

「电缆线路」

35 kV单芯电缆运行中护套环流数据分析与防范措施

文/陕西延长中煤榆林能源化工有限公司 白鹏飞 纪喜园

通过对35 kV单芯电缆不同回路金属护套环流和电压数据进行分析对比,得出影响护套环流的主要因素并提出防范措施,从而降低35 kV单芯电缆着火短路等事故的发生,避免对企业造成严重的经济损失。

在电网中35 kV高压电缆大多采用交联聚乙烯单芯铜导体电缆,当35 kV单芯电缆通过交流电流时会在护套上产生感应电压,护套通过大地或回流线形成通路,并在护套上产生环流。金属护套环流的存在会使得电缆载流量下降,发热严重时会导致电缆绝缘损坏甚至烧毁,引发电缆多点接地,因此,对电缆护套环流数据进行分析对比,对35 kV单芯电缆的安全稳定运行具有重要的意义。

护套环流对35 kV单芯电缆运行的危害

35 kV电缆大多数采用交联聚乙烯单芯电缆,护套环流产生的危害主要如下。

- 1) 金属护套环流出现异常,直接影响到电缆线路的载流量。电缆护套环流异常时,电缆线路允许的最大负荷不能超过额定载流量的60%。
- 2) 金属护套环流出现异常,造成电缆损耗发热,导致绝缘局部高温,加速绝缘老化,降低电缆使用寿命。
- 3) 金属护套环流出现异常,可能导致电缆外护套破损,出现一点接地或多点接地现象。外护套破损导致金属屏蔽层护套腐蚀,加大了主绝缘的老化,又容易诱发电缆局部放电,引发电缆着火事故,从而对电缆线路的安全运行造成很大的威胁。

35 kV电缆护套环流影响因素分析

当35 kV单芯电缆有工作电流通过时,电缆金

属护套上将产生感应电压,护套通过大地或回流线形成通路,则金属护套上将产生环流。通过对我厂护套环流数据进行分析,从而找出电缆护套环流的主要影响因素。

1. 35 kV电缆概况

我厂35 kV馈线回路共有41回,电缆均为单芯交联聚乙烯绝缘电缆,采用电缆桥架平行敷设,接地方式为一端接地,另一端经保护器接地。电缆长度划分为三个级别,1 000 m及以下;1 000~1 500 m;1 500~2 000 m。其中电缆最长长度为总变电站至LLDPE装置2#主变压器1 903 m,电缆最短长度为302B变电所2#主变压器687 m,如表1所示。

2. 电缆屏蔽层电压数据分析

此次分析以2016年1月1日—2017年8月1日测量的所有数据存入数据库,随机抽取了8回35 kV单芯电缆进行分析研究,如表2所示。

由于各变电所位置分布比较分散,电缆长度不同、各变电所用负荷不一、加之当地不同季节温差较大。为更好地分析数据我们采取定量对比分析法,逐步分析出影响电缆金属护套环流的因素。

在数据库中抽取了负荷电流相近电缆长度分别为726 m的302A 1#线,1 322 m的PP2 3#线和1 745 m的PP1 3#线进行定量分析,分析结果如表3所示。

通过表3中感应电压数据平均值可以看出:当

表1 35 kV电缆线路长度统计表

变电所	电缆线路	电缆长度/m	变电所	电缆线路	电缆长度/m	变电所	电缆线路	电缆长度/m
LLDPE	1#	1 882	热动力	联络1#	925	DCC	1#	1 560
	2#	1 903		联络2#	915		2#	1 588
	3#	1 898		联络3#	1 001		3#	1 570
	4#	1 887		联络4#	911		4#	1 560
HDPE	1#	1 453	PP2	1#	1 438	PP1	1#	1 723
	2#	1 516		2#	1 416		2#	1 772
	3#	1 505		3#	1 322		3#	1 745
三循	1#	1 301	302C	1#	1 164	302A	1#	726
	2#	1 292		2#	1 184		2#	742
DMTO	1#	722	302B	1#	786			
	2#	754		2#	687			

表2 35 kV单芯电缆某8条线路护套环流数据

时间	项目	3循1#			3循2#			PP1 1#			PP1 2#		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2016.1.1	负荷电流	93	93	94	131	131	131	63	65	65	43	43	44
	屏蔽电流	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	2	1.9	1.9	2	2	1.9
	屏蔽电压	5.3	7.2	7	9.1	9.2	9	8.3	6.5	6	4.2	4.4	5.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2016.7.1	负荷电流	80	81	82	147	145	146	67	68	68	27	28	28
	屏蔽电流	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9
	屏蔽电压	4.3	3.2	6.3	10.2	11.3	10.4	10.2	6.3	5.6	2.3	2.4	3.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2017.1.1	负荷电流	90	91	91	131	129	125	68	67	70	33	34	30
	屏蔽电流	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	1.9	2	1.9	1.9	1.9
	屏蔽电压	6.3	6.9	7.3	11.8	9.8	9.6	10.4	7.9	6.7	4.5	4.3	6.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2017.7.1	负荷电流	98	98	99	127	128	127	70	72	72	28	27	28
	屏蔽电流	1.5	1.5	1.8	1.5	1.5	1.5	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9
	屏蔽电压	4.4	3.5	6.3	10.5	11.3	11	10.1	6.7	5.4	2.5	3.3	2.9
时间		PP1 3#			PP2 3#			302A 1#			302A 2#		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2016.1.1	负荷电流	150	150	150	113	113	109	99	98	101	122	125	124
	屏蔽电流	1.9	2	2	1.7	1.7	1.8	1.02	0.87	0.93	0.92	0.87	0.99
	屏蔽电压	9.1	9.2	7.4	7.8	8.1	9	4.5	3.6	4.2	4.9	4.4	4.7
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2016.7.1	负荷电流	135	134	132	105	101	104	121	120	120	113	114	114
	屏蔽电流	1.9	1.8	1.9	1.5	1.5	1.5	0.8	0.82	0.87	0.81	0.8	0.89
	屏蔽电压	11	11.1	11.1	2.3	2.3	3	5.1	5	4.9	4.2	4.3	4.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2017.1.1	负荷电流	125	125	127	99	100	104	99	98	99	114	113	111
	屏蔽电流	1.9	1.9	2.1	1.5	1.5	1.5	0.7	0.67	0.8	0.62	0.85	0.56
	屏蔽电压	12.1	12.5	13.1	7.5	7.7	8.2	5.2	4.8	4.8	4.3	4.3	4.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2017.7.1	负荷电流	137	139	139	100	103	102	151	152	152	119	116	115
	屏蔽电流	1.9	1.9	1.9	1.5	1.5	1.5	0.87	0.91	0.9	0.84	0.87	0.82
	屏蔽电压	10.1	10.5	11.4	2.6	2.4	2.5	6.2	5.5	5.3	4.3	4.5	4.8

表3 榆能化35 kV电缆线路某三条线路电缆长度与电缆屏蔽层电压的关系

电缆线路	负荷大小/A	电缆长度/m	屏蔽层电压平均值/V		
			A相	B相	C相
302A 1#	110	726	4.8	4.4	4.6
PP2 3#	95	1 322	5.4	5.5	5.7
PP1 3#	120	1 745	8.8	8.7	8.7

电缆线路负荷相近的情况下电缆屏蔽层电压与电缆线路的长度成正比。

同时在数据库中抽取了电缆长度相近负荷电流不同的两个变电所四条线路分别进行定量分析

研究,分析结果如表4所示。

通过数据表分析可以看出当电缆长度相近时3循和PP1两条线路的屏蔽层电压同负荷电流的大小成正比。

表4 榆能化35 kV电缆线路某四条线路负荷电流大小与电缆屏蔽层电压的关系

电缆线路	负荷大小/A	电缆长度/m	电缆屏蔽层电压平均值/V		
			A相	B相	C相
3循1#	86	1 301	5.0	5.2	6.5
3循2#	130	1 292	9.4	9.0	8.6
PP1 1#	61	1 723	7.8	5.6	5.0
PP1 2#	35	1 772	3.1	3.2	3.9

另外,根据对金属护套接地方式的种类可知,电缆护层所产生的环流大小与电缆接地方式有关,当长度小于500 m时,可采取一端接地,另一端经保护器接地的接地方式;当长度小于1 000 m时,可采用保护层中性点直接接地,两端经保护器接地的接地方式;当长度大于1 000 m时,采用护层交叉互联接地方式等。而我厂均采用一端接地,另一端经保护器接地的接地方式,势必会引起环流不平衡,环流数据大于正常值等情况。

通过数据以及几起典型电缆事故分析可以看出,电缆金属护套环流大小不仅与电缆长度成正比,还与通过线芯的电流大小成正比。电缆金属护套环流还与电缆排列方式、通道内回路数量、接地电阻等有关。结合我厂实际运行情况,影响护套环流异常的其他原因有金属连接处氧化导致接触不良、雷电操作过电压冲击造成保护器击穿、接地箱进水、外力破坏导致外护套绝缘水平降低或损伤等。

防范措施

通过数据分析比对,找到影响护套环流的主要因素,更好地保障35 kV单芯电缆安全平稳运行,综合设计、施工、监理、现场环境和运行等综合考虑,制订有针对性的措施。

1) 改变电缆敷设排列方式,根据GB 50217—

2016《电力工程电缆设计规范》,在现场允许的情况下,单芯电缆应采用正三角形排列,能有效降低屏蔽层感应电压且能减少在金属桥架引起的涡流效应。减少同一通道内电缆的回路数同时增加通道内各项电缆的间距,优化电缆排列方式。

2) 根据电缆长度、电缆排列方式、通道情况等,确定最佳的接地方式,确保接地电阻值在0.1~0.2 Ω之间。

3) 做好电缆系统护套环流监测,可将电流互感器挂在接地线上进行数据采集和监测,同时配备电缆测温报警系统,每天对电缆原始数据和实测数据的对比分析。对突变数据设置告警预警功能,当发现屏蔽层电压突变超过±10 kV时进行停电检查,电流超过10 A时进行停电检查。

4) 定期做好电缆屏蔽层绝缘测量工作,实行单芯电缆定期轮停绝缘监测,特别是阴雨天气更能检测出电缆金属外护套绝缘情况。

5) 定期做好电缆与接头、跳线、接地箱等部位的紧固防氧化工作,将接地箱检查纳入日常巡检项目中。

6) 在线监测发现电缆因屏蔽层破坏有弧光放电时,全员进行线路排查,找到放电点,用一根导线将弧光接地变为直接接地,然后停电处理故障,从而避免电缆着火。EA

(收稿日期:2017.09.26)

(编辑:刘群彦)