[输电线路]

输电线路杆塔抗倾覆技术研究

文/国网天津经研院　蒋春梅　孟令键　张晓亮

随着天津地区经济的快速发展，地域环境的不断变化，输电线路现有的抗倾覆技术手段很难满足运行要求，电网的稳定运行受到极大威胁。结合输电运行工作实际，提出影响输电线路稳定运行的混凝土杆倾斜、拉线松动和基础倾覆3类问题，同时对以上问题进行深入调查分析，找到影响线路可靠性的直接原因，即螺栓松动、拉线UT丢失、基础松动和塔材丢失。通过研制新型防护工具，有效避免了倒杆事故的发生，提高了输电线路运行可靠性。

近年来随着天津地区的快速发展，地域环境不断变化，这给输电线路运行提出了新的难题，大部分线路混凝土杆均为20世纪七八十年代投运，虽然近两年电网改造工作进展顺利，但仍然有部分混凝土杆由于技术落后导致运行可靠性受到严重威胁。其中表现比较突出的问题有以下几方面。

1）混凝土杆倾斜问题。经运行人员仔细测量发现：输电线路倾斜度超过15%的杆塔占全部杆塔数量的10%，容易引起故障。

2）拉线松动问题。输电工作人员对管辖北辰地区的13条110 kV和31条35 kV输电线路进行勘察。其中35 kV岩驯线、岩克线、和双线、顺南线和110kV和振线、郎风二线由于所处地理环境偏僻，部分电杆拉线金具经常被锯盗，容易造成混凝土杆倾斜甚至倒杆，严重威胁了着线路的安全运行。

3）杆塔基础倾覆问题，在抽查的46条线路463基混凝土杆中，输电线路中基础倾覆系数小于1.5的混凝土杆占全部混凝土杆数量的10%，容易引起电杆倾覆引发故障。

通过对以上3类问题的系统调查研究，详细分析造成以上问题的原因并制定有针对性的措施，提高输电线路可靠性。

现状调查

输电运行人员对发生问题最严重的线路进行调查并深入分析其原因，列出针对问题比较严重的421基混凝土杆，有关混凝土杆倾斜、拉线松动和基础倾覆问题的调查表，如表1所示。

表1　混凝土杆倾斜、拉线松动和基础倾覆问题调查表

序号	引起三类问题直接原因	数量（杆基数）/个	发生各类问题的混凝土杆数量占问题混凝土杆数的总数的百分比（%）
1	拉线松动或丢失	10	2
2	基础松动	30	7
3	外力破坏	5	1
4	螺栓松动	231	55
5	拉线UT丢失	122	29
6	塔材丢失	23	6

由表1可见，在以上问题中对线路可靠性影响最突出的原因有4点：螺栓松动、拉线UT丢失、基础松动和塔材丢失，总比率约为97%。

改进技术措施

1．拉线金具防盗护套的研制

输电工作人员通过大量资料的查找，从“拉线反光警示管”得到启发，确定防盗护套的形状和体积。

1）形状。可以将防护套形状做成椭圆型。

2）体积。在体积上输电工作人员考虑应将金具完全封闭，才能达到对金具完全保护的效果，所以输电工作人员测量了拉线棒外露地面部分的尺寸，外露长度为0.5 m，拉线棒直径为16 mm，如图1所示。经过分析考虑到安全性，最终输电工作人员将护套长度确定为1 m，将直径确定为0.08 m。最终确定护套体积为$1\times\pi\ (0.08/2)^2\approx0.005\ m^3$。

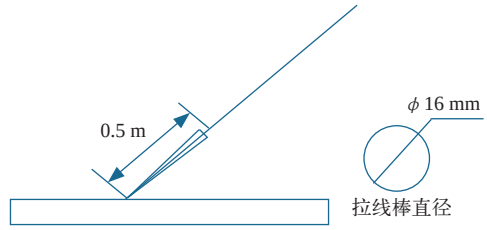

图1　拉线棒外露地面部分尺寸

2．材料的选择和实验分析

1）通过查阅大量资料，输电工作人员最终确定了3种材料作为护套的材质：瓷、普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥。

2）3种材料的试验分析如表2～表4所示。

表2　研制瓷制防护套的试验分析

试验测算	特点	分析结论
瓷密度为2 300 kg/m^3 材料价格约为1.2元/kg 按照护套体积确定成本：1.2×2 300×0.005＝13.8（元）	优点： 能从根本上解决问题 抗腐蚀性好 缺点： 制作难度大 外委开支大 瓷体容易破坏	造价高，制作难度大，不适合批量生产

表3　普通硅酸盐水泥防护套的试验分析

试验测算	特点	分析结论
普通硅酸盐水泥的密度为1 300 kg/m^3 材料价格约为0.26元/kg 按照护套体积确定成本：0.26×1 300×0.005＝1.69（元）	优点： 能从根本上解决问题 抗腐蚀性好 缺点： 制作工艺简单 需要外委，但开支较瓷制小	成本低，适合现场制作

表4　硅酸盐水泥防护套的试验分析

试验测算	特点	分析结论
硅酸盐水泥的密度为1 500 kg/m^3 材料价格约为0.36元/kg 按照护套体积确定成本为：0.36×1 500×0.005＝2.7（元）	优点： 能从根本上解决问题 抗腐蚀性好 缺点： 制作工艺简单 需要外委，但开支较瓷制小	成本较普通硅酸盐水泥高，适合现场制作

通过对以上各材质的分析可知，输电工作人员认为普通硅酸盐水泥价格低廉，并且制作工艺较简单，适合于现场组装，此方案最为可行。最终确定材质为普通硅酸盐水泥。

3．护套表面颜色的选择

输电工作人员选取“拉线反光警示管”的红白相间颜色，其特点如下。

1）警示作用较强，可以起到防撞效果。

2）表面红白相间可以增强美观效果。

3）上色方法比较简单。

4．安装步骤

如表5所示。

表5　安装步骤

安装拉线金具外护套	1	做护套底盘	使护套稳固	用普通硅酸盐水泥做材质填充
	2	制作护套	防止金具被盗	用普通硅酸盐水泥做护套材质
	3	上红白相间色	防撞，起警示作用	护套外包绝缘布，用红白油漆刷在绝缘布上

5．18 m电杆安装混凝土杆卡盘

安装卡盘的目的是有效的防止基础松动造成的混凝土杆松动，卡盘是用U形抱箍固定在电杆上埋于地下，其上口距地面不应小于500 mm，允许偏差±50 mm。卡盘安装在线路上时，应与线路平行，并应在线路电杆两侧交替埋设。承力杆上的卡盘应安装在承力侧，如图2所示。

输电工作人员于2013年9月开始陆续为北辰地区线路混凝土杆安装卡盘，并在之后加强运行维护，观察加装卡盘后的效果。

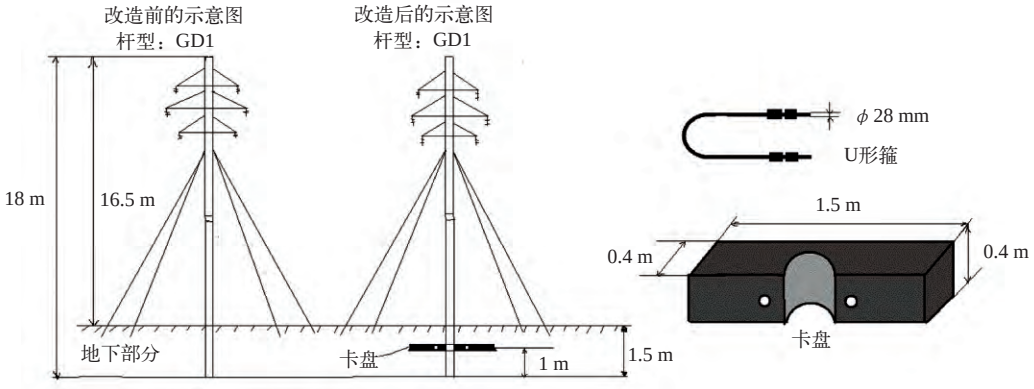

图2　混凝土杆卡盘安装示意图

应用效果

1）这种拉线金具外护套采用硅酸盐水泥，硅酸盐水泥的耐磨性好，且干缩小，表面不易起粉，具有良好防锯盗作用。

2）拉线金具外护套表面涂有红白相间的油漆涂层，白天和夜晚比较醒目，使拉线具有良好的防撞作用。

3）安装混凝土杆卡盘较有效地防止了混凝土杆发生基础倾覆的现象，从而降低了倒杆事故的发生率。

实践证明，通过以上方法可以完全杜绝金具被盗引起的事故，为线路维护工作提供方便；拉线金具防盗护套和混凝土杆卡盘作为有效的防护工具，可以推广应用至其他单位。

结束语

输电运行工作人员结合实际工作，通过对输电线路的运行状况进行全面分析，发现影响输电线路稳定运行的3类问题主要是混凝土杆倾斜、拉线松动和杆塔基础倾覆。通过对以上问题进行深入调查分析，找到对线路可靠性影响最直接的原因为螺栓松动、拉线UT丢失、基础松动和塔材丢失。通过研制并安装拉线金具防盗护套和混凝土杆卡盘，充分发挥硅酸盐水泥和警示漆的防撞、防盗作用，有效避免了倒杆事故的发生，提高了输电线路运行可靠性。EA

（收稿日期：2016.03.16）

（编辑：刘群垚）

西门子携手法雷奥打造电动汽车动力总成领域的全球领导企业

西门子日前与法雷奥集团签订协议，双方将共同组建一家从事高压动力总成业务的合资企业，从而在创新和经济型高压组件及系统业务领域占据全球领导地位。该合资企业的产品可搭载于各类电动汽车——包括混合动力、插电式混合动力和全电动汽车。立足于双方互补的业务范围和产品组合，该合资企业将能在制造与采购方面取得巨大的协同优势，为确保持续增长和盈利能力奠定良好的基础。未来几年，电动汽车组件市场预计呈增长态势，到2020年，其年均复合增长率将超过20%。根据协议，西门子与法雷奥将分别持有合资公司50%的股份，根据权益法双方共同对该合资公司进行管控，并对所占股份自负盈亏。

西门子股份公司管理委员会成员何睿淇（Klaus Helmrich）表示：“法雷奥西门子合资公司的组建是立足欧洲的又一个典范。将西门子在电机与逆变器领域的丰富经验与法雷奥的汽车业务专长和全球客户群结合起来，将为两家公司在不断增长的电动汽车市场中开拓发展奠定了坚实的基础。”