

**交通网络：**交通网络具有多种形式，比如地铁网络中将各个站点作为节点，站点之间的连通性作为边构成一张图，如图 1-10 的 d 图所示。通常在交通网络中我们比较关注的是路径规划相关的问题：比如最短路径问题，再如我们将车流量作为网络中节点的属性，去预测未来交通流量的变化情况。

**场景图：**场景图是图像语义的一种描述方式，它将图像中的物体当作节点，物体之间的相互关系当作边构成一张图。场景图可以将关系复杂的图像简化成一个关系明确的语义图。场景图具有十分强大的应用场景，如图像合成、图像语义检索、视觉推理等。图 1-10 的 e 图所示为由场景图合成相关语义图像的示例，在该场景图中，描述了 5 个对象：两个男人、一个小孩、飞盘、庭院以及他们之间的关系，可以看到场景图具有很强的语义表示能力。

**电路设计图：**我们可以将电子器件如谐振器作为节点，器件之间的布线作为边将电路设计抽象成一种图数据。在参考文献 [1] 中，对电路设计进行了这样的抽象，如图 1-10 的 f 图所示，然后基于图神经网络技术对电路的电磁特性进行仿真拟合，相较于严格的电磁学公式仿真，可以在可接受的误差范围内极大地加速高频电路的设计工作。

图数据的应用场景远不止这些，还有诸如描述神经网络计算过程的计算图、传感器阵列网络、由各类智能传感器构成的物联网。事实上，如果要找一种最具代表性的数据描述语言与现实数据对应，那么图应该是最具竞争力的候选者。总的来说，图数据的应用跨度大、应用场景多，研究图数据具有广泛且重要的现实意义。

## 1.4 图数据深度学习

作为一种重要的数据类型，图数据的分析与学习的需求日益凸显，许多图学习 (Graph Learning) 的理论均专注于图数据相关的任务学习。谱图理论 (Spectral Graph Theory)<sup>[2]</sup> 是将图论与线性代数相结合的理论，基于此理论发展而来的谱聚类相关算法<sup>[3]</sup>，可以用来解决图的分割或者节点的聚类问题。统计关系学习 (Statistical Relational Learning)<sup>[4]</sup> 是将关系表示与似然表示相结合的机器学习理论，区别于传统的机器学习算法对数据独立同分布 (independent and Identically Distributed, 数据对