

指标计算
指标因子 表 3-2

类别	变量	计算方法
街区密度	建筑密度	建筑基底面积/街区面积
	容积率	建筑总面积/街区面积
功能多样性	功能混合度	各类 POI 设施的香农多样性指数
	POI 密度	POI 数量/街区面积
	土地利用多样性（建筑的类型）	建筑的类型
绿化设施	口袋公园比例	口袋公园面积/街区面积
	平面绿化率	平面绿化率
	绿视率	街景图片中绿化占比，反映三维视角下的公共空间绿化环境质量
	天空开阔度	街景图片中天空占比，反映三维视角下的空间开敞程度
	步行连续度	街景图片中步行道占比标准差，反映三维视角下的人行道的连续程度
空间舒适性	界面围合度	街景图片中（建筑占比+墙体占比+围栏占比）/（道路占比+人行道占比）的均值，反映三维视角下的空间的紧凑程度
	建筑连续性	街景图片中建筑占比标准差，反映三维视角下的建筑界面的连续程度
	公共空间可达性	街道到达距离最近的绿地、广场的距离，反映到达目的地的便捷程度
	安全设施	安全设施占的比例
空间结构	整合度	空间句法线段模型中 NAIN 指标，对整合度指标进行标准化计算，反映街道可达性
	选择度	空间句法线段模型中 NACH 指标,对选择度指标进行标准化计算,反映了街道作为出行通道的潜力
	地铁可达性	街道距离最近地铁站口之间的路网距离，反映到达地铁站的便捷程度
	小径密度	路网长度/街道面积

(1) 街区密度

1) 建筑密度

对于建筑密度的计算，主要依托于建筑矢量数据。建筑密度是反映城市空间集聚程度和开发强度的重要指标常用于衡量一个街区范围内建筑物的空间占比。

街区建筑密度的常见定义为：

$$\text{建筑密度} = \frac{\text{街区内所有建筑物的总面积}}{\text{街区总面积}} \times 100\% \quad (3-1)$$

其中：建筑物总建筑面积可以通过建筑矢量数据中的建筑轮廓面积计算获得；街区总面积为研究单元的总面积。

2) 容积率

容积率用于衡量土地开发强度。它反映了一个地块上总建筑面积与地块面积之间的比例关系。

容积率的计算公式：

$$FAR = \frac{\text{总建筑面积}}{\text{地块用地面积}} \quad (3-2)$$

对于街区的容积率计算公式为：

$$FAR_j = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{面积 } i \times \text{楼层 } i)}{\text{街区面积 } j} \quad (3-3)$$

(2) 功能多样性

1) 功能混合度

功能混合度常用香农指数（Shannon Entropy Index）进行衡量，其计算公式如下：

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i) \quad (3-4)$$

其中， p_i 表示街区内第 i 类功能性 POI 数量占总 POI 数量的比例， n 表示功能类别的总数（例如商业、教育、医疗、住宅等）。香农指数越高，表示街区内功能越多样、混合度越高；若某类功能占绝对主导，则指数降低，代表功能单一。

2) POI 密度

POI（Point of Interest，兴趣点）密度用于衡量某一区域内人类活动或服务设施的集聚程度，计算公式如下：

$$D = \frac{N}{A} \quad (3-5)$$

其中：D 为 POI 密度；N 为某类或所有 POI 点的数量；A 为街区的面积。

3) 土地利用多样性（建筑的类型）

土地利用多样性可以使用香农多样性指数来表示建筑类型的混合程度。其计算公式为：

$$H = - \sum_{i=1}^n a_i \ln(a_i) \quad (3-6)$$

其中：n 为建筑类型的种类数（如住宅、商业、工业、公共服务等）； a_i 为第 i 类建筑的面积占总建筑面积的比例。

(3) 绿化设施

1) 口袋公园比例

口袋公园是指嵌入城市街区中的小型公共绿地，面积通常较小（如小于 5000 m²），但对提升城市环境质量和居民生活便利性具有重要意义。为了量化其在街区中的配置程度，可采用以下计算流程：

$$P = \frac{A_p}{A_b} \quad (3-7)$$

其中：P 为口袋公园占比； A_p 为街区内口袋公园的总面积； A_b 为街区的总面积

2) 平面绿化率

绿化率指某一特定区域内所有绿地面积与该区域总面积的比值，反映区域绿地覆盖的程度。

$$\text{绿化率} = \frac{A_g}{A_t} \times 100\% \quad (3-8)$$

其中： A_g 为绿地总面积（m²）， A_t 为区域总面积（m²）。

3) 绿视率

绿视率是指在特定视角（如行人或司机视角）下，街景图像中绿色植被占整个图像的比例。该指标强调“可见”的绿化，而非所有绿地面积。

$$GVI = \frac{N_g}{N_t} \times 100\% \quad (3-9)$$

其中： N_g 图像中绿色像素的数量； N_t 图像总像素数量。

(4) 空间舒适性

1) 天空开阔度

天空开阔度是指街景图片中天空像素在整个图像中所占的比例，用于反映三维视角下空间的开敞程度。天空占比越高，说明街道空间越开阔，有利于提升视觉舒适性和环境质量。

$$Sky\ Openness = \frac{N_{sky}}{N_{total}} \quad (3-10)$$

其中： N_{sky} 表示图像中天空像素数， N_{total} 为图像总像素数。

2) 步行连续度

步行连续度通过计算街景图像中人行道像素占比的标准差，反映街道空间中

人行道的连续程度。

$$\text{Walkability Continuity} = \text{STD}(P_{\text{sidewalk}}) \quad (3-11)$$

其中： P_{sidewalk} 表示每张图像中人行道占比。

3) 界面围合度

界面围合度衡量的是街景视角中空间的“封闭性”或“围合感”。其计算方式为建筑、墙体、围栏占比之和与道路、人行道占比之和的比值。值越高，说明街道界面更紧凑、围合度更高。

$$\text{Enclosure} = \frac{P_{\text{building}} + P_{\text{wall}} + P_{\text{fence}}}{P_{\text{road}} + P_{\text{sidewalk}}} \quad (3-12)$$

4) 建筑连续性

建筑连续性通过建筑占比的标准差衡量不同位置街景图像中建筑边界的连续性。标准差越小，表示建筑沿街界面越整齐、连续，街道形态更具秩序感。

$$\text{Building Continuity} = \text{STD}(P_{\text{building}}) \quad (3-13)$$

5) 公共空间可达性

公共空间可达性衡量的是街道或街区单元到达最近的公共绿地或广场的距离，用于评估居民到达日常休憩空间的便捷性。

$$\text{Accessibility} = \min(\text{Dist}_{\text{green}}, \text{Dist}_{\text{square}}) \quad (3-14)$$

其中： $\text{Dist}_{\text{green}}$ 和 $\text{Dist}_{\text{square}}$ 表示到最近绿地或广场的欧几里得距离或网络距离。

6) 安全设施占比

安全设施指数通过街景图像中识别出的安全设施元素（如摄像头、交通标识、栏杆等）所占比例进行衡量，反映街道环境的安全感建设程度。

$$\text{Safety} = \frac{N_{\text{safety}}}{N_{\text{total}}} \quad (3-15)$$

其中： N_{safety} 为图像中安全设施像素数量。

(5) 空间结构

1) 整合度

整合度是用来衡量一个街道或路径在整个空间系统中的“整合程度”，即从

其他街道到达该街道的便利性。整合度高的街道通常是交通流、人流较为集中的空间通道。

$$\text{Integration}_{\text{norm}} = \frac{\text{NAIN} - \min(\text{NAIN})}{\max(\text{NAIN}) - \min(\text{NAIN})} \quad (3-16)$$

2) 选择度

选择度反映街道作为出行通道的潜力,即通过该街道作为最短路径中转的概率。值越大,表示该街道在网络中承担的“中介角色”越强,通常是关键的交通连接通道。

$$\text{Choice}_{\text{norm}} = \frac{\text{NACH} - \min(\text{NACH})}{\max(\text{NACH}) - \min(\text{NACH})} \quad (3-17)$$

3) 地铁可达性

地铁可达性反映街道单元到最近地铁站口的实际道路网络距离,通常用于衡量居民步行或骑行至地铁的便捷程度。距离越小,可达性越高。计算方法:

$$\text{Subway} = \min(\text{NetDist}, \text{street}, \text{subway}) \quad (3-18)$$

4) 小径密度

小径密度反映单位街区面积中道路资源的丰富程度,常用来评估街区内的通达性和步行友好性。小径密度越大,说明街道网越密集,有利于慢行系统的运行。

$$\text{Path} = \frac{L_{\text{road}}}{A_{\text{block}}} \quad (3-19)$$

其中: L_{road} 为街区内路网总长度, A_{block} 为街区总面积。

根据对以上指标的计算,得出研究街区的建成环境数据,并进行归一化处理。