

与电子产品安全有关的温度、湿度、 气压条件分析

姚莉^{1,2} 李小泉² 李晶²

(1. 北京大学物理学院大气科学系, 北京 100871; 2. 国家气象中心)

提 要

利用 30 年气象观测资料, 对与电子产品的生产、储存、运输和安全使用有关的特殊温度、湿度、气压等气象环境条件进行了统计分析。

关键词: 电子产品 气象环境条件 分析

引 言

随着现代工业技术的迅速发展, 电子产品的应用领域日益广阔, 所经受的气象环境条件也愈来愈复杂多样。我国幅员辽阔, 各地区海拔高度差异显著, 气候差别迥异。例如, 吐鲁番盆地最高气温曾达 48°C , 而黑龙江漠河又出现过 -50°C 的低温。东部地区从南到北有热带、亚热带、暖温带、寒带等气候带, 青藏高原上还有高山寒带和全年冰冻气候带, 各地气候差别很大。

电子产品在生产、储存、运输、使用过程中要受到各种环境条件的影响和制约, 特别是在高温、低温、高湿、低气压等气象条件下保证电子产品安全尤为重要。只有对电子产品进行合理的气象环境条件分析, 才能制定合理的安全标准与制度, 正确选择产品的环境保护措施, 保证产品能承受恶劣气候环境的影响, 在使用过程中安全可靠, 这就要求掌握与电子产品所要遇到的各种气候条件的详细资料。

与电子产品有关的气象环境条件包括温度、湿度、气压、雷电、大气中的污染物等多种气象要素, 由于时间及篇幅的关系, 我们仅对温度、湿度、气压这几种气象要素作一简要分析。依据有关电子工业安全与检测工作的要求, 利用最新的气象观测资料, 对我国与电子产品的生产、储存、运输和使用有关的若干特殊温度、湿度、气压等气象环境条件进行统计

分析, 分析结果供有关用户参考。

本项工作所用的原始资料全部取自国家气象中心气象档案馆, 是经过严格资料质量检查后的存档历史资料。资料年代 1971 ~ 2000 年。

1 温 度

1.1 极端温度分布

极端最高(最低)气温, 指的是在所统计的时段内, 本站曾出现过的最高(最低)温度。对电子产品安全有影响的主要是: -25°C 以下的低温和 35°C 以上的高温, 因此, 我们把 30 年来极端最低气温在 -25°C 以下、极端最高气温在 35°C 以上测站的数值挑出, 绘成极端气温分布图(图 1 和图 2), 由此可以看出各地近 30 年来曾经历过的最热和最冷的情况。

1.1.1 -25°C 以下极端最低气温分布

从图 1 可以看出, -25°C 等温线大致是从辽东半岛, 经天津、北京、河北中部和山西中部、陕西北部、四川西部到云南北部。 -25°C 等温线以北是低温区, 该地区的极端最低气温均小于 -25°C ; 而此线以南, 极端最低气温均大于 -25°C 。

我国位于北半球寒极西伯利亚的南方, 冬季, 冷空气在高空西北气流引导下频频南侵我国。冷空气侵袭我国的路径有三条: 一是从新疆北部沿阿尔泰山南下, 经过河西走廊侵入我国甘肃、陕西等地区。因此, 在阿尔

泰山北部存在一个冷中心,此冷中心向南沿河西走廊,到甘肃、陕西、山西,形成一条冷轴。二是从蒙古国经内蒙古、河北北部侵入我国的华北平原。因此,在二连浩特附近存在一个冷中心,由此向南,沿内蒙古中部、河北北部,到华北平原,形成另一条冷轴。第三路,从黑龙江以北沿长白山,侵入我国东北、京、津、华北地区,形成第三条冷轴,冷中心在黑龙江北部。从图1可以清楚的看到三条冷空气入侵路径在我国形成的低温带。

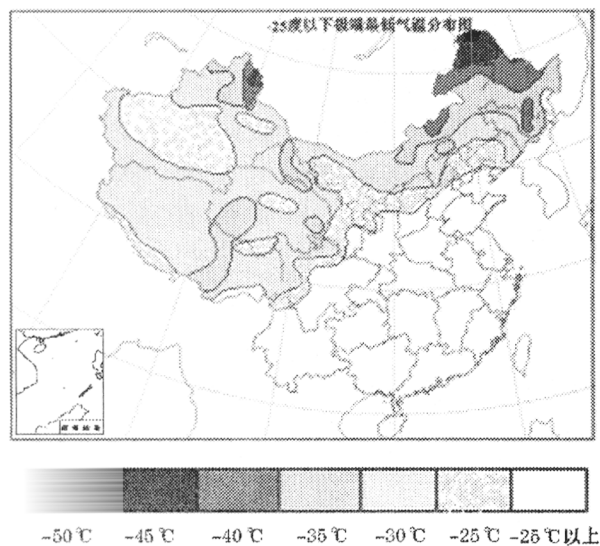


图1 1971~2000年-25℃以下极端最低气温分布图

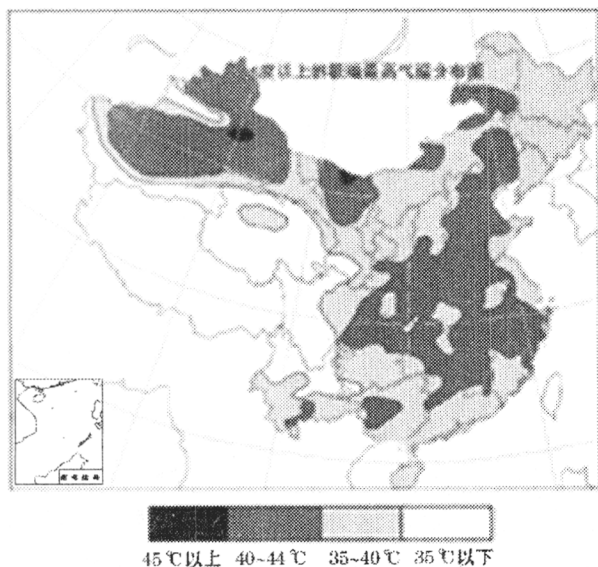


图2 1971~2000年35℃以上极端最高气温分布图

在我国东部地区,东北最北部的极端最低气温可以达到 -50°C 左右,黑龙江的漠河是我国冬季气温最低的测站。从大兴安岭北

部到东北平原的极端最低气温逐渐升高,但长白山地区极端最低气温在 -40°C 以下。内蒙古南部至河北省北部,到华北平原,极端最低气温依次递增。

在我国西部地区,新疆的阿勒泰地区极端最低气温在 -45°C 以下,然后向南递增,天山中西段、准噶尔盆地的极端最低气温都在 -30°C 以下。而吐鲁番盆地、塔里木盆地却没有出现过 -30°C 以下的极端最低气温,这是因为天山阻挡了冷空气南下和盆地地形影响的缘故。

青海西南部和青藏高原的高寒地带,极端最低气温在 -35°C 以下,而在西藏高原的南坡因海拔高度降低和受西南季风的影响,比较温暖,极端最低气温可以在 -25°C 以上,甚至更高。此外,四川盆地由于盆地的地形效应,极端最低气温在 -25°C 以上。

1.1.2 35℃以上极端最高气温分布

除了青藏高原以外,全国都曾出现过 35°C 以上的极端高温。由图2表明,我国极端最高气温的高温区有两个。一是以新疆吐鲁番盆地为中心的高温区,1986年7月23日和2000年7月11日吐鲁番曾出现 48°C 的极端最高气温,这里是我国夏季最热的地区。新疆干旱的沙漠地区温度也比较高,如准噶尔盆地、塔里木盆地都可以达到 42°C 以上的高温。

另一个高温区,是我国华北平原至东部南岭的高温区。在6月下旬至7月上旬华北雨季到来之前,北京、河北、河南、山东等地区气温可以达到 $40\sim 42^{\circ}\text{C}$ 。长江中下游平原、江南丘陵地区的极端最高气温都在 40°C 以上,长江流域“三大火炉”的重庆、武汉、南京的极端最高气温有时在 $41\sim 43^{\circ}\text{C}$ 之间。四川盆地的极端最高气温也可以达 40°C 以上。

此外,在内蒙古地区还零星分布着一些小高温中心,如:内蒙古的呼伦贝尔高原以南地区和二连浩特附近沙漠地区的极端最高气温有时也在 40°C 以上。

南岭以南地区纬度较低,天热的时间较长,但极端气温却不高,都未超过 40°C ,这是因为这里降水较多,雨热同季,虽然高温时间比较长,但极端最高气温却不会很高。

实验表明,各种导电物质的电阻值都和温度有关,当气温变化时,电阻值也发生相应的变化^[2],而电阻是电子产品中最基本的组件之一。每种电子产品都有一定的环境条件要求,过高、过低的温度都会影响电子产品的使用可靠性和寿命,甚至对安全造成危害。

根据我们统计分析的我国极端最低、最高气温分布,设定相应的防寒、防冻标准,以保证电子产品在生产、储存、运输使用过程中,产品性能不受影响。得出在高温地区,尤其是在新疆吐鲁番盆地为中心的高温区、南岭以北至华北平原的高温区,极端最高气温会使得某些电子器件变形、损坏,因此,有关单位在设计产品时,要考虑高温这一重要的环境条件。

1.2 高温、低温的出现频率

在电子产品的设计、生产和使用过程中,不仅需要掌握过去曾出现过的极端情况,而且要了解环境参数的持续时间和频率对产品的影响。当极端温度这个参数对产品的影响比较明显时,各级温度持续时间和频率通常就反映了温度参数对该产品的严酷程度。为此,我们统计了我国各测站在不同级别的日最高(低)气温出现的年平均出现天数。

1.2.1 日最低气温

我们利用 1971~2000 年的 30 年资料,统计了各测站 7 个级别日最低气温的年平均出现天数,7 个级别是 $-25.0 \sim -30.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-30.1 \sim -32.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-32.1 \sim -34.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-34.1 \sim -36.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-36.1 \sim -38.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-38.1 \sim -40.0^{\circ}\text{C}$ 、 $< -40.0^{\circ}\text{C}$ 。

图 3 是日最低气温为 $-25.0 \sim -30.0^{\circ}\text{C}$ 年平均天数的分布图,其它级别的分布图(略)也相类似,只是数值有所不同。由图 3 可见,各级日最低气温年平均出现天数 ≥ 1 天的站点基本上分布在 3 个地区,一个在东北和内蒙古地区,其数值从北向南递减;一个在新疆北部,以阿勒泰地区为中心,以上两个低温区主要反映了纬度效应的影响;此外,在青藏高原上也有一个低值区,是由于这里的海拔高度形成的。

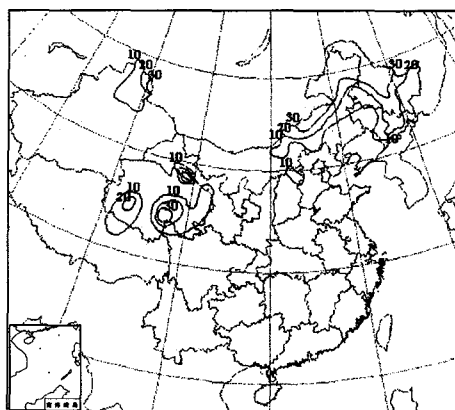


图 3 日最低气温在 $-25.0 \sim -30.0^{\circ}\text{C}$ 的年平均出现天数

1.2.2 日最高气温

与上述情况相似,同样用 1971~2000 年的资料,统计日最高气温为 $30.0 \sim 35.0^{\circ}\text{C}$ 、 $35.1 \sim 37.0^{\circ}\text{C}$ 、 $37.1 \sim 39.0^{\circ}\text{C}$ 、 $39.1 \sim 41.0^{\circ}\text{C}$ 、 $\geq 41.1^{\circ}\text{C}$ 五种级别的年平均出现天数,图 4 是日最高气温为 $35.1 \sim 37.0^{\circ}\text{C}$ 的年平均天数分布图。

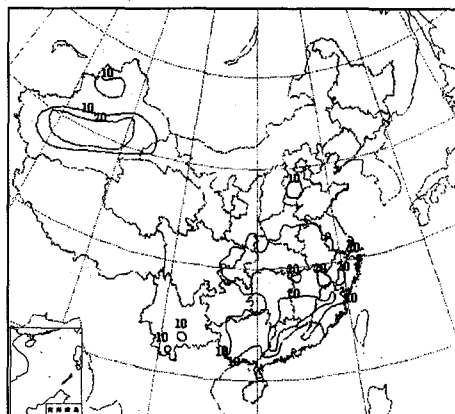


图 4 日最高气温在 $35.1 \sim 37.0^{\circ}\text{C}$ 的年平均天数

本级别高温最大值在江南南部和长江中游,有 20~25 天,华中地区大都有 10~20 天,而东南沿海地区本级别高温天数不多,这是由于这里夏天既是高温季节,又是雨季,因而不出现极高的气温。

本级别高温天数的另一个大值区在新疆,南疆和北疆两盆地均有 10~20 天,塔里木盆地的中心区则在 20 天以上。

其它级别日最高气温年平均天数分布的

情况从略。

2 相对湿度

对电子产品有影响的相对湿度参数主要与高温条件有关。为分析在高温条件下我国相对湿度的分布情况,我们利用 1986~2000 年共 15 年逐日 02、08、14、20 时四个时次 608 个站的资料,选出气温在 30℃ 以上时所对应的相对湿度值,分别统计气温在 30.0~34.9℃ 和 35℃ 以上两种条件下,相对湿度 $f \leq 75\%$ 、76%~90%、 $f > 90\%$ 三种级别的出现几率,绘成图 5、图 6。

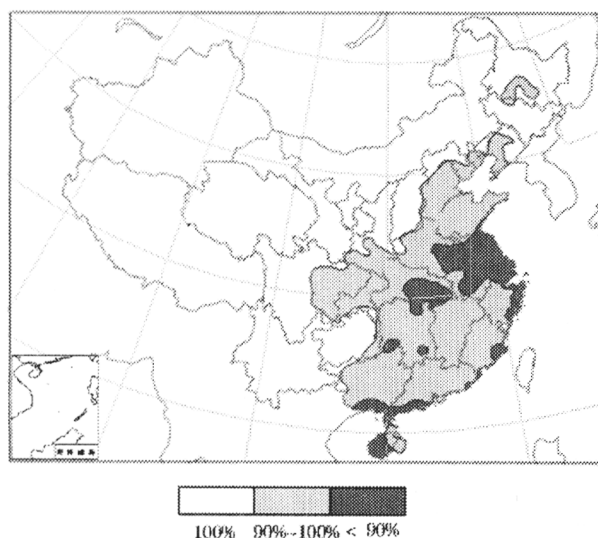


图 5 气温为 30.0~34.9℃ 时相对湿度 $f < 75\%$ 的出现几率

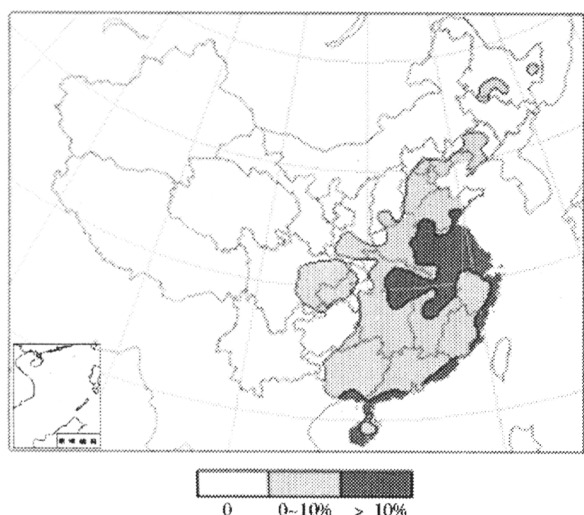


图 6 气温为 30.0~34.9℃ 时相对湿度在 76%~90% 之间的出现几率

结果表明,近 15 年来,我国任何地区当气温达到很高 ($\geq 35^\circ\text{C}$) 时,相对湿度都在 75% 以下。对于气温在 30~34.9℃ 条件下

相对湿度的分布,统计表明,我国 110°E 以西和东北、华北北部的大部分地区相对湿度都在 75% 以下(图 5)。而华北南部及其以南的我国东部大部地区,在本类气温条件下,90% 以上其相对湿度在 75% 以下,相对湿度为 76%~90% 的几率不到 10%。只有长江中下游、江淮地区和东南沿海及华南的部分地区相对湿度较高,当气温为 30~34.9℃ 时,相对湿度 76%~90% 的几率为 10%~20%,个别地点可达 50% 或以上(见图 6)。

需要指出的是,在本类高温条件下,近 15 年我国任何地区均未出现过相对湿度在 90% 以上的情况。

以上统计结果表明,当气温升至较高时,相对湿度也很高的情况是不多见的。这是因为,根据相对湿度的计算公式:

$$f = \frac{e}{E} \times 100\%$$

式中: e 为湿空气的实际水汽压; E 为相同温度条件下的饱和水汽压。

当湿空气的实际水汽含量不变时,随着温度的升高,饱和水汽压会迅速增大,而实际水汽压基本不变,因而相对湿度的数值就会减少。例如,湿空气温度为 25.0°C ,水汽压为 30.2hPa 时,饱和水汽压为 31.7hPa ,相对湿度达到 95%。当温度上升到 30.0°C ,对应的饱和水汽压是 42.4hPa ,如果实际水汽压不变,则相对湿度降为 72%。当温度上升到 35°C 时,相应的饱和水汽压变成 56.2hPa ,如果实际水汽压不变,则此时相对湿度就只有 54% 了。

我国相对湿度较高的情况多为清晨或降雨时,相对湿度可达 95%~100%,但此时温度一般都较低,多在 30°C 以下。而 35°C 以上的高温通常出现在午后晴天到少云的天气条件下,此时空气中的水汽含量不会增加,如上所述,随着温度上升,相对湿度就迅速下降,因此出现高温高湿的情况就不多了。

以上分析说明,我国夏季出现极高温、极高湿的天气 ($\geq 35^\circ\text{C}$ 时,相对湿度大于 75%) 是很少见的。当气温在 30~35℃,只有长江中下游、江淮地区和东南沿海及华南的部分地区相对湿度较高,相对湿度 76%~90% 的

几率为 10%~20%。那么,在长江中下游、江淮地区和东南沿海及华南的部分地区户外设置电子设备时,要把相对湿度作为一种重要环境参数来考虑,尤其是需要考虑高温条件下的相对湿度对产品的可靠性和电子元件性能的影响。

3 气压

有研究表明,低气压对产品的某些电气性能有明显的影响,往往是不容忽视的,例如:首先,随着气压的降低,致使电子产品的电晕、电压减小,外绝缘电气强度也降低。其次,随着气压的降低,空气密度也相应减小,致使散热能力下降,导致以自然对流、强迫通风或空气散热器为主要散热方式的产品温升增高。再次,气压降低会使某些材料中含有的填料和溶剂物质加速挥发或蒸发,促使材料加速老化失效^[3]。因此,我们有必要分析海拔高度比较高的测站的气压分布情况,找出气压与高度的联系,针对气压较低的高山或高原地区台站的电子、电器产品采取相应的防护措施。

我们按要求把海拔高度在 2000m 以上且资料完整的测站选出,共 88 站。海拔高度在 2000m 以上的测站大部分分布在西藏东部、青海大部、四川西部。而海拔高度在 2000m 以上的藏西高原的测站则比较少,因为那里气候恶劣,人烟罕至,因而所设测站也很少。此外,在新疆帕米尔高原西部的个别测站、山西和甘肃个别高山站的海拔高度也

在 2000m 以上。

我们统计了海拔高度在 2000m 以上所有站点的年平均气压,绘成气压-高度图(图 7)。由图 7 可见,气压与高度的关系十分密切,海拔高度为 2000m 左右的测站,其年平均气压约为 800hPa,海拔高度为 3000m 左右的测站,其年平均气压约为 700hPa,海拔高度为 4000m 左右的测站,其年平均气压约为 620hPa。

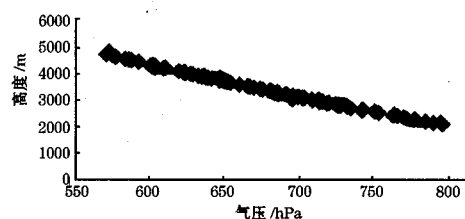


图 7 海拔高度 2000m 以上测站的气压-高度图

4 小结

利用我国最新的气象观测资料,对可能影响电子产品的性能和气象环境条件进行统计分析,其结果对电子产品的研究、设计、生产、使用及为有关单位制定相应的安全标准,有很好的参考价值。

参考文献

- 1 冯秉全. 今日电子学. 北京:科学普及出版社,1981,2(1):100~101.
- 2 陈立坚,陈立勋. 实用电子计算公式. 北京:国防工业出版社,1981,5(1):26~27.
- 3 电工电子产品环境条件标准汇编. 北京:中国标准出版社,1998,3(1):59.

Analysis of Some Meteorological Environment about Electronic Manufacture Security

Yao Li^{1,2} Li Xiaoquan² Li Jing²

(1. Physical College of Peking University, Beijing 100871; 2. National Meteorological Center)

Abstract

Based on meteorological data in the last thirty years, the meteorological environment, such as temperature, relative humidity, air pressure about electronic manufacture production, reservation, transport and electronic security are analyzed.

Key Words: electronic manufacture meteorological environment analysis