



CAS E T

中科院广州电子技术有限公司
GUANGZHOU ELECTRONIC TECHNOLOGY CO. LTD., CAS.
中国科学院广州电子技术研究所



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

高海拔地区分布式光纤线型感温火灾探测器 特殊性设计要求

中国科学院广州电子技术研究所

中科院广州电子技术有限公司

前言

海拔高度是某地与海平面的高度差,是表示地面某个地点高出海平面的垂直距离。海拔超过 1000m 的地区称为高原地区。我国地广物博,地理条件和气候条件十分复杂,西北部地区多数为高原。我国海拔 2000 米以上的地区约占 33%,海拔 3000 米以上的地区约占 16%。比如:拉萨 3658.0 米,那曲 4507 米,昌都



3440.7 米等等。随着国家西部开发政策的实施，例如智慧城市信息系统也纷纷在这些高海拔的地区开工建设，这就不能忽视高海拔对电子设备的影响。

原因如下：

1.海拔越高地区，空气密度就越小，大气压降低，使得空气粘性系数增加，空气分子数就会减少，从而导致传递的热量减少，这是由于空气对流传热是通过分子碰撞传递能量得来的。这样热传递效率就会降低，电子部件的散热性能变差。对流传热传递的热量减少将导致电子部件温升的增加。因此处于高海拔地区的电子设备散热性能降低。电子设备在运行中都会产生热量，由于海拔越高地区的空气分子数量减少，使发热电子设备的温度不容易散掉，造成电子设备温升过高，如果散热不及时就会造成部分器件烧坏。

2.海拔越高的地区，空气越稀薄，绝缘介质强度就会降低，如绝缘距离不足使电子设备容易放电。海拔高的地区容易发生凝露，降低电子设备的爬电距离。电子设备的绝缘器件性能也会下降。因此绝缘的好坏直接影响电子设备的安全性。如果电子设备绝缘在电场中由于超过其绝缘强度被破坏而失去应有的绝缘性能，这时就会出现绝缘击穿现象，电子设备将无法继续正常工作。

高海拔地区电子设备特殊性设计要求

1. 概述

分布式光纤线型感温火灾探测器（以下简称主机）在设计中，必须充分考虑到高原地区环境条件下对主机性能的影响，着重针对低气压对空气绝缘和热传递效能的影响进行技术分析，因为产品设计考虑不充分，将导致主机在高原地区产



品失灵，还有可能烧坏部分元器件。

注：采用专门用于测量海拔高度的压力传感器进行模拟测试。

2 高海拔地区环境的主要特征

2.1 高海拔地区环境条件参数

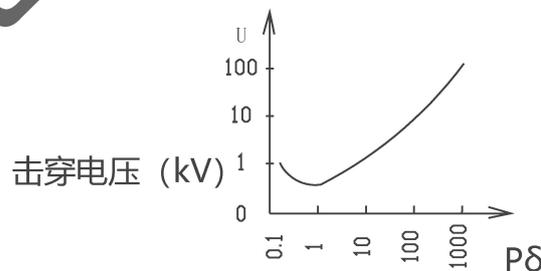
海拔高度和气温、气压、湿度关系列表

海拔高度/m	0	1000	2000	3000	4000	5000
最高温度/°C	45、40	45、40	35	30	25	20
气压/kPa	101.3	90	79.5	70.1	61.7	54

由上表可知，高海拔地区气候的特点：

- (1)海拔每升高 100m 大气压力下降约 1%。
- (2)海拔每升高 100m 空气的最高温度和平均温度均下降 0.5°C。

2.2 帕申定律描述了压力与气体击穿电压的关系：当气体材料和电气材料一定时，电气间隙的击穿电压与电气间隙长度和气体压力的乘积有关，即 $U=f(P\delta)$ ，典型曲线见图。



$U=f(P\delta)$ 曲线图



该曲线表明，当电子设备间隙一定时，击穿电压只与气压有关。在大气条件下，主要应用谷底右侧部分，这说明空气的击穿电压近似与大气压成正比。在高海拔地区，以空气为绝缘的电子设备的绝缘强度将下降，其下降程度约为海拔每升高 100m，绝缘强度下降 1%。因此对于电子元器件在超过 2000m 使用时应降低额定工作电压使用，系数取 $K_u = 1 - (\chi m - 2000m) / 100m \times 1\%$ ，其中 χ 表示海拔高度。

3. 设计时需考虑的关键问题

依据 GB/T 20626.1-2017 《特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分：通用技术要求》。

3.1 结构

需考虑因素如下

1. 在低气压条件下，由于空气分子数量减少，使发热电子元件的温度不容易散掉，造成局部温升过高。这一情况对非自身发热元件的影响不大，由于非自身发热元件的热量是从发热元件传递过来的，因此在低气压时的温升比在常温时要低。
2. 当高度增加时，大气压降低，使得空气粘性系数增加，传递的热量减少，这是由于空气对流传热是通过分子碰撞传递能量；当高度增加时，大气压降低，空气密度降低，造成空气分子数减少，导致传递的热量减少。
3. 空气密度减小直接影响强迫流动对流散热的热量耗散，强迫流动对流散热是依靠空气流动带走热量的，风扇是保持流过电机气流体积流量保持不变，当高度增加时，由于空气密度下降，即使气流体积保持不变，气



流的质量流量也会减少。

海拔升高，空气密度降低，空气的介电强度也相应下降，需对主机的电气间隙以及工频耐压、雷电冲击耐压值进行修正。在机箱结构设计时在充分考虑满足抗电磁干扰前提下，在导热、对流散热方面进行合理设计。设计时应考虑安装方式的多样性（需同时满足壁挂式及标准 19 英寸安装），以免对监控中心设备工艺布局的产生影响。

3.2 电子元器件的要求

需考虑因素如下

1. 气压对电子元器件之间间隙的影响最为明显，不合理的间隙将使绝缘强度降低或失效。
2. 在一定电场力的作用下，一个电子由阴极飞向阳极，在路径上将发生碰撞电离。和气体电子发生第一次碰撞引起电离后，就多了一个自由电子。这两个电子在飞向阳极的过程中又由于碰撞引起电离，于是第二次碰撞后就产生了四个自由电子。这四个电子又重复以上的碰撞，这样发展下去将产生更多的电子，从而产生电子雪崩。
3. 依据气压理论可知，当温度一定时，气压与电子的平均自由行程和气体的体积成反比，当高度增加、气压下降，带电粒子的平均自由行程增加，将加速气体的电离，因此气体的击穿电压下降。

有以下两种选择方法：

1. 选用电子元件时，按高海拔标定的额定参数进行主机设计；



CAS ET

中科院广州电子技术有限公司
GUANGZHOU ELECTRONIC TECHNOLOGY CO. LTD., CAS.
中国科学院广州电子技术研究所

2.充分考虑高海拔对电子元件影响进行设计。需要测算高海拔环境对电子元件的影响。

4.接地要求

依据《YD 5098-2005 通信局（站）防雷与接地工程设计规范》

高海拔地区的冻土属于多年冻土，在冻土区进行基础接地施工首先面临的的就是土壤高电阻率和冻胀灾害。高原冻土的平均土壤电阻率都在 3000-5000Ω.m 之间。在高海拔冻土地区，除可采取高电阻率区的降阻措施外，还可采取下列措施：

- 1.将接地极敷设在溶化地带或溶化地带的水池水坑中。
- 2.敷设深钻式接地极，或充分利用井管或其他深埋在地下的金属构件作为接地极。
- 3.除深埋式接地极外，还应敷设适当深度（约 0.5m）的伸长式接地极。
- 4.在接地极周围人工处理土壤，以降低冻结温度和土壤电阻率。
- 5.对于土壤高电阻率地区可根据实际需要增大接地电阻值。