



**电气产品的爬电距离与电气间隙试验
能力验证报告**

CNCA-20-14

**Test Capability Verification Report of Creepage
Distance and Electrical Clearance of Electrical
Products**

中国家用电器研究院编制

二〇二〇年十月

目录

1 前言	1
2 计划概述	2
2.1 试验简介	2
2.2 参加实验室概况	2
2.3 检测项目和依据	3
2.4 样品情况	3
2.4.2 样品的分发	3
2.5 计划日程安排	4
2.6 保密性要求	4
3 指定值与结果评价原则	5
3.1 结果的指定值	5
3.2 结果判定原则	7
4 结果评价与统计分析	8
4.1 全部参加实验室的结果汇总	8
4.2 强制参加实验室的结果统计	11
5 技术分析和建议	13
5.1 工具选择	13
5.2 路径的确定和数值的计算	13
5.3 本次考点汇总	14
6 能力验证组织者 协调者	17
6.1 计划的组织者	17
6.2 计划协调者	17
6.3 技术运作人员	17
6.4 数理统计人员	17
6.5 本报告编写人员	17
7 依据的标准规范	18
8 附录	19
附录 A1 实验室结果及其统计评价结果	19
附录 A2 实验室间 Z 值序列图（题目③ T1-R1）	31
附录 A3 实验室全部路径结果汇总	32
附录 B 样品均匀性和稳定性检验	39
附录 C 作业指导书	45

1 前言

电气产品的爬电距离与电气间隙试验能力验证计划（CNCA-20-14）是由国家市场监督管理总局组织，中国家用电器研究院实施，旨在加强对电气产品检测实验室的监督管理。爬电距离和电气间隙试验是电器安全检测中的一项基本测试，也是电气产品强制认证(CCC)的一个基本检测项目，在每年家电产品国家抽查中是必检项目，且在历年能力验证计划中合格率偏低，结果显示检测仍然存在一些问题。因此，今年我们组织电气产品的爬电距离与电气间隙能力验证，以期提升该参数的检测数据一致性，以便更有效地监督和提升实验室水平；也使市场监管总局更全面地了解该领域的整体检测水平，把控实验室质量。

本试验计划依据GB/T 27043-2012《合格评定 能力验证的通用要求》、国家认监委2006年第9号公告《实验室能力验证实施办法》、CNAS-GL002:2018《能力验证结果的统计处理和评价指南》、GB/T 28043-2019/ISO 13528:2015《利用实验室间对比能力试验用统计方法》运作实施。对于能力验证的结果不合格的实验室，应在规定期限内进行整改并验证整改效果。本报告是对电气产品的爬电距离与电气间隙试验能力验证计划结果的总结，由中国家用电器研究院负责起草，国家市场监督管理总局批准发布。

2 计划概述

2.1 试验简介

标准中对爬电距离的解释为两个导电部件之间，或一个导电部件与器具的易触及表面之间沿绝缘材料表面测量的最短路径；电气间隙解释为两个导电部件之间，或一个导电部件与器具的易触及表面之间的空间最短距离。该测试的目的是考核被测器具的爬电距离和电气间隙值是否能够达到规定值，避免固体绝缘失效造成的短路和过电压击穿的危险。该项目检测是否合格直接关系到电器产品是否安全，是否对人体造成伤害，是结构中至关重要的考核参数。本次项目为特制印刷电路板，考核指定金属带爬电距离和电气间隙路径的绘制及数值测量。

2.2 参加实验室概况

参加本次能力验证计划的实验室共 126 家，因故退出 6 家实验室（参加代码：004、023、075、084、105、115），退出原因详见表 2.1。实际返回结果 120 家，其中 99 家为强制参加实验室。参加实验室地域分布如图 2.1 所示。

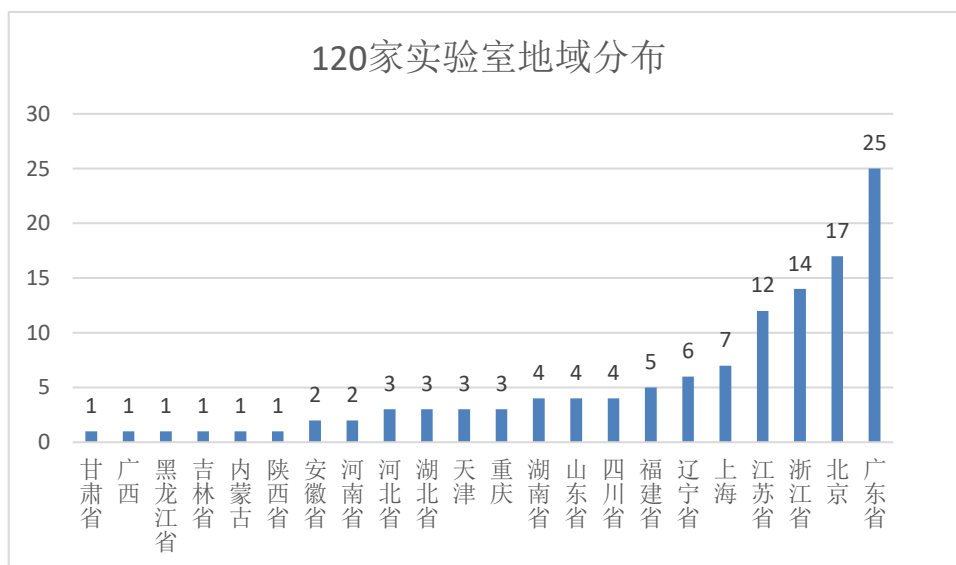


图2.1 参加实验室的地域分布

表 2.1 退出原因

序号	参加代码	是否强制参加实验室	退出原因
1	004	是	技术人员离职
2	023	否	标准不在授权能力范围内
3	075	否	报名重复，主地址已参加
4	084	否	标准不在授权能力范围内
5	105	否	标准不在授权能力范围内
6	115	否	标准不在授权能力范围内

2.3 检测项目和依据

本次能力验证计划要求实验室按照日常检测程序进行试验，按照作业指导书的要求测量印刷电路板的爬电距离和电气间隙相关项目。

依据标准 GB 4706.1-2005《家用和类似用途电器的安全 第一部分：通用要求》。

本项目涉及考点：爬电距离和电气间隙基本概念、污染等级、跨接的考虑、中间金属的考虑、桥接的考虑以及 80 度角原则等。

2.4 样品情况

2.4.1 样品基本情况

本次能力验证计划的样品为一专门定制的印刷电路板，线路板分A、B两面（A-side，B-side），照片见图2.2。

该样品不会在短时间内发生变化而影响测试结果，因此，本次能力验证计划不对样品进行稳定性检测，发样前，仅对样品进行均匀性检验，检验结果符合要求，详见附录B。

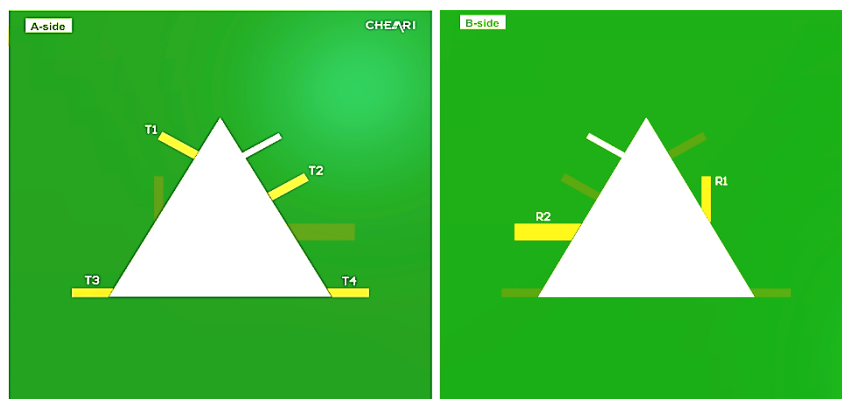


图2.2 试验样品图

2.4.2 样品的分发

本次能力验证样品采用分发的方式，以顺丰快递发放到各实验室。运输采用三防包装，由本实施机构寄送，包装清单如下：

- （1）印刷电路板一片；
- （2）《试验通知单》一份。

样品存贮和运输采用包装盒包装，适用于陆路、航空等多种方式运输，以确保样品完好。样品的存贮环境条件应按 GB/T 4798.1 标准有关规定：样品应储存在干燥的通风良好的环境中，周围应无腐蚀性有害气体等。样品在运输和贮存过程中，不应剧烈碰撞、雨雪淋袭等。

实验室在完成测试后，将样品妥善复原包装，随结果报告单一同返回本实施机构。

样品的制备、均稳检分包给有能力的机构进行，我中心对检测结果负责。

2.5 计划日程安排

表2.2 计划的日程安排

序号	计划过程	日程安排
1	总局发布计划	2020年03月26日
2	开始接受报名	2020年03月26日
3	样品寄发	2020年07月17日
4	结果返回	2020年07月27日
5	最终报告编制	2020年8月-10月

2.6 保密性要求

出于保密的要求，对于每个参加实验室赋予一个实验室参加代码。在本报告中，凡说明参加实验室的检测结果和能力评价时均以试验指导书中的参加代码的简化形式表示，例如：CNCA-20-14-001 简化为 001。结果报告将发送给每一个参加实验室。

3 指定值与结果评价原则

3.1 结果的指定值

本次能力验证计划共设计有三道大题五个子问题，其中，题目①包含1个子问题，题目②包含2个子问题，题目③包含2个子问题，具体题目如下：

题目① 绘制T1到T2的爬电距离路径图；

题目② 绘制T2到T4的爬电距离和电气间隙路径图；

题目③ 绘制T1到R1的电气间隙的路径图并测量数值，单位mm。

以上三道大题中①和②采用定性判定，③采用定性判定和定量判定。

3.1.1 定性结果的指定值

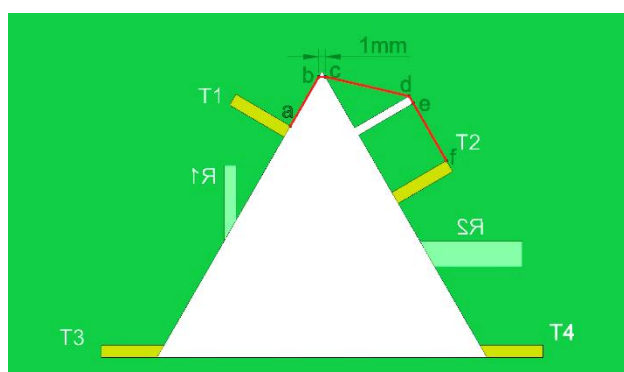
涉及到的题目为题目①、题目②和题目③的电气间隙路径。

(1) T1-T2爬电距离

根据样品的设计值，给出标准路径，指定值直接采用标准路径，如表3.1所示。

表3.1 T1-T2爬电距离的标准路径

T1到T2爬电距离



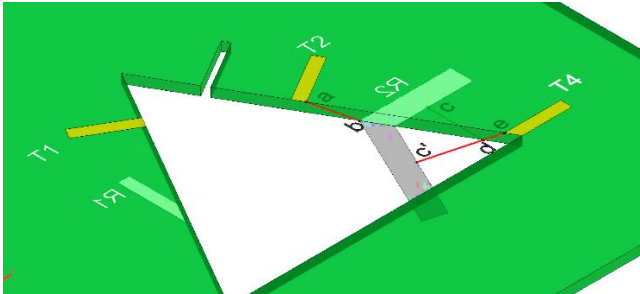
路径： $ab+bc+cd+de+ef$

说明：污染等级为2，T1与T2之间夹角小于 80° ，小于1.0mm的间隙直接跨过，且有大于1.0mm的槽存在。T1到T2的爬电距离=线段ab+线段bc+线段cd+线段de+线段ef，其中bc=1.0mm。

(2) T2-T4 爬电距离和电气间隙

根据样品的设计值，给出标准路径，指定值直接采用标准路径，如表3.2所示。

表3.2 T2-T4爬电距离的标准路径

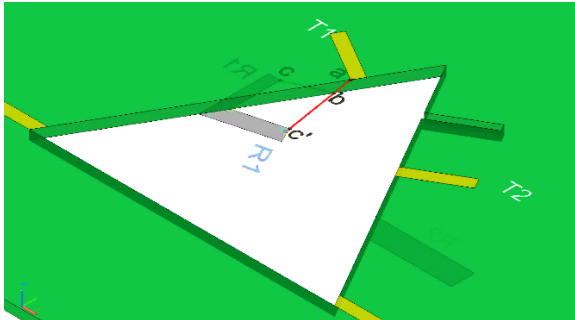
T2到T4爬电距离
 <p>路径：ab+ed+dc (dc')</p> <p>说明：污染等级为2，T2-T4间隔中间金属带R2，需要考虑中间导电部件的影响，故实际爬电距离应为T2到R2爬电距离+T4到R2爬电距离。线段ab为T2到R2的最短距离，c'点为c点的映射点，是d点到R2金属片的垂点。点到直线，垂线最短，故线段dc (e c')垂直于R2。当T4与R2在同一平面时，线段edc为一条直线，即线段edc'。</p>

T2-T4电气间隙路径同T2-T4爬电距离路径。

(3) T1-R1 电气间隙

根据样品的设计值，给出标准路径，指定路径直接采用标准路径，如表3.3所示。

表3.3 T1-R1电气间隙的标准路径

T1到R1电气间隙
 <p>路径：ab+bc</p> <p>说明：当T1与R1在同一平面时，则线段abc'为一条直线，c'点为c点的映射点。故c点和a点为T1-R1的最短距离。</p>

3.1.2 定量结果的指定值和能力评定标准差的计算

对于题目③中的测量数值采用定量判定。首先，核查120家实验室上报的题目③中的电气

间隙路径，若与指定路径3.1.1（3）一致，则参与指定值的统计计算，得到的稳健平均值 X^* ，作为指定值 X ，得到稳健标准差 S^* ，作为能力评定标准差 σ 。计算依据 CNAS-GL002: 2018《能力验证结果的统计处理和能力评价指南》和 GB/T 28043-2019/ ISO 13528:2015《利用实验室间比对进行能力验证的统计方法》中附录C的算法A，得到的各统计量详见表3.4。

表3.4 T1-R1 电气间隙结果统计量汇总

测试项目	结果数 (家)	指定值 (mm)	能力评定标准差 (mm)	最大值 (mm)	最小值 (mm)	极差 (mm)
题目③: T1-R1电气 间隙测量值	114	9.33	0.165	10.75	8.10	2.65

3.2 结果判定原则

3.2.1 定性结果的判定

题目①、题目②和题目③中T1-R1电气间隙路径的判定原则：

合格：与指定路径一致；

不合格：与指定路径不一致。

3.2.2 定量结果的判定

题目③中T1-R1电气间隙测量值的判定原则：

对全部120家实验室上报的测量数据进行Z值计算，每家均得出Z比分数，按下式计算：

$$Z = \frac{x - X}{\sigma}$$

式中： x ——实验室测试结果；

X ——指定值；

σ ——能力评定标准差。

合格：测量数值满足 $|Z| < 3$ ；

不合格：测量数值满足 $|Z| \geq 3$ 。

3.2.3 综合判定

合格结果：题目①、题目②、题目③全部合格或仅有一道题目不合格；

不合格结果：题目①、题目②、题目③中有两道或两道以上题目不合格。

4 结果评价与统计分析

4.1 全部参加实验室的结果汇总

本次能力验证上报结果的 120 家实验室中，最后综合判定为 99 家结果合格，结果合格率为 83%，子项目评价结果及综合评价结果汇总详见表 4.1—表 4.10。各实验室的检测结果及 Z 比分数详见附录 A。

4.1.1 T1-T2 爬电距离结果统计

表4.1 T1-T2 爬电距离结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目①：T1-T2爬电距离路径绘制	104家	87%	16家	13%

表4.2 T1-T2爬电距离结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (104家)	001、005、006、007、008、009、010、011、013、014、016、017、019、020、021、022、024、026、027、028、029、031、032、033、034、035、036、037、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、055、056、057、058、059、060、061、062、063、064、065、066、068、069、070、072、073、074、076、077、078、079、080、081、082、083、085、086、088、089、090、092、094、095、097、098、099、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (16家)	002、003、012、015、018、025、030、054、067、071、087、091、093、096、101、103

4.1.2 T2-T4 爬电距离和电气间隙结果统计

表4.3 T2-T4 爬电距离和电气间隙结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目②：T2-T4爬电距离路径绘制	90家	75%	30家	25%
	90家	75%	30家	25%
题目②：T2-T4电气间隙路径绘制	90家	75%	30家	25%
	90家	75%	30家	25%

表4.4 T2-T4爬电距离路径结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (90家)	005、008、010、013、014、016、017、019、020、021、024、026、027、029、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、056、058、059、060、062、063、065、066、067、068、069、073、074、076、077、078、080、082、083、085、086、088、089、090、092、093、094、095、096、097、098、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (30家)	001、002、003、006、007、009、011、012、015、018、022、025、028、030、037、044、055、057、061、064、070、071、072、079、081、087、091、099、101、103

表4.5 T2-T4电气间隙路径结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (90家)	005、008、010、013、014、016、017、019、020、021、024、026、027、029、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、056、058、059、060、062、063、065、066、067、068、069、073、074、076、077、078、080、082、083、085、086、088、089、090、092、093、094、095、096、097、098、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (30家)	001、002、003、006、007、009、011、012、015、018、022、025、028、030、037、044、055、057、061、064、070、071、072、079、081、087、091、099、101、103

4.1.3 T1-R1 电气间隙结果统计

表4.6 T1-R1 电气间隙结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目③：T1-R1电气间隙路径绘制	114	95%	6	5%
	106	88%	14	12%

表4.7 T1-R1电气间隙路径结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (共114家)	001、002、005、006、007、008、009、010、012、013、014、015、016、017、019、020、021、022、024、025、026、027、028、029、030、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、055、056、057、058、059、060、061、062、063、064、065、066、067、068、069、070、071、072、073、074、076、077、078、080、081、082、083、085、086、088、089、090、091、092、093、094、095、096、097、098、099、100、101、102、103、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (共6家)	003、011、018、037、079、087

表4.8 T1-R1电气间隙测量数值结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (共106家)	001、002、005、008、010、012、013、014、015、016、017、018、019、020、021、024、025、026、027、028、029、030、031、032、033、034、035、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、055、056、058、059、060、062、063、064、065、066、067、068、069、070、071、072、073、074、076、077、078、080、081、083、085、086、088、089、090、091、092、093、094、095、096、097、098、099、100、101、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (共14家)	003、006、007、009、011、018、022、037、057、061、079、082、087、103

4.1.4 全部参加者的综合判定

表 4.9 综合判定统计汇总

测试项目	参加数量 (家)	合格		不合格	
		家数	比例	家数	比例
全部项目	120	99家	83%	21家	17%

表4.10 全部参加者综合结果汇总

核查结论	参加代码
合格 (共99家)	001、005、008、010、013、014、016、017、019、020、021、024、026、027、028、029、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、055、056、058、059、060、062、063、064、065、066、067、068、069、070、072、073、074、076、077、078、080、081、082、083、085、086、088、089、090、092、093、094、095、096、097、098、099、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126
不合格 (共21家)	002、003、006、007、009、011、012、015、018、022、025、030、037、057、061、071、079、087、091、101、103

4.2 强制参加实验室的结果统计

本次能力验证上报结果的 120 家实验室中，99 家为强制参加实验室，具体参加代码详见表 A1（不带*标记为强制参加实验室）。强制参加实验室中最终综合判定获得合格结果的为 83 家，合格率为 84%。强制参加实验室各子项目评价结果及综合评价结果汇总详见表 4.11—表 4.14。各实验室的检测结果及具体评价详见附录 A。

4.2.1 T1-T2 爬电距离结果统计

表4.11 T1-T2 爬电距离结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目①：T1-T2爬电距离路径绘制	88家	89%	11家	11%

4.2.2 T2-T4 爬电距离和电气间隙结果统计

表4.12 T2-T4 爬电距离和电气间隙结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目②：T2-T4爬电距离路径绘制	79家	80%	20家	20%
	79家	80%	20家	20%
题目②：T2-T4电气间隙路径绘制	79家	80%	20家	20%
	79家	80%	20家	20%

4.2.3 T1-R1 电气间隙结果统计

表4.13 T1-R1 电气间隙结果统计

测试项目	合格		不合格	
	家数	比例	家数	比例
题目③：T1-R1电气间隙路径绘制	94家	95%	5家	5%

题目③：T1-R1电气间隙数值测量	家数	比例	家数	比例
	88家	89%	11家	11%

4.2.4 强制性参加者的综合判定

表 4.14 综合判定统计汇总

测试项目	参加数量 (家)	合格		不合格	
		家数	比例	家数	比例
全部项目	99	83家	84%	16家	16%

5 技术分析和建议

影响爬电距离与电气间隙测试的因素有测试设备的精度，环境条件和测试人员对标准的理解程度以及实际操作水平等。其中，最为重要的是人员评判能力。爬电距离与电气间隙是电气领域结构子领域中最为通用的考核题目，一般采用绘制路径和测量数值相结合的方法来考核试验人员对标准的理解及测试能力。两者相结合的考试方式在结构子领域的PT项目中沿用了十年之久，但近两年，能力验证提供者（以下简称“PTP”）和检测实验室都认为路径的绘制更为重要，涵盖了标准中的基础知识，例如“污染等级的考虑”、“跨接的距离”、“80度角原则”、“中间导电部件的考虑”等。该项目是每年国家抽查项目中的必检项目，是重要的安全检测项目。路径绘制正确的试验人员，他们的基础概念非常扎实、测试经验也非常丰富，如果是授权实验室，可以很好地承担国家抽查中该项目的检测任务。反之，个别路径绘制错误的实验室如果同时承担着国家抽查任务，那么要加大这方面的考核力度，路径绘制错误会影响一些边缘产品的检测结果，对最终抽查结果影响较大。所以作为电气领域PTP，我们将爬电距离和电气间隙项目的重点更多地放在了路径的研究上，考核的同时提升各实验室的检测能力。综上考虑，本次测试共设计三个绘制路径题目，一个测量数据题目，共计三道大题五个子问题。下面我们对结果进行分析，希望能给参加实验室一些启发和帮助。

5.1 工具选择

从结果数据来看，使用游标卡尺测量的实验室数量最多。卡尺的主要用途是测量物件的内径、外径、厚度和深度，用卡尺来测量爬电距离与电气间隙，也是可以的，但是操作难度较大，需要配合透镜，才能获得准确的结果。在使用卡尺进行测试时，应通过透镜精确确认测点，并确保卡尺的测爪精确指向测点。

除了使用卡尺以外，使用最多的工具是显微镜、投影测量仪等设备。使用了这些设备的实验室，合格率相对较高，原因是这些设备精度高，且操作方便。此类设备较为昂贵，如果实验室不具备此条件，完全可以通过正确操作卡尺得到合格结果。

5.2 路径的确定和数值的计算

在很多情况下，比较复杂的爬电距离和电气间隙路径，不能通过目测直接确定，可以细分为以下三个步骤来确定。第一步：绘制预期路径。先大致构图，可以不确定具体相交位置或落点，绘制出大致路径即可；第二步：测量。测量数值时采用手动测量加绘图计算的方法，可以将样品展开进行计算，如本项目中的“T2到T4的爬电距离和电气间隙”以及“T1到R1的电气间隙”。计算时，应尽量使其展开成一个平面，并且运用最简单的运算方法，计算步骤尽量减少，即通过1-2次的计算得到最终结果，以减少计算过程中带来的误差累计；第三步，也是最重要的一点，就是路径还原。尤其是爬电距离路径，如果是我们展开平面得到的最终路径，那么要将其恢复成原有的立体状态，并且该路径一定可以表示在绝缘体表面（不包括小于80度角的正常跨越）上，路径要从绝缘体表面上“爬过”，如果路径只存在于空间而不是绝缘表面，绘制的最短路径在现实表面无法实现时，那么此条

路径就不能称之为“爬电距离”。

经过返回结果统计，展开平面这种做法多数实验室都比较熟悉，可以很好的操作和运用，但需要提出一点值得大家注意，就是展开平面后如果改变了整个样品的形状，如边的拉长、角度的变化、点线面的变化等，都是错误的。一定要先画大致路径再计算落点和数值，顺序尤为重要。

5.3 本次考点汇总

5.3.1 题目①：T1-T2爬电距离

与往年能力验证项目不同的是，在本项目中，对于“T1到T2的爬电距离”涉及到两个1.0mm是否跨越的概念。对于污染等级为2的样品，我们首先要考虑1.0mm的跨越问题。当小于80度的角度出现在两条金属带中间的时候，首先考虑跨越。但对于跨越后的落点确定，我们推荐以下两种方法：第一，直接用量具卡住落点位置，确定两边落点b点和c点后直接测量剩余路径长度，再相加即可；第二，在样品上的镂空位置画出跨接线段图，再按照两个等腰三角形的比例计算出左边需要测量的线段ab长度，ab长度得出后c落点位置可知，随后测量出cd、de、ef线段长度相加即可。以上为第一个1.0mm的跨越问题。

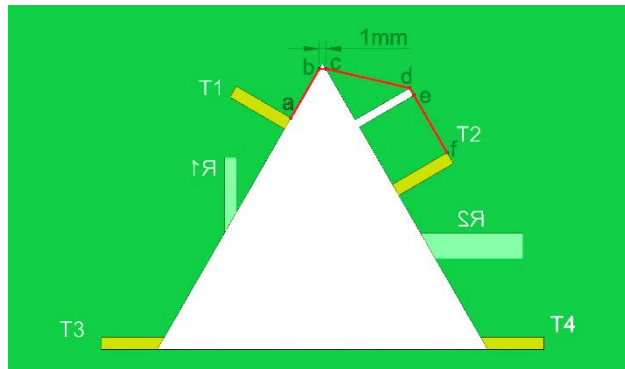


图5.1 路径图1（标准路径）

第二次出现1.0mm跨越的地方就是凹槽的出现，如图5.1所示。

为使参加者可以准确地判断此处不需要跨越1.0mm，我们在均匀性检验时，已将样品的槽宽全部测试，结果均大于1.3mm。因此，参加者不会因为测量误差而产生误判，影响其最终路径的确定。虽然全部参加者在这里都考虑到了该考点，没有进行跨越而将路径走到了槽的底部，但有一些参加者忽略了很重要的问题——“爬电距离”的定义，在标准GB 4706.1-2005中第3.3.15章条规定：“两个导电部件之间，或一个导电部件与器具的易触及表面之间沿绝缘材料表面测量的最短路径。”我们在初步判定时可以尝试走凹槽的底部到达T2金属带，如图5.2所示。但结合爬电距离定义考虑时，就会想到路径3，如图5.3所示。再次试验，会发现图5.1中所示cd的长度是三角形的斜边，根据三角形两边之和大于第三边的概念，就确定了后面的路径图。以上是第一道大题的思路，通过大致构图和测量，就可以确定图5.1中的红色路径就是T1-T2的爬电路径图。

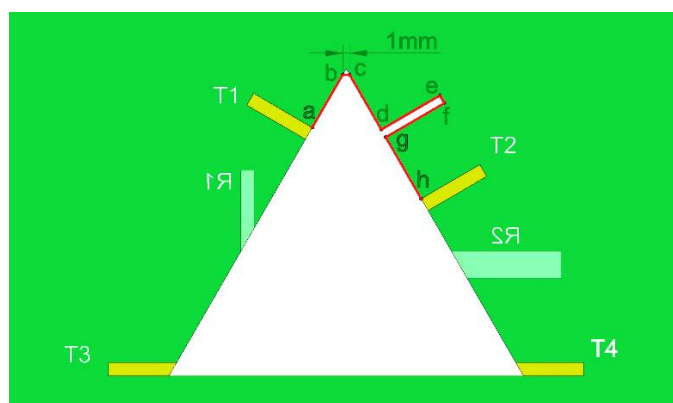


图5.2 路径图2

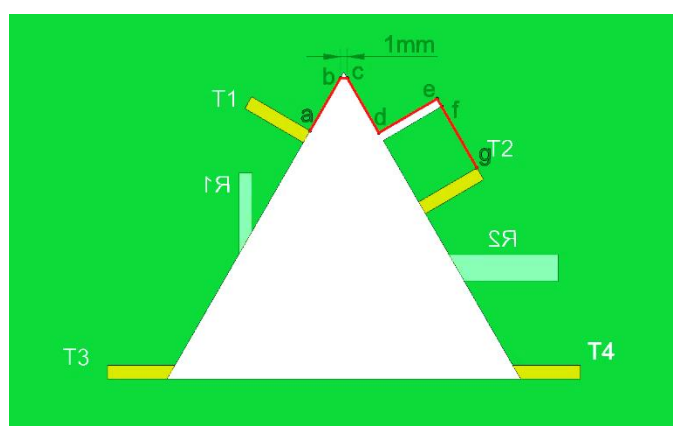


图5.3 路径图3

5.3.2 题目②：T2-T4爬电距离和电气间隙

此题目的考点包含三个：1、T2-T4爬电距离中存在中间导电部件，必须加以考虑；2、展开平面找到最短距离；3、题目设计为通过展开平面的方法找到垂直，落下垂点。电学工程师应该很清楚“在平面几何中，点到直线，垂线最短”这个基本概念，这个概念在爬电距离和电气间隙测试中会经常用到，因为它可以确定两金属之间的最短距离。由于中间导电部件的存在，本题目爬电距离等于T2-R2的爬电距离加上R2-T4的爬电距离，此处重点分析R2-T4的爬电距离。有21家实验室用绘制T2-R2爬电距离的相同方法绘制了R2-T4的爬电距离，两者相加，得出最终结论，路径如图5.4所示。从实际样品中我们可以明确看出，当R2和T4展开形成一个平面时（见图5.5），T4的最近点可以向R2引垂线段，且垂足就是在R2上的落点，这条垂线段就是R2-T4沿绝缘表面的最短距离。以上，是本题的解题思路。在这里，我们给各实验室提供一个简单的核验方法：如果样品中存在两个不在同一平面的金属部件，可先从其中一个金属部件出发，走出大致路径，绘制完成后不妨反过来尝试，从另一金属部件出发，反向再绘制一个路径图，如果不重合，那么两者通过测量值来比较，即可确定最短距离。

此题目中电气间隙路径同爬电距离路径。

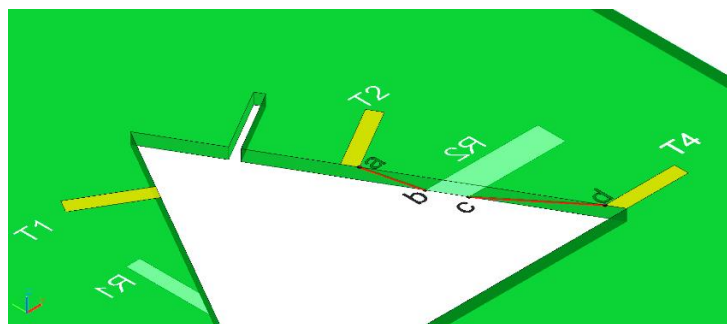


图5.4 路径图4

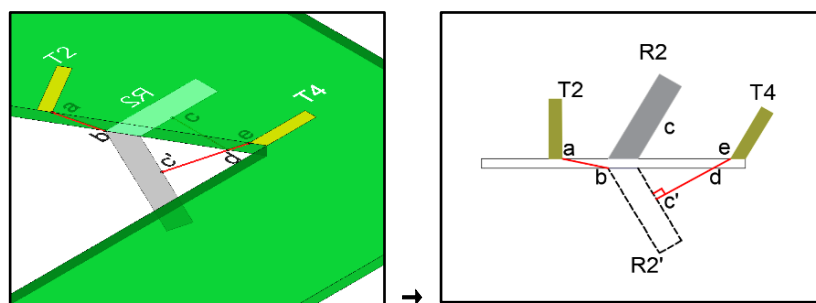


图5.5 路径图5及平面图（标准路径）

5.3.2 题目③：T1-R1的电气间隙

此题目的考点是将金属部件旋转并且展开平面测量，运用勾股定理进行简单的运算得出数据，这道题目在三道题目中较易，故增加了测量数据的考核，标准路径图如图5.6所示。

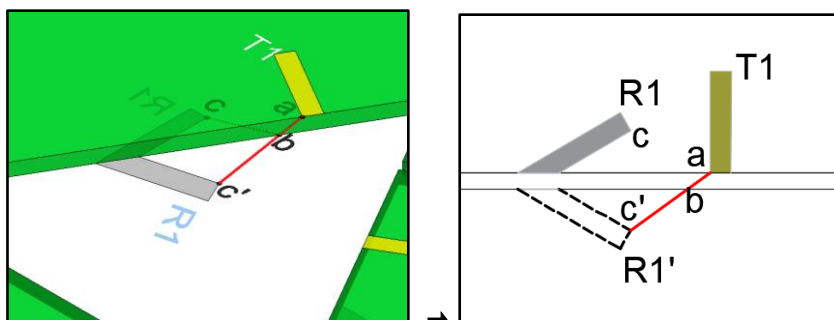


图5.6 路径图6（标准路径）

根据返回结果统计，仅6家实验室的路径图绘制错误，在全部题目中错误率最低，可以看出，绝大多数实验室已经很好地掌握了展开平面这一试验方法，这与几年前的此类题目相比，有了很大的提升。

综上对本次计划的题目进行了逐一分析，希望结果错误的实验室可以理解题目设计初衷，掌握此类项目的基本考点，在实际检测中，熟练运用基础知识，全面提升测试能力。能力验证项目不仅可以使实验室找到自身差距，分析错误原因，避免再犯，还可从中借鉴更好的测试方法，开阔思路，更全面的提升检测水平。

6 能力验证组织者 协调者

6.1 计划的组织者

国家市场监督管理总局

6.2 计划协调者

中国家用电器研究院

协调人：宫赤霄、孙 轩

6.3 技术运作人员

孙 轩 中国家用电器研究院 技术中心

贾玉霖 中国家用电器研究院 部件及材料检测中心

孙 芮 中国家用电器研究院 部件及材料检测中心

李继超 中国家用电器研究院 生活电器检测中心

徐 兰 中国家用电器研究院 技术中心

徐 娟 中国家用电器研究院 技术中心

6.4 数理统计人员

孙 轩 中国家用电器研究院 技术中心

卢耀宗 中国家用电器研究院 技术中心

6.5 本报告编写人员

孙 轩 中国家用电器研究院 技术中心

7 依据的标准规范

1. 国家认监委 2006 年第 9 号公告《实验室能力验证实施办法》
2. CNAS-RL02: 2018《能力验证规则》
3. CNAS-GL002: 2018《能力验证结果的统计处理和评价指南》
4. CNAS-GL003: 2018《能力验证样品均匀性和稳定性评价指南》
5. GB/T 28043: 2019《利用实验室间比对进行能力验证的统计方法》
6. GB 4706.1: 2005《家用和类似用途电器的安全 第一部分：通用要求》

8 附录

附录 A1 实验室结果及其统计评价结果

表 A1 参加实验室结果统计汇总

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙		结果评价		
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)			Z 值
001	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.16	-1.03	合格	合格
002	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.34	0.06	合格	不合格
003	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	14.32	30.24	不合格	不合格
004	退出									
005	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
006	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	8.43	-5.45	不合格	不合格
007*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	8.10	-7.45	不合格	不合格
008	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.36	0.18	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
009	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.84	3.09	不合格	不合格
010	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.49	0.97	合格	合格
011	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	14.44	30.97	不合格	不合格
012*	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.60	1.64	合格	不合格
013	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.33	0.00	合格	合格
014	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.41	0.48	合格	合格
015	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.81	2.91	合格	不合格
016	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.28	-0.30	合格	合格
017*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.36	0.18	合格	合格
018	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	14.30	30.12	不合格	不合格
019	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.33	0.00	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙		结果评价		
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)			Z 值
020	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.48	0.91	合格	合格
021	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.40	0.42	合格	合格
022	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	10.75	8.61	不合格	不合格
023	退出									
024	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.50	1.03	合格	合格
025	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.21	-0.73	合格	不合格
026	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.24	-0.55	合格	合格
027*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.10	-1.39	合格	合格
028*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.31	-0.12	合格	合格
029	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.34	0.06	合格	合格
030*	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	8.88	-2.73	合格	不合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
031	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.55	1.33	合格	合格
032	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.49	0.97	合格	合格
033*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.42	0.55	合格	合格
034	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.10	-1.39	合格	合格
035	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
036	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.11	-1.33	合格	合格
037	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	13.95	28.00	不合格	不合格
038	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
039	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.18	-0.91	合格	合格
040	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.35	0.12	合格	合格
041	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.41	0.48	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
042	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.18	-0.91	合格	合格
043*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
044*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.42	0.55	合格	合格
045*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.22	-0.67	合格	合格
046	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.48	0.91	合格	合格
047	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.45	0.73	合格	合格
048	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.41	0.48	合格	合格
049	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.16	-1.03	合格	合格
050	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
051	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.17	-0.97	合格	合格
052	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.34	0.06	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
参加代码	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
053	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
054*	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.01	-1.94	合格	合格
055	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.35	0.12	合格	合格
056	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.26	-0.42	合格	合格
057*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	8.80	-3.21	不合格	不合格
058	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.43	0.61	合格	合格
059	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
060	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.29	-0.24	合格	合格
061*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	10.28	5.76	不合格	不合格
062	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.47	0.85	合格	合格
063	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
064*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	8.97	-2.18	合格	合格
065	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.09	-1.45	合格	合格
066	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
067*	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.58	1.52	合格	合格
068	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.11	-1.33	合格	合格
069	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
070*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.49	0.97	合格	合格
071	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.61	1.70	合格	不合格
072	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.06	-1.64	合格	合格
073	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.28	-0.30	合格	合格
074	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.28	-0.30	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
075	退出									
076	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.10	-1.39	合格	合格
077*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.65	1.94	合格	合格
078	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.20	-0.79	合格	合格
079	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	14.52	31.45	不合格	不合格
080	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.27	-0.36	合格	合格
081*	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.44	0.67	合格	合格
082	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	10.48	6.97	不合格	合格
083	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.26	-0.42	合格	合格
084	退出									
085	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
086	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.25	-0.48	合格	合格
087	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	10.08	4.55	不合格	不合格
088	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.31	-0.12	合格	合格
089	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.21	-0.73	合格	合格
090	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.39	0.36	合格	合格
091	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.43	0.61	合格	不合格
092	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
093*	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.18	-0.91	合格	合格
094	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.55	1.33	合格	合格
095	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.45	0.73	合格	合格
096	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.22	-0.67	合格	合格

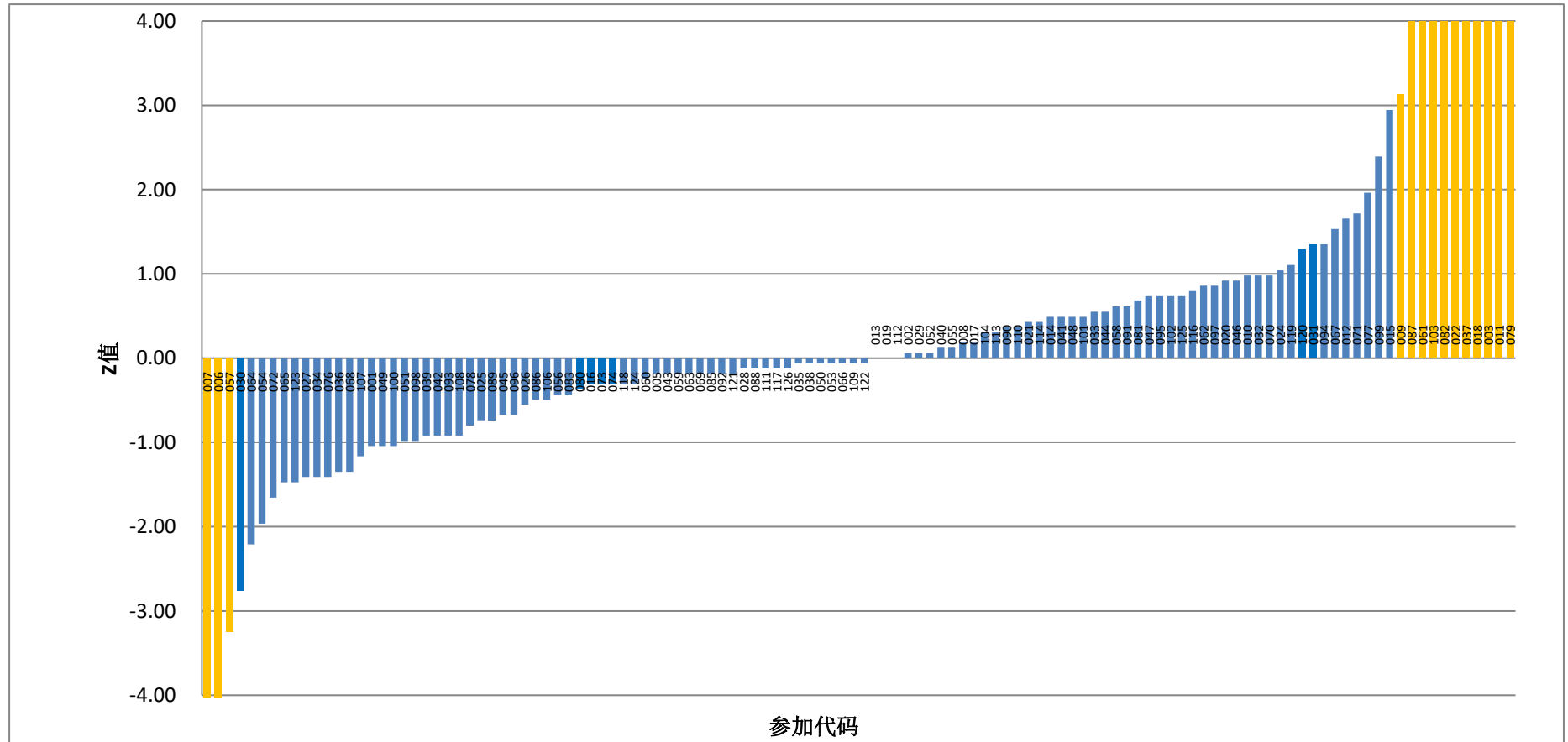
名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
参加代码	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
097	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.47	0.85	合格	合格
098	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.17	-0.97	合格	合格
099	与指定路径一致	合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.72	2.36	合格	合格
100	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.16	-1.03	合格	合格
101	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	9.41	0.48	合格	不合格
102*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.45	0.73	合格	合格
103	与指定路径不一致	不合格	与指定路径不一致	与指定路径不一致	不合格	与指定路径一致	10.28	5.76	不合格	不合格
104	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.38	0.30	合格	合格
105	退出									
106	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.25	-0.48	合格	合格
107	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.14	-1.15	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
108	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.18	-0.91	合格	合格
109	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
110	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.39	0.36	合格	合格
111	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.31	-0.12	合格	合格
112	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.33	0.00	合格	合格
113	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.38	0.30	合格	合格
114	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.40	0.42	合格	合格
115	退出									
116	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.46	0.79	合格	合格
117	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.31	-0.12	合格	合格
118	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.28	-0.30	合格	合格

名称	题目①		题目②			题目③			最终结果	
	T1 到 T2 的爬电距离	结果评价	T2 到 T4 的爬电距离	T2 到 T4 的电气间隙	结果评价	T1 到 R2 的电气间隙				
	路径判定		路径判定	路径判定		路径判定	测量值 (mm)	Z 值		
119	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.51	1.09	合格	合格
120	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.54	1.27	合格	合格
121	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.30	-0.18	合格	合格
122	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.32	-0.06	合格	合格
123	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.09	-1.45	合格	合格
124*	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.28	-0.30	合格	合格
125	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.45	0.73	合格	合格
126	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	与指定路径一致	合格	与指定路径一致	9.31	-0.12	合格	合格

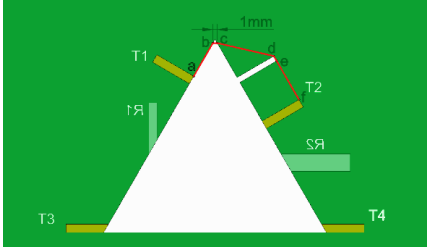
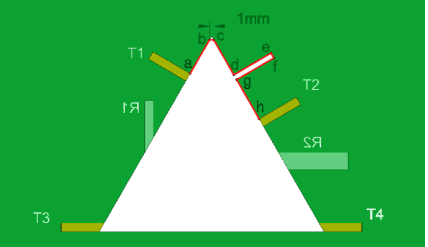
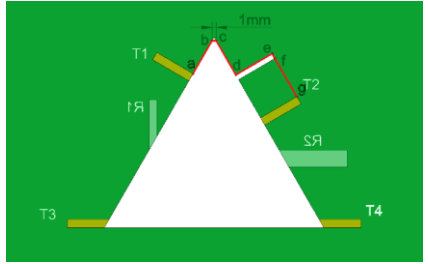
注：* 标表示自愿参加的实验室，未标记均为强制参加实验室。

附录 A2 实验室间 Z 值序列图 (题目③ T1-R1)



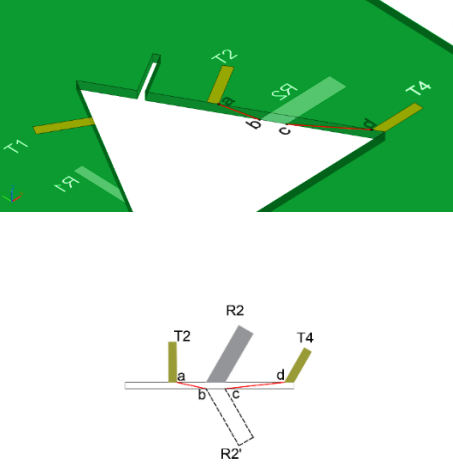
附录 A3 实验室全部路径结果汇总

T1 到 T2 的爬电距离

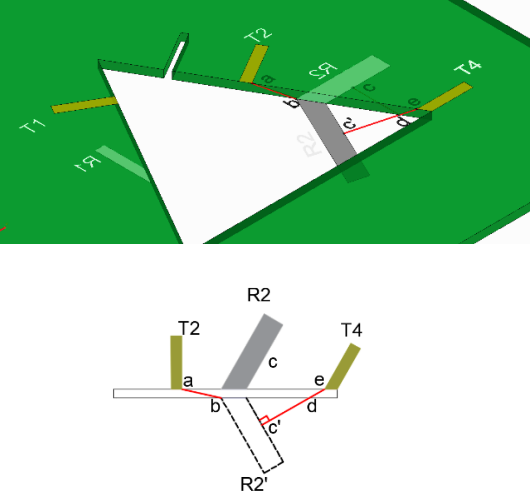
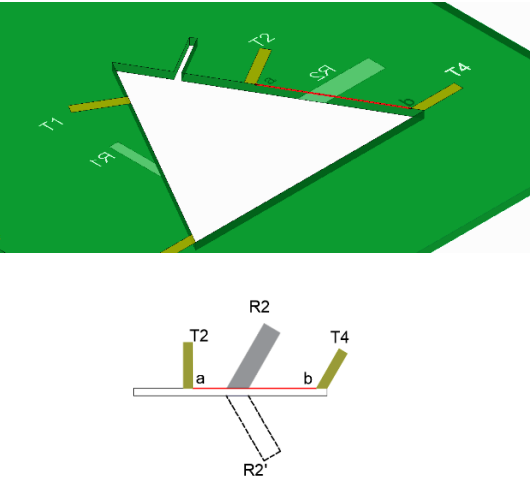
路径图	参加代码
	<p>001、005、006、007、008、009、010、011、013、014、016、017、019、020、021、022、024、026、027、028、029、031、032、033、034、035、036、037、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、055、056、057、058、059、060、061、062、063、064、065、066、068、069、070、072、073、074、076、077、078、079、080、081、082、083、085、086、088、089、090、092、094、095、097、098、099、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126</p>
	<p>002、003、012、015、018、025、030、054、067、071、091、101、103、</p>
	<p>087、093、096</p>

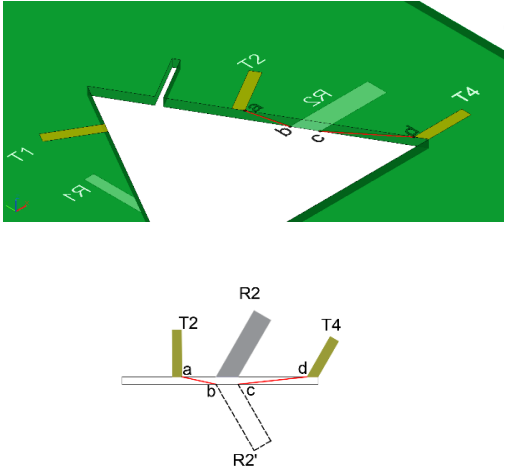
T2 到 T4 的爬电距离

路径图	参加代码
	<p>005、008、010、013、014、016、017、019、020、021、024、026、027、029、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、056、058、059、060、062、063、065、066、067、068、069、073、074、076、077、078、080、082、083、085、086、088、089、090、092、093、094、095、096、097、098、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126</p>
	<p>003、012、015、018、022、037、044、064、091</p>

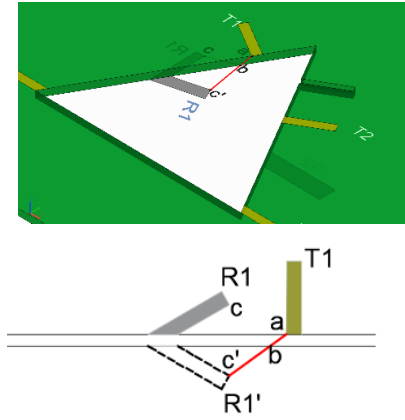
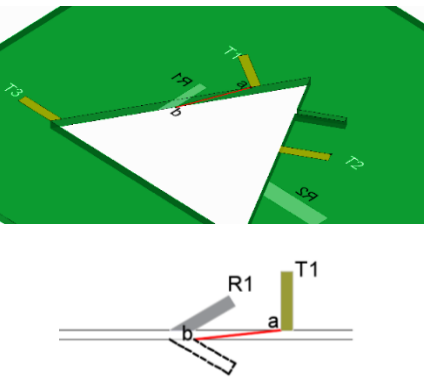
路径图	参加代码
	<p>001、002、006、007、009、011、025、028、030、055、057、061、070、071、072、079、081、087、099、101、103</p>

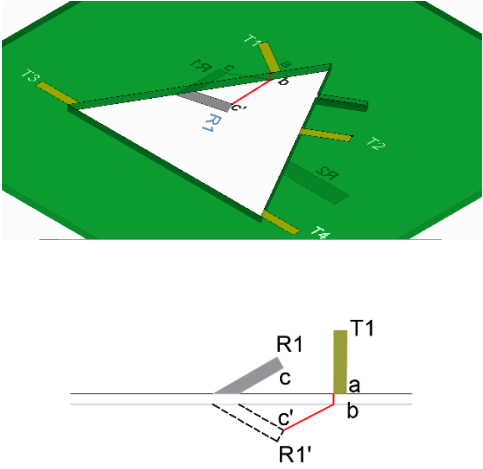
T2 到 T4 的电气间隙

路径图	参加代码
	<p>005、008、010、013、014、016、017、019、020、021、024、026、027、029、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、056、058、059、060、062、063、065、066、067、068、069、073、074、076、077、078、080、082、083、085、086、088、089、090、092、093、094、095、096、097、098、100、102、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126</p>
	<p>003、011、012、015、018、022、030、037、044、064、079、091</p>

路径图	参加代码
	<p>001、002、006、007、009、025、028、055、057、061、070、071、072、081、087、099、101、103、</p>

T1 到 R1 的电气间隙

路径图	参加代码
	<p>001、002、005、006、007、008、009、010、012、013、014、015、016、017、019、020、021、022、024、025、026、027、028、029、030、031、032、033、034、035、036、038、039、040、041、042、043、044、045、046、047、048、049、050、051、052、053、054、055、056、057、058、059、060、061、062、063、064、065、066、067、068、069、070、071、072、073、074、076、077、078、080、081、082、083、085、086、088、089、090、091、092、093、094、095、096、097、098、099、100、101、102、103、104、106、107、108、109、110、111、112、113、114、116、117、118、119、120、121、122、123、124、125、126</p>
	<p>003、011、018、037、079</p>

路径图	参加代码
	<p style="text-align: center;">087</p>

附录 B 样品均匀性和稳定性检验

B.1 样品的制备

本次能力验证的样品为印刷电路板，预估报名 180 家，共制备样品 200 片，考虑不符合要求的样品废弃的情况以及后续损坏备样等要求，200 片样品数量足够。

B.2 样品的初筛

本次计划测试项目：①绘制污染等级 2 时，T1-T2 爬电距离路径；②绘制污染等级 2 时，T2-T4 的爬电距离和电气间隙路径；③污染等级 2 时，绘制 R1-T1 电气间隙路径并测量数值，单位 mm。

由于本样品可重复测试，故初筛采用全样品检验，检验关键尺寸：开槽宽度。因为“槽”的存在，不同的污染等级对应不同的路径，所以“槽的宽度”直接影响工程师对“跨接”路径的判断，是题目①的重要考点，故测试开槽宽度，选出极差在 0.2mm 之间的样品，用于均检，其余废弃。测试数据详见表 B.1，槽宽度极差 0.11mm，小于 0.2mm，满足要求，全部留用。

题目②主要考核垂直的概念，所以视检金属带 R2 和 T4 平行即可。检测结果，全部样品的 R2 和 T4 均平行，留用，进行下一步检验。

由于题目③中会涉及到 R1-T1 板厚的测量，并用于计算，故对全部 200 片样品进行了 R1-T1 中间落点位置的板厚测量，选出极差在 0.2mm 之间的样品，测试数据详见表 B.1，板厚极差 0.13mm，小于 0.2mm，满足要求，全部留用。

表 B.1 200 片样品初筛测试值 (mm)

序号	样品编号	开槽宽度 (mm)	板厚 (R1-T1 中间位置) (mm)
1	001	1.34	1.60
2	002	1.38	1.65
3	003	1.36	1.64
4	004	1.39	1.67
5	005	1.39	1.67
6	006	1.35	1.64
7	007	1.37	1.59
8	008	1.35	1.60
9	009	1.35	1.63
10	010	1.33	1.60
11	011	1.39	1.60
12	012	1.39	1.60
13	013	1.35	1.57
14	014	1.36	1.60
15	015	1.35	1.62
16	016	1.41	1.63
17	017	1.38	1.56
18	018	1.35	1.62
19	019	1.39	1.67
20	020	1.38	1.62

序号	样品编号	开槽宽度 (mm)	板厚 (R1-T1 中间位置) (mm)
21	021	1.39	1.57
22	022	1.30	1.58
23	023	1.38	1.58
24	024	1.38	1.58
25	025	1.35	1.61
26	026	1.39	1.58
27	027	1.35	1.58
28	028	1.38	1.60
29	029	1.32	1.57
30	030	1.37	1.58
31	031	1.37	1.60
32	032	1.38	1.59
33	033	1.38	1.58
34	034	1.33	1.58
35	035	1.38	1.58
36	036	1.39	1.58
37	037	1.39	1.59
38	038	1.39	1.59
39	039	1.32	1.62
40	040	1.39	1.59
41	041	1.38	1.62
42	042	1.30	1.62
43	043	1.38	1.61
44	044	1.38	1.64
45	045	1.33	1.60
46	046	1.39	1.60
47	047	1.37	1.61
48	048	1.38	1.62
49	049	1.37	1.60
50	050	1.37	1.61
51	051	1.36	1.60
52	052	1.35	1.57
53	053	1.32	1.57
54	054	1.38	1.59
55	055	1.36	1.58
56	056	1.39	1.60
57	057	1.37	1.56
58	058	1.37	1.62
59	059	1.38	1.59
60	060	1.36	1.57
61	061	1.36	1.57
62	062	1.36	1.58
63	063	1.37	1.59
64	064	1.36	1.57
65	065	1.34	1.58
66	066	1.39	1.60

序号	样品编号	开槽宽度 (mm)	板厚 (R1-T1 中间位置) (mm)
67	067	1.38	1.64
68	068	1.31	1.56
69	069	1.37	1.57
70	070	1.36	1.59
71	071	1.38	1.56
72	072	1.35	1.56
73	073	1.37	1.61
74	074	1.37	1.58
75	075	1.37	1.61
76	076	1.34	1.64
77	077	1.39	1.54
78	078	1.37	1.58
79	079	1.34	1.63
80	080	1.39	1.63
81	081	1.37	1.58
82	082	1.33	1.58
83	083	1.33	1.55
84	084	1.32	1.64
85	085	1.37	1.62
86	086	1.38	1.60
87	087	1.38	1.58
88	088	1.37	1.56
89	089	1.34	1.62
90	090	1.31	1.58
91	091	1.33	1.61
92	092	1.39	1.64
93	093	1.35	1.57
94	094	1.36	1.64
95	095	1.32	1.56
96	096	1.33	1.60
97	097	1.38	1.56
98	098	1.36	1.58
99	099	1.33	1.63
100	100	1.37	1.55
101	101	1.32	1.59
102	102	1.39	1.59
103	103	1.37	1.58
104	104	1.36	1.62
105	105	1.34	1.61
106	106	1.37	1.56
107	107	1.38	1.55
108	108	1.39	1.61
109	109	1.36	1.59
110	110	1.34	1.58
111	111	1.36	1.60
112	112	1.36	1.60

序号	样品编号	开槽宽度 (mm)	板厚 (R1-T1 中间位置) (mm)
113	113	1.37	1.59
114	114	1.36	1.58
115	115	1.36	1.59
116	116	1.36	1.57
117	117	1.37	1.56
118	118	1.31	1.55
119	119	1.30	1.55
120	120	1.32	1.59
121	121	1.37	1.63
122	122	1.32	1.60
123	123	1.31	1.55
124	124	1.40	1.58
125	125	1.33	1.58
126	126	1.35	1.59
127	127	1.33	1.59
128	128	1.35	1.58
129	129	1.39	1.59
130	130	1.39	1.58
131	131	1.39	1.58
132	132	1.41	1.60
133	133	1.38	1.62
134	134	1.36	1.59
135	135	1.39	1.60
136	136	1.35	1.62
137	137	1.34	1.63
138	138	1.36	1.63
139	139	1.37	1.62
140	140	1.39	1.59
141	141	1.36	1.59
142	142	1.37	1.60
143	143	1.35	1.59
144	144	1.32	1.58
145	145	1.40	1.60
146	146	1.38	1.60
147	147	1.40	1.61
148	148	1.36	1.58
149	149	1.37	1.59
150	150	1.38	1.57
151	151	1.34	1.55
152	152	1.32	1.60
153	153	1.35	1.56
154	154	1.36	1.56
155	155	1.38	1.57
156	156	1.35	1.58
157	157	1.36	1.61
158	158	1.32	1.62

序号	样品编号	开槽宽度 (mm)	板厚 (R1-T1 中间位置) (mm)
159	159	1.39	1.56
160	160	1.38	1.55
161	161	1.31	1.58
162	162	1.37	1.56
163	163	1.36	1.62
164	164	1.35	1.60
165	165	1.35	1.61
166	166	1.37	1.61
167	167	1.35	1.55
168	168	1.37	1.58
169	169	1.32	1.58
170	170	1.39	1.59
171	171	1.38	1.59
172	172	1.30	1.58
173	173	1.38	1.59
174	174	1.38	1.58
175	175	1.33	1.58
176	176	1.39	1.60
177	177	1.40	1.62
178	178	1.39	1.55
179	179	1.35	1.58
180	180	1.39	1.58
181	181	1.38	1.62
182	182	1.36	1.59
183	183	1.34	1.58
184	184	1.35	1.59
185	185	1.38	1.58
186	186	1.36	1.58
187	187	1.39	1.60
188	188	1.35	1.62
189	189	1.36	1.56
190	190	1.36	1.58
191	191	1.39	1.59
192	192	1.33	1.59
193	193	1.32	1.59
194	194	1.34	1.58
195	195	1.33	1.59
196	196	1.39	1.59
197	197	1.40	1.61
198	198	1.37	1.60
199	199	1.41	1.60
200	200	1.37	1.62
最大 (mm)		1.41	1.67
最小 (mm)		1.30	1.54
极差 (mm)		0.11	0.13

B.3 均匀性检验

由于题目①和②为定性结论，样品满足加工要求就不影响其路径的绘制，所以仅对题目③进行均匀性检验，方式为：从以上样品中随机挑选出 20 片样片，按照预先设计的路径，测试数值，每片样品在相同条件下测试 2 次，详见表 B.2。经过方差分析，得出 $F=1.943$ ，查表得出 $F_{0.05(19,20)}=2.12$ ，即 $F < F_{\alpha}$ ，说明样品间不存在显著差异，样品均匀。

返回结果后，用 $Ss \leq 0.3\sigma$ 准则进行验证， σ 取本次能力验证项目中题目③的能力评定标准差。根据返回结果统计，用本次能力验证计划的能力评定标准差验算，具体计算如下：
 $Ss = 0.0455\text{mm} < 0.3 \sigma = 0.0489\text{mm}$ 。

综上，本次计划样品满足均匀性要求。

表 B.2 20 片样品的 R1-T1 电气间隙数值 (mm)

序号	编号	测试值 1 (mm)	测试值 2 (mm)
01	003	9.31	9.35
02	029	9.28	9.20
03	042	9.38	9.35
04	050	9.18	9.11
05	067	9.08	9.18
06	078	9.18	9.31
07	093	9.21	9.29
08	100	9.24	9.13
09	108	9.09	9.19
10	120	9.27	9.15
11	129	9.19	9.28
12	140	9.13	9.22
13	164	9.28	9.24
14	169	9.30	9.22
15	173	9.08	9.14
16	181	9.28	9.16
17	186	9.16	9.25
18	193	9.14	9.28
19	197	9.22	9.17
20	200	9.20	9.11
F		1.943	

该样品不会在短时间内发生变化而影响测试结果，因此，本次能力验证计划不对样品进行稳定性检测，发样前，仅对样品进行均匀性检验，检验结果符合要求。

附录 C 作业指导书

中国家用电器研究院

电气产品的爬电距离与电气间隙试验 作业指导书

各参加实验室：

首先，感谢贵实验室参加本次能力验证计划。“电气产品的爬电距离与电气间隙试验能力验证”是国家认监委（CNCA）组织，中国家用电器研究院承担的能力验证计划（项目编号为：CNCA-20-14）。

在本次能力验证计划中，贵实验室的参加代码为 CNCA-20-14-***

实验室上报文件要求见下表：

序号	上报文件	上报方式	截止日期	接收人信息
1	样品状态	报名系统填写 (www.pt0021.com)	务必于收到样品当日填写	联系人：孙 轩 联系电话： 010-68144996 电子版发送至： sunx@cheari.com 寄送地址： 北京市西城区月坛北 小街6号，中国家用电器研究院北楼
2	结果报告单	电子版 (发送至 sunx@cheari.com)	签收样品后的5个工作日内	
3	结果结果单	纸质版（签字盖章原件）寄回	签收样品后的5个工作日内	
4	样品	原物寄回	签收样品后的5个工作日内	

1. 样品信息

1.1 基本信息

本次能力验证样品为特殊定制的印刷电路板，如图1所示，分为A-side和B-side两面。

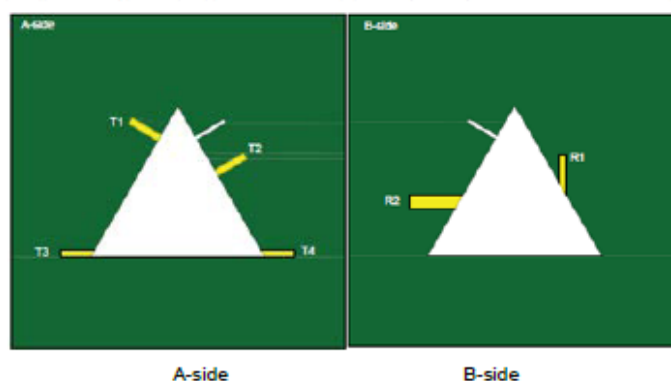


图 1 样品

1.2 样品分发

本次能力验证样品采用分发的方式，以顺丰快递发放到各实验室。

1.2.1 本次能力验证样品采用三防包装，由本实施机构寄送，包装清单如下：

- (1) 印刷电路板一片；
- (2) 《试验通知单》一份。

1.2.2 参加实验室收到样品后，立即检查样品是否完好，并登录报名系统

(www.pt0021.com) 提交样品状态信息，尤其发现样品存在损坏或其他异常情况时，应立即反馈详尽信息给实施机构。

1.3 样品包装存储运输

样品存储和运输采用专用减震气泡袋包装，适用于陆路、航空等多种方式运输，以确保样品完好。样品的存储环境条件应按 GB/T 4798.1 标准有关规定：样品应储存在干燥的通风良好的环境中，周围应无腐蚀性及有害气体等。样品在运输和贮存过程中，不应剧烈碰撞、雨雪淋袭等。

实验室在完成测试后，将样品妥善复原包装，随结果报告单一同返回本实施机构。

2、测试程序

2.1 测试项目

本次能力验证计划要求实验室按照日常检测程序进行试验，按照2.3的测试要求测量印刷电路板的爬电距离和电气间隙相关项目。

2.2 依据标准

GB 4708.1-2005《家用和类似用途电器的安全 第一部分：通用要求》，此外还应考虑 CTL 决议单 590 和 717 的相关要求（详见附件 3 和附件 4）。

2.3 测试要求

2.3.1 在进行试验之前，不需对样品进行任何形式的预处理。试验的场所应是保持恒定温度在 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 之间的房间；

2.3.2 设定样品污染等级为 2；

2.3.3 样品中的角全部按“尖角”考虑，不视为圆角；槽的底部为“直角”。

2.3.4 试验要求

- (1) T1 到 T2 的爬电距离，请绘制路径图；
- (2) T2 到 T4 的爬电距离和电气间隙，请绘制路径图；
- (3) T1 到 R1 的电气间隙，请绘制路径图并测量数值，单位 mm，结果保留 2 位小数。注：认为 T1、R1 紧贴镂空边缘。

2.4 注意事项

- (1) 禁止破坏样品；
- (2) 试验完毕请将样品返回。

3、结果反馈

(1) 请将附件 1《国家认监委能力验证项目测试结果报告单》含试验调查表的电子版文件以参加代码命名（如 CNCA-20-14-001），于 7 月 27 日 24:00 前发送至 sunx@cheari.com，同时将纸质文件寄回。

(2) 无故未按期提交上述材料的实验室，视为自动放弃，结果将不列入本计划统计。

(3) 《国家认监委能力验证项目测试结果报告单》及有关资料一经提交, 所有数据不得修改。

4、告知

(1) 实施机构对参加实验室所提供的数据、图表及相关技术资料等保密, 一律使用参加代码表示。

(2) 参加实验室须按规定的时间完成检测、资料提交及样品返回, 保证计划顺利进行。

(3) 参加实验室之间严禁串通或伪造结果, 一经发现, 将不统计该参加实验室的结果, 并按有关程序报备。

(4) 将同步发样的能力验证计划样品损坏或丢失或无故不予返回的, 需赔偿相应能力验证计划收费金额的50%; 此外, 报名同步发样的能力验证计划, 在发样后要求退出的实验室, 需赔偿人民币捌佰圆整(¥ 800)。

5、联系方式

实施机构: 中国家用电器研究院

地 址: 北京市西城区月坛北小街 6 号 家电院北楼 技术中心

邮 编: 100037

联系电话: 010-68144996

联系人: 孙 轩

6、附件

附件 1 《国家认监委能力验证项目测试结果报告单》

附件 2 《国家认监委能力验证计划试验通知单》



附件 1

《国家认监委能力验证项目测试结果报告单》

实验室名称：_____

参加代码：CNCA-20-14- _____

试验结果	
T1 到 T2	
测试项目	路径示意图与路径描述 (可直接对线路板拍照并放大,并在照片上绘制路径;描述关注点,如有跨越,请标明跨越尺寸等)
爬电距离	(可另附页)

试验结果	
T2 到 T4	
测试项目	路径示意图与路径描述 (可直接对线路板拍照并放大, 并在照片上绘制路径; 描述关注点, 如有跨越, 请标明跨越尺寸等)
爬电距离	(可另附页)
电气间隙	(可另附页)

试验结果		
T1 到 R1		
测试项目	路径示意图与路径描述 (可直接对线路板拍照并放大, 并在照片上绘制路径; 描述关注点、如有跨越, 请标明跨越尺寸等)	测量值 (mm) 保留 2 位小数
电气间隙	(可另附页)	

主检/日期:

审核/日期:

实验室名称 (盖章): _____

年 月 日

附件 2 《试验调查表》

实验室名称：_____

参加代码：CNCA-20-14- _____

试验调查表	
基本情况 (请√选)	实验室是否获得认监委颁发的 CMA 证书： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否； 如果是，请填写以下： CMA 证书号：_____； 本次测试标准是否为附表中授权的标准： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 本次测试项目是否为附表中授权的项目： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 （具体查询请见本 CMA 证书附表）。
	实验室是否获得 CNAS 认可： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否； 如果是，请填写以下： CNAS 证书号：_____； 本次测试项目是否为本实验室认可项目： <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 （具体查询请见本实验室 CNAS 认可附表）。
主要测量方法 (请√选)	您的主要测量方法为：(可多选) <input type="checkbox"/> 手持透镜观看，用游标卡尺测量 <input type="checkbox"/> 手持透镜观看，用显微镜测量 <input type="checkbox"/> 小型放大镜观看，用游标卡尺测量 <input type="checkbox"/> 小型放大镜观看，用显微镜测量 <input type="checkbox"/> 用带刻度的透镜观看和测量 <input type="checkbox"/> 投影，直接测量 <input type="checkbox"/> 其他方法（请说明）_____

试验调查表	
<p>确定 T1-T2 爬电路径时 使用到的工具 (请√选)</p>	<p>(可多选)</p> <p><input type="checkbox"/>无 <input type="checkbox"/>测试卡 <input type="checkbox"/>量块 <input type="checkbox"/>量角器 <input type="checkbox"/>塞尺</p> <p><input type="checkbox"/>其他: _____</p> <p>如使用上述工具, 请画图注明哪段测量使用了该工具; 如果无, 填写“无”即可。</p> <hr/> <p style="text-align: center;">(画图)</p>
<p>基础测量:</p>	<p>槽的宽度: _____mm (保留2位小数)</p> <p>R2 的宽度: _____mm (保留2位小数)</p>

试验调查表
CMA 资质证书（如有请附上复印件或扫描件或拍照；若无，以下空白处填写“无”）

附件 3: CTL590

CTL DECISION SHEET

Standard: IEC 60664-1/1992 IEC 60335-1/2001 IEC 61010-1/2002 IEC 61058-1/2000 IEC 61008-1/2002 IEC 60947-1/2004 IEC 60598-1/2003 IEC 60065/2005 IEC 60950-1/2001	Sub clause: <p style="text-align: center;">See Table below</p>	DSH N°: 590 Page: 1(1)
Subject: Rule for creepage across grooves and similar surface discontinuities	Key words: - Creepage - Grooves - Conducting path - Shortest distance - Through air	Decision approved by the CTL during its 43rd meeting in Johannesburg
<p>Question: As can be seen from examples 2 and 6 of IEC 60664-1 sub clause 4.2 corners with angles greater or equal than 90 degrees are not bridged. IEC 60664-1 does not contain specific information at which angle less than 90 degrees bridging shall be applied. Some of the above mentioned standards specify that bridging shall be applied for angles less than 80 degrees. Can this 80 degree rule be applied in general for all standards?</p> <p>Decision: Yes. The 80 degree rule shall be applied in general for all standards.</p>		

Information which standards do already contain the 80 degree rule			
Standard	Clause/ Annex	Product	80-Degree Rule Included
IEC60664-1: 1992	cl. 4.2	Horizontal Standard	No
IEC60335-1: 1991	Annex E	Household Appliances	Yes
IEC60335-1: 2001	Cl. 29	Household Appliances	No (Note 1)
IEC60730-1: 1999	Annex B	Automatic Controls	Yes
IEC60950: 1999	Annex F	IT Equipment	Yes
IEC60950-1: 2001	Annex F	IT Equipment	Yes
IEC60065: 2005	Annex E	Consumer Electronic Eqpt.	Yes
IEC61010-1: 2002	Annex C	Laboratory Measuring Eqpt.	No
IEC60601-1: 1988	Notes to Figs 39-47	Medical Eqpt.	Yes
IEC61558-1: 1988	Annex A	Power Transformers	Yes
IEC61058-1: 2000	Annex A	Switches	No
IEC60598-1: 2003	-	Luminaires	- (Note 2)
IEC60745-1: 2001	Annex A	Power Tools	Yes
IEC61008-1: 2002	Annex B	RCCBs	No (Note 3)
IEC60947-1: 2004	Annex G	LV Switch Gear	No

Notes

- IEC60335-1 refers directly to IEC60664-1.
- The luminaire standard gives no guidance on the rules for identifying creepage paths, referring to IEC 60664-1 only for the treatment of pollution degree.
- This Standard includes the condition that grooves having a depth less than 1mm should be neglected (i.e. the creepage path 'jumps' the groove).

附件 4: CTL717

CTL DECISION SHEET

Standard(s): IEC 60664-1/2002 ed1.2 IEC 60664-1/2007 ed2.0 All equipment standards based on these	Subclause(s): 4.2 6.2	No. DSH 0717	Year 2008
Categories: Various, General		Developed by: WG2 - WG4	
Subject: Creepage and clearance determination, groove, recess, corner, bridging of distance X	Key words: - Creepage - Clearance - Groove - Recess - Corner - Bridging of distance X	Decision approved at the 2009 CTL Plenary Meeting	
<p>Questions:</p> <p>1) How shall the examples given in IEC 60664 be interpreted for intermediate situations?</p> <p>2) How shall the example given below be judged correctly, based on the examples given in IEC 60664-1 and based on the assumption that X = 1 mm?</p> <div data-bbox="571 904 1042 1263" data-label="Diagram"> <p>The diagram shows a cross-section of a PCB with two blue tracks. The left track is 2 mm wide. The right track is 0.6 mm wide. There is a 2 mm gap between the tracks. The right track ends at the edge of a cut-out in the PCB. Labels indicate the dimensions and components: '0.6mm' for the track width, '2 mm' for the gap and track width, 'PCB Track (ending on the edge of the cut-out)', and 'PCB'.</p> </div> <p>3) When shall the sentence: "If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one third of this clearance." be applied? Does this sentence refer to the actual clearance measured or to the minimum clearance required?</p>			

Decisions:

Ad 1)

An intermediate situation not covered directly by the Standard shall be determined by considering it as an extension of the most appropriate example from the Standard. An example of the methodology is given in the Explanatory Notes to Question 2.*

Ad 2)

The example shall be judged without any bridging of the corner in the cut-out
 → creepage = 2,8 mm, no shortcut applicable.

Ad 3)

The sentence shall always be applied whenever the required clearance is less than 3 mm and the allowed reduction of the minimum dimension X shall be referred to 1/3 of the required minimum clearance.

Explanatory Notes:

Extract from the standard.

6.2 Measurement of creepage distances and clearances

The dimension X, specified in the following examples, has a minimum value depending on the pollution degree as follows:

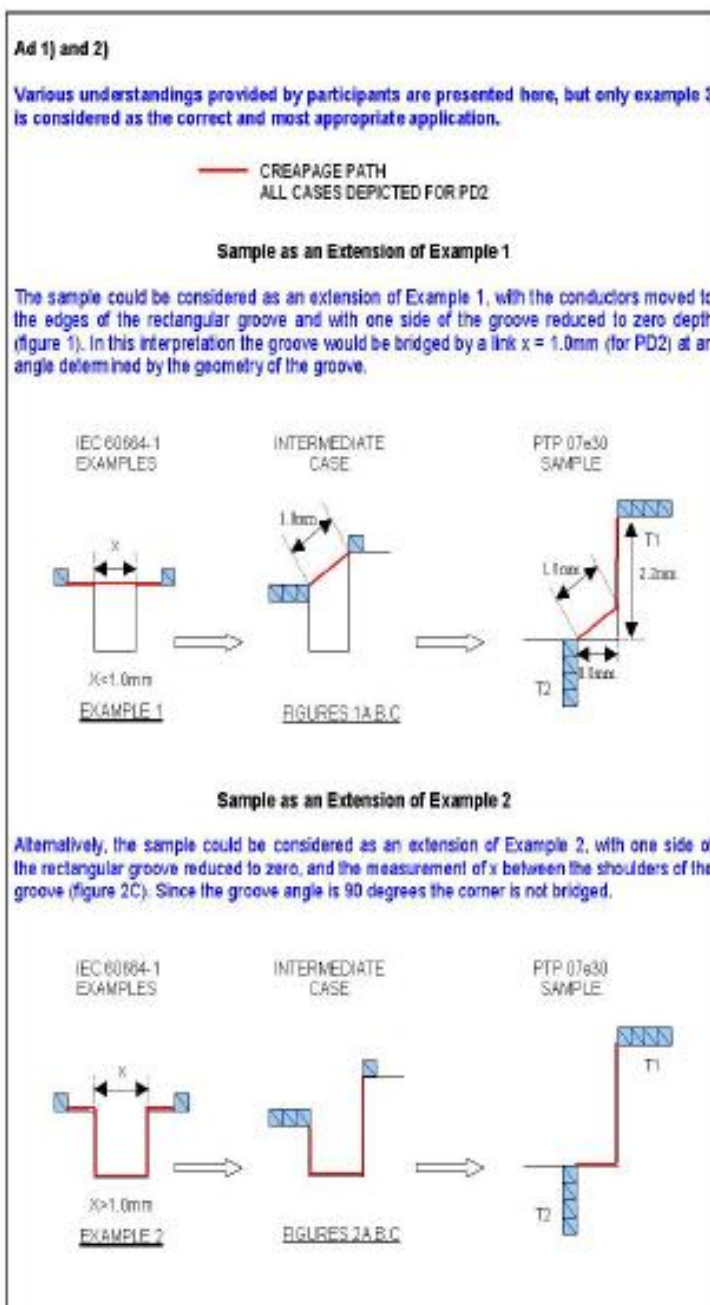
Pollution degree	Dimension X minimum value
1	0,25 mm
2	1,0 mm
3	1,5 mm

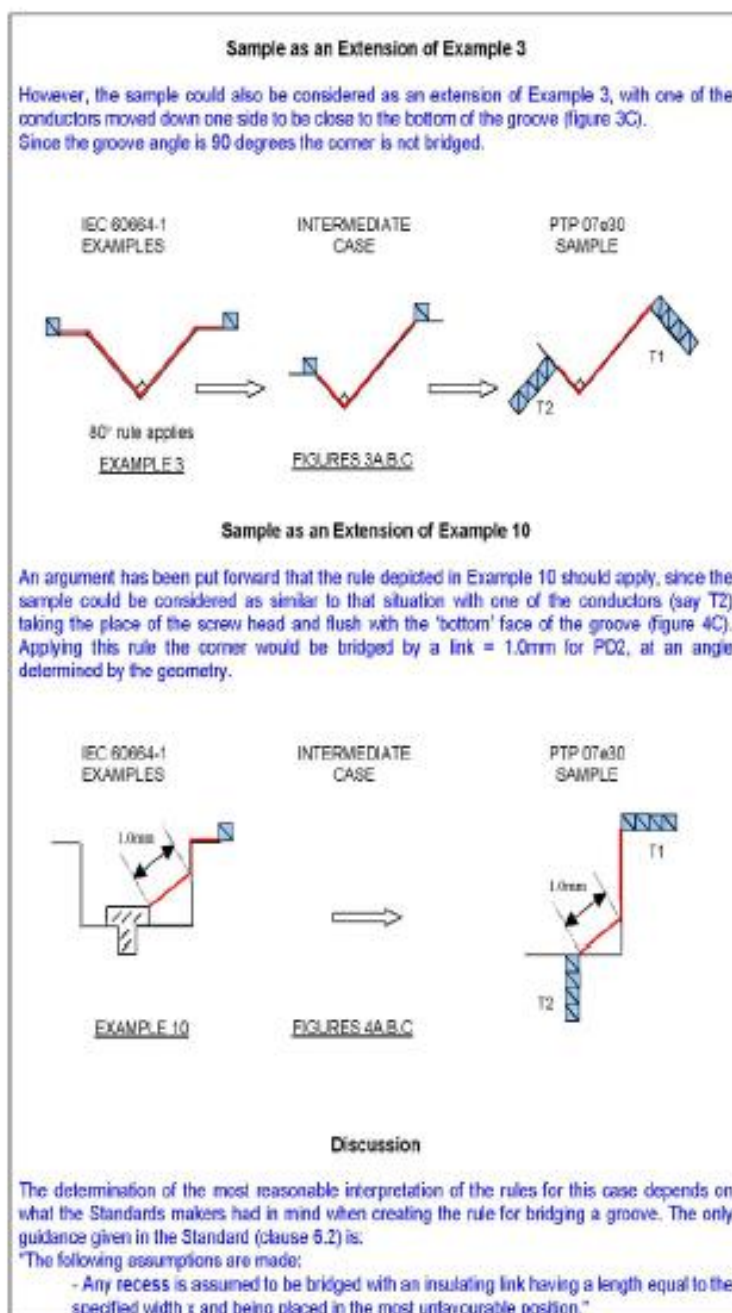
If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one-third of this clearance.

The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in the following Examples 1 to 11. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Example 3);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X, the creepage distance is measured along the contours of the groove (see Example 2);
- creepage distances and clearances measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.





The assumption that is commonly made is that a recess, however defined, could attract dust etc and so create a surface for the creepage path.

If the Standards writers had intended every gap of 1.0mm created by a change of direction of the surface to be bridged they would not have drawn Examples 1, 2, 4, 6, 7, and 9 the way they did. Therefore it must be concluded that there is a point at which the change in surface direction is no longer regarded as a recess.

Examples 1, 2, 6, 7, and 9 all show 90 degree groove angles which are not treated as recesses. Example 4 shows angles of around 110 degrees which are not treated as recesses.

The CTL Decision 590 effectively defines the boundary (an angle of 80 degrees) when a change of surface direction creates a recess.

The judgment of whether Example 10 can be applied depends on whether a recess is deemed to exist. In example 10 of the Standard, the screw head which is proud of the insulating surface creates a recess. However, in the extension of the example to the sample situation given in the explanatory notes, a recess no longer exists, and all that remains is a right-angled groove. Therefore Example 10 is not an appropriate model for the sample situation given in the explanatory notes.

Of the three remaining models, Example 2 leads to the bridging of a corner where no recess exists. Both Example 2 and Example 3 lead to following the edges of the groove, but the one which most simply corresponds to the example of Question 2 is the V-shaped groove (Example 3) together with CTL decision 590 (80 degree rule).

Ad 3)

1. The practical application of the C/3 reduction when applied for required clearances less than 3mm leads for a great majority of products marketed (rated voltage less than 300 V) to the case that the exception becomes the rule.

2. The C/3 criteria makes no distinction between pollution degrees which leads, for example, to the case that for pollution degree 1 the result is not to increase the measured creepage distance but to reduce it (while for pollution degree 2 or 3 the application leads to an increase of the measured creepage distance).

3. Another point difficult to understand is the relation with other requirement of the standard IEC 60664: Table 2 indicates in note (3) that for all the lower impulse voltages of the standard the minimum clearance required for pollution degree 2 and 3 are limited not by the overvoltage value but this is limited by the "reduced capacity of the associated creepage distance to support voltage in humid conditions". This limit is 0,2 mm for PD 2 and 0,8 mm for PD 3.

4. If associated clearance is identified with required clearance, for a typical 230 V equipment with overvoltage category II, the required clearance is 1,5 mm for all pollution degrees. The C/3 value is then 0,5 mm. Comparing this with the data of the previous paragraph, we see that for pollution degree II this could be consistent (0,5mm > absolute minimum of 0,2mm), but for Pollution Degree 3, 0,5mm is less than the 0,8mm absolute minimum required.

5. If it is accepted that a clearance shorter than 0,8 mm could be bridged in a PD 3 environment, then it is not logical to accept that a 0,5 mm clearance can break a creepage trajectory.