

## 试验与检测

# 电连接器温升测试浅析

**摘要:** 为防止 3C 产品在使用过程中产生过高的温度, 并造成机器死机、重启、烫伤、绝缘异常, 甚至着火的风险, 其内部使用的如电连接器等部件在设计过程中就要以实验的方式提前验证在额定载流的情况下所产生的温升值是多少。本文从测试环境、测试要求、测试方法以及影响测试结果的因素等方面对电连接器的温升实验做分析。

**关键词:** 温升; 测试; 电连接器

Doi: 10. 3969/j. issn. 1000-6133. 2013. 05. 010

中图分类号: TN784

文献标识码: A

文章编号: 1000-6133(2013)05-0045-05

## 1 前言

像计算机或手机此类的 3C 产品在日常工作和生活中使用频繁, 大多数人可能都会碰到因使用时间较长而造成设备死机或者重新启动的状况发生, 甚至也有偶发火险的事故见诸报端。因此, 不论是整机还是零组件的 UL 或 CCC 安全测试中, 都会设计一个实验来模拟测试在实际使用中产品的温升值。

电连接器是一种电机系统, 其可提供可分离的界面用以连接两个次电子系统, 并且对于系统的运作不会产生不可接受的作用。电连接器的接触部必须至少有一项电流的能力应得至认可的连续性。当额定连续电流通过电连接器时, 器件本身的温度会产生一定的升高, 而此温升必须要在一定的限值下才能被接受。

电能端子通常具有一个额定电流值以指示端子所允许通过的最大连续电流。确立一个最大电流值的标准虽是任意的, 但建立于体积温升基础上的电流标准被经常使用。最普遍的应用标准是把

端子的电流确定为导致 30℃ 温升的电流(汽车电连接器温升限值一般是 55℃)。在此我们也能了解为什么业界通常采用的电连接器在额定电流下的温升不能超过 30℃ 这一规格。

30℃ 的标准是由商业电子产品所认可的 UL 标准中产生出来的, 不论它是否来源一个“标准”的组织, 它却是目前得到承认最多的规格。30℃ 并没有固定的含义, 事实上, 电连接器可以在较高的允许温升内使用与额定。端子温升是由电流流动产生的焦耳热与从接触部散发热量的平衡所导致。焦耳热产生于端子的输入电能, 对于直流电, 其产生的热量通常只与  $I^2R$  有关。对于交流电或脉冲电流, 温升会取决于脉冲传输的频率与持续时间。

电连接器在设计阶段一般会执行两种测试: a. 给定电流测试温升 b. 测试达到规定温升时的电流。下面以直流电条件下给定电流测试电连接器温升为例进行分析。

## 2 测试资源

温升测量方法有热电阻法、热电偶法和红外

测温法等。而其中最常见,在实验室用得最广的是热电偶法。当然如搭配使用红外热像仪,先将热点寻找出来,然后再用热电偶探测,那么准确度就会更高了。

## 2.1 设备要求

### 2.1.1 直流电源供应器

能够调到指定值 5% 内的电流。

### 2.1.2 安培表

能够测试出指定值 1% 内的电流。

### 2.1.3 温度测试系统

能够显示  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  内的温度。

#### 2.1.3.1 热电偶

在实验室进行精确测量的情况下,常用的热电偶型号是 K&T 型。但是为避免热量流失,热电偶线的横截面积不能超过待测端子面积的 50%。

#### 2.1.3.2 红外热像仪

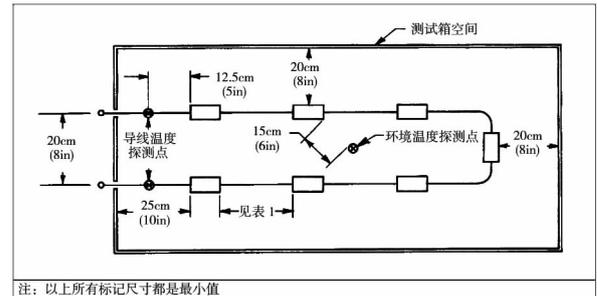
红外系统适用于空间分辨率和温度范围的影响。其优点主要集中在可以直观的以梯度分布的图示辨别出测试样品的热点位置,以降低人工经验的误差,减少热电偶探测误区。

## 2.2 测试环境要求

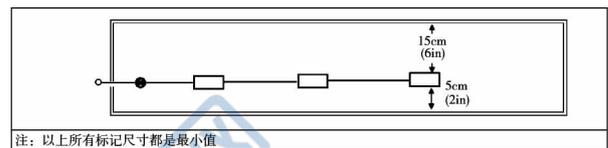
3C 类电连接器的测试允许在  $(15 \sim 35)^{\circ}\text{C}$  的温度范围内执行,汽车类电连接器的测试允许的环境温度是  $(+23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。环境温度的高低会影响到温升的结果。因此,在从事常规温升测试时,实验室的温度一般在常温  $(22 \pm 3)^{\circ}\text{C}$  以内。当然,对于那些特殊产品,如太阳能接线盒的温升测试的环境温度是  $(75 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  此时就必须在无风对流烘箱中执行。还有的测试条件是要模拟实际环境,如装置在服务器内部散热器旁的连接器,就可能要求在一定风速下执行测温升试。

因空气流动对温度的影响比较大,一般在执行温升测试时,需要将测试样品与外界隔离,此时就需要一个一定空间容积的测试箱子。空间的大小必需符合标准的最低要求,即样品距离箱子空间底面不能小于  $5\text{cm}$  ( $2\text{inch}$ ),距离顶部不能小于  $15\text{cm}$  ( $6\text{inch}$ ),距离四周不能小于  $20\text{cm}$  ( $8\text{inch}$ )。可以根据所在公司产品类型及大小设计不同规格的测试箱,以满足大量的测试需求。但箱子设计时所用材

料,必须要考虑不能引起热反射。典型的范例如图 1 所示:



a. 俯视图



b. 侧视图

图 1 典型样品安装示意图(测试箱空间要求示意图)

## 3 样品要求及制备

常见的电连接器对有几种类型,如 a. 一端是线材连接,另一端是板端焊接(D-SUB 等); b. 两端都是线材连接(如 USB 转接线,汽车线束等); c. 两端都是板端焊接(如 BTB 等); d. 一端是 PCB(Printed Circuit Board 印制电路板)卡,另一端是板端焊接(如 DDR 内存等)。

对于 a 和 b 两种电连接器,在执行温升测试时,都要将待测的端子对串联成一个或几个电气回路,以便于通测试电流。在进行样品制备以及串联时,必然要用到连接导线,而连接导线的规格会对结果产生影响,如果使用的连接导线过长过粗,那么就会额外起到散热的作用;如果导线直径过小,因对应电阻就会高,又会产生额外的温升;如果使用导线过短,会造成同时测试的样品间的温升会相互影响。因此,对连接导线的规格必须加以规定,见表 1 中的导线特性参数。

对于 c 和 d 等印制电路板连接器温升测试所使用到测试板必须能承受传导所提供的最大电流,而且传输路径该路径必须在测试板的有终端的那面,即焊接面。在条件允许的情况下,可以直接将电流输入/输出导线焊接在端子终端。对于需要跳接的

焊接端,跳接或连接长度应等于有施加电流的端子间距。跳接或连接的横截面积应等于能够加载最大测试电流的导体截面积。因考虑到电路板的特性,电流超过 13A 时,不适合采用电路板作为传输载体。

表 1 导线特性参数

线材尺寸			测试电流 最大安培	最小线材长度	
AWG	mm <sup>2</sup>	in $\times$ 10 <sup>3</sup>		cm	inch
36	0.013	0.020	0.9	4	1.5
34	0.020	0.031	1.2	5	2.0
32	0.03	0.047	1.5	5	2.0
30	0.05	0.124	2.0	8	3.0
28	0.08	0.202	2.7	9	3.5
26	0.13	0.310	3.6	11	4.5
24	0.2	0.465	4.8	14	5.5
22	0.3	0.775	6.4	16	6.5
20	0.5	1.240	8.5	20	8.0
18	0.8	2.015	11	25	10.0
16	1.3	3.100	15	29	11.5
14	2.0	4.650	20	36	14.0
12	3.0	7.750	27	42	16.5
10	5.0	9.200	35	50	19.5
8	8.0	20.150	47	57	22.5
6	13.0	32.550	63	67	26.5
4	21.0	52.700	84	79	31.0
2	34.0	77.500	111	93	36.5
0	50.0	108.500	148	108	42.5
00	70.0	108.500	171	117	46.0
000	80.0	124.000	197	126	49.5
0000	120.0	184.550	227	136	53.5

几种常见的电连接器样品温升测试时的连接方式如下,供使用时参考。

在实际测试执行中,如果资源允许,建议每次只测试一个样品,这样就可以消除样品之间的影响,以提高准确性。对于本身已经有导线的样品,就直接使用自身的导线连接,不需再额外连接导线,这样能更好模拟实际情况。

表 2 测试板路径特性参数

路径宽度		路径长度		线材尺寸	测试电流
cm	inch	cm	inch	等效 AWG	最大安培
0.03	0.010	1.3	0.50	36	0.1
0.06	0.025	2.3	0.90	32	0.5
0.13	0.050	3.0	1.20	28	1.5
0.19	0.075	3.8	1.50	26	2.0
0.25	0.100	4.3	1.70	24	3.0
0.64	0.250	6.9	2.70	20	7.5
1.27	0.500	9.4	3.70	16	13.0

注意:

1. 以上基于 1.0 盎司铜;
2. 该表针对的是单面的测试板。在温升低于 30 度情况下,这些数据可以为多层板或双面板提供参考;
3. 假设温升的标准为 30 度,那么最小长度为温升的微函数。对于小于 30 度的温升标准,则这些值不适用。

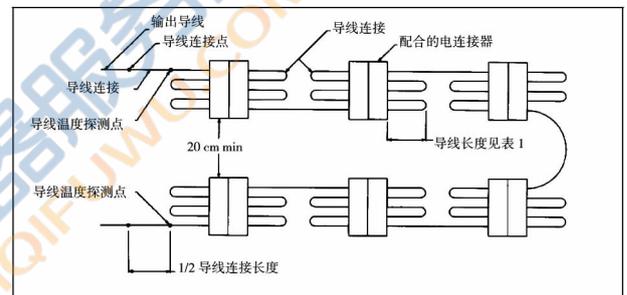


图 2 典型的线对线连接器

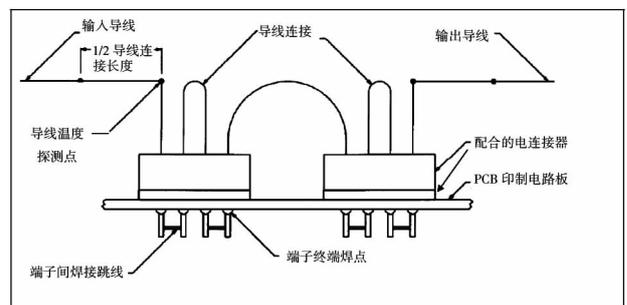


图 3 典型的印制电路板连接器布线

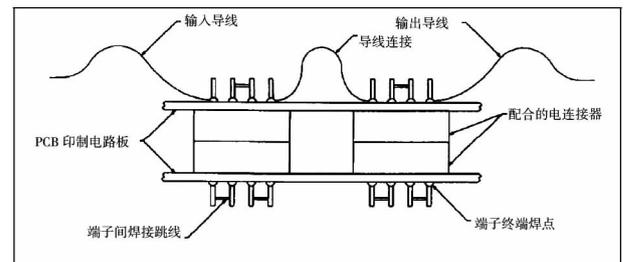


图 4 典型的印制电路板对印制电路板连接器

## 4 热电偶数探测及温度测量

### 4.1 热电偶探测方法及要求

对于电连接器来说,理论上产生温升最高的位置(平常说的热点)是端子与端子的接触区,但往往这个位置都隐藏在塑料内,不容易探测到,因此在实际测试时,会采用以下几种方式探测。

1) 根据图面确定好位置,钻孔,将热电偶或温度探针插入到通过连接器塑料本体壁的接触孔洞,然后用封孔带或类似物将其封住。

2) 探测离热点最近位置的可接触端子金属区域。

3) 如果1)和2)均不方便操作的时候,可以探测接近导线金属温度,此时需要通过将热电偶插入线材绝缘外被的纵向狭长切口中使得热电偶结合点接触到导体。需要注意的是应确保内部导线不被割断。使用细棉线或类似物绕几圈以保护绝缘外被。

4) 根据经验或者测试要求,可以同时探测多个点,以确定温度的实际分布。

但在放置热电偶时,有几点需要注意:

- 与样品紧密接触或在端子系统内的空气中;
- 不能改变产品的物理特性;
- 不能导致样品显著的热散失;
- 不能物理地扰乱端子系统的位置方位和/

或运行。

当热电偶安置在带电流的金属端子表面,(热电偶的)双金属连接方向应与电流方向垂直以避免因使用直流电时电势所带来的误差(见图5)。当使用直流电时,样品链中施加的电流应为正向、反向电流模式,测量的温升取2者平均值,这样能消除热电偶结合点的误差影响。

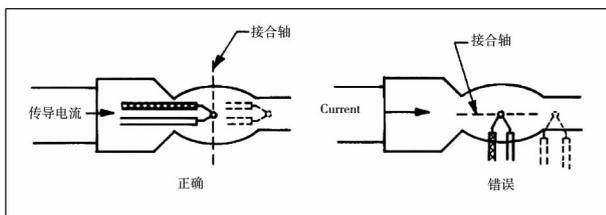


图5 热电偶方向

环境温度应在与待测样品或样品链的中央邻近的近似水平平面上测试。热电偶距离最近的样品最小15cm(6 inch),见图1a所示环境温度探测点。热电偶应放置在一没有加载电流的样品中或敞开的空气中,并且应隔离热的影响和空气的流通。

### 4.2 温度测量与热稳定

给测试样品应施加规定的电流,选用合格的数据采集器搭配性能良好的热电偶,采取定时截取或者连续采集的方式记录各探测点的温度值。保持电流直到所有样品都达到热稳定。

对于用于监控的每个热电偶,当以最长5 min的间隔至少连续读值3次温升,差异不超过 $\pm 1^\circ\text{C}$ (1.8)则认为达到了热稳定。这就造成了在实际测试时,有的比较稳定的样品在最少20分钟就能完成测试,有的不稳定的产品会用更多的时间测试才能取得稳定的结果。

## 5 影响温升结果的因素

当测量的温度比较难以稳定,或温升值出现明显异常时,建议从以下几个方面来分析。

### 1) 热电偶的性能是否正常

常规使用的K型热电偶是镍铬-镍硅合金,T型热电偶是铜-康铜合金,因此在将两种金属线熔结在一起的时候,终端会生成一个小球状。此小球比较容易损坏,而金属线断裂,小球损坏时,此热电偶所探测的温度就会有所偏差。

### 2) 热电偶探测位置是否正确

热电偶是否和探测位置分离,所使用的温升胶或胶带是否因热的影响造成松拖。

### 3) 电动势的影响

热电偶是否参照图5正确的方式连接。热电偶因本身是金属,在探测时是否造成了端子与端子之间的短路,从而引起电阻或电动势变化等。

### 4) 输入电流的准确性

因电流的大小对温度有直接显著的影响,因此选用的电流源的是否能正确输出就是一个非常关键的因子。

### 5) 环境的影响

除了做一些特殊环境要求的温升试验外,常规的温升均应该在常温且有与外界隔绝的且符合尺寸要求的空间内执行,以避免外界的空气流动对温度造成影响。

除了以上指出的几个因素外,在实际测试中,一定还会有其它因子如公母端连接器配合性差等都可以造成测试有所误差,此时就要认真仔细的逐个环节确认,才能保证数据的准确可靠。

#### 参考文献:

- [1] ANSI/EIA - 364 - 70B - 2007 Temperature Rise versus Current Test Procedure for Electrical Connectors and Sockets.
- [2] IEC 60512 - 5 - 1 - 2002 Connectors for Electronic Equipment; Tests and Measurements - Part 5 - 1: Current - Carrying Capacity Tests - Test 5a: Temperature Rise.

