

中国历史时期尘暴波动的分析

刘多森 汪枏生

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

摘要 据正史记载, 300 ~ 1909 A. D. 期间, 中国共发生尘暴 436 次, 尘暴日数达 901 日。每 10 年中尘暴的次数 t 与日数 d 之乘积 td 值, 可作为表达不同时段尘暴频发程度的指标, 也可视为表达土壤环境干旱化强度的指标。30 年的尘暴频发时段有: 480 ~ 509, 1170 ~ 1219, 1690 ~ 1729, 1840 ~ 1879 A. D., 在这些时段内的 td 值都大于等于 25。尘暴频发时段对应于历史时期的寒冷时段。冷干期有利于尘暴发生。在所研究的 1 610 年内, 每年降尘的平均厚度约为 0.54 cm。黄土的风成过程目前仍在进行。

关键词 尘暴; 历史时期; 干旱化; 温度

中图分类号 S151 **文献标识码** A

中国古籍浩如烟海, 其中不乏对自然现象的记载。王嘉荫^[1]、张德二^[2,3]以古籍记载为依据, 对降尘的研究做出了开拓性的重要贡献。历史时期的尘暴, 在时间上表现为不规则的波动变化。尘暴频发时段, 对应于土壤干旱化时期。本文着重研究历史时期尘暴的波动及其温度和湿度背景, 从而有助于认识环境的变迁和黄土的形成。

1 中国古代记录灾异的机构及其对尘暴的描述

《汉书·司马迁传》说: 帝颡顼(黄帝之孙)以来, 各代均有司天地之官。据《后汉书·志·百官二》记载: 东汉太史令, 六百石, 辖 80 余人, 掌天时、星历, 记瑞应、灾异。唐太史局, 先后更名为浑天监、浑仪监、太史监。据《旧唐书·志·天文下》和《旧唐书·志·职官二》: 唐乾元元年(758 A. D.) 改太史监为司天台, 人数达 600 余至 800 余。五代以后, 司天台多称为司天监。记各种灾异, 以警示人君, 正是太史局、司天监此类机构的任务之一。

西汉董仲舒宣扬“天人合一”、“天人感应”, 认为“国家将有失道之败, 而天乃先出灾害以谴告之; 不知自省, 又出怪异以警惧之; 尚不知变, 而伤败乃至。”(见《汉书·董仲舒传》)。国家机构详细记录灾害、怪异事件, 其解释虽与唯心学说有一定联系, 但毕竟留下了关于尘暴、物候、水旱灾等长期的唯物观测资料, 对研究环境变迁具有重要意义。

史书常用如下措辞给尘暴以简洁描述: (1) 大风昼晦, 赤风, 黑风; (2) 扬沙走石, 吹沙扬尘, 埃氛蔽天, 昏尘蔽天, 黄埃涨天; (3) 土雾, 氛雾, 昏雾, 黄雾(但阴雾、大雾、浓雾、蒙雾均与水蒸气的凝结有关, 并非尘暴); (4) 风霾, 尘霾, 昏霾, 黄霾, 赤黄霾, 黑霾; (5) 雨沙, 雨黄沙, 雨红沙, 雨土, 雨黄土, 雨细黄土, 雨微土, 雨尘土, 雨尘, 雨灰, 雨霾, 雨土霾, 雨黄雾, 雨红雾(雨, 动词, 意自上而降); (6) 雨赤雪, 雨红黄黑三色雪, 雨血(大面积), 黑雨杂以黄沙。今人应当依据古人的阐释和行文习惯, 去鉴别史书对尘暴的描述。例如, 《晋书·志·天文中》认为: “凡天地四方昏濛若下尘, 十日五日已上, 或一月, 或一时, 雨不沾衣而有土, 名曰霾”; 《隋书·志·天文下》认为: “天地霾, 君臣乖, 大旱”。因此, “霾”是尘暴的表现形式之一, 是环境干旱化的反映。

各次尘暴之出现时间, 史书多有准确的年月日记载。为便于统计, 本文将农历十二月, 均计入公历翌年一月。一次尘暴的日数, 大部分为 1 日, 但也有长达数十日者。例如唐“大和八年(834 A. D.) 十月甲子, 土雾昼昏, 至于十一月癸丑”, 计 50 日(见《新唐书·志·五行二》)。少部分尘暴的延续日数, 史书仅概述之。对此, 本文权按如下方式处理: “连日”, “累日”, “数日”, 均以 3 日计; “以风霾谕群臣修省”之类, 亦以 3 日计; 跨两月者, 例如元“至正三年(1343 A. D.) 三月至四月, 忻州风霾昼晦”(见《元史·志·五行二》), 以 30 日计; 跨三个月者, 例如明成化二十一年(1485 A. D.) “京师自正月至三月, 风霾不

雨”(见《明史·志·五行三》),以45日计。

2 中国 300 A.D. 以来尘暴次数和日数的统计

中国虽然很早就对尘暴有所记载,但作为重要的灾异给予系统记载,则始于西晋永康元年(300 A.D.)。在此之前,中国史书所记尘暴不超过10次。表1列出了中国300~1909 A.D. 期间尘暴次数和日

数的分布。该表完全根据正史二十五史所记尘暴进行统计,而不涉及地方志及其他古籍对尘暴的记载。这样做的原因是:(1)二十五史所记尘暴,来源于当时太史局、司天监等中央机构专业人员的直接观测和资料收集,具有比地方人士更严密、更一致的认定标准;(2)中国地方志绝大多数编修于明清时期,如将地方志所记尘暴一并统计,必然不适当地加大了明清时期的统计权重。当然,地方志所记尘暴资料,对研究尘暴的地理分布及迁移路径是十分有益的。

表1 中国 300~1909 A.D. 期间尘暴次数和日数的分布

Table 1 Distribution of times and days of dust storm during 300~1909 A.D. in China

时段	次数 t	日数 d	积 td	时段	次数 t	日数 d	积 td
Period A. D.	Frequency	Days	Product	Period A. D.	Frequency	Days	Product
300~309	7	12	84	1100~1109	0	0	0
310~319	3	16	48	1110~1119	2	2	4
320~329	4	4	16	1120~1129	7	9	63
330~339	0	0	0	1130~1139	5	5	25
340~349	0	0	0	1140~1149	1	1	1
350~359	1	1	1	1150~1159	1	17	17
360~369	0	0	0	1160~1169	2	2	4
370~379	3	3	9	1170~1179	6	6	36
380~389	2	2	4	1180~1189	5	5	25
390~399	0	0	0	1190~1199	10	10	100
400~409	1	1	1	1200~1209	13	13	169
410~419	1	1	1	1210~1219	11	11	121
420~429	0	0	0	1220~1229	3	3	9
430~439	2	2	4	1230~1239	5	11	55
440~449	1	1	1	1240~1249	1	1	1
450~459	1	1	1	1250~1259	6	6	36
460~469	1	1	1	1260~1269	1	1	1
470~479	2	2	4	1270~1279	3	3	9
480~489	4	11	44	1280~1289	1	7	7
490~499	6	21	126	1290~1299	0	0	0
500~509	8	8	64	1300~1309	1	1	1
510~519	3	3	9	1310~1319	2	6	12
520~529	3	47	141	1320~1329	5	5	25
530~539	4	4	16	1330~1339	4	4	16
540~549	0	0	0	1340~1349	3	32	96
550~559	4	5	20	1350~1359	1	1	1
560~569	4	7	28	1360~1369	3	5	15
570~579	0	0	0	1370~1379	1	1	1
580~589	4	4	16	1380~1389	0	0	0
590~599	0	0	0	1390~1399	0	0	0
600~609	1	1	1	1400~1409	1	1	1
610~619	0	0	0	1410~1419	0	0	0
620~629	0	0	0	1420~1429	0	0	0
630~639	2	2	4	1430~1439	0	0	0
640~649	0	0	0	1440~1449	0	0	0
650~659	1	1	1	1450~1459	0	0	0
660~669	1	1	1	1460~1469	2	4	8
670~679	1	2	2	1470~1479	6	6	36
680~689	1	1	1	1480~1489	4	54	216
690~699	1	1	1	1490~1499	4	6	24
700~709	7	8	56	1500~1509	3	3	9
710~719	1	1	1	1510~1519	3	5	15
720~729	0	0	0	1520~1529	5	6	30
730~739	0	0	0	1530~1539	1	1	1
740~749	1	1	1	1540~1549	3	7	21

续表

时段 Period A. D.	次数 t Frequency	日数 d Days	积 td Product	时段 Period A. D.	次数 t Frequency	日数 d Days	积 td Product
750 ~ 759	2	2	4	1550 ~ 1559	1	1	1
760 ~ 769	1	1	1	1560 ~ 1569	5	11	55
770 ~ 779	1	1	1	1570 ~ 1579	1	1	1
780 ~ 789	2	4	8	1580 ~ 1589	2	4	8
790 ~ 799	2	2	4	1590 ~ 1599	3	3	9
800 ~ 809	1	1	1	1600 ~ 1609	1	3	3
810 ~ 819	1	1	1	1610 ~ 1619	5	7	35
820 ~ 829	4	4	16	1620 ~ 1629	5	9	45
830 ~ 839	2	51	102	1630 ~ 1639	3	3	9
840 ~ 849	0	0	0	1640 ~ 1649	11	14	154
850 ~ 859	0	0	0	1650 ~ 1659	7	9	63
860 ~ 869	1	1	1	1660 ~ 1669	3	5	15
870 ~ 879	2	2	4	1670 ~ 1679	5	63	315
880 ~ 889	1	1	1	1680 ~ 1689	3	3	9
890 ~ 899	1	1	1	1690 ~ 1699	7	9	63
900 ~ 909	3	3	9	1700 ~ 1709	5	5	25
910 ~ 919	0	0	0	1710 ~ 1719	6	6	36
920 ~ 929	0	0	0	1720 ~ 1729	11	13	143
930 ~ 939	1	1	1	1730 ~ 1739	3	3	9
940 ~ 949	4	4	16	1740 ~ 1749	2	2	4
950 ~ 959	1	1	1	1750 ~ 1759	5	5	25
960 ~ 969	0	0	0	1760 ~ 1769	2	2	4
970 ~ 979	0	0	0	1770 ~ 1779	4	6	24
980 ~ 989	1	1	1	1780 ~ 1789	5	5	25
990 ~ 999	2	2	4	1790 ~ 1799	3	3	9
1000 ~ 1009	3	3	9	1800 ~ 1809	6	6	36
1010 ~ 1019	2	2	4	1810 ~ 1819	4	6	24
1020 ~ 1029	4	4	16	1820 ~ 1829	3	5	15
1030 ~ 1039	0	0	0	1830 ~ 1839	4	4	16
1040 ~ 1049	2	2	4	1840 ~ 1849	3	92	276
1050 ~ 1059	0	0	0	1850 ~ 1859	9	22	198
1060 ~ 1069	5	7	35	1860 ~ 1869	9	9	81
1070 ~ 1079	7	9	63	1870 ~ 1879	6	6	36
1080 ~ 1089	2	3	6	1880 ~ 1889	1	1	1
1090 ~ 1099	2	2	4	1890 ~ 1899	1	1	1
				1900 ~ 1909	1	1	1
					436	901	4 011
均值(每 10 年) Mean (Every 10 a)					2.71	5.60	24.91
标准差 Standard deviation					2.62	11.40	49.13

据表 1, 在 300 ~ 1909 A. D. 期间共 1 610 年内, 中国共发生过 436 次、901 日被当时中央机构认定的尘暴现象。显然, 这相当于现代的强尘暴。由于古人与今人在认识上的差异, 中国史书对今人理解的弱尘暴一般不予记载。

在一次尘暴过程中, 此地以扬尘为主, 彼地则以降尘为主; 在同一地区, 粒径小于一定值的沙尘颗粒在一定风力下以扬尘为主, 而粒径较大的沙尘颗粒则以降尘为主。因此, 本文不刻意区分扬尘与降尘, 而认为它们都是土壤环境干旱化的反映。降尘区大于扬尘区, 但二者可以重叠分布。

张德二给出了“我国历史时期雨土年(即出现雨土的年份)表”, 说明在 - 1150 (此年份可能不够准确, 因为自 - 841 A. D. 以后, 中国历史才有准确纪

年) ~ 1933 A. D. 期间, 中国共有 245 年出现过“雨土”现象^[2]。张进而以每 10 年中出现雨土的年数(数据在 0 与 10 之间)为频数, 给出了“自公元 300 年以来我国雨土年频数曲线”, 说明在某几个时段内表现出雨土年份比较密集的现象^[3]。考虑到在有雨土的不同年份中, 雨土的次数可能不等, 雨土的日数可能相差更大。因此, 本文着重统计了史书所记每 10 年中尘暴的次数 t 和日数 d , 并以二者之积 td 值作为表达不同时段尘暴频发程度的指标。当然, td 值也可视为表达土壤环境干旱化强度的指标。

民国以后, 尘暴记录虽延续至今, 但其划分标准已与明清不同, 以致不便与古代记录比较。因此, 表 1 未补充 1912 年以后的资料。

3 中国历史上尘暴的波动及其气温背景

表 1 每 10 年的 td 值共有 161 个,其中 $td > 120$ 者有 10 个。这 10 个 td 值各自对应的 10 年中的起始年份分别为: 490, 520, 1200, 1210, 1480, 1640,

1670, 1720, 1840, 1850 A. D.。这与竺可桢提出的 1700 年来中国温度波动趋势图中的最冷年份的分布^[4]是十分一致的。

如果某时段内各个 td 值 ≥ 25 ,且时段年数 ≥ 30 年,本文则称之为尘暴频发时段。表 2 列出了尘暴频发时段的分布。这与竺可桢提出的中国历史时期温度变迁图中的寒冷时段^[4]是很一致的。

表 2 中国 300 ~ 1909 A. D. 期间尘暴频发时段的分布

Table 2 Distribution of the periods when dust storms were frequent during 300 ~ 1909 A. D. in China

时段 Period A. D.	时段年数 Duration (a)	td 值 Value td		朝代 Dynasty
		最小 Min	最大 Max	
480 ~ 509	30	44	126	南北朝中期 Mid-Northern and Southern Dynasties
1170 ~ 1219	50	25	169	南宋中期 Mid-Southern Song Dynasty
1690 ~ 1729	40	25	143	清康熙中后期 Mid-late Kangxi Age in the Qing Dynasty
1840 ~ 1879	40	36	276	清道光后期至光绪初 Late Daoguang age to Early Guangxu age in the Qing Dynasty

隋唐时代对应于 581 ~ 907 A. D.。表 1 中 580 ~ 909 A. D. 期间,共有 td 值 33 个,其中 22 个 td 值 ≥ 25 ;仅有 2 个 td 值 ≥ 25 ,且其年代不连接;其余 9 个 td 值处于 2 与 16 之间。因此,隋唐时代的尘暴总体上是稀疏的。竺可桢认为,隋唐气候温暖,温度高于现代^[4]。因此,隋唐时期尘暴稀疏,与此时的温度较高是相对应的。

中国中东部季风气候区,湿热基本同步,则隋唐温暖期湿润,以后的寒冷期干旱^[5]。暖湿期有利于植被生长,森林线向北推进,林草的良好发育,削弱了土壤风蚀。就土壤本身而言,暖湿期土壤团聚体保持的水分较多,较之干燥土壤显然难以发生扬尘现象。从上述讨论看来, td 值较大的尘暴频发时段,对应于冷干期; td 值较小的尘暴稀疏时段,对应于暖湿期。因此, td 值可以作为衡量环境干湿、冷暖的指标。

4 一次尘暴的降尘厚度与黄土的形成

关于一次尘暴的降尘厚度,史书很少记载。《清史稿·志·灾异五》记:嘉庆十五年(1810 A. D.)正月“二十七日,……南乐大风霾,平地积沙二寸许。”《清史稿·志·灾异五》又记:嘉庆二十三年(1818 A. D.)四月,唐山雨土二寸许。“二寸许”,大约相当于 7 cm。

据《元史·志·五行一》记载:“至元二十四年(1287 A. D.),诸王薛彻都部雨土七昼夜,没死牛畜。”如果牛能被雨土埋没而死,则此雨土厚度应在 2 m 左右。但对这一记载作如此理解,可能不够准

确。一般说,“本纪”的记载应比“志”更为准确。据《元史·本纪·世祖十一》记载:至元二十四年“十二月……癸酉,……诸王薛彻都等所驻之地,雨土七昼夜,羊畜死不可胜计。”这里,畜是羊而不是牛,且只说及“畜死”而未说“没死”。因此,羊群死亡原因,并非羊被雨土埋没,而是雨土埋没了草被使羊无法采食之故。这与内蒙古现代仍然可能发生的“白灾”相类似——大雪埋没了草被,羊无法采食而大批死亡。如果这样理解是准确的,则此处记载的雨土厚度应大约在 30 ~ 40 cm。据谢肇淛对这次雨土描述说:元至元二十四年“雨土七昼夜,深七八尺”(转引自王嘉荫^[1])。虽然强尘暴是存在的,但降尘厚达“七八尺”却未必可信。另据《元史·志·五行一》记载:“大德十年(1306 A. D.)二月,大同平地县雨沙黑霾,毙牛马二千。”可见,在强尘暴中,降尘埋没冬春草被,致使牧区牲畜大批死亡的现象,并不是十分罕见的。冬春正是尘暴频发的季节,此时饲草短缺,牲畜瘦弱,如遇强尘暴,则严重影响牲畜存活。

据表 1,在所记的 1610 年内,中国共发生过 436 次强尘暴。如果每次降尘厚度平均为 2 cm,则在此 1610 年内降尘厚达 $2 \times 436 = 872$ cm,每年平均降尘 0.54 cm,10 000 年则达 54 m(其中大部分被风蚀、水蚀)。近代风蚀、水蚀的黄土,每年约为 0.4 ~ 0.9 cm,甚至大于 1 cm。因此,如减去风蚀、水蚀的厚度,则 1 万年降尘实际存留的厚度远远小于 54 m。当然,对每次降尘的平均厚度给出准确估计,是十分困难的。表 1 td 的最小值为 0,最大值为 315,平均值为 24.9,标准差为 49.1,变差系数高达 1.97。可见, td 值表现出十分离散的正偏态分布,中值明显

小于算术平均值。如果认为降尘厚度与 td 值呈正相关,则降尘厚度也应当表现为十分离散的正偏态分布。降尘厚度最小值不足 1 cm,最大值可能高达 30~40 cm,平均值应接近最小值而远离最大值。本文以 2 cm 计表 1 各次降尘平均厚度,主要是考虑到《清史稿》前述语气平淡的记载——“积沙二寸许”、“雨土二寸许”。现代一次降尘似不足 2 cm,可能与现代环境不及历史时期(除隋唐)冷干有关,也与现代尘暴的认定标准比史书宽泛不无关系。降尘厚度的上述讨论启示,黄土的形成过程目前仍在进行,风成说是有一定根据的。

参考文献

- [1] 王嘉荫. 历史上的黄土问题. 中国第四纪研究, 1965, 4(1): 1~8.
- [2] 张德二. 历史时期“雨土”现象剖析. 科学通报, 1982, 27(5): 294~297. Zhang D E. Analysis of dust rain in the historic times of China. Kexue Tongbao, 1983, 28(3): 361~366.
- [3] 张德二. 我国历史时期以来降尘的天气气候学初步分析. 中国科学(B 辑), 1984, (3): 278~288. Zhang D E. Synoptic-climatic studies of dust fall in China since historic times. Scientia Sinica (Series B), 1984, 27(8): 825~836.
- [4] 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 中国科学, 1973, (2): 168~189. Chu Ke-chen. A preliminary study on the climatic fluctuations during the last 5 000 years in China. Scientia Sinica, 1973, 16(2): 226~256.
- [5] 刘多森. 黄土高原近两千年来土地利用和环境的变迁. 第四纪研究, 2004, 24(2): 184~190. Liu D S. The land use and environment variation during the last 2 000 years in the Loess Plateau (In Chinese). Quaternary Sciences, 2004, 24(2): 184~190.

ANALYSIS ON FLUCTUATIONS OF DUST STORMS IN THE HISTORIC TIMES OF CHINA

Liu Duosen Wang Zongsheng

(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract According to the official history, during the period from 300 to 1909 A.D., China witnessed a total of 436 dust storms, which lasted a total of 901 days. The product td (t , the number of dust storms in every ten years, d , the days the dust storms lasted), may be used as an index of frequency of dust storms in different periods, and may also be regarded as an index of aridification degree of soil environment. Dust storm frequent periods, 30 years, were distributed in 480~509, 1170~1219, 1690~1729 and 1840~1879 A.D. These periods with td values ≥ 25 corresponded to the cold periods in the history. Cold and dry periods are prone to triggering dust storms. During the 1 610 years studied, the average dust fall for every year is about 0.54 cm. Aeolian process of the loess is still going on nowadays.

Key words Dust storm; Historic times; Aridification; Temperature