7/2004 本栏目由中国气象局国家气候中心协办

2003 年东亚夏季风活动的特点

朱艳峰[1] 翟盘茂[2] 张秀芝[3]
(中国气象局国家气候中心,博士[1];研究员[2,3] 北京 100081)

〔摘要〕 利用 2003 年国家气象中心提供的再分析资料以及台站降水资料,诊断分析了 2003 年我国东部地区汛期降水和东亚夏季风的活动特点,并对二者之间的联系进行讨论。结果表明:(1)2003 年南海夏季风于 5 月第 5 候在南海南部建立,6 月第 1 候全面爆发,比常年偏晚,南海夏季风强度也比常年偏弱;(2)该年夏季,副热带高压的一个显著特点是强度强、位置偏西,其中从 6 月下旬至 7 月中旬,副热带高压的位置稳定少变,其北脊线位于 25oN 附近,且副高位置偏西,这导致了长江以南的大部分地区高温少雨。这个阶段副热带高压西侧的南风气流将南海地区的水汽源源不断地输送到淮河流域,是淮河流域强降水过程水汽的主要来源。

〔关键词〕 东亚夏季风 副热带高压 水汽输送 〔中图分类号〕 P4 〔文章编号〕 1000-7857(2004)07-0025-04

CHARACTERISTICS OF EAST ASIAN SUMMER MONSOON IN 2003

ZHU Yan-feng ZHAI Pan-mao ZHANG Xiuzhi
(National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: Characteristics of East Asian Monsoon and rainfall over eastern China in 2003 summer and their relationship had been discussed based on NMC (National Meteorological Center) reanalysis data and stations precipitation in 2003. Results showed that: 1) The southwest monsoon entered the South SCS (South China Sea) on the fifth pentad of May and it onset over all the SCS was on the first pentad of June 2003, which was later than normal year. Intensity of SCS summer monsoon was also weaker than normal. 2) Northwest Pacific Subtropical High (NPSH) was stronger than normal and extended westward remarkably in 2003 summer. Ridge of subtropical high steadily located nearby 25oN and extended westward during the period from the last dekad of June to middle dekad of July, leading to serious droughts in the South China. Southerly transported moisture from SCS to the Huaihe basin was main sources of the precipitation over this region while summer monsoon reached areas between the Yangtze and the Huaihe rivers.

Key Words: East Asian summer monsoon, Northwest Pacific subtropical high, moisture transport

1 引言

2003 年夏季淮河流域出现了强的持续性降水过程,而长江以南的大部分地区尤其是浙江福建地区则出现罕见的高温干旱天气,给国民经济和人民生活带来了重大损失。我国是世界上季风气候最显著的地区之一,东部地区雨季的起迄、雨带的移动以及降水的变异等,均与季风活动以及变化有密切的联系。

南海夏季风是东亚夏季风的组成部分,在亚洲夏季风建立和活动中起着重要作用。南海地区的水汽输送情况与我国东部地区的强降水过程关系密切[1],南海季风爆发开启了印度洋→南海→中国大陆的西南水汽通道,季风发展过程中的水汽输送成为东亚海-陆-气相互作用的重要形式和纽带。研究表明南海夏季风的年际异常(强或弱),对大气环流和气候变化有明显的影响。在强南海夏季风年,我国东部汛期降水量呈江淮少雨,华南及华北到东北一带多雨的形势。弱南海夏季风年,我国东部汛期降水在江淮偏多,而华南及华北少雨[2,3,4]。南海夏季风的强弱与其爆发时间的早晚有关[5],当南海夏季风爆发偏早时,南海及其上游地区向东的水汽输送通道建立早且维持时间长,强度大,该年长江中下游降水往往偏少,反之,长江中下游为多雨年[6,7]。

西太平洋副热带高压作为中低纬度重要的天气系统,也是东亚夏季风的主要成员之一,副热带夏季风的变化影响了我国东部的绝大部分地区,东亚夏季主要雨带常位于副高的北侧和西侧,关于夏季西太平洋副热带的位置、强度及其与雨带位置的研究一直受到人们的关注[8]。1991 年和 1998 年夏季在我国江淮流域和江南北部分别发生了严重的洪涝灾害,这与前者西太平洋副高位置总体偏北而后者偏南密切相关[9,10]。

本文主要讨论分析了 2003 年东亚夏季风的活动特点,包括南海夏季风的爆发特点、夏季风向北推进的过程、西北太平洋副热带高压活动特点、夏季风发展的不同阶段水汽输送的特征,以及它们与 2003 年汛期我国东部降水异常的联系。

2 资料方法说明

2003 年高空实时资料来自国家气象中心数控室。气候平均场资料为 1971~2000 年的 NCEP 资料。降水资料来源于国家气象中心提供的台站降水资料。

南海夏季风强度指数计算:当南海季风监测区域(10~20°N,110~120°E)的平均纬向风由东风转变为西风,并维持两候以上时为南海夏季风爆发,从季风爆发开始至季风结束,累加关键区域内纬向风风速大于零的数值,经标准化处理后定义为南海夏季风强度指数。

3 2003 年我国东部地区夏季降水的特征

2003 年夏季我国主要多雨带位于长江至黄河之间，其中淮河流域降水比常年偏多 5 成以上，该区域发生了 1991 年以来最严重的洪涝灾害；此外，东北的大部分地区以及新疆西北降水也偏多，而长江以南的大部分地区、华北部分地区以及西北的东南部降水比常年偏少。

就气候平均情况而言，夏季我国东部地区的雨带随着季风的由南向北推进而有 3 个稳定的过程，这 3 次稳定过程分别对应着华南前汛期、江淮梅雨和华北雨季[11]。图 1 给出的是 5~8 月我国东部地区(110°E~120°E)逐候降水随时间–纬度的演变情况。5 月中上旬降水带位于江南北部，6 月中上旬强降水则主要集中在华南；6 月第 5 候强降水中心北跳至江南北部到江淮之间，此后雨带位置就维持在江淮及黄淮之间；7 月第 5 候，雨带北跳到 38°N 附近，但降水量不大。2003 年淮河流域降水的主要特点是持续性暴雨多、降水集中，形成全流域性大洪水。这次洪水无论是干流中下游的最高水位还是最大流量都已经全面超过了 1991 年的水平。

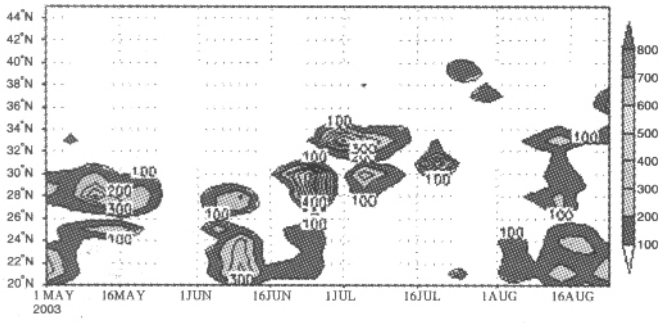

图 1 我国东部地区(110°E~120°E)2003 年 5 月第 1 候到 8 月第 6 候逐候降水的时间–纬度剖面
(横坐标为时间，纵坐标为纬度；单位:mm)

4 2003 年东亚夏季风活动特点

4.1 南海夏季风爆发及活动特点

南海地区是东亚地区大气环流最早从冬季型向夏季型转换的地区之一，南海季风爆发时伴随有如下特征[12]：(1)南海区域低层盛行西南风；(2)副热带高压主体撤离南海；(3)风场、温湿及降水等要素有突变。

对 2003 年南海季风爆发的分析表明，在南海夏季风爆发前期，对流层高层 200hPa 的高原上空温度增高明显(图略)，其中 5 月第 3 候与第 2 候相比，在高原上空有个增温的闭合中心。温度场的变化引起流场的相应变化，5 月第 3 候 200hPa 高空的南亚反气旋向东北移动，南海地区上空转为东北风，对流层低层 850hPa 上，东印度洋赤道两侧出现涡旋对。对流层高低层环流的这种配置，是东亚地区向夏季型环流转变的前兆。

5 月第 4 候，南海大部分地区还为高压系统控制(图 2.a)。5 月第 5 候，随着赤道印度洋西风向东扩展和 105°E 附近越赤道气流加强北推至 12°N 附近，南海南部为西风控制(图 2.b)，但由于南海北部海温偏高，南海北部为一小高压控制。OLR 分布图(图略)显示出，该候南海地区的对流活动中心位于 10°N 附近。这表明 5 月第 5 候时南海夏季风首先在南海南部建立。

已有的研究表明，南海地区低层纬向风对南海夏季风的爆发及强度变化有很好的指示作用[4]。图 3 给出南海季风监测区域(10~20°N，110~120°E)季风强度指数的逐候变化，当指数转为正

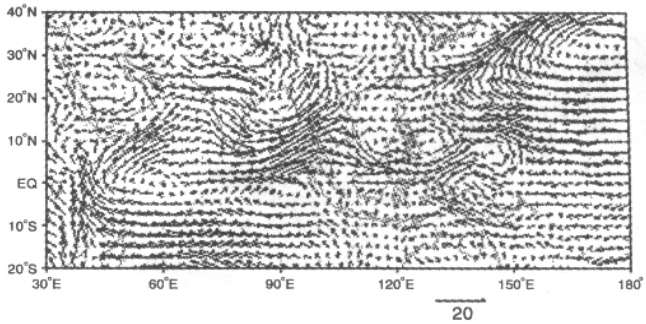

图 2.a 2003 年 5 月第 4 候 850hPa 的矢量风场(单位：m/s)

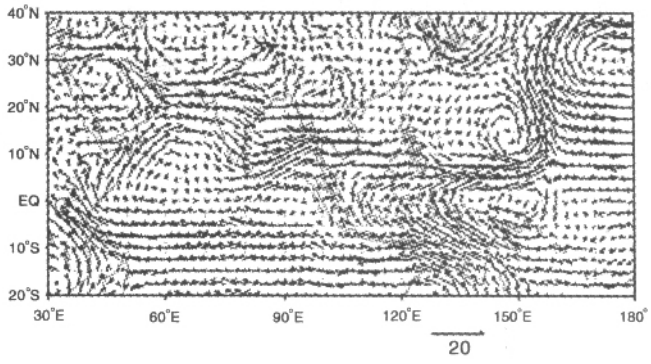

图 2.b 2003 年 5 月第 5 候 850hPa 的矢量风场 (单位：m/s)

值，并稳定维持两候以上，对应着南海夏季风的爆发。由图可见，今年南海夏季风指数在 5 月第 5 候稳定转为正值，表明南海夏季风在 5 月第 5 候建立，这与对环流场的分析结论是一致的。从环流场形势来看(图略)，5 月第 6 候的形势与第 5 候基本一致。6 月第 1 候，南海地区的西南风明显向北推进，对流活动中心也相应北抬，南海地区热带夏季风全面爆发，6 月第 2 候时对流活动强烈发展。随着南海夏季风的全面爆发，在我国华南沿海出现了一次较强的降水过程，这在图 2 中也有所表现。

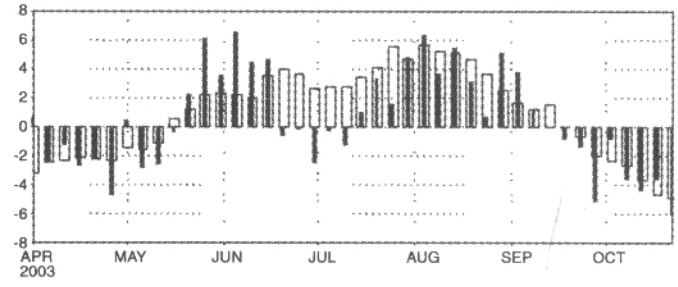

图 3 2003 年 4 月第 1 候至 9 月第 6 候南海关键区内(10~20°N，110~120°E)的平均季风强度指数变化(空心为 1971~2000 年的气候平均值，实心为 2003 年的季风指数)

从上述分析可知，2003 年南海夏季风于 5 月第 5 候在南海南部首先建立，6 月第 1 候全面爆发，比常年偏迟(南海夏季风爆发的平均日期是 5 月第 4 候)。从强度变化来看，从南海夏季风建立到 6 月第 3 候期间，南海夏季风比常年偏强，属南海夏季风活跃期。从 6 月第 4 候开始到 7 月第 2 候，是南海季风中断期。7 月第 3 候以后，南海夏季风强度接近常年。就整个夏季而言，2003 年的南海夏季风强度指数为–1.33，比常年偏弱，属于弱南海夏季风年。

4.2 东亚夏季风在我国东部的演变

图 4 给出了 110~120°E 之间平均的 850hPa 矢量风的时间–纬度剖面图。由图 4 可见从 5 月中下旬开始,西南风有一个明显向北推进的过程。5 月 20 日前后在北纬 10°N 附近,有个西南风的强中心,这对应了南海夏季风在南海南部首先建立。其后西南风向北推进,6 月上旬强西南风的中心位于北纬 20°N 附近,表明南海夏季风的全面爆发和西南季风的前沿到达华南,从降水的剖面图来看,这一时期主要降水集中在华南。6 月第 5 候以后,西南风前沿北推至北纬 30°N,并维持在该位置长达 1 个月,这一时期南海夏季风很弱,主要降水区位于长江至黄河之间,其中心位于淮河流域,江淮地区频繁出现大到暴雨,造成该区域的洪涝灾害。7 月底以后南海地区的西南风加强,同时大陆上的西南风前沿也推进到北纬 40°N 附近,这段时期降水主要分布在 24°N 以南和 35°N 以北的地区。

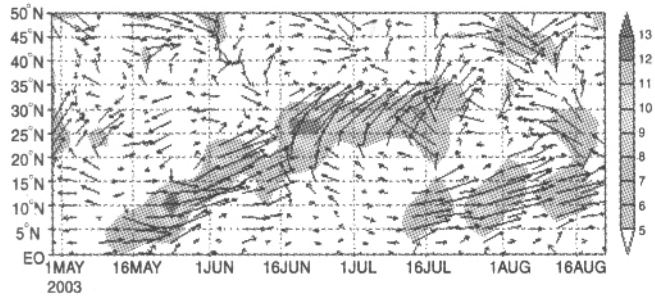

图 4 2003 年 5 月第 1 候到 8 月第 6 候 110°E~120°E 平均矢量风的逐候时间–纬度剖面图(单位:m/s)

西太平洋副热带高压是东亚季风系统的重要成员,它的强度和位置变化与我国东部地区雨带位置及旱涝状况密切相关。西太平洋副高脊线位置的南北季节性移动变化与降水的关系密切,是东亚大气环流季节变化的显著特征。在对流层中层的 500hPa 上副高的南侧盛行东风,北侧盛行西风,其东西风的分界线是客观判断副高脊线的一个标准。图 5 给出了夏季 115~145°E 范围内 U=0 线(代表西太平洋副高主体脊线位置)的时间–纬度剖面图。

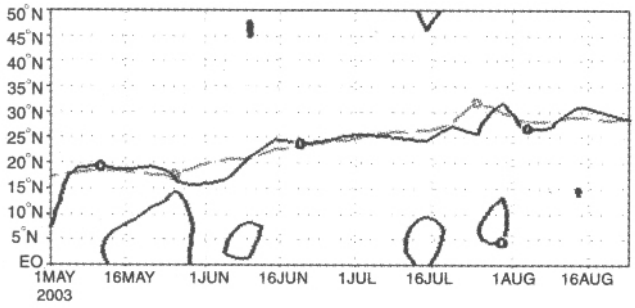

图 5 2003 年 5 月第 1 候到 8 月第 6 候副高脊线位置的逐候时间–纬度剖面图

(横坐标为时间,纵坐标为纬度;实线表示 2003 年副高脊线的位置变化, 虚线表示 1971~2000 年平均的副高脊线的位置变化)

从图 5 可以看到副高主体脊线的南北变动。5 月下旬至 6 月中上旬,副高脊线较常年位置偏南,此时雨带主要在华南;6 月 21 日副高有一次明显的北跳和西伸, 对应着长江流域进入梅雨期。从 6 月第 5 候开始到 7 月第 4 候,副高主体的脊线位置位于 25°N 附近,在其它系统的共同作用下,降水主要在淮河流域,造成淮河流域洪涝,这个时段的降水量成为夏季该区域降水的主要贡献时段。

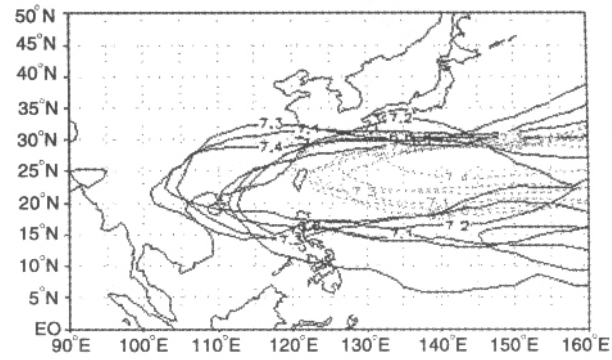

图 6 6 月第 5 候到 7 月第 4 候逐候的 500hPa 高度场上 588 线的分布图

(实线为 2003 年的 588 线位置分布,虚线为 1971–2000 年平均的 588 线位置分布)

2003 年副高活动的一个显著特点是从 6 月下旬到 7 月中旬副高主体的脊线维持在 25oN 附近,稳定少变。图 6 给出了 2003 年 6 月第 5 候到 7 月第 4 候 500hPa 高度场上 588 线的位置分布。由图可知,西太副高主体的北界位置接近常年,但强度偏强,西伸脊点位置比常年明显偏西 10~20 经度。我国东南沿海处于副高控制之下,炎热干旱,而江淮流域则位于副高西北侧的西南气流的控制下,降雨频繁。

5 夏季风活动期间水汽输送特征

前两部分分别对 2003 年夏季汛期降水及夏季风的时空演变特征进行了分析,伴随着夏季风由南向北 3 次推进过程,主要雨带也有明显的向北推进过程。在季风发展的不同阶段,水汽输送的途径、强度不同,相应的强降水中心位置也不同。我们给出了南海夏季风爆发以后,在季风发展的不同时期的水汽输送图。

第一阶段(6 月中上旬)对应着南海夏季风的活跃期,这时的水汽输送以西南气流为主,将来自孟加拉湾地区的暖湿气流输送到南海地区及华南南部, 这段时期在华南南部发生了强降水过程。第二阶段由于副热带高压加强西伸,长江以南的及南海的大部分地区为高压控制。此时的水汽输送包括以下两个途径,一是孟加拉湾的西南气流经中南半岛北部进入华南,再向淮河流域输送,二是以副高西侧的南风气流为主,强南风气流将来自南海的水汽向北输送,强降水也随之由华南–江南向江淮推移,表现出南海水汽的输出对中国强降水的贡献。这段时期对应着淮河流域的强降水时段。随着 7 月下旬副热带高压的进一步北跳,江淮流域的雨季结束,华北进入汛期。这一阶段南海夏季风强度接近常年,水汽输送情况表现为南海地区为西风气流输送水汽,而在中国大陆地区,没有强劲的西南气流,使得南海或西太平洋的水汽不能进入华北地区,导致该地区汛期降水偏少。

6 小结

本文对 2003 年我国夏季降水异常分布的时空特征以及夏季风的活动情况进行了诊断分析,并对两者之间的联系进行讨论。

(1)2003 年度汛期降水的主要多雨带位于长江至黄河之间,其中淮河流域降水比常年偏多 5 成以上。长江以南的大部分地区、华北部分地区以及西北的东南部降水比常年偏少。从时间分布来看,6 月上旬的强降水区域主要位于华南沿海,6 月下旬至 7 月上旬,淮河流域发生了大范围的强降水天气。本年度汛期降水

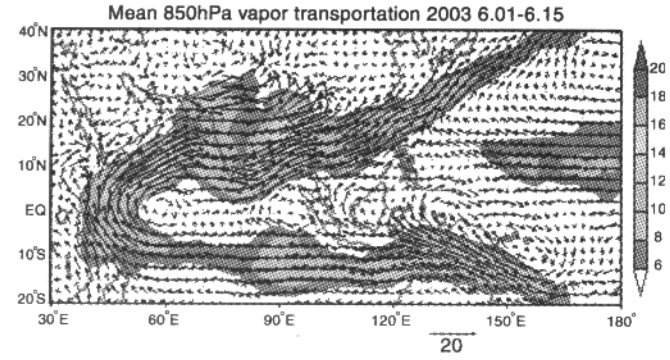

图 7.a 第一阶段水汽输送

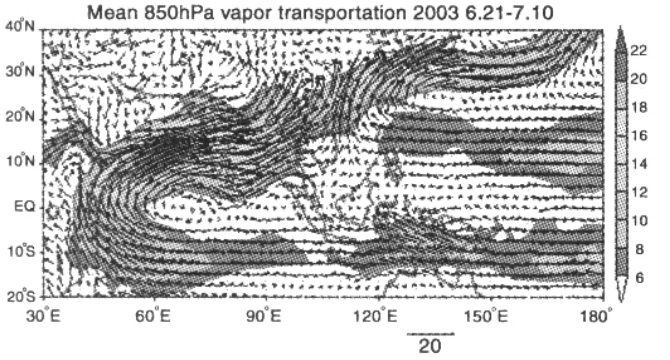

图 7.b 第二阶段的水汽输送

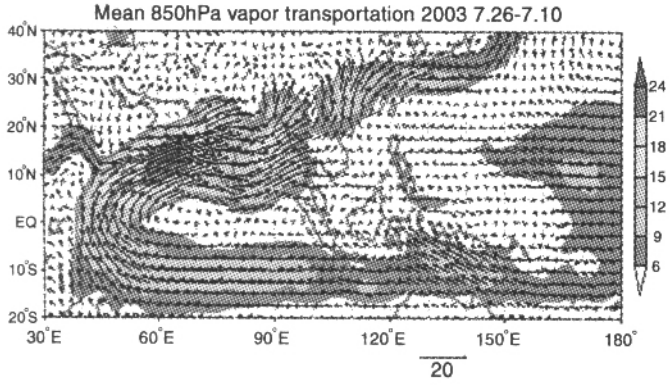

图 7.c 第三阶段的水汽输送

的这种时空分布特征是与夏季风的活动情况密切联系的。

(2) 2003 年南海夏季风于 5 月第 5 候首先在南海南部建立，6 月第 1 候全面爆发，比常年偏晚。南海夏季风爆发后到 6 月第 3 候前是南海夏季风的活跃期，将来自孟加拉湾地区的暖湿气流输送到南海地区及华南南部，使得华南南部发生了强降水过程。6 月第 5 候随着副热带高压的北跳，长江以南的及南海的大部分地区为高压控制，南海季风进入中断期，强南风气流将来自南海的水汽向北输送，强降水带位于淮河流域。华北进入汛期后，在我国大陆地区，没有强劲的西南气流，使得南海或西太平洋的水汽不能进入华北地区，导致该地区汛期降水偏少。

(3)2003 年夏季副热带高压的一个显著特点是高强度、位置偏西。其中从 6 月下旬至 7 月中旬，副热带高压的位置稳定少变，其北脊线位于 25oN 附近，且副高位置偏西，这导致了长江以南的大部分地区高温少雨，而副热带高压西侧的南风气流将南海地区的水汽源源不断地输送到淮河流域，是该地区发生持续性的强降水的主要水汽来源。

(感谢中国气象科学研究院陈隆勋研究员为本文修改提出的宝贵意见。)

参 考 文 献

[1] 丁一汇,胡国权.1998 年中国大洪水时期的水汽收支研究[J].气象学报,2003,61(2):129~145

[2] 李崇银, 张利平. 南海夏季风活动及其影响 [J]. 大气科学, 1999,23(3):257~266

[3] 徐予红,陶诗言.东亚夏季风的年际变化与江淮流域梅雨期旱涝[A].见:黄荣辉主编.灾害性气候的过程及其诊断[C].北京:气象出版社,1996. 31~39

[4] Zhang Xiuzhi, Li Jianglong, Ding Yihui, et al. A study of circulation characteristics and index of south china sea summer monsoon[J]. ACTA.METE.SINICA, 2001: 450~464

[5] 戴念军,谢安,张勇.南海夏季风活动特点的年际和年代际特征[J].气候与环境研究,2000, 5(4):363~374

[6] 谢安,宋炎云,毛江玉,等.南海夏季风期间水汽输送的气候特征[J].气候与环境研究,2001:425~434

[7] 谢安,毛江玉,宋炎云,等.长江中下游地区水汽输送的气候特征[J].应用气象学报, 2002:67~77

[8] 赵汉光, 张先恭. 东亚季风和我国夏季雨带的关系 [J]. 气象, 1996,22(4):8~12

[9] 陆尔,丁一汇.1991 年持续性特大暴雨的夏季风活动分析[J].应用气象学报,1994,8(3): 316~324

[10] 中国气象局国家气候中心.98 中国大洪水与气候异常 [M].北京:气象出版社,1998

[11] 陈隆勋,李薇,赵平,等.东亚地区夏季风爆发过程[J]. 气候与环境研究,2000:345~355

[12] 何金海,丁一汇,高辉,等.南海夏季风建立日期的确定与季风指数[M].北京:气象出版社,2001

(责任编辑 邱夜明)

(上接第 31 页)

millennium [J]. Proc. Mining Sci. & Tech. Netherlands: Balkema, 1999:635~644

[3] S A Shuey. Mining technology for the 21st century: Inco digs deep in Sudbury[J]. E& M J_China,1999(2):7~11

[4] 朱训. 世纪之交的中国矿业[J]. 中国矿业, 1999(专):3~6

[5] 冯夏庭等. 21 世纪的采矿——智能矿山 [J]. 中国矿业, 1999 (专):77~79

[6] Wu LX, Yang KM, Qi AW, Hu DH, Deng ZY, Liu HJ. Information Classification & Management For MGIS And Digital Mine [A]. In: Towards Digital Earth-Proc. of Int. Sym. on DE, Beijing, 1999.11, pp. 999~1004

[7] 吴立新. 数字地球、数字中国与数字矿区 [J]. 矿山测量,2000 (1):6~9

[8] 吴立新,殷作如,邓智毅等. 论 21 世纪的矿山——数字矿山[J]. 煤炭学报,2000, 25(4):337~342

[9] 吴立新, 殷作如. 数字矿山构想与关键技术[A]. 见:中国矿业联合会年会暨首届国际矿业博览会论文集, 中国矿业 (专刊) 2001:77~85

[10] 吴立新.论数字矿山及其基本特征与关键技术[A]. 见:第六届全国矿山测量学术会议论文集,2002,68~72

[11] 吴立新, 殷作如, 钟亚平. 再论数字矿山:特征、框架与关键技术[J]. 煤炭学报, 2003, 28(1): 1~7

(责任编辑 苏 青 王宏章)