

## GPSO3 和 Vaisala 臭氧探空仪平行施放 比对结果的初步分析\*

王庚辰<sup>1)</sup> 孔琴心<sup>1)</sup> 宣越健<sup>1)</sup> 万小伟<sup>1)</sup>  
陈洪滨<sup>1)</sup> 马舒庆<sup>2)</sup> 赵 琼<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(中国科学院大气物理研究所, 北京 100029)

<sup>2)</sup>(中国气象局大气探测综合试验基地, 北京 100081)

### 摘 要

为促进中国大气臭氧高空探测业务化进程,中国科学院大气物理研究所和中国气象局监测网络司联合组织了对国产 GPS 数字化大气臭氧探空仪(GPSO3)和芬兰 Vaisala 公司产大气臭氧探空仪(Vaisala)主要技术性能的比对。现场平行施放比对于 2002 年 1 月在北京进行,共施放了 7 对臭氧探空仪。对两类大气臭氧探空仪现场平行施放比对试验结果的分析表明,两种臭氧探空仪所获得的大气中臭氧浓度随高度的变化特征之间有很好的 consistency。在 12~27 km 高度范围内,两种探空仪臭氧测值之间的相对误差平均在 10% 以内,而在 10 km 以下和 27 km 以上,GPSO3 探空仪的臭氧测值偏高。本文介绍了比对方法,分析了两类探空仪对臭氧廓线某些特征值的比对结果并讨论了平行施放比对时气球升速的差异可能对臭氧测值带来的影响。

关键词: 大气臭氧 臭氧探空仪 探空仪比对 臭氧垂直分布

### 引 言

大气臭氧层耗损和南极地区上空臭氧洞的出现,已经受到各国政府有关部门和科学家们的极大关注,这是因为人们担心,大气臭氧层的耗损可能会给人类本身的生存环境带来严重的威胁。由于大气臭氧层的损耗主要发生在大气的平流层中,因此,对大气臭氧的高空探测已成为大气臭氧研究的重要课题。大气臭氧探空系统是当前获得地球大气臭氧层垂直结构的最有效的直接探测系统<sup>[1,2]</sup>。到目前为止,分布在全球(包括南极)进行大气层臭氧探空业务观测的站点已达 50 余个,其中坚持每周施放一次的站点有近 40 个。

中国自 20 世纪 80 年代末开始研制大气臭氧探空仪系统,并结合科研任务,曾先后在南极中山站、北京、河北香河、兴隆等地区进行了施放<sup>[3~7]</sup>。期间,中国科技人员曾利用进口臭氧探空仪在包括青藏高原、北极在内的多地进行过大气臭氧高空探测<sup>[8,9]</sup>。为促进中国大气臭氧高空探测业务化进程,中国科学院大气物理研究所和中国气象局监测网络司联合组织了为期一年的国产 GPS 大气臭氧探空仪的考核施放,并组织了国产臭氧探空仪(GPSO3)和芬兰产臭氧探空仪(Vaisala)的平行施放比对以及臭氧传感器有关性能的室内外比对试验。

\* 中国科学院重大方向项目:北京地区平-对交换的探测与分析(KZCX3-SW-217)

2003-06-23 收到,2004-02-09 收到再改稿。

应当指出,到目前为止,大气臭氧高空直接探测的质量保证和质量控制工作仍然是一个没有解决的问题。当前,世界各国使用的大气臭氧探空仪有多种类型,即便是同一类型的探空仪,在结构、施放准备和数据处理等方面的技术差别很大,这为对探测结果的评价带来了很大困难。目前通用的解决办法是进行不同类型臭氧探空仪的现场比对<sup>[10-12]</sup>,以判断测量结果的可比性。但由于这种比对很难对参比探空仪的具体技术性能做出评价,而且比对工作也受到野外试验条件的限制。因此,自 1996 年后 WMO 专门开展了大气环境模拟实验舱的比对实验<sup>[13]</sup>,并委托设在德国 Juelich 的世界气象探空仪标定中心负责制定臭氧探空仪的标准操作规范。本次平行施放比对的目的在于考核国产 GPS 臭氧探空仪(GPSO3)与芬兰 Vaisala 公司生产的 ECC 臭氧探空仪对臭氧实际测量结果之间的一致性程度。本文介绍了 GPSO3 与 Vaisala 臭氧探空仪(Vaisala)的现场平行施放比对方法和主要结果,并对结果进行初步分析。考虑到本次比对施放的次数偏少,因此对结果的讨论也是初步的。

## 1 比对方法简介

对国产 GPSO3 和芬兰 Vaisala 公司产 ECC 臭氧探空仪进行现场平行施放比对是国产 GPSO3 臭氧探空仪考核和比对工作的一部分,其它比对工作还包括对这两类臭氧传感器的灵敏度和响应时间的比对以及臭氧传感器对近地面大气中臭氧变化响应一致程度的比对。

对两种臭氧传感器灵敏度、响应时间以及户外平行测量比对结果的讨论见文献<sup>[14]</sup>。现场平行施放比对试验是将参比臭氧探空仪配对,每次施放一对。施放采用平行施放的方式(即同时单独施放),并分别获得各自测得的臭氧以及气象要素的垂直分布廓线。施放中,操作人员分别按照 GPSO3 和 Vaisala 臭氧探空仪各自的操作规程进行准备、施放、接收和数据处理。GPSO3 施放使用国产 1500 g 气球,Vaisala ECC 施放使用配套进口的气球。本次比对中,GPSO3 和 Vaisala 的 ECC 两种臭氧探空仪各选 7 套参与比对,比对试验于 2002 年 1 月间进行。现场平行施放比对工作在中国气象局大气探测综合实验基地进行(北京,南苑),现场施放比对共进行了 7 次,共获得 6 次较完整资料(其中一次因 GPS 故障资料不完整)。表 1 给出了参与比对的臭氧探空仪施放的有关资料。

表 1 臭氧探空仪现场平行施放比对一览表(2002 年 1 月 11~23 日北京)

日期 (日)	最大施放高度(m)		平均升速(m/min)		资料完整性		备注	
	GPSO3	Vaisala	GPSO3	Vaisala	GPSO3	Vaisala	GPSO3	Vaisala
11	31382	18754	369.2	407.5	完整	不完整		丢星
13	32771	35378	394.8	313.1	完整	完整		
15	37864*	36315	440.3*	307.8	不完整	完整	丢星	
17	31876	35298	370.7	326.8	完整	完整		
19	29831	36385	355.1	322.0	完整	完整		
21	31710	33125	382.0	385.2	完整	不完整		27~30 km O <sub>3</sub> 资料乱
23	31741	36847	330.6	323.2	完整	完整		

\* 由于丢星,此数据仅供参考。

## 2 平行施放比对结果和讨论

### 2.1 臭氧垂直廓线的变化特征

图 1 分别给出出现场比对施放获得的大气臭氧浓度随高度变化的廓线。这些臭氧垂直分布廓线显示,总体而言,GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 臭氧探空仪测得的大气臭氧浓度随高度变化特征之间有较好的一致性,尤其是在 12 ~ 27 km 这一臭氧集中和变化较大的大气层次中,二者所测得的臭氧值变化特征具有很好的一致性。6 次比对结果显示,大气臭氧浓度随高度的变化在不同程度上均表现有多峰特征,参与比对的臭氧探空仪对这些多峰变化特征均有较一致的响应,对臭氧廓线中的一些细微变化特征的响应也较一致。因此可以认为两类臭氧探空仪所测得的臭氧垂直变化廓线是合理的,所反映的臭氧变化特征是真实的。

### 2.2 臭氧廓线某些特征值的分析

#### 2.2.1 对流层顶和臭氧层顶

为进一步认识参与比对的臭氧探空仪观测结果的一致性程度,表 2 给出了参比臭氧探空仪获得的对流层顶和臭氧层顶的相应结果。

表 2 显示,6 次比对中参比仪器获得的对流层顶高度的差异范围为 - 30 ~ + 120 m,这一差异的算术平均值为 15 m,而其平均偏差为 35 m。即平均而言,GPSO<sub>3</sub> 得到的对流层顶高度比 Vaisala 得到的相应值高 15 m。6 次比对中,有 2 次对流层顶高度的差异为“0”,3 次为 30 m(绝对值),1 次为 120 m。这就是说,参与臭氧探空仪所测对流层顶高度的平均偏差(35 m)为 0.34%,最大偏差(120 m)为 1.18%。

表 2 6 次比对中对流层顶和臭氧层顶测量结果

观测日期 (日)	对流层顶高(m)			臭氧层顶高(m)			臭氧分压值(mPa)		
	GPSO <sub>3</sub>	Vaisala	差值	GPSO <sub>3</sub>	Vaisala	差值	GPSO <sub>3</sub>	Vaisala	差值
11	11704	11704	0	11554	11374	+180	2.04	1.06	+0.98
13	10504	10534	-30	9514	9634	-120	0.86	1.49	-0.63
17	10834	10804	+30	9454	9454	0	1.45	1.19	+0.26
19	9184	9214	-30	8734	8974	-240	2.27	1.56	+0.71
21	8644	8644	0	8194	8164	+30	2.10	1.63	+0.47
23	10174	10054	+120	9184	9214	-30	1.95	1.84	+0.11
均值	10174	10159	+15	9439	9469	-30	1.78	1.46	+0.32

对于臭氧层顶而言,参比探空仪得到的差异变化范围为 - 240 ~ + 180 m,其算术平均值和平均偏差分别为 - 30 m 和 100 m,即 GPSO<sub>3</sub> 测得的臭氧层顶高度的平均值比 Vaisala 的相应测值低 30 m。两种臭氧探空仪所测臭氧层顶高度的平均偏差(100 m)为 1.06%,最大偏差(240 m)为 2.54%。臭氧层顶及该处的臭氧分压值是大气臭氧垂直分布廓线中的重要特征值。一般认为,从臭氧层顶开始,臭氧分压的垂直梯度会发生突变式的增加。表 2 表明,参比臭氧探空仪测得臭氧层顶处的臭氧分压值很接近,其平均值分别为 1.78 mPa(GPSO<sub>3</sub>)和 1.46 mPa(Vaisala),差值为 0.32 mPa,GPSO<sub>3</sub> 测值略大,这与 GPSO<sub>3</sub> 测得的臭氧层顶的平均高度略低是一致的。6 次比对结果中,有 5 次是 GPSO<sub>3</sub> 测

值偏大,1 次偏小,最大偏差为 0.98 mPa,6 次平均偏差为 0.53 mPa。

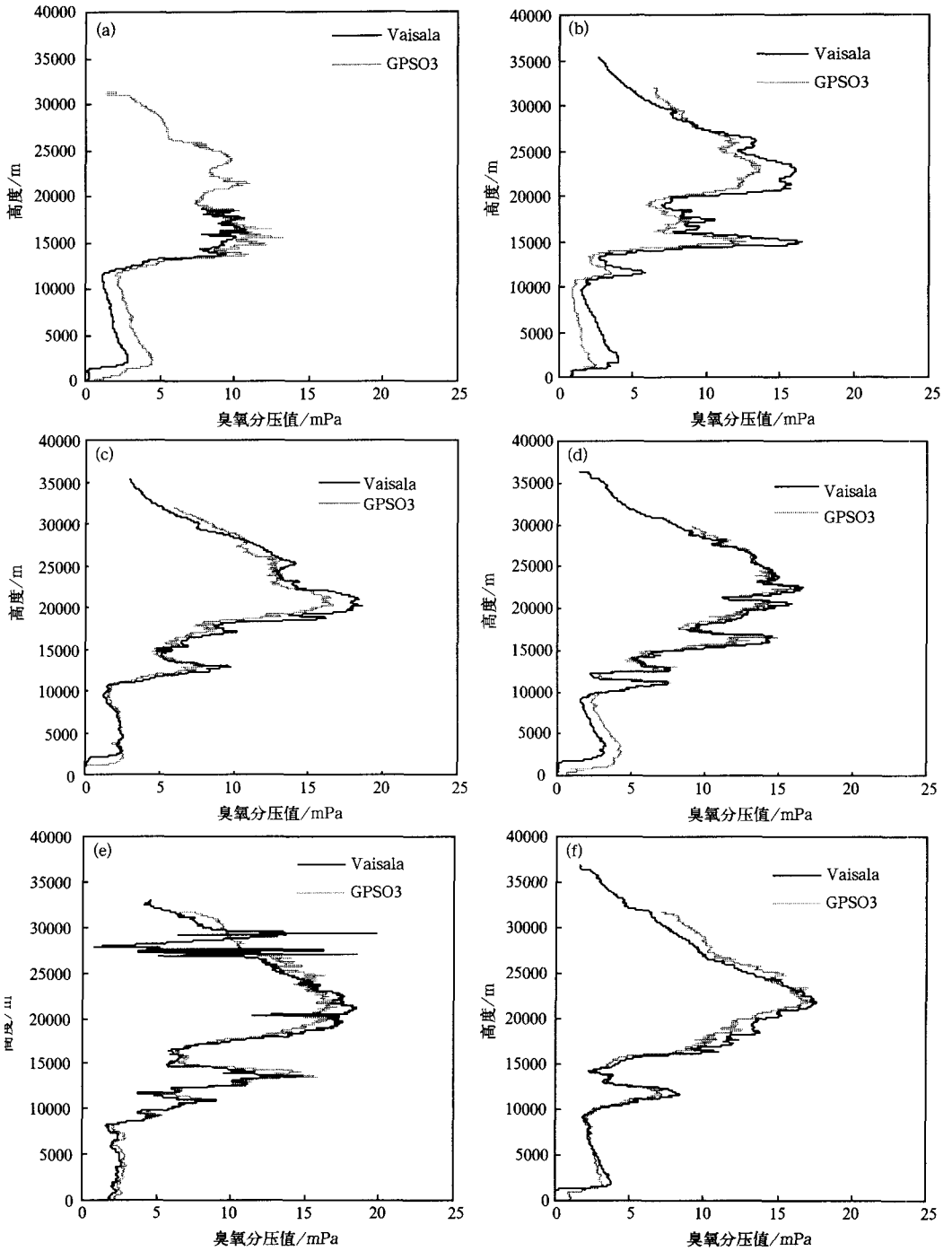


图 1 臭氧垂直分布廓线(南苑)

2002 年 1 月 11 日(a), 13 日(b), 17 日(c), 19 日(d), 21 日(e), 23 日(f)

### 2.2.2 臭氧分压最大值及其出现高度

大气中臭氧垂直分布廓线的重要特征是在平流层中部通常会出现臭氧浓度的最大值。受平流层下部环流等过程影响,在某些情况下,还会出现次极大值和第三极大值等,从而形成臭氧廓线的多峰结构,在中纬度冬季,这种多峰结构的臭氧分布廓线经常出现。图1中1月13日,1月19日,1月21日等臭氧廓线就较明显的反映了这一臭氧垂直分布特征。表3给出了两种臭氧探空仪测得的臭氧分压最大值及其出现高度的比对结果。由于1月11日的施放中 Vaisala 臭氧探空仪的有效探测高度仅为 18754 m,未达到臭氧浓度最大值出现的高度,因此表3中只给出了5次比对的结果。表3显示, GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 探空仪所获臭氧分压最大值的平均值分别为 16.07 mPa 和 16.86 mPa。两个探空仪测值差异的算术平均值为 0.80 mPa,约为 4.86%,而这个差异的平均偏差为 1.05 mPa,约为 6.36%,即平均而言, GPSO<sub>3</sub> 测值比 Vaisala 测值小 5%。对于臭氧分压最大值出现的高度而言,5次比对获得的平均值十分接近,二者仅差 58 m,其变化范围为 -251 ~ +240 m,平均偏差为 158 m,约为 0.72%。平均而言, GPSO<sub>3</sub> 测得臭氧分压最大值出现的高度略高。

表3 臭氧分压最大值及其高度

观测日期 (日)	臭氧分压最大值( mPa)			最大值出现的高度( m)		
	GPSO <sub>3</sub>	Vaisala	差值	GPSO <sub>3</sub>	Vaisala	差值
13	13.68	13.05	+0.63	23374	23625	-251
17	16.63	18.60	-1.97	20434	20254	+180
19	15.86	16.55	-0.69	22414	22354	+60
21	17.11	18.50	-1.39	21244	21004	+240
23	17.05	17.61	-0.56	21844	21784	+60
均值	16.07	16.86	-0.80	21862	21804	+58

### 2.3 臭氧廓线的观测误差

为对参比臭氧探空仪在不同高度上测值之间的差异有一定量认识,图2给出了参与比对施放的6对臭氧探空仪在各个高度上所得臭氧浓度的比值(GPSO<sub>3</sub>/Vaisala)的均值及相应的标准误差。可以发现,在不同高度上 GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 探空仪臭氧测量值之间的差异也不一样。在从地面到 12 km 左右高度范围内, GPSO<sub>3</sub> 探空仪测得的臭氧浓度值普遍偏大,其偏大幅度平均为 10% 左右,在 12 ~ 27 km 高度范围内, GPSO<sub>3</sub> 探空仪的臭氧测量值却比相应的 Vaisala 探空仪臭氧测量值小约 10%,而

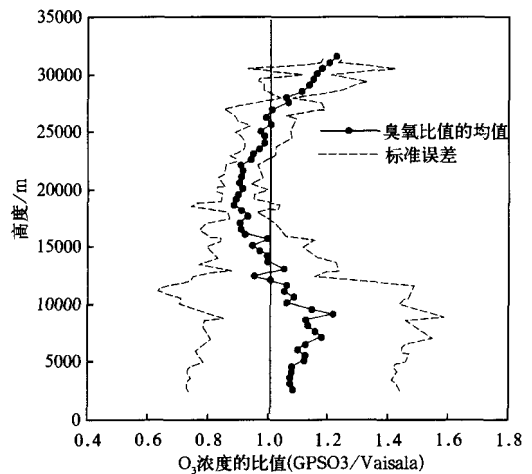


图2 臭氧廓线比对结果(2002年1月11~23日)

在约 27 km 以上, GPSO<sub>3</sub> 探空仪臭氧测量值又比相应的 Vaisala 探空仪值大,标准误差在对流层明显增大。在对流层范围内,臭氧浓度相对较低而且变化比较平稳,测量误差相对

较大。与 GPSO3 相比, Vaisala 探空仪的灵敏度值偏小<sup>[14]</sup>, 因此, 在对流层中 Vaisala 臭氧探空仪测值相对偏低。在 12 ~ 27 km 高度范围内的各个高度上, 平均而言, GPSO3 的测值相对均偏低, 这可能与这一层次的臭氧浓度变化较快以及 GPSO3 探空仪的升速相对较快(见 2.5 节)和响应时间相对较长<sup>[14]</sup>有关。

#### 2.4 臭氧柱总量的观测误差

对臭氧探空仪测量结果进行评价的一个重要手段就是将探空仪臭氧积分结果与当地臭氧站测得的臭氧总量结果进行比对。表 4 给出了根据参比臭氧探空仪得到的臭氧柱总量与北京站 Dobson 臭氧仪同时测得的臭氧总量值的比对。表 4 显示, 就平均而言,  $X_G/X_V$  的值为 0.965, 即 GPSO3 的臭氧总量值要比 Vaisala 的相应值平均小约 3% 左右。

GPSO3 测量值与同日 Dobson 测量值之比变化于 0.891 至 1.096 之间, 平均为 0.987, 即平均而言, GPSO3 测量值比相应的 Dobson 测量值小 1.3%, 而 Vaisala 测量值与同日 Dobson 测量值之比变化于 1.003 至 1.068 之间; 平均为 1.025, 即平均而言, Vaisala 测量值比相应的 Dobson 测量值大 2.5%, 但 Vaisala 测值的变异系数明显偏小。与 Dobson 臭氧仪测值相比 GPSO3 测值的偏差范围为 -32.3 ~ +32.7 DU, 其平均偏差值 18.6 DU, 而对于 Vaisala 测值而言, 相应的值分别为 1.1 ~ 20.3 DU 和 6.84 DU。若以 Dobson 臭氧仪测值为真值, 则 GPSO3 测值的标准误差为 0.070, 而 Vaisala 测值的标准误差为 0.023, 前者约比后者大 3 倍。

表 4 臭氧总量比对观测结果

观测日期 (日)	臭氧总量 $X$ (DU)			臭氧总量比值		
	$X_G$	$X_V$	$X_D$	$X_G/X_V$	$X_G/X_D$	$X_V/X_D$
13	263.7	316.3	296.0	0.834	0.891	1.068
17	300.4	326.0	318.7	0.922	0.943	1.022
19	330.3	331.3	327.7	0.997	1.020	1.024
21	372.3	341.5	339.6	1.090	1.096	1.006
23	320.1	325.6	324.5	0.983	0.986	1.003
均值	317.4	328.1	321.3	0.965	0.987	1.025

$X_G$ ,  $X_V$  和  $X_D$  分别为 GPSO3, Vaisala 臭氧探空仪和 Dobson 臭氧仪测值。

#### 2.5 升速变化对比对结果的可能影响

目前, 尽管在各国真正获得实际应用的大气臭氧探空仪都基于电化学原理, 但正如上面指出的那样, 由于其具体结构、操作步骤以及数据处理等技术方面的差异, 使得它们所获资料之间的可比性存在很大问题。目前使用臭氧总量对臭氧探空仪测量结果进行订正在某种程度上可以减小它们之间的差异。实现不同类型臭氧探空资料可比性的有效途径是对各类臭氧探空仪进行规范化的标定和对各类臭氧探空仪开展大气环境模拟实验舱的比对实验<sup>[13]</sup>, 但这需要昂贵的实验设备和标准化的操作规程, 这正是 WMO 世界臭氧探空仪标定中心的任务。就目前而言, 对不同类型臭氧探空仪的比对仍普遍采取现场施放的方式。

现场施放比对通常有两种, 其一是平行独立施放比对, 即参与比对的臭氧探空仪同时同地独立施放, 独立接收和独立进行数据处理。其二是同球比对, 即参与比对的所有臭氧探空仪被放置在一个专门设计的平台上并由同一个气球携带升空, 各探空仪的数据讯道,

可以是各自独立的,也可以是专门设计的数采、传送和处理系统。同时参与比对的臭氧探空仪可以是两个,也可以是多个。为对 GPSO<sub>3</sub> 臭氧探空仪进行考核,先后进行了同球比对和平行独立施放比对。由于经费和条件限制,同球比对只进行了 4 次<sup>[14]</sup>,平行独立施放比对进行了 7 次。就组织和费用而言,平行独立施放比对相对容易操作。

平行施放比对实际上是对不同类型臭氧探空仪系统的比对,除臭氧探测单元之外,还包括对数据测量电路、发射、接收和数据处理等单元稳定性和可靠性的考察。但平行施放比对的一个突出问题是可能出现参比探空仪升速上的差异,这样它们到达同一高度的时间会有差异,即严格的“同时”会受到影响。另一方面,升速的差异还会影响臭氧探测单元对臭氧量的响应,可见,当参比探空仪升速出现差异时,应考虑它对比对测量结果的影响。

作为对问题的探讨,图 3 给出了参比臭氧探空仪平均升速随高度的变化,表 5 给出了不同高度层次中 GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 臭氧探空仪的升速变化比较。图 3 和表 5 显示,平均而言,GPSO<sub>3</sub> 探空仪的升速(G)尽管在

15~20 km 间有明显的降低,但随高度基本上呈逐渐增加状况,而 Vaisala 探空仪的升速(V)则经历了先降低继而增加,然后再降低的随高度变化过程。在 0~32 km 的整个探测高度范围内,平均 G 比 V 要快约 48.5 m/min。在臭氧浓度随高度变化较大的 12~18 km 大气层中,平均 G 比 V 约大 70.4 m/min,而在臭氧浓度最大值通常出现的高度范围内(20~24 km),G 比 V 平均约大 90.6 m/min。这种升速差异对比对结果可能产生的影响需要进一步分析,也许 GPSO<sub>3</sub> 测量结果平均较 Vaisala 测值偏低与这种升速差异有关,尤其是在 12~28 km 气层中。

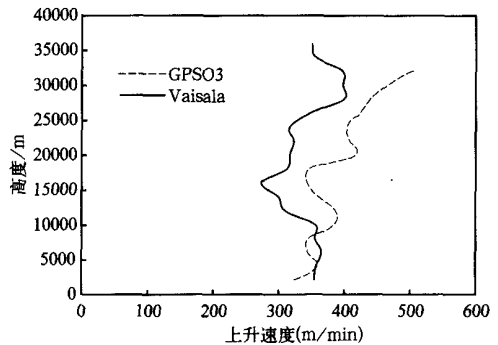


图 3 参比臭氧探空仪平均升速随高度的变化

果可能产生的影响需要进一步分析,也许 GPSO<sub>3</sub> 测量结果平均较 Vaisala 测值偏低与这种升速差异有关,尤其是在 12~28 km 气层中。

表 5 参比臭氧探空仪的升速比较

气层高度(km)	平均升速				升速变化范围		平均升速差
	G		V		G - V		G - V
	G	V	G	V	G - V		
0~32	391.0	342.5	323.0~504.0	273.0~399.0			48.5
12~28	392.3	321.9	344.0~441.0	273.0~399.0			70.4
20~24	409.3	318.7	403.0~418.0	316.0~323.0			90.6
0~12	357.1	349.5	323.1~386.5	310.0~365.5			7.6

G和V分别为GPSO<sub>3</sub>和Vaisala臭氧探空仪的升速。

### 3 主要结论

(1) 6次平行施放比对结果表明,参与比对的臭氧探空仪在反映大气中臭氧浓度随高度变化特征方面显示出较好的一致性,尤其在12~27 km高度范围内,二者对臭氧的多层次结构特征测量结果有很好的 consistency。

(2) 在不同高度, GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 臭氧探空仪测值之间的差异也不相同, 与 Vaisala 臭氧探空仪相比, 在 1 ~ 12 km 左右的高度范围内, GPSO<sub>3</sub> 臭氧探空仪对臭氧浓度的测量结果相对偏高 10 % 左右, 在 12 ~ 27 km 高度范围内, GPSO<sub>3</sub> 的测量结果相对偏低 10 % 左右, 而在 27 km 以上的高度上, GPSO<sub>3</sub> 的测量结果有偏大的趋势。

(3) 参比臭氧探空仪对臭氧垂直分布廓线的某些特征值的测量结果显示出较好的一致性, 平均而言, GPSO<sub>3</sub> 和 Vaisala 臭氧探空仪对臭氧层顶高度及这一高度上的臭氧分压测值之间的平均偏差分别为 100 m(1.66%) 和 0.32 mPa(32.7%), 而对臭氧分压最大值及其出现高度测值之间的平均偏差分别为 1.05 mPa(6.4%) 和 158 m(0.7%)。

(4) 对平行施放得到的大气臭氧柱总量值的比对显示, 平均而言, GPSO<sub>3</sub> 测量值比同日 Dobson 测量值小 1.3%, 而 Vaisala 的测量值比同日 Dobson 的测量值大 2.5%, 但后者的变异系数明显小于前者, GPSO<sub>3</sub> 测值的标准偏差比 Vaisala 测值的标准偏差约大 3 倍。

(5) 考虑到本次比对施放的次数偏少, 因此对结果的讨论也是初步的。另外, 平行施放比对过程中, 参比臭氧探空仪的升速会出现差别, 考虑到臭氧传感器的时间常数, 对这种升速差别可能对比对结果产生的影响还需要作进一步分析。

致谢: 感谢中国科学院大气物理研究所中层遥感部和中国气象局监测网络司对本工作的支持, 感谢北京市气象局南苑观象台对臭氧探空仪施放、比对工作的参与和支持。

## 参 考 文 献

- 1 Randel W J, Stolarski R S, Cunnold D M, et al. Trends in the vertical distribution of ozone. *Science*, 1999, **285** (5434): 1689 ~ 1692.
- 2 Hofmann D J, Pyle J A. Chapter 12, Predicting Future Ozone Changes and Detection of Recovery. In: *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*. WMO, Geneva, Switzerland. **12**: 1 ~ 57.
- 3 王庚辰, 孔琴心, 宣越键, 等. 中国大气臭氧探空仪的研制和应用. *地球科学进展*, 2003, **18**(3): 471 ~ 475.
- 4 王庚辰. 大气臭氧垂直分布的直接测量. *科学通报*, 1992, **37**(a): 863 ~ 864.
- 5 孔琴心, 刘广仁, 王庚辰, 等. 球载电化学 O<sub>3</sub> 探测系统. *气象水文海洋仪器*, 1996, **1**: 26 ~ 33.
- 6 孔琴心, 刘广仁, 王庚辰. 南极中山站上空大气臭氧的垂直分布测量. *南极研究*, 1996, **8**(1): 59 ~ 64.
- 7 孔琴心, 王庚辰, 刘广仁, 等. 大气臭氧垂直分布的电化学测量. *大气科学*, 1992, **16**(5): 636 ~ 640.
- 8 Liu Qijun, Zheng Xiangdong, Luo Chao, et al. Ozone vertical profile characteristics over Qinghai plateau measured by ECC ozonesondes. *Advances in Atmospheric Sciences*, 1997, **14**(4): 481 ~ 490.
- 9 周立波, 邹捍, 刘宇. 北极楚克奇海上空臭氧垂直变化的探测与分析. *气候与环境研究*, 2002, **7**(4): 409 ~ 414.
- 10 Kerr J B, McElroy T, Fast H, et al. The 1991 WMO Ozone Sonde Intercomparison. In: *Ozone in the Troposphere and Stratosphere*. NASA, Conference Publication 3266, Virginia USA, 1992. 807 ~ 810.
- 11 WMO programme news: Ozone Standard Operating Procedures: GAW-sponsored Julich Ozonesonde Intercomparison Experiment (JOSIE). *WMO Bulletin*, 2002, **51**(1): 76.
- 12 Beekman M, Ancellet G, Megie G, et al. Intercomparison campaign of vertical ozone profiles including electrochemical sonde of ECC and Brewer Mast type and a ground-based UV-differential absorption lidar. *J Atmos Chem*, 1994, **19**: 259 ~ 588.
- 13 Smith M G J, Kley D. Julich Ozonesonde Intercomparison Experiment (JOSIE). *WMO GAW Report*, No.130, WMO, Geneva. 1998.



- 14 宣越健,马舒庆,陈洪滨,等. 国产 GPSO<sub>3</sub> 与芬兰 Vaisala 臭氧探空仪的比对试验. 高原气象, 2004, 23(3): 394 ~ 399.

## PRELIMINARY ANALYSIS ON PARALLEL COMPARISON OF GPSO<sub>3</sub> AND VAISALA OZONESONDES

Wang Gengchen Kong Qinxin Xuan Yuejian Wan Xiaowei Chen Hongbin  
(*Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing 100029*)

Ma Shuqing Zhao Qiong  
(*Atmospheric Observing Experimental Base, CMA, Beijing 100081*)

### Abstract

Parallel comparison of GPSO<sub>3</sub> (made in China) and Vaisala (made in Finland) ozonesondes was carried out at Atmospheric Observing Experimental Base, CMA, in Beijing during the period of Jan. 11—23, 2002, 7 pairs of ozonesondes were launched. Comparison results show a relative good consistence in the ozone vertical variation characteristics obtained by both type of ozonesondes in general. The average relative error between ozone concentrations at 12—27 km in the atmosphere measured by the both type ozonesondes is less than 10%, while at altitudes below 12 km and above 27 km, the measured ozone concentration by GPSO<sub>3</sub> sonde is higher than that by the Vaisala one. Comparison method is introduced, comparison results of some ozone variation futures are analyzed, a possible influence of sonde ascending speeds during soundings on the comparison results is discussed as well.

**Key words:** Atmospheric ozone Ozonesonde Sonde comparison Ozone vertical distribution