

最低和最高温度的数值预报在怀化的释用

王光明¹, 王文闻², 王起唤¹, 彭艳青¹ (1. 湖南省怀化市气象台, 湖南怀化 418000; 2. 湖南省靖州县气象局, 湖南靖州 418400)

摘要 对 ECMWF-thin、T639-thin 数值模式产品与怀化市 11 个县市区气象站点每天的高低温度实况对比分析, 结果表明, 高温预报准确率较低, 只有通过误差滑动平均订正后, EC 前 2 d 预报准确率分别达 74.4%、70.0%, T639 分别为 60.2%、58.4%; 低温预报准确率较高, EC 前 3 d 分别为 75.6%、75.1%、72.0%, T639 通过误差滑动订正后, 也达到了较高水平, 前 3 d 分别是 78.9%、78.9%、62.9%。高温的预报平均偏低(即小于实况), EC 略优于 T639。晴天、多云、阴天、雨天时, EC 高温的系统误差值分别是 -4、-3、-2、-1 °C, T639 分别为 -5、-4、-2、-0.5 °C; 只有在预报阴天和雨天时, EC 和 T639 高低温度的预报值可以应用于日常预报业务。

关键词 最高温度; 最低温度; 数值预报; 准确率; 误差

中图分类号 S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)19-06318-03

怀化市位于湖南省西部, 以山地为主, 境内山丘重叠, 峰峦起伏, 地形复杂。地貌轮廓自西南向北倾斜, 呈一狭长地带, 南北长约 353 km, 东西宽约 229 km。东南部雪峰山脉成弧形盘踞, 西北部为武陵山脉所绵延, 中间丘岗起伏, 形成若干盆地。地势最高点为雪峰山脉之主峰苏宝顶, 海拔标高 1 934 m; 最低为沅陵的界首仅 45 m。东西两侧高峻, 南部突起、向中、北部倾斜, 呈撮箕形, 向北东敞口^[1] (图 1)。因海拔悬殊大, 地形复杂, 多样化、多层次立体气候明显, 其气温分布随着区域环境的不同差异大; 数值预报产品中直接输出 2 m 高温度预报, 由于模式本身误差、初始边界条件等种种原因, 模式预报产品和实际气温状况存在较大差异, 各地针对数值预报模式开展气温的释用, 效果不尽一致^[2]。如佟华等总结了 T213L31 全球中期数值天气预报系统中 2 m 温度预报存在系统性偏低的问题^[3]; 王凤娇等在分析单站气温变化基本特征的基础上, 划分了云量、风向风速等对温度变化影响的分级, 研究采用分类气温平均变量制作 3 h 短时气温预报的客观统计分析方法, 经检验试用效果良好^[4]。每天的高低温度预报是气象部门对社会公众发布的一项重要内容, 同时在城镇预报中也占有重要的比例。数值产品已成为广大预报员在日常预报中的主要参考依据, 但由于预报员对数值产品解释应用能力弱, 这也是制约城镇预报质量提高的原因之一。为提高预报质量, 笔者对 ECMWF-thin 和 T639-thin 数值模式产品与怀化市 11 个县市区气象站点每天的高低温度实况进行对比分析, 客观地参考数值产品, 结合当地实际, 对数值产品本地化进行了一些尝试。

1 资料与方法

模式预报要素产品是考虑了海拔、地形、植被等因素, 在释用中不再需要对此进行研究, 仅需找出一些系统性的误差进行订正即可。另外, 无论是 ECMWF-thin 还是 T639-thin 气温预报值均是定时值, 并非极值, 只不过是前 72 h 是每间隔 3 h 预报一次, 时间分辨率高, 后 168 h 为每 6 h 一次。以下是按城镇预报时段挑选相应站点极值进行统计分析; 还有一点, 城镇预报时段是 08:00~次日 08:00、20:00~次日 20:00, 从近 1 年 2 个时段预报与实况全市平均状况统计数据(略)

作者简介 王光明(1962-), 男, 湖南怀化人, 高级工程师, 从事短期短预报工作。

收稿日期 2014-05-29

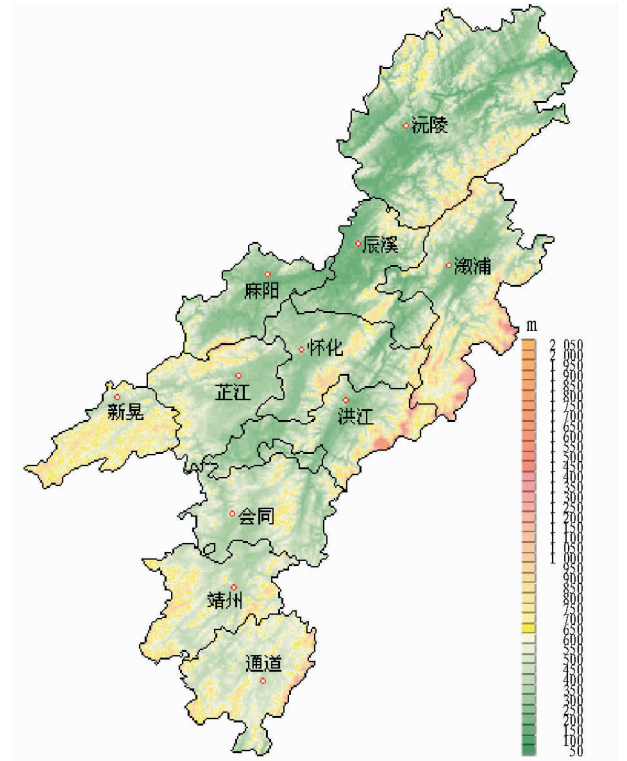


图 1 怀化市地形与地势

显示, 2 个时段统计数据近乎一致, 故按 08:00~次日 08:00 段预报与实况数据进行分析, 也无需分月或分季统计。

1.1 资料选取 选取 2013 年 4 月 1 日~2014 年 2 月 28 日 ECMWF-thin 与 T639-thin 细网格 2 m 各时段气温数值预报产品, 内插至各县站, 并挑选出气温极值, 同时选取相应时段各县站每天高低温度实况进行对比检验和分析。

1.2 研究方法 检验标准是当误差值 $|\Delta T|$ ($|\Delta T| = |\text{模式极端气温预报} - \text{实况极端气温}|$) ≤ 2 °C 时为正确, 否则错误。极端气温预报正确率 = (极端气温准确次数/极端气温预报总次数) $\times 100$; 极端气温预报误差滑动平均订正方法是极端气温预报值 = 模式预报气温极端值 + $|\Delta T|$ 误差滑动平均值 (1 或 2 d), 误差滑动平均值 = (前天的误差值 + 昨天的误差值)/2, 称为 2 天滑动平均。天空状况分型具体如表 1 所示。

2 结果与分析

2.1 气温预报检验分析

2.1.1 ECMWF-thin 检验。

表 1 天空状况分型

类型	天空状况	云量(成)	天气现象
I型	晴天、少云	<4	无降水
II型	多云	4~7	无降水
III型	阴天	≥8	无降水
IV型	雨天	≥8	≥0.1 mm 降水

2.1.1.1 高低温检验。由图 2a 可见,全市最高气温平均预

报准确率,仅第 1 天稍高,其他时段均在 30.0% 附近,错误率很高;通过误差滑动平均订正后,正确率迅速提升,第 1 天从 37.6% 订正后准确率上升至 74.4%,第 2 天从 33.5% 升至 70.0%,第 3 天从 31.5% 升至 67.2%;北中部预报比南部好。最低气温平均预报准确率高(图 2b),前 4 d 分别为 75.6%、75.1%、72.0%、69.9%,自身错误率较低,具有很高的参考价值,不具备像高温一样的订正规律。

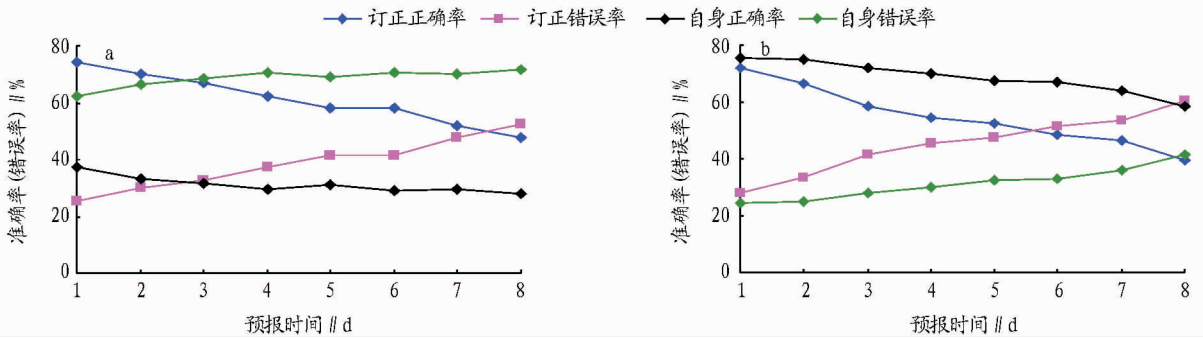


图 2 EC 高温(a)和低温(b)正确(错误)率和误差滑动平均订正的正确(错误)率

2.1.1.2 不同天气类型高低温的订正。由图 3 可见,第 1~6 天,高温时晴天的误差比多云的大,多云比阴天的大、阴天比雨天的大,对晴天、多云、阴天、雨天的误差分别是 -4、-3、-2、-1 °C;低温时,晴天的误差比多云大,多云比阴雨天的大,阴天和雨天基本相同,前 2 d 对晴天、多云、阴天、雨

天的误差分别是 1.0、0.5、-0.5、-0.5 °C,第 3~5 天基本上是 2.0、1.0、0.5、0.5 °C;如果用 $|\Delta T| \leq 2$ °C 为标准,预报高温时,仅 ECMWF-thin 预报雨天的高温值可以应用天日常预报,其他型的天气必须经过订正;低温时,ECMWF-thin 预报的低温值大部分可以应用于日常预报。

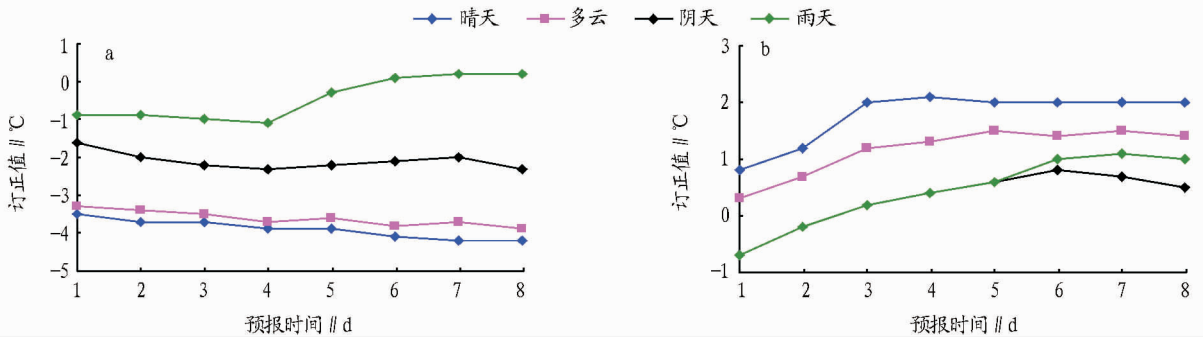


图 3 EC 不同天气类型高温(a)、低温(b)订正值

注:负值说明预报值低于实况值,正值就是高于实况值。

2.1.2 T639-thin 检验。

2.1.2.1 高低温检验。由图 4 可见,T639-thin 高温预报平均正确率较低,错误率高,未来 6 d 正确率均在 35.0% 以下,但通过误差滑动平均订正后,前 2 d 正确率虽达到了 60.0%

左右,可信度还是较低,订正后的预报值仅仅只能作为参考,后 4 d 也仅只有 50.0% 的可信度。前 2 d 最低气温的平均正确率为 52.5%,后 4 d 在 62.0% 附近,说明 T639-thin 低温预报比高温预报好,通过误差滑动平均订正后,前 2 d 正确率达

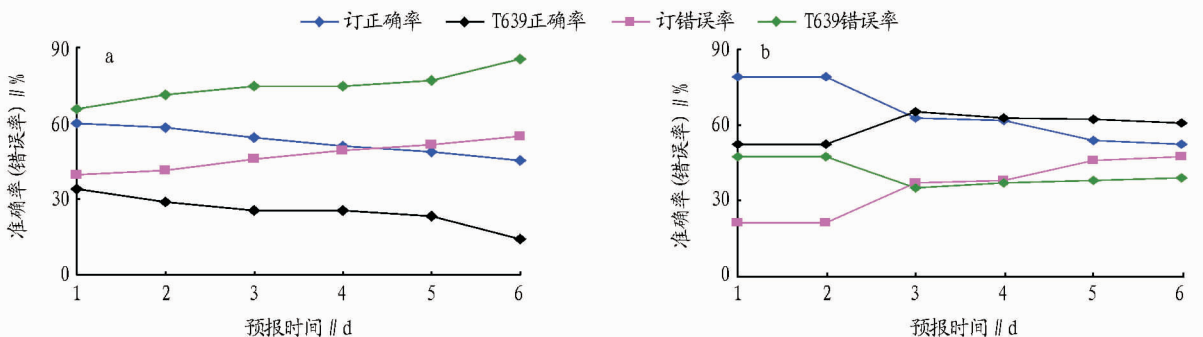


图 4 T639 高温(a)和低温(b)正确(错误)率和误差滑动平均订正的正确(错误)率

78.9%,在日常预报中也具有很好的参考作用,后4 d不具备误差滑动平均订正规律。

2.1.2.2 不同天气类型高低温的订正。从图5可以看出,数据大部分为负数,说明不论是哪种天气型式,T639-thin的预报值均比实况大部分低,当以它的预报值为参考依据时,应该在T639-thin预报值的基础上加(减)相应的订正值。图5显示,高温误差与ECMWF-thin具有相同规律,晴天、多云、

阴天、雨天的误差分别是-5、-4、-2、-0.5℃;低温时,阴天的误差比多云晴天大,多云与晴天的基本相同,晴天比雨天大,阴天、多云、晴天、雨天第1天误差基本均是-2℃,第2~4天基本上分别是-2、-1、-1、0.5℃;如果用 $|\Delta T| \leq 2$ ℃为标准,预报高温时,只有T639-thin预报阴天、雨天的高温值可以应用天日常预报,其他型的天气必须经过订正;低温时,T639-thin除第1天需订正外,其余时段预报的低温值

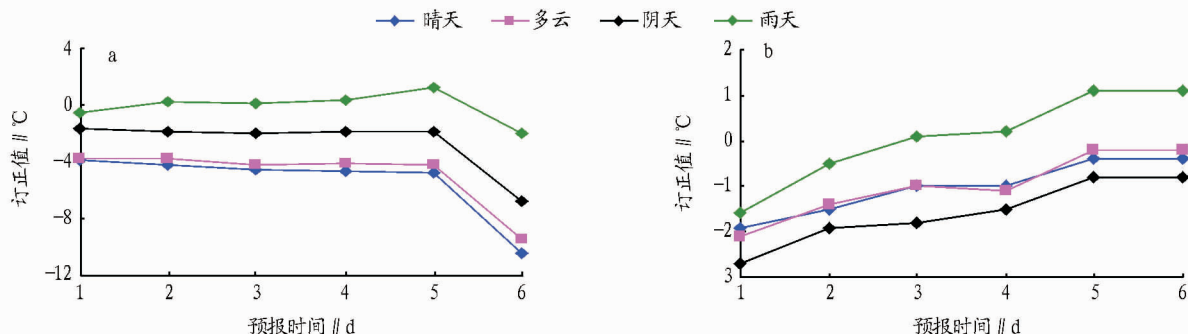


图5 T639不同天气类型高温(a)、低温(b)平均订正值

也可以应用天日常预报业务。

2.1.3 ECMWF-thin与T639-thin对比分析。由图6a可见,不管是EC还是T639对当地的高温预报准确率均较低,EC均在37.6%以下,T639在34.1%以下,随着时间的推移,T639加速下滑,而EC较为稳定;通过误差滑动订正后,准确率均得到较大幅度的提高,EC前3 d分别为74.4%、70.0%、67.0%,T639分别为60.2%、58.4%、54.3%,EC较T639平均高出10个百分点,对预报员来说具有很好的参考价值。

对于最低气温(图6b)预报而言,EC的准确率高,前3 d分别为75.6%、75.1%、72.0%;T639前2 d较低(52.5%),后几天为61.0%~65.1%,从T639订正曲线看,前2 d符合误差滑动订正规律,准确率达78.9%,后面几天不符合这条规律。

从图3与图5对比可以看到,EC数据绝对值较T639小,说明EC误差较T639小,EC订正值曲线没有T639起伏大,也说明EC较T639预报值较平稳;只有在预报阴雨天时,高温、低温的预报值均可以应用于日常预报业务中。

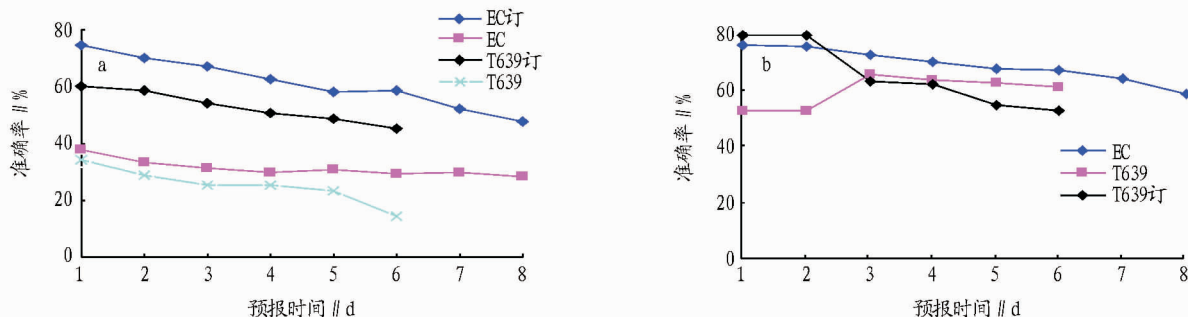


图6 EC、T639高温(a)和低温(b)预报准确率对比

2.2 误差滑动订正的实用性多年来,怀化市城镇预报极端气温的预报质量,特别是高温在全省排名均在最后,为解决这一问题,将误差订正的规律应用到日常工作中,2013年下半年怀化市的预报质量得到了很大的改观,从倒数第一,跃进到了(全省14个地州市)第六名;2014年第一季度也位居全省第七,高低温预报质量分别位居全省第二和第一位。

3 结论与讨论

(1)无论是EC还是T639对怀化市的最高气温预报准确率均较低,均服从误差滑动平均订正规律,EC前3 d准确率分别是74.4%、70.0%、62.5%,T639分别为60.2%、58.4%、54.3%;对最低气温预报准确率,EC前3 d分别是75.6%、75.1%、72.0%,T639通过误差滑动订正后,也达到

了较高水平,分别是78.9%、78.9%、62.9%。

(2)如果将天空状况分为晴天、多云、阴天、雨天,EC高温的系统误差值分别是-4、-3、-2、-1℃;T639基本上是-5、-4、-2、-0.5℃;在预报阴雨天气时,EC和T639高、低温的预报值均可以应用于日常预报业务中。在出现转折性天气时,2个数值产品均可能预报错误,需要进行人工订正以提高预报准确率。

(3)EC、T639细网格的温度预报均具有一定的参考价值,EC整体的预报准确率高于T639,更具有参考作用。

参考文献

- [1] 怀化市情网. 质地貌[EB/OL]. http://www.hhsqw.cn/newsview003.asp?_D_ID=647.

较高,其中4-2#为蓄电池厂废水沟底泥,As 浓度水平最高,可见蓄电池厂是 As 污染的主要来源。居民区1#、1-1#、1-2#、3#、9#、13-1#采集于水塘、水库和田地,距离工业区很近,其 As 浓度偏高可能与此有关。Cd 的浓度峰值出现在金铅厂南墙(13-3#),可能是长期受此厂排放污染所致。由此可见,在该研究区域内,水塘、水库和田地均遭到 Cr、Pb、As、Cd 的严重污染,且浓度明显高于附近其他采样点,已经对人体和当地生态环境构成威胁。该区域内的蓄电池厂、煤矿、金铅厂等工矿企业是污染的主要来源,其中 Cr 在土壤中分布广泛且来源丰富,蓄电池厂和金铅冶炼等企业是土壤中 Pb 的主要污染源,其中金属冶炼类企业是土壤中 Cd 污染的主要来源,蓄电池厂是土壤中 As 污染的主要来源。

2.4 4 种金属(类金属)相关性分析 对 Cr、Pb、As 和 Cd 的相关性分析显示,水环境中 4 种金属(类金属)不存在相关性,而土壤样品中 Pb 和 Cd 具有显著相关性($R^2 = 0.81$) (图 4)。调查结果显示,此两种金属污染程度较严重,且分布均一,因此推断 Pb 和 Cd 存在相同或相近污染源,且复合污染可能性较大。As、Cr 与其他元素相关性均较低,表明两者可能有不同于其他元素的污染途径或污染源^[21]。

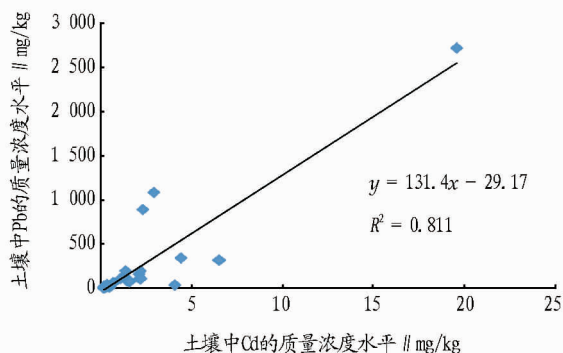


图 4 土壤样品中 Pb 和 Cd 的相关性

3 结论

(1) 工业区水体和土壤中 Cr、Pb、As 和 Cd 4 种金属浓度水平差异较大,但都受到不同程度的污染。11 个水样中 Cr 单项污染指数全部大于 1,超标率为 100%;27 个土壤样品中,除 Cr 外,Pb、As 和 Cd 单项污染指数大于 1 的比率分别是 18.52%、51.85% 和 74.07%。从综合污染指数来看,90.9% 的水样均大于 1.0(属重污染);70.4% 的土壤样品综合指数大于 1,其中 48.1% 大于 3(属重污染),表明该区域地表水和土壤遭受金属(类金属)污染已相当严重。

(2) 土壤中 Pb 和 Cd 具有显著相关性($R^2 = 0.81$),表明两种金属存在相同或相近污染源,且复合污染可能性较大。

(3) 水体中 Cr 污染相对严重,其原因为地表水水源主要来自靠近工矿区的山区,除天然土壤岩石释放排入外,煤矿、钢厂和煤焦化企业排放污染是主要原因。土壤中 Pb、As 和 Cd 污染严重,蓄电池厂和金铅冶炼企业是 Pb、As 主要污染源,钢厂和金铅冶炼企业是 Cd 主要污染源。

参考文献

- [1] LIU W X, SHEN L F, LIU J W, et al. Uptake of toxic heavy metals by rice (*Oryza sativa* L.) cultivated in the agricultural soils near Zhengzhou City, People's Republic of China [J]. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 2007, 79(2): 209-213.
- [2] AELION C M, DAVIS H T, MCDERMOTT S, et al. Metal concentrations in rural topsoil in South Carolina: potential for human health impact [J]. Science of the Total Environment, 2008, 402: 149-156.
- [3] AHMED F, ISHIGA H. Trace metal concentrations in street dusts of Dhaka City, Bangladesh [J]. Atmospheric Environment, 2006, 40: 3835-3844.
- [4] POGGIO L, VIGCAJ B, HEPPELLE E E, et al. Introducing a method of human health risk evaluation for planning and soil quality management of heavy metal-polluted soils: an example from Grugliasco (Italy) [J]. Landscape and Urban Planning, 2008, 88: 64-72.
- [5] 奚旦立, 孙裕生. 环境监测第四版[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [6] 陈保卫, 那仁满都拉, 吕美玲, 等. 砷的代谢机制、毒性和生物监测[J]. 化学进展, 2009, 21(2/3): 474-482.
- [7] 王敏, 田丹, 周志忠, 等. 铅中毒对国内儿童智力发育影响的 Meta 分析[J]. 中南医学科学杂志, 2012, 40(1): 36-41.
- [8] 王厚杰, 彭培好, 贝容塔, 等. 三岔河沿岸植物铅、镉富集特性的研究[J]. 环境科学导刊, 2012, 31(2): 11-15.
- [9] 李静, 俞天明, 周洁, 等. 铅锌矿区及周边土壤铅、锌、镉、铜的污染健康风险评估[J]. 环境科学, 2008, 29(8): 2327-2330.
- [10] 丁振华, 王文华, 翟丽雅, 等. 贵州万山汞矿区汞的环境污染及对生态系统的影响[J]. 环境科学, 2008, 23(2): 111-114.
- [11] 程金平, 胡卫壹, 马黎, 等. 贵州万山汞矿汞污染生物健康效应[J]. 上海交通大学学报, 2005, 39(11): 616-619.
- [12] 李玉锋, 陈春英, 邢丽, 等. 贵州万山汞矿地区人发中汞的含量及其赋存状态的 XAFS 原位研究[J]. 核技术, 2004, 27(12): 899-903.
- [13] 陈奔, 邱海源, 郭彦妮, 等. 尤溪铅锌矿集区重金属污染健康风险评估研究[J]. 厦门大学学报, 2012, 51(2): 245-251.
- [14] 孙金辉, 刘群, 冯精兰, 等. 黄河中下游表层沉积物中汞和砷的污染研究[J]. 人民黄河, 2009, 31(2): 56-62.
- [15] 国家环境保护局, 国家技术监督局. 土壤质量铅、镉的测定. GB/T 17141-1997[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [16] 中国科学院. 地表水环境质量标准. GB 3838-2002[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012: 1-3.
- [17] 国家环境保护局南京环境科学研究所. 土壤环境质量标准 GB15618-1995[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995: 2-3.
- [18] 陈平, 陈研, 白璐. 日本土壤环境质量标准与污染现状[J]. 中国环境监测, 2004, 20(3): 63-66.
- [19] 李博文, 杨志新, 谢建治. 土壤中 CdZnPb 复合污染对植物吸收重金属的影响[J]. 农业环境科学学报, 2004, 23(5): 908-911.
- [20] 郭观林, 周启星. 土壤-植物系统复合污染研究进展[J]. 应用生态学报, 2003, 14(5): 823-828.
- [21] 鲍争争, 何义亮, 张文, 等. 深圳市内某河表层沉积物重金属含量及污染评价[J]. 环境化学, 2010, 29(2): 250-290.

(上接第 6320 页)

- [2] 吴爱敏, 路亚奇, 李祥科, 等. 利用 ECMWF 产品对庆阳极端气温释用效果分析[J]. 干旱气象, 2009, 27(3): 288.
- [3] 佟华, 姚明明, 王雨, 等. T213L31 全球中期数值天气预报系统 2m 温度

预报误差源分析[J]. 气象, 2006, 32(2): 52-57.

- [4] 王凤娇, 李昌义, 王立静. 单站气温短时预报的气候统计方法[J]. 山东气象, 2003(2): 15-17.