

## 引 言

“ 我们不要过分陶醉于我们对自然的胜利，对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。 ”

——恩格斯

“ 敕勒川，阴山下，天似穹庐，笼盖四野。天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。 ” 这篇描绘了一幅优美的草原风情图和辽阔草原美丽的景象，这首美丽的诗篇曾经感染过几代人。然而，由于人类对大自然毫无节制的索取，盲目开垦，过度放牧，从而导致土地退化，荒漠化扩展，沙化加剧，破坏了大自然生态系统的自然演变规律，沙尘暴天气现象发生频繁。

目前，在我国曾经是草丰羊肥的茫茫草原已不再重现古诗《敕勒歌》中“ 风吹草低见牛羊 ” 的美好景象了。在我国西北干旱、半干旱地区每年春季，由于荒漠化扩展、土地沙化严重以及沙尘暴天气的肆虐，一望无际的广阔草原已是“ 天苍苍，沙茫茫，风吹沙地掩牛羊 ” 了，很多地方是荒漠化、沙漠化的荒凉景象，赤地千里，触目惊心，每年春季大风一刮，昏天黑地，沙尘飞扬。

沙尘暴是一种灾害性天气现象，有着巨大的破坏力，每年由于沙尘暴天气给国家和人民带来的经济损失是巨大的和难以估量的。沙尘暴天气是特定气象条件和特殊的地质地理条件下的产物，是发生在干旱、半干旱地区、荒漠化地区和农牧交错带特有的一种灾害性天气。沙尘暴天气发生的时候，飞沙走石、天色昏暗、空气浑浊，大气能见度极差，一般情况下 1 千米之外的景物难以辨认。强和特强的沙尘暴天气发生时，甚至伸手不见五指。由于我国西北地区沙尘暴天气是一种比较常见的灾害性天气，老百姓又称沙尘暴天气为“ 风沙 ”、“ 黄风 ” 或“ 黑风暴 ” 等。

沙尘暴作为一种具有强大破坏力的灾害性天气现象，在我国古

代史书中早有记载。公元 1020 年“宋真宗天禧四年四月丁亥，大风起西北，飞砂折木，昼晦数刻，五月乙卯，暴风起西北有声，黄土蔽天”，描述了当年春季我国西北地区的沙尘暴发生时飞沙走石、摧朽拔木、遮天蔽日的情景。

在《春秋左传》中有这样的记载：“晋烈公二十二年（公元前 394 年），国大风，昼昏，自旦至中”。南宋理宗绍定六年（公元 1233 年）就有甘肃、内蒙“癸巳十二月，大风霾七昼夜”的记载，向人们描绘了当时发生的一次持续时间长达 7 天 7 夜的强沙尘暴天气过程。

由此可见，沙尘暴天气灾害自古以来一直就有并影响着人们的生活，也引起我国古人的高度重视。

自工业革命开始以来，随着科学技术的发展，人类的生活和生产方式发生了根本性的改变，人类对土地资源的需求加大。在对物质需要不断增长的情况下，人类对自然资源的开发、利用和索取可以说到了毫无节制的地步，对生态环境破坏的累积也到了极限。打乱了自然生态系统的正常演变规律，超出了自然生态系统本身的承受能力。破坏了地球系统生态系统，加剧了土地的退化和荒漠化的发展。人类在改善其生活条件和生产能力，并陶醉于对大自然的胜利的同时，也得到了大自然对人类的报复。沙尘暴的频繁发生就是大自然对人类不适当活动的一种无情的报复。

生态系统遭到破坏、土地严重退化、环境污染、资源短缺等一系列的问题摆在我们面前，人口的急剧膨胀又加剧了这一矛盾。

沙尘暴天气的发生随着天气、气候的演变有一定的发生、发展和传输规律。但是，由于人类活动的影响，破坏了自然系统本身的这一演变规律。比如大面积开垦荒地、盲目砍伐森林、超载过牧等，必将导致土地大面积裸露、草场退化、天然林消失，出现土地荒漠化、沙漠化，扩大了沙尘暴发生的物质源，导致了沙尘暴天气的活动异常。从而使得沙尘暴这一自然的现象叠加了人为因素的影响，打上了人为的烙印。

此外，人类工业生产和各类经济活动又向大气排放了大量的温

室气体，改变和影响了全球气候系统的正常演变规律。目前全球气候出现温暖化的趋势，对干旱、半干旱地区的影响十分巨大，从而也影响了沙尘暴天气的发生、发展和传输。

1998年4月15日上午9时，大风卷着遮天蔽日的黄沙出现在我国内蒙古的西部地区，当时空气中的总悬浮颗粒物最高达到69毫克/米<sup>3</sup>，是国家二级环境质量标准<sup>①</sup>年均值的230倍之多。部分地区的大气水平能见度只有300米，也就是说300米以外的东西人们无法辨认。这种恶劣的沙尘暴天气，持续了4天，其时间之长，产生的沙尘之多，影响的范围之广是历史上罕见的。

1998年4月的一次沙尘暴天气过程波及到我国长江以北的大部分地区，北京、济南等地区都受到了影响。沙尘暴发生时北京出现昏天黑地的情景，伴随着大气降雨而下的是黄色的泥浆，给北京街头各式各样的汽车穿上了一层黄色的外衣，洗车行业生意异常火爆。长江以南的部分地区也受到了此次沙尘暴天气的影响。4月16日杭州出现黄土飞扬、浮尘漫漫的情景。据不完全统计，这次沙尘暴天气所造成的直接经济损失高达3.22亿元之多。

1998年的沙尘暴天气和长江流域及嫩江流域的大洪水以及我国西北地区的干旱被称为1998年我国三大生态环境问题。但是，1998年的沙尘暴并没有引起人们更多的注意。时隔两年，即2000年，在4~6月3个月的时间里，就发生了10余次大规模的沙尘暴天气，影响到我国西北和华北大部分地区，并袭击了北京城，给北京城蒙上了灰黄色的面纱，严重地影响了首都北京的对外形象和人

① 《中华人民共和国空气环境质量标准》给出了总悬浮颗粒物和可吸入颗粒物的定义和标准，即总悬浮颗粒物（TSP）是指能悬浮在空气中，空气动力学当量直径 $\leq 100\mu\text{m}$ 的颗粒物；可吸入颗粒物（PM<sub>10</sub>）是指悬浮在空气中，空气动力学当量直径 $\leq 10\mu\text{m}$ 的颗粒物。

空气环境质量划分为三级，总悬浮颗粒物的年平均标准分别为：一级0.08mg/m<sup>3</sup>，二级0.20mg/m<sup>3</sup>，三级0.30mg/m<sup>3</sup>，日平均标准分别为：一级0.12mg/m<sup>3</sup>，二级0.30mg/m<sup>3</sup>，三级0.50mg/m<sup>3</sup>；可吸入颗粒物的年平均标准分别为：一级0.04mg/m<sup>3</sup>，二级0.10mg/m<sup>3</sup>，三级0.15mg/m<sup>3</sup>，日平均标准分别为：一级0.05mg/m<sup>3</sup>，二级0.15mg/m<sup>3</sup>，三级0.25mg/m<sup>3</sup>。

民的日常生活。自此以后，沙尘暴天气及其产生的影响和危害引起了科学界和各级政府部门领导的高度重视。朱镕基总理亲自视察了对北京沙尘暴天气影响较大的河北坝上、内蒙古锡林郭勒和浑善达克沙地等地区，而且作了重要指示；2001年1月11日还亲自到国家环境保护总局听取有关专家关于沙尘暴研究的工作汇报，体现了党和国家领导人对减缓沙尘暴天气影响及危害的高度重视。随后我国的防沙治沙工作以及沙尘暴天气的科学研究受到了更为广泛的重视，国家投入了大量的经费和人力，加强了防沙治沙的工作，并取得了一定的成果。

由于干旱、半干旱地区本身地表植被稀疏，再加上人为的破坏，使得土地退化，土地荒漠化严重、沙化扩展趋势加大，从而导致地表面裸露面积扩大，形成大量潜在沙源地，在适当的天气条件和一定大气环流作用下，便可形成沙尘暴天气，影响我国北方大部分地区。这种天气现象并不仅只在我国存在，世界上许多国家也都发生过。20世纪30年代在美国、加拿大发生的“黑风暴”就是其中很有代表性的例子。美国在20世纪30年代所发生的黑风暴其范围之广，损失之大，影响之远，是历史上罕见的。当时的“黑风暴”毁灭性地打击了美国的农业，给美国社会和人民的生活带来无穷后患，生态环境也遭到严重破坏。

1934年5月12日，在美国与加拿大的西部发生了震惊世界的特大沙尘暴。这次沙尘暴影响面积之大，达到东西长2400千米，南北宽400千米，几乎横扫美国2/3的领土，从西海岸到东北海岸，刮起了约3亿吨表土，其直接后果是导致美国冬小麦的严重减产，比此前10年减少了51亿千克。

美国为什么会发生如此严重的黑风暴事件？其主要原因是人口增长和对粮食需求量的增加，导致对耕地的需求量加大。美国从农业发展的需要出发对已是半干旱气候条件下的草原植被进行盲目开垦，将大面积不适宜作为农田的天然草原开垦为农田，用来种植小麦等经济作物。开垦后的农田在每年冬、春季节，由于没有很好的地面植被覆盖，地表疏松裸露，为沙尘暴的形成提供了丰富的物质

条件，在大风和强的天气系统以及适当的天气气候条件下，便很容易形成沙尘暴天气，造成大范围灾害。

数年之间发生在美国的几次强沙尘暴灾害，就把美国人刮警惕了。自从 20 世纪 30 年代的几次沙尘暴事件之后，美国人变得聪明起来。他们开始寻找造成强沙尘暴发生的真正原因，结果发现传统的耕作制度是造成土壤退化、沙尘暴发生频繁的关键。因此，美国政府从 20 世纪 50 年代末开始投入大量的经费和科研人员研究和探索耕作制度的变革，到了 20 世纪 70 年代中期，美国伍斯特俄亥俄农业研究发展中心的研究成果被政府和环境及农业专家看中，并在全国范围内大力推广，并取得了成功。

伍斯特俄亥俄农业研究发展中心研究结论的主要内容可以概括为：在许多土壤上，对耕地不进行深翻作业或轮耕，对那些非耕不可的土地要采用圆盘犁耕或减少耕作时次。随后的事实证明，这种耕作方式明显减少了风对土壤的侵蚀，增加了土壤对大气降水的积蓄量，大大地缓解了传统耕作对土壤和生态环境破坏的压力。同时也减少了沙尘暴天气的发生次数。

通过长时间的示范试验，美国、加拿大将农牧业生产融入生态保护系统，保护性耕作被广泛应用和推广，同时加强了对草原的保护，严禁盲目开垦和过度放牧，取得了明显的成效，60 余年来，再没有发生类似 1934 年强沙尘暴的事件。

20 世纪 50 年代，在前苏联的西伯利亚平原上也曾经发生过由于盲目开垦荒地而造成黑风暴现象。前苏联自 1954 年起在哈萨克、西伯利亚、乌拉尔、伏尔加河沿岸和高加索的部分地区，盲目大量开垦荒地，导致土地严重退化，风蚀严重，沙化面积扩大迅速。1954~1963 年间的 10 年中开垦荒地面积累积达 6000 万公顷。由于耕作制度混乱，又缺乏防护林带的保护，加之该地区气候干旱、少雨，造成新开垦的荒地风蚀现象十分严重。每年春季疏松的表土被大风刮起，形成强大的沙尘暴天气。

1960 年 3 月和 4 月的沙尘暴天气就席卷了前苏联南部平原大范围地区，使垦荒地区春季作物受灾面积达 400 万公顷以上。在

俄罗斯和乌克兰的一些地区，由于对森林的极度砍伐，更加速了沙尘暴的发生。1963年的沙尘暴天气的灾害比1960年的更为严重，在前苏联哈萨克被开垦的土地上，受灾面积达2000万公顷，占开垦地区总面积的80%。

我国是受沙尘暴天气危害较大的国家之一。在我国沙尘暴天气的高发区主要分布在新疆塔里木盆地的塔克拉玛干沙漠南缘，尤其是南疆和田地区，内蒙古中、西部荒漠化严重的地区、河套地区和陕西、甘肃、宁夏地区。扬沙天气的高发区与沙尘暴的高发区分布大体一致，但范围明显扩大，在山西中部、华北平原和东北西部地区扬沙的发生频率显著增加，说明上述地区的局地沙尘源地对沙尘天气也有一定的贡献率。浮尘天气的分布几乎遍布全国，说明了沙尘暴天气对我国大气环境质量的影响非常广，几乎可以覆盖整个国土，是影响我国春季大气环境质量的关键因素。但浮尘天气的高发区仍然分布在我国干旱、半干旱地区。表1给出了1954~1998年44年间我国西北地区沙尘暴天气高发区部分台站记录的沙尘暴天气平均的发生频次。

表1 1954~1998年我国西北部分地区44年间  
沙尘暴天气平均发生频次/次

地区	沙尘暴	扬沙	浮尘	多年平均	地区	沙尘暴	扬沙	浮尘	多年平均
和田	29	65	215	309	达尔罕茂明旗	5	19	7	31
且末	22	72	172	266	呼和浩特	6	19	8	32
莎车	17	52	143	212	集宁	3	13	5	21
若羌	16	39	112	167	锡林浩特	5	16	3	24
巴楚	17	71	104	192	盐池	21	88	42	151
喀什	8	32	123	164	银川	7	35	36	78
库车	10	31	66	108	榆林	10	53	28	90
吐鲁番	5	19	84	108	延安	2	12	32	47
朱日和	7	16	12	36	多伦	2	8	2	11
乌拉特中旗	6	19	6	31	通辽	5	23	1	29
化德	5	14	1	20					

1954~1998年44年中新疆和田地区平均每年有309天出现沙尘天气，其中沙尘暴29次，扬沙65次，浮尘215天。且末地区每

年平均有 266 天为沙尘天气，莎车 212 天，喀什 164 天、巴楚 192 天、库车 108 天。由此可见新疆的南疆地区是我国沙尘天气发生次数最多的地区，沙尘暴发生的第二个高值区位于河套以西巴丹吉林沙漠周围，如甘肃敦煌平均每年有 131 天的沙尘天气，宁夏的盐池地区有 151 天，甘肃张掖 92 天，陕西榆林 90 天。此外，新疆的吐鲁番，宁夏的银川、中宁，甘肃的酒泉、玉门镇、兰州，青海的都兰、西宁等地区每年的沙尘天气都在 50 天以上。虽然我国内蒙古中部和西部沙尘天气的发生频率没有上述地区高，但是他们却是影响华北地区沙尘天气最主要的沙尘源地。内蒙古朱日和 44 年平均每年沙尘天气发生 36 天，乌拉特中旗和达尔罕茂明旗等均是 31 天，呼和浩特 32 天，锡林浩特 24 天，赤峰 39 天。

2001 年春季我国北方地区，特别是华北地区多次出现沙尘暴天气，发生时间之早、频率之高、范围之广、强度之大，是历史同期所罕见的，给华北地区的交通运输、环境治理及人们的日常工作和生活带来了不利影响，对北京、天津等大城市特别是北京及周边地区造成直接危害，引起社会的广泛关注。

本书向广大读者介绍一些关于沙尘暴天气发生、发展、传输，沙尘暴天气与荒漠化关系，沙尘暴天气的危害以及监测手段等方面的知识，目的是向广大的青少年和部分基层领导干部普及一些与沙尘暴天气有关的知识，了解沙尘暴天气的发生、发展和传输特征，认识沙尘暴天气的发生原因，特别是要认识到人类不适当活动会干扰沙尘暴天气的发生规律，为减缓沙尘暴天气的影响和防治土地荒漠化、土壤沙化提供一些基本常识，以提高人们正确认识和对待沙尘暴天气的影响。

## 第一章 黄沙漫漫扑面来——大自然对人类的报复

### 第一节 揭开沙尘暴天气神秘的面纱

黄沙蔽日、沙尘满天，空气中弥漫着灰土，中午时分，太阳黯淡无光，狂风扫过时，塑料袋、杂物满天飞扬；出门行走的人们，女人需纱巾蒙面，男人要衣衫掩头，即使这样，全身衣服上和眼、鼻、耳中仍是黄沙和尘土。此情此景绝非电影中的画面，而是经常发生在我国干旱、半干旱的北方地区冬末和春季的一种风沙景象，是目前人们十分关注的沙尘暴天气现象发生时的实际情景。

令人厌恶、不受欢迎的沙尘暴天气赶在新世纪的第一天就造访我国华北大部分地区，并影响了首都北京，向人们炫耀着它的存在和威力，提醒人们要警惕对生态环境破坏的后果。2001年1月1日早上7点半左右，从蒙古国东南部和我国内蒙古地区吹起的沙尘暴随着强劲的西北风开始进入北京上空，导致当天北京上空漂浮着黄色沙尘，天空呈灰黄色，空气浑浊。随着地面风速的加大，北京市本地区建筑工地和裸露土地的沙尘也被大风扬起，在午后出现大规模的扬沙天气，使得大气能见度明显降低，造成天空昏暗，交通拥挤，严重地影响了人们的日常生活。人们欢欢喜喜迎新年的心情随着这位不速之客的光顾一扫而光。北京市很少会在新年的第一天就受到沙尘暴的侵扰，2001年的沙尘暴天气来得早，警告人们要抓紧偿还历史的欠账。

2000年12月31日中午12时左右，甘肃金昌本来晴朗的天空突然出现了黄色，远远地向西北方向望去，只见大风卷着浓浓的黄尘向城市迅速逼近，不到10分钟的时间就席卷了整个金昌市，室外的能见度瞬间降低了很多，形成沙尘暴天气。街上的行人个个都加快了回家的脚步，所有的商店也都赶紧关闭了店门，做生意的小

摊小贩个个都忙不迭地收拾东西，马路上行驶的汽车在白天也需要打开灯缓慢前行。此次沙尘天气和大风一直持续到下午 3 时才逐渐减弱。据估计此次沙尘暴天气的风力达到 8 级以上。

此外，甘肃武威地区也在 20 世纪最后一天，遭到了一场特大沙尘暴天气的袭击，给喜迎新世纪的武威市民蒙上了一层阴影。2000 年 12 月 31 日中午 2 时左右，沙尘暴由西向东到达武威市区，至下午 4 点多，沙尘暴完全包围了武威县城。据武威地区气象台的统计，当时武威地区的风力达 7~8 级。这次大风扬起的沙尘在两三天的时间才全部降落完，浮尘天气维持了 2~3 天。很显然，这次沙尘暴天气过程是一次强度大、影响范围广的过程，影响到我国整个华北地区。

新世纪的第一天大自然送给人们的“礼物”是灰黄色的，提醒了我们沙尘暴天气的存在，也警告我们它还将继续存在并会长期影响我们的生活，这充分表明我们对生态环境的欠账还远远没有还完，需要我们一代一代地努力偿还。

### 一、什么是沙尘暴与沙尘天气？

“沙尘暴”是一个气象学的名词，在气象学中它有明确的定义和分类。一般百姓所认识的沙尘暴天气与气象学上的概念有一些差别。“风沙”、“黄沙”、“黑风暴”等等都是在百姓中比较常用的叫法。早在距今 3000 多年以前，我国的史书就有关于沙尘暴天气现象的记载。如“黄风自西北来，拔树发屋”、“飞沙如雨”等。在气象学上将沙尘暴天气按照沙尘暴发生时的风及天空状况又细分为沙尘暴、扬沙、浮尘三种天气现象。

#### 1. 沙尘暴

沙尘暴是指大风将地面的尘沙扬起，使空气浑浊，水平能见度●小于 1 千米的风沙天气现象。根据沙尘暴发生时的风速和水平

● 能见度是指在当时天气条件下，正常人的视力能将目标物从背景中区别出来的最大距离。一般分为水平能见度和空中能见度，后者又可分为空中水平能见度、倾斜能见度和垂直能见度三种。

能见度，又可以将沙尘暴细分为强沙尘暴和特强沙尘暴。强沙尘暴是指大气水平能见度小于 200 米，风速大于 9 级的沙尘暴，特强沙尘暴是指大气水平能见度小于 50 米，风速大于 10 级的沙尘暴。史书上记载的“沙尘涨天，其色赤黄”描绘的就是沙尘暴发生时的情景。

## 2. 扬沙

扬沙是指大风将地面尘沙吹起，使空气相当浑浊，水平能见度在 1~10 千米以内的风沙天气现象。扬沙与沙尘暴都是由于本地或附近地区的尘沙被风吹起而造成的。其共同特点是能见度明显下降，它们出现时天空浑浊，呈现灰黄色。两者大多在冷空气过境或受雷雨、飑（biāo）线等影响时才出现。我国北方地区在春季容易出现沙尘暴天气现象。所不同的是扬沙天气发生时风比较大，大气水平能见度在 1~10 千米之间；而沙尘暴发生时，风很大，大气水平能见度小于 1 千米，甚至伸手不见五指。

## 3. 浮尘

浮尘是指尘土、细沙均匀地浮游在空中，使水平能见度小于 10 千米的一种天气现象。浮尘天气多数是远处的沙尘经上层气流传播而来，或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的细粒浮游空中而成。浮尘天气发生时常使得远处景物呈现黄褐色或灰黄色，天气呈苍白色或微黄色。“黄雾四塞，埃氛蔽天”描写的就是沙尘细微的粒子浮游在空中的浮尘天气情景。

### 二、沙尘暴发生的必要条件和过程

从沙尘暴天气的定义来看，沙尘暴天气的发生和形成需要有三个必备的条件，即大风、强的对流不稳定（垂直上升气流）和丰富的沙尘物质。丰富的沙尘物质是沙尘暴天气发生必不可少的物质条件。沙尘源区裸露地表、疏松土壤、退化的草场等，在大风的作用下很容易被吹动，如果遇到大风和强的对流不稳定（大气湍流运动），可以将松动的沙尘粒子扬起形成沙尘暴天气现象，并在天气系统的携带下沿着风的方向向下游移去，影响到其他地区。

影响沙尘暴天气形成的上述三个条件最终可以归纳为自然和人

为两大因素。所谓自然因素是指包括天气气候的变化、地质地貌的演变和土地荒漠化的发展等情况；而人为因素则是指由于人类不合理或不适当的活动，导致自然界生态系统遭到破坏，气候系统出现的异常变化。人类不合理的活动包括草原过牧超载导致荒漠化扩展，工业生产发展排放大量的温室气体引起全球的气候变化，农、林牧业发展改变土地利用结构，对水资源不合理利用引起自然生态系统退化等。

彩图 1（见封二）是 2001 年 8 月 23 日作者随中国工程院重大咨询项目“西北水资源合理配置、生态环境建设和可持续发展”项目组在我国内蒙古自治区进行实地考察时，在苏尼特右旗遭遇并拍摄到的沙尘暴发生、发展和消失的过程。自 1998 年以来，我国内蒙古中部连续出现干旱少雨的现象，特别是春季牧草返青季节。没有充沛的水分，使得该地区草场长势很差，植被覆盖度极低，沙尘暴天气现象发生频繁。8 月份不是沙尘暴频繁发生的季节，但是 2000 年和 2001 年的 8 月却与往年不同，据内蒙古自治区苏尼特右旗的老百姓介绍，该地区夏季沙尘暴天气也经常发生。23 日我们便遭遇到一次沙尘暴天气过程的袭击，让我们这些久居城市的人们也感受到了沙尘暴天气的厉害。在沙尘暴来临前 [彩图 1 (a)]，远处出现了厚厚的沙尘壁，远远望去就好像是一面墙壁一样，浓厚的沙尘墙壁随风横扫而来，街上的行人看见远处的沙尘墙壁，个个加快了回家的步伐，临街的店铺急忙关门闭窗。沙尘暴过境的瞬间，地面尘土纷纷扬起、飞沙走石，刮得人们满脸、满鞋、满身都是灰尘 [彩图 1 (b)]，双睛无法睁开，难以辨认东西，几十米以外的景物无法辨认。来不及回家的人们急忙用衣服蒙住头，以期躲过沙尘暴的袭击。沙尘暴过境持续了大约 15 分钟，沙尘暴过境后，空中飘浮着大量细小的沙尘颗粒，致使天空呈现出昏暗的景象，出现浮尘天气，并且持续了 2 个多小时才逐渐消失 [彩图 1 (c)]。

### 三、沙尘暴天气强度及分类

在气象学中按照沙尘天气出现时水平能见度的距离将沙尘天气

分为沙尘暴、扬沙、浮尘 3 个等级。其中，沙尘暴又可根据其强度划分为强沙尘暴和特强沙尘暴。目前在气象学界还没有一个统一的沙尘暴划分标准。事实上，由于沙尘暴天气现象发生在不同的地区、不同的气候带和不同地表类型下表现是不一样的，要想有一个统一的强度划分标准很困难。不同的地区可以根据自己的实际情况有不同的划分标准。

气象观测规范中定义的沙尘暴天气的确定标准在某些地区就相对较宽。如在我国西北地区，大气水平能见度小于 1 千米的风沙天气现象是该地区经常出现的现象，特别是在冬末初春的季节，其中有些风沙天气对人、畜及工农业生产危害并不大，并不能构成危害，不适合将这类天气划分为灾害性天气。

因此，有些科学家就提出利用两个气象台站或两个以上的台站同时出现风速大于或等于 25 米 / 秒的大风时，且最小能见度小于或等于 50 米的标准来定义沙尘暴。这一标准实际上就是老百姓所说的“黑风暴”的标准，显然这一标准过于严格。即使在我国沙尘暴天气发生频繁的西北地区，能够达到这样标准的沙尘暴天气也很少见。

目前，比较常用的沙尘暴强度分类主要有下面两个。

### 1. 强沙尘暴

强沙尘暴是指风速大于或等于 20 米 / 秒（在我国新疆南疆南部地区仅要求风速大于 17.2 米 / 秒），同时大气水平能见度小于或等于 200 米的沙尘天气。

### 2. 特强沙尘暴

特强沙尘暴是指同时满足风速大于或等于 25 米 / 秒（南疆南缘仅要求 20.8 米 / 秒），大气水平能见度小于或等于 50 米的沙尘天气。

强沙尘暴和特强沙尘暴发生时往往可以看到浓厚的沙尘壁。由于沙尘暴是一个与地表状况、气候条件密切相关的现象，不同的地区根据实际情况，也有自己的分类标准，表 2 给出了印度与我国部分地区将沙尘暴强度分为强、中、弱三种的分类标准。

表 2 印度与我国部分地区沙尘暴强度的分类标准

地名	弱	中	强
印度	风力 4~6 级 能见度 500~1000m	风力 6~8 级 能见度 200~500m	风力 8 级以上 能见度 < 200m
中国	能见度 1000m 以上	能见度 500~1000m	能见度 < 500m
甘肃			最大风速 25m/s 以上 能见度 < 50m
甘肃武威			最大风速 22m/s 以上 能见度 < 50m, 有沙尘壁
宁夏			海原北有 1/3 站最大风速 25m/s 以上 能见度 < 200m

对于单个站点而言，沙尘暴天气强度按照沙尘暴发生时瞬间极大风速和水平最小能见度可以将他们划分为特强、强、中和弱四种，表 3 给出的就是单个站点沙尘暴强度分类标准。

表 3 单个站点沙尘暴强度的分类标准

强度	瞬间极大风速	最小能见度	强度	瞬间极大风速	最小能见度
特强	大于 10 级； $\geq 25\text{m/s}$	小于 50m	中	6~8 级； $\geq 17\text{m/s}$	200m~500m
强	大于 8 级； $\geq 20\text{m/s}$	小于 200m	弱	4~6 级； $\geq 10\text{m/s}$	500m~1000m

显然，目前还没有一个完全统一的沙尘暴强度分类的标准。由于沙尘暴的发生和发展除了受到当时的天气背景的影响外，还与当地的地表状态、土壤干湿状况以及大风所途经的下垫面（地表面）特征有密切的关系。地表状态不同，即使在相同的天气背景和垂直对流情况下，所形成的沙尘暴天气的强度和规模也是不同的。因此，沙尘暴天气的发生强度是因时、因地而不同的。

#### 四、沙尘暴带来的灾害

沙尘暴天气是一种灾害性的天气现象，所带来的灾害损失也是很大的和难以估量的。自古以来我国就将沙尘暴天气作为一种自然灾害来记载。

“穆帝永和七年三月，凉州大风拔木、黄雾下尘”；

“成宗大德十年二月，大同平地县寸黑沙霾，毙牛马两千”；

“英宗至治元年三月大同路大风，走沙土壅没麦田一百余顷”；

上面的历史记载向我们描绘了当时发生沙尘暴天气时给老百姓带来的灾害损失的情况。

自工业革命后，随着工业革命的进展和科学技术的进步，人类生产和生活方式发生了翻天覆地的改变，人类对土地资源的需要不断加剧，增加了对土地的压力，加大了对地表植被的破坏、导致土地荒漠化程度不断加剧，范围扩大，在一定程度上扩大了沙尘暴发生的物质源地。随着科学的进步和人类物质文明的发展，沙尘暴天气给人类带来的破坏作用也越来越多，所造成的经济损失也越来越多。沙尘暴早已成为人类所面临的生态灾难问题之一。

2000年春季，我国北方地区遭受了10多次沙尘暴袭击，带来了巨大的危害，甚至在长江中下游的一些地区，如南京、杭州、合肥等市，也遭受到沙尘暴天气不同程度的影响。在进入21世纪的第一天，我国北方地区即受到沙尘暴的袭击，紧接着又发生了两次沙尘暴。一次又一次的沙尘暴给受灾地区的农牧业、工业、运输业以及水电、交通、通信等基础设施造成严重损失，人员伤亡事件也屡屡发生。目前，全国有5万多个村庄和上百座城市经常受到风沙危害，由于沙进人退，村舍被掩埋，成千上万的农牧民背井离乡，成为“生态难民”。

附录一列举了1952~2000年我国西北地区强和特强沙尘暴带来的灾害。

沙尘暴天气的危害归纳起来主要有下面4种。

### 1. 大风

沙尘暴发生时常常伴随有大风天气，大风可以摧毁建筑物及各类公用设施，毁坏树木的茎、叶和果实，伤害和危及人和禽兽的生命安全。

早在公元351年就有关于沙尘暴天气给人类带来灾害的记载：“二月武威大风，黄雾下尘，摧树木，倒房屋，伤亡人畜甚多”。描绘了甘肃武威地区受到沙尘暴袭击后，倒屋伤人的灾害损失情况。

1986年5月18~19日，发生在新疆和田地区的黑风暴，造成10人死亡，9人失踪，小麦减产2500万千克，棉花减产12~15万

担（1担=50千克，下同）。

1993年3月23~24日，再次在新疆和田发生特强沙尘暴，使11.1万亩（1亩=666.7平方米，下同）作物受灾，直接经济损失达5000万元。

1993年5月5日在我国西北地区发生一场特强的沙尘暴，人们称之为“5.5”黑风暴。此次特强沙尘暴仅仅历时30多小时，席卷新疆、甘肃、宁夏、内蒙古四个省、自治区的72个县旗，伤亡400多人，牲畜死亡12万头（只），农作物受灾面积33.7万公顷，仅甘肃、新疆两个省、自治区的直接经济损失就达4亿多元。

1998年4月18日发生在我国新疆地区的特强沙尘暴是新疆历史上所罕见的，受沙尘暴灾害影响地区达10个地州52个县市，直接经济损失10亿元。“4·18”特强沙尘暴所经之处，遮天蔽日，能见度仅有20多米，沙尘壁高度约有300至500米，从上至下分灰白、灰红、黑色三层，其前锋犹如原子弹爆炸的蘑菇云。

由于受强冷空气影响，特大沙尘暴2001年4月7日15时袭击了新疆吐鲁番地区，造成一百余辆汽车在小草湖收费站一带受困26小时。小草湖收费站位于312国道4023千米至4026千米处，最大风力达12级。多数被困汽车挡风玻璃被大风扬起的沙石砸破，三辆汽车被大风掀翻到路基下，三辆汽车被掀翻，横躺在公路中间。导致乌拉泊管理处直接经济损失30万元人民币，间接经济损失8万元。这次沙尘暴天气在袭击公路的同时，也横扫了铁路。4月7日14时许，乌鲁木齐发往喀什的30181次货运列车行至距吐鲁番36千米处的铁泉站时有21节车厢被大风吹出轨，兰新铁路也由于受此次特强沙尘暴天气的影响而被迫中断。

据调查，2000年4月14~18日发生在我国西北新疆的特强沙尘暴天气对新疆地区农牧业生产、交通和人民生命财产安全都造成极大损失和危害。在新疆塔城地区，刮倒树木93000株，小麦受损91500亩；沙湾地区棉花受损7000亩，损毁了各类大棚705座，丢失牛、羊7.1万头。造成停电、停产18小时；新疆昌吉地

区棉花地膜受损面积 92 300 亩，近 7000 座大棚受损，死亡大小牲畜 3 万头，因大风引起的大火烧毁圈棚 2207 座，380 千米输电线路被毁；哈密地区受损麦田 1.2 万亩，死亡、丢失牲畜 37 000 头，损毁了棚圈 2900 座；克拉玛依市乌尔采区树木刮倒刮断 2000 棵，500 亩大棚毁坏，2209 口油井因断电停产 7 小时以上，少产原油 3392 吨。由于大风引起的大火在各个地区频频发生，仅巴里坤县就发生了 15 起火灾，损失达 210 万元。昌吉州因火灾烧毁农民房舍 753 户 3797 间，棚圈 2207 个，车辆 80 辆，粮食 136.6 吨，化肥 66 吨，饲草 2259.2 吨。在昌吉州受灾户高达 15 682 户 75 344 人；巴里坤、伊吾县失踪 41 人，死亡 3 人。强沙尘暴所造成的损失不亚于一次中强度的地震，其影响范围之大也是罕见的。

## 2. 风沙流

风沙流是指活动的沙丘、流沙或其他裸露的地表面的疏松土壤，在大风的吹动下，沿着地表面向风的下游方向移动，掩埋下游农田、道路、灌区、河道等。由于盲目地开垦荒地和不合理地利用水土资源，目前风沙流灾害已成为我国的心腹之患。风沙流造成农田、灌溉用渠道、村舍、铁路、草场等被大量流沙掩埋，风沙流灾害每年给我国造成的经济损失高达 540 亿元人民币，约占全球荒漠化造成损失的 60%。

风沙流掩埋和蚕食大量可利用土地。50 年来我国已有 1000 万亩耕地、3525 万亩草地和 9585 万亩林地与灌草地出现沙化。我国沙漠化的扩展速度正在不断加快。20 世纪 70 年代，沙漠化土地每年推进 1560 平方千米，80 年代每年 2100 平方千米，90 年代扩展速度增加到每年 2460 平方千米。风沙流还会掩埋村舍、道路等，全国有 2.4 万多个村庄，1400 千米铁路、3 万千米公路和 5 万多千米灌渠常年遭受沙害威胁。

## 3. 环境污染

沙尘暴发生时空气浑浊，造成大气环境污染，使大气中颗粒物浓度急剧增加，大气能见度降低，不仅会造成飞机停飞，公路中断，严重时还会引发各类交通事故。

“昭宗天佑元年四月甲辰，大风雨土，步不辨物色，日暝稍止”描绘的就是沙尘暴发生时造成大气能见度降低，对大气环境质量产生明显污染。

1998年4月16日清晨由于受到河西走廊大风和沙尘暴天气的影响，在我国甘肃兰州上空出现浮尘天气，黄沙遮日，空气污浊。甘肃的酒泉、民勤和金昌等地的大气能见度均小于700米，其中民勤县的能见度只有300米。期间位于我国东部地区山东省济南市环境监测站所监测到的样品呈现沙土黄的颜色，大气总悬浮颗粒物的浓度大于1.0毫克每立方米，约为国家规定的一级环境质量的9倍之多。

据中国环境监测总站2001年4月14日发布的污染监测分析结果。由于连续出现沙尘暴和扬沙天气，一周之内我国西北、华北和东北地区大部分城市空气中的总悬浮颗粒物浓度急剧增加，空气污染加重。此外，华东、中原地区部分城市的空气质量也受一定影响。

2001年4月7~13日，受沙尘暴和扬沙的影响，天津、北京、西宁、石家庄、银川、秦皇岛、呼和浩特和太原八个城市空气质量属于五级，出现严重污染现象；郑州、兰州空气质量属四级，属中度污染。同期，乌鲁木齐、哈尔滨、西安、沈阳、烟台、济南、南昌、连云港、重庆、长春和大连空气质量属于三级，属于轻度污染；青岛、长沙、昆明、杭州、南京、成都、苏州、上海、广州等二十个南方城市空气质量达到二级标准，属于良好；桂林、海口、湛江、深圳和北海5个城市空气质量最佳，达到一级标准。

由此可见，沙尘暴天气的发生对我国大部分地区的空气质量有明显的影 响，而且影响的范围非常广，几乎覆盖了我国整个西北和华北地区。

2001年4月份由于沙尘暴的影响，降落到大连地面的尘土量大幅增加，达到了近年来的最高值。4月份大连发生两次大面积沙尘天气，使每平方千米增加降尘6吨。4月份测得的大连市区自然降尘均值是43吨/平方千米，与2000年同期比较增加了21.6吨，