

中华人民共和国国家标准

电子测量仪器热分布图

GB 11465—89

Temperature profile for electronic measuring instruments

1 主题内容和适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了电子测量仪器(以下简称仪器)热分布图的测试方法。

1.2 适用范围

本标准适用于获取仪器和系统的热分布数据及验证热设计是否达到预期要求,也可用作评价可靠性指标的依据。

当采用多个仪器组成机柜式系统时,亦可用热分布图来寻求最佳的组装形式。

2 引用标准

GB 6587.1 电子测量仪器环境试验总纲

GB 2903 铜-康铜热电偶丝及分度表

GB 4993 镍铬-康铜热电偶丝及分度表

GB 913 镍铬-考铜热电偶丝及分度表

3 术语、符号

3.1 术语

3.1.1 温度临界的元、器件

表面温度接近最高允许工作温度的元、器件。

3.1.2 元、器件温度的平均值

按 6.1.1 条的公式计算的温度值,称为元、器件温度的平均值。

3.1.3 元、器件表面热点温度

元、器件表面接近温升最高点的温度。

3.1.4 温度稳定

当大多数元、器件(包括发热量最大的元、器件)的温度,每小时的变化值不大于 2℃时,称为温度稳定。

3.1.5 表面面积和总表面面积

表面面积指仪器某一个面的设计面积。

总表面面积指仪器各表面的设计面积之和。与散热器垂直面有关的面积不包括在内。

3.1.6 热时间常数

从开始通电至温度稳定后,元、器件温度值的 63% 时所需要的时间。

3.2 符号

- A : 仪器的表面面积, m^2 ;
 A_s : 仪器的总表面面积, m^2 ;
 t_p : 元、器件表面热点的温度, $^{\circ}C$;
 t_{pa} : 元、器件温度的平均值, $^{\circ}C$;
 t_e : 仪器周围的空气温度, $^{\circ}C$;
 t_{es} : 测试室(或箱)壁的温度, $^{\circ}C$;
 t_{ea} : 环境温度的平均值, $^{\circ}C$;
 t_s : 仪器外壳的温度, $^{\circ}C$;
 p : 元、器件或仪器的电功耗, W ;
 V : 空气流速, m/s ;
 τ : 热时间常数, h ;
 t : 时间, h 。

4 测试内容和试验要求

4.1 测试内容

- 4.1.1 温度临界元、器件表面热点温度。
 4.1.2 实际功耗超过仪器总功耗 1% 的所有元、器件表面热点的温度。其中, 安装位置相似、功耗相同的元、器件, 可以只抽测有代表性的元、器件表面热点的温度。
 4.1.3 发热量最大的元、器件表面热点的温度。
 4.1.4 仪器机箱的外表面温度。
 4.1.5 测试室(或测试箱)壁的温度。
 4.1.6 仪器周围的空气温度。
 4.1.7 仪器内部关键点的空气温度。
 4.1.8 风冷仪器的风道出口处的空气温度。
 4.1.9 风冷仪器的空气流速。
 4.1.10 仪器的表面面积。
 4.1.11 仪器的总功耗。
 4.1.12 热时间常数。

4.2 试验要求

- 4.2.1 热分布试验的环境条件按 GB 6587.1 的规定和气流速度小于 $0.2m/s$, 在不产生疑义时可在相应的室内环境或测试箱中进行, 然后, 按 6.1.3 条公式(3)把数据推算到仪器的最高工作温度。
 4.2.2 测试时, 仪器应处于正常的工作状态(全部盖板都应上好), 不能有额外的散热通道。仪器水平放置。不允许将仪器下方的支架撑起。
 4.2.3 仪器应在引起最大热消耗的工作状态下进行测试。
 4.2.4 测试时使用热电偶温度传感器, 热电偶由直径小于 $0.25mm$ 的热电偶丝焊成。其热电势应符合 GB 2903、GB 4993 和 JB 913 相应的分度表。当使用的热电偶可能对元、器件的温度场产生影响时, 应采用直径更小的热电偶丝。在不影响温度场的情况下, 也可以使用其它温度传感器。
 4.2.5 试验中使用的测试设备的最大允许公差为:
 - a. 温度, $\pm 2^{\circ}C$;
 - b. 流速, $\pm 5\%$;
 - c. 功率, $\pm 5\%$ 。
- 4.2.6 测量带电元、器件表面温度及其周围环境温度时, 应保证传感器有足够的电气绝缘性能。
 4.2.7 当被测点或热偶丝通过的空间存在较强的交变电磁场时, 热偶丝应妥善屏蔽。

5 试验方法

5.1 测试点位置的选择

5.1.1 元、器件的温度测试点,应在元、器件表面可接近的能产生最高表面温度的地方。当无法确定时,应根据实验来选择。

5.1.2 仪器周围环境的空气温度,应在距离仪器各主要表面几何中心点 76mm 处设置温度传感器进行测量。

5.1.3 根据仪器的结构特点,在机内选择若干关键点测量空气温度。

5.1.4 在仪器机箱的各主要表面的中心位置安放温度传感器,测量机箱的表面温度。

5.1.5 风道出口空气温度的测试点选在距离风机轴心 $0.7D$ 处(对抽风式仪器),或出风量最大的出口靠机箱内侧处(对鼓风式仪器)。

5.1.6 沿风机轴线距离风机 $(0.6\sim 0.7)D$ 的平面上选择三点测量流速,取其平均值

注: D 是风机的直径。

5.2 热电偶的安装

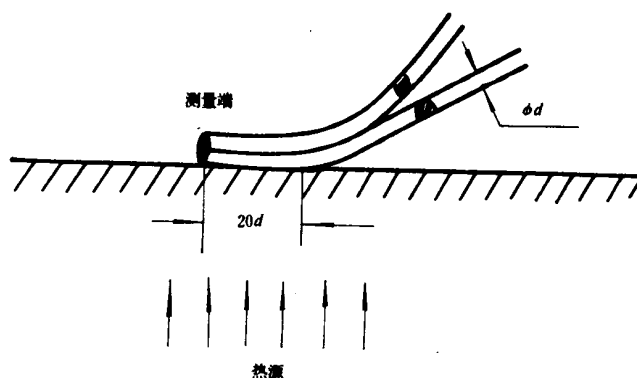


图 1 等温线接触示意图

5.2.1 测量表面温度时,用一种容易去除的有良好导热性能的粘接剂,采用等温线接触形式,把热电偶的测量端固定在被测元、器件的表面,如图 1 所示。

5.2.2 测量空间温度时,热电偶的测量端应稳妥地固定在辅助支撑物上,不得有晃动、不得与任何发热物体接触。

5.3 测试步骤

5.3.1 按 4.1 条的规定确定测试内容。

5.3.2 按 5.1 条规定选择温度测试点。

5.3.3 按 5.2 条规定固定热电偶。

5.3.4 恢复仪器的正常封闭状态,放置 4h 以上。

5.3.5 接通电源,立即以 2min 的间隔对温度临界的元、器件和其他有意义的温度,进行测量并记录。直到温度稳定为止。

注:有意义的温度是指最有代表性的元、器件的温度和变化的环境温度。

5.3.6 接通电源,每隔 30min 对所有测试点进行测试。当仪器进入温度稳定后,即将数据记入记录表格,见附录 A(补充件)。

5.4 系统的测试

根据系统的结构特点,选择若干关键测试点,按照 5.3 条的步骤对系统进行热分布测试。

6 试验结果

6.1 数据处理

6.1.1 元、器件温度的平均值按式(1)计算。

$$t_{pa} = \frac{\sum_{n=1}^m P_n \cdot t_{pn}}{\sum_{n=1}^m P_n} \dots\dots\dots (1)$$

式中: t_{pa} ——元、器件温度的平均值, °C;

P_n ——元、器件的实际功耗, W;

t_{pn} ——元、器件表面热点的温度, °C;

m ——元、器件数。

6.1.2 平均环境温度按(2)式计算, 它将作为单一的环境温度值用于各种计算。

$$t_{ca} = \frac{\sum_{n=1}^m A_n [(t_e) + (t_{ca})_n]}{2A_s} \dots\dots\dots (2)$$

式中: t_{ca} ——平均环境温度, °C;

A_n ——仪器某一个面的表面面积, m^2 ;

t_e ——仪器周围的空气温度, °C;

$(t_{ca})_n$ ——测试室(或箱)壁的温度, °C;

A_s ——仪器的总表面面积, m^2 ;

m ——表面数。

6.1.3 将室内环境条件下测试的数据按(3)式推算到仪器的最高工作温度。

$$t_g = t_p + (t_{eg} - t_{ea}) \dots\dots\dots (3)$$

式中: t_g ——推算后的温度值, °C;

t_p ——实测温度值, °C;

t_{eg} ——仪器工作温度的上限值, °C。

6.2 作图

6.2.1 将 5.3.5 条记录数据的推算值作出温度临界的元器件温度变化曲线, 见图 2。

6.2.2 将 5.3.6 条记录数据的推算值, 选择若干重要测试点作仪器内部的温度分布直方图(见图 3)和平面位置示意图(见图 4)。

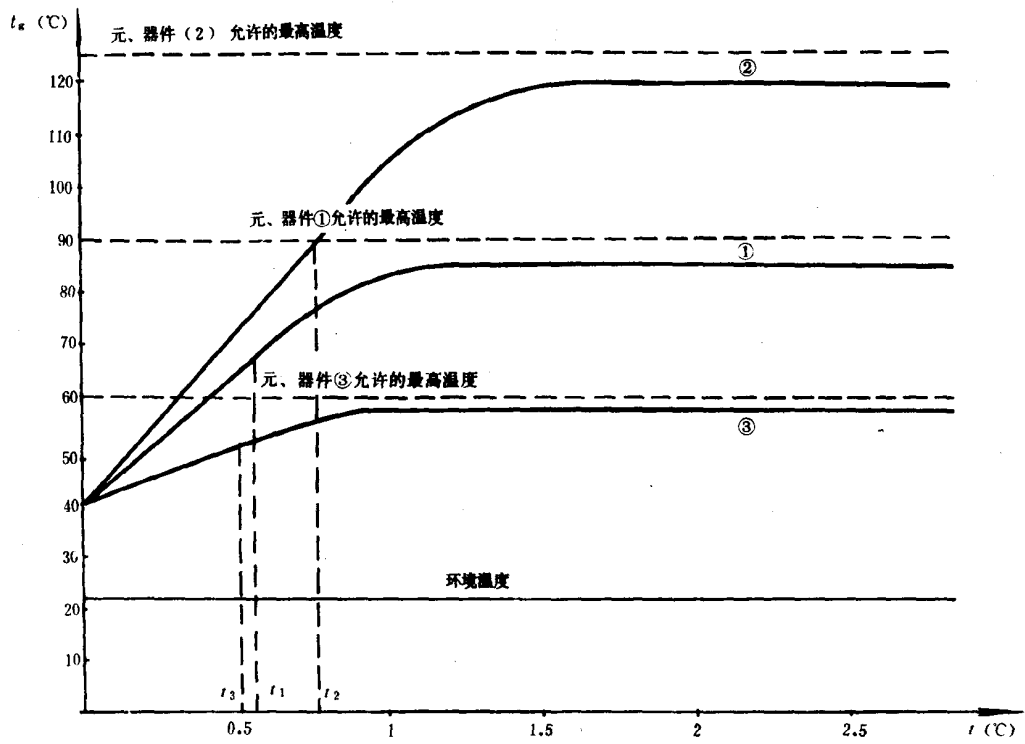


图 2 温度临界元、器件温度变化曲线

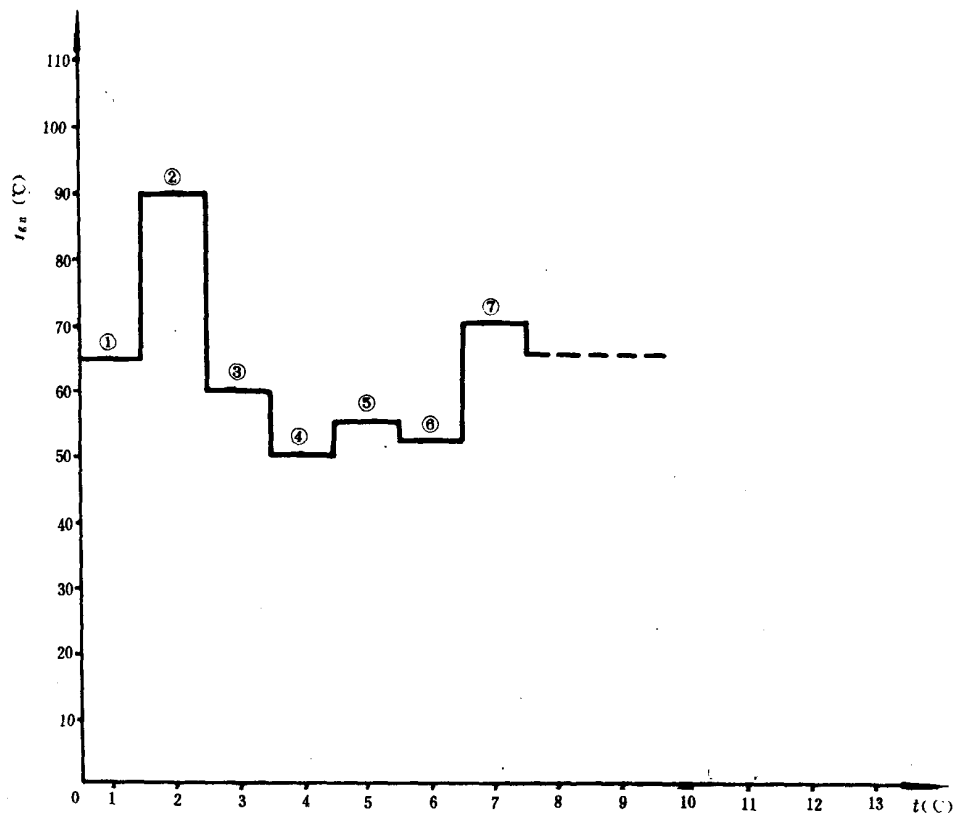


图 3 仪器内部重要测试点的温度分布直方图

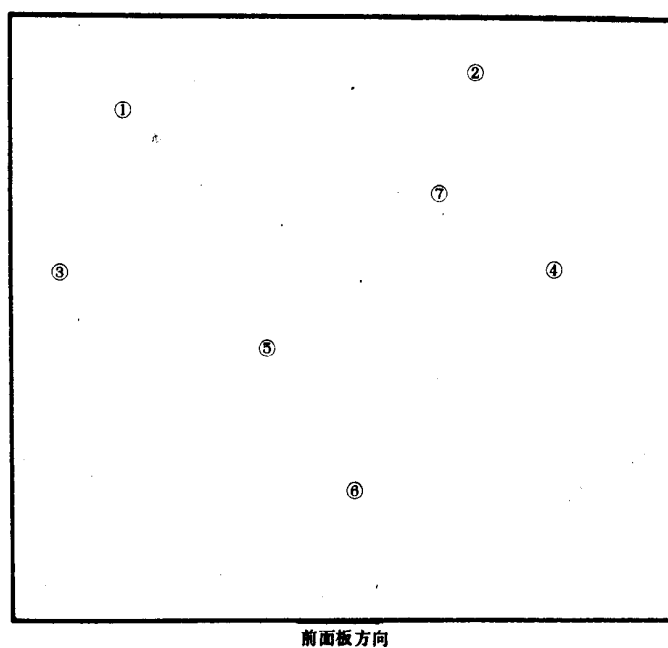


图 4 仪器内部关键测试点的平面分布顶视图

6.3 结论

设计人员应利用试验结果进行判断,并采取适当的改进措施,再进行一次或多次试验,直到认为仪器的热设计达到要求为止。

6.4 文件处理

试验结果包括试验记录、曲线、图表和试验报告见附录 B(补充件)与环境试验报告一起归档。

附录 A
热分布测试数据
(补充件)

表 A

编 号	项 目	实测值	推算值	单 位
A	环境温度			
1	仪器顶端附近的空气温度 t_e			℃
2	仪器底部附近的空气温度 t_e			℃
3	仪器前方附近的空气温度 t_e			℃
4	仪器后方附近的空气温度 t_e			℃
5	仪器右方附近的空气温度 t_e			℃
6	仪器左方附近的空气温度 t_e			℃
7	仪器顶端对面室壁的温度 t_{es}			℃
8	仪器底部对面室壁的温度 t_{es}			℃
9	仪器前方对面室壁的温度 t_{es}			℃
10	仪器后方对面室壁的温度 t_{es}			℃
11	仪器右方对面室壁的温度 t_{es}			℃
12	仪器左方对面室壁的温度 t_{es}			℃
B	仪器温度			
13	仪器顶端外壳的温度 t_s			℃
14	仪器底部外壳的温度 t_s			℃
15	仪器前方外壳的温度 t_s			℃
16	仪器后方外壳的温度 t_s			℃
17	仪器右方外壳的温度 t_s			℃
18	仪器左方外壳的温度 t_s			℃
C	温度临界的元、器件表面温度 t_{ps}			
19	①			℃
∴	∴			
	m			℃
D	仪器内部其他检查点的温度 t_{pi}			
20	①			℃
∴	∴			
	m			℃
E	风冷仪器的参数			
21	风道出口的温度 t_{ovt}			℃
22	空气流速 v			m/s
F	其他参数			

续表 A

编 号	项 目	实测值	推算值	单 位
23	仪器顶部外表面面积 A			m^2
24	仪器底部外表面面积 A			m^2
25	仪器前方外表面面积 A			m^2
26	仪器后方外表面面积 A			m^2
27	仪器右方外表面面积 A			m^2
28	仪器左方外表面面积 A			m^2
29	仪器的总功耗 P			W
G	整理数据			
30	仪器的总表面面积 A_s			m^2
31	元、器件温度的平均值 t_p			$^{\circ}C$
32	平均环境温度 t_{es}			$^{\circ}C$
33	仪器的时间常数 τ			h

注：① 测试 7~12 项时，如果室内温度差别不大时，可只测 2 至 4 点的温度来代替。

② 当仪器机箱是非 6 面体时，可根据具体情况增加相应的测试点。

附 录 B
试 验 报 告
(补充件)

受试仪器型号 _____

受试仪器名称 _____

环境组别 _____

冷却方式 _____

总功耗 _____

温度临界的元、器件

序 号	元、器件名称	电路图中的位号	允许的最高温度	实际的最高表面温度 (推算值)
1				
2				
3				
⋮				
⋮				

试验结果和处理意见：

试验日期 _____

试验操作者签字 _____ 技术负责人签字 _____

附加说明：

本标准由机械电子工业部电子标准化研究所负责起草。