

矢量网络分析仪在天线方向性测试中的应用

李剑锐

(中国电子科技集团公司第 41 研究所 山东 青岛 266555)

[摘 要] 本文以实例的方式介绍了使用矢量网络分析仪进行天线方向性测试的方法。

[关键词] 矢量网络分析仪; 天线; 方向性

The Use of Vector Network Analyzer in the Directivity Measurement of Antenna

LI Jian-rui

(The 41st Institute of CETC, Qingdao Shandong, 266555)

[Abstract] We will introduce that how to use a network analyzer to measure the directivity of an antenna with an example.

[Key words] Vector network analyzer; Antenna; Directivity

0. 引言

通信、雷达、导航、遥感、广播、电视等无线电技术设备, 都是通过无线电波来传递信息的, 都需要有无线电波的辐射和接收。在无线电技术设备中, 用来辐射和接收电磁波的装置称为天线。天线是无线电信息传播系统中必不可少的重要组成部分, 对于天线特性参数的测试与评估通常都使用矢量网络分析仪, 本文将介绍使用矢量网络分析仪进行天线的方向性参数测试的方法。

1. 天线方向性测试原理及方案

天线周围的场区通常以 $\lambda/2\pi$ 和 $2D^2/\lambda$ (D 是天线孔径的最大线尺寸) 为界分为感应场区、辐射近场区、辐射远场区三个部分。感应场区不辐射功率, 辐射近场区中天线方向图的主瓣和副瓣起伏难分, 所以天线方向性测试一般都是在辐射远场区进行。而根据测试场地不同, 通常又分为近距离的室内远场测试和远距离的室外远场测试, 下面分别介绍在这两种场地情况下所采取的测试方案:

1.1 一体化解决方案

在室内测试时, 因为测试距离比较近, 矢网与天线间的射频连接电缆的损耗比较小, 所以可以直接从一体化矢量网络分析仪连接射频电缆至发射和接收天线进行测量, 如图 1 所示:

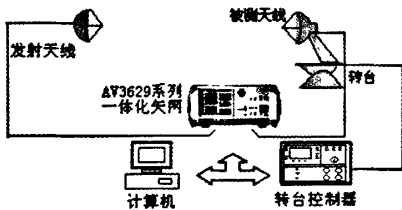


图1 一体化测试方案

在本方案中一体化矢网实际上进行的是传输参数测试, 主控计算机为整个测试系统的指挥控制中心, 通过总线接口控制转台和矢量网络分析仪协调工作, 根据天线在不同转动角度时测得的传输参数最终计算出天线的方向性特性参数。

1.2 分体式解决方案

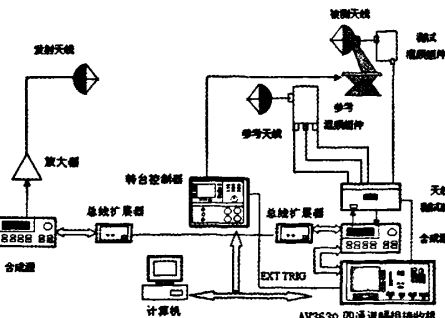


图2 分体式测试方案

在室外远距离测试时, 如果直接使用很长的射频电缆连接矢网与天线, 那么射频电缆的损耗将是一个很大的值, 会对真个测试系统的动态范围产生致命的影响, 接收天线接收到的信号电平很可能已经低于矢网的接收灵敏度, 而使整个测试无法完成。这时通常采用分体式矢网的方案进行测试, 如图 2 所示。

分体式方案在本质上与一体化方案是一致的, 也是进行的传输参数测试。主控计算机通过总线接口控制转台和分体式矢网协调工作, 根据天线在不同转动角度时测得的传输参数最终计算出天线的方向性特性参数。但是为了解决远距离测试时电缆损耗过大的问题而采取了总线扩展, 外部锁相, 收发分置的方式来进行测试。

发射端的合成信号源输出的微波信号经微波放大器(根据测试距离及天线增益的不同来决定是否采用放大器)送至发射天线发射出去, 测试天线和参考天线所接收信号分别送到测试混频组件和参考混频组件与本振信号进行混频, 产生中频信号, 参考中频信号通过电缆回送到天线测试装置中的中频放大电路进行放大后, 送到 AV3630 型四通道幅相接收机。测试中频信号通过使用一对双工器经测试混频组件的本振馈送电缆回送到天线测试装置中的中频放大电路进行放大, 然后才送到 AV3630 型四通道幅相接收机中。

2. 数据分析

中国电子科技集团公司第 41 研究所编制的天线测试系统控制测量软件能够控制方案中的转台和仪器设备自动、高效、协调的工作, 为测试人员节省出大量宝贵的时间, 并根据测试所得的传输参数经误差修正而以数据表、图形等方式给出测试人员所关心的天线方向性等诸多指标的精确测试结果, 如图 3 所示:

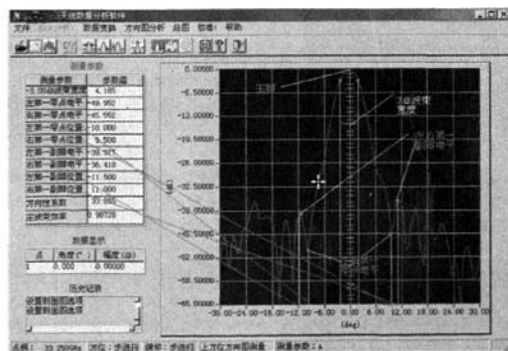


图3 天线测试系统控制测量软件

3. 系统性能指标

一体化方案中使用了中国电子科技集团公司第 41 研究所研制的 AV3629 系列一体化矢网, 在 40GHz 以内的频率上可以达到优于 115dB 的测试动态范围; 分体式方案中所使用 AV3630 分体式矢网在 40GHz 以内时的测试动态范围为 100dB 以上(注: 所述指标是指在发射端口与接收端口之间的技术指标, 不包括天线增益与电缆及空间损耗)。

(下转第 242 页)

样,一方面是调整不当,另一方面受材质的影响比较大,多年来不论在断路器安装调试中,还是停运检查中发现:一体式真空断路器的压缩行程都能保持在一个稳定的数值上,分体式的真空断路器(本体为真空断路器,机构沿用少油开关的 CD10 电磁机构)压缩行程变化很大,因此对于分体式的真空断路器要及时更换。

4.5 分、合闸速度调整不当产生的危害:真空断路器合闸时,触头的运动速度对开断性能和机械性能影响极大,真空断路器触头运动速度过高,对于机构元件的机械强度,操作过程中的震动,(包括弹跳和弹振)以及截流都会变成突出问题,如果过低,不仅对灭弧不利,加速触头的电磨损,还会引起开断的失败和重击穿的发生,产生严重的过电压。

4.6 影响分、合闸速度的因素及防范措施:由于真空断路器大多选用弹簧机构,对于弹簧机构来说,最致命的问题是弹簧的疲劳,断路器靠储能弹簧,分闸弹簧释放能量来进行合闸、分闸,弹簧弹力的大小直接影响断路器的分、合闸速度,断路器处于运行状态时,储能弹簧、分闸弹簧始终处于拉伸状态,长时间的拉伸势必造成弹簧疲劳。断路器本身没有能力监测到弹簧疲劳程度的装置,许多生产厂家也没有提到弹簧的使用周期,因此要靠我们日常的特性试验数据来判断弹簧的疲劳程度。我局早期安装的浙江华仪厂的 ZW27-12、平顶山高压电器厂的 ZW27-12 真空断路器多次出现弹簧疲劳,弹力下降,造成断路器不能正常分、合闸现象。对于弹簧严重疲劳,弹力下降,分、合闸速度达不到要求的断路器要及时更换弹簧。

4.7 三相同期性调整不当产生的危害:真空断路器的三相在分、合闸操作时要求灭弧室的触头同时分离和同时接触,最大误差不超过 1 毫秒。三相同期值偏大,严重影响真空断路器开断过电流的能力,影响断路器的寿命,严重时能引起断路器爆炸。

4.8 三相同期值偏大的原因及防范措施:三相同期值偏大的原因:①触头开距调整不当,三项数值偏差大。②断路器本体机械性能较差,多次操作后,出现机械部件变形、卡滞等现象。③分体式断路器由于操作杆距离较大,分、合闸力传递不均匀。

防范措施:①对三项触头的开距、压缩行程重新调整,尽可能减小开距,压缩行程的偏差值。②通过调整无法实现,必须更换数据不合格的真空泡。③分体式的真空断路器变换为一体式真空断路器,对断路器的三相同期差数据,可以用开关特性测试仪定期检测。

4.9 真空断路器合闸弹跳调整不当产生的危害:由于真空断路器与其他断路器不同,一方面合闸状态没有插入行程,在合闸过程中,动静触头两个平面依靠一定的压力结合在一起,所以合闸过程中由于动静触头的弹性碰撞引起弹跳。另一方面合闸弹跳过程中触头断开距离小,电弧不会熄灭,导致触头电磨损加重,从而影响灭弧室的电寿命,因此合闸弹跳是真空断路器机械特性的一项重要参数。

4.10 引起合闸弹跳过大的原因及防范措施:合闸弹跳过大的原因:①弹跳值大小与诸多因素有关:触头弹簧的弹力、合闸速度、开距。②真空断路器触头的材料。③安装、调试质量。④零部件如传动轴、灭弧室、轴销的加工精度。

防范措施:①在真空断路器调试过程中严格按照技术要求,对断路器的开距、压缩行程、三相不同期差,以及合闸速度进行调整。②提高配件的加工精度,使传动轴以及轴销要紧密配合,减小空程间隙。③提高装配工艺质量,减小传动部件摩擦力,避免灭弧室受到剪力和切力的作用。④提高安装质量,断路器一定要水平安装,基础要牢固来减小合闸过程中的震动。⑤适度加大触头起程弹簧预压力。

4.11 低电压试验数据过低、过高且不稳定产生的危害:低电压试验包括合闸、分闸,对于低电压试验标准许多产品都有一定的标准,对于电磁机构的断路器合闸接触器线圈、分闸线圈的动作电压不得低于额定电压的 30%,不得高于额定电压的 60%,合闸线圈最低动作电压不低于额定电压的 80%—85%,断路器的分、合闸动作都需要有一定

的能量,为了保证断路器的合闸速度,规定合闸线圈最低动作电压不得低于额定电压 80%—85%,对分闸线圈和接触器线圈的低电压规定是这个线圈动作电压不能过低,也不能过高,如果过低,在直流系统绝缘不良,两点高阻接地情况下,在分闸线圈或接触器线圈两端可能引入一个数值不大的直流电压,当线圈动作电压过低,会引起断路器误分闸和误合闸,如果过高,则会因系统故障时,直流母线电压降低而拒绝跳闸。对于弹簧机构的断路器,虽说要求不高,但也要按标准进行调试。

4.12 低电压过高、过低且不稳定原因及防范措施:低电压过高、过低且不稳定的原因:①机构内材质质量差,分、合闸掣子、半轴易变形,易磨损造成成分、合闸掣子和接量产生变化。②分、合闸线圈质量差,功率达不到要求。

防范措施:2007 年,我局平西变安装的宝鸡真空开关厂的 ZN28-12 型真空断路器时,就发现这批断路器分、合闸低电压数值偏大且不稳定,个别的断路器运行一段时间出现拒分、拒合现象。最终查明是因为断路器材质太差,各元件易变形,最终这批断路器全部退货,因此要定期对断路器作低电压试验,对于试验数据极不稳定的断路器要及时更换。

4.13 动静触头接触电阻过大产生的危害:断路器合闸后,动静触头可靠接触后,导电回路传递实现传输电能作用。反映动静触头接触质量好坏,可以通过测试动静触头间的接触电阻,如果接触电阻过大,断路器触头发热,造成导电能力下降,绝缘水平下降,灭弧性能下降,严重导致断路器爆炸。

接触电阻过大的原因:①厂家选用的材质差,导电能力过低。②触头加工工艺差,触头接触不良。③开距、接触压缩调整不当或触头的压缩弹簧力量不够,造成动静触头接触不良。

防范措施:由于真空断路器动静触头在真空灭弧室内,电阻过大不容易处理,对于运行单位主要的防范措施是:定期用电阻测试仪检查动静触头的接触电阻,电阻达不到要求的要及时更换真空泡。

5. 真空断路器与保护不能相配合的影响

真空断路器必须满足保护的一切要求,除正常的分、合闸试验,正常的带负荷投退外,当遇到故障时保护速断、过流、后加速保护启动后,断路器在规定的时限内能可靠断开,快速切断故障,同时保护自动重合闸装置出口,断路器在规定的时限内能自动可靠合闸,还必须满足一个分—合—分全过程。我局平西变早期安装的陕西高压开关厂的 ZN68A-12 真空断路器在 2004 年检修中发现:在经后加速保护启动后,储能过程还没有完成,分闸线圈启动,由于分闸掣子处于中间位置,不能正常脱扣,造成断路器分闸失灵,同时带动储能半轴运动,释放弹簧能量(储能弹簧还没有完成储能过程),最后厂家确定储能弹簧一方面设计存在缺陷,另一方面弹簧长时间运行已经疲劳,最终这批断路器的储能弹簧全部进行了更换。因此不论是新安装的真空断路器还是运行中的断路器都要定购与保护相配合进行试验,不合适要及时处理,以防留下隐患。

6. 结束语

以上是综述我局各种型号的真空断路器比较严重的故障进行了分析,也提出了一些防范措施,以便引起检修人员、运行人员对真空断路器日常安装、检修、运行、维护等都要重视起来。每一个工作环节都严格认真对待,严把质量关,保证真空断路器的安全稳定运行。

【参考文献】

- [1]孙成宝,刘贵先.变电检修.中国电力出版社,2003 年 5 月,217—237.
- [2]蒋乃俊.真空开关手册使用.陕西科学技术出版社,1995 年 1 月.

[责任编辑:翟成梁]

(上接第 68 页)4. 小结

在进行天线方向性测试时,除了根据场地、距离因素选择使用一体化方案或分体式方案以外,还要考虑到仪器设备的工作频率范围限制因素,目前一体化矢网的工作频率上限主要集中在 60GHz 以内,进行测试频率为 60GHz 以上的测试时大都采用分体式的方案。

【参考文献】

- [1]AV3629 高性能微波一体化矢量网络分析仪用户手册.

- [2]AV3630 四通道幅相接收机用户手册.

- [3]魏文元,宫德明,陈必森.天线原理.西安电子科技大学出版社.

作者简介:李剑锐(1976—),男,工程师,1998 年毕业于电子科技大学,主要从事方向是电子测量仪器。目前在中国电子集团公司第 41 研究所从事技术支持工作。

[责任编辑:张艳芳]

微波射频测试仪器使用操作培训

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,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;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,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,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。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>

微波射频测量仪器操作培训课程合集



搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装



示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>