

2021 全球自然灾害 评估报告

2022年10月

应急管理部-教育部 减灾与应急管理研究院
北京师范大学 国家安全与应急管理学院
应急管理部国家减灾中心
红十字会与红新月会国际联合会

摘要

与过去30年(1991-2020年)均值相比,2021年全球自然灾害总频次偏多13%,死亡人口偏少81%,影响人口偏少48%,直接经济损失偏多82%。其中,2021年全球洪水灾害最为频繁,比历史偏多48%,造成的死亡人口最多,达4393人,与历史平均相比偏少35%;风暴灾害造成的直接经济损失最大,约1377亿美元,较历史偏多133%;地震强震活动偏少,灾害损失较轻;野火灾害死亡人口减少,但影响人口增加219%,直接经济损失增加109%。区域上,2021年亚洲自然灾害的频次最高,其次为北美洲;同时,亚洲也是因灾死亡人口最多的大洲,其次为北美洲;北美洲因灾直接经济损失最高、欧洲次之;发展中国家较发达国家受自然灾害影响更为严重,造成主要影响的灾种为洪水、风暴和极端气温。

2021年,中国因自然灾害死亡人口在全球排名中处于中等偏上位置,与经济发展水平基本匹配;直接经济损失占比排名处于全球中等偏下位置,与经济发展水平大体匹配。中国洪涝灾害损失的排名高于其他灾害,且在全球洪水灾害损失中有较大占比。

2021年,中国自然灾害形势复杂,极端天气气候事件多发,自然灾害以洪涝、风雹、干旱、台风、地震、地质灾害、低温冷冻和雪灾为主,沙尘暴、森林草原火灾和海洋灾害等也有不同程度发生,但自然灾害的总体灾情偏轻。

报告还分析了2000-2021年全球极端天气灾害的特征。期间,亚洲、美洲、欧洲和非洲地区因极端事件造成的年度直接经济损失均呈现上升趋势。其中,亚洲极端灾害发生频次远高于其他大洲,2011-2021年间的损失总量是2000-2010年间的2倍。报告在总结2021年全球气候特征和重大天气气候事件的同时,分析了典型重大天气气候事件的成因,包括暴雨洪涝灾害、干旱、热带气旋、高温热浪和山火、寒流和暴风雪以及强对流天气等,呼吁全球进一步关注日益频繁的极端天气气候事件的应对和合作研究。

目录

01 总报告

2021年全球自然灾害

1. 2021年全球自然灾害概况.....	03
2. 2021年全球自然灾害特点.....	05
3. 2021年全球自然灾害格局.....	12
4. 2021年中国自然灾害在全球的位置	19

02 专题报告一

2021年中国自然灾害

1. 2021年灾害总体情况.....	25
2. 2021年灾情时空特征.....	31
3. 2001-2021年灾情指标趋势分析	35

03 专题报告二

2021年全球重大气象事件评估

1. 2021年全球主要气候特征.....	41
2. 2021年典型重大气候事件成因分析.....	44
3. 小结.....	48

04 专题报告三

2000-2021年全球极端天气气候事件评估

1. 2000-2021年全球极端天气气候事件概况.....	51
2. 2000-2021年全球极端天气气候事件灾损情况.....	55
3. 2000-2021年全球各国家(地区)极端天气气候事件概况.....	56
4. 2000-2021年中国极端天气气候灾害损失在全球的位置	59

05 附录

附录I: 1991-2021年全球死亡人口和直接经济损失前50的自然灾害.....	65
附录II: 灾情轻重判定标准.....	67
附录III: 综合灾情指数计算方法.....	68
附录IV: 社会经济数据来源和折算方法.....	72

01

总报告

2021年全球自然灾害

1. 2021年全球自然灾害概况
2. 2021年全球自然灾害特点
3. 2021年全球自然灾害格局
4. 2021年中国自然灾害在全球的位置

总报告

2021年
全球自然灾害

1 2021年全球自然灾害概况

2021年,全球共发生367次较大自然灾害(不含流行性疾病),受影响的国家和地区达127个。其中,洪水灾害频次最高,达206次,占56.13%;风暴灾害(台风、飓风)82次,占22.34%;地震灾害25次,占6.81%;野火灾害19次,占5.18%;干旱灾害13次,占3.54%;滑坡灾害11次,占3%;火山灾害8次,占2.18%;极端高温和低温灾害3次,占0.82%(表1和图1)。

表1 2021年全球自然灾害频次与损失情况

灾害类型	频次(次)/ 占比(%)	死亡人口(人)/ 占比(%)	影响人口(万人)/ 占比(%)	直接经济损失(亿美元)/ 占比(%)
洪水灾害	206/56.13	4393/41.87	2919.81/28.03	746.07/29.59
风暴灾害	82/22.34	1876/17.88	1761.45/16.91	1376.76/54.60
地震灾害	25/6.81	2742/26.13	109.13/1.05	113.06/4.48
野火灾害	19/5.18	128/1.22	71.77/0.69	92.54/3.67
干旱灾害	13/3.54	0/0	5504.67/52.84	121.00/4.80
滑坡灾害	11/3.00	224/2.13	0.56/0.01	2.50/0.10
火山灾害	8/2.18	85/0.81	49.37/0.47	13.45/0.53
极端气温	3/0.82	1044/9.95	0/0	56.00/2.22
总计	367/100	10492/100	10416.76/100	2521.38/100

(注:灾情数据来自比利时鲁汶大学的全球灾害数据库EM-DAT;数据时间段为2021年1月1日—2021年12月31日,下同)

2021年,全球自然灾害共造成10492人死亡。其中,洪水灾害造成的死亡人口最多,达4393人,占41.87%;其次为地震灾害2742人,占26.13%;风暴灾害1876人,占17.88%;极端高温和低温灾害1044人,占9.95%;滑坡灾害224人,占2.13%;野火灾害128人,占1.22%;火山灾害85人,占0.81%。

2021年,全球自然灾害共影响10416.76万人。其中,干旱灾害影响人口最多,达5504.67万人,占52.84%;洪水灾害次之,为2919.81万人,占28.03%;风暴灾害1761.45万人,占16.91%;地震灾害109.13万人,占1.05%;野火灾害71.77万人,占0.69%;火山灾害49.37万人,占0.47%;滑坡灾害0.56万人,占0.01%。

2021年,全球自然灾害共造成直接经济损失2521.38亿美元。其中,风暴灾害造成的损失最多,达1376.76亿美元,占54.60%;洪水灾害次之,为746.07亿美元,占29.59%;干旱灾害121.00亿美元,占4.80%;地震灾害113.06亿美元,占4.48%;野火灾害92.54亿美元,占3.67%;极端高温和低温灾害56.00亿美元,占2.22%;火山灾害13.45亿美元,占0.53%;滑坡灾害2.50亿美元,占0.1%。

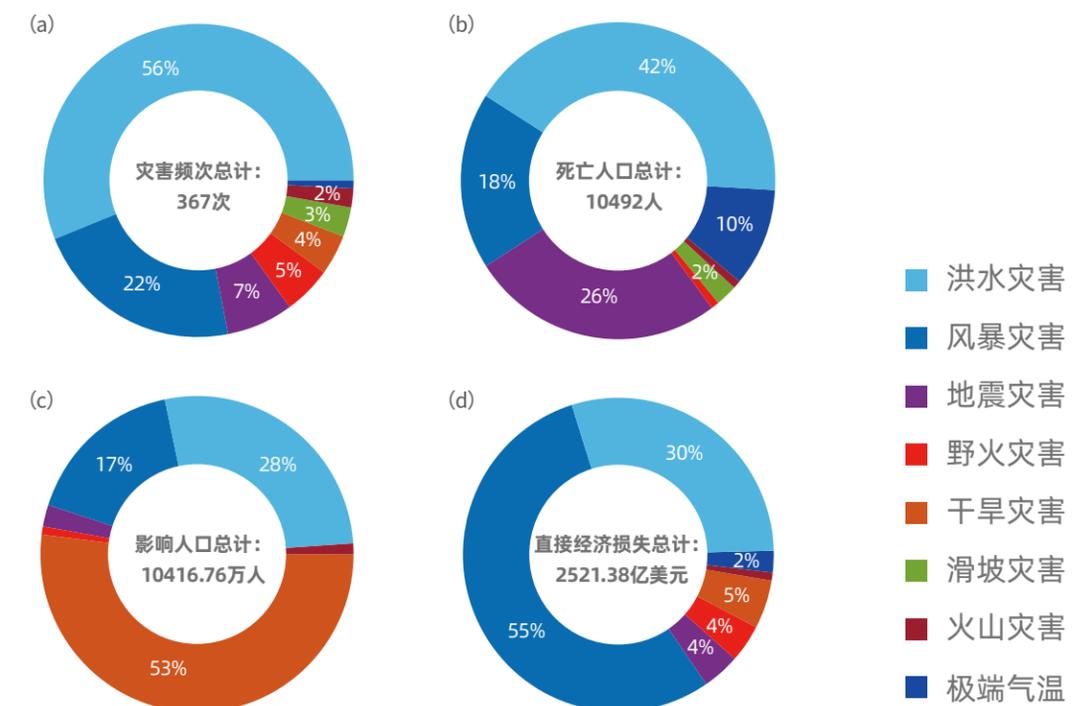


图1 2021年全球不同灾害类型发生频次与损失统计图

2 2021年全球自然灾害特点

2.1 自然灾害总体经济损失大，因灾死亡和影响人口减少

2021年，全球共发生较大自然灾害367次，造成10492人死亡，10416.76万人受影响，直接经济损失2521.38亿美元。与近30年（1991-2020年）均值相比，2021年较大自然灾害频次偏多13%，死亡人口偏少81%，影响人口偏少48%，直接经济损失偏多82%。与近10年（2011-2020年）均值相比，2021年较大自然灾害频次偏多14%，死亡人口偏少29%，影响人口偏少32%，直接经济损失偏多41%（图2）。

与近10年和近30年相比，2021年重特大灾害有所发生，但总体水平不高，这也是2021年自然灾害水平总体偏轻的主要原因。2021年全球仅发生2次超过1000人死亡的自然灾害，低于近30年年均，没有发生上万人死亡的自然灾害（近30年有19次死亡万人以上的自然灾害）。2021年，全球发生直接经济损失超过100亿美元的自然灾害4次，略高于近30年平均值，1次超过500亿美元的灾害事件。而近30年有9次灾害损失超过500亿美元，其中3次超过1000亿美元。

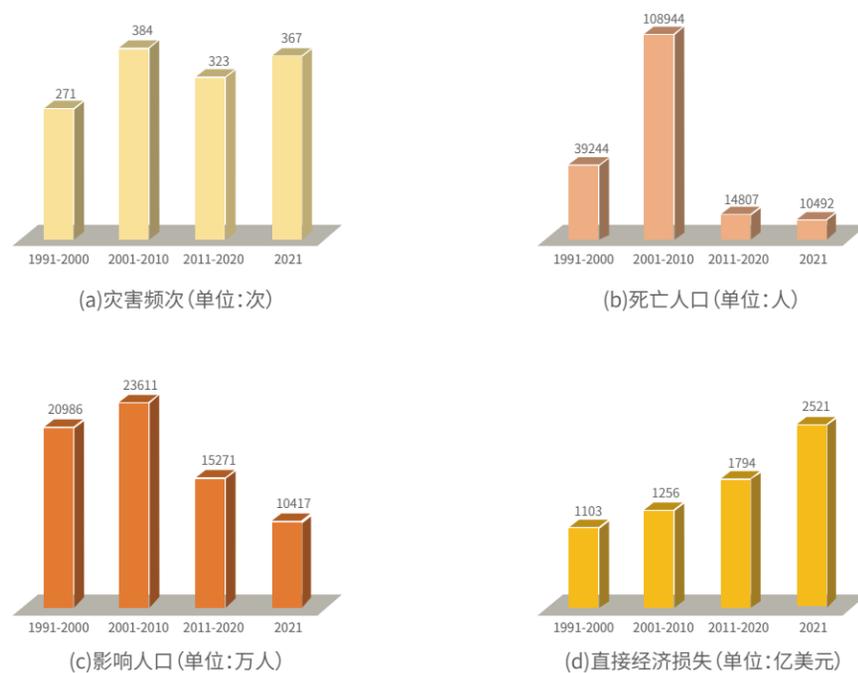


图2 1991-2020年全球自然灾害历史年均损失与2021年对比
(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)

2.2 洪水灾害最频繁，造成的经济损失大，死亡人口多

2021年，全球共发生较大洪水灾害206次，占较大灾害总频次的56%以上；洪水灾害造成的死亡人口达4393人，约占总死亡人口的42%；影响人口约2920万人，占28%，较2020年的3321万人有所减少；直接经济损失超746亿美元，约占30%。与近30年（1991-2020年）均值相比，2021年发生的洪水灾害频次偏多48%，造成的死亡人口偏少35%，影响人口偏少71%，直接经济损失偏多118%。与近10年（2011-2020年）均值相比，2021年发生的洪水灾害频次偏多41%，造成的死亡人口偏少9%，影响人口偏少43%，直接经济损失偏多79%（图3）。2021年有1次死亡人口在1000人以上的洪水灾害，亚洲的印度等国遭受了严重的洪涝灾害，有数千人季风期的洪灾或暴雨中丧生。

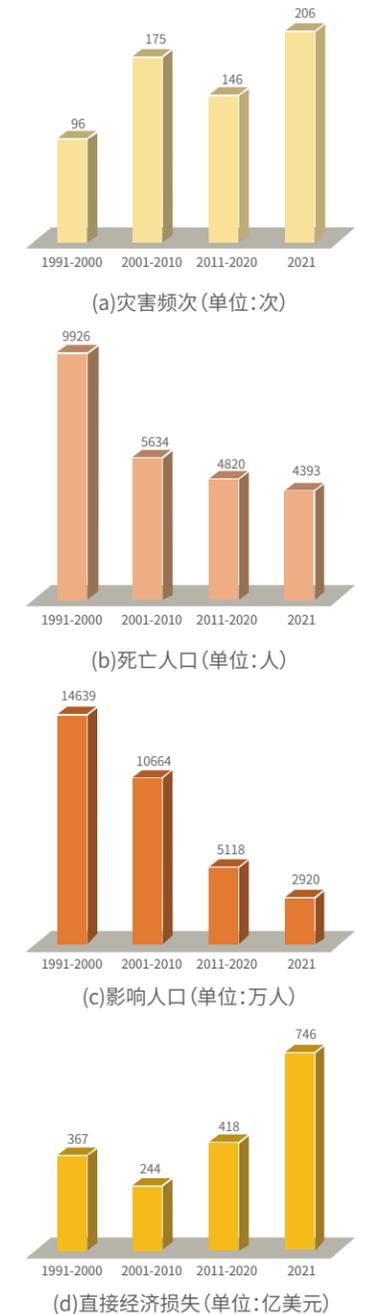
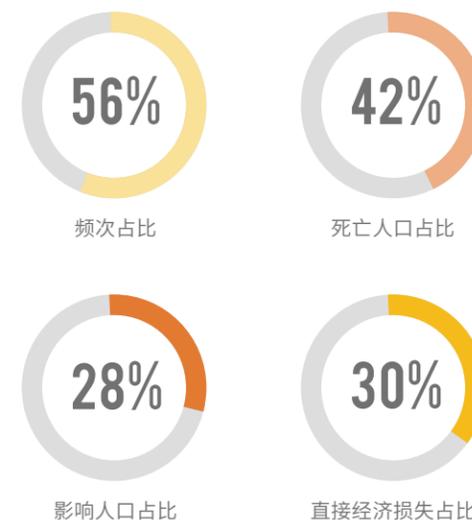
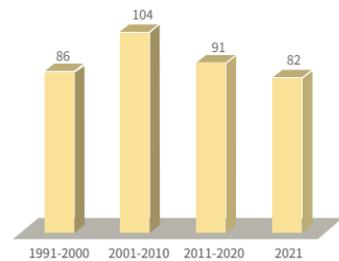
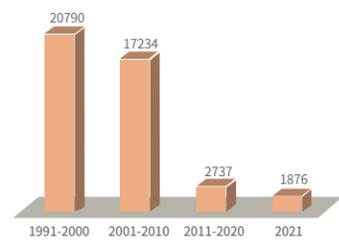


图3 1991-2020年全球洪水灾害历史年均损失与2021年对比
(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)

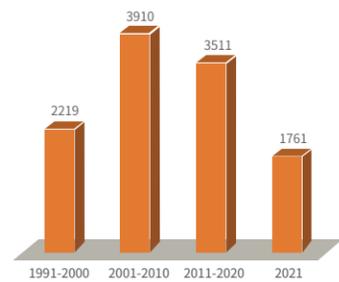
2.3 风暴灾害造成的直接经济损失大，影响人口偏多



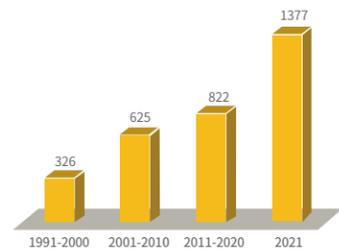
(a)灾害频次(单位:次)



(b)死亡人口(单位:人)



(c)影响人口(单位:万人)



(d)直接经济损失(单位:亿美元)

2021年,全球共发生较大风暴灾害82次,占较大灾害总频次的22%以上;造成1876人死亡,约占总死亡人口的18%;影响人口超1761万人,约占17%;直接经济损失约1377亿美元,约占55%。与近30年(1991-2020年)均值相比,2021年发生的风暴灾害频次偏少13%,造成的死亡人口偏少86%,影响人口偏少45%,但直接经济损失偏多133%;与近10年(2011-2020年)均值相比,2021年发生的风暴灾害频次偏少10%,造成的死亡人口偏少31%,影响人口偏少50%,直接经济损失偏多68%(图4)。

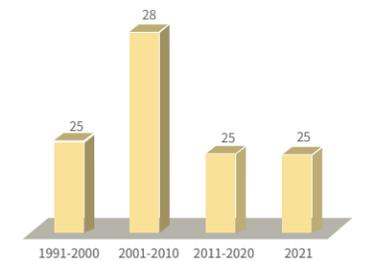


图4 1991-2020年全球风暴灾害历史年均损失与2021年对比

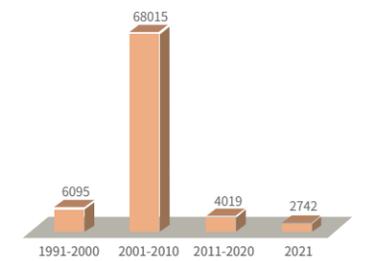
(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)

2.4 强震活动偏少，地震灾害损失轻

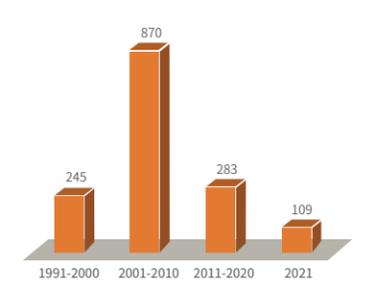
2021年,全球共发生较大地震灾害25次,约占较大灾害总频次的7%;造成2742人死亡(约占26%),影响人数约占1%,直接经济损失占4%以上。与近30年(1991-2020年)均值相比,2021年发生的地震灾害频次偏少5%,造成的死亡人口偏少89%,影响人口偏少77%,直接经济损失偏少64%;与近10年(2011-2020年)均值相比,2021年发生的地震灾害频次偏少1%,造成的死亡人口偏少32%,影响人口偏少61%,直接经济损失偏少70%(图5)。海地发生的7级地震是2021年造成死亡人口最多的一次灾害,2575人在地震中丧生。除没有发生8级以上强烈地震外,发生的地震未引发大规模海啸等次生灾害,也是2021年地震灾害损失较轻的重要原因之一。



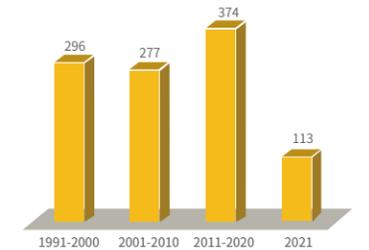
(a)灾害频次(单位:次)



(b)死亡人口(单位:人)



(c)影响人口(单位:万人)



(d)直接经济损失(单位:亿美元)

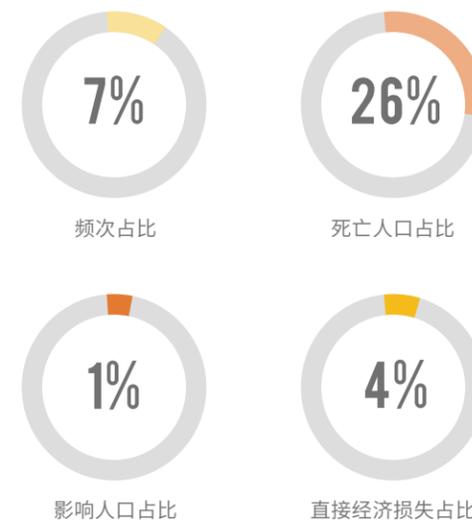
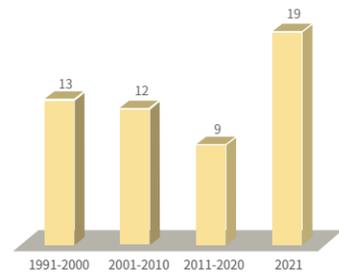


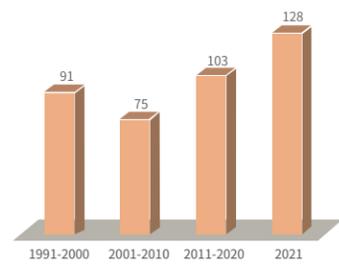
图5 1991-2020年全球地震灾害历史年均损失与2021年对比

(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)

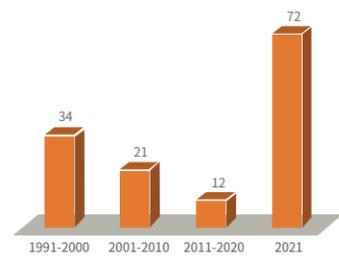
2.5 野火灾害频次偏多，影响人口较多



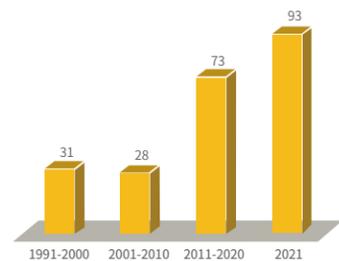
(a) 灾害频次 (单位:次)



(b) 死亡人口 (单位:人)



(c) 影响人口 (单位:万人)



(d) 直接经济损失 (单位:亿美元)

2021年,全球共发生造成较大损失的野火灾害19次(其中森林火灾9次),高于近年水平(近30年年均11次,近10年年均9次)。与近30年(1991-2020年)均值相比,2021年全球野火灾害死亡人口偏多43%,影响人口偏多219%,直接经济损失偏多109%;与近10年(2011-2020年)均值相比,2021年全球野火灾害死亡人口偏多24%,影响人口偏多499%,直接经济损失偏多26%(图6)。森林火灾造成的直接经济损失约为54亿美元,占野火灾害总损失的58%,死亡人口34人,约占比27%。2021年7月28日,土耳其安塔利亚马纳夫盖特地区的四个不同地点发生野火灾害,此次火灾影响人口超过56万,导致2021年野火灾害影响人口高于近30年年均和近10年年均。

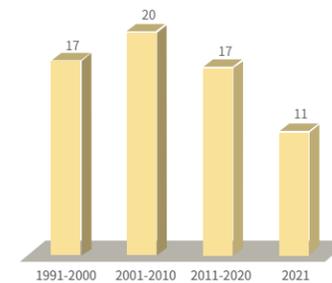


图6 1991-2020年全球火灾历史年均损失与2021年对比

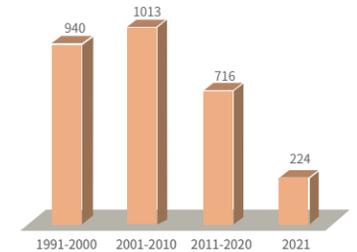
(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)

2.6 滑坡灾害频次偏少，死亡人口减少

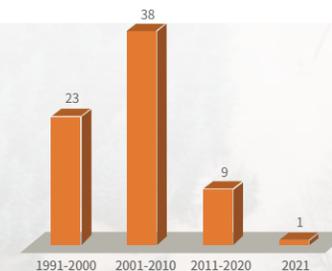
2021年,全球共发生较大滑坡灾害11次,约占较大灾害总频次的3%。与近30年(1991-2020年)均值相比,2021年发生的滑坡灾害频次偏少38%,造成的死亡人口偏少75%,影响人口偏少98%,直接经济损失偏少30%;与近10年(2011-2020年)均值相比,2021年发生的滑坡灾害频次偏少34%,造成的死亡人口偏少69%,影响人口偏少94%,直接经济损失几乎一致(图7)。



(a) 灾害频次 (单位:次)



(b) 死亡人口 (单位:人)



(c) 影响人口 (单位:万人)



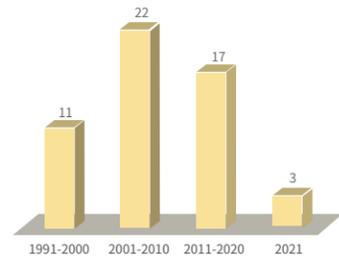
(d) 直接经济损失 (单位:亿美元)

图7 1991-2020年全球滑坡灾害历史年均损失与2021年对比

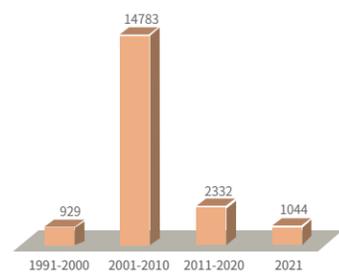
(注:1991-2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格)



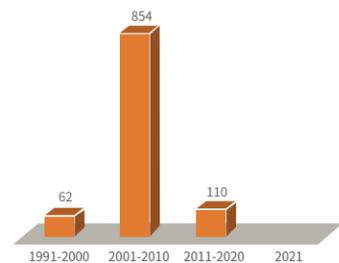
2.7 极端气温灾害频次偏低，但直接经济损失增加



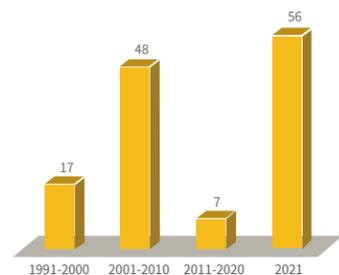
(a) 灾害频次 (单位:次)



(b) 死亡人口 (单位:人)



(c) 影响人口 (单位:万人)



(d) 直接经济损失 (单位:亿美元)

图8 1991-2020年全球极端温度历史年均损失与2021年对比

(注:1991—2020年直接经济损失为2020年价格水平,2021年为当年价格,影响人口无数据)

2021年,全球共发生3次极端气温灾害(其中极端高温灾害2次,极端低温灾害1次),约占较大灾害总频次的1%。与近30年(1991-2020年)均值相比,2021年全球极端气温灾害频次偏少82%,造成的死亡人口偏少83%,但直接经济损失偏多131%;与近10年(2011-2020年)均值相比,2021年全球极端气温灾害频次偏少82%,造成的死亡人口偏少55%,但直接经济损失偏多655%(图8)。2021年4月,法国多地遭遇大范围强寒潮,本次寒潮造成56亿美元直接经济损失,导致2021年极端气温造成的经济损失远高于历史时期均值。



3 2021年全球自然灾害格局

3.1 2021年全球各类自然灾害发生位置

2021年,全球发生的主要自然灾害类型包括洪水灾害、风暴灾害等气象水文灾害,以及地震、地质灾害(图9)。其中,洪水灾害是2021年全球发生频次最高的自然灾害,共计206次,累计影响225个国家和地区,主要分布在欧洲、亚洲、非洲和美洲;风暴灾害次之,共发生82次,累计影响119个国家和地区,主要分布在亚洲、北美洲、欧洲和非洲;地震灾害25次,累计影响28个国家和地区,主要分布在东亚、中东地区、南美洲和欧洲南部;野火灾害19次,累计影响19个国家和地区,主要分布在中东地区、北美洲和欧洲;干旱灾害13次,累计影响15个国家和地区,主要分布在中东地区和东非地区;滑坡灾害11次,累计影响12个国家和地区,主要分布在亚洲和南美洲;火山灾害8次,累计影响9个国家和地区,主要分布在中非、南美洲和东南亚地区;极端气温灾害3次,累计影响3个国家和地区,分布在北美洲和欧洲。

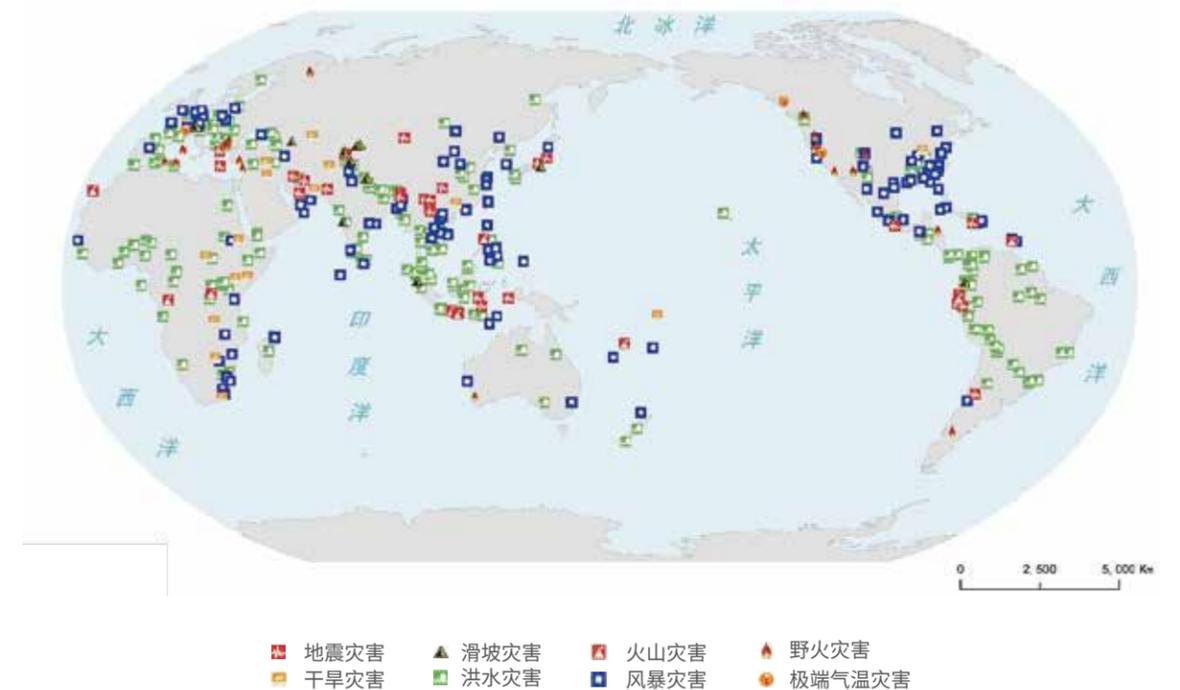


图9 2021年全球自然灾害空间格局

3.2 2021年各大洲自然灾害情况

图10显示了2021年1月1日-12月31日各大洲自然灾害发生频次、因灾死亡人口和直接经济损失的统计结果。在计入统计的367次自然灾害事件中,亚洲发生的灾害事件次数最多,共150次,占40.87%;其次为北美洲,为69次(占18.80%);之后依次为非洲、南美洲和欧洲,分别为50次(占13.62%)、49次(占13.35%)和35次(占9.53%);大洋洲的灾害次数最少。就因灾死亡人口而言,亚洲最多,为5107人,占全球因灾死亡总人数的48.68%,北美洲次之,因灾死亡人口为4275人,占全球因灾死亡总人数的40.75%。其中有16次因灾死亡人数超过100人的严重灾害事件,分别发生在亚洲(11次)、北美洲(4次)、以及欧洲(1次);有两次造成死亡人数超过1000人的严重灾害事件,分别发生在亚洲(印度洪水事件,死亡1282人)和北美洲(海地地震,死亡2575人)。就经济损失而言,北美洲因灾直接经济损失最多,达到1478.20亿美元,占全球经济损失总量的58.63%。欧洲与亚洲次之,因灾直接经济损失分别为521.84亿美元和476.84亿美元。亚洲、欧洲和北美洲因灾直接经济损失总和已占到全球总损失的98.24%。其中造成直接经济损失超过1亿美元的灾害事件大部分发生在北美洲(42起)和亚洲(26起),除此之外,全球其它地区共发生17起(欧洲9起,大洋洲6起,南美洲2起)。造成损失最大的是发生在美国与古巴的飓风“艾达”(Ida),共造成直接经济损失651亿美元。此外,2021年7月中旬发生在欧洲多国的洪水事件也导致了417亿美元的直接经济损失。

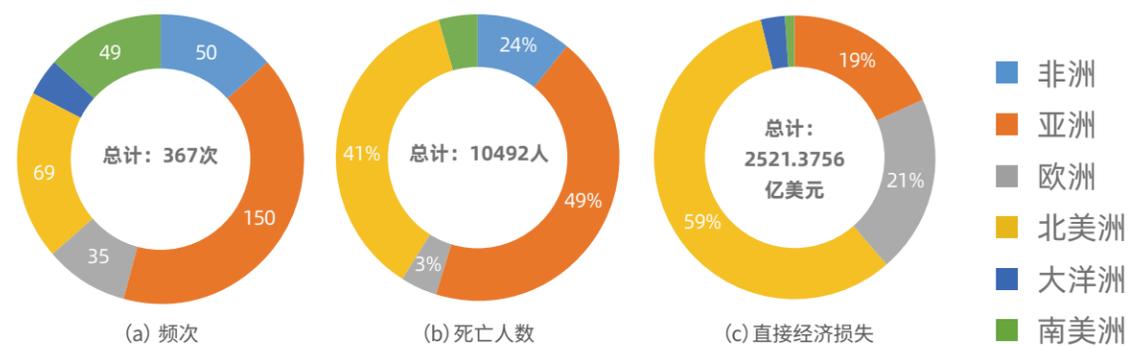


图10 2021年各大洲自然灾害频次、死亡人口和直接经济损失统计图

(注:有1次灾害事件发生在跨大洲(跨亚洲-大洋洲)的地区,在统计大洲灾害次数时亚洲和大洋洲各统计1次;在统计全球灾害次数时算作1次灾害)

3.3 2021年各国或地区自然灾害情况

图11、图12和图13分别为2021年各个国家或地区发生灾害的频次¹、死亡人口和直接经济损失空间分布情况。表2和表3给出了灾害频次、死亡人口和死亡率、直接经济损失及损失率最高的10个国家。灾害发生频次位列前十的国家主要分布在北美洲以及亚洲南部和东南部,美国最高,达43次,印度尼西亚次之,为28次,中国位列第三,共21次。因灾死亡人口较高的国家主要分布在北美洲以及亚洲南部和东南部,位列前十的国家死亡人口均在250人以上,其中海地最多,为2582人,其次为印度2126人,中国位列第七,为475人。百万人口死亡数排前十的国家中最高的为海地,有226.44人,最低的是菲律宾,为5.22人,中国的百万人口死亡数为0.32。直接经济损失较高的国家主要分布在亚洲东部、北美洲和欧洲,位列前十的国家直接经济损失均在17亿美元以上,其中美国最多,高达1425.15亿美元;德国次之,为400.00亿美元。就直接经济损失占上一年度GDP比重而言,除了圣文森特和格林纳丁斯、海地、圣卢西亚和德国外,其他国家均低于1%。在直接经济损失占比排前十的国家中,圣文森特和格林纳丁斯的直接经济损失占比最高,达到了40.25%,印度和捷克最低,均为0.29%,中国的直接经济损失占比为0.17%。

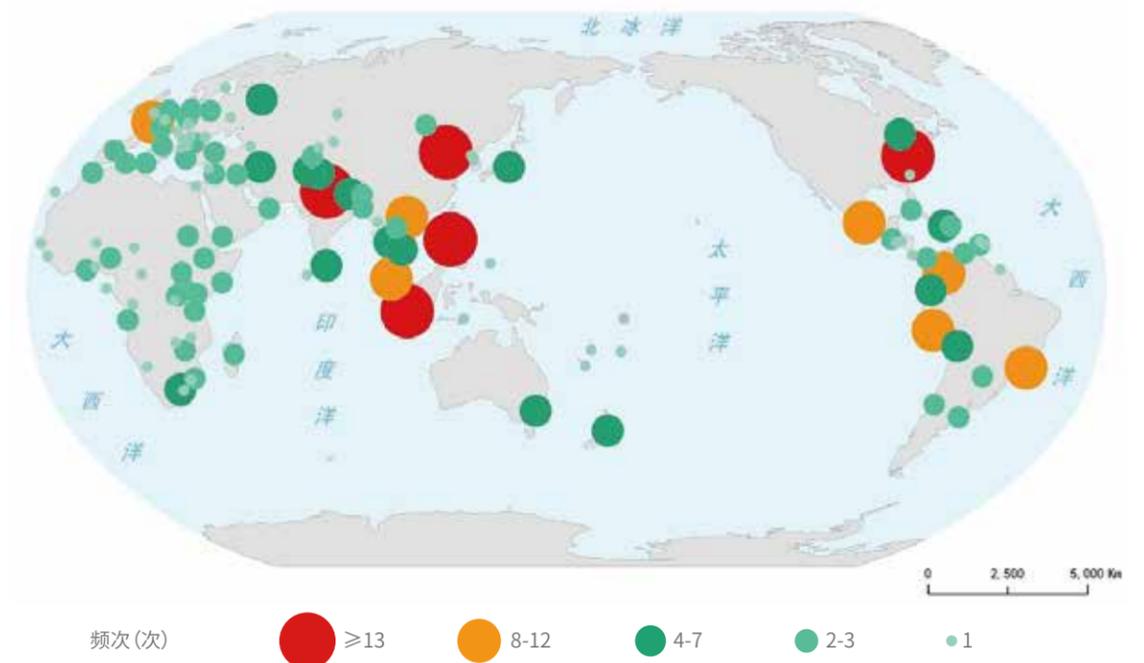


图11 2021年全球各个国家(或地区)自然灾害发生频次空间分布

1.本节中的灾害频次以国家或地区为单位进行统计。

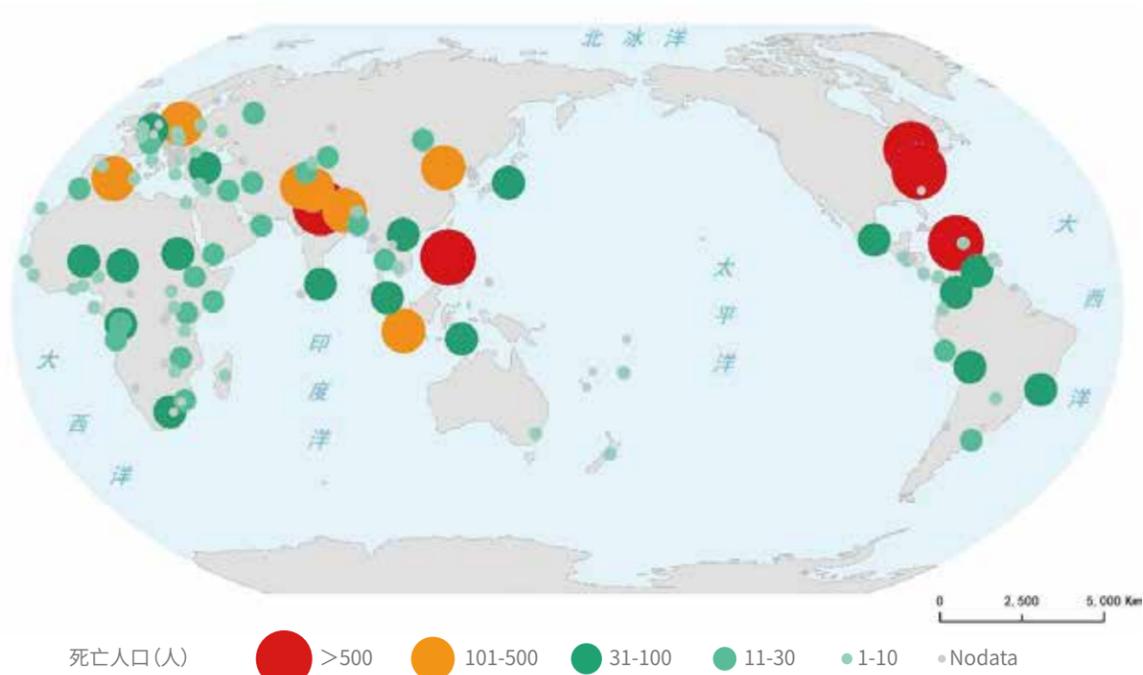


图12 2021年全球各个国家(或地区)自然灾害死亡人口空间分布

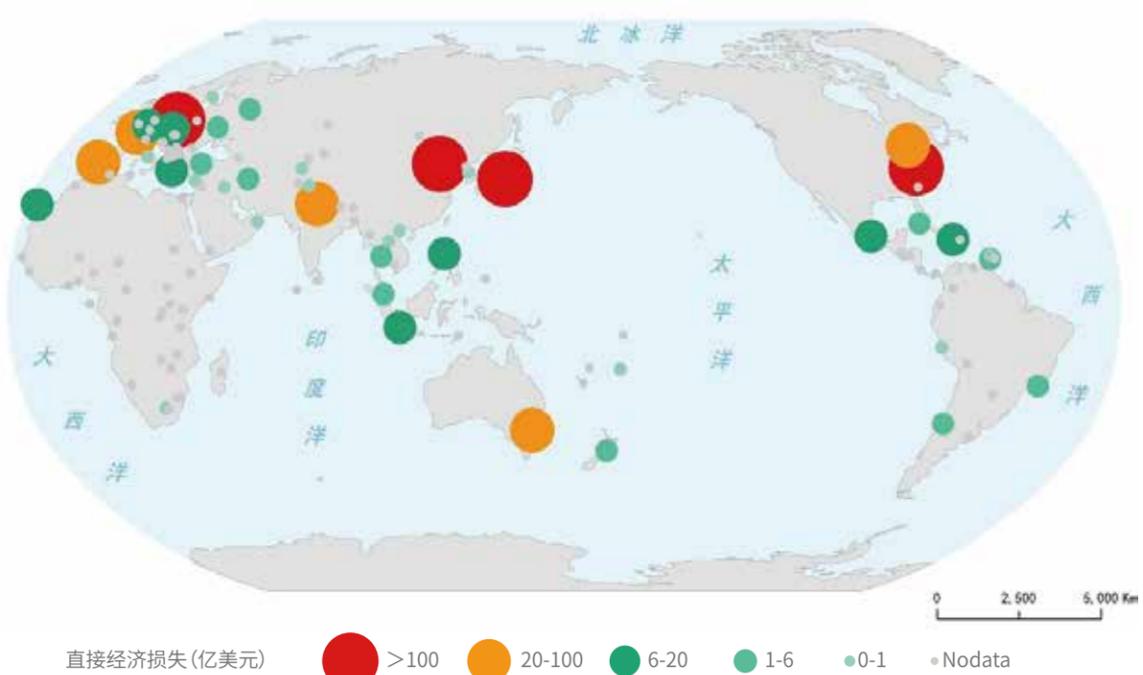


图13 2021年全球各个国家(或地区)自然灾害直接经济损失空间分布

表2 2021年全球自然灾害频次、死亡人口和直接经济损失排前十的国家(或地区)

国家	频次(次)	国家	死亡人口(人)	国家	直接经济损失(亿美元)
美国	43	海地	2,582	美国	1425.15
印度尼西亚	28	印度	2,126	德国	400.00
中国	21	加拿大	822	中国	255.57
印度	19	美国	786	日本	106.00
菲律宾	14	菲律宾	572	印度	78.10
墨西哥	11	印度尼西亚	492	法国	56.33
哥伦比亚	11	中国	475	澳大利亚	33.35
秘鲁	10	阿富汗	396	加拿大	21.06
法国	9	巴基斯坦	264	西班牙	20.41
越南、马来西亚、巴西	8	尼泊尔	251	比利时	17.00

表3 2021年全球自然灾害死亡人口率和直接经济损失率排前十的国家(或地区)

国家	百万人口死亡数	国家	直接经济损失占比(%)
海地	226.44	圣文森特和格林纳丁斯	40.25
圣多美和普林西比	36.50	海地	11.17
东帝汶	31.10	圣卢西亚	2.10
加拿大	21.63	德国	1.04
不丹	12.96	美国	0.68
阿富汗	10.17	希腊	0.33
尼泊尔	8.61	比利时	0.33
斐济	6.69	菲律宾	0.30
圣卢西亚	5.45	印度	0.29
菲律宾	5.22	捷克共和国	0.29

注:表3中的百万人口死亡数指的是2021年死亡人口占2020年总人口的比例(用百万人口死亡数表示),直接经济损失占比指的是2021年直接经济损失总数占2020年GDP的百分比。2020年的人口和GDP(现价美元)数据源自世界银行(<https://data.worldbank.org/>)。

3.4 2021年全球死亡人口和直接经济损失排前十的自然灾害

表4和图14分别给出了2021年全球自然灾害事件中死亡人数最高的10个灾害事件及其空间分布。可以看到死亡人数较多的自然灾害主要发生在经济落后的发展中国家,且多为洪水、风暴和极端气温,这与这些国家经济发展水平低、基础设施设防能力弱、灾害监测预警水平、应急救援和医疗水平较低等有关。

表4 2021年全球死亡人口排前十的自然灾害

排名	时间	国家	灾害类型	死亡人口(人)	百万人口死亡数
1	08月14日-08月14日	海地	地震	2575	225.8270
2	06月01日-09月30日	印度	洪水	1282	0.9290
3	06月26日-07月26日	加拿大	极端高温	815	21.4444
4	12月16日-12月17日	菲律宾	风暴	460	4.1978
5	06月01日-08月30日	中国	洪水	352	0.2510
6	04月02日-04月06日	印度尼西亚	风暴	268	0.9798
7	07月28日-07月29日	阿富汗	洪水	260	6.6789
8	02月10日-02月20日	美国	风暴	235	0.7132
9	02月07日-02月08日	印度	洪水	234	0.1696
10	06月26日-07月26日	美国	极端高温	229	0.6950

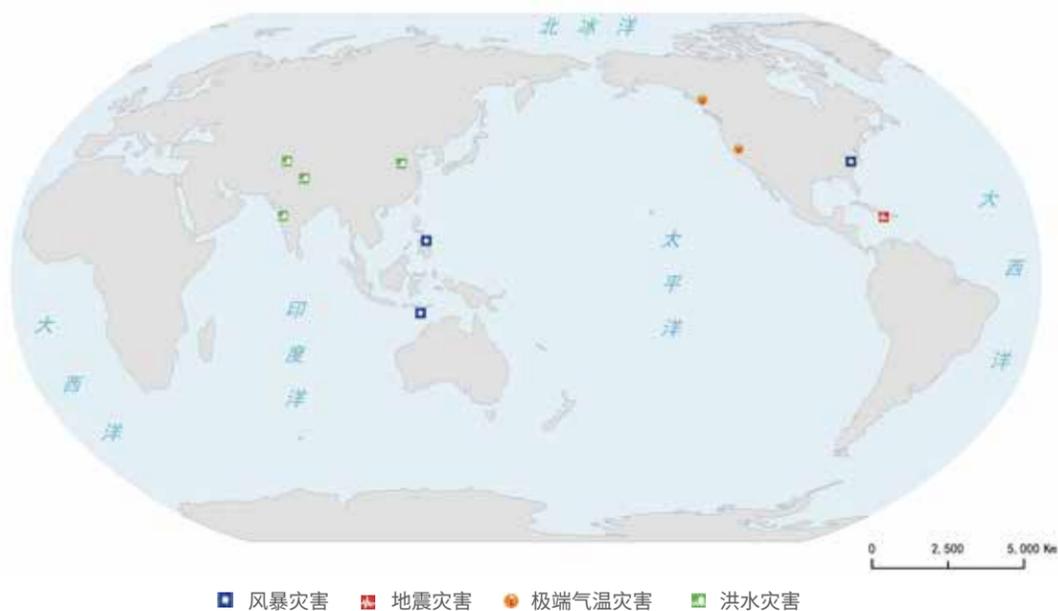


图14 2021年全球死亡人口排前十的自然灾害点位

表5和图15列出了2021年全球自然灾害事件中直接经济损失最多的10个灾害事件及其空间分布,可以看到经济损失较高的灾害事件多集中于沿海经济较为发达的国家,且多为洪水和风暴。

表5 2021年全球直接经济损失排前十的自然灾害

排名	时间	国家	灾害类型	直接经济损失(亿美元)
1	08月28日-09月02日	美国	风暴	651
2	07月12日-07月15日	德国	洪水	417
3	02月10日-02月20日	美国	风暴	300
4	06月01日-08月30日	中国	洪水	165
5	01月01日-12月13日	美国	干旱	90
6	02月13日-02月13日	日本	地震	77
7	04月05日-04月08日	法国	极端低温	56
8	12月10日-12月11日	美国	风暴	52
9	12月30日-12月31日	美国	野火	33
10	06月01日-09月30日	印度	洪水	31



图15 2021年全球直接经济损失排前十的自然灾害点位

4 2021年中国自然灾害在全球的位置

4.1 2021年中国自然灾害死亡人口在全球的位置

2021年全球主要国家和地区百万人口死亡数如图16所示。

2021年中国百万人口因灾死亡数为0.32人；在全部统计的87个国家和地区中，百万人口因灾死亡数高于中国的共有54个国家和地区，占总数的62.07%；按百万人口因灾死亡数从低到高排名，中国在统计的87个国家和地区中排名前37.93%。与中国百万人口因灾死亡数较为相近的国家包括伊朗(0.31人)、阿根廷(0.33人)、厄瓜多尔(0.34人)等。

从百万人口因灾死亡数与经济发展水平的关系来看，2021年中国的百万人口因灾死亡数与经济发展水平基本吻合，百万人口因灾死亡数在全球处于中等偏上位置。与中国经济总量处于相近水平的国家对比，美国(2.39人)和日本(0.49人)的百万人口因灾死亡人数均高于中国。从人均GDP与中国水平相当的国家来看，阿根廷(0.33人)、马来西亚(2.32人)和哥斯达黎加(0.59人)百万人口因灾死亡数均高于中国。



2021年中国百万人口因灾死亡数



2021年百万人口因灾死亡数高于中国的国家和地区

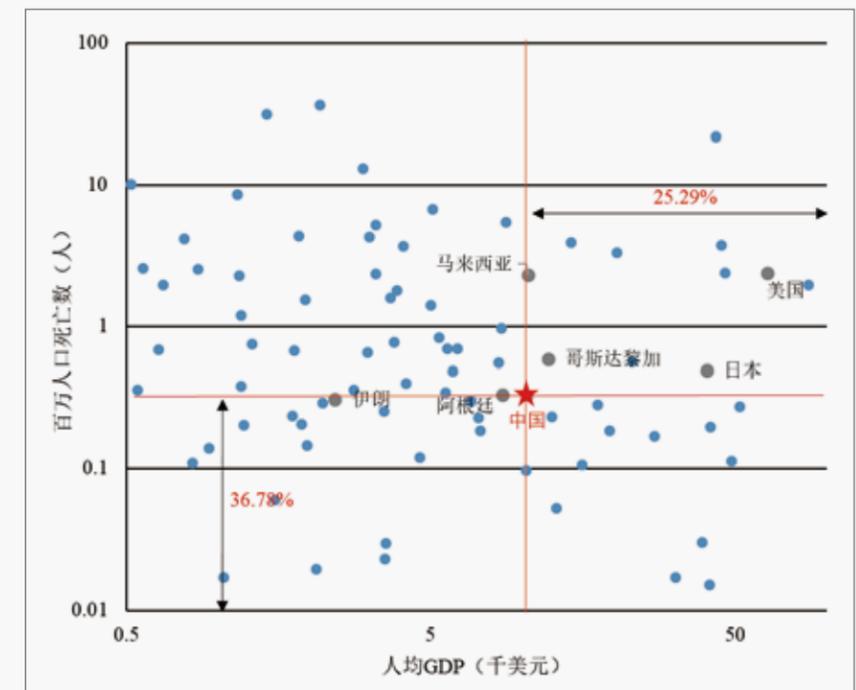
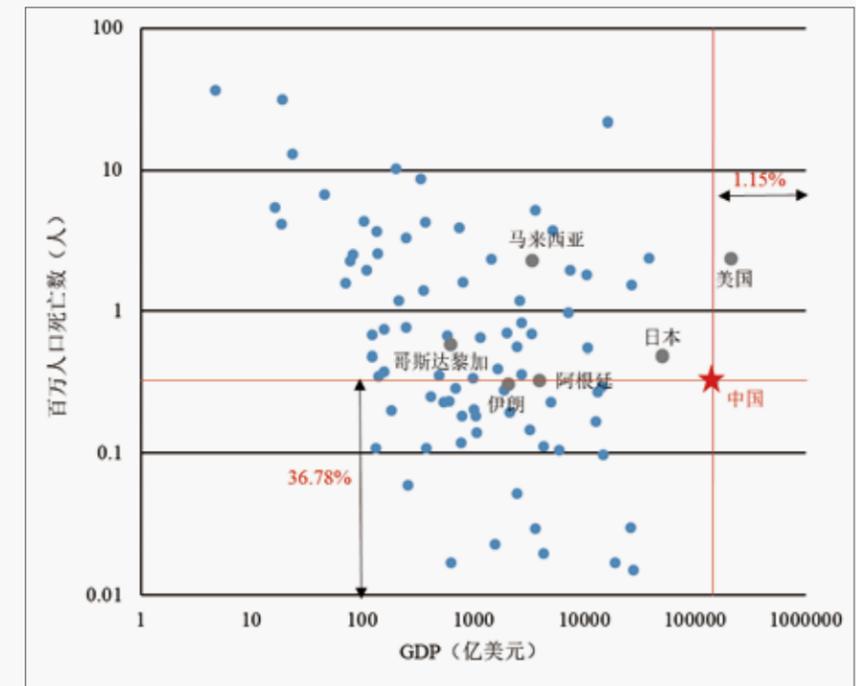


图16 2021年中国自然灾害死亡人口在全球的位置

注：

中国与全球87个国家和地区的横向对比；

中国百万人口因灾死亡数排名前37.93%，处于中等偏上位置；

中国的GDP总量排名第2；人均GDP排名前26.44%，处于中等偏上水平；

中国百万人口死亡数与经济实力基本匹配。

(图中显示的百万人口因灾死亡数使用全球87个国家和地区的2021年因灾死亡人口数除以上年百万人口数计算得到。人口数据源自世界银行(<https://data.worldbank.org/>)，GDP数据源于世界银行发布的GDP(现价美元)2020年值)

4.2 2021年中国自然灾害直接经济损失在全球的位置

2021年全球主要国家和地区直接经济损失GDP占比如图17所示。

中国直接经济损失GDP占比为0.0017；在全部统计的41个国家和地区中，直接经济损失占比高于中国的共有15个国家和地区，占总数的37%；按直接经济损失GDP占比从低到高排名，中国在统计的41个国家和地区中排名前61%。与中国直接经济损失GDP占比处于同一水平的国家包括以日本(0.0021)、加拿大(0.0013)等。

从2021年直接经济损失占GDP比重与经济发展水平的关系来看，中国的灾害直接经济损失与经济发展水平大体匹配，直接经济损失占比在全球处于中等偏下位置。与中国经济总量处于相近水平的国家对比，美国(0.0068)的直接经济损失占GDP比例高于中国，日本(0.0021)略高于中国。从人均GDP与中国水平相当的国家来看，俄罗斯(0.0001)和智利(0.0007)的直接经济损失占GDP比例均远低于中国。



2021年中国直接经济损失GDP占比



2021年自然灾害直接经济损失占比高于中国的国家和地区

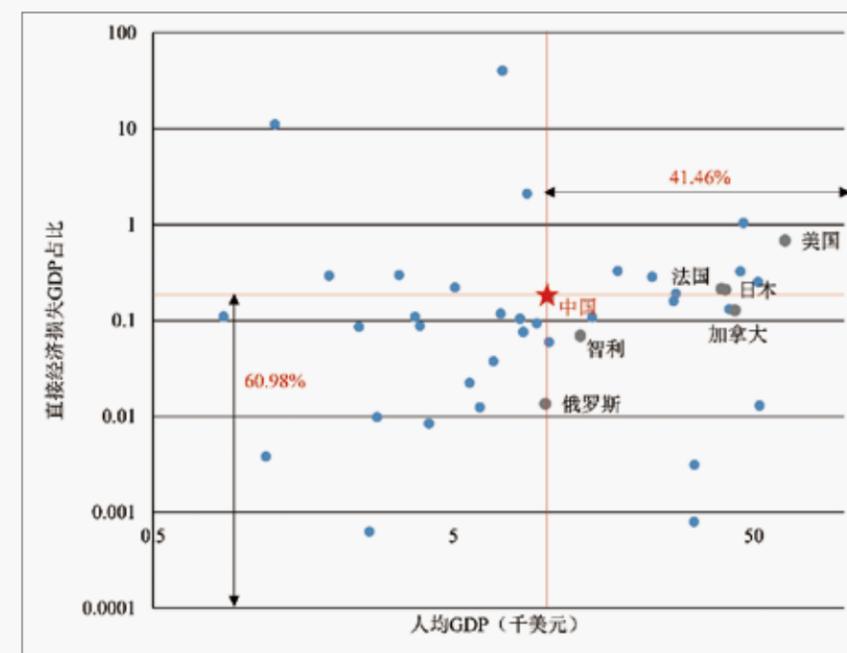
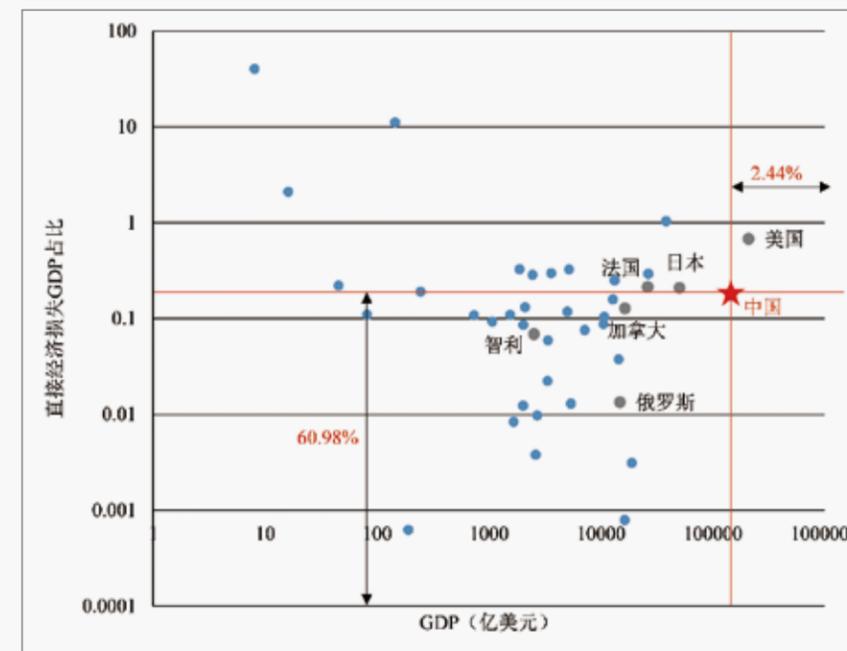


图17 2021年中国自然灾害直接经济损失GDP占比在全球的位置

注：
 中国与全球41个国家和地区的横向对比；
 中国直接经济损失GDP占比排名前61%，处于中等偏下位置；
 中国的GDP总量排名第2；人均GDP排名前41%，处于中等偏上水平；
 直接经济损失GDP占比与经济水平大体匹配。
 (图中显示的直接经济损失GDP占比使用2021年全球41个国家和地区的2021年自然灾害直接经济损失除以上年GDP总量计算得到。其中，人口数据、GDP(现价美元)和人均GDP(现价美元)源自世界银行(<https://data.worldbank.org/>)。)

02

专题报告一

2021年中国自然灾害

1. 2021年灾害总体情况
2. 2021年灾情时空特征
3. 2001-2021年灾情指标趋势分析

专题报告一

2021年
中国自然灾害²

1 2021年灾害总体情况

2021年,中国自然灾害形势复杂,极端天气气候事件多发,自然灾害以洪涝、风雹、干旱、台风、地震、地质灾害、低温冷冻和雪灾为主,沙尘暴、森林草原火灾和海洋灾害等也有不同程度发生。经核定,全年各种自然灾害造成31个省(区、市)和新疆生产建设兵团1.07亿人次受灾,867人死亡失踪(其中765人死亡、102人失踪),573.8万人次紧急转移安置;16.2万间房屋倒塌,198.1万间不同程度损坏;农作物受灾面积11739千公顷,其中绝收1632千公顷;直接经济损失3340.2亿元。



1.07 亿人次
受灾人口



573.8 万人次
紧急转移安置人口



11739 千公顷
农作物受灾面积



3340.2 亿元
直接经济损失

1.1 分灾种受灾人口

2021年,中国因各类自然灾害造成的受灾人口中,洪涝灾害占比最高(55%),其后依次为干旱灾害(19.3%)、风雹灾害(15.9%)、台风灾害(6%)、低温冷冻和雪灾(3.1%),地震灾害、地质灾害、沙尘暴灾害等其他灾害占比均相对较低。

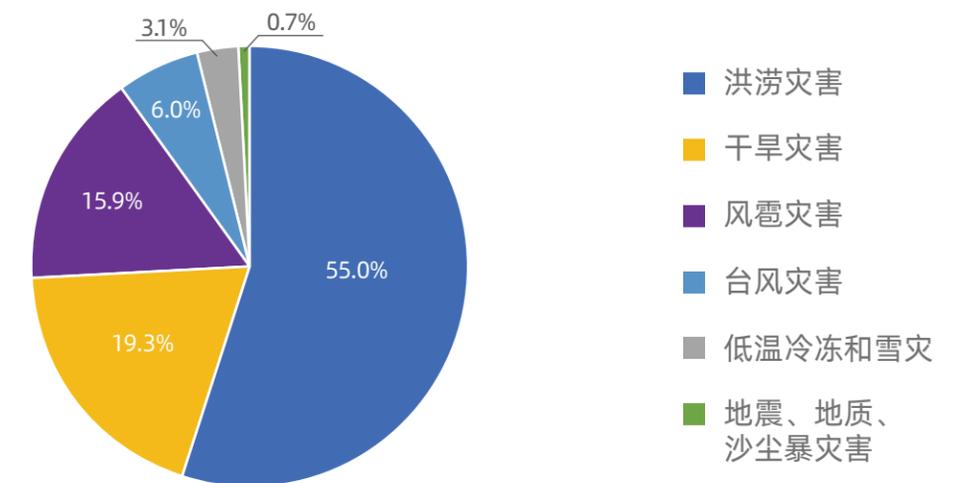


图1 2021年中国受灾人口分灾种占比情况

2.感谢原报告提供单位:国家减灾中心。

1.2 分灾种因灾死亡失踪人口

2021年,中国因各类自然灾害造成的死亡失踪人口中,洪涝灾害占比最高(68.1%),其后依次为风雹灾害(14.9%)和地质灾害(11.9%),森林草原火灾、低温冷冻和雪灾、地震灾害、台风灾害、沙尘暴灾害、海洋灾害等其他灾害占比均相对较低。

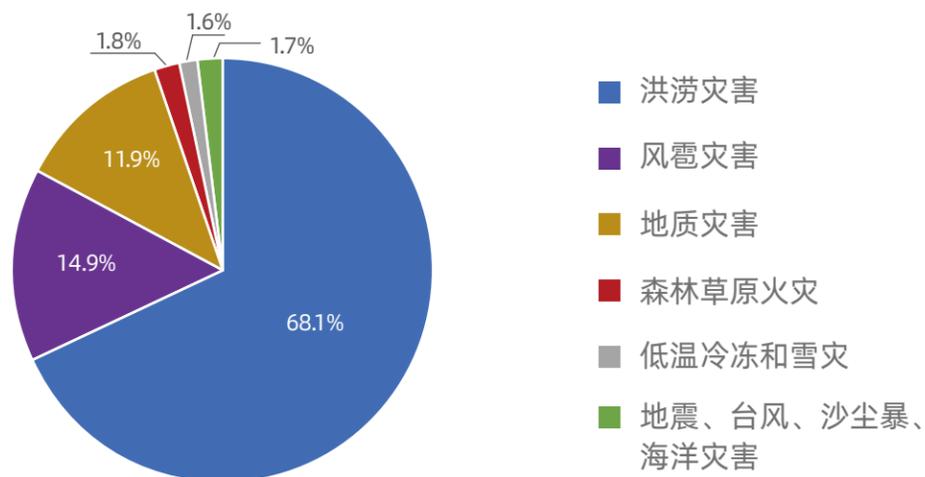


图2 2021年中国因灾死亡失踪人口分灾种占比情况

1.3 分灾种直接经济损失

2021年,中国因各类自然灾害造成的直接经济损失中,洪涝灾害占比最高(73.6%),其后依次为风雹灾害(8.0%)、干旱灾害(6.0%)、台风灾害(4.6%)、低温冷冻和雪灾(4.0%)、地震灾害(3.2%),地质灾害、沙尘暴等其他灾害占比均相对较低。

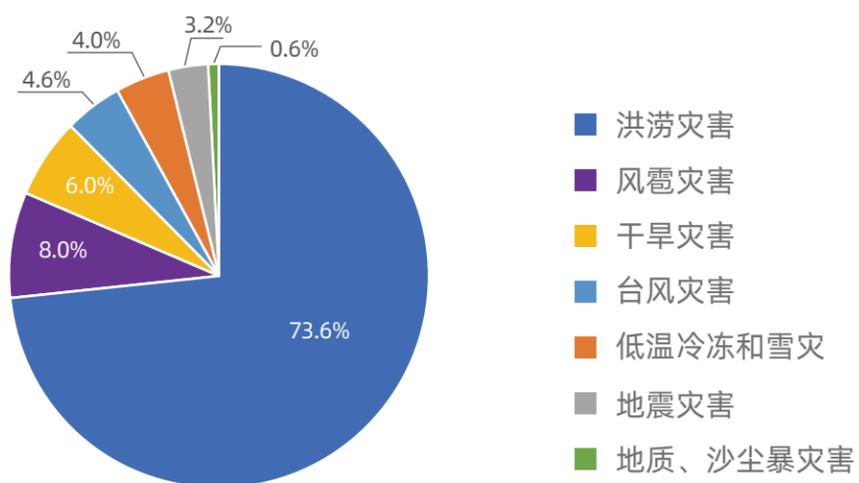


图3 2021年中国因灾直接经济损失分灾种占比情况

1.4 分省因灾死亡失踪人口

2021年,河南、山西、陕西、湖北、云南、江苏、四川等7省因灾死亡失踪人口均超过30人,位列中国前7位。其中,河南是唯一因灾死亡失踪人口超过百人的省份。与2001-2020年均值相比,河南、山西、江苏和天津2021年死亡失踪人口为正增长,其余省份均为负增长。

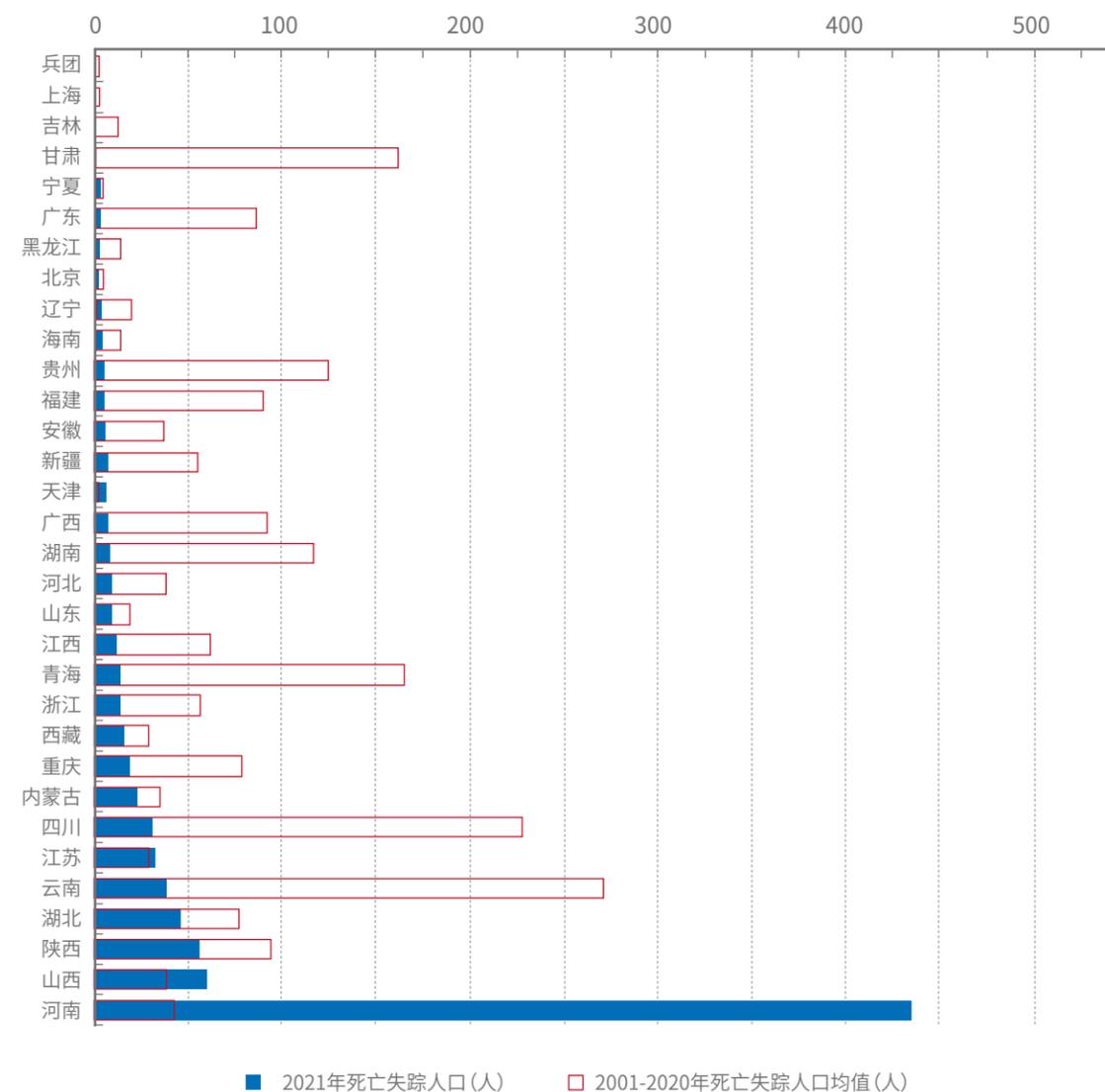


图4 2021年中国因灾死亡失踪人口分省情况³

3.注:四川省2001-2020年死亡失踪人口均值未包含2008年。

1.5 分省直接经济损失

2021年,河南、陕西、四川、山西、浙江、云南、河北等7省因灾直接经济损失均超过百亿元,位列中国前7位。其中,河南因灾直接经济损失超过千亿元。与2001-2020年均值相比(各年各省数据均以2021年为基准,按照地区生产总值指数进行折算),河南、陕西、山西和上海4省因灾直接经济损失为正增长,其余省份均为负增长。

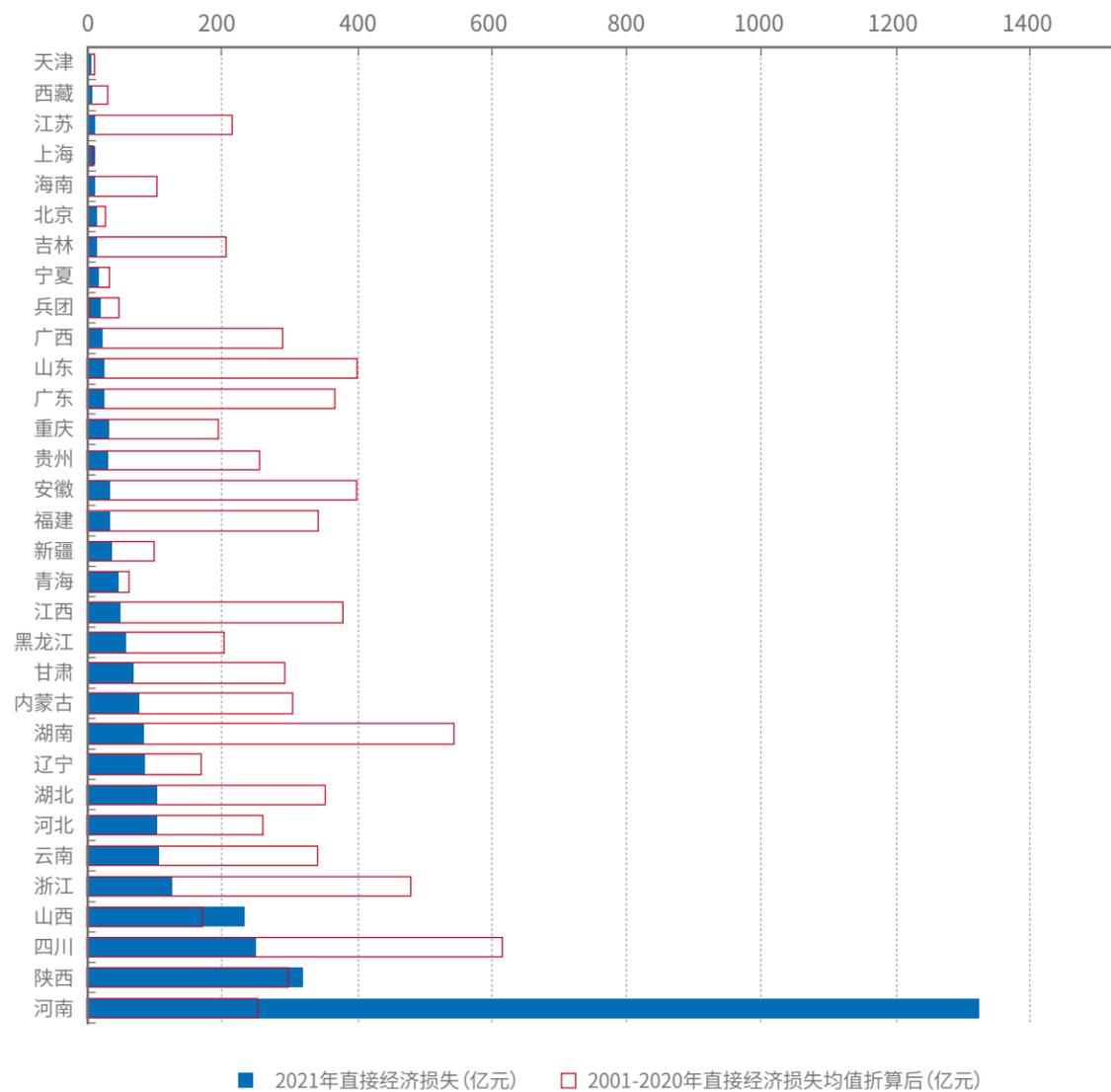


图5 2021年中国因灾直接经济损失分省情况⁴

4.注:各年各省数据均以2020年为基准,按照地区生产总值指数进行折算;四川省2001-2020年直接经济损失折算值均值未包含2008年。

表1 2021年中国十大自然灾害事件⁵

重大自然灾害事件	受灾人口(万人)	死亡失踪人口(人)	直接经济损失(亿元)
(1) 河南特大暴雨洪涝灾害	1478.6	398	1200.6
(2) 黄河中下游严重秋汛	666.8	41	153.4
(3) 第6号台风“烟花”	481.9	0	132
(4) 湖北暴雨洪涝灾害	158.0	28	31.2
(5) 陕西暴雨洪涝灾害	107.2	21	91.8
(6) 山西暴雨洪涝灾害	61.2	35	82.8
(7) 东北华北局地雪灾	35.1	7	69.4
(8) 云南漾濞6.4级地震	16.5	3	33.2
(9) 青海玛多7.4级地震	11.4	0	41
(10) 江苏南通等地风雹灾害	2.7	28	1.6
十大自然灾害损失合计	3019.4	561	1837
占全国自然灾害总损失比重	28.1%	64.7%	55.0%



5.注:按照受灾人口从大到小排序。

2 2021年灾情时空特征

2.1 阶段性区域性特征明显，全年呈现“上轻下重、南轻北重”态势

2021年上半年，云南漾濞6.4级地震和青海玛多7.4级地震相继发生，江苏、湖北等地龙卷风灾害突发，东北地区局地遭遇罕见汛情，灾情总体偏轻。下半年，河南、四川、山西、河北、湖北、陕西等地相继遭受严重暴雨洪涝灾害，四川泸县发生6.0级地震，四川天全县发生严重山洪泥石流灾害，山西、陕西、河南等地发生罕见秋汛，华北、东北等北方大部极端寒潮引发低温雨雪冰冻灾害。下半年灾情总体偏重，因灾死亡失踪人数、倒塌房屋数量和直接经济损失分别占全年总损失的82%、92%和88%。北方灾情明显重于南方，特别是河南、陕西、山西等省灾情较常年明显偏重。

82%

2021年下半年因灾死亡失踪人数占全年总损失的比重

88%

2021年下半年直接经济损失占全年总损失的比重

2.2 极端性强降雨过程频发，华北、西北地区洪涝灾害历史罕见

2021年，中国共发生42次强降雨过程，面降水量659毫米，较常年偏多6%。主汛期极端暴雨强度大，致灾性强。7月份出现4次特强降雨过程，其中河南省遭遇了历史罕见特大暴雨，引发极端洪涝灾害，受灾范围广、人员伤亡多、灾害损失重。7月中下旬至8月，山西晋城、湖北随县、陕西蓝田等地出现极端强降雨，引发严重城市内涝、山洪和地质灾害。9月-10月，长江上游和汉江、黄河中下游、海河南系等流域相继发生罕见秋汛。全年洪涝灾害共造成5901万人次受灾，因灾死亡失踪590人，倒塌房屋15.2万间，直接经济损失2458.9亿元。

42次

全年强降雨过程

5901

万人次

全年洪涝灾害受灾人口

2.3 龙卷风等强对流天气突发，风雹灾害点多面广

2021年，中国共出现47次区域性强对流天气过程，与近三年均值基本持平，具有影响范围广、北方多于常年、极端性强等特点。4月中旬前，强对流天气一直偏少偏弱，首次大范围强对流天气过程发生时间较常年偏晚15天；4月中旬后，强对流天气显著增多，主要集中在江南北部、江汉、江淮、华北、黄淮、东北等地。从范围上看，全国1363个县(市、区)受风雹灾害影响，是影响范围最广的灾种，山西、内蒙古、辽宁、江苏、山东、陕西、新疆等地受灾较重。从强度上看，极端大风和龙卷风等强对流天气明显偏多，江苏、湖北、内蒙古等地相继遭受极端强对流天气并引发罕见龙卷风灾害，造成重大人员伤亡和财产损失。

47次

区域性强对流天气过程

1363个

全国遭受风雹灾害影响的县(市、区)

2.4 全国旱情总体偏轻，局地发生阶段性旱情

2021年，全国干旱灾害呈阶段性发生，主要表现为南方地区冬春连旱、西北地区夏旱和广东秋冬连旱。年初，云南、江南、华南等地出现较重旱情。3-4月，云南、江南南部、华南等地气象干旱再次发展。5月，南方地区几次较强降雨过程明显改善土壤墒情，大部旱情解除。7-8月，西北地区发生较重旱情，后期降水过程多，旱情缓解。9月，华南地区出现旱情，随后台风“狮子山”“圆规”“雷伊”相继带来降雨，一定程度缓和了广东等地旱情。总的来看，2021年全国干旱灾情明显偏轻，造成山西、陕西、甘肃、云南、内蒙古等24省(区、市)2068.9万人次受灾，农作物受灾面积3426.2千公顷，直接经济损失200.9亿元。

2068.9

万人次

受灾人口

200.9

亿元

直接经济损失

2.5 台风登陆数量偏少，“烟花”台风对华东地区造成较大影响

2021年，有5个台风在中国登陆，较常年偏少2个。7月20日，第7号台风“查帕卡”是首个登陆中国的台风，较常年初台登陆时间偏晚一个多月，广东、广西和海南地区受到影响。7月25日、26日，第6号台风“烟花”先后在浙江舟山和平湖登陆，造成浙江、上海、江苏等8省（区、市）482万人受灾，直接经济损失132亿元，是造成损失最重的台风。10月，第17号台风“狮子山”、第18号台风“圆规”相继登陆海南，降雨重叠致局地灾情较重。12月下旬，超强台风“雷伊”影响南海海域。总的来看，全年台风灾害损失为近5年最低，受灾人次、因灾死亡失踪人数和直接经济损失分别下降61%、95%和72%。



95%
因灾死亡失踪人数
下降



72%
直接经济损失
下降

2.6 地震活动强度增强，西部地区发生多起强震

2021年，中国大陆共发生5级以上地震20次，主要集中在新疆、西藏、青海、云南、四川等西部地区。3月19日西藏比如县6.1级地震造成2万余间房屋损坏，直接经济损失4.8亿元。3月24日新疆拜城5.4级地震造成3人死亡。5月21日云南漾濞6.4级地震造成16.5万人受灾，3人死亡，交通、道路、市政、教育等设施受损。5月22日青海玛多7.4级地震造成11.3万人受灾，部分道路、桥梁等基础设施损毁。9月16日四川泸县6.0级地震造成3人死亡，大量房屋受损。全年地震灾害共造成14省（区、市）58.5万人受灾，9人死亡，6.4万间房屋倒塌和严重损坏，直接经济损失106.5亿元。



58.5
万人次
受灾人口



106.5
亿元
直接经济损失

2.7 寒潮天气集中年初年末，东北局地雪灾较重

2021年，共有10次寒潮天气过程影响中国，次数较常年明显偏多，1月份和11月份灾情相对较重。1月上中旬，中国中东部地区相继出现2次寒潮天气，具有低温极端性显著、大风持续时间长等特点，给农业生产特别是抗冻能力较弱的经济作物带来较大损失。11月-12月，中国先后经历6次寒潮天气过程，区域叠加累积效应明显，11月4日-9日的寒潮天气为2021年最强，具有降温幅度大、雨雪范围广、极端性强等特点，内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江等9省（区、市）受灾严重。总的来看，全年低温冷冻和雪灾灾情较常年偏轻，共造成327.4万人受灾，农作物受灾面积378.6千公顷，直接经济损失133.1亿元。



327.4
万人次
受灾人口



133.1
亿元
直接经济损失

2.8 森林草原火灾总体平稳，时空分布相对集中

2021年，全国发生森林火灾616起，未发生重大以上火灾，受害森林面积约4292公顷；发生草原火灾18起，受害面积4170公顷。与近五年均值相比，森林草原火灾发生起数、受害面积和造成伤亡人数均降幅较大。从时间上看，森林火灾主要集中在1月-4月，共计506起，占全年森林火灾的82%；草原火灾主要发生在1月-5月，共计13起，占比72%；从区域上看，广东、广西、湖南、云南、福建等省（区）森林火灾较多，内蒙古、青海草原火灾较多。



616
起
森林火灾起数



18
起
草原火灾起数

3 2001-2021年灾情指标趋势分析

3.1 受灾人口

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的受灾人口总体呈现下降趋势。其中,2021年中国受灾人口为10730.96万人次,位列2001年以来最低值,较2001-2020年全国受灾人口均值(31482万人次,2008年未计入)下降65.9%。

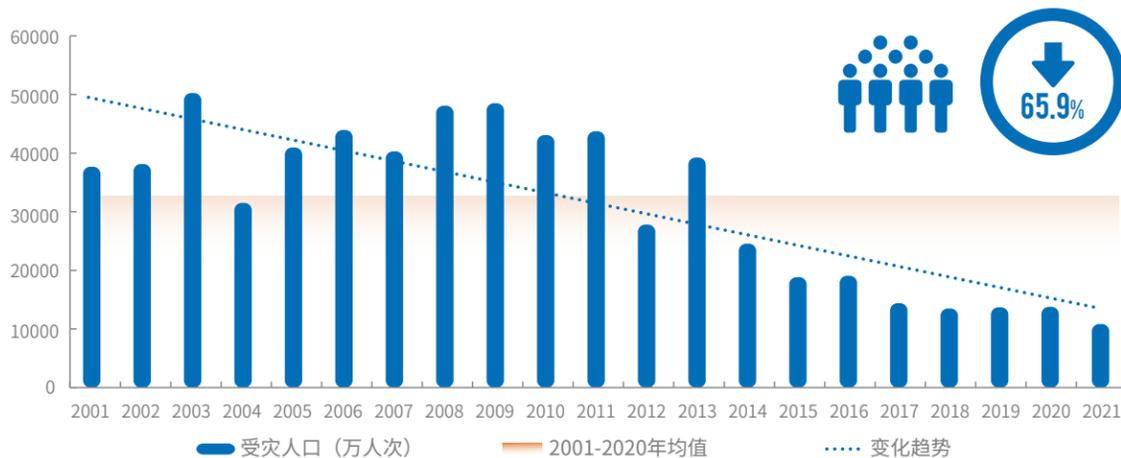


图6 2001-2021年逐年中国受灾人口情况

3.2 每十万人受灾人口

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的每十万人受灾人口呈现下降趋势。其中,2021年中国每十万人受灾人口为7597人次,位列2001年以来最低值,较2001-2020年均值(23606人次,2008年未计入)下降67.8%。

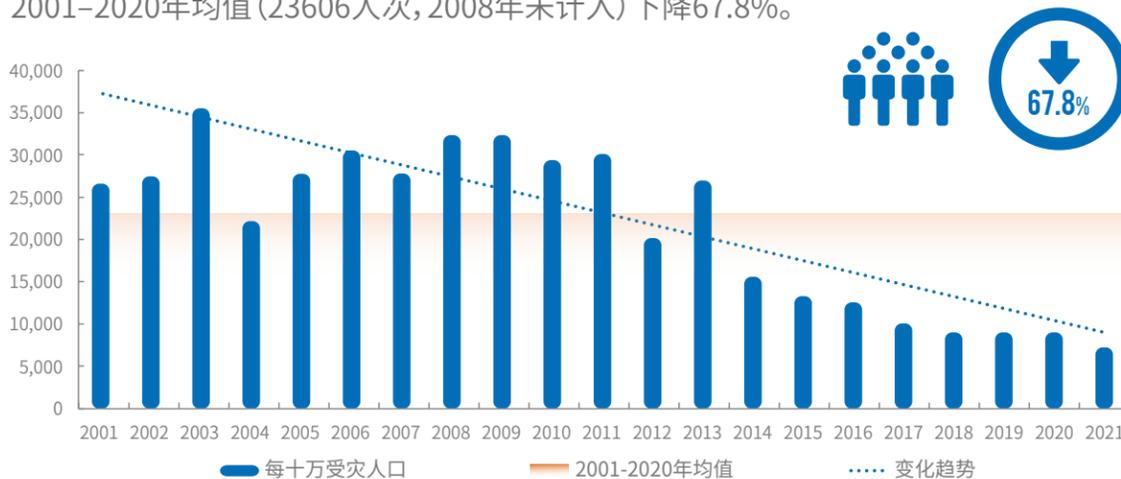


图7 2001-2021年逐年中国因灾每十万人受灾人口情况

3.3 因灾死亡失踪人口

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的死亡失踪人口呈现下降趋势。其中,2021年中国因灾死亡失踪人口为867人(765人死亡,102人失踪),位列2001年以来第三低值(仅高于2018和2020年),较2001-2020年中国因灾死亡失踪人口均值(2097人,2008年未计入)下降58.7%。

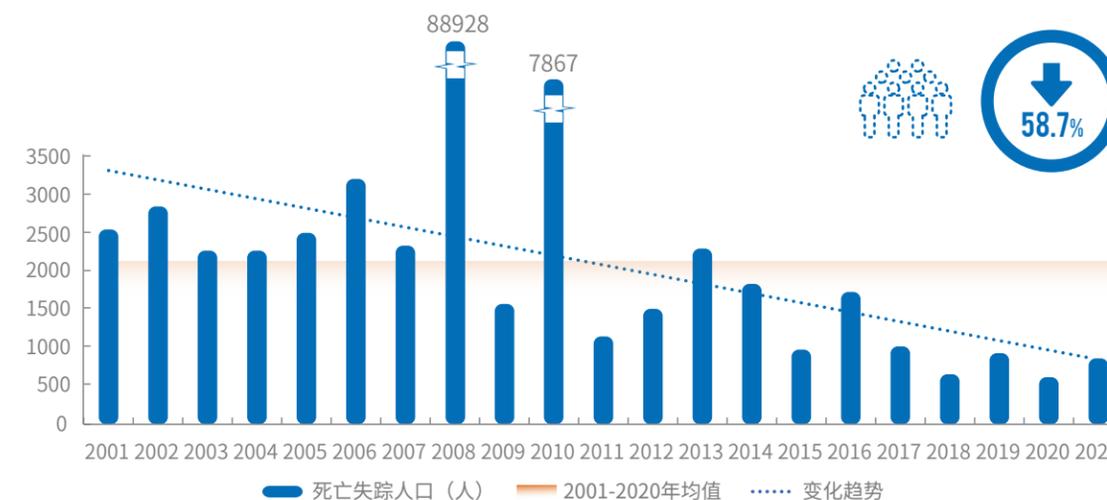


图8 2001-2021年逐年中国因灾死亡失踪人口情况

3.4 每十万人死亡失踪率

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的每十万人死亡失踪率呈现下降趋势。其中,2021年中国每十万人死亡失踪率为0.061,位列2001年以来第三低值(仅高于2018和2020年),较2001-2020年均值(0.16,2008年未计入)下降61.0%。

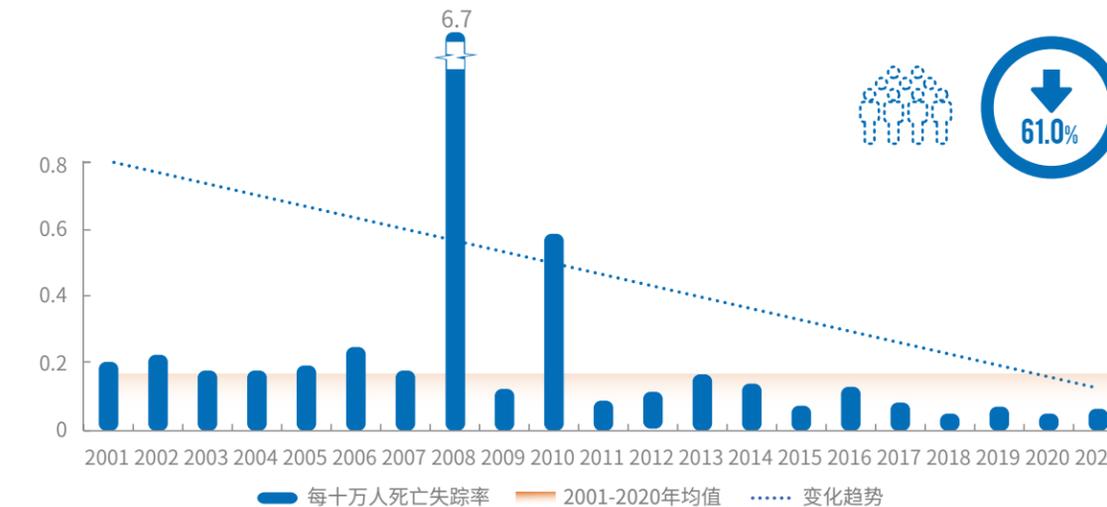


图9 2001-2021年逐年中国因灾每十万人死亡失踪率情况

3.5 直接经济损失

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的直接经济损失呈现下降趋势(各年数据均以2021年为基准,按照国内生产总值指数进行折算)。其中,2021年中国直接经济损失为3340.2亿元,位列2001年以来次低值(仅高于2018年),较2001-2020年均值(6566.7亿元,2008年未计入)下降49.1%。

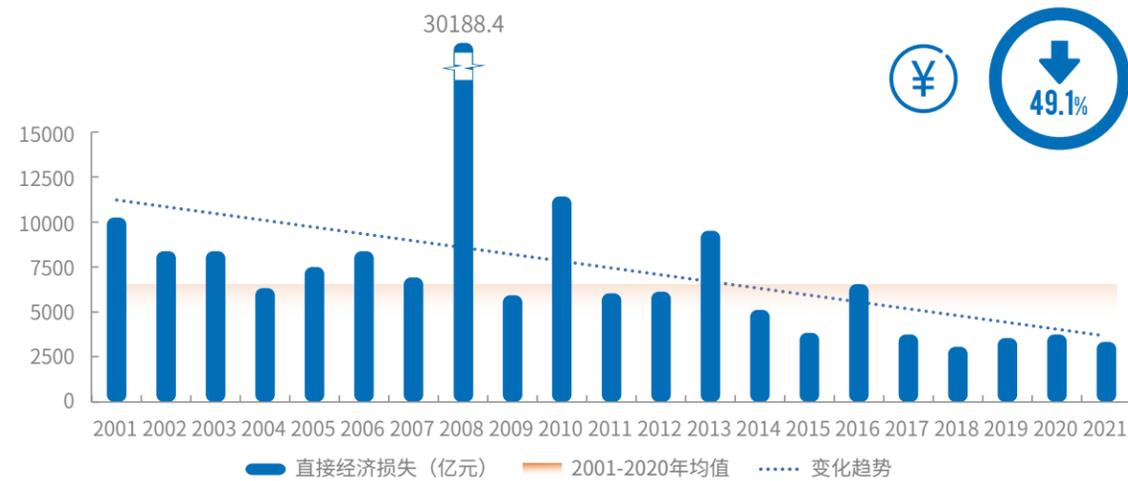


图10 2001-2021年逐年中国直接经济损失情况⁶

3.6 直接经济损失占GDP比重

2001-2021年间,中国因各类自然灾害造成的直接经济损失占GDP比重呈现下降趋势。其中,2021年的中国直接经济损失占GDP比重为0.29%,位列2001年以来次低值(仅高于2018年),较2001-2020年均值(0.83%,2008年未计入)下降64.9%。

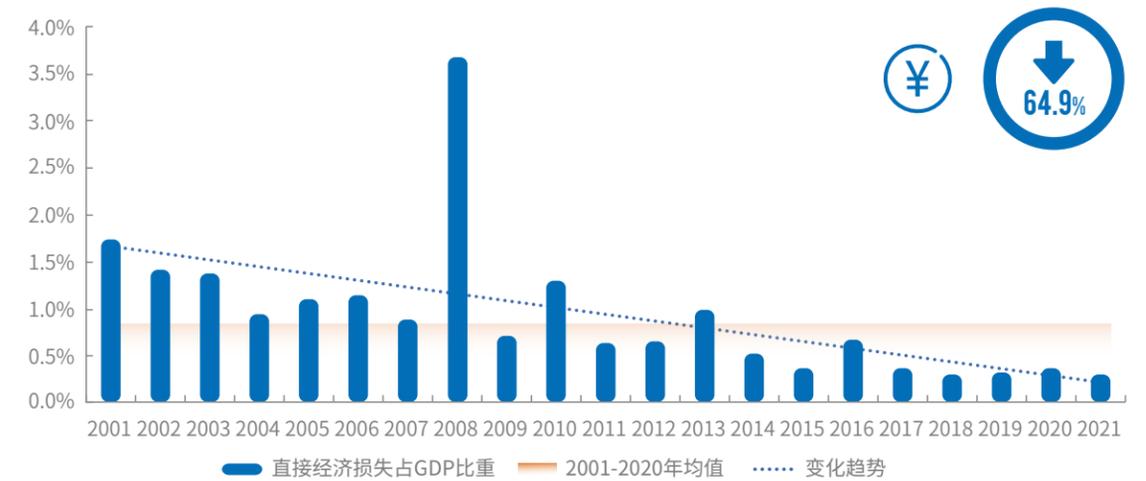


图11 2001-2021年逐年中国直接经济损失占GDP比重情况



6.注:各年数据均以2021年为基准,按照国内生产总值指数进行折算。

03

专题报告二

2021年

全球重大气象事件评估

1. 2021年全球主要气候特征
2. 2021年典型重大气候事件成因分析
3. 小结

专题报告二

2021年
全球重大气象事件评估⁷

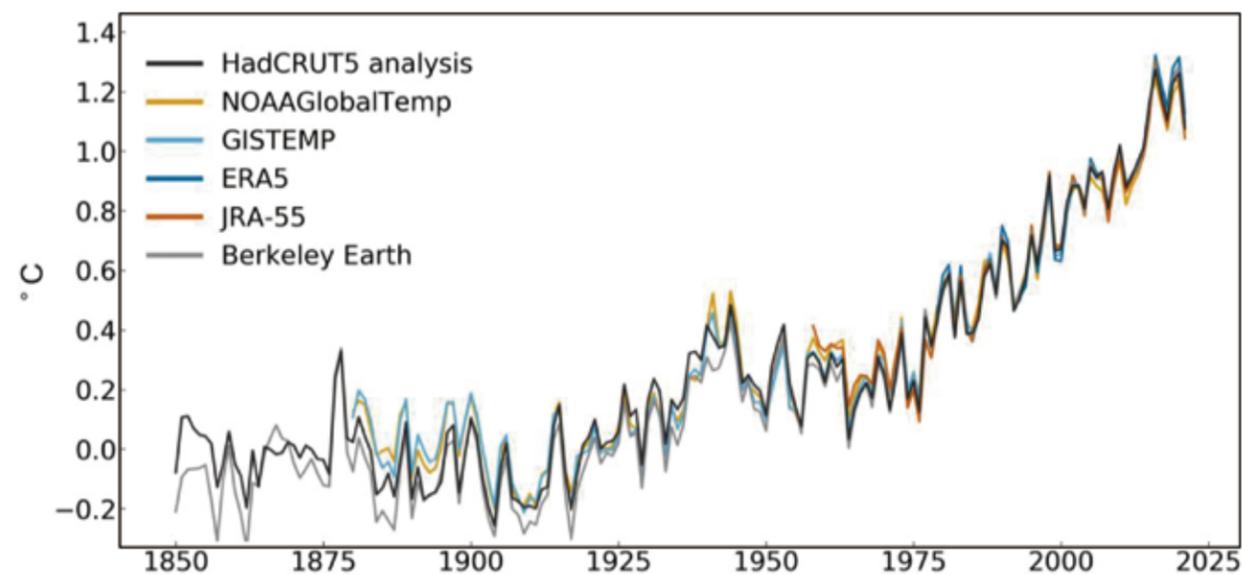
1 2021年全球主要气候特征

1.1 地表温度位列历史第七位

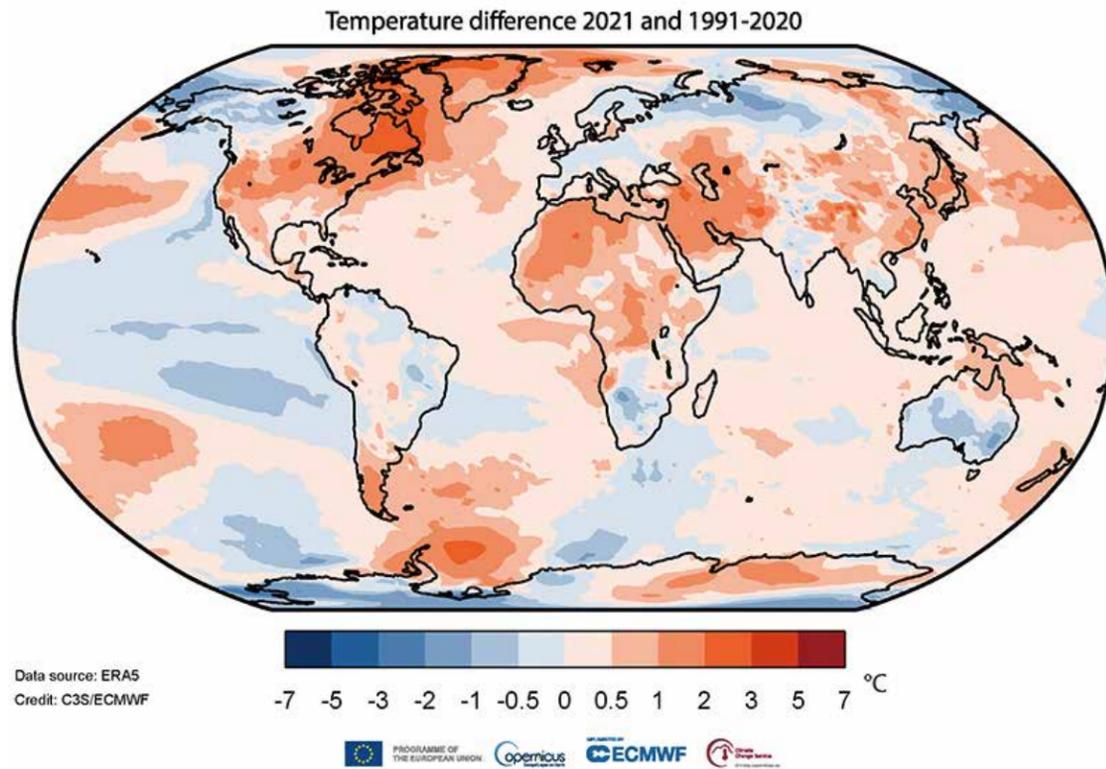
2021年是历史罕见的“双峰型拉尼娜”年，分别出现于2020年8月-2021年4月和2021年11月-2022年。拉尼娜现象对天气和气候的影响与厄尔尼诺现象相反，具有暂时的全球降温效应，通常在拉尼娜事件发生的第二年最强。尽管如此，根据世界气象组织(WMO)的统计，2021仍然是有记录以来最热的七年之一。全球变暖和其他长期气候变化趋势预计将会持续，因为大气中的温室气体吸收热量达到创纪录的水平。2021年，全球平均气温较工业化前(1850-1900年)偏高1.11(±0.13)°C，是2015年以来连续七年偏高超过1°C。

虽然2021年全球总体温暖，但全球各地的温度距平存在差异(图2)。北美洲西部、东北部和格陵兰岛，非洲中部、北部以及中东的大部分地区温度均明显偏高，其中北美洲东北部和格陵兰岛的部分地区偏高3°C以上；西伯利亚西部和东部、阿拉斯加、太平洋中部和东部地区、澳大利亚大部分地区以及南极洲部分地区的温度则低于常年，其中中东太平洋地区的偏低温度与拉尼娜现象相对应。从区域来看，非洲的年平均气温与2019年持平，是有记录以来仅次于2016年和2010年的第三高温；北美、南美、欧洲和亚洲的年平均气温都位列各自有记录以来最热的九年之列；虽然大洋洲的年平均气温高于气候基准期，但2021年是大洋洲自2012年以来最冷的一年(NOAA, 2022)。

7.专题报告提供单位：国家气候中心。

图1 全球平均温度距平时间序列⁸

8.相对1850-1900年平均值。

图2 2021年全球平均温度距平⁹

1.2 海洋热容量和海平面高度创历史新高，海冰面积偏小

2021年，全球海洋持续升温，地中海、北大西洋、南大洋、北太平洋海区温度均创历史新高，成为有现代海洋观测记录以来全球海洋最暖的一年。2021年全球海洋上层2000米的热容量再创历史新高，增加的热容量相当于中国2020全年发电量的500倍，北大西洋、北太平洋和地中海的热容量均创历史新高。2013-2021年期间，全球海平面平均每年上升4.4毫米，是1993年至2002年期间海平面上升速率的两倍。有研究表明，人类活动极有可能是自20世纪70年代以来观测到的海洋热容量增加的主要驱动力，工业和生物气溶胶、土地利用等对海洋变暖也有一定的影响。

2021年，北极海冰面积低于常年值，年度最小值出现在9月6日（472万平方千米）；最大值出现在3月21日（1480万平方千米），是自1979年有记录以来的第九或第十低。南极海冰面积略低于常年值，年度最小值出现在2月19日（260万平方千米），为有记录以来第十五低；最大值出现在8月30日（1880万平方千米），是除了2016年外第二次南极海冰面积最大发生在8月。

在此背景下，2021年，全球发生了多类型的极端天气气候事件，如洪涝、干旱、热带气旋、高温热浪和野火、冬季风暴以及强对流天气事件等。



9.相对1991-2020年平均值，空间分布(C3S, 2022)。

2 2021年典型重大气候事件成因分析

2.1 欧洲中西部的严重暴雨洪涝事件（2021.07）

欧洲中西部属于温带海洋气候，月降水量之间的差异较小，气候适宜。而2021年7月欧洲中西部暴雨洪涝事件的产生主要是欧洲中西部上空持续几天稳定的大气环流型式所造成的。7月12-15日，受低压系统“贝恩德”的影响，中欧地区被困于东西两侧的高压区之间，形成了“高-低-高”的阻塞大气环流型(图3)。图4显示，低压系统“贝恩德”所在的中欧上空有很强的水汽通量的辐合，而其北部和西部的东大西洋和南部的地中海地区为水汽通量的辐散，这表明低压系统西侧大西洋东部的高压脊起到了泵的作用，使大西洋水汽穿过法国进入比利时、荷兰和德国，低压系统又通过气旋式环流从地中海获取充沛的水汽和热量，并将深层水汽输送至中欧地区。7月20日之后，随着东大西洋上空的高压进一步延伸到欧洲大陆，并将低压区向北和向东推进，中欧的大部分强降雨也趋于结束。

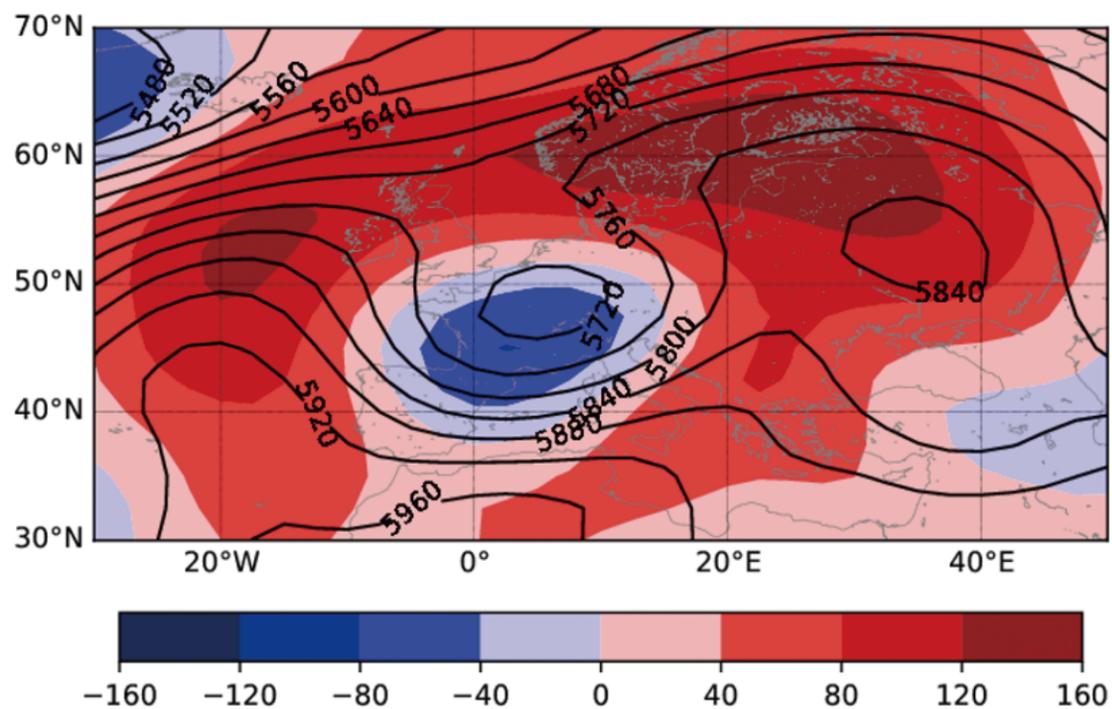


图3 7月12-15日500 hPa位势高度及距平场¹⁰

10. 填色区为距平场，等值线为平均场，单位：gpm。

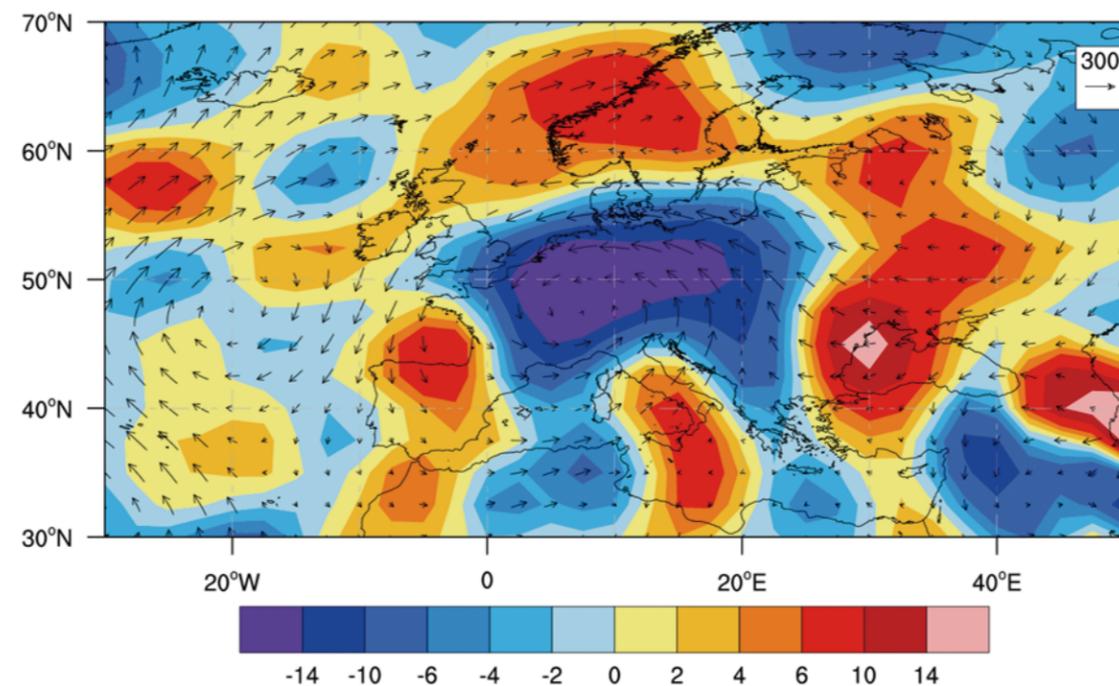


图4 7月12-15日整层水汽通量距平场及散度场¹¹

2.2 北美洲的冬季风暴“乌里”（2021.02）

2021年2月12-17日，强冬季风暴“乌里”侵袭了北美大部，给美国几乎全境都带来了强暴风雪和极端低温，美国中部和南部部分地区气温较常年偏低超过12摄氏度(图5)。导致这次冬季风暴事件的直接原因是对流层高空极地涡旋从北极向南偏移后在加拿大中南部长期逗留，使得寒冷的北极空气逐渐向南扩散到得克萨斯州。

此外，2020年12月底至2021年1月初开始的北极地区平流层爆发性增温事件(Sudden Stratospheric Warming, SSW)也是引发北美此次强暴风雪和低温灾害的重要原因。极地涡旋是环绕地球南北两极的低压冷空气区，周围有旋转的西风急流。典型的情况是，足够强的西风可以在冬天将最冷的空气禁锢在极地。由于SSW，平流层10hPa位势高度在12月底由负转正，并在1月份达到最强，2月中旬趋于结束，并且SSW的影响从平流层随时间下传至对流层低层(图6)。2020年12月至2021年2月中旬，强的AO负位相表示已形成“暖北极-冷大陆”的大气环流模态，而北美的冬季风暴和极端低温就是在这种背景下发生的。

11. 矢量表示通量距平，单位： $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，填色区表示散度，单位： $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

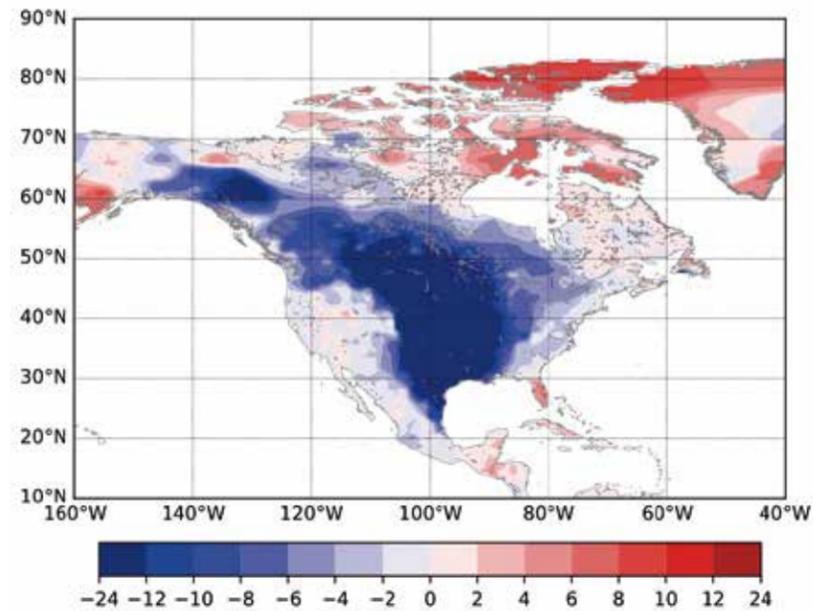


图5 2021年2月12-17日地表平均气温距平分布图 (单位: °C)

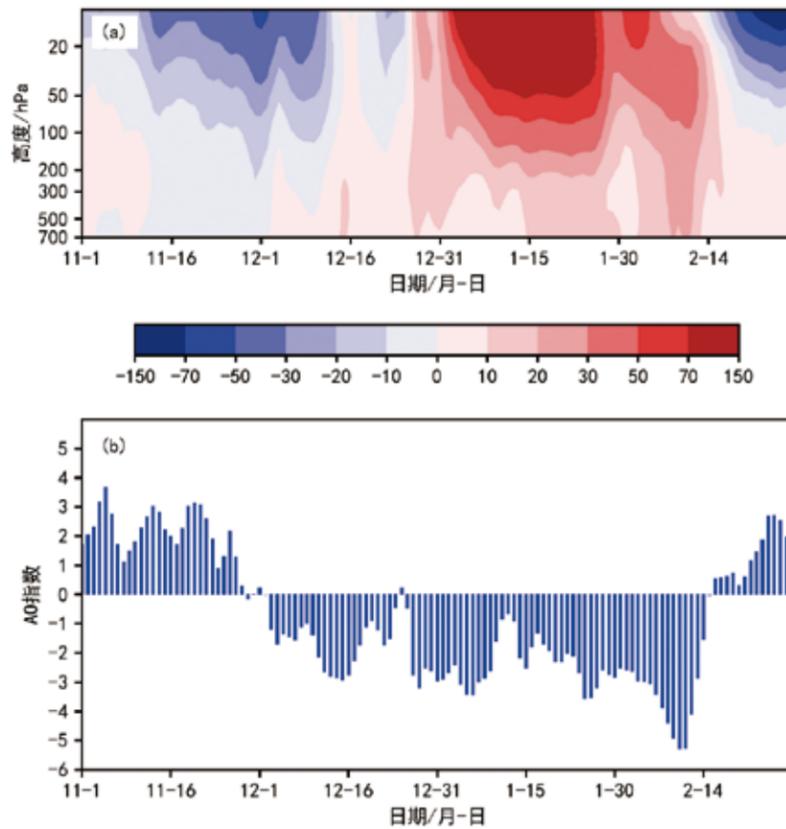


图6 2020年11月1日-2021年2月28日 (a) 北极地区 (65-90°N) 位势高度距平 (单位: gpm) 的时间-高度剖面图和 (b) AO指数变化图

3 小结

在全球变暖的大背景下,2021年欧洲、美洲遭受高温热浪,多地观测到突破历史极值的极端高温,成为欧洲和美国有记录以来最热的夏天,高温热浪导致欧洲南部地中海沿岸以及美国西部干燥少雨,野火频发,损失惨重;全球多地遭受严重暴雨洪水灾害,中国河南出现破纪录的极端强降水事件,欧洲也遭遇了“百年一遇”的极端强降水,造成了严重的人员伤亡和财产损失;美洲、非洲和亚洲多地发生严重旱灾,美国、加拿大、巴西、阿根廷等地农业损失最大;北大西洋和北印度洋热带气旋异常活跃,四级飓风“艾达”登陆美国路易斯安那州,是有记录以来登陆该州的最强飓风,狂风、暴雨和风暴潮给美国东南沿岸各州造成大面积破坏,造成数百亿美元直接经济损失;年初,北美、亚洲和欧洲等地遭受寒流和暴风雪侵袭,冬季风暴“乌里”袭击北美大部,多地最低气温突破历史极值,暴风雪天气造成交通瘫痪,数百万家庭停电,数百人丧生;强对流天气在世界各地频发发生,仅12月就有近70次龙卷风侵袭美国多州,造成近百人死亡,成为美国历史上最为严重的龙卷风灾害之一。

2021年全球天气气候事件发生频率显著上升,表明全球持续变暖可能会导致更频繁、更极端的天气事件的出现。随着人口不断增长、城市快速发展、经济财富持续积累,城市地区的极端天气气候灾害将会是威胁区域可持续发展的重要原因,值得全世界的研究者、政策制定者、实践者共同关注。



04

专题报告三

2000-2021年

全球极端天气气候事件评估

1. 2000-2021年全球极端天气气候事件概况
2. 2000-2021年全球极端天气气候事件灾损情况
3. 2000-2021年全球各国家(地区)极端天气气候事件概况
4. 2000-2021年中国极端天气气候灾害损失在全球的位置

专题报告三

2000-2021年
全球极端天气气候事件评估

1 2000-2021年全球极端天气气候事件概况

1.1 当前形势与判定标准

极端天气气候事件,也称高影响天气事件或极端天气事件,是世界气候研究计划(WCRP)七大重大科学挑战之一,也一直是联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)评估报告的重点内容。

通过综合考虑致灾因子强度和灾情的极端性,本评估中分析的极端天气气候事件的认定应至少满足下列条件之一:

01

事件在2000-2021年发表于《气象》杂志上的“全球重大天气气候事件及其成因”中有所记载

02

事件造成的受灾人口超过50000人

03

事件造成的经济损失超过3000万美元

04

事件造成了重大人员伤亡(死亡人数超过100人)

1.2 极端天气气候事件分灾种频次与区域分布

根据上述判定标准,通过对灾害事件进行筛选,统计得出:2000-2021年间全球发生极端天气气候事件的次数441次(图1),包括极端洪涝、热带气旋、极端高温、寒潮和冬季风暴、强对流事件、极端干旱以及其他风暴事件。

2000-2021年全球极端天气气候事件以极端洪涝、热带气旋、极端高温以及寒潮和冬季风暴事件为主,强对流事件、极端干旱和其他风暴事件也有不同程度出现。其中,极端洪涝事件发生频次最高,为221次,占全球极端天气气候事件总数(下同)的51%,其次是热带气旋事件,发生频次为88次(占全球总数的20%),随后是极端高温事件60次(占全球总数的14%),极端寒潮和冬季风暴事件41次(占全球总数的9%),强对流事件14次(占全球总数的3%),极端干旱事件9次(占全球总数的2%)以及其他风暴事件3次(占全球总数的1%)。

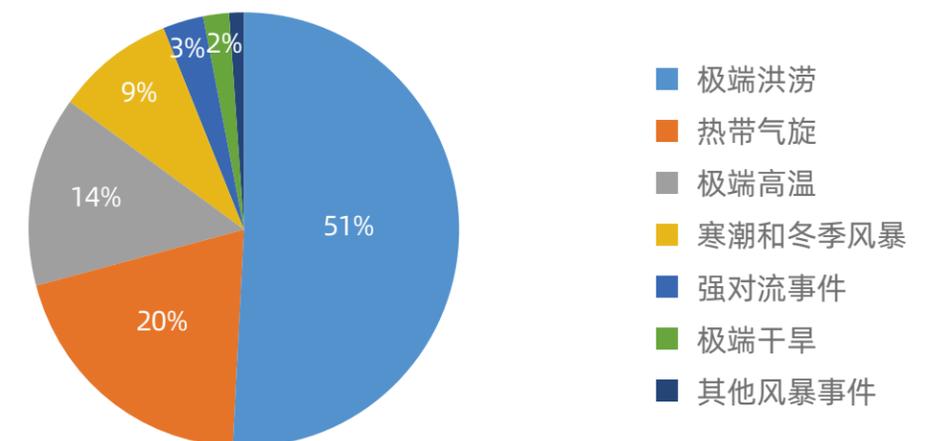


图1 2000-2021年全球极端天气气候事件分灾种统计图

1.3 极端天气气候事件区域分布

经过对这441次极端天气气候事件的分类统计，绘制了2000-2021年全球极端天气气候事件分区域统计图(图2)以及空间分布图(图3)。

2000-2021年,亚洲极端天气气候事件的发生频次最高(图4),为287次,占全球极端天气气候事件总数(下同)的65.1%,这一数字甚至超过了欧洲、美洲、非洲和大洋洲极端天气气候事件发生频次的总和。其中,仅极端洪涝事件就发生了172次(占全球总数的39%),随后是热带气旋事件60次(占全球总数的13.6%)、极端高温事件37次(占全球总数的8.4%)、强对流事件11次、极端干旱事件4次以及其他风暴事件3次。欧洲极端天气气候事件的发生频次仅次于亚洲,但数量相距甚远,仅为54次;美洲极端天气气候事件的发生频次与欧洲相仿,为52次;非洲极端天气气候事件的发生频次略少于欧洲和美洲,为45次;大洋洲极端天气气候事件的发生频次最少,仅为3次。

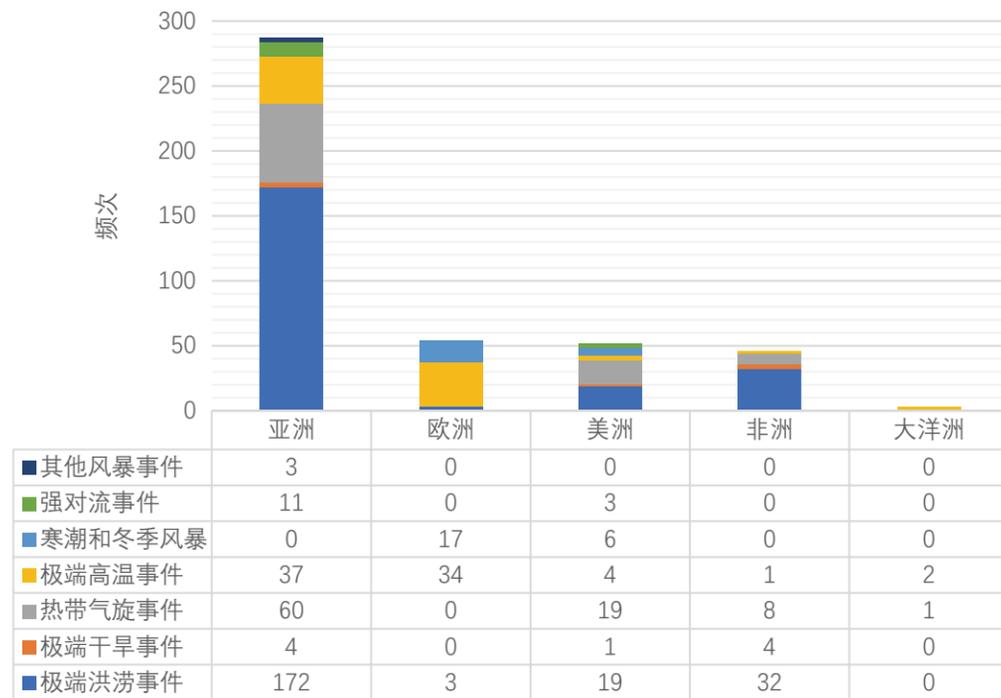


图2 2000-2021年全球极端天气气候事件分区域统计图



图3 2000-2021年全球441次极端天气气候事件空间分布图

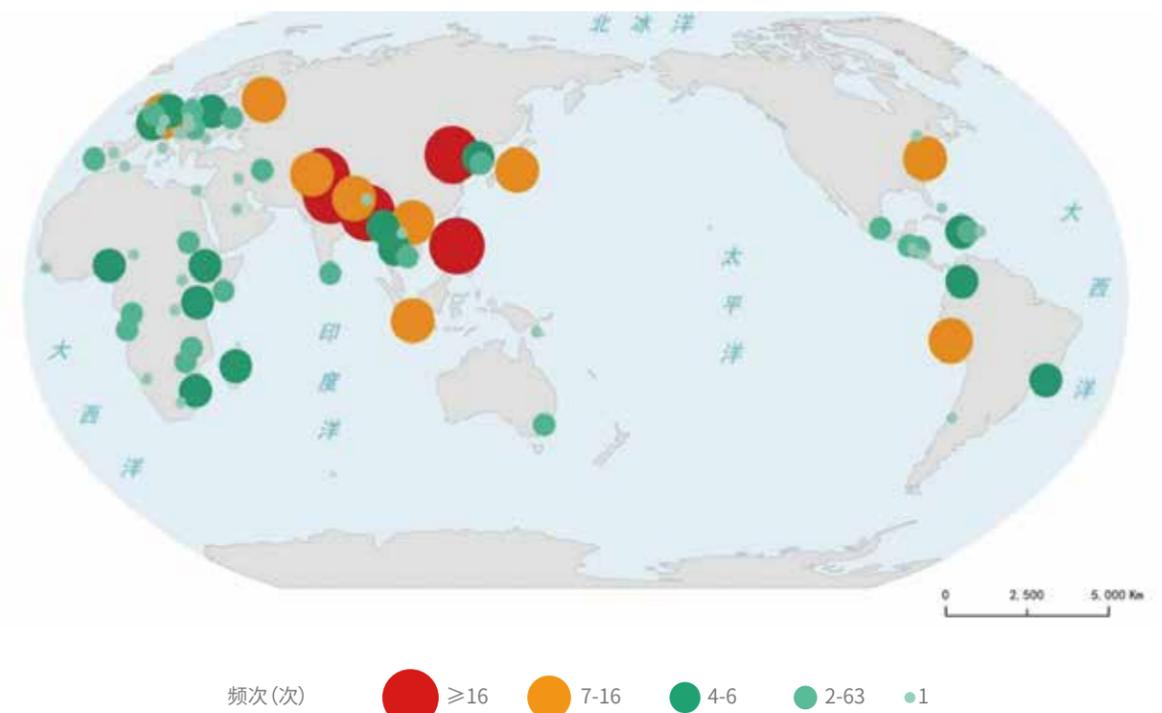


图4 2000-2021年全球各国家(地区)极端天气气候事件发生频次空间分布

2 2000-2021年全球极端天气气候事件灾损情况

2000-2021年的441次极端天气气候事件共造成全球21.86亿人次受灾, 因灾伤亡153.73万人(45.41万人死亡、108.32万人受伤), 紧急转移安置103.32万人, 直接经济损失超过14607亿美元¹²。

从灾种上来看, 极端洪涝事件造成的受灾人口超过了10亿人次, 比其他灾种造成的受灾人口之和还要多, 为13.71亿人次(占全球极端天气气候事件受灾人口总数的62.7%); 热带气旋事件和极端高温事件造成的死亡人口最多, 均超过了15万人, 分别为18.21万人和16.23万人(分别占全球极端天气气候事件死亡人口总数的40%和36%); 热带气旋事件造成的直接经济损失最高, 为6545.5亿美元(占全球极端天气气候事件直接经济损失总额的79%), 这一数字远远超过了其他所有灾种造成的直接经济损失之和。

从区域上来看, 2000-2021年, 亚洲的受灾人口达18.64亿人次(占全球极端天气气候事件受灾人口总数的85.3%)、因灾死亡人口为24.6万人(占全球极端天气气候事件死亡人口总数的54.7%), 均高于欧洲、美洲、非洲和大洋洲的受灾人口之和和因灾死亡人口之和, 这也使得亚洲成为2000-2021年间全球因极端天气气候事件受灾和死亡人口最多的区域。美洲的经济损失最大, 为8082亿美元(占全球极端天气气候事件直接经济损失总额的55.3%), 紧随其后的是亚洲的5667亿美元(占全球极端天气事件直接经济损失总额的38.8%), 这两大洲的直接经济损失占全球总量的94.1%。



3 2000-2021年全球各国家(地区)极端天气气候事件概况

表1给出了2000-2021年全球极端天气气候事件频次、死亡人口、直接经济损失最高的10个国家。可以看出, 2000-2021年极端天气气候事件发生频次位列前十的国家主要分布在亚洲东部、南部和东南部, 其中印度最高, 达80次, 中国次之, 为47次, 巴基斯坦位列第三, 为24次。死亡人口较高的国家主要分布在亚欧大陆和非洲, 且排名前九的国家死亡人口均超过1万人, 其中缅甸最多, 为139017人, 其次为俄罗斯57638人, 中国位列第九, 为10982人。直接经济损失较高的国家主要分布在北美洲、亚洲东部和欧洲, 位列前十的国家直接经济损失均在50亿美元以上, 其中美国最多, 高达2035.55亿美元, 中国次之, 为1270.28亿美元。

表1 2000-2021年全球极端天气气候事件频次、死亡人口和直接经济损失排前十的国家(地区)

排名	国家	频次(次)	排名	国家	死亡人口(人)	排名	国家	直接经济损失(亿美元)
1	印度	80	1	缅甸	139,017	1	美国	2035.55
2	中国	47	2	俄罗斯	57,638	2	中国	1270.28
3	巴基斯坦	24	3	印度	40,747	3	泰国	487.36
4	菲律宾	22	4	法国	27,512	4	印度	272.83
5	孟加拉国	22	5	索马里	20,162	5	巴基斯坦	173.53
6	美国	15	6	意大利	20,089	6	韩国	129.55
7	印度尼西亚	14	7	菲律宾	17,793	7	孟加拉国	92.56
8	阿富汗	13	8	西班牙	15,090	8	法国	64.81
9	尼泊尔	12	9	中国	10,982	9	意大利	64.81
10	日本	12	10	德国	9,552	10	缅甸	51.35

注: 表中直接经济损失为2021年价格水平。

12. 注: 2000-2020年直接经济损失为2021年价格水平, 2021年直接经济损失为当年价格。



表2给出了2000-2021年全球死亡人数最高的10个极端天气气候事件,主要发生在经济较为落后的发展中国家,且多为热带气旋事件和极端高温事件。因灾死亡人口排名前10的极端天气气候事件造成的死亡人口总数为295768人,占全球极端天气气候事件造成死亡人口总数的65%,超过了其他所有极端天气气候事件的总和,造成的死亡人口特别巨大,是非常极端的极端天气气候事件。这种情况与发展中国家的经济发展水平较低、基础设施设防能力较弱、国家的灾害监测预警水平较落后、相关应急救援和医疗水平较低等因素有关。

表2 2000-2021年全球死亡人口排前十的极端天气气候事件

排名	时间	国家	事件类型	死亡人口(人)
1	2008.5.2-2008.5.3	缅甸	热带气旋	138,366
2	2010.6-2010.8	俄罗斯	极端高温	55,736
3	2003.7.16-2003.8.15	意大利	极端高温	20,089
4	2010.02-2011.11	索马里	极端干旱	20,000
5	2003.8.1-2003.8.20	法国	极端高温	19,490
6	2003.8.1-2003.8.11	西班牙	极端高温	15,090
7	2003.8.1-2003.8.20	德国	极端高温	9,355
8	2013.11.8-2013.11.8	菲律宾	热带气旋	7,354
9	2013.6.12-2013.6.27	印度	极端洪涝	6,054
10	2007.11.15-2007.11.19	孟加拉国	热带气旋	4,234

表3列出了2000-2021年全球造成直接经济损失最多的10个极端天气气候事件,多集中于沿海经济较为发达的国家,且多为热带气旋事件和极端高温事件。排名前10的极端天气气候事件造成的直接经济损失总额为7778亿美元,占全球直接经济损失总额的53%,与其他所有极端天气气候事件造成的直接经济损失的总量大致相当。

表3 2000-2021年全球直接经济损失排前十的极端天气气候事件

排名	时间	国家	事件类型	直接经济损失(亿美元)
1	2005.8.29-2005.9.19	美国	热带气旋	1734
2	2017.8.25-2017.8.29	美国	热带气旋	1050
3	2021.06.26-2021.7.1	加拿大	极端高温	1000
4	2021.6.26-2021.6.30	美国	极端高温	1000
5	2017.9.19-2017.9.21	波多黎各	热带气旋	916
6	2017.9.10-2017.9.28	美国	热带气旋	630
7	2011.08.05-2012.1.4	泰国	极端洪涝	482
8	2021.7.12-2021.7.15	德国	极端洪涝	400
9	2021.2.10-2021.2.20	美国	强对流事件	300
10	2008.01.10-2008.2.5	中国	寒潮和冬季风暴	266

注:表中直接经济损失为2021年价格水平。

4 2000-2021年中国极端天气气候灾害损失在全球的位置

4.1 2000-2021年中国极端灾害死亡人口在全球的位置

2000-2021年全球主要国家和地区百万人口年均极端灾害死亡数如图5所示。

2000-2021年中国百万人口年均因极端灾害死亡数为0.38人；在统计的发生极端灾害事件的77个国家和地区中，百万人口因灾死亡数高于中国的有65个国家和地区，占总数的84.42%；按百万人口因灾死亡数从低到高排名，中国在遭遇极端灾害事件的77个国家和地区中排名前15.58%。与中国百万人口因灾死亡数较为相近的国家包括韩国(0.36人)、南苏丹(0.39人)、巴西(0.34人)等。

从百万人口因灾死亡数与经济发展水平的关系来看，2000-2021年中国的极端灾害百万人口因灾死亡数排名与经济发展水平基本匹配，百万人口因灾死亡数排名(从低到高)在全球处于中等偏上的位置。与中国经济总量处于相近水平的国家对比，美国(0.57人)和日本(0.53人)的百万人口因灾死亡人数均高于中国。从人均GDP与中国水平相当的国家来看，秘鲁(3.3人)、哥伦比亚(1.1人)百万人口因灾死亡数均高于中国。

0.38人

2000-2021年中国百万人口
年均因极端灾害死亡数

65个

2000-2021年百万人口年均
因灾死亡数
高于中国的国家和地区数

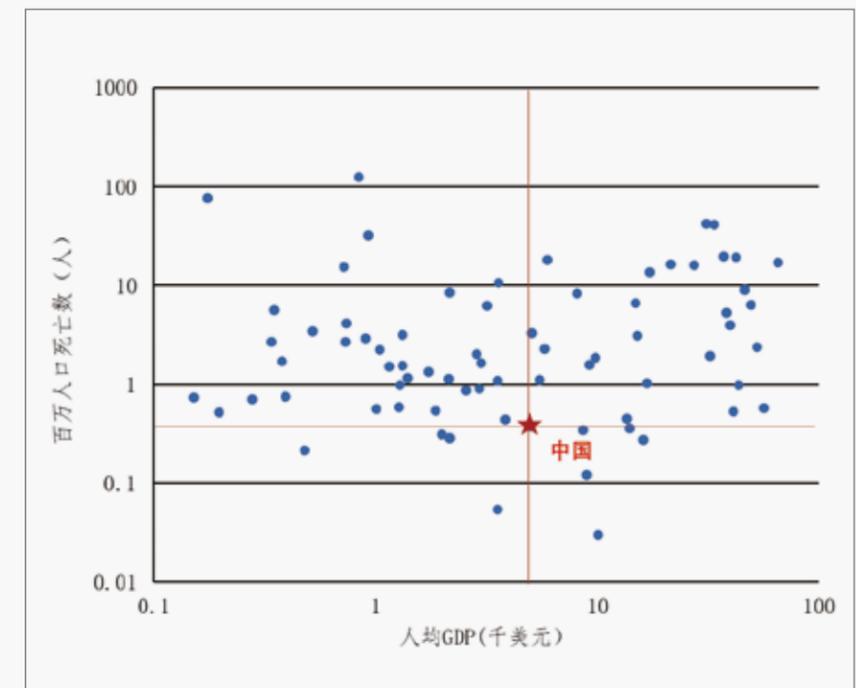
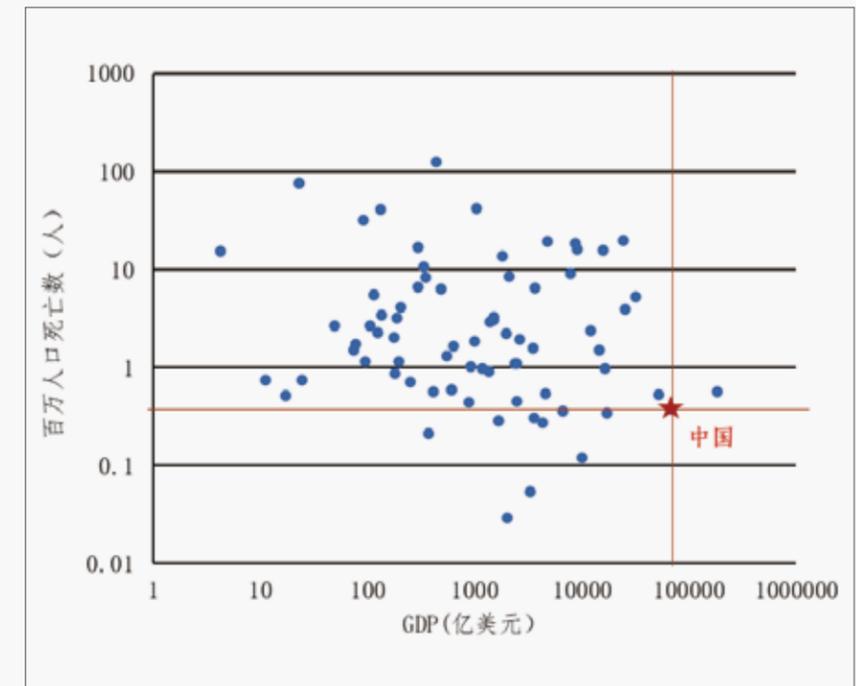


图5 2000-2021年中国极端灾害事件年均死亡人口在全球的位置

注：

中国与全球77个国家和地区的横向对比；

中国百万人口因灾死亡数排名(从低到高)前15.58%，处于中等偏上位置；

中国的GDP总量排名第2；人均GDP排名前45%，处于中等偏上水平；

中国百万人口死亡数与经济实力基本匹配。

(图中显示的百万人口因灾死亡数使用全球77个国家和地区的2000-2021年各年因灾死亡人口数除以上年百万人口数计算均值得到。人口数据源自世界银行(<https://data.worldbank.org/>)，GDP数据源于世界银行发布的GDP(现价美元)2020年值)

4.2 2000-2021年中国极端灾害直接经济损失在全球的位置

2000-2021年全球主要国家和地区极端灾害年均直接经济损失GDP占比如图6所示。

中国年均因极端灾害直接经济损失GDP占比为0.0023；在全部统计的77个国家和地区中，极端灾害直接经济损失GDP占比高于中国的共有17个国家和地区，占总数的22%；按直接经济损失GDP占比从低到高排名，中国在统计的77个国家和地区中排名前72.73%。与中国极端灾害直接经济损失GDP占比处于同一水平的国家包括尼泊尔(0.0022)、印度(0.0028)等。

从2000-2021年直接经济损失GDP占比与经济发展水平的关系来看，中国的极端灾害直接经济损失与经济发展水平不大匹配，直接经济损失GDP占比排名(从低到高)在全球处于中等偏下的位置。与中国经济总量处于相近水平的国家对比，美国(0.0016)、日本(0.0005)的直接经济损失GDP占比均低于中国。从人均GDP与中国水平相当的国家来看，秘鲁(0.0007)和哥伦比亚(0.0006)的直接经济损失GDP占比均远低于中国。



2000-2021年中国年均因极端灾害直接经济损失GDP占比



2000-2021年年均因极端灾害直接经济损失GDP占比高于中国的国家和地区数

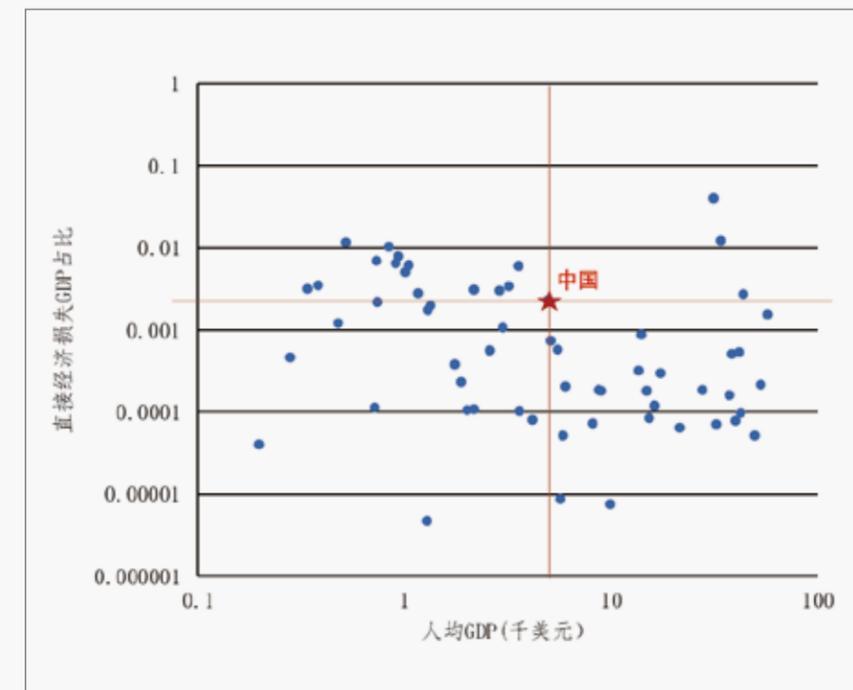
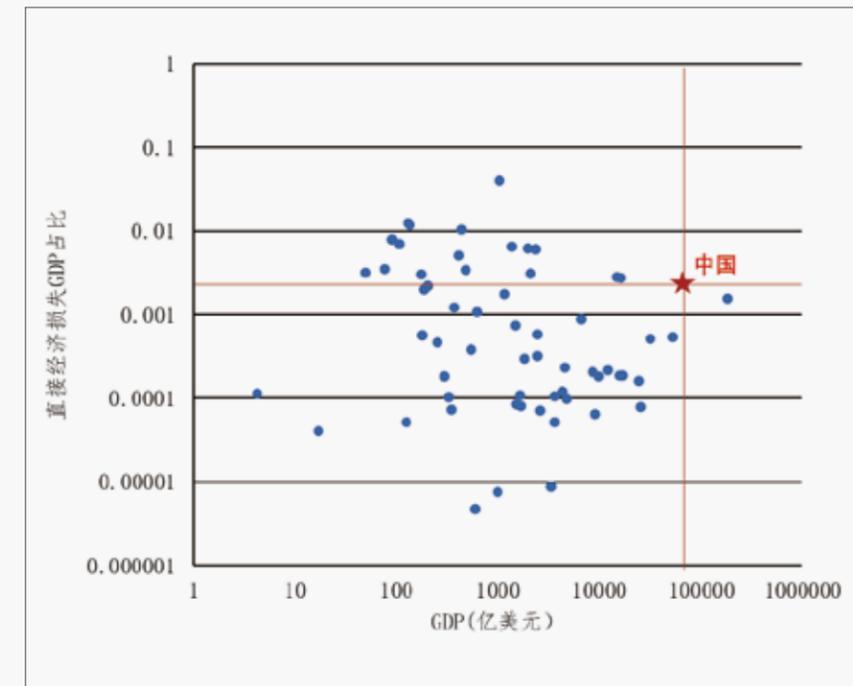


图6 2000-2021年中国极端灾害事件年均直接经济损失GDP占比在全球的位置

注：

中国与全球77个国家和地区的横向对比；

中国直接经济损失GDP占比排名(从低到高)前72.73%，处于中等偏下位置；

中国的GDP总量排名第2；人均GDP排名前45%，处于中等偏上水平；

直接经济损失GDP占比与经济水平不大匹配。

(图中显示的直接经济损失GDP占比使用2000-2021年全球77个国家和地区的2000-2021年各年极端灾害直接经济损失除以上年GDP总量计算均值得到。其中，人口数据、GDP(现价美元)和人均GDP(现价美元)源自世界银行(<https://data.worldbank.org/>)。)

05

附录

附录I: 1991-2021年全球死亡人口和直接经济损失前50的自然灾害

附录II: 灾情轻重判定标准

附录III: 综合灾情指数计算方法

附录IV: 社会经济数据来源和折算方法

附录I

1991-2021年全球死亡人口和直接经济损失前50的自然灾害

1991-2021年全球死亡人口前50的自然灾害

编号	时间	影响国家或地区	灾害类型	死亡人口(人)	直接经济损失(亿美元,当年价)
1	2010/1/12	海地	地震	222570	80
2	2004/12/26	印度尼西亚	地震	165708	44.516
3	1991/4/29-5/10	孟加拉国	风暴	138866	17.8
4	2008/5/2-3	缅甸	风暴	138366	40
5	2008/5/12	中国	地震	87476	850
6	2005/10/8	巴基斯坦	地震	73338	52
7	2010/6/-2010/8/	俄罗斯	极端高温	55736	4
8	2004/12/26	斯里兰卡	地震	35399	13.165
9	1999/12/15-12/20	委内瑞拉	洪水	30000	31.6
10	2003/12/26	伊朗	地震	26796	5
11	2003/7/16-8/15	意大利	极端高温	20089	44
12	2001/1/26	印度	地震	20005	26.23
13	2010/2/-2011/11/	索马里	干旱	20000	0
14	2011/3/11	日本	地震	19846	2100
15	2003/8/1-8/20	法国	极端高温	19490	44
16	1999/8/17	土耳其	地震	17127	200
17	2004/12/26	印度	地震	16389	10.228
18	2003/8/1-8/11	西班牙	极端高温	15090	8.8
19	1998/10/25-11/8	洪都拉斯	风暴	14600	37.936
20	1999/10/28-10/30	印度	风暴	9843	25
21	1993/9/29	印度	地震	9748	2.8
22	2003/8/-2003/8/	德国	极端高温	9355	16.5
23	2015/4/25	尼泊尔	地震	8831	51.74
24	2004/12/26	泰国	地震	8345	10
25	2013/11/8	菲律宾	风暴	7354	100
26	2020/06-08	英国、法国、比利时、荷兰	极端高温	6340	0
27	2013/6/12-6/27	印度	洪水	6054	11
28	1991/11/5-11/8	菲律宾	风暴	5956	1
29	2006/5/26	印度尼西亚	地震	5778	31
30	1995/1/17	日本	地震	5297	1000
31	1998/5/30	阿富汗	地震	4700	0.1
32	2018/9/28	印度尼西亚	地震	4340	14.5
33	2007/11/15-11/19	孟加拉国	风暴	4234	23
34	1997/11/2-11/4	越南	风暴	3682	4.7
35	1998/7/1-8/30	中国	洪水	3656	300
36	1998/10/25-11/8	尼加拉瓜	风暴	3332	9.877
37	2015/6/29-8/9	法国	极端高温	3275	0
38	2010/4/14	中国	地震	2968	5
39	1998/6/9-6/11	印度	风暴	2871	4.69
40	1996/6/30-7/26	中国	洪水	2775	126
41	2004/9/17-9/18	海地	风暴	2754	0.5
42	2003/8/-2003/8/	葡萄牙	极端高温	2696	0
43	2004/5/23-6/1	海地	洪水	2665	0
44	2021/8/14	海地	地震	2575	16.2
45	1998/5/26	印度	极端高温	2541	0
46	1992/12/12	印度尼西亚	地震	2500	1
47	1998/2/4	阿富汗	地震	2323	0.1
48	1997/10/19-11/17	索马里	洪水	2311	0
49	2003/5/21	阿尔及利亚	地震	2266	50
50	1999/9/21	中国	地震	2264	141

1991-2021年全球直接经济损失前50的自然灾害

编号	时间	影响国家或地区	灾害类型	直接经济损失(亿美元,当年价)	死亡人口(人)
1	2011/3/11	日本	地震	2100	19846
2	2005/8/29-9/19	美国	风暴	1250	1833
3	1995/1/17	日本	地震	1000	5297
4	2017/8/25-8/29	美国	风暴	950	88
5	2008/5/12	中国	地震	850	87476
6	2017/9/20	波多黎各	风暴	680	64
7	2021/8/28-9/2	美国	风暴	651	96
8	2017/9/10-9/28	美国	风暴	570	58
9	2012/10/28	美国	风暴	500	54
10	2021/7/12-7/15	德国	洪水	417	242
11	2011/8/5-2012/1/4	泰国	洪水	400	813
12	1998/7/1-8/30	中国	洪水	300	3656
12	2010/2/27	智利	地震	300	562
12	2021/2/10-2021/2/20	美国	风暴	300	235
12	2008/9/12-9/16	美国	风暴	300	82
12	1994/1/17	美国	地震	300	60
17	2004/10/23	日本	地震	280	40
18	1992/8/24	美国	风暴	265	44
19	2019/10/10-10/17	美国	野火	250	3
20	2016/6/28-7/13	中国	洪水	220	289
21	2008/1/10-2/5	中国	极端低温	211	129
22	1999/8/17	土耳其	地震	200	17127
22	2016/4/16	日本	地震	200	49
22	2012/6/-2012/12/	美国	干旱	200	0
25	2010/5/29-8/31	中国	洪水	180	1691
25	2004/9/15-9/16	美国	风暴	180	52
27	2019/10/12-10/17	日本	风暴	170	99
27	2020/5/21-7/30	中国	洪水	170	280
29	2021/6/1-2021/8/30	中国	洪水	165	352
29	2018/11/8-11/16	美国	野火	165	88
31	2014/9/	印度	洪水	160	298
31	2018/10/10-10/11	美国	风暴	160	45
31	2005/9/23-10/1	美国	风暴	160	10
31	2004/8/13	美国	风暴	160	10
35	2012/5/20	意大利	地震	158	7
36	2011/2/22	新西兰	地震	150	181
36	2020/5/20	印度、孟加拉国	风暴	150	116
36	1995/8/1-9/8	韩国	洪水	150	68
39	2005/10/24	美国	风暴	143	4
40	1999/9/21	中国	地震	141	2264
41	2011/5/20-5/25	美国	风暴	140	176
41	2018/9/12-9/18	美国	风暴	140	53
43	1994/1/-1994/12/	中国	干旱	138	0
44	2020/8/27-8/28	美国	风暴	130	33
44	2017/10/8-10/20	美国	野火	130	30
46	2013/5/28-6/18	德国	洪水	129	4
47	1996/6/30-7/26	中国	洪水	126	2775
48	2018/9/4-9/5	日本	风暴	125	17
48	2007/7/16	日本	地震	125	9
50	1993/6/24-8/23	美国	洪水	120	48

附录II 灾情轻重判定标准

1. 灾情指标判定标准。灾情总体偏轻、灾情总体明显偏轻定义如下：

灾情总体偏轻：主要灾情指标中超过50%的指标较近十年均值(2011-2020)下降。

灾情总体明显偏轻：主要灾情指标较近十年均值(2011-2020)均下降，且降幅超过30%。

2. 灾情指数判定标准。灾情指数轻重比较的标准定义如下：

灾情指数较多年均值上下浮动10%以内，为与常年持平；较多年均值上升10%~30%，为较常年偏重，上升30%以上，为明显偏重；较多年均值下降10%~30%，为较常年偏轻，下降30%以上，为明显偏轻。



附录III 综合灾情指数计算方法

综合灾情指数兼具时间和空间属性，能够同时在时空两个维度对某一区域的综合受灾程度进行量化评估。该指数基于多年多区域历史灾情数据计算，既考虑了时间序列上的变化，又兼顾了地区间的差异性。在本报告中，灾情指数主要用于对全国和省级行政区的总体受灾情况进行量化评估。其中，国家级灾情指数用于对全国分年总体灾情进行评估，省级灾情指数用于对分省分年总体灾情进行评估，计算方法分别简述如下。

(一) 国家级灾情指数计算方法

1. 灾情指标预处理

将灾情指标划分为人口、农业、房屋、经济四个维度，其中：人口维度指标包括受灾人口、死亡失踪人口、紧急转移安置人口、因旱饮水困难需救助人口；农业维度指标包括农作物受灾面积、农作物绝收面积；房屋维度指标包括倒塌房屋间数、损坏房屋间数；经济维度指标包括直接经济损失。人口、农业、房屋三个维度中每项灾情指标首先进行归一化处理；经济维度指标使用国内生产总值指数折算后再进行归一化处理，折算方法详见附录第三部分。归一化公式为(以受灾人口为例)

$$P_a^* = \frac{P_a}{\max P_a}$$

式中 P_a 为受灾人口指标， $\max P_a$ 为该指标在时间序列中的最大值， P_a^* 为归一化指标。

2. 计算维度指数

对历史序列中每个年份，分别计算该年全国总体灾情各维度指数，为维度内归一化灾情指标的几何平均值，计算公式为

$$I_P = (P_a^*)^{W_{pa}} (P_d^*)^{W_{pd}} (P_t^*)^{W_{pt}} (P_w^*)^{W_{pw}}$$

$$I_C = (C_a^*)^{W_{ca}} (C_d^*)^{W_{cd}}$$

$$I_H = (H_c^*)^{W_{hc}} (H_d^*)^{W_{hd}}$$

$$I_E = E^*$$

各项符号的含义和权重值参见附表1和附表2。

3. 计算综合灾情指数

对给定年份，该年综合灾情指数（记为 I ）是其四个维度指数归一化后的几何平均值，公式为

$$I = (I_P^*)^{W_P} (I_C^*)^{W_C} (I_H^*)^{W_H} (I_E^*)^{W_E}$$

其中， I_P^* 、 I_C^* 、 I_H^* 和 I_E^* 分别为 I_P 、 I_C 、 I_H 和 I_E 采用第一步中方法归一化后的值， W_P 、 W_C 、 W_H 和 W_E 分别为对应维度指数的权重（附表2）。

附表1 国家级综合灾情指数计算灾情指标与维度指数符号表示

维度指数	符号	归一化符号	灾情指标	符号	归一化符号
人口维度指数	I_P	I_P^*	受灾人口	P_a	P_a^*
			死亡失踪人口	P_d	P_d^*
			紧急转移安置人口	P_t	P_t^*
			因旱饮水困难需救助人口	P_w	P_w^*
农业维度指数	I_C	I_C^*	农作物受灾面积	C_a	C_a^*
			农作物绝收面积	C_d	C_d^*
房屋维度指数	I_H	I_H^*	倒塌房屋间数	H_c	H_c^*
			损坏房屋间数	H_d	H_d^*
经济维度指数	I_E	I_E^*	直接经济损失	E	E^*

附表2 国家级综合灾情指数计算权重符号与赋值

维度指数	权重符号	权重赋值
人口维度指数	W_P	0.35
农业维度指数	W_C	0.20
房屋维度指数	W_H	0.35
经济维度指数	W_E	0.10

维度指标	权重符号	权重赋值
受灾人口	W_{pa}	0.20
死亡失踪人口	W_{pd}	0.40
紧急转移安置人口	W_{pt}	0.20
因旱饮水困难需救助人口	W_{pw}	0.20
农作物受灾面积	W_{ca}	0.30
农作物绝收面积	W_{cd}	0.70
倒塌房屋间数	W_{hc}	0.70
损坏房屋间数	W_{hd}	0.30

附录IV 社会经济数据来源和折算方法

(二) 省级灾情指数计算方法

省级灾情指数针对各省份2000年以来各年份总体灾情进行量化评估,单个评估对象为给定年份给定省份总体灾情。省级灾情指数计算流程与国家级灾情指数相同,各步骤区别简述如下。

1. 灾情指标预处理

因部分省份在部分年份中的灾情指标为零值(未受灾),为确保指数计算中几何平均值不使用零值,省级灾情指标归一化处理采用如下公式(以受灾人口为例)

$$P_a^* = 1 + \ln \left(1 + \frac{P_a}{\max P_a} \right)$$

2. 计算维度指数

省级农业、房屋、经济维度指数计算公式与国家级相同,人口维度指数计算不包含因旱饮水困难需救助人口,具体为

$$I_p = (P_a^*)^{W_{pa}} (P_d^*)^{W_{pd}} (P_t^*)^{W_{pt}}$$

3. 计算综合灾情指数

省级综合灾情指数计算公式为

$$I = (I_p^*)^{W_p} (I_C^*)^{W_C} (I_H^*)^{W_H} (I_E^*)^{W_E} - 1$$

省级灾情指数计算中各符号含义、各维度指标归一化方法同国家级灾情指数计算。除人口维度指标外,其余各维度指标、灾情指标权重值也与国家级灾情指数计算相同。人口维度指标计算权重赋值见附表3。

附表3 省级综合灾情指数计算人口维度权重赋值

维度指标	权重符号	权重赋值
受灾人口	W_{pa}	0.25
死亡失踪人口	W_{pd}	0.50
紧急转移安置人口	W_{pt}	0.25

1. 2001-2020年全国年末总人口、国内生产总值(GDP)和分省年末常住人口、地区生产总值(GRP)来源自中国国家统计局网站年度数据。

2. 2021年全国年末总人口采用中国国家统计局2022年1月17日公布的初步统计数据141260万人。2021年各省(自治区、直辖市)年末总人口采用前述公布数据中的全国人口自然增长率0.34%推算:

$$2021\text{地区年末总人口} = 2020\text{地区年末总人口} \times (1 + 0.34\%)$$

3. 2021年国内生产总值采用中国国家统计局2022年1月17日公布的初步核算数据1143670亿元。2021年地区生产总值采用前述公布数据中的全国增长率8.1%进行推算:

$$2021\text{年地区生产总值} = 2020\text{年地区生产总值} \times (1 + 8.1\%)$$

4. 2001-2020年国内生产总值和当年全国各灾种直接经济损失均按照中国国家统计局公布的国内生产总值指数,以2021年价格水平为基准进行折算。计算方法为:

该年国内生产总值折算值 = 该年国内生产总值 \times (1 + 该年国内生产总值指数相对2021年累积值)

式中“该年国内生产总值指数相对2021年累积值”为该年下一年至2021年逐年国内生产总值指数(上年为1)的连乘积。2021年无需折算;2020年折算累积值为2021年国内生产总值指数(本报告采用2020年数据代替);其他年份,以2010年为例,折算累积值为2011年至2020年国内生产总值指数的连乘积。

2001-2020年中国分省地区生产总值和当年分省各灾种直接经济损失均采用上述方法进行折算,将国内生产总值指数替换为该省份地区生产总值指数。

致谢

联合国减灾办公室亚太科学与技术咨询委员会秘书处
国家重点研发计划“多灾种综合风险防范服务产品开发与集成平台建设示范”
(2018YFC1508900)
国家重点研发计划“青藏高原多灾种重大灾害损失与综合风险评估”
(2019QZKK0906)
中国地震局中国地震台网中心
中国水利水电科学研究院
未来地球计划-综合风险防范项目
北京师范大学国际减轻灾害风险合作研究中心
北京师范大学减轻灾害风险国际平台

协助单位

中国气象局国家气候中心
中国灾害防御协会

免责声明

本报告是应急管理部-教育部减灾与应急管理研究院、北京师范大学国家安全与应急管理学院、应急管理部国家减灾中心、红十字会与红新月会国际联合会的工作人员的成果，其中也包括外部人士的贡献。本报告所述的研究结果、分析与结论并不一定反映编辑工作组、编委会或其所代表的国家的观点。尽管编辑工作组努力使本报告中呈现的所有信息准确无误，但由于数据来源多样，故无法完全确保信息的准确性和完整性。因使用本报告中的任何数据或信息而产生的风险须由使用者自行承担。同时，在任何情况下，编辑工作组或其任何合作伙伴均不对因依赖于本报告中的数据而引致或蒙受的任何损失、损害、责任或支出承担责任。本报告所附地图显示的疆界、颜色、名称和其他信息并不表示编辑工作组就有关任何地区的法律地位做出任何评判，也不意味着对此类疆界问题的认可或接受给出了任何评判。