

电磁兼容

计量比对总结报告

组织单位：国家质检总局计量司

主导实验室：中国计量科学研究院

目 录

第一章 概 述

- 一、电磁兼容计量比对工作的启动和情况介绍
- 二、电磁兼容比对的目的是、项目选择和涉及的计量器具
- 三、电磁兼容比对的对象和样品传递方式

第二章 本次比对的基本结论

- 一、整体结论及结果满意实验室
- 二、离群的实验室
- 三、需要关注其测量结果的实验室
- 四、比对测量结果可信

第三章 调查问卷及记录报告核查

- 一、调查问卷统计
- 二、被测样品配置调查
- 三、检测报告及原始记录抽查情况

第四章 实验室整改情况

第五章 下一步工作的建议

- 一、电磁兼容基础理论的学习
- 二、规定统一的样品布置
- 三、规定统一的原始记录
- 四、建立统一的受理发证平台
- 五、组织其它电磁兼容检测项目的比对

电磁兼容检测是计量器具型式评价中重要的检测项目，为了保证计量器具型式评价中电磁兼容检测结果的一致性，根据国家质检总局在全国质检系统开展检测工作整顿活动的要求以及“关于做好计量比对工作有关事项的通知”（国质检量函【2010】286号），由中国计量科学研究院作为主导实验室，指定的承担计量器具型式评价工作的国家计量器具型式评价实验室作为参加实验室参加本次电磁兼容计量比对工作。现将该项工作的情况报告如下。

第一章 概 述

一、电磁兼容计量比对工作启动和情况介绍

2010年6月，根据国家质检总局计量司的要求，中国计量科学研究院负责承担国家计量器具型式评价实验室间的电磁兼容计量比对工作，中国计量科学研究院业务部将具体工作布置给院生物能源环境研究所实施。中国计量科学研究院业务部和生物能源环境所的领导给予了高度的重视和支持，将此项工作作为重点工作来抓。业务部对本次电磁兼容计量比对工作给予了指导，生物能源环境所专门成立了“电磁兼容计量比对课题组”，由所长直接负责。经与总局计量司商定，于2010年6月在南昌召开了电磁兼容计量比对启动工作会。

2010年7月到9月，中国计量科学研究院组织在参加电磁兼容计量比对的实验室之间进行样品传递。本次比对得到了参加比对的13家实验室的高度重视和充分理解，均给予了积极支持与配合。比对期间，具体实施方生物能源环境所多次向院业务部和总局计量司领导汇报进展情况，总局计量司领导对此项工作也十分重视，多次进行指导。可以说整个比对工作正是因为领导重视、专家支持、实验室配合，才得以顺利进行。

9月初到10月中旬，中国计量科学研究院组织对对比数据的统计分析，比对工作于2010年10月底结束。

二、电磁兼容计量比对的*目的*、项目选择和涉及的计量器具

1、电磁兼容计量比对的*目的*

通过多家实验室测试结果之间的比对，旨在分析针对电磁兼容检测在不同实验室出现不同结果的现象，考察不同结果之间的关联性、可比性、最终确保各实验室测试数据的可靠，保证型式评价结果的一致性。

2、比对项目的选择

电磁兼容是计量器具型式评价中重要的检测项目，按照国家计量器具型式评价检测的要求，多数产品要求的是电磁兼容检测项目中的抗扰度部分的检测。同时也有一些计量器具需要进行骚扰项目的检测。

在涉及的电磁兼容检测项目中，辐射骚扰场强测量是电磁兼容检测中十分重要的一个项目，辐射骚扰测量的是被测产品向空间发射的无意电磁场，电磁场的分布复杂，不可预测，并且电磁场容易受到环境，设备影响，测量结果的离散程度比较大。

因此，经专家讨论并向总局计量司汇报，选定辐射骚扰场强和射频感应场传导抗扰度两个项目作为本次比对的试验项目。

3、涉及的计量器具

- (1) 电能表
- (2) 电子衡器
- (3) 其他需要进行电磁兼容检测的计量器具

三、电磁兼容计量比对的对象和样品传递方式

1、参加比对试验的对象：承担的计量器具型式评价具有电磁兼容检测要求的计量器具型式评价实验室，共 13 家，即：

- (1) 天津市计量监督检测科学研究院
- (2) 湖南省计量检测研究院
- (3) 湖北省计量测试技术研究院
- (4) 山东省计量科学研究院
- (5) 青岛市计量测试所
- (6) 浙江省计量科学研究院
- (7) 上海市计量测试技术研究院
- (8) 广东省计量科学研究院
- (9) 深圳市计量质量检测研究院
- (10) 河北省计量监督检测院
- (11) 河南省计量科学研究院
- (12) 北京市计量检测科学研究院
- (13) 江苏省计量科学研究院

2、样品传递方式：由中国计量科学研究院派工程师携带样品进行样品的传递及现场问卷调查。按照总局计量司安排的时间，派工程师按期前往，

比对试验完成后，携带样品离开实验室，并带走原始数据记录，现场试验的同时还检查了最近 2 年型式评价原始记录和检测报告中涉及电磁兼容部分的内容。

四、电磁兼容计量比对各阶段工作情况

本次电磁兼容计量比对工作，从 2010 年 6 月初到 2010 年 10 月底，历时 4 个多月，共分 3 个阶段，具体如下：

1、比对样品选择、技术准备阶段（2010 年 6 月 1 日到 6 月 30 日）

（1）比对样品选择

稳定的比对样品，能大大减少实验室间检测结果的不确定性，排除导致测试差异的大部分不稳定因素并缩小检测差异的考察范围，简化检测差异的分析过程。选择比对样品的要求：

j 比对样品选择最重要的一点就是比对样品在检测过程中运行的稳定性。稳定的比对样品可以保证在不同时间和不同地点进行测试，其测试结果的一致性。比对样品的稳定性应体现在多次测试结果中，比对样品应选择多次测试稳定的样品。

k 影响比对检测结果稳定性的主要原因除了被测样品自身的稳定性外，另一个主要原因就是检测布置的一致性。鉴于电磁兼容测试离散性大的特点，检测布置稍有差异，检测结果的差异可能就很大，特别是对于辐射骚扰场强检测。所有检测过程一定要严格按照标准要求，进行规范布置，尽量减少布置差异对检测结果的影响。另一方面，也可以选择检测布置相对简单的被测设备，简化检测布置，保证检测结果的一致性。

从以上两点看来，标准的梳状波信号发生器，作为比对测试的样品是非常理想的选择。我们选择 RSG1000 型标准梳状波信号发生器作为辐射骚扰场强项目的比对样品，此样品进行了短期稳定性和长期稳定性的考核。

射频感应场的传导抗扰度选择固定负载作为样品，并用功率计监测参考样品电源线的骚扰电流。

样品：固定负载样品。数据监视：电流探头和射频功率表。

（2）技术文件的准备

为使比对计划能够顺利进行，组织方编制了以下技术文件，规定了比对工作的各项技术要求：

j 调查表

- k** 辐射骚扰场强比对计划测量程序
- l** 辐射骚扰场强比对计划数据记录表
- m** 射频场感应传导骚扰抗扰度测量程序
- n** 射频场感应传导骚扰抗扰度记录表
- o** 检测报告及原始记录抽查表

其中在实施方案中对测量项目进行了理论分析，并且提出了数据结果处理和评价的具体方法。

(3) 比对工作会议

经与总局计量司商定，于 2010 年 6 月召开了由相关实验室参加的比对工作会，统一了电磁兼容计量比对方案、电磁兼容计量比对试验样品布置、试验报告的填写要求、数据处理方法和不确定度评定的要求。总局计量司领导出席并对比对工作给予了重要指示，要求各参加方独立、认真完成此项工作。

除了从措施上保证参加比对试验的实验室之间不能互通数据，即派工程师携带样品观察试验，试验结束后，连同样品和原始试验数据一同带离实验室。并且按总局计量司领导的要求，要求实验室负责人签署了含有实验室应独立地完成能力验证计划项目的试验的声明文件。

2、样品传递阶段（2010 年 7 月 1 日到 2010 年 9 月 2 日）

计量院派工程师携带比对样品前往 13 家实验室进行比对试验。由于此次比对分别有几组专家参与，为了统一尺度，确保各组之间的一致性，首先举行了比对试点，试点工作安排在天津市计量监督检测科学研究院。

历经北京、上海、天津、石家庄，郑州、武汉、长沙、济南、青岛、广州、深圳、南京、杭州 13 个城市。每周 2 个实验室，每组实验完成后，回到北京，进行样品稳定性检测。

比对样品传递历时将近 2 个月。

3、数据统计分析阶段（2010 年 9 月 2 日到 2010 年 10 月 20 日）

对取得的数据进行统计处理，分析计算，并完成比对报告。

主要是：计算参考值，设定区分比对试验结果满意/离群的判定值，确定数据的统计技术方法。

第二章 本次比对的基本结论

本次电磁兼容计量比对试验选择的是辐射骚扰场强和射频场感应传导

骚扰抗扰度检测项目，比对试验结果反映了各实验室在本项目检测结果的一致性。本次比对对测量程序和样品布置等进行了详细规定，因此本次比对结果主要反映了实验室检测系统方面的差异。同时，设计了原始记录和检测报告的核查，能在一定程度上反映实验室人员对于电磁兼容检测的熟悉程度。对于不能利用本次技术比对反映的技术能力，设计了问卷调查作为补充。

本次比对实验的基本结论如下：

一、整体结论及结果满意实验室

1、辐射骚扰场强

本次比对试验取参加比对的各实验室的平均值（去除明显偏离值）作为本次比对的参考值，根据 IEC/CISPR16.4 给出的辐射骚扰测量不确定度要求，取偏离参考值 5.2dB 作为判定测量结果满意和离群的判定值。

参加辐射骚扰场强项目比对试验实验室有 12 家，虽然各实验室使用的测量设备、测量场地都不完全相同，但从统计分析结果来看，多数实验室的测量结果在允许的范围内。辐射骚扰场强共进行了三个部分的测量，分别是：直接测量信号源端口、水平极化场强、垂直极化场强。三个项目均在允许值范围内的实验室如下：

- (1)广东省计量科学研究所
- (2)江苏省计量科学研究所
- (3)湖北省计量测试技术研究所
- (4)河南省计量科学研究所
- (5)山东省计量科学研究所
- (6)浙江省计量科学研究所
- (7)天津市计量监督检测科学研究所
- (8)湖南省计量检测研究所实验室

个别项目超过允许值范围的实验室如下：

- (9) 深圳市计量质量检测研究院（1 个测量值）
- (10) 河北省计量监督检测院（4 个测量值）
- (11) 河北省计量监督检测院实验室（1 个测量值）
- (12) 上海市计量测试技术研究所实验室（1 个测量值）

青岛市计量测试所授权产品未包含辐射骚扰场强，所以未进行此项目的测试。

2、射频场感应传导骚扰抗扰度

本次比对试验取参加比对的各实验室的平均值（去除明显偏离值）作为本次比对的参考值，根据标准对于测量设备的最大允许值计算不确定度，取偏离参考值 2.5dB 作为判定测量结果满意和离群的判定值。

由于山东省计量科学研究所的测量设备出现故障，本次比对共 12 家实验室参加，进行了九个方面的测试，覆盖了 1V, 5V, 10V 三个等级，0.15MHz~80MHz 频率范围，分别使用无源负载和有源负载，进行了全面的考察，结果完全满意的实验室如下：

- (1)广东省计量科学研究所
- (2)江苏省计量科学研究所
- (3)河南省计量科学研究所
- (4)河北省计量监督检测院
- (5)湖南省计量检测研究院
- (6)青岛市计量测试所

个别项目超过允许值范围的实验室如下：

- (7) 深圳市计量质量检测研究院（1 个测量值）
- (8) 湖北省计量测试技术研究院（6 个测量值）
- (9) 北京市计量检测科学研究所（3 个测量值）
- (10) 上海市计量测试技术研究院（3 个测量值）
- (11) 浙江省计量科学研究所（2 个测量值）
- (12) 天津市计量监督检测科学研究所（3 个测量值）

二、离群的实验室

本次射频场感应传导骚扰抗扰度所取数据较多，多数实验室的结果较为一致，湖北省计量测试技术研究院有 6 个测量数据偏离，其中 2 个数据偏离较大。

三、需要关注其测量结果的实验室

1、辐射骚扰场强

在直接测量信号源项目中，河北省计量监督检测院在 50MHz、100MHz、230MHz 和 300MHz 三个频率点测量结果上偏离参考值，从理论上讲，如果接

收机的电平偏离参考值较远，水平极化和垂直极化均有较大可能离群。河北省计量监督检测院在本次比对中 50MHz、100MHz、230MHz 和 300MHz 的水平极化和垂直极化测量结果在允许范围内。

北京市计量检测科学研究院在水平极化 1000MHz 的测量结果，略微偏离允许值，应仔细检查测量系统，寻找原因。上海市计量测试技术研究院一实验室 8 在垂直极化 230MHz 的测量结果有偏差，是十米法电波暗室和一米法电波暗室系统差异造成，所有实验室应注意在这段频率数据的差异。

2、射频场感应传导骚扰抗扰度

在本项目的比对中，以下实验室在部分频率点略微偏离允许值，需要实验室检查原因：

(1) 上海市计量测试技术研究院在第三部分 45MHz 和 55MHz、第四部分的 15MHz 的测量结果稍微偏离允许值；

(2) 浙江省计量科学研究院在第三部分的 70MHz 和第五部分的 0.15MHz 的测量结果偏离允许值；

(3) 北京市计量检测科学研究院在第五部分的 0.15MHz、第八部分和第九部分的 10MHz 测量结果偏离允许值；

(4) 天津市计量监督检测科学研究院在第五部分的 0.15MHz、第八部分和第九部分的 10MHz 测量结果偏离允许值；

(5) 深圳市计量质量检测研究院在第五部分的 0.15MHz 测量结果偏离允许值。

考虑到这些实验室偏离允许值较小，且偏离的数据不多，建议这些实验室认真检查测量系统，寻找原因。

四、比对测量结果可信

本次电磁兼容计量比对策划严密，派工程师携带样品，在规定的时间内完成比对试验，试验完成后，带走原始数据纪录，并且带样品离开。参加比对的实验室全部签署了由本实验室人员独立完成的声明。采取了这些措施后，避免了可能出现的参加比对的实验室之间互通数据，经对所有实验室的测量结果进行统计分析，基本呈现正态分布，符合测量的规律。因此，本次比对结果可信度较高。

第三章 调查问卷及记录报告核查

一、调查问卷统计

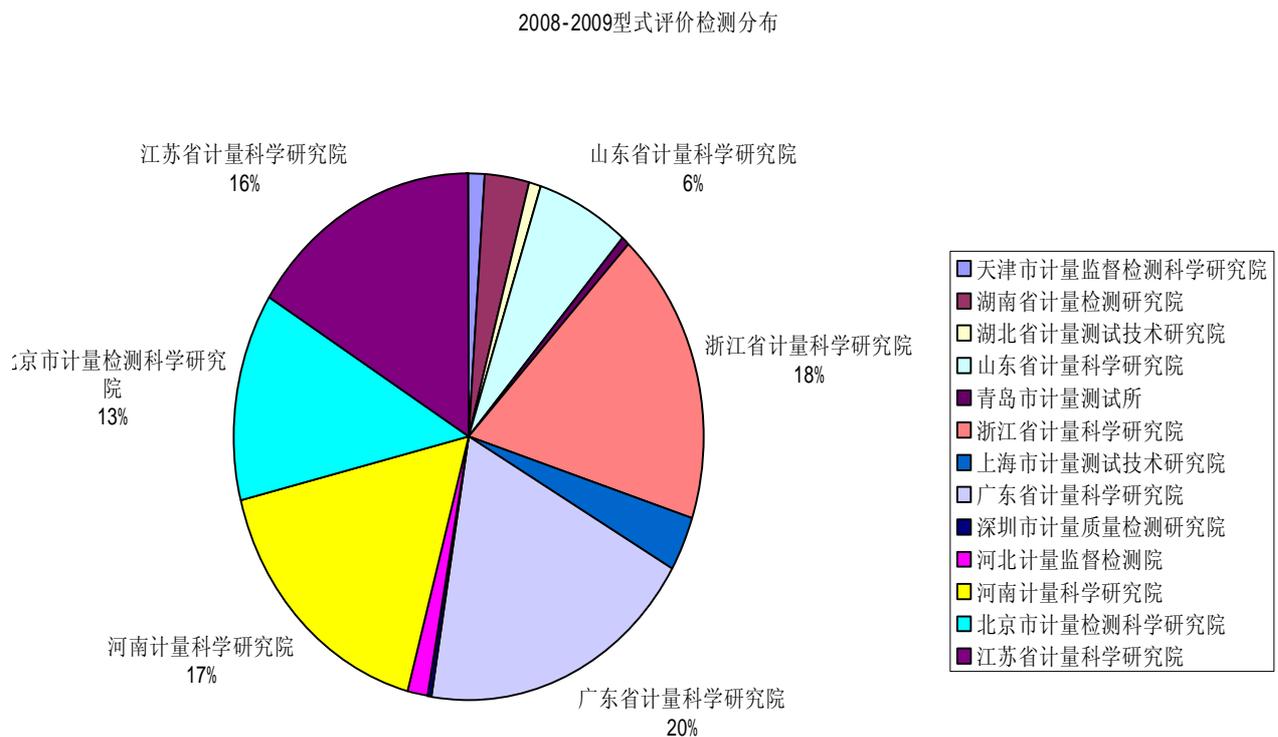
1、型式评价试验数量调查

本次比对设计的调查表中，对 2008 年和 2009 年完成的型式评价数量进行了调查。2008 年和 2009 年所有机构共完成 3764 项型式评价试验，其中 2008 年完成 1690 项，2009 年完成 2074 项。2008 年和 2009 年型式试验中涉及电磁兼容的 1738 项，其中 2008 年 732 项，2009 年 1006 项。

主要任务量分布为：

- (1) 广东省计量科学研究院
- (2) 浙江省计量科学研究院
- (3) 河南计量科学研究院
- (4) 江苏省计量科学研究院
- (5) 北京市计量检测科学研究院

分布情况见下图：



图一 2008-2009 年型式评价试验分布

根据对涉及电磁兼容项目的一次合格率的调查，多数机构的多数产品一次合格率为 100%。合格率较低的产品是北京市计量检测科学研究所做

的理化报警仪一次合格率 50%，雷达测速仪一次合格率 50%，上海计量测试技术研究所做的膜式煤气表 66.7%。

二、被测样品配置调查

以电能表为例，设计了两个问题的调查：

(1) 采取何种措施，滤除电压线路、电流线路、脉冲采样线路上的干扰，确定电能表检定装置正常工作？

所有实验室均采取了措施滤除电压线路、电流线路、脉冲采样线路上的干扰，采用的方法主要是采用专用滤波器、互感器或者 M2 耦合去耦合网络，对于脉冲采样线路一般采用光脉冲采样。本次比对仅是调查采取的措施，关于措施的有效性建议在会议中讨论，尽量取得一致意见，以保持试验结果的一致性。

(2) 用何种方式产生试验所需要的电流？（采用实际负载或者试验台）？

一般采用电能表校验台提供标准规定的电流。

建议针对试验中的样品配置问题进行技术交流，形成规范性文件供实验室使用。

三、检测报告及原始记录抽查情况

(1) 检测样品的证明文件

普遍能够追溯到样品的接收时间、检测时间和完成时间，能够追溯到样品进行的检测项目

(2) 检测过程的追溯

样品过程的追溯主要体现在原始记录上。原始记录对于试验过程的记录不够详尽，但基本的温湿度、设备使用情况具备。

(3) 试验报告通用信息要求

试验报告通用要求做的比较好，基本满足要求。

(4) 报告中涉及电磁兼容检测的照片

多数实验室报告没有照片，无法确认试验布置等。

综合来看，抽查情况是检测报告好于原始记录，对于电磁兼容要求的布置照片等没有做。抽查中也反映出个别实验室的原始记录无法追溯到测量过程，仅以标识“合格”作为记录内容。

第四章 实验室整改情况

针对电磁兼容比对中出现的偏离情况，型式评价实验室进行了认真整改，现将整改情况总结如下：

一、北京市计量检测科学研究院

1、辐射骚扰场强测量试验

原因分析及整改措施：在 900MHz 频率点场强发生偏离。经分析认为：900MHz 以上的电磁波波长已经小于 30cm，而自动测量程序天线移动的步长设置的是 50cm，很可能是步长过大导致天线移动过程中并未找到真正的电磁波最大值。也就是说，比对试验的数据是在天线高度为 2.6m 的位置得到的，这其实不是 1000MHz 的最大发射值，最大发射值可能会在天线高度 2m 以下的位置得到，而没在设置的步长上。如果采用的是手动测量方式，让天线在 1 米至 4 米连续移动，试验人员观察接收机的显示值的变化，会更直观地找到最大发射值的位置。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

2、射频传导抗扰度试验

原因分析及整改措施：可能是试验场地接地不好导致了数据离群。因为依据 CNAS-CL16《检测和校准实验室能力认可准则在电磁兼容检测领域的应用说明》的要求，试验最好在屏蔽室中进行，所以将射频传导抗扰度试验设备放在了屏蔽室中。但屏蔽室是高架地板，并且铺的不很平整，比对试验时，可能是多个试验人员在高架地板上面走动，导致地板颤动，而试验的主要设备耦合去耦网络与铺在高架地板上的接地平板是面接触，地板颤动影响了耦合去耦网络的接地效果。

针对该问题，我们将射频传导抗扰度试验设备搬到接地良好的实验室，确保接地的稳定可靠。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

二、河北省计量监督检测院

原因分析及整改措施：如果接收机的电平偏离参考值较远，水平极化与垂直极化均有较大可能离群，然而水平与垂直极化测量结果却与参考值基本相符，就排除了接收机本身电平偏离的可能性。主要原因是测试时为正确设置仪表。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

三、浙江省计量科学研究所

经评估认为试验布置的影响可能性比较大，CDN 和 R100 等的接地也许不够完全，自校准和检测时的位置变动。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

四、上海计量测试技术研究院

1、辐射骚扰场强

由于此实验室采用 10 米电波暗室，多数实验室采用 3 米法电波暗室，这两种电波暗室在数据转换时存在系统偏差，从标准要求来说，10 米法电波暗室的测量结果更接近于理想的试验结果，也就是说，更接近于开阔场的试验结果。

2、射频场感应传导抗扰度

实验室认为在进行该实验时，无源负载下垫了绝缘支撑物造成数据偏离，经现场验证，符合所分析的情况。由于实际检测时，计量器具的摆放有标准规定，因此不会对实际检测造成影响。

五、深圳市计量质量检测研究院

1、辐射骚扰场强

原因分析及整改措施：重新使用标准信号源通过同一电缆连接到接收机进行多次测量，均为出现超出范围的现象。由此判定该结果是由于同轴电缆没有接好造成。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

2、射频传导抗扰度试验

原因分析及整改措施：重新按照比对方法和标准规定的校准方法进行多次测量和分析，确认产生该现象的主要原因如下：

设备 SB2605 连续波模拟器内置的校准程序主要是应用内置的电压表来进行校准，程序固化在设备和相应的测试软件中，无法变更。程序设置步进比较大，同时仅在一个电平值进行校准。因此在不同的等级进行测试，输出电平波动比较大。

措施：通过测试软件的外接功率计进行校准的功能，外接一台 RS 公司 NRVD 功率计进行校准。频率步进设定为标准规定的 1%，将电平值的接受范围定在 0.3dB 校准按照不同的测试等级进行，确保每个测试频率和每个等级电平的稳定。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

六、天津市计量监督检测科学研究院

原因分析及采取措施：经分析可能是射频感应场传导骚扰抗扰度内置功率计显示偏低，联系厂家后调整。

采取整改措施后，经验证，实验室数据满意。

七、山东省计量科学研究院

比对时仪表故障（故障时间 2010-7-16 到 2010-7-23），仪表维修后重新进行比对及验证，实验室数据满意。

八、湖北省计量测试技术研究院

原因分析及整改措施：导致结果不满意的根本原因是比对设备已达不到预期使用要求。所用设备是夏弗纳 RF-GENERATOR, 型号 NSG2070, 于 2010 年 11 月 22 日送检，确认此次比对设备夏弗纳 RF-GENERATOR 的内部功率放大器增益达不到有效输出值（内部功率放大器问题：磨损、老化、功率过小等），使得比对结果偏离。

无法再 11 月底之前完成整改，目前无法验证。计划购置新的测量设备，等改进进一步验证。

第五章 下一步工作的建议

针对本次比对的数据结果，发现了一些普遍存在的问题，提出如下改进意见和建议，供参考。

一、加强电磁兼容基础理论的学习

参加本次比对的实验室所采用的测量仪器和天线均为国际知名的电磁兼容设备制造商提供的产品，大部分实验室的测量场地也是国外厂商整体建造的，均符合国际电工委员会 IEC/CISPR 标准的要求，因此各实验室的测量系统，差异不大。但从不确定度评定等状况来看，有些实验室仅是采用进口的仪表进行读数，而对测量系统各部分组成，影响测量结果的各个因素不是十分清楚。电磁兼容测试除了对设备有很高的要求以外，对工程师也有较高的要求，否则也会造成测量结果的偏差。因此实验室需要加强对电磁兼容原理、测试基本方法的学习和提高。

由于进行型式评价的工程师来自于很多专业，部分实验室的工程师不熟悉电磁兼容试验设备。例如射频感应场的传导抗扰度要求在实验前进行系统自校准，有些实验室忽略了此步骤。将会对检测结果产生重要的影响。

二、规定统一的样品布置

在影响电磁兼容测量结果的各种因素之中，除了测量设备以外，测量方法以及被测样品的布置均会对测量结果造成比较大的影响。本次比对由于统一了样品的摆放和测量程序，将此偏差减小到了最少，建议总局计量司组织有关技术专家，针对计量器具型式评价需要做电磁兼容检测的产品，规定样品的布置和采用一致的测量程序。

三、规定统一的原始记录

原始记录是重要的技术资料，发生纠纷时的证据，计量器具型式评价作为一项重要的技术工作，原始记录非常重要，但有些实验室记录不够充分难以追溯测量过程，给颁发证书的政府机构带来很大风险。

四、建立统一的型式评价管理平台

计量器具型式评价是一项政策性和技术性都很强的活动，许多技术要求需要管理层的指令才能顺利贯彻实施，本次比对中也发现不同的试验机构对于计量器具的要求不尽相同。建议设立一个统一的型式评价管理平台，将用户申请、政府计量部门受理、任务下达、型式评价的试验以及审批发证通过平台进行管理，使整个型式评价工作纳入程序化管理，这样不仅能够保证技术要求的一致性，方便申请方和发证方，尽可能可提高效率减小计量器具型式评价的风险。

五、组织其它电磁兼容检测项目的比对

计量器具的型式评价，电磁兼容检测项目比较多，涉及的实验室比较多，本次比对仅进行了两个项目的检测，建议总局计量司组织其他项目的比对，以使更多的实验室参加比对，保证测量结果的一致性。