

谌卓岚,张永香,陈峰.碳边境调节机制最新进展及潜在影响[J].沙漠与绿洲气象,2024,18(2):12-19.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2024.01.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



碳边境调节机制最新进展及潜在影响

谌卓岚¹,张永香^{2*},陈峰¹

(1.云南大学国际河流与生态安全研究院,云南 昆明 650504;2.中国气象局国家气候中心,北京 100081)

摘要:2023年5月17日,欧盟碳边境调节机制法规正式生效,年底进入试运行阶段。法规要求出口特定产品到欧盟的企业为产品生产过程中所产生的温室气体排放支付费用。这将增加所有销往欧盟市场的相关产品的温室气体排放成本,对欧盟以外国家的生产、贸易、就业和收入产生不利影响,而欧盟国家的企业则获得相对的竞争优势,这引发了诸多争议。对此,中国应在多边主义框架下积极与欧盟开展磋商,争取全球各国在公平的前提下提升减排雄心,同时加紧全国碳市场建设,促进国内的碳价提高到足以反映国内减排成本的水平,促进相关行业的碳排放核算能力建设,以求降低增加的管理成本,并推动低碳技术的发展,以降低欧盟碳边境调节机制带来的负面影响。

关键词:碳边境调节机制;应对气候变化;单边机制;应对措施

中图分类号:P813.4

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2024)02-0012-08

当前,气候变化对社会经济产生的负面影响已经得到了诸多证明,而减缓和适应气候变化的行动均需要付出经济成本。从《联合国气候变化框架公约》到《巴黎协定》,各国都做出了不同程度的努力和承诺,但全球碳排放仍处于不断增长的阶段,全球的减排缺口不断扩大^[1]。其中一个重要的原因是,一国单独提高减排的雄心会对本国的经济发展和在国际贸易中的竞争力有负面影响。在此背景下,欧盟提出从2026年起逐步取消其碳市场中的免费配额,以激励高碳行业减排。同时,为了防止这一举措带来的碳泄漏和降低欧盟产业的国际竞争力等负面影响,欧盟还将同期对进口欧盟的部分商品实施碳边境调节

机制(Carbon Border Adjustment Mechanism,CBAM)管理。

欧盟CBAM法规(Regulation(EU)2023/956)已于2023年5月17日正式生效。这一政策的提出引起了世界各国的关注,并引发了诸多争议。本文综述了欧盟已经公开的CBAM法规、CBAM可能给世界各国带来的影响、CBAM目前引发的争议以及世界各国应对CBAM的可能对策,在系统认识这项政策的基础上,为我国采取相关的应对措施提供参考。

1 欧盟碳边境调节机制

碳边界调节机制是边界税收调节的衍申概念。所谓边界税收调节,是指一国在国内征收某种税后,为使本国企业和国外企业在国内市场或国外市场中保持公平,因而对本国的出口产品进行退税或对国外进口产品进行征税^[2]。碳边境调节机制是减排政策严格的国家从其他国家进口高碳产品时,要求其按照产品的碳排放量支付费用,或对本国出口的高碳产品进行退税的政策。欧盟想要推行CBAM由来已久,经过数年努力最终得以实现。

1.1 欧盟CBAM建立的关键节点

收稿日期:2023-05-24;修回日期:2023-08-08

基金项目:中国气象局重点创新团队“气候变化检测与应对”(CMA2022ZD03);国家社会科学基金重点项目“碳中和视域下中国参与全球气候治理的制度性挑战及对策研究”(21AZD123);生态环境部应对气候变化国际合作和履约项目《巴黎协定实施后续相关能力建设问题研究》(2022-2023)

作者简介:谌卓岚(1997—),女,硕士研究生,主要研究方向为气候变化治理。E-mail:201511170144@mail.bnu.edu.cn

通信作者:张永香(1979—),女,研究员,主要研究方向为环境气候演变与气候治理。E-mail:zhangyx@cma.gov.cn

欧盟 CBAM 碳边境调节机制是欧盟于 2021 年提出的“Fit for 55”系列计划中的一项,是世界上较早提出的碳边境调节机制,也是全世界范围内最早立法的碳边境调节机制。欧盟一般的立法过程主要是,由欧盟委员会依据欧盟的实际情况提出提案,然后由代表欧洲人民的欧洲议会和代表欧盟各国的欧盟理事会进行审议、通过、拒绝或者修改,双方达成一致并签署后,经过公示,这项法案才正式生效。近日,欧盟 CBAM 已经完成了全部立法过程(图 1)。

1.2 欧盟 CBAM 的内容

欧盟 CBAM 包含的信息在近期发表的其他文章中多有提及,其中最核心的信息如下^[3]:

(1)CBAM 包括的行业有水泥、钢铁、铝、化肥、电力和化学品(氢),该范围将逐步扩大。

(2)CBAM 并不包含产品生命周期的全部温室气体排放。对于铝、化学品(氢)和钢铁只计算“直接排放”,对于其他部门还包括由于使用电力而产生的“间接排放”。对于所有涉及的产品都计算其生产过程中产生的二氧化碳排放,对于化肥还包含一氧化二氮排放,对于铝还包含全氟化碳的排放。

(3)一般情况下,对于电力的温室气体排放量和其他产品的间接排放量,以及无法获得准确排放量的产品,按照各国的平均状况设定默认值。如果无法获得充足数据,对于电力,采取欧盟的默认排放系数;对于电力以外的产品,采取欧盟碳市场最差的若干分位数的水平进行计算。

(4)进口商需要提交的 CBAM 电子凭证(CBAM certificate),其数量为产品的温室气体排放量,扣除欧盟同类产品企业获得的免费排放额度,以及产品在其生产国已经承担的温室气体排放成本。凭证的价格为 EU-ETS 上周的平均拍卖价格。

(5) 现有免费配额的削减将从 2026 年开始,

2034 年取消所有免费配额(图 2)。CBAM 实施的比例与 EU-ETS 免费配额削减的幅度一致。

(6)CBAM 的具体计算方案和进一步纳入的部门和产品,将在过渡期结束前一年确定。

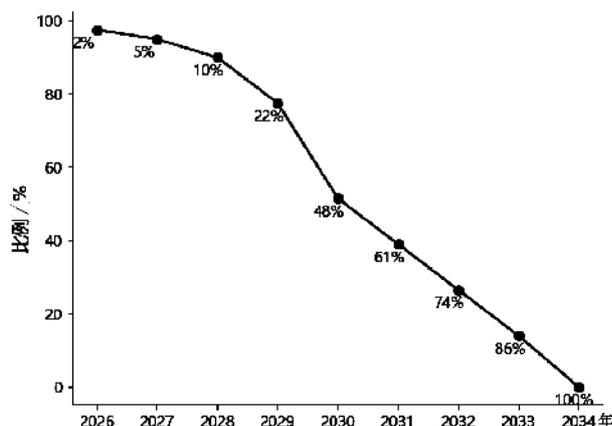


图 2 欧盟碳市场(EU-ETS)免费配额退出时间

2 CBAM 的影响分析

2.1 CBAM 对欧盟国家的影响总体利好

首先, CBAM 的实施可以提升欧盟企业的竞争力。随着 CBAM 的实施, EU-ETS 的免费配额也将逐步退出。这能够激励相关产业减少温室气体排放,提高这些产业的生产成本。总的来说,欧盟国家生产的产品温室气体含量比其他国家更低^[4],所需要支付的费用也会更少,因而在欧洲市场上的竞争力会有所提升。

其次, 尽管 CBAM 实施后欧盟市场上部分产品的价格会提高, 欧盟消费者会感受到价格的上涨^[5], 但与其他减排措施相比, 它仍具有优势。采取 CBAM 措施能使欧盟 CBAM 部门的产出与不采取任何减排措施相当, 且比采取其他碳减排措施达到减排目标高出 1.3%~4.1%。另外, 由于 CBAM 间接抬高了

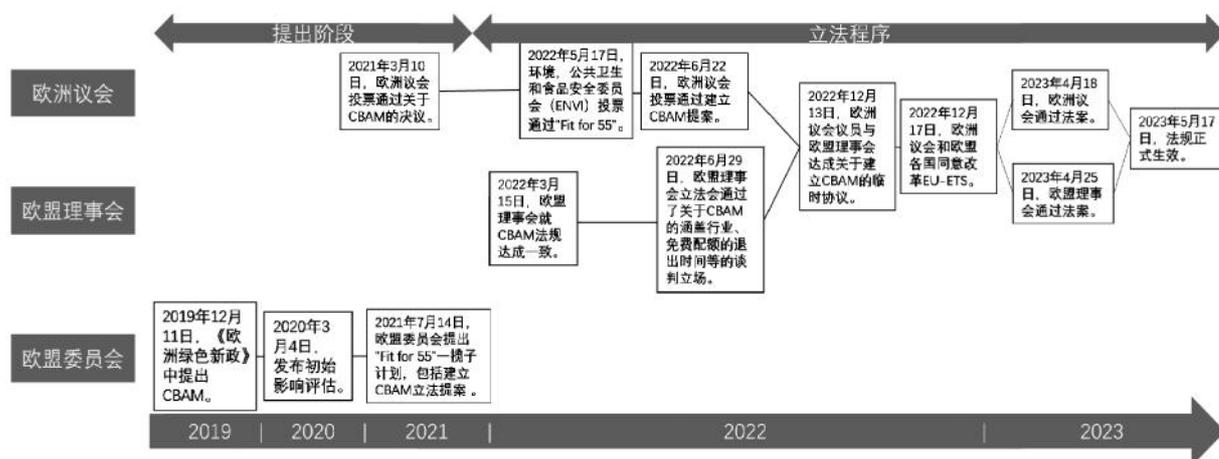


图 1 欧盟碳边境调节机制(CBAM)立法的重要节点

CBAM 产品的价格,对欧盟 CBAM 下游产品的出口竞争力产生负面影响。对就业的影响同理,与不采取任何减排措施相比就业没有下降,而与只采取针对欧盟生产商的措施相比,就业显著增加了。不过, CBAM 对各种最终产品的价格的影响都不大^[5]。到 2030 年, CBAM 的实施虽然会使欧盟的 GDP 减少 0.22%,但与实施其他减排政策达到温室气体排放量减少 55% 的目标相比,减少幅度没有显著差异^[5]。

2.2 对 CBAM 豁免的国家的的影响取决于各国后续政策

参与欧盟碳排放交易体系的国家以及与欧盟碳排放交易体系挂钩的国家将受到 CBAM 的豁免,需要考虑采取相应的后续政策。与欧盟签订相互认定协议的国家包括挪威、冰岛、列支敦士登和瑞士,他们的碳排放免费配额应随 EU-ETS 免费配额的退出而同步退出,否则不能得到欧盟 CBAM 的豁免。因此,这些国家面临的主要问题除了逐步减少本国的免费配额,还需要考虑是否同步推出自己的碳边境调节机制。若不然,其他国家就有可能通过这些国家中转来规避 CBAM^[6]。并且,如果这些国家取消国内制造业的免费配额,而不及及时提出相应的碳边境调节机制,可能会不利于他们的国内制造业在国内市场的竞争力。

英国需要考虑的问题与受到豁免的国家相似。虽然英国已于 2020 年 12 月 31 日退出了 EU-ETS,不能得到 CBAM 的豁免,但由于英国建立了与欧盟相似的碳市场且碳价长期不低于欧盟碳价,因此,英国的出口企业很有可能不用支付 CBAM 费用或只需要支付很少的费用。

2.3 CBAM 对欧盟的其他贸易伙伴的影响

2.3.1 CBAM 将增加各出口国企业的成本

非豁免国的企业在向欧盟出口产品时,面临由 CBAM 带来的额外成本:(1)支付 CBAM 的费用,其金额取决于出口产品的碳排放强度;(2)监控出口产品的相关信息,其费用与企业的监管能力有关;(3)与程序有关的费用,包括向 CBAM 登记处提交资料、在支付和提交 CBAM 凭证过程中产生的费用,对于所有的企业几乎是固定的。需要注意的是,如果监测产品碳排放量的能力不足、或提交的碳排放报告不合格,企业可能被迫使用欧盟默认的碳排放强度进行支付,从而支付超额的费用。

面对这样的成本,出口商主要有两种选择。一是通过产业结构调整或者转向国内外其他市场来减少对欧出口,或完全退出欧盟市场。二是,通过改进生

产技术降低碳排放量,并面对因支付 CBAM 和对碳足迹的监管而产生的额外成本,同时提高产品的价格。无论企业采取哪种措施,放大到整个行业的尺度,都意味着生产成本增加、产出降低,进一步来看,整个行业的收入和就业机会将减少,下游产业的成本将增加。

2.3.2 CBAM 对各国贸易的影响

各国对欧盟出口的情况不同,受到 CBAM 的影响程度也不同。理论上讲,由于出口成本的提高,各国 CBAM 部门对欧盟出口量会有不同程度的减少。根据欧洲统计局的数据(图 3、4),美国是向欧盟出口货物总额最高的国家,但其 CBAM 部门碳密集型产品的出口额相对较低。相反,中国、土耳其和俄罗斯等国涉及 CBAM 的碳密集型产品出口额占向欧盟总出口额比例较高,因此受到 CBAM 的影响也较大。欧盟委员会的报告指出,相对于不采取任何措施,到 2030 年,来自所有国家的总进口额将下降 11%,而来自俄罗斯(35%)、非洲(28%)、印度(25%)和中国(11%)的进口下降更为明显^[5]。在其他建模进行的定量研究中,也有一些研究强调了中国、俄罗斯、乌克兰等国家因为与欧盟的贸易量最大而受到 CBAM 的影响^[7-9],同时也是最有可能反对 CBAM 的国家^[10]。另一方面,莫桑比克、毛里塔尼亚、塞拉利昂和塞内加尔等国的经济高度依赖于对欧盟的出口。例如,2020 年莫桑比克向欧盟出口的铝占其 GDP 的 7%,毛里塔尼亚、塞拉利昂的铁矿和塞内加尔的化肥出口也在其经济中占据重要的比重^[5]。这些国家在 CBAM 面前将更加脆弱。其他定量研究也强调了这一点^[4,11-12]。

不同的研究对 CBAM 对世界经济的总体影响存在不同观点。有的研究从总体经济的角度来看,认为 CBAM 对其他国家的经济的影响有限^[13-14]。相反,另一些研究分部门地看待这一问题,认为 CBAM 对

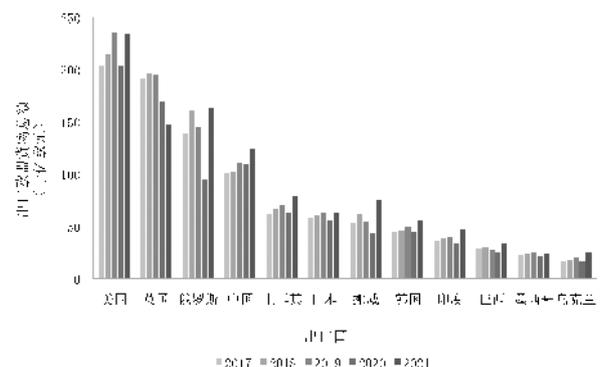


图 3 欧盟主要贸易伙伴历年出口欧盟货物总额

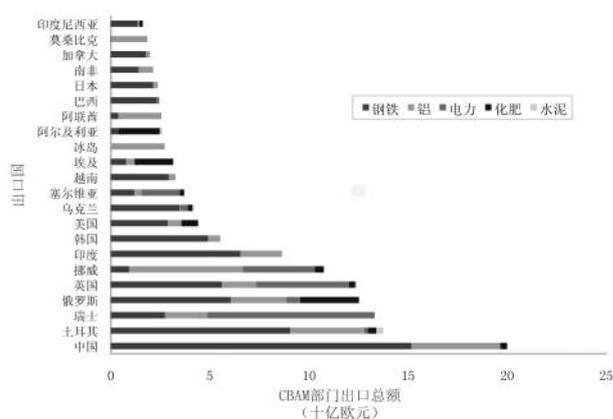


图4 2022年各国出口欧盟CBAM部门产品价值

于全世界来说成本过高^[15],虽然能够激励发达国家减排,但由于过高的成本,反而限制了发展中国家发展减排能力^[16]。

目前对于CBAM对碳排放强度影响的估算存在较大差异。这主要是因为产品出口量和欧盟碳价两项决定性因素都缺乏可用的数据支撑。此外,由于CBAM需要企业为碳排放支付较高的费用,这使得各国需采取一定的减排措施,因此未来出口到欧盟的产品的碳排放强度可能比估计的低。

2.3.3 CBAM对各国社会福利的影响

模型模拟结果表明,CBAM可能会扩大发达国家与发展中国家在GDP和福利方面的差距,加剧贫富经济体之间收入和福利分配的不平等,并进一步削弱一些低收入国家实现经济脱碳的能力^[17]。在一些国家,就业和收入将会受到较大的影响。例如,在摩尔多瓦和莫桑比克,约2%的就业机会受到威胁,受到影响的工资量高于5%。而在乌克兰,近1%的就业与出口到欧盟的CBAM产品直接或间接相关,这些就业所产生的工资收入占该国总工资收入的2%。在莫桑比克,大约2%的工作岗位和6%的工资受到影响。此外,由于该国的社会保障体系覆盖率低,失业带来的威胁会使该国的社会更加脆弱^[4]。

3 CBAM引发的争议

国际社会对CBAM的实施目的和合法性存在争议。相关研究聚焦在如下几个关键问题上:(1)欧盟CBAM是否符合WTO的相关规定,即是否以及在何种程度上建立了贸易壁垒;(2)欧盟CBAM是否违背了国际气候谈判中的“共同而有区别的责任原则”、“各自能力原则”,也就是说这一政策是否以及在何种程度上使得其他国家和地区不得不承担超

过其承诺的温室气体减排量,在世界各个国家和地区产生的这种影响的异同和影响因素是什么;(3)欧盟CBAM是否以及在何种程度上减少了“碳泄漏”。

3.1 CBAM在WTO的合法性问题

CBAM被认为违反关税及贸易总协定(General Agreement on Tariffs and Trade, GATT)中的“国民待遇原则”和“最惠国待遇原则”,但其可能受到环境例外条款的豁免。

CBAM违背了GATT的“国民待遇原则”。GATT第三条国民待遇原则规定,对任何进口自成员国的产品直接或间接征收国内税或其他费用时,不得超过对本国同类产品的征收水平。首先,各国的碳排放水平不同,使得其需要支付的税率也不同,其次,出口国产品如果无法报送其实际碳排放水平,则要采用惩罚性的默认值,而欧盟内部的产品碳排放测算是基于实际碳排放。因此同样的产品难以享受相同的待遇,违背了国民待遇原则,存在歧视性。

CBAM也违背了GATT的“一般最惠国待遇”原则。GATT第一条一般最惠国待遇规定,缔约国应该无条件地给予来自或运往所有其他缔约国的相同产品相同的利益、优待、特权或豁免。然而,欧盟CBAM采用的碳价水平是EU-ETS价格与生产商在原产国已经支付的碳价之差,由于各国采取的很多减排措施并未体现在碳价中,如果仅采用货币形式的碳价格,忽略了由于其他减排政策而产生的隐性碳价,会导致不公平。因此,欧盟CBAM的实施可能与GATT第一条的最惠国待遇规定存在矛盾。

CBAM是否能够根据例外条款而受到豁免并不确定。根据GATT第二十条例外条款(b)款规定,允许“为保护人类动物或植物的生命或健康所必需的措施”,(g)款规定,允许“与保护可用竭自然资源有关的措施”,CBAM是否适用于例外条款,主要的争议点有两项:(1)针对GATT第20条(g),需判定CBAM的目的是否为减少二氧化碳排放;(2)针对GATT第20条(b),需判定CBAM在多大程度上起到减少二氧化碳排放的作用,是否存在更有效或更符合自由贸易的替代方案^[18-20]。因此,欧盟CBAM的合规性问题还需要在WTO下进一步讨论和解决,必须通过合理的设计才能达到要求^[21]。

3.2 CBAM在国际气候治理中的合法性问题

欧盟CBAM对国际气候治理条约的合法性值得怀疑。《联合国气候变化框架公约》确定了各缔约方应遵从“共同而有区别的责任”和“各自能力”原则。由于温室气体的历史累积作用,发达国家理应承担

担主要减排责任并率先采取应对气候变化的行动,并支持发展中国家满足其社会和发展需求。同时,发达国家资金实力远强于发展中国家,技术水平远高于发展中国家,由其承担较多的减排义务,既容易实现,也比较公平。《巴黎协定》再次强调了上述原则。如果欧盟 CBAM 只针对发达国家也算符合《公约》和《巴黎协定》的共识。

支付 CBAM 的费用将被用于新冠疫情后的经济复苏^[9]。虽然投入欧盟内外的绿色产业和帮助最贫困国家(LDCs)提高适应气候变化能力的做法才更符合这项政策的本意,但欧盟并没有做出这样的承诺。

CBAM 可能阻碍气候变化多边谈判进程。为避免应对气候变化的政策与全球贸易之间产生冲突,《联合国气候变化框架公约》第 3.5 条指出各国为应对气候变化而采取的措施,包括单边措施,不当成为国际贸易上的任意或无理的歧视手段或者隐蔽的限制。欧盟的 CBAM 以降低排放,防止碳泄漏为由,同时也是为了拉平进口产品与本国产品的生产成本,其实质是通过单边措施来限制发展中国家的产品竞争力^[22]。作为单边措施,欧盟的 CBAM 与应对气候变化国际多边进程的原则是冲突的。

3.3 关于 CBAM 的实施目的的争议

世界各国关于欧盟实施 CBAM 的目的存在不同的看法。欧盟主张提出 CBAM 政策是为了在推出更具雄心的气候政策的同时,防止碳泄漏,即防止高碳产业转移到碳排放政策相对更加宽松的国家 and 地区,或者承担较低减排成本的进口产品冲击碳减排政策严格的国家的市场和产业。其他国家则认为,欧盟采取 CBAM 政策是希望加速争夺全球应对气候变化的主导权,推动全球共同应对气候行动,同时,以“防止碳泄漏”为名,建立新的绿色贸易壁垒,促进资金、产业回流,并利用碳价国际传导强化欧盟碳价在全球碳定价机制的核心地位。

事实上,欧盟 CBAM 政策能否减少碳泄漏和全球碳排放是存在争议的^[23]。欧盟委员会的报告^[9]指出,CBAM 将使得欧盟的温室气体排放减少 1%,而欧盟以外的国家的温室气体排放将减少 0.4%,到 2030 年,碳泄漏将减少 29%。委员会通过模型计算认为,与采取替代方法实现欧盟的减排目标相比,目前提出的做法能够减少 3.5%的碳排放。也有其他的定量研究支持了这项政策能通过提高碳价减少碳排放的观点^[24]。对于 CBAM 能否有效防止碳泄漏,一些基于模型的定量研究支持了这一观点^[25],但也有研

究认为 CBAM 只能在一定程度上减少碳泄漏,不能完全消除^[7,26]。另一些研究认为,如果只有部分国家采取 CBAM,仍然会导致碳泄漏^[27],而气候俱乐部是更有效的方案^[28]。

4 其他国家的应对措施

4.1 建立类似的碳边境调节机制

在欧盟提出 CBAM 的背景下,其他国家也可以效仿欧盟提出自己的碳边境调节机制,以保护本国的制造业。需要注意的是,这种做法可能被欧盟视为对其的报复手段,并形成新的贸易壁垒,从而不利于采取多边谈判的方法来推进应对气候变化的挑战。

例如,美国已经提出了自己的碳边境调节措施。2022 年 6 月 7 日,美国参议员 Whitehouse 提出了修订《国内税收法》的《清洁竞争法案》(Clean Competition Act, CCA),旨在建立美国的碳边境调节机制。目前,该提案还在参议院接受审核。2023 年 6 月 7 日,参议员 Coons 和 Cramer 提出了《2023 年提供可靠、客观、可验证的碳排放强度和透明度法案》(Providing Reliable, Objective, Verifiable Emissions Intensity and Transparency Act of 2023, PROVE IT)为 CCA 法案的通过做准备。与欧盟 CBAM 相比,美国 CCA 只收取超过美国产品特定百分位碳排放强度的碳排放量,而非全部碳排放量征收,对最不发达国家豁免,获得的资金将用于国内外减少碳排放的项目。因此,与欧盟 CBAM 相比,CCA 减少了一部分的争议。然而,另一方面,美国强调,只有在透明的交易市场中报告的碳排放强度才是可以采信,否则他们将采用该国整体碳排放强度代替。而某个市场是否被认为是“透明市场”,很可能取决于美国自由随意的裁量。

4.2 建立相应的俱乐部

碳俱乐部,作为一种多边措施,是单边的碳边境调节措施的有效替代。欧盟也多次表示对这种措施的支持态度,它可以通过多边协商的方式提高减排的雄心。然而,减排力度较低的国家担心碳俱乐部不考虑他们的利益,同时“联合碳关税”也会对发展中国家的制造业发展带来负担。因此,碳俱乐部是否能够形成开放、公平的合作机制,是其能否成为比碳边境调节机制这样的单边机制更加有利于国际贸易市场的关键。

七国集团(G7)正在着手建立一个“气候俱乐部”。2022 年 6 月 28 日,七国集团峰会后的新闻发布会上,德国总理舒尔茨宣布 G7 支持在 2022 年底

成立“气候俱乐部”。2022年12月12日,G7集团发布了“气候俱乐部”的目标和职权范围文件,文件指出,该俱乐部以促进各国推进工业脱碳的合作为核心。

美国和欧盟将形成“钢铝俱乐部”,也可能发展成另一个碳关税同盟。2022年10月31日,美欧之间的钢铝贸易争端宣告和解,并表示将会着手解决气候变化和产能过剩对国际贸易的扰乱。双方认为钢铝的产能过剩导致了不必要的温室气体排放。这种做法被认为是美欧之间的“钢铝俱乐部”,并可能吸纳英国、日本和加拿大等国,形成“碳关税同盟”。然而,中国被认为产能过剩和非“市场经济”,因而可能被排除在这一俱乐部的门槛之外。

4.3 通过谈判和协商解决

通过WTO框架讨论CBAM问题存在挑战,因为WTO关注的是当前的贸易公平,而不涉及已在《公约》框架下明确规定的历史排放责任等问题^[29]。因此,发展中国家,尤其是新兴工业化国家可以积极推动在气候谈判的框架下形成关于碳边界调节政策问题处理的原则、指导思想和具体的操作方式,即如何平衡气候变化相关的“历史责任”问题、“共同而有区别的责任”原则,与减排力度差异对产业的国际竞争力的影响的问题。这种平衡需以各国各行业在工业减少碳排放的技术能力和在技术交流方面做出的努力为依据,即发达国家必须在充分为降低发展中国家减少碳排放成本做出努力的前提下,才能采取碳边境调节政策。这不仅有助于形成平衡各方利益的公平的方案,更能够通过经济激励,促使发达国家履行其提供减少碳排放技术支持的义务。

欧盟还认为,其他国家可能会主张,只要产品在任何一个碳市场中购买过碳配额就无需支付CBAM^[5]。因为在任何碳市场购买的碳配额都意味着该产品为该市场所对应的减排额度付出过适当的成本。中国等发展中国家可以考虑在国际谈判中采取这种主张。

4.4 其他措施

降低碳强度和 提高碳价可以减少 CBAM 的支出。出口国可以通过征收碳税或者提高国内碳市场碳价减少支付的 CBAM,而当国内碳价达到与欧盟碳价相当的水平就可以避免支付 CBAM。

但这样的解决措施会引发一些问题。首先,这会增加我国承担的碳减排量,从而违背《公约》中的“共同而有区别的责任原则”、“各自能力原则”,由于历史排放责任问题,也会违背“公平”原则,使得我国承

担的减排量超过国际谈判中的承诺。其次,即使我国的碳减排强度与欧盟相当,也并不意味着我国的碳价能够达到与欧盟碳价相当的水平,因为不同发展阶段国家的碳减排边际成本不同。以碳市场碳价的方式来促进实现减排,就是为了激励企业提升技术,以用更低的价格来减碳。

因此,我国可以适当提高碳减排的力度,但是为了避免支付 CBAM 而一味提高碳价是不可取的。

5 我国可采取的应对措施

当前全球气候治理的大背景已经发生了颠覆性的改变,绿色可持续发展方式将成为未来全球经济增长的主要模式。尽管目前欧盟 CBAM 仍存在诸多争议并为多数国家所反对,但不可否认在其不断推进的过程中,CBAM 的设计和 实施已经在考虑与 WTO 规则的一致性、贸易伙伴的接受程度、公平性、技术可行性和管理成本等因素。为降低欧盟 CBAM 对中国对欧贸易和经济等方面可能造成的负面影响,中国需要表明立场,及时沟通,同时积极采取相应的应对措施。

(1)中国应坚定支持在多边主义框架下构建全球碳中和治理规则。一方面,在世界贸易组织的规则下,消除环境贸易的非关税壁垒,积极参与与碳排放相关的贸易新规则的制定。另一方面,在国际多边气候治理框架下,反对单边措施,推动建立多边协调机制。目前大多数发展中国家和部分发达国家反对欧盟单边推行 CBAM。中国可联合各方与欧盟展开磋商,并就 CBAM 最终的方案协调一致。

(2)与中国双碳目标相匹配,中国应加紧碳市场的建设。近期可考虑扩大全国碳市场的覆盖范围,尽快纳入钢铁、水泥、电解铝等部门并通过设立较严格的排放上限、降低免费配额分配比例、引入拍卖等方式确保碳价维持在相对较高的水平,以减少出口损失。未来随着欧盟 CBAM 覆盖范围的继续扩大,全国碳市场设计也可做出相应调整并可在中长期酌情考虑在相应部门与 EU ETS 进行有限连接^[31]。

(3)中国还应做好 CBAM 相关部门和行业的能力建设,为应对欧盟 CBAM 做好法律、管理、技术和舆论等各层面的准备。建立健全的碳核算体系,制定并完善相关行业的碳排放核算指南,建立与国际接轨的碳排放监测、报告和核查制度及碳信息披露制度。此外,大力发展和推广低碳创新技术,如绿色氢能、碳捕集利用与封存等,既可以有效地促进高排放行业的碳减排和低碳转型,也是应对欧盟 CBAM 最

为有力的措施之一。

参考文献:

- [1] 王灿,蔡闻佳.气候变化经济学[M].北京:清华大学出版社,2020:175-199.
- [2] 东艳.全球气候变化博弈中的碳边界调节措施研究[J].世界经济与政治,2010(7):65-82+157.
- [3] European Union.Regulation(EU)2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023[EB/OL]. Official Journal of the European Union,[2023-05-16]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/956/oj>.
- [4] MAGACHO G,ESPAGNEÉ,GODIN A.Impacts of CBAM on EU trade partners:Consequences for developing countries[J].AFD Research Papers,2022(238):1-20.
- [5] EU Commission.Impact assessment report accompanying the document proposal for a regulation of the European parliament and of the council establishing a carbon border adjustment mechanism[R].Brussels:EN,2021.
- [6] HOLZER K.The Pending EU CBAM; Quo Vadis Switzerland? [J].Global Trade and Customs Journal,2021,16(11):633-643.
- [7] CAO J,HU X,HO M.Carbon policies in developed countries: Effects on world trade and welfare [J].Presented during the 25th Annual Conference on Global Economic Analysis (Virtual Conference),2022.
- [8] Chepeliev M.Possible implications of the European carbon border adjustment mechanism for Ukraine and other EU trading partners[J].Energy Research Letters,2021,2(1):21527.
- [9] ZHONG J,PEI J.Beggar thy neighbor? On the competitiveness and welfare impacts of the EU's proposed carbon border adjustment mechanism [J].Energy Policy,2022,162:112802.
- [10] OVERLAND I,SABYRBEKOV R.Know your opponent: Which countries might fight the European carbon border adjustment mechanism? [J].Energy Policy,2022,169:113175.
- [11] EICKE L,WEKO S,APERGI M,et al.Pulling up the carbon ladder? Decarbonization,dependence,and third-country risks from the European carbon border adjustment mechanism [J].Energy Research & Social Science,2021,80:102240.
- [12] PERDANA S,VIELLE M.Making the EU carbon border adjustment mechanism acceptable and climate friendly for least developed countries[J].Energy Policy,2022:113245.
- [13] KUUSI T,Björklund M,KAITILA V,et al.Carbon border adjustment mechanisms and their economic impact on Finland and the EU[R].Helsinki:Valtioneuvoston Kanslia,2020:48.
- [14] SIMOLA H.CBAM! -Assessing potential costs of the EU carbon border adjustment mechanism for emerging economies[P].Helsinki:Bank of Finland,2021.
- [15] LIM B,HONG K,YOON J,et al.Pitfalls of the EU's carbon border adjustment mechanism[J].Energies,2021,14(21):7303.
- [16] 李静.基于生态足迹模型的包头市可持续发展研究[D].昆明:西南大学,2010.
- [17] HE J,LI S.The impact of EU's carbon border adjustment mechanism on Chinas economy [J].Presented during the 25th Annual Conference on Global Economic Analysis (Virtual Conference),2022.
- [18] 黄文旭.国际法视野下的碳关税问题研究[D].上海:华东政法大学,2011.
- [19] 潘琳娜.GATT下的边境碳调节措施[D].南宁:广西大学,2013.
- [20] 王丹.WTO视野下边境碳调节措施的法律问题研究[D].北京:首都经济贸易大学,2011.
- [21] 曾桢,谭显春,王毅,等.碳中和背景下欧盟碳边境调节机制对我国的影响及对策分析[J].中国环境管理,2022,14(1):31-37.
- [22] 孟国碧.碳泄漏:发达国家与发展中国家的规则博弈与战略思考[J].当代法学,2017,4:38-49.
- [23] 闵云.试析边境碳调节的合法性、有效性与公平性[D].南京:南京大学,2016.
- [24] LEE Y,WINKLER R.EU Carbon Border Adjustment Mechanism[D].Bern:University of Bern,2022.
- [25] BELLORA C,Fontagné L.EU in search of a WTO-compatible carbon border adjustment mechanism [J]. Available at SSRN 4168049,2022.
- [26] TARR D G,KUZNETSOV D,OVERLAND I,et al.Why carbon border adjustment mechanisms will not save the planet but a climate club and subsidies for transformative green Technologies may [J]. Available at SSRN 4185157,2022.
- [27] 翁蔚哲.气候政策的微分博弈及其环境效应分析[D].广州:暨南大学,2014.
- [28] DEVARAJAN S,GO D S,ROBINSON S,et al.How carbon tariffs and climate clubs can slow global warming [J]. Peterson Institute for International Economics Working Paper,2022,22-14.
- [29] 王谋.碳关税命题辨析及其国际治理模式[J].中国人口·资源与环境,2014,24(4):6-10.
- [30] STEDE J,PAULIUK S,HARDADI G,et al.Carbon pricing of basic materials:Incentives and risks for the value chain and consumers [J].Ecological Economics,2021,189:107168.
- [31] 段茂盛.利用全国碳市场促进我国碳达峰和碳中和目标的实现[J].环境与可持续发展,2021,46(3):13-15.

Latest Progress and Potential impact of the Carbon Border Adjustment Mechanism

SHEN Zhuolan¹, ZHANG Yongxiang², CHEN Feng¹

(1. Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming 650504, China;

2. National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081, China)

Abstract On May 17, 2023, the EU CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism) regulation came into force, and it entered the trial operation stage at the end of the year. The regulation requires companies that export specific products to the EU need to purchase certificates for the greenhouse gas emissions generated during the production process of those products. This will increase the GHG emission costs of all relevant products which sell to the EU market, and will cause an adverse affect on production, trade, employment and income for the countries outside the EU, while companies in EU countries gain a relative competitive advantage, which has caused much controversy. In this regard, China should negotiate with the EU actively under the framework of multilateralism, strive for all countries around the world to increase their emission reduction ambitions on the premise of fairness, at the same time, we need accelerate the establishment of the national carbon market to promote the domestic carbon prices to reflect domestic emission reduction costs, Promoting the construction of carbon emission business accounting capacity in relevant industries, to reduce the increased management costs and promote the development of low-carbon technologies, and advancing the development of low-carbon technologies to reduce the negative impact of the EU carbon border adjustment mechanism.

Key words carbon border adjustment mechanism; coping with climate change; unilateral mechanism; response measures

艾克代·沙拉木,何清,阿力木·阿巴斯,等.新疆克州暖季小时极端降水时空分布特征[J].沙漠与绿洲气象,2024,18(2):20-26.

doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2024.02.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



新疆克州暖季小时极端降水时空分布特征

艾克代·沙拉木¹,何清²,阿力木·阿巴斯²,古丽帕丽·斯拉木¹,努尔夏提·塔依尔¹

(1.克州气象局,新疆阿图什 845350;2.中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所,新疆乌鲁木齐 830002)

摘要:利用2014—2021年克州暖季(4—10月)103个自动站逐小时降水资料,对其小时极端降水时空分布特征进行分析。结果表明:(1)克州暖季降水量呈北部多,南部少,山区多,平原少,其中西南部山区较小;小时极端降水频次高值区集中在东北部山区、西部及南部高海拔山区(均在50次/a以上);小时降水平均强度 ≥ 10 mm/h的站点主要位于北部,平原小时降水强度高于西部和西南部山区。(2)克州暖季(4—10月)小时极端降水频次、强度有明显的局地差异,其贡献率高值区主要分布在平原和浅山区(其中平原高于20.0%)。(3)小时极端降水频次的高值时段为18:00—21:00,低值时段为13:00—16:00;降水强度在凌晨以及20:00—22:00较大,在12:00—13:00较小。(4)山区、浅山区和平原3类不同海拔梯度区域的小时极端降水指标存在差异,其中平原(低于2000 m的区域)降水强度最大,频次最低;高海拔山区(高于3000 m的区域)降水强度最低,频次最高。

关键词:克州;小时极端降水;时空分布;日变化特征;暖季

中图分类号: P468.024

文献标识码: A

文章编号: 1002-0799(2024)02-0020-07

极端降水事件在全球气候变暖的大背景下日益增多,吸引了众多国内外学者的目光^[1-3]。由于短时强降水与日降水数据的差异难以区分,许多学者使用逐时降水数据进行相关研究,并取得较多的研究成果。翟盘茂等^[4]研究表明,50年来,我国除西北地区外,总体上降水强度呈上升趋势,并出现了较大幅度的日降水量下降。不过,极端强降水和总量有很大关系,集中出现较多极端强降水事件的地区主要集中在西北、长江流域和江南地区。虽然华北地区极端强降水事件频次大幅下降,但极端强降水发生比例相对于总降水而言,仍有不断上升的趋势。尤其是

2010年以来,新疆降水明显增多,极端降水频次也有所上升^[5]。暴雨洪涝灾害不仅与累计降水量有关,与降水强度也有很大的关系^[6]。且短时强降水事件通常都具有突发性强、小时雨强大和局地性强等特点,易造成城市内涝,并引发山洪、泥石流、山体滑坡等地质灾害^[7-9]。应及时采取应急措施,及时实施应急除险。了解降水强度的时空分布特征和不同重现期降水强度的最大值,是政府部门在防汛防灾实践中的迫切需要^[9]。

新疆气候作为干旱的半干旱带,由于不直接受季风系统的影响^[10],与我国东部地区气候差别明显。新疆“三山夹两盆”的特殊地形,使新疆降水呈现出北疆多、南疆少的独特的特点^[9,11-12]。因此北疆暴雨一直是学者关注和研究的重点,不少气象学者对北疆暴雨进行了很多研究^[13-14],得出极端降水事件具有小概率、高风险的特征^[15-17]。张家宝等^[18]通过研究指出,新疆有许多沙漠和戈壁,受地形的影响,降水极不均匀,南疆和北疆的气候差异很大。随着气候变暖,南疆近年来极端降水偏多^[17-19],如南疆西部克州

收稿日期:2022-09-05;修回日期:2023-05-08

基金项目:中国沙漠气象科学研究基金(Sqj2018010);新疆气象局引导性计划项目(202209);国家自然科学基金(41965002);国家自然科学基金(U1903113)

作者简介:艾克代·沙拉木(1987—),女(维吾尔族),高级工程师,主要从事天气预报、气候等方面的研究。E-mail:449088497@qq.com

通信作者:何清(1965—),男,研究员,主要从事沙漠、干旱区气候资源等方面的研究。E-mail:qinghe@idm.cn

2022年5月出现了三场过程(高海拔山区为雨夹雪或雪),共25个站过程累计降水量超过24 mm,其中2个站超过48 mm,13个站超过100 mm,极值中心位于克州地区阿合奇苏木塔什乡阿巴雀雀克,为152.7 mm(连续50 h),克州地区阿合奇县的日降水量(62.9 mm)突破了历史极值(1982年5月30日57.3 mm)。降水范围广、持续时间长、累计降水量大、强降水集中,暴雨站数多、多站雨转雪、极端性强、多站破极值,此次阿合奇县暴雨(雪)天气造成经济损失约1760万元。对新疆而言,北疆历来是年降水量最大、暴雨次数多、强度强的地区,对南疆以往的研究多以日、月、年时间尺度的暴雨为研究对象,但对极端降水从小时尺度上分析,仅限于国家站分析,在极端天气事件增多、城市化进程加快的背景下,由于小时降水数据不完善、处理不到位等原因。山洪、泥石流、城市内涝等短时强降水及其相关次生灾害造成的损失日趋严重,所以国家和社会对监测预报短时强降水的要求更高^[19]。

新疆作为全球气候变化敏感区,也是“一带一路”规划中丝绸之路经济带的核心区,区域降水对其生态环境和经济发展具有重大影响^[20]。弄清楚短时强降水及其相关暴雨过程的时空分布特征,对于提升监测和预报能力具有重要意义^[21-22]。因此,本文在前人研究成果的基础上,利用克州2014—2021年103个区域自动站暖季(4—10月)小时降水资料研究极端降水的气候特征和变化,这是对日、月、年降水分析的补充,同时也是当前防灾减灾以及气象服务的迫切需求^[23]。

1 资料来源和方法介绍

1.1 资料

本文选用克州103个区域自动站2014—2021年暖季(4—10月)逐小时降水数据(图1),经过严格的气象业务应用质量控制,数据来源于新疆气象信息中心。其中15个站2016年之前资料的开始年份不同,统计平均时均以实际年份计算。本文中将克州划分为平原区、北部山区、西部山区和南部山区。平原区是指阿图什市西南平原农区、阿克陶县东北平原农区,包括27个站;北部山区是指阿合奇县、阿图什市北部山区,包括27个站;西部山区指乌恰县,也包括23个站;南部山区是指阿克陶县山区,包括26个站。

1.2 方法

目前,研究气候极端变化通常采用百分位数法^[23],本文参考李建^[31]等利用百分位阈值来筛选小时极端

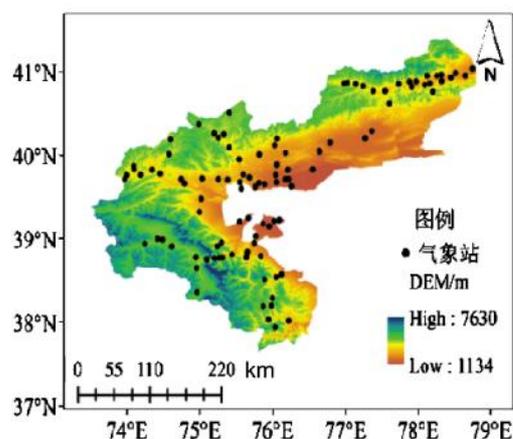


图1 克州地区站点分布

强降水的方法,确定各台站的小时极端降水阈值,某一时间段内大于逐时极端降水阈值的小时数即为极端强降水发生频次。某时段内大于每小时极端强降水阈值的逐小时降水量除以该时段内极端降水发生频率之和即为极端强降水强度^[24-25]。定义极端降水阈值,本文结合南疆干旱区降水特征,根据杨霞等^[16]研究成果,选定第97百分位小时降水阈值为克州小时极端强降水标准,下文分析均基于该百分位阈值进行。

2 结果分析

2.1 小时极端降水的空间分布

2.1.1 暖季(4—10月)降水量的时空分布特征

通过分析2014—2021年克州暖季(4—10月)8a合成的暖季降水量年平均值空间分布(图2)和逐年空间分布可知,8a平均的暖季降水量空间分布差异较大,分布明显呈中间少,南北两端多的特征;大部分地区除平原地区外,平均降水量都在200 mm

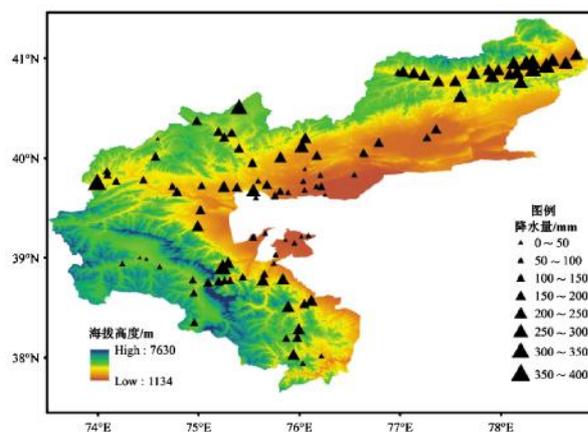


图2 2014—2021年8a合成的暖季降水量年平均值空间分布(单位:mm)

以上。降水量大值中心位于南部山区的阿克陶县奥依塔克镇森林公园旅游区国家气象观测站,近 8 年最大累计降水量为 563.0 mm(2014 年),最小值出现在阿克陶县西部木吉乡,年平均降水量不足 5.0 mm。由此可见,克州年平均暖季降水量的空间分布呈现西部山区少于北部和西南部山区,平原少于山区的特征。

2.1.2 小时极端降水阈值的空间分布

由 2014—2021 年克州暖季(4—10 月)第 97 百分位小时极端降水阈值的空间分布(图 3)可知,克州平原大部、浅山区乌恰县县城及周边乡镇、乌恰县南部膘尔托阔依乡一带、北部山区乌恰县北部铁列克乡至阿图什市吐古买提乡到哈拉俊乡一带、阿合奇县哈拉布克乡到哈拉奇乡一带、阿合奇县及周边乡镇苏木塔什乡的阈值较高,大于 6.0 mm/h,其中乌恰县吾合沙鲁乡的阈值达 8.0 mm/h,为高值中心。西南部山区大部,北部的乌恰县西北部、阿合奇县的西北部库兰萨热克乡一带山区的阈值较低,小于 5.0 mm/h,低值中心位于阿克陶县西南部山区木吉乡,为 2.0 mm/h。

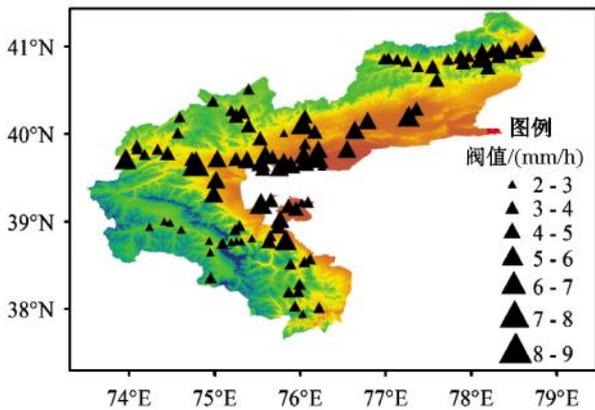


图 3 2014—2021 年克州暖季(4—10 月)第 97 百分位小时极端降水阈值空间分布

2.1.3 小时极端降水量空间分布

从 2014—2021 年克州暖季(4—10 月)小时极端降水 8 a 平均值空间分布(图 4)和逐年空间分布(图 5)可知,小时极端降水 8 a 平均值空间分布呈现山区少于平原,西部少于东部,南部少于北部的特点;高海拔山区较小,大部分地区在 40 mm 以下,西南部山区最小,20 mm 以下;平原和浅山区以及北部山区阿合奇县一带为大值区,小时雨量极大值普遍超过 40 mm/h,其极值中心位于阿图什市哈拉俊乡阿阿克苏洪村,小时雨量极大值达 50.9 mm/h;乌恰县西部和阿克陶县西南部木吉乡一带小时雨量极大值

最小,普遍低于 2.0 mm/h,2016、2017 年克州暖季总降水量偏多,2015 年相对偏少。

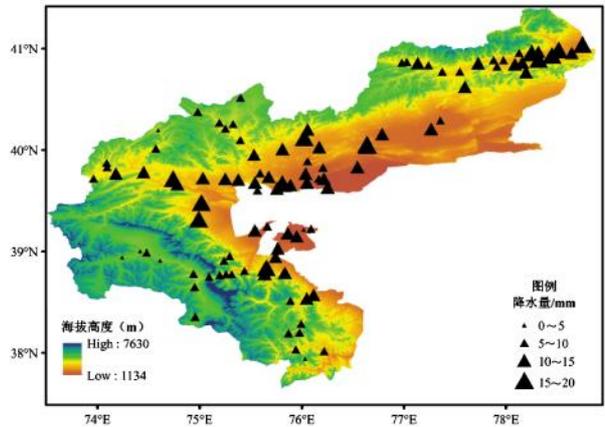


图 4 2014—2021 年克州暖季(4—10 月)小时极端降水 8 a 平均值空间分布

2.1.4 小时极端降水频次、强度及贡献率

由图 6a 可知,2014—2021 年克州暖季(4—10 月)103 站极端小时降水频次空间分布与降水量相似,频次最多的区域也位于东北部、西部及南部的高海拔地区(50 次以上),最大(90 次)出现在吐尔孜特国家基本气象站;降水频次低值主要集中在平原区和西南部山区,最低值(仅 1 次)出现在乌恰县乌鲁克恰提乡玉其塔什牧场气象观测站和乌恰县伊尔克什坦口岸边防前哨班气象观测站。常年极值小时降水高频区大于 50 mm/h 阈值的地区主要集中在北部和南部山区,西部山区局限于北部山区中海拔最高的乌恰县东北部。

由图 6b 可见,克州 8 a 平均小时极端降水强度高值主要集中于平原和平原边远地区,最大值(17.7 mm/h)出现在乌恰县吾合沙鲁乡国家气象观测站;克州地区降水强度的低值区主要集中在西部、南部和北部的山区,最低值(2.8 mm/h)出现在阿克陶县木吉乡布拉克村气象观测站,平均强度为 7.3 mm/h。结合降水量以及频次的分析可知,平原及浅山区小时极端降水量和降水频次虽然少,但是降水强度却不小。平均强度 ≥ 10 mm/h 的气象站主要集中在平原以和北部山区。

从克州 2014—2021 年暖季(4—10 月)小时极端降水贡献率(即降水量占总降水量比)空间分布(图 7)可知,小时极端降水贡献率较高的地区主要位于平原大部 and 浅山区,北部山区的阿合奇县为 10.0% 以上。高值中心是平原区阿克陶县皮拉勒乡皮拉勒村,高达 53.9%;西南部山区大部,北部乌恰