

地缘博弈中的全球网络空间资源争夺

陈帅^{1,2}, 郭启全^{1,2,3}, 高春东^{1,2}, 郝蒙蒙^{1,2}, 江东^{1,2*}

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101
2. 中国科学院公安部网络空间地理学实验室, 北京 100101
3. 中华人民共和国公安部网络安全保卫局, 北京 100741

摘要 采用社会网络分析法和洛伦兹曲线,从网络空间的基础设施和虚拟资源两个方面定量分析了全球网络空间资源分配的格局和现状。结果表明,海底电缆、互联网数据中心和交换中心等网络空间的物理基础设施主要分布在欧洲和北美洲;海底电缆在特定区域汇集,形成了以吕宋海峡、马六甲海峡、苏伊士运河—红海—曼德海峡为主的几大国际互联网数据流量“咽喉”要道;埃及、美国、印度尼西亚、日本、菲律宾、英国、科特迪瓦等国在整个网络结构中处于关键地位,是最重要的枢纽节点;在网络空间虚拟资源分配方面,同样存在严重的分配不均,欧美国家少数的人口占据了大部分网络空间资源;中国在IPv6领域改变了以往的落后局面,但未来仍有很大发展空间。针对研究结果,从海底电缆和数据中心等网络空间基础设施建设、全球网络空间虚拟资源竞争等方面提出了相应的政策建议,并强调要维护国家网络空间主权和国家安全,加强网络新技术的研究和应用,绘制网络空间地理图谱,实现网络空间的“挂图作战”,提高国家网络安全保障能力。

关键词 网络空间;战略资源;地缘博弈;资源分配;网络空间治理

随着互联网与政治、经济、社会、文化、军事等领域的深度融合,网络空间已成为继陆、海、空、天之后的“第五大战略空间”^[1-2],也为地缘政治博弈提供了新平台。经典地缘政治理论强调地理位置和空间对国家安全、经济和社会发展的作用,认为

地理环境要素会影响乃至决定国家政治行为和地缘关系^[3]。从陆权论、海权论再到空权论、天权论,领土主权、资源禀赋、地理区位一直是贯穿地缘政治研究的主线。网络空间作为一种全新的空间形态,具有虚拟、瞬时、匿名等特性,使传统地理意义

收稿日期:2021-08-15;修回日期:2021-09-20

基金项目:国家重点研发计划项目(2020YFB1806500);中国科学院重点部署项目(ZDRW-XH-2021-3)

作者简介:陈帅,博士研究生,研究方向为网络空间地理学、地理信息系统,电子信箱:chens.17s@igsrr.ac.cn;江东(通信作者),研究员,研究方向为网络空间地理学、地理信息系统,电子信箱:jiangd@igsrr.ac.cn

引用格式:陈帅,郭启全,高春东,等. 地缘博弈中的全球网络空间资源争夺[J]. 科技导报, 2021, 39(22): 85-93; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2021.22.010

上的时空距离、边界范围等概念变得模糊^[4],国家主权从实体的领土、领海、领空延伸到虚拟的“信息边疆”,地缘政治争夺的重心逐渐从土地、能矿资源和战略通道拓展到技术标准、基础设施、数据资源、网络话语权等网络能力的建设^[5],以信息技术为核心的科技实力构成各国综合国力和权力竞争的基础,成为推动地缘政治格局演变的主要驱动因子^[5]。信息技术的发展也为地缘政治竞争提供了新的工具和手段,打破了原有地缘政治体之间的力量平衡,国土大小与国家实力的泛对称性消失^[6],网络战、信息战成为新的战争形式,网络力量成为实现传统地缘政治目标的权力工具,改变了以地理环境为依托的传统地缘政治思维和权力运行逻辑^[7]。

由此,国内外一些学者提出了网络地缘政治的概念,强调网络空间作为一个独立的空间体系而成为地缘政治博弈的新领域^[8-10]。网络地缘政治的理论核心是“网络权”,主要研究网络空间中国际行为主体如何将实体网络资源和虚拟网络资源转化为现实权力^[11],是传统地缘政治理论在网络时代的继承和发展。作为网络空间的关键组成要素,网络基础设施、虚拟资源、人才技术、专利标准、数据软件等构成了制网权争夺的基础^[12]。发达国家凭借产业能力和技术优势,掌握着网络空间规则制定的主导权和话语权,争夺和控制网络空间战略资源,加剧了全球网络空间发展的不平衡和两级分化^[13-14]。

当前,围绕网络空间资源分配的研究主要集中在理论探讨层面,以定性分析为主。沈逸从网络空间治理的角度分析了不同国家网络资源和能力的不对称性^[14]。王永等^[15]从自治系统(autonomous system, AS)和网际互连协议(Internet protocol, IP)2个层次分析了全球网络空间虚拟资源的分配格局。薛琳^[11]分析了东北亚各国网络空间根域名服务器、网民数量、网络安全指数等资源的差异化。曹伟^[16]从网络基础能力、网络力量要素、地缘政治风险3个维度构建了影响网络地缘的指标要素,但并未基于该框架展开进一步的量化分析。地缘政治研究中,主要采用克莱因综合国力方程和地缘位势模型来评价一个国家或地区的地缘影响力^[17-19],Jansen van Vuuren等^[20]基于克莱因综合国力方程,从网络

能力和影响力两个方面构建了网络力量感知模型,但由于缺乏可量化的数值,该模型仅作为专家评判和定性分析的概念框架。此外,国际电信联盟、波托马克政策研究所、贝尔弗科学与国际事务中心等研究机构分别从网络恢复能力、网络基础设施和服务、网络综合能力等方面发布了一系列的指数和排名,对主要国家的网络能力进行了不同程度的衡量和评估^[21-23]。以上研究只关注部分网络空间要素,仅覆盖部分国家或地区,缺乏对全球网络空间资源分配格局的整体认识。因此,本研究从多维度定量分析全球网络空间资源的分配与竞争,找出中国网络能力建设的短板和着力点。

1 数据与方法

1.1 数据来源

1.1.1 网络空间基础设施

相比于陆地、海洋和天空等实体空间,网络空间虽然具备更多无形和抽象的特征,但支撑信息和数据存储、传输、交换的网络基础设施具有明显的物质属性。网络空间的物理层由海底电缆、蜂窝基站、卫星、服务器等组成。海底电缆既是一种关键信息基础设施,同时也为其他关键基础设施的网络接入能力提供底层支持。相比于卫星通信,海底电缆具有传输速度快、容量大、成本低等优点,承载着99%以上的国际互联网数据流量^[24]。互联网数据中心构成网络基础资源的一部分,提供了一种高端的数据传输服务和高速接入服务。各国拥有骨干架构越多,互联网交换中心越多,网络通信条件越优越,能够使用的网络带宽资源就越丰富。作为网络空间的底层基础,数据中心和海底电缆的稳定性不仅会直接影响全球洲际通信和经济、金融安全,同时也对国家安全以及军事行动保障等领域意义重大。本研究所使用的海底电缆数据来自TeleGeography公司发布的全球海底电缆分布图(<https://www.submarinecablemap.com>),数据中心的位置数据来自datacenters网站(<https://map.datacente.rs>)。

1.1.2 网络空间虚拟资源

网络空间虚拟资源包括IP地址、自治系统

(AS)等。IP地址资源对于互联网领域乃至整个信息技术领域的意义,相当于国土资源、矿物资源等之于一个国家的战略意义,拥有越多的IP地址,在未来信息技术领域中就拥有更多主动权。IPv4又称互联网通信协议第4版,是目前使用最广泛的网络协议,其最主要的作用是让每一个接入互联网的设备都分配一个IP地址,从而能够使用IP协议进行连接和数据传输。随着全球互联网规模的迅速扩张,全球最后的IPv4地址储备池已于2019年底耗尽。IPv6是替代IPv4的下一代IP协议,用于解决网络地址资源数量不足的问题,同时也解决了多种接入设备连入互联网的障碍,同样遵循先到先得和按需分配的原则。此外,全球的互联网被分成很多个自治系统,每个国家的运营商、机构、公司等都可以申请自治系统编号(autonomous system number, ASN),ASN也是一种全球唯一且空间有限的互联网资源,最大数量为65536。本文使用的IPv4、IPv6和ASN数据来自亚太互联网络信息中心(<https://stats.labs.apnic.net/>)。

1.2 研究方法

1.2.1 社会网络分析法

社会网络分析法(social network analysis, SNA)是基于图论和数学方法发展起来的一种定量分析方法,目前已被广泛应用于社会学、经济学、地理学等领域^[25-26]。社会网络分析通过对网络中的节点和关系进行量化,来研究网络的关系结构及其属性。其中,网络性质的度量指标主要包括网络大小、连通性、直径、密度等,节点性质的度量指标主要为节点中心性。鉴于该方法的理论和技术已发展较为成熟,本文仅简要介绍其主要指标所指的含意,具体公式详见《整体网分析讲义》^[27]。网络大小即网络中节点的个数,网络的直径指网络中任意两个节点之间距离的最大值,平均路径长度指所有节点对最短距离的平均值。节点中心性用于确定网络中最重要的节点,包括度中心性、介数中心性、特征向量中心性等类型。其中,度中心性指网络中与该节点有联系的点的数量,介数中心性指网络中经过该节点的最短路径的数量,特征向量中心性认为节点的重要性既取决于相邻节点的数量,也取决于

其相邻节点的重要性。整个网络一般由多个社团组成,社团内部节点的联系较为紧密和直接,不同社团的节点之间联系则相对稀疏。本研究使用社会网络分析法来构建全球海底电缆的无向网络图,将各个国家作为网络节点,将连接不同国家的海底电缆作为边,如果两个国家间具有多条电缆,则为边赋予相应的权重。

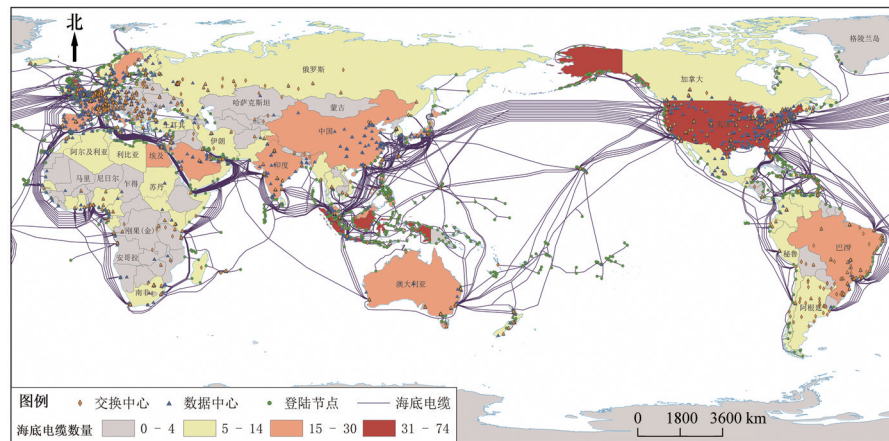
1.2.2 洛伦兹曲线和基尼系数

洛伦兹曲线(Lorenz curve)由奥地利统计学家M.Lorenz在1905年提出,最早用于研究国民收入在国民之间的分配问题,用于反映财富、土地、工资等分配的不平等程度^[28]。洛伦兹曲线的弯曲程度越大,资源分配越不平等,在资源分配完全均等的情况下,是一条45°的斜线,在收入完全不平等的情况下,则是由底边和右边构成的一条折线。一般情况下,资源分配既不是完全不平等,也不是完全平等,因此洛伦兹曲线是一条在绝对平均线以下、向横轴突出的曲线。基尼系数(Gini coefficient)是定义在洛伦兹曲线基础上的判断分配平等程度的指标^[29],由不平等面积与完全不平等面积之比计算得到,值介于0和1之间。联合国开发计划署等组织规定基尼系数<0.2时为高度平均,[0.2, 0.3)为比较平均;[0.3, 0.4)为相对合理;[0.4, 0.6)为差距较大,当基尼系数 ≥ 0.6 时,则表示差距悬殊^[30]。后来,经济学家和统计学家陆续设计了相对平均离差、变异系数、Atkinson指数、GEN指数等反映收入分配不均的统计指标^[31]。本研究采用洛伦兹曲线和基尼系数来衡量IPv4、IPv6、AS自治域3类网络空间虚拟资源在全球的分配平均程度。

2 结果分析

2.1 网络空间物理基础设施分布

全球网络空间物理基础设施分布如图1所示,国家颜色的深浅代表经过该国海底电缆的数量,可以看出,当前全球海底电缆的分布主要经过临海国和海岛国,内陆国则必须通过陆上电缆经由其他邻国才能与海底电缆相连。海底电缆的线路与全球航线分布十分相似,都经过主要的海峡和运河,如



注:该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1665号的标准地图制作,底图无修改

图1 全球网络空间物理基础设施分布

马六甲海峡、曼德海峡、直布罗陀海峡、苏伊士运河、巴拿马运河等。大部分海底电缆连接欧洲、北美洲和亚洲,日本东海岸、新加坡、中国香港、法国马赛、阿联酋、印度孟买等地都是海底电缆密布之地,而孟加拉国、老挝、莫桑比克、纳米比亚、几内亚等国虽然是临海国家,但由于互联网普及率不高,其海底电缆并不发达。互联网数据中心、互联网交换中心则主要分布在欧美等发达国家,其中,互联网数据中心超过70%分布在欧洲(36.4%)和北美洲(36.3%),亚洲为14.5%,非洲为5.6%,大洋洲和南美洲分别为3.9%和3.3%;互联网交换中心43.2%分布在欧洲,20.7%分布在北美洲,亚洲为12.5%,南美洲为12.2%,空间分布十分不均匀。

全球海底电缆网络(图2)中,网络采用力导向的布局方式,即将图中的节点模拟成原子,通过模拟原子之间的力场来计算节点之间的关系。节点代表各个国家和地区,节点的大小由特征向量中心性决定,节点的颜色代表节点所属的社团,节点间的连线代表了节点间电缆的密集程度。全球共有464条海底电缆将181个国家或地区相连接,形成了1641个节点对。网络中,平均度为5.6,代表每个国家平均有5~6个国家通过海底电缆与其相连;网络直径为7,即两个国家最多需要经过7个国家才能通过相连;平均路径长度为3.5,代表两个国家之间平均需要经过3~4个国家才能相连。

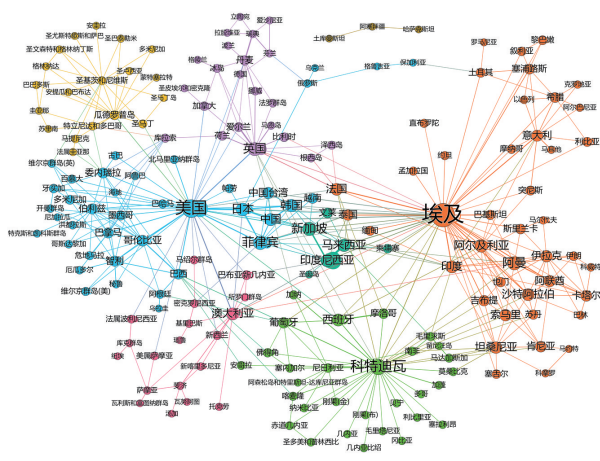


图2 全球海底电缆网络

网络中最突出的节点为埃及、美国、印度尼西亚、日本、菲律宾、英国、科特迪瓦等,这些节点具有较高的特征向量中心性,表明这些国家与其他国家或地区通过海底电缆联系最密切,同时也是最重要的枢纽节点,在整个网络结构中处于关键地位,尤其是埃及和美国,处在全球数据流通的中心,承载着大量的过境互联网数据流量。社团聚类的结果与大洲的分类十分接近,表明各大洲内部国家间联系更为紧密,同时,大洲之间的通信主要通过1个或少数几个国家完成。不同社团内部呈现出不同的网络结构,如以美国、埃及、科特迪瓦为中心的社团呈现出明显的放射状结构,亚洲国家、欧洲国家组成的社团则表现出较为松散的网络结构。俄罗斯

斯与外界相连的海底电缆只有4条,分别通往日本、乌克兰、格鲁吉亚和芬兰。中国与其他大洲国家通过海底电缆相互通信,需要经过日本、韩国、菲律宾、新加坡等,且大部分登陆节点分布在香港。中国大陆的登陆点主要有3个,分别为青岛、上海和汕头,分别与美国、日本、欧洲相连。

2.2 网络空间的虚拟资源分配

图3展示了全球网络空间虚拟资源分配的洛伦兹曲线,曲线的弯曲程度代表了资源分配的不均程度。可以看出,相比于全球财富的分配不均程度,网络空间虚拟资源分配的不均衡更为严重。其中,IPv4的分配不均最为严重,基本符合“二八定律”,即全球80%的大多数人口仅拥有约20%的IPv4地址,另外20%的少数人则占有80%的IPv4地址。AS自治系统和IPv6的分配情况略优于IPv4,但同样存在明显的分配不均,90%的人口仅拥有50%的IPv6地址和ASN,而另外10%的人口则拥有剩余50%的IPv6地址和ASN。通过计算各类网络空间虚拟资源分配的基尼系数,得到IPv4分配的基尼系数约为0.743,IPv6的基尼系数约为0.672,ASN的基尼系数约为0.635,均属于差距悬殊。

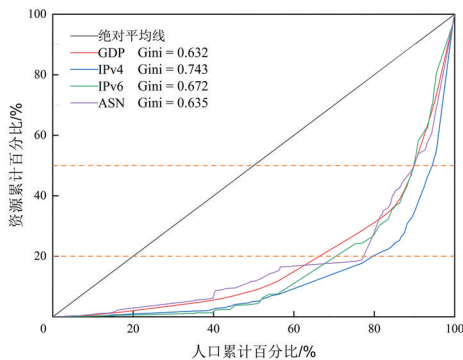


图3 全球网络空间虚拟资源分配的洛伦兹曲线

从大洲和国家尺度上看(图4),网络空间虚拟资源的分配不均表现得更为直观。亚洲占全球人口总数接近60%,仅拥有24%的IPv4地址、27%的IPv6地址和18%的ASN。北美洲和欧洲在全球网络空间的虚拟资源分配中居于主导地位,欧洲10%的人口拥有20%的IPv4地址、44%的IPv6地址和

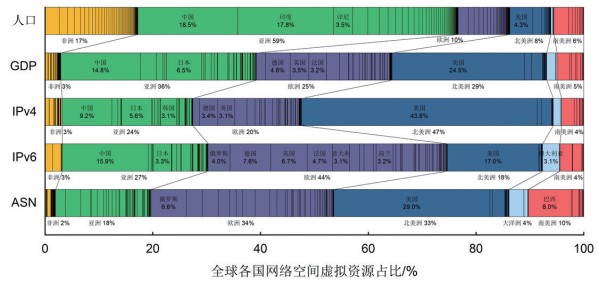


图4 全球网络空间虚拟资源分配

34%的自治系统,北美洲8%的人口拥有全球47%的IPv4地址、18%的IPv6地址和33%的自治系统。非洲人口为17%,拥有的各类网络空间资源平均约为3%。不同大洲内部,网络空间的虚拟资源主要集中在少数几个国家,亚洲以中国、日本、印度、韩国、印度尼西亚为主,欧洲主要为俄罗斯、德国、英国、法国、意大利等国,北美洲以美国为主,大洋洲主要为澳大利亚,南美洲以巴西为主。美国在各类网络空间虚拟资源的控制中处于绝对的主导地位,各类资源占比均为全球首位,平均每千人拥有4870个IPv4地址。相比而言,中国在IPv4和自治系统的资源竞争方面处于劣势地位,平均每千人仅拥有240个IPv4地址。在IPv6分配方面,这种落后局面有所改善,中国IPv6地址总量排名第二,占全球的15.9%,仅次于美国。

3 讨论

海底电缆路由线路的规划和登陆点的选择需要综合考虑诸多海洋环境、经济、安全和地缘政治因素,这些因素的共同作用塑造了全球海底电缆的分布格局。早期,海底电缆主要由电信运营商和私营企业投资建设,大部分海底电缆穿越大西洋,连接欧洲和美国。20世纪末以来,随着新兴经济体的崛起,发展中国家互联网服务需求迅速增长,南美洲、中东、东南亚和非洲海岸的网络基础设施逐渐发展完善,太平洋和印度洋海底电缆的数量迅速增加。当前,海底电缆60%以上由互联网内容提供商投资建设,出于经济性和安全性考虑,新建的海底电缆一般会沿用原有电缆的线路,并在少数的

固定登陆点汇合,由此海底电缆在特定区域汇集,形成了以吕宋海峡、马六甲海峡、苏伊士运河—红海—曼德海峡为主的几大国际互联网数据流量“咽喉”要道。大量东西向的海底电缆穿过吕宋海峡和马六甲海峡,将东南亚与世界其他地区相连接,南亚—东非和欧洲之间通信网络的主要线路经过苏伊士运河—红海—曼德海峡通道,连接阿拉伯半岛的也门和非洲之角的吉布提和厄立特里亚。这些通道与全球海洋航线所经过的战略通道相互重合,地理位置和战略价值至关重要,区域内任何海底电缆的损害都将造成巨大的网络连通性危机。如2008年发生在苏伊士运河、波斯湾、马来西亚的系列海底电缆中断事故,曾给印度和中东地区造成了巨大的通讯中断。

除了地震、海啸等自然灾害,意外事件(渔船拖网、船锚)和蓄意破坏(盗窃、恐怖袭击、黑客攻击)等人类活动是影响海底电缆稳定性的最主要因素。在海底电缆发生故障时,通常会将数据分流到其他线路上以保障基本通信安全。全球海底电缆网络中,节点越大代表一个国家或地区接入的海底电缆数量越多,其连接可靠性和应急恢复能力也就越强。中国海底电缆建设目前仍落后于发达国家,海底电缆的规模无法与迅速发展的互联网及数据通信行业相匹配,登陆点数量过少且位置单一,面对突发事件的应急响应和恢复能力有限。2006年,中国台湾南部海域发生地震,经过上海、青岛和汕头登陆点的新欧亚3号、中美海缆和亚太2号海底电缆都遭受不同程度的损坏,导致中国与国际互联网的连接大面积中断。

此外,针对海底电缆的网络攻击以及各国情报机构对海底电缆系统的监控活动严重威胁到其他国家的安全利益,海底电缆连接哪些国家或地区、在何地登陆、由谁建设成为十分敏感的问题,2013年“斯诺登事件”暴露了美国、英国等利用海底电缆对他国实施的数据窃听和情报收集活动。美经常以国家安全为借口,在亚太地区海底电缆上牵制和打压中国,禁止将部分海底电缆接入中国,阻挠中国企业参与海底电缆建设。长度1.3万km的太平洋光缆项目,该计划本应于2018年夏季正式进行

商业运营,连接美国、菲律宾、中国的台湾和香港,成为中国香港直接连接美国本土的唯一一条国际海底光缆,然而2020年美国司法部以国家安全为由,做出不开通连接中国香港海底光缆的决定。此外,2018年开始建设的“和平”高速电缆项目,全长1.5万km,将通过陆路连通中国和巴基斯坦,并经过海底连接非洲之角,最终抵达法国马赛,提供从中国到欧洲和非洲区域间最短路径并大大降低时延,提高中国企业在欧洲和非洲的网络服务速度,美国曾一度对其盟友施压,阻挠项目建设。

从网络空间的虚拟资源分配看,互联网和全球化的发展并没有使落后国家从中获得更多发展空间,而是进一步拉大了其与发达国家的差距,加深了全球数字化的鸿沟。以美国为首的发达国家主导着全球网络空间虚拟资源的分配权力。互联网的地址资源分配最初是在美国政府合同下由互联网号码分配机构(Internet Assigned-Numbers Authority, IANA)提供,由IANA将地址分配到ARIN(北美地区)、RIPE(欧洲地区)和APNIC(亚太地区),然后再由这些地区性组织将地址分配给各个互联网服务提供商(Internet Service Provider, ISP)。随着互联网的全球性发展,越来越多的国家对由美国独自对互联网进行管理的方式表示不满,强烈呼吁对互联网管理进行改革。由此,互联网名称与数字地址分配机构(The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, ICANN)成立,接管了包括管理域名和IP地址的分配等与互联网相关的任务,负责IP地址的空间分配、协议标识符的指派、通用顶级域名(gTLD)以及国家和地区顶级域名(ccTLD)系统的管理、以及根服务器系统的管理。全球目前共有13台IPv4根域名服务器,1个主根服务器在美国,12个辅根服务器分别分布在美国(9个)、欧洲(2个)和日本(1个)。因此,互联网资源的分配主导权依然掌握在美国手中。

中国在以IPv4为基础的传统互联网领域已落后于别国,在未来信息技术领域中,争取下一代互联网资源分配的主动权,就成为更加迫切和具有战略意义的目标。IPv6能够提供的地址资源空间十分巨大,减少了发达国家囤积的可能性。中国部署

了1台IPv6主根服务器和3台辅根服务器,打破了中国过去没有根服务器的困境,有利于实现全球互联网的多边共同治理。2017年,《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》发布后,中国IPv6规模部署工作取得了积极进展,IPv6地址申请数量及用户数量都位于全球前列。但必须认识到,中国人口众多,网络规模庞大,随着物联网、云计算、区块链等新技术的应用,网络以及商业运营的发展迫切需要大规模的地址资源,因此必须尽早和更多地争取充裕的IPv6地址资源,为中国未来互联网产业的发展留出足够的空间。

4 结论

新冠肺炎疫情的全球大流行增加了人们对于网络空间的依赖,催生了远程办公、在线教育、远程医疗等应用场景,推动着各国社会的数字化转型。这种转变也导致发达国家和发展中国家在信息技术发展和基础设施建设方面的差距进一步拉大^[32],阻碍着发展中国家经济、教育、医疗水平的恢复和提升,加剧了全球发展不平等的风险。新冠疫情也导致网络攻击、个人隐私、虚假信息、关键基础设施保护等网络安全问题更加凸显^[33],对网络空间全球治理提出了更高要求。

2016年中国发布的《国家网络空间安全战略》强调要推动网络空间和平利用和共同治理,推动互联网地址、根域名服务器等基础资源管理国际化,并加强对发展中国家和落后地区互联网技术普及和基础设施建设的支持援助,努力弥合数字鸿沟^[34]。本文从网络空间的基础设施和虚拟资源两个方面分析了全球网络空间资源分配的格局和现状,表明中国在网络空间各关键领域与欧美等发达国家相比还有较大差距,发展中国家与发达国家数字鸿沟巨大。因此,中国应大力推进国内新型基础设施建设,更加积极主动地参与全球网络空间治理,投入到全球网络空间关键资源控制的竞争之中,倡导网络空间治理的多边主义、平衡安全与发展、大国与小国共商共建等指导思想,从而把握新一轮科技革命和产业变革带来的历史性机遇,抢占

发展主动权与此同时,必须全面加强国家网络安全体系和能力建设,保护关键信息基础设施、重要网络和数据安全,加强网络新技术的研究和应用,绘制网络空间地理图谱,实现网络空间的“挂图作战”,构建国家网络安全综合防控体系,切实维护国家网络空间主权和国家安全。

5 建议

网络空间已经成为全球地缘政治博弈的新舞台,掌握更多的网络空间关键核心技术和资源,才能赢得更多的话语权和主动权,在国际竞争中处于更加有利的位置。基于当前全球网络空间资源分配的格局与现状,对今后中国网络空间发展方向提出如下3点建议。

1) 加快海底电缆关键核心技术的研发创新,把握全球海底电缆新旧更替的时间窗口,加快中国海底电缆的建设步伐,合理规划布局,将新的海底电缆线路建设提上日程,并提高海底电缆登陆点的多样性。同时,支持和鼓励中国企业积极参与国际海底电缆的全球布局和规划,保障中国企业的合法权益,积极开展面向北美、亚洲、欧洲和非洲方向的海底电缆投资建设,为推进“一带一路”倡议和全球化服务提供良好的信息通信能力支撑。

2) 合理规划中国数据中心的产业布局,在现有数据中心布局的基础上进一步优化结构,推进数据中心产业化发展,满足战略性信息基础资源储备的需要。加快制定和完善相关国家标准和法律制度,加强关键信息基础设施保卫,提高关键信息基础设施的应急响应和恢复能力,维护中国数据安全和数据主权。

3) 更加积极地投入到全球网络空间关键资源的竞争当中,积极开展标准制定和技术创新,参与国际规则博弈,提高互联网话语权。制定完整和长期的网络发展战略与规划,推动网络流量、网络应用和服务由IPv4向IPv6过渡,从基础设施建设、地址资源申请、标准制定、关键前沿技术研发、互联网应用、网络安全管理和防护等各个方面推进IPv6的大规模部署。

参考文献 (References)

- [1] 高春东, 郭启全, 江东, 等. 网络空间地理学的理论基础与技术路径[J]. 地理学报, 2019, 74(9): 1709-1722.
- [2] 郭启全, 高春东, 郝蒙蒙, 等. 发展网络空间可视化技术支撑网络安全综合防控体系建设[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(7): 917-924.
- [3] 杜德斌, 段德忠, 刘承良, 等. 1990年以来中国地理学之地缘政治学研究进展[J]. 地理研究, 2015, 34(2): 199-212.
- [4] 郭启全, 高春东, 孙开锋, 等. 基于“人-地-网”关系的网络空间要素层次体系建设[J]. 地理研究, 2021, 40(1): 109-118.
- [5] 王礼茂, 牟初夫, 陆大道. 地缘政治演变驱动力变化与地缘政治学研究新趋势[J]. 地理研究, 2016, 35(1): 3-13.
- [6] 蔡翠红. 网络地缘政治: 中美关系分析的新视角[J]. 国际政治研究, 2018, 39(1): 9-37, 5.
- [7] 王川. 网络地缘政治: 定义、特征及其对中国西北边疆安全的影响[J]. 喀什师范学院学报, 2012, 33(4): 12-16.
- [8] 吴世忠. 网络时代地缘政治的新特征[J]. 中国信息安全, 2013(8): 40-42.
- [9] 冯涛, 姬炜, 汶建龙. 网络空间地缘政治问题研究[J]. 未来与发展, 2017, 41(1): 15-18.
- [10] 木子勰. 网络空间渐成全球政治博弈新“角斗场”[J]. 党政视野, 2016(1): 41.
- [11] 薛琳. 东北亚网络地缘政治成因及展望[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2019.
- [12] 陈文胜. 地缘政治视域下的网络空间及其安全[J]. 学术界, 2020(2): 87-97.
- [13] 鲁传颖. 网络空间治理的力量博弈、理念演变与中国战略[J]. 国际展望, 2016, 8(1): 117-134, 157.
- [14] 沈逸. 全球网络空间治理原则之争与中国的战略选择[J]. 外交评论(外交学院学报), 2015, 32(2): 65-79.
- [15] 王永, 李翔, 任国明, 等. 全球网络空间测绘地图研究综述[J]. 信息技术与网络安全, 2019, 38(5): 1-6.
- [16] 曹伟. 网络地缘政治的分析与建构[J]. 中国信息安全, 2020(2): 76-78.
- [17] 王淑芳, 葛岳静, 刘玉立. 中美在南亚地缘影响力的时空演变及机制[J]. 地理学报, 2015, 70(6): 864-878.
- [18] 王淑芳, 葛岳静, 曹原, 等. 中国周边地缘影响力的建模与测算——以南亚为例[J]. 地理科学进展, 2014, 33(6): 738-747.
- [19] 张继鹏, 刘德鑫, 张家来, 等. 关于综合国力评价克莱因理论模型的缺陷性分析[J]. 当代经济科学, 2006, (1): 69-74, 126-127.
- [20] Jansen van Vuuren J, Leenen L. A model for measuring perceived cyberpower[C]//Proceedings of the 13th International Conference on Cyber Warfare and Security. Washington D C, USA: National Defence University, 2018.
- [21] The Belfer Center for Science and International Affairs. National Cyber power index 2020[EB/OL]. (2020-09-16) [2021-09-20]. <https://www.belfercenter.org/publication/national-cyber-power-index-2020>.
- [22] The International Telecommunication Union. global cybersecurity index[EB/OL]. (2021-06-01) [2021-09-20]. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Pages/global-cybersecurity-index.aspx>.
- [23] The potomac institute for policy studies Cyber readiness index[EB/OL]. (2020-12-01) [2021-09-20]. <https://www.potomac institute.org/academic-centers/cyber-readiness-index>.
- [24] Takeshita H, Sato M, Inada Y, et al. Past, current and future technologies for optical submarine cables[C]//Proceedings of the 2019 IEEE/ACM Workshop on Photonics-Optics Technology Oriented Networking, Information and Computing Systems (PHOTONICS) 2019. Denver, CO, USA: IEEE, 2019.
- [25] 张存刚, 李明, 陆德梅. 社会网络分析——一种重要的社会学研究方法[J]. 甘肃社会科学, 2004(2): 109-111.
- [26] 朱庆华, 李亮. 社会网络分析法及其在情报学中的应用[J]. 情报理论与实践, 2008(2): 179-183, 174.
- [27] 刘军. 整体网分析讲义[M]. 上海: 格致出版社, 2009.
- [28] Gastwirth J L. A general definition of the Lorenz curve [J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1971: 1037-1039.
- [29] Gastwirth J L. The estimation of the Lorenz curve and Gini index[J]. *The review of economics and statistics*, 1972: 306-316.
- [30] 延静, 胡丽霞, 李宇红. 经济指标与商情指数[M]. 北京: 现代教育出版社, 2012.
- [31] 崔友平. 论现有收入分配不均等性指标的缺陷与改进[J]. 山东经济, 2008(1): 28-32.
- [32] 蔡翠红, 王天禅. 新冠疫情下网络空间全球治理的机遇与挑战[J]. 国际论坛, 2021, 23(1): 3-17, 155.
- [33] 桂畅旒. 新冠疫情对于网络空间的影响: 机遇与挑战[J]. 中国信息安全, 2020(8): 82-85.
- [34] 中国网信网. 《国家网络空间安全战略》(全文)[J]. 中国信息安全, 2017(1): 26-31.

Contentions of cyberspace resources in global geopolitical game

CHEN Shuai^{1,2}, GUO Qiquan^{1,2,3}, GAO Chundong^{1,2}, HAO Mengmeng^{1,2}, JIANG Dong^{1,2*}

1. Institute of Geographic Sciences and Nature Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
2. Laboratory of Cyberspace Geography, Chinese Academy of Sciences and The Ministry of Public Security of the People's Republic of China, Beijing 100101, China
3. Cyber Security Department, The Ministry of Public Security of the People's Republic of China, Beijing 100741, China

Abstract The cyberspace has become the "fifth strategic domain" after the land, the sea, the air and the space, providing a new platform for geopolitical games. The developed countries dominate the formulation of cyberspace rules and hold a large portion of cyberspace strategic resources, leaving a huge gap of the global cyberspace development. This paper makes a social network analysis by using the Lorenz curve to quantitatively describe the pattern and the current allocation of the global cyberspace resources. It is shown that the physical infrastructures of the cyberspace, such as the submarine cables, the Internet data centers and the Internet exchange points, are mainly located in Europe and North America. The convergence of the submarine cables in specific areas has formed several major "points of the throat" for the Internet data traffic, namely, the Luzon Strait, the Malacca Strait, the Suez Canal, the Red Sea and the Mantel Strait. Egypt, the United States, Indonesia, Japan, the Philippines, the United Kingdom, and Cote d'Ivoire play key roles in the entire network structure, carrying a large amount of Internet data traffic; in terms of virtual resources in the cyberspace, there is also a serious uneven distribution, with a small population in Europe and the United States sharing most of the network resources. China has come out of the backward situation in the field of IPv6, but there is still a large distance to go for the development in the future. This paper puts forward corresponding policy recommendations in terms of the construction of the cyberspace infrastructure such as the submarine cables and the data centers, and the virtual resources in the global cyberspace. Besides, this study emphasizes the needs to defend cyberspace sovereignty and national security, strengthen the research and application of new cybersecurity technologies, draw the geographical map of cyberspace, and improve the capability of national cybersecurity assurance.

Keywords cyberspace; strategic resources; geopolitical game; resource allocation; cyberspace governance ●



(责任编辑 傅雪)