

4 城市交通可持续发展综合评价的指标体系

指标是反映系统要素或效益的数量概念和具体数字，它包括指标的名称和指标的数值两部分。指标体系是综合评价的基础，是综合反映城市交通系统可持续发展水平的依据。面向可持续发展的城市交通系统综合评价，实质上就是通过建立一系列指标体系，对城市交通系统的结构与功能、社会经济适应性、环境影响与资源利用等主要特征进行衡量和评估，辨别系统的可持续发展程度，进而提出调控措施。

4.1 城市交通可持续发展综合评价指标体系的构建

4.1.1 综合评价指标体系的构建思路

对城市交通系统可持续发展进行定量研究，首先要建立一套把系统要素及影响因素进行量化的综合评价指标体系，根据综合评价指标体系对城市交通系统进行监测、评价、预测等研究，为城市交通可持续发展规划提供决策与支持，使城市交通发展不偏离可持续发展的正确轨道；其次，通过衡量综合评价指标体系的监测结果，了解城市交通系统可持续发展系统目标达到的程度，对其发展水平进行纵向与横向的分析比较，以便发现问题，检验其发展的方向。总之，建立城市交通系统可持续发展综合评价指标体系，是将城市交通系统可持续发展理论从定性分析阶段向定量分析阶段转变的必要条件。

一般来说,建立城市交通系统可持续发展综合评价指标体系的重要性体现在四个方面:①通过建立城市交通系统可持续发展评价指标体系,构建评价信息系统,对城市交通系统可持续发展状况进行综合评价,为管理决策提供依据。②通过综合评价与分析,找出差距与薄弱环节,并探析其本质原因,及时提供给当地政府管理部门,以便采取对策,促进城市交通可持续发展。③利用指标体系引导政府贯彻有关政策意图,督促、引导完成城市交通发展规划和可持续发展目标。④通过综合分析评价,利用预测手段制定城市交通系统可持续发展战略和规划,以进行有效的宏观管理。

因此,城市交通系统综合评价指标体系的建立主要是指指标选取及指标之间结构关系的确定。对于城市交通系统综合评价指标的选取和指标关系的确定,既要求对城市交通系统所涉及的专业领域的知识、系统评价理论等有深邃的把握,也要求必须具备丰富的应用研究经验。城市交通系统的综合评价指标体系的建立过程应该是定性分析和定量研究的相互结合的过程。定性分析主要是从综合评价的目的和原则出发,考虑评价指标的完备性、针对性、稳定性、独立性以及指标与综合评价方法的协调性等因素,主观确定指标和指标结构的过程。定量研究则是指通过一系列检验,使综合评价指标体系更加科学和合理的过程。为此,城市交通系统综合评价指标体系的构造过程可分成两个阶段:即指标初选的过程和指标完善的过程。

1. 指标体系的初选

指标体系的初选方法有综合法和分析法两类。

综合法是指对已存在的一些指标群按一定的标准进行聚类,使之体系化的一种构造指标体系的方法。例如在一些拟定的指标体系的基础上,作进一步的归类整理,使之条理化后形成一套指标体系。

分析法是指将度量对象和度量目标划分成若干部分,并逐步细分,直到每一部分都可以用具体统计指标来描述、实现。

2. 指标体系的完善

初选后的指标体系未必是满意的、可取的,还必须对初选的指标体系进行完善化处理。测验每个指标的数值能否获得,那些无法或很难取得准确资料的指标,或者即使能取得但费用很高(高于指标体系本身所带来的社会经济效益)的指标,都是不可行的。因此,应测验每个指标的计算方法、计算范围及计算内容的正确性,同时对指标体系中指标的重要性、必要性及完备性进行分析。

(1) 重要性。重要性是指根据各综合评价指标的重要程度,保留那些重要指标,剔除那些对综合评价结果无关紧要的指标。一般可利用德尔菲法对初步拟定的指标体系进行匿名评议:设某指标体系有 m 个指标,请 n 位专家进行评议。设 E_{ij} 为指标 i 第 j 级重要程度的量值(一般将重要程度分为 5 级,即 $j=1, 2, 3, 4, 5$ 分别代表极重要、很重要、重要、一般、不重要); n_{ij} 为对第 i 个指标评为第 j 级重要程度的专家人数。则有第 i 个指标专家意见的集中程度 \bar{E}_i :

$$\bar{E}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^5 E_{ij} n_{ij} \quad (4.1)$$

\bar{E}_i 的值确定了指标 i 重要程度的大小,反映了 n 个专家的评价期望值。

专家对第 i 个指标重要程度评价的分散程度,用标准差 σ_i 表示为:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^5 n_{ij} (E_{ij} - \bar{E}_i)^2} \quad (4.2)$$

一般地,若 $\sigma_i > k_0$ (k_0 为 $(0, 1)$ 间某一数值,一般可取 $2/3$),说明专家意见分散,可重新进行咨询。

专家意见协调程度,用变异系数 V_i 表示为:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{E}_i} \quad (4.3)$$

V_i 反映专家对第 i 指标评价的协调程度。

σ_i 越小, V_i 越大,说明专家意见越协调。由 \bar{E}_i 、 σ_i 、 V_i 综合分析决定是否需要进行下一轮咨询。若已经满足要求,则以最后一轮

各指标的 \bar{E}_i 、 σ_i 的大小为判断依据, 决定保留或删除哪些指标, 最后把综合评价指标体系确定下来。

(2) 必要性。必要性是指构成统计综合评价指标体系的所有指标从全局考虑是否都是必不可少的, 有无冗余现象。若指标体系中存在着高度相关的指标, 会影响评价结果的客观性。为此, 必须对指标体系进行相关分析, 一般可用极大不相关原理来进行分析。具体做法是: 首先, 计算指标间的相关系数 r_{ij} ; 其次, 根据实际问题确定一个相关系数的临界值 M 。如果 $r_{ij} > M$, 可删除权数小的指标 x_i 和 x_j ; 如果 $r_{ij} < M$, 则指标 x_i 和 x_j 均需保留。具体计算方法将在 4.2.3 节中探讨。

(3) 完备性。完备性是指综合评价指标体系是否已全面地反映和测度了城市交通系统可持续发展的主要特征和发展状况。完备性一般可通过定性分析进行判断。

4.1.2 综合评价指标体系构建的原则与特征

1. 综合评价指标体系构建的原则

在实际的城市交通系统可持续发展综合评价活动中, 综合评价指标并非越多越好或越少越好。综合评价指标过多, 存在重复性, 会受干扰; 综合评价指标过少, 可能所选指标缺乏足够的代表性, 会产生片面性。因此, 在建立综合评价指标体系时应该遵循以下原则:

(1) 系统性原则。

综合指标体系应能够全面反映综合评价对象的本质特征和整体性能, 综合指标体系的整体评价功能大于各分项指标的简单总和。应注意使综合指标体系层次清楚, 结构合理, 相互关联, 协调一致。要抓住事物的主要因素, 以保证综合评价的全面性和可信度。

(2) 一致性原则。

综合评价指标体系应与评价目标一致, 从而充分体现综合评价活动的意图。所选的指标既能反映直接效果, 又要反映间接效果,

不能将与评价对象、评价内容无关的指标选择进来。

(3) 独立性原则。

综合评价的同层次上的指标不应具有包含关系，保证指标能不同方面反映城市交通系统可持续发展的实际情况。

(4) 可测性原则。

综合评价指标能够被测定或度量，尽可能用数字说话。综合评价指标含义要明确，数据要规范，口径要一致，资料收集要简便。指标设计必须符合国家和地方的方针、政策、法规。

(5) 科学性原则。

综合评价指标体系应以科学理论为指导，以客观的城市交通系统内部要素及其本质联系为依据，坚持定性分析与定量分析相结合，正确反映城市交通系统整体和内部相互关系的数量特征。定量指标注意绝对量和相对量的结合使用。

(6) 可比性原则。

城市交通系统综合评价指标体系可比性越强，综合评价结果的可信度就越高。综合评价指标和评价标准的制定要客观实际、便于比较。综合指标标准化处理中要保持同趋势化，以保证指标之间的可比性。

只有坚持以上原则，才能更有效地建立合适的城市交通系统可持续发展综合评价指标体系，使综合评价结果更能反映城市交通系统可持续发展的本质面貌。

2. 综合评价指标体系应具有的特征

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系既有一般统计指标的共性，又有可持续发展独有的特性。这些特征能够帮助我们更好地理解综合评价指标体系的内涵，确定指标体系对社会和人们各种行为的引导作用以及对城市交通系统可持续发展的引导作用。

(1) 强调城市交通可持续发展的“质”和“量”的统一。

可持续发展具有不同的发展方式、发展模式和不同的“质”与“量”。可持续发展不同于增长。增长讲总量、讲规模、讲速度，仅

仅描绘被评价事物的外观，因而它是一个标量。而可持续发展既要讲数量与速度，又要讲质量，因而可持续发展是一个矢量，是在增长基础上质、量、度方面同时需要把握的事物。城市交通系统可持续发展要注重发展，并强调发展的质量、方式和发展过程的状况。

(2) 注重反映“环境友好”行为，突出资源环境的承载力。

城市交通可持续发展综合评价指标体系与传统的一般统计指标的区别就在于，可持续发展指标重视环境保护、自然资源及其承载力，强调资源总量、环境容量的承载力问题。城市交通发展所必需的资源（如土地、石油等），都是具有承载力极限限制的资源，是限制开发、合理利用的对象，在可持续发展指标体系中应受到重视。

(3) 体现节约型消费。

对于城市交通的可持续发展，并非所有的指标越高越好，而应体现在其服务水平的提高和发展结构的改善上。例如提高高等级公路的比重，在满足同样需求的前提下节约用地，发展大容量、快捷的轨道交通运输系统，取代小汽车作代步工具的指标，鼓励使用清洁能源代替高污染的传统能源的指标等。

4.2 城市交通可持续发展综合评价指标的筛选方法

对城市交通可持续发展综合评价因素进行筛选时，不仅要针对具体的评价对象、评价内容进行分析，还必须采用一些筛选方法对指标体系中体现的信息进行分析，剔除不需要的指标，简化指标体系。

常采用的评价指标筛选方法主要有专家调研法、条件广义方差极小法、极大不相关法等。

4.2.1 专家调研法

专家调研法是一种向专家发函、征求意见的调研方法。评价人可以根据综合评价目标和综合评价对象的特征,在所设计的调查表中列出一系列的综合评价指标,分别征询专家对所设计的综合评价指标的意见,然后进行统计处理,并反馈咨询结果,经过几轮咨询后,如果专家的意见趋于集中,则由最后一次咨询结果确定具体的综合评价指标体系。

专家调研法主观性较强,其结果是否全面和可靠取决于专家的知识结构和经验。这种方法比较适用于定性指标的筛选。

4.2.2 条件广义方差极小法

设有 p 个指标 X_1, X_2, \dots, X_p 的 n 组观察数据 x_{ki} 组成 n 个样本矩阵 X , 即:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

X 是 $n \times p$ 矩阵,由 X 可以推算出变量 x_i 的均值、方差以及 x_i, x_j 之间的协方差。

$$\text{均值: } \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ki} \quad (i=1, 2, \dots, p) \quad (4.5)$$

$$\text{方差: } s_{ii} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \quad (i=1, 2, \dots, p) \quad (4.6)$$

$$\text{协方差: } s_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j) \quad (i \neq j, i, j=1, 2, \dots, p) \quad (4.7)$$

则指标 X_1, X_2, \dots, X_p 的协方差矩阵 $S_{p \times p}$ 为:

$$S_{p \times p} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{np} \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

用 S 的行列式 $|S|$ 的值反映这 p 个指标变化的状况, 称它为广义方差, 即为方差的推广。可以证明当 X_1, X_2, \dots, X_p 相互独立时, 广义方差 $|S|$ 达到最大值; 当 X_1, X_2, \dots, X_p 线性相关时, 广义方差 $|S|$ 的值为 0。因此, X_1, X_2, \dots, X_p 既不独立又不线性相关时, 广义方差的大小反映出他们内部的相关性。

将式 (4.8) 分块表示, 即将 p 个指标 X_1, X_2, \dots, X_p 分成两个部分, $(X_1, X_2, \dots, X_{p_1})$ 和 $(X_{p_1+1}, X_{p_1+2}, \dots, X_p)$, 分别记为 $X_{(1)}$ 和 $X_{(2)}$, 即:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{(1)} \\ X_{(2)} \end{bmatrix} \begin{matrix} p_1 \times 1 \\ p_2 \times 1 \end{matrix} \quad (p_1 + p_2 = p) \quad (4.9)$$

则

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{pmatrix} \begin{matrix} p_1 \\ p_2 \end{matrix} \quad (4.10)$$

这样表示后, S_{11} , S_{22} 分别表 $X_{(1)}$ 和 $X_{(2)}$ 的协方差阵, 给定 $X_{(1)}$ 后, 在正态分布的前提下, $X_{(2)}$ 对 $X_{(1)}$ 的条件协方差阵为:

$$S(X_{(2)}/X_{(1)}) = S_{22} - S_{21}S_{11}^{-1}S_{12} \quad (4.11)$$

表示当已知 $X_{(1)}$ 时, $X_{(2)}$ 的变化状况。

可以认为, 已知 $X_{(1)}$ 后, $X_{(2)}$ 的变化很小, 则 $X_{(2)}$ 这部分指标可以删除, 这就是条件广义方差最小的删去方法。具体做法是: 将 p 个指标 X_1, X_2, \dots, X_p 分成两个部分, X_1, X_2, \dots, X_{p-1} 和 X_p , 分别记为

$X_{(1)}$ 和 $X_{(2)}$ ，按式 (4.11) 得到值 t_p ，考察 X_p 是否应该被删除。依此类推，得到 p 个值 $t_i (i=1, 2, \dots, p)$ ，选定临界值 C ，满足 $t_i < C$ 的指标 X_i ，应该被删除。重复此过程，直至进行到没有可删的指标为止，这就选得了既有代表性又不重复的综合指标体系。

4.2.3 极大不相关法

一般地，如果 X_1 与其他的 X_1, X_2, \dots, X_p 是独立的，就表明 X_1 是无法由其他指标代替的，因此保留的指标相关性越小越好，这时就可以采用极大不相关方法。

极大不相关法的一般做法是：

首先，利用式 (4-8) 求出样本的相关阵 R 。

$$R = (r_{ij}) \quad (4.12)$$

$$r_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sqrt{S_{ii}S_{jj}}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, p) \quad (4.13)$$

r_{ij} 称为 x_i 与 x_j 的相关系数，反映 x_i 与 x_j 的线性相关程度。

其次，将表示变量 x_i 与余下的 $p-1$ 个变量之间的线性相关程度的复相关系数记为：

$$\rho_i = \rho_{x_i/x_1, \dots, x_p} \quad (4.14)$$

将 R 分块就可以计算 ρ_i ，如设

$$R = \begin{bmatrix} R_{-p} & r_p \\ r_p^T & 1 \end{bmatrix}_1^{p-1} \quad (R_{-p} \text{ 表示除去 } X_p \text{ 的相关阵})$$

$$\text{于是} \quad \rho_p^2 = r_p^T R_{-p}^{-1} r_p \quad (4.15)$$

类似地，要计算 ρ_i^2 时，将 R 中的第 i 行、第 j 列经过置换，放在矩阵的最后一行、最后一列，此时：

$$R \xrightarrow{\text{置换后}} \begin{bmatrix} R_{-i} & r_i \\ r_i^T & 1 \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

于是可得 $\rho_i^2 = r_i^T R_{-i}^{-1} r_i$ ($i=1,2,\dots,p$)。比较 ρ_i^2 的大小, 指定临界值 D , 当满足 $\rho_i^2 > D$ 时, 就可以删除 x_i 。

另外, 如果系统的综合评价的指标过多, 则可将这些综合评价指标先进行聚类分析, 然后在每一类中选取一个或多个典型指标, 每一类中选择的典型指标可以用上述两种方法, 但是计算量很大。

用单相关系数选取典型指标的方法虽然比较粗略, 但计算简便, 在实际中可依据具体情况选用:

假设反映事物同一侧面的或聚为同一类的综合评价指标体系有 n 个, 分别为 X_1, X_2, \dots, X_n , 其相关系数矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$, 则每一指标与其他 $n-1$ 个综合评价指标的决定系数 (相关系数的平方) 的平均值为 \bar{r}_i^{-2} :

$$\bar{r}_i^{-2} = \frac{1}{n} \left(\sum_{j=1}^n r_{ij}^2 - 1 \right) \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (4.17)$$

由于 \bar{r}_i^{-2} 粗略地反映了 X_i 与其他 $n-1$ 个指标的相关程度, 所以比较 \bar{r}_i^{-2} 的大小, 若有 $\bar{r}_i^{-2} = \max_{1 \leq i \leq n} \bar{r}_i^{-2}$, 则选 X_j 为 X_1, X_2, \dots, X_n 的典型指标, 根据需要, 还可以将余下的 $n-1$ 个指标重复以上过程, 继续选取典型指标。

这里采用相关系数的平方 \bar{r}_i^{-2} 作为判断值, 避免了相关系数可能为负值而造成无法直接相加求平均值的不便。

4.3 城市交通可持续发展综合评价指标体系

4.3.1 城市交通可持续发展综合评价指标体系结构

根据前面介绍的城市交通系统可持续发展综合评价指标的系统分析和构建思路、构建原则, 可以初步建立如表 4.1 所示的城市交通

系统可持续发展综合评价指标体系结构。

表 4.1 城市交通系统可持续发展综合评价初选指标体系

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系	城市道路通车总里程
	城市道路总面积
	城市道路网密度
	城市道路网容量
	机动车拥有总量
	二级以上道路占总里程比重
	人均道路面积
	城市道路网连通度
	城市路网负荷均衡度

续表 4.1

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系	城市道路里程饱和率
	人均停车场面积
	公交线网密度
	城市道路交通适应能力
	城市道路客货年度周转总量
	居民 90% 位出行时耗
	万人公交车标台数
	公交站点覆盖率
	平均换乘系数
	公交出行比例
	中心区客运供需比
	中心区停车泊位供需比
	主干道平均车速
	干道 D 级以下服务水平比重
	交叉口 EF 级服务水平比重
	城市交通固定资产投资
	社会消费品零售总额
	机动车维修投资
	城市道路建设投资占 GDP 比重
	交通法规保障能力
交通管理信息化水平	

	城市交通专门人才比例
	人均国内生产总值
	城市交通投资协调系数
	城市交通成本协调系数
	城市交通安全协调系数
	城市区域交通发展均衡度
	城市交通科技进步率
	城市交通用地消耗比重
	年度能源消耗量
	交通环保投资占 GDP 比重
	清洁能源使用替代率

续表 4.1

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系	人均绿地增长率
	交通污染弹性系数
	区域噪声达标覆盖率
	景观协调度
	大气悬浮颗粒年日均值
	二氧化硫年日均值
	氮氧化物年日均值
	交通干线噪声平均值
	汽车尾气达标率
	城市绿化覆盖率
	燃油消耗协调系数
	大气影响协调系数
	路段空气质量超标率
	交叉口空气质量超标率
	道路交通大气污染饱和度
	干道交通噪声超标率
	交叉口交通噪声超标率
	交通时空资源消耗指数
	单位运输量燃油消耗
	交通废气排放降低率

本书结合专家调研法、极大不相关法以及综合评价的理论方法、实证分析理论，同时考虑到城市交通系统可持续发展综合评价的目的、评价指标数据的获取度可能性和评价指标对综合评价的信息影响来对上述指标进行筛选，可得到如表 4.2 所示的 36 项城市交通系统可持续综合评价指标。

表 4.2 城市交通系统可持续综合评价指标体系

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系	城市道路网密度 (D_1)
	机动车拥有总量 (D_2)
	人均道路面积 (D_3)
	公交站点覆盖率 (D_4)
	万人公交车标台数 (D_5)

续表 4.2

城市交通系统可持续发展综合评价指标体系	城市道路网连通度 (D_6)
	城市路网负荷均衡度 (D_7)
	中心城区停车泊位供需比 (D_8)
	居民 90% 位出行时耗 (D_9)
	公交出行比例 (D_{10})
	平均换乘系数 (D_{11})
	城市干道平均车速 (D_{12})
	城市道路客货年度周转总量 (D_{13})
	城市道路 D 级以下服务水平比重 (D_{14})
	城市交通固定资产投资 (D_{15})
	城市交通专门人才比例 (D_{16})
	城市交通科技进步率 (D_{17})
	交通法规保障能力 (D_{18})
	交通管理信息化水平 (D_{19})
	人均国内生产总值 (D_{20})
	城市交通投资协调系数 (D_{21})
	城市交通成本协调系数 (D_{22})
	城市交通安全协调系数 (D_{23})
	城市区域交通发展均衡度 (D_{24})
城市交通用地消耗比重 (D_{25})	

	年度能源消耗量 (D_{26})
	交通环保投资占 GDP 比重 (D_{27})
	清洁能源使用替代率 (D_{28})
	人均绿地增长率 (D_{29})
	交通干线噪声平均值 (D_{30})
	汽车尾气达标率 (D_{31})
	城市绿化覆盖率 (D_{32})
	城市交通时空资源消耗指数 (D_{33})
	道路交通大气污染饱和度 (D_{34})
	大气影响协调系数 (D_{35})
	路段空气质量超标率 (D_{36})

4.3.2 城市交通可持续发展综合评价指标体系的解析

1. 城市道路网密度 (D_1)

城市道路网密度指城市道路通车总里程与城市建成区用地总面积的比值, 它反映城市道路网的总规模, 是城市道路总量的表征。其计算公式为:

$$\text{城市道路网密度} = \frac{\text{城市道路通车总里程}}{\text{城市建成区用地总面积}} \quad (4.18)$$

2. 机动车拥有总量 (D_2)

机动车拥有总量是一个统计值, 可直接在相关城市或交通的统计资料、统计年鉴中查阅。

3. 人均道路面积 (D_3)

人均道路面积是指城市道路总面积与城市人口总量的比值, 它反映了城市交通中人均拥有的交通资源情况。它可以通过计算得到, 也可以直接在相关城市或交通的统计资料、统计年鉴中查阅。

4. 公交站点覆盖率 (D_4)

公交站点覆盖率是指城市公共交通线网建设中：以各个公交站点为中心，以 300 m 为半径的覆盖面积的总和占 50% 的城市用地总面积的比率，或者以 500 m 为半径的覆盖面积总和占 90% 的城市用地总面积的比率。它反映了城市居民出行的便捷度。其计算公式为：

$$\text{公交站点覆盖率} = \frac{500 \text{ m 为半径的公交站点覆盖总面积}}{\text{城市用地总面积} \times (90\%)} \times 100\% \quad (4.19)$$

5. 万人公交车标台数 (D_5)

万人公交车标台数指城市公共交通车辆总数与城市人口总数的比值。在我国现行的《城市道路交通规划设计规范》中给出公交车标台数量为：大城市 10~12.5 标台/万人；中、小城市 6.7~8.3 标台/万人。

此指标同样是一个统计值，可直接在相关城市或交通的统计资料、统计年鉴中查阅。

6. 城市道路网连通度 (D_6)

城市道路网连通度指构成城市道路网的边数与节点数目的比值。它从整体上表达了城市道路网中各节点的连通和通达状况，从平均意义上反映了城市道路网节点连通的强度和可达性。

$$D_6 = \frac{L_N \cdot \xi}{H \cdot N} = \frac{L_N}{\xi \cdot \sqrt{A \cdot N}} \quad (4.20)$$

式中： H ——相邻两个节点间的平均空间直线距离 (km)，其中 $H = \sqrt{A/N}$ ；

L_N ——城市道路长度 (km)；

A ——城市面积 (km^2)；

N ——城市内应连通的节点数目；

ξ ——城市道路网的变形系数，它与城市道路线的弯曲情况及节点分布的几何形状有关。

注：对于方格网型城市道路网可取 $\xi = 1.41$ ；对于放射型公路网可取 $\xi = 2.0 \sim 2.6$ ；