我国大城市过大了吗？

■李国平 崔丹

近日，国务院第七次全国人口普查领导小组办公室编制的《2020中国人口普查分县资料》公布了全国县级单位的人口数据。

根据城区常住人口数据，全国共有105个城区常住人口超过100万的大城市，其中包括7个1000万人以上的超大城市、14个超过500万人的特大城市、14个超过300万人的Ⅰ型大城市和70个超过100万人的Ⅱ型大城市。

我国大城市会越来越多吗？未来城市化水平将如何变化？新型城镇化又将如何发展？怎样避免“大城市病”，构建大中小城市协调发展格局？笔者就此进行一些探讨。

我国城市规模会越来越大吗？

改革开放以后，我国城市化水平变化基本上和1974年联合国在《城乡人口预测方法》中所提出的城镇化水平随时间增长的“S”形变化规律相吻合。

通常所说的城市化进程可分为3个阶段。初期阶段：城市化水平低于30%，发展速度比较缓慢；中期阶段：城市化水平处于30%~70%，发展速度很快；后期阶段：城市化水平高于70%，发展速度大为降低，进入平稳阶段，一般到80%左右收敛。

国内相关研究也认为，在未来20到30年内，我国城市化水平将达到80%以上，城市人口将再增加2亿左右。

根据党的十九届四中全会提出的“提高中心城市和城市群综合承载和资源优化配置能力”这一命题，以及我国正在推进的19大城市群和每个省份至少有一个现代化都市圈建设，以超大城市、特大城市为代表的大城市将成为主要人口承载地。也就是说，“大城市会越来越多，城市规模会越来越大”。

而实际情况是，城市化起步较晚但发展速度较快的国家，更容易催生大城市。我国属于城市化起步较晚的国家，大城市人口占比不断增加，但就目前而言我国大城市占比并不高。

根据联合国经济和社会事务部统计，1960年我国大城市人口占城市人口比重为25.86%，2000年为38.76%，2015年为45.22%。2015年我国大城市人口占比远低于同期美国和日本分别占55.71%和68.14%的水平。

在城市化发展中形成的大城市尤其是特大城市或超大城市都将经历郊区化过程，目前我国超大城市和特大城市都已经进入到了郊区化阶段。

当一个国家进入城市化中后期，国家人口增长停滞或减少，或者由于部分城市经济发展等原因，城市发展可能进入人口整体减少的逆城市化阶段。也有部分大城市会从郊区化或逆城市化转为再城市化，重新进入人口增长和中心城区复兴阶段。

符合城市规模结构发展一般规律

20世纪60年代以来，在世界城市化进程中，呈现出城市化水平不断提升、大城市持续增加且城镇密集区大量出现、发展中国家城市人口急速增长3个极为显著的特征。

就城市规模结构而言，大城市占比不断增加。1960年至2015年期间，世界大城市人口占城市人口的比重由27.26%上升到41.41%。其中发达国家和发展中国家呈现出不同的演化规律。一般而言，发展中国家城市人口快速增加，并主要向大城市集中，使得大城市人口占比逐步攀升，并且首位城市“一城独大”。

我国的城市规模并不过大，也符合城市规模结构发展的一般规律。就目前而言，我国城市规模结构发展变化符合世界城市规模结构发展变化的一般规律，即在经济社会快速发展阶段，城市化处于中期阶段，城市规模等级中的大城市比重上升，呈现出大城市越来越大、占比越来越高，中小城市占比不断下降的态势。

人口向大城市集中（人口空间集聚）具有微观基础。一是大城市所拥有的外部规模经济，可以共享劳动力、中间投入品和风险，实现质量和机会匹配，可以通过学习加速知识产生、积累和扩散；二是大城市可助力实现内部规模经济，分摊固定成本和减少运输成本等。

与世界主要国家相比，我国大城市人口规模无论是占比还是单体都不大。我国大城市人口占比在世界有人口超过1000万超大城市的国家中仅处于中等水平，2015年在17个国家中位列第十位。城市首位度也远低于其他首位城市为超大城市的国家。

2015年，我国最大城市上海的城市人口为2348万人，首位度仅为3.09%。而主要发展中国家，尤其是中南美洲国家的首位城市规模都很大，城市首位度也很高。

考虑到我国人口及城市人口都是世界第一，城市首位度却很低，因此大城市规模将继续扩大。在未来30年内，世界最大的城市大概率出现在我国。

我国大城市的地位仍然极其重要。我国新型城镇化在发展模式上将集中体现为以资源环境承载力为基础，实现集约、高效、均衡，目标是更集约、更高效、更均衡；在空间形态上体现为大分散、小集中，中心城市（主要是大城市）与城市群（均有若干个大城市）是主要的空间载体，更紧凑的城市空间结构将成为城市内部空间的普遍形态。

建立多中心、网络化空间结构

在大城市发展中，为避免“大城市病”，需要建立起大城市内部多中心、网络化的空间结构。

首先，要充分认识到中心城市和城市群是承载人口和经济功能的主要空间载体。

针对大城市人口规模和占比均将扩大的态势，将城市建设用地与人口增减挂钩，特别是针对高房价等“大城市病”问题，需按照人口增量，适当增加住宅建设用地指标，以遏制人口增加导致居住用地紧张所带来的房价上涨问题。

其次，在发展大城市特别是特大超大城市时，为避免出现“大城市病”，要强化多中心、网络化和交通导向型发展。

解决“大城市病”问题的一种途径是大城市瘦身，即控制大城市人口规模。日本、法国等国家采取过这种措施，但效果并不好，大城市和特大城市人口规模仍在持续扩大。另一种途径是不刻意限制大城市人口规模，而是通过城市内部空间结构优化，变单中心结构为多中心、网络化结构，推进交通导向的城市发展模式，促进城市跨行政区一体化发展。这样不仅可以继续发挥城市规模效应，也可以避免由于过度集中导致的“大城市病”，实现“分散型规模经济”。

此外，通过基础设施和公共服务均等化布局以及发展专业化经济，助力中小城市获取竞争优势。大城市以其规模优势通过城市化经济获取竞争优势，中小城市尽管规模经济不如大城市，但可以通过专业化经济获取竞争优势。

例如，很多城市规模不大，但可以具有创新力和竞争力的实体经济特别是高端制造业作为支撑，同时基础设施和公共服务资源的均衡布局也支撑了中小城市人口和经济的承载能力。

党的二十大报告提出要实施新型城镇化战略，构建大中小城市协调发展格局。构建大中小城市协调发展格局显然需要正确判断和认识我国大中小城市的等级规模结构，不断调整和优化城市规模结构，以发挥城市规模体系整体优势和各等级城市的比较优势。

（李国平系北京大学首都发展研究院院长、中国区域科学协会理事长；崔丹系中国科学技术信息研究所助理研究员）

我国首部地方极端天气应对条例在通辽施行

本报讯（见习记者辛雨）11月1日，我国首部关于极端天气的地方立法《通辽市极端天气应对条例》（以下简称《条例》）正式施行。《条例》依法明确内蒙古自治区通辽市各级政府、部门、企事业单位应对极端天气的职责和机制，让城市应对极端天气有了法治化、规范化保障。

《条例》共24条，在多次论证的基础上，从法律层面明确了当地极端天气定义：由市、旗县级气象主管机构发布的，达到橙色预警信号的暴雨、暴雪、大风、寒潮、干旱，或者达到红色预警信号的冰雹、高温、沙尘暴等特殊天气。

明确极端天气范围后，《条例》从应对职责、应对准备、应急响应、应急措施、善后恢复、法律责任六个层面，通过条款设计，着力解决在极端天气应对体制机制、应急响应、基层基础、支持保障等方面的问题。如建立市、县、乡、村四级极端天气应对工作体系，规定政府及相关部门做好各方面准备工作，规定极端天气应急响应启动程序和应急措施，对重点防控单位不正确履行应对义务、公民不配合实施设置法律责任等。同时，明确将极端天气应对纳入本级国民经济和社会发展规划，所需经费纳入本级财政预算，将落实应对责任纳入绩效考核指标。

《条例》将极端天气应对中好的经验与做法以立法形式固定下来，进一步厘清各级政府及部门责任，填补空白、弥补缝隙，构建起极端天气应对工作长效机制，同时特别注重结合通辽实际，解决具体问题。



11月5日，第五届中国国际进口博览会在国家会展中心（上海）举行。在医疗器械及医药保健展区，一台神经外科手术机器人吸引了参观者的目光，其为神经外科立体定向类手术提供智能解决方案。

博览会于11月5日至10日在上海举行，145个国家、地区和国际组织参展，其中8个国家为首次参与国家展；284家世界500强和行业龙头参加企业商业展，数量超过上届，回头率近90%。 **图片来源：汤彦俊（上海分社）/中新社/视觉中国**

玻璃微球诉说月球“被撞”历史

其中一个微球年龄与恐龙灭绝时间吻合

■本报记者 冯丽妃

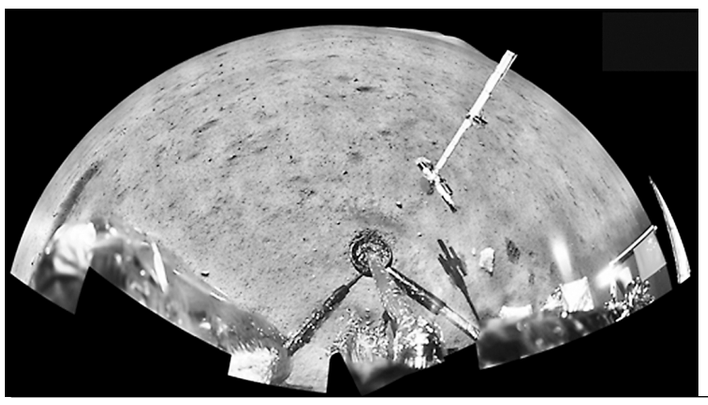
小行星撞击是人类文明未来面临的潜在灾难之一。地球上记录了约200次大型撞击事件，直径数千米的小行星撞击足以造成生物大灭绝。

地球形成45亿年以来撞击通量呈指数下降。那么，地月系统小行星撞击频率是否一直平稳衰减？数量众多的近地小行星是否可能导致未来撞击事件突然增加？

嫦娥五号返回的月壤样品是寻找相关答案的最佳研究对象。中国地质科学院地质研究所北京离子探针中心研究员龙涛、中国地质大学（武汉）博士钱煜奇等与国内外学者组成的国际研究团队，通过将月壤中的玻璃球粒与附近撞击坑相关联，证实月球20亿年以来撞击频率随着时间变化。该成果近日发表于《科学进展》。

值得注意的是，嫦娥五号月壤中撞击玻璃球粒年龄与小行星带内多组撞击事件年龄相同，其中一个年龄与恐龙灭绝事件吻合，代表当时撞击频率突增，蕴含恐龙灭绝奥秘。“这意味着地球历史上经历过撞击频率高于平均水平的时期，未来也可能出现类似情况。”论文第一兼通讯作者龙涛对《中国科学报》说。

2020年12月17日，嫦娥五号成功返回带来1731克月壤样品。其中玄武岩样品铀－铅定年结果表明，月球在20亿年前仍存在岩浆活动，将月球地质寿命“延长”近10亿年，为行星地质学中撞击坑定年方法提供了关键锚点。



嫦娥五号在月表采样图，着陆区月壤中玻璃球粒研究揭示地月系统20亿年以来撞击频率激增。 **图片来源：国家航天局探月与航天工程中心**

要获得小行星撞击频率变化，关键是准确分析月壤中的玻璃球粒年龄，并找出与之对应的撞击坑。“月壤中含有大量玻璃球粒，其撞击成因是了解内太阳系撞击历史的重要切入点，能够反映月壳物质组成和内太阳系的撞击动力学。”龙涛表示，此前由于对撞击玻璃球粒来源和分布的物理机制及其与着陆区地质关联理解不足，限制了将玻璃球粒用于精确重建内太阳系撞击历史。

据介绍，玻璃球粒的年龄测量难度极高，其直径只有“头发丝粗细”，必须通过离子束轰击，并检测其中含量极低的铀和铅的成分。确定月壤中玻璃球粒来自哪个撞击坑也十分困难，如大海捞针。

为了充分了解撞击玻璃球粒的来源和分布，精确重建月球撞击历史，研究团队在嫦娥五号月壤CE5C0400YJFM00402中选出215颗直径为50~200微米的玻璃球粒。通过地球化学组成分析发现，约80%的玻璃球粒（176个）与嫦娥五号月壤和玄武岩成分接近，为“本地”玻璃球粒；39颗玻璃球粒成分与嫦娥五号月壤和玄武岩成分不同，将其划分为“外来”玻璃球粒。其中，“本地”撞击玻璃球粒形成年龄从距今几百万年到20亿年不等。

为了将嫦娥五号撞击成因的玻璃球粒与撞击坑关联，研究团队建立了撞击溅射物数值模型，结果表明溅射物熔融形成球粒是撞击玻璃球粒的形成机制。形成玻璃球粒熔体的平均抛射速度为300~500米/秒，传输距离达到几十千米。研究还发现，直径超过1000米的撞击坑能够提供大量玻璃球粒。他们将数值模型与嫦娥五号采样区地质结合，最终在着陆区周围超过10万个撞击坑中筛选出了可能的源撞击坑。

研究还表明，撞击玻璃球粒年龄与小行星带内多组撞击事件年龄相同。例如，2015年在南极发现的灶神星陨石（HED）的宇宙射线暴露（CRE）年龄与嫦娥五号撞击玻璃球粒年龄相当，这意味着HED陨石母体解体的同时，产生大量较大的撞击物，并在地球和月球的撞击事件中被记录。同时，距今480百万年至460百万年，L型小行星碎片到达地球，此次重大裂解事件使地球在奥陶纪撞击通量激增。而嫦娥五号玻璃球粒年龄为377±1百万年和577±12百万年的玻璃球粒数量最多，推测可能是由L型球粒陨石或者其他小行星提供的中型尺寸的撞击物。

研究者表示，对嫦娥五号撞击玻璃球粒研究表明，其年龄分布可能代表撞击频率的短期变化和小行星带动力学过程关系，因此，有必要开展更多月壤分析和其他区域撞击坑交叉对比，从撞击通量背景中区分具有重要意义的全月事件。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/sciadv.abq2542

发现·进展

北京理工大学

制备高柔性金属有机骨架纳米片膜

本报讯（记者温才妃）北京理工大学化学与化工学院教授赵之平团队提出了一种新构想，在聚合物基底中包埋晶种，进而通过表面晶体诱导生长法精确构筑金属有机骨架（MOF）纳米片膜，在聚合物基底表面实现了高柔性超疏水MOF膜的层次构建，解析了纳米片的晶体结构及其内部传质通道，揭示了聚合物与纳米片层在分离过程中的协同机制。相关研究近日发表于《科学》。

现有方法多在刚性无机基底上制备MOF膜。为突破膜放大制备难度大、膜组件加工制作灵活性差的技术瓶颈，赵之平团队制备出了一种高柔性MOF纳米片（MOF-NS）膜。

为解决MOF层与聚合物基底之间的表界面结合问题，研究团队将ZIF-8晶种共混到聚合物铸膜液中，并采用非溶剂致相分离（NIPS）法，巧妙制备了在聚合物基底内嵌入“芽状”晶种的聚偏氟乙烯膜。嵌入聚合物基底的“芽状”晶种不仅成为MOF纳米片与聚合物连接的“锚点”，其独特的花瓣状片结构也为纳米片生长奠定了基础。以此为基底，通过诱导MOF限域生长，团队调控制备出了完整蜂窝状MOF纳米片膜。通过X射线衍射和蒙特卡洛分子模拟方法，解析了MOF纳米片的晶体结构及其内部传质通道，其拓扑结构以厚度为0.525纳米的$[Zn_2(MeIm)_4]_n$为网格状平面，包含0.435纳米的亚纳米级层间通道，揭示ZIF-8晶种在NIPS法成膜过程中发生了晶格畸变。

在电子显微镜下，通过调节观测区域的电子束轰击密度，首次捕捉到MOF纳米片的可逆柔性形变，纳米片厚度约13纳米。MOF纳米片在透射电镜下展现出不同于ZIF-8的良好晶格结构。蜂窝状MOF纳米片的片层结构及其内部连续通道，使其在渗透汽化过程中展现了超高渗透性。

MOF纳米片膜经聚二甲基硅氧烷溶液滴涂改性，形成具有蜂窝状结构的PDMS涂层，不仅修复了MOF纳米片间的分子尺度缺陷，同时实现了膜表面特性从超亲水到超疏水的转变，构建了兼具超疏水表面特性和膜内MOF-NS快速分子扩散通道的双功能膜。

相关论文信息：https://doi.org/10.1126/science.abo5680

暨南大学

钙钛矿室内用光伏组件转换效率超36%

本报讯（记者朱汉斌）近日，暨南大学新能源技术研究院教授麦耀华团队获得了独立第三方认证超过36%的大面积钙钛矿室内光伏组件转换效率，为当前已报道的世界最高值。相关研究结果发表于《先进科学》。

近几年，以钙钛矿材料为光吸收层的太阳电池技术受到广泛关注。使用光伏电池实现室内弱光能量采集，可以广泛应用于工业物联网、智能家居和智能出行等领域，但其需要一个较宽的光学带隙才能获得较高的转换效率。钙钛矿光吸收层的光学带隙可以在很宽的范围内调整，因而具备获得高转换效率光伏器件的可能性，目前已经有团队报道效率超过40%的室内钙钛矿光伏电池。

然而，宽带隙钙钛矿薄膜内溴（Br）含量较高，容易造成相分离现象，影响器件的性能。麦耀华团队研究了钙钛矿光伏电池的带隙与室内光伏性能之间的关系，发现除了相分离外，钙钛矿光吸收层中的Br空位缺陷也是限制电池开路电压的主要因素之一。使用富碘（I）碱金属小分子材料处理后，可有效解决Br空位问题，提升了器件在弱光下的转换效率。在1000 lux的TL84光源下，有效面积为12.30平方厘米的钙钛矿室内光伏组件获得了独立第三方认证的36.36%的转换效率，为世界已报道的钙钛矿弱光组件最高转换效率。

同时，团队研制了基于钙钛矿光伏组件的室内光能采集系统样机，实现了室内光能采集、最大功率点跟踪、电能和电池管理、环境温湿度采集、蓝牙通信和免充电等功能。此外，该团队指出，对室内光伏电池性能的准确测试和测试流程的标准化对该技术的产业化至关重要。

相关论文信息：https://doi.org/10.1002/advs.202204138

湖南科技大学

施加应力可调控材料热输运和热电性能

本报讯（记者王昊昊）湖南科技大学材料科学与工程学院副教授周五星课题组研究了应力对氯化氧铋（BiOCl）热电性质的影响，发现在面内施加2%双轴拉伸应变，可在不削弱电子输运性能的前提下显著降低晶格热导率，从而显著提升其高温热电性能。相关成果近日发表于《物理评论应用》。

热电材料可实现热能与电能的直接相互转换，在温差发电与制冷领域有着十分广阔的应用前景。热导率是材料最基本的性质之一，对材料热导率进行调控，在能量回收、隔热材料以及电子器件热管理等领域都具有重要意义。

周五星课题组研究了单层BiOCl的热电性质，发现通过施加1.5%的拉伸应变可将热电优值从5.7提升到8.0，揭示了单层BiOCl在高温热电器件中的应用前景。相关成果今年6月发表于《兰格缪尔》。

同时，周五星课题组利用机器学习势结合玻尔兹曼输运理论，研究了应力对固态电解质材料Li_2ZrCl_6的热输运性质的影响。研究发现，Li_2ZrCl_6的热导率具有显著的各向异性特征，并且光学声子对热导率也具有重要贡献。另外，通过施加平面外应力可以显著调控光学声子对热导率的贡献，进而对热导率实现调控。该工作为解决全固态锂离子电池中的散热问题提供了参考。相关成果10月25日发表于《应用物理快报》。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1103/PhysRevApplied.18.014053
https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c00741
https://doi.org/10.1063/5.0122357