1.（WSN 系统的安全，共 30 分）在无线传感器网络中，使用污水池攻击法（Sinkhole attack）是一种较为巧妙的攻击方法。请自行学习并查阅污水池攻击法，回答和设计下列 问题：

问题 1：学习和总结污水池攻击原理，分析入侵者如何使用污水池攻击来盗取 WSN 中的信 息，并对 WSN 系统造成破坏（本部分 7 分）。 

答：入侵者通过Sinkhole攻击，伪造出一个恶意节点，在基站和恶意节点之间形成单条高质量路由，因此该恶意节点在发送数据时都会被恶意节点吸引，因此攻击者便可获取甚至篡改正常的数据，同时还会严重影响WSN的负载均衡，使得WSN系统遭到破坏。

问题 2：在靠近基站、边缘节点等设施处，污水池攻击往往效果较差，请详细分析原因 （本部分 13 分）。

答：Sinkhole攻击是攻击者伪造了一个恶意节点，在该节点和基站之间伪造了一条高质量的路由，但如果节点本身就靠近基站，那么周围节点就不易被恶意节点所吸引，因为两者路由质量可能相当，甚至优于恶意节点，因此攻击效果就比较差。边缘节点由于本身周围节点较少，因此即使发生Sinkhole攻击，但由于节点数量少，因此不会发生太大的负载均衡问题。

2. （WSN 的路由、度量、容错，实际部署问题，共 40 分）2013 年刘云浩等人对无线传感 器网络从理论走向实际的部署问题进行了一系列实验研究，项目名称为 GreenOrbs（研究 论文见课程网站考试相关通知部分）。该研究希望通过实际测量探索如下问题：无线传感 器网络的大规模使用是否可行？请阅读文献，围绕文献内容综合回答下列问题（注意，本 题目所有解答，如果需要引用原文内容，必须用自己的语言讲述。如果需要图表时将图表 贴在回答中并进行说明。直接贴原文或写诸如“见原文 xx 页”的回答不得分）：

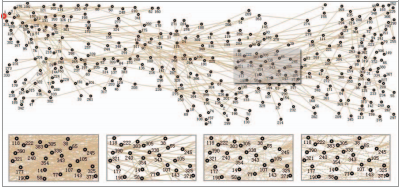
问题 1：请用自己的语言和示意图复述 GreenOrbs 的研究中部署的实验场景、所实现的 WSN 的规模、以及拓扑结构（本部分 5 分）。

答：实验场景：在一处靠近水池的森林中部署了330个节点，每个节点通过二维地理位置信息来标注其位置。如下图所示。



WSN的规模：共部署了330个节点

拓扑结构：在本研究中，一共有以下四种拓扑结构



1. （2） （3） （4）

在上图中，上半部分为WSN所有节点所构成的实际拓扑图。

图（1）为数据包可到达的节点的拓扑结构

图（2）为

（b） 上层路由协议选择的数据传送链路的拓扑结构。

（c） 具有RSSI阈值的高质量链路拓扑。

（d） 传输数据包时采用LQI阈值的高质量链路拓扑。



问题 2：在节点路由中，涉及到对“好的链路”进行选择，从而得到高效的路由路径。对不同 链路的选择可能造成网络拓扑结构的不同。GreenOrbs 研究中是如何定义“好的链路”的？请 阐述（本部分 10 分）。



问题 3：GreenOrbs 对系统进行了四类数据的测量来验证 WSN 实际部署中的性能问题，其 中有三类测量数据叫做“带外测量”（Out-band measurements）。请根据文章内容和自己理 解列举出这三种带外测量的指标，并详细说明该测量指标是什么定义和有什么作用。并针 对每种指标请举一个例子/场景（本部分 10 分）。 

答：

问题 4：本研究验证了大规模 WSN 系统中的三个假说，其中包括： “仅仅一小部分节点即可成为整个 WSN 系统的瓶颈，而已有的网络指标并不能精确的识别 出这个瓶颈现象。”

请结合文章内容详细阐述这个假说是如何被验证的，并解释假说中提到的“已有的网络指 标”指哪些指标（本部分 15 分）。

答：研究人员对330个传感器节点进行了八次快照，通过节点所占用的流量大小来对节点进行着色，流量负载越高其节点颜色越深。通过分析快照，可以看住一些位于动态区域的节点（如靠近道路附近的节点）流量负载很高。并最终发现不到10%的节点却承担了80%的流量负载，进而承担了61.06%的包丢失，而这些节点成为了整个WSN系统的瓶颈。因此验证了“仅仅一小部分节点即可成为整个WSN系统的瓶颈，而已有的网络指标并不能精确的识别 出这个瓶颈现象”这个假说。

ETX指标、RSSI或LQI

软管关键节点需要在网络中单独标识。为此，图5绘制所有330个节点。总共包括八个连续运营期的八个快照。每个节点都根据它所占用的流量负载来着色。较深的颜色表示节点的传入流量负载较高。可以看出，这些关键节点占用了过多的流量。进一步的研究表明，一些关键节点位于环境更为动态的区域，例如靠近道路的区域。这些节点分布在整个部署区域，而不是集中在sink附近（图中的黑色节点）。在附录K中，我们根据其流量负载对节点进行索引，发现不到10%的关键节点承担80%的流量负载，从而承担61.06%的包丢失。它们是系统的瓶颈。这进一步说明这样一组关键节点是相对稳定的。

1. （WSN 的应用，共 30 分）针对下列主题，自行检索调研 4 篇英文文献（可以为研究论 文，也可以为研发报告、白皮书等），要求写出每篇文献应用什么方法解决了什么问题， 传感器或传感器网络在其中起到了什么作用。在调研的基础上，提出一个你自己对该问题 的解决方案并写出预期采用的方法以及预期得到的结果。在答案中需要列出你所选的参考 文献。注意，以下两个题目中任选一个：

题目一：无线传感器网络在健康（healthcare、medical care 等）中的应用 

题目二：基于无线传感器网络等技术应对新冠肺炎（covid）以及其它流行传染病 （pandemic、epidemic）的威胁