



# CSAE《电动汽车高压屏蔽线缆及连接器 表面转移阻抗测试方法》标准解读



中国汽车工程研究院股份有限公司检测事业部





## CONTENTS

**01**

整体介绍

**02**

三同轴法

**03**

管中管法

**04**

线注入法

**05**

标准制定过程

**06**

检测信息





# 一、整体介绍

标准目的：为高压屏蔽线缆及连接器的屏蔽性能测试建立一套试验方法，包括三同轴法、管中管法和线注入法。

范围：本标准规定了电动汽车高压屏蔽线缆及连接器表面转移阻抗测试方法，适用频率为9kHz~30MHz。

测试对象：高压屏蔽线缆、高压屏蔽连接器、高压屏蔽线束。

主要设备：矢量网络分析仪，频率范围至少满足9kHz~30MHz，带宽100Hz。

测试方法：三同轴法，分A、B、C三种方法；

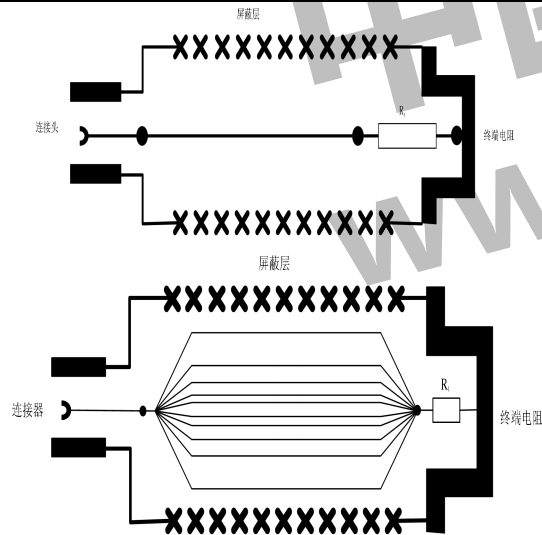
管中管法；

线注入法。

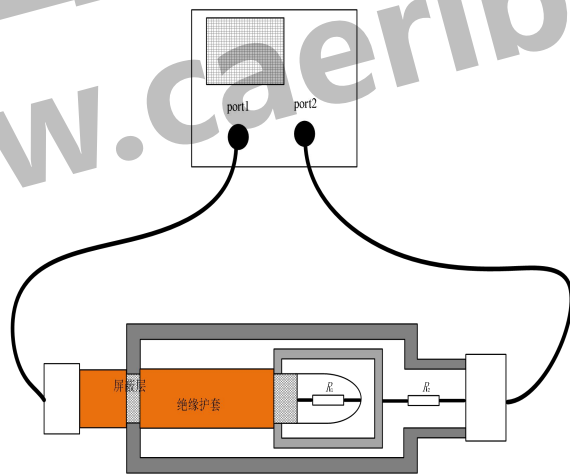


# 二、三同轴法-概述

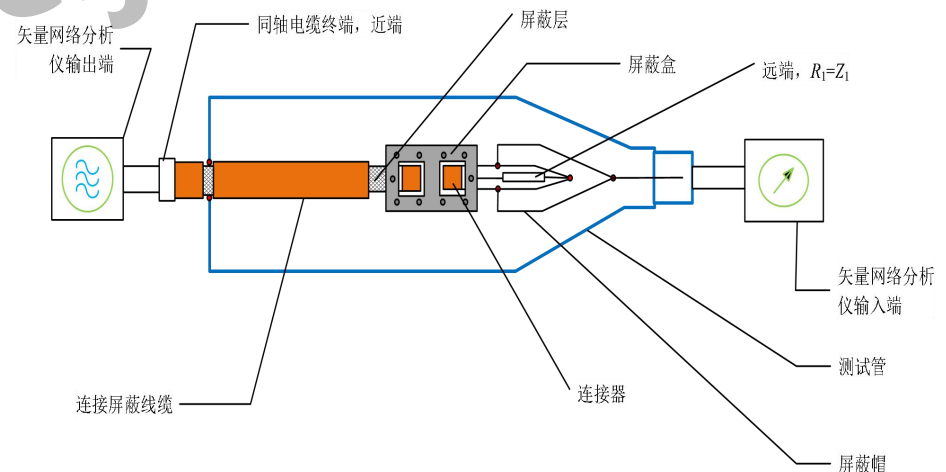
三同轴法	一般要求	测试设备	校准	被测样品
	<div>1.环境温度（23±3）℃；</div> <div>2.电磁环境不应影响测试结果。</div> <div>三同轴测试设备应符合IEC 62153-4-3和IEC62153-4-15中的要求；</div> <div>3.测试方法A、B、C时，应采用不同的负载条件与连接方式。</div>	<div>1.矢量网络分析仪测试频率范围至少满足9kHz~30MHz；</div> <div>2.带宽100Hz，其应至少具有两个测试端口及相应的校准器件；</div> <div>3.使用测试方法A时，需使用阻抗匹配器，其回波损耗须大于20dB。</div>	测试前必须对测试设备进行校准。	<div>1.单芯高压屏蔽线缆；</div> <div>2.对称多芯屏蔽线缆；</div> <div>3.高压屏蔽线束。</div>
概述	该方法通过向被测屏蔽电缆芯线注入定量的电流，测试屏蔽层与测试夹具间的耦合电压，或者通过对被测屏蔽线缆的屏蔽层外表面与测试夹具构成的回路注入定量的电流，测试屏蔽层与电缆芯线之间耦合电压，其耦合电压与注入电流的比值为被测屏蔽线缆的表面转移阻抗。			



被测屏蔽高压线缆示意图



表面转移阻抗的测试布置-矢量网络分析仪

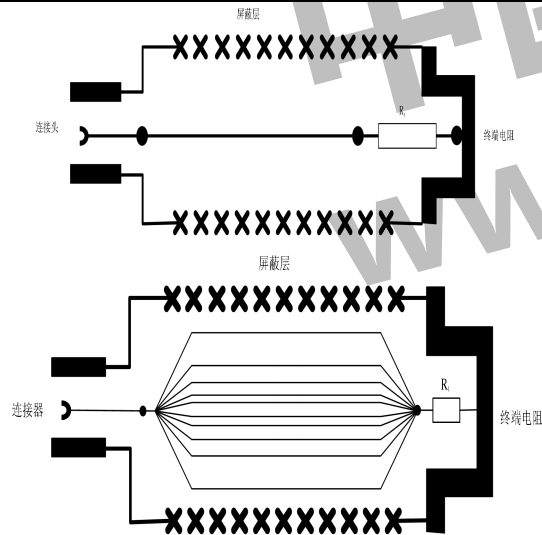


被测高压屏蔽线束测试方法布置示意图

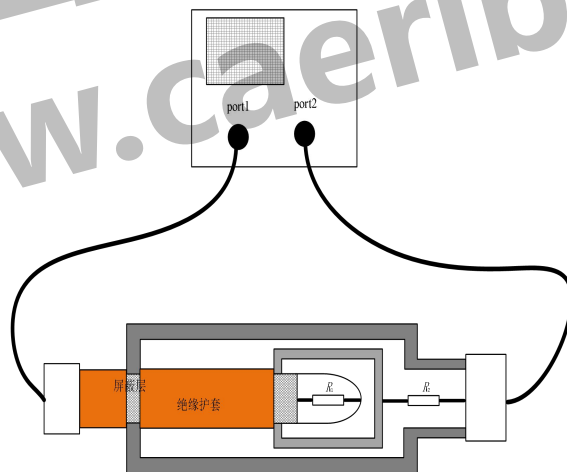


## 二、三同轴法-概述

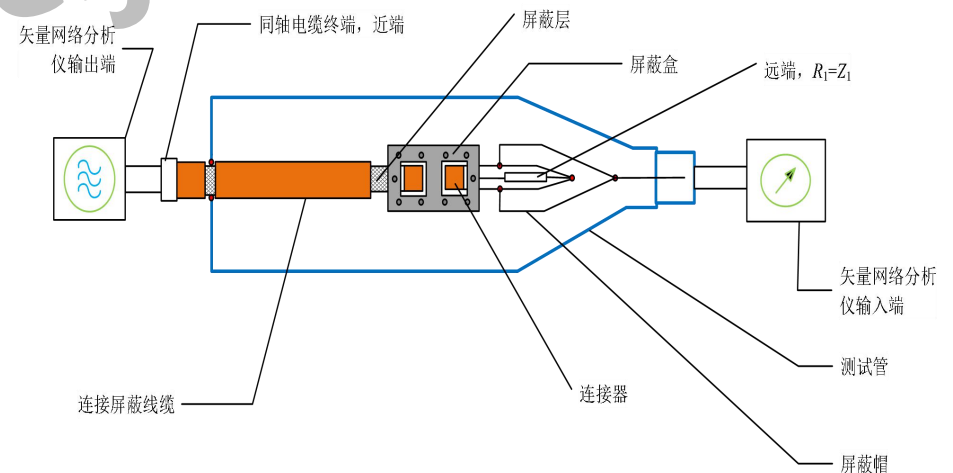
	一般要求	测试设备	校准	被测样品
三同轴法	<p>1.环境温度<math>(23\pm3)^{\circ}\text{C}</math>;</p> <p>2.电磁环境不应影响测试结果。</p> <p>三同轴测试设备应符合IEC 62153-4-3和IEC62153-4-15中的要求;</p> <p>3.测试方法A、B、C时,应采用不同的负载条件与连接方式。</p>	<p>1.矢量网络分析仪测试频率范围至少满足9kHz~30MHz;</p> <p>2.带宽100Hz,其应至少具有两个测试端口及相应的校准器件;</p> <p>3.使用测试方法A时,需使用阻抗匹配器,其回波损耗须大于20dB。</p>	<p>测试前必须对测试设备进行校准。</p>	<p>1.单芯高压屏蔽线缆;</p> <p>2.对称多芯屏蔽线缆;</p> <p>3.高压屏蔽线束。</p>
概述	<p>该方法通过向被测屏蔽电缆芯线注入定量的电流,测试屏蔽层与测试夹具间的耦合电压,或者通过对被测屏蔽线缆的屏蔽层外表面与测试夹具构成的回路注入定量的电流,测试屏蔽层与电缆芯线之间耦合电压,其耦合电压与注入电流的比值为被测屏蔽线缆的表面转移阻抗。</p>			



被测屏蔽高压线缆示意图



表面转移阻抗的测试布置-矢量网络分析仪

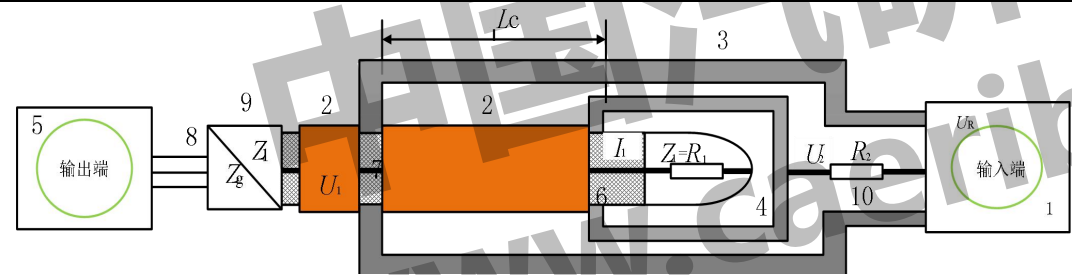


被测高压屏蔽线束测试方法布置示意图



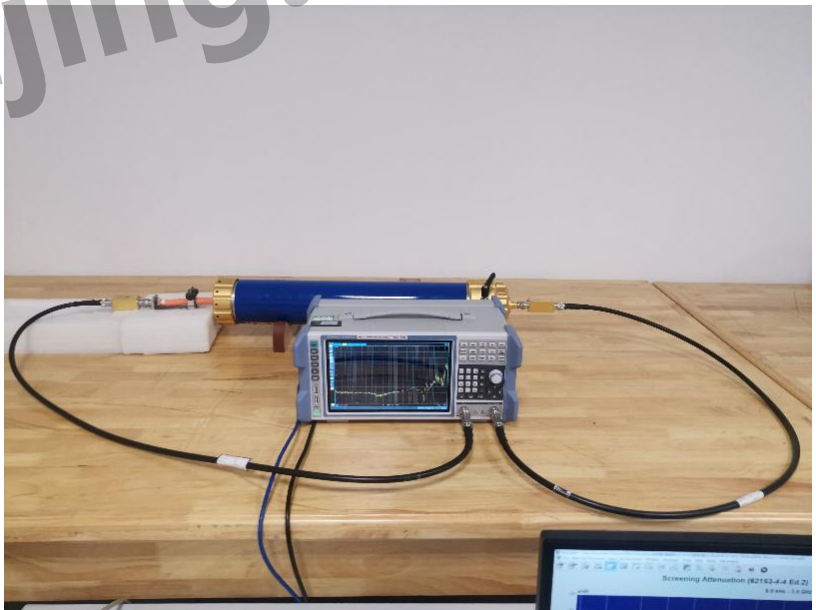
## 二、三同轴法-方法A

测试参考标准		IEC62153-4-3-2013		
三同轴法方法A	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	高压屏蔽线缆 高压屏蔽线束	优点： 1.测试表面转移阻抗的截止频率较高； 2.可以实现线缆加两端不同连接器一起测试。 缺点： 1.测试的动态范围较低。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗



- 1—矢量网络分析仪输出端
- 2—线缆绝缘套管
- 3—测试套管
- 4—终端电阻 $R_1$
- 5—矢量网络分析仪输入端
- 6—线缆屏蔽层
- 7—测试芯线
- 8—连接线
- 9—阻抗匹配适配器
- 10—衰减电阻 $R_2$
- $L_c$ —线缆耦合长度
- $Z_1$ —线缆特性阻抗
- $Z_g$ —系统内部阻抗
- $U_1$ —内部电路输入电压
- $U_2$ —外电路电压
- $U_R$ —矢量网络分析仪测得电压
- $I_1$ —电缆屏蔽层的电流
- $R_1$ —内部电路的终端电阻

测试方法A：内部电路连接匹配电阻，外部电路连接衰减电阻

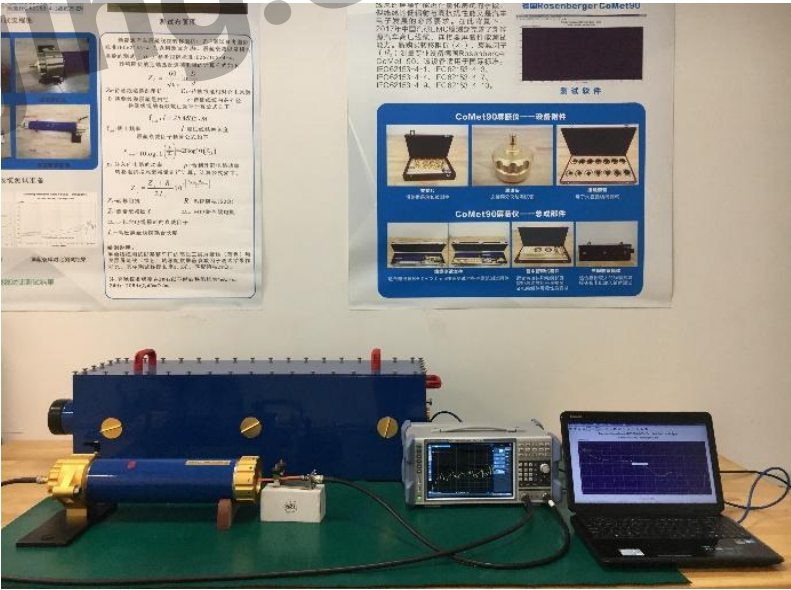
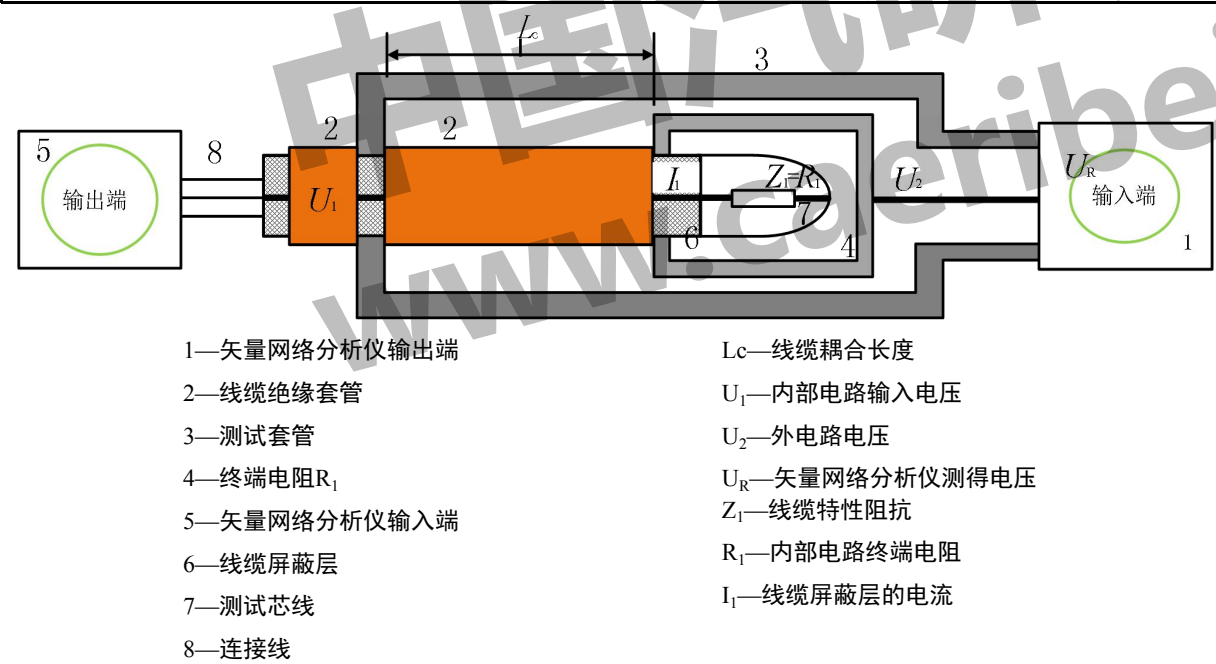


方法A布置图



# 二、三同轴法-方法B

测试参考标准		IEC62153-4-3-2013		
三同轴法方法B	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	高压屏蔽线缆 高压屏蔽线束	优点: 1.测试的动态范围较高。 缺点: 1.测试表面转移阻抗的截止频率较低; 2.可以实现线缆加两端不同连接器一起测试。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗

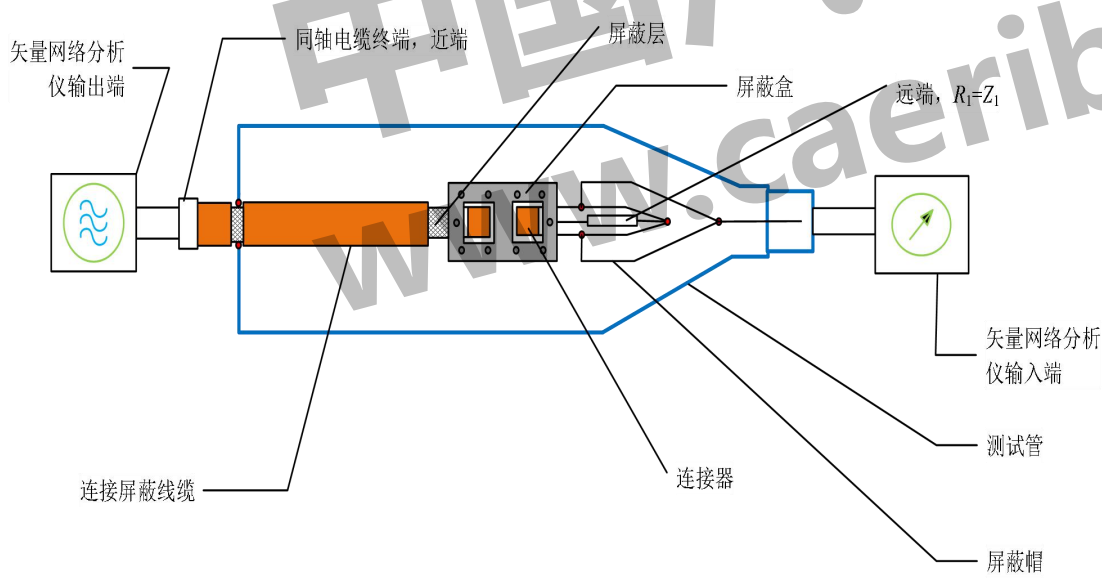


方法B布置图



## 二、三同轴法-方法B（屏蔽线束）

测试参考标准		IEC62153-4-15-2015		
三同轴法方法B	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	高压屏蔽线束	优点： 1.可以针对连接线束测试； 2.可以满足主机厂两端不同连接器带线缆一起测试。 缺点： 1.测试布置相对复杂； 2.针对不同连接器需要制作不同的屏蔽盒。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗



三同轴法测试布置图

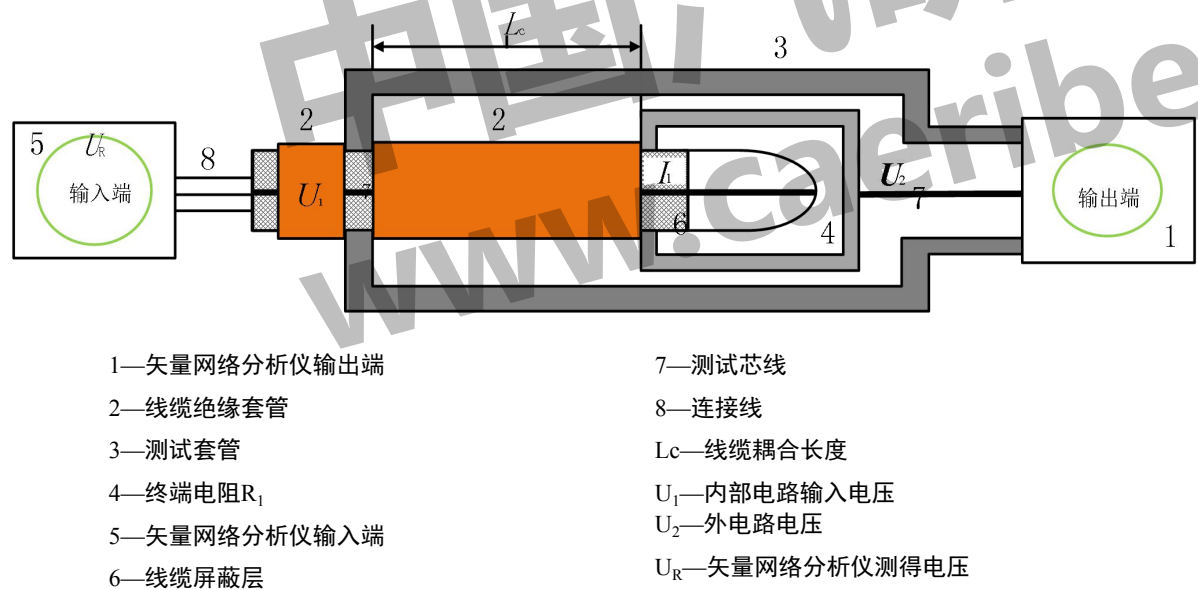


测试布置图

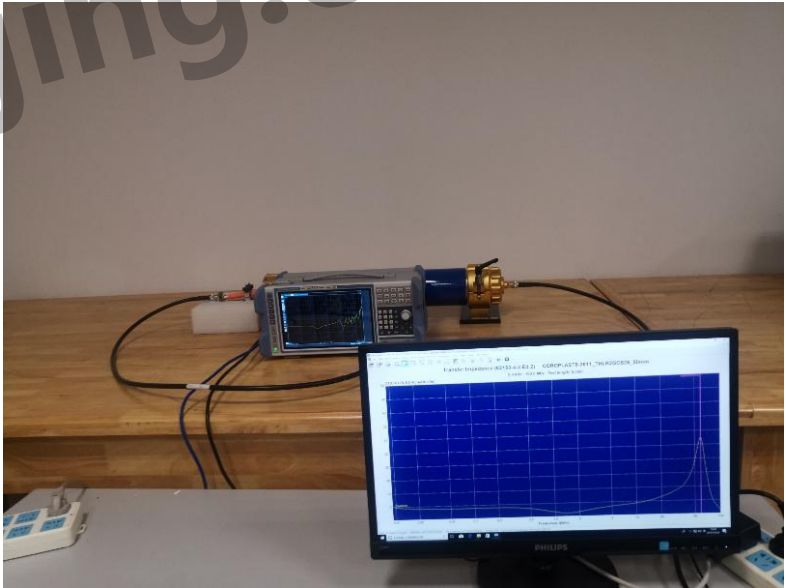


## 二、三同轴法-方法C

测试参考标准		IEC62153-4-3-2013		
三同轴法方法C	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	高压屏蔽线缆 高压屏蔽线束	优点： 适合测量非常低的转移阻抗值（低于 $1\mu\Omega/\text{m}$ 和更低） 缺点： 电容耦合的影响被初次级电路中的短路所抑制，测试相当敏感。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗



测试方法C 失配（短接—短接）布置图



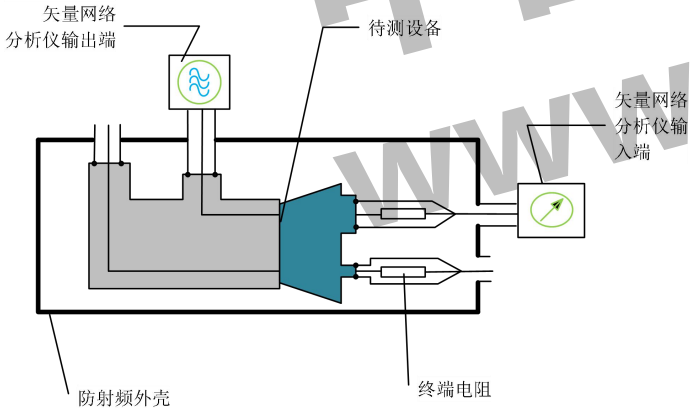
方法C布置图



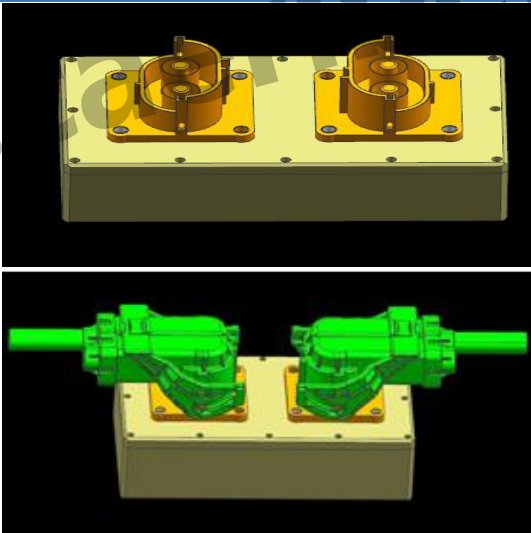
# 三、管中管法



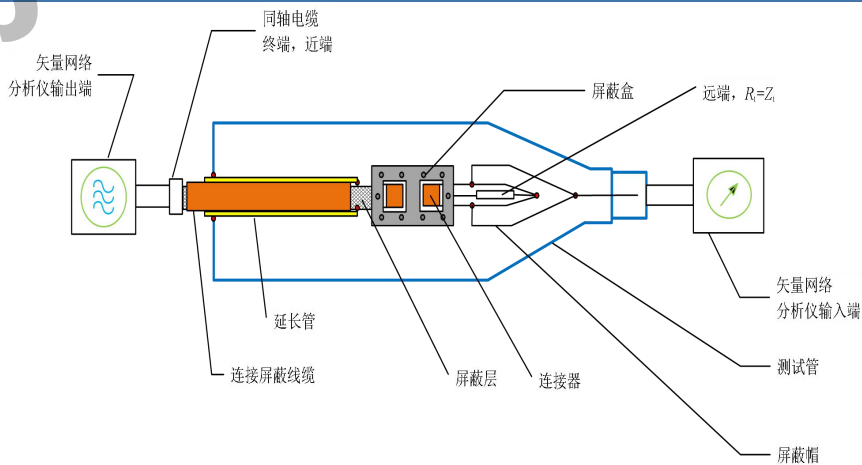
	一般要求	测试设备	校准	被测样品
管中管法	1.环境温度（23±3）℃； 2.电磁环境不应影响测试结果。 三同轴测试设备应符合IEC 62153-4-7中的要求； 3.测试方法A、B、C时，应采用不同的负载条件与连接方式。	1.矢量网络分析仪测试频率范围至少满足9kHz~30MHz； 2.带宽100Hz，其应至少具有两个测试端口及相应的校准器件； 3.使用测试方法A时，需使用阻抗匹配器，其回波损耗须大于20dB。	测试前必须对测试设备进行校准。	高压屏蔽连接器
概述	该方法通过向被测屏蔽连接器芯线注入定量的电流，测试屏蔽层与测试夹具间的耦合电压，或者通过对被测屏蔽连接器的屏蔽层外表面与测试夹具构成的回路注入定量的电流，测试屏蔽层与芯线之间耦合电压，其耦合电压与注入电流的比值为被测屏蔽连接器的转移阻抗。			



被测高压屏蔽连接器示意图



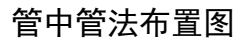
高压屏蔽连接器测试屏蔽盒示意图



被测高压屏蔽连接器管中管测试法布置示意图



### 管中管法测试布置图







# 四、线注入法

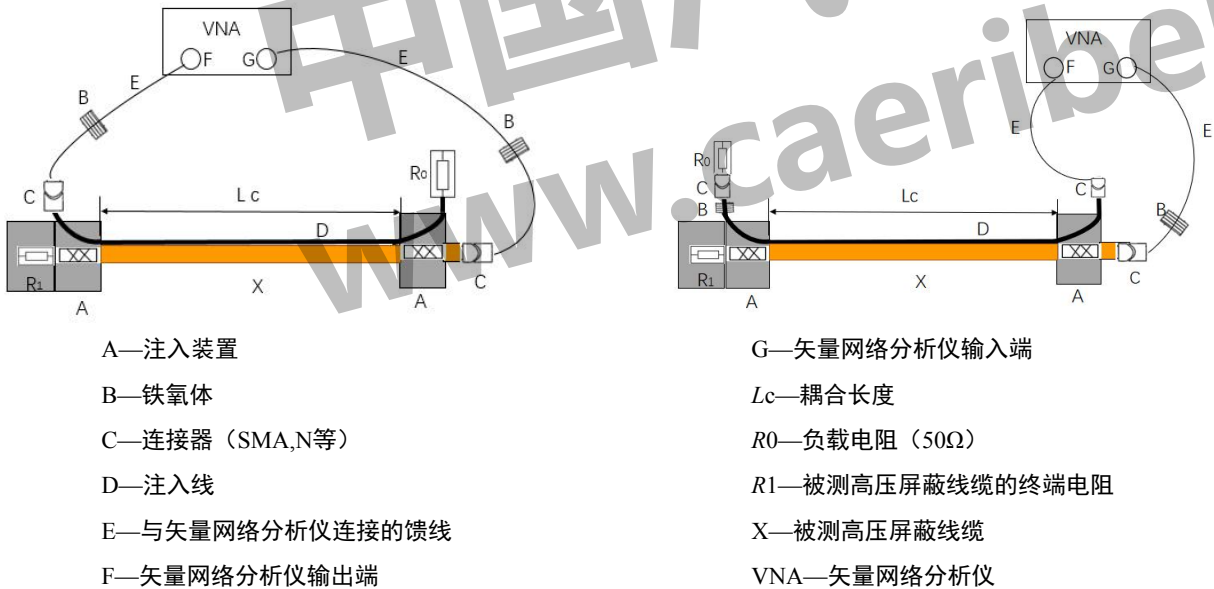
	一般要求	测试设备	校准	被测样品
线注入法	<p>1.该测试方法应独立布置（无参考地平面）。</p> <p>2.通过矢量网络分析仪提供参考地，确保测试布置附近无其他金属物体（最小距离：20cm），外部环境不能影响测试结果。</p> <p>3.沿耦合线方向的注入装置的反射系数和注入电路的反射系数应小于0.1，即回波损耗应大于20dB。</p>	<p>1.矢量网络分析仪测试频率范围至少满足9kHz~30MHz；</p> <p>2.带宽100Hz，其应至少具有两个测试端口及相应的校准器件。</p>	<p>测试前必须对测试设备进行校准。</p>	<p>1.高压屏蔽线缆</p> <p>2.高压屏蔽连接器</p> <p>3.高压屏蔽线束</p>
概述	<p>该测试方法通过把规定的电压和电流施加到线缆的屏蔽层并测试感应电压来获得表面转移阻抗的方法，来确定高压屏蔽线缆及高压屏蔽线束的屏蔽效能。</p>			
备注	<p>1.线注入法测试高压屏蔽线束只能测试一端连接器加线缆的屏蔽线束，不能测试两端不同的或者相同连接器加线缆同时测试；</p> <p>2.线注入法测试某些连接器塑料外壳较厚的连接器可能涉及注入不进去的状态；</p> <p>3.线注入法测试某些复杂的连接器不同的注入位置可能导致测试的结果相差很大。</p>			



四、线注入法

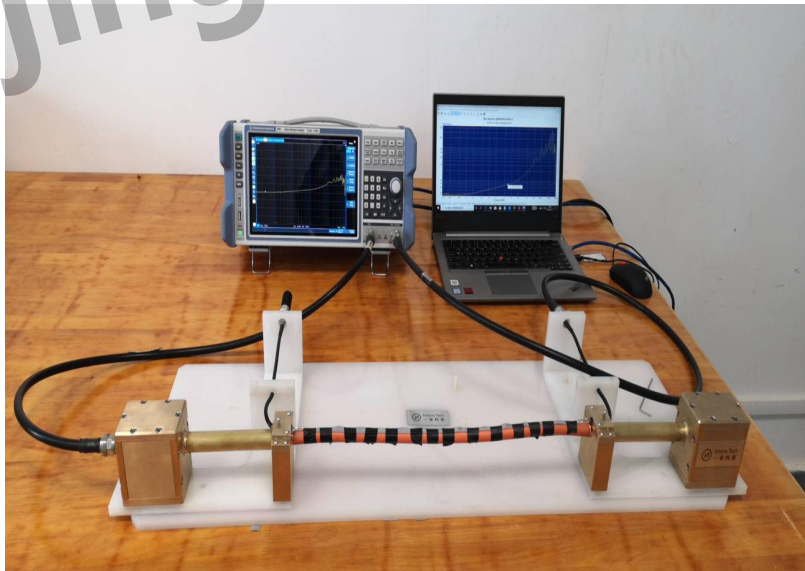


测试参考标准		IEC62153-4-6-2017		
线注入法	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	高压屏蔽线缆	优点： 1.测试成本低； 2.测试布置简单易实现； 3.低频段测试结构稳定。 缺点： 1.对于非对称线缆和连接器组件，不同注入点位置可能导致测量结果不准确。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗



远端测试布置

近端测试布置



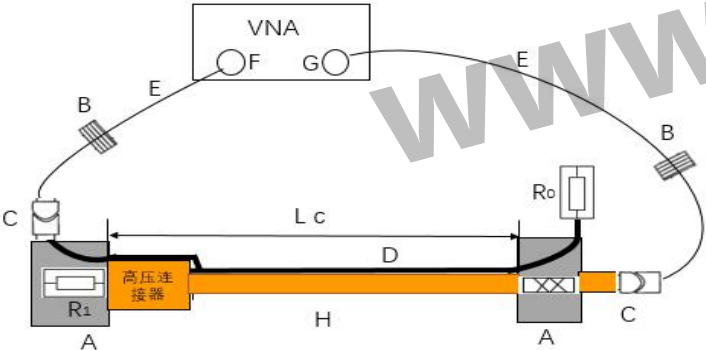
线注入法布置图



四、线注入法

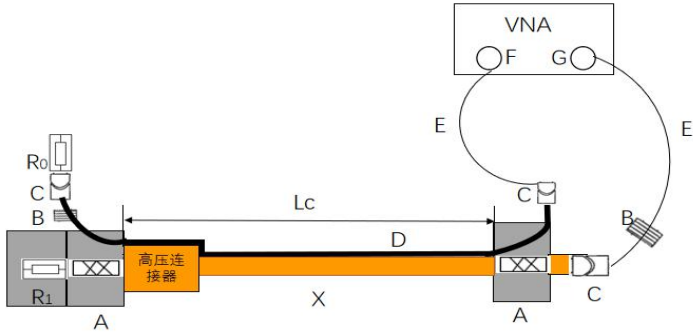


测试参考标准		IEC62153-4-6-2017		
线注入法	测试对象	特点	频率范围	评判依据
	一端屏蔽连接器加线缆	优点： 1.测试成本低； 2.测试布置简单易实现。 缺点： 1.对于非对称线缆和连接器组件，不同注入点位置可能导致测量结果不准确； 2.不能单独测试连接器的屏蔽效能，可以通过连接器减去线缆来得到连接器的屏蔽效能； 3.不能两端连接器和线缆一起测试。	9kHz~30MHz	9kHz~30MHz 表面转移阻抗 转移阻抗



远端测试布置

- A—注入装置
- B—铁氧体
- C—连接器（SMA,N等）
- D—注入线
- E—与矢量网络分析仪连接的馈线
- F—矢量网络分析仪输出端
- G—矢量网络分析仪输入端
- Lc—耦合长度
- R0—负载电阻（50Ω）
- R1—被测高压屏蔽线缆的终端电阻
- X—被测高压屏蔽线束
- VNA—矢量网络分析仪



近端测试布置



## 五、标准制定过程



### 《电动汽车高压屏蔽线缆及连接器表面转移阻抗测试方法》

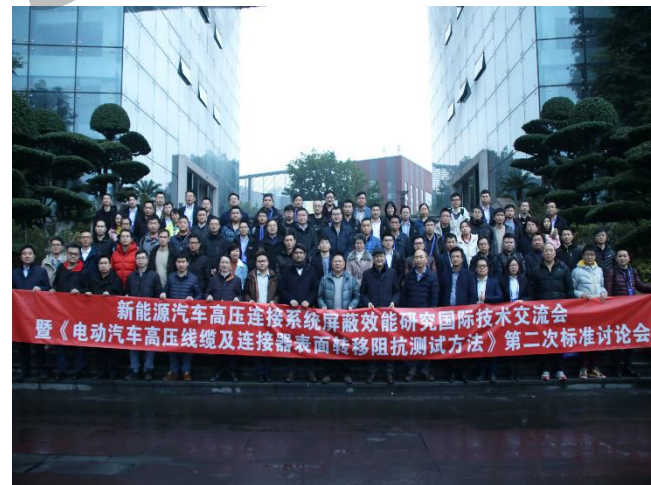




## 五、标准制定过程

《电动汽车高压屏蔽线缆及连接器表面转移阻抗测试方法》标准由中国汽车工程研究院股份有限公司、上海电器科学研究院牵头制定，这是目前国内外第一个针对电动汽车高压线缆及连接器表面转移阻抗测试方法的团体标准。

标准参与包括中国电子技术标准化研究院、工业和信息化部电子第五研究所等2家科研院所，中国第一汽车集团有限公司、比亚迪汽车工业有限公司等26家汽车及零部件企业，上海机动车检测中心等6家检测机构，重庆理工大学、南京航空航天大学、东南大学等3所高校。





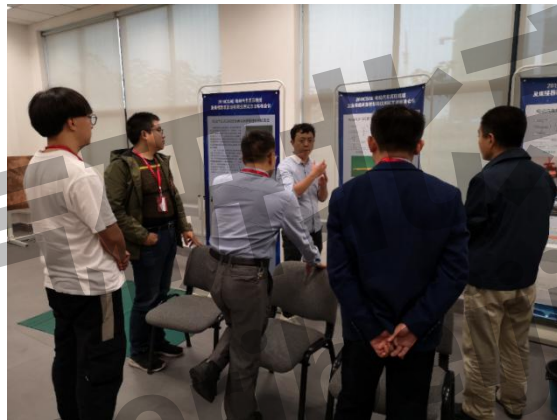
## 五、标准制定过程



中国汽车工程研究院股份有限公司作为《电动汽车高压屏蔽线缆及连接器表面转移阻抗测试方法》牵头制定单位,先后与IECTC-46专家、研究院所、20余家整车厂、20余家线束和连接器厂商、国内外10余家测试机构、东南大学、重庆理工大学、南京航空航天大学等开展技术交流。



长安新能源及其供应



公安部第一研究所及其供应商



IECTC-46和Rosenberger专家



湖南中车及其供应商



奇瑞及其供应商



国际技术交流会



六、 检测信息



试验能力说明	试验周期	样品准备	试验注意事项	试验联系人
<p>中国汽车工程研究院股份有限公司已具备三同轴法、管中管法、线注入法、吸收钳法测试能力。</p> <p>IEC62153-4-3：2013 IEC62153-4-4：2015 IEC62153-4-5：2006 IEC62153-4-6：2017 IEC62153-4-7：2018</p> <p>均已获得CMA资质认定和CNAS能力认可。</p>	2天	<p><b>线缆测试：</b> 三同轴法：线缆长度75cm 线注入法：线缆长度70cm 吸收钳法：线缆长度760cm</p> <p><b>连接器测试：</b> 管中管法：两套连接器包括公端和母端，对公端设计夹具，连接器母端的线缆长度分别是30cm和110cm。</p> <p><b>线束测试：</b> 三同轴法：连接器两端的线束长度140cm。对线束两端连接器公端设计夹具。 线注入法：一端连接器带70cm线缆，对公端设计夹具。 吸收钳法：连接器两端的线束长度760cm。对线束两端连接器公端设计夹具。</p>	<p>1. 注意连接器和线束压接良好，连接器安装良好；</p> <p>2. 提前沟通准备好样品和制作工装夹具。</p>	<p>李晓智 13647658165 谭泽强 19923833696</p>





# 关于我们

About us



## 标准法规室

标准法规室隶属于中国汽车工程研究院股份有限公司检测事业部技术质量部，致力于汽车行业最新政策标准法规的跟踪、分析与解读，可提供定制化政策咨询和标准分析服务。研究领域包括：汽车产业政策、标准法规，汽车公告、环保、3C、营运车辆管理要求，国际市场准入体系，国内外标准对标分析，标准制修订等。

## 电子通信与软件测评中心

中国汽车工程研究院电子通信与软件测评中心主要从事汽车整车和零部件EMC设计开发与测试验证，汽车电气架构设计与验证，汽车通信性能开发及测试评价，汽车功能安全设计验证，车载应用软件集成及测评等技术方向的技术服务工作，致力于打通汽车电子开发全流程，提供汽车电子开发的全方位服务。

## 联系方式



[www.caeri.com.cn](http://www.caeri.com.cn)

[office@mail.caeri.com.cn](mailto:office@mail.caeri.com.cn)

[bzfg@caeri.com.cn](mailto:bzfg@caeri.com.cn)