

ESRI 中国（北京）培训中心

ESRI China (Beijing) Training Center

ArcGIS Network扩展模块的使用

Working with ArcGIS Network Analyst Extension

培训师：姜云鹏

vistawn@hotmail.com



内容提要

- 网络分析 (*Network Analyst*) 简介
- 网络数据集 (*Network Dataset*) 基本概念
- 创建网络数据集 (演示)
- 网络分析的实现 (演示)
 - 最优路径分析 (*finding the best route*)
 - 查找最邻近设施 (*finding the closest facility*)
 - 服务区域分析 (*Finding service areas*)
 - 创建起始-目的地成本矩阵 (*Creating an OD cost matrix*)

Part1 网络分析(*Network Analyst*)简介

1.1 什么是网络（地理网络）

1.2 地理网络的类型

1.3 网络分析所解决的问题

1.4 网络分析面向的用户

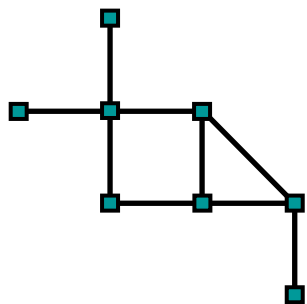
1.5 ArcGIS支持的网络类型

1.1 什么是网络（地理网络）？

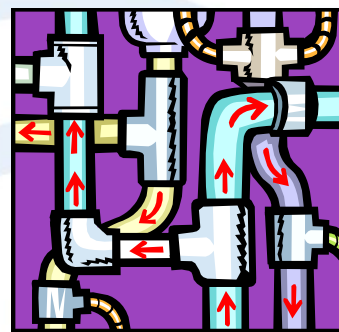
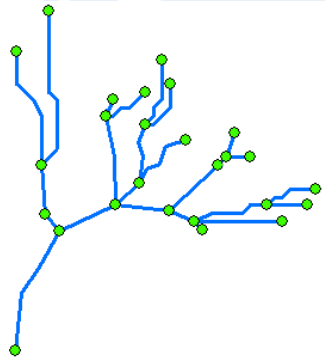
- 由一系列相互连通的点和线组成，用来描述地理要素（资源）的流动情况。



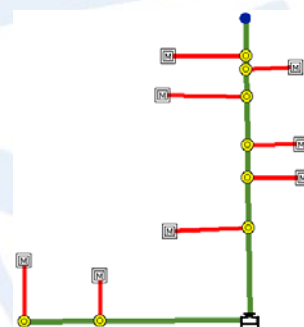
Roads



Streams



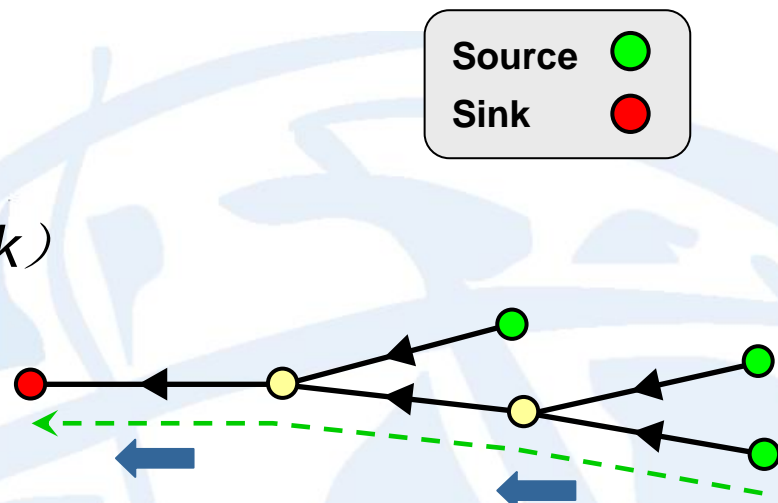
Utilities



1.2 网络的类型

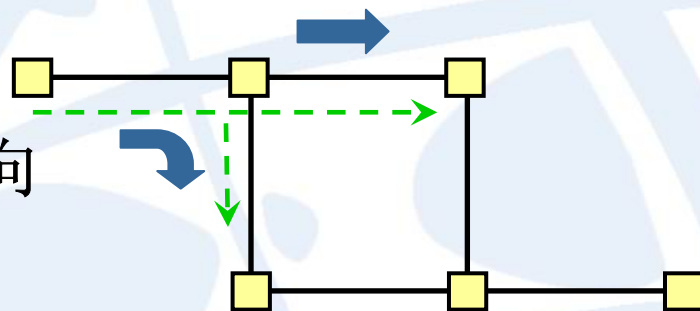
- 定向网络

- 流向由源 (*source*) 至汇 (*sink*)
- 网络中流动的资源自身不能决定流向 (如: 水流、电流)



- 非定向网络

- 流向不完全由系统控制
- 网络中流动的资源可以决定流向 (如: 交通系统)



1.3 网络分析需要解决的问题

路径分析：

- 点对点最优路径

- 多目标点访问，如物流配送

- 障碍分析

服务区判定：

- 服务范围生成

查找最邻近设施

导航：

- 导航图生成

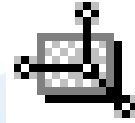
1.4 网络分析面向的用户

- 所有需要高质量，基于**GIS**的路径与网络分析功能的软件用户都可以使用**ArcGIS**网络分析模块。可以从**ArcGIS**网络分析模块受益的行业包括交通，医疗，公共安全，教育，公共事业，地方政府，商业等等。

1.5 ArcGIS支持的网络类型

◆ ArcGIS支持以下两种网络：

□ 几何网络 (*Geometric networks*)



- 用于定向网络分析（如：水流、电流等）
- 线 & 点 → Geometric network
- ArcMap中使用 Utility Network Analyst 工具条

□ 网络数据集 (*Network datasets*)



- 用于非定向网络分析（如：交通问题）
- 线,点&转弯 (*turns*) → Network dataset
- 使用 ArcGIS Network Analyst扩展模块

◆ 要素类不能同时参与Geometric Network和Network Dataset

几何网络 vs. 网络数据集

	Geometric networks	Network datasets
网络组成元素	Edges and junctions	Edges, junctions, and turns
数据源	GDB 要素类 (<i>only</i>)	GDB 要素类, shapefiles, 或 StreetMap数据
连通性管理	网络系统管理	创建数据集时用户控制
网络属性 (权重)	基于要素类属性	更灵活的属性模型
存在位置	GDB要素集 (<i>only</i>)	要素集或文件夹
网络模式	单一模式	单一或多模式

Part 2 网络数据集 (*Network Dataset*)

基本概念

- 2.1 什么是网络数据集
- 2.2 网络数据集的数据源
- 2.3 理解网络的连通性
- 2.4 转弯 (*Turns*)
- 2.5 网络数据集属性

2.1 什么是网络数据集？

- ArcGIS网络分析所使用的网络存储在网络数据集中，它由一系列参与网络的要素构成，是一种高级的连通性模型，可以模拟复杂的场景，如多模的交通网络，也可以对复杂的网络属性进行处理，例如各种限制，网络等级等。
- 网络数据集由两部分组成：
 - 物理网络：
 - 用于构建网络并生成网络元素：边线（edges）、交汇点（junctions）和转弯（turns）。
 - 逻辑网络：
 - 由一系列属性表组成，用来模拟网络的连通性，定义网络元素的关系。

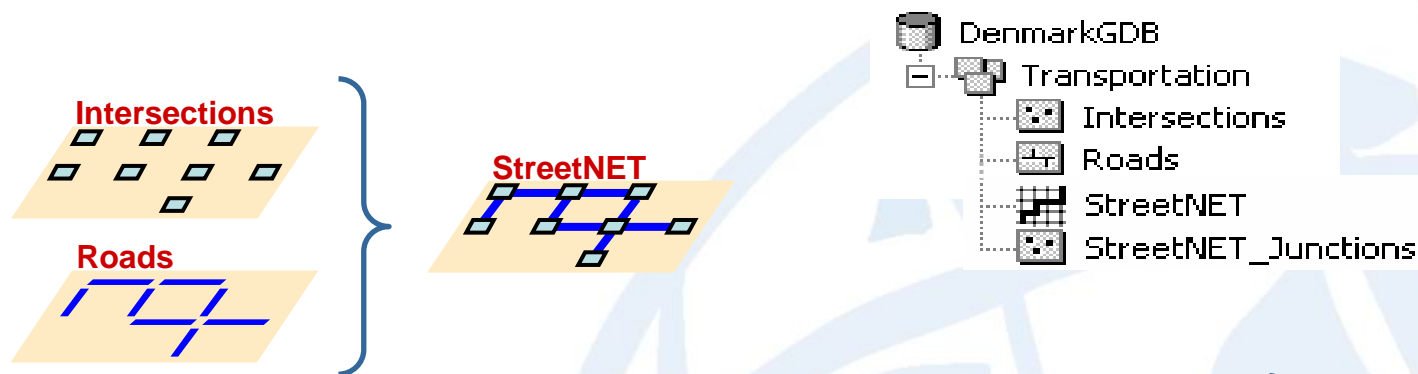
2.2 网络数据集的数据源

- 边线数据：线数据。参与网络数据集的边线被定义为双向的。
- 交汇点数据：点数据。交汇点可以连接任意多条边线。
- 转弯数据：转弯数据。该类型数据专门用于网络数据集，可由线数据或描述边界转向关系的**turn**表生成。

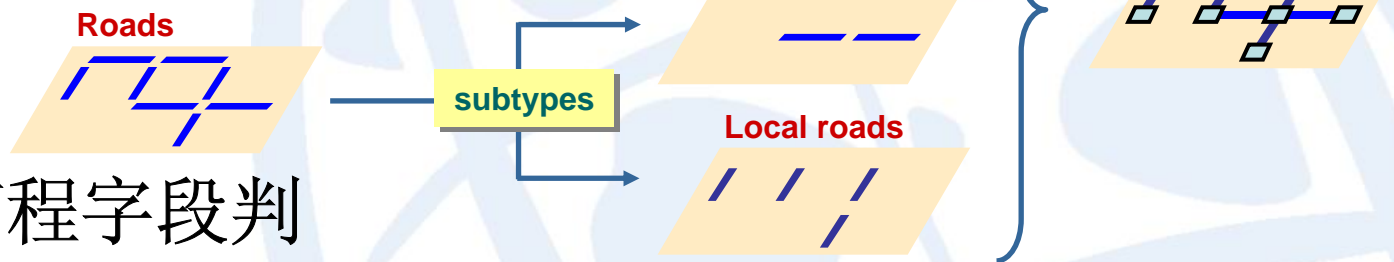
* 参与网络数据集的要素类可以参与拓扑，可以被注册为版本。但网络数据集本身不能被注册为版本。

2.3 理解网络数据集的连通性--- (Connectivity)

- 连通性可在参与网络的要素类中定义



- 也可以在要素类子类
(**subtype**) 中定义

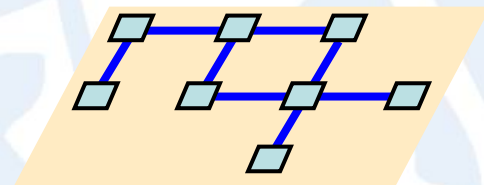
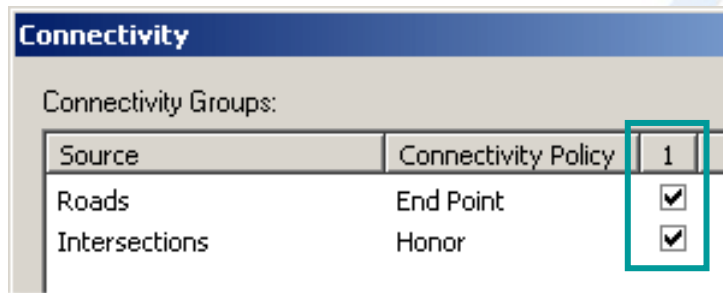


- 可以使用高程字段判断连通性

连通组 (*Connectivity group*) 和连通策略 (*connectivity policy*)

- 连通组

- 对点或线要素的逻辑分组，用来定义哪些网络元素是连通的。
- 默认情况下，参与要素存在于一个连通组中。

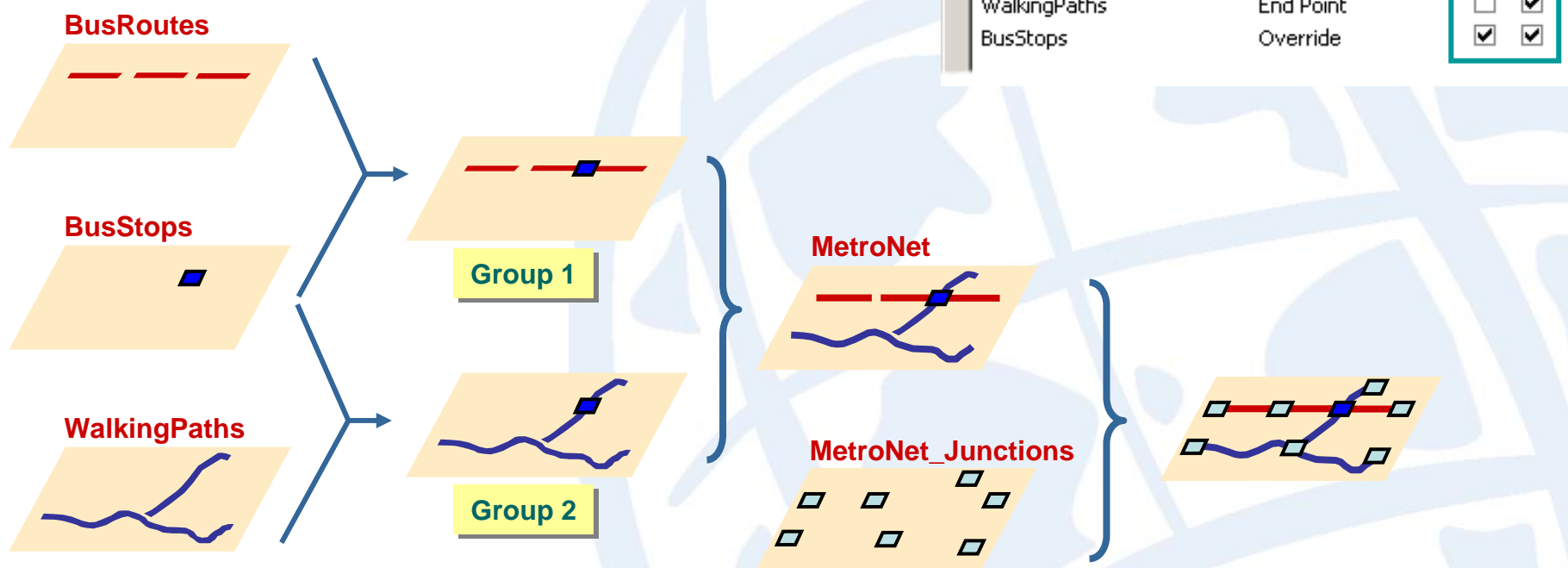


- 连通策略

- 用来定义一个连通组内的网络元素相互之间的连通方式。

2.3.1 连通组 (*connectivity groups*)

- 默认情况下参与网络要素处于同一个连通组，也可以在一个网络数据集中定义多个组，用来进行高级网络建模。
- 多连通组构建多模式网络的基础



2.3.2 连通策略 (*Connectivity policies*)

- 线要素
 - 端点连通 (*Endpoints*)
 - 任意节点 (*Any vertexes*)
- 点要素
 - 依据边线规则 (*Honor*)
 - 交点处连通 (*Override*)
- 高程字段 (*Elevation Field*)

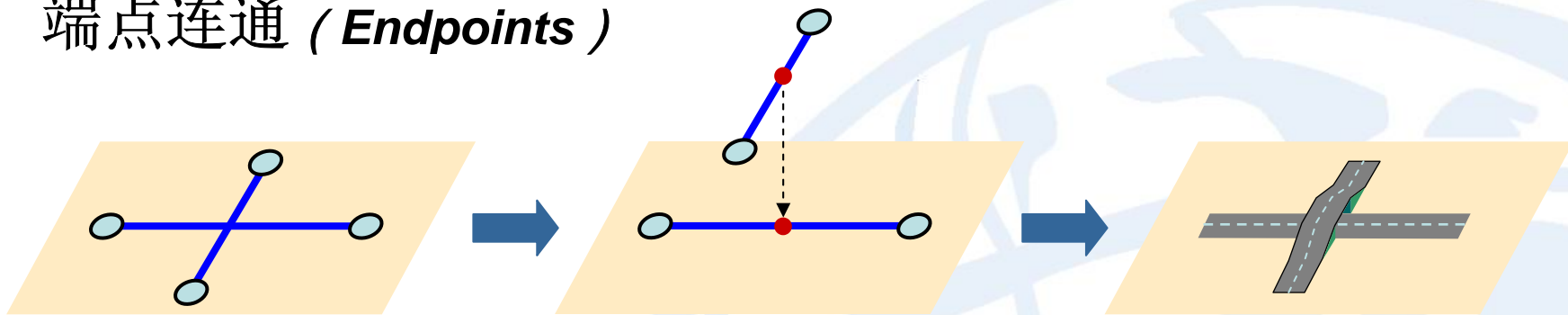
线要素连通性

- 线要素
 - 每个子类要素只能只能参与到一个连通组中
 - 连通策略在同一个连通组中定义
- 默认情况下，不同连通组中的线要素不连通
 - 可以使用点要素定义不同连通组中的线要素的连通性
- 可以使用两种连通策略
 - * 只有在线相交处应用
 - 端点连通 (**Endpoints**)
 - 任意节点连通 (**Any vertexes**)

边线连通策略

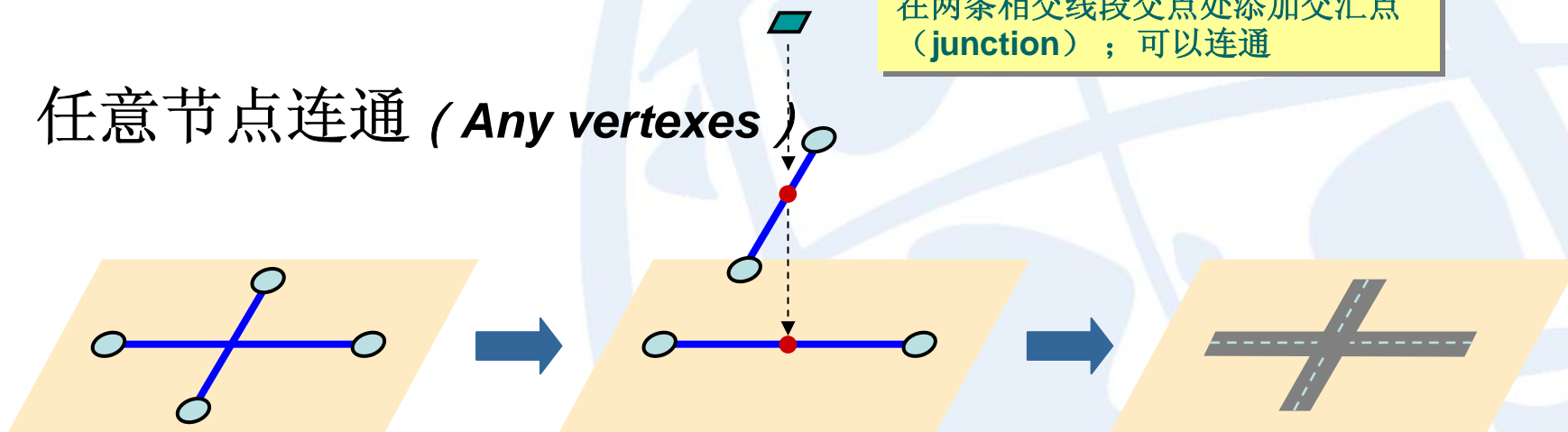
两个线要素在交点处并没有打断，所以不连通

- 端点连通 (*Endpoints*)



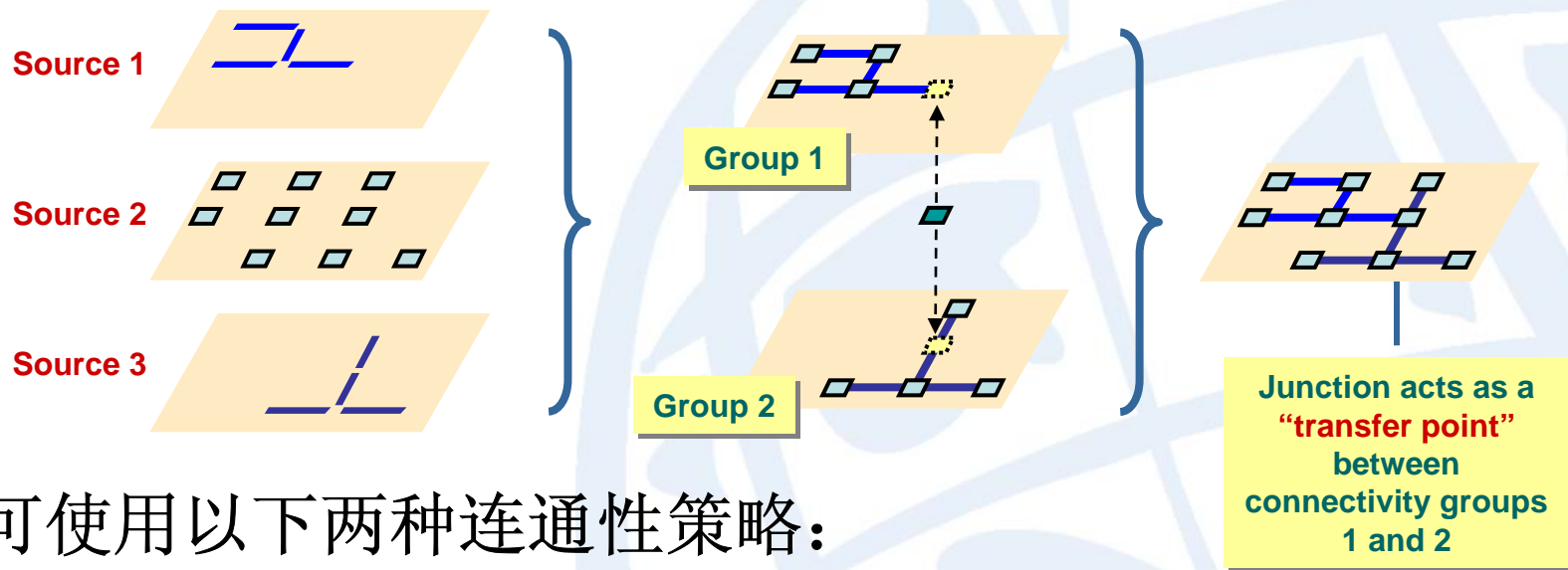
在两条相交线段交点处添加交汇点 (*junction*) ； 可以连通

- 任意节点连通 (*Any vertexes*)



点要素连通性

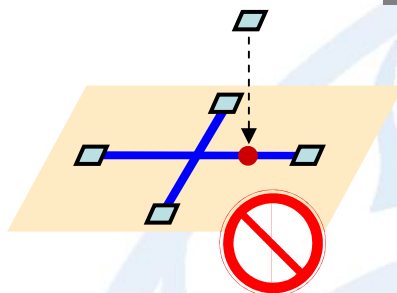
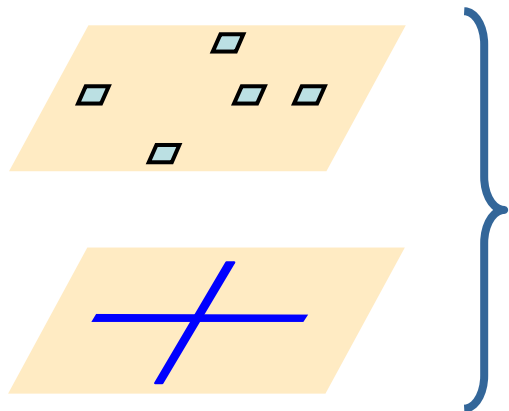
- 点要素
 - 可以参与到多个连通组中
 - 可以将同一或不同连通组中的线要素连通



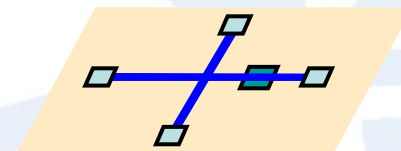
- 可使用以下两种连通性策略：
 - 依边线规则 (*Honor*)
 - 交点处连通 (*Override*)

交汇点连通性策略

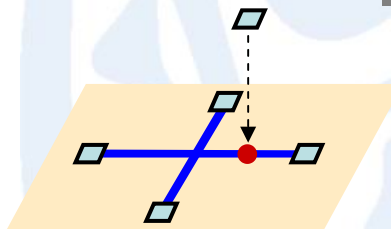
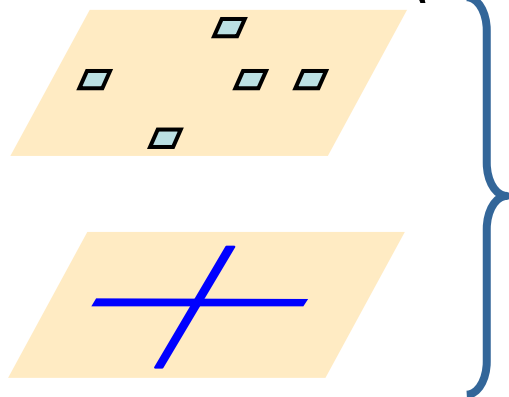
- 依边线规则 (*Honor*)



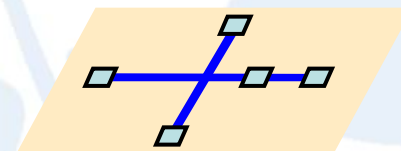
Coincident point feature is not connected to the line feature



- 交点处连通 (*Override*)



Coincident point feature “burns through” and a new junction is added at location

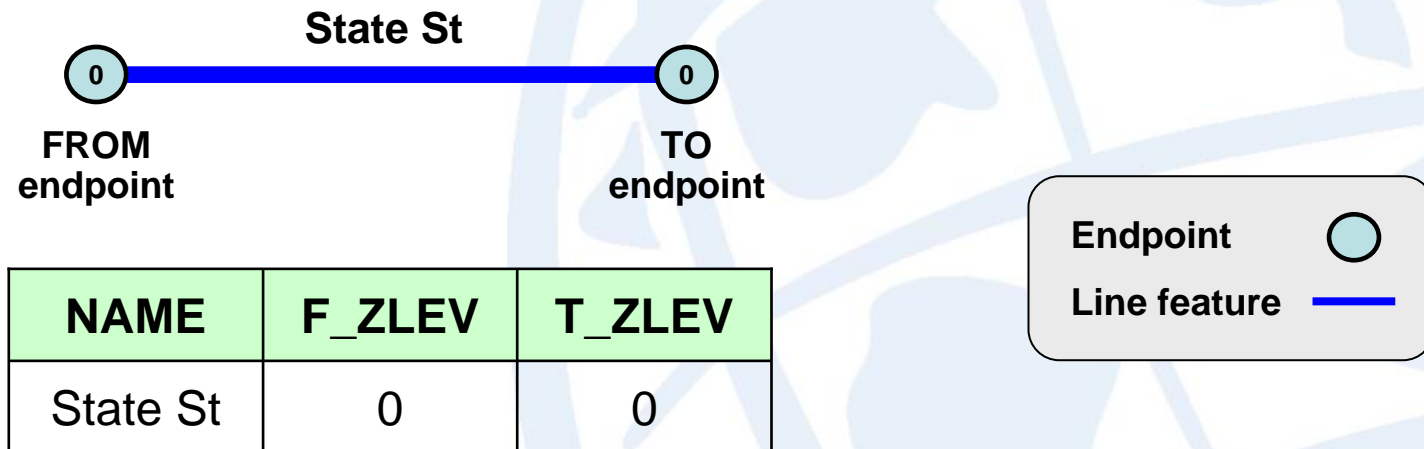


连通性策略总结

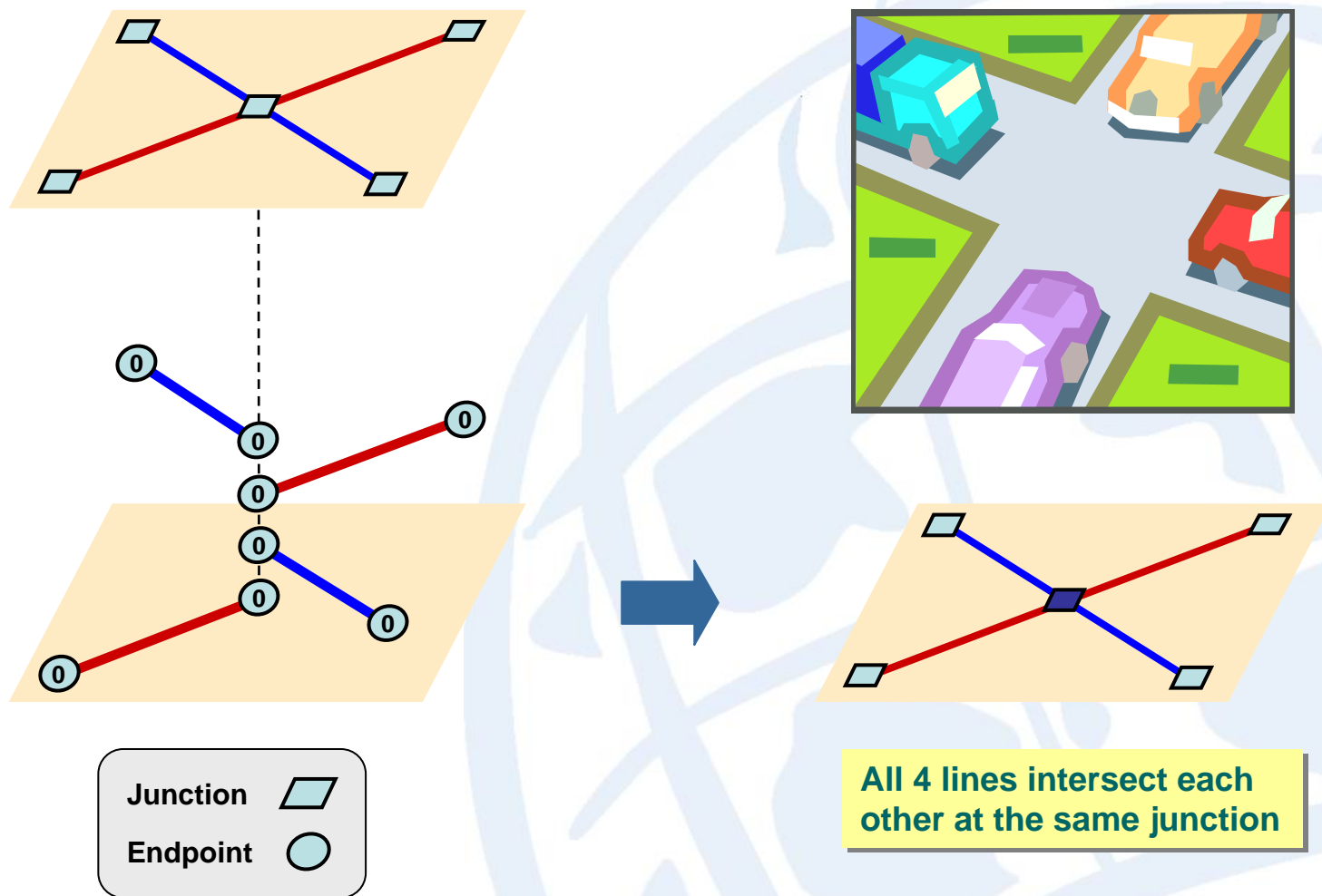
线要素	
端点连通	边线只能在端点处与其它边线或交汇点连通。
任意节点连通	一条边线可以与其它边线或交汇点的任意节点处连通。单个源要素可能被创建成多条连通的边线要素。
点要素	
依边线规则	根据边线元素的连通性策略决定交汇点与边线的连通性。如果边线策略为任意节点连通，那么在交汇点处连通，否则边线端点处连通。
交点处连通	交汇点与边线的连通策略为任意节点处连通。忽略边线的连通策略。

2.3.3 高程字段 (*Elevation fields*)

- 通过应用高程字段，使得网络数据集能够表达线要素的高度起伏关系。
- 通过高程字段判定边线的连通性。
- 通常命名为 **z-elevation** 或 **z-levels**

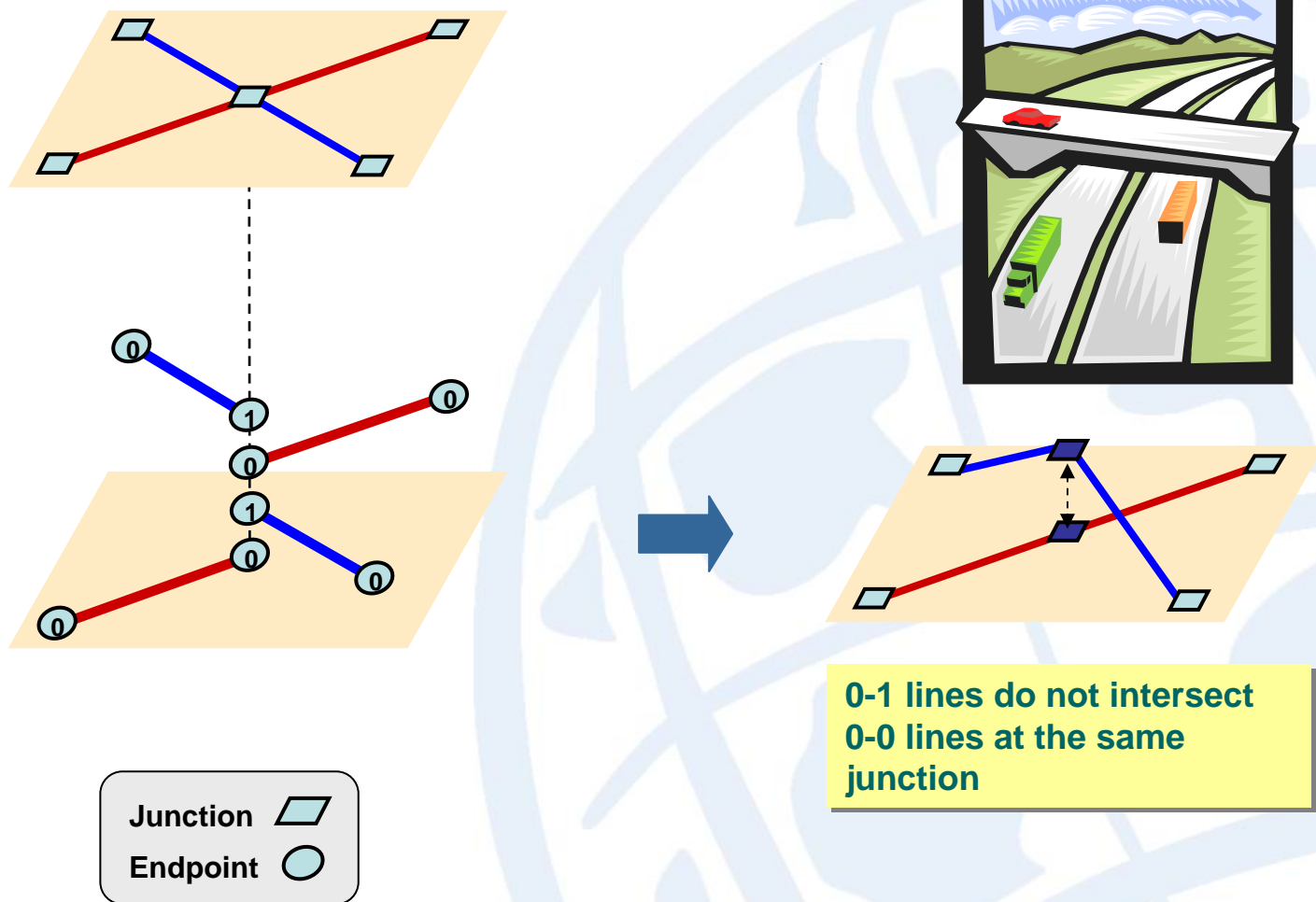


相交情况：高程值相等



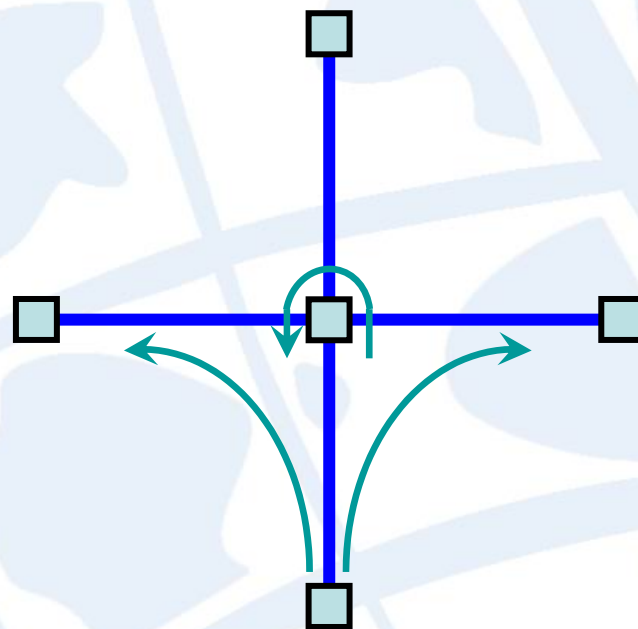
不连通：高程值不等

- 如高架桥、地下通道关系



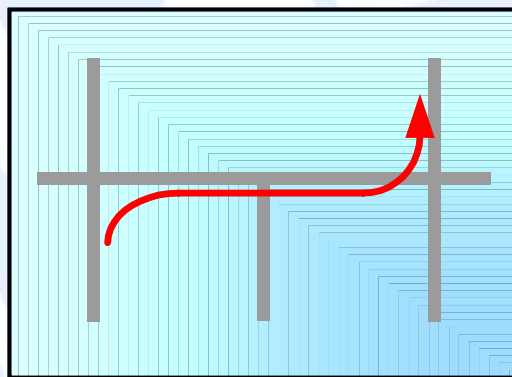
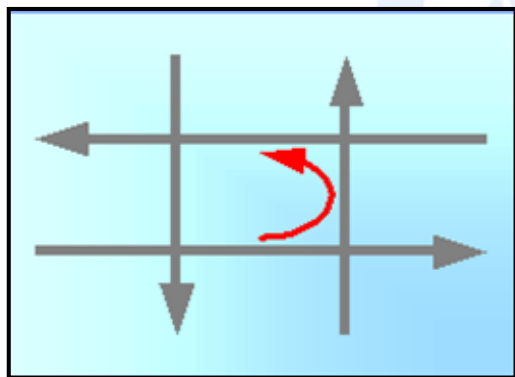
2.4 转弯 (*turns*)

- 转弯 (***Turns***) 描述了两到多个边线元素的转向特征。
- 用于模拟网络中流动资源的通行成本或者限制。
- 通过使用转弯元素，可以更加真实地进行网络模拟。
- 两种选项设置：
 - 转弯 (***Turn***) 要素
 - **Global turns** (默认)



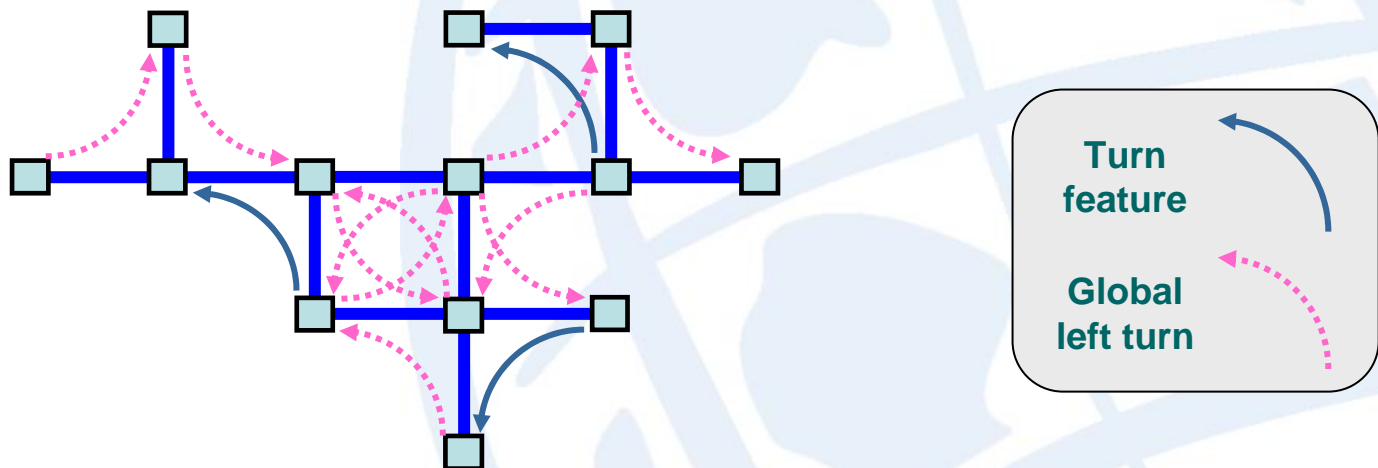
2.4.1 转弯Turn 要素

- 基于线要素创建的特殊要素类
- 可以通过两种方法生成
 - 创建新的**Turn**要素
 - **turn table** → **line feature class**
- 支持复杂转向



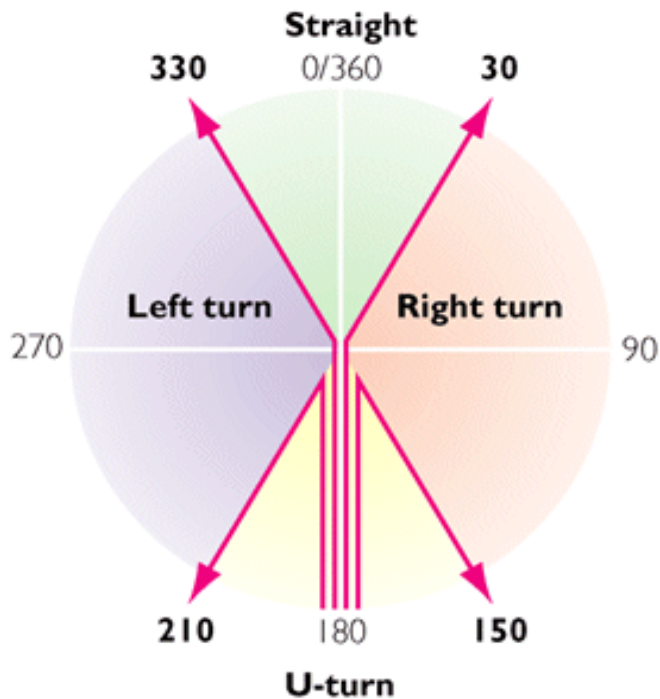
2.4.2 Global turns

- 转弯元素会在网络创建时，在任意两个连通的边线处自动创建。
 - 右转弯，左转弯，**U**转弯（调头），以及直行。
 - 只有不存在转弯要素处创建。



为Global Turn设置通行成本

- 可以使用VBScripts。



Turn.Angle is measured in degrees clockwise from straight ahead

Evaluators

Attribute: Minutes

Attribute Values:

Source Values Default Values

!	Source	Direction	Element	Type	Value
			Edge	Constant	0
			Junction	Constant	0
			Turn	VB Script	<expression>

```
a = Turn.Angle
If a > 210 And a < 330 Then
  TurnTime = 0.50
Else
  TurnTime = 0
End If
```

Value = TurnTime

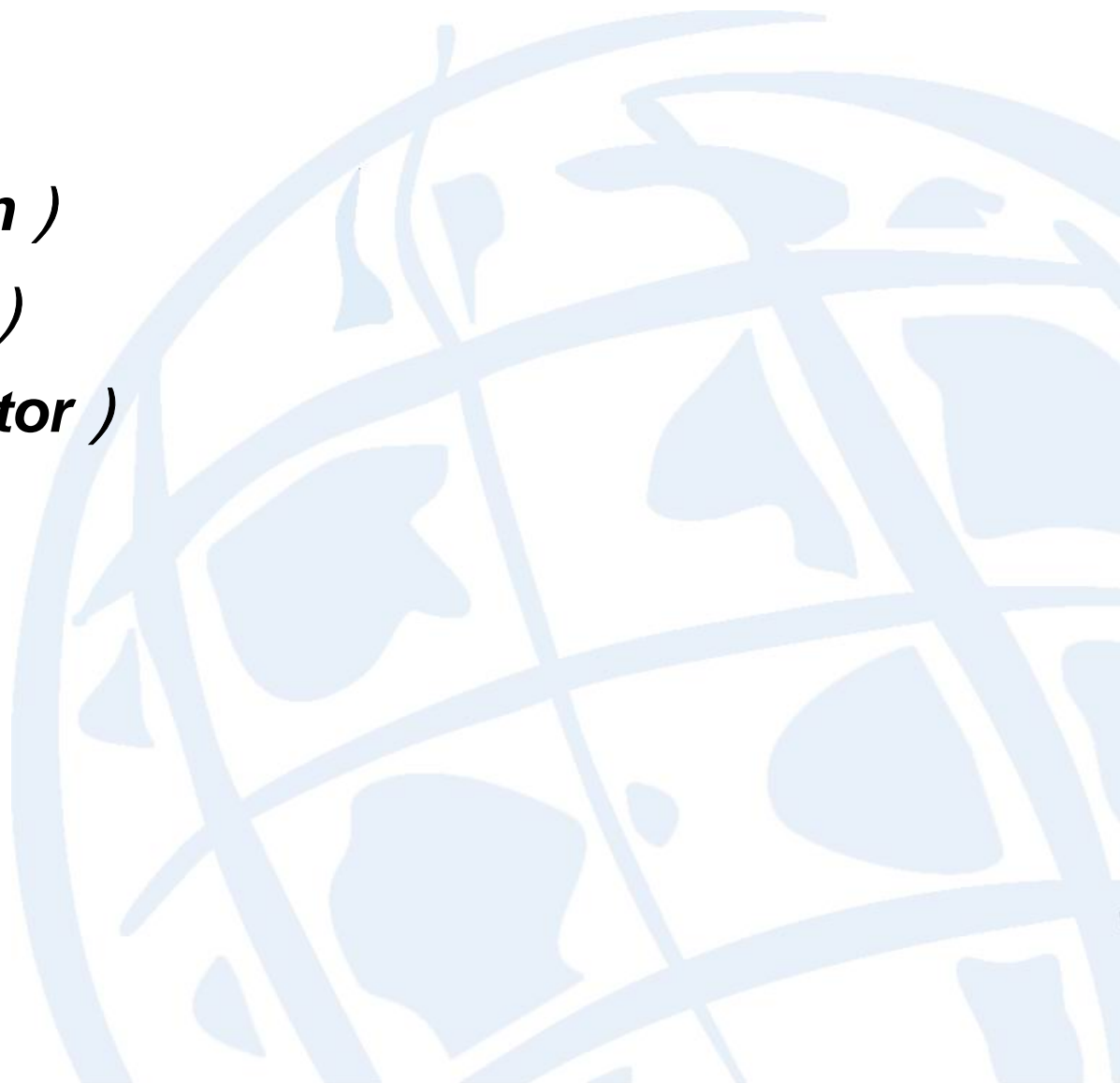
This Pre-Logic VB Script code adds a 30-second penalty for left turns

2.5 网络数据集属性 (*Attributes*)

- 可以通过数据集的属性控制网络的走向。比如网络中的要素流动时的阻值、单行路等设置。
- 每个属性都有相应的名称 (*Name*)、用途 (*Usage*)、单位 (*Units*)、数据类型 (*Data type*)。
- 用户可以根据需要添加/删除这些属性。

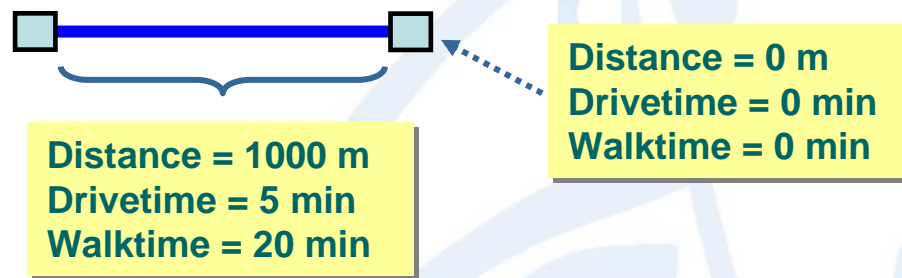
网络属性的四种用途 (类型)

- 成本 (**Cost**)
- 限制 (**Restriction**)
- 等级 (**Hierarchy**)
- 描述符 (**Descriptor**)

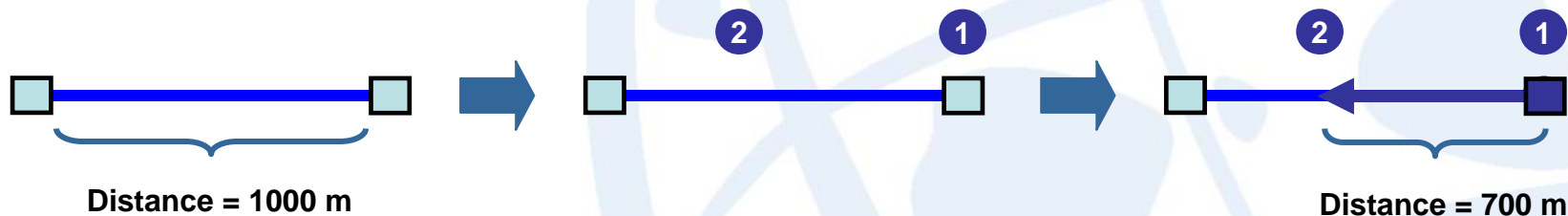


成本 (Cost) 属性

- 穿过网络元素时累积的某种属性值。如行车时间，步行时间，距离等。



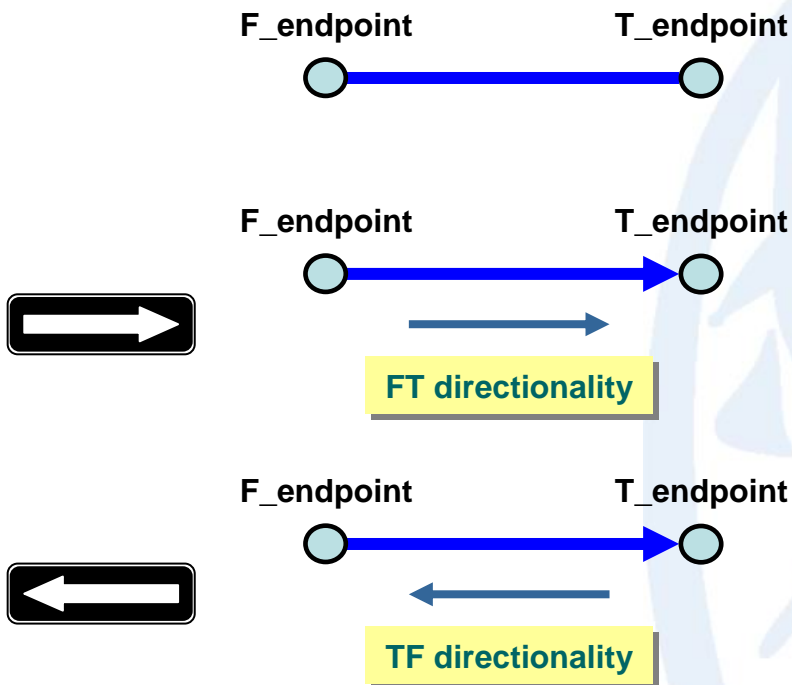
- 在边线上的值会根据边线长度分配



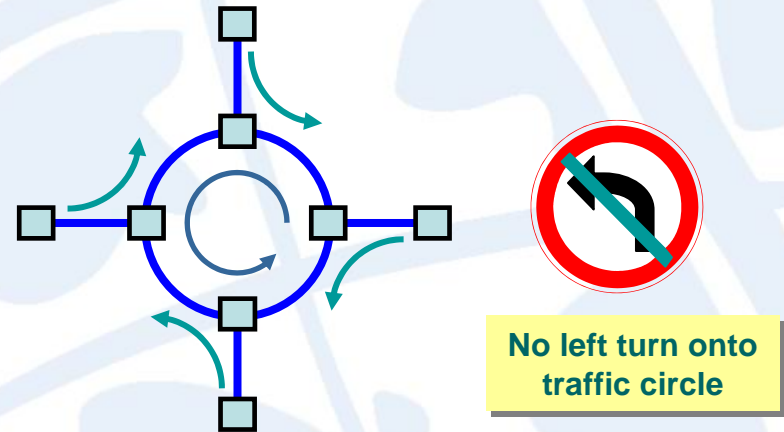
限制 (*Restriction*)

- 布尔表达式：
 - Restricted (true)* 或者 *Traversable (false)*

One-way directionality



Restricted turns

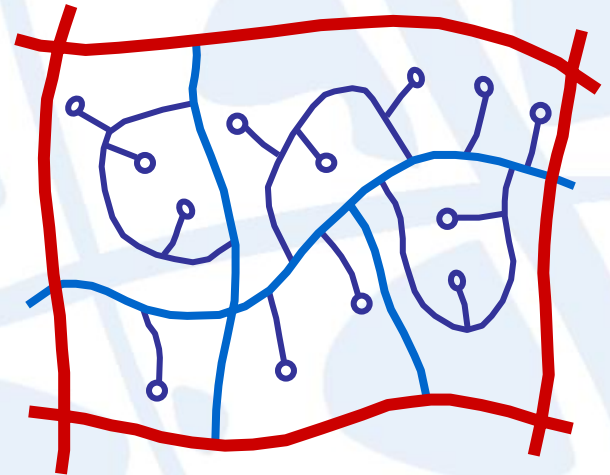
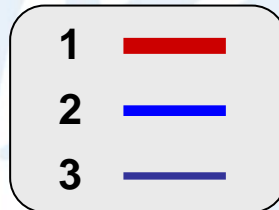


等级 (*Hierarchy*)

- 通过整型值对边线元素进行等级划分
- 用于在网络数据集中查找路径
- 默认支持三个等级

– 如: ***Road Type***

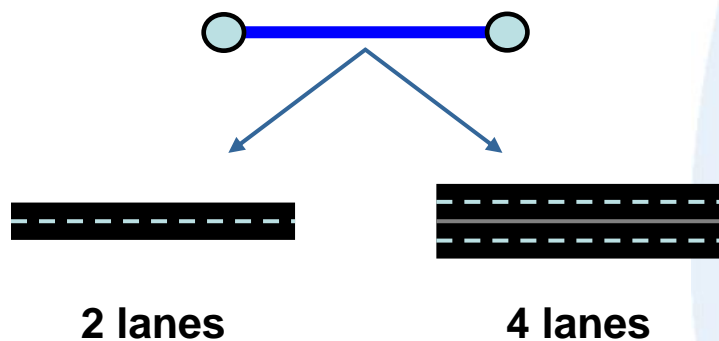
- 1 = highway
- 2 = major road
- 3 = local street



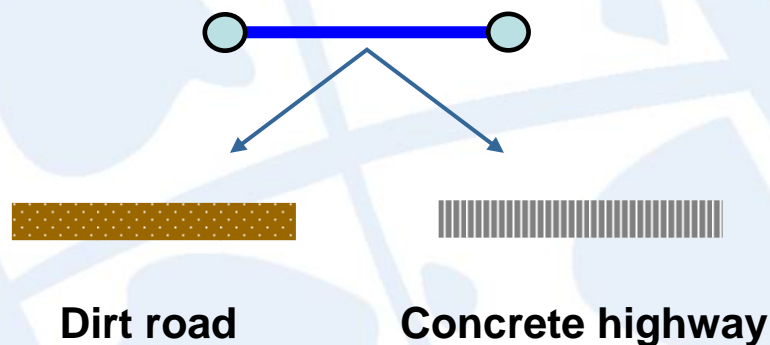
描述符 (*Descriptor*)

- 用于描述网络元素的整体特征。如：车道数、材质信息等。
- 不参与分配。

Number of lanes



Material type



为网络属性赋值

- 用户可以为每个网络源数据赋属性
 - 线要素被认为是双向的

The diagram illustrates the process of assigning attributes to network data. On the left, three categories of network data are shown: **Streets** (represented by blue line segments), **ParisNet_Junctions** (represented by black diamond shapes), and **Turns** (represented by green curved arrows). On the right, a screenshot of the **Evaluator** window is shown. The **Attribute** dropdown is set to **Drivetime**. The **Attribute Values** section has two tabs: **Source Values** and **Default Values**. The **Source Values** tab is active, displaying a table with the following data:

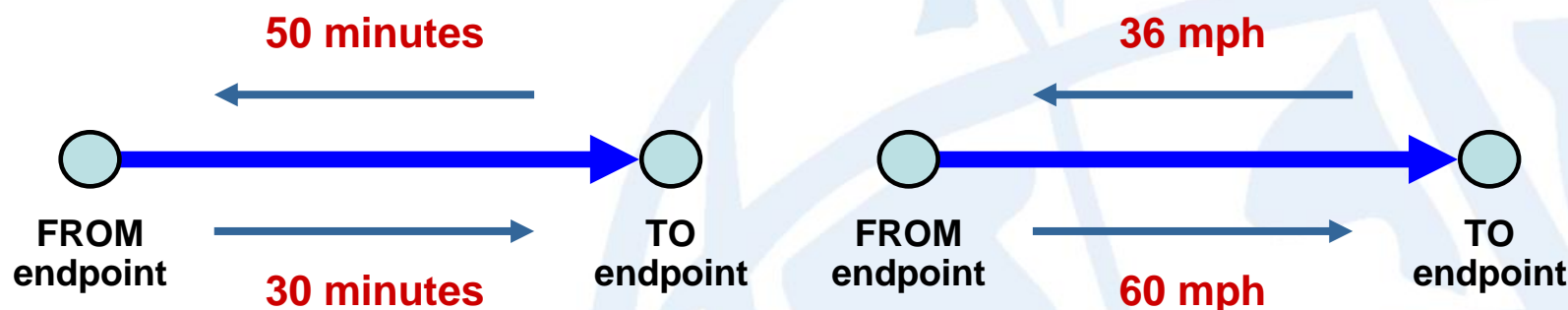
!	Source	Direction	Element	Type	Value
1	Streets	From-To	Edge	Field	Meters
2	Streets	To-From	Edge	Field	Meters
3	ParisNet_Junctions		Junction		
4	Turns		Turn		

Blue arrows point from the **Streets**, **ParisNet_Junctions**, and **Turns** categories to the corresponding rows in the table. A yellow box labeled **Evaluator** is positioned above the table, and a green box highlights the **Attribute Values** section.

- 属性值可以通过字段计算器赋值。

属性与边线的方向性

- 对于边线元素，要为边线的每个方向赋值
 - 边线的方向由数字化方向决定



FT_Minutes	TF_Minutes	FT_Speed (mph)	TF_Speed (mph)
30	50	60	36

计算器

- 网络数据集中，用来为每个网络元素属性赋值
 - 可以通过以下三种类型赋值：
 - 字段 (**Field**) – 根据网络数据源已有字段
 - 常数 (**Constant**) – 赋予一个常数值
 - VBScript – 通过脚本对属性值赋值

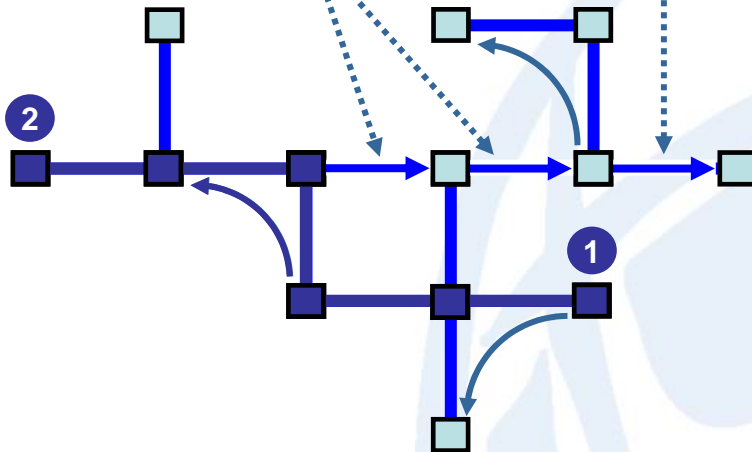
属性	计算器
Length	<i>Field</i> – 依据 [meters] 字段
SpeedLimit	<i>Field</i> – 依据 [speed] 字段
TurnRestriction	<i>Constant</i> – “true” (implies all turns restricted)
DriveTime	<i>VBScript</i> – use attributes Length/SpeedLimit

网络属性的使用

- 在网络分析中使用属性，可以影响分析结果

Different
attribute
value

Length = 100:100
Drivetime = 10:0
Oneway = true:false*
Speed = 10:0



Network elements



Length = 0
Drivetime = 1
Oneway = false
Speed = -1



Length = 100:100
Drivetime = 10:10
Oneway = false:false
Speed = 10:10

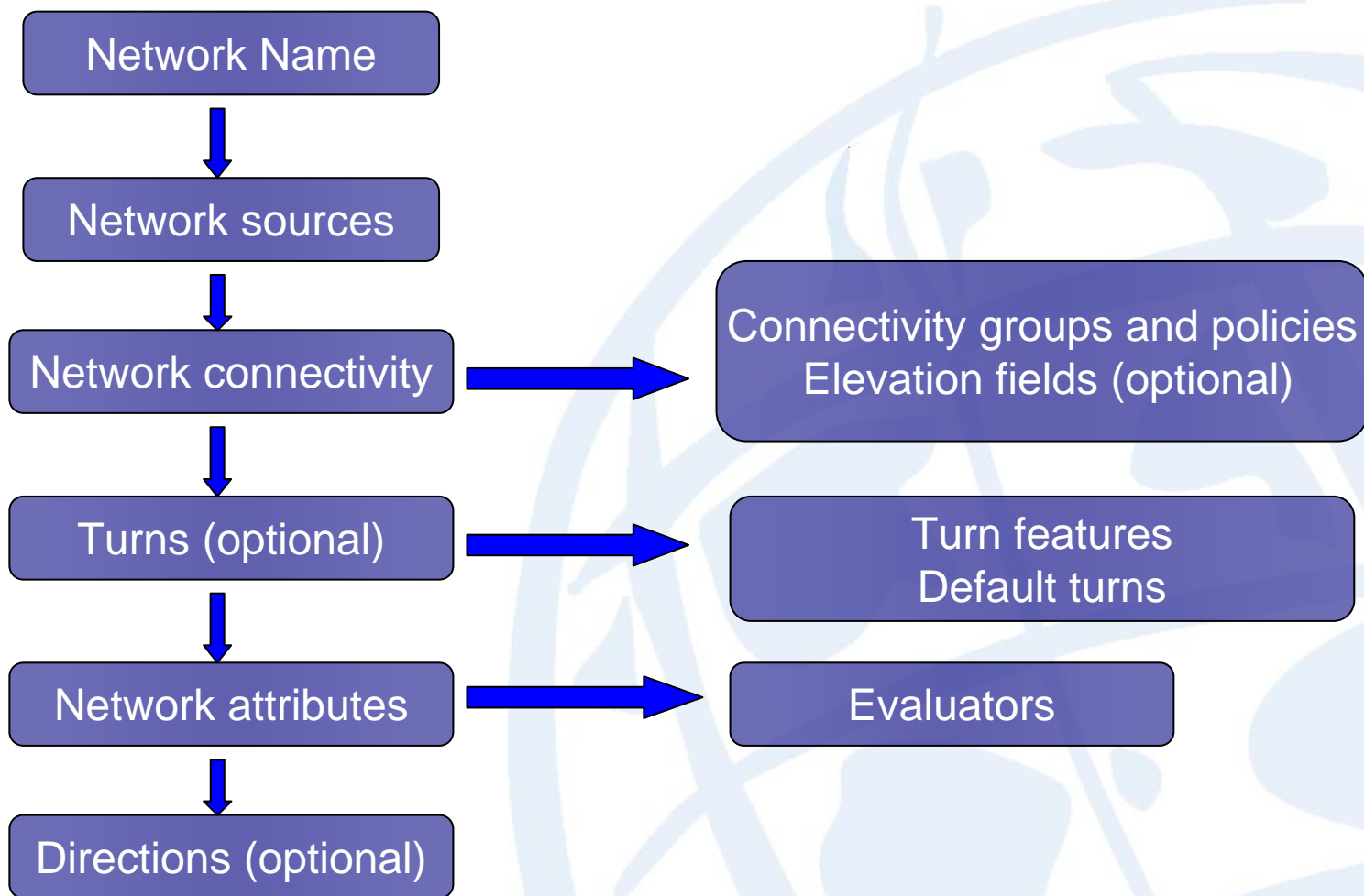


Length = 0
Drivetime = 2
Oneway = false
Speed = 5

- 分析设置（如）：
 - Impedance – Length
 - Restriction – Oneway streets

* Different values because of
edge bi-directionality

Part 3 创建网络数据集



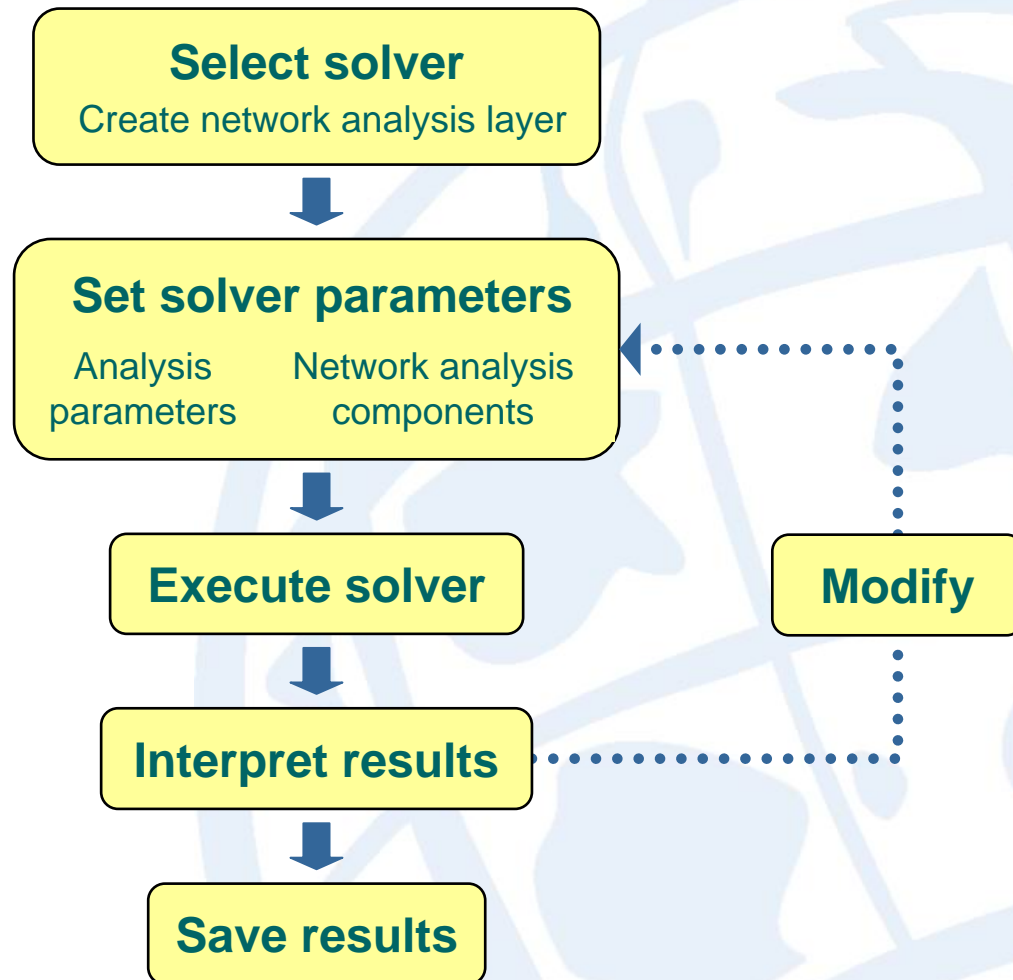
Demo

- **Shapefile source**
- **Geodatabase source**
- **Single-mode network**
- **Multi-mode network**

Part 4 网络分析的实现 (Demo)

- 最优路径分析 (*finding the best route*)
- 查找最邻近设施 (*finding the closest facility*)
- 服务区域分析 (*Finding service areas*)
- 创建起始-目的地成本矩阵 (*Creating an OD cost matrix*)

网络分析的流程



感谢聆听！

培训师：姜云鹏

E-mail: vistawn@hotmail.com

本次培训中心相关讲座内容将会在
<http://training.esrichina-bj.cn>
上提供下载，敬请关注！