程正飞,阳小群,郑皖生,等. 不同气象条件下探空气球的充灌[J]. 陕西气象,2016(6):47-49.
文章编号:1006-4354(2016)06-0047-03

不同气象条件下探空气球的充灌

程正飞,阳小群,郑皖生,董方有
(安庆市气象局,安徽安庆 246400)

摘 要:控制探空气球升速是提高高空气象观测业务质量的关键。分析多种天气形势和天气现象对气球升速的影响,总结不同气象条件下调整气球充气量的依据,为提高高空气象探测业务质量提供参考。

关键词:高空气象探测;气象条件;气球升速;净举力
中图分类号:P414.1 **文献标识码**:B

根据2015年1月1日实施的《地面高空气象观测业务综合质量考核办法(试行)》,其中"观测数据质量指数"有关气球施放高度的指标有两项:探空平均高度和测风平均高度(各占15分)[1]。随着现代化建设的发展,先进的探测设备和自动化业务软件的使用,各台站的业务质量都有了较大提高,在全国高空气象台站的综合业务评分中,各台站的报文资料质量、探测环境、仪器设备、规章制度等方面评分值不相上下,探空高度和雷达测风高度成为决定综合业务分值高低的决定因素[2]。目前我国高空气象探测,大都采用氢气球携带探空仪升空,气球在飞升过程中,探空感应元件不断地感应周围大气的气象要素变化。为了确保垂直方向温度测量的准确性,《常规高空气象观测业务规范》要求高空探测气球的升速需控制在400 m/min左右。净举力(充气量)大小决定气球的升速,净举力较大是气球提早爆炸的主要原因,合适的气球升速,既能保证探测的数据真实、可靠,又能使气球达到最佳球炸高度[2]。可见控制气球升速是提高高空气象观测业务质量的关键。正常天气条件下,值班员一般能够把握充气量控制气球升速,以获得较高的探测高度,在复杂天气条件下,充气量过多过少都会造成气球过早爆炸,需要根据天气实况具体分析。如何控制气球升速,使气球达到最佳球炸高度,安庆探空站探索和总结了一些经验,在实际应用中取得较好的效果,近几年高空探测平均高度都超过

收稿日期:2016-08-02
作者简介:程正飞(1964—),男,汉族,安徽桐城人,工程师,从事气象综合观测业务。
基金项目:安徽省气象局2016年度科技发展基金项目(KM201605)

Adaptation(SREX) [R/OL]. (2011-11-17)[2016-6-12]. http://ipcc-wg2.gov/SREX/.
[4] 邹铭,范一大,杨思全,等. 自然灾害风险管理与预警体系[M]. 北京:科学出版社,2010.
[5] 黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践[M]. 北京:科学出版社,2005.
[6] 王秀荣. 全国气象服务规范技术手册[M]. 北京:气象出版社,2012.
[7] 王秀荣,吕终亮,王莉萍,等. 一种简化的暴雨灾害风险及影响评估方法和应用研究—以京津冀"7·21"暴雨事件为例[J]. 气象,2016,42(2):213-220.
[8] 韩颖,岳贤平,崔维军. 气象灾害应急管理能力评价[J]. 气象科技,2011,39(2):242-246.
[9] 于新文. 对新形势下气象应急管理工作的思考[J]. 中国应急管理,2009(8):20-23.
[10] 高晓斌,鲁渊平,朱丽荣. 陕西成立气象减灾服务中心和用户服务中心的实践与思考[J]. 陕西气象,2012(2):49-52.

了 28 600 m。

1 气球升速与高空探测业务质量的关系

1.1 与探空仪感应元件滞差的关系

探空仪感应元件的温度滞差为

$$\Delta T = -\lambda \, \mathrm{d}T/\mathrm{d}t = -\lambda \gamma W。 \quad (1)$$

式中 λ 为温度元件自身滞后系数，γ 为大气温度直减率(℃/m)，W 即气球升速(m/s)。

由式(1)可知，气球升速 W 与探空仪温度的滞后误差成正比。速度太快将引起感应元件的滞后误差较大；速度过慢，则使探测时间延长，水平飘移过远，使探测数据失去代表性。气球升速 W 直接影响探空仪的探测精度即高空气象观测业务数据可用率。

1.2 与气球施放高度的关系

气球是由 0.1～0.2 mm 厚度的橡胶制成，具有一定的抗拉力和爆破直径。在高空气象探测前对气球充入氢气，产生净举力。施放后，随着高度增加，气压减小，气球为保持内外压差平衡而膨胀体积增大，当达到一定高度时，气球直径超过爆破直径，气球就会破裂即球炸，探测终止。净举力的大小直接影响高空气象探测高度。

1.3 影响气球升速的因子

气球升速公式[3]为

$$W = b_1 \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{\frac{1}{6}} \frac{\sqrt{A}}{\sqrt[3]{A+B}}, \quad (2)$$

式中 ρ_0 为标准大气密度，ρ 为实际大气密度，A 为净举力，B 为球皮及附加物质量，b_1 为升速系数。气球充灌完毕后，A、B 基本上不变。b_1 和 ρ 与大气状态有关。

由式(2)可知，W 是随空气密度 ρ 的减小而缓缓增大的。$\rho = RP/T$，与空气的温度 T、压力 P 即大气状态有关。b_1 与空气阻力相关，上升气流使 b_1 增大，下沉气流使 b_1 减小，对气球升速影响较大。ρ 和 b_1 主要受气球施放时天气状况的影响，不能人为控制，只有通过改变静举力来控制气球升速。

净举力 A 为气球的总浮力减去球皮及附加物质量 B，它是上升的源动力。由式(2)可知，A 大则 W 大，A 小则 W 小。B 一般大致相同，A 的大小取决于充气量的多少，探空员在充球时利用砝码来确定充气量，是人为控制气球升速的关键。

2 气象条件对气球升速的影响

根据安庆站 2014 年 1 月 1 日至 2016 年 7 月 31 日 1 880 多份高空观测记录，利用软件提取记录中天气现象、净举力、气球平均升速、探测终止高度等数据。分析当日 08、20 时天气图，了解放球时测站所处天气系统。对有强对流天气、明显的冷锋过境、明显高空槽(脊)、降水时的气球升速进行统计，得到不同天气系统或天气现象与气球的净举力、平均升速、探测平均高度的关系(表 1)。

表 1 2014-01—2016-07 安庆站不同气象条件下气球的净举力、平均升速、探测平均高度

天气系统和现象	正常天气	强对流	冷锋前	冷锋后	高空槽前(脊后)	高空槽后(脊前)	降水
平均净举力/g	1 400	2 200	1 300	1 500	1 300	1 500	1 700
平均升速/(m/min)	352	376	366	348	356	345	343
平均高度/m	29 867	16 056	28 616	28 132	27 523	28 834	25 232

2.1 强对流天气

统计时规定 07—08 时或 19—20 时小时降水量大于等于 10 mm，并伴有雷电天气现象为强对流天气。安庆每年 4—9 月均有可能出现强对流天气，根据雷暴中气流特征，云内伴有较强的垂直气流，有上升区和下沉区。当气球处于气流上升区时，空气对其阻力大为减小，气球在上升气流的作用下，升速增大 180～360 m/min 是常见的，最大上升速度可达 900 m/min 以上[4]。气流下沉区常伴有降水，下沉气流速度与上升气流量级相近，造成气球升速减少 40%～90%(图 1 中高度 4.7～5.7 km 段)，甚至使气球下沉以致达不到 500 hPa 的探测高度而重放球或缺测。例如，1988 年 5 月 19 日 19 时安庆站遇强雷暴，连放 3 个球，都因气流下沉达不到 500 hPa，造成记录缺测。2016 年 6 月 1 日 08 时，本站放球时逢强对

流天气过程,气球经过上升气流区到下沉气流区,造成1～5 km高度之间升速大幅变化(图1)。气流上升区气球升速达630 m/min,气流下沉区气球升速不到100 m/min,这次充灌气球的净举力是2 800 g,为正常天气时1 400 g的两倍,因此,如遇强对流天气,探空值班员充灌气球时应首先考虑有足够的净举力,以保证气球过500 hPa,施放高度指标就变得次要。由于氢气灌的多,一般相应的探空高度都不高。

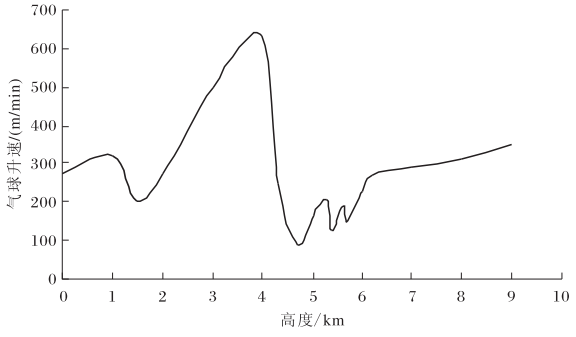

图1　2016-06-01T08安庆高空站
气球实际升速高度曲线

2.2　降水

气球升速与降水强度有着直接的关系,气球在较厚的降水云层飞升时,球皮沾水,使上升阻力增大,相对净举力减小,气球升速减慢。强降水常伴有下沉气流,加上雨滴降落的阻力,甚至可使气球下沉。因此,充灌气球时如遇降水,必须增大充气量,提高净举力[5],避免造成记录下沉或重放球。由表1可看出,有降水时,气球的平均净举力为1 700g,比正常时增加了20%,平均升速比正常时小,只有343 m/min。

2.3　锋面

锋面过境时锋面两侧气流垂直运动不同,对气球升速产生较大影响。特别是冬季,冷锋前的负变压区内,上升气流对气球上升运动有较强的加速作用,加速大小与负变压强度及锋面的移动速度成正比。相反在冷锋后的正变压区内,下沉气流对气球上升起减速作用,垂直运动量级较小。从表1中可看出,本站处于冷锋前,充灌气球时可减少净举力10%～20%,反之如果处于锋后正变压区,应加大净举力10%左右。

2.4　高空槽脊

高空槽脊一般是指在500 hPa天气图上存在的脊或槽,槽前、脊后的负变压区有上升气流,槽后、脊前的正变压区有下沉气流。查阅天气图可知,槽脊的深厚程度,决定了上升或下沉区的厚度,上升或下沉区的厚度越大,对气球升速的影响也就越大。

除以上天气系统或天气现象外,切变线、气旋、反气旋、低涡等天气系统过境也会对气球升速造成一定影响。

3　结语

值班员在充球前,必须掌握当时的天气状况,利用当地临近预报、卫星云图、天气图,或雷达回波、降水强度,分析本站当时处在什么天气系统中,判断本站上空存在上升气流还是下沉气流,以及大气垂直运动的强度,确定充气量。强对流天气一般增加50%～60%的净举力,在冷锋前和高空槽前且无降水时减少净举力10%～20%,冷锋后及槽后、脊前下沉区增加净举力10%～20%;有降水要增加净举力,特别是遇强雷暴和强降水天气系统时,首先考虑气球过500 hPa,甚至推迟放球时间。总之根据天气情况,做好充分的准备,通过人为增加或减少充气量,控制好气球升速,以减少气象因素对气球升速的影响,提高高空气象探测资料内在质量,同时获得较理想的探空施放高度。

参考文献:

[1]　中国气象局综合观测司. 地面高空气象观测业务综合质量考核办法(试行)[S]. 2014.

[2]　王雯燕,唐文哲. 高空气象探测施放高度的差异分析[J]. 陕西气象,2010(3):29-30.

[3]　常规高空气象观测业务规范[S]. 北京:气象出版社,2010:28.

[4]　朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 4版. 北京:气象出版社,2007:404-407.

[5]　卢雪勤,黄荟,罗雅,等. 浅谈高空气象探测与天气变化规律[J]. 气象研究与应用,2009,30(4):97-98.