

自然画像：粤港澳大湾区都市圈的生态过程与格局

Natural Portrait: Ecological Processes and Patterns of Metropolitan Areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

汪安 马向明 黎柯宏 吕抒衡

WANG An, MA Xiangming, LI Kehong, LÜ Shuheng

关键词 自然画像；生态过程；粤港澳大湾区；都市圈

Keywords: natural portrait; ecological processes; Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; metropolitan

提 要 自然环境以“生产力”为媒介影响人类社会，在人类生产力大增的同时又面临巨大环境挑战的“人类世”，国土空间规划既需理解生态过程运行机制，又需响应新的生产关系对空间的改造需求。针对“双评价”等国土空间评价方法对自然动态演化、城乡发展响应过程的关注不足，搭建“自然画像”的国土空间认知途径。从“过程驱动”视角解构自然地貌形成的历史规律，识别关键地理单元，预判未来演变趋势；从“格局响应”视角梳理城镇建设、农业生产等人文过程对自然过程的适应与改造，理解自然城乡一体的国土空间格局。通过对粤港澳大湾区广州、深圳、珠海三大都市圈的实证研究，发现都市圈在洪积、海积、浮积三种差异化生态过程的作用下，分别形成了圈层平原、岬角海岸带、环形沙坦等三种迥异的地貌形态，构建了圈层式、组团式、胞体式不同的国土空间开发格局，并持续朝着口门延展、指状跨越、整体镶嵌的趋势演进。研究方法有效补充了国土空间规划技术链条“过程认知”“单元解构”环节，支撑构建时空更为延续的空间结构、人地交互更紧密的管控单元。

Abstract: The natural environment influences human society through the medium of "productive forces." In the era of Anthropocene, a period marked by dramatic rise of human productivity alongside immense environmental challenges, territorial spatial planning must not only embody the mechanisms of ecological processes, but also respond to the spatial transformations brought about by new production relations involving natural elements. To address the limited attention to natural dynamic evolution and urban-rural interactive processes in current territorial spatial evaluation methods, such as the "Double Evaluation", this study proposes a "natural portrait" approach as a complementary perspective. From a "process-driven" perspective, the method deconstructs the historical formation of natural landform patterns, identifies key geographical units, and predicts future evolutionary trends. From a "pattern-response" perspective, it examines the adaptation and transformation of natural landforms under human processes such as urban construction and agricultural production, contributing to an understanding of integrated natural-urban-rural territorial spatial patterns. Using the case studies of Guangzhou, Shenzhen, and Western Peral River Metropolitan Areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, the research identifies three distinct ecological processes (alluvial, marine, and fluvial deposition), each of which has shaped distinctively different landform types: concentric plains, headland coastal zones, and circular sand flats. In response to these ecological processes, the three metropolitan areas have developed different territorial spatial patterns—concentric, clustered, and cellular—which continue to evolve toward estuary extension, finger-like expansion, and integrated mosaic development. This method has effectively complemented the existing territorial spatial planning technology by enhancing "process cognition" and "unit deconstruction", thereby supporting the development of spatial structures with improved spatiotemporal continuity and more coherent human-land interaction units.

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202505008
文章编号 1000-3363(2025)05-0063-07

作者简介

汪安，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司规划三所技术总监、高级工程师，Eco_wangan@163.com
马向明，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司首席规划师，广东省工程勘察设计大师，通信作者，gdxmma@hotmail.com
黎柯宏，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司城乡规划工程师
吕抒衡，广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司城乡规划工程师

1 引言

人地关系中自然环境与人类社会相伴而生、动态变化^[1]，从孟德斯鸠“气候影响是一切影响中最强有力影响”到普列汉诺夫“地理环境直接影响生产力发展”的相关阐释中，地理环境对人类社会影响程度逐渐由“抽象决定论”（对人类产生、生存、发展、消亡或离开这个环境提供物质基础）演变为“具体影响论”（在具体时空范围中一般只起着加速或延缓作用）^[2]。人们认识到自然环境并非直接作用，而是以“生产力”为媒介间接影响生产关系、文化等^[3]，投影到国土空间上体现为自然与城市关系随“生产力”而变化。农耕时代，城市镶嵌于自然，自然是由“气”串联“龙（山）、水、砂（城市边小山）、穴（城市或墓穴）”的风水堪舆地理四科经验模式^[4]；工业时代，城市追求规范自然，自然是建筑延伸于路网、沟渠中的序化景观；如今“人类世”，人类影响力甚至超过自然力，但同时又面临巨大环境挑战，城市转向打破分区还原自然连续性，自然是供给、调节、文化、支持等生态系统服务的提供者。在此过程中，国土空间规划既需深刻理解生态过程运行机制，又需充分考虑新的生产关系对包括自然要素在内的空间改造需求^[5-6]。

国土空间是自然生态系统与城乡建设系统耦合的复杂镶嵌体，自然生态过程持续地驱动着国土空间演变，城乡建设活动也在不断地顺应与改造国土格局。目前，以“双评价”（资源环境承载能力评价和国土空间开发适宜性评价）为主的国土空间认知途径通过综合评价资源禀赋和环境条件形成“承载力定规模、适宜性定空间”的定量评价，对指引各类国土空间要素的合理布局发挥了重要作用^[7]。但面对国土空间这一动态镶嵌体尚存两点不足：一是时空演变动因与现状格局分离，既有城乡空间格局分析侧重于单一时间、静态的空间格局特征，较少考虑动力学机制，推演到内在的、动态的地表过程的研究成果仍较为缺乏，不利于揭示山水城乡格局形成背后的整体逻辑；二是自然生态系统与城乡建设系统分离，人文过程的作用已经遍及所有自然生态资源，深刻地影响了自然进

程，二者相互割裂的研究忽略了自然过程与人文过程的权衡与协同^[8]。

“画像”（profile）是一种认识复杂事物的方式，强调非将现实按比例缩小，而是有目的的简单化，通过对现状进行删减、排除，甚至是附加元素，将各部分关联组织在一起^[9]。1960年代，Lynch K从社会心理学的视角，依据市民的心理形象衡量城市的视觉质量，提出了“城市画像”（city image）概念。而后，学者们^[10-11]将画像的研究方式延伸至城市经济、文化等社会领域，探索了产业画像、用户画像等分析路径，但针对国土空间的相关研究仍较少。因此，本研究提出“自然画像”的国土空间认知途径，从过程驱动视角解构自然生态系统演变与城乡建设响应机制，识别承载关键生态功能的自然地理单元并转为城镇格局要素，进而绘制以生态过程为纽带、以地理单元为载体、反映生态演变规律与城镇利用格局的“自然画像”。相较“双评价”通过现状多图层叠合识别出以“栅格”为单元重要生态空间的识别方式，“自然画像”在方法上补充了基于驱动力由里及表识别关键生态空间的路径，在空间上输出了以“地理单元”为载体表征生态功能和城镇利用方式的空间格局，对现有国土空间认知途径有一个较好的补充，能有效支撑国土空间规划多专业协同。

2 研究区域与技术路径

2.1 研究区域

“都市圈”是核心城市与外围社会经济联系密切地区所构成的城镇群体空间组合^[12-13]，是自然生态系统与城乡建设系统在区域尺度耦合的完整单元^[14]。都市圈视角的区域协同发展对原有空间组织方式提出了新要求，自然环境的空间格局、生态功能以及与城市的耦合关系也需相应地发生变化^[15]。粤港澳大湾区是同时具备大山、大江、大海的地貌多样区域^[16]也是高度城镇化的人地关系复杂区域^[17]。根据《广东省都市圈国土空间规划协调指引》，广州都市圈、深圳都市圈、珠江口西岸都市圈位于粤港澳大湾区^[18]（图1），三者具有同一区域发展背景，自然本底、城镇格局又存在各自鲜明特点^[19-20]，是开展自然画像研究的理想载体。

2.2 技术路径

地质、水文等生态过程持续地影响着地貌演变，而城乡建设在顺应地貌演变的同时也对自然格局进行着主观改造。为更好地解构二者上述持续互动过程，本文借鉴景观生态学过程耦合与空间集成研究的“过程驱动—格局响应”技术框架^[21]，构建基于“自然画像”的国土空间认知路径。“过程驱动”维度上，通过梳理特定区域江河汇流沉积等生态过



图1 粤港澳大湾区三大都市圈区位示意图

Fig.1 Location of the three metropolitan areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

程驱动自然地貌演变的作用机制，识别承载关键生态功能的水脊、水谷、岛丘链等地理单元。“格局响应”维度上，进一步研判地理单元在城镇格局塑造中扮演的角色，并将其对应至城乡建设系统中的自然边界、生态节点、城镇圈等格局要素，进而结合自然演变方向与城乡发展需求研判城乡格局整体演变趋势。见图2。

3 生态过程驱动的湾区三种沉积地貌

在粤港澳大湾区泥沙沉积过程中，江、海、山三种不同自然力量主导的沉积过程形成了差异的地理单元，塑造了湾区三种截然不同的生态本底。

3.1 盆地洪积：大江冲积岛丘链沉积的圈层平原

广州、佛山地区主要生态过程为西江、北江等大江大河的洪泛沉积，江河

汇经多层岛丘链拦截沉积形成了由水脊、水谷、岛丘链、决口扇平原—洪泛平原—沼泽平原组成的圈层地貌，水沙丰富、腹地宽广。

五江汇流。珠江三角洲是我国大型流域中唯一的复合三角洲，不同于长江独流入海，其由西江、北江、东江、潭江、流溪河五条主要河流在平原地带交汇形成由300余条河涌形成的复杂河网经8个口门入海。在其复杂的动力机制与地貌形态中，“水脊”“水谷”扮演了重要角色^[22]。河道物理宽度与其径流量并非成正比（图3），西江、北江、东江径流量最大，分别为2220亿m³、410亿m³、220亿m³，占湾区总径流量的94%以上，但河道宽度非最宽，平均宽度约为500m；而占径流量仅占约1.7%的流溪河、潭江，对应的出海口宽度反而超2km。因此，水量大的西江、北江、东江“挤”在相对狭窄的河道中，形成水位相对较高的“水脊”；水量相对小的流溪河、潭江流淌在宽阔的河道中，形成水

面相对较低的“水谷”。水往低处流，珠江水网中的支流从“水脊”流向“水谷”过程的不断分叉、汇流，发育形成了珠三角看似交错纵横但又有序运行的平原水网。

“岛丘”成链。广东“多”字形断裂带延伸至珠三角平原形成了160多个岛丘突起，表现为丘陵、台地、残丘等地貌，海拔多为100—300m，它们过去是海岛，如今随泥沉积成为镶嵌在平原上的孤立岛丘^[23]。受到地质褶皱约束，这些岛丘成棋盘状分布，形成横向7条、纵向8条“岛丘链”（图3）。单个岛丘虽小，但成行成列的岛丘链则对平原地貌影响显著。纵向上，其约束着东江、西江、北江等主要河道干流，减少摆荡；横向上，则拦截河流泥沙，促使水系分叉，形成河网。

冲积沉积。西江、北江作为“水脊”向流溪河—伶仃洋珠江正干汇流过程中，遇岛丘链拦截，江水或冲蚀出缺口或分叉通过，导致流速变慢，挟沙能力减弱而沉积。广州都市圈从昆都山的第一层岛丘链开始，由北至南共有“白云山—西樵山”“大夫山—元山”“五桂山—黄山鲁”四道东西向岛丘链，每道岛丘链犹如一道门槛拦截泥沙沉积出各自的子三角洲单元，进而形成由多个子三角洲构成的复合三角洲。每个子三角洲沉积过程中会因质量、颗粒度的差异而逐层沉积出圈层平原。最重的砂石先沉积，形成决口扇平原，地势最高；较轻的泥土飘得更远，形成中圈洪泛平原；外圈则是地势最低、水动力最弱的沼泽平原。因此广州都市圈在水脊向水谷流动过程中遇四层岛丘链拦截沉积形成四层地势由高到低的“岛丘链—决口扇平原—洪泛平原—沼泽平原”的地貌形态（图4）。

3.2 台地海积：海潮冲蚀丘陵的岬湾海岸带

有别于大江大河主导的广州都市圈，深圳都市圈则由山与海直接作用，经沿岸沉积、小河流侵蚀搬运形成了由基岩海岸—溺谷湾—沙陇—河谷阶地构成的岬湾海岸，虽然平原占比小但拥有优良港湾。

山海互蚀。起源于粤东的莲花山脉在铁炉嶂分为南北两支，北支“巍峨

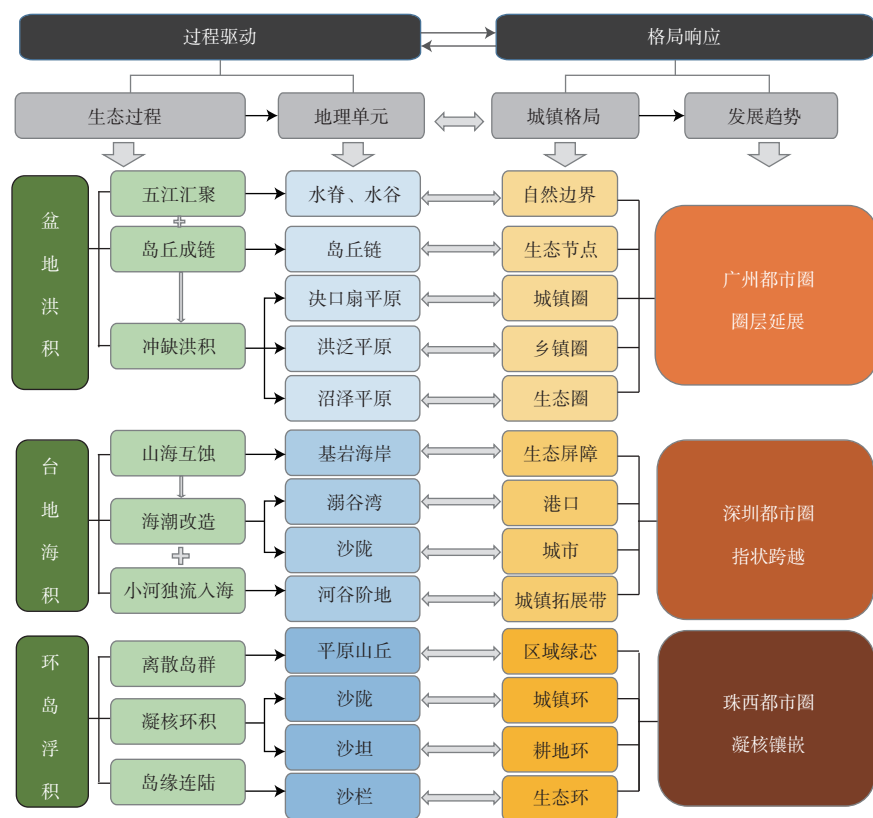


图2 分析框架图
Fig.2 The analytical framework of the research

山—宝山—银瓶山”为东莞与深圳的主要分界线，是深圳的生态屏障；南支“塘朗山—梧桐山—田头山”则与海直接相接，形成了海湾—岬角相间的锯齿状基岩海岸。在海潮的掏蚀下，坚硬的花岗岩等被分选出外凸的岬角，松软部分则被淘洗改造为内凹海湾，形成大湾套小湾的溺谷湾海湾。同时，大帽山、七娘山南北向山脉将深圳海岸线区分隔出了深圳湾、大鹏湾、大亚湾等三大海湾，因坡陡、水深、浪静、沙少而成为港口的理想选址。

沿岸沉积。随着上游河流传输或者山体侵蚀的泥沙被搬运至海岸：一部分在海潮、洋流的水平沿岸流改造下形成狭长沙嘴，如大铲湾，沙嘴逐渐延长将内湾封闭形成潟湖，潟湖逐渐淤平便形成滨海平原；另一部分则被海风、风暴潮等垂直搬运至内陆，被山体丘陵等顶托形成沙堤，多条沙堤堆积形成沙陇，演变成难得的滨海平原地带，是深圳主要的城镇建设适宜区域。

小河独流入海。受莲花山脉的阻挡，东江背离深圳都市圈，从大岭山北侧汇入狮子洋入海，导致深圳都市圈水系多为发源于本地的小河流，包括寒溪河、石马河、淡水河等。山地丘陵地带发育河流最初以下切为主，形成V字形河道，接着在凹岸侵蚀、凸岸堆积作用下侧蚀力加强，形成宽深的河流阶地，是深圳、东莞间铺设道路、饮水管渠的主要通道。本土河流因径流量较小，通常不会分叉而独流入江入海。见图4。

3.3 离岛浮积：岛屿拦截泥沙的环形沙坦

不同于广佛都市圈洪积、深圳都市圈海积的渐进式沉积，位于珠江口西侧的珠海、中山一带则是离散型的浮积过程，岛屿主导形成了由岩岛—沙堤—沙坦—沙栏形成的凝核型地貌。

离散岛群。中山、珠海一带的五桂山、黄杨山等山地丘陵，因位于西江下游，离沙源最远、发育最晚，从海岸线演进可以看出，此处原先是一座座相对孤立的岛屿。

凝核环积。西江冲刷下来的泥沙遇岛屿截获，流速减慢，环绕岛屿形成沙陇、沙坦，各自以岛屿为核心环形浮积。

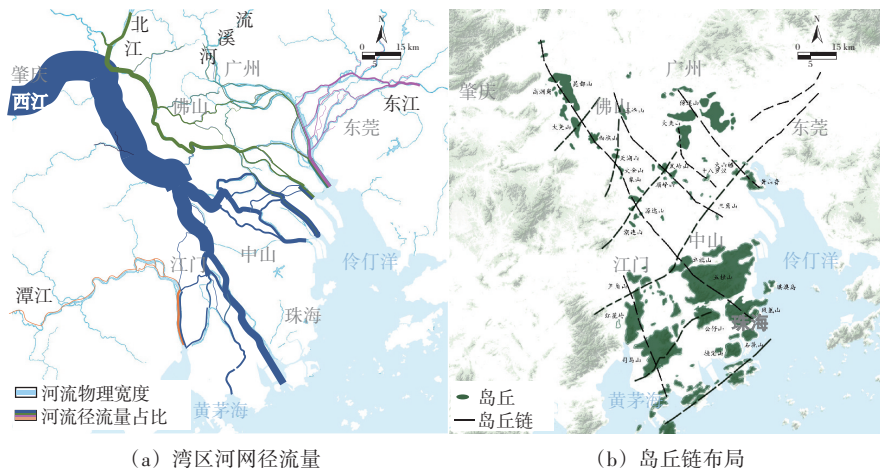


图3 湾区河网径流量与岛丘链布局示意图
Fig.3 River network runoff and the chains of island hills in the Bay Area
资料来源：根据参考文献[23]改绘

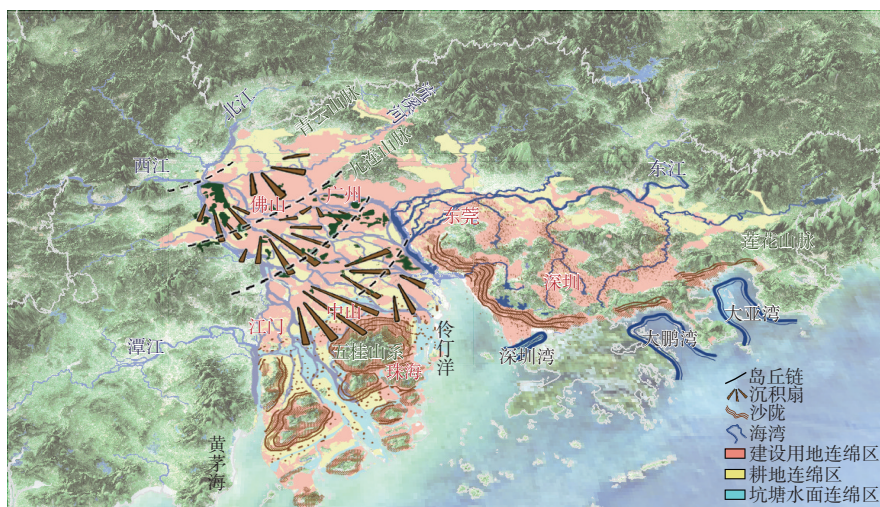


图4 粤港澳大湾区都市圈地貌沉积模式图
Fig.4 Map of geomorphic depositional patterns in metropolitan areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

4 响应自然地貌的三种都市圈空间格局

三种泥沙沉积过程显著地影响了区域地貌，而都市圈又在顺应与改造过程中形成了三种各具特色的城镇格局与发展趋势^[24-25]。

4.1 广佛都市圈——冲积洪积下的圈层延展

4.1.1 城镇格局：“城镇—农田—水湾”的多圈层布局

如前文所述，在岛丘链拦截河流沉积形成“决口扇平原—洪泛平原—沼泽

平原”圈层地貌过程中，不同自然单元在都市圈格局中发挥着不同的作用。“岛丘链”对泥沙沉积、水系稳固具有重要作用，同时对平原地带城市微气候调节具有重要作用，因而是离城市最近的山林屏障，如白云山、西樵山、大夫山等。与岛丘链紧邻的“决口扇平原”由砂石组成，颗粒最大、质地最硬、地势最高，也相对贫瘠，适合建城镇，因此广州都市圈平原上四层决口扇平原上承载了四层城镇带，包括三水—花都、越秀—海珠—荔湾—南海—禅城带、番禺—顺德带、南沙—中山城区带。此外，决口扇平原外层的“洪泛平原”质地更为松软、

有机质含量高，适合筑村耕作，如西樵山下桑园围、南沙万顷沙。最后，位于最外侧的“沼泽平原”则是水系最丰富、生态价值最高的地方，如石湾湿地、南沙湿地等，“沙湾”“石湾”等地名也反映了当年沼泽平原的地貌。总体上，看似犬牙交错的广佛城乡格局，亦可解构为四圈“决口扇平原—洪泛平原—沼泽平原”承载的四圈“城镇—农田—水湾”依次重复的圈层空间结构（图4）。水脊、水谷作为水量最大或者河道最宽的地方成为区域的重要水源地、主要航道以及都市圈的自然边界（图5）。

4.1.2 发展趋势：应对快速沉积的都市圈口门延展

洪积过程为广佛都市圈带来了肥沃土壤、充足淡水，支撑其成为古时府衙型城市，也为都市圈未来外延提供了充足空间，在广佛强核心的带动下都市圈继续呈圈层式发展^[20]。圈层之间的白云山—东江—狮子洋—北江农田连绵区成为广州都市圈核心区自然边界，王子山—凤凰山—增江—西江农田连绵区成为广州都市圈都会区自然边界。相较老

城区选址于背山面水的盆地核心，发展节点则多依托岛丘链、水系交汇处布局，如广州南站—三龙湾先导区等。圈层间的水乡田园成为消纳洪涝的韧性空间。但“沧海桑田”般的泥沙快速沉积也动态影响着都市圈港口、航道的通航能力。据观测，广州南沙海岸线每年向前延伸约100 m。为减少泥沙对港口的影响，广州不断沿着珠江向东、向南外延港口，扩大城市框架，如广州海港渐次从白鹅潭迁移至黄埔、南沙，连接西江、珠江正干的横向航线也逐渐由白坭河（秦汉）依次淤积南迁至芦苞涌（唐宋）、西南涌（明朝）、佛山水道（清朝）至当代的东平水道。

4.2 深圳都市圈——台地海积下的指状跨越

4.2.1 城镇结构：“口岸”+“廊道”的组团城市

水深浪静的溺谷湾是建设港口的理想地，随着深圳经济特区建立并开启与香港“前店后厂”的协作模式，深圳湾、大鹏湾两个溺谷湾顶陆续开发了蛇口、

妈湾、赤湾、盐田等重要港区，并围绕港区发展了蛇口、罗湖等口岸。当口岸进一步发展，不同组团间有了更多的横向串联需求，因而依托坚固且高的沙陇建设了东西向的深南大道、滨海大道、北环快速等交通干道。当滨海平原可建设空间逐渐饱和，城市建设开始“北拓”，沿南北向的石马河、淡水河等河谷阶地建设G107、G205等道路，并培育了大运、平湖等五大新城。镶嵌此中的丘陵地构成了区域的主要生态屏障，包括大岭山、巍峨山、宝山、塘朗山、梧桐山等（图5）。

4.2.2 发展趋势：寻求空间腹地的都市圈指状跨越

台地海积为深圳带来了优良的深水海港，但也存在城市发展空间有限的问题。深圳国土面积平原仅占20%—30%、山岗面积占70%—80%，超40%面积划入生态红线。2010年，深圳跨越莲花山脉南支实行了关内关外一体化，到如今都市圈时代，深圳又进一步突破莲花山脉北支限制，加强与东莞的联系。因发源于本土丘陵的小河流，流向山体最脆



图5 粤港澳大湾区都市圈空间格局图

Fig.5 Spatial patterns of three metropolitan areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area
资料来源：广东省城乡规划设计研究院科技集团股份有限公司，2022《都市圈国土空间规划城际空间的协调要点研究》

弱部分，并经过日积月累的下切与侧切形成了河谷阶地，其成为贯穿山系建设城市绿廊、交通廊道、产业拓展廊道的可行载体，于是培育了深圳都市圈呈指状廊道向外辐射的特色发展格局^[27-28]。例如，以石马河优良的谷地为依托，结合广九铁路、东深公路，叠加规划的常龙城际和深圳22号线形成了复合通道，串联东莞塘厦、松山湖等发展平台。

4.3 珠西都市圈：岩岛浮积下的凝核镶嵌

4.3.1 城镇格局：“绿核—联围”的凝聚胞体

在岛屿环积过程中，山体为本地居民提供了淡水来源、风暴潮灾害庇护所，是当地至关重要的生态屏障。即使当代平原连绵成片之后，该区域环山而居、环山而耕的空间机理仍没有改变，而平原山丘则演变为不同城市间共同保育的区域绿芯。此外，环山形成的沙堤、沙陇因地势高而坚硬，成为建设城镇的优先地。而沙陇往外沉积形成的沙坦，地势逐渐降低、颗粒度逐渐变小、有机质含量逐渐增多，通过围垦联围形成了不受潮汐影响的宝贵耕地。外围的沙拦则成为调蓄洪涝、抵御风暴潮等自然灾害的区域韧性地带。由此，城镇结构呈现区域绿芯—城镇环—耕地环—生态带的联围组团（图5）。

4.3.2 发展趋势：以区域绿地为核的整体镶嵌

以岛屿为凝核，环绕浮积起来的珠西都市圈，虽然空间看似连绵，但原先各自以山体屏障自我发展的城镇架构仍旧强烈。都市圈强调不同地域间的要素流动实现整体共赢，在原本彼此分离的城镇分布基础上，保护利用共同的生态

空间成为近期可以达成的共识^[29]。如设立五桂山自然保护区，围绕山体建设中山科学城、香山新城等平台，形成环山产业带。

5 结论与讨论

本文以粤港澳大湾区广州、深圳、珠西三大都市圈为例，梳理在不同自然区位下，由不同生态过程驱动沉积形成的差异地貌，城乡系统对此采取差异的响应策略以及形成的截然不同的城镇结构以及发展趋势（表1）：①广州都市圈位于湾区喇叭口上游，受北江、西江等大江大河洪积过程主导，丰富的泥沙在多条岛丘链拦截下沉积形成“决口扇平原—洪泛平原—沼泽平原”多层地貌，与之对应形成“城镇—农田—生态”的多圈层城镇格局，并在盆地中心发育广州府这一区域型政治、文化、经济中心；都市圈背景下，依然以广佛核心区为强带动，圈层式外拓，水脊水谷成为都市圈主要自然边界，逐级沉积的农田成为组团间隔。同时，广州都市圈为应对水沙丰富的快速沉积过程，也需不断调整航道航线等布局，维持江海转运的枢纽功能。②深圳都市圈位于湾区喇叭口下游东岸，受地转偏向力影响而沙源远离，山脉与海直接，海潮冲蚀山体形成湾角相间的岬湾海岸，平原较少但港口优良。城市首先以海湾源头发展港区，逐渐形成口岸+廊道的组团城市结构。都市圈背景下，核心区寻求与外围平台的强联系，顺应河谷跨越山体，呈指状跨越趋势。③珠西都市圈位于湾区喇叭口西岸，小型山体原先以海岛形式存在，岛屿拦截泥沙各自环积，逐渐发育相互挤压成凝核镶嵌型地貌。都市圈背景下，相对分

离的组团间寻求强合作，以公共生态空间为核心的区域协作成为近期重点。

本研究构建了“自然画像”的国土空间认知路径，在“评价—分区—管控”的国土空间技术链条中，从时间、空间两个维度补充“过程认知”“单元解构”两个环节，支撑构建时空更为延续的空间结构、人地交互更紧密的管控单元：①在时间维度上，通过“过程认知”构建国土空间动态格局。在“双评价”静态分区的基础上，“自然画像”强调从驱动力视角识别地质塑造、水沙沉积、农事生产等水平过程，识别相互关联的因果空间，构建“过程流动”的空间格局，理解演变趋势进而支撑发展方向判断。②通过单元解构，提供更综合有机的管控载体。“双评价”以“栅格”为单元，通过“千层饼”叠加得出高中低适宜性分区，进一步聚类支撑划定三类空间，造成一定程度的地域功能分离、空间结构割裂，“自然画像”强调以“地理单元”这一具备完整功能与明确边界的空间为载体，承接生态过程与社会活动，并通过不同尺度的层层解构衔接管控分区、控规单元、修复区域，支撑一体化国土空间规划。

未来可以从以下方面进行丰富和深化：①自然—人文双向驱动响应机制。本研究强调自然、人文的过程耦合，尚以自然为驱动力推演城乡格局的顺应与改造，自然是自变量，城乡格局是因变量。但正如前文所述，自然环境是通过“生产力”为媒介影响人类社会的，生产力亦受文化、政治、偶然事件等影响，因此有必要补充人文驱动过程，识别因新生产关系对空间组织产生的新需求，对应调控适配自然环境。②“过程驱动—格局响应机制”与“监测—预警系统”的关联。目前的过程流动、空间演变以定性的机制推演为主，未能定量监测与预判，对中小尺度规划决策、及时的体检预判存在不足，与国土空间规划监测网络、预警系统关联将有助于动态监测、弹性规划。

参考文献

[1] 吴传钧. 人地关系地域系统的理论研究及调控[J]. 云南师范大学学报, 2008, 40(2): 1-3.

表1 粤港澳大湾区三大都市圈空间拓展模式汇总表
Tab.1 Summary of spatial expansion models of the three metropolitan areas in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

都市圈	沉积方式	关键地理单元	自然地理特征	空间演变需求
广州	盆地洪积: 大江冲缺岛丘链沉积的圈层平原	水脊—岛丘链—决口扇平原—洪泛平原—沼泽平原—水谷	腹地大、淡水丰富, 口门淤积块	延展型演变: 顺应快速沉积, 调整框架
深圳	台地海积: 海潮冲蚀丘陵的岬湾海岸带	基岩海岸—溺谷湾—沙陇—河谷阶地	港湾优良, 岸线连绵, 山体阻隔, 腹地小	跨越型演变: 跨越山体, 争取腹地, 由海湾到盆地
珠西	离岛浮积: 岛屿拦截泥沙的环形沙坦	岩岛—沙堤—沙坦—沙拦	竖向河道强直, 山体高大, 斑块破碎	镶嵌型演变: 强化联通, 由“凝核”到“镶嵌”

- [2] 葛剑雄. 全面正确地认识地理环境对历史和文化的影响[J]. 复旦学报(社会科学版), 1992(6): 51-55.
- [3] 包庆德, 岳昕璐. 地理环境: 决定论的反思与影响论的探讨[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2024, 24(5): 26-40.
- [4] 申起明. 明代风水集成之作《地理人子须知》辩证解读[D]. 天津: 天津大学, 2018.
- [5] 傅伯杰, 赵文武, 陈利顶. 地理—生态过程研究的进展与展望[J]. 地理学报, 2006, (11): 1123-1131.
- [6] 刘彦随. 现代人地关系与入地系统科学[J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1221-1234.
- [7] 贾克敬, 何鸿飞, 张辉, 等. 基于“双评价”的国土空间格局优化[J]. 中国土地科学, 2020, 34(5): 43-51.
- [8] 张杨. “双评价”: 空间规划决策的科学性跃迁: 岳文泽《面向国土空间规划的“双评价”理论与实践》评介[J]. 中国土地科学, 2024, 38(5): 125-130.
- [9] 林奇. 城市意象[M]. 方益萍, 何晓军, 译. 北京: 华夏出版社, 2001.
- [10] 叶光辉, 徐彤. 基于演化分析的动态城市画像研究[J]. 数据分析与知识发现, 2020, 4(9): 100-110.
- [11] 郑德高, 林辰辉, 吴浩, 等. 面向城市可持续发展的空间化研究和数字画像技术框架[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 32-39.
- [12] 申明锐, 王紫晴, 崔功豪. 都市圈在中国: 理论源流与规划实践[J]. 城市规划学刊, 2023(2): 57-66.
- [13] 张艺帅, 赵民. 我国都市圈的空间界定、特征解析及分类探讨[J]. 城市规划学刊, 2023(2): 67-76.
- [14] 席广亮, 甄峰, 方创琳, 等. 形流融合视角的都市圈国土空间优化与协调发展[J]. 地理学报, 2025, 80(2): 272-287.
- [15] 张立, 高润艺. 都市圈规划的再定位与作用辨析[J]. 城市规划学刊, 2025(4): 26-32.
- [16] 方煜, 孙文勇, 蔡谢瑶, 等. 面向高质量发展的城市群体检评估方法研究: 以粤港澳大湾区为例[J]. 城市规划学刊, 2022(增刊1): 2-9.
- [17] 马向明, 陈洋, 黎智枫. 粤港澳大湾区城市群规划的历史、特征与展望[J]. 城市规划学刊, 2019(6): 15-24.
- [18] 赖舒琳, 何灏宇, 张颖锋, 等. 基于核心城市带动力的广东省五大都市圈高质量发展策略研究[J]. 城市观察, 2024(4): 115-127.
- [19] 陈洋, 马向明, 贾卫宾. 文明交互视角下的粤港澳大湾区主要城市关系生成与演变[J]. 热带地理, 2023, 43(12): 2321-2331.
- [20] 张艺帅, 赵民, 王启轩, 等. “场所空间”与“流动空间”双重视角的“大湾区”发展研究: 以粤港澳大湾区为例[J]. 城市规划学刊, 2018(4): 24-33.
- [21] 彭建, 吕丹娜, 董建权, 等. 过程耦合与空间集成: 国土空间生态修复的景观生态学认知[J]. 自然资源学报, 2020, 35(1): 3-13.
- [22] 吴郁文. 西江水系历史时代河道变迁概况[J]. 热带地貌, 1981, 2(2): 82-86.
- [23] 黄镇国. 珠江三角洲形成发育演变[M]. 北京: 科学普及出版社, 1982.
- [24] 黎智枫, 姚丹燕, 黄永贤, 等. 城市—区域视角下的粤港澳大湾区都市圈空间组织模式[J]. 规划师, 2022, 38(5): 128-133.
- [25] 方煜, 石爱华, 孙文勇, 等. 粤港澳大湾区多维空间特征与融合发展策略[J]. 城市规划学刊, 2022(4): 78-86.
- [26] 朱郁郁, 张尚武, 黄建中. 面向跨区域治理的都市圈国土空间规划实践创新[J]. 城市规划学刊, 2025(4): 19-25.
- [27] 陈宏胜, 邓书涵, 李峥. 基于“核心—边缘”视角的都市圈空间结构: 以广州、深圳都市圈为例[J]. 资源科学, 2025, 47(2): 254-267.
- [28] 占玮, 袁奇峰, 卢俊文. “珠江模式”的转型: 粤港澳大湾区国家空间化的结构过程[J]. 城市规划学刊, 2025(1): 46-54.
- [29] 薛美慧. 发展型都市圈产业创新的现实基础、制约因素与政策建议: 以广东省珠西都市圈为例[J]. 全球科技经济瞭望, 2023, 38(10): 41-50.

修回: 2025-10