

输电线路引流线及其连板发热缺陷的处理与改进措施

杜志佳，宫衍平

(南京供电公司，江苏 南京 210019)

摘 要：输电线路引流线及其连板发热是输电线路在运行过程中，尤其是在大负荷运行的过程中存在的一类常见缺陷。该类缺陷一般通过红外测温等手段发现。本文分析了输电线路引流线及其连板发热的主要原因，阐述了带电处理这一缺陷的主要步骤，从班组操作实践的角度提出了改进后的处理方法。

关键词：输电线路；引流线；红外测温；分析原因；带电处理；改进

0 引言

2012 年 7 月 23 日，因南京地区“出梅”以来气温居高不下，南京电网负荷攀升至 721.5 万千瓦。2012 年 7 月 31 日，网供负荷再创新高，达到 753.3 万千瓦。在这一形势下，公司各级部门均要求生产单位做好“迎峰度夏”工作，确保南京地区供电万无一失。

为了掌握输电线路运行状况，保证南京电网的可靠运行，输电运检工区按照相关要求全面开展了线路红外测温工作。高压带电作业班对红外测温超出标准的输电线路引流线及连板进行了带电作业处理，本文分析了引流线及连板发热的主要原因，阐述了带电作业处理流程，并基于班组实践提出了改进处理措施。

1 引流线及其连板红外测温结果

运行经验表明，耐张杆塔的引流线及其连板发热，影响输电线路的安全运行，严重的可能导致引流线连板蚀穿、引流线脱落等故障。

《架空输电线路运行规程》中规定，跳线（引流线）连板温度不得超过同导线温度 10℃，并且不得高于导线的运行最高温度 70℃。规程还规定，输电线路节点（并沟线夹、跳线引流板、T 型线夹和设备线夹）连接处发热温度大于 130℃或相对温差 不小于 95%时，为危急缺陷；发热温度大于 90℃或相对温差 不小于 80%时为严重缺陷。

在“迎峰度夏”期间，输电运检工区红外测温的重点集中在工区所辖及代维的 110kV 及以上线路的耐张杆塔引流线及其连板，测温中发现的温度异常情况如表 1 所示。

表 1 耐张杆塔引流线红外测温异常情况统计

序号	线路名称	电压等级/kV	缺陷点位置	缺陷点温差/℃
1	殷天 794	110	#12	18.7
2	黄肖 4907	220	#2	22.5
3	黄肖 4907	220	#21	23.1
4	莫虎 797	110	#8	16.4
5	金王 5604	500	#5	17.1
6	唐苏 4Y37	220	#7	46.2
7	唐苏 4Y38	220	#16	33.6
8	唐苏 4Y38	220	#23	28.9
9	唐高 4Y39	220	#9	22.5
10	河州 7A7	110	#14	27.6
11	东廻 5651	500	#21	18.3
12	东廻 5651	500	#55	25.5
13	盘江 4616	220	#36	22.7
14	经尧 727	110	#4	23.9
15	大雨 2561	220	#19	40.1
16	盘江 4616	220	#22	12.1
17	庄热 2576	220	#1	21.9
18	龙东 5261	500	#23	34.1
19	汉王 5299	500	#31	33.6
20	汉王 5299	500	#42	26.1
21	雨石 763	110	#2	27.2
22	雨石 763	110	#7	26.4
23	钟其 760	110	#13	19.3
24	钟其 760	110	#16	18.4
25	尧阳 2566	220	#4	26.3
26	尧阳 2566	220	#8	34.2
27	容牵 2565	220	#5	20.6
28	容牵 2565	220	#6	15.1
29	东高 2584	220	#13	22.7
30	东高 2584	220	#17	20.9
31	东高 2584	220	#18	21.5
32	仙东 787	110	#22	22.6
33	仙东 787	110	#24	23.8
平均温差	24.66

缺陷点的典型红外测温图像如图 1 所示。

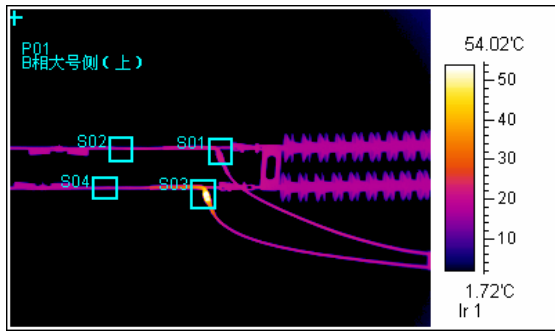


图 1 缺陷点红外测温图像

2 引流线及连板发热主要原因分析

导致引流线及其连板发热的原因主要有以下几个方面：

- 1) 受到微风振动、防震措施不完善等因素的影响，导致螺栓松动，接触面接触电阻增大导致发热；
- 2) 受到日晒、风吹、雨淋、积雪等自然条件的影响，连板接头发生氧化、老化等现象，增大了接触电阻从而导致发热；
- 3) 因运行中的污染等因素，导致线路受到腐蚀，电气性能下降从而导致发热；
- 4) 在夏季的用电高峰时节，因输电线路负荷上升导致发热；
- 5) 输电线路建设过程中，因安装工艺不良等问题导致的引流线及连板发热。

如图 2，据统计，2012 年高压带电班共处理引流线及其连板发热缺陷 33 起，其中由于螺栓松动导致的缺陷有 31 起，工艺不良 2 起。可见，由于螺栓松动引起的引流线及连板发热是缺陷最主要的存在形式。

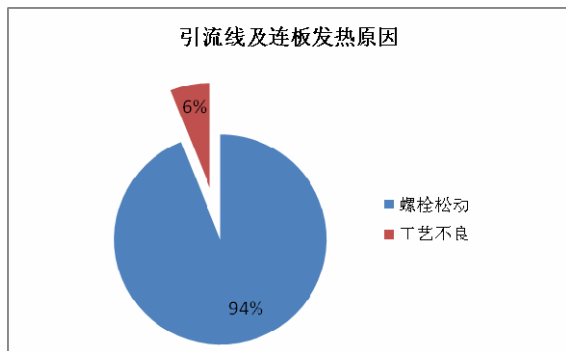


图 2 发热缺陷原因

3 处理引流线及连板发热缺陷的主要方法

如图 3 所示，对于螺栓松动引起的引流线发热

缺陷，可以通过停电后紧固螺栓和带电紧固螺栓两种方式消缺；对于因工艺不良、引流线及连板氧化、腐蚀等原因导致的缺陷，则需要通过结合停电大修的方式消缺。

高压带电作业班主要从事输电线路的带电检修、消缺工作，因此主要介绍带电紧固螺栓，消除发热缺陷的方法。整个消缺作业流程主要由以下步骤构成：

- 1) 利用便携式红外测温设备测量作业点的当前温度，以便确定是否能够保证作业人员的安全。
- 2) 地面作业人员整理软质吊篮（或软梯），作为等电位进入电场工具。
- 3) 作业人员登杆挂接滑车组、传递绳和保护绳，准备等电位进入电场。
- 4) 等电位作业人员穿戴屏蔽服和导电鞋，经过安全检查后，经由吊篮（或软梯）进入电场，特别注意在进入等电位时需要迅速接触导线，避免导线长时间对等电位作业人员放电。
- 5) 等电位进入电场完毕后，通过塔上人员调整吊篮或滑动软梯到达缺陷点，利用扳手等工具紧固螺栓。
- 6) 螺栓紧固完毕后，采取与上述步骤相反的步骤脱离电场，消缺作业结束。

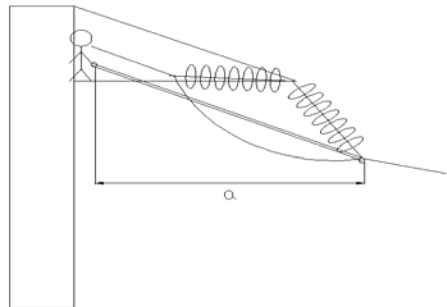


图 3 缺陷处理示意图

4 对消缺方法的改进

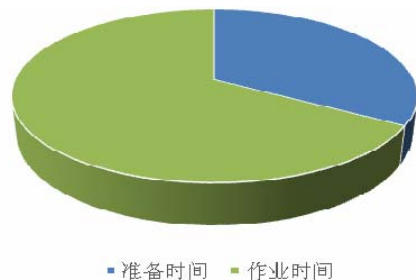


图 4 等电位作业时间统计

对上述等电位作业方式进行时间统计, 平均需要准备时间为 0.5h, 作业时间平均约为 1h。如图 4 所示。

在作业过程中, 存在以下几个主要危险点:

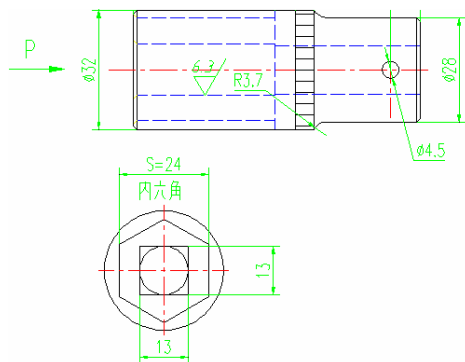
(1) 在等电位进、出电场的过程中, 会出现带电体对人体的电容充放电现象, 会导致作业人员的不适, 如果安全措施不到位, 有可能导致严重后果。

(2) 在消缺作业过程中, 作业人员与导线直接接触, 接触点散热性能下降, 可能因温度升高导致对作业人员的灼伤。

(3) 如果塔上作业人员操作不当, 有可能危及等电位人员的安全。

从时间消耗和危险点分析可以得到, 采用等电位作业消缺的方法, 对于作业人员有一定的危险性, 作业时间也较长。因此, 通过班组在带电检修中积累的经验, 引入地电位作业的方式, 通过专用的螺栓紧固工具来完成消缺工作。

经过对运行中引流线连板螺栓的尺寸统计, 制作出多套不同尺寸的套筒型扳手。采用操作杆、棘轮和套筒扳手相组合的方式形成新的操作工具。见图 5、6、7。



a) 套筒型紧固扳手尺寸



b) 套筒型紧固扳手实物图

图 5 套筒型紧固扳手



图 6 棘轮扳手



图 7 组合后工具

利用上述工具进行消缺作业, 仅需要以下几个操作步骤就可以完成消缺(见图 8):

- 1) 两名作业人员登杆, 携带滑车组和传递绳, 将工具传递至作业点;
- 2) 一人利用工具紧固发热点的螺栓, 另一人进行必要的辅助;
- 3) 地面人员利用便携式红外测温设备实时监测缺陷点温度变化, 螺栓紧固完毕, 温度下降至允许范围后作业完成。



图 8 地电位消缺现场

经过统计, 采用地电位方式进行消缺, 仅需要 9-10min 的准备, 作业时间约为 8-10min, 消缺时间明显降低, 有效保证了输电线路安全运行。作业人员无需与带电导线接触, 安全系数也大大提高。

5 结论

通过对引流线及其连板发热缺陷处理过程的分析,能够得到一些有益的经验。

(1) 对于引流线及其连板发热的缺陷,应当从几个方面进行规避:

1) 加强线路安装过程中的质量监督,确保螺栓紧固到位;

2) 做好线路防振工作,避免运行过程中连板螺栓松动;

3) 避免在单条线路上出现满负荷或过负荷运行的情况,降低线路运行温度。

(2) 一旦发现此类发热缺陷,应及时进行处理。考虑到输电线路可靠性和作业安全性,应当采用地电位带电作业方式进行。

(3) 在缺陷或故障处理过程中,不应当囿于现

有作业方式,应当在安全、可靠的基础上探索更为高效的作业方式。

参考文献:

- [1] 吴加新. 输电线路运行[M].郑州:郑州大学出版社,2011.
- [2] DL/T 741-2001,架空送电线路运行规程[S].
- [3] 国家电网公司.国家电网公司电力安全工作规程(线路部分)[Z].北京:国家电网公司,2009.

作者简介

杜志佳(1986-),男,南京理工大学硕士研究生,从事输电线路高压带电检修工作;

宫衍平(1966-),男,江苏南京人,国网专家、高级技师,长期从事输电线路高压带电检修工作。