2019年第三届全国大学生军事数学建模竞赛题目

B题通讯网络的设计与抗毁性研究

因军事斗争战备需要，要构建包含139个大中型城市作为节点的有线通信网络，在每个城市内设置一架专用网络连接设备，现假设城市和城市之间通信线路以两个城市间的最短距离方式连接，即地球上过这两个城市节点所在位置大圆的劣弧长。139个城市节点的地理坐标见附件1.xlsx文件。

(1) 请给出连接139个节点通信线路总长度最短的网络连接方案。

(2) 战争期间，通讯网络中的某个城市节点被攻击，将会对整体通信网络的联通性造成破坏。现假设在攻击过程中，某个城市节点遭到破坏，无法在短时间内被修复，未修复前与之连接的通信线路均不能使用，整个网络将被分解为若干个相互独立的连通分支。为了恢复整个网络，将启用战备节点，战备节点可以建在139个城市之外的任何地方，数量任意。同时被破坏的城市节点在网络中的职能将转移到距离最近的战备节点上。请给出北京、武汉、上海三个城市节点遭到严重破坏时，其战备节点的个数和地理坐标，以及修复线路的连接方式。

(3) 若在战争期间，包括武汉，黄石，岳阳，沙市，宜昌，信阳，南昌，九江，安庆9个城市节点同时被摧毁，请给出修复网络所启用的备战节点的数量和地理坐标，并提出衡量网络连通性能的指标。

(4) 在构建通信网络的过程中，如果追求网络线路总长度最短，则网络的连通性差，抗攻击能力弱，而提高连通性往往意味着网络构建的经济成本增加。在(1)构造的通信网络的基础上，构建连通性能更高，抗攻击性能更优的网络是非常有必要的，尤其是一些重要城市，务必要确保其在通信网络中的联通性能，请你们给出设计方案，既要考虑构建网络的经济性，又要考虑网络的抗攻击性。并模拟在你们所设计的网络中随机选取的10%通讯节点被摧毁后，网络的连通性能如何。