

VHF/UHF测向天线阵 在监测车上的安装与运用

■ 成都华日通讯技术有限公司 莫景琦

摘要

讨论了VHF/UHF测向天线阵在监测车上的不同安装方式与不同运用方式，说明了不同的安装方式对测向准确度的影响，指出全移动式监测车在30MHz~150MHz频段不可能具有高的测向精度，阐述了监测车测向作业点的选择。

关键词：测向 测向天线阵 监测车

在VHF/UHF频段，发射天线常具有较强的方向性，发射机的功率一般也不大，并且能够可靠地将接收电波的距离限制在“视距传播”范围之内。在这样一些因素的制约下，固定监测站对这一频段的有些电磁辐射源的监测就无能为力了，而移动监测站（监测车）因其可以方便地变更测向作业点而能够替代固定监测站实现对这些电磁辐射源的监测。因此，监测车是各地无线电监测站必须配置的一种技术装备。

根据监测车的使用方式，可以将监测车分为全移动式的和半移动式两种。全移动式监测车在行驶中也能测向，半移动式监测车要在行驶到达选定的测向作业点将测向天线阵架设起来后才能投入工作。^[1]

全移动式监测车的使用方式，决定了它的测向天线阵只能安装在车顶上。VHF/UHF频段的测向天线阵，其工作频率范围从30MHz（或20MHz）至3000MHz，频率比达到1:100（或1:150）。这样宽的工作频率范围，一般难以用一个测向天线阵来覆盖，通常由两个测向天线阵覆盖。为了构建全移动式监测车，最好将覆盖这一工作频段的两个测向天线阵在结构上做成一个整体安装在车顶上。有的无线电测向设备制造商所开发的VHF/UHF频段的测向天线阵就是这

样做的。例如，大家熟知的我国成都华日通讯技术有限公司的测向天线阵HRA10与HRA27和法国THALES公司的测向天线阵ANT184A就是这样的产品。但是，也有的无线电测向设备制造商没有这样做，他们将覆盖30MHz（或20MHz）~3000MHz频段的测向天线阵做在结构上相互分离的两个独立体。采用这种分体式结构的两个测向天线阵构建VHF/UHF频段监测车，一般将其中一个（通常是频段低端的一个）安装在车顶上，而将另一个（通常是频段高端的一个）安装在可升降的支杆上。以这样的方式安装测向天线阵的监测车，其工作频段的某一段（通常是低端）是全移动式的，而其工作频段的另一段（通常是高端）是半移动式的。如果将覆盖VHF/UHF频段的两个结构上独立的测向天线阵一齐安装在车顶上，那么必须将此两个测向天线阵连同车身看作一个整体进行校正，只有这样才能获得较好的测向准确度。不然，由于安装在车顶上的两个分体式测向天线阵的相互影响会使其整个工作频段的测向准确度变得很差。另外，也有在监测车上这样使用两个分体式的测向天线阵的：根据所要执行的监测任务的工作频段，选择其中一个与其相符的测向天线阵临时安装在车顶上。

大家知道，固定监测站的测向天线阵是有选择地安装在一个几乎没有反射的环境中的，而全移动式监测车的测向天线阵却安装在车顶这样一个电波受到很强干扰的场合。金属制造的车身是反射体，直接波与反射波一起到达测向天线阵，等相位面畸变而弯曲，而且，安装在车顶的测向天线阵，其直径很难超过1m，在300MHz以下频段是小基础的，因而不能像大基础的测向天线阵那样减小由失真的电磁场所引起的测向误差。缘由于此，即使是测向天线阵安装得正确的全移动式监测车，在VHF频段，特别是在150MHz以下频段（全移动式监测车的测向天线阵，在150MHz以下频段，其孔径一般小于0.5，已是窄孔径的），其测向准确度也是不高的。

实际情况的确是这样。让我们举一个实际例子来看一看车体对安装于车顶上的测向天线阵的测向准确度的影响程度。如某款测向天线阵在无反射环境中的测向准确度是：20MHz~30MHz频段为 3° rms，30MHz~80MHz频段为 2° rms，80MHz~1300MHz频段为 1° rms。而该测向天线阵安装于车顶的测向准确度则变为：20MHz~30MHz频段为 12° rms，30MHz~200MHz频段为 5° rms，200MHz~1300MHz频段为 3° rms。

了解了这些事实，就不应当企望全移动式监测车在150MHz以下频段具有很高的测向准确度。要求全移动式监测车在这一频段的测向精度达到 2° rms是不切实际的高技术指标。

安装于车顶上的测向天线阵，对于VHF频段（尤其是150MHz以下频段）的来自不同方向的电波，其测向精度是有很大的差异的。鉴于这种情况，为了使得测试的数据能够真实地反映测向天线阵安装于车顶这种环境的测向准确度，应在 360° 范围以 5° 为间隔均匀地选取方位进行示向度的测量。

还应指出：基础相同而测向算法不同的测向天线阵，其测向准确度所受到的车体影响是不同的；而测向算法相同的测向天线阵，其基础越小，测向准确度

受车体的影响越大。因此，一定不要追捧基础小的测向天线阵，相反地，应该尽可能选用基础大的测向天线阵。在小型的越野车的车顶上安装测向天线阵而构成的全移动式监测车，其测向天线阵的直径被限定在0.7m左右。安装于车顶上的这种基础较小的测向天线阵的测向准确度，肯定比同样测向算法的直径达1m的测向天线阵差。

全移动式监测车，它的测向天线阵距离地面的高度很低（不足3m），在两旁高楼林立的城市街道上，即使是对于工作在150MHz以上频段的电磁辐射源，也难以测得其真实方位。事实上，在城市环境下，电波的多径传播常常使得全移动式监测车的位置挪动不足1m而所测得的示向度的变化就高达数十度。为了获得被测电磁辐射源的真实方位，合理地选择全移动式监测车的测向作业点是极其重要的。在位于丘陵地带的城市，无论城市规模大小，应将全移动式监测车驾驶至城中或城郊的一些制高点上进行作业。在这样的地点，所测得的示向线往往（以较高的概率）指向被测电磁辐射源所在的方位。在地处平原地区的大城市，可将全移动式监测车置于四周较为开阔的立交桥上或广场上进行测向。在这些场所，测得的来波方位与其辐射源的方位相吻合的几率较高。在平原地区的中小城市，市区边缘房屋稀少的地带适合作为全移动式监测车的测向作业点，在这些地区作业获得被测电磁辐射源真实方位的概率较大。要知道，在城市环境下，特别是在大城市环境下，用全移动式监测车以无线电测向的方法确定电磁辐射源真实所在的方位不是一件容易的事。

测向天线阵安装得正确的全移动式监测车，在车的纵轴方向上（即车头和车尾两个方向上），整个工作频段的测向误差都是不大的。因此，为了减小测向误差，在合理选择的作业点上，对工作在150MHz以下频段的电磁辐射源测向时，应该调整监测车的车头方向而使所测得的来波示向线在车的纵轴方向上。（下转第53页）

严格按照计量认证有关记录、报告、事故处理、仪器使用等方面的要求，对原始记录、检验报告等格式重新进行了设定。对仪器设备的使用、计量器具的使用管理分别建立台账，如维修记录、计量器具的发放和检定记录等。

计量认证工作专业性较强，实战和严格要求锻炼出了一批优秀的管理人员和技术干部。计量比对实验，提高了监测站的技术水平，强化了与同类实验室的交流与合作，提高了全站测量值的准确与统一。

此外，质量管理体系、内审和自查活动、运行纠正等措施，使存在的问题能及时发现并得以解决，推动了实验室管理和技术水平的提高。

3 质量管理体系提升工作成效

计量认证工作，极大地增强了鞍山监测站的市场竞争力，进一步赢得了客户的信任。

(上接第51页)

半移动式监测车通常是整个定位系统的一个组成部分，它的测向准确度应该很高，它的测向距离应相当很大，这就要求其测向天线阵应能离开车身而高架起来。这不仅可使车体对电波的反射不至于影响测向准确度，并且可以避开遮挡电波传播的障碍物以提高“天线高度增益”。所谓“天线高度增益”是指这样一个事实：在VHF/UHF频段，在接收点至发射点的距离远大于发射天线和接收天线的高度的情况下，接收点处的信号场强随着距离地面的高度的增加而增大。因此，半移动式监测车的测向天线阵通常都安装于一根可以在车上树起的尽量高的支杆上。虽然测向天线阵受安装于车上支杆的限制而通常只有在UHF频段才可能是宽孔径的，但是，同一测向天线阵安装于车上支杆与安装在车顶相比，测向准确度提高了，特别是30MHz（或20MHz）~150MHz频段的测向准确度提高了两个等级，并且测向距离也扩大了。

前面提及的所有适合用作全移动式监测车的测向

开展计量认证以来，鞍山监测站严格按照质量管理体系要求，完成了对鞍山市区及海城、台安、岫岩等地区的电磁环境测试，收集数据近50万个，为辽宁省无委办、鞍山市无委办进行无线电管理提供了强有力的技术支持。此外，充分利用人力资源和设备资源，鞍山监测站积极开展无线电设备检测工作，检测无线寻呼发射机、对讲机、GSM/CDMA/PHS基站等1800台，出具检测报告460份，较好地保证了数据的科学性、准确性和公证性。

参考文献

- 【1】《中华人民共和国计量法》
- 【2】《中华人民共和国标准化法》
- 【3】《产品质量检验机构计量认证管理办法》

作业点的场所，对于半移动式监测车也是适合的。除此之外，半移动式监测车在两旁房屋的高度低于安装其测向天线阵的支杆的高度的城市街道上进行测向而获得被测向电磁辐射源真实方位的概率也较大。

半移动式监测车在使用过程中须要架设和收折测向天线阵。因此，它的操作较全移动式监测车复杂了许多。但是，由于其测向准确度和测向距离这两项战术指标优于全移动式监测车，随着各地无线电监测站的技术力量的充实与提高，我们相信半移动式监测车会受到更多的青睐。

参考文献

- I Grabau, rudolf, Pfaff, Klaus. Funkpeiltechnik.
- Franckh sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1989.

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 **ADS**、**HFSS** 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>