

同塔四回路架空输电线路不同排列方式 对周围的电磁影响分析

孙沙青

(萧山区环境保护局,浙江 杭州,311200)

摘要:随着社会经济的不断发展,高压输电网的建设技术也随之发展提高,输电线路的架设方式也变的越来越多样化,为充分利用有限的高压走廊,其中架空线路的架设越来越多的采用多回路同塔架设的方式。但人们也越来越担心多回路架空线路是否会对周围产生更大电磁环境的影响。

本文以同塔四回路架空高压线为例,通过对相同电压等级的同塔四回路输电线在采取不同排列方式时对周围环境电磁影响比较分析,探讨不同架线方式对周围环境的影响程度,从减小环境影响角度考虑对今后的高压输电线路架线方式提出建议,也为输变电工程的环境影响评价提供一定的依据。

关键词:输电线,电磁影响,环境,工频电场,磁感应

中图分类号:X82

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2017)06-0059-06

ANALYSIS OF THE ELECTROMAGNETIC INFLUENCE OF DIFFERENT ARRANGEMENT OF FOUR-CIRCUIT OVERHEAD TRANSMISSION LINES IN THE SAME TOWER ON THE SURROUNDING

SUN Sha-qing

(Xiaoshan district environmental protection bureau, Hangzhou 311200,China)

Abstract:With the continuous development of society and economy, Meanwhile, the construction technology of high voltage transmission and transformer network has improved, and the erecting modes of transmission lines are becoming growingly diverse as well. In order to take full advantage of the limited high tension corridor, more and more erection of overhead networks adopts the method of multi-loop circuit tower. However, there is also increasing concern about the impact of multiple loop overhead networks on the larger electromagnetic environment arisen around them.

This paper takes the overhead lines of four-circuit transmission lines on same tower as an example. Through comparing and analyzing the electromagnetic influence of these different-mode transmission lines with the same voltage level on the surrounding environment, the effects with different erecting modes will be discussed. Then, from the perspective of reducing the environmental impact, some suggestions are given for the future stringing of high-tension transmission line. Furthermore, the author tries to provide a basis for the environmental impact assessment of power transmission engineering.

Key words:Transmission line; electromagnetic impact; environment; power frequency electric field; magnetic induction.

输变电工程作为国家基础建设项目满足生产、生活的需要,变电所大多建在经济较发达的区域,此类区域也往往是人口密集区,而高压输电线路用于连接各电压等级的变电所,其影响范围相对变电所来说更广。目前输电线路一般采用电缆或架空线两种方式,但考虑到电网运行安全及建设成本,我国大部分地区还是主要采用架空输电线路,其对周围环境的影响主要为工频电磁场。目前我国运行的架空输电线路架线方式主要有:单回路、同塔双路、同塔四路等几种方式,本文通过对相同电压等级的同塔四回路输电线路两种不同架线方式对周围电磁环境影响比较,分析探讨此两种架线方式对周围电磁环境的影响程度,从减小电磁环境影响角度考虑对今后的高压交流输电线路架线方式提出建议。

1 输变电设施周围电磁场特点

在我国输电线路产生的电磁场频率为 50 Hz。因此,其周围为“近场”区,为带电设备的感应场。电场和磁场并不是互相激发,而是彼此独立没有联系。这样,在实际环境研究中,输变电设施周围 50 Hz 的电场和磁场通常是分别讨论的^{[1][2][3]}。输电线路周围产生的电场、磁场示意图 1、2。

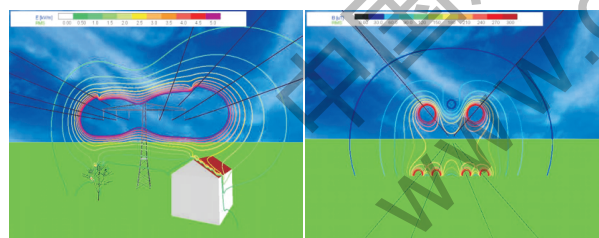


图 1 输电线周围电场强度示意

图 2 输电线周围磁场强度示意

2 高压交流架空线电磁场计算模式

2.1 电磁计算模式

根据“《环境影响评价技术导则 输变电工程》HJ24-2014 附录 C”规定的方法,利用等效电荷法计算高压送电线下空间工频电场强度⁽⁴⁾⁽⁷⁾。

磁场强度预测根据“HJ24-2014 附录 D”规定的方法计算高压输电线路的工频磁场强度。

2.2 模式验证

为验证理论计算模式与实际测量值的相符性,以浙江某 220 kV 同塔四回线实测结果与计算结果对比来验证计算模型的适用性⁽⁵⁾。

该输电线路导线类型为 LGJ-400/35,类比监测段断面参数示意图 3,线路水平排列,导线相序从左至右分别为 BACBAC、BCA\BCA。

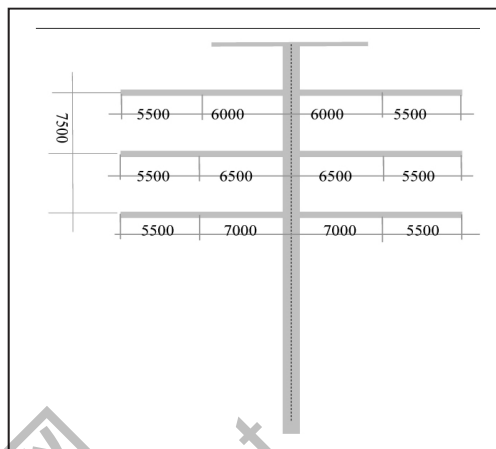


图 3 监测段断面参数示意

同塔四回路输电线路周围电磁场强度随距离变化趋势见图 4、5。根据该同塔四回线实测值与计算值对比,可以发现:

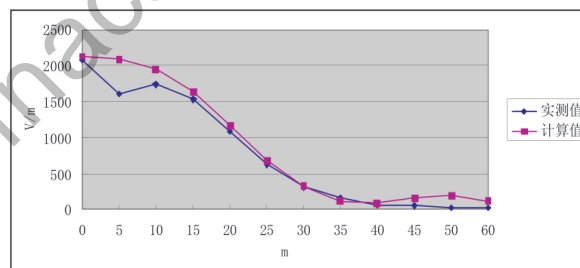


图 4 同塔四回路输电线路电场强度随距离变化趋势

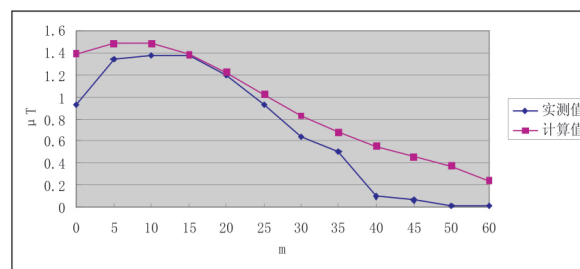


图 5 同塔四回路输电线路磁感应强度随距离变化趋势

离线路中心线 30~40 m 处时,电场强度、磁感应强度衰减至接近环境背景水平。

计算值与实测值电场、磁感应强度随距离的衰减趋势相当。

总体上,计算值与实测值的数值较为接近,模型计算数值略大于实测值。

由此,本文采用计算模型的结果较为可信。

3 不同架线方式输电线电磁影响分析

3.1 输电线路的架设方式

同塔四回路输电线路架设又可分为水平、垂直排列两种方式,同时导线相序的排列也不相同。本文对这两种不同的架线方式分同相序排列、逆相序排列、混相序排列分别探讨,均以地面 1.5m 处的电磁场强度进行分析。

3.2 塔型示意及架线参数

3.2.1 水平排列塔形示意

某 220 kV 同塔四回水平排列典型塔型示意图见图 6。

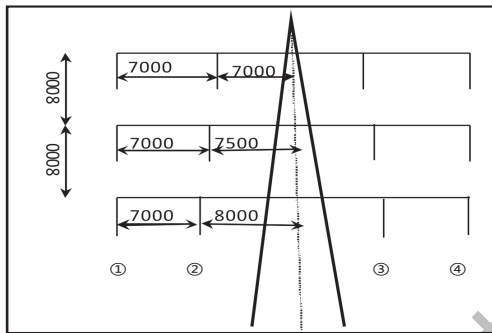


图 6 同塔四回路水平架线塔型示意

上图 6 中,①、②、③、④分别为一回输电线路,相序用 ABC 表示

同相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下的相序均为 ABC。

逆相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下的相序分别为 ABC、CBA、ABC、CBA。

混相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下的相序分别为 ABC、BCA、ABC、BCA。

3.2.2 垂直排列塔形示意

某 220 kV 同塔四回垂直排列典型塔型示意图见图 7。

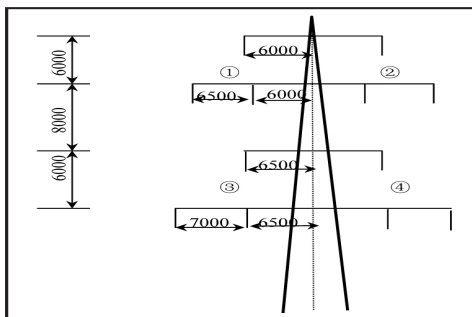


图 7 同塔四回路垂直架线塔型示意

同相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下(从左至右)的相序均为 ABC。

逆相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下(从左至右)的相序分别为 ABC、CBA、ABC、CBA。

混相序排列时:①、②、③、④各回路从上至下(从左至右)的相序分别为 ABC、BCA、ABC、BCA。

3.2.3 导线参数

导线型号 LGJ-400/35, 双分裂, 分裂间距 0.4 m。

3.2.4 计算参数

各相导线之间的距离见图 6、7; 电流: 600 A。下相导线离地高度 7.5 m、15 m。

3.3 预测计算结果

3.3.1 水平排列架线方式

3.3.1.1 同相序排列

水平同相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 8、9。

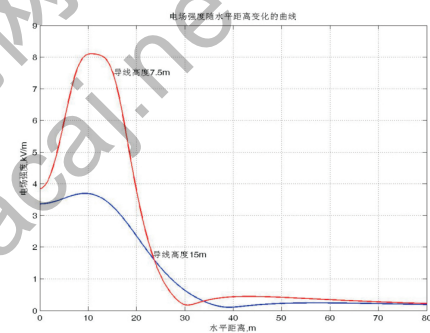


图 8 电场强度随距离的变化曲线

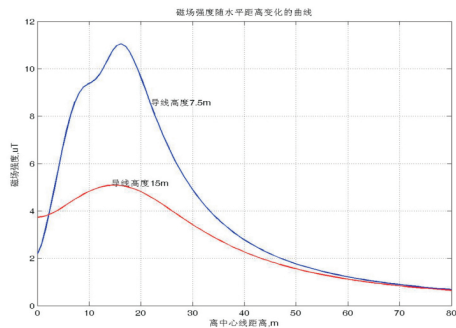


图 9 磁感应强度随距离的变化曲线

由图 8~9 及计算结果可知:

在下相导线离地 7.5m 时, 电场强度最大值达到 8.09 kV/m, 超过了公众曝露限值标准 (4 kV/m); 磁感应强度最大值为 10.9 μT, 符合公众曝露限值标准 (100 μT); 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 3.69 kV/m, 磁感应强度最大值为 5.08 μT, 符合公众曝露限值标准;

电磁场强度在与线路中心线约 15 m~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势。

电场强度在 30~50 m 处有一个波动,至 50 m 后,电场强度及磁感应强度均趋于稳定,并逐步衰减。

3.3.1.2 逆相序排列

水平逆相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 10、11。

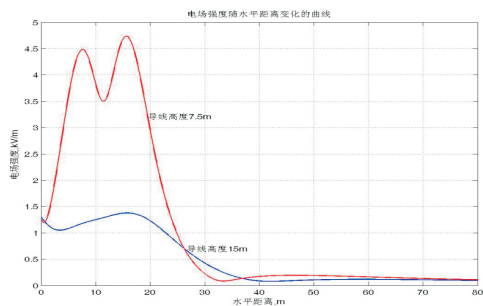


图 10 电场强度随距离的变化曲线

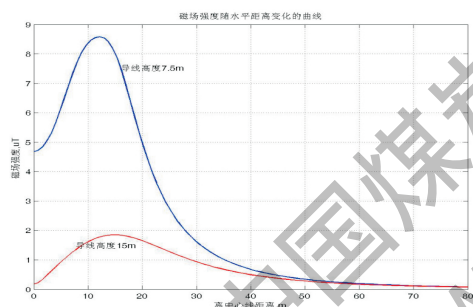


图 11 磁感应强度随距离的变化曲线

由图 10~11 及计算结果可知:

在下相导线离地 7.5 m 时, 电场强度最大值达到 4.68 kV/m, 超过了公众曝露限值; 磁感应强度最大值为 8.58 μT , 符合公众曝露限值标准; 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 1.37 kV/m, 磁感应强度最大值为 1.85 μT , 符合公众曝露限值标准;

电磁场强度在与线路中心线约 15~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势。

电场强度在 30~50 m 处有一个波动, 至 50 m 后, 电场强度及磁感应强度均趋于稳定, 并逐步衰减。

3.3.1.3 混相序排列

水平混相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 12、13。

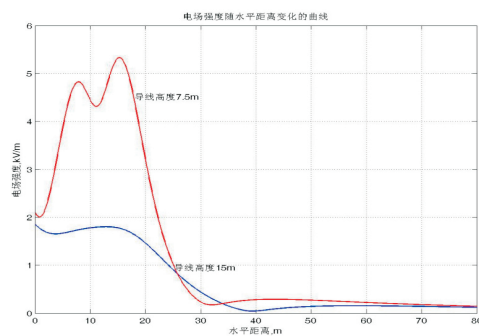


图 12 电场强度随距离的变化曲线

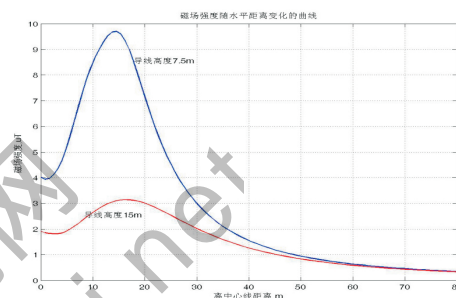


图 13 磁感应强度随距离的变化曲线

由图 12~13 及计算结果可知:

水平混相序排列时, 在下相导线离地 7.5 m 时, 电场强度最大值达到 5.32 kV/m, 超过了公众曝露限值; 磁感应强度最大值为 9.66 μT , 符合公众曝露限值; 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 1.85 kV/m, 磁感应强度最大值为 3.12 μT , 符合公众曝露限值标准;

电磁场强度在与线路中心线约 15~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势。

电场强度在 30~60 m 处有一个波动, 至 60 m 后, 电场强度及磁感应强度均趋于稳定, 并逐步衰减。

3.3.2 垂直排列架线方式

3.3.2.1 同相序排列

垂直同相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 14、15。

由图 14~15 及计算结果可知:

垂直同相序排列时, 在下相导线离地 7.5m 时, 电场强度最大值达到 5.58 kV/m, 超过了公众曝露限值; 磁感应强度最大值为 12.7 μT , 符合公众曝露限值; 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 2.22 kV/m, 磁感应强度最大值为 4.02 μT , 符合公众曝露限值标准;

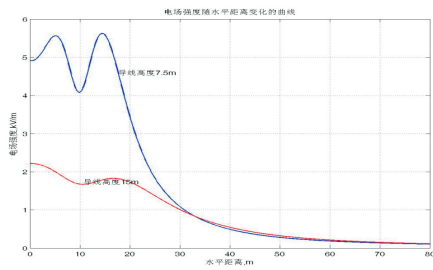


图 14 电场强度随距离的变化曲线

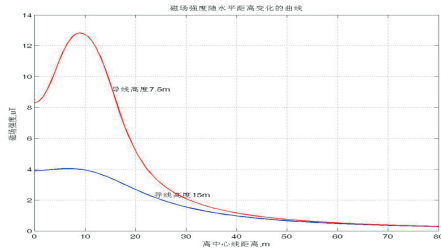


图 15 磁感应强度随距离的变化曲线

电磁场强度在与线路中心线约 15~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势; 至 30m 后, 电场强度及磁感应强度均趋于稳定, 并逐步衰减。

3.3.1.2 逆相序排列

垂直逆相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 16、17。

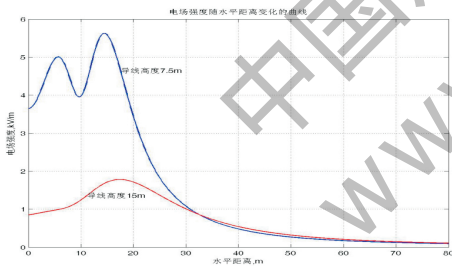


图 16 电场强度随距离的变化曲线

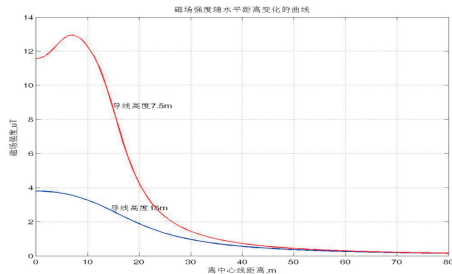


图 17 磁感应强度随距离的变化曲线

由图 16~17 及计算结果可知:

垂直逆相序排列时, 在下相导线离地 7.5 m 时, 电场强度最大值达到 5.58 kV/m, 超过了公众

曝露限值; 磁感应强度最大值为 12.8 μT, 符合公众曝露限值; 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 1.71 kV/m, 磁感应强度最大值为 3.79 μT, 符合公众曝露限值标准;

电磁场强度在与线路中心线约 15~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势; 至 30 m 后, 电场强度及磁感应强度均趋于稳定, 并逐步衰减。

3.3.1.3 混相序排列

垂直混相序排列时电磁场强度随水平距离的分布趋势见图 18、19。

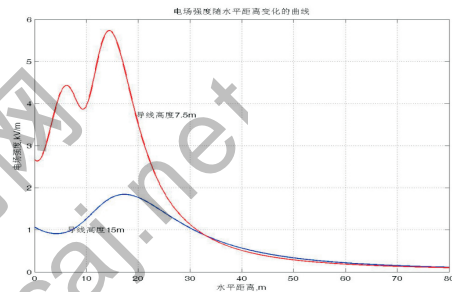


图 18 电场强度随距离的变化曲线

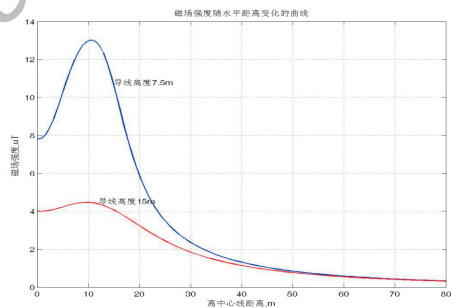


图 19 磁感应强度随距离的变化曲线

由图 18~19 及计算结果可知:

垂直混相序排列时, 在下相导线离地 7.5 m 时, 电场强度最大值达到 5.69 kV/m, 超过公众曝露限值; 磁感应强度最大值为 13.0 μT, 符合公众曝露限值; 下相导线离地 15 m 时, 电场强度最大值为 1.77 kV/m, 磁感应强度最大值为 4.69 μT, 符合公众曝露限值标准;

电磁场强度在与线路中心线约 15~20 m 处后随距离的增加, 电磁场强度急剧下降的趋势; 至 30 m 后, 电场强度及磁感应强度均趋于稳定, 并逐步衰减。

3.4 不同方式架线方式对周围电磁场的影响分析比较

根据以上预测数据比较分析可知^[6]：

在同为水平排列时，采用同相序排列时对地面 1.5 m 处的电磁场强度影响最大，混相序排列时其次，逆相序排列时最小。

在同为垂直排列时，采用不同相序排列方式对地面 1.5 m 处的电磁场强度影响变化不明显；同相序产生的电场强度相对较大，而混相序产生的磁感应强度相对较大。

无论何种排列方式，在下导线离地 7.5 m（居民区设计线高要求）时，输电线路对周围地面 1.5 m 处的电场强度值均超过 4 kV/m 的限值。

比较各种不同的排列方式，在水平逆相排列时输电线路对周围地面 1.5 m 处的电磁场影响最小，水平同相排列时电磁场影响最大。

4 结论

目前输电线路架设的方式的选取，主要考虑的因素是建设成本，而对环境的影响因素并不是选取架线首要考虑因素。而因输电线路的特殊性，建成后再更改的可能性较小，故通过本文的研究在可研设计阶段，最大可能的进行合理选择，能对对环境的影响尽可能的减小。

在线路走廊相对狭窄的区域，一般可选择垂

直逆相序的排列方式，减小超过电磁场评价标准的影响范围。

在人员活动相对频繁的区域，在走廊相对较宽的前提下，可选择水平逆相序排列的方式，减小对输电线路周围地面的电磁场强度影响。

在同等投资条件下，不建议选择同相序排列的架线方式。

在符合最优化原则的前提下，尽可能提高架线高度。

参考文献：

[1]Silverman C.Epidemiology of in microwave effects in humans epidemiology and quantitation of environmental risk in humans from radiation and other agents.New York:Plenum. 1 985:433_458

[2]赵玉峰.现代环境中的电磁污染[M].北京:电子工业出版社. 2003:2-4;

[3]杨资明.电磁辐射的环境影响评价[J],上海环境科学,1989,8 (12):17-21

[4]. 国家环境保护总局《环境影响评价技术导则》(HJ/T2.1-2.2-93,2.4-1995,HJ/T19-1999);

[5]国家环境保护总局监督司《中国环境影响评价培训教材》[Z].北京:化学工业出版社,2000.4;

[6]国家环保总局环境工程评估中心《环境影响评价案例分析》,中国环境科学出版社,2005.

[7]《环境影响评价导则 输变电工程》(HJ24-2014)附录.

(上接第 58 页)

表 4 亚硝胺类化合物的线性关系及检出限

名称	线性方程	相关系数 r	检出限/ng/L	加标回收率/%	RSD/%
NDMA	y=1.6076x + 0.0378	0.9997	1.49	89.7	5.56
NMor	y=0.6073x + 0.0011	0.9990	1.03	90.7	3.22
NMEA	y=0.7756x + 0.0079	0.9986	0.63	64.2	4.33
NPyr	y=1.3139x + 0.1514	0.9961	0.58	98.0	3.71
NDEA	y=0.2495x + 0.0376	0.9967	1.74	62.3	3.95
NPip	y=1.7646x + 0.1339	0.9994	0.44	83.5	4.77
NDPA	y=1.0412x + 0.0435	0.9996	0.86	68.4	3.43
NDBA	y=1.2968x + 0.0435	0.9996	0.81	75.8	2.89
NDPheA	y=20.298x + 6.338	0.9994	0.81	102.0	3.33

[4]Grebel J E, Youn g C C, Suffet I H. Solid phase micr oext ration of N-nitrosamines. Journal of Chromatography A, 2006, 1117(1):11~18.

[5]Lee C, Yoon J, Gunten U V. Oxidative degradation of N-nitrosodemethylamine by conventional ozonation and the advanced oxidation process ozone/hydrogen peroxide. Water Research, 2007, 41(3): 581~590.

[6]梁闯,徐斌,夏圣骥,等. SPE/LC/MS/MS 检测水中痕量二甲氨基亚硝胺.中国给水排水, 2009, 25(14):82~85.

[7]中华人民共和国环境保护部.HJ806-2016. 水质 亚硝胺类化合

物的测定 气相色谱法[S].北京:中国环境科出版社,2016.

[8]Saha S, Mistri R, Ray B C. Rapid and sensitive method for simultaneous determination of six carcinogenic aromatic amines in mainstream cigarette smoke by liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry [J]. Journal of Chromatography A, 2009, 1216:3059-3063.

[9]中华人民共和国环境保护部.HJ168-2010. 环境监测 分析方法标准制修订技术导则[S].北京:中国环境科出版社,2010.