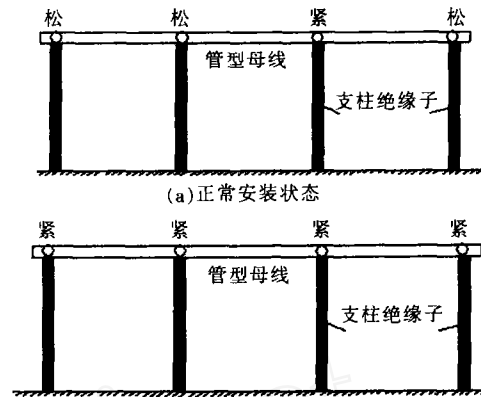


图5 安装状态

若图5采用推荐的MGG₂型管母金具,则“松”为MGG1(滑动型),“紧”为MGG2(固定型)。同时,使用MGG₂型管母金具也应将中间螺杆对中,避免发生安装偏心导致没有滑动余量的问题,见图6。

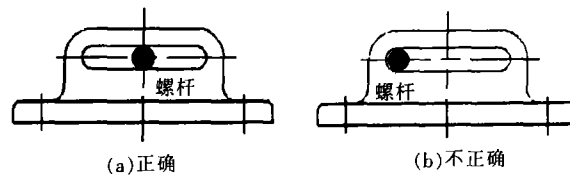


图6 穿芯螺杆的安装

4 建议采取的对策

(1)应立即对管母连接金具MGG型金具的安装进行普查,见图7,调整不正确的安装,应注意滑动型和非滑动型母线金具的配合。严格按GBJ149-90《电气装置安装工程母线装置施工及验收规范》第2.3.4条规定执行。

(2)逐步淘汰MGG型金具(见图7)和图8所示金具。

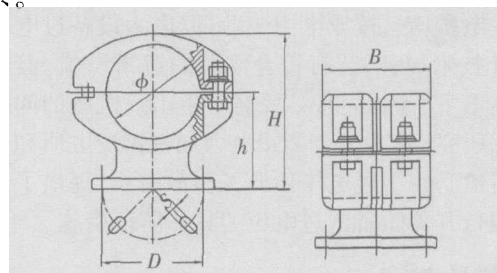


图7 MGG型金具的安装

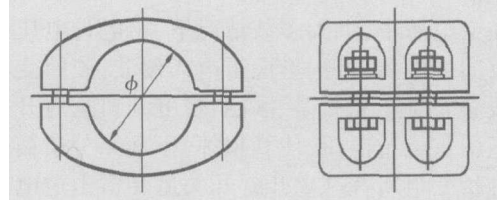


图8 淘汰的金具

(3)新建或改造的项目推荐使用MGG1(滑动型)和MGG2(固定型)管母金具。见图9。

(下转第470页)

因此,当雷电过电压从线路传入变电所时,如果该雷电波传至带电开口运行开关时,即相当于过电压波传到末端开路时的情况。由于过电压波传到开路末端时会发生全反射,将使开路末端的电压上升为入射波电压的2倍,即相当于雷电过电压入射波的2倍,这样就会对开关绝缘造成严重威胁,很容易造成开关设备的损坏^[1-3]。因此,在考虑变电所过电压保护时尤其要对此引起高度重视。

针对35 kV开虹3403线的开关烧毁事件,对事故开关进行了详细分析,事故原因如下:

35 kV开虹3403线A相进线段出口处遭近区雷击,雷电波沿A相线路侵入变电所,A相线路避雷器正常动作,在35 kV开虹3403线开关A相动触头处的雷电过电压幅值 U 为避雷器的残压 $U_{c.s}$,再加上雷电波在避雷器接头与开虹3403线开关动触头电气回路的反射值 U_f (开路末端电压波会产生全反射^[4],即有:

$$U=U_{c.s}+U_f=134+2\alpha L/\nu \quad (2)$$

式中: α 为雷电波陡度,kV/s; L 为避雷器接头与开虹3403线开关动触头间电气回路距离,单位m; ν 为雷电波行进速度,m/s。

考虑导线电晕的衰减和变形,进入变电所雷电波的波前陡度为:

$$\alpha=\frac{U_{c.s}}{l_h(0.5+\frac{0.008U_{c.s}}{h_d})} \quad (3)$$

式中: l_h 为进线段长度; h_d 为导线高度。开虹3403线的进线段长度为1 km,导线高度约为10m,由此可以计算得到:

$$\alpha=\frac{134}{1 \times (0.5 + \frac{0.008 \times 134}{10})} = 220.7 \text{ kV}/\mu\text{s} \quad (4)$$

又: $l=15 \text{ m}$, $\nu=300 \text{ m}/\mu\text{s}$,由式(1)可以得到:

$$U=134+2 \times 220.7 \times 15/300=156.07 \text{ kV}$$

考虑开关A,B两相之间还存在工频额定电压,其电压幅值为:

$$U_{gl}=35 \times \sqrt{2}=49.5 \text{ kV}$$

如果考虑雷击A相时,则A,B相之间的工频电压刚好与之反向,且数值为最大幅值的2/3(这是完全可能的)。叠加后开关A,B两相之间的总电位差为:

$$U_{gh}=156.07+33=189.07 \text{ kV}$$

(上接第467页)

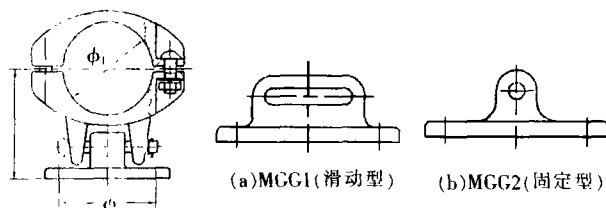


图9 新建或改造管母金具

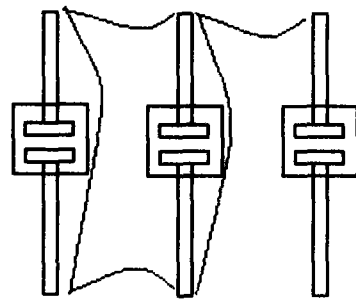


图2 引起工频电弧的示意图

该值超过了开关相间的雷电冲击耐受水平185kV,因此,雷电过电压引起开虹3403线开关线路侧A,B相间击穿短路,并最终导致母线侧三相短路,开关A,B相两极短路。

4 加强防范雷电侵入波的相应改进措施

由上述35 kV带电开口运行开关防雷击过电压事故分析可知,过电压在开路末端发生过电压全反射,是造成过电压水平增加的主要原因。因此,必须从提高开关本身耐受过电压能力和加强绝缘的过电压保护两方面采取相应的措施。

(1)提高35 kV开关断口的耐雷水平

针对需带电开口运行的开关应选用断口雷电冲击耐受水平较高的开关;对地和相间200 kV,断口215 kV(雷电峰值)。断口绝缘裕度由1.03提高到1.20。

改善断口雷电冲击耐受水平:真空泡加绝缘材料,改善断口外绝缘电场分布,达到改善断口雷电冲击耐受水平的目的。

(2)将线路避雷器安装在开关的动触头处

这时 $L=0$,断口绝缘裕度由1.03提高到1.07。

参考文献:

- [1] 黎利佳,周延龄.五强溪水电厂GIS雷电侵入波过电压计算研究[J].湖南电力,1996(5):7-13.
- [2] Ali F Imece, Daniel W Durbak, Hamid Elahi, et al. Modeling Guidelines for Fast front Transients[J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1996, 11(1): 493-506.
- [3] Application of Surge Protective Devices Subcommittee. Modeling of Metal Oxide Surge Arresters[J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1992, 37(1): 302-309.
- [4] 赵智大.高电压技术[M].北京:中国电力出版社,1999.

5 结语

(1)金具选用问题及安装问题是支柱绝缘子断裂的重要原因。

(2)建议新建或改造的项目使用MGG1(滑动型)和MGG2(固定型)管母金具。