

# 江苏直流线路合成场强现状监测及分析

李国奇, 华伟, 傅高健, 祁建民  
(江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘要:**对江苏境内直流输电线路下方及直流输电线路附近敏感点地面合成场强进行测量,直流输电线路下方地面合成场强水平在线路中心附近较低,边导线外地面合成场强随距边导线的距离增加先增大后减小的趋势,同时相同电压等级直流输电线路下方地面合成场强受线路净空高度影响较大;相同电压等级输电线路附近敏感点距离输电线路越远,地面合成场强水平越低。

**关键词:**直流线路;地面合成场强;监测

**中图分类号:**TM721.1

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2015)03-0014-03

我国能源和负荷分布不均衡决定了我国能源远距离、大规模流动的必然趋势。直流输电具有超远距离、超大容量输电的优点,并能有效地减少输电线路的损耗和节约宝贵的土地资源,是一种经济高效的输电方式,符合我国电力发展的需要<sup>[1]</sup>。但随着人们环保意识的增强,高压直流线路相关投诉和纠纷也逐年增多。因此,为缓解江苏境内的高压直流线路纠纷的严峻形式,同时为进一步做好输变电工程环保管理工作,对江苏境内的4条直流线路下方及附近的部分环境保护目标进行了地面合成场强进行测量。

## 1 高压直流线路测量方法及标准

目前,江苏境内已运行的高压直流线路共4条,具体情况如表1所示。现场测量采用森馥HDEM-1直流地面合成场强监测系统,仪器性能符合相关测试方法要求<sup>[2,3]</sup>。

表1 直流线路情况一览表

线路名称	工程规模
±800 kV 复奉直流送电线路	±800 kV 复奉直流送电线路工程西起向家坝复龙换流站,东至上海奉贤换流站,线路总长约1 906.7 km。线路途径四川、重庆、湖南、湖北、安徽、浙江、江苏、上海8省市。其中江苏段22 km。工程设计输电能力6400 MW,直流电流4000 A,导线采用6×ACSR-720/50 钢芯铝绞线和6×AACSR-720/50 钢芯铝绞线。
±800 kV 锦苏直流送电线路	±800 kV 锦苏直流送电线路工程西起西昌裕隆换流站,东至江苏同里换流站,线路总长2 089.43 km。线路途径四川、云南、重庆、湖南、湖北、安徽、浙江、江苏8省市。输送容量7200 MW。导线采用6×JL/G3A-900/40 钢芯铝绞线。
±500 kV 龙政直流送电线路	±500 kV 龙政直流输电工程额定输送容量3000 MW,距离859.807 km(含汉水、长江跨越)。导线采用4×ACSR-720/50 钢芯铝绞线。
±500 kV 宜华直流送电线路	±500 kV 宜华直流送电线路苏浙沪标段线路全长106.446 km,线路路径经过的行政区包括:浙江湖州的南浔镇、江苏苏州的吴江市、浙江嘉兴市的秀洲区、嘉善县、上海的青浦区、松江区。导线采用4×ACSR/AW-720/50 钢芯铝绞线。

### 1.1 现场测量条件

- (1) 合成场强测量时,接地板应良好接地。
- (2) 测量应在无雨雪、无雷电、风速小于2 m/s 时进行。
- (3) 合成场强测量时,应尽量避免其他输电线路产生的电场干扰。

### 1.2 测量要求

- (1) 测量仪应与测量人员保持足够远的距离(至少要2.5 m),与固体物体的距离应大于1 m。
- (2) 测量仪器设定为自动记录,记录时间间隔选为30 s。
- (3) 每个测点每次测量数据为100个。

### 1.3 现场测量方法

(1) 直流输电线路合成场强测量方法。直流输电线路合成场强应以极导线档距中央弧垂最低位置对地面投影为起点,垂直于极导线,向极导线两侧布点,测点间隔为5 m。

(2) 直流线路邻近民房合成场强测量方法。① 邻近民房位置的地面合成场强应布置在靠近线路最近极导线侧距离民房(围)墙外测不小于1 m处。当线路极导线距离房屋较近(极导线距离房屋的最小距离5~10 m)时,可在民房楼顶平台位置处测量。② 民房楼顶平台上测量:应在距离周围墙壁和其它固定物体(如护栏)不小于1 m的区域内测量地面合成场强。

### 1.4 高压直流线路合成场强标准限值

直流架空输电线路邻近民房时,民房处地面的合成场强限值25 kV/m,且80%的测量值不得超过15 kV/m;线路跨越农田、公路等人员容易到达区域的合成场强限值为30 kV/m。

## 2 直流输电线路监测结果及分析

本次测量选取江苏境内已运行的±800 kV 锦苏直流线路、±800 kV 复奉直流线路、±500 kV 宜华直流线路、±500 kV 龙政直流线路下方及线路附近的部分环

境保护目标地面合成场强进行测量。线路下方及敏感目标地面合成场强测量位置情况详如表 2 所示。

表 2 直流线路测量点位一览表

线路名称	线路下方地面合成场强监测位置	测点净空高度/m	敏感点地面合成场强监测位置	敏感点距极导线距离/m
±800 kV 锦苏直流线路	#4227-#4228 塔间	32	#4238-#4239 j2 塔间	20
±800 kV 复奉直流线路	#3582-#3582 塔间	35	#3582-#2583 塔间	38
±500 kV 宜华直流线路	#2273-#2274 塔间	16	#2282-#2283 塔间	28
±500 kV 龙政直流线路	#1752-#1753 塔间	33	#1747-#1748 塔间	22

2.1 直流线路线下地面合成场强测量

直流线路下方合成场强 80% 测量结果如表 3、图 1 所示。

表 3 直流线路线下地面合成场强 80% 测量结果

测点位置/m	±800 kV 锦苏线 / (kV·m <sup>-1</sup> )	±800 kV 复奉线 / (kV·m <sup>-1</sup> )	±500 kV 宜华线 / (kV·m <sup>-1</sup> )	±500 kV 龙政线 / (kV·m <sup>-1</sup> )
-22.5 m	-8.20	-5.23	-21.35	-1.20
-17.5 m	-9.10	-4.20	-23.70	-2.25
-12.5 m	-8.20	-3.00	-23.40	-4.35
-7.5 m	-5.40	-1.20	-21.10	-4.75
-2.5 m	-3.65	1.10	-14.20	-5.75
2.5 m	-1.35	2.40	-4.00	-6.25
7.5 m	1.15	2.50	7.00	-6.70
12.5 m	2.35	2.40	10.60	-6.50
17.5 m	3.05	2.20	8.05	-5.30
22.5 m	3.65	1.45	6.05	-4.17

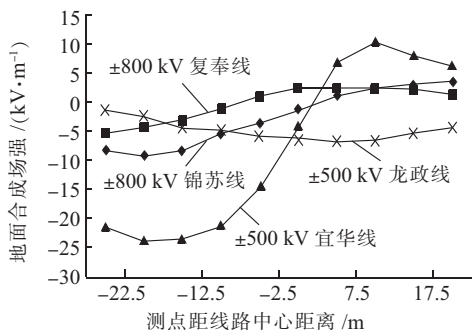


图 1 直流线路线下地面合成场强 80% 测量值

从表 3 可以看出，本次测量直流线路下方的合成场强在-23.70~10.60 kV/m 之间，小于 30 kV/m 限值要求。

从图 1 可看出，直流线路中心附近地面合成场强水平较低，边导线外地面合成场强水平随距离增加会出现先增大后减小的趋势。同时也可以看出，±800 kV

复奉线线下地面合成场强水平的衰减速度小于±800 kV 锦苏线线下地面合成场强水平的衰减速度，±500 kV 龙政线线下地面合成场强水平衰减速度要小于±500 kV 宜华线线下地面合成场强水平衰减速度。同时结合表 1 中各线路监测点位导线对地高度可以看出，相同电压等级导线对地高度越高，地面合成场强水平衰减越快。

2.2 敏感目标地面合成场强测量

表 4 直流线路附近敏感目标地面合成场强 80% 测量结果

线路名称	监测点位	80% 测量值 / (kV·m <sup>-1</sup> )
±800 kV 锦苏线	#4238-#4239j2 塔间敏感点距边导线 19 m	-1.85
	#4238-#4239j2 塔间敏感点距边导线 10 m	-4.30
	#4238-#4239j2 塔间敏感点距边导线 5 m	-3.80
±800 kV 复奉线	敏感点一楼门前 (距边导线 37 m)	0.40
	敏感点二楼 (距边导线 37 m)	0.85
±500 kV 宜华线	敏感点门前 (左, 距边导线 27 m)	-0.25
	敏感点门前 (右, 距边导线 32 m)	-0.15
±500 kV 龙政线	#1747-#1748 塔间敏感点距线路边导线 21 m	-0.40
	#1747-#1748 塔间敏感点距边导线 12 m	-0.70
	#1747-#1748 塔间敏感点距边导线 3 m	-0.05

直流线路附近敏感目标地面合成场强 80% 测量结果如表 4 所示。

从表 4 可以看出，本次测量直流线路附近敏感目标地面合成场强水平在-4.30~0.85 kV/m，满足 15 kV/m 限值要求。同时结合表 1 可以看出，相同电压等级输电线路附近敏感点距离输电线路越远，地面合成场强水平越低。

3 结束语

从测量结果可以看出，江苏境内已运行的高压直流线路下方及直流线路附近敏感目标地面合成场强水平较低，符合《±800 kV 特高压直流线路电磁环境参数限值》中相关限值要求。为减轻特高压直流线路的地面合成场强水平对敏感保护目标的影响，在直流线路选线时，应远离敏感区，对无法避开的环境保护目标应进行拆迁；在施工工程中应严格按照规范设计施工，保证线路的对地净空高度，降低地面合成场强水平。同时，在直流线路运行期，应加强直流线路的环保宣传，消除公众恐惧心理。

## 参考文献:

- [1] 刘振亚.特高压交直流电网[M].北京:中国电力出版社,2013:90-91.
- [2] 国家发展和改革委员会.DL/T 1089—2008 直流换流站与线路合成场强离子流密度测量方法[S].北京:中国电力出版社,2008.
- [3] 国家发展和改革委员会.DL/T 1088—2008  $\pm 800$  kV 特高压直流线路电磁环境参数限值[S].北京:中国电力出版社,2008.

## 作者简介:

李国奇(1985),男,河北唐山人,工程师,从事电网环境监测工作;  
 华伟(1979),男,江苏扬州人,高级工程师,从事电网环境监测工作;  
 傅高健(1980),男,江苏镇江人,工程师,从事电网环境监测工作;  
 祁建民(1980),男,江苏盐城人,工程师,从事电网环境监测工作。

## Monitoring and analysis of the total electric field of DC lines in Jiangsu province

LI Guoqi, HUA Wei, FU Gaojian, QI Jianmin

(Jiangsu Frontier Electric Technologies Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** The total electric field of DC lines at ground level and sensitive nearby ground in Jiangsu province has been measured. According to the measurement results, several conclusions have been obtained: the total electric field at ground level is weakest at the middle position of DC line; the total electric field at sensitive nearby ground has a trend that it increases first and then reduces with the increase of the distance; the height of DC line has an obvious influence on total electric field of DC lines at ground level; and a larger distance of the indicates a weak total electric field of DC lines at sensitive nearby ground.

**Key words:** DC line; total electric field at ground level; motoring

(上接第 13 页)

蓄热板竖直切面平均温度的分布。实际应用中,还可以划分更多计算区,得到沿烟气流动方向上不同位置处的金属和流体温度,以满足不同的分析或设计要求。

## 参考文献:

- [1] 北京锅炉厂译. 锅炉热力计算标准方法[M]. 北京:机械工业出版社,1976:86-88.
- [2] 周俊虎,杨卫娟,靳彦涛,等. 三分仓空气预热器热力计算的研究[J]. 动力工程,2003,23(6):2810-2813.
- [3] 冷伟,王渡. 一种改进的回转式空气预热器热力计算方法[J]. 动力工程,2005,25(3):392-395.
- [4] WANG H Y, ZHAO L L, XU Z G, et al. The Study on Heat Transfer Model of Tri-sectional Rotary Air Preheater Based on the Semi-analytical Method [J]. Applied Thermal Engineering, 2008, 28: 1882-1888.
- [5] 郑凯,周克毅,黄军林. 一种改进的三分仓空气预热器热力计

算方法[J]. 动力工程学报,2012,32(1):36-40.

- [6] 李杨,周元祥,谢天,等. 三分仓空气预热器热力计算的简化方法[J]. 动力工程学报. 2013,33(1):37-41.
- [7] 陈昌贤,孙奉仲,李飞,等. 四分仓回转式空气预热器热力计算方法[J]. 动力工程学报,2014,44(4):59-63.
- [8] 周强泰,周克毅,冷伟,等. 锅炉原理[M]. 2版. 北京:中国电力出版社,2009:201-204.

## 作者简介:

陈欢(1989),男,江苏无锡人,硕士研究生,从事电站锅炉特性方面研究;  
 周克毅(1955),男,江苏泰州人,博士生导师,从事电站锅炉方面研究;  
 黄军林(1986),男,山东潍坊人,博士研究生,从事电站锅炉方面研究。

## A Detailed Thermal Calculation Method For Tri-sectional Rotary Air Preheaters

CHEN Huan, ZHOU Keyi, HUANG Junlin

(School of Energy and Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** To improve the accuracy of thermal calculation for tri-sectional rotary air heaters, a differential element model has been set up based on the heat transfer principle of rotary air heaters and the characteristics of temperature distribution, considering the influence of air leakage. And then the analytical expressions of each sector have been obtained. At last, the fluid temperature and the mean temperature on vertical section of metallic heat accumulation plate can be calculated by means of iteration based on the analytical expressions of each sector. When 1000 MW tri-sectional regenerator is selected as computational object, the results indicate that the new method has high precision, and the calculation area can be divided as require to meet different demands of project. Also, this method can obtain the mean temperature field of the vertical section of metallic heat accumulation plate, which could provide temperature reference for analyzing low-temperature corrosion and ash deposition.

**Key words:** tri-sectional air preheater; differential element model; heat transfer; convection; leakage