

# 大气边界层气象学研究综述

王博文

成都信息工程大学, 四川 成都 610200

**摘要:** 距离地面 1—2 km 左右的大气边界层是地气之间转换的桥梁, 也是人类生活和生产活动的主要空间。由于规律失去平衡, 多种问题频发, 大气边界层气象学应用而生。本文从大气边界层气象学的理论出发, 借助目前发展状况来发现其中问题, 并做出整理。

**关键词:** 大气边界层; 气象学; 存在问题

**中图分类号:** P4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-5578 (2018) 02-0104-02

## 1 大气边界层气象学理论概述

### 1.1 大气边界层

大气边界层最早又叫做行星边界层, 从理论上讲, 指的是流体介质内, 在边界相对运动、热量与物质交换双重作用下, 影响作用最显著的那一层流体。简单来说, 就是在大气对流层内, 直接在地球摩擦阻力、蒸发和蒸腾、热量输送等作用下, 而发生显著变化的那部分大气层, 也就是大气层对流层最底部。它的空间尺度水平方向大约 10—100 km, 垂直方向大约 1 km。大气边界层厚度是完全随着时间和空间变化的, 一般情况下, 白天大约为 1.0 km, 夜间大约在 0.2 km 左右。湍流运动是大气边界层的本质特征。

由理论可知, 地球与大气之间物质和能量转换的平台或者连接点就是大气边界层, 它深刻地影响着人类活动、地表变化和气候转化。

### 1.2 大气边界层气象学

边界层气象学是在 70—80 年代逐步形成的, 它是一门研究大气边界层物理过程和运动规律的科学, 研究内容涉及大气湍流、大气扩散、大气边界层物理、边界层气候等。而大气边界层气象学是从边界层气象学中演化托生而来, 主要是以湍流理论为基础, 来研究大气与大气下垫面(陆面和洋面)的相互作用, 以及地球与大气之间物质和能量转换。大气边界层气象学是气象学科的分支, 也是一门极其重要的实验与理论研究并重科学。

## 2 大气边界层气象学研究方法

大气边界层气象学是一门实验与理论研究并重的科学, 它的研究方法主要涉及到观测实验、相似性理论和数值模拟。

第一, 观测、实验研究。观测和实验研究是大气边界层气象学研究的基础, 目前主要借助遥感技术、远测技术、野外探测和新型探空仪等技术设备来探测大气湍流、大气边界层结构和气象要素的时空变化等等。

第二, 相似性理论。相似性理论是大气边界层气象学中用来分析和研究的最主要的手段之一, 它是以流体力学二定理为主要理论。近几年, 随着科学技术的发展与实践, 相似性理论得到长足的创新与发展。

第三, 数值模拟。最典型的是流体动力学数值模拟, 利用平均方程和湍流闭合理论实现大气数值模拟。但是, 由于地表多种因素的影响, 再加上数值模拟的框架不完善, 实验参数不精确, 以致限制了数值模拟的发展。

## 3 大气边界层气象学的主攻方向

湍流发生机制和湍流本质受非线性动力学湍流理论的影响, 产生了重大的突破, 但实践解决问题依旧渺茫; 大气边界层气象学中的闭合问题依旧未完全解决; 完善认知。在稳定条件下湍流微弱, 甚至出现间歇性湍流, 使其无法精确探测, 导致对稳定边界层的探索进度缓慢; 自然下垫面研究艰难。目前大气边界层气象学的理论是在理想状态下实现的, 也就是在水平均匀的下垫面进行实践所得。但是在自然条件

下的下垫面, 由于种种复杂状况的影响, 自然下垫面的大气边界层气象学的研究进度极其缓慢。

## 4 目前大气边界层气象学研究存在的主要问题

### 4.1 自然条件下的下垫面边界层极其的复杂

自然条件下的下垫面边界层极其的复杂, 简而言之, 就是非均匀的下垫面和复杂下垫面会使大气边界层结构和运动状态在时间和空间上发生重大偏差, 同时使实验参数数据的收集极其艰难, 也无法保证大气模拟质量。主要表现在一下几个方面:

第一, 下垫面分布并非是均匀的。原因之一是从整体上分布不均匀。地球地表的植被、河湖分布不均匀和土壤性质转化的不均匀, 形成了海陆分布、干旱荒漠区中绿洲和湖泊分布。其二, 系统内部作用的不均匀。地球地表各个子系统不仅分布不均匀, 而且内部之间相互联系的多少、相互作用的大小也是不均匀的, 致使边界层也出现典型特征。

第二, 地形起伏和山脉的结构对边界层结构也有突出影响。地球上的地形地质构造极为复杂, 比如说珠穆朗玛峰, 它的地理特征、地质构造、起伏程度在每个高度段都存在差异, 如果进行参考数据的收集和模拟计算, 就会变得极为困难。

第三, 城市大气边界层。随着城镇化的建设, 城市面积不断扩大、城市逐渐向高空发展和能源扩大输送等, 使得城市边界层日益复杂, 出现了建筑物阻力、尾流湍流、多重反射和热源效应等多种难以解决问题。

### 4.2 特殊地区边界层特征

由于缺乏技术设备和有效的资料, 目前对一些极端地区的边界层研究和认识依旧不足。比如说:

第一, 干旱荒漠区的大气边界层特征。地表上的干旱荒漠区范围比较广, 而且它的边界层厚度非常特殊, 会通过大气热力作用对气候和大气环流产生极大的影响, 与其他区域形成巨大差异。

第二, 青藏高原寒区边界层特征。它是全球最大的地形, 对大气环流影响极大, 目前研究虽有进展, 但不充分。

### 4.3 特殊天气边界层特征

特殊天气对大气边界层有强迫作用, 主要表现为: 一是强的干对流活动会对边界层结构垂直运动产生影响; 二是影响输送过程; 三是大气边界层内特殊天气会对辐射过程产生强迫作用。一般情况下, 像寒流、酸雨、沙尘暴等特殊天气出现的概率相对比较少, 在加上没有绝对优势的技术设备, 在大气边界层是很难进行观测整个过程的。

### 4.4 边界层与云和降水的作用

这一方面研究历来比较多, 主要公关的方向: 一是如何将积云和对流降水在中尺度过程中产生的中尺度通量在边界层进行参数化; 二是水汽发生潜热释放在边界层时会产生热量强迫作用; 三是水汽在边界层的辐射强迫效应; 四是强的湿对流过程会对边界层产生动力强迫作用。但是在实际中,

很多问题依旧模糊,不明朗。

#### 4.5 湍流如何在模式中更合理的参数化

湍流闭合理论和技术不成熟,虽然另辟蹊径,采用非线性热力学来进行实验,但是依旧进程缓慢,效果不明朗,需要继续实践和探索。

#### 4.6 大气湍流问题

对大气湍流认识程度还依旧不够,需要从最基础理论另劈蹊径去研究发现;疑点重重。非线性动力学虽然对湍流机制和湍流本质研究有一些影响,但以目前的进度还不能得到重大的突破,内部存在许多矛盾;一些特殊湍流问题,如间歇性湍流目前已有进展,但进展幅度极其缓慢,而且也没有得出最后的结论。

#### 4.7 地与气之间界面的物质和能量转换问题

全球的变化是通过大气与地球表面相互作用来实现的。近几年,全球变化加剧,极端问题频出,涉及范围极广。由此,研究者希望建立一个大气、海洋和陆地联动转换系统,来解决部分问题。在这样的背景之下,研究者将大气边界层最新理论技术应用于此方面研究,目前国内外以取得创新型进展,并且应用于城市大气建设中,但是受地表多种要素的限制,地与气之间界面的物质和能量模拟参数具有不确定性,模拟公式不完善,依旧处于猜想、假设、实践阶段,需要时间去检验和更新。

#### 4.8 局地实验结果的代表性

大气边界层气象学是一门实验与理论研究并重的科学,

需要耗费大量的物力、财力和时间,因此只能进行个别实验或者典型实验,比如说珠穆朗玛峰实验。这些实验具有典型性和代表性,无法涵盖整个全球实验,其中用到的资料、技术、数值模拟也只能当作从参考,无法用于其他实验和实际应用。

#### 4.9 制约因素多

大气边界层气象学是一门实验与理论研究并重的科学,它的发展不但受技术和设备制约,而且也受数学、物理学等基础支撑学科发展水平的制约。

#### 5 结束语

大气边界层气象学距离我们并不遥远,研究不要在理想状态下,要立于自然实际,创新思想方法,并采用新技术设备来实现突破,同时不断进行领域拓展和加强实验。虽然依旧会存在众多障碍,但障碍就是未来的突破点,研究的动力。

#### 参考文献

- [1]林雯.南信大特聘教授、世界著名微气象学家李旭辉:为大湖治理“望闻问切”[N].新华日报,2018-06-27(017).
- [2]韩彦霞,王成刚,严家德,李兴宇.新型边界层气象探空系统的开发与应用[J].气象科技,2017,45(05):804-810.
- [3]刘丽丽,王莉莉.天津冬季重霾污染过程及气象和边界层特征分析[J].气候与环境研究,2015,20(02):129-140.

(上接第 103 页)

城市农委根据天气预报及早采取防御措施,并尽快通知到果农。晋城市农委 4 日下午制订了《应对大风及霜冻措施》。6 日夜间,收到预报预警信息的果农采取整夜在果园熏烟、浇水等防御措施。

#### 4.3 严密监视,滚动进行情报服务

寒潮、大风、霜冻发生期间,晋城市气象台打破常规,及时开展情报服务工作。及时掌握大风天气实况及温度变化情况,及时将大风、降温信息等发送至市政府、市农委、市林业局等相关部门。

#### 4.4 适时开展灾情调查,指导救灾工作

灾害天气发生后,晋城市气象台迅速组织人员进入受灾地区,配合市农委相关人员积极开展灾情调查,并指导受灾地区民众进行抗灾救灾工作。

#### 5 好的经验和做法

5.1 在寒潮、大风、霜冻灾害性天气过程发生前召开新闻发布会,使强降温天气过程消息通过电视、报纸、网站、电台等多种媒体对公众发布,起到了很好的告知效应。

5.2 在这次灾害性天气服务过程中,晋城市气象局通过微信在“天气预报预警微信群”“山西省防汛指挥微信群”、“太行山区域联防交流群”发布预报预警信息,及时与省气象台、周边地市气象部门交换情报,提高了气象情报交换的效率。

5.3 跨部门紧密合作,提高服务效率。通过与晋城市农委的果树专家联系,告知晋城市农委根据天气预报及早采取防御措施,并尽快通知到果农。晋城市农委 4 日下午制订了《应对大风及霜冻措施》,并通过农委与果农建立的微信服务群及时的将预报预警情况通知到农户,通过部门合作进一步扩大了预报预警服务的受用群众。

#### 6 存在问题和不足

6.1 虽然此次寒潮、大风、霜冻天气提前开展了服务,且预警跟进,服务到位,取得了一定的效果,由于对农作物生产周期把握的局限性,只片面强调了强降温对各种果树开花产生一定影响,但对强降温会给正处于返青生长的冬小麦造成较大影响方面估计不足;提前量、精细化程度难以满足服务决策、公众的现实需求。

6.2 由于受技术的限制,市级台站无法及时的获取布设在各个乡镇点的自动观测装置的观测资料,无法向决策部门进行更加密集的雨(雪)量、风向风速、气温变化等方面(如 1 小时、3 小时等)的情报服务。

#### 参考文献

- [1]刘勤娣,张文红.林州市常见冬小麦冻害及防御措施[J].农业灾害研究,2012,02(1):39-40.
- [2]姚彩霞.一次低温冻害天气引发的决策服务思考[J].气象灾害防御,2014(2):40-44.