

4.2 电路分析的基本方法 (列写方程法)

概 述

本章讨论线性电路的一般分析方法，包括：

- 1、支路电流法
- 2、回路电流法
- 3、网孔电流法
- 4、节点电压法
- 5、改进节点法

各种分析方法的理论基础是基尔霍夫电压定律（**KVL**）和电流定律（**KCL**）以及欧姆定理。通过建立电路**KVL**或**KCL**方程，并借助网络图论的知识选取独立方程，从而达到分析计算电路中的电压、电流、功率的目的。

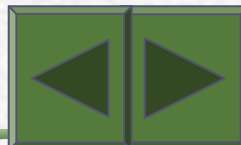
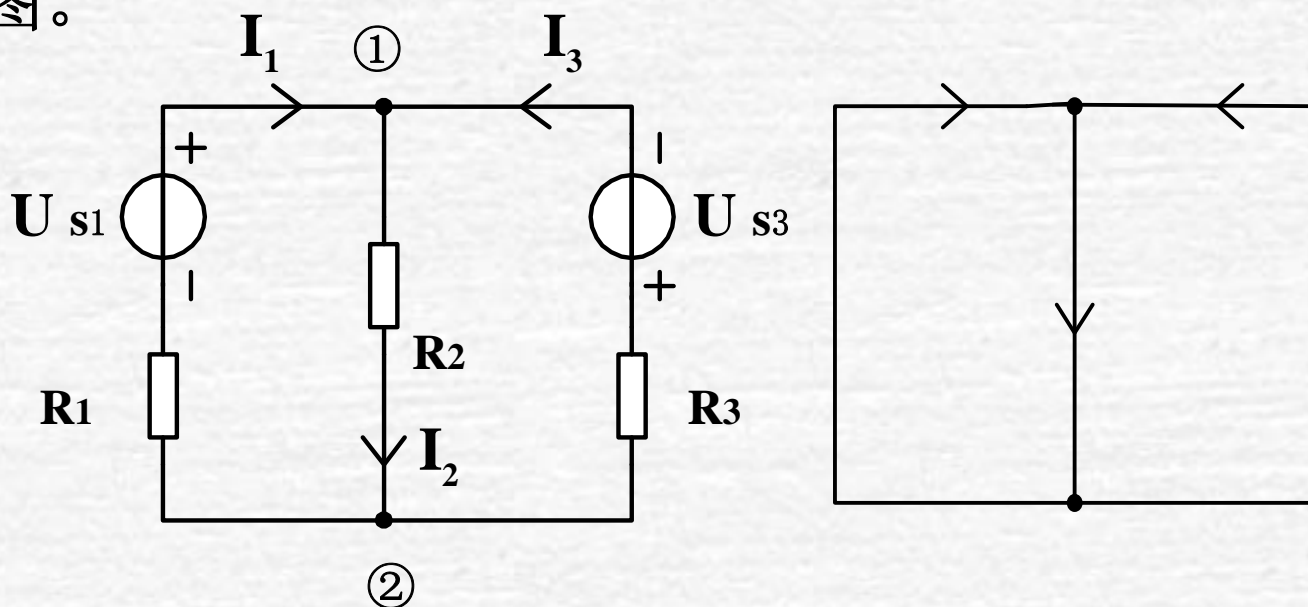
本章介绍的分析计算方法是以后各章的学习基础。

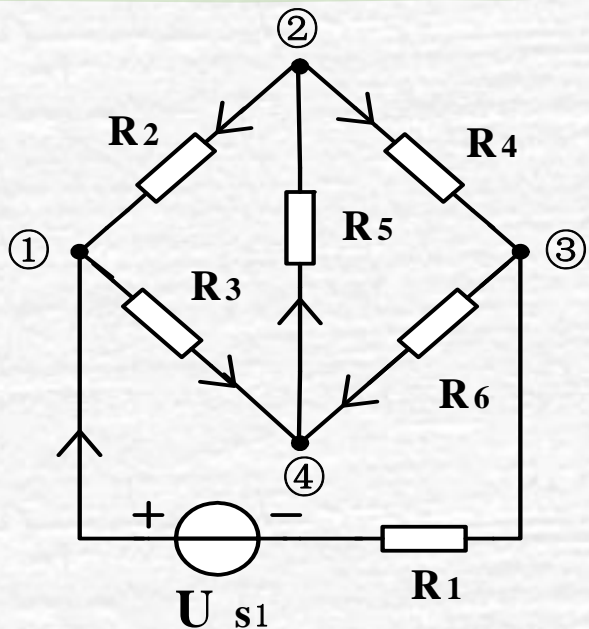


一、有关概念 4.2-0 网络图论的概念

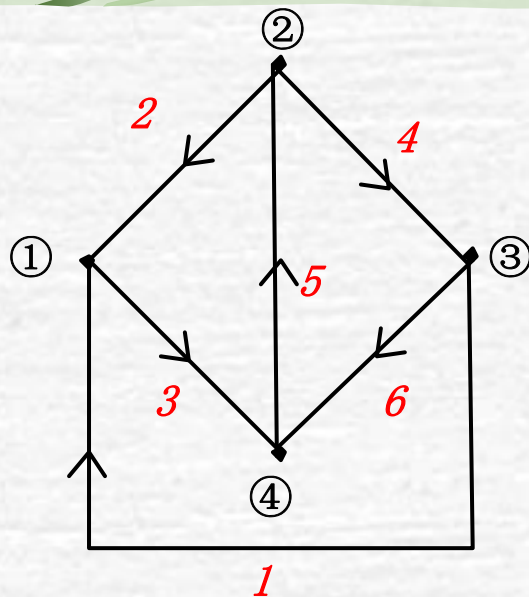
1、电路图与拓扑图

对于一个由集中参数元件组成的电网络，若用线段表示支路，用圆点表示节点，由此得到一个由**线段**和**点**所组成的图，称此图为原电网络的拓扑图，简称为线图或图。





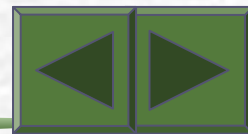
电路图



对应的拓扑图

拓扑图是由点（节点）和线段（支路）组成，反映原电路的结构（支路与节点之间的连接关系）。

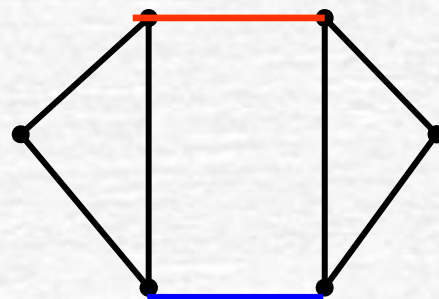
图（Graph） $G = \{\text{线段（支路）}, \text{点（节点）}\}$



2、连通图

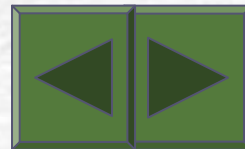
当图的任意两个节点间至少存在一条连通的途径时，称为连通图，否则为非连通图。

非连通图至少存在两个分离部分。



3、不可分图

连通图任二个节点之间至少存在一个回路，则称为不可分图，否则为可分图。

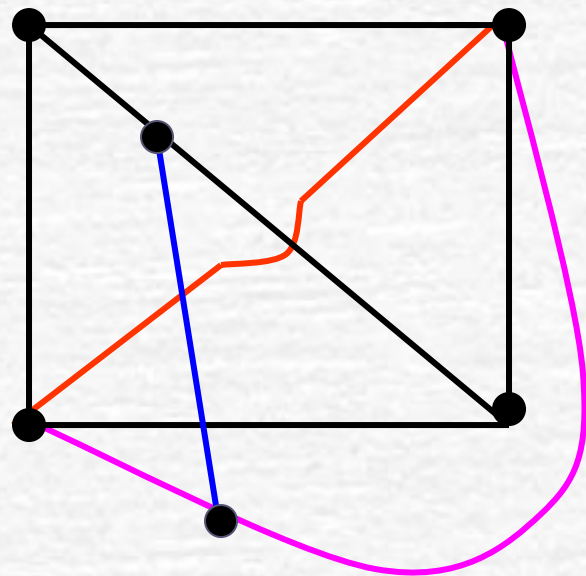


4、平面图

如果将一个电路图铺在一个平面上，除节点外，再没有其他交叉点，这样的电路图称为平面图，否则为非平面图。

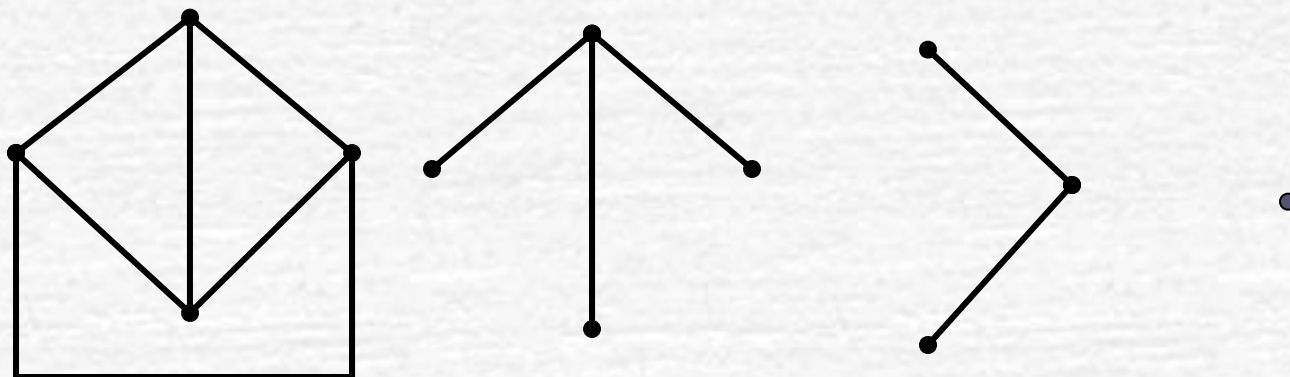
仍为平面图

非平面图



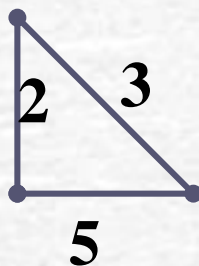
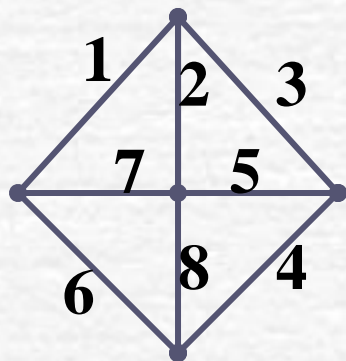
5、子图

如图 G_1 中所有的支路与节点均是图 G 的支路与节点，则称图 G_1 是图 G 的子图。

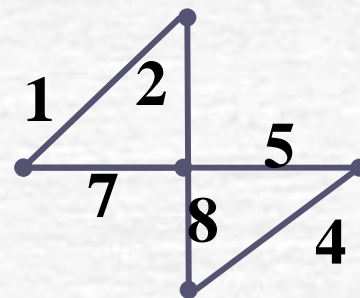


6、回路 (Loop)

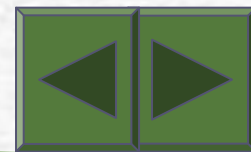
L 是连通图的一个子图，构成一条闭合路径，并满足：(1)连通；(2)每个节点关联支路数恰好为2。



回路



不是回路

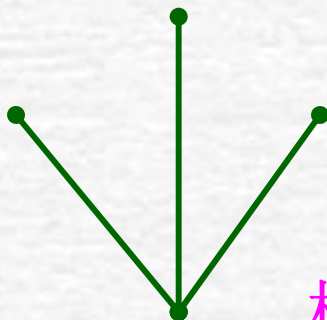
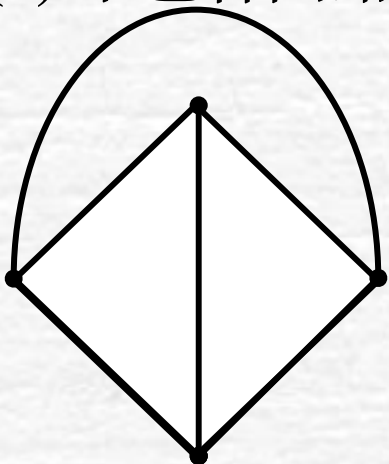


二、树 (Tree)

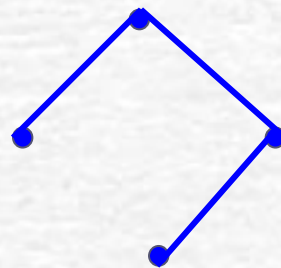
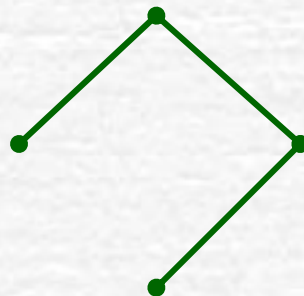
T是连通图**G**的一个特殊子图，满足下列条件：

- (1) 子图本身连通；
- (2) 包含连通图所有节点；
- (3) 不包含回路。

树的选择不是唯一的



树



树支：属于树的支路

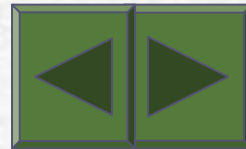
连支：属于**G**而不属于**T**的支路

树支数=节点数-1

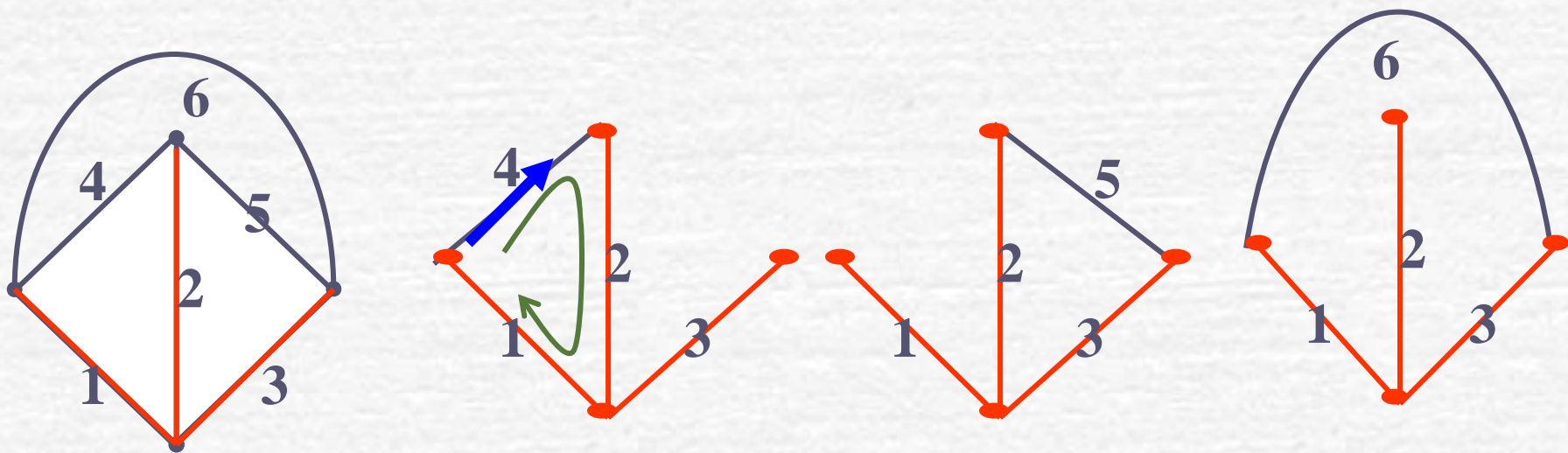
$$b_T = n - 1$$

连支数=支路数-树支数

$$b_L = b - (n - 1)$$



三、基本回路：是由一条连支与若干树支组成的回路，称为基本回路，又称单连支回路。

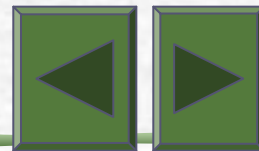


一条连支加上若干树支必能组成回路；

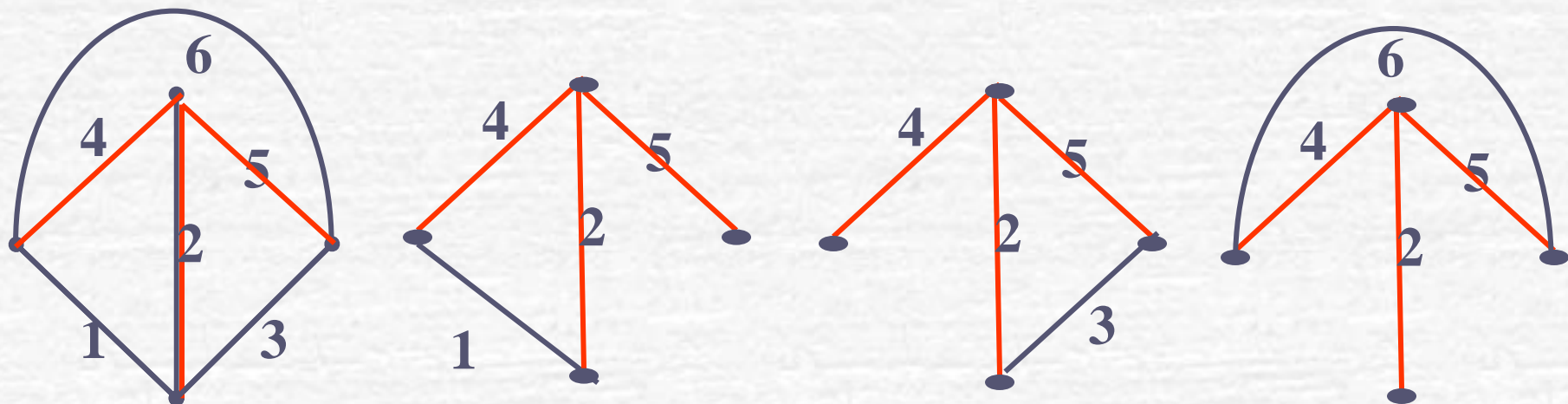
各单连支回路彼此独立；

基本回路的方向：单连支支路的方向；

$$\text{基本回路数} = \text{连支数} = b - (n - 1) = b - n + 1$$



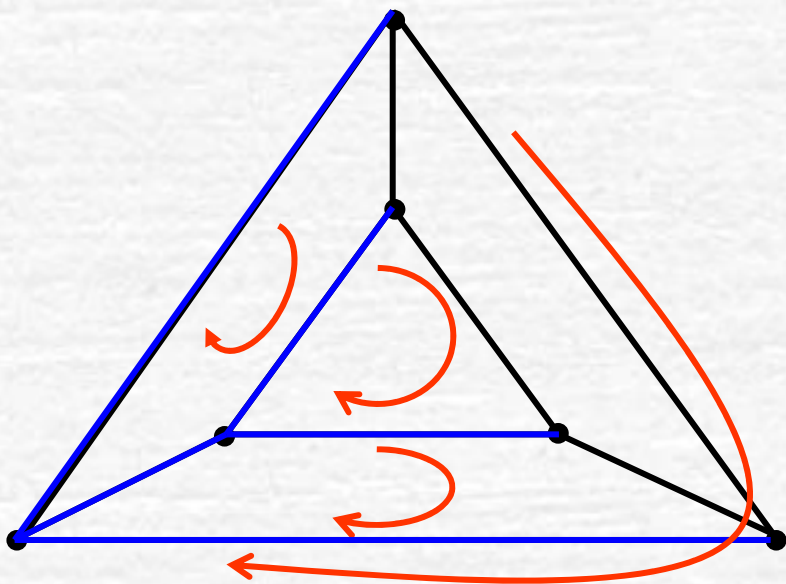
网孔与基本回路



选取2、4、5为树，对应的基本回路就是网孔

? 网孔一定是基本回路吗？

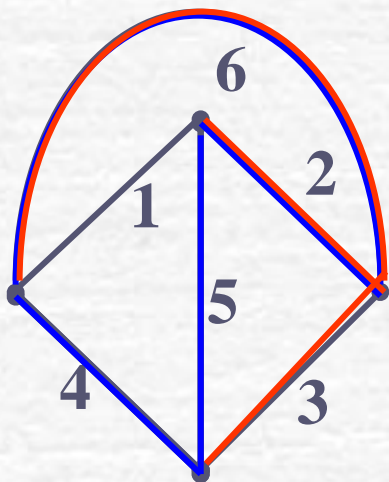
网孔的数目 = ?



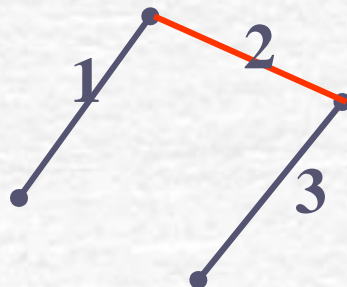
四、割集Q (Cut set)

Q是连通图G中支路的集合，同时满足：

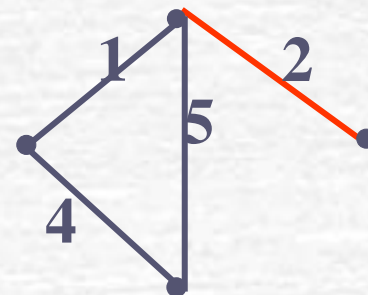
- (1)把Q中全部支路移去，图分成二个分离部分；
- (2)任意放回Q 中一条支路，图仍保持连通图。



$\{2,4,5,6\}$

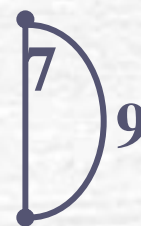
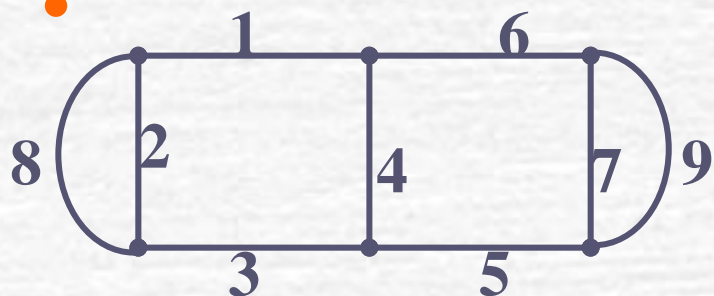


$\{2,3,6\}$

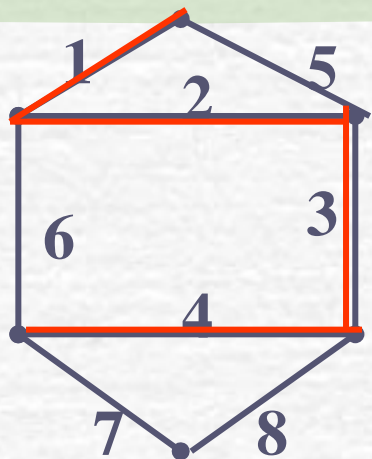


?

$\{1,3,5,6\}$ 是否割集?

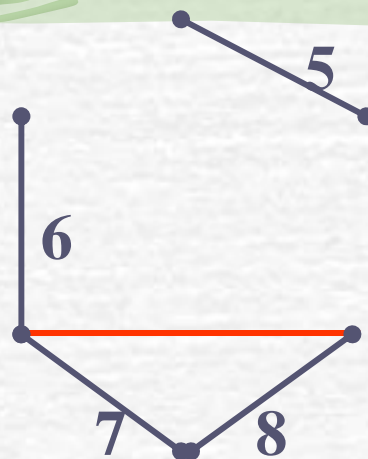


不是割集

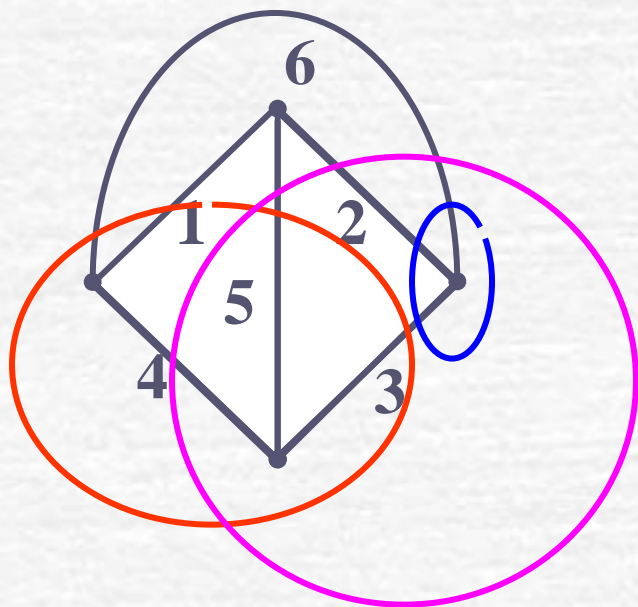


{1,2,3,4}是否割集?

不是割集



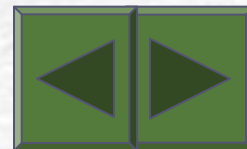
找割集方法:



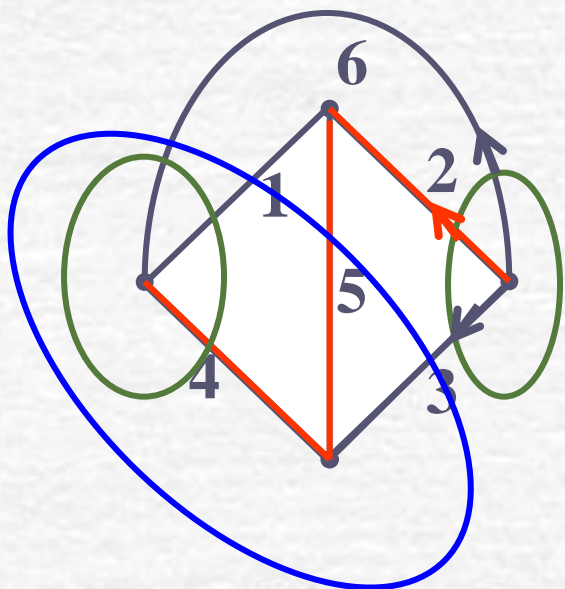
{1,3,5,6}为割集

{2,4,5,6}为割集

{2,3,6}为割集



基本割集：选定一个树，只包含一条树支的割集，称为基本割集，也称为单树支割集。



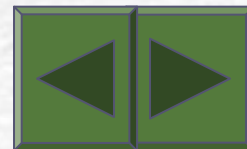
{1, 4, 6}为单树支割集

{1, 3, 5, 6}为单树支割集

{2, 3, 6}为单树支割集

基本割集数=树支数=(n-1)

$$I_2 + I_3 + I_6 = 0$$



小 结

本节主要介绍网络图论的基本知识，需掌握的主要知识点有：

- 节点、支路、回路、网孔
- 树、树支、连支、单连支回路（基本回路）
- 割集、单树支割集（基本割集）

$$\text{树支数} = \text{节点数} - 1 \quad \mathbf{b_T = n - 1}$$

$$\text{网孔回路数} = \text{单连支回路数} = \text{支路数} - \text{节点数} + 1 \quad \mathbf{L = b - n + 1}$$

$$\text{单树支割集数} = \text{树支数} = \text{节点数} - 1 \quad \mathbf{b_Q = n - 1}$$

