

显示“хлеб”，并标明是“《俄语入门1》阶段单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。当输入“квартира”，系统会自动显示“一套房间”，并标明是“《俄语入门2》阶段单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。当输入“лаборатория”，系统会自动显示“实验室”，并标明是“《中白2+2班》单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。俄语单词的发音将邀请母语为俄语的外教协助录制。

二、作业提交、批改部分：目前大部分语言类APP，该部分的内容都是学生与教师一对一传递信息。而我们将要研发的APP与其他APP的显著不同之处在于学生在提交了自己的作业之后，可以查看其他同学作业的提交情况，包括每一道题是如何解答的，而不是仅仅知道其他同学是否已提交作业。在教师完成作业批改之后，任何一名学生都可以看到教师对所有学生作业的批改情况。从学生的角度出发，该程序可以让学生在平日里最大化地了解其他同学的学业水平，并避免重复其他同学犯的错误。

三、纪念日提醒部分：教师面向所有俄语国家选择重要的节日、重要事件纪念日、名人生日等信息，系统在日历中会以突出的颜色、字体呈现出来。比如：日历会自动白俄罗斯著名画家马尔克·夏加尔（Марк Шагал）的生日等。

四、游戏激励部分：根据学生的学习进度设置相应的小游戏。比如学到形容词“новый”，屏幕上出现三个单词“дом”、“ручка”和“окно”，让单词“новый”与可以搭配的名词相连。形式可以采用射击、在单词下方顶单词或其他游戏的方式，搭配正确可以得到分数，以此类推。在一定时间范围内，分数高的学生可以获得相应的奖励，比如优先被邀请参加“俄语电影之夜”、“俄语文化晚会”或收到学校提供的学习用品等。

为了帮助俄语初学者更好的掌握俄语基础，该手机APP应用程序作为连通老师与学生的链条，有助于教师了解学生，有效培养学生的策略，改进教学方式，为学生创造良好的语言学习氛围和学习条件，从而提高学生的学习兴趣、提高其学业水平。

УДК 316.42

WRF 模式对于东北地区“8.02”暴雨的数值模拟

袁颖颖 (Yuan Yingying) 付洪泰 (Fu Hongtai)

哈尔滨市气象局 (Harbin Meteorological Administration)

e-mail:366952727@qq.com

Summary. *The WRF model has many characteristics such as easy maintenance, portability, and high efficiency. The "8.02" rainstorm was simulated with WRF mode. It was found that although the WRF model can simulate the location of precipitation in northeast China, the intensity is obviously stronger. And the precipitation in the North China area, whether from the precipitation area or the intensity, the deviation was obvious.*

WRF (Weather Research and Forecasting) 模式是完全可压缩非静力模式，由美国环境预测中心 (NCEP)、美国国家大气研究中心 (NCAR) 的中小尺度气象处、奥克拉荷马大学等机构研发的。WRF 分为两种形式，分别为 ARW (the advanced research WRF) 和 NMM (the nonhydrostatic mesoscale model)。分别为研究和业务用两种用途提供支持。

由于 WRF 模式拥有易维护、可移植、效率高等诸多特点，这些特点正是提高从云尺度到大尺度之间各种不同天气尺度的预报精度所迫切需要的。模式采用大气原始方程组，水平方向采用 ArakawaC (荒川 C) 网格点，垂直方向采用地形跟随质量坐标，时间积分采用三阶或四阶的 Runge-Kutta 算法。其中，可以根据需要调整模式的水平分辨率、积分区域、垂直方向层次和各种物理过程和参数化过程。

本文研究区域选择我国东北区域。模式初始和边界条件采用空间分辨率为 $1^\circ \times 1^\circ$ 的 NCEP/NCAR 全球再分析资料，每六小时更新一次数据，模式采用两重嵌套，模拟区域如图所示，模拟区域中心点位于 46°N , 127.5°E ，垂直层次为 30 层，模式层顶气压为 50hPa。网格点数设置为 200×200 ，水平分辨率设置为 27km，时间积分步长设置为 162 秒，模拟积分时间为 2015 年 8 月 2 日 08 时（北京时）到 8 月 5 日 08 时（北京时）。模拟结果 6h 输出一次。本文采用最内层嵌套区域结果进行研究。

模拟选用参数化方案如下：陆面过程选用 Noah 参数化方案，该方案含有 4 个不同层次上土壤温度和湿度、积雪覆盖面积和冻土物理过程，能对冠层湿度和雪盖进行预报，为边界层提供感热和潜热通量。此外，该方案还具有预报冰和雪盖效应的能力，可以改进城市陆面处理能力，并考虑了地面放射率特征。

微物理参数化方案均采用 WSM6 方案，该方案与 WSM5 方案不同的地方在于增加了霰及其转化过程。采用新方法来表示雪和霰粒子混合相的下落速度，在下降过程中会考虑凝结/融化过程，过程的顺序会最优化选择，该方案适合开展高分辨率的模拟研究。

长波辐射方案使用 RRTM 方案，即为快速辐射传输模式，是一种利用一个预先处理的对照表来表示由于水汽、臭氧、二氧化碳和其他气体，以及云的光学厚度引起的长波过程的有效并精确的模式。

短波辐射方案使用 Dudhia 方案，该方案继承于 MM5 模式，是对短波辐射通量进行向下的简单的积分。它能够有效的计算水汽吸收、云的反射与吸收，以及晴空散射。此外还考虑了由于地形坡度和阴影对地表短波辐射通量造成的影响。

边界层方案采用 YSU 方案，它是新一代的 MRF 行星边界层方案，它使用反梯度项来描述又非局地梯度引起的通量，这就增加了在行星边界层顶部的夹卷层的显式处理。近地层方案选用 Monin-Obukhov 方案，即 MM5 相似理论近地面层方案。它使用了 Paulson、Dyer 和 Webb 稳定性函数来计算地面热量、湿度和动力的交换系数。同时用 Beljaars 提出的对流速度来加强地面热量和湿度通量的计算。

积云参数化方案选用 KF 方案。旧 KF 方案是一个包含水汽的上升和下沉、卷入和卷出、以及粗糙的微物理过程的简单云模式。新方案加入了最小卷入率以抑制大范围对流，对于不能达到最小降水云厚度的上升气流，则考虑浅对流，最小降水云厚度随云底温度变化，并且允许夹卷率是简单辐合的函数。

评价一个模式的重要方式之一就是对于降水的预报和模拟的能力。对降水的模拟结果显示，整条降水带呈西西南-东东北走向，过程的总降水量的模拟结果与实况在降水量和降水落区上均存在一定差异。降水量在辽宁和吉林两省的预报均过大，但落区和实际情况基本一致；而且对于华北北部地区的降水，无论是从落区还是降水量级上来看，预报偏差均较大，初步分析，可能是由于地形的原因，两地的地形变化较大，对模式模拟的结构影响也较大。单从模拟降水分布结果可见 WRF 模式还是可以较好的完成对暴雨过程的模拟，虽然降水量级的模拟出入较大，需要进一步进行本地化的调试，但是还是可以作为业务预报应用中的重要参考。