

# 电磁环境监测方法

## ~输变电、基站、广电



环境保护部辐射环境监测技术中心  
Radiation Monitoring Technical Center of MEP

[www.rmtc.org.cn](http://www.rmtc.org.cn)

2017.4.20. 浙江杭州

曹勇



- 1、概述
- 2、交流输变电工程电磁环境监测方法
- 3、直流输电工程合成场强监测方法
- 4、移动通信基站电磁环境监测方法
- 5、中波、调频、广播电视等发射装置  
监测方法
- 6、常见现象解释



环境监测指通过对环境质量因素的代表值的测定，确定环境质量（或污染程度）及其变化趋势。 -目的

环境监测是通过对人类和环境有影响的各种物质的含量、排放量的检测，跟踪环境质量的变化，确定环境质量水平，为环境管理、污染治理等工作提供基础和保证。 -作用



## 环境监测

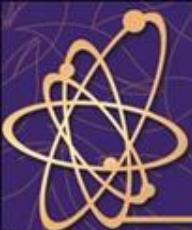
环境监测是由环境监测机构按照规定程序和有关法规的要求，对代表环境质量及发展趋势的各种环境要素进行技术性监视、测试和解释，对环境行为符合法规情况进行执法性监督、控制和评价的全过程操作。 -概念

环境监测是指运用物理、化学、生物等现代科学技术方法，间断或连续地对化学污染物及物理和生物污染物等因素进行现场的监测和测定，作出正确的环境质量评价。 -定义



**检测**: 用指定的方法检验测试某种物体（气体、液体、固体）指定的技术性能指标。适用于各种行业范畴的质量评定。

**测量**: 按照某种规律，用数据来描述观察到的现象，即对事物作出量化描述。具体地讲，将被测量与具有计量单位的标准量在数值上进行比较，从而确定二者的比值的实验认知过程。



## 概 述

根据《中华人民共和国计量法》（2014年3月1日）第二十二条，为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门对其计量检定、测试的能力和可靠性合格。即取得“CMA”资质

所有环境监测机构都必须具备“CMA”资质，才可以开展相关的环境监测业务。



## 依据《立法法》和环境保护法律：

中国环境保护标准 ≈ 环保技术法规 + 环保技术标准

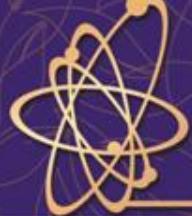
国家环境保护标准 ≈ 环保部门规章

地方环境保护标准 ≈ 地方政府规章

环保标准的法律约束力由上位法规定：

标准规定技术内容，实施、罚则由法律、法规规定；  
法律法规未规定的，由监督实施标准的法定机关决策；

标准的法定角色：判定依据/技术工具/行为规范。



# 概述

## 法律法规



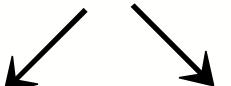
## 规范性文件

规范性行政文件

规章

规范性技术文件

标准





# 什么是环境保护标准？

- 一种以技术性规定为主要内容的  
环境保护规范性文件，
- 环保法律体系的重要组成部分，
- 开展环境保护工作的“判定依据、  
行为规范和技术方法”。



# 概 述

标准体系——“两级五类”、多领域：

**两级**：国家环保标准、地方环保标准

**五类**：环境质量标准

    污染物排放（控制）标准

    环境监测规范类标准

    环境管理类标准

    环境基础类标准

覆盖了**多个环保领域**：气、水、土、声与振动、自然生态、固废与化学品、电离辐射、电磁环境等。



# 概 述

## 我国现行电磁环境体系中主要标准：

- 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/10.2-1996）
- 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法和标准》（HJ/T10.3-1996）
- 《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2014）
- 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电工程》（HJ 705-2014）
- 《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）
- 《关于印发〈移动通信基站电磁辐射环境监测方法〉（试行），的通知》，环发[2007]114号，国家环境保护总局
- 其他标准



# 环境保护行业标准《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T10.2-1996)

## 1、电磁辐射测量仪器

电磁辐射的测量仪器按测量场所分为作业环境、特定公众曝露环境、一般公众曝露环境测量。按测量参数分为电场强度、磁场强度和电磁场功率通量密度等的测量。对于不同的测量应选用不同类型的仪器进行测量，以获取最佳的测量结果。

## 2、电磁辐射污染源监测方法

## 3、一般环境电磁辐射测量方法

## 4、环境质量预测的场强计算



《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》  
（HJ 681-2013）





# 环境保护部公告

公告 2013年 第71号

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护环境，保障人体健康，现批准《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》为国家环境保护标准，并予发布。

标准名称、编号如下：

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ 681-2013）

该标准自2014年1月1日起实施，由中国环境科学出版社出版，标准内容可在环境保护部网站（bz.mep.gov.cn）查询。

特此公告。

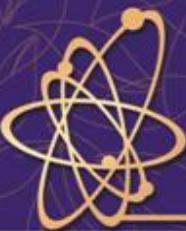
环境保护部

2013年11月22日



## 标准制定的必要性

2012年，环保部办公厅下发《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》（环办[2012]131号），解决了目前输变电环境管理中遇到的迫切问题，明确了输变电环境管理的重点和要求，对更加科学、规范的对交流输变电工程实施管理起到了重要的作用。《电磁环境控制限值》、《环境影响评价技术导则 输变电工程》和《竣工环境保护验收技术规范 输变电工程》的制（修）订工作已经持续了多年，为尽快颁布实施，制订和颁布相配套的《交流输变电工程电场环境监测方法》极为必要和迫切。



# 标准由来

## 标准制定目的

为健全输变电工程电磁环境管理体系，促进交流输变电工程电磁环境监测工作规范化、科学化，更好地为电磁环境管理与决策提供技术支持，尤其是为《电磁环境控制限值》**GB8702**提供技术方法和依据。

## 工作过程

2013年2月，下达标准编制任务；

2013年4月，标准征求意见；

2013年11月，颁布实施。

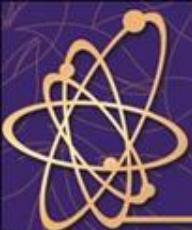


## 制定原则

结合当前环境保护管理的要求，对现行电力行业标准进行“等同转化”；注重电磁环境监测技术先进性和现实可行性相结合。

## 基本任务

规范交流输变电工程电磁环境监测，准确判识交流输变电工程电磁环境影响程度和影响范围。



# 主要内容

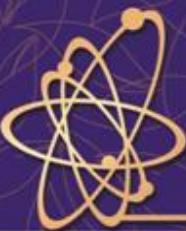
## 前 言

- 1、适用范围
- 2、规范性引用文件
- 3、术语和定义
- 4、监测技术要求
- 5、质量保证



## 制定依据

- (1) GB8702 电磁环境控制限值（待发布）
- (2) GB/T50297-2005 电力工程基本术语标准
- (3) GB/T 2900.1-2008 电工术语 基本术语
- (4) GB/T12720-91 工频电场测量
- (5) HJ/T10.2-1996 辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法
- (6) HJ/T 24-1998 500kV超高压输变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范
- (7) DL/T988-2005 高压交流架空送电线路、变电站工频电场和磁场测量方法
- (8) DL/T334-2010 输变电工程电磁环境监测技术规范
- (9) 《环境监测管理办法》（国家环境保护总局令第39号）



# 主要内容

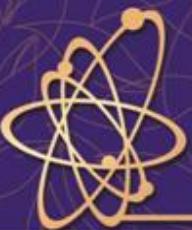
## 1 适用范围

本标准规定了交流输变电工程产生的工频电场、工频磁场的监测方法。

(注：无线电干扰是否作为环评评价因子由环评导则规定)

本标准适用于110kV及以上电压等级的交流输变电工程。其他电压等级的交流输变电工程电磁环境监测可参照本标准执行。

(注：低电压等级工程也产生工频电磁场，但具体方法须根据实际情况调整，如监测范围等)



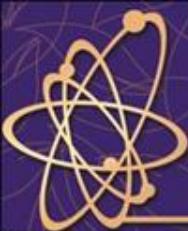
# 主要内容

## 2 术语和定义

明确了“**交流输变电工程**”、“**工频电场**”和“**工频磁场**”的术语和定义。

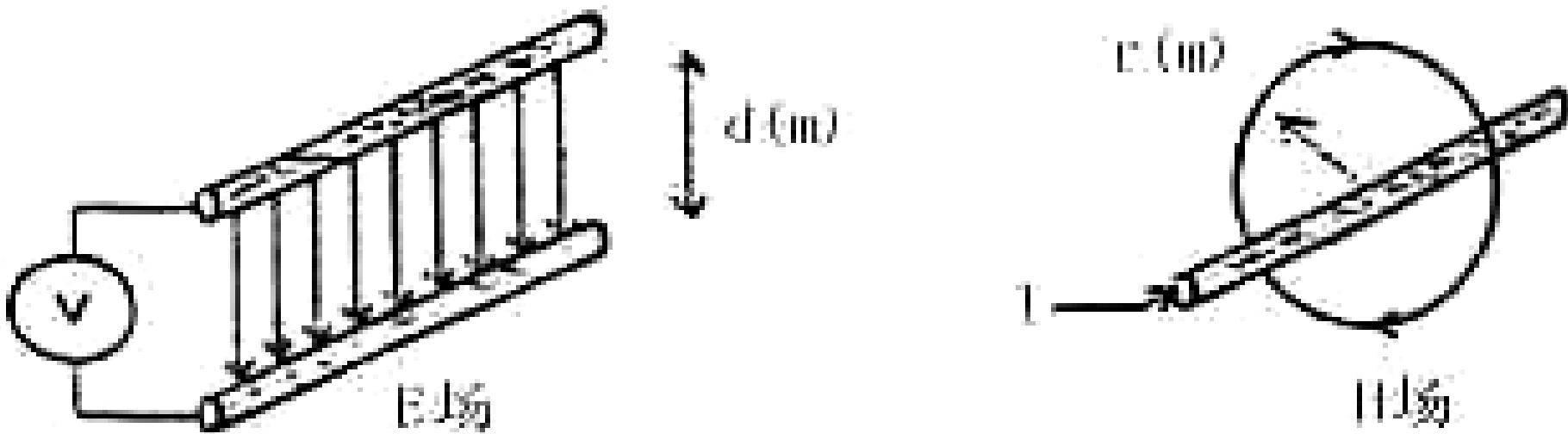
参考GB/T 50297—2006《电力工程基本术语》给出了“**交流输变电工程**”的定义；

参考《电力名词（第二版）》（全国科学技术名词审定委员会公布）和DL/T 334—2010给出了“**工频电场**”和“**工频磁场**”和定义。



# 主要内容

**工频电场**是一种随50Hz频率交变的准静态场，它的一些效应可以用静电场的一般概念来分析。这些场都是由电荷产生的，就高压装置来说，当导线带电时，电荷分布在架空导线的表面，所以换句话说，电压产生了电场。如下图所示，在两相距 $d$ 的导线上施加电压 $V$ ，则导线之间存在电场 $E$ 。





## 输电线路产生的工频电场强度的特点

一是空间每一点的电场是一个旋转的椭圆场，但在地面椭圆场变为垂直于地面的电场，在距地面约2m以内的区域，电场强度的垂直分量基本上是均匀的，水平分量可以忽略不计；

二是工频电场很容易被树木、房屋等屏蔽，受到屏蔽后，电场强度明显降低；

三是工频电场强度相对稳定，因为产生电场的电压相对稳定，而不论输送容量的变化，即使是线路空载状况下。

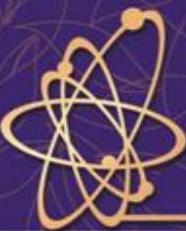


**工频磁场**也是一个准静态场，这种准静态性质允许把电场和磁场分别进行讨论，而不会互相影响。输电线路的工频磁场仅由电流产生，把安培定律应用于载流导线，并将计算结果叠加，就可得出线路周围的磁场强度。



## 输电线路产生的工频磁场强度的特点

一是通过的电流随用电负荷的变化而变化，从而工频磁场强度也随着变化，导体中通过电流I，则导体周围就存在磁场H；二是随着与输电线路距离的增加，工频磁场强度快速降低，并且与工频电场强度相比，工频磁场强度随距离变远，下降得更快；三是由于只有磁性材料的物体引入，才能改变磁场的分布，所以输电线路周围的工频磁场不如工频电场那样容易畸变，树木、房屋对工频磁场也几乎没有屏蔽作用。四是与工频电场一样，输电线路的工频磁场也是一个椭圆场，所不同的是，在地面仍然保持是椭圆场。

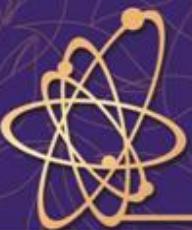


# 主要内容

## 3 监测技术要求

### (1) 监测因子

明确了交流输变电工程环境监测因子为工频电场和工频磁场，与《环境影响评价技术导则 输变电工程》(HJ 24-2014)等规定的评价因子保持一致，并给出了电磁环境监测时常用的单位(**kV/m**和**μT**)。



# 主要内容

## (2) 监测仪器

规定了监测仪器的要求，与DL/T334-2010的要求保持一致；

补充了对监测仪器探头支架的要求：应采用不易受潮的非导电材质，减少支架因素对监测结果的影响，符合现行实际操作；

补充了仪器检波方式的要求：监测结果应选用仪器的方均根值读数，方均根值参见GB/T 2900.1。



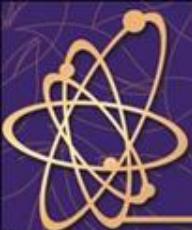
## 主要内容

### 监测仪器探头支架受绝缘程度影响试验

为说明监测仪器探头支架受绝缘程度影响，较为形象直观地说明潮湿天气条件下测量到的电场强度较大，国网电科院人员在交流特高压试验基地进行了环境空气湿度对工频电场测量仪表读数的影响模拟试验。试验采用三个支架，同边导线距离一致，相互之间保持一定距离以确保不会相互影响测量结果。

图片左边木架为干燥支架，绝缘电阻值大于 $5000M\Omega$ ；中间为受潮的电胶木架，绝缘电阻值约等于 $500M\Omega$ ；右边为用水喷湿的支架，在支架表面形成水膜，其阻抗约为 $50M\Omega$ 。

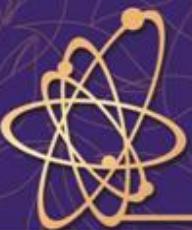




# 主要内容

支架状况	干燥	潮湿	淋水
阻抗 ( $M\Omega$ )	>5000	500	50
工频电场	4.2	6.8	12.9

- 不同绝缘强度的仪器探头支架，测量同一工频电场时，其读数是有差别的，探头支架绝缘电阻小，则测量的工频电场值就大。
- 这是由于绝缘支架在潮湿或相对湿度较大的条件下的电导率增加，造成探头泄露电流增大甚至所在位置处电场畸变，导致所测量到的电场强度发生变化。
- 在相对湿度较大或雨天条件下的测量仪器的读数会出现不准确，导致工频电场测试数据与实际的工频电场强度存在较大的误差。



# 主要内容

## (3) 环境条件

标准规定了监测工作的环境条件，与HJ/T10. 2-1996及DL/T988-2005的要求保持一致；补充了在“监测工作应在无雨、无雾、无雪的天气下进行。为避免监测仪器支架泄漏电流等影响，监测时环境湿度应在80%以下”的要求，符合现行实际操作。



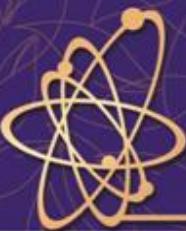
## 天气状况对工频电场测量的影响

- 理论上不同天气下的电场强度不发生变化，但是测量仪器会受到湿度的影响，导致仪器有可能在湿度较大时出现读数不准的情况。
- 实测中发现，在大湿度下进行工频电场测量，有可能使测量结果比正常结果大数倍。



## 受天气状况影响使工频电场监测结果变大的原因分析

- (1) 在潮湿环境下，对地电导的增加降低了仪器探头到线路以及探头到大地之间的阻抗。而仪器探头外壳不透水，使其内部的感应电极仍只有电容存在，其在线路—探头上极板、探头上极板—探头下极板、探头下极板—大地的分压比例增大，使测量读数变大。
- (2) 长时间处于大湿度环境下会在仪器的支架表面形成对地导电通道，增大了仪器对地泄漏电流，从而增大仪表读数。
- (3) 长时间处于大湿度环境下使绝缘支架（特别是木制支架）在一定程度上变成了突出地面的导电体，造成仪器探头所在位置的电场畸变。

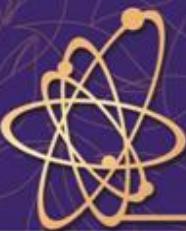


# 主要内容

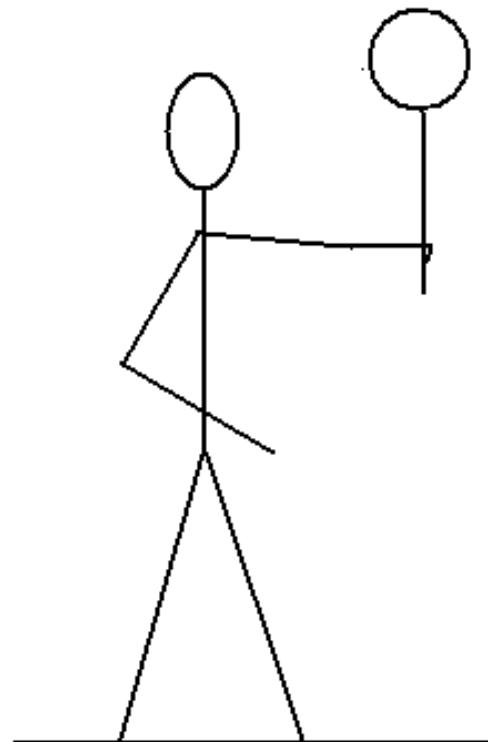
## (4) 监测方法

规定了监测方法的通用要求，与DL/T 988—2005的要求保持一致。

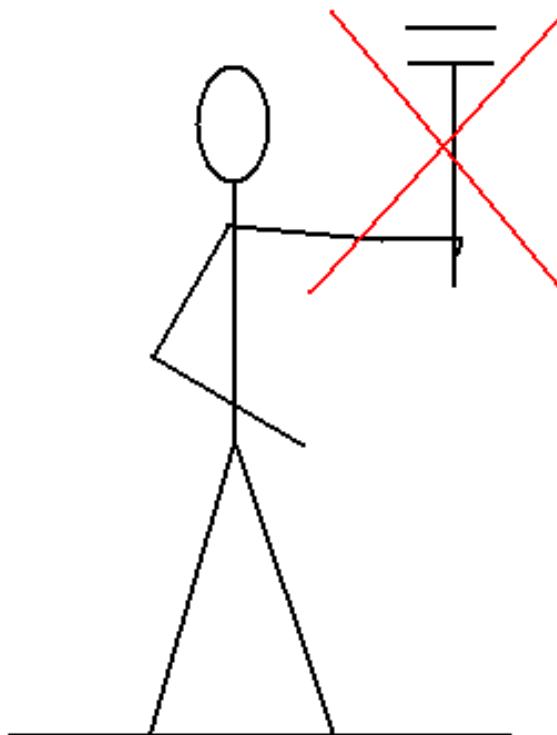
明确了监测仪器的探头应架设在地面（或立足平面）上方1.5m高度处（这一高度代表了人体的典型高度或胸腔的高度〈CIGRE〉；在这个高度附近也属于均匀场范围），与HJ/T 24—1998的要求保持一致。



# 主要内容



测量工频磁场



测量工频电场



## 工频电场强度监测

测量人员应离测量仪表的探头足够远，一般情况下至少要2.5m，避免在仪表处产生较大的电场畸变。测量仪表的尺寸应满足：当仪表介入到电场中测量时，产生电场的边界面

（带电或接地表面）上的电荷分布没有明显畸变。测量仪器探头放入区域的电场应均匀或近似均匀，测量仪器表头一定要固定在地面上的绝缘支架上。而且要保持绝缘支架不受潮和表面不凝雾。

## 工频磁感应强度监测

引起工频磁场畸变或测量误差的可能性相对于工频电场而言要小一些，可忽略电介质和弱、非磁性导体的临近效应，测量探头可以用一个小的电介质手柄支撑，并可由测量人员手持。

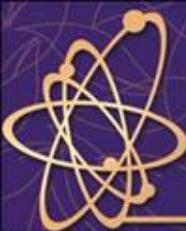


## (5) 监测布点

规定了监测布点的具体要求，其中对架空输电线路、变电站和建（构）筑物的监测布点要求与DL/T988-2005和DL/T334-2010的要求保持一致；补充了对地下输电电缆的测量布点要求。

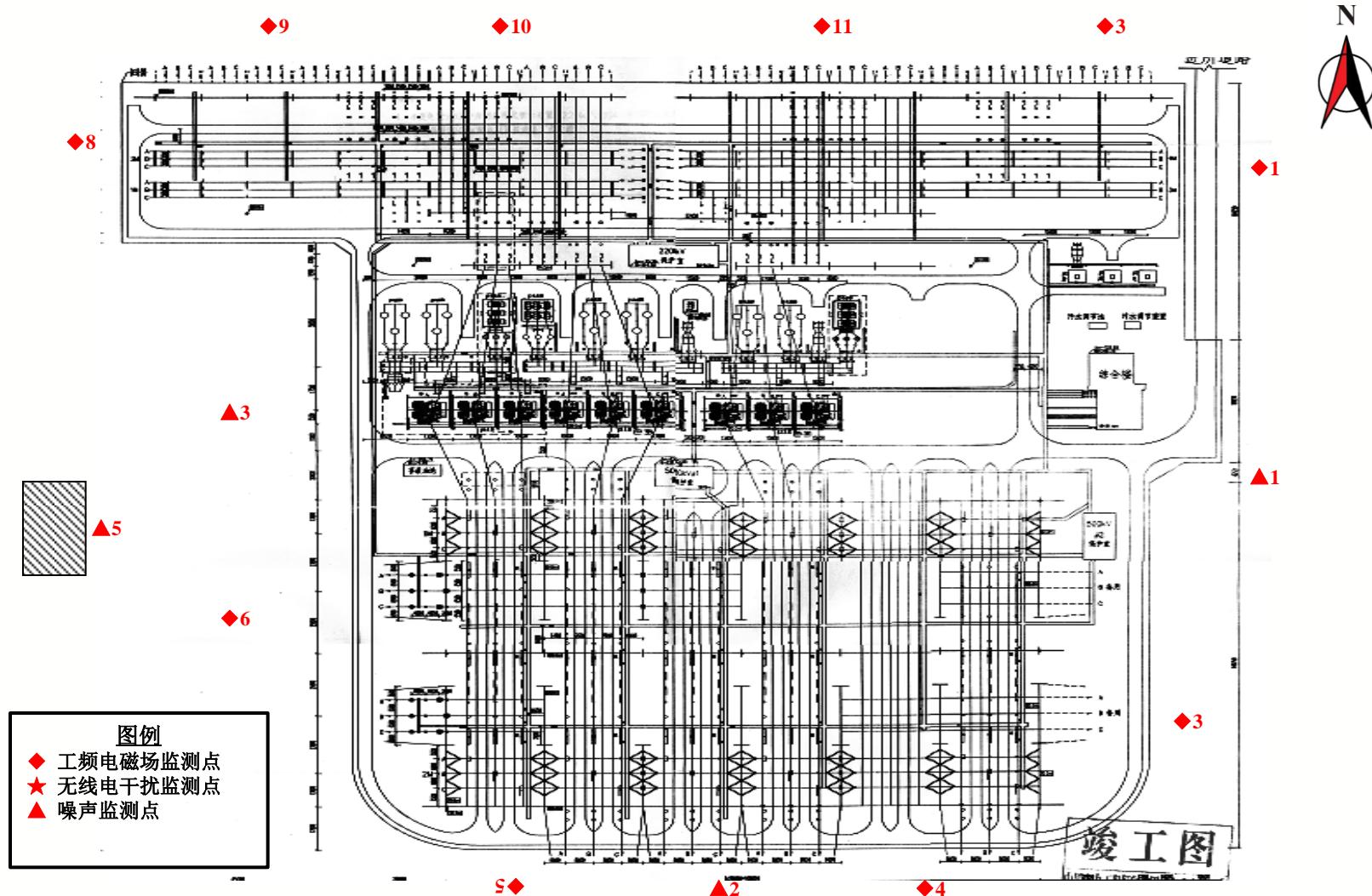
### 地下输电电缆

断面监测路径是以地下输电电缆线路中心正上方的地面为起点，沿垂直于线路方向进行，监测点间距为1m，顺序测至电缆管廊两侧边缘各外延5m处为止。



# 主要内容

## 变电站周围监测布点图

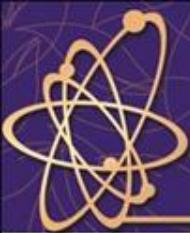




# 主要内容



变电站工频电场、磁场监测布点

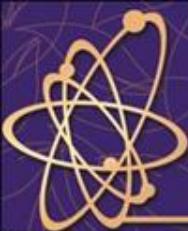


# 主要内容

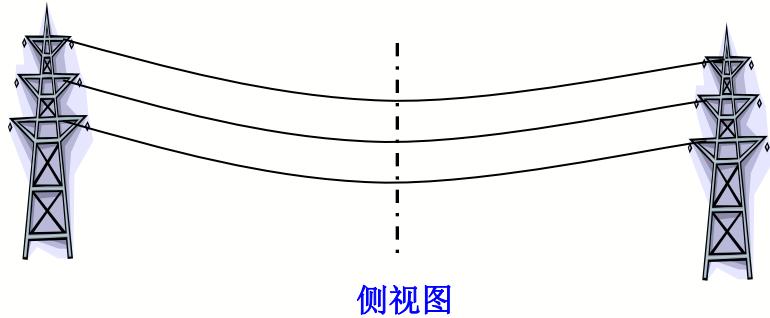


在环境敏感点靠近变电站一侧，周围空旷，地形平坦，无高大树木及电力线路、通讯线路等影响处布点。

变电站外环境敏感点工频电场、工频磁场测量



# 主要内容



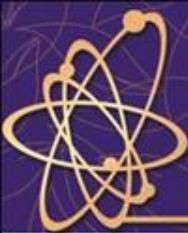
侧视图



监测  
方向

俯视图

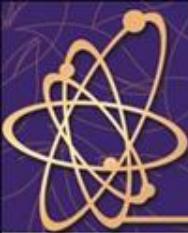
- 1、工频电磁场以档距中央导线弛垂最大处线路中心的地面上投影点为测试原点，沿垂直于线路方向进行，测点间距为5m，顺序测至边相导线地面投影点外50m处止（HJ/T24-1998要求）。在测最大值时，两相邻测点间的距离应不大于1m（DL/T988-2005要求）。测点间距在距原点20m内为2m、之外为5m。
- 2、测量正常运行的高压架空送电线路工频电磁场时，测量地点应选择在地势平坦，远离树木、没有其他电力线路、通信线路及广播线路的空地上。



# 主要内容

## 输电线路工频电磁场衰减断面监测布点



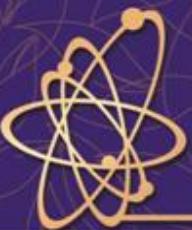


# 主要内容

- 1、测量点应选择在地势平坦，远离树木、没有其他电力线路、通信线路及广播线路的空地上。
- 2、环境敏感目标测量点应选择靠近线路侧。



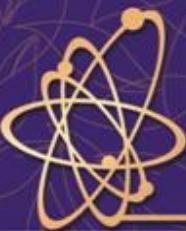
输电线路环境敏感点室外工频电磁场监测



# 主要内容

## 变电站（开关站、串补站）

明确了对变电站（开关站、串补站）监测点应选择在无进出线或远离进出线（距离边导线地面投影不少于20m）的围墙外且距离围墙5m处布置。



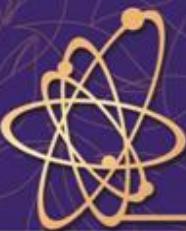
# 主要内容

## (6) 建(构)筑物

在建(构)筑物外监测，应选择在建筑物靠近输变电工程的一侧，且距离建筑物不小于1m处布点。

在建(构)筑物内监测，应在距离墙壁或其他固定物体1.5m外的区域处布点。如不能满足上述距离要求，则取房屋立足平面中心位置作为监测点，但监测点与周围固定物体（如墙壁）间的距离不小于1m。

在建(构)筑物的阳台或平台监测，应在距离墙壁或其他固定物体（如护栏）1.5m外的区域布点。如不能满足上述距离要求，则取阳台或平台立足平面中心位置作为监测点。

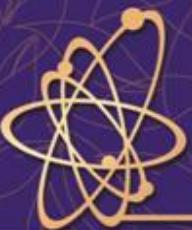


# 主要内容



输电线路环境敏感点住宅楼顶平台工频电磁场监测

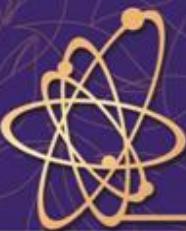
住宅楼顶平台工频电  
磁场场强的测量：应  
在距离周围墙壁和其  
他固定物体（如护栏）  
1.5m外的区域内测量  
工频电场和磁场，并  
测出最大值。若平台  
几何尺寸不满足条件，  
则应在平台中央位置  
进行测量。



# 主要内容

## 4 质量保证

原则性规定了开展监测的人员、仪器、数据处理等要求，具体指标等要求在监测技术要求章节中已明确，不再重复出现。



# 主要说明

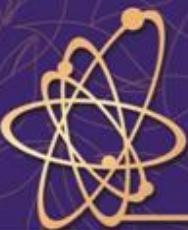
## 一、建（构）筑物阳台或平台监测

阳台或平台作为建（构）筑物中公众经常活动的场所之一，有必要控制其位置的工频电场、工频磁场所致的公众曝露；在交流输电线路跨越或邻近的建（构）筑物的阳台或平台上，由于相对距离较近，受到的电磁环境影响往往比地面上或室内要大，在阳台或平台上的监测数据更加能客观反映输变电工程的电磁环境影响程度；在处理公众环境纠纷时，为保障公众的环境权益，在其所有的阳台或平台上监测也是无法回避的。



(1) 交流输电线路跨越或邻近的建（构）筑物时，在阳台或平台上的工频电场分布会发生不均匀的畸变，是客观的事实。但这一现象产生的根本原因是由于输电线路的存在带来的电磁环境影响，而不是因为阳台或平台的几何尺寸大小，主观的回避公众受到畸变电场的影响是不负责任的。

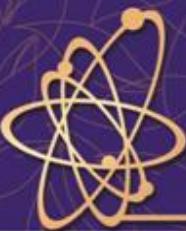
(2) 监测方法考虑到畸变电场的特点，即场强分布很不均匀，特别靠近在阳台或平台的护栏等边缘位置可能会产生较大的畸变，故规定：在不满足距离要求时，在阳台或平台立足平面中心位置进行监测。这样的监测数据具有较好的代表性、规范性和复现性，较好的避免了随意布点给监测结果带来的不确定问题。



# 主要说明

(3) 虽然在《限制时变电场和磁场曝露的导则 (1Hz ~100KHz) 2011》中规定的参照水平是未畸变的曝露程度是很小的。但在其后又补充说明：“确定参照水平的均匀性是相当的，条件是相当的，分体占人体所占有的空间内电场与磁场的源与躯体评估于安全的结在人体所占有的空间内电场与磁场的源与躯体评估于安全的结小的。但是，在大多数情况下者者离局的曝露评估于安全的结以在此情况布是即使从强的常测量总会导致偏于安全的结果。在此情况位置最大场强的测量总会导致偏于安全的结果。”，故即使在阳台或平台的电场视为畸变场，且监测结果也是可以与公众暴露控制限值进行比较的，且相对偏于安全。

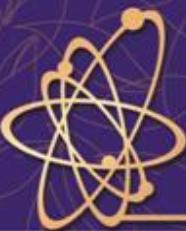
(4) 如将畸变场中的监测结果若“仅作参考”，无法解决实际工作问题，反而可能会带来更多麻烦。因为“畸变场”是一个理论的概念，在现实环境中，实际上是无法直观判断一个场所是“均匀场”或者“畸变场”。



## 主要说明

### 二、关于“现场监测记录、原始记录、监测报告”等参考格式

在编制过程中，主要考虑到各地在常规监测中，大多数监测机构通过计量认证或国家实验室认可工作，已形成了一套相应固定的记录格式，如能充分利用，已能满足监测的记录要求；如一一给出，则表格太多，反而不便于管理，还可能造成浪费。最后编制组认为不给出这方面的记录参考格式。



# 主要说明

## 应记录的数据和图形

测量用仪器型号和编号，仪器探头对地高度；被测线路或变电站名称，测点位置(杆塔编号，变电站间隔名称)，测点线路或变电站间隔母线运行电压和电流值；测量日期和时间；气象情况(天气状况、气压、温度、湿度)。

在确定输电线路邻近或跨越住宅或其他敏感地点工频电场、磁场时，应给出邻近或跨越处垂直线路方向截面的电场、磁场分布，同时给出邻近或跨越处相导线的布置、相导线对地高度以及住宅与线路的具体位置。



# 环境影响评价技术导则 输变电工程

## 类比评价：

- 对敏感目标进行定点类比监测时，应主要考虑公众活动或生活的区域及时间适当选点进行监测。
- 在监测项目上，去掉了HJ/T 24中规定的“水平分量”、“垂直分量”，而直接规定监测工频电场、工频磁场。这主要是考虑电场、磁场限值标准是对离地一定高度处的最大值，而且目前的监测设备基本能实现三维同时监测并给出合成结果。
- 类比监测结果可用于分析预测本工程输变电电磁环境因子的影响范围、满足对应标准或要求的范围、最大值出现的区域范围，并对其正确性及合理性进行论述。数据资料全面且必要时，也可用于模式验证。



## 验收调查、监测的时段和范围：

根据工程建设过程，验收调查时段应包括工程前期、施工期和试运行期。

验收调查、监测的范围原则上与环境影响评价文件的评价范围一致；当工程实际建设内容发生变更或环境影响评价文件未能全面反映出工程建设的实际环境影响时，应根据工程实际变更和实际环境影响情况，结合现场踏勘对调查范围进行适当调整。

## 验收调查、监测的标准：

验收调查、监测的标准采用工程环境影响评价文件及其批文件中提出的环境保护要求和采用的环境保护标准；对已颁布新颁布的环境保护标准，应提出验收后按新标准进行达标考核的建议。

# 建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电工程

## 变电站、换流站、开关站、串补站电磁环境监测：

变电站、换流站、开关站、串补站电磁环境监测包括电磁环境敏感目标监测和厂界监测。

变电站、换流站、开关站、串补站各侧围墙外的电磁环境敏感目标监测布点应具有代表性。

厂界监测一般在变电站、换流站、开关站、串补站围墙外5m处布置监测点，如在其他位置测量，应说明监测点位与变电站、换流站、开关站、串补站相对位置关系及环境现状。

## 跨工程电磁环境监测：

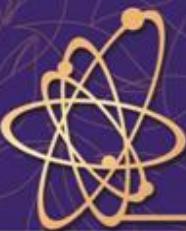
线路工程电磁环境监测包括电磁环境敏感目标监测和断面监测。线路工程跨越的电磁环境敏感目标均应进行监测，其他电磁环境敏感目标按有代表性原则进行监测。

对于330kV及以上电压等级的交叉跨越或并行输电线路工程，当线路中心线间距小于100m且存在电磁环境敏感目标时，电磁环境监测布点应考虑线路对电磁环境敏感目标的综合影响。

交流线路断面监测布点方法按照HJ 681 的规定，直流线路断面监测布点方法可参照DL/T 1089的规定。应按照电压等级、排列方式等选择代表性断面进行监测。对于跨省级行政区的线路工程，每个省级行政区内至少应选择一处断面进行监测。如不具断面监测条件，应说明原因。

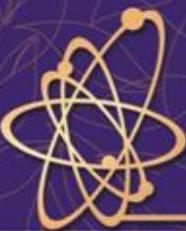


# DL/T1089 直流换流站与线路 合成场强、离子流密度测量方法



# 主要内容

- 由中电联提出，全国电磁兼容标准化技术委员会归口，武高院起草。自2008年11月1日实施。
- 适用于 $\pm 800\text{kV}$ 及以下正常运行换流站、直流输电线的合成电场的测量。
- 测量仪器，场磨。
- 测量方法，一般要求规定了风速、气象和测量时间间隔和时长，线路测量分为线下和附近民房两种情况，换流站分站内、站外和附近民房三种情况。
- 测量记录和数据处理，给出了要求记录的各种电气、物理和气象等参数，统计各类数值的方法。
- 附录提供了校准的方法。



# 主要内容

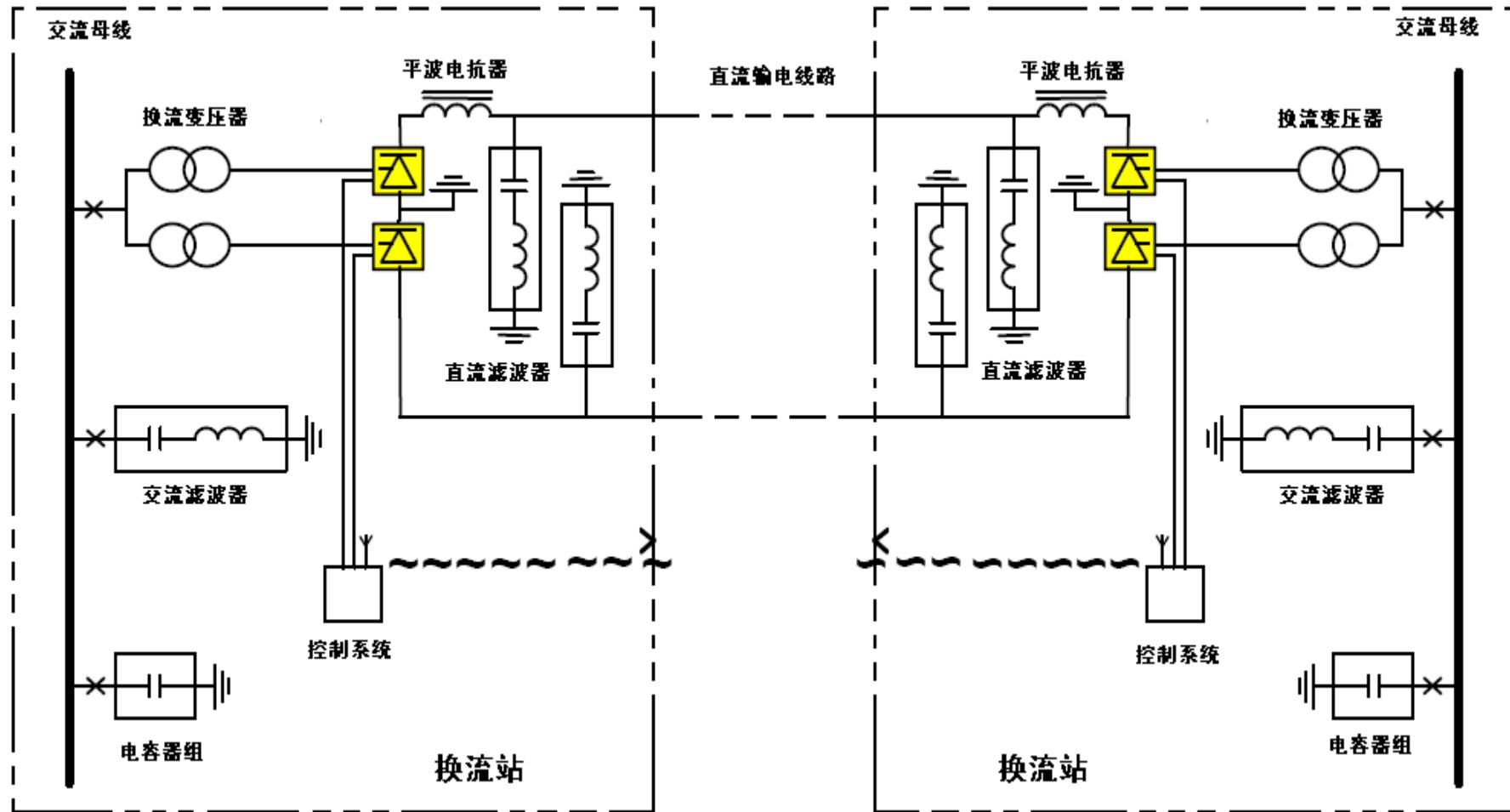
## • 直流输电

将交流电经整流器转换成直流电，输送至受电端，再用逆变器将直流电转换成交流电，送到受端交流电网的一种输电方式。主要用于远距离、大功率输电和非同步交流系统的联网。

直流输电系统主要由换流站（整流站和逆变站）、直流线路、交流侧和直流侧的电力滤波器、无功补偿装置、换流变压器、直流电抗器以及保护、控制装置等构成。

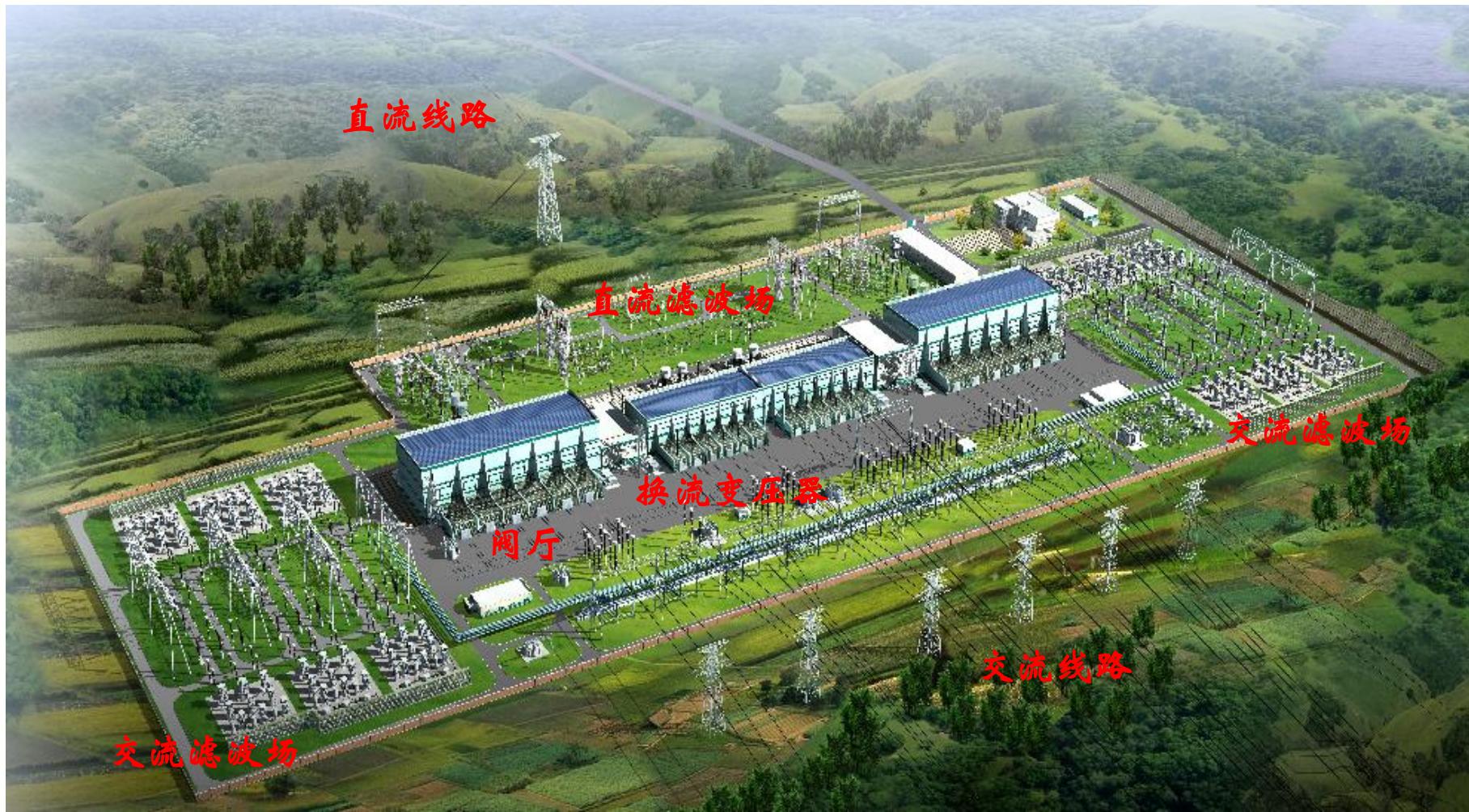
其中换流站是直流输电系统的核心，它完成交流和直流之间的变换。

# 主要內容



常规直流输电系统构成示意图

# 主要内容



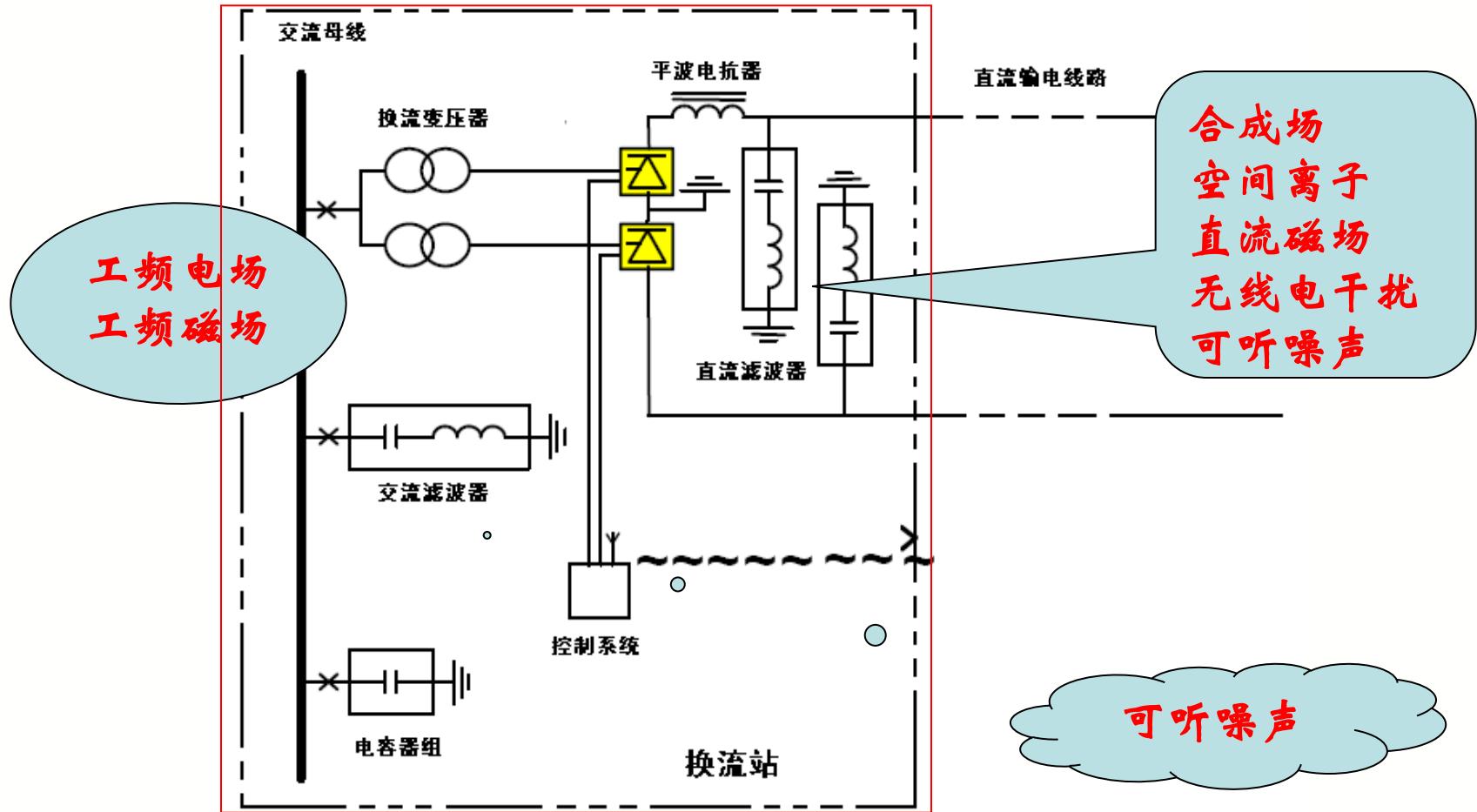
±800kV换流站示意图

# 主要内容



直流线路导线

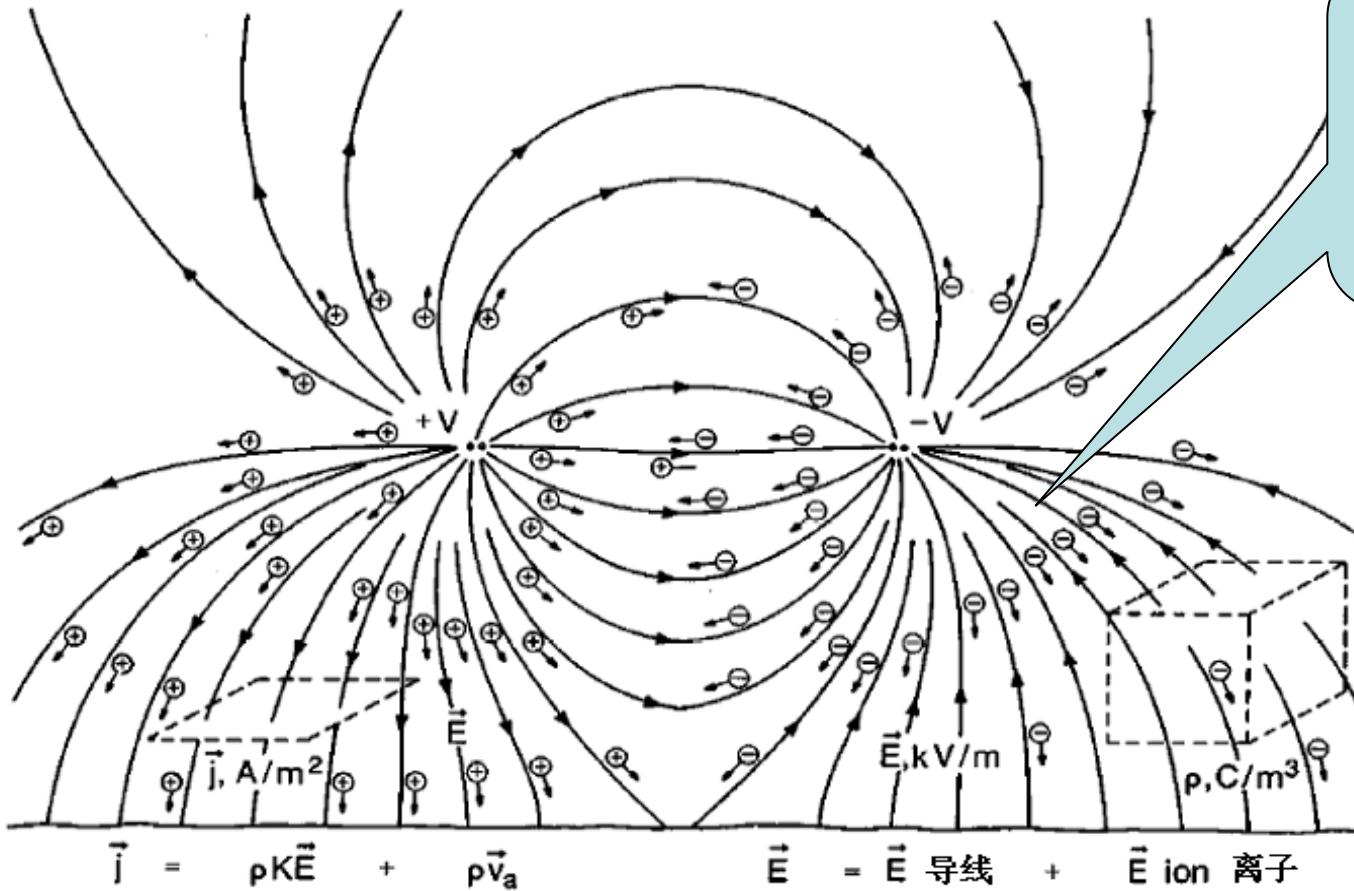
# 主要内容



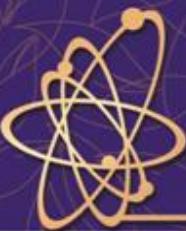
换流站环境影响因子



# 主要内容



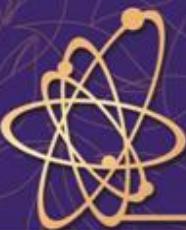
直流线路环境影响因子



# 主要内容

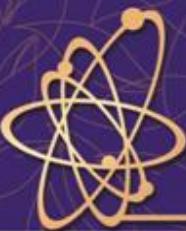
## 合成电场

- 高压直流输电线路线下的合成电场一般高于同一电压等级的交流输电线路下的电场，（没有通过电容耦合产生位移电流）。
- 直流电场方向是不随时间变化的，除了导线电压产生的场强外，与其同一极性的空间电荷也产生场强，两者的矢量和构成总场强，称为合成场强。
- 离子的存在和分布决定了直流输电线电场的复杂性。
- 合成电场与导线表面电场强度及电晕起始场强有关。



# 主要内容

空间导电场线上，直流输电线下或直流母线下的空间导电场是由两部分合成，一部分是标称电场，另一部分是导线表面电晕引起的空间电荷（离子）产生的电场，这两部分电场的向量迭加，称为合成电场。



# 主要内容

## 合成电场的环境影响

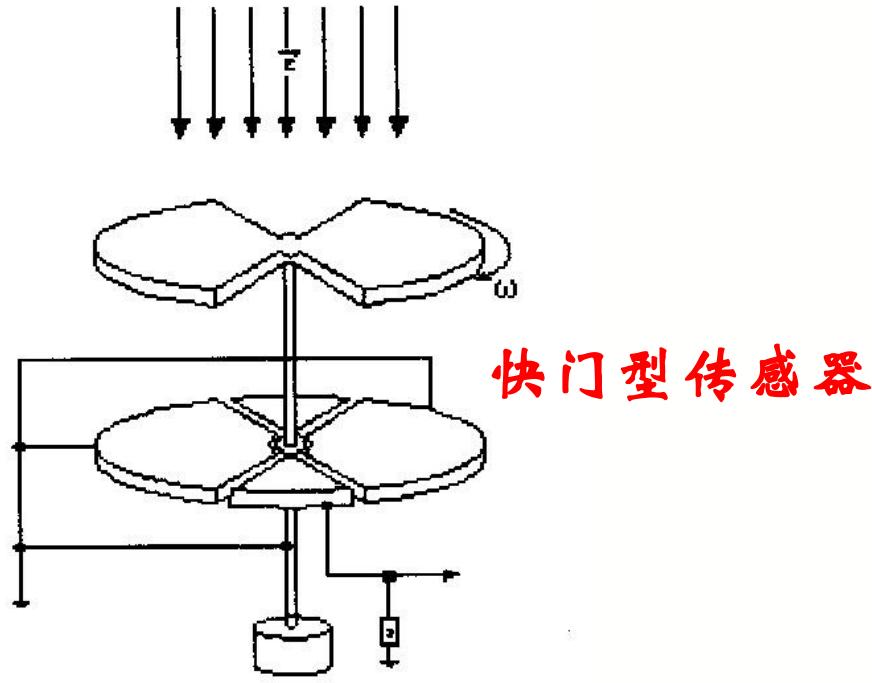
- 人暴露在直流电场中，在体表会产生感应电荷，由于感应电荷的存在，人体内部的合成电场强度几乎为零，直流电场对人体内部几乎没有影响；
- 暂态电击效应在这里是指人体接触直流输电线路附近的绝缘物体时，在接触瞬间，出现一小火花，同时在接触点会出现一种使人不快的刺痛感；
- ICNIRP没有给出直流电场的限值，只是提出防止静电感应，来控制直流电场；
- 具有工频电场的一些特性，如易受导体畸变，遮蔽屏蔽等。



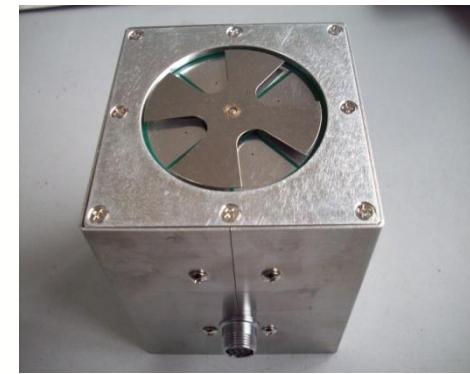
# 主要内容

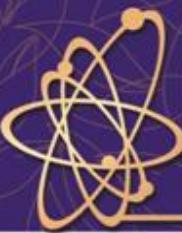
## 合成场强测量仪器——场磨

- 基本原理：使传感组件上接受到的电力线总数量周期性的变化，与之相应的感应电荷也随之周期性的变化。利用周期性变化的电荷所形成的电流即可测出相应的场强。



快门型传感器

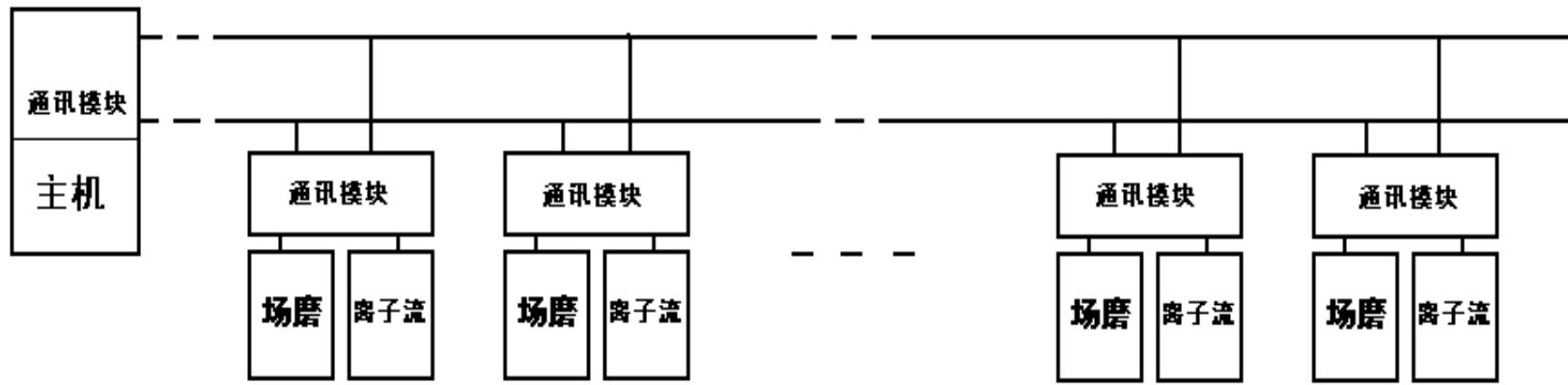




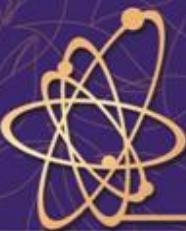
# 主要內容

# • 测量系统

地面合成场强和离子流密度是随气象等条件不断变化的。要得出线路地面合成场强的分布，需要场磨、离子流测试仪器和一台控制主机构成一个完整的测试系统。

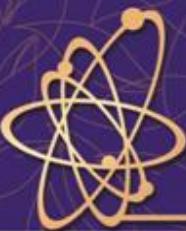


测量系统构成



# 主要内容

- 测量仪器应具有自动记录功能；
- 合成场测量仪器应能测出直流合成场的大小和极性；
- 通常采用场磨来测量地面合成场，场磨应使用 $1m \times 1m$ 的金属板作为接地参考平面，并将其可靠接地；
- 测量仪器必须在校准有效期内。
- 合成场量程：-100~100kV/m
- 测量精度：0.03kV/m
- 分辨率：0.01kV/m



# 主要内容

## 测量系统要求

测试的特殊性：

—合成场（标称场 + 空间电荷的场）

—空间电荷运动的不规律性

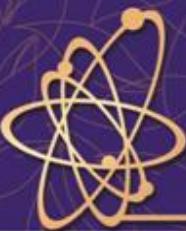
} 同时测量性，统计。



# 主要内容

## 测量条件

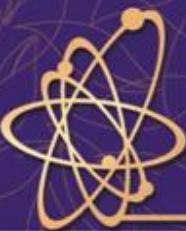
- 地面合成场强测量的测试应在风速小于2m/s，无雨、无雾、无雪的好天气下进行，测量的时间段不少于30min。测量合成场时，测量仪表应直接放置在地面上（探头与地面间的距离应小于200mm），接地板应良好接地。
- 线路测量，应在档距中央，地势平坦，无高大树木、电力线路，无高草等。
- 测量线路时，应记录测点或测量路径所在处极导线的线路参数，如导线高度、极间距离、导线型式和运行电压、电流；测量档距两端的杆塔编号、线路走向、同杆线路回路数、线路排列方式；测量换流站时，应记录测量点的具体位置，换流站的运行方式、换流阀功率、直流电压等。应记录测试时间段的风速、风向、温度、相对湿度、大气压等气象条件以及每一次测量的开始时间与结束时间。



# 主要内容

## • 测量点位选择

- 1、测点应选择在地势平坦的地段，要远离杆塔，树木，篱笆，高草或其它不规则的突出物体，以避免邻近物体的影响。测点还要交通方便易于出入。
- 2、测点处的线路结构应是有代表性的，主要指导线布置，和导线尺寸及分裂情况。测点处的污染状况也应有代表性，因污染状况不同，离子组分不同，迁移率也可能大不相同。
- 3、输电线路地面合成场和离子流密度测量点应选择在极导线档距中央弧垂最低位置的横截面方向上。
- 4、换流站测量应选择在直流场一侧围墙外，距离围墙一定距离，地势平坦、无遮蔽物。
- 5、敏感点测试，在靠近线路、邻近敏感点附近的开阔区域，无遮蔽物。

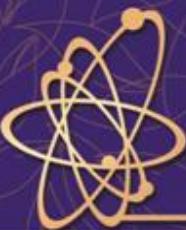


# 主要内容

## 断面（典型）测量布置方法

在选定的测点，在地面找出正负极导线的地面对投影点，和处于极导线的测量路径；根据极导线的地面对投影确定正负极导线的地面对投影的中心，并以该中心点为起点，向选定的极导线方向、按照选定的测点间距将测量设备布置在对应测量点位上。

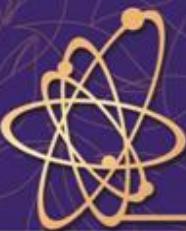
测量时两相邻测量点间的距离可以任意选定，但在测量最大值时，两相邻测量点间的距离应不大于5m。输电线路下合成场一般测至距离边导线对地投影外50m处即可。



# 主要内容

## 测量记录

地面合成场强的测量采用边长为1m的接地参考平面，测试仪自动记录数据，记录时间间隔可选为30s，也可以采用其它时间间隔。使用手动记录测量时，应间隔30s（或其它时间间隔）记录一次读数。每个测点每次测量数据不少于100个。多点同时测量时，应采用自动记录方式进行测量。

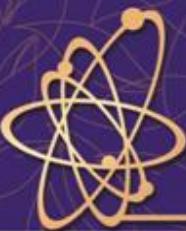


# 主要内容

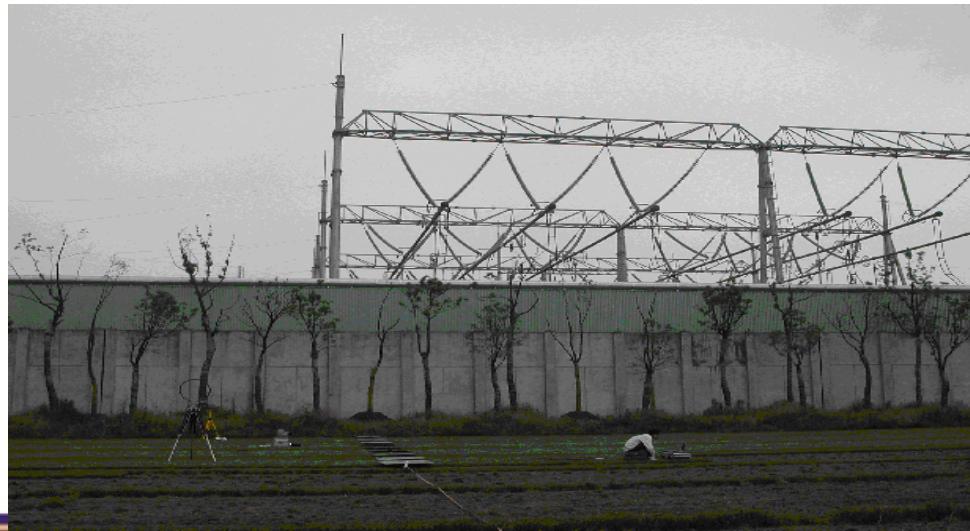
## 注意事项

测量仪表的场磨应与测量人员保持足够远的距离（至少要2.5m），避免在场磨处产生较大的电场畸变；与固定物体的距离应该不小于1m，以减小固定物体对测量值的影响。

电场本身容易受到周围物体的影响，有了离子流的直流合成场更容易受到周围物体的影响，要对测量的地点进行严格的规定。由于直流合成场随时随地受到外界环境的影响，因此需要记录多组数据来排除偶然因素的影响。



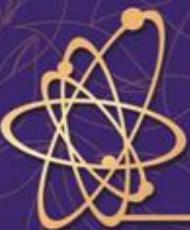
# 主要内容



合成场强测量现场

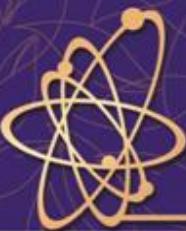


移动通信基站电磁辐射环境监测方法  
(试行) 环发〔2007〕114号



# 主要内容

- 一、 使用范围
- 二、 监测条件
- 三、 监测方法
- 四、 质量保证
- 五、 监测报告
- 六、 有关计算和单位换算



# 主要内容

- 本方法规定了监测移动通信基站电磁辐射环境的方法。
- 本方法适用于超过 GB8702 规定豁免水平，工作频率范围在 **110MHz~40GHz** 内的移动通信基站的电磁辐射环境监测。
- 本方法不适用于室内信号分布系统。



# 主要内容

- 环境条件

监测时的环境条件应符合行业标准和仪器的使用环境条件，建议在无雨、无雪的天气条件下监测。

- 测量仪器

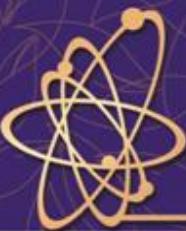
非选频式宽带辐射测量仪 选频式辐射测量仪

- 监测人员

现场监测工作须有二名以上监测人员才能进行。

- 监测时间

在移动通信基站正常工作时间内进行监测，建议在8:00—20:00时段进行。



# 主要内容

## 测量仪器

- 测量仪器根据监测目的分为非选频式宽带辐射测量仪和选频式辐射测量仪。进行移动通信基站电磁辐射环境监测时，采用非选频式宽带辐射测量仪；需要了解多个电磁波发射源中各个发射源的电磁辐射贡献量时，则采用选频式辐射测量仪。
- 测量仪器工作性能应满足待测场要求，仪器应定期检定或校准。
- 监测应尽量选用具有全向性探头（天线）的测量仪器。使用非全向性探头（天线）时，监测期间必须调节探测方向，直至测到最大场强值。



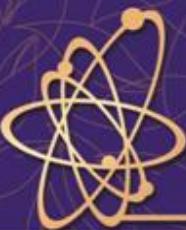
# 主要內容



# 主要内容

表 1 非选频式宽带辐射测量仪电性能基本要求

项 目	指 标	
频率响应	在 800 MHz 至 3 GHz 之间	探头的线性度应当优于±1.5 dB
	在探头覆盖的其他频率上	探头的线性度应当优于±3 dB
动态范围	探头的下检出限应当优于 $0.7 \times 10^{-3} \text{W/m}^2$ ( $0.5 \text{ V/m}$ ) 上检出限应优于 $25 \text{ W/m}^2$ ( $100 \text{ V/m}$ )	
各向同性	必须对整套测量系统评估其各向同性，各向同性偏差必须小于 2 dB	



# 主要内容

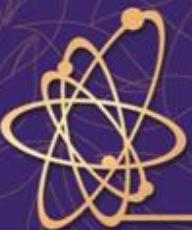
- 选频式辐射测量仪主要是指能够对带宽内某一特定发射的部分频谱分量进行接收和处理的场强测量设备。
- 根据具体监测需要，可选择不同量程、不同的基本频率范围的选频式辐射测量仪，仪器选择的基本频率要能够满足监测要求，电性能基本要求见表2。



# 主要内容

表 2 选频式辐射测量仪电性能基本要求

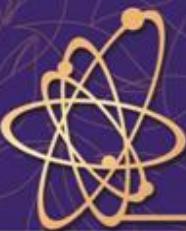
项 目	指 标
测量误差	小于 $\pm 3\text{dB}$
频率误差	小于被测频率的 $10^{-3}$ 数量级
动态范围	最小电平应优于 $0.7 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ ( $0.5 \text{ V/m}$ ) 最大电平应优于 $25 \text{ W/m}^2$ ( $100 \text{ V/m}$ )
各向同性	在其测量范围内，探头的各向同性应优于 $\pm 2.5 \text{ dB}$



# 主要内容

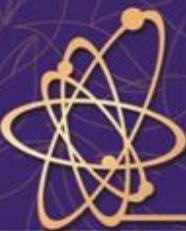
## 基本要求

- 监测前收集被测移动通信基站的基本信息，包括：
  - a) 移动通信基站名称、编号、建设地点、建设单位、类型；
  - b) 发射机型号、发射频率范围、标称功率、实际发射功率；
  - c) 天线数目、天线型号、天线载频数、天线增益、天线极化方  
式、天线架设方式、钢塔桅类型（钢塔架、拉线塔、单管塔等）、天  
线离地高度、天线方向角、天线俯仰角、水平半功率角、垂直半功  
率角等参数。
- 移动通信基站的基本信息由其运营商提供，记录格式列于本方  
法附录B 表B.1。



# 主要内容

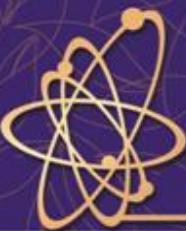
- 测量仪器应与所测基站在频率、量程、响应时间等方面相符合，以保证监测的准确。
- 使用非选频式宽带辐射测量仪器监测时，若监测结果超出管理限值，还应使用选频式辐射测量仪对该点位进行选频测试，测定该点位在移动通信基站发射频段范围内电磁辐射功率密度（电场强度）值，判断主要辐射源的贡献量。
- 选用具有全向性探头（天线）测量仪器的测量结果作为与标准对比的依据。



# 主要内容

## 监测参数的选取

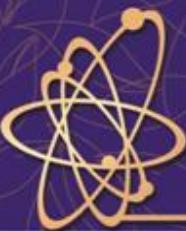
根据移动通信基站的发射频率，对所有场所  
监测其**功率密度（或电场强度）**。



# 主要内容

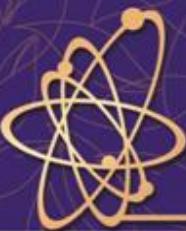
## 监测点位选择

- 监测点位一般布设在以发射天线为中心半径 **50m** 的范围内可能受到影响的保护目标，根据现场环境情况可对点位进行适当调整具体点位优先布设在公众可以到达的距离天线最近处，也可根据不同目的选择监测点位。移动通信基站发射天线为定向天线时，则监测点位的布设原则上设在天线主瓣方向内。
- 探头（天线）尖端与操作人员之间距离不少于**0.5m**。



# 主要内容

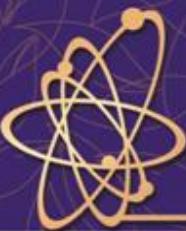
- 在室内监测，一般选取房间中央位置，点位与家用电器等设备之间距离不少于1m。在窗口（阳台）位置监测，探头（天线）尖端应在窗框（阳台）界面以内。  
• 对于发射天线架设在楼顶的基站，在楼顶公众可活动范围内布设监测点位。  
• 进行监测时，应设法避免或尽量减少周边偶发的其他辐射源的干扰。



# 主要内容

## 监测时间和读数

- 在移动通信基站正常工作时间内进行监测。每个测点连续测5次，每次监测时间不小于15s，并读取稳定状态下的最大值。若监测读数起伏较大时，适当延长监测时间。
- 测量仪器为自动测试系统时，可设置于平均方式，每次测试时间不少于6min，连续取样数据采集取样率为2次/s。



# 主要内容

## 测量高度

测量仪器探头（天线）尖端距地面（或立足点）1.7m。根据不同监测目的，可调整测量高度。



# 主要内容

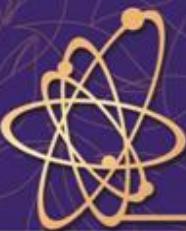
- 移动通信基站信息的记录

记录移动通信基站名称、编号、建设单位、地理位置（详细地址或经纬度）、移动通信基站类型、发射频率范围、天线离地高度、钢塔桅类型（钢塔架、拉线塔、单管塔等）等参数。

- 监测条件的记录

记录环境温度、相对湿度、天气状况。

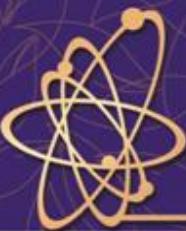
记录监测开始结束时间、监测人员、测量仪器。



# 主要内容

## 监测结果的记录

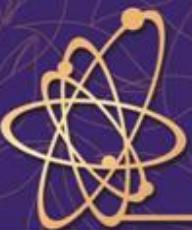
- 记录以移动通信基站发射天线为中心半径 50m 范围内的监测点位示意图，标注移动通信基站和其他电磁发射源的位置。
- 记录监测点位具体名称和监测数据。
- 记录监测点位与移动通信基站发射天线的距离。
- 选频监测时，建议保存频谱分布图。
- 记录格式列于本方法附录B 表B.2和表B.3。



# 主要内容

## 监测质量保证

- 监测机构必须通过计量认证或实验室国家认可。
- 监测前应制定监测方案或实施计划。
- 监测点位置的选取应具有代表性。
- 监测所用仪器必须与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，以便保证获得真实的监测结果。
- 测量仪器和装置（包括天线或探头）经计量部门检定（校准）后方可使用，必须进行定期校准，每次监测前、后均检查仪器的工作状态是否正常。



# 主要内容

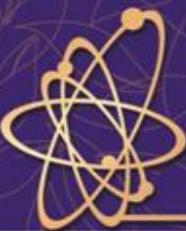
监测人员必须持证上岗。

监测时必须获得足够多的数据量，以便保证监测结果的统计学精度。

监测中异常数据的取舍以及监测结果的数据处理应按统计学原则处理。

任何存档或上报的监测结果必须经过复审，复审者应是不直接参与此项工作但又熟悉本内容的专业人员。

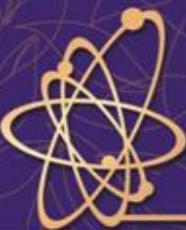
监测应建立完整的文件资料。监测方案，监测布点图，监测原始数据，统计处理程序等必须全部报存，以备复查。



# 主要内容

监测报告必须准确、清晰、有针对性的记录每一个与监测结果关的信息。监测报告基本格式列于本方法附录B表B.4。

1. 基本信息
2. 监测结果
3. 结论



# 主要内容

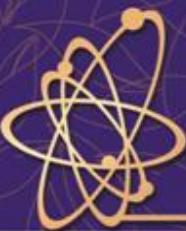
## 基本信息

记录移动通信基站名称、编号、建设单位、移动通信基站类型、发射频率范围、功率 (W) 等参数。

记录环境温度、相对湿度、天气状况。

记录监测开始结束时间、监测人员、测量仪器。

绘制监测点位平面示意图。



# 主要内容

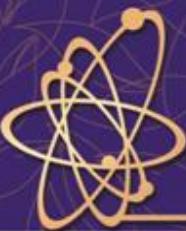
## 监测结果

监测结果以功率密度 ( $\text{W}/\text{m}$  或者  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )  
或电场强度 ( $\text{V}/\text{m}$ ) 表示。

选频监测时，建议给出频谱分布图。

## 结论

根据不同的监测目的，可按照GB8702对  
监测结果进行分析并给出结论。



# 主要内容

## A. 1 复合场强

复合场强为两个或两个以上频率的电磁波复合在一起的场强，其值为各单个频率场强平的根值，可以用下式表示：

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{A.1})$$

式中：  $E$  ——复合场强；

$E_1$  、  $E_2$  .....  $E_n$  ——单个频率的场强值。



# 主要内容

电场强度与功率密度在远区场中的换算公式为：

$$S = \frac{E^2}{377} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{A.2})$$

式中： S——功率密度 ( $\text{W/m}^2$ );

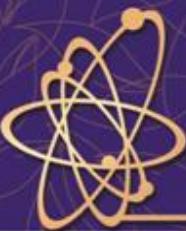
$E$ ——电场强度 ( $\text{V/m}$ )。

磁场强度与功率密度在远区场中的换算公式为：

$$S = H^2 \times 377 \quad \dots \dots \dots \quad (\text{A.3})$$

式中： S——功率密度 ( $\text{W/m}^2$ );

$H$ ——磁场强度 ( $\text{A/m}$ )。



# 主要内容

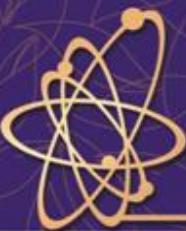
## 远近场因素：

GB8702中：环境中的电磁辐射大多可视为平面波，因此只需测电场强度。但在不能当成平面波的场所，需对电场强度和磁场强度分别测量。

近场：电场强度和磁场强度

远场：电场强度或磁场强度或功率密度

实际操作中，对于电压高而电流小的场源，在感应场区内主要是电场，主要测量电场；对于电压低而电流大的场源(如感应线圈)，在感应场区内主要是磁场，主要测量磁场。



# 主要内容

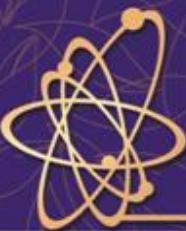
通常情况下，优先选用宽带测量仪器。

理由1：对公众暴露的导出限值是针对整体频段范围内总的照射量。

理由2：宽带达标则分频必达标，有利于提高效率。

使用宽带测量仪器监测时，若监测结果超出管理限值，则应使用选频式辐射测量仪对该点位进行选频测试，测定该点位在测量对象发射频段范围内的电磁辐射功率密度（电场强度）值以及相关频谱，判断主要辐射源的贡献量。

实际操作中，可关停部分设备进行判别测量。



# 主要内容

测量的位置

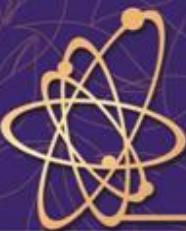
从发射天线的角度出发

选择主要的天线辐射（主瓣）方向，目的在于寻找可能影响的最大位置。

从保护公众的角度出发

公众可以达到距离发射设施的最近处，确保公众环境安全。

注意：暴露限值不是发射限值，暴露限值适用于工作人员或普通公众成员可到达的地点。在公众无法到达的位置获得的数据对保护公众没有意义。



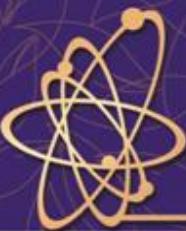
# 主要内容

## 测量的范围

主要由电磁发射设施的影响范围决定 《电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3--1996)  
功率>200kW的发射设备以发射天线为中心,半径为1km范围全面评价。

其他陆地发射设备:评价范围为以天线为中心,发射机功率>100kW时,其半径为1km,发射机功率<100kW时,半径为0.5km

对于通信基站,依据《移动通信基站电磁辐射环境监测方法》环发[2007]114号,监测点位一般布设在以发射天线为中心半径50m的范围内可能受到影响的保护目标。



# 主要内容

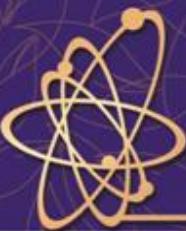
测量的时段以及注意要点

- 设施正常运行是前置条件
- 运行负荷较大时段是必要因素  
通信基站的监测时段在8:00~20:00。
- 适当的读数时间是优化手段
- 每次监测时间不少于15秒，读取稳定状态下的最大值。



# 广播电视台发射设施电磁环境监测方法





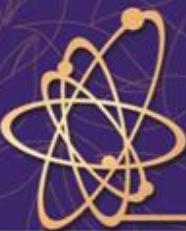
# 工作原理

- **中波广播**

**频率：**频率范围为526.5~1606.5kHz，频道间隔为9kHz，从标称载频531kHz到1602kHz为止，共有120个频道。

**传播方式：**地波、天波

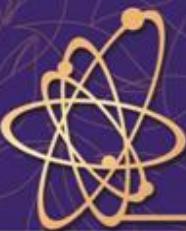
- **地波：**就是从天线辐射的沿地球表面向周围传播的电磁波。中波因其频率较低，地波场强随传播距离的增加而衰减，但衰减较慢，可以形成一个稳定的服务区（约几十公里至百余公里）。覆盖半径主要取决于发射机功率、频率、极化、天线增益以及传输路径的地导系数。
- **天波：**中波天线以高仰角辐射的那部分电波被电离层的E层反射回地面形成，可以传播几百甚至上千公里。



## 工作原理

- 中波广播  
天线

中波发射天线大多数采用拉线垂直桅杆辐射垂直极化波，一般称单塔为全向天线，双塔为弱定向天线，四塔和八塔为强定向天线。桅杆底部有绝缘子支持，中波发射机的电磁能通过不对称的馈线送至天线的底部，由天线将电磁能转换成定向或不定向的波速向外辐射。其大部分能量沿地面传播，小部分能量向天空传播。



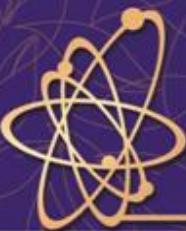
# 工作原理

## 短波广播

**频率：**短波广播的频率范围为3~30MHz。

**传播方式：**天波

短波广播是远距离无线电广播，发射波束有一定的仰角，电磁波辐射到空中后，利用电离层对无线电波的反射，使电波回到地面，再通过调整发射波束的仰角，控制电磁波放射到地面的距离和区域。短波发射方式可使覆盖区在数百公里至数千公里。

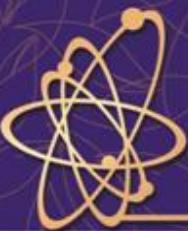


# 工作原理

## 短波广播

### 天线：

- 天线型式有宽波段同相水平天线、隙缝天线、菱形天线和角形天线等。
- 同相水平天线电能利用效率为：65%～70%，隙缝天线效率仅为30%左右，菱形天线效率更低，但该天线具有方向可调性。
- 目前，我国大功率短波发射天线多采用同相水平天线。



# 工作原理

## 调频广播与电视

频率：

- 调频广播的频率范围：**87~108MHz**；
- 电视广播的频率范围：**48.5MHz ~ 960MHz**；
- 其中：

甚高频（**VHF**）波段的频率范围：**48.5MHz ~ 223MHz**；划分为**3 ~ 12**频道；

超高频（**UHF**）波段的频率范围：**470MHz ~ 958MHz**；划分为**13 ~ 68**频道；

- 目前，随着数字电视的实施，使得电视广播的频率范围增加至**GHz**段。



# 工作原理

## 调频广播与电视

**传播方式：**直线传播，遇有建筑物就严重衰减，甚至会造成用户无法接收，即使收到的有时也是反射的电波。传输距离应视发射设备的功率大小，一般不超过100公里。

### 天线：

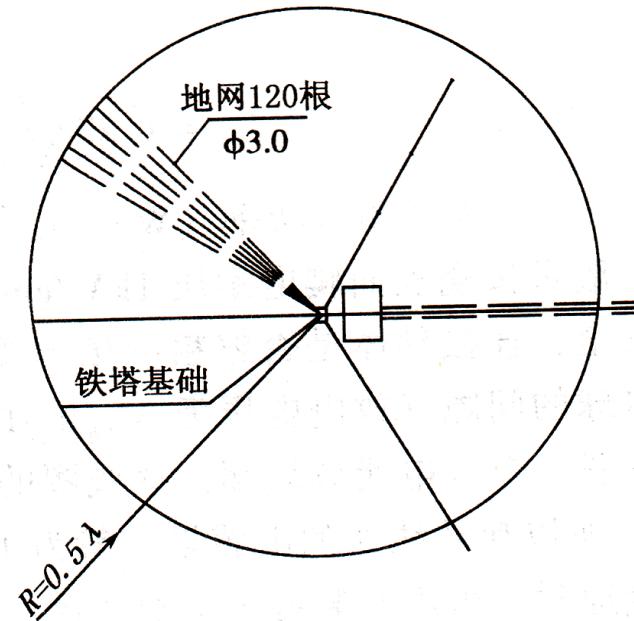
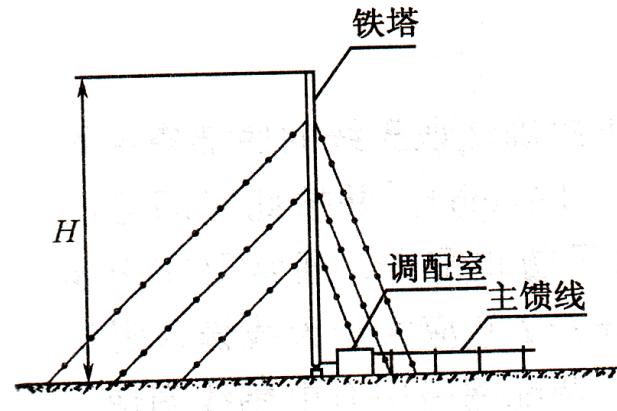
天线由许多基本振子（又称电偶极子或电流元）组成。基本振子是一段载有高频电流的短导线，其长度远小于波长，直径远小于长度。基本振子通过交变电流后，在其附近产生交变电场，并在较远处发生交变电场与交变磁场的互相转化，形成电磁辐射。天线产生有效的电磁波主要取决于辐射频率、几何形状、增益以及电流分布等情况。目前我国调频广播与电视多采用翼形天线。

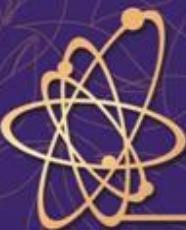


# 电磁辐射特性

## 中波广播

- 目前，我国中波台中，常用的有单塔、双塔、四塔、八塔天线。其中单塔天线最为常见。
- a. 单塔天线结构：单塔天线就是一个以塔身为振子的底部馈电的垂直振子，它由钢桅杆、带绝缘的拉绳、底座绝缘、地网及放电球组成。





# 电磁辐射特性

- 中波广播

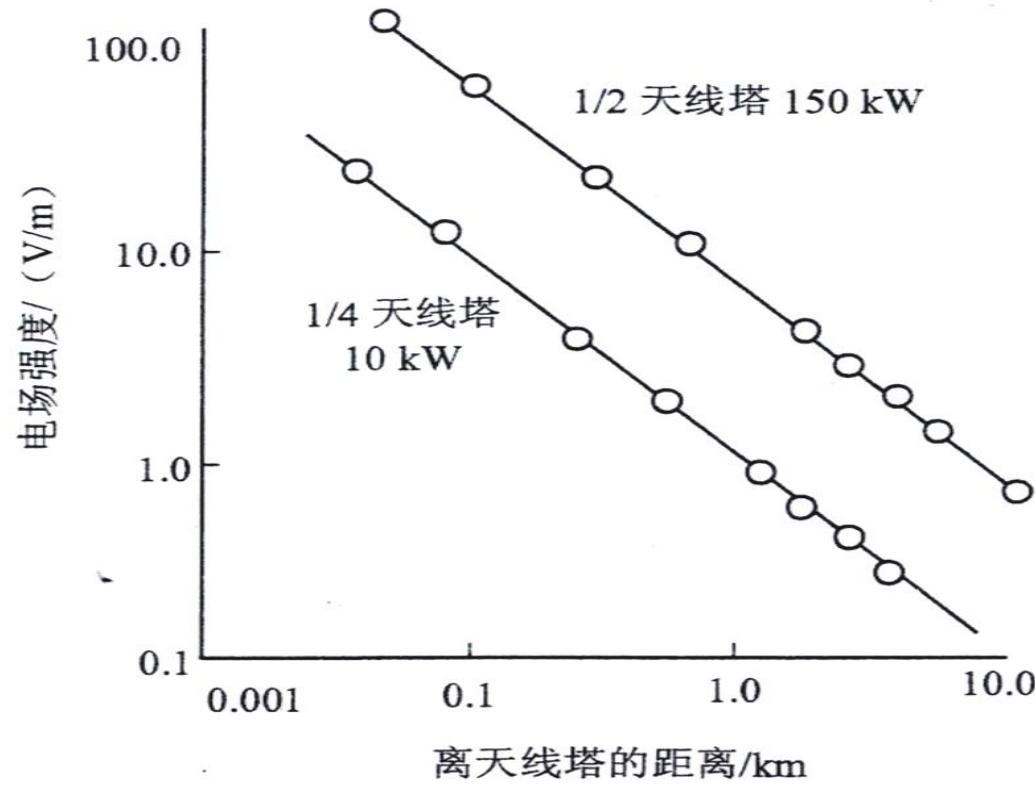
单塔天线电磁辐射特性：

- 单塔天线在水平面内作无方向性辐射，在垂直面内 $0^\circ$ 仰角的辐射最大。这就是说，在水平面内的方向图与方位角无关，是一个圆；垂直面方向图和振子的高度 $h$ 有关。
- 在天线塔附近的高场强区，天波场强远小于地波场强，从辐射防护角度看，只考虑地波场强即可。
- 目前中波广播一般采用单塔全向天线，用得最多的是150kW的半波天线塔（增益4.8倍）和10kW的1/4波长天线塔（增益3.2倍）。这两种天线辐射的地波场强见下图：



# 电磁辐射特性

对于150kW的半波天线塔，800m以内有可能超过限值，对于10kW的半波天线塔，100m以内有可能超过限值。

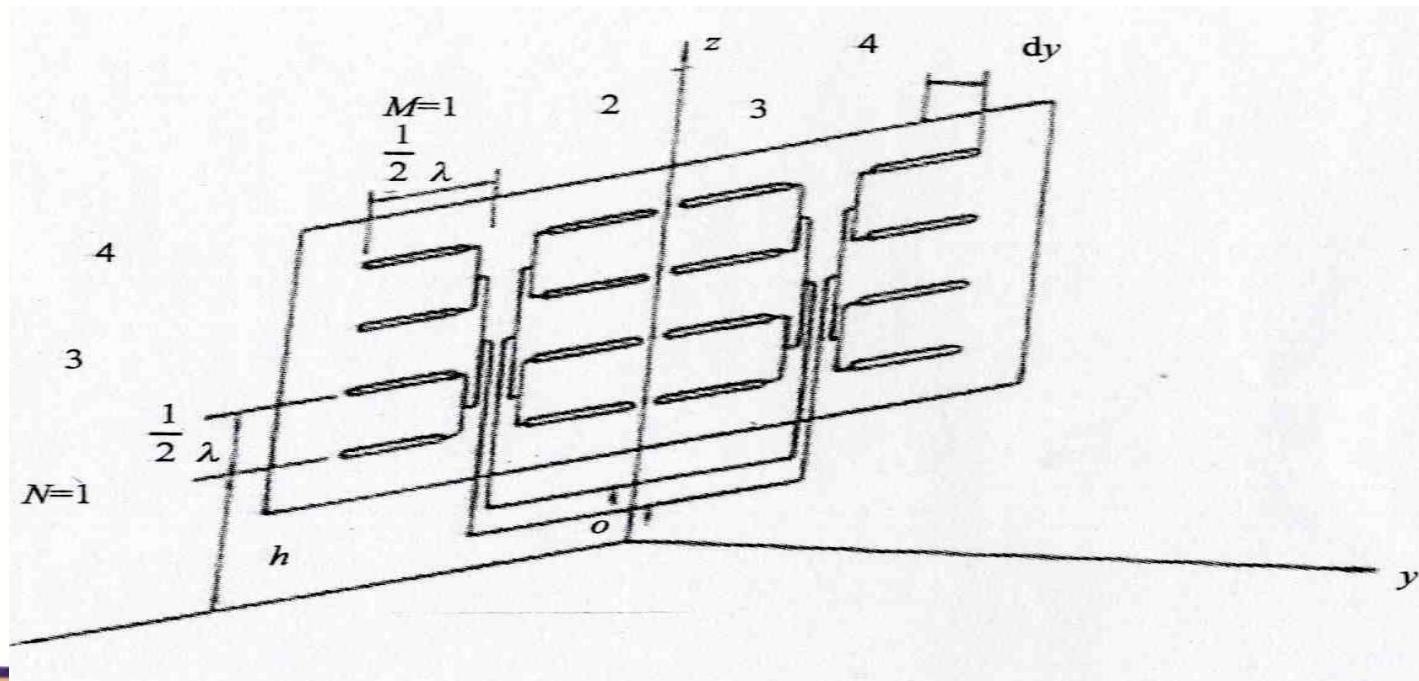


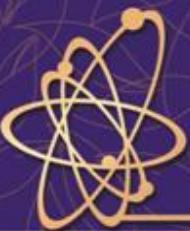


# 电磁辐射特性

## • 短波广播

1、同向水平天线结构：目前，我国大功率短波发射天线多采用同相水平天线，该类型天线由同相馈电的水平对称振子组成的边射式平面天阵，为了保证单向的辐射和接收，在阵面的一侧设置射面。



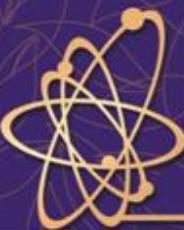


# 电磁辐射特性

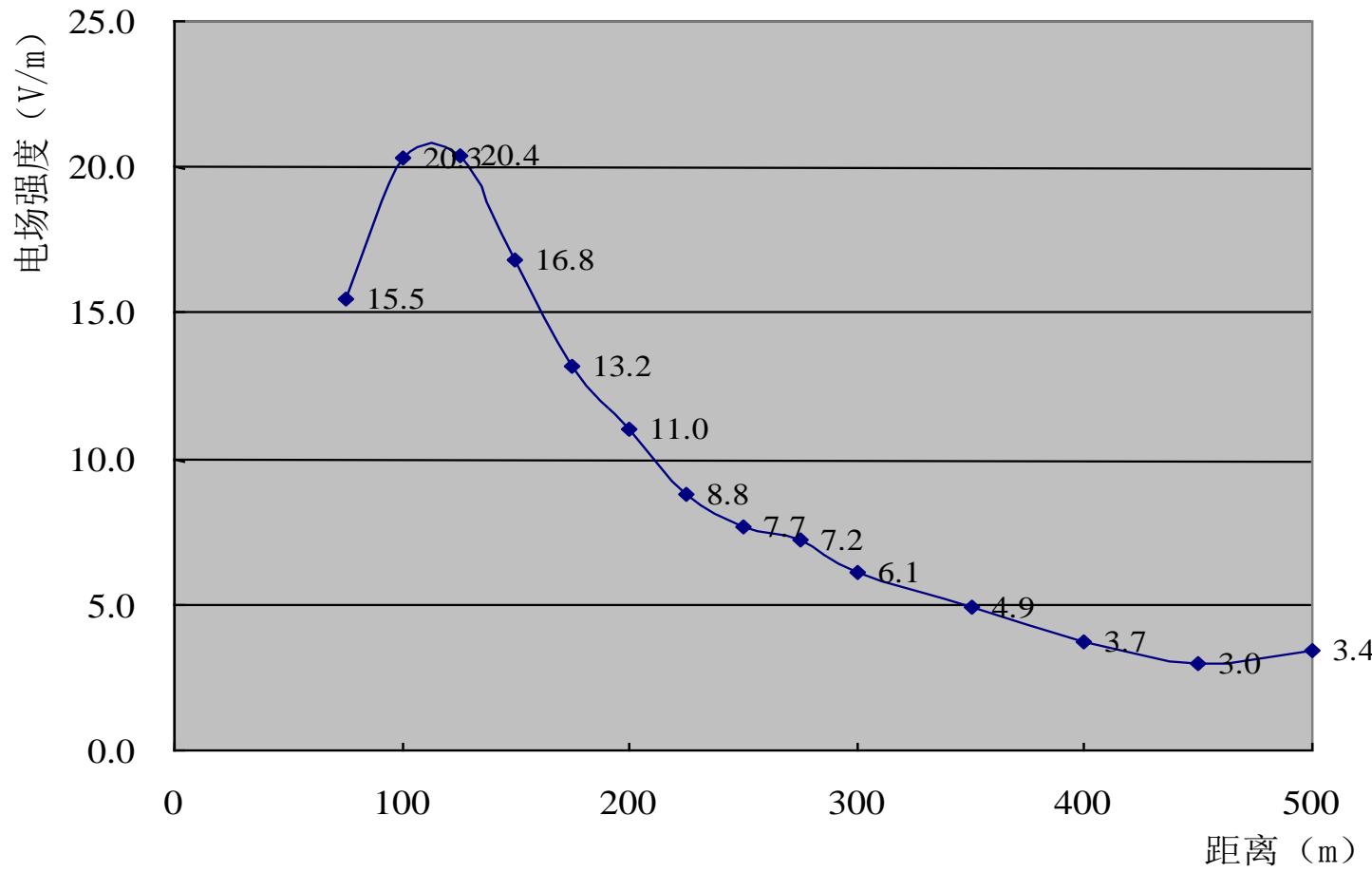
- 短波广播

- 2、同向水平天线电磁辐射特性：

短波台中发射功率一般为500kW和100kW。对某台甲台区（100kW，10副天线）和乙台区（500kW，1副天线）厂界围墙外的场强测量结果见下图：

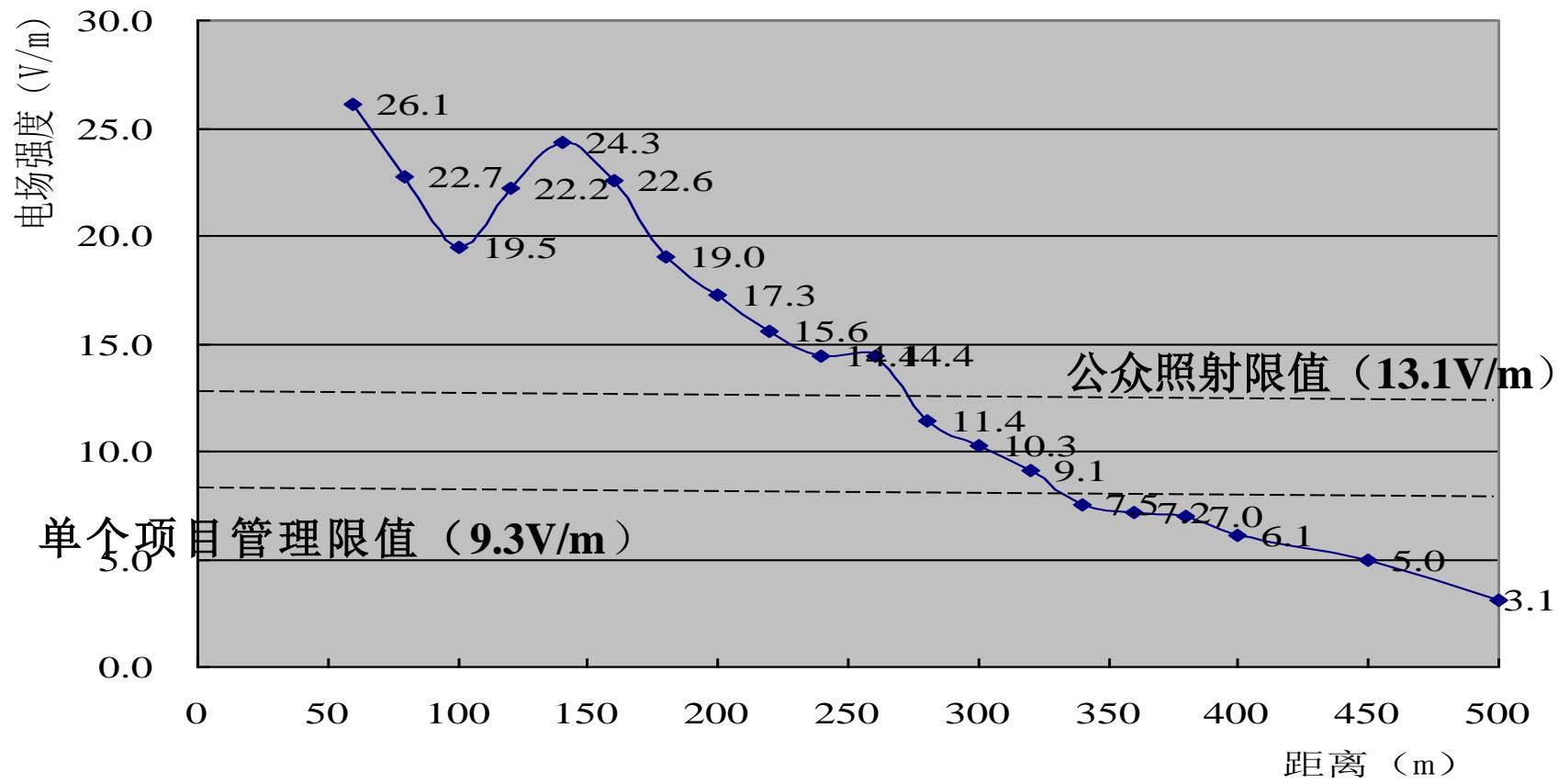


# 电磁辐射特性

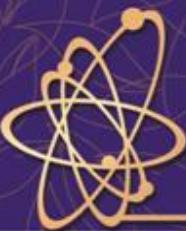


甲台区天线外电场强度变化趋势图

# 电磁辐射特性



乙台区天线外电场强度变化趋势图



# 电磁辐射特性

短波广播：

3、同向水平天线电磁辐射特性：

从图中可以看出：

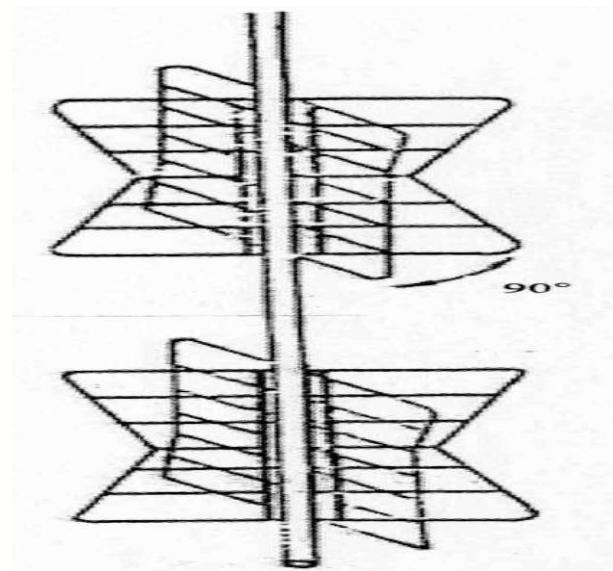
- 1) 在厂界围墙外，天线塔附近距离天线100m~300范围内最可能出现最大值，有可能超过防护限值。
- 2) 随着距离的增加，场强值整体趋势变小，500m外，降至 $5V/m$ 以下。



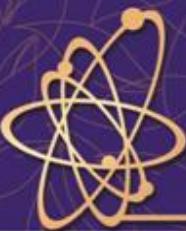
# 电磁辐射特性

## • 调频广播与电视

翼形天线结构：我国的电视、调频发射天线基本都安装在同一发射铁塔上，电视和调频天线安装在同一铁塔的不同高度桅杆上，其发射天线多采用翼形天线，它是由一组同相激励的对称振子组成。两层翼形天线示意图见下图：



两层翼形天线示意图



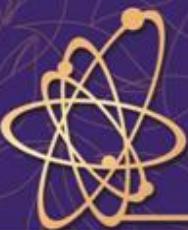
# 电磁辐射特性

- 调频广播与电视

- 翼形天线电磁辐射特性：

调频与电视发射的电磁波为直线传播形式，易受市区内楼房建筑的遮挡与反射。

从北京中央广播电视台、上海东方明珠塔、天津天塔三座**400m**以上电视塔的电磁辐射环境验收监测结果看，电视塔周围建筑各层接收到的场强值大小是不同的；距离不同，高层建筑出现最大场强值的层次分布也是不一样的。这是因为直线波除了和发射机功率、天线增益以及天线高度有关外，还与天线垂直面方向性有关。离发射塔越近，倾角越大，高度变化时场强的变动也越明显。

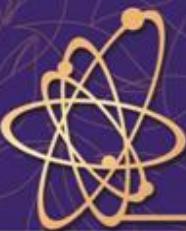


# 电磁辐射特性

- 调频广播与电视

- 翼形天线电磁辐射特性：

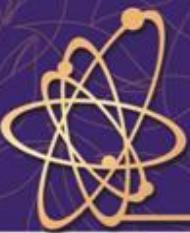
通常，越接近天线主瓣，则场强值越大。建于市区内较高的广播电视台尽管发射功率较大，但由于塔上发射天线区在较高的桅杆处（350m左右），天线发射的电磁波主瓣越过周围建筑顶部向远处辐射，以求得较大服务半径，周围地面和一些高层建筑均在电视发射电磁波的弱副瓣区域，只要合理规划，控制周围建筑物的建筑高度，防止高层建筑顶部进入电视塔辐射强副瓣区，其对周围地面和建筑物所产生的电磁辐射影响可以控制在国家电磁环境控制标准之内。



# 电磁辐射特性

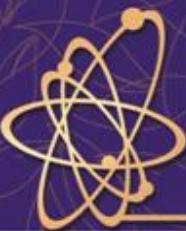
- 调频广播与电视
- 翼形天线电磁辐射特性：

值得注意的是，增益低，功率小但架设高度较低的天线的近地面处的最大可能场强，在某些场合会比增益高，功率大但架设较高的天线的场强更高。当天线架设足够高时，附近公众的活动范围在天线辐射场型的副瓣之内，若天线架设过低，公众活动范围进入主瓣，加上天线增益不高，垂直面场型的主瓣较宽，场强可能超过公众曝露控制限值。



# 监测方法

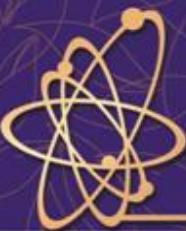
- (1) 监测技术依据
- (2) 监测分类及测量量
- (3) 测量仪器
- (4) 测量气象条件
- (5) 测量时间
- (6) 监测布点
- (7) 数据处理
- (8) 测量结果评价



# 监测方法

## (1) 监测技术依据

- a. 《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)
- b. 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射监测仪器和方法》 (HJ/10.2-1996)
- c. 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法和标准》 (HJ/T10.3-1996)



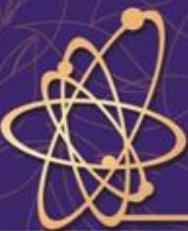
# 监测方法

## • 电磁环境监测

环境中的电磁辐射大多可视为平面波，因此只需测电场强度。在不能当成平面波的场所，需对电场强度和磁场强度分别测量。

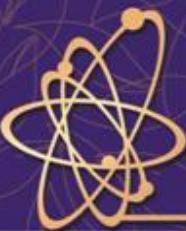
广播电视发射装置的电磁环境监测，只需测电场强度。

测量仪器可以用于干扰场强仪，频谱仪、微波接收机等。测量误差应小于 $\pm 3\text{dB}$ ，频率误差应小于被测频带中心频率的 $1/50$ 。



# 监测方法

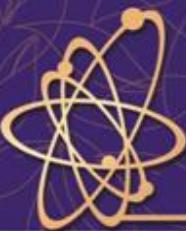
- 测量气象条件
- 测量气象条件应符合行业标准和仪器标准中规定的使用条件，即无雪、无雨、无雾、无冰雹。环境温度一般为 - 10～+40°C，相对湿度小于80%。
- 测量记录表应注明环境温度、相对湿度及天气状况。



# 监测方法

- 测量时间

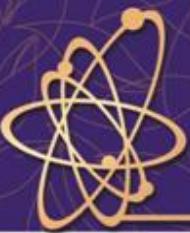
**电磁环境监测：**根据目前广播电视的播出特点，选择工作时段进行测量。测量时间间隔一般为1小时；每个测点连续测5次，每次测量时间不应小于15秒，并读取稳定状态最大值。若24小时昼夜测量，则昼夜测量点不应少于10点。



# 监测方法

## • 监测布点

- 以辐射体为中心，比如电视发射塔，按间隔 $45^{\circ}$ 的八方位为测量线，每条测量线上选取距场源分别30、50、100m等不同距离定点测量。如环境条件不允许布置测点，可根据具体情况调整测量点位置。
- 电磁环境敏感点监测，可根据代表性原则布点。对多层建筑，应在不同楼层、同一楼层不同位置布点测量。
- 非电磁环境敏感点监测，测点应选在开阔地段，要避开电力线、高压线、电话线、树木以及建筑物等的影响。
- 测量范围根据实际情况（或项目环评范围）确定。



# 监测方法

- **数据处理**

求出每个测量部位平均场强值，作为评价值。

- **监测结果评价**

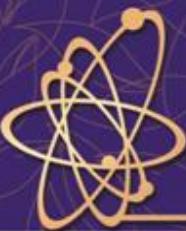
(1) 以工作场所监测结果评价职业照射

(2) 以环境监测结果评价公众照射

(3) 公众总的受照剂量评价依据《电磁环境控制限值》（

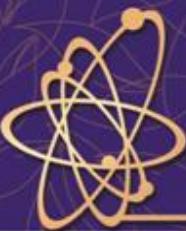
**GB8702-2014)**

(4) 单个项目的影响评价依据《辐射环境保护管理导则-电磁辐射环境影响评价方法和标准》(HJ/T10.3-1996)或审管部门批准的管理标准。



# 监测方法

- 辐射区域：通常以瑞利距离划分为近场区和远场区，近场区以旁瓣辐射影响为重点，远场区对地面影响较小。
- 安全控制：净空区设置应满足卫星信号传输质量要求，安全区设置应满足发射天线前方建筑物最大限定高度要求；主要考虑天线架设高度、发射功率、天线增益、工作仰角、旁瓣辐射等。
- 应区分近场区和远场区，在近场和远场区，测量方法和模式预测方法均有区别
- 污染防治措施应从降低辐射体的功率及“距离、时间、屏蔽”三个方面，按顺序考虑。
- 不仅要考虑环保标准，还要考虑所在行业的电磁防护行业标准。



# 监测方法

## 电磁辐射环境监测的质量保证

- 监测方案必须严格审议。
- 充分考虑测量的代表性。
- 监测结果准确可靠，有比对性。
- 数据处理方法正确。

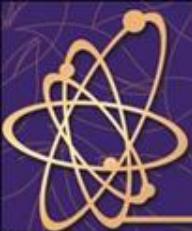


# 常见现象解释

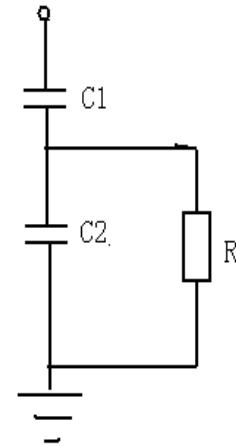
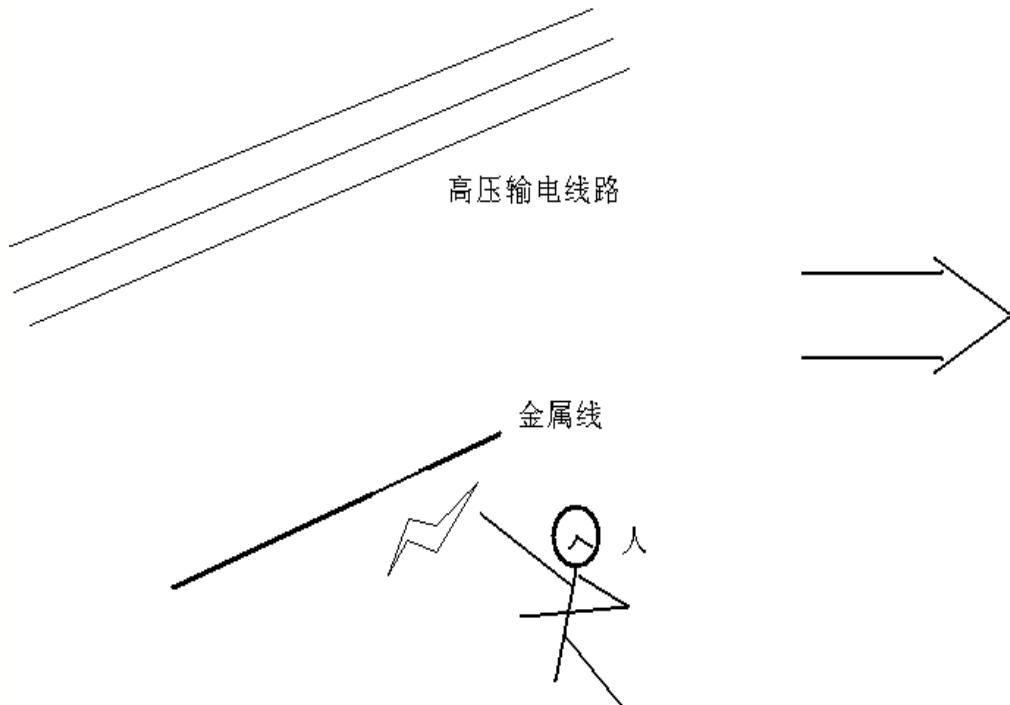


## 暂态电击（麻电现象）

- 是指当人接触电场中的导电体时，在接触瞬间因静电感应积聚在该物体或人体上的电荷以火花放电的形式通过人体向大地释放所造成的感觉。
- IEEE标准和ICNIRP导则均十分明确地指出，“要想在诸如高压输电线路等强电场源下方，绝对防止上述电刺激是不可能的”。
- 应采取技术的或管理的措施来改善上述现象，宁可适当的将物体进行接地，以限制电刺激，而不是将电场强度限制到不可实现的很低水平。



# 常见现象解释



C1, 很小, 阻抗很大

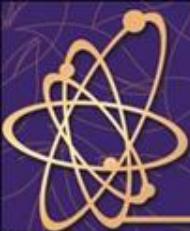
C2, 很小, 阻抗较大

R, 人体电阻, 1000~3000欧

解释原理图



- 可从电路理论解释：带电设施与金属物体之间为高阻抗电压源；人体阻抗远小于其阻抗，但金属物体上有感应的电荷，会通过人体放电，泄放电荷时，有一个较大的脉冲电流，使人体（通常是手指）受到刺激，形成点击现象。
- 与冬天人体积累电荷后，接触金属接地物体（如电脑、门把手等）的放电是一致的。
- 不会直接影响健康。



# 常见现象解释

## • 试电



YNE



- 某些测电笔测试显示，线路附近处处带电，就连直接暴露在空气中，测电笔有时也会亮起(场致发光)带电的显示灯，并且显示电压远大于人体正常所能承受的范围，但是在场任何人都没有感觉到不适。
- 人体安全电压为36V，安全电流为10mA。

    取决于通过人体电流的大小和通电时间长短。电流强度越大，致命危险越大；持续时间越长，死亡的可能性越大。能引起人感觉到的最小电流值称为感知电流，交流为1mA，直流为5mA；人触电后能自己摆脱的最大电流称为摆脱电流，交流为10mA，直流为50mA。



## 人体对电流的反映：

8～10mA 手摆脱电极已感到困难, 有剧痛感(手指关节).

20～25mA 手迅速麻痹, 不能自动摆脱电极, 呼吸困难.

50～80mA 呼吸困难, 心房开始震颤.

90～100mA 呼吸麻痹, 三秒钟后心脏开始麻痹, 停止跳动.

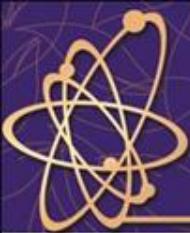


- 试电笔存在缺陷，会数百倍地放大空气中和人体自带的正常电场。导致无论何处，无论电场强弱，只要形成回路，试电笔都会有显示。
- 科学地测量应使用正确的仪器，使用不合格不对路的仪器，只会得到不正确的结果，导致公众更加惧怕电磁现象的影响。



## 电视收看的问题

- 高压架空输电线路由于导线电晕所产生的无线电干扰占有带宽有限，主要能量集中在10MHz以下，随着频率增高干扰分量的幅值下降非常迅速，到10MHz以上基本已淹没于空间背景值中。
- 电视接收天线一般架设于屋顶高处，且属金属鞭状天线，容易在一定的工频电场下自身产生电晕放电而影响电视收看。采取将天线移至屋顶远离线路一端，或采取简易的电场屏蔽措施就可消除影响。



# 常见现象解释





高压输电线路和杆塔作为大型的金属构架，会对无线电来波（例如电视信号）产生一定的折射、反射和屏蔽作用，但这种作用与高压输电无关，只是金属构架本身的物理属性决定，在大型建筑物附近也都会产生类似影响，可以采取通过调整电视天线的接收角度来缓解。



## 基站和手机，哪一个对人体的电磁辐射影响相对较大？

从对人体的防护限值看，《移动电话电磁辐射局部暴露限值》(GB21288-2007)规定的人体组织的平均比吸收率(SAR)限值为 $2.0\text{W/kg}$ ，《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的任意连续 $6\text{min}$ 按全身平均比吸收率(SAR)限值为 $0.02\text{W/kg}$ ，二者相差 $100$ 倍，基站的防护标准要相对手机严格得多。

从与人体接触距离看，基站一般至少在数十米之外，且一般不会正对天线，而手机距离人的头部仅几厘米，距离上相差三个数量级，电磁波随距离衰减，所以基站的实际影响强度要比手机小。

故实际生活中，手机对人体的电磁辐射影响要比基站的影响要大。



## 楼顶上的基站对住宅内的居民辐射影响大吗？

因为供电、布线和场地限制等因素，运营商有时会在居民楼顶上架设手机基站。而许多居民强烈反对在自家楼顶上安装基站，认为距离太近会受到强烈的电磁辐射。而这样的担心是没有必要的。

不知道大家有没有听说过“灯下黑”这个词。古时候人们使用油灯照明，而由于自身的遮挡，灯具下方往往有一块阴影，这就被称作“灯下黑”。

手机基站也是这样，它的辐射场强分布，有点像是一个压扁了的苹果，因此在发射塔下的信号反而不会太强。而且住宅的墙体和楼板本身对电磁波就有很大的衰减作用，电磁波要穿过墙体传播到室内，一般要衰减15-20 dB 左右，也就是电磁波入射到室内，强度会衰减到只有室外强度的 $1/30$  到 $1/100$ 。因此，将基站天线建在一般住宅楼顶时，楼内的居民反而是更安全的。



环境 保护 部 辐 射 环 境 监 测 技 术 中 心  
Radiation Monitoring Technical Center of MEP  
[www.rmtc.org.cn](http://www.rmtc.org.cn)

謝 謝！

