

中华人民共和国国家标准

电工电子产品自然环境条件
尘、沙、盐雾

GB/T 4797.6—1995

Environmental conditions appearing in nature
for electric and electronic products
Dust, sand, salt mist

本标准参照采用国际标准 IEC 721-2-5《环境条件分类 第二部分：自然界出现的环境条件 第5组：尘、沙、盐雾》(1991年，第一版)。

1 主题内容与适用范围

本标准阐明了自然界中出现的尘、沙、盐雾环境的特性、分布与对产品的影响，及影响这些环境条件的因素。

本标准适用于考虑产品在贮存、运输和使用期间暴露于尘、沙、盐雾环境下可能遭受的自然条件及其影响。这些环境因素的影响常和风有密切的联系，并随风力的增加而增大数倍。有关风的环境因素与条件，参见 GB/T 4797.5“降水和风”。

2 引用标准

GB 4796 电工电子产品环境参数分类及其严酷程度分级
GB 4797.5 电工电子产品自然环境条件 降水和风

3 尘、沙、盐雾对产品的影响

3.1 尘、沙、盐雾及相关的风，能在各个方面对产品产生影响，最主要的是：

- a. 尘进入密封容器和封闭体中；
- b. 使电气性能劣化，例如接触失效，接触电阻改变，(电位器)的轨道电阻变化；
- c. 引起运动的轴承、车轴、旋钮和其他运动部件磨损或故障；
- d. 表面发生剥蚀(侵蚀、腐蚀)；
- e. 导致光学表面模糊；
- f. 使润滑脂污秽；
- g. 热传导率降低；
- h. 导致工作的通风孔、套管、导管、滤清器、孔等阻塞；
- i. 高速运动(如沙暴)时产生静电，影响通讯系统。

3.2 积存的尘和沙与其他环境因素(如水蒸气)结合，可能对产品产生严重的影响，如发生腐蚀和长霉。湿热大气与具有化学侵蚀性的尘结合时，会引起腐蚀。在大气中含有盐雾时会引起类似影响。

3.3 还须考虑离子传导和腐蚀性尘(如消冰盐等)的影响。

国家技术监督局 1995-06-02 批准

1996-06-01 实施

4 自然尘与沙环境

4.1 尘和沙的分类

根据不同的空气动力学特性,尘和沙的区分如下:

a. 尘:可确定为无规定来源或组成的物质粒子,粒子大小在 $1\ \mu\text{m}$ 到 $150\ \mu\text{m}$ 之间。由于自然的空气湍流,直径小于 $75\ \mu\text{m}$ 的粒子,可在大气中悬留很长时间。

b. 沙:是由碎岩屑沉积物的凝离的非压实的堆积物来表示的,其基本构成为圆状的石英颗粒。在沉积岩石学中应用本术语时,则是针对 $100\ \mu\text{m}$ 和 $1\ 000\ \mu\text{m}$ 之间大小的粒子。除非是在不断地受到强的自然或诱发气流或湍流情况下。直径大于 $150\ \mu\text{m}$ 的粒子是不可能停留在空中传播的。

c. 烟尘和烟雾:是空气中小于 $1\ \mu\text{m}$ 粒子构成的弥散系统。

4.2 沙尘的类型与特征

4.2.1 沙尘的类型

自然界中的大多数沙尘,主要成份是石英。在沙漠及类似的多尘地区,沙尘会使产品遭受损伤。石英的主要特点是硬度大,它对产品,特别是运动部件,导致快速磨损或损伤。但是,材料的磨蚀通常是在沙尘与高速气流或沙尘与较长作用时间周期相结合时才会发生。

4.2.2 沙尘的特性

4.2.2.1 自然尘的重要特性,是其非吸收性和化学惰性,但当大气中含有潮湿或其他气体时,则可能对金属产生腐蚀作用。

4.2.2.2 细粒尘的最显著的特点,通常是其非磨损性和吸湿性。

4.2.3 沙尘特征

4.2.3.1 颗粒大小

a. 尘与沙颗粒大小的近似范围是:

细粒尘	$75\ \mu\text{m}$ 以下
粗粒尘	$75\sim 150\ \mu\text{m}$
沙	$150\sim 1\ 000\ \mu\text{m}$

b. 尘和沙颗粒大小的近似分布,如图1所示。

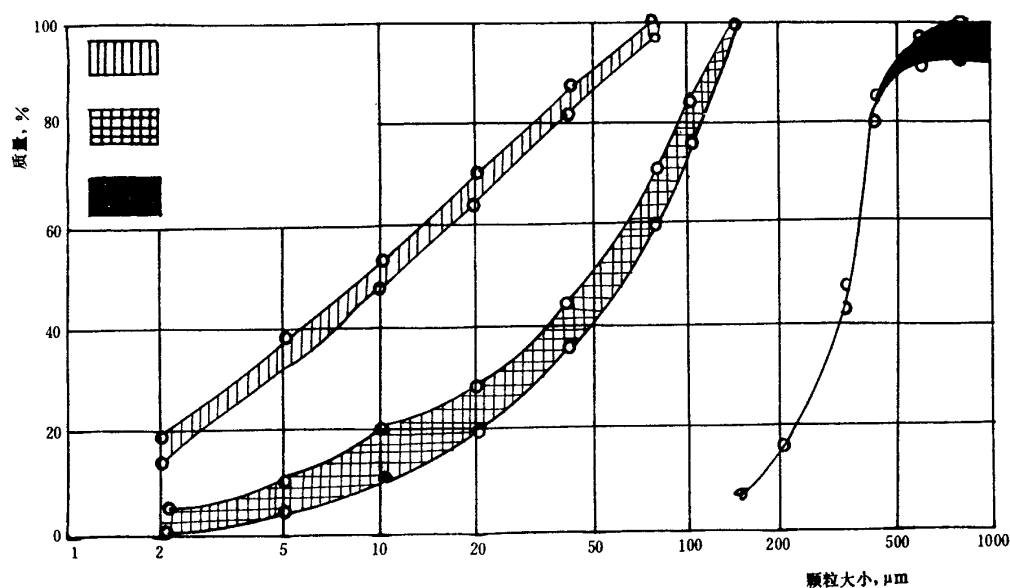


图1 沙尘颗粒大小的累积分布

4.2.3.2 粒子硬度

单个粒子的硬度,可用来确定它对所接触物体的刮伤能力。由结晶石英微小碎渣或其他矿物质构成的沙,通常比大多数熔融硅石玻璃稍硬些。因此,沙能刮伤多数光学玻璃装置表面。在捕集的沙的粒子上施加压力可使之发生破裂。几种普通物质的硬度等级(按莫氏硬度)见表1。具有较高硬度等级的物质能刮伤任何较低硬度等级的物质。

表1 几种普通物质的硬度等级

莫氏硬度等级与代表性物质	典 型 物 质
1 滑石	石墨
2 石膏	雪花石膏,硅藻土
	高岭石
3 方解石	方铅矿石,云母,(指甲)
	硅镁镍矿石,大理石,蛇纹石
4 氟石	霏石,白云石
5 磷灰石	石棉,蛋白石
6 正长石	窗玻璃
	磁铁矿石,长石
7 石英	玛瑙,紫磷酸铁锰矿石,(刀具钢)
	燧石,熔融石英,橄榄石
8 黄晶	红柱石,电石
	金刚砂
9 刚玉	蓝宝石,碳化硅
	碳化钨
10 钻石	

4.2.4 浓度

4.2.4.1 根据质量可测算出浓度,即单位体积空气中粒子的质量。

大气中沙尘的浓度,随地理位置,地区气候类型与条件及人类活动程度而有较大的差异。在某些条件下,大量的沙尘是从表面的浮尘局部地和暂时地分离出而随风飘逸。

4.2.4.2 在温和气候地区内,各种区域所遇到沙尘的典型浓度如表2所示。

表2 典型的沙尘浓度

地 区	沙尘浓度,mg/m ³
乡村和市郊	0.04~0.11
城市	0.10~0.45
工业区	0.50~2.00

4.2.4.3 较高的沙尘浓度出现在诱发条件下,例如由直升飞机和履带式车辆引起的情况。附录A说明由直升飞机和车辆诱发引起的沙尘浓度的近似值。

4.2.4.4 沙漠上不同高度处的典型沙尘浓度,如表3所示。沙漠中近地层的沙尘在气流中的运动形式见附录B。

表 3 沙漠上沙尘浓度随高度增加的变化情况

能见度条件	高度 m	沙尘浓度 mg/m ³
晴朗的,能见度 130 km	150	0.21
	300	0.22
	600	0.17
	1 200	0.14
	1 800	0.055
沙尘暴,能见度 300 m,空气速度 10~15 m/s	150	2.00
	300	17.40
	600	7.00
	900	1.80
	1 200	0.64

4.2.4.5 沙尘浓度及大颗粒出现的机会,随风速的增大而增加,图 2 说明这种关系的一般情况。但它随诸如温度、湿度、粒子构成等因素而异。大于 150 μm 的粒子,一般被限制在近地面 1 m 的空气层内。在这层内约有半数沙粒(质量计)是在地表面上 10 mm 内运动,而另一半,多数是在近地表面上 100 mm 内运动。

我国西北地区空气中沙尘含量(个/cm³)与风速关系的实测结果,见图 3。

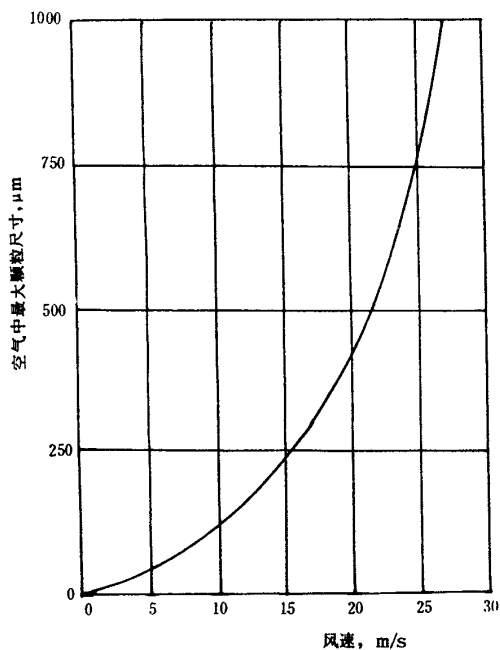


图 2 最大颗粒尺寸与风速的依赖关系
注:对最大粒子尺寸有影响的近地面条件(小于 1 m)的曲线

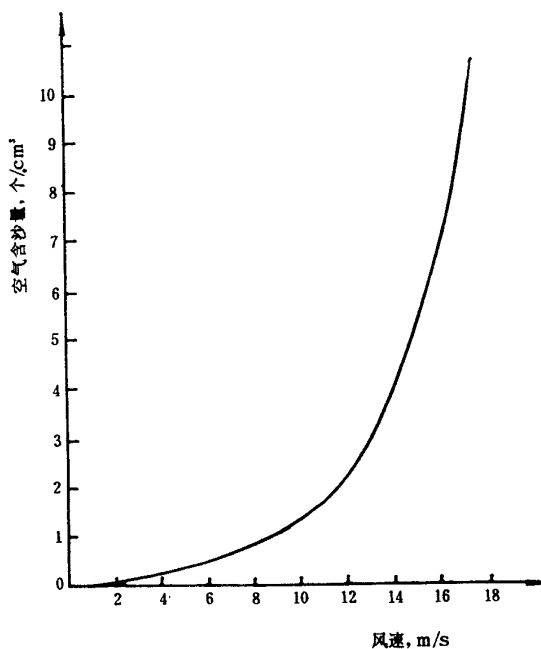


图 3 户外大气中沙尘含量与风速的关系
(新疆火焰山戈壁滩,距地 1 m 高度)

4.3 影响沙尘环境的因素

4.3.1 沙尘环境受诸如地形、风、温度、湿度和降水因素的影响和控制。这些因素中的任何一个都不能独立地支配某地区是有尘或无尘问题,通常要有两个或更多个因素的相互结合才起作用。自然界中发生最严酷的情况,如在沙漠地区,所有因素都普遍而强烈地导致沙尘的高浓度。地形的结构特征能够引起高速的强风,引起沙尘暴。例如,当空气强劲地通过山坳类型的地貌结构时,会显著地增大风速。

4.3.2 沙,广泛分布于地球陆地表面。沙漠是自然发生风吹沙尘的最初来源,世界上主要沙漠构成的面积约占陆地总面积的五分之一。表4列出我国的主要沙漠,是我国自然界发生风吹沙尘的最初来源,全国沙漠(包括戈壁及沙漠化土地)总面积有 $130.8 \times 10^4 \text{ km}^2$,约占我国土地总面积的 13.6%。

表4 我国主要沙漠及其地理位置与面积

沙漠名称	地理位置	海拔 m	面积 $\times 10^3 \text{ km}^2$
塔克拉玛干沙漠	新疆塔里木盆地	840~1 200	337.6
古尔班通古特沙漠	新疆准噶尔盆地	300~600	48.8
库姆塔格沙漠	新疆东部、甘肃西部;罗布泊低地南部,阿尔金山北部	1 000~1 200	22.8
柴达木盆地沙漠 (包括风蚀地)	青海柴达木盆地	2 600~3 400	34.9
巴丹吉林沙漠	内蒙古阿拉善高原西部	1 300~1 800	44.3
腾格里沙漠	内蒙古阿拉善高原东南部	1 400~1 600	42.7
乌兰布和沙漠	内蒙古阿拉善高原东北部,黄河后套平原西南部	1 000	9.9
库布齐沙漠	内蒙古鄂尔多斯高原北部,黄河河套平原以南	1 000~1 200	16.1
毛乌素沙地	内蒙古鄂尔多斯高原中南部和陕西北部	1 300~1 600	32.1
浑善达克(小腾格里)沙地	内蒙古高原东部的锡林郭勒盟南部和昭乌达盟西北部	1 200	21.4
科尔沁沙地	东北平原西部的西辽河下游	100~300	42.3
呼伦贝尔沙地	内蒙古东北部的呼伦贝尔高原	600	7.2

4.3.3 和沙比较,尘粒子有极低的沉降速度,能在空气中长久维持悬浮状态,并可停留于任何处所的表面。在干燥条件下,至少有 9% 以上尘粒(按质量计)的土壤变成中等粉末状的,有 14% 以上尘粒的土壤可能就是完全灰尘状的。除南极外,世界陆地表面的 40% 列为干旱地区,而另有 40% 是属季节性干燥地区。一年中绝大部分时间,世界陆地表面的大部分地区,预期会出现尘。

甚至在有大雨的地区,那里保护被覆被破坏,尘仍会产生。许多潮湿地区有很好的排水,以致无保护的大部分土壤,在大雨后于非常短的时间内变为尘。

4.3.4 图4示出在中等强度内陆风地区,风的发生情况。

图5说明我国西北地区起沙风(风速 $\geq 5 \text{ m/s}$)的出现次数与风速频率的关系。

4.3.5 图6示出不同大小粒子的沉降速度。从该图可估计沉降的时间。对小粒子应考虑热变化和其他气流对沉降时间的影响。

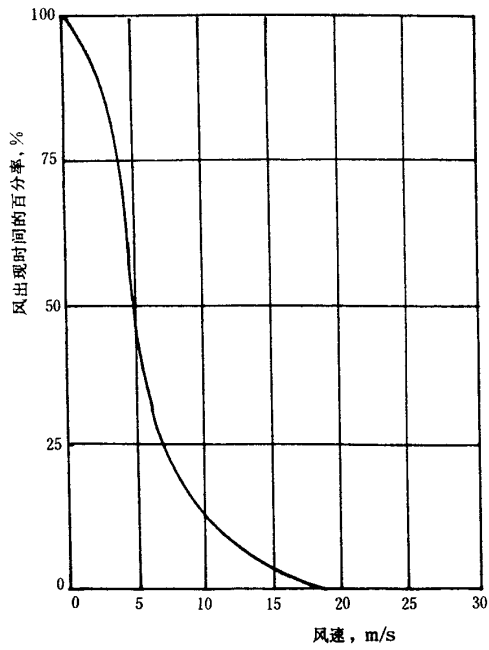


图 4 内陆地区出现中等强度风的百分率情况

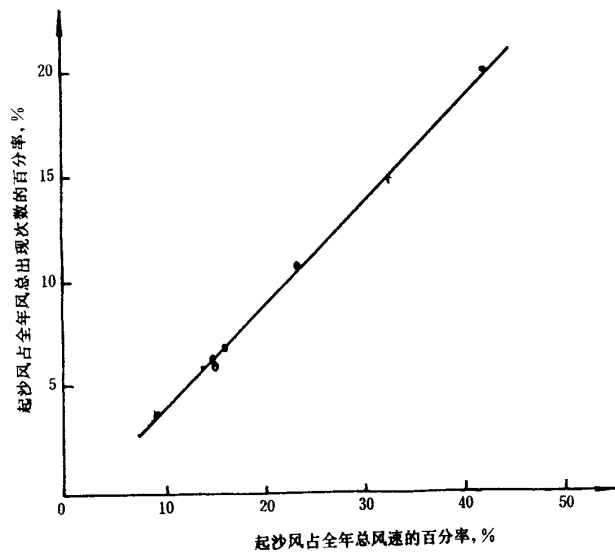


图 5 起沙风(≥ 5 m/s)的出现次数与风速频度的关系
(新疆塔克拉玛干地区)

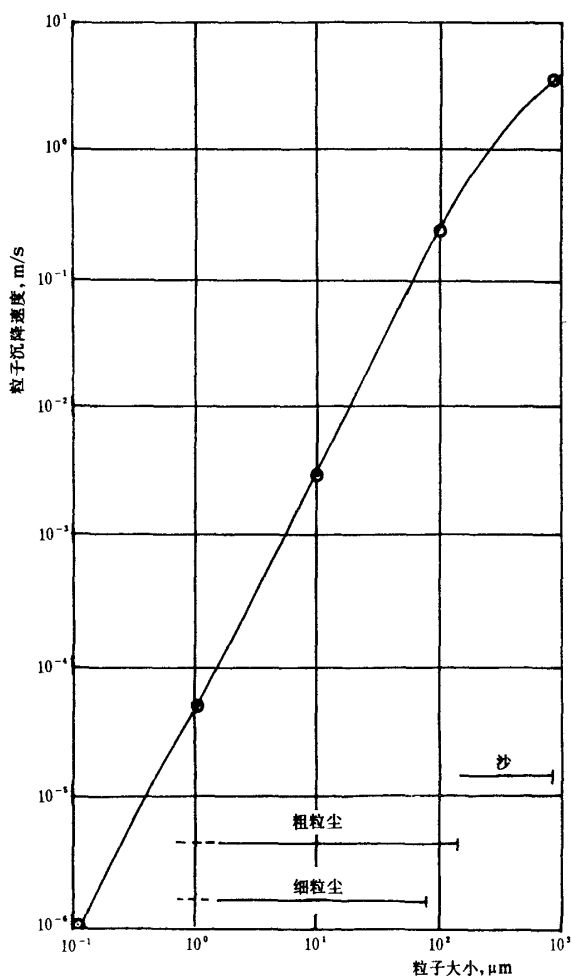


图 6 滞留于空气中粒子的沉降速度

注：曲线指温度 0℃、压力 101.3 kPa 时，对浓度为 1 g/cm^3 粒子的情况。

5 百叶箱和封闭场所中的沙尘

5.1 沙尘特征

5.1.1 尘的类型

在百叶箱和封闭场所，可发现各种物质的尘，如石英、水泥、粉状物、有机纤维等。

5.1.2 颗粒大小的分布

颗粒大小的分布，按是否户外、装载车辆或百叶箱场所来考虑而有显著的差异。由于掩护物的过滤作用，在百叶箱和封闭场所中的最大粒子尺寸，要比无气候防护场所的小些。在百叶箱和封闭场所中最大粒子尺寸约为 $100 \mu\text{m}$ 。

5.1.3 尘的沉积密度

在不同地区沙尘沉积密度的典型值见表 5。沙尘沉积量值是从户外大气流入测量器中沙尘的样品。不可拿它们来考虑封闭场所中的局部尘，例如，在矿山、水泥厂、锯木厂和类似场所中，在那里沉积的发生遍及整个生产过程。

表 5 典型的沙尘沉积密度

地 区	沙尘沉积量,mg/(m ² ·h)
乡村和郊区	0.4~15
城市	15~40
工业区	40~80

5.2 影响沙尘环境的因素

5.2.1 地区和场所

5.2.1.1 在百叶箱或封闭场所中,沙尘产生的影响与户外场所,例如在沙漠地区出现的尘暴、尘土路上行驶车辆周围的局部环境等,有显著的差别。

5.2.1.2 在封闭和百叶箱场所出现的沙尘,是由多种来源引起的。沙尘可能是石英、消冰盐、肥料等,它们可通过通风孔或损坏的窗户侵入这样的场所。

5.2.1.3 尘也可能是天然的小纤维或人造材料组成的,例如,从生活间或办公室日常使用的衣服或地毯产生的。

5.2.1.4 在车库里发现有其他的尘源,如种子及机轮研磨粉等。

5.2.1.5 物质颗粒大小的分布,随不同类型的尘而异。唯有一点是共同的,即他们具有的最大粒子尺寸是近似一致的。见 5.1.2 条。

5.2.2 尘的影响

在百叶箱或封闭场所,也有微小的空气运动,识别这种气流作用的依据是:

a. 沉积 产品上沙尘的沉积,可能由四种不同机理引起:

- 1) 在停滞空气中的沉积;
- 2) 在被保护表面上的沉积;
- 3) 藉静电力的吸引;
- 4) 用狭窄孔道捕集,例如在有强迫空气循环的过滤器中。

空气的运动有延缓或阻碍沙尘沉积的倾向。

b. 侵入 沙尘侵入产品内的过程可能是这样发生:

- 1) 藉强迫空气循环带入内部;
- 2) 藉空气的热运动带入内部;
- 3) 藉空气的热膨胀和凝缩或大气压力的变化,进入内部。

6 盐雾

6.1 盐雾的形成过程

6.1.1 盐雾是指大气中含盐微小液滴所构成的弥散系统。其成因,主要由于海洋中海水激烈扰动,风浪破碎,海浪拍岸等产生大量泡沫、气泡,气泡破裂时会生成微小的水滴,海水滴大部分因重力作用而降落,部分处于同涡动扩散保持平衡的状态而分布于海面上。它们随气流升入空中,经裂解、蒸发、混并等过程演变成弥散系统,形成大气盐核。这些盐核随着上升气流,可达到 2 000 多米的高空。

6.1.2 在海面上分布的海盐粒子或盐雾,随着风和平流作用向陆地上输送,可随风飘到距海洋许多公里以外的内陆,在台风时则可深入内陆数百公里。

6.2 盐雾的特征

6.2.1 组成

6.2.1.1 海洋及沿海地区大气中含有大量的盐分,包括固体粒子形成的盐或象盐溶液的小滴,也包含有各种其他成份。

6.2.1.2 海水的含盐量以 1 kg 海水中含有固体物质的总量(用克表示)来确定。这时,所有的溴和碘用

等量的氯代替,所有的碳酸盐均换算成氧化物,各种有机物全部氧化。

表6为海水的主要盐类离子的组成,因为海水中盐类大部分是电解为离子状态的。根据表6进行适当组合后计算出的含盐量见表7。

表6 海水的主要构成

组 成	含 量 g/kg	含盐分的百分比 %
阳离子		
钠 Na ⁺	10.47	30.4
镁 Mg ²⁺	1.28	3.7
钙 Ca ²⁺	0.41	1.2
钾 K ⁺	0.38	1.1
锶 Sr ²⁺	0.013	0.05
阴离子		
氯 Cl ⁻	18.97	55.2
硫酸根 SO ₄ ²⁻	2.65	7.7
碳酸氢根 HCO ₃	0.14	0.4
溴 Br	0.065	0.2
硼酸根 BO ₃ ³⁻	0.027	0.08

注:天然海水常常由于诸如船舶和工业制作场排放的各种废弃物导致污染,这些污秽物本身又能增长细菌的活力。

表7 1 kg 海水中所含的盐量

盐 的 种 类	含 盐 量 g/kg
氯化钠 NaCl	23.476
氯化镁 MgCl ₂	4.981
硫酸钠 Na ₂ SO ₄	3.917
氯化钙 CaCl ₂	1.102
氯化钾 KCl	0.664
碳酸氢钠 NaHCO ₃	0.192
溴化钾 KBr	0.096
硼酸 H ₃ BO ₃	0.026
氯化锶 SrCl ₂	0.024
氟化钠 NaF	0.003
合 计	34.481

6.2.1.3 含盐大气的组成成分,近似地等同于海水的构成成分。天然海水的含盐量可取为3.4%,该值随地理区域和气候因素而上下变化。例如在红海出现的值,约为4%,中国各海域近海表层海水在冬季的含盐量,见表8。夏季时,由于大量的江河淡水入海与海水混合,使各海区的平均含盐量稍有降低,特别是在长江口和珠江口附近,其时含盐量仅约0.5%左右。

表 8 中国近海表层海水的含盐量(冬季)

海 域		含盐量, %
渤海	外海	3.4
	沿岸	2.6
黄海	北部	3.1~3.2
	南部	3.15~3.25
东海	长江口	<2.0
	远岸	3.3~3.4
南海	远岸	3.3~3.4
	沿岸	3.0~3.2

6.2.2 颗粒大小

6.2.2.1 盐雾颗粒的直径一般较小,直径大于 $40\ \mu\text{m}$ 的很少,大多在 $2\ \mu\text{m}$ 以下,有 90% 以上小于 $5\ \mu\text{m}$ 。海洋上初生态的盐核较大些,最大核径可达 $300\ \mu\text{m}$ 。随着水分的蒸发、浓缩、传播到内陆上空则变小,很少有大于 $20\ \mu\text{m}$ 的。

6.2.2.2 盐雾颗粒的质量在 $10^{-11}\sim 10^{-5}\ \text{mg}$ 之间。其组成,主要是氯化物、钠和硫酸盐离子。大颗粒的初生态盐核含有的钠与氯离子的比例,大约和海水相同,但小颗粒中,硫酸根离子的比例稍大些。

6.2.3 浓度和沉降量

6.2.3.1 对特定悬浮粒子物质的浓度,可通过已知体积空气或水样品中污染物的质量来进行确定。然后将质量除以样品的体积,即可获得单位体积的质量值,可用每立方米或升的克数,毫克数或微克数来表示。对于仅保持相对短时间的悬浮粒子,其质量可用规定时间内的平均沉降量值来表示。对盐雾来说,是用一种标准化了的方法(如 ISO 9225 标准中规定的“湿润烛光型法”或 GB 10593.2 标准规定的“湿纱布法”)精确测定沉降量值,来表示空气中的含盐量。

6.2.3.2 盐雾浓度

a. 空气中含盐量的极大值出现在海洋上空,特别是在高蒸发的亚热带地区,达 $5\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。在大风期间,其盐雾含量可增加好多倍。在南海 3 级风(风速 $3.4\sim 5.4\ \text{m}/\text{s}$)浪中航行的舰船甲板上曾测得含盐量 $99\ \text{mg}/\text{m}^3$ 的记录,“极地”号科学考察船在南太平洋上 4 级风(风速 $5.5\sim 7.9\ \text{m}/\text{s}$)浪中测得值为 $113\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。在美国大西洋热带空气雾水中测得的氯化物含量约为 $35\ \text{mg}/\text{L}$ 。

b. 陆地上空盐雾的浓度,常受大气状况、海水的蒸发程度、风向、风速扩散因素的影响,也与降水情况、离海距离、海岸地貌情况等有关。一般是沿海和港湾地区比外海上的盐雾含量要低些。来自拍岸浪击和浪花溅射导致的盐雾颗粒,向陆地运送的距离,常随粒子大小、风的方向和速度而定,使大气盐雾含量随海岸到内陆距离的增加而迅速降低。

在对流层以下 $2\sim 3\ \text{km}$ 高空,起初在最低层盐粒子浓度最高,当海洋气团向内陆移动过程中将盐粒冲淡,形成雨、大颗粒盐粒降落,其余小颗粒盐粒在对流层空间均匀分布。

图 7 是我国东南沿海实测得到的一个例子。海上盐雾粒子向陆地上的输送过程,见附录 C。

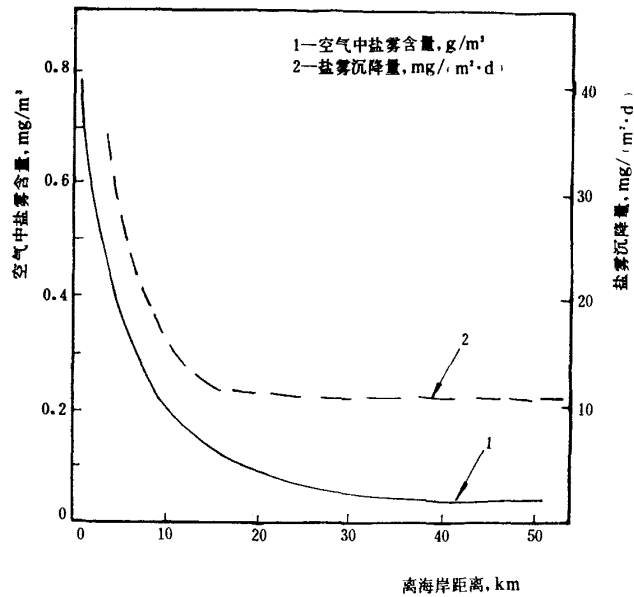


图 7 空气中盐雾含量与盐雾沉降量和离海岸距离的关系(我国东南沿海的测量值)

c. 地面上空的盐雾浓度,以盐场上空的最高,可比一般沿海陆地上空的浓度高 10 倍。在巴拿马运河地区的西门港,测得的空气污染记录资料的最高氯化物浓度为 0.15 mg/m^3 ;我国的海口和湛江等地空气中氯化钠含量达 0.28 mg/m^3 和 0.36 mg/m^3 。

6.2.3.3 盐雾沉降量

a. 盐雾主要沉降于海岸附近的沿海地区,一般在距海岸 300~500 m 范围内沉降量较大,向内陆大约在 80~1 600 km 内,随离海岸距离的增加而减少,并达到一常数量值,约 $0.35 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{a}$ 。但在内陆盐碱地区,应考虑地面含盐土壤灰尘被风扬起,飘入空气中的污染情况(参见第 7 章)。

b. 盐雾的沉降量与邻近海域海水的含盐量、温度、气团特性与厚度,风向风速,降水,空气湿度,沿海地形,森林覆盖情况等有关,有较大的差异。一般海水拍岸浪大,雾重的地区,盐雾沉降量也大。在沿海地区,盐雾沉降量可高达 $122.8 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ($44.83 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$)。一般情况下为 $12.3 \sim 60.0 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。在巴拿马运河区西门港的记录报告,一年期间的盐沉降总量达 $1 400 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ (日平均量),同一站在 1964 年 3 月记录的日平均值超过 $5 200 \text{ mg}/\text{m}^2$ 。

c. 1962~1965 年期间,对我国部分东南沿海城市盐雾沉降量实测的结果,平均值在 $10 \sim 33 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间;最大值在 $15 \sim 54 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的范围内;最小值为 $5 \sim 20 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。在 1959 到 1962 年间,英国沿海海滨记录到的最高量值,是 $136 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,同一期间,印度孟买和科钦分别为 $20 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 和 $65 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。1967 年 7 月在我国汕头、湛江、榆林等码头上测得的平均沉降量为 $195 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

d. 各地区盐的年平均日沉降量值的大致分布情况见表 9。

表 9 盐的年平均日沉降量值的典型分布

地 区	严酷程度	沉降量 $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	参考距离
海洋中岛屿和沿海地区	严酷的	8~90 以上	距海 50~100 km 以内
潮湿的沿海与内陆地区	中等的	0.8~8 以上	距海约 80~1 600 km

续表 9

地 区	严酷程度	沉降量 mg/(m ² ·d)	参考距离
中等半潮湿到潮湿的内陆地区	轻度的	0.8~1.6 以上	距海 500 km 以上
干燥地区	轻微及可忽略的	<0.8	不包括盐碱地区

6.3 影响盐雾环境的因素

含盐大气的浓度水平,受海水波浪扰动,大气蒸发程度,气流运动和风的扩散等诸多因素的影响。对陆地地面大气中盐雾含量高低和盐雾沉降量多寡与分布情况的环境影响因素,主要有:

a. 风向和风速

当风是由海洋吹向陆地的,则有利于将海面上的盐雾带入内陆,使地面空气中的盐雾含量增加,并随风力的增大而使含盐量增加。

海洋上空的盐雾量,由于风力增加,浪花增多,使空气中含盐量也增大,如南海,无风时,空气含盐量为 1.0~1.65 mg/m³,风力 1~3 级(1~5 m/s)时,则达到 6.2 mg/m³。在离海岸较远的内陆,通常空气含盐量在 0.01 mg/m³ 以下,当有 10 m/s 的 5 级风时,可达到 0.1~0.5 mg/m³;而在热带风暴(台风)时,则可上升到 30 mg/m³ 以上。

b. 空气相对湿度

当空气湿度较大时,易为盐核吸附凝结,使直径变大,变重,易于降落。反之,空气干燥时,盐雾粒子中的水分会蒸发,粒径变小,生成干盐核,利于随风传播。如在干热带地区,那里雨量少,湿度低,细粒盐可能形成和沙尘掺和在一起,并被中等强度风带到数百公里的内陆。

c. 离海距离

海洋中产生的盐雾向陆地运送的距离,一般随粒子大小,风的速度而定,大气含盐量常随离海岸到内陆的距离迅速降低。图 7 是 1962~1965 年间我国东南沿海地区观测得出的盐雾沉降量与离海岸距离的关系。在非洲测得的氯化钠沉降量随离海岸距离的关系,给在图 8 中。

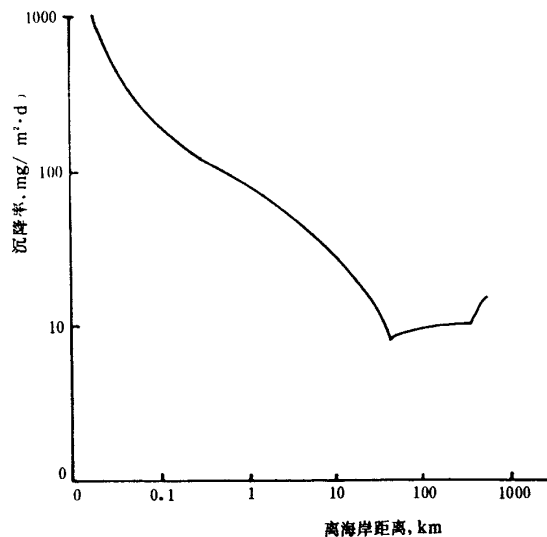


图 8 氯化钠沉降量随离海岸距离的变化(在非洲测量的)

d. 海岸地貌

海岸附近的地形地貌,对盐雾粒子向内陆地区的输送情况有影响。如沿岸的山脉、森林、房屋等都能影响或阻挡含盐雾气流的运动情况,使其后面或屋内大气中的盐雾量发生变化。如根据在海南榆林海滨同一地点与时间的测量,在百叶箱内测得的值仅为箱外的 1/2 左右,户内的不到户外的 1/4。

港湾或内海,因风浪稍小,故空气盐雾含量较外海要低些。

e. 潮汐影响

海潮的涨落对空气中盐雾含量也有一定影响,一般涨潮时,拍岸浪溅较大、较多,使空气中盐雾含量增多,如在海南岛榆林海边,测试比较,涨潮时比退潮时多 3 倍。

7 盐碱地区的盐尘雾

7.1 盐渍土的分布

我国盐渍土的面积,约有 $27 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。主要分布在淮河、秦岭、昆仑山一线以北的广大地区。分布比较集中的有:滨海地带,黄淮海平原,松辽平原,晋陕山间河谷盆地,宁夏、内蒙古河套平原,甘肃河西走廊,新疆准噶尔盆地和塔里木盆地,青海柴达木盆地,及西藏的羌塘高原等地。

7.2 盐渍土的盐分组成

7.2.1 从盐渍土的盐分化学组成来说,有氯化物盐渍土、硫酸盐-氯化物或氯化物-硫酸盐盐渍土、苏打盐渍土、硫酸盐盐渍土、硝酸盐盐渍土等。盐渍土的形成类型有滨海盐渍土、洪积盐渍土、沼泽和草甸盐渍土及普通(典型)盐渍土等。除上述盐化土之外,还包括有碱化土,如草甸碱化土、草原碱化土和漠境碱化土等。

7.2.2 在普通盐碱地区,地表常有盐结壳,其厚度约 3~7 cm,含盐量达 20%~40%。在典型盐土地区,地表土的盐分组成见表 10。

表 10 典型盐土的盐分组成(新疆焉耆)

离子组成	含 量
全盐 %	48.565
阴离子(毫克当量/100 g 土)	
CO ₃ ²⁻	0
HCO ₃ ⁻	3.84
Cl ⁻	448.09
SO ₄ ²⁻	331.75
阳离子(毫克当量/100 g 土)	
Ca ²⁺	54.90
Mg ²⁺	124.96
K ⁺ +Na ⁺ (差数)	603.82

7.3 盐尘雾的形成与影响

盐碱地区,地面上的含盐尘土在自然风及诱发气流的作用下被扬起,飘浮于大气中,干燥的盐碱尘土与尘的情况一样,但在潮湿地区,含盐尘土进入大气,与潮湿空气混合、吸湿,形成盐尘雾沉降,对设备产生与盐雾类似的影响作用。

附录 A
沙尘浓度随高度变化的例子
(参考件)

本附录为诱发条件(例如直升飞机和履带式车辆)下发生的沙尘浓度的范围与近似值的资料。这些浓度是高的和极端的情况,见表 A1。

表 A1 高沙尘浓度的例子

诱 发 类 型	近似的沙尘浓度值 g/m ³
直升飞机	
起飞和着陆时周围空气中的最高浓度:	
单架直升机	1.5
直升机联队群	2.5
在进气口的最高浓度	3.0
盘旋高度(离地距离),m:	
0.3	1.4~0.7
3	0.6~0.7
25	0.1~0.3
履带式车辆	
驾驶室:	
窗口打开	0.2~0.3
窗口关闭	0.6
发动机室	3.0~6.0

附录 B
沙尘在气流中的运动
(参考件)

B1 风力作用下沙尘颗粒的三种运动形式

B1.1 当风速达到沙尘的起动风速时,地表沙尘颗粒开始移动,产生风沙运动。依风力、颗粒大小与质量的不同,有悬移、跃移和表层蠕移三种基本形式。呈悬移运动的沙尘颗粒,受悬浮气流向上脉动的分速必须超过其沉降速时,才能呈悬移运动。

B1.2 最小尘粒($d < 0.1$ mm)的运动,在大风中可能接近悬移状态,并在空中停留较长时间,移走很远。但只有粒径小于 0.05 mm 的沙尘,因其体积小,质量轻微,在空气中的自由沉速很小,一旦被风扬起,就不易沉落,能被风悬移很长距离,有的甚至可远移到千里以外。如撒哈拉沙漠的尘,可在相距 3 000 km 以上的德国北部,英国和斯堪的那维亚地区观察到;蒙古、内蒙的尘粒可使北京的大气受到污染。沙尘颗粒在风力吹扬下(平均风速 15 m/s)所能达到的距离及高度如表 B1。

表 B1 沙尘在风力吹扬下(平均风速 15 m/s)所能达到的距离和高度

粒 径 mm	沉降速度 cm/s	在空中悬浮 的持续时间	飘移距离	悬移高度
0.001	0.008 3	0.95~9.5 年	$(0.45\sim4.5)\times 10^6$ km	7.75~77.5 km
0.01	0.824	0.83~8.3 h	45~450 km	78~775 m
0.1	82.4	0.3~3 s	4.5~45 m	0.78~7.75 m

B1.3 经观测表明,通常粒径为 0.1~0.15 mm 的沙尘,最容易以跳跃的形式运动。沙尘在地表层的蠕移运动,是沙尘颗粒沿地表面滚动或滑动随风前进的情况。

B1.4 各种粒径的沙尘颗粒,在风力推动下的运移方式如图 B1。

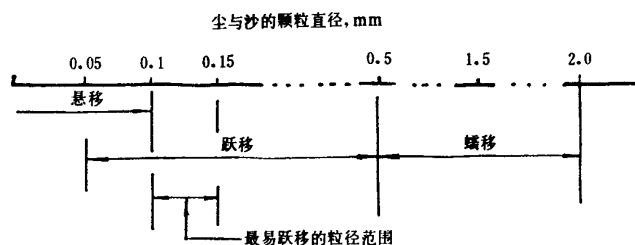


图 B1 不同粒径沙尘颗粒的运移方式

风沙运动的三种基本形式,如图 B2 所示。

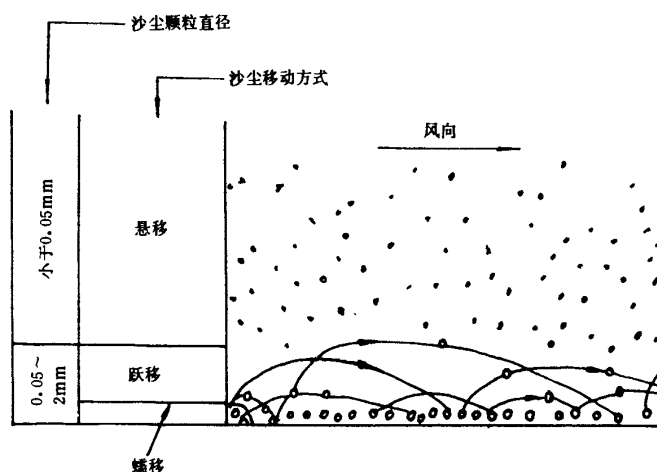


图 B2 风沙运动的三种基本形式

B2 沙尘含水率对起动风速的影响

B2.1 我国沙漠除戈壁地面系由砾石、碎石组成的平地,或系残丘起伏的石质剥蚀平原,或洪积及洪积-冲积的山前平原外,沙漠沙尘多属粒径 0.1~0.25 mm 的细沙和尘。

B2.2 根据野外大量观测确定,对一般干燥裸露的沙质地表,当离地表 2 m 高处风速达到 4 m/s 左右(或相当于气象台站风标[高度一般为 12 m]风速 ≥ 5 m/s)时,沙尘被起动,形成风沙流。该值受湿度或沙尘含水率的影响。不同含水率下沙尘颗粒的起动风速见表 B2。

表 B2 沙尘含水率对起动风速的影响

沙尘粒径 mm	起 动 风 速, m/s				
	干燥状态	含 水 率, %			
		1	2	3	4
0.25~0.175	9.0	10.8	12.0	—	—
0.25~0.5	6.0	7.0	9.5	12.0	—
0.5~1.0	4.8	5.8	7.5	12.0	—
1.0~2.0	3.8	4.6	6.0	10.5	12.0

B3 沙尘运动随高度的结构分布

B3.1 有关研究表明,在沙砾地区,沙子最大跃移高度为 2 m;在沙面上,沙子最大跃移高度为 9 cm。

B3.2 根据在沙漠的观测资料,气流搬运的沙量,绝大部分(90%以上)是在离沙质地面 30 cm 的高度内通过的,其中又特别集中分布于 0~10 cm 的气流层内(约占 80%)。例如,在 2 m 高度处的风速为 8.7 m/s 时,不同高度气流层内搬运的沙量见表 B3。

表 B3 不同高度气流层内搬运的沙量(内蒙古乌兰布和)

高 度 cm	搬 运 的 沙 量 %
0~10	76.7
10~20	8.1
20~30	4.9
30~40	3.5
40~50	2.7
50~60	2.3
60~70	1.8

附 录 C**海上盐雾粒子向陆上的输送与分布**

(参考件)

C1 盐雾粒子在海面大气中的分布

海面上因波浪拍击、气泡破裂等原因产生盐雾后,由于大气气流、云、降水等使其分布变动很大,处于一种粒子重力引起的下降同涡动扩散相平衡的状态。根据从海面直至 3 000 m 高度的观测资料来看,一般可认为是随高度呈指数分布的形式。

C2 向陆上输送过程

C2.1 海岸附近的盐雾一般是由海风吹向陆地,较远的内陆,则是通过大气的平流作用向陆地输送的。

C2.2 在离海岸稍近的内陆,据观测,平均而言,从地面以上数百米到约 2 000 m 左右,盐雾个数浓度最大,自二、三百米向下,个数浓度急剧减少,而地面浓度比最大浓度小 1~2 个数量级。同时,在 1 000 m 或 3 000 m 左右高度处沿垂直方向没有粒子的个数浓度梯度。在此高度上,即使从海岸到内陆的沿途也未发现有个数浓度减少的现象。但在近地面处,从海面到数百公里的内陆之间,个数浓度却大为减少。

C2.3 地面盐雾的沉降包括两种情况:一是直接从空气中由其自身的重力所引起的沉降,二是通过先落在树木、建筑及其他物体上后再降落造成的沉降。地面的总的沉降量应为二者之和。

C2.4 除了多雨季节,盐雾粒子能够被平流层气流送入内陆上千公里,而数量基本上没有很大的减少,故在远离海洋的内陆地区,在大气中仍然含有相当多的海盐粒子。

C3 干沉降与降水沉降及其分布

在有降水时,大气中粒子数变得非常稀少。假定盐雾粒子自降雨高度以下完全被雨水洗刷掉,故雨水降下的盐度也从海岸向内陆逐渐减少。因此,干沉降与降水沉降的盐度之比,随离海洋距离的远近而不同。假定海岸处的值为 1 时,干降盐量和降水的盐沉降量及两者之比随距海岸距离的不同而发生变化,据研究推算结果,如图 C1。由图 C1 可设想出:干降盐量和降水降盐量的比值在一定限度的内陆(如 60~300 km 以上)为定值

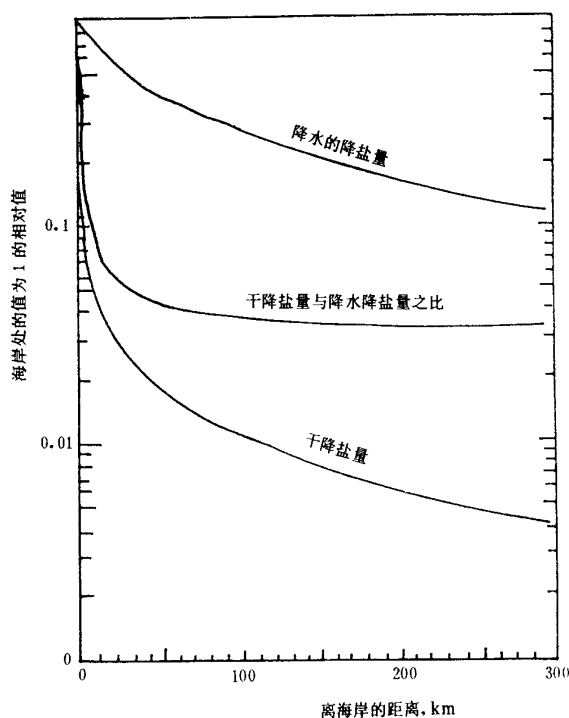


图 C1 推算干降盐量与降水降盐量及两者之比随离海岸远近的变化

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国电工电子产品环境技术标准化委员会归口。

本标准由机械电子工业部广州电器科学研究所 中国船舶工业总公司七院标准化研究室、中国环境监测总站负责起草。

本标准起草人徐国葆、黄玉洲、吴忠勇。