

图 1

将表 4、图 1 与表 1 结合起来进行分析，得如下结论：从异常的产生情况看健康状况，干部、工人青年组最好；教师青年组、工人老年组较好；工人中年组一般；干部、教师老年组较差；干部、教师中年组最差。因为中年干部多为知识分子，所以实际上是中年知识分子的健康状况最差。由此看出，中年知识分子的健康状况应引起人们关注。

以上结果说明，用主成分分析法可以充分发挥资料的作用，得到较多的信息，为学校制定保健计划提供了依据。

本文所用资料是我校卫生科陈永生医生整理并提供的，我校计算机室鲁征山同志在计算中给予很大帮助，在此一并表示感谢。

参 考 文 献

【1】 湖南医学院主编，卫生学，人民卫生出版社，1982 年。

步进应力加速寿命试验方法初探

谢 灿 敏

(七一五厂)

加速寿命试验就是在不改变元器件失效机理的前提下，提高可能引起元器件失效的那些应力促使元器件加速失效，从而可以在较短的时间内测出失效率，找出寿命与温度或电压的关系(加速系数)再用外推法来预计实际使用条件下的失效率，以达到加速估计元器件的可靠性的目的。加速寿命试验按照施加应力方式的不同分为恒定应力加速寿命试验，步进应力加速寿命试验，序进应力加速寿命试验三种类型。其中恒定应力加速寿命试验方法更为成熟已形标准^[1]，但步进应力加速寿命试验与恒定应力加速寿命试验相比更能减少试验时间，节约试验

样品个数。

我们根据[2]提出的方法,选用 CL₁₂型涤纶电容器进行步进应力加速寿命试验,此类产品的寿命服从指数分布。同时用[2]中提出的统计分析方法对试验结果进行分析。本文详细介绍了这次验证试验的情况,并对试验的有效性进行了分析,说明试验结果是可信的。

这次试验在设计中考虑了如下四个问题。1. 加速可行性,首先必须了解电子元器件老化特性的分布与选取的加速应力的关系,以判断加速的可行性。不同类别的电子元器件具有不同的失效机理,诱发失效的应力类别也不同,因此选取的加速应力类别也有区别。

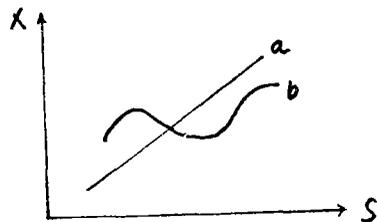


图1 老化特性趋势图

图1给出了两种类型的电子元件之老化特性与加速应力关系图,图中X为标志电子元器件老化进程的物理量,S为选取的加速应力。根据图1所示的试验结果易于判断a类元件具有寿命加速的可能性,本文选用的试样与选取的应力符合a类元件的特征,而b类元件以S应力为加速变量是无效的。

2. 步进时间:步进应力加速寿命试验不同应力等级的试验时间(步进时间)的选择,直接影响到产品可靠性指标的估计精度。步进时间的长短与产品施加应力的水平有关,应力水平低的步进时间长一些,应力水平高的,步进时间短一些。确定步进时间的原则是尽量不要使失效过于集中在某一两个步进时间间隔内。

3. 步距与应力范围:为了保证试验的准确性,起始应力水平应接近该产品技术标准中规定的额定值,最高应力水平不得大于该产品的结构材料,制造工艺所能承受的极限应力,以免带进新的失效机理。

本次试验是在温度(+85°C)保持恒定的条件下,电压应力作为加速因子,在试验期内电压应力水平成阶梯形逐渐上升。根据 CL₁₂型涤纶电容器恒定应力加速寿命试验的经验,步进应力加速寿命试验起步应力定为 2.25V_B,终止应力定为 3V_B,电压步距为 0.25V_B,全程步进次数为四步次。

4. 样品的选择:试验样品选择 CL₁₂型涤纶电容中有代表性的规格:CL₁₂-160-0.047 100只,来源于生产车间正常生产工艺流程下,具有同样设计,材料和结构并是一次随机抽取的同批生产的产品。其质量完全符合例行试验的各确技术要求。

这次试验结果及数据处理分如下几步进行:1. 各应力水平下的试验时间失效数及平均寿命见表1。

表 1

电压应力(伏)	试验时间(小时)	失效数(只)	失效模式	平均寿命(小时)
360	10	10	击穿	98.01
400	10	14	击穿	54.12
440	10	15	击穿	47.45
480	10	18	击穿	22.45

2. 加速寿命方程及其系数 a、b 的估计:电容器的寿命与电压的关系符合逆幂律方程:

$$\theta = \frac{1}{KV^c} \quad \text{或} \quad \ln \theta = a + b \ln V$$

其中系数 $K = e^{-a}$, 常数 $C = -b$. 按步进应力加速寿命试验数据处理方法^[2]计算得:

$$a = 33.570713 \quad b = -4.912764.$$

则加速寿命方程为: $\ln \theta = 33.570713 - 4.912764 \ln V$

3. 利用加速寿命方程计算电容器在额定工作电压 160V 下的平均寿命:

$$\ln \theta_0 = 33.570713 - 4.912764 \ln 160 = 8.6375819$$

$$\theta_0 = 5639.676 \text{ (小时)}$$

4. 计算电容器在额定电压下的失效率 λ_0 : 电容器在额定电压下的失效率按公式:

$$\lambda_0 = \frac{1}{\theta_0} = \frac{1}{5639.676} = 1.77 \times 10^{-4} / \text{小时}$$

5. 估计平均寿命加速系数 $\tau_{\theta_i \sim \theta_0}$: 按公式 $\tau_{\theta_i \sim \theta_0} = \frac{\theta_0}{\theta_i}$ 计算出的 $\tau_{\theta_i \sim \theta_0}$ 列于表 2.

表 2

样品型号	CL ₁₂ -160-0.047					
电压应力	200V (1.25V _H)	224V (1.4V _H)	360V (2.25V _H)	400V (2.5V _H)	440V (2.75V _H)	480V (3V _H)
$\tau_{\theta_i \sim \theta_0}$	2.99	5.22	57.54	104.21	118.86	251.21

根据上述统计分析结果, 我们有如下看法: 1. 从表 2 看出, 当产品在 1.4 倍额定电压负荷下工作, 其加速系数为 5.22, 这与 MIL-C-55514 确定可靠性的非金属外壳直流塑料薄膜电容器总规范, 在最高额定温度, 140% 额定电压下, 加速系数为 5 的比较, 结果是基本相同的.

2. 试验的有效性分析, 通过步进应力加速寿命试验得到了该电容器的加速寿命方程为 $\ln \theta = 33.570713 - 4.912764 \ln V$, 利用加速寿命方程外推对应于各应力水平下的失效率 ($\lambda = \frac{1}{\theta}$) 见表 3.

表 3 在 85°C 时 CL₁₂-160-0.047 涤纶电容器的失效率

$S = \frac{V_{\text{工作}}}{V_H}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\lambda (10^{-4} / \text{小时})$	0.00002	0.0007	0.0048	0.0197	0.0589	0.1442	0.3074	0.5924	1.0567	1.7732
随应力增加而失效率增大的倍数	35	6.86	4.10	2.99	2.45	2.13	1.93	1.78	1.68	

如果将表 3 所给出的应力条件下, 随应力增加而失效率增大的倍数与 1979 年出版的美国军用手册 MIL-HDBK-217C 所列塑料类电容器 (MIL-C-18312) 对应于各应力水平下, 随应

表 4 在 85°C 时 MIL-C-18312 塑料类电容器的失效率

$S = \frac{V_{\text{工作}}}{V_H}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\lambda (10^{-5} / \text{小时})$	0.0054	0.0055	0.0064	0.0108	0.0217	0.0459	0.0955	0.1784	0.3121	0.5287
随应力增加而失效率增大的倍数	1.02	1.16	1.69	2.01	2.12	2.08	1.87	1.75	1.69	

力增加而失效率增大的倍数,表4进行比较,则显然可以看出,除了在很低的应力水平外随应力增加而失效率增大的倍数是十分相似的,因而证明“步进应力加速寿命试验方法”是有效的,试验结果是可信的。

3. 本次试验仅用100只样品,通过短短的40小时的试验就得到令人满意的试验结果,这说明“步进应力加速寿命试验方法”具有快速而有效的特点,对产品的不同批次,或因设计;工艺、材料等因素的变动,需要对产品的寿命或可靠性及时作出评估时,运用“步进应力加速寿命试验方法”是适宜的。而对于电子元件筛选应力的确定,对了解电子元件失效模式的变化,对电子元件老化特性参数分布的了解,即电子元件在何种应力范围内能可靠工作,“步进应力加速寿命试验方法”也是一种快捷和有效的试验方法。

最后,作者对七一五厂可靠性技术研究所所长张伟祖审阅指导,谨此感谢。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国第四机械工业部标准:《寿命试验和加速寿命试验方法》,SJ1432~1435-78,北京,1979。
[2] 茆诗松,指数分布场合下步进应力加速寿命试验的统计分析,《应用数学学报》,8(1985) No. 3, 311—316。

典型相关分析在台风路径预报中的应用

陈孝源 俞善贤 李汉惠

(浙江省气象科学研究所)

在台风路径预报中,通常使用的统计方法都没有涉及自变量场与预报量场之间的整体相关关系。典型相关分析^[1]则是从两组变量的相关性着手,把原来较多的变量归结为少数几个典型变量,且通过研究这少数几个典型变量的典型相关系数,来揭示两组变量之间的整体相关关系。

我们用典型相关分析从因子场提取的典型变量,试作台风路径预报所用的资料如下:

台风的起始预报区域由下列四点组成:31°N、127°E; 27°N、135°E; 18°N、117°E; 15°N、127°E。样本取自1958年—1979年7—9月,共121个台风的297个样本。预报对象为台风中心未来48小时的经纬度(λ_{48} 、 φ_{48})和60小时的经纬度(λ_{60} 、 φ_{60})。

提供筛选的预报因子由两部分组成:第一部分为典型变量。进行典型相关分析的预报量场和因子场是:台风中心未来48小时的经纬度和台风中心未来60小时的经纬度两个预报量场分别与以下五个因子场,即台风起报时刻的500hPa形势图上15°—55°N、75°—145°E范围内58个网格点(图略)的高度场(H_0); 24小时变高场(ΔH_0); 二级变高场($\Delta^2 H_0$); 台风中心未来48小时时刻的500hPa形势图上上述格点的高度场(H_{48})和24小时变高场(ΔH_{48})。通过典型相关分析,对每个预报场,从各个因子场中分别提取两个典型变量,共提取典型变量10个,以 x_1, x_2, \dots, x_{10} 表示。第二部分为台风持续性因子。它包括台风起始时刻的经纬度,12小时内台风经纬度的位移量及天气学经验因子,共15个,以 $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{25}$ 表示。

采用通常的逐步回归方法,可求得四个台风路径预报方程。例如:台风中心未来48小时的经度预报方程为: