乌鲁木齐机场低能见度气候特征及与逆温层关系分析

汪宏伟

民航新疆管理局空管局气象处　邮编　830016

摘要

频繁发生的低能见度天气是乌鲁木齐机场对飞行安全、正常及效益影响最大的重要天气之一，本文利用气候统计资料，分析、讨论了乌鲁木齐机场低能见度天气的气候特征及对飞行的影响，并对RVR资料进行了统计分析，给出了各级别的特征，最后分析讨论了低能见度天气与低层逆温层的关系。

关键词：低能见度、RVR、逆温层

引言：

乌鲁木齐地窝堡机场位于天山北麓，准葛尔盆地南缘，冬季时间较长大雾多发，大雾造成的低能见度天气频繁，是乌鲁木齐机场冬半年对飞行安全、正常及效益影响最大的重要天气。

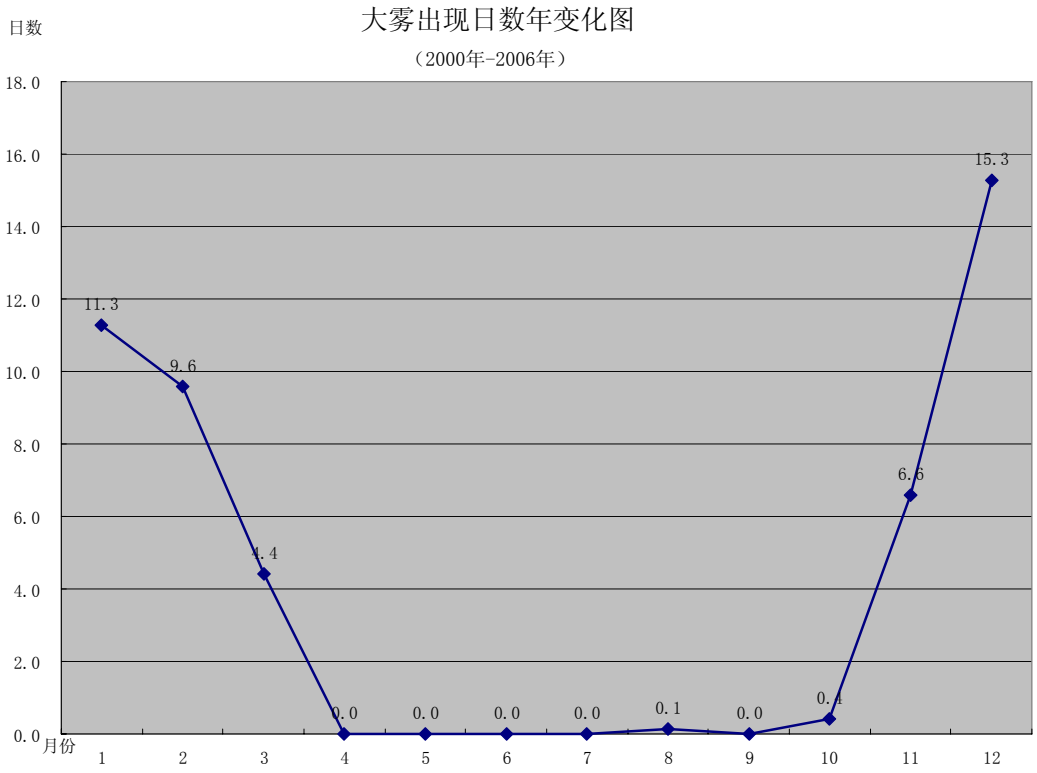
1、大雾气候统计

我们对2000年至2006年的能见度低于1公里的大雾天气进行了统计分析。

1.1 大雾出现日数统计结果如下：

2000年－－2006年逐月大雾出现日数

年 月	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	合计	平均
1	6	6	21	7	14	11	14	79	11.3
2	4	2	7	12	16	7	19	67	9.6
3			8	8	5	10		31	4.4
4								0	0.0
5								0	0.0
6								0	0.0
7								0	0.0
8						1		1	0.1
9								0	0.0
10					2		1	3	0.4
11	11		5	5	12	7	6	46	6.6
12	9	7	9	21	16	20	25	107	15.3
合计	30	15	50	53	65	56	65	334	47.7
平均	2.5	1.3	4.2	4.4	5.4	4.7	5.4	27.8	4.0



从一表、一图可以看出，乌鲁木齐年均大雾日数47.7。其中2004年和2006年大雾日数较多，重要原因之一是因为这两年是暖冬年份。

乌鲁木齐的大雾天气基本出现在10月至次年3月，尤其以12月、1月为最，12月平均达15.3日，即一半以上日子为雾日，极端最多的2006年更高达25日。

1.2 持续时间分析

大雾因成因不同，持续时间也不同。辐射雾的持续时间较短，一般从十几分钟到几个小时；平流雾维持时间略长可以从几小时到一、二天，但一天中低云雾与层云可反复出现两至三次；而阴雾天气形势下的大雾，维持时间较长，可维持2—5天，个别甚至长达一星期，能见度时好时坏反复拉锯。

统计显示（表略），七年间单次雾最长持续时间62小时，最短0.17小时，单次雾平均持续时间8.37小时。

2、大雾对乌鲁木齐机场飞行的影响

因为乌鲁木齐机场低能见度一般出现在每年的1、2、3、11、12五个月内，我们将2000年至2006年每年的这五个月的航班正常性情况、天气原因引起的不正常情况进行了统计分析。

天气原因不正常架次月统计表

月份	天气原因不正常架次	天气原因占不正常架次的比率
1	99	43.3%
2	101	53.3%
3	47	50.3%
11	74	39.8%
12	105	43.9%
平均	85	45.5%

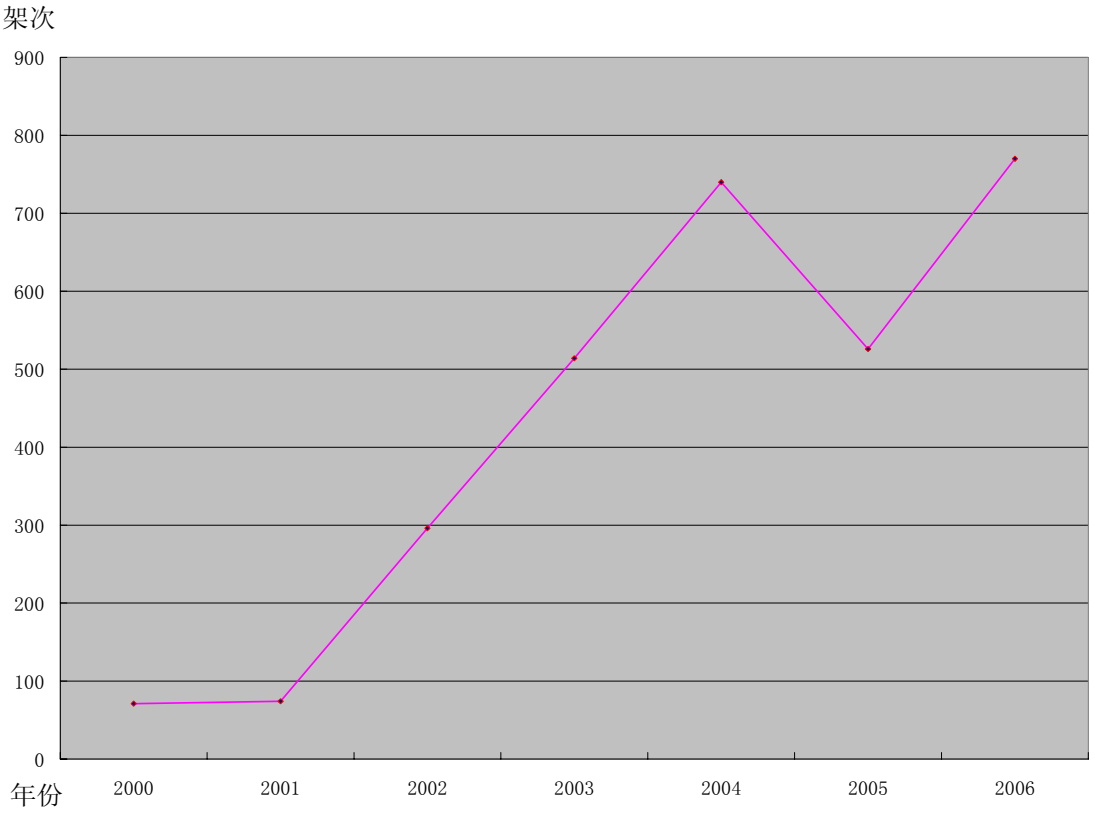
注：表中天气原因不正常架次为2000年至2006年七年月平均值

天气原因不正常架次年统计表

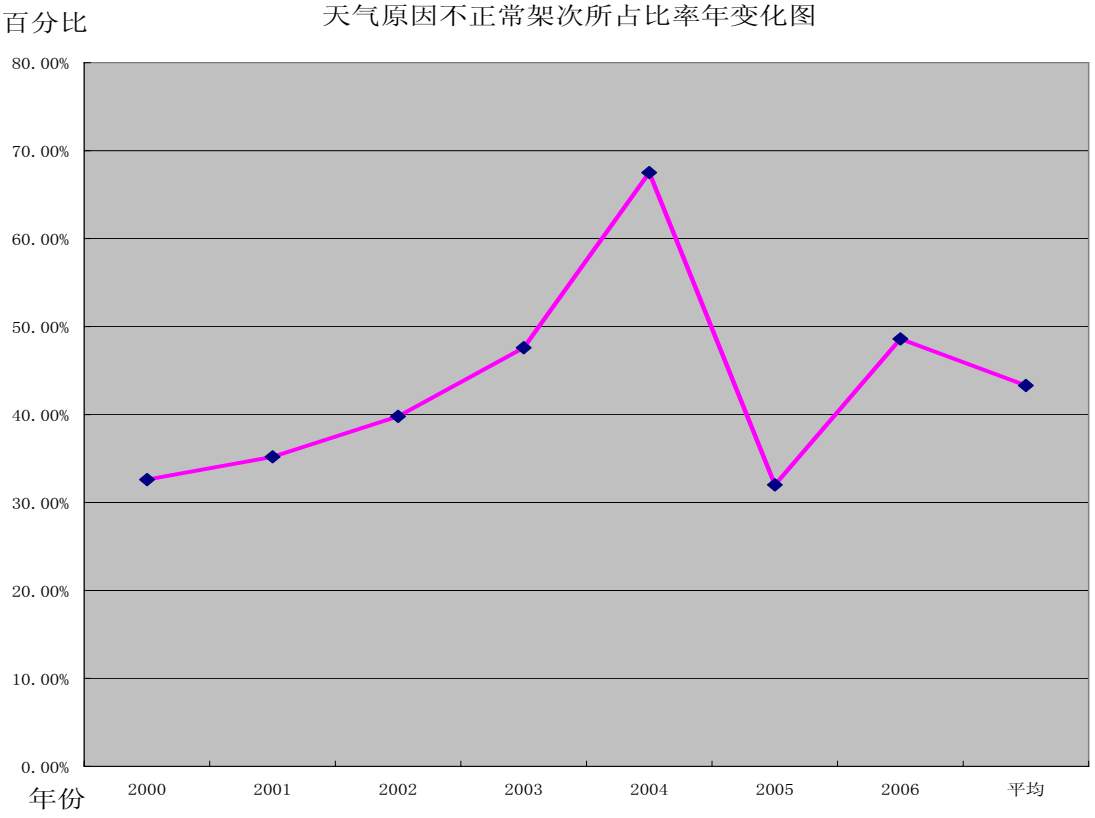
年份	不正常架次	天气原因	比率
2000	218	71	32.60%
2001	210	74	35.20%
2002	744	296	39.80%
2003	1080	514	47.60%
2004	1096	740	67.50%
2005	1643	526	32.00%
2006	1585	770	48.60%
平均	939.4	427.3	43.30%

注：表中天气原因不正常架次为2000年至2006年1、2、3、11、12月五个月的合计值。

天气原因造成的不正常架次年变化图



天气原因不正常架次所占比率年变化图



航班正常性统计显示，七年中天气原因在导致航班不正常中所占的比率最高为67.5%，最低为32.0%。低能见度发生的五个月天气原因占不正常架次的比率高于年平均水平。

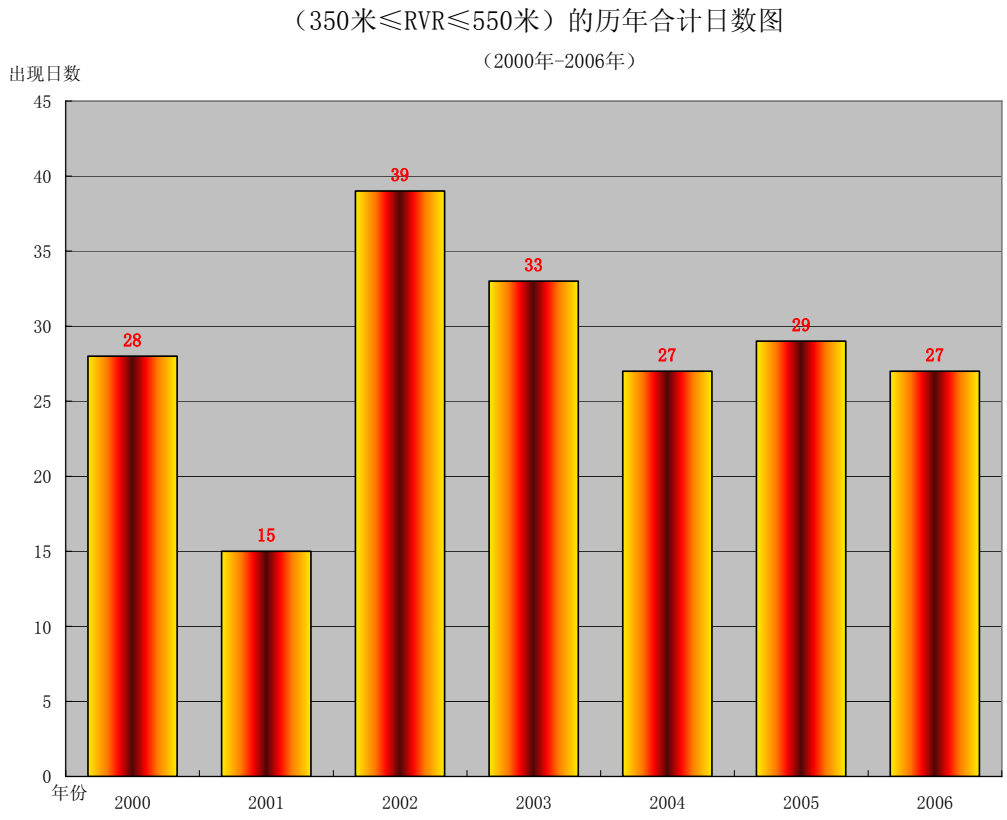
随着航班架次的飞速增长，天气原因所导致的也在相应增长，而且天气原因不正常航班架次所占比率呈增加趋势，但这种增加趋势并不是持续增长的，原因何在？

乌鲁木齐机场启用自动观测系统，民航总局批复乌鲁木齐机场启用RVR≥550米天气标准（原来是能见度800米），跑道灯光、机场飞行程序、运营航空公司航空器性能、飞行员天气标准等等因素决定了航空器在大雾天气中可利用更高标准天气进行飞行。这些因素不同程度减轻了大雾天气对飞行的影响，减少了不正常航班，也程度不一的降低了天气原因不正常航班架次所占比率。

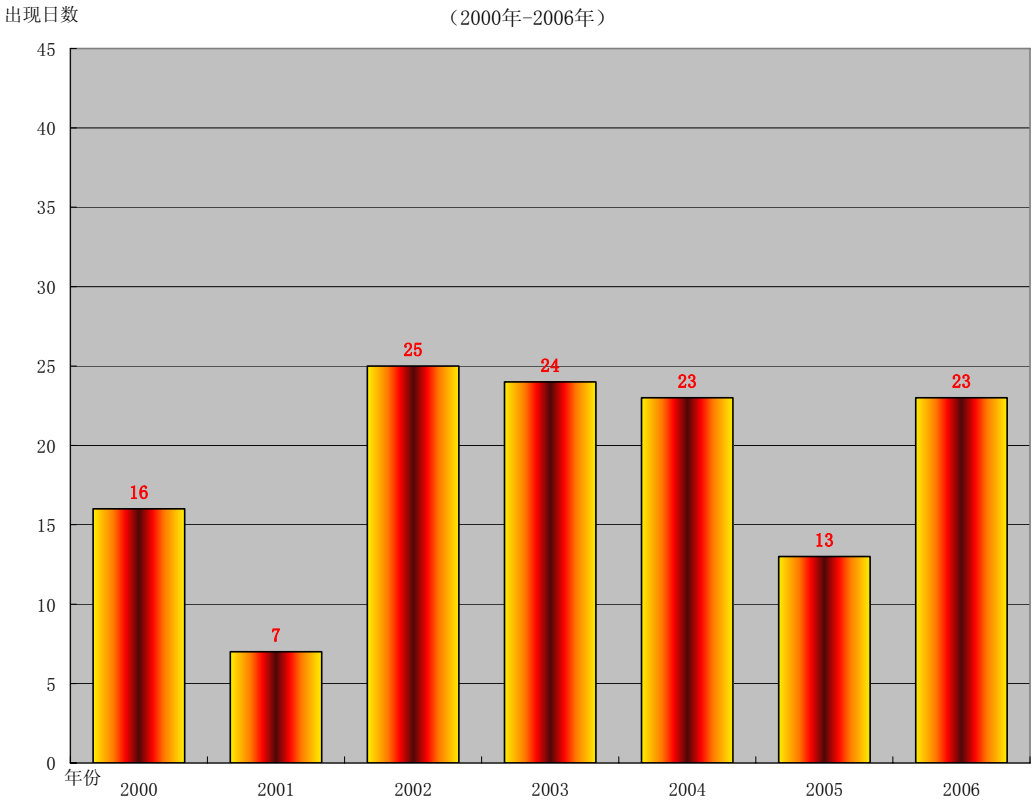
3、大雾造成的低能见度的分级统计分析

下面分析、探讨分级RVR（350米≤RVR≤550米（Ⅱ类）、200米≤RVR＜350米（Ⅲ类A）、RVR<200（Ⅲ类B））的统计特征，为进一步开展降低低能见度天气对飞行影响，提供一些决策依据。

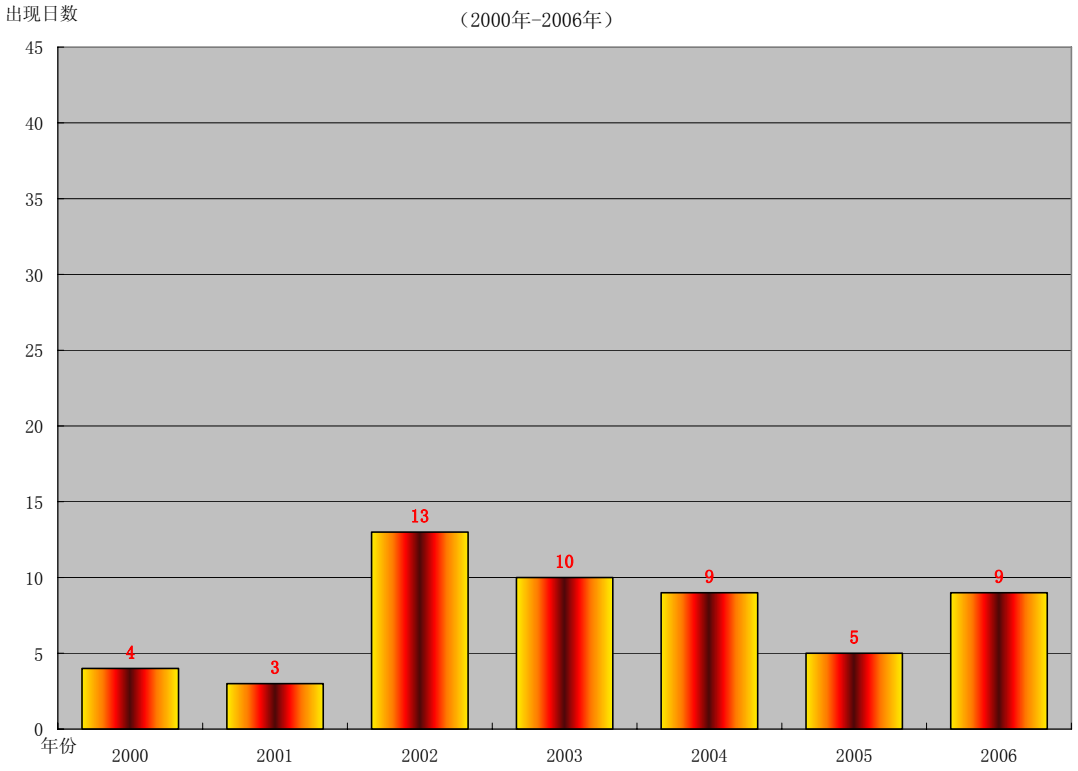
3.1 三类RVR天气的年际变化



（200米≤RVR＜350米）的历年合计日数图



（RVR＜200米）的历年合计日数图



月 年	Ⅱ类	ⅢA类	ⅢB类	FG日数
2000	28	16	4	30
2001	15	7	3	15
2002	39	25	13	50
2003	33	24	10	53
2004	27	23	9	65
2005	29	13	5	56
2006	27	23	9	65
合计	198	131	53	334
均值	28.3	18.7	7.6	47.7

从日数统计表可知乌鲁木齐机场全年大雾日平均47.7个，最多的年份65天出现在2004年、2006年；Ⅱ类日数平均为28.3 天，最多的年份39天出现在2002年；Ⅲ类A日数平均为18.7天，最多的年份25天出现在2002年；Ⅲ类B日数平均日数7.6天最多的年份13天出现在2002年。

能见度越低等级的天气日数也越少，符合一般性规律，可见极端恶劣天气是小概率事件。

大雾日、Ⅱ类日、Ⅲ类A日、Ⅲ类B日的出现、分布有关联但也有差异、存在不同步。Ⅱ类日、Ⅲ类A日、Ⅲ类B日肯定都是大雾日，但大雾日最多的年份Ⅱ类日、Ⅲ类A日、Ⅲ类B日并不一定是最多。

Ⅲ类A日、Ⅲ类B日不一定都是Ⅱ类日；Ⅲ类B日不一定都是Ⅲ类A日。

以上表明大雾天气能见度变差，有渐变、也有突变，不一定顺序经过每一个等级值域。

3.2 三类RVR天气的年变化

3.2.1日数年变化

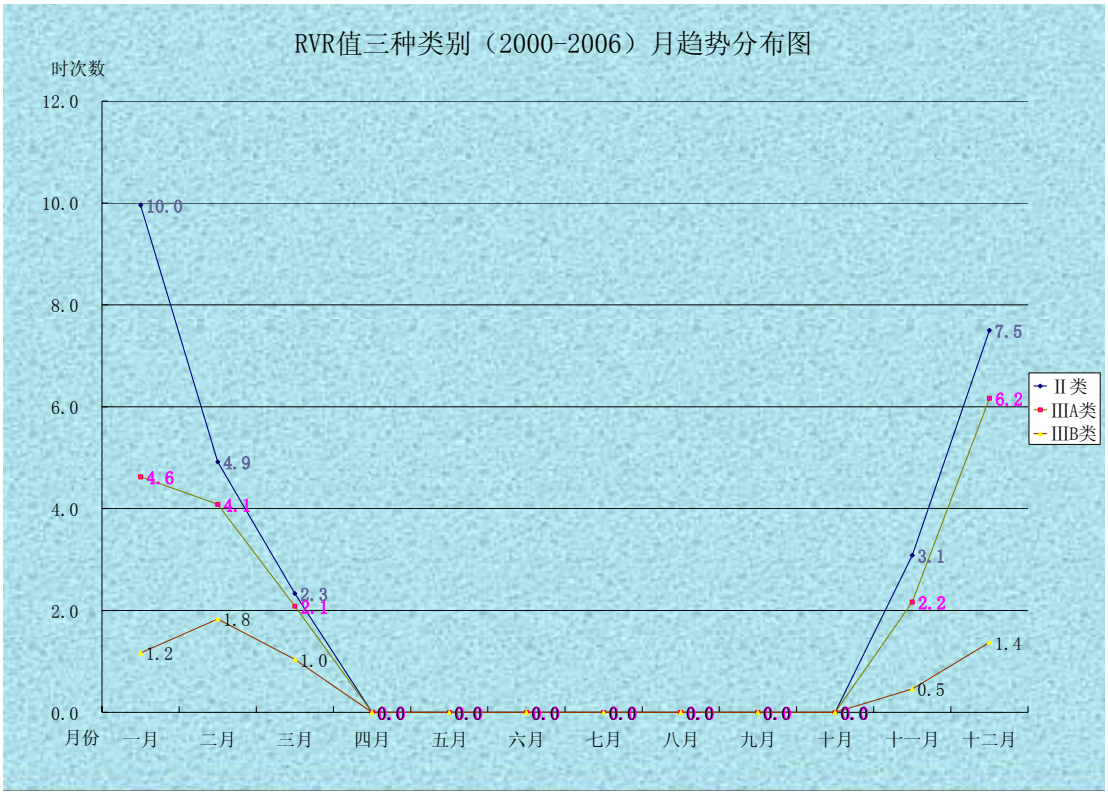
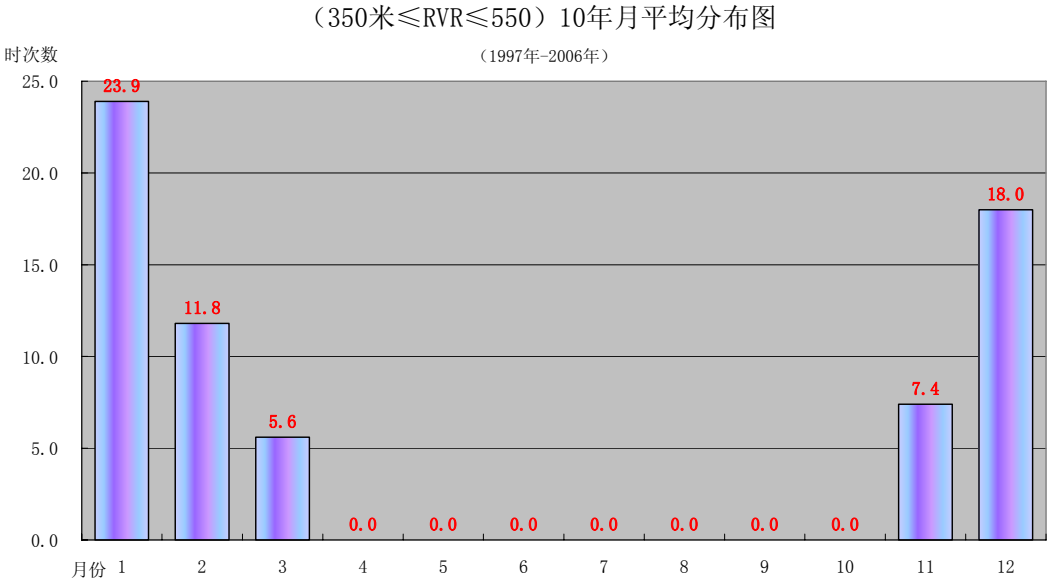


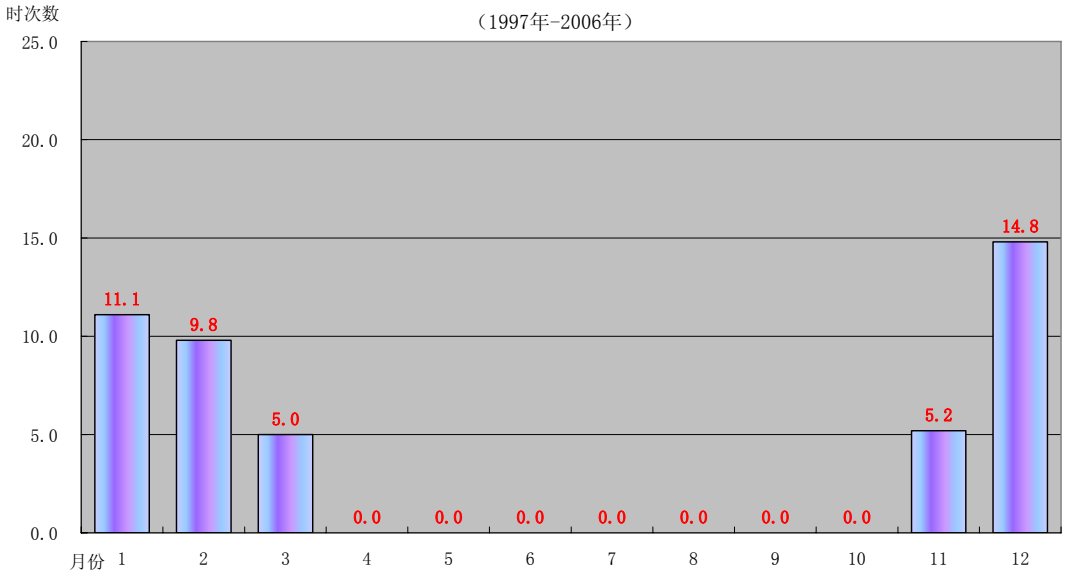
图1 RVR值三种类别（2000-2006）月趋势分布图

从年变化分布趋势来看，基本趋势与大雾日分布趋势一致，一般出现在每年的1、2、3、11、12月这五个月内。但峰制值分布有差别，大雾天气的日数最大值出现在12月为15.3；Ⅱ类天气的日数最大值出现在1月为10.0；ⅢA类天气的日数最大值出现在12月为6.2；ⅢB类天气的日数最大值出现在2月为1.8。

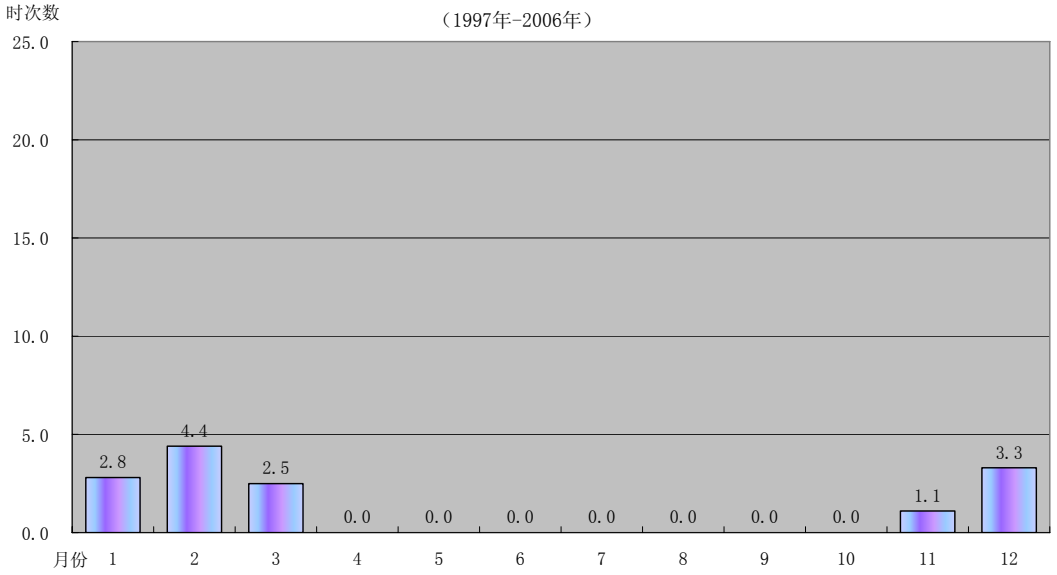
3.2.2 时次年变化



（200米≤RVR＜350米）10年月平均分布图



（RVR＜200米）10年月平均分布图



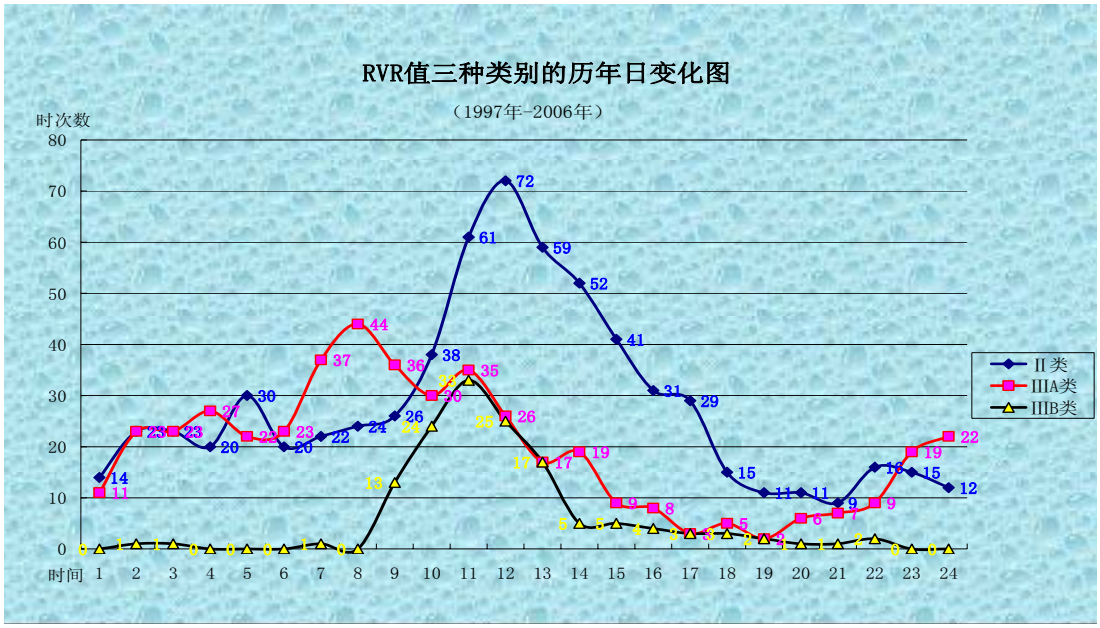
试图用累计的时次数来探讨各个等级RVR的持续时间。

Ⅱ类天气的时次数最大值出现在1月为23.9；Ⅲ类A天气的时次数最大值出现在12月为14.8；Ⅲ类B天气的时次数最大值出现在2月为4.4。这个分布态势与日数分布态势基本一致。

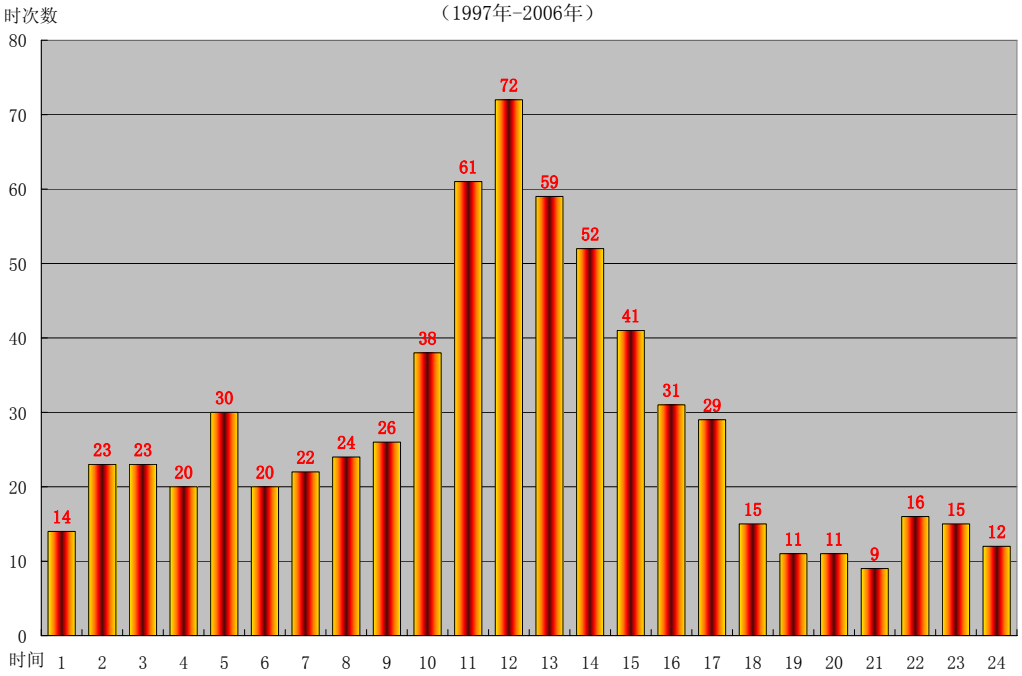
以平均概念而言，每个Ⅱ类日对应的时次数为2.9；每个ⅢA类日对应的时次数为3.5；每个ⅢB日对应的时次数2.7。

（单次雾最长持续时间62小时，最短0.17小时，单次雾平均持续时间8.37小时。）

3.3 三类RVR天气的日变化



（550米≥RVR≥350米）10年累计日变化趋势图



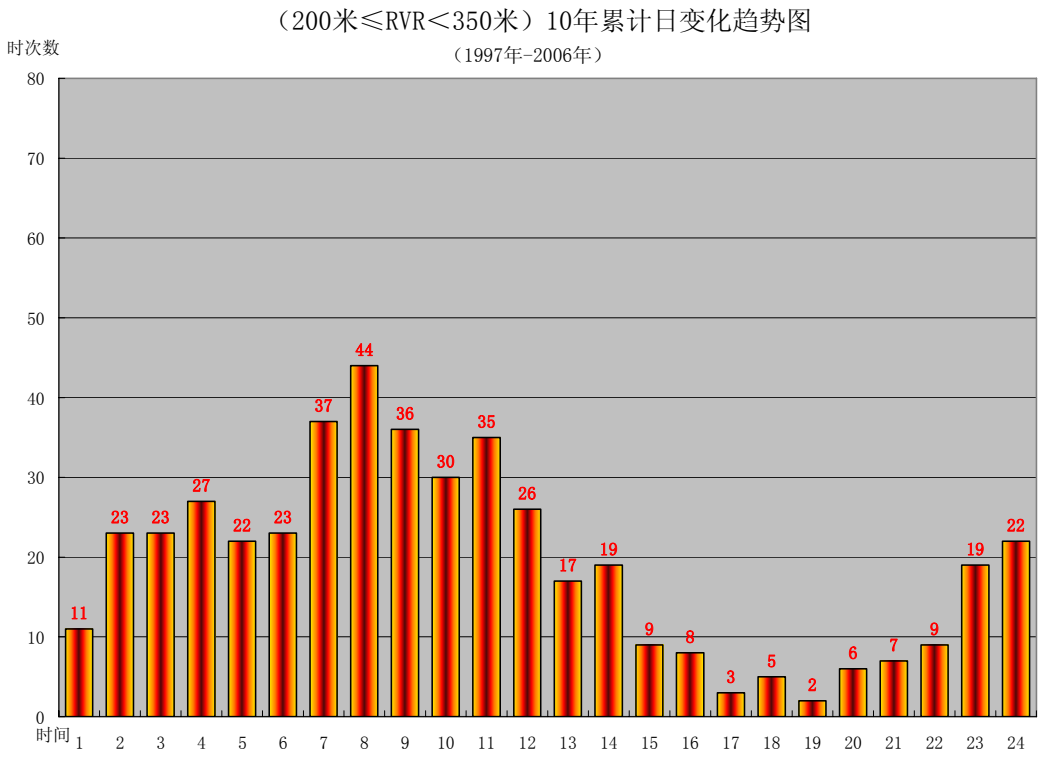
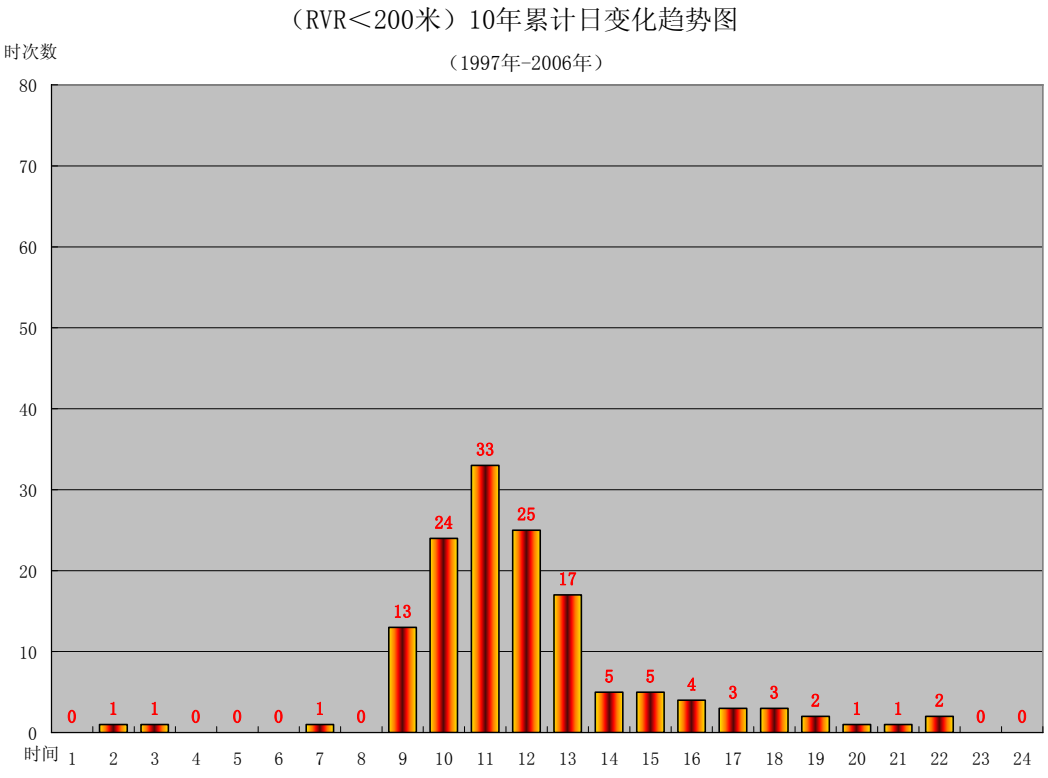


图 11　200米≤RVR＜350米10年累计日变化趋势图



从日变化情况来看，出现Ⅱ类时次，从11时至14时为出现最多，其峰值出现在12时；出现Ⅲ类A时次，从06时至08时为出现最多，其峰值出现在07时；出现Ⅲ类B时次，从10时至12时为出现最多，其峰值出现在11时。

即乌鲁木齐机场日变化特点表现为上午日出后至正午前，能见度较差，午后最高气温前后最好，而日落前后又略差，前半夜好，后半夜又差的变化规律，这是由于乌鲁木齐机场日出后气温偏低，辐射降温形成的逆温达最强，这段时期是工业和居民取暖的烟尘向大气排放较集中的时段；正午后气温升高，逆温减弱，烟变淡，能见度好转；下午11时后因乌鲁木齐机场风向日变化转南风，市区气温高于我区，加上该段烟排放量也较大，故能见度稍差些，但维持时间不长；夜间低云抬升，能见度略好，也较稳定。

4、讨论

以上统计分析可知,乌鲁木齐机场低能见度集中在1、2、3、11、12月,其中对飞行影响较严重的多在11月下旬到12上旬,但遭遇暖冬天气时有变化。目前乌鲁木齐机场RVR大于550米起降飞机不受影响,统计显示：

RVR小于等于550米年均出现时次数为119.8：其中Ⅱ类标准为65.1的占54%；Ⅲ类A标准的为40.1占33%；Ⅲ类B标准的为14.6占12%。

RVR小于等于550米年均出现日数为54.7：其中Ⅱ类标准为28.3占52%；Ⅲ类A标准的为18.7占34%；Ⅲ类B标准的为7.6占14%。

三种级别的月际间分布与日变化分布变化趋势均存在不同步和差异,特别是近几年暖冬天气发生时Ⅲ类AⅢ类B发生概率较以前大为增加。

以2007年年2月11日至13日的大雾天气而言，Ⅱ类的时次为10，Ⅲ类A 为13，Ⅲ类B为23。

因此，如果机场使用Ⅱ类运行标准，可一定程度减少低能见度天气对航班的影响，但作用有限。

5、 雾与逆温的关系分析

乌鲁木齐由于受特殊地形的影响，以地方性的阴雾天气和辐射雾为主，其中地方性阴雾天气占60%以上。逆温层的存在对阴雾天气的形成和维持起着重要作用，为阴雾天气提供了稳定的层结条件和有利的温湿条件。低空逆温也是形成辐射雾的条件之一。下面利用统计的方法寻找雾与逆温之间的规律和联系，分析大雾天气下的低空逆温层结特征。

1、低空大气逆温特征分析

对逆温日进行统计，发现乌鲁木齐一年四季都有逆温层存在，逆温发生频率很高，年发生频率为82%，平均一年有291日出现低空逆温，一般早晨发生逆温次数多于晚上。一年中冬半年（10-3月）为逆温多发时段，平均月发生频率为92%。其中以11月至次年2月为逆温高发期，逆温发生频率为95～97%；1月份逆温发生频率最高，为97%；10月和3月相对较低，分别为86%和84%。夏半年（4-9月）逆温发生频率较低，平均月发生频率为68%，其中7月逆温发

生频率最低，为60%（图1）。

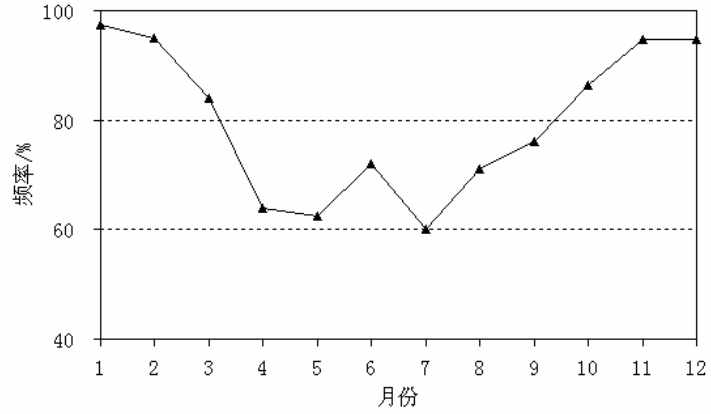


图1各月逆温发生频率

下面相应给出了2000-2006年10月至次年4月出现的逆温日情况。冬半年10月至次年3月逆温日数每月都在26日以上，以1月和12月最多，分别为30.4日和29.2日；4月逆温日数相对较少，为20.1日。分析结果清楚表明，冬季11-2月是乌鲁木齐市逆温的多发期，乌鲁木齐市冬季采暖期排放出大量锅炉煤烟，与汽车尾气、工业废气等污染气体及水汽在低空逆温的抑制和地形的作用下在近地面积累，很难向高空扩散，为雾的形成提供了较多的凝结核。

逆温日数

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	合　计	平均值
1999-2000	/	/	/	31	27	28	21	107	26.8
2000-2001	29	28	30	29	28	27	21	192	27.4
2001-2002	27	30	30	30	25	26	20	188	26.9
2002-2003	24	26	29	30	27	23	15	174	24.9
2003-2004	27	29	30	31	28	26	19	190	27.1
2004-2005	27	29	28	31	23	27	22	187	26.7
2005-2006	28	22	28	31	27	24	23	183	26.1
合　　计	162	164	175	213	185	182	141	1221	185.9
平 均 值	27.0	27.3	29.2	30.4	26.4	26.0	20.1	185.8	26.6

2、大雾天气与低空逆温的关系

对雾日进行了有无逆温统计，334个雾日中，有9个雾日未出现逆温，有325日出现了逆温，雾日逆温天数占雾日总天数的97%，说明10月至次年3月大雾和逆温之间有着密切联系。其中10月、11月、和1月雾日有逆温的占100%，进一步说明了低空逆温层存在是引发大雾天气的重要条件之一，这几个月逆温是大雾天气的必要条件；12月和2月分别为96%和97%，3月为83%，逆温与大雾天气存在着密切的关系；但随着春季温度的逐渐上升，逆温对雾的作用逐渐减弱。7年中8月份仅出现过一次雾，距放探空气球时间远，且雾维持时间短暂，仅1小时左右，故不能确定雾与逆温之间到底有无相关关系。

表3　2000-2006年雾日与逆温的对应关系

	10月	11月	12月	1月	2月	3月	8月
雾 日 天 数	3	46	107	79	67	31	1
雾日有逆温天数	3	46	105	79	66	27	0
雾日无逆温天数	0	0	2	0	1	4	1
雾日有逆温比例（%）	100	100	98	100	98	87	0

3、大雾天气的低空逆温特征分析

从以上分析中可以看出：有雾时基本有逆温存在，但有逆温不一定会出现雾。

雾日悬浮逆温的底高变化特征：各月雾日悬浮逆温层的底高以 2月和1月最低，分别为625m和642m，12月次之为739m，再次为3月和11月，分别为831m和887m，逆温层底高最高为10月。雾日悬浮逆温底高月变化与雾日的月变化是呈反相关的，即底高越低的月份，大雾天气出现的日数越多，反之越少。从整体来看，雾日悬浮逆温底高和无雾时的悬浮逆温底高月变化趋势一致。各月雾日悬浮逆温的底高都比无雾时的悬浮逆温底高低，差距是190～347m，由此可见在同一个月中悬浮逆温层的底部距地面低时更有利于产生雾。

雾日悬浮逆温的顶高变化特征：雾日悬浮逆温顶高除了11月份较低，为1288 m外， 其余各月均较高，其中12月最高，为1492m，其余各月为1324～1488m。各月雾日悬浮逆温顶高和无雾时的悬浮逆温顶高月变化趋势一致，且各月雾日悬浮逆温顶高都比无雾时的悬浮逆温顶高低，平均差距是216m，这与雾日悬浮逆温底高一致。

雾日逆温的厚度变化特征：雾日逆温厚度12-2月份最厚，为711-752m，逐渐向两头递减，10月份逆温厚度最薄仅为365m。这与冬半年的大雾日数分布规律相一致，既逆温层厚度越厚的月份大雾天气就越多，反之大雾天气少。各月雾日逆温厚度与无雾时的逆温厚度月变化趋势基本一致。在同一个月中，雾日逆温厚度并不一定比无雾日逆温厚度厚，雾日天数最多的1月、12月雾日逆温厚度都比无雾日逆温厚度薄100m左右。

雾日逆温的温差变化特征：雾日逆温温差与大雾日数呈正相关，表现为12-2月最大，为8.0～9.5℃，其中以1月份最大，达9.5℃，11月和3月温差为6.7℃和6.5℃，10月最低，仅为3.2℃。各月雾日逆温温差均比无雾时逆温温差大，差值为0.4～3.0℃。

雾日逆温的强度变化特征：雾日逆温强度均比同期无雾日逆温强度大，其中11-3月逆温强度为1.2～1.5℃/100m之间,10月为1.1℃/100m;各月无雾逆温强度值为0.9～1.1℃/100m，11-3月雾日逆温强度与无雾逆温强度差值为0.2～0.5℃/100m；10月差值为0.1℃/100m。

从雾日逆温平均特征值与无雾时逆温特征值比较分析表明，雾日逆温存在贴地顶高（即厚度）大、悬浮底高低、顶高低及雾日逆温层厚度大、温差大、强度强的特点。

参考文献：略