

中华人民共和国汽车行业标准

QC/T 1067.1—2016
代替 QC/T 417.1-2001

汽车电线束和电气设备用连接器

第1部分：定义、试验方法和一般性能要求

Standard For Automotive Electrical Connector Systems
Part1: Definition、Test method and requirement

(报批稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验和要求	3
附录 A（规范性附录）	43
附录 B（规范性附录）	44
附录 C（资料性附录）	48

汽车电线束和电气设备用连接器

第 1 部分 定义、试验方法和一般性能要求

1 范围

本标准规定了汽车连接器的定义、一般性能要求以及具体试验方法。

本标准适用于汽车电线束和电气设备用低压连接器（电压不高于 60V）和高压连接器（电压高于 60V 但不高于 600V）。包括线线连接器、设备连接器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 252-2000 轻柴油

GB 484-1993 车用汽油

GB/T 2423.17-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ka：盐雾试验方法

GB 5337-1985 汽车电器、灯具和仪表名词术语

GB 11118.1-1994 矿物油型和合成烃型液压油

GB 11121-2006 汽油机油

GB/T 25085-2010 道路车辆60V和600V单芯电线

GB 12981-2012 机动车辆制动液

QC/T 29106-2014 汽车电线束技术条件

3 术语和定义

GB 5337 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连接器 connector

由端子、护套及其附件组成，实现电气连接的组合件。

3.2

护套 housing

固定并保护端子的非金属件。

3.3

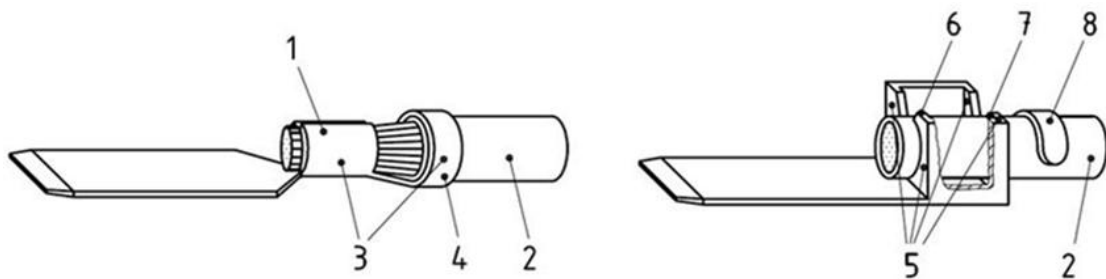
端子 terminal

实现电气连接的金属件，包括用于插接的插头端子（图 1）、插座端子（图 2）和用紧固件形成电气连接的电线接头（图 3）。

3.4

导线连接 cable attachment

导线和端子之间持久的连接，例如：压接、刺破连接、焊接等。



说明:

1——导体压接;

2——导线;

3——导线连接;

4——绝缘支撑或密封件把手;

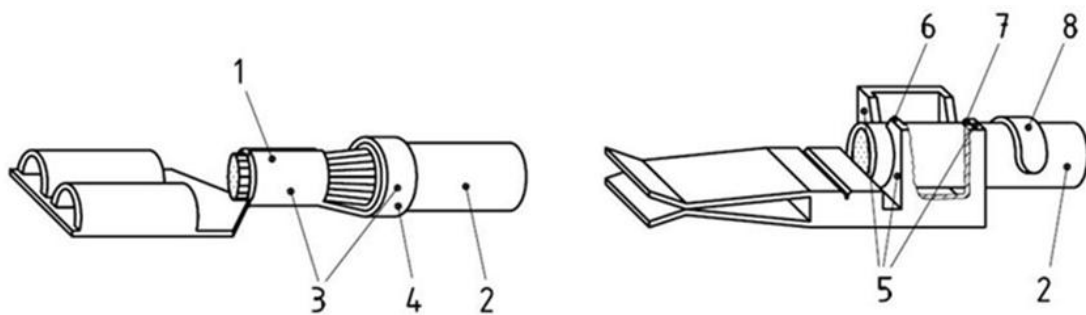
5——刺破连接;

6——连接槽;

7——连接槽或绝缘支撑 (如果没有 8);

8——绝缘支撑。

图 1 插头端子



说明:

1——导体压接;

2——导线;

3——导线连接;

4——绝缘支撑或密封件把手;

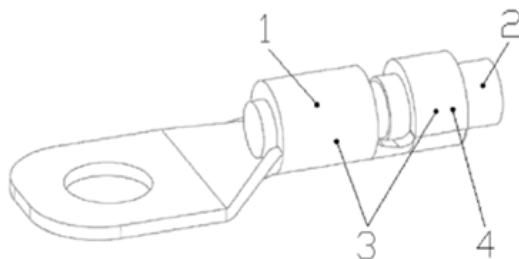
5——刺破连接;

6——连接槽;

7——连接槽或绝缘支撑 (如果没有 8);

8——绝缘支撑。

图 2 插座端子



说明:

1——导体压接;

3——导线连接;

2——导线;

4——绝缘支撑。

图 3 电线接头

3.5

防错结构 polarization feature

连接器上防止发生错误连接的装置或结构。

3.6

连接器孔位编号 connector cavity number

连接器上可视的、有规则的、对孔位进行标示的编号。

3.7

线线连接器 in-line connector

在导线间形成电气连接的连接器。

3.8

设备连接器（插头） device connector (male)

与设备内部进行连接的输出端连接器。

3.9

设备连接器（插座） device connector (female)

与设备连接器（插头）进行连接的输入端（线束端）连接器。

3.10

端子二次自锁机构 terminal position assurance (TPA)

确保端子安装到位并单独提供端子锁止力的机构。

3.11

端子一次自锁加强机构 primay lock reinforcement (PLR)

确保端子一次自锁结构保持在正确位置的机构。

3.12

连接器二次自锁机构 connector position assurance (CPA)

在连接器的自锁机构上额外增加的一种锁止机构。

4 试验和要求

4.1 样品预处理

在所有试验开始前，都应将样品放置到室温（ 23 ± 5 ）℃，相对湿度45%~75%的环境下保持24小时。

4.1.1 试验要求

所有试验都应在室温（ 23 ± 5 ）℃环境下进行。

导线应符合 GB/T 25085 的要求，或由供需双方协商确定。所使用的导线应记录在试验报告中。

各项试验及各试验样品不能相互影响。例如在高温箱里试验样品相互间要保持一定距离，不能相互接触及堆放。

在整个试验过程中，不允许在插头端子和插座端子表面上涂抹润滑油或其它附加物。生产过程中遗留的润滑剂除外。

连接器的所有孔位都应进行试验。

4.1.2 缺省试验误差

缺省试验误差以标称值的百分比表示（表 1）。

表 1 缺省试验误差

温度	± 3° C
电压	± 5%
电流	± 5%
电阻	± 5%
长度	± 5%
时间	± 5%
力	± 5%
频率	± 5%
流速	± 5%
相对湿度	± 5%（需控制时）
速度	± 5%
声音	± 5%
压力	± 5%
真空度	± 5%

4.1.3 等级分类

根据在车身的预期使用环境，应为试验连接器选择温度等级（表 2）、密封等级（表 3）、振动等级（表 4）和插拔循环等级（表 5）。

表 2 温度等级

等级	工作温度范围	适用位置
A	-40°C ~ +85°C	乘客舱（不推荐）
B	-40°C ~ +100°C	乘客舱
C	-40°C ~ +125°C	发动机舱
D	-40°C ~ +150°C	发动机及发热部件的附近位置
E	-40°C ~ +175°C 及以上	供需双方协商

表 3 密封等级

密封等级	应用类型	适用位置
S1	不密封	车身上干燥区域，如乘客舱、行李舱
S2	密封	车身上外露区域
S3	密封（高压水喷射）	车身上外漏区域。适用于有飞溅水直接喷射的区域。

表 4 振动等级

振动等级	适用位置
V1	安装在车身上弹性部位但不与发动机相连的连接器
V2	安装在与发动机相连但不与剧烈振动部件相连的连接器
V3	安装在剧烈振动环境下的连接器
V4	根据需要安装在极端振动的区域
V5	车轮上
注：弹性部位指车身上通过悬挂系统支撑的部位。弹性部位不包括轮胎、轮毂、刹车盘（鼓）等部位	

表 5 插拔循环等级

插拔循环等级	插拔次数	典型应用
M1	10	线线连接器及板端连接器，在维修服务过程中不经常拆卸。这类连接器属于固定连接，且车辆组装好以后不希望被拆卸。例如：舱壁连接器。试验开始前，M1等级的连接器应插拔10次
M2	50	线线连接器及板端连接器，在维修服务过程中经常拆卸。例如：维修拆卸或安全拆卸。试验开始前，M2等级的连接器应插拔50次。
M3	由供需双方协商确定	线线连接器及板端连接器，连接器的通断作为零件的正常功能。例如：充电口等。在试验报告中记录插拔次数。

4.1.4 端子样品准备

所有试验均应使用带有导线连接的端子，导线压接应符合 QC/T 29106 的要求，样品尺寸应符合按规定程序批准的工程图样的要求。除非另有规定。

4.1.5 低压连接器试验顺序（表 6）

表 6 低压连接器试验顺序

章节	试验项目	试验分组										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4.1	样品预处理	1 ¹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2	外观检查	2, 4	2, 4	2, 5	2, 4	2, 7	2, 4	2, 5	2, 5	2, 5	2, 4	2, 4
4.3	插拔循环			3								
4.4	端子至端子的插入力和拔出力	3										
4.5	端子抗弯力		3									
4.9	电流循环			4								
4.11	端子对护套的插入力、止推力、保持力				3							
4.12	连接器的接合力、分离力及自锁装置强度（无助力型）					5						
4.13	助力型连接器的接合力、分离力及自锁装置强度					5						
4.14	连接器防错结构						3					
4.15	TPA（包括 PLR）的插入力和拔出力							3				
4.16	CPA 的插入力和拔出力							4				
4.18	连接器对插到位声响								3			
4.19	跌落								4			
4.20	端子孔强度									3		
4.21	端子、端子孔的防错结构					4						
4.22	固定结构机械强度									4		
4.23	助力机构机械强度										3	
4.24	密封件的保持力（未配合的连接器）					3						
4.25	密封件的保持力（配合的连接器）					6						
4.26	板端插针保持力											3

表 6（续） 低压连接器试验顺序

章节	试验项目	试验分组														
		L	M	N	O	P	Q	R	S ^b	T	U	V	W ^b	X	Y	Z
4.1	样品预处理	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2	外观检查	2, 8	2, 8	2, 10	2, 8	2, 8	2, 8	2, 8	2, 9	2, 10	2, 9	2, 12	2, 9	2, 10	2, 9	2, 12
4.3	插拔循环	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4.7	微电流接触电阻	4, 6	4, 6	4, 6	4, 6			4, 6								
4.8	电压降	7	7	7	7			7								
4.11	端子在护套中的保持力			11	9	9			10	11	10	13	10	11	10	13
4.17	振动/机械冲击	5														
4.27	绝缘电阻			8		4, 6	4, 6		4, 7	4, 8	4, 7	4, 10	4, 7	4, 8	4, 7	4, 10
4.28.1	绝缘介电强度			9		7	7		8	9	8	11	8	9	8	11
4.29	热冲击		5													
4.30	温度/湿度循环			5					5	6	5	6				
4.31	热老化				5								5	6	5	6
4.32	耐化学试液					5										
4.33	水密性								6			7	6			7
4.34	气密性									5, 7		5, 9		5, 7		5, 9
4.35	高压水喷射										6	8			6	8
4.36.1	盐雾试验						5									
4.37	防尘试验							5								

^a 表格中的阿拉伯数字表示试验步骤

^b 试验 S、T、U、V 为四选一；试验 W、X、Y、Z 为四选一

4.1.6 高压连接器试验顺序（表 7）

表 7 高压连接器试验顺序表

章节	试验项目	试验分组										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4.1	样品预处理	1 ^a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2	外观检查	2, 4	2, 4	2, 4	2, 5	2, 4	2, 4	2, 4	2, 4	2, 5	2, 5	2, 4
4.4	端子至端子的插入和拔出力	3										
4.5	端子抗弯力		3									
4.6	金属箍保持力				4							
4.9	电流循环			3								
4.10	屏蔽层绝缘电阻				3							
4.11	端子对护套的插入力、止推力、保持力					3						
4.12	连接器的接合力、分离力及自锁装置强度（无助力型）						3					
4.13	助力型连接器的接合力、分离力及自锁装置强度						3					
4.14	连接器防错结构							3				
4.15	TPA（包括 PLR）的插入力和拔出力								3			
4.16	CPA 的插入力和拔出力								4			
4.18	连接器对插到位声响									3		
4.19	跌落									4		
4.20	端子孔强度										3	
4.22	固定结构机械强度										4	
4.26	板端插针保持力											3

表 7（续） 高压连接器试验顺序表

章节	试验项目	试验分组									
		L	M	N	O	P	Q	R ^b	S	T	U
4.1	样品预处理	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4.2	外观检查	2, 7	2, 8	2, 9	2, 8	2, 5	2, 6	2, 9	2, 11	2, 9	2, 10
4.3	连接器/端子插拔循环	3	3	3	3			3	3	3	3
4.8	电压降	6	5	5	5						
4.11	端子在护套中的保持力			8					10		
4.17	振动/机械冲击	4									
4.27	绝缘电阻	5	6	6	6	4	4	5, 7	5, 8	5, 7	5, 8
4.28.2	绝缘介电强度		7	7	7		5	8	9	8	9
4.29	热冲击		4								
4.30	温度/湿度循环			4				4	6		
4.31	热老化				4					4	6
4.32	耐化学试液						3				
4.33	水密性							6		6	
4.34	气密性								4, 7		4, 7
4.36.2	盐雾试验					3					
^a 表格中的阿拉伯数字表示试验步骤 ^b 试验 R、S、T、U 为四选一											

4.2 外观检查

4.2.1 设备

照相机、录像机、放大镜（如需要）。

4.2.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 试验前，目视检查试验样品，记录制造和材料缺陷，如裂缝、色变、毛刺等。对试验样品拍照、录像或为每个试验组准备一个不做试验的样品，以便试验后对比试样；
- 2) 试验后，目视检查每个试验过的样品并记录所有能观察到的变化，将试验后的样品与上述第 1 步中未经试验的样品、照片或录像进行对比，并在试验报告中记录所有的差别。

4.2.3 要求

样品不应出现膨胀、腐蚀、色变、触点镀层磨损、物理变形、开裂等影响产品功能的缺陷。

4.3 插拔循环

4.3.1 设备

由供需双方协商

4.3.2 方法

按表 5 的规定完成连接器或端子的插拔循环。当仅有端子进行插拔循环时，试验过程中应确保插拔循环沿端子的中心线进行。

4.3.3 要求

无影响后续试验的损坏。

4.4 端子至端子的插入力和拔出力

4.4.1 设备

插拔试验机。

4.4.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 准备 10 对端子。对每对端子进行编号；
- 2) 将 1 对端子固定到夹具上，并确保插拔沿着端子的中心线进行；
- 3) 以 50mm/min 的均匀速度对插端子，记录对插到位所需的峰值力（第 1 次插入力）；
- 4) 以 50mm/min 的均匀速度分离端子，记录完全分离所需的峰值力（第 1 次拔出力）；
- 5) 按表 5 规定的插拔次数重复第 3 步和第 4 步，记录最后一次拔出力；
- 6) 每对端子都进行第 2~5 步。

4.4.3 要求

外观应符合 4.2 的要求，接触部位金属基材不应外露。插入力和拔出力应符合产品设计文件的要求或供需双方商定。

4.5 端子抗弯力

本试验不适用于导线连接和端子插入方向成 90° 的情况。

4.5.1 设备

专用夹具、具有波峰读数特征的力测试仪。

4.5.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 按图 4 确定试验端子的类型；
- 2) 对于“A”种类型的端子准备15个样品。对于“B”种类型的端子准备30个样品；

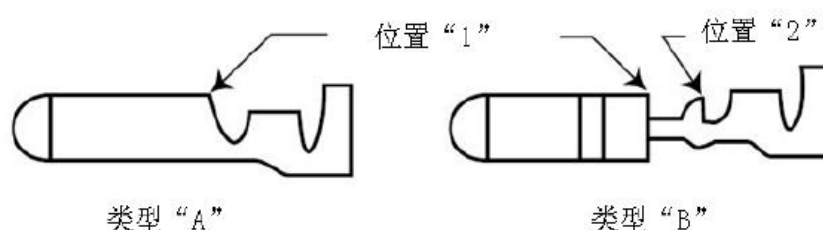


图 4 端子类型

- 3) 对每个端子进行编号；
- 4) 把试验端子固定到夹具中，使位置“1”处于图5所示的位置；
- 5) 按图5向端子施加力并保持15秒，然后释放。施加力值见表8；
- 6) 用10倍放大镜检查弯曲区域，记录开裂情况。如果端子在试验过程中弯曲，把端子校直重新检查开裂情况，试验5个端子；
- 7) 使用5个新端子，按图5的位置将端子旋转 180° 安装在试验夹具上。重复第5~6步；
- 8) 使用5个新端子，按图5的位置将端子旋转 90° 安装在试验夹具上。重复第5~6步；
- 9) 把“B”类试验端子固定到夹具中，使位置“2”处于图5中位置“1”所示的位置，重复第5~8步。

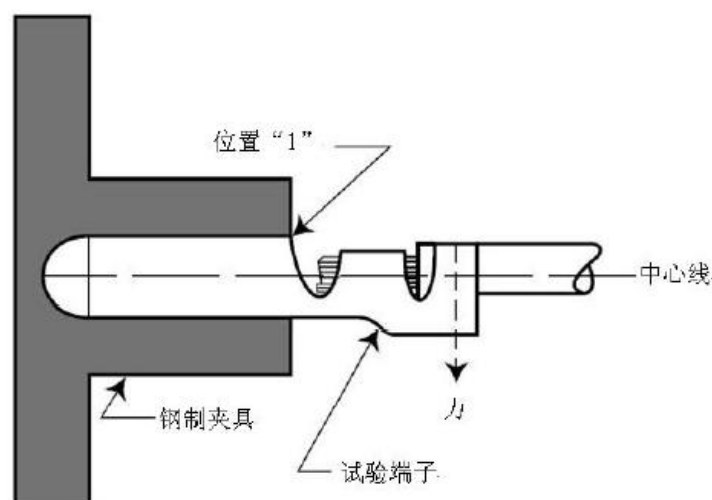


图 5 端子抗弯力试验

表 8 抗弯力试验施加的力

端子规格 mm	施加的力 N
0.5	3.0
$\geq 0.64 \sim < 1.5$	4.0
$\geq 1.5 \sim < 2.8$	7.0
$\geq 2.8 \sim < 6.3$	10.0
$\geq 6.3 \sim < 9.5$	15.0
≥ 9.5	20.0

4.5.3 要求

端子不应被撕裂。如果端子在试验过程中弯曲，校直后不应被撕裂。

4.6 金属箍保持力（高压连接器）

4.6.1 设备

专用夹具、具有波峰读数特征的力测试仪。

4.6.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 每种规格的导线准备10个压接样品，线长300mm。当绝缘支撑与金属箍同时适用时，绝缘支撑不应压接；
- 2) 按图6将试验样品固定在夹具上；
- 3) 在轴向方向上以50mm/min的均匀速度施加力；
- 4) 记录把金属箍从压接位置移开需要的峰值力；
- 5) 当电线两端都压接金属箍时，每个金属箍都应试验。

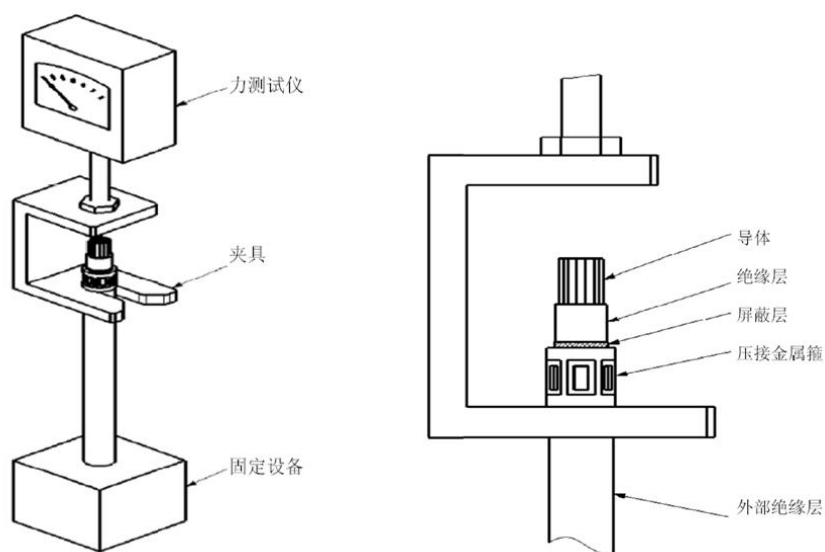


图 6 金属箍保持力试验

注：夹具齿缝宽度等于导线外径。如果压接后金属箍的直径小于导线外层绝缘层直径，则需把外层绝缘层去掉。

4.6.3 要求

把金属箍从压接位置移开的力至少为 150N。

4.7 微电流接触电阻

4.7.1 设备

毫欧表。

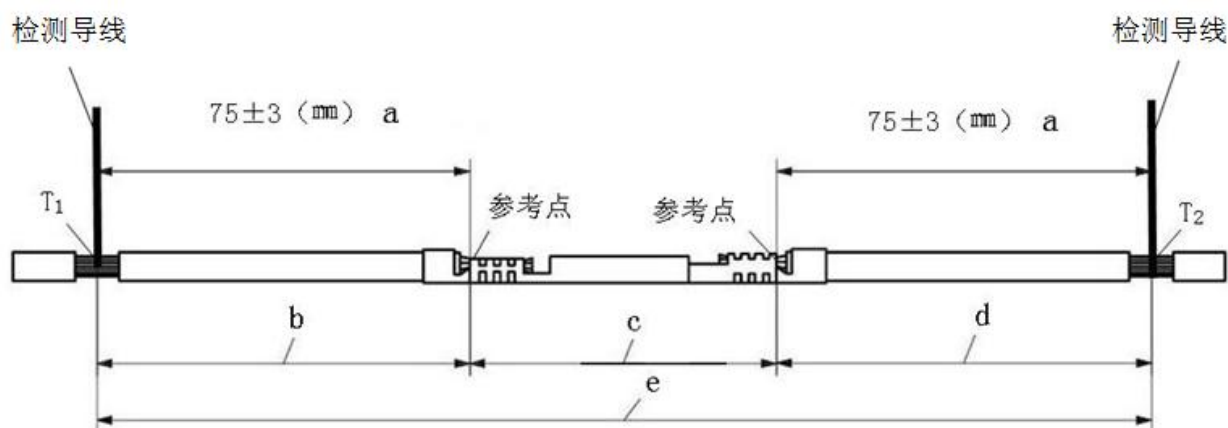
4.7.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 使用试验顺序表中相应试验项目的端子。在没有按第 3 步规定的方法连接检测导线之前，不要对插端子；
- 2) 施加不高于 20mV 的电压和不高于 100mA 的电流，测量并记录 150mm 导线的电阻。对于板端连接器测量 75mm 导线的电阻；
- 3) 对导线测量点进行锡焊。将检测导线连接至 T_1 、 T_2 （图 7、图 8）；
- 4) 将端子固定在不导电的工作面上，沿端子中心线对插端子，并确保有效插入深度大于 1mm（图 9）；
- 5) 计算微电流接触电阻： $R_c = R_e - R_b - R_d$ ；

4.7.3 要求

微电流接触电阻应符合表 9 的规定，对于具有短路棒的连接器（图 10），“短路”位置的接触电阻应小于 $40\text{m}\Omega$ 。



说明：

T_1 、 T_2 —测量点

a—推荐距离

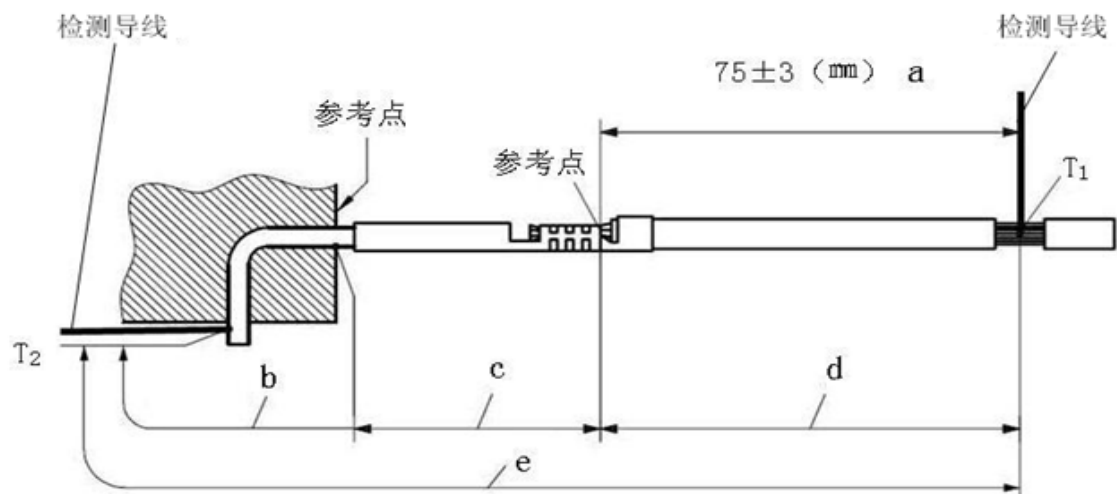
b—导线电阻 R_b

c—接触电阻 R_c

d—导线电阻 R_d

e—测量电阻 R_e

图 7 微电流接触电阻测量（线-线连接）



说明:

T₁、T₂—测量点

c—接触电阻R_c

a—推荐距离

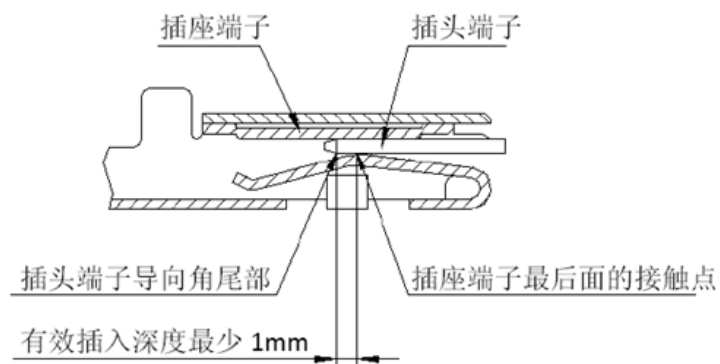
d—导线电阻R_d

b—插针电阻R_b (b的推荐距离为30~50mm)

e—测量电阻R_e

图8 微电流接触电阻测量（线-板端连接）

单弹片举例



多弹片举例

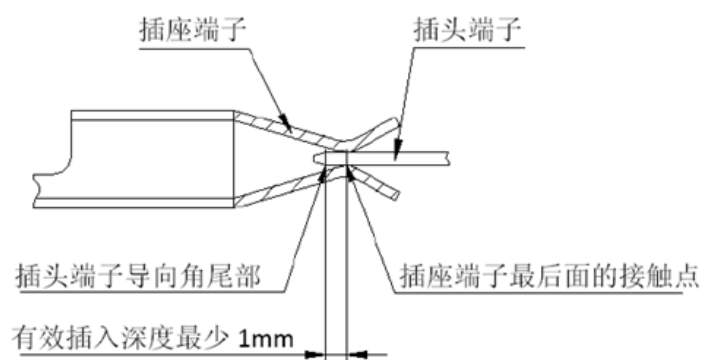
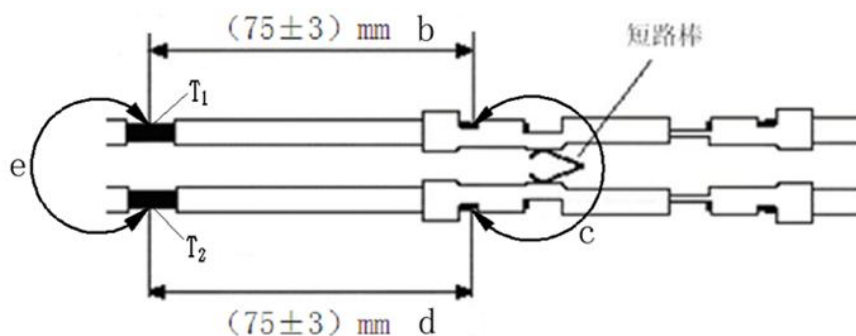


图9 端子的插入



说明：

T_1 、 T_2 —测量点 b —导线电阻 R_b d —导线电阻 R_d
 c —接触电阻 R_c e —测量电阻 R_e

图 10 具有短路棒的连接器

4.8 电压降

4.8.1 设备

数字式万用表、直流电源（0-20 VDC、0-150 A）、分流器。

4.8.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 按试验顺序表中相应试验项目规定的导线规格，准备 10 对端子；
- 2) 将端子固定在不导电的工作面上，沿端子中心线对插端子，并确保有效插入深度大于 1mm（如图 9）
- 3) 按图 11 搭建试验电路。调节电源使它能向规定的导线提供每平方毫米 5A 的电流。可试验一对以上的端子。记录试验电流；
- 4) 用第3步中确定的试验电流，测量并记录长度为150mm导线的电压降。对于板端连接器，测量并记录长度为75mm导线的电压降；
- 5) 对导线测量点进行锡焊。将检测导线连接至 T_1 、 T_2 （图 7、图 8）；
- 6) 调节电源至第3步中规定的电流值并至少等待30分钟，使试验电流稳定在该数值；
- 7) 测量并记录 T_1 和 T_2 之间的电压降。

端子电压降= $T_1 \sim T_2$ 的电压降-导线的电压降。

接触电阻=端子电压降÷试验电流。

4.8.3 要求

接触电阻见表 9，表中未列出的端子规格的接触电阻用插值法计算。

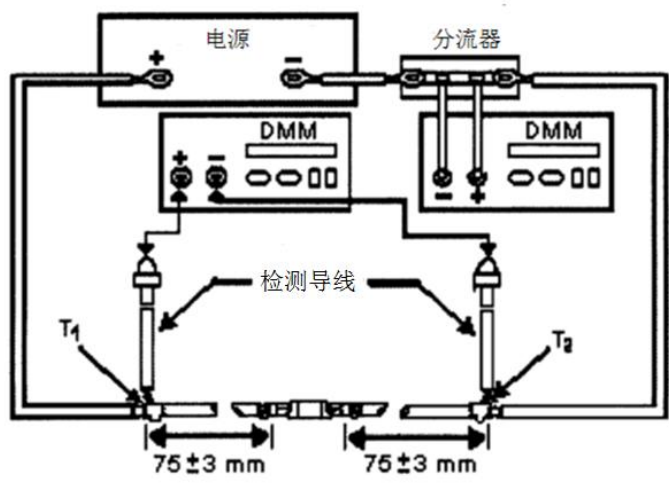


图 11 电压降测试装置

表 9 接触电阻

端子规格 mm	接触电阻 (max) mΩ	表面镀金或镀银时接触电阻 (max) mΩ	电压降 (max) mV
0.5	25	25	50
0.64	20	10	50
1.2	15	10	50
1.5	10	10	50
2.8	5	5	50
6.3	1.5	1.5	50
9.5	1.0	1.0	50

4.9 电流循环

4.9.1 设备

数字式万用表、由定时器控制的直流电源、分流器、热电偶、数据记录仪。

4.9.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备10对端子；
- 2) 对导线测量点进行锡焊。将检测导线连接至 T₁、T₂（图 7、图 8）；
- 3) 用端子最大载流（端子最大载流能力试验方法见附录 A）的 90%，测量 150mm 导线的电压降。对于板端连接器，测量 75mm 导线的电压降；
- 4) 按图 12 搭建试验电路，按图 13 放置试验样品。用端子最大载流的 90%设定电源，使电源接通 45 分钟，断开 15 分钟；
- 5) 环境温度传感器的测量点和试验样品在同一平面，并距离最近的样品 150mm，使探针正对着发热源；
- 6) 接通电源、数字式万用表和数据记录仪；
- 7) 进入第一个循环 30 分钟后，记录 T₁ 至 T₂（图 7、图 8）的电压降及每对端子上热电偶的读数；

- 8) 循环 1008 小时（或由供需双方商定），每天至少读数一次。在任一个循环中，接通电流 30 分钟～45 分钟之间读数；
- 9) 用每一组数据计算接触电阻；
- 10) 让样品冷却至室温。

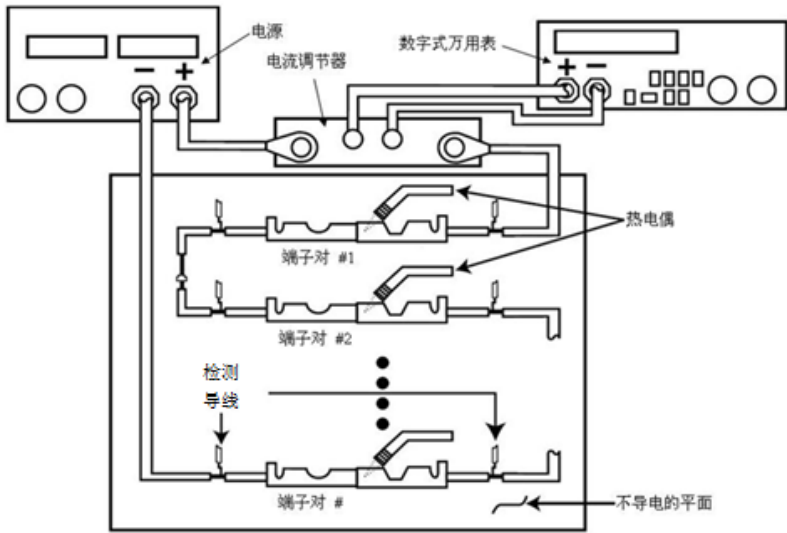


图 12 电流循环试验电路

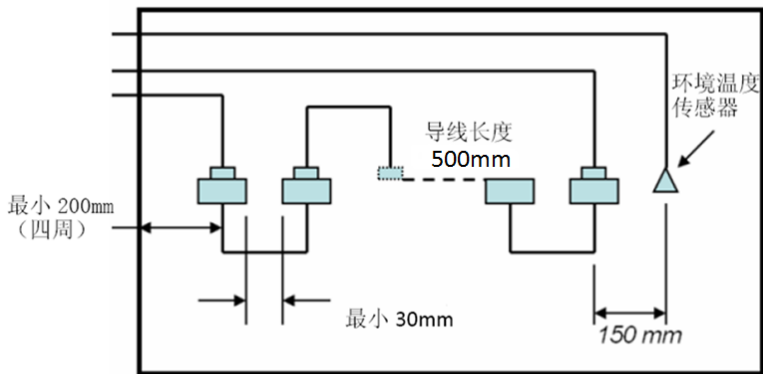


图 13 端子的放置

4.9.3 要求

试验结束后，样品应能按试验顺序表完成后续试验，试验过程中，任一端子对的接触温升不应超过 55℃，任一端子对的接触电阻不应超过表 9 的规定。

4.10 屏蔽层绝缘电阻（高压连接器）

4.10.1 设备

欧姆表。

4.10.2 方法

准备5条两端都压好金属箍、长度为600mm的样线（电线结构见图14、图15）；将欧姆表调至直流1000V档，欧姆表的一根线和导线的导体连接，另一根线与屏蔽层连接；测量导体与屏蔽层之间的绝缘电阻。

4.10.3 要求

环境试验前后的绝缘电阻均应大于100MΩ。

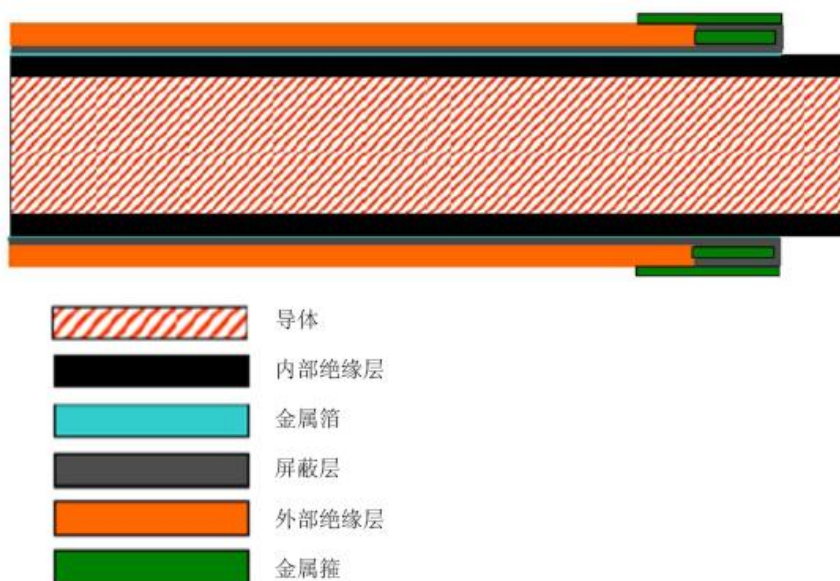


图 14 电线截面图

注：金属箔是可选项，不适用于所有场合。

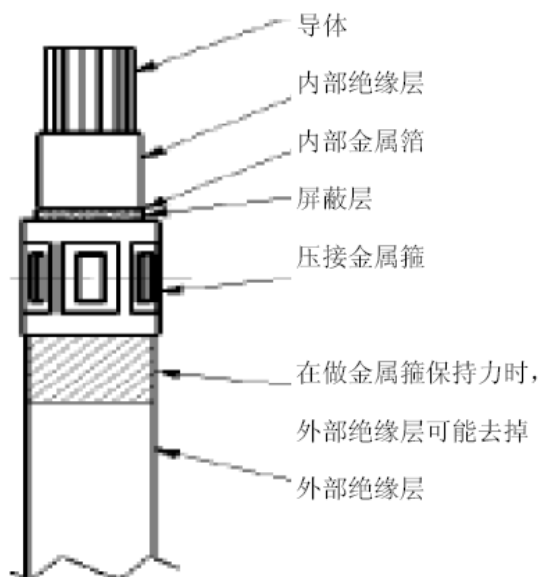


图 15 电线示意图

4.11 端子对护套的插入力、止推力、保持力

4.11.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪、温/湿度箱（室）：温度 40℃、相对湿度 95%~98%。

4.11.2 方法

4.11.2.1. 非密封连接器和带单独密封堵连接器的端子插入力、止推力

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最大规格、最厚绝缘层的导线和最小规格、最薄绝缘层的导线各准备 1 组样品。端子和护套的数量见表 10。

表 10 样品数量

护套孔数	护套数量	端子数量	每个端子孔测试的次数	测试数据
1	10	10	每个护套上的端子孔测试 1 次	10
2	5	10	每个护套上的端子孔测试 1 次	10
3	4	12	每个护套上的端子孔测试 1 次	12
4-9	3	等于护套孔数 × 护套数量	每个护套上的端子孔测试 1 次	等于护套孔数× 护套数量
10 及以上	3	等于护套孔数	每个端子孔至少一次	等于护套孔数

- 2) 对每个护套和每个端子孔进行编号；
- 3) 用夹具固定护套；
- 4) 用力测试仪在距绝缘支撑 20mm 处夹持导线；
- 5) 以 50mm/min 的均匀速度把端子直线插入护套中。持续施加力直至表 12 中规定的值，或未达到规定值塑料破损或端子损坏；
备选方案：A. 将端子压接在实心金属棒上，测量端子的插入力和止推力。
B. 从绝缘压接处切断导线，用一个与导线直径接近的棒，推遗留在端子尾部的导线。
- 6) 记录端子在未达到预期的停止位置前插入护套所需的峰值力(即插入力)和端子到达预期停止位置后护套所承受的力(即止推力)。

4.11.2.2 密封垫式整体密封连接器的端子插入力、止推力

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最大规格和最厚绝缘层的导线准备 2 组样品，用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备 1 组样品。端子和护套的数量见表 10；
- 2) 对每个护套和每个端子孔进行编号；
- 3) 用夹具固定护套；
- 4) 用力测试仪在距绝缘支撑 20mm 处夹持导线；
- 5) 用最大规格导线的一组样品，以 50mm/min 的均匀速度把端子直线插入至护套中。在未达到预期的停止位置前，持续施加力直至表 12 中规定的值。每个端子孔测试完之后移除导线；
- 6) 用最大规格导线的另一组样品，以 50mm/min 的均匀速度把端子直线插入至护套中。在未达到预期的停止位置前，持续施加力直至表 12 中规定的值。每个端子孔测试完之后不移除导线。端子插入的原则是：使最后一个插入的端子尽可能处于中心位置。记录端子孔编号、端子插入力和端子插入顺序；
- 7) 用最小规格导线的样品重复第 6 步的操作；
- 8) 记录端子在未达到预期的停止位置前插入护套所需的峰值力(即插入力)和端子到达预期停止位置后护套所承受的力(即止推力)。

4.11.2.3 端子保持力

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最大规格和最厚绝缘层的导线准备样品，端子和护套的数量见表 10。端子压接后可增加焊接。把护套放在温/湿度箱（温度 40℃、相对湿度 95%~98%）中保持 6 小时，然后在室温下保持 1 小时。本试验应在潮湿处理后 8 小时内完成，如不能完成，样品应放置在密封干燥的塑料袋中，在 24 小时内完成本试验；
- 2) 对每个护套和每个端子孔进行编号；
- 3) 将端子插入护套中，不安装 TPA；
- 4) 用夹具固定护套；
- 5) 用力测试仪夹持导线；
- 6) 以 50mm/min 的均匀速度增加力，将端子从护套中直线拔出；
- 7) 记录端子从护套中拔出所需要的力，及对应的端子孔编号和护套编号。如果在拔出端子之前护套破裂或导线断裂，应在试验报告中记录力值并描述此情况；
- 8) 按表 10 重新准备一组样品，安装 TPA，重复第 2~7 步。

4.11.3 要求

4.11.3.1 要求（低压连接器）

端子插入力见表 11、端子止推力见表 12、端子保持力见表 13。

表11 端子插入力

导线横截面积 mm ²	端子插入力 N
≤1	≤15
>1	≤30

注：对于密封连接器，插入力应包括单独密封堵与护套孔之间的摩擦力，或端子与整体密封垫之间的摩擦力（如适用）。

表12 端子止推力

端子规格 mm	止推力 N
0.5	≥35
>0.5	≥50

表13 端子保持力

端子规格 mm	一次自锁保持力 ^a N	潮湿处理后保持力（带 TPA） N	温度/湿度循环后保持力（带 TPA） N
0.5	≥20	≥40	≥40
0.64	≥30	≥60	≥50
1.2	≥40	≥70	≥50
1.5	≥45	≥70	≥50
2.8	≥60	≥100	≥70
6.3	≥80	≥130	≥90
9.5	≥100	≥150	≥140

表中未列出的端子规格的保持力用插值法计算
^a 包括连接器带 PLR 的情况。

4.11.3.2 要求（高压连接器）

端子插入力见表14、端子保持力见表15，端子止推力应大于端子插入力，或大于50N，应较大者为准。

表14 端子插入力

导线规格 mm ²	端子插入力 N
≤2	≤30
>2	≤75

注：对于密封连接器，插入力应包括单独密封堵与护套孔之间的摩擦力，或端子与整体密封垫之间的摩擦力（如适用）。

表15 端子保持力

导线规格 mm ²	一次自锁保持力 ^a N	潮湿处理后保持力（带 TPA） N	温度/湿度循环后保持力（带 TPA） N
0.3≤S<0.5	≥30	≥60	≥50
0.5≤S<0.75	≥45	≥70	≥50
0.75≤S<2	≥60	≥90	≥50
2≤S<5	≥80	≥110	≥50
5≤S<8	≥125	≥175	≥75
8≤S<32	≥200	≥235	≥115
≥32	≥300	≥450	≥225

^a 包括连接器带 PLR 的情况。

4.12 连接器的接合力和分离力（无助力型）

4.12.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.12.2 方法

4.12.2.1 连接器的接合力

试验顺序如下：

- 1) 准备相应数量的端子和适用的导线，使其能配备 15 对连接器；
- 2) 装配所有附件，例如端子、二次自锁、密封件等；
- 3) 对每个连接器进行编号；
- 4) 把插头连接器和插座连接器固定在力测试仪的夹具中。调节力测试仪使其确保插头连接器沿轴线直线插入插座连接器。建议绘制接合力与插入距离之间的关系图，如图 16；
- 5) 以 50mm/min 的均匀速度增加接合力，直至连接器完全配合；
- 6) 记录每对连接器对插至锁定位置需要的峰值力（接合力）。

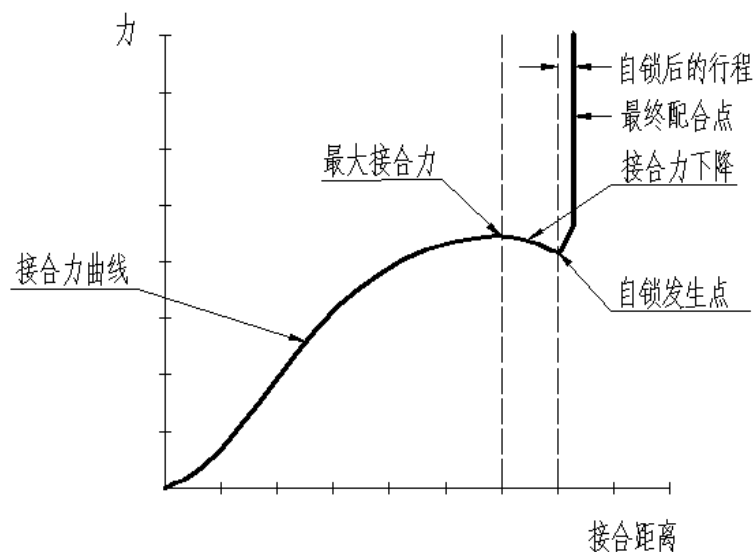


图 16 接合力与插入距离的关系图

4.12.2.2 连接器的分离力和自锁装置强度

试验顺序如下：

- 1) 准备15对配合好的连接器样品（CPA不应啮合），平均分为3组：
 - 第1组：5对不装配端子的连接器；
 - 第2组：5对装配端子的连接器；
 - 第3组：5对装配端子的连接器。
- 2) 用第1组样品，把一次自锁结构完全啮合的连接器固定在力测试仪的夹具中。调整夹具使分离力能直接均匀地施加到连接器主体上，调整力测试仪使其确保连接器能沿轴线直线分离。
- 3) 以50mm/min的均匀速度增加分离力，直至连接器完全分离；
- 4) 记录每对连接器的分离力，即自锁装置强度；
- 5) 用第2组样品，解除连接器一次自锁机构，重复第2～3步的操作，记录分离力；
- 6) 用第3组样品，向自锁结构持续施加解锁力直至解锁（解锁过程不应损坏任何部件）。记录解锁力。

4.12.3 要求

连接器的接合力和分离力应小于等于75N或供需双方商定，自锁装置强度见表16，解锁力应为6N～51N。

表16 自锁装置强度

端子规格 mm	(1~2) 孔	(3~6) 孔	>6 孔
≤0.64	≥80N	≥80N	≥100N
>0.64~≤2.8	≥80N	≥100N	≥120N
>2.8	≥100N	≥120N	≥120N
注：对于混合连接器，按最大端子规格和护套孔数在表中找对应值。			

4.13 助力型连接器的接合力和分离力

4.13.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.13.2 方法

4.13.2.1 预装位置的接合力和分离力

试验顺序如下:

- 1) 使用端子适用的导线准备相应数量的端子, 装配 10 对连接器;
- 2) 用力测试仪, 以50mm/min的均匀速度把连接器装配到预装位置。预装位置指插头连接器和插座连接器对插到助力机构将能起作用的位置;
- 3) 用力测试仪, 以50mm/min的均匀速度把连接器从预装位置分离;
- 4) 记录预装接合力和预装分离力。

4.13.2.2 助力机构在初始位置的保持力

试验顺序如下:

- 1) 使用端子适用的导线准备相应数量的端子, 装配 10 对连接器;
- 2) 用未与对配端配合的连接器, 将助力机构置于初始位置;
- 3) 用力测试仪, 以50mm/min的均匀速度沿锁止方向向助力机构施加力, 直至助力机构脱离初始位置;
- 4) 记录助力机构在初始位置的保持力。

4.13.2.3 助力型连接器的接合力和分离力

试验顺序如下:

- 1) 使用端子适用的导线准备相应数量的端子, 装配 10 对连接器;
- 2) 把连接器装配到预装位置, 当助力机构脱离初始位置后, 以50mm/min的均匀速度移动助力机构至锁止位置, 记录峰值力 (即接合力);
- 3) 当助力机构在锁止位置有“锁-放”结构时, 使“锁-放”结构处于锁止状态, 向助力机构的释放方向以50mm/min的均匀速度施加60N的力;
- 4) 解除“锁-放”结构 (如适用), 以50mm/min的均匀速度移动助力机构至初始位置, 记录峰值力 (即分离力);

4.13.2.4 助力型连接器的自锁装置强度

准备 6 对未装配端子的连接器, 把自锁装置已锁止的连接器 (解除 CPA, 如适用) 固定在夹具中, 以 50mm/min 的均匀速度分离连接器, 记录峰值力 (即自锁装置强度)。

4.13.2.5 “锁-放”结构的解锁力

准备 5 对未装配端子的连接器, 向“锁-放”结构施加解锁力, 使助力机构能从锁止位置释放, 记录峰值力。

4.13.3 要求

要求如下:

- 1) 预装接合力最大为75N, 预装分离力应为15N~75N;
- 2) 助力机构在初始位置的保持力应大于等于50N;
- 3) 助力型连接器的接合力和分离力最大为75N, 向助力机构的释放方向施加60N的力时, 助力机构不应打开或损坏;
- 4) 助力型连接器的自锁装置强度应大于等于110N;
- 5) “锁-放”结构的解锁力应为6N~51N。

4.14 连接器防错结构

4.14.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.14.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 根据错误方向试验的次数确定样品数量，每个错误方向至少测试一套样品；
- 2) 连接器中装满端子。应设计一种探测装置，在连接器配合的过程应能及时探测到插头端子的插入深度；
- 3) 把连接器在任何错误方向上与可能配对的另一半按下述方式进行对配。每次都应使用新样品：
 - a) 对插方向正确，但对配端（防错插结构不同）错误；
 - b) 对配端正确，但对插方向错误。
- 4) 把连接器固定到力测试仪的夹具中。调节力测试仪使其能按第3步中选择的方向把插头连接器直线插入插座连接器中；
- 5) 以50mm/min的均匀速度对插连接器，逐渐施加力直至正确配合时所需力的3倍，保持此力3秒；对于助力型连接器，使用4.13.2.1条中预装位置接合力力的3倍，保持此力3秒；记录下来探测装置探测到的信息。如果正确配合时所需力的3倍小于60N，则施加60N的力；如果正确配合时所需力的3倍大于150N，则施加150N的力。

4.14.3 要求

连接器承受错误接合力时不应损毁，插头端子和插座端子不应接触。

4.15 TPA（包括 PLR）的插入力和拔出力

4.15.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.15.2 方法

4.15.2.1 TPA 在预装位置的分离力(如适用)

准备 10 套不装配端子的护套，把护套固定在夹具中，以 50mm/min 的均匀速度从护套上直线分离 TPA，记录峰值力。

4.15.2.2 当所有端子都正确装配到连接器中，把 TPA 装配到锁止位置需要的力

准备 10 套 TPA 在预装位置（如适用）的连接器，在护套中插满端子，把连接器（包括 TPA）固定到夹具中，以 50mm/min 的均匀速度把 TPA 装配到锁止位置，记录峰值力。

4.15.2.3 当护套中不装配端子时，把 TPA 装配到锁止位置需要的力

准备 10 套不装配端子的护套，把护套固定到夹具中，以 50mm/min 的均匀速度把 TPA 装配到锁止位置，记录峰值力。

4.15.2.4 当一个端子没有装配到锁定位置时，TPA 装配到锁止位置需要的力

试验顺序如下：

- 1) 准备 10 套不装配端子的护套；
- 2) TPA 装配至预装位置（如适用）；

- 3) 分析端子和 TPA 的结构并确定一个试验端子孔：当这个端子没有装配到锁定位置时，把 TPA 装配到锁止位置需要的力最小；
- 4) 把端子插入第 3 步确定的端子孔，使端子处于既能实现电气连接但又不锁定的位置；
- 5) 把连接器固定到夹具中；
- 6) 以 50mm/min 的均匀速度把 TPA 装配到锁止位置，记录峰值力；

4.15.2.5 TPA 从锁止位置第一次释放所需的力

准备 10 套装满端子的连接器，将 TPA 装配到锁止位置（可使用 4.15.2.2 项试验后的样品）；把连接器固定在夹具中；以 50mm/min 的均匀速度从连接器上直线分离 TPA，直至完成第一次释放；记录峰值力。

4.15.3 要求

要求如下：

- 1) TPA 从预装位置分离需要的力至少为 20N 或由供需双方商定；
- 2) 当所有端子都正确装配到连接器中，TPA 装配到锁止位置需要的力最大为 60N；
- 3) 护套中不装配端子时，TPA 装配到锁止位置需要的力至少为 15N；
- 4) 当一个端子没有装配到锁定位置时，TPA 装配到锁止位置需要的力至少为 60N；
- 5) TPA 从锁止位置释放所需的力应为 18N~60N 或由供需双方商定。

4.16 CPA 的插入力和拔出力

4.16.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.16.2 方法

4.16.2.1 当连接器正确配合后，CPA 的插入力和拔出力

准备 10 对连接器，把连接器对插到位，同时 CPA 装配到预装位置（如适用），以 50mm/min 的均匀速度把 CPA 插入到锁止位置，记录峰值力；以 50mm/min 的均匀速度把 CPA 从锁止位置拔出，记录峰值力。

4.16.2.2 当连接器没有配合时，CPA 的插入力

准备 10 套未配合的连接器，把 CPA 装配到预装位置（如适用），以 50mm/min 的均匀速度沿 CPA 的锁止方向施加力直至 CPA 装配到锁止位置，记录峰值力。

4.16.2.3 CPA 在预装位置的拔出力(如适用)

准备 10 套连接器，把 CPA 装配到预装位置，以 50mm/min 的均匀速度沿 CPA 的拔出方向施加力直至 CPA 从连接器上分离。记录峰值力。

4.16.3 要求

连接器正确配合后，CPA 的插入力最大为 22N，拔出力应为 10N~30N；连接器没有配合时，CPA 的插入力至少为 60N；CPA 在预装位置的拔出力至少为 60N。

4.17 振动/机械冲击

非密封连接器用 V1 振动等级进行试验，密封连接器用 V2 至 V5 振动等级进行试验。

4.17.1 设备

温度-湿度-振动综合试验箱。

4.17.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最大规格和最厚绝缘层的导线准备 10 对连接器（1 线连接器需 20 对），连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等；
- 2) 用胶带把导线捆扎在一起，线束末端与固定支架连接牢固。安装方法见图 17；

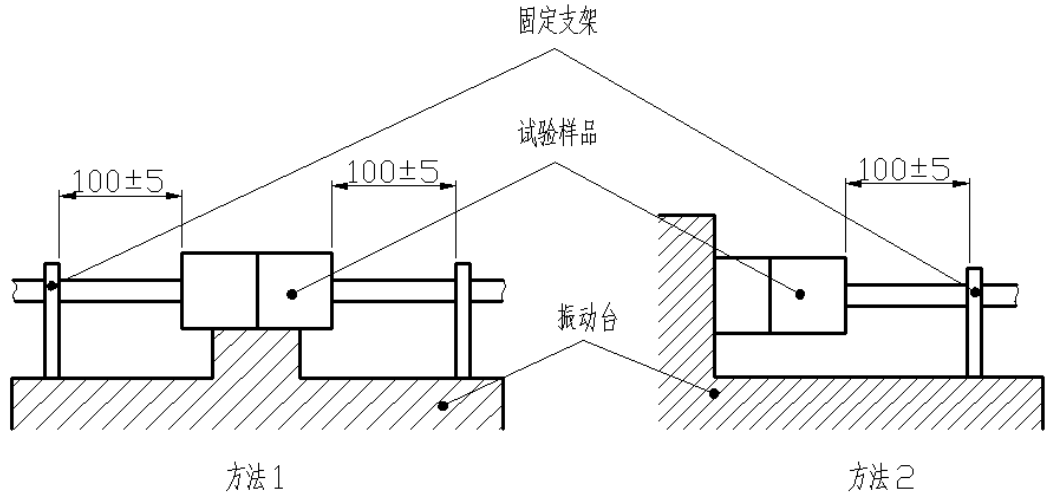


图 17 安装方法

- 3) 将样品平均分为2组。第1组用于振动后的微电流接触电阻试验，第2组用于试验过程中电路连续性监控；
- 4) 按表17在三个互相垂直的方向上依次对试验样品进行机械冲击。

表 17 振动等级参数表

振动等级	轴向振动 脉冲		波形	方向	持续时间 ms	加速度 g
V1	10		半正弦波	正向	5~10	35
V2	10		半正弦波	正向	5~10	35
V3	1	132×6=792	半正弦波	正向/反向	15	25
V4	2	3×6=18	半正弦波	正向/反向	11	100
V5						

- 5) 根据相应的振动等级，按表18对试验样品进行振动。功率谱密度（PSD）或加速度与频率见附录B。
在振动过程中同时进行热循环时，则每次热循环包括：
—— 最低温度持续时间：2 小时；
—— 最高温度（按表 2 选择）持续时间：2 小时；
—— 温度变化率：3~5° C/min。
- 6) 在室温（23±5）℃下保持 48 小时；

表 18 振动持续时间表

振动等级	正弦持续 小时/轴	随机持续 小时/轴	热循环
V1	N/A	8	N/A
V2	N/A	8	N/A
V3	22	22	根据 4.17.2-5
V4	32	50	根据 4.17.2-5
V5	N/A	22	N/A
注：正弦振动和随机振动应单独执行，且使用不同的样品。			

7) 振动试验时，电路连续性监控按如下步骤进行：

- a) 10 线及以内的连接器，5 对连接器（1 线连接器 10 对）上所有的端子孔都应监控；10 线以上的连接器，5 对连接器上至少监控 50 对端子，被监控的端子应尽可能平均分布，但这种连接器的每个孔位都应被监控到。建议按图 18 的方式分布监控端子；

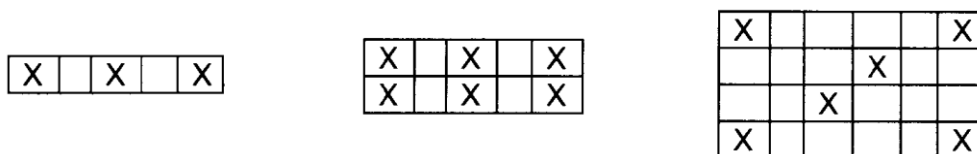


图 18 电路监控的通用方式

- b) 将所有被监控端子的导线首尾相连（锡焊）形成一条串联电路，一端焊接到电阻器，另一端连接至电源正极。把电源负极焊接到电阻器的另外一端。把连续测试仪和电阻器并联起来并确保连续测试仪的负极连接到电源负极。调节电源向电路提供 100mA 直流电。如图 19。

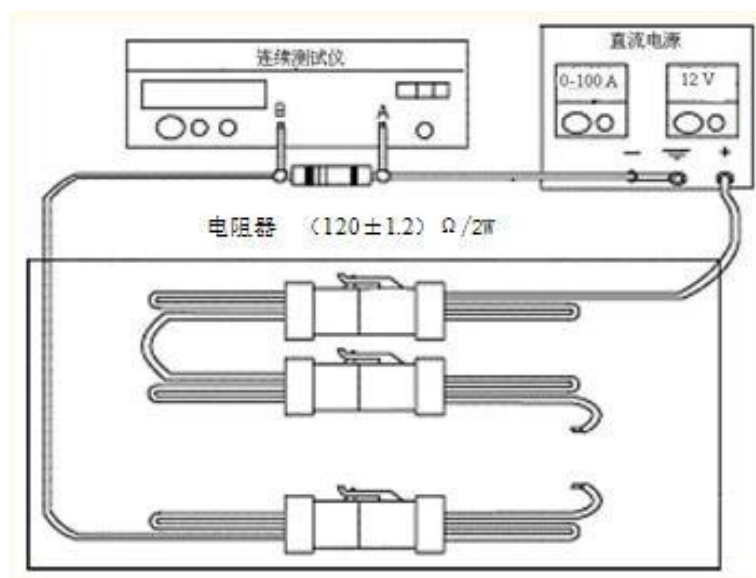
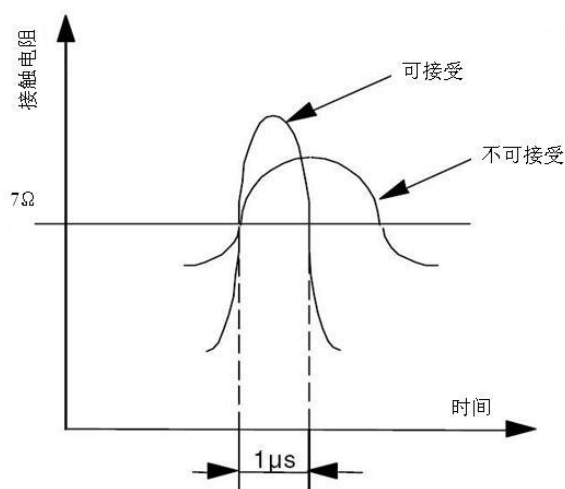


图 19 电路连续性试验参考装置

4.17.4 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求；试验过程中，端子接触电阻连续大于 7Ω 的时间不应超过 $1\mu s$ 。如图20。



4.18 连接器对插到位声响

4.18.1 设备

分贝测量仪。

4.18.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 准备 16 对不装配端子的连接器，平均分为 2 组。装配 TPA、密封件等附件（如适用）；
- 2) 测量并记录环境声音等级。环境声音等级应为 $30\sim 50$ 分贝；
- 3) 把分贝测量仪放置到距连接器 600 ± 50 mm处；
- 4) 手工对插第一组连接器，测量连接器锁合产生的声音等级；
- 5) 将第2组连接器潮湿处理（温度 40°C 、相对湿度 $95\%\sim 98\%$ 中保持6小时）后，30分钟内重复上述第2～4步。

4.18.3 要求

连接器对插到位产生的声音等级应高于环境声音：潮湿前7分贝，潮湿后5分贝。或由供需双方商定。

4.19 跌落

4.19.1 设备

米尺；

4.19.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 准备 18 个护套，将 TPA、CPA、控制杆或滑杆置于预装位置（如适用）；
- 2) 把护套平均分为 6 组，在 X,Y,Z 三个方向上进行试验；
- 3) 对于矩形连接器的 6 个面，每个面试验一组护套。从 1 米高的位置把护套跌落到水平混凝土地面上；
- 4) 记录样品损坏和附件脱离的情况。

4.19.3 要求

试验样品应符合外观检查的要求，适用附件不应从它的预装位置脱离。

4.20 端子孔强度

本试验不适用于TPA能够推动端子使其到达锁定位置和TPA在装配方向与端子互相垂直的情况。

4.20.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.20.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 准备 5 个 TPA 不在锁定位置的连接器和 5 个端子；
- 2) 从测试样品中随机为每种规格的端子选择一个端子孔；
- 3) 用 4.15.2.2 中测定的力增加 40N 作为本试验所需要的力。对于规格小于 1.5mm 的端子，最小力为 60N；对于规格大于等于 1.5mm 的端子，最小力为 80N；
- 3) 把端子插入选择的端子孔，使它刚好不到锁定位置。然后以 50mm/min 的均匀速度向 TPA 施加第 3 步中确定的力。记录 TPA 是否到位并锁定，如图 21；
- 4) 撤销施加力，把 TPA 退回，然后将端子、TPA 装配到位；
- 5) 测试并记录端子保持力。

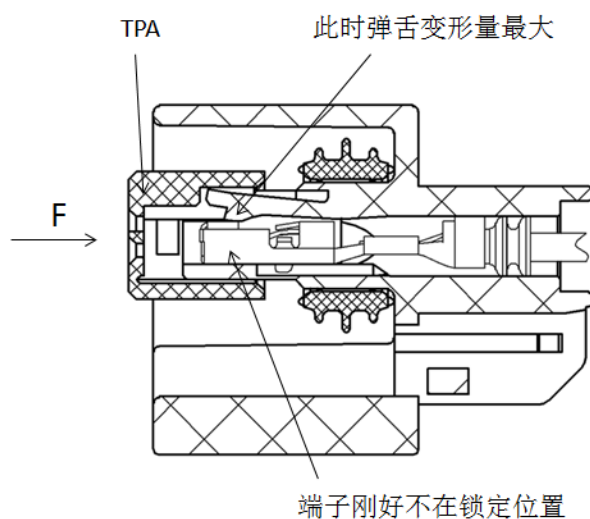


图 21 端子孔强度

4.20.3 要求

当施加第 4 步中规定的力时，TPA 不能插入到最终位置。且端子保持力应符合表 13 中潮湿处理后的数值要求。

4.21 端子、端子孔的防错结构

本试验不适用于端子在任何方向（360°）都能正确插入端子孔并锁定的情况。

4.21.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.21.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 分析端子和端子孔结构，确定错误的端子插入方向。一般情况下，至少应对 90° 、 180° 、 270° 的错插方向进行试验。矩形端子至少对 180° 的错插方向进行试验；
- 2) 用端子适用的最大规格和最厚绝缘层的导线准备足够多的端子和护套，按第 1 步中确定的错插方向，每个方向至少试验 10 次，每次试验都应使用新端子和新端子孔，护套上的每个端子孔都应测试。对每个护套和每个端子孔进行编号；
- 3) 把护套固定在夹具中，护套不能受力变形；
- 4) 用力测试仪在距绝缘支撑 20mm 处夹持导线；
- 5) 调整力测试仪，使其能按第 1 步中选择的错插方向将端子直线插入端子孔；
- 6) 插入力为端子插入护套力最大值的 1.5 倍或 15N，以较大者为准；
- 7) 以 50mm/min 的均匀速度施加第 6 步中规定的力将端子插入端子孔；
- 8) 记录试验结果：端子未插入端子孔、端子插入深度等情况；
- 9) 用新端子和新端子孔重复第 3~8 步，测试所有端子孔。

4.21.3 要求

在错插情况下，端子不能插入端子孔或绝缘支撑和密封件露在端子孔的外面，如图 22；端子和端子孔不应出现影响后续正常插入和功能的现象。

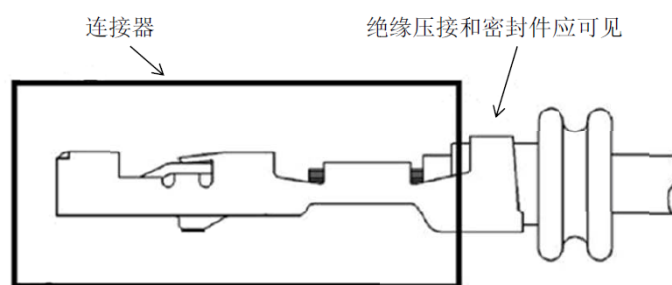


图 22 错误方向下把端子插入端子孔的状态

4.22 固定结构机械强度（形式及尺寸见附录 C）

4.22.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.22.2 方法

试验顺序如下

- 1) 准备 30 个样品，每个方向 5 个；
- 2) 把连接器安装到能与连接器固定结构相配合的支架上（如图 23）。不应额外加强连接器的固定结构；
- 3) 在 F1 方向，以 50mm/min 的均匀速度对连接器施加力直至 50N 或固定结构破坏。此力应施加在连接器尾部边缘 5mm 处，以便产生最大的力矩。（见图 24、图 25）；
- 4) 将连接器从支架上移走；
- 5) 用其它 4 个连接器重复上述第 2~4 步；
- 6) 在其它 5 个方向上（F2~F5 方向为 50N，F6 方向为 110N）重复第 2~5 步。如果没有损坏，可在同一个连接器上测试多个方向的力。

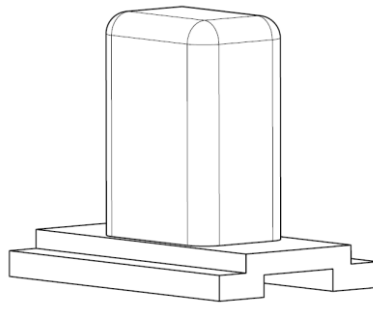


图 23 安装支架举例

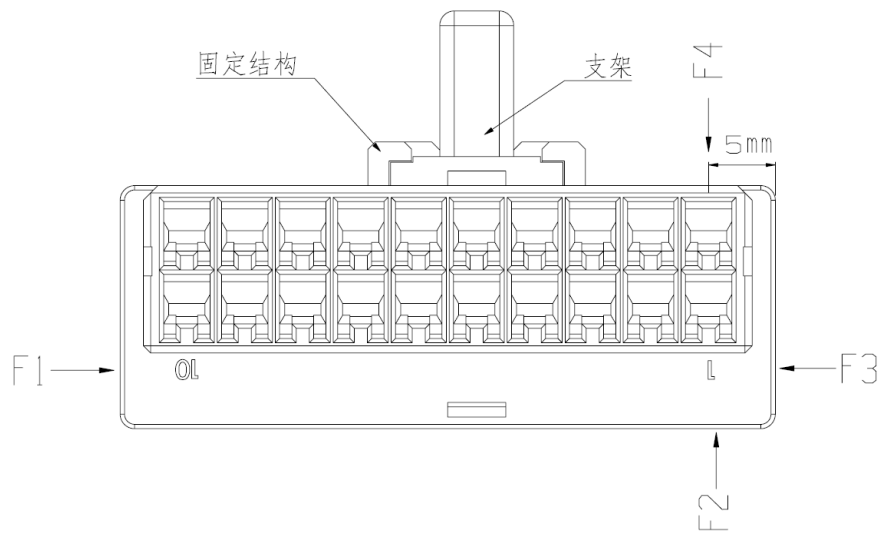
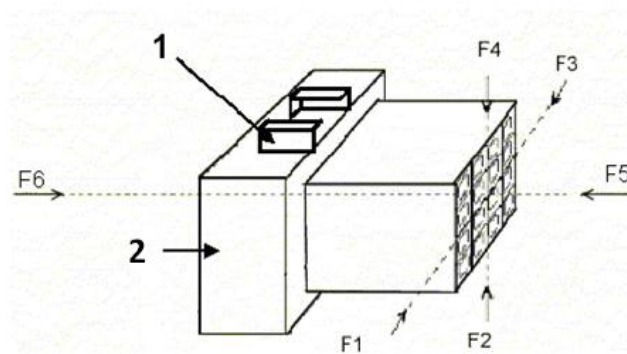


图 24 正视图



1—固定结构

2—试验连接器

注：箭头表示施加力的方向，而不是施加力的位置

图 25 轴侧图

4.22.3 要求

连接器固定结构不应破坏或不应与安装支架分离。

4.23 助力机构机械强度

4.23.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪。

4.23.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 准备 5 个护套，将助力机构置于预装位置；
- 2) 制作一套不会破坏护套的固定夹具，可将护套的对配端作为夹具的一部分；
- 3) 把护套固定在夹具中；
- 4) 当助力机构在预装位置和锁止位置时，如图 26，朝 F 方向及反方向，以 50mm/min 的均匀速度向助力机构施加 100N 的力；
- 5) 把助力机构置于预装位置和锁止位置的中间位置，如图 26，朝 F 方向及反方向，以 50mm/min 的均匀速度向助力机构施加 60N 的力。

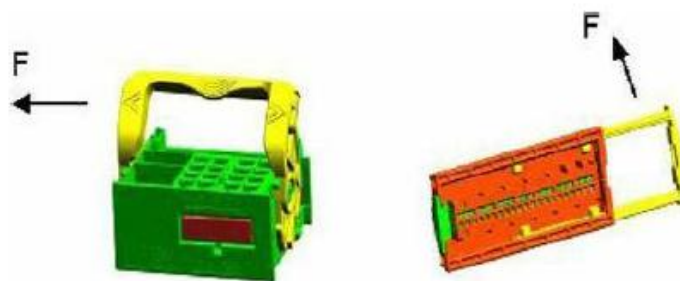


图 26 助力机构机械强度

4.23.3 要求

连接器助力结构不应破坏。

4.24 密封件的保持力（未配合的连接器）

4.24.1 设备

带有变速马达的旋转台。

4.24.2 方法

试验顺序如下

- 1、准备 10 个装密封圈的护套；
- 2、按图 27 设置试验台，固定除密封件之外的所有零件；
- 3、以 1960m/s^2 （约 200g）的加速度旋转试验台并保持 10 秒，用下面的公式计算需要的转速（rpm）；

$$N = \frac{\sqrt{1960/R}}{2} \times 60$$

其中 R=固定台的中心到密封件的距离（m）

- 4、旋转后，记录密封件在连接器上的位置。

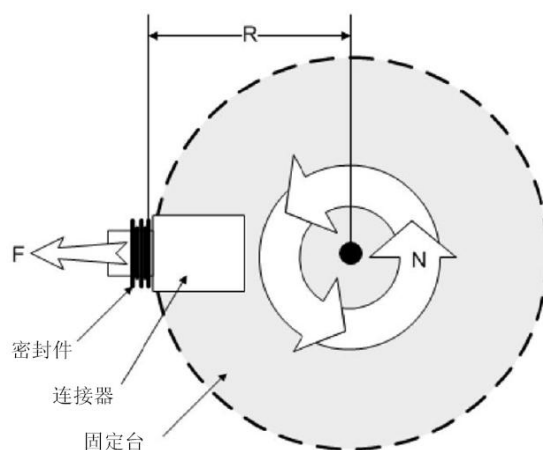


图 27 未配合连接器密封件的保持力试验

4.24.3 要求

试验后，密封件应保持在原设计位置。

4.25 密封件的保持力（配合的连接器）

4.25.1 设备

无

4.25.2 方法

准备 10 对装配好密封件的连接器，将连接器对插到位，然后快速将连接器分离。

4.25.3 要求

试验后，密封件应保持在原设计位置。

4.26 板端插针保持力

4.26.1 设备

具有波峰读数特征的力测试仪；

4.26.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 把样品放置在相对湿度为95%~98%和温度为40℃的环境下保持6小时，然后完成拔出试验；
- 2) 试验应在插针的中心线上施加推力和拉力。如有弯曲插针，可切去插针上的弯曲部分；
- 3) 把连接器固定在夹具中；
- 4) 用力测试仪向插针逐渐施加力，记录插针开始移动时（移动距离小于0.2mm）峰值力；
- 5) 使用新样品，改变力的方向重复第3步和第4步。测试所有插针，且数量不少于10个。

4.26.3 要求

板端插针保持力见表19。

表 19 板端插针保持力

端子规格 mm	最小保持力 N
<1.2	15
≥1.2	50

4.27 绝缘电阻

4.27.1 设备

兆欧表。

4.27.2 方法

试验顺序如下：

本试验用做过潮湿处理的或做过污染物入侵试验后的连接器。

对于非密封连接器，在做过环境试验之后，应将样品放置在室温（ 23 ± 5 ）℃环境下至少3小时。

对于密封连接器，在做过潮湿处理或污染物（耐化学试液除外）入侵试验后1小时内完成绝缘电阻试验。

1) 对于未做过环境试验的护套，按4.1.4准备端子样品；

2) 将兆欧表设置在500V（高压连接器应为1000V）直流档，并连接至如图28的导线末端, 使相邻的端子有相反的极性；

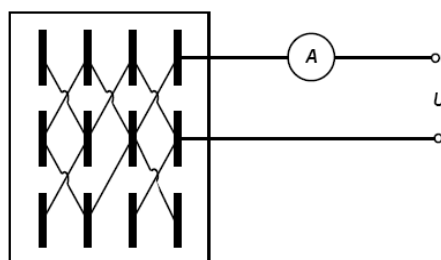


图 28 绝缘电阻试验中导线的连接方法

3) 施加试验电压，使试验仪器达到稳定状态。用兆欧表测量相邻端子间的电阻值；

4) 记录测试结果；

5) 对于带短路棒的连接器，在短路棒短路的端子之间测量绝缘电阻（短路棒应“打开”）。

4.27.3 要求

相邻端子之间的绝缘电阻至少为100MΩ。

4.28 绝缘介电强度

4.28.1 绝缘介电强度（低压连接器）

4.28.1.1 设备

高压测试装置。

4.28.1.2 方法

试验顺序如下：

本试验用做过潮湿处理的或做过污染物入侵试验后的连接器。

对于非密封连接器，在做过环境试验之后，应将样品放置在室温（23±5）℃环境下至少3小时。

对于密封连接器，在做过潮湿处理或污染物（耐化学试液除外）入侵试验后1小时内完成绝缘介电强度试验。

- 1) 将高压测试装置连接至如图28的导线末端,使相邻的端子有相反的极性;
- 2) 将高压测试装置设置为1000V交流电（50Hz或60Hz）或1600V直流电，并使相邻的端子之间承受规定的电压至少60秒，记录电流泄漏情况；
- 3) 将连接器的外壳用金属箔包裹起来，金属箔不能接触到任何端子和导线；
- 4) 将高压测试装置的负极连接至金属箔上，将正极连接至所有导线末端；
- 5) 将高压测试装置设置为1000V交流电（50Hz或60Hz）或1600V直流电，并使金属箔与所有导线末端之间承受规定的电压至少60秒，记录电流泄漏情况。

4. 28. 1. 3 要求

试验中连接器任何两个端子孔之间和端子孔与连接器外壳之间不能有介质断裂或击穿现象，电流泄露应小于等于1mA。

4. 28. 2 绝缘介电强度（高压连接器）

4. 28. 2. 1 设备

高压测试装置

4. 28. 2. 2 方法

试验顺序如下：

对于非密封连接器，在做过环境试验之后，应将样品放置在室温（23±5）℃环境下至少3小时。

对于密封连接器绝缘介电强度试验应在环境试验后1小时内开始并在8小时内完成。

- 1) 将高压测试装置连接至如图28的导线末端,使相邻的端子有相反的极性;
- 2) 试验电压（直流或交流）按表20选取，并使相邻的端子之间承受规定的电压至少60秒，记录电流泄漏情况；

表20 绝缘介电强度试验电压

连接器额定电压 V	交流电压 AC	直流电压 DC
60<U≤110	1000	1600
110<U≤300	1600	2500
300<U≤600	1000+2X (X 指连接器的额定电压)	1600+3.2X (X 指连接器的额定电压)

- 3) 把所有导线末端连接在一起，将连接器的外壳用金属箔包裹起来，金属箔不能接触到任何端子和导线。如果连接器有外部金属屏蔽层，则可用屏蔽层代替金属箔；
- 4) 将高压测试装置的负极连接至金属箔（或屏蔽层）上，将正极连接至所有导线末端；
- 5) 将高压测试装置设置为第2步选择的电压，并使金属箔与所有导线末端之间承受该电压至少60秒，记录电流泄漏情况。

4. 28. 2. 3 要求

试验中连接器任何两个端子孔之间和端子孔与连接器外壳之间不能有介质断裂或击穿现象，电流泄露应小于等于5mA。

4.29 热冲击

4.29.1 设备

温度冲击试验箱（-40℃~175℃）、电路连续性监控设备。

4.29.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的任一规格导线准备10对连接器，连接器应包括所有附件，如TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 将样品平均分为2组。第1组用于热冲击后的微电流接触电阻试验，第2组用于试验过程中电路连续性监控；
- 3) 将样品放置在温度箱内，样品之间不应相互接触；
- 4) 配合好的样品将经过100次的热冲击循环，每次循环包括：
 - -40℃时30分钟；
 - 30秒最大过渡时间；
 - 按表2选定的温度等级的最高温度30分钟；
 - 30秒最大过渡时间。
- 5) 试验过程中，应按4.17.2（振动/机械冲击）的第7步对第2组进行电路连续性监控。

4.29.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求；试验过程中，端子接触电阻连续大于 7Ω 的时间不应超过 1μ s。

4.30 温度/湿度循环

4.30.1 设备

温/湿度试验箱（-40℃~175℃，相对湿度0%~99%）。

4.30.2 方法

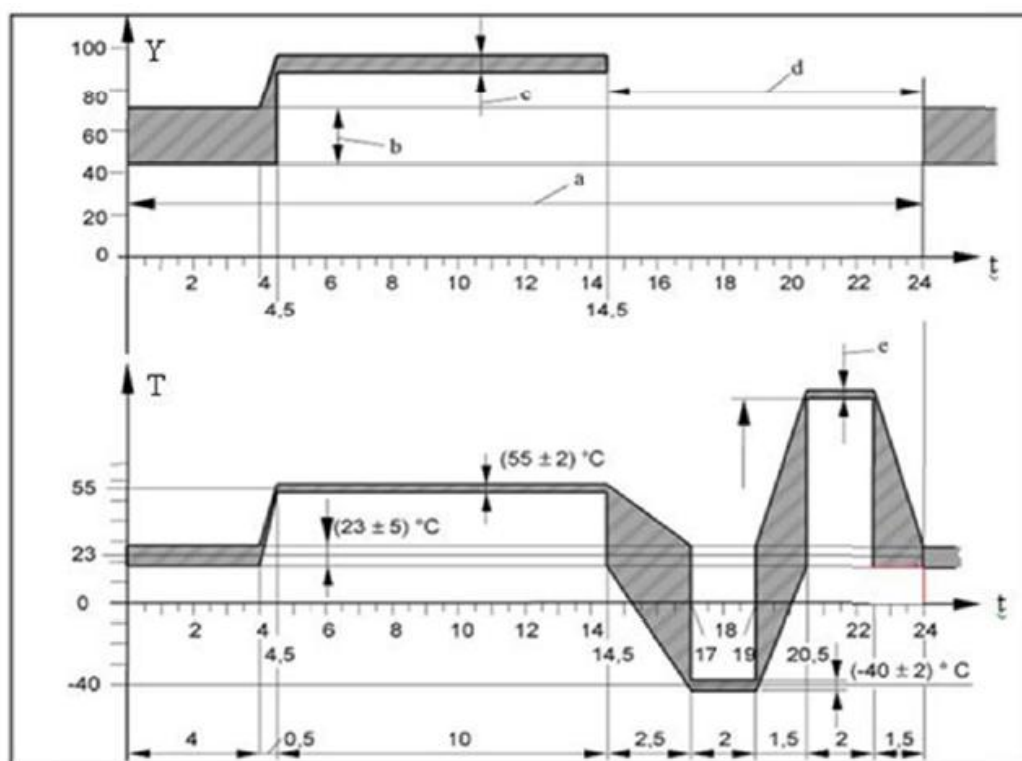
试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备10对连接器，连接器应包括所有附件，如TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 将样品放置在温/湿度箱内，样品之间不应相互接触；
- 3) 按图29规定的温度和湿度对样品进行10个循环，每个循环包括：
 - 保持温/湿度箱内温度（23±5）℃，相对湿度45%~75%，4小时；
 - 在0.5小时内，将温/湿度箱内温度升高至（55±2）℃，相对湿度95%~99%；
 - 保持温/湿度箱内温度（55±2）℃，相对湿度95%~99%，10小时；
 - 在2.5小时内把温/湿度箱内温度降到（-40±2）℃；
 - 保持温/湿度箱内温度（-40±2）℃，2小时；
 - 在1.5小时内，将温/湿度箱内温度从（-40±2）℃升高到表2中选定的最高温度；
 - 保持温/湿度箱内温度在表2中选定的最高温度，2小时；
 - 在1.5小时内将温/湿度箱内温度恢复到（23±5）℃。

在一次循环结束时，试验可以中断，中断期间，试样应放在温度（23±5）℃，相对湿度 45%~75%的条件下进行保存，中断时间应记录在试验报告中。

4.30.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。



注：阴影部分标示允许的温度/湿度公差

a 一个循环 b 45%~75% c 95%~99% d 湿度不受控制
e 最高温度 t 时间（单位：小时） T 温度（单位：°C） Y 相对湿度

图 29 温/湿度循环

4.31 热老化

4.31.1 设备

温度箱(-40°C~175°C)

4.31.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备10对连接器，连接器应包括所有附件，如TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 把温度箱设置为表2中选定温度等级的最高温度并使温度稳定；
- 3) 将样品放置在温度箱内保持 1008 小时（或由供需双方商定），样品之间不应相互接触。

4.31.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

4.32 耐化学试液

本试验仅适用于密封等级为S2和S3的连接器。因为同种材料可生产多种连接器，所以本试验可使用同种材料的历史试验数据。

4.32.1 设备

不锈钢容器或耐热玻璃烧杯。

4.32.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备 8 对连接器，连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 把连接器浸没在表21中列出的每种液体中保持30分钟。每种液体应使用1个新样品；

表 21 化学试液

试液名称	液体规格	试验温度 ℃
汽油	GB 484	23±5
柴油	GB 252	23±5
润滑油	GB 11121	50±5
酒精	85% 酒精+15% GB484	23±5
动力转向液	GB11118.1	50±5
自动变速箱油	由汽车制造商提供	50±5
发动机冷却液	50%乙二醇+50%蒸馏水（体积比）	50±5
刹车液	GB12981	50±5

- 3) 浸泡结束后取出样品，不要抖落样品上的液体，在室温环境下保存7天。不应让浸泡在不同液体中的样品接触，也不应让不同的液体滴落到一起。

4.32.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

4.33 水密性

4.33.1 设备

不锈钢容器或耐热玻璃烧杯、兆欧表、温/湿度试验箱（-40℃～175℃，相对湿度0%-99%）。

4.33.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备 10 对连接器，连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 按每升水加 15～16 克食盐和 10ml 液体洗涤剂的比例配制盐水溶液，加入适当的颜料，将溶液搅拌均匀后倒入试验容器内并冷却至 0℃；
- 3) 将样品放置在温/湿度箱内，样品之间不应相互接触；
- 4) 按试验顺序表做温/湿度循环或热老化试验；
- 5) 从温/湿度箱内取出样品，在30秒内将样品浸泡在深度为300mm～400mm的0℃盐水溶液中保持30分钟；
- 6) 从盐水溶液中取出样品，擦干样品外表，立即执行4.27绝缘电阻试验。

4.33.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

4.34 气密性

4.34.1 设备

压力/真空源、容器、温/湿度试验箱(-40℃~175℃，相对湿度0%-99%)。

4.34.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备 10 对连接器，连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 在连接器中插入一根有足够强度的管子，管子外表面和密封堵之间不应有泄漏；
- 3) 按每升水加 15~16 克食盐和 10ml 液体洗涤剂的比例配制盐水溶液，加入适当的颜料，将溶液搅拌均匀后倒入试验容器内；
- 4) 密封所有导线末端，消除通过导线股丝而可能发生的泄漏；
- 5) 将管子连接压力/真空计，把样品浸泡在第 3 步准备的盐水溶液中；
- 6) 调节压力/真空源，使之能提供48KPa的压力。当达到规定的压力时，观察样品至少15秒，记录有无气泡出现；
- 7) 调节压力/真空源，使之能提供负48KPa的压力。当达到规定的压力时保持至少15秒；
- 8) 按试验顺序表做温/湿度循环或热老化试验；
- 9) 重复第5~8步的操作，不同之处是第6步和第7步中压力源设置为28KPa；
- 10) 从盐水溶液中取出样品，擦干样品外表, 立即执行 4.27 绝缘电阻试验；

4.34.3 要求

当达到规定压力时，样品不应有气泡出现；试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

4.35 高压水喷射

本试验仅适用于密封等级为S3的连接器。

4.35.1 设备

高压喷射器、喷嘴（图 30）、旋转台。

4.35.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最小规格和最薄绝缘层的导线准备 10 对连接器，连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等。对每对连接器进行编号；
- 2) 把样品固定到试验台上，使连接器面对喷嘴放置；
- 3) 伴随着旋转台的转动，按表22规定的参数和图31规定的位置，喷嘴从0° 开始对连接器进行喷射，每个位置喷射30s；
- 4) 从试验箱中取出样品，擦干样品外表, 立即执行4.27绝缘电阻试验。

4.35.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

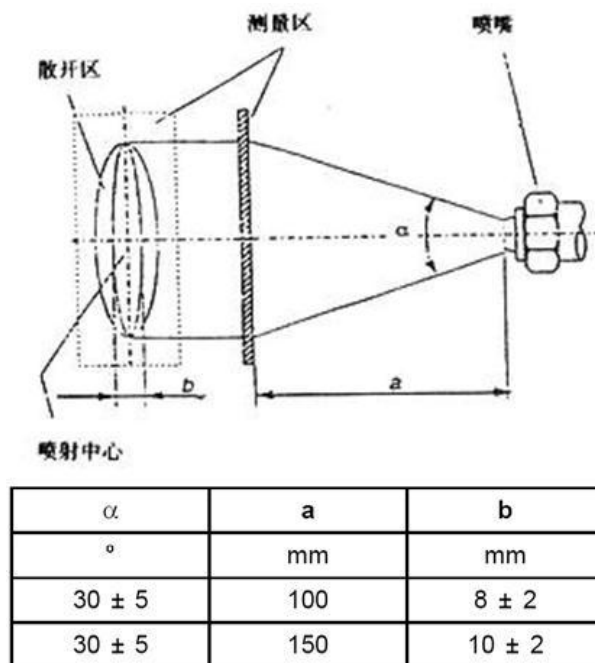


图 30 喷嘴及喷射尺寸

表 22 高压喷射试验参数

设备	喷射要求	流量 L/min	水压 kPa	水温 ℃	喷射时间 30s
喷嘴	1、旋转台速度 (5 ± 1) rpm 2、位置角度 (0° , 30° , 60° , 90°) $\pm 5^\circ$ 3、距离 (100-150) mm	14-16	8000-10000	80 ± 5	每个位置

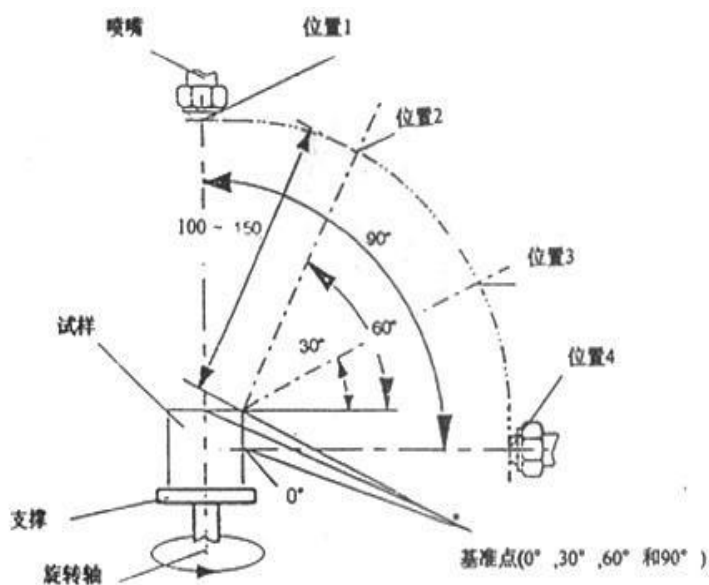


图 31 喷嘴及试验台布置

4.36 盐雾试验

4.36.1 盐雾试验（低压连接器）

4.36.1.1 设备

盐雾试验箱。

4.36.1.2 方法

用端子适用的任一规格导线准备 10 对连接器，连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等；按 GB2423.17 执行中性盐雾试验，试验时间 48 小时或供需双方协商确定。

4.36.1.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

4.36.2 盐雾试验（高压连接器）

4.36.2.1 设备

盐雾试验箱。

4.36.2.2 方法

试验顺序如下：

- 1) 用端子适用的最大规格和最厚绝缘层的导线准备 10 对连接器，用带有粘性的热缩管密封导线末端。连接器应包括所有附件，如 TPA、CPA、密封件等；
- 2) 对于线线连接器：从一端电线屏蔽层通过连接器护套到另一端电线屏蔽层，测量每对连接器的微电流接触电阻；
- 3) 对于设备连接器-板端连接器：从设备连接器端的电线屏蔽层通过连接器护套到设备，测量每对连接器的微电流接触电阻；
- 4) 执行GB2423.17（中性盐雾试验），试验时间96小时；
- 5) 喷雾结束后，用气枪吹走样品上的盐溶液，按上述第2步和第3步的方法测量电压降；
- 6) 把连接器拔开，测量连接器内的导体与屏蔽层之间的绝缘电阻。

注：盐雾试验之前，微电流接触电阻的检测导线应能连接至导线屏蔽层并密封。

4.36.2.3 要求

盐雾试验后的微电流接触电阻不应大于试验前的2倍，且盐雾试验后样品应符合4.27绝缘电阻的要求。

4.37 防尘试验

4.37.1 设备

灰尘试验箱。

4.37.2 方法

试验顺序如下

- 1) 用端子适用的任一规格导线准备10对连接器，连接器应包括所有附件，如TPA、CPA、密封件等；
- 2) 按图32准备试验设备；
- 3) 使用的粉尘应清洁干燥、不分解，颗粒大小见表23；

表23 粉尘颗粒大小

小于150 μ m	100%~99%	按重量计算
小于105 μ m	86%~76%	按重量计算
小于75 μ m	70%~60%	按重量计算
小于40 μ m	46%~35%	按重量计算
小于20 μ m	30%~20%	按重量计算
小于10 μ m	19%~11%	按重量计算
小于5 μ m	11%~5%	按重量计算
小于2 μ m	5%~1.5%	按重量计算

粉尘的浓度应大约为1m³的容器内有2kg的粉尘（粉尘按上述颗粒分类选择一种）。不应为碳化材料或其它杂质；

- 4) 将灰尘和连接器放到试验箱中。试验样品安装的方法应和其在车上安装的方法相似。在5小时内灰尘每15分钟搅动6秒或供需双方协商确定。

4.37.3 要求

试验样品应能按试验顺序表完成相关试验并符合试验要求。

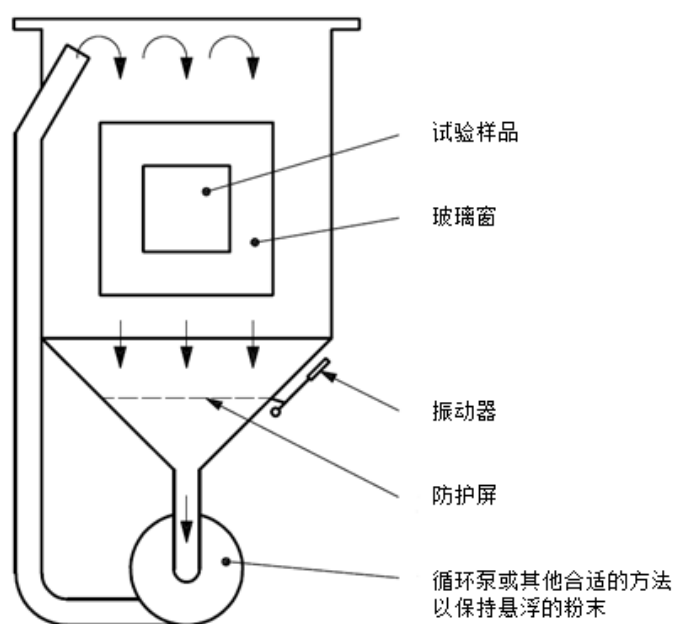


图 32 防尘试验设备

附录 A
(规范性附录)
端子载流能力试验方法

本附录给出了端子最大载流能力的试验方法，步骤如下：

- 1、用端子的最大设计电流，测量 150mm 导线的电压降。对于板端连接器，测量 75mm 导线的电压降；
- 2、按图 12 搭建试验电路，按图 13 放置试验样品，最少使用 10 对端子。对导线测量点进行锡焊，将检测导线连接至 T_1 、 T_2 （图 7、图 8）。环境温度传感器的测量点和试验样品在同一平面，使探针正对着发热源；
- 3、接通电源、数字式万用表和数据记录仪；
- 4、缓慢地增加电源的输出电流，直至它能向被试验端子提供最大设计电流的 50% 为止；
- 5、等待至少 15 分钟，使电路的温度达到稳定状态。然后记录环境温度、每对端子接触面的温度、每对端子上的毫伏电压降（图 11 中 T_1 至 T_2 的毫伏电压降，减去导线的毫伏电压降）。然后计算端子的接触电阻；
- 6、以小于端子最大设计电流的 10% 为单位增加试验电流，然后重复第 5 步；
- 7、重复第 5 步和第 6 步直至发生下面三种状态中的一种为止，此时的电流定义为端子的最大载流。
 - a. 端子接触面的温升超过 55℃；
 - b. 端子的接触电阻超过了表 9 的规定；
 - c. 端子出现了不符合外观检查的要求。
- 8、在 X 轴上表示电流，在 Y 轴上表示温升，用图表的形式表示出所有规格导线的温升和电流的曲线图。

附录 B
(规范性附录)
功率谱密度 (PSD) 或加速度与频率

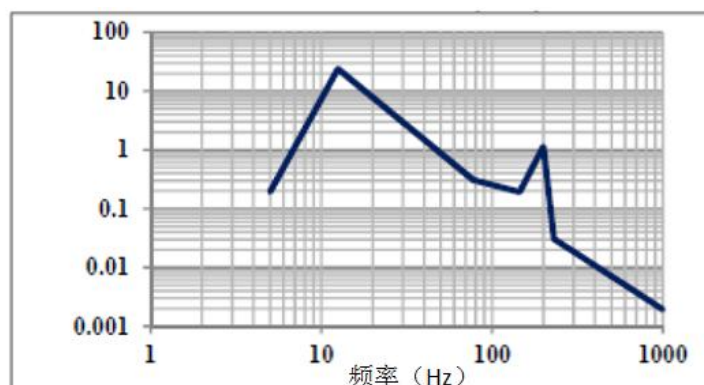


图 B. 1 V1 随机振动 PSD 与频率

表 B. 1 V1 随机振动 PSD 与频率

频率 (Hz)	PSD ($(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$)
5.0	0.192
12.5	23.8
77.5	0.307
145.0	0.192
200.0	1.13
230.0	0.031
1000.0	0.002

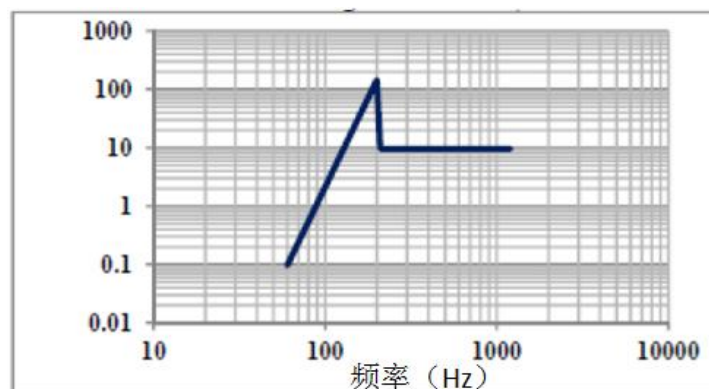


图 B. 2 V2 随机振动 PSD 与频率

表 B. 2 V2 随机振动 PSD 与频率

频率 (Hz)	PSD ($(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$)
60	0.096
200	144
210	9.60
1200	9.60

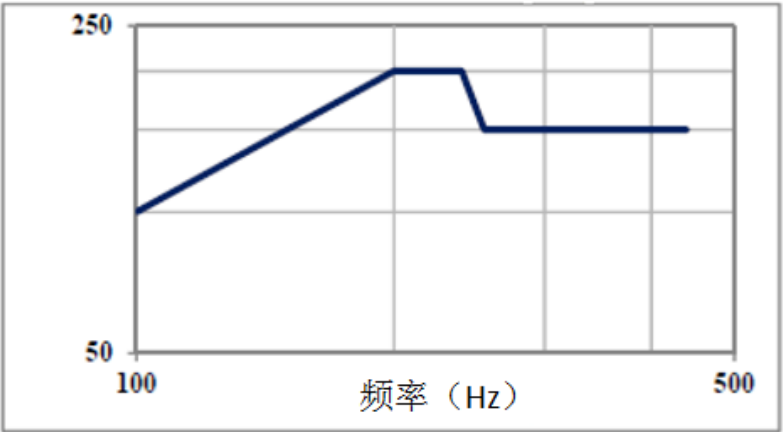


图 B. 3 V3 正弦振动 加速度与频率

表 B. 3 V3 正弦振动 加速度与频率

频率 (Hz)	加速度 m/s^2
100	100
150	150
200	200
240	200
255	150
440	150

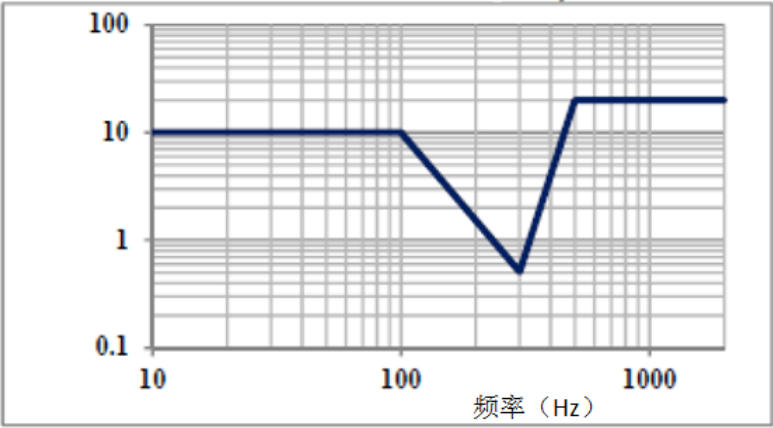


图 B. 4 V3 随机振动 PSD 与频率

表 B. 4 V3 随机振动 PSD 与频率

频率 (Hz)	PSD $((\text{m/s}^2)^2/\text{Hz})$
10	10
100	10
300	0. 51
500	20
2000	20

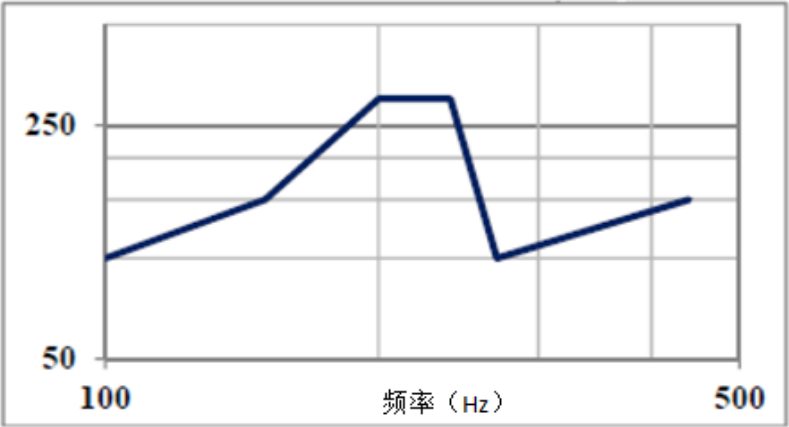


图 B. 5 V4 正弦振动 加速度与频率

表 B. 5 V4 正弦振动 加速度与频率

频率 (Hz)	加速度 m/s^2
100	100
150	150
200	300
240	300
270	100
440	150

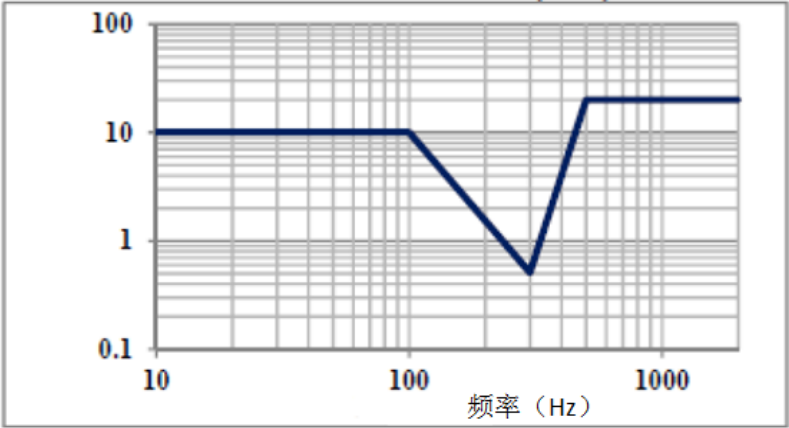


图. 6 V4 随机振动 PSD 与频率

表 B. 6 V4 随机振动 PSD 与频率

频率 (Hz)	PSD $((\text{m/s}^2)^2/\text{Hz})$
10	10
100	10
300	0. 51
500	20
2000	20

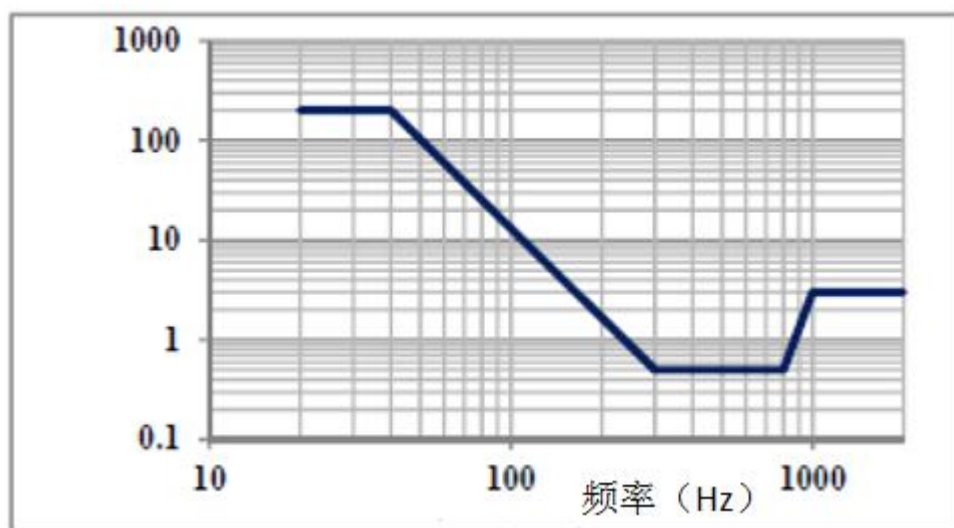


图 B. 7 V5 随机振动 PSD 与频率

表 B. 7 V5 随机振动 PSD 与频率

频率 (Hz)	PSD ((m/s ²) ² /Hz)
20	200
40	200
300	0.5
800	0.5
1000	3
2000	3

注：正弦振动时，正弦扫频： 1 倍频程/分钟

附录 C
(资料性附录)
连接器固定结构型式及尺寸

本附录推荐两种常用的连接器固定结构, 并给出了匹配卡扣的型式及尺寸。

C1 连接器“A”型固定结构及匹配卡扣的型式及尺寸如图 A1 和图 A2。

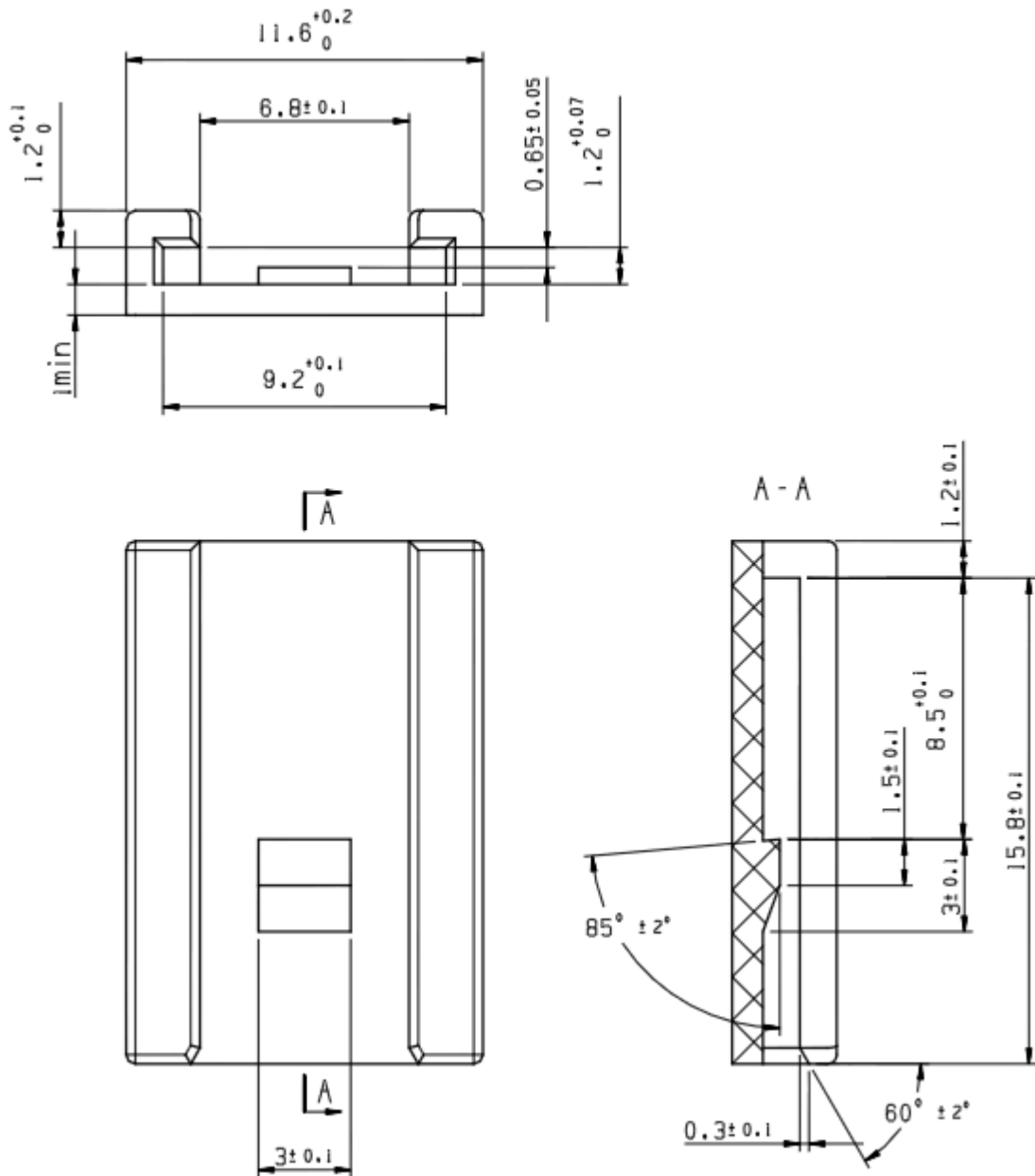


图 C.1 连接器“A”型固定结构型式及尺寸

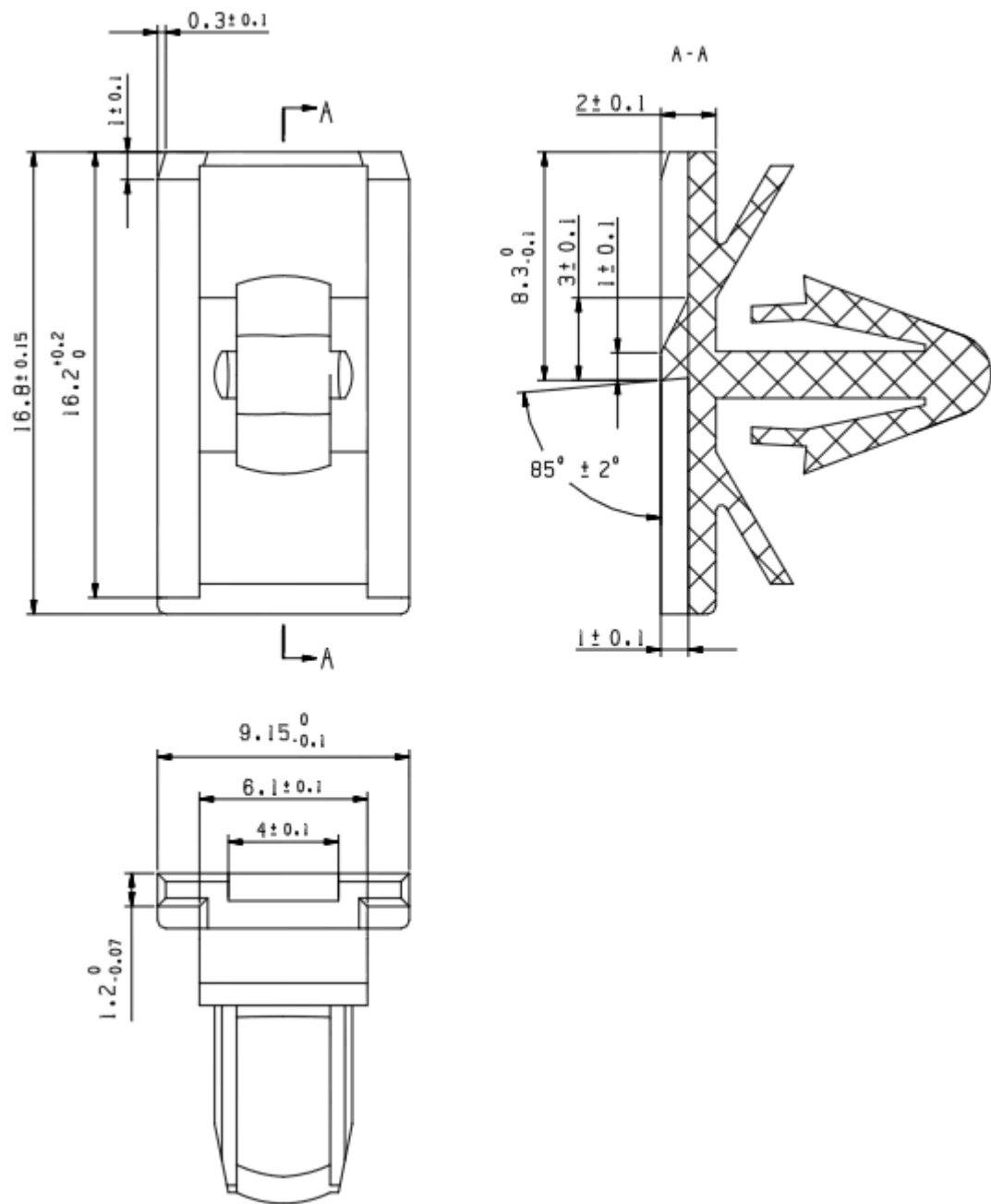


图 C.2 与连接器“A”型固定结构匹配的卡扣的型式及尺寸

C2 连接器“B”型固定结构及匹配卡扣的型式及尺寸如图 A3 和图 A4。

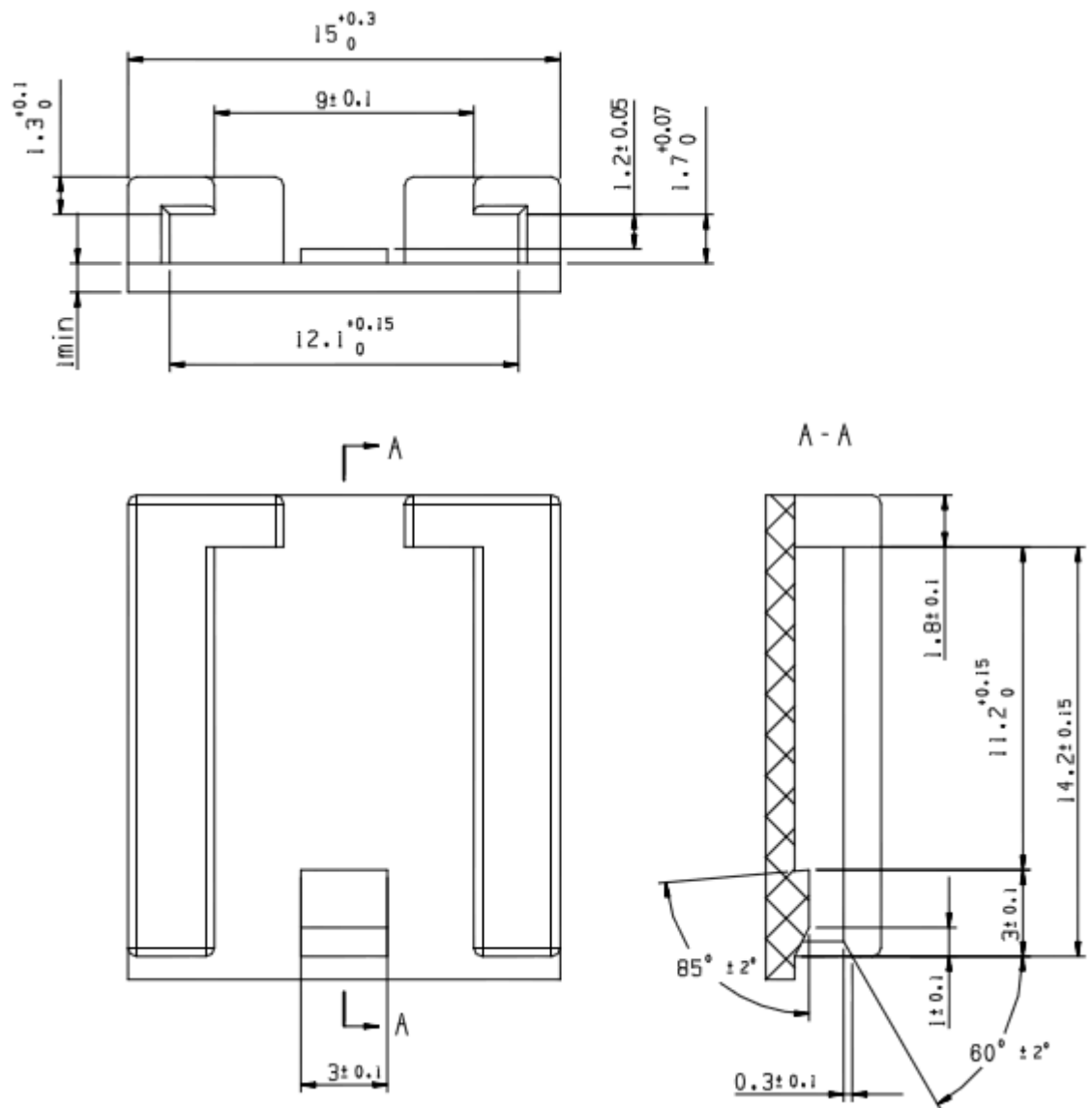


图 C.3 连接器 “B” 型固定结构型式及尺寸

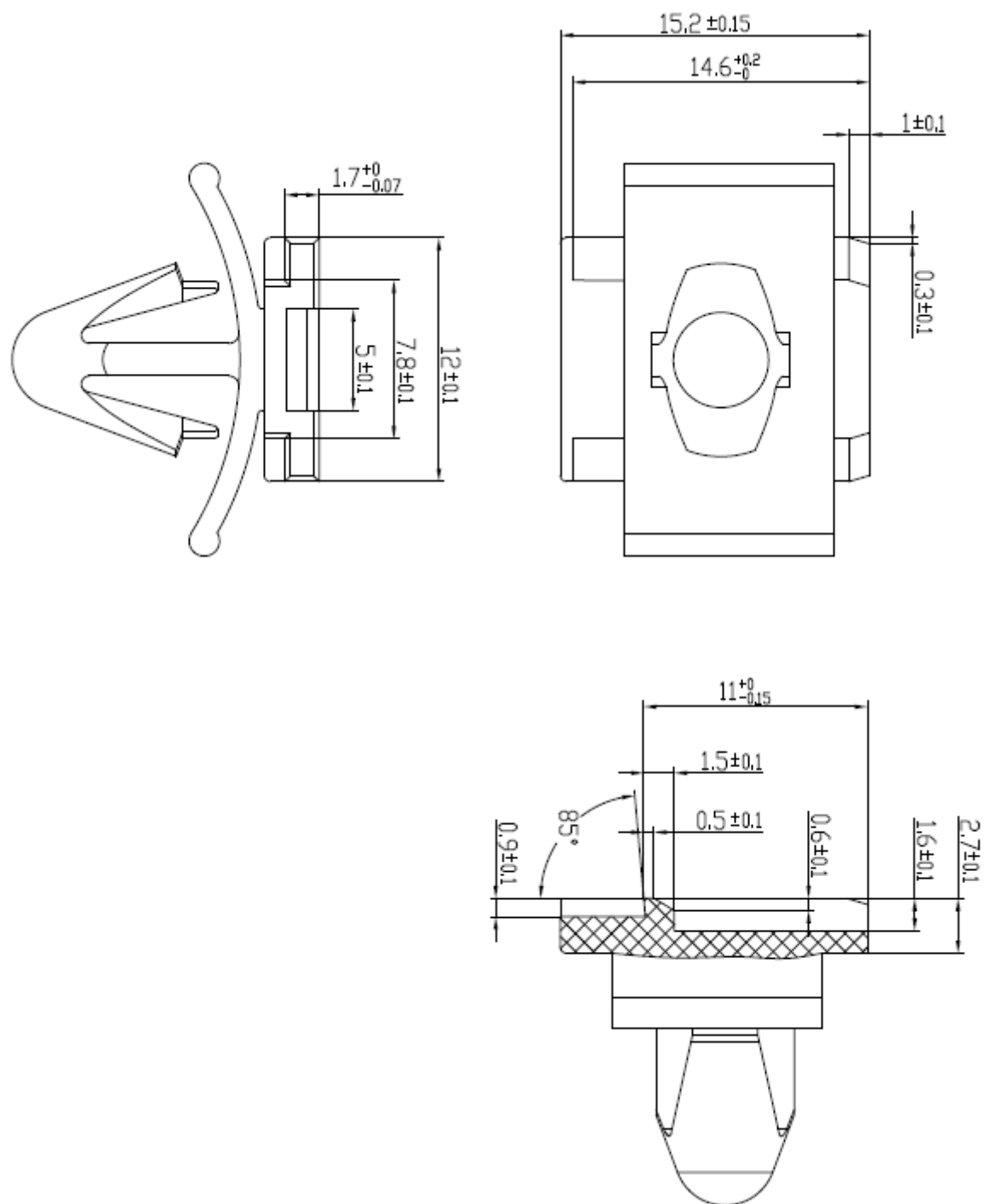


图 C.4 与连接器“B”型固定结构匹配的卡扣的型式及尺寸