

李坤玉, 王维国, 2019. “一带一路”沿线国家暴雨灾害特征及服务需求探析[J]. 气象与减灾研究, 42(4): 312-318.

Li Kunyu, Wang Weiguo, 2019. Study on characteristics and service requirements of rainstorm disasters in countries along the Belt and Road in recent years[J]. Meteorology and Disaster Reduction Research, 42(4): 312-318.

“一带一路”沿线国家暴雨灾害特征及服务需求探析

李坤玉, 王维国

国家气象中心, 北京 100081

摘要: 基于 2007—2018 年国外“一带一路”沿线国家的暴雨灾害案例, 根据不同国家的地理位置将其主要分为东南亚、南亚、中亚、西亚/中东、蒙俄、中东欧地区共 6 个区域, 分别从地域和时间两个维度分析了暴雨灾害时空分布特征, 其中, 重点分析了暴雨灾害高发区的东南亚和南亚地区的气候特征和灾害分布特点。结果表明: 东南亚地区中印度尼西亚是暴雨灾害最多的国家, 灾害大致呈“双峰”型年际分布, 7 月—次年 1 月灾害次数较多, 尤其 1 月为全年最多; 南亚地区中印度是暴雨灾害最多的国家, 近年来灾害大致呈逐渐减少的趋势, 5—9 月是灾害高发期, 尤其 7 月为全年最多。此外, 从社会经济状况和防灾减灾能力等方面探析暴雨灾害气象服务需求, 需进一步深化与东南亚和南亚等地区的交流合作, 开展跨国和跨区域的防灾减灾基础研究, 探索暴雨灾害孕育机理, 以提升暴雨灾害风险应对策略。

关键词: 暴雨灾害, 一带一路, 服务需求, 对策建议

中图分类号: X43

文献标识码: B

文章编号: 1007-9033(2019)04-0312-07

doi: 10.12013/qxyjzjy2019-050

Study on Characteristics and Service Requirements of Rainstorm Disasters in Countries along the Belt and Road in Recent Years

Li Kunyu, Wang Weiguo

National Meteorological Centre, Beijing 100081, China

Abstract: Based on rainstorm disaster cases in countries including the South-East Asia, South Asia, Central Asia, West Asia, Mongolia-Russia and Central and Eastern Europe along the Belt and Road from 2007 to 2018, the spatiotemporal characteristics of rainstorm disasters were analyzed, and the climatic characteristics and rainstorm disaster distribution of the South-East Asia and South Asia that mostly threatened by catastrophic rainstorm disasters were emphatically discussed. The results showed that Indonesia was the most threatened by catastrophic rainstorm disasters in South-East Asian, with a bimodal distribution of the annual disasters, and more rainstorm disasters occurred from July to the following January than other months, especially in the January. India was the most threatened by catastrophic rainstorm disasters in South Asia. In recent years, disasters in India exhibited a decline trend and took place more frequently from May to September, especially in July. Moreover, We also explored the meteorological service requirement of rainstorm disasters according to the socioeconomic status and the capability of disaster prevention and mitigation. With the purpose of elevating the countermeasure and suggestion to cope with rainstorm disasters, we need to further deepen communication and coordination with Southeast Asian and South Asian nations, and conduct transnational and trans-regional researches on disaster prevention, mitigation to understand the mechanism of rainstorm disasters incubation.

Key words: rainstorm disasters; the Belt and Road; service requirement; countermeasure and suggestion

收稿日期: 2019-07-04; 修订日期: 2019-11-09.

基金项目: 国家气象中心预报员专项(编号: Y201721).

作者简介: 李坤玉, 硕士, 高级工程师, 主要从事决策气象服务业务与研究, E-mail: 3064424781@qq.com.

0 引言

“一带一路”(the Belt and Road)是“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的简称。2013年9月和10月,中国国家主席习近平出访中亚和东南亚期间,分别提出建设“新丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的合作倡议。随着“一带一路”合作倡议的持续推进,我国逐步加强了对沿线国家的项目建设和投资,然而沿线国家极端气象灾害风险高,尤其是东南亚和南亚等地区暴雨及其衍生灾害频发,而且防灾减灾基础薄弱,导致灾害损失大。暴雨灾害,是指长时间降雨过多或区域性持续的大雨、暴雨以上强度降雨以及局地短时强降雨引发江河洪水泛滥,冲毁堤坝、房屋、道路、桥梁,淹没农田、城镇等,或者引发泥石流、滑坡等衍生灾害,造成农业或其他财产损失和人员伤亡的一种灾害(中国气象局,2009)。暴雨灾害主要受自然因素,也有社会和人为因素的影响。自然因素包括天气和气候条件、地理环境和地势位置等,其中天气和气候因素是引发暴雨的直接原因。

自“一带一路”合作倡议提出以来,气象科技工作者对沿线区域的自然灾害做了很多基础性研究工作。如刘哲等(2018)分析了中国重点区域的自然灾

害损失和时空分布特征;毛星竹等(2018)统计了沿线国家自然灾害的发展趋势和空间格局;王维国等(2017)分析了“一带一路”建设的气象服务能力;孔锋等(2017)建议建立南海地区自然灾害风险防范机制以提高服务能力。然而,针对“一带一路”沿线区域致灾严重的暴雨洪涝及其衍生灾害研究极少,尤其是暴雨灾害的分布特征规律研究,因此对灾害预测、防灾减灾等具有重要参考价值和现实意义。

文中,基于2007—2018年国外“一带一路”沿线国家暴雨灾害案例,利用数理统计方法,分析暴雨灾害的时空分布特征及各区域的气候特征,并从社会经济状况和防灾减灾能力等方面,探析暴雨灾害气象服务需求,以期为“一带一路”防灾减灾提供参考。

1 资料

文中,所用的暴雨灾害资料均为中国气象局国家气候中心在监测的全球范围内每月国外发生的重大灾害性天气气候事件过程中收集的资料,包括暴雨灾害及其衍生灾害事件,但不包括台风和北印度洋气旋风暴产生的暴雨及其衍生灾害。参考相关研究(刘清杰,2017;国家气候中心,2019),根据国外“一带一路”沿线国家的地理位置和气候特征,将研究范围确定为64个国家(表1)。

表1 “一带一路”沿线国家
Table 1 Countries along the Belt and Road

区域	主要国家
中亚	哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦
蒙俄	蒙古国、俄罗斯
东南亚	新加坡、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、泰国、老挝、柬埔寨、越南、文莱、菲律宾、东帝汶
南亚	印度、巴基斯坦、孟加拉国、阿富汗、斯里兰卡、马尔代夫、尼泊尔、不丹
中东欧	波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚、罗马尼亚、保加利亚、塞尔维亚、黑山、马其顿、波黑、阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、立陶宛、拉脱维亚、乌克兰、白俄罗斯、摩尔多瓦
西亚/中东	土耳其、伊朗、叙利亚、伊拉克、阿联酋、沙特阿拉伯、卡塔尔、巴林、科威特、黎巴嫩、阿曼、也门、约旦、以色列、巴勒斯坦、亚美尼亚、格鲁吉亚、阿塞拜疆、埃及

2 暴雨灾害分布特征

2.1 区域分布

分析图1发现,2007—2018年国外“一带一路”沿线国家暴雨灾害的发生总次数为389次,其空间分布极不平均,具有很强的地域性。从区域分布来看,南亚和东南亚是暴雨灾害的高发区和重灾区,发生次数分别为158次和155次,占“一带一路”沿线国家暴雨灾害总次数的40.6%和39.8%。中亚、西亚/中东、蒙俄和中东欧国家的暴雨灾害发生次数较少,仅占“一带一路”沿线总次数的19.6%,尤其是

蒙俄和中亚暴雨灾害发生次数少。

2.2 年际分布

分析图2发现,国外“一带一路”沿线国家暴雨灾害发生次数大致呈先增加后减少的趋势,平均每年发生32.4次。2007年、2009—2013年每年发生次数均在30次以上,其中2010年和2012年发生次数较多,分别为46次和45次;2008年、2014—2018年每年发生次数均少于30次。这是因为2010年、2011年和2012年均均为拉尼娜年,全球陆地降水显著增加,尤其是东南亚地区的印度尼西亚等国家多暴雨洪涝灾害。其中2010年6月,赤道中、东太平

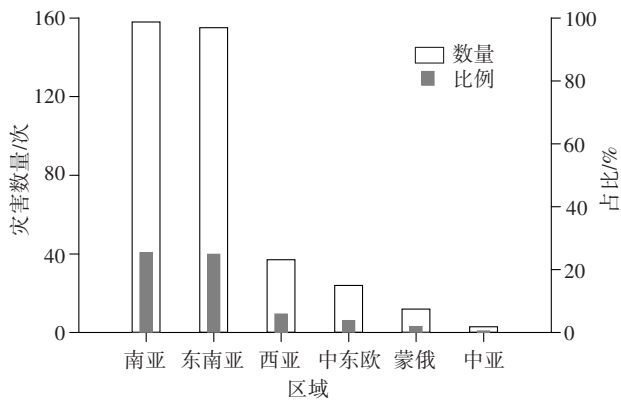


图1 国外“一带一路”沿线国家2007—2018年暴雨灾害区域分布

Fig. 1 Distribution of rainstorm disasters in countries along the Belt and Road from 2007 to 2018

洋进入拉尼娜状态,并于10—12月达到最强,东南亚及周边地区热带对流活动偏强,造成热带太平洋及周边地区气象灾害明显增多。2010年10月,印度尼西亚暴雨成灾,近150人死亡失踪;越南暴雨引发洪涝和山体滑坡,至少140人死亡失踪;10—11月,泰国遭遇暴雨洪涝,255人死亡,866万人受灾。2011年8月—2012年3月赤道中、东太平洋又一次拉尼娜事件形成。2011年7—12月,泰国出现半个世纪最严重洪灾,740人死亡,近900万人受灾;8—10月,柬埔寨发生洪灾,247人死亡,150万人受灾;9—11月,越南发生洪灾,100人死亡,50万人受灾。2012年1月,菲律宾暴雨引发泥石流导致近180人死亡失踪。另外,2012年6—10月,南亚多个国家和地区也遭遇强降雨及其引发的洪水、山洪、泥石

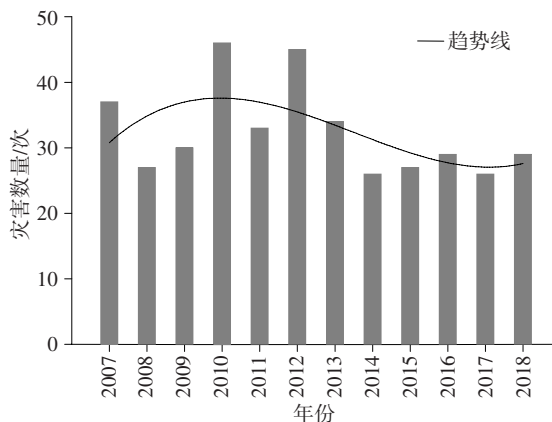


图2 国外“一带一路”沿线国家2007—2018年暴雨灾害年际分布

Fig. 2 Annual distribution of rainstorm disasters in countries along the Belt and Road from 2007 to 2018

流等衍生灾害袭击,造成重大财产损失和人员伤亡。其中6月下旬,孟加拉国东南部连续暴雨引发洪水和泥石流灾害,至少100人死亡,5万人受灾;7—9月,印度多地频繁遭遇强降水袭击并引发洪水,逾300人死亡;9—10月,巴基斯坦由于持续暴雨引发的洪水造成455人死亡,超过600万人受灾。

2.3 暴雨灾害月度分布

分析图3发现,国外“一带一路”沿线国家暴雨灾害全年均可能发生,大致呈“单峰”型分布。其中,5—8月为灾害高发期,其中7月的总次数为最多60次,占全部次数的15.4%;5月、6月和8月的发生总次数分别为39、41和47次,占全部次数的10%、10.5%和12.1%。相对而言,2—3月是灾害发生频率较低的时段,仅占全部次数的7.5%。究其原因,“一带一路”沿线国家多位于北半球,而暴雨高发的南亚和东南亚又属于季风区域,受夏季风影响,7月和8月是北半球夏季降雨较多的时段,暴雨、洪涝等灾害数量增多,引发的泥石流、崩塌和滑坡等次生灾害数量也相应增多。

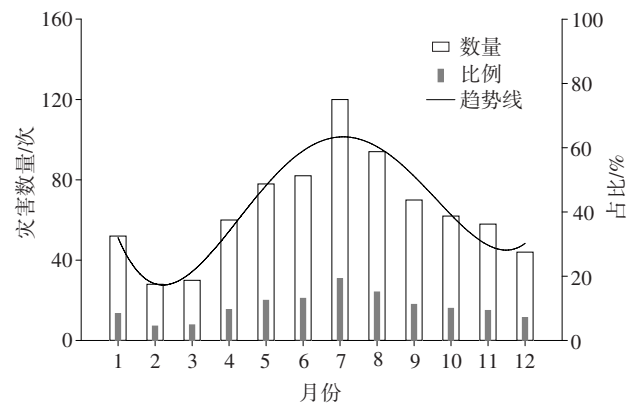


图3 国外“一带一路”沿线国家2007—2018年暴雨灾害的月分布

Fig. 3 Monthly distribution of rainstorm disasters in countries along the Belt and Road from 2007 to 2018

3 区域暴雨灾害分析

3.1 东南亚地区

东南亚地区位于亚洲东南部的中南半岛和马来群岛,其中中南半岛主要属于典型热带季风气候,有明显的干、雨季之分,一般而言5—10月为降雨充沛的雨季,12月—次年3月为干燥少雨的干季,包括国家有缅甸、泰国、越南、老挝和柬埔寨;马来群岛分布在赤道附近的太平洋和印度洋之间的广阔海域,主要国家印度尼西亚和菲律宾是热带雨林气候,气

候特征为高温多雨(盛承禹,1988)。东南亚地区是世界上人口分布最稠密的地区之一,也是“一带一路”沿线暴雨灾害的重灾区之一。

分析图4a发现,东南亚地区国家中印度尼西亚暴雨灾害发生次数最多,为58次,占东南亚地区总数的37.4%;菲律宾、泰国和越南的发生次数较多,分别为23、20和24次,各占14.8%、12.9%和15.5%;老挝可能因国际关注度较低,官方信息少,暴雨灾害统计次数仅为2次,远少于邻国越南和泰国,没有代表性。因此,东南亚国家中印度尼西亚、菲律宾和越南、泰国等国家需加强防范重大暴雨及其衍生灾害。

从年际分布(图4b)来看,东南亚地区2007—2018年暴雨灾害次数大致呈“双峰”型分布,总体变化为先增加后减少再增加的趋势,年平均发生12.9次。其中,2009—2013年发生次数较多,特别是2012年发生次数最多,为21次;2008年、2015年发生次数较少,均低于10次。

从月际分布看(图4c),7月—次年1月发生次数较多,月次数均超过13次。其中,1月暴雨灾害总次数20次,为全年最多,主要发生在印度尼西亚;2—6月发生次数较少,每月次数不超过10次。暴雨灾害发生次数最多的两个国家印度尼西亚和菲律宾位于马来群岛,全年高温多雨;暴雨灾害发生次数较多的国家泰国和越南位于中南半岛,5—10月降雨充沛。由此可见,中南半岛和马来群岛暴雨灾害月际分布特征与当地的气候特点大致对应。

3.2 南亚地区

南亚地区以南亚次大陆为主体,位于亚洲南部的喜马拉雅山中、西段以南和印度洋之间,其中印度、巴基斯坦、孟加拉国为临海国家,尼泊尔、不丹、阿富汗为内陆国家,斯里兰卡、马尔代夫为岛国。南亚大部地区属于热带季风气候区,3—5月为热季,高温少雨;6—9月为雨季,降雨充沛,集中全年90%的降水量;10月—次年2月为凉季,凉爽干燥(盛承禹,1988)。南亚地区是世界上人口最多和最稠密的区域,也是“一带一路”沿线暴雨灾害最严重地区。

从各国分布看(图5a),南亚国家中,印度暴雨灾害发生次数最多,共计69次,占南亚地区的43.7%;巴基斯坦和尼泊尔发生次数次多,分别为26次和23次,占南亚地区的16.5%和14.6%;斯里兰卡、孟加拉国和阿富汗发生的次数也均在10次以上。因此,南亚各个国家需加强防范暴雨及其衍生灾害。

从年际分布看(图5b),南亚地区2007—2018

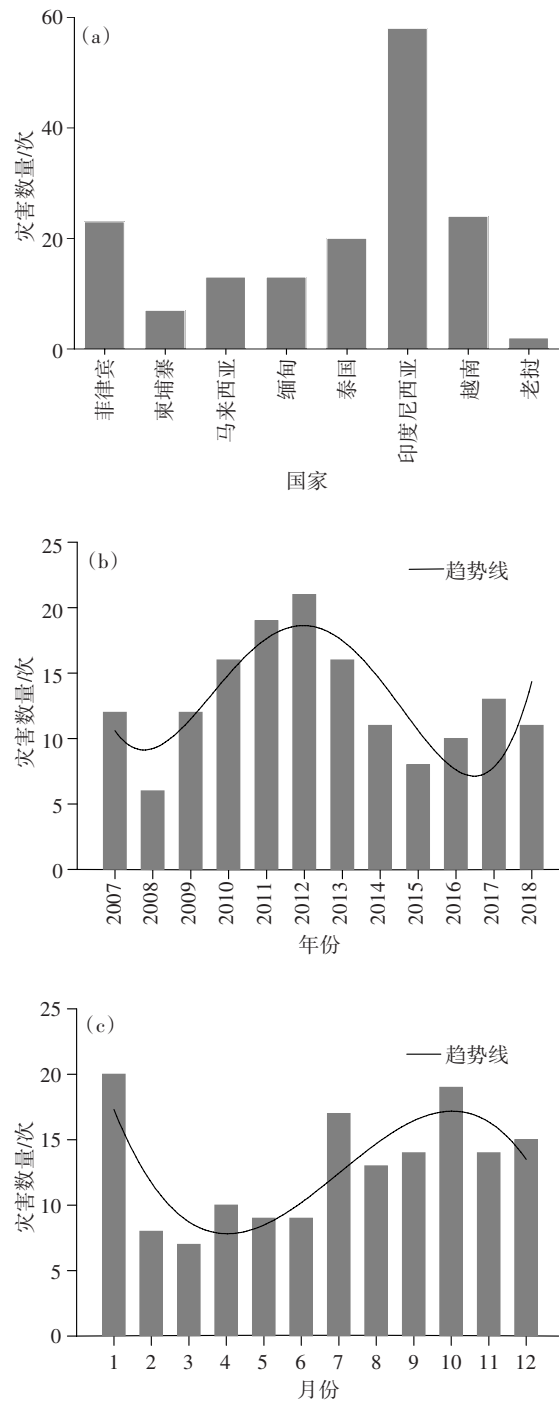


图4 东南亚地区2007—2018年暴雨灾害的国家(a)、年(b)、月(c)分布

Fig. 4 National (a), annual (b), and monthly (c) distribution of rainstorm disasters in South-East Asia from 2007 to 2018

年暴雨灾害大致呈逐渐减少的趋势。其中,2007年发生次数最多(18次),2008—2011年发生次数较2007年减少;2012年发生次数为次多(16次),2013—2014年发生次数较2012年减少;2015年发

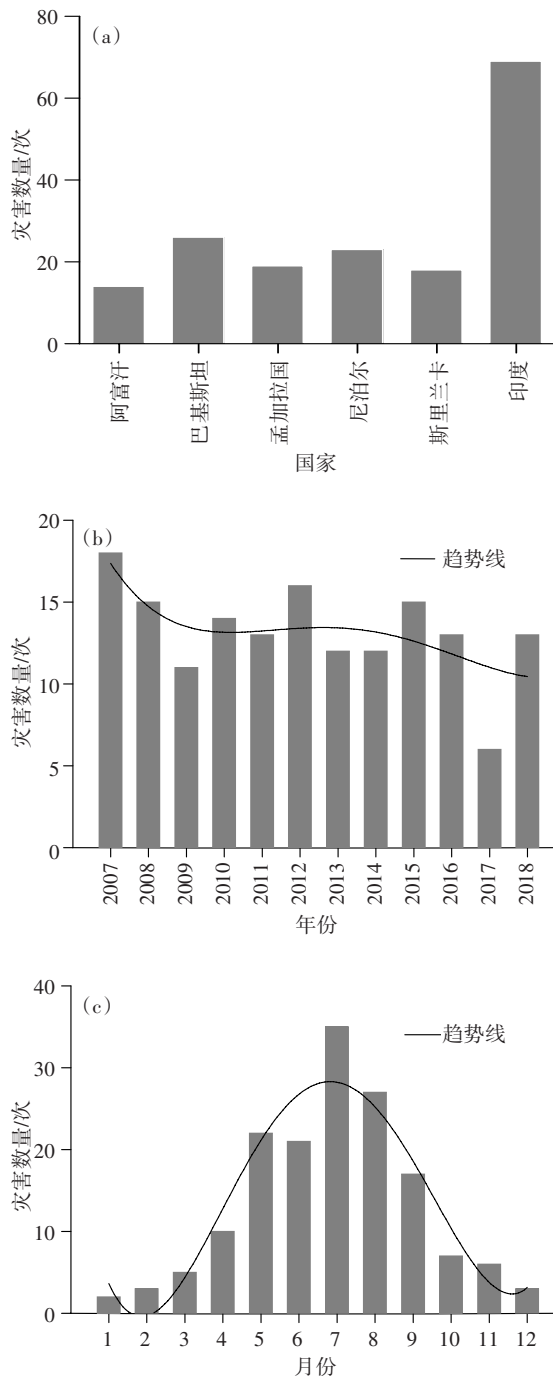


图5 南亚地区2007—2018年暴雨灾害的国家(a)、年(b)、月(c)分布

Fig. 5 National (a), annual (b), and monthly (c) distribution of rainstorm disasters in South Asia from 2007 to 2018

生次数为15次,2016—2018年发生次数较2015年偏少,其中2017年为极小值6次。南亚地区暴雨灾害年平均发生12.75次,与东南亚地区年平均12.9次仅相差0.15次。

从月际分布看(图5c),暴雨灾害发生次数呈典

型“单峰”型分布。其中5—9月为灾害高发期,特别是7月发生次数为全年最多,为35次;12月—次年3月发生次数较少,月次数均不超过5次。这与南亚地区热带季风气候的雨季和干季大致对应。

3.3 西亚/中东地区

西亚/中东地区位于亚洲西部,地形以高原为主,大部地区属于半干与干燥的草原气候和沙漠气候,干旱少雨;地中海沿岸国家属于地中海气候,夏季无雨少云、炎热干燥,冬季温和多雨(盛承禹,1988)。2007—2018年暴雨灾害发生次数较少为37次,年平均3.1次。其中,土耳其、沙特阿拉伯和也门暴雨灾害发生次数较多,分别为8次、7次和6次,其余国家发生次数为1—4次。究其原因,土耳其属于地中海气候,降水集中在冬季,夏季十分干旱;沙特阿拉伯绝大部分地区属于沙漠气候;也门西部红海沿岸山地气候炎热潮湿,是阿拉伯半岛最湿润的地区(盛承禹,1988)。

从年际分布看(图6a),仅2010年出现10次暴雨灾害,其余年份发生次数为1—4次,2011年和2014年未发生。从月际分布看(图6b),4月和11月暴雨灾害次数较多,为7次和8次,其余月份发生次数为1—4次,3月未有暴雨灾害统计。因此,西亚地区4月和11月需防范暴雨及其衍生灾害。

3.4 中东欧国家

中东欧国家位于欧洲中东部,是连接欧亚大陆的门户,地形以平原为主,北部毗邻波罗的海沿岸的国家属于温带海洋性气候,一年四季降水比较平均;南部介于亚得里亚海和黑海之间的国家属于亚热带地中海气候,降雨集中在冬季,夏季最少;中部地带绝大部分地区属于温带大陆性气候,冬季干燥,夏季湿润(盛承禹,1988)。2007—2018年暴雨灾害发生次数较少,为24次。

从年际分布看(图略),中东欧国家暴雨灾害数目呈减少的趋势,仅2007年出现6次暴雨灾害,2010年为4次,2014年为3次,其余年份暴雨灾害发生次数不超过2次,2015年和2018年未有暴雨灾害记录。从月际分布看(图略),夏季的6月和8月发生次数较多,分别为7次和4次;其余大部份月份发生次数为1—2次,4月未发生暴雨灾害。

3.5 蒙古国和俄罗斯

蒙古国和俄罗斯位于亚洲北部,同时俄罗斯西部又属于欧洲东部的一部分,是欧亚大陆的中心地带,也是衔接“一带一路”建设的重要桥梁;大部地区属于温带大陆性气候,降雨主要集中在夏季,短促温

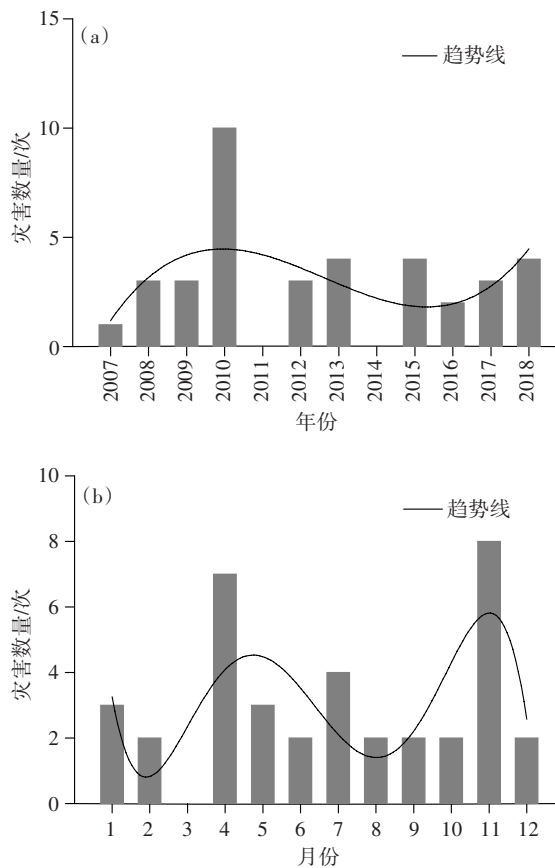


图6 西亚地区2007—2018年暴雨灾害的年(a)、月(b)分布
Fig. 6 Annual (a) and monthly (b) distribution of rainstorm disasters in West Asia from 2007 to 2018

暖,冬季则漫长酷寒(盛承禹,1988);2007—2018年暴雨灾害发生总次数仅为12次。

从年际分布看(图略),蒙古和俄罗斯仅2012年、2016—2017年每月发生2—3次暴雨灾害,其余年份暴雨灾害次数均不超过1次。从月际分布看(图略),4—10月每月发生1—2次暴雨灾害,11月一次年3月未发生,且暴雨灾害主要出现在俄罗斯,发生总次数为10次。

3.6 中亚地区

中亚地区地处亚欧大陆腹地,地形以平原和丘陵为主。由于远离大洋,地形上周围高、中间低的特点,气候干燥,大部地区为沙漠和半沙漠;汛期在春夏季,主要是雪山融化和冬春降雨引起(盛承禹,1988)。2007—2018年暴雨灾害仅发生3次,分别发生在2009年、2010年和2017年。

4 服务需求探析

4.1 社会经济状况

“一带一路”沿线64个国家,大多为新兴经济体

和发展中国家,因受经济水平和科技实力的影响,部分国家未形成完备的防灾减灾业务化体系。对比分析暴雨灾害的区域分布特征和当地社会经济状况,“一带一路”沿线的东南亚和南亚地区,不仅是暴雨灾害的重灾区,而且绝大多数国家为中等偏下收入或低收入国家,社会经济发展水平较低,受人力和财力的限制,人才、科研设施和软硬件等方面问题突出,相应的防灾减灾能力亦较弱;若发生暴雨灾害,由于防灾减灾能力较低,加之当地人口稠密,可能会遭受更严重的经济损失和人员伤亡。而西亚和中东欧地区,绝大多数国家为高收入或中等偏上收入国家,经济水平总体较高,能够有效支撑防灾减灾能力的提升,规避自然灾害风险,降低人员伤亡和财产损失。

4.2 服务需求探析

“一带一路”合作倡议的提出和不断推进,极大地促进了中国和沿线国家的经贸发展、对外产业投资、能源合作及各项基础设施建设(孔锋等,2017)。尤其是“一带一路”合作倡议涉及大量基础设施和交通、电力、通讯、能源、产业园区等重大工程项目,如中老、中泰等铁路网,中塔公路二期、喀喇昆仑公路等公路建设,科伦坡港口城、吉布提港口建设等(王维国等,2017)。

然而,“一带一路”沿线国家处于世界环太平洋和北半球中纬度两大自然灾害带(宋国友,2015),面临巨大的自然灾害风险。如东南亚、南亚等区域受热带季风气候或热带雨林气候影响,降雨丰沛,多局地性强降雨,并且地质环境复杂,是暴雨洪涝及山体滑坡、泥石流等衍生灾害的高发区,因此,对当地“一带一路”项目的安全实施带来风险。而当地绝大多数国家经济欠发达,气象观测、灾害风险预测预警能力较弱,并且面对特大灾害的物资储备和应急救援能力不强,难以面对重大自然灾害形成系统性的监测预警、防治和应急的综合防范能力,因此,不但严重威胁当地社会经济发展、公众生命财产损失,更是对我国的境外投资和项目实施带来安全隐患。

中国气象局制定发布了《气象“一带一路”发展规划(2017—2025年)》。截至2019年5月,中国气象局与“一带一路”国家签署双边科技合作协议的国家已达到23个;自主研发的新一代全球数值预报系统(GRAPES)为沿线国家防灾减灾提供支持,风云气象卫星覆盖沿线40多个国家和地区,广泛应用于气象预报、防灾减灾、科学研究等领域;自主研发的远洋气象导航系统为中国至南亚、非洲、欧洲等多条航线的船只提供精准、安全的导航服务;中国气象局

与巴基斯坦气象部门合作,为中巴经济走廊建设提供气象保障服务,等等。

在此基础上,未来还需深入加强与东南亚、南亚等国家的气象合作,包括气象观测资料和灾害信息交换、灾害风险区划与风险预评估、科研成果交流、气象仪器和装备、气象人员培训等,借鉴中国全面的暴雨灾害监测预警系统和综合灾害风险评估体系,在基础设施建设和重大工程项目中,提前规避风险地区,提高防灾水平。

同时,暴雨灾害的发生与天气条件、气候背景、地形条件(付超等,2017)等自然因素密切相关,具有明显的区域特征和分布规律,并不受国界和行政区域界限的限制。还需加强国际合作,开展跨国和跨行政区域的防灾减灾基础研究,通过物理模型构建、灾害发生和演变过程研究,探索暴雨灾害孕育发生机理;并建立暴雨灾害数据库,完善其分布特征的统计分析,提升对暴雨灾害规律的认识和把握能力,为“一带一路”建设提供科学可靠的数据和信息。

5 结 语

“一带一路”沿线不同国家和地区由于自然条件和气候特点的差异,发生暴雨灾害的时空分布特征各有不同。综合而言,时间分布上,5—8月为灾害高发期;空间分布上,东南亚和南亚地区是暴雨灾害的高发区,中亚、西亚/中东、蒙俄和中东欧国家虽然发生次数较少,但发生灾害时损失不可低估;东南亚和南亚受经济条件和防灾减灾能力的影响,在遭受暴雨灾害时损失惨重。其中,东南亚地区中印度尼西亚是暴雨灾害最多的国家,灾害大致呈双峰型年际分布,7月—次年1月灾害次数较多,尤其1月为全年最多;南亚地区中印度是暴雨灾害最多的国家,近年来灾害大致呈逐渐减少的趋势,5—9月是灾害高发期,尤其7月为全年最多。

随着“一带一路”合作倡议的继续推进,气象部门需继续围绕国家部署和防灾减灾需求,积极响应号召,进一步深化与暴雨及其衍生灾害频发、防灾减灾基础薄弱的东南亚和南亚等地区的交流与合作,开展跨国和跨区域的防灾减灾基础研究,共同探索暴雨灾害孕育发生机理和分布规律,提升暴雨灾害的风险预警和应对策略,规避灾害风险。

参考文献 (References)

付超,湛芸,单九生,2017. 地形因子对降水的影响研究综述[J]. 气象与减灾研究,40(4):318-324. Fu C, Shen Y, Shan J S,

2017. A review of the effects of terrain factors on precipitation [J]. Meteor Disaster Reduction Res,40(4):318-324. (in Chinese)

国家气候中心,2019. ENSO事件历史事件表[EB/OL]. (2019-09-15)[2019-01-15]. https://cmdp.ncc-cma.net/pred/cn_ensoi-index.php#t_1.

贾琨,杨艳昭,封志明,2019. “一带一路”沿线国家粮食生产的时空格局分析[J]. 自然资源学报,34(6):1135-1145. Jia K, Yang Y Z, Feng Z M, 2019. An evaluation of the Belt and Road cereals production from a view of spatial-temporal patterns[J]. J Natur Resources,34(6):1135-1145. (in Chinese)

孔锋,林霖,刘冬,2017. 服务“一带一路”建设,建立南海地区自然灾害风险防范机制[J]. 中国发展观察,(9):47-49. Kong F, Lin L, Liu D, 2017. Serving the “One Belt One Road” construction and establishing a natural disaster risk prevention mechanism in the South China Sea area[J]. China Dev Obs,(9):47-49. (in Chinese)

孔锋,吕丽莉,王一飞,等,2017. “一带一路”建设的综合灾害风险防范及其战略对策[J]. 安徽农业科学,45(22):214-216,230.

Kong F, Lu L L, Wang Y F, et al, 2017. Research on “the Belt and Road” construction of integrated disaster risk governance and strategy [J]. J Anhui Agric Sci,45(22):214-216,230. (in Chinese)

刘清杰,2017. “一带一路”沿线国家资源分析[J]. 经济研究参考,15. Liu Q J, 2017. Resources analysis of the countries along the Belt and Road[J]. Rev Econ Res,15. (in Chinese)

刘哲,张鹏,刘南江,等,2018. “一带一路”中国重点区域自然灾害特征分析[J]. 灾害学,33(3):65-71. Liu Z, Zhang P, Liu N J, et al, 2018. The analysis of the characteristics of natural disasters in key regions of “One-Belt-One-Road” initiative [J]. J Catastroph,33(3):65-71. (in Chinese)

毛星竹,刘建红,李同昇,等,2018. “一带一路”沿线国家自然灾害时空分布特征分析[J]. 自然灾害学报,27(1):1-8. Mao X Z, Liu J H, Li T S, et al, 2018. Spatio-temporal patterns of natural disasters in countries along the Belt and Road[J]. J Natur Disasters,27(1):1-8. (in Chinese)

盛承禹,1988. 世界气候[M]. 北京:气象出版社. Sheng C Y,1988. World Climate [M]. Beijing: China Meteorological Press. (in Chinese)

宋国友,2015. “一带一路”战略构想与中国外交新发展[J]. 国际观察,0(4):22-34. Song G Y, 2015. The strategic concept of “One-Belt-One-Road” and the new development of China’s economic diplomacy[J]. Int Survey,0(4):22-34. (in Chinese)

王维国,王莉萍,孙敏,等,2017. “一带一路”建设气象服务能力分析[J]. 海洋气象学报,37(4):19-24. Wang W G, Wang L P, Sun M, et al, 2017. Analysis on the meteorological service capability of the Belt and Road construction[J]. J Marine Meteor, 37(4):19-24. (in Chinese)

中国气象局,2009. 中国气象灾害年鉴[M]. 北京:气象出版社. China Meteorological Administration,2009. China meteorological disaster yearbook[M]. Beijing: China Meteorological Press. (in Chinese)