

2025 年第十二届中国可视化与可视分析大会

数据可视化竞赛 赛道 1-I

(ChinaVis Data Challenge 2025 - mini challenge 1-I)

答 卷

参赛队名称：西安电子科技大学-杨文川-赛道 1-I

团队成员： 杨文川，西安电子科技大学，2521808353@qq.com，队长

职芮铭，西安电子科技大学，844507715@qq.com

李杨，西安电子科技大学，1635424865@qq.com

董画心，西安电子科技大学，2695959975@qq.com

李瑞雨，西安电子科技大学，1602624258@qq.com

张庆，西安电子科技大学，1471690846@qq.com

韩晓阳，西安电子科技大学，hanxiaoyang@xidian.edu.cn，指导老师

权义宁，西安电子科技大学，ynquan@xidian.edu.cn，指导老师

团队成员是否与报名表一致（是或否）：是

是否学生队（是或否）： 是

使用的分析工具或开发工具（如果使用了自己研发的软件或工具请具体说明）：React、Echarts、Springboot、MySQL、Excel

共计耗费时间（人天）：30 人天

本次比赛结束后，我们是否可以在网络上公布该答卷与视频（是或否）：是

1、请结合水系、气候等自然地理数据，从时空维度刻画北京生态环境的长期演化轨迹。通过图表展示如河流改道、气候波动、植被覆盖变化等重要趋势，揭示其对城市格局演化、人类活动聚落及生计方式的影响。

2、灾害、战争、大事件等常是城市变迁的重要触发因素，在完成生态环境基础描绘的前提下，请基于自然灾害记录、战争、以及大事件等数据，构建重大事件的时空分布图，识别其与城市建成区扩展、人口迁移、政权更替等关键变量的关联性，以揭示冲击事件如何塑造城市演变轨迹。

3、在理解环境与外部冲击的基础上，聚焦城市系统内部的持续演进机制，请整合历史人口数据、交通与代表性物产分布记录，分析人口增长与流动、交通通达性变化、区域资源禀赋等因素如何协同驱动北京功能核心与城市空间结构的形成与演化。

4、为进一步探讨城市治理结构和经济组织对城市形态的深层影响。请依据建制沿革记录与商业手工业活动分布数据等，梳理北京各历史时期的行政区划变迁、城市职能转变与经济活动中心的空间重构过程，分析制度逻辑如何嵌入城市空间与生产网络之中。

5、在上述多维因素分析基础上，请围绕如制度改革、灾变等关键历史节点，构

建具有时空双重线索的事件叙事图谱，并将其与前四项任务中提取的因素进行联动展示。总结北京城市演化中的共性机制、关键转折点与制度经验，探索其对当代城市可持续发展与空间治理的启示。

1.可视分析与系统介绍

基于赛题提供的北京历史上的多源异构时空数据，本作品旨在利用可视分析技术，将纷繁复杂的大规模历史文化数据转换为清晰明了的图形表达，通过多视图关联分析的方法深入分析水系、气候、植被、灾害、人口、物产、交通、战争、建制沿革、商业手工业与重大历史事件等历史数据，揭示北京历史上城市发展的复杂时空演化模式，为理解历史演变提供新视角，并为当代城市治理与未来发展带来一些启示。

本作品实现以下分析任务并在第 4 节进行阐述：

- (1) 生态环境演化轨迹分析 (T1)
- (2) 重大事件时空分布分析 (T2)
- (3) 城市功能结构演进分析 (T3)
- (4) 城市行政制度变化分析 (T4)
- (5) 重大事件叙事图谱与综合分析 (T5)

1.1 可视分析流程

本作品提出了一种创新的可视分析流程（图 1.1）。针对题目的分析任务，我们构建了涵盖**时间要素切入**、**多要素剖析**以及**综合要素整合**三个阶段的系统化可视分析流程。

时间要素切入：系统界面顶部设计了朝代时间线视图，作为修改全局时间入口。用户借助左右滑动及点击等可视化交互操作，可灵活调整全局时间点，此时其他视图将实时响应，精准呈现与所选朝代相匹配的历史信息，为后续分析奠定坚实基础。

多要素剖析：在确定全局时间点后，系统聚焦文化、资源、制度和人口这四大关键要素，深入剖析北京历史城市发展脉络与变迁规律。基于此，构建起 8 大核心视图的关联协调分析架构，借助全局关联历史朝代与事件的策略，系统能够全方位、深入地分析水系、气候、植被、灾害、人口、物产、交通、战争、建制沿革、商业手工业以及重大历史事件等多维度历史数据，为揭示城市发展内在逻辑提供丰富依据。

综合要素整合：在完成多要素深入分析后，我们对所有重要历史事件进行全面梳理，创新性地采用时间轴、地图与知识图谱相结合的形式，精心构建出时空叙事图谱。借助该图谱的直观展示，用户能够从综合视角出发，清晰地洞察北京历史上时空演变的复杂模式，实现对城市发展历史的深度理解和全面把握。

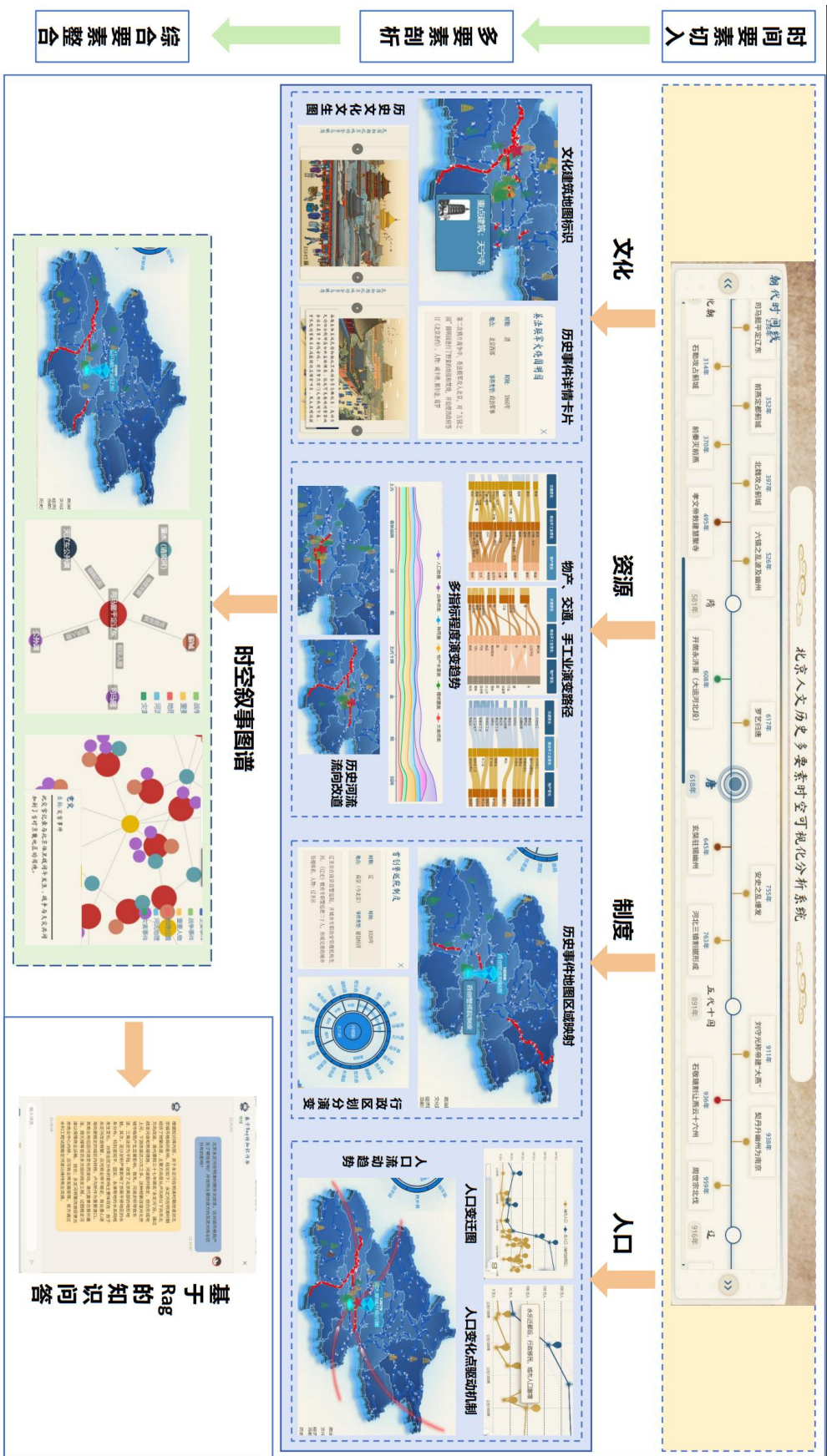


图 1.1 系统可视分析流程图

1.2 系统概览

1.2.1 数据层

根据赛题提供的北京历史文化数据，进行数据预处理，包括数据的清洗、归一化和增强处理，最终将处理好的数据转储至数据库，形成历史文化数据库，以此作为基础驱动后续模块视图展示和可视分析。

1.2.2 业务层

针对分析任务，从北京历史的文化、资源、制度、人口四个方面进行业务抽象表示和分析。

(1) 文化分析：通过分析预处理好的文化数据进行内容提取，然后针对每个朝代使用 AI 大模型进行文生图呈现，帮助用户分析展示历史上各朝代的文化特色。

(2) 资源分析：通过物产丰富度演变分析、植被覆盖演变分析和河流与建筑空间映射分析，帮助用户了解历史上各朝代的资源情况以及演变过程。

(3) 制度分析：通过历史事件的整合和战争政治等大事件的叙事图谱构建，帮助用户分析历史上各朝代的制度演变过程。

(4) 人口分析：通过人口迁移趋势和人口数量变化的分析，帮助用户了解历史上各朝代人口的演变过程。

1.2.3 应用层

应用层构建了 8 大可视化视图，包括：朝代时间线、地理空间图、程度变化图、历史文生图、历史事件图谱、人口变迁图、城市演进史和基于 Rag 的知识问答，通过多视图关联分析的可视分析方法，帮助用户探索分析北京历史上城市发展的复杂时空演化模式。

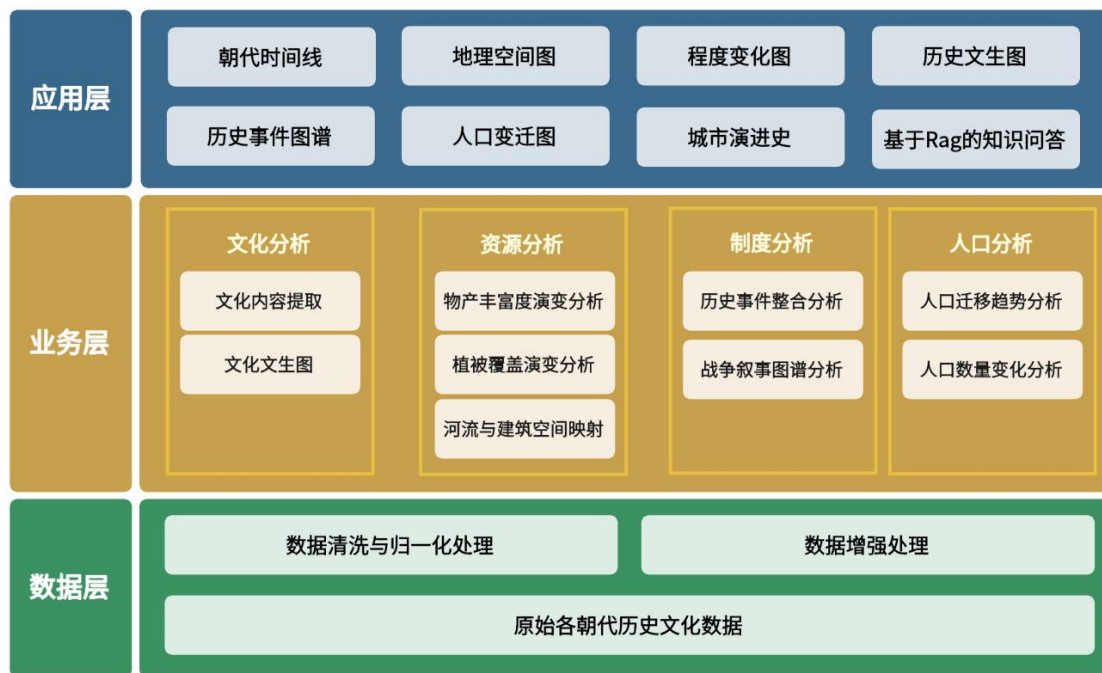


图 1.2 系统框架图

2.数据处理与分析

2.1 数据预处理

在历史地理数据整理过程中，我们需要对原始资料中记载的地点、建筑等名称进行系统性规范化处理。具体而言，首先应当结合历史文献的原始描述语境，通过查阅相关史料典籍，对缺失或不完整的名称信息进行补全和标准化处理；同时，严格筛选地理范围，将那些明显不属于北京地区的历史记载（如河北省境内的庚水，即蓟运河的重要支流）予以剔除。在处理各朝代交通，商业手工业，物产变化时，聚焦于北京地区的新交通，新产业，新物产，梳理其发展脉络，突出表现北京地区的各种变化，删除交通，商业手工业，物产数据当中的重复数据，对各个朝代明显应当存在的数据种类进行填充并对齐。在整理建制沿革数据时，对数据进行标准格式化处理，得到合理层次结构划分，对时间跨度大，行政划分变动多的朝代，主要选取有重要意义或开创性的行政划分变动。

2.2 数据计算

通过对灾害频率、植被覆盖度、物产丰富度、降雨量、战争频率及人口数量等因素进行量化分析，我们获取了各个朝代在上述维度上的具体数值表现。

1. 根据数据中的定性与定量描述，我们对植被覆盖度、物产丰富度及降雨量进行了归

类评估，并以 0 至 50 的尺度表示其程度水平。

- 2. 对于灾害频率和战争频率，我们结合各朝代相关记录的数量及其持续时间计算频率，并考虑到数据可能存在的不完整性，辅以大模型分析，最终同样将其程度以 0 至 50 的等级进行量化。
- 3. 人口数量的估算基于数据中部分朝代的记录，通过计算其平均值，对各朝代的人口水平进行量化，并以程度等级加以表示。

2.3 数据增强处理

2.3.1 建筑地理

针对历史时期原始数据里的位置、建筑名称等，结合上下文语境，查阅史料，补全规范名称（如将简称、古称对应为标准历史名称），确保历史信息准确。借助高德地图、百度地图的地理编码服务，输入规范后的历史名称获取对应经纬度，例如“智泉寺”通过地图 API 获取坐标（115.774477, 39.609037）作为空间定位依据。以“北京行政区域边界”为筛选条件，剔除经纬度不在北京范围内的数据，确保所有要素属于北京历史地理范畴。将清洗后的经纬度数据，与历史河流变迁、建筑分布、城市职能（文化 / 政治 / 经济中心）、事件地点、行政划分等信息关联，动态嵌入地图。数据结构如下表 2.1 所示。完整数据见附件 build.json。

表 2.1 建筑数据

原名	现名	经度	纬度
大圣寿万安寺	白塔寺	116.363365	39.924848
智泉寺	云居寺	115.774477	39.609037
十字寺	十字寺遗址	115.907327	39.744296
.....

2.3.2 河流分布

河流数据通过国家地理信息公共服务平台（<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>）获取北京河流矢量 shp 文件，将其转化为 json 格式后，结合上下文语境并查阅史料，补全河流现规范名称，筛选出属于北京的河流数据，剔除其他省份数据。数据结构如下表 2.2 所示。完整数据见附件 river.json。

表 2.2 河流数据

原名	现名	经度
----	----	----

瀑水/卢沟河/无定河/桑乾河	永定河	[116.064011,40.000000],[116.07601,40.013274],...
巨马水/伦水	拒马河	[115.499069,39.650821],[115.49773,39.652959],...
鲍邱水	潮河	[116.875055,40.364746],[116.869457,40.365365],
.....

3.系统可视化设计

本作品旨在对赛题提供的北京历史多源异构时空数据进行全方位可视分析，帮助理解历史上北京城市发展的复杂时空演变模式，为近现代城市治理和未来城市规划带来启示。

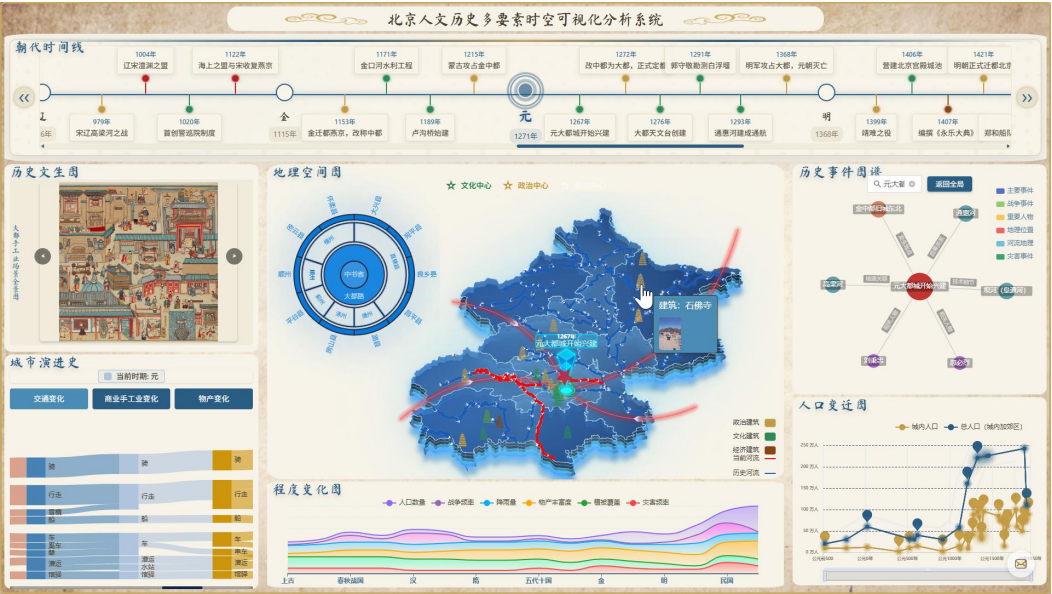


图 3.1 系统可视化概览

3.1 朝代时间线

(1) 视图设计

在历史时间线图中（图 3.1.1），将中国 3000 年历史浓缩在水平线性时间轴上，展示各个朝代的更迭和重大历史事件，整体设计分为三个层次，朝代层，事件层和事件详情层。朝代层使用青花蓝圆形节点标记朝代更迭，支持朝代焦点模式——选中节点时自动聚焦相关事件，实现横向（朝代变迁）与纵向（事件深度）的双维探索。事件层沿时间轴线分布彩色标记点，按四类视觉编码区分：政治军事（金色）、民族外交（深红）、建设经济（海绿）、文化宗教（马鞍棕），直观呈现各朝代北京地区重大事件。详情层通

过悬浮卡片展示事件标题、时期、时间、地点、类型等完整历史背景，结合全局状态管理与历史文生图、城市演进史、地理空间图、历史事件图谱四大模块实时联动，给予使用者身临其境的历史探索体验。



图 3.1.1 朝代时间线图

(2) 交互设计

该视图（图 3.1.2）通过拖拽时间轴或点击左右箭头导航浏览历史进程。点击或拖拽朝代节点触发脉动光效聚焦该朝代，自动筛选展示相关事件，同步联动历史文生图、城市演进史、地理空间图展示该时期城市变迁信息。点击事件标记，弹出详情卡片展示事件完整历史背景，查看事件相关详情，联动地理空间图呈现事件发生点，并自动激活历史事件图谱的人物关系网络与文生图模块生成历史场景可视化。设计核心在于将线性时间转化为可探索的时空景观，让用户不再是历史的被动接受者，而是主动的探索者。此外，该视图提供悬停朝代节点产生涟漪扩散，事件标记弹性缩放，通过微交互提升操作感知。



图 3.1.2 朝代时间线交互图

3.2 历史文生图

(1) 视图设计

历史文生图（图 3.2）模块是运用人工智能（AI）驱动的前沿可视化技术，深度介入北京历史文化的呈现方式。其核心流程始于对北京地区浩瀚历史文化数据的系统性分析与遴选——从宏大历史叙事中精选具有代表性和视觉表现力的典型文化案例（例如：象征招贤纳士的春秋战国黄金台礼贤盛况，代表文学巅峰、展现文化交流繁荣的隋唐诗

坛名家荟萃场景等)。这种方式超越了传统的文字描述或有限的文物图示,实现了过去北京历史文化风貌的“数字活化”与“风格化重构”。它能够清晰展示不同朝代北京地区独有的文化景观、社会活动与时代氛围,将抽象或文字化的历史记载转化为直观可感的画面,为用户提供了一个身临其境的感知窗口,有力地辅助读者或研究者跨越时空隔阂,更加具体、生动且高效地理解和把握各个历史时期北京地区的文化精髓与历史脉搏,极大地增强了历史认知的直观性与沉浸感。

(2) 交互设计

该视图提供鼠标悬浮展示信息,并且可通过该视图左右两侧的箭头图标来切换当前朝代的其他图片,有助于丰富文化展示风格。如右图(图 3.2)鼠标悬停后显示图片的图像构成及其背景的详细描述。

同时,该视图也可以与时间轴进行联动,通过点击不同朝代来切换该部分展示的图画内容。



图 3.2 文生图

3.3 程度变化图

(1) 视图设计

本模块旨在通过时间维度呈现灾害频率、植被覆盖度、物产丰富度、降雨量、战争频率与人口数量的动态变化,以揭示这些环境与社会因素对北京城历史演变的影响。在程度变化图(如图 3.3.1)中,灾害频率、植被覆盖度、物产丰富度、降雨量、战争频率和人口数量这六项指标,分别以河流宽度的形式沿朝代时间轴呈现其变化程度。不同河流用不同的颜色区分。通过聚焦任意一条河流,即可直观捕捉该指标在各历史阶段的演进脉络。通过在各朝代时间节点处添加文本标注,能够直观地呈现各项指标在该时期所达到的具体数值水平与变化程度。

(2) 交互设计

该视图支持鼠标悬停触发信息提示,并可通过交互高亮任一指标对应的河流,同时降低其他河流的视觉显著性。用户可直观地观察各项指标的时序动态变化,并了解其在

程度变化图

—●— 人口数量 —●— 战争频率 —●— 降雨量 —●— 物产丰富度 —●— 植被覆盖 —●— 灾害频率

上古 春秋战国 汉 唐 五代十国 金 明 民国

图 3.3.1 程度变化图

3.4 城市演进史

(1) 视图设计

城市演进史（如图 3.4.1）以桑基图形式，系统地呈现上古至现代不同历史时期城市在交通、商业手工业、物产三大维度的传承与演变逻辑。通过交互式时间线，用户点击不同朝代即可聚焦特定历史时期，直观观察该阶段城市功能的核心特征。采用差异化色调体系区分各历史朝代，形成清晰的时间视觉锚点。颜色块的纵向堆叠高度量化反映北京地区在交通、商业手工业、物产领域的规模总量，相邻朝代色块的高度差可直观对比在迭代中的新增量。



图 3.4.1 城市演进历

(2) 交互设计

点击不同的按钮切换城市在交通，商业手工业，物产上的发展形态（如图 3.4.2），探索城市的内在关联。与连接线交互，可以追溯当前时期城市在交通，商业手工业，物产三方面的历史变迁，通过流线连接不同时期的色块节点，以流向与粗细变化展现相关的传承脉络。拖动滚轴即可体验城市在历史长河上的沉浮与变迁。



图 3.4.2 交通, 商业手工业, 物产演变

3.5 地理空间图

(1) 视图设计

该视图（图 3.5.1）以北京省级行政区域地图为空间基底，构建差异化色彩编码体系，将文化建筑、政治建筑、经济建筑、历史河流，以及文化中心、政治中心、经济中心等多元地理要素进行视觉归类。地图中，红色五角星锚定当时朝代首都的空间坐标，成为历史格局的核心支点；不同色彩的塔状图标，如功能符号般区分各类建筑的属性；蓝线配白色箭头，细腻勾勒历史河流的自然脉络；红线叠加加粗白箭头，着重标注当前时期发生改道的河道段落，形成“古河—今貌”的时空对比；地图上方的五角星标识，则直观示证此时期北京是否承载王朝的文化、政治、经济中心职能。此外，红色箭头符号动态标注历史人口迁移轨迹，形成地理空间与人文变迁的多维映射。

该视图（图 3.5.2）聚焦历史时期北京地区的行政格局，以“行政中心”为核心原点，向外逐层拓展构建圈层结构。以元代“中书省—大都路—州县”的层级关系为例：核心圈层承载最高行政中枢（如中书省），中层映射地区治所（如大都路），外围圈层延展至下辖州县（如通州、蓟州等）。圈层按历史发展脉络或行政层级梯度分布，呈现某一朝代内部“中心—辖区”的层级关联，也可通过多时期对比，梳理行政边界、管辖范围的传承与变革，搭建起地理空间维度的历史行政溯源逻辑，可以直观洞察北京行政格局从古代到对应时期的演变轨迹与层级嵌套关系。



图 3.5.1 北京地理图

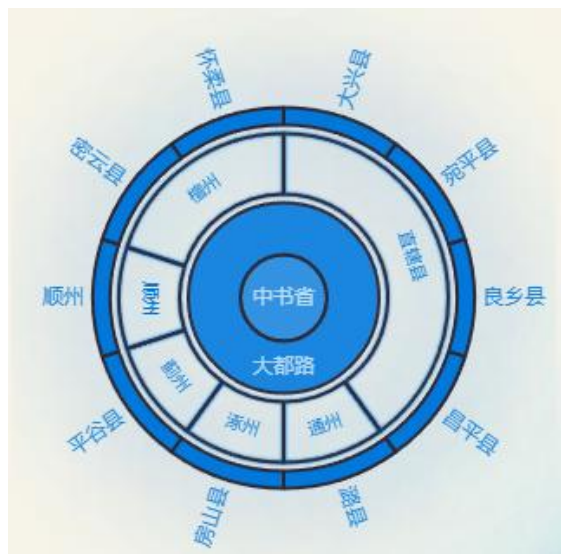


图 3.5.2 行政区划旭日图

(2) 交互设计

本视图（图 3.5.3）左上角以圈层结构为基础，结合朝代时间线动态交互设计。通过时间线传入时期、事件等参数，圈层可对应呈现当前历史时期的行政区划等信息，构建起以时间为轴、行政层级为面的地理空间历史溯源体系。右侧地图依据传入参数，动态显示当前时期历史河流及改动情况，政治、文化、经济建筑分布，城市中心职能（文化、政治、经济中心）、事件发生地点，还能关联呈现对应如今区域的行政区划映射，人口办迁移，助力用户直观、动态洞察不同历史时期地理空间要素的分布与演变，打通历史与当下区域地理信息的关联逻辑。



图 3.5.3 北京地理图与旭日图

3.6 历史事件图谱

(1) 视图设计

北京历史事件图谱旨在动态呈现该地域的历史演进脉络。其构建基础源于对北京地区多元历史数据的深度整合，涵盖战争、自然灾害、重大社会事件、河流变迁等关键要素。为发掘这些数据间的深层关联与逻辑链条，项目运用了如 DeepSeek、Gemini 等先进的大语言模型（LLM）进行智能化分析，识别出事件间的因果、时空及主题联系，并以核心历史事件为锚点，筛选聚合形成高相关性的知识单元集合。最终，通过知识图谱技术的强大可视化能力，将这些经过结构化处理和语义连接的数据，组织成一个互动式、关系型的时空网络图谱。这种呈现方式不仅清晰勾勒出北京从古至今的历史发展主线和关键节点，更能直观揭示重大事件与地理环境（如河流）、城市功能、社会变迁之间的复杂互动关系，为理解北京地区独特的历史进程提供了强有力的洞察工具。

同时在设计时针对具体事件有局部的知识图谱，针对总体有全局的知识图谱，方便从各个角度查找、分析事件之间的关系，细节如图所示（图 3.6）。

(2) 交互设计

该视图（图 3.6）提供鼠标悬浮展示信息，如中间图（图 3.3）所示在全局视图的情况下悬停在节点上时显示该节点的具体信息（如事件名称、类别、详细信息）；点击节点后进入局部知识图谱，如右图所示，而左图则是全局知识图谱。

该知识图谱也可以与时间轴进行联动，点击时间轴上的具体事件，会进入该事件的局部知识图谱界面，从而帮助用户多角度分析事件。



图 3.6 知识图谱（全局、局部）

3.7 人口变迁图

(1) 视图设计

本视图（图 3.7）通过沿历史时间轴展示各个朝代北京城人口规模的增减变化，并结合关键事件与社会因素，如战乱迁徙、政令变革、经济发展与自然灾害等，阐释人口波动的内在驱动机制。在人口变迁图（图 3.7）中，图中以两条折线分别刻画了北京城区人口规模与城区及郊区合计的总人口规模随历史演进的变化趋势，可以通过折线直观地观察到人口的变化。通过在时间节点处添加文本标注，能够直观地呈现这个时期北京城市人口、郊区人口和北京地区总人口的数量。另外，在折线走势显著波动处，添加了标注与文本注释，以突出相应历史节点的关键事件或社会因素，从而阐明人口变动的具体原因。

(2) 交互设计

本视图（图 3.7）同样支持鼠标悬停触发信息提示：纵坐标用于呈现各朝代的人口规模，而分布于折线上各关键节点的标记点，则对应人口显著波动之处，并在提示中附以相关事件或社会因素的文字说明。此外，视图还集成了缩放功能，用户可通过鼠标滚轮自如调整展示范围，既能一览全局折线走势，也可聚焦局部时间段以获取细节信息。读者可一目了然地把握人口在不同历史阶段的演进趋势，并深入了解各时期人口变化背后的成因及其相互影响。



图 3.7 人口变迁图

3.8 基于 Rag 的知识问答

(1) 视图设计

该模块以悬浮球为轻量级入口按需激活，提供沉浸式交互界面，在保证主视图展示效果的同时实现便捷访问；其核心基于后台结构化历史知识库，利用大模型（LLM）强大的语义理解与推理能力，精准响应并深度解析用户自然语言提问——不仅能快速提供各朝代北京的具体历史数据，还能输出关联分析与关键结论；作为系统的智能问答中枢，它支持复杂意图识别与多轮对话，显著提升用户探索信息、洞悉历史逻辑的效率，并与时间轴视图、地理空间图等模块联动，辅助用户高效构建对北京时空演变的系统性认知。

(2) 交互设计

该视图提供悬浮球设计，交互时显示整体聊天布局，该模块（如图 3.10.2）以文字对话为展现形式，实现与用户的实时交互。对话实例以及结果如表 3.10.3。



图 3.10.1 悬浮球

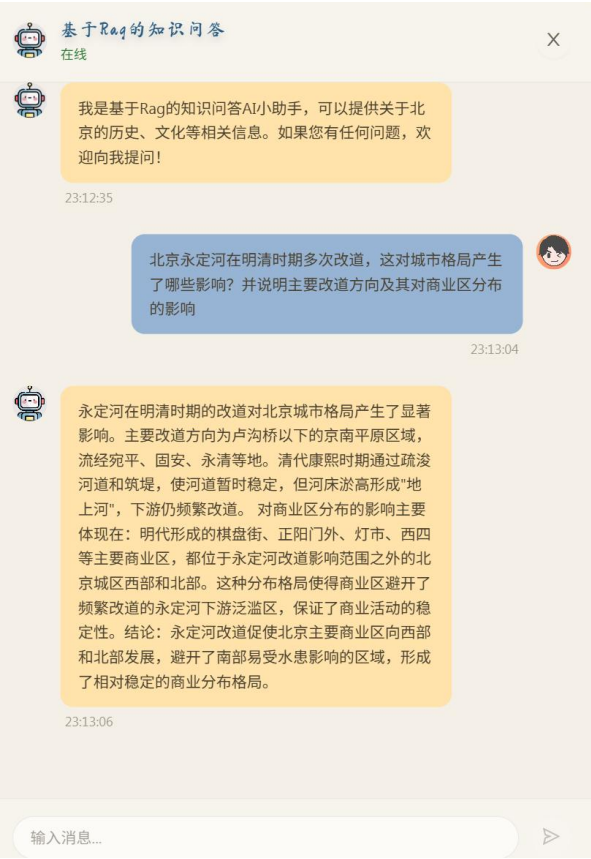


图 3.10.2 大模型对话详情

问题编号	主题	用户提问摘要	大模型回答关键点	附加细节（可视化建议/结论）
1	自然地理演化分析	分析明清永定河多次改道对北京城市格局的影响，结合历史地图说明改道方向及对商业区分布的影响。	1.改道趋势:明代主流南移导致通惠河漕运衰退；清代向东摆动形成南苑湿地雏形。 2.商业区迁移:明代前门商业区因南移获得水源成为物流枢纽；清代右安门因东移失去码头功能而衰落。	可视化建议：叠加明清河道变迁线与同期商铺分布热力图，显示商业重心随水系东移轨迹。

2	灾害与城市变迁	解释 1900 年义和团事件和八国联军入侵如何改变北京内城空间功能, 分析战争破坏与朱启钤市政改革的关联性。	关键关联: 战争导致东交民巷使馆区扩建, 使崇文门至东单区域军事化, 原商业带断裂; 1914 年朱启钤改造拆除正阳门瓮城, 新建前门火车站, 将废墟转化为交通枢纽。	结论: 外部冲击通过制度重构催生现代市政空间, 形成“破坏-重建-功能升级”的典型路径。
3	关键节点联动	探讨 1949 年定都北京决策中被重点考量的历史因素 (如元明清都城轴线), 及其对当代中轴线申遗保护的启示。	1.历史维度:元代南北轴线 (7.8 公里) 与明代扩展 (8.7 公里) 奠定政治象征性。 2.当代启示: 2011 年申遗强调“轴线功能迭代”而非冻结保护; 2008 年奥运场馆北延轴线时参考清代西郊园林“自然-人工”平衡模式。	结论: 重大决策依赖历史空间基因的创造性转化。

表 3.10.3 对话实例

4.案例分析

根据第 1 节中介绍的可视分析流程, 结合第 3 节中各种视图的可视化设计, 本作品对北京历史上的时空数据进行了详细的分析, 并提供以下案例来生动直观的展示本作品在分析城市发展变迁的能力。这些案例分别从生态环境演化轨迹、重大事件时空分布、城市功能结构演进分、城市行政制度变化、重大事件叙事图谱与综合分析五个维度进行展示, 为用户直观感知北京城市变迁, 当代城市治理与未来发展提供了经验借鉴。

4.1 生态环境演化轨迹分析(T1)

永定河 (如图 4.1.1) 的千年蜕变揭示了生态失衡的不可逆性。金元时期北京人口首破百万 (金代 161 万), 西山森林因城建需求被大规模砍伐, 覆盖率从唐代的繁茂锐降至元代的临界点。植被破坏引发水土流失质变——隋唐可通航的"桑乾河"被泥沙淤塞, 蜕变为明清频繁改道的"无定河"。康熙赐名"永定河"实为愿景: 1890 年单日暴雨 330

毫米，河道因泥沙淤积形成的地上悬河形态无力承载，洪水直灌城南，印证人类干预已突破自然修复阈值。

城市生存策略日益依赖工程手段，形成空间与资源的双重博弈。政治中枢（如故宫）为避水患，三千年来始终固守永定河故道高地，限制城市西扩；漕运需求则驱动经济重心东移通州，曹操开凿泉州渠（东汉）奠定其枢纽地位，元代通惠河工程更使通州升为国家级粮运中心，却以辽代延芳淀（方二百里湖泊）淤缩为代价。这种“西守高地，东拓漕运”的空间策略，本质是以湿地消亡换取发展空间。当代南水北调延续着金元引水（如金口河工程）的逻辑，揭示人类始终未能跳出“透支自然→技术补救→更大透支”的循环困局。

当生态缓冲消失，气候扰动便演变为系统性灾难。（如图 4.1.2）森林覆盖率降至临界值（明代指数跌破 25）后，元代旱灾频率骤增（1338 年沙尘暴“飞砂扬砾”），清代洪灾强度跃升（1890 年暴雨为百年之最）（如表格 4.1.3）。植被涵养能力崩溃后，本可消纳的降水转为地表径流，河道淤积更使排水效率折损——清代永定河决口频率较宋辽激增四倍。历史警示当代：北京发展已逼近自然承载力边界，修复西山森林、重建潮白河湿地群，为生态留存冗余空间，是打破三千年困局的唯一路径。



图 4.1.1 河流图



图 4.1.2 程度演变图

时间	事件	记录描述	生态后果
1170 年（金）	罕见早雪	“雪满西山把菊看”	农作物冻害
1338 年（元）	强沙尘暴	“飞砂扬砾，昏尘蔽天”	空气污染、能见度骤降
1890 年（清）	百年暴雨	单日降雨 330.5mm	全城洪涝，河道决堤

表 4.1.3 极端气候事件

4.2 重大事件时空分布分析(T2)

自然灾害、战争与政权更迭构成北京三千年演变的深层驱动力。时空上，灾害频发于夏季汛期（如辽圣宗统和十二年溲阴镇水灾漂溺三十村），战争集中于政权交替期（女真灭辽、蒙古破金），二者交织触发人口骤降与重建浪潮。辽代南京因桑干河泛滥频发，被迫向高粱河畔扩张；金代迁都燕京后开凿金口河引水，却因泥沙淤积失效，中都人口从极盛 40 万锐减至蒙古入侵时的 9.4 万(如图 4.2.1)。永定河的反复改道（元代称“小黄河”）既催生水利工程（如图 4.1.1），又迫使城市重心转移——元世祖废弃金中都旧址，于东北高地新建大都，以通惠河贯通漕运，人口十年内从 4 万户跃升至 88 万。

政权更替常伴随空间重塑与人口重组。石敬瑭割让燕云十六州（936 年），使幽州升为辽南京，吸引草原商队筑起 26 坊市；金海陵王毁辽旧城建中都，仿汴京布局拓宽街衢，汉族工匠迁入使城市扩至 21.5 平方公里；忽必烈定都后更将蒙古贵族、色目商贾迁入新城，形成“前朝后市”的多元格局。战乱后的补偿性移民尤为显著：清初八旗入关填补明末人口空缺（顺治初年 58 万），乾隆朝汉民迁入外城促成“双核”结构（内城旗人 40 万/外城汉人 24 万）。(如图 4.2.1) 灾害则倒逼系统性治理——郭守敬治水解决大都漕运瓶颈，清代畿辅水利以永定河石堤遏制洪患，使京郊农田向东南扩展。

重大事件通过基础设施与政策深刻改变城市轨迹。隋炀帝凿永济渠，奠定北京作为北端漕运枢纽的地位；永乐迁都带动 30 万工匠修筑紫禁城，人口激增至 96 万；英法联军焚毁圆明园迫使清廷于西郊建设近代军工，铁路延伸使城市突破城墙向丰台拓展。卢沟桥事变更引发近代最大规模人口迁徙，(如图 4.2.3) 战后回流催生城南工业区。贯穿始终的是永定河：从辽代军事屏障、元代漕运动脉到现代景观廊道，其治理史缩影北京从边疆军镇演变为国际都市的韧性适应。千年间，冲击事件摧毁旧秩序，却总在重建

中催生更复杂的城市肌理。

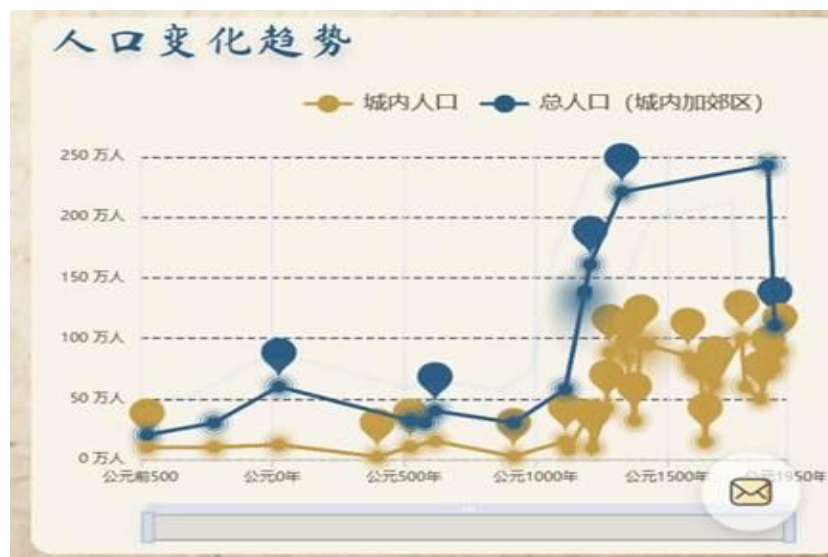


图 4.2.1 人口变化趋势图



图 4.2.2 知识图谱局部视图



图 4.2.3 知识图谱卢沟桥事变

4.3 城市功能结构演进分析(T3)

古代北京人口变迁常与政治中心地位重塑、城市建设推进深度绑定。从人口变化趋势图（如图 4.3.1）得可以了解到，元朝时期城内人口增长迅速，大都城内涌入大量外来人口（如图 4.3.2）。主要由于，公元 1267 年元大都城开始修建，忽必烈采纳刘秉忠建议，在金中都旧城东北规划营建的新都城。为建设都城，元政府将大量蒙古贵族、官僚、军队、工匠迁居旧城（中都城）和新城（大都城），充实京师各行业（军事、建筑、工匠、商贸等），满足封建政权人力需求，如迁来工匠保障建设，后续也有不同群体因城市职能、政治地位提升持续迁入。实行人口普查，设“三等九甲”，按丁粮编户，区分赋役户、军户、匠户等户籍系统，不同系统分属行政系统管理，匠户等特殊户籍因建设需求被专管，影响人口管理与职业结构。



图 4.3.1 人口变化趋势图



图 4.3.2 元代人口迁移图

古代北京交通演进与国家治理、城市功能升级紧密关联。观察汉代时期的交通演变图（如图 4.3.3）可以得知。汉代北京地区道路系统较为发达。这一时期有专门的交通

设施，如驿站等，用于传递信息和保障人员、物资的运输。有记载秦汉以来，随着道路交通的开辟空前发展，馆驿制度发展起来。秦朝，“十里一亭，亭谓停留行旅宿食之馆”。汉沿秦制，“十里一亭，亭有长。十亭一乡，乡有三老……县大率方百里，其民稠则减，稀则旷，乡、亭亦如之”，共设亭 29635 个。而亭的普遍设置，为燕地政事传达和军令传递、官员往来停宿、来往旅客歇息提供了极大方便。



图 4.3.3 交通演变图

以农业发展夯实城市经济基础，为北京逐步成为政治中心积累资源，农业开发在城市历史发展进程中的根基性作用。通过分析辽代物产演变图（如图 4.3.4），可以了解到辽、金、元三朝重视京畿地区的农业发展。有记载辽代多次迁民于密云、燕乐、顺州境内开荒种地。金代通、顺二州农业发达，新设的奉先（即房山）、平谷二县也为农业重点开发区域。元代在大都地区大规模屯田，昌平、涿州等地是军民屯田的主要地区，居庸关外的龙庆州是京北地区的主要牧马草场。元末，丞相脱脱献策，招募南方人来大都地区开发水利，营造水田，官府提供农具、谷种等，推动了大都地区的农业发展。

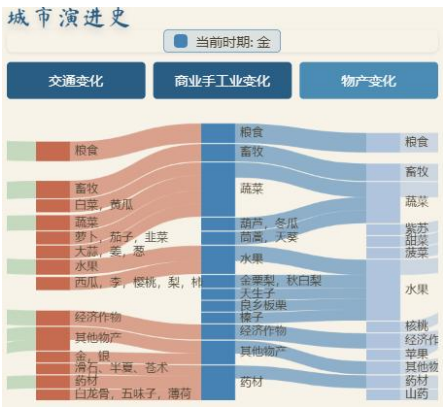


图 4.3.4 物产演变图

4.4 城市行政制度变化分析(T4)

行政制度不仅划定城市管理边界，更从功能布局、经济格局层面，深度塑造北京城市空间形态与发展脉络，为后世城市演进埋下制度伏笔。从辽代时期的地理空间图（如图 4.4.1）可以分析印证，有史料记载自后晋天福元年（936 年）石敬瑭为酬谢援立之

功，割燕云十六州予契丹后，幽燕之地入于契丹人之手。天会元年（938 年），契丹升幽州为南京，又号燕京，建为陪都。这是北京历史上的一次重大事件。从此，幽州由一个地方行政中心上升为辽王朝的陪都。辽实行道、府、州、县四级制。辽在升幽州为南京后，置南京道、幽都府，后改析津府，又废蓟县为蓟北县，后改析津县；改幽都县为宛平县。太平（1021—1031 年）年间，置灋阴县；太祖初置行唐县。故辽后期，于今北京地区的行政建置之析津府，府领析津、宛平、昌平、良乡、潞、安次、永清、武清、香河、玉河、灋阴十一县，又领顺州及怀柔县、檀州及密云、行唐县。府属其他州县均与今北京市无关。此外，今平谷区为蓟州渔阳县地，延庆县为西京道奉圣州属之儒州及缙山县地，怀柔北部山区为中京道北安州之兴化县地。以南京道、析津府为核心构建城市行政体系，城市围绕府衙等行政机构进行布局，皇城位于西南隅，周边分布着坊市、廨舍、寺观等不同功能区域。升为陪都后，经济活动中心向南京城（燕京）集中。南京城的城北有市，“陆海百货，居于其中”，表明其商业繁荣，成为区域乃至辽代重要的商业中心。城市内的坊市、廨舍、寺观众多，不同区域有不同的经济功能，如商业区、手工业生产区等。



图 4.4.1 辽代地理空间图

政治中心地位对产业资源集聚、制度赋能的关键作用深刻诠释政治、经济、产业在城市发展进程中相互交织、协同塑造的底层规律。可以从元代的商业手工业演变图（如图 4.4.2）中看到元代大都城手工业的蓬勃发展，也可窥见北京城市产业演进的深厚脉络。元代的大都城，不仅是全国的商业和文化中心，而且也是手工业生产中心。元朝统治者在这里建立了一整套庞大的手工业生产体系，设置了众多的隶属于中央政府、皇家贵族、地方政府等各种机构的手工工场，使得大都地区的手工业发展水平，达到了历史

上的最高点。与此同时，大都地区的私营手工业生产也随之有了较大的发展，出现了许多小作坊，进行个体生产。在这种情况下，大都城的手工业场所遂遍布于京城及京畿的各个地方。



图 4.4.2 商业手工业演变图

4.5 重大事件叙事图谱与综合分析(T5)

共性机制：

1. 政治：作为多个朝代首都（辽陪都、金中都、元大都、明清京师），政治职能持续吸引文化、经济要素集聚，形成“三中心”（政治、文化、经济）叠加的城市属性。都城选址与皇权象征体系（如紫禁城、中轴线）强化其国家认同核心地位。
2. 交通网络（如京杭大运河）推动商业贸易繁荣，从区域枢纽逐步升级为全国经济中心之一。物产资源与手工业（如元大都的匠人聚集）为城市发展提供物质支撑，人口增长与产业分化促进功能分区细化。
3. 气候生态：温带季风气候（夏季暖湿多暴雨）导致河流易改道，迫使城市不断适应水文变化（如明清治理永定河）。人口增长与植被减少加剧生态压力，倒逼水利工程与城市规划的适应性不断进行调整

关键转折点：

1. 春秋战国：

燕国以蓟城（今北京）为都(如图 4.5.1)，成为“战国七雄”之一。首次确立北京在华北地区的政治、经济、文化中心地位，开启与北方游牧民族的交融史，奠定“华戎过渡带”的城市基因，如图。

2. 辽代：辽太宗将幽州（今北京）定为“南京析津府”，作为五京之一的陪都。北京首次成为非汉族王朝的次级政治中心，突破“汉族中原城市”的局限，成为游牧政权治理农耕区的前沿枢纽，为后续金、元等朝代定都奠定基础。

3. 金代：金世宗正式迁都中都（今北京，如图 4.5.2），仿北宋汴京营建宫城。北京首次成为统一北方王朝的正式首都，标志着游牧政权对中原统治的深化，城市性质从“区域中心”升级为“王朝核心”，城市规模与功能体系（如宫殿、街巷）大幅拓展。
4. 明清代：明成祖朱棣迁都北京，营建紫禁城，形成“里九外七”城池格局与中轴线规划。北京成为汉族王朝的首都，扭转了元代“异族都城”的身份，强化其作为中华文明正统象征的地位。清代代继承明北京格局，进一步完善建筑与民族融合象征。如图 4.5.3 所示。
5. 近现代以来，北京从封建帝都转型为新中国首都，新增政治协商、文化传承、国际交往等现代职能，开启“传统与现代共生”的发展新阶段。

制度经验：

1. 以县为基：历代王朝均以“县”作为基层治理核心单元，通过稳定县一级行政架构（如明清，如图 4.5.4），筑牢国家治理根基。即使都城更迭，县制始终是中央集权与地方自治的衔接纽带。
2. 文化传承：不同朝代在继承前代城市格局的基础上创新，体现“守正创新”的制度韧性，避免因政权更迭导致文明断层。明清如图 4.5.3 所示

启示：

从历史转折中的“变”与“不变”可见，北京的千年演化始终遵循着“**守正创新**”的底层逻辑：“变”的是适应时代的治理智慧：从战国蓟县的边疆治理，到辽金“一府两县”的多民族政权适配，再到明清“顺天府—京县”体系的汉族王朝正统建构，每一次制度变革都紧扣政权性质与功能需求，展现对时代课题的主动回应。

“不变”的是文明载体的核心使命：无论城市形态如何变迁（从蓟城到紫禁城）、政权如何更迭（游牧与农耕政权交替），北京始终是民族融合的“**坩埚**”（如辽代胡汉分治制度）、国家统一的“**象征符**”（如中轴线的礼制秩序）、中华文明连续性的“**活容器**”（如紫禁城）

守护“不变”的文明根脉：通过制度性保护（如中轴线申遗、历史街区活化）留存城市基因，让紫禁城、胡同、运河等物质载体，与“县制韧性”“分等治理”等制度遗产，成为文明识别的核心标识。

拥抱“应变”的时代创新：借鉴历史上“因水而治”（如郭守敬水利工程）、“因势而变”（如金代中都的都城功能拓展）的经验，以技术赋能治理（如智慧城市建设），用制度创新应对新挑战（如超大城市人口疏解、生态韧性提升）。

这种“守正”非固守旧制，而是萃取历史治理的底层逻辑；“创新”非割裂传统，而是在文明根脉上生长出现代治理的新形态。唯有如此，古老城市才能超越时空局限，成为照亮未来的文明灯塔——既承载中华文明的千年积淀，又绽放适应时代的治

理光芒。



4.5.1 燕国中心和行政区划图



4.5.2 金元时期事件迁都图



图 4.5.3 明、清两代建筑分布图

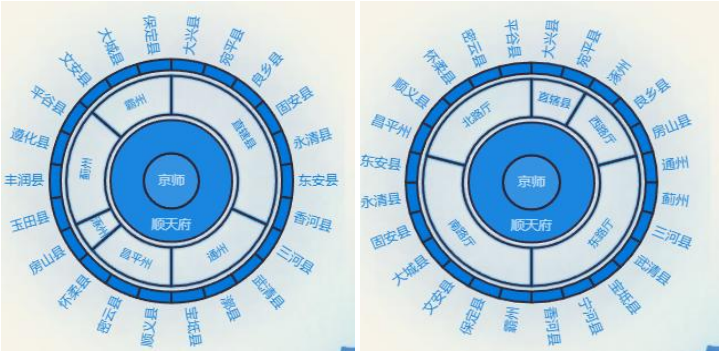


图 4.5.4 明、清两代行政区划图