

文章编号:1004-9045(2008)04-0334-07

宜昌冬季两次降水过程大气边界层的观测分析

徐桂荣¹, 崔春光¹, 徐海富², 王晓芳¹

(1. 中国气象局武汉暴雨研究所, 武汉 430074; 2. 湖北省宜昌市气象局, 宜昌 443000)

摘要:利用宜昌 2007 年 12 月 10—25 日的加密观测资料, 分析了两次低值系统经过宜昌时大气边界层的温湿风廓线结构及其日变化特征。结果表明: 位温廓线具有明显的日变化特征, 对流边界层在白天出现和发展, 其高度可达 600 m, 而稳定边界层在夜间出现和发展, 其高度可达 300 m, 降水会抑制对流边界层和稳定边界层的发展; 湿度廓线结构及其日变化与对流边界层的发展有关, 总体上湿度随高度减小, 贴近地面的薄层湿度随高度减小较快, 而混合层内湿度随高度变化较小, 出现降水时, 近地层的湿度有明显增加, 大气边界层内湿度随高度快速平稳减小; 风速廓线结构比较复杂, 总体上风速随高度增大, 在大气边界层低层有时会出现一个风速极大值, 风速廓线没有明显的日变化特征, 大气边界层内风向变化较大, 但以偏东风为主。

关键词:大气边界层; 日变化; 对流边界层; 稳定边界层; 混合层; 低值系统

中图分类号: P412.2

文献标识码: A

1 引言

大气边界层是指直接受地球表面的影响, 并与地表进行热量、动量和水汽及其它物质成分的交换, 以湍流运动作为该层大气的最基本特征的一层大气。大气边界层厚度一般是从地面至 500 m 到 1.5 km, 厚度不等, 有时差异很大, 晴天白天地表受热强烈高度可达 2 km, 而夜间当地面强烈冷却时, 可能也只有 100 m 的量级。由于边界层中湍流受层结的巨大影响, 而层结有明显的日变化, 因此大气边界层的结构及气象要素的空间分布也有明显的日变化, 这是边界层的又一特点。白天对流边界层和夜间稳定边界层是边界层时间变化中两种特殊的, 也是重要的过程。白天由于地面强烈受热, 空气上下强烈混合, 强烈的湍流混合使位温等物理属性在除近地层以外区域内上下趋于均匀化, 该区域称为对流边界层, 对流边界层发展强烈时, 到夜间大气边界层仍会有部分区域保持白天对流边界层的特征, 这部分区域称为残留层, 白天的对流边界层和夜间的残留层可统称为混合层; 夜间地表因长波辐射而降温, 强烈降温时还会形成逆温层, 大气层结逐渐变为稳定, 位温随高度的变化速率与自由大气中的明显不同, 该区域称为稳定边界层^[1]。

大气边界层在整个大气的演变过程中起着重要的作用, 由于边界层中湍流运动的特性, 边界层对大

气运动的各种形式如波动、锋面、不同的气压系统等均有重要的影响。对大气边界层进行研究有助于天气和气候的预测, 在当前数值模拟和预报已是天气预报的主流方向, 现在模式结构越来越细, 动力学框架越来越精确, 物理过程考虑得越来越全面, 这就需要对边界层的描述更为精确。另外, 现在大气模式越来越复杂, 地气、海气耦合的模式, 生物圈、水圈与大气圈耦合的模式也在蓬勃发展之中, 下垫面与大气间的耦合主要通过边界层, 因此大气边界层的深入研究在大气科学中占据了重要的地位。

近几年, 我国气象学者逐渐加强了大气边界层的观测研究。卞林根等^[2]利用系留气艇探测的大气廓线资料分析了北京城区和郊区的温度和风廓线垂直变化的基本特征。王欣等^[3]也应用北京城区和郊区同步大气边界层观测资料, 对大气边界层热力和动力参数进行了计算分析。2007 年彭珍等^[4]分析了一次强沙尘暴过境前后北京城市边界层结构和湍流输送特征。另外, 青藏高原是世界上面积最大、海拔最高、地形最复杂的大高原, 它的存在对整个东亚乃至世界大气环流状况有重要的影响, 因此, 青藏高原及其周边区域的大气边界层结构也是气象学者热切关注的问题之一。刘红燕和苗曼倩^[5]采用 1998 年青藏高原当雄地区的实测资料, 研究了高原边界层的高度及其日变化。李茂善等^[6]利用 CAMP/Tibet 计划 2002 年藏北高原观测

收稿日期: 2008-05-10; 定稿日期: 2008-06-30

基金项目: 中国气象局数值模式创新基地科研业务项目“青藏高原东部及下游关键区大气观测科学试验湖北预研究”和中国气象局武汉暴雨研究所科研业务项目(0701)共同资助

作者简介: 徐桂荣, 男, 1973 年生, 博士, 主要从事暴雨监测技术与应用研究。E-mail: grxu2007@gmail.com

站探空资料,分析了藏北那曲地区的大气边界层位温、比湿、风速的日变化特征及稳定边界层和对流边界层特征。谷良雷等^[7]也利用 GAME/Tibet 试验 1998 年和 CAMP/Tibet 计划 2004 年的加密探空资料,分析了藏北高原那曲和安多地区夏季典型晴天与阴天边界层风速、位温与比湿时空分布及变化特征。此外,孙方林等^[8]和李茂善等^[9]利用 2005 年不同时期的观测资料分别对珠穆朗玛峰地区大气边界层风廓线结构以及边界层高度、风速、风向和比湿的日变化等进行了分析研究。这些观测研究加深了人们对城市地区和青藏高原地区大气边界层结构及其日变化特征等的认识和理解。

青藏高原区域边界层内的中尺度系统(低涡、切变线),其产生、发展、东移经常引起高原及下游地区大雨、暴雨等灾害性天气。高原的动力、热力作用如何通过影响高原边界层进一步影响这些中尺度低值系统的发生、发展,仍然缺乏观测事实的分析及定量的研究,也难以在数值预报模式中得到合理的描述。对这些特殊气象问题认识之匮乏,是制约高原地区、长江中下游夏季降水数值预报准确率提高的重要因素之一。因此,在青藏高原区域及其下游关键区开展有针对性的观测试验,对于认识高原及其下游地区的边界层结构特征,尤其是不同下垫面、不同高度情况下的大气边界层的基本事实,高原低值系统产生及传播路径上的边界层变化特征等具有重要意义,也是改进数值模式并进一步提高预报准确率的重要基础。宜昌位于长江上游与中游的交界处,往西为鄂西、川东等山地地形,往东为江汉平原,地理位置特殊,气候复杂多变,是青藏高原低值系统东移的下游关键区域。本文利用“青藏高原东部及下游关键区大气观测科学试验

湖北预研究”项目于 2007 年 12 月 10—25 日在宜昌进行加密观测得到的探空资料,分析了两次青藏高原东部低值系统东移过程中宜昌大气边界层位温、湿度和廓线结构及其日变化特征,为以后进一步深入开展青藏高原东部及下游关键区大气观测科学试验及相关研究做出一些探索。

2 观测概况

中国气象局成都高原气象研究所和中国气象局武汉暴雨研究所于 2007 年 12 月 10—25 日分别在四川和湖北联合开展了“青藏高原东部及下游关键区大气观测科学试验”,期间中国气象局武汉暴雨研究所所在湖北宜昌(111.3°E,30.7°N,海拔 133 m)开展了加密探空观测试验,每天进行 8 次探空观测(02 时,05 时,08 时,11 时,14 时,17 时,20 时,23 时),观测时间间隔为 3 h,每次探空观测可以获取高垂直分辨率的气温、气压、相对湿度、露点温度、风向、风速等资料,探测高度可达 16 km 以上。

在加密观测期间,宜昌出现了两次降水过程:12 月 11—12 日由于四川盆地低槽发展东移的影响,湖北省大部出现小到中阵雨,其中宜昌 9 日 08 时至 10 日 08 时和 10 日 08 时至 11 日 08 时都出现了 0.01 mm 的降水,11 日 08 时至 12 日 08 时出现 2.60 mm 的降水,12 日 08 时至 13 日 08 时没有出现降水;12 月 23—24 日受川东鄂西低槽东移影响,湖北省自南向北出现一次降水过程,其中宜昌 22 日 08 时至 23 日 08 时没有出现降水,23 日 08 时至 24 日 08 时出现 9.90 mm 的降水,24 日 08 时至 25 日 08 时出现 0.20 mm 的降水,25 日 08 时至 26 日 08 时出现 0.01 mm 的降水。表 1 给出了宜昌两次降水过程的逐日天气情况。

表 1 2007 年 12 月宜昌两次降水过程的逐日天气情况

日期	天气	天气形势	降水备注
12 月 10 日	小雨转多云	500 hPa 槽后	4:39—5:21 出现降水,雨量 0.0 mm
12 月 11 日	阴转小雨	500 hPa 有槽,850 hPa 有切变	7:09—20:25 出现降水,雨量 2.6 mm
12 月 12 日	小雨转多云	500 hPa 低槽东移,700/850 hPa 转为偏北气流	
12 月 22 日	多云到晴	500 hPa 槽后,850 hPa 转为高压	
12 月 23 日	阴转小雨	500 hPa 槽前,850 hPa 处高压底部	15:30—24 日 03:29 出现降水,雨量 9.9 mm
12 月 24 日	小雨	500 hPa 转为槽后	08:37—12:07,18:20—25 日 01:22 出现降水,雨量 0.2 mm

利用这次加密观测试验得到的资料,本文着重分析 12 月 10—12 日和 12 月 22—24 日两次源自青藏高原东部的低值系统经过湖北前后,宜昌大气边界层的位温、湿度、廓线结构及其日变化特征。

3 观测分析结果

3.1 12 月 10—12 日宜昌大气边界层观测分析结果

图 1 给出了 12 月 10—12 日宜昌大气边界层位温廓线及其日变化情况,可以看到,12 月 10 日,在 02 时位温廓线上没有明显的分层结构,位温随高度几乎均匀地增大,05—08 时近地层 100 m 开始出现白天对流边界层或混合层,11 时近地层 50 m 出现超绝热层,位温随高度而减小,在其上对流边界层开始发展,其高度区域在 50—160 m,14 时对流边界层继续发展,其

高度区域为 150~450 m, 而近地层的超绝热层的高度也抬升到 150 m, 17 时对流边界层发展最旺盛, 从地面至 600 m 高度都是对流边界层, 近地层的超绝热层消失, 到 20 时对流边界层演变为夜间“残留层”, 23 时夜间“残留层”逐渐减弱, 同时近地层约 50 m 开始出现夜间稳定边界层; 12 月 11 日, 10 日夜间形成的稳定边界层在 02 时逐渐发展到 180 m, 其上为减弱的“残留层”, 05 时夜间稳定边界层开始减弱, 其高度下降到 100 m, 而夜间“残留层”减弱消失, 08 时夜间稳定边界层减弱消失, 近地层 100 m 开始出现白天对流边界层, 11—14 时对流边界层的高度一直维持在 150 m 左右, 而近地层 50 m 在 11 时变成稳定层结, 到了 14 时又转变为超绝热层, 17 时对流边界层高度仍维持在 150 m 左右高度, 进入夜间 20—23 时白天对流边界层演变为夜间“残留层”并逐渐减弱消失, 其中在 23 时近地层 50 m 出现了超绝热层; 12 月 12 日, 在 02 时位温廓线上从地面至 300 m 出现了夜间稳定边界层, 05 时稳定边界层迅速减弱, 其高度下降到 50 m, 而 50~500 m 出现了位温随高度变化很小的混合层, 到了 08 时夜间稳定边界层消失, 而混合层稍有减弱并演变为白天的对流边界层, 其高度约为 340 m, 11 时近地层 50 m 出现稳定层结, 其上 50~400 m 为对流边界层, 到了 14 时除贴近地面的薄层有稳定层结外, 近地层 180 m 出现了强烈的超绝热层, 至 17 时贴近地面的薄层仍是稳定层结, 但其上的超绝热层已经消失, 取而代之的是对流边界层, 其发展高度约为 450 m, 进入夜间 20 时对流边界层演变为夜间“残留层”, 近地层位温廓线开始向稳定层结演变, 到了 23 时近地层 80 m 出现夜间稳定边界层, 其上 80~320 m 为夜间“残留层”。

从上面的分析可以看到, 大气边界层的位温廓线具有明显的日变化特征, 稳定边界层在夜间出现和发展, 在 02 时稳定边界层发展最旺盛, 之后稳定边界层逐渐减弱至消失, 进入白天后, 对流边界层开始出现和发展, 在 17 时对流边界层发展最旺盛, 到了夜间, 对流边界层演变为夜间“残留层”, 同时, 稳定边界层又开始出现和发展。另外, 结合表 1 可以看到, 10 日白天和 12 日白天没有出现降水, 白天对流边界层的发展比较旺盛, 其最大发展高度分别为 600 m 和 450 m, 而 11 日白天出现降水, 白天对流边界层的最大发展高度仅为 150 m; 11 日凌晨和 12 日凌晨没有出现降水, 夜间稳定边界层的发展高度分别达到 180 m 和 300 m, 而 10 日凌晨有降水发生, 位温廓线上没有看到夜间稳定边界层的出现。由此可见, 降水会抑制白天对流边界层和夜间稳定边界层的发展。

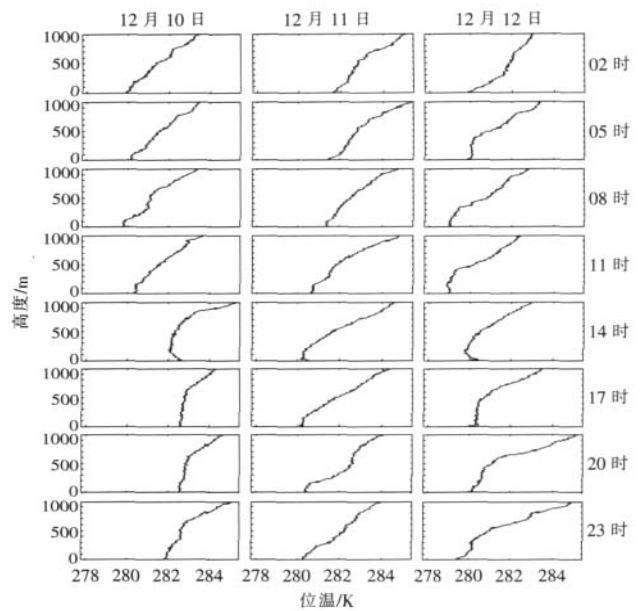


图 1 12 月 10—12 日宜昌大气边界层位温廓线及其日变化图

图 2 给出了 12 月 10—12 日宜昌大气边界层比湿廓线及其日变化情况。从图 2 可以看到, 大气边界层内的湿度廓线结构及其日变化与对流边界层的发展有关, 总体上湿度随高度增加而减小。10 日 02 时至 11 时白天对流边界层出现前, 湿度随高度增加而逐渐减小, 14—17 时在对流边界层内由于湍流混合作用, 湿度随高度变化较小, 10 日 20 时至 11 日 05 时由于夜间“残留层”仍具有白天对流边界层的特性, 夜间“残留层”内湿度变化也不大, 11 日 08 时至 12 日 02 时由于白天对流边界层发展较弱和夜间“残留层”不明显, 湿度随高度增加而逐渐减小, 12 日 05—23 时白天对流边界层有较强发展并在夜间有明显的“残留层”, 混合层内湿度随高度变化较小, 大气边界层内湿

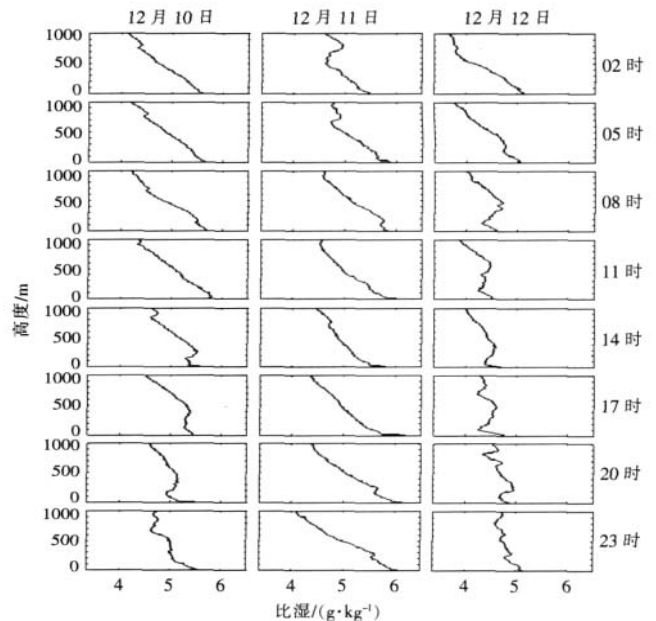


图 2 12 月 10—12 日宜昌大气边界层比湿廓线及其日变化图

度随高度的变化幅度也不大。另外可以看到,贴近地面的薄层湿度随高度减小较快。此外,10日凌晨和11日白天出现了降水,在此降水期间,近地层的湿度有明显增加,大气边界层内湿度随高度增加而明显减小,而且湿度随高度的变化比较平滑。

图 3 和图 4 分别给出了 12 月 10—12 日宜昌大气边界层风速、风向廓线及其日变化情况。10 日全天风速随高度的变化并不大,风速大小随高度变化一直在 1~3 m/s 之间,而且多数高度区域内风速没有变化,此外,在大多数时间大气边界层低层有一个风速极大值出现,出现高度为 100~350 m;除 23 时大气边界层都是东南风外,其它时刻在大气边界层低层以东南风为主,在高层以偏西风为主。11 日除 14 时外,风速总体上随高度增加而增大,风速的增大幅度随时间而增加,02 时风速随高度从地面的 1 m/s 增大到 1 km 高度的 2 m/s,风速增大幅度仅为 1 m/s,到了 23 时风速随高度从地面的 2 m/s 增大到 1 km 高度的 11 m/s,风速增大幅度达到 9 m/s,而 14 时的风速随高度先增大后减小,在 400~600 m 有个风速极大值 4 m/s;02 时大气边界层低层为东北风,高层为西北风,而 05 时和 20 时大气边界层低层为偏西风,高层为偏东风,在白天 08—17 时和夜间 23 时,大气边界层的风向都是偏东风。12 日风速总体上也是随高度增加而增大的,且风速的增大幅度基本随时间而减小,02 时风速随高度从地面的 2 m/s 逐渐增大到 1 km 高度的 9 m/s,其增大幅度为 7 m/s,至 20 时风速随高度变化不大,风速从地面的 1 m/s 增大到 1 km 高度的 2 m/s,其增大幅度仅为 1 m/s,之后 23 时风速随高度的增大程度又有所增大,风速从地面的 0 m/s 增大到 1 km 高度的 4 m/s,其增大程度为 4 m/s,另外在 05 时、11—17 时大气边界层低层有个风速极大值出现,出现高度为 100~350 m;02 时、05 时和 11 时大气边界层的风向都是偏东风,08 时和 14 时大气边界层低层为东南风,到了中层变为西南风或西北风,之后到了高层又转变为东北风,17~23 时大气边界层的低层为偏东风,而高层转变为偏西风。由此可见,大气边界层风速廓线结构比较复杂,风速总体上随高度增加而增大,有时在大气边界层低层会出现一个风速极大值,风速廓线没有明显的日变化特征,风向在大气边界层低层以偏东风为主,而在大气边界层高层在有降水时以偏东风为主,在没有降水时以偏西风为主。

3.2 12 月 22—24 日宜昌大气边界层观测分析结果

图 5 给出了 12 月 22—24 日宜昌大气边界层位温廓线及其日变化情况。可以看到,12 月 22 日,在 02 时位温廓线上从地面至 200 m 有夜间稳定边界层存

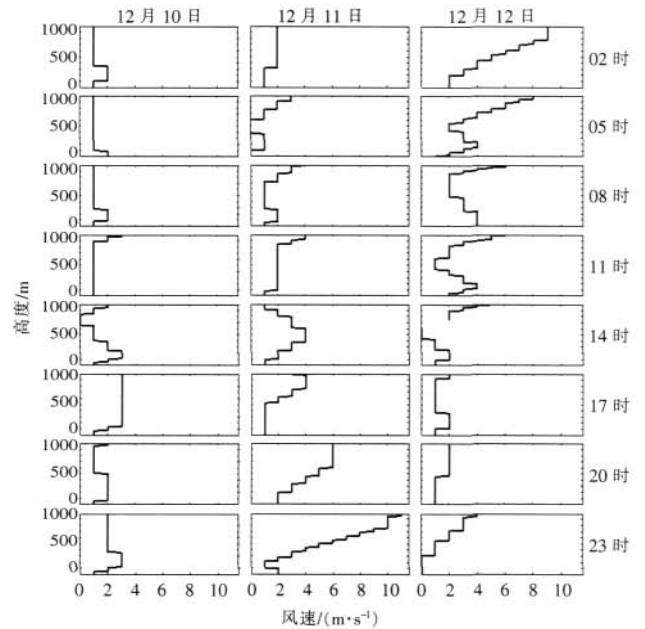


图 3 12 月 10—12 日宜昌大气边界层风速廓线及其日变化图

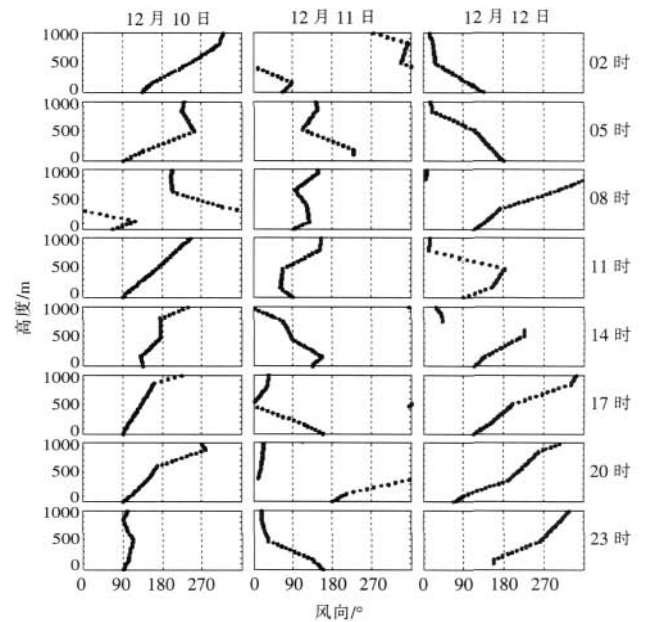


图 4 12 月 10—12 日宜昌大气边界层风向廓线及其日变化图

在,05 时稳定边界层减弱,其高度下降到约 40 m,到 08 时夜间稳定边界层消失,11 时从地面到 250 m 出现了白天对流边界层,14 时对流边界层继续发展,其高度达到 530 m,同时近地层 60 m 出现超绝热层,17 时对流边界层维持发展,近地层的超绝热层消失,20 时白天对流边界层演变为夜间“残留层”,近地层 100 m 开始出现夜间稳定边界层,23 时稳定边界层继续发展,其高度上升到 200 m,200~550 m 为夜间“残留层”;12 月 23 日,22 日夜间形成的稳定边界层在 02 时进一步发展,其高度达到 240 m,之上 240~500 m 仍有夜间“残留层”,05 时夜间稳定边界层开始减弱,其高度下降到 200 m,而夜间“残留层”已经消失,08 时

近地层 50 m 出现了超绝热层,11 时超绝热层继续发展,其高度上升到 180 m,之上 180~300 m 出现了逆温层,14 时超绝热层开始减弱,其高度下降到 70 m,而 70~130 m 出现了对流边界层,之上 130~200 m 仍有逆温层存在,17 时超绝热层和逆温层消失,对流边界层得到发展,其高度为地面至 300 m 左右,20—23 时对流边界层演变为夜间“残留层”并逐渐减弱至消失,同时贴近地面的薄层出现了超绝热层;12 月 24 日,02—05 时位温廓线上没有明显的分层结构,位温随高度几乎均匀地增大,08 时近地层约 40 m 出现了稳定层结,11 时贴近地面的薄层出现超绝热层,之上 40~100 m 开始出现对流边界层,14 时超绝热层消失,对流边界层进一步发展,其发展高度约为 200 m,17 时对流边界层发展到约 300 m,20 时对流边界层演变为夜间“残留层”,其高度为 360 m,23 时夜间“残留层”逐渐减弱,其高度下降到 200 m,20~23 时没有出现夜间稳定边界层。

从上面的分析可以看到,该次过程大气边界层的位温廓线也具有明显的日变化特征,稳定边界层在夜间出现和发展,在 02 时稳定边界层发展最旺盛,之后稳定边界层逐渐减弱至消失,进入白天后,对流边界层开始出现和发展,在 17 时对流边界层发展最旺盛,到了夜间,对流边界层演变为夜间“残留层”,同时,稳定边界层又开始出现和发展。另外,结合表 1 也可以看到,低值系统引起的降水会抑制白天对流边界层和夜间稳定边界层的发展,22 日白天没有出现降水,白天对流边界层的发展高度可达 530 m,而 23 日白天和 24 日白天出现降水,白天对流边界层的发展高度仅为 300 m 左右;22 日凌晨和 23 日凌晨没有出现降水,夜间稳定边界层的发展高度分别达到 200 m 和 240 m,

而 24 日凌晨有降水发生,位温廓线上没有看到夜间稳定边界层的出现。

图 6 给出了 12 月 22—24 日宜昌大气边界层比湿廓线及其日变化情况,可以看到,大气边界层内的湿度廓线结构及其日变化与对流边界层的发展有关,总体上湿度随高度增加而减小。22 日 02—11 时湿度廓线上虽然有波状结构出现,但湿度总体上随高度增加而减小,14—17 时由于白天对流边界层强烈发展,湿度随高度变化较小,22 日 20 时至 23 日 05 时除夜间稳定边界层内出现逆湿层外,总体上湿度仍随高度增加而减小,23 日 11—14 时近地层和逆温层内湿度随高度增加而快速变小,23 日 17 时至 24 日 23 日期间白天对流边界层发展较弱并且夜间没有出现稳定边界层,湿度随高度增加而逐渐减小。另外可以看到,贴近地面的薄层内湿度随高度减小较快。此外,23 日 17 时至 24 日 23 日期间大多数时间都出现了降水,可以看到,近地层的湿度有明显增加,大气边界层内湿度随高度增加而明显减小,而且湿度随高度的变化比较平滑。

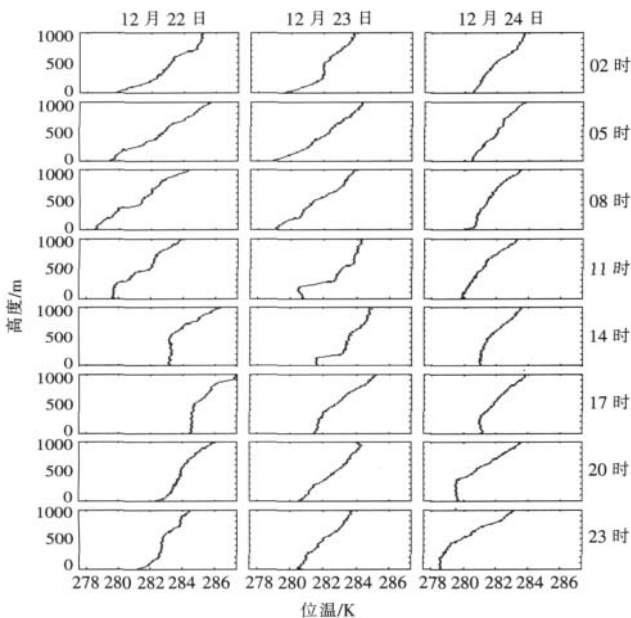


图 5 12 月 22—24 日宜昌大气边界层位温廓线及其日变化图

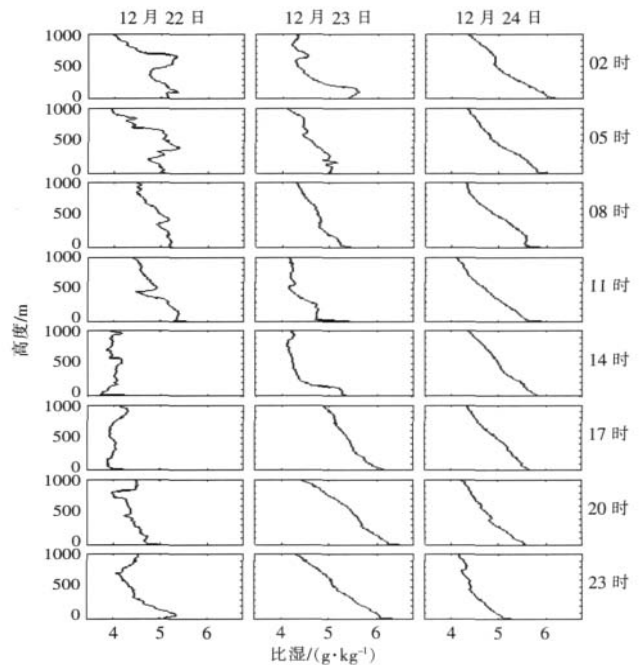


图 6 12 月 22—24 日宜昌大气边界层比湿廓线及其日变化图

图 7 和图 8 分别给出了 12 月 22—24 日宜昌大气边界层风速、风向廓线及其日变化情况。22 日全天除 17 时外风速随高度的增加变化并不大,风速在 0~3 m/s 之间变化,而且多数高度区域内风速没有变化,另外在 05 时、20 时和 23 时大气边界层低层有个风速极大值,其出现高度为 100~400 m,17 时风速随高度先增大后减小,在 200 m 左右有个风速极大值 4 m/s;02 时、20—23 时大气边界层都是偏东风,而 05 时和 11 时大气边界层都是偏西风,08 时和 17 时大气边界层

中低层为东南风,高层为偏西风,14时大气边界层除中层为西南风外,低层和高层都是偏东风。23日除08时、14时和23时外,风速随高度增加而增大,风速的增大幅度随时间的推移先增大后变小,其中02时风速随高度从地面的1 m/s增大到1 km高度的4 m/s,到11时风速随高度从地面的1 m/s增大到1 km高度的8 m/s,到20时风速随高度仅从地面的1 m/s增大到1 km高度的3 m/s,而08时、14时和23时的风速随高度先增大后减小之后再增大,风速在大气边界层低层有极大值,其中08时和14时的风速极大值出现在100~200 m,极大风速为2 m/s,而23时的风速极大值出现在450~550 m,极大风速为5 m/s;02时除近地层为东北风外,大气边界层为偏西风,05时大气边界层除中层为西北风外,低层和高层都是东北风,08时和14时大气边界层低层为东南风,高层为东北风,11时、17—23时大气边界层低层为偏西风,高层为东北风。24日,02时风速随高度先增大后减小,风速在400~500 m有极大值5 m/s,05—14时风速随高度增加变化并不大,风速在0~2 m/s之间变化,17时和20时风速随高度先增大后减小,其中17时在100~200 m有个风速极大值3 m/s,20时在300~450 m有个风速极大值6 m/s,23时风速随高度先增大后减小之后再增大,在大气边界层低层200~400 m有个风速极大值4 m/s;02时和08时大气边界层低层为偏西风,高层为东北风,05时和23时大气边界层都是偏东风,11时除近地层为东南风外,大气边界层以偏西风为主,14—20时大气边界层中低层以偏东风为主,而高层以偏西风为主。由此可见,大气边界层风速廓线结构比

较复杂,风速总体上随高度增加而增大,有时在大气边界层低层会出现一个风速极大值,风速廓线没有明显的日变化特征,风向在大气边界层以偏东风为主,但在有降水时大气边界层低层以偏西风为主。

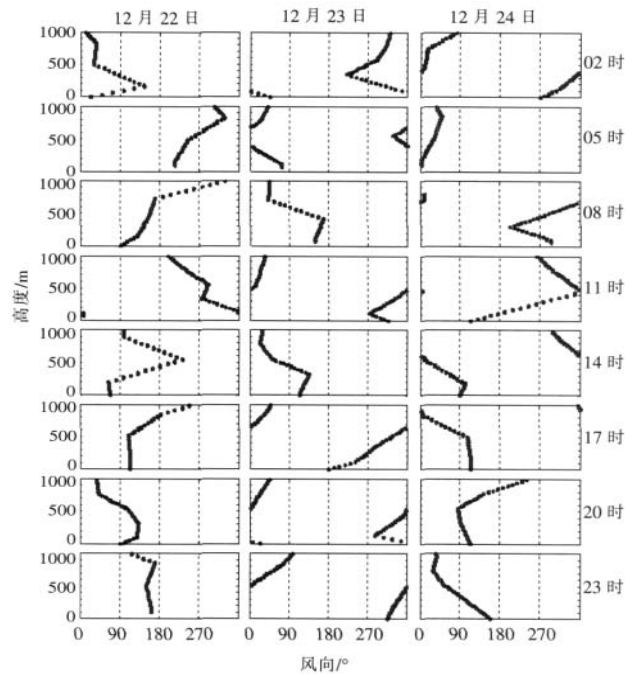


图 8 12月22—24日宜昌大气边界层风向廓线及其日变化图

4 结论

中国气象局武汉暴雨研究所于2007年12月10—25日在宜昌开展了加密观测试验。利用得到的加密观测资料,分析了两次源自青藏高原东部的低值系统经过湖北前后,宜昌大气边界层的位温、湿度、风廓线结构及其日变化特征,得到如下结论。

(1)大气边界层位温廓线具有明显的日变化特征,对流边界层在白天出现和发展,在17时对流边界层发展最旺盛,而稳定边界层在夜间出现和发展,在02时稳定边界层发展最旺盛;降水会抑制对流边界层和稳定边界层的发展;冬季宜昌对流边界层可以发展到600 m,而稳定边界层可以发展到300 m。

(2)大气边界层内湿度廓线结构及其日变化与对流边界层的发展有关,总体上湿度随高度增加而减小,贴近地面的薄层湿度随高度减小较快,而混合层内湿度随高度变化较小,出现降水时,近地层的湿度有明显增加,大气边界层内湿度随高度增加而快速平稳减小。

(3)大气边界层风速廓线结构比较复杂,风速总体上随高度增加而增大,在大气边界层低层有时会出现一个风速极大值,风速廓线没有明显的日变化特征;大气边界层内风向变化较大,但以偏东风为主。

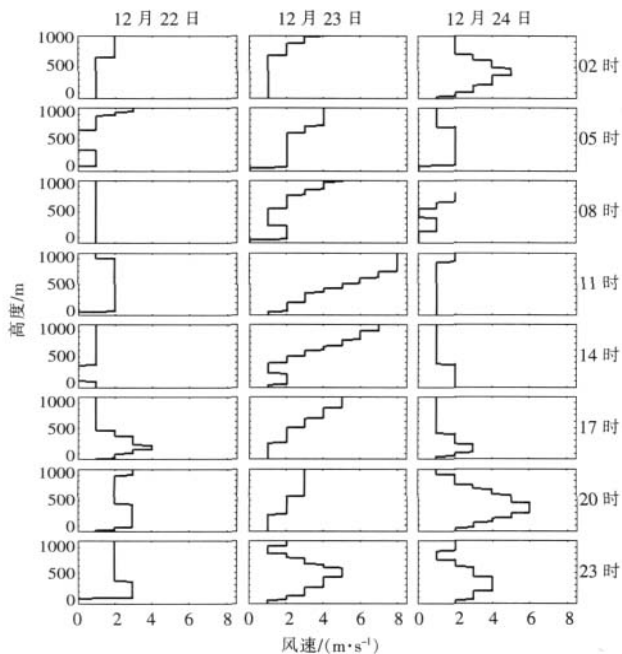


图 7 12月22—24日宜昌大气边界层风速廓线及其日变化图

参考文献:

- [1] 赵鸣.大气边界层动力学[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [2] 卞林根,程彦杰,王欣,等.北京大气边界层中风和温度廓线的观测研究[J].应用气象学报,2002,13(特刊):13-25.
- [3] 王欣,卞林根,逯昌贵.北京市秋季城区和郊区大气边界层参数观测分析[J].气候与环境研究,2003,8(4):475-484.
- [4] 彭珍,刘熙明,洪钟祥,等.北京地区一次强沙尘暴过程的大气边界层结构和湍流通量输送特征[J].气候与环境研究,2007,12(3):267-276.
- [5] 刘红燕,苗曼倩.青藏高原大气边界层特征初步分析[J].南京大学学报(自然科学),2001,37(3):348-357.
- [6] 李茂善,马耀明,胡泽勇,等.藏北那曲地区大气边界层特征分析[J].高原气象,2004,23(5):728-733.
- [7] 谷良雷,胡泽勇,吕世华,等.藏北高原夏季典型天气大气边界层特征分析[J].冰川冻土,2006,28(6):893-899.
- [8] 孙方林,马耀明,马伟强,等.珠峰地区大气边界层结构的一次观测研究[J].高原气象,2006,25(5):1014-1019.
- [9] 李茂善,戴有学,马耀明,等.珠峰地区大气边界层结构及近地层能量交换分析[J].高原气象,2006,25(5):807-813.

Observational Analysis on Atmospheric Boundary Layer over Yichang During Two Precipitation Processes in Winter

XU Gui rong¹, CUI Chun-guang¹, XU Hai-fu², WANG Xiao-fang¹

(1.Institute of Heavy Rain, CMA, Wuhan 430074; 2.Yichang Meteorological Bureau of Hubei Province, Yichang 443000)

Abstract: With the intensive observation at Yichang during 10-25 December, 2007, analysis on the parameter profiles and its diurnal variation of atmospheric boundary layer (ABL) when two low-pressure systems passing Yichang is carried out. The results show that the equivalent potential temperature profile has a clear pattern of diurnal variation, in which the convective boundary layer (CBL) appears and develops in day while the stable boundary layer (SBL) at night, the heights of CBL and SBL can reach 600 m and 300 m respectively, but the developing of CBL and SBL is restrained when precipitation occurs; the specific humidity (q) profile and its diurnal variation are related to the developing of CBL, q decreases with the altitude on the whole at a faster speed in surface layer and the slower one in mixed layer; when the precipitation occurs, q becomes large in surface layer and decreases fastly with the altitude at a stable speed; the wind profile is complex without obvious diurnal variation features, but wind speed has an increase tendency with the altitude on the whole with a maximum in lower ABL sometimes, and the wind direction is a variable relatively largely in ABL, but most ones are in the partial east.

Key words: Atmospheric boundary layer; Diurnal variation; Convective boundary layer; Stable boundary layer; Mixed layer; Low-pressure system

《暴雨灾害》征稿启事

《暴雨灾害》是中国气象局武汉暴雨研究所主办的国内首份有关暴雨、灾害研究的综合性学术刊物,国内外公开发行(季刊)。其国内刊号为 CN 42-1771/P,国际刊号为 ISSN 1004-9045。

《暴雨灾害》主要刊载有关暴雨及其次生灾害的形成机理、数值模拟、监测预报、气候特征等方面的研究论文;新的探测技术和探测资料在暴雨及其他气象灾害研究中的应用;国内外暴雨及气象灾害科学研究进程中新理论、新技术、新方法的综合评述及译文。其栏目设置包括论文、短论、技术报告、综合评述、译文等。

自 1997 年创办以来,《暴雨灾害》得到了国内外知名专家、学者和广大科技工作者的大力支持和厚爱,在此表示衷心的感谢!同时诚盼各位专家、学者、气象科研人员、气象业务工作者及大专院校相关专业的师生能一如既往地关心和支持《暴雨灾害》,在百忙之中抽出时间为我们赐稿或荐稿!我们将感到万分荣幸。

《暴雨灾害》以反映暴雨灾害研究领域最新成果和学术动态、促进广泛学术交流与合作、为气象科技进步、气象防灾减灾和社会公共安全服务为己任。严格遵循“百花齐放,百家争鸣”的指导方针,充分尊重作者的创造性劳动及其成果,坚持以质论稿,惟文是取。

恭请惠稿,欢迎荐稿。

联系方式:430074 武汉市武昌东湖东路 3 号 武汉暴雨研究所《暴雨灾害》编辑部

电 话:(027)67847939 E-mail:byzh7939@yahoo.com.cn