

**学生实验实习报告册**

|  |  |
| --- | --- |
| 学年学期： | 2020 – 2021 学年 **☑**春🞏秋学期 |
| 课程名称： | 微波与卫星通信A |
| 学生学院： | 计算机科学与技术 |
| 专业班级： | 04011803 |
| 学生学号： | 2018211607 |
| 学生姓名： | 周书丽 |
| 联系电话： |  |

**重庆邮电大学教务处制**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **微波与卫星通信A** | **课程编号** |  |
| **实验地点** | **YF306** | **实验时间** | **2021年3月10日** |
| **校外指导教师** |  | **校内指导教师** | **廖希** |
| **实验名称** | **实验一 虚拟仿真实验系统简介与认知型实验**  **实验二 空间段星轨与星座设计实验** | | |
| **评阅人签字** |  | **成绩** |  |
| **一、实验目的**  1．掌握轨道设计流程  2．掌握卫星覆盖特性  3.掌握DELTA设计法  4.掌握星下点轨迹  **二、实验原理**  卫星星座由多个轨道平面构成、各个轨道平面具有相同的卫星数量，轨道高度和倾角，各轨道的卫星在面内均匀分布，各轨道的面的卫星在面内均匀分布，各轨道面的右旋升交点在参考平面内均匀分布，相邻轨道面相邻卫星之间存在一定的相位关系。在DELTA星座中，需要利用相邻轨道面内相邻卫星的初始相位差来确定个卫星中各卫星的空间位置关系，因此不同轨道面内相邻卫星的初始相邻相位差对星座性能的影响很大。卫星轨道参数分别有P(轨道数量)、S（每个轨道的卫星数量）、T(卫星总数)。卫星星座设计常考虑到的参数有星座的卫星数量、卫星轨道平面数量，卫星轨道平面倾角，不同轨道平面的相对间隔，统一轨道平面你卫星的相对相位，每颗卫星的轨道高度，相邻轨道面卫星的相位。  最佳星座：卫星数量尽可能少，轨道高度尽可能低，最小仰角尽可能大，对指定区域进行全天性覆盖。  卫星对地的覆盖特性：卫星覆盖特性变化关系：地心角随轨道高度的增加而增大。卫星对地球视角随轨道高度额增加而减少。给定用户最低仰角，覆盖面积仅与轨道高度有关。    图1 卫星相关参数计算公式    图2 卫星星下点轨迹计算公式  **三、实验内容**  **3.1 实验步骤**  （1）进入虚拟实验平台  （2）覆盖区域选择  （3）覆盖参数选择  （4）星座设计  （5）卫星组装发射  （6）星下点轨迹  （7）地球站搭建  （8）自由空间损耗  （9）天气影响损耗  （10）全链路传输质量  （11）传输质量测评  **3.2 实验结果（数据+分析+结论）**  （1）进入虚拟实验平台  （2）覆盖区域选择，选择覆盖中国区域的星座系统设计    图3 覆盖区域选择  （3）覆盖参数选择    图4 覆盖参数选择1    图5 覆盖参数选择2    图6 覆盖参数选择3  （4）星座设计  控制变量：控制相位因子为1保持不变，根据轨道编号和面内卫星编号计算升交点赤经以及轨道倾角，将初始真近点角和初始地点幅角为0°保持不变。   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 轨道面编号 | 面内卫星编号 | 相位因子 | 升交点赤经（°） | 轨道倾角（°） | 起始真近点角（°） | 初始地点幅角（°） | | 2 | 2 | 1 | 36 | 51.4 | 0 | 0 | | 2 | 3 | 1 | 36 | 51.4 | 0 | 0 | | 3 | 2 | 1 | 72 | 77.1 | 0 | 0 | | 3 | 3 | 1 | 72 | 77.1 | 0 | 0 |   表一 卫星参数表    图7 2轨道2星座设计图    图8 2轨道3星座设计图    图9 3轨道2星座设计图    图10 3轨道3星座设计图  （5）卫星组装发射    图11 卫星组装发射  （6）星下点轨迹    图12 2轨2星 星下点轨迹    图13 2轨3星 星下点轨迹  （7）地球站搭建  （8）自由空间损耗    图14 自由空间损耗图1    图15 自由空间损耗2  （9）天气影响损耗   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 降雪强度（mm/h） | 馈送段：雾天能见度m | 馈送段：附加损耗（上行）dB | 馈送段：链路损耗（上行）dB | 馈送段：附加损耗（下行）dB | 馈送段：链路损耗（下行）dB | 用户段：附加损耗（上行）dB | 用户段：链路损耗（上行）dB | 用户段：附加损耗（下行）dB | 用户段：链路损耗（上行）dB | | 50 | 50 | 23.05 | 221.76 | -172.69 | 0.00 | 23.05 | 221.09 | -172.02 | 0.00 | | 50 | 10 | 27.51 | 226.22 | -172.69 | 0.00 | 27.51 | 225.55 | -172.02 | 0.00 | | 50 | 100 | 22.4 | 221.45 | -172.69 | 0.00 | 22.74 | 220.78 | -172.02 | 0.00 | | 100 | 50 | 26.87 | 225.58 | -172.69 | 0．00 | 26.87 | 224.91 | -172.02 | 0.00 | | 10 | 50 | 21.28 | 219.99 | -172.69 | 0.00 | 21.28 | 219.32 | -172.02 | 0.00 |     图16 天气影响损耗1    图17 天气影响损耗2  图18 天气影响损耗3    图19 天气影响损耗4    图20 天气影响损耗5  （10）全链路传输质量  （11）传输质量测评    图17 全链路传输质量  **四、思考题与讨论**  （1） 卫星通信与陆地无线通信的概念，两者的特点  答：卫星通信是指利用人造地球卫星作为中继站转发无线电波，在两个或者多个地球站之间的通信。  陆地无线通信运动状态中通过陆地通信网络进行信息传递信是指通信双方至少一方在运动状态中通过陆地通信网络进行信息传递的通信方式。  陆地无线通信方式是通过无线电波在空间中传播来传输信息，接收通信信号的滴露环境一般都是高楼林立的城市中心繁华区，农村或者郊区，但是对于人烟稀少的沙漠以及广大的海域无法进行陆地无线通信。  卫星通信在卫星轨道上对地球面积进行全覆盖，能通过地球站，空间站和地球站三点之间进行信息的转发，是陆地移动通信的补充，能够覆盖陆地移动通信无法覆盖的死角。     |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | 卫星通信 | 陆地无线通信 | | 优点 | 能实现全覆盖，对任何地点都进行信息转发，不受地形的影响 | 信号优于卫星通信，接收设备简单 | | 缺点 | 卫星接受设备庞大，不便移动，轨道资源有限，信号有延迟 | 受地形的影响，无法实现全覆盖 | | 转发站 | 卫星站 | 地面中继站 |   （2）对覆盖区域不规则如何进行星轨设计  虽然理论上在赤道均匀分布三颗低轨卫星能够对全球范围进行覆盖，但是但对某个区域进行覆盖并且覆盖区域不规则的情况，我认为  2.1可以当做一个更大的规则区域然后进行星轨设计  2.2 查资料的时候看见这么一段话  “当幅宽为60 km,需三轨可覆盖整个北京市辖区。按5天的重访周期,每月有6次过境机会,按每三轨可获取一轨有效影像(云、雾、雪覆盖量小于10%)计算,覆盖一次北京全市域至少需要1.5个月。”（摘自：资源一号02D卫星总体设计与技术特点）  觉得可多个轨道覆盖该不规则地区，并遵循一定的重访周期，在多层次轨道运行中覆盖范围中取并集就能得到该覆盖区域的大致形状。  **学习报告**  **卫星通信的发展：**  2020年，国外共计进行41次通信卫星发射（其中1次发射失败），成功将999颗通信卫星送入太空，其中，美国874颗，欧洲106颗，俄罗斯9颗，日本3颗，印度2颗，其他国家5颗。  近年来，随着卫星“轨道革命”的全面深化以及小卫星系统、技术的快速演进，低地球轨道（LEO）卫星部署数量呈现爆发式增长，通信卫星领域呈现出越来越明显的“低轨化”分布特征，“星链”（Starlink）星座已经成为迄今为止人类发展的规模最大的卫星系统，传统高轨卫星部署和在轨占比则不断下滑。2020年，太空探索技术公司（Space X）主导的“星链”星座完成14次、833星部署，已迈入常态化、高密度发射新阶段，在2020年开展的“星链”早期验收测试（Beta测试）中，其网速可达到50～150Mbit/s。总体来看，全球低轨宽带星座正呈现出“单点引领、多点跟进”的新特点。  随着低轨通信星座的大规模部署，星座运控成为运营商面临的现实问题。通过软件技术实现卫星的自主任务控制和切换，打造太空云平台，可极大降低未来大规模星座地面运控的复杂度。同时，随着未来太空中卫星数量的爆发式增长，卫星轨道逐渐拥挤，碰撞风险不断增加，自主运行卫星可实现在轨自动避让等操作。  **卫星通信系统及其应用：**  面向异构通信卫星的地球站组网规划方法：  卫星通信已经形成了多系列卫星并存、相互支撑、相互补充的通信系统。然而,由于各卫星系统建设时间跨度大,通信技术手段存在差异,面向多波束异构卫星的地球站组网基本场景,两颗不同型号的通信卫星对部署在地面的各型号地球站进行信号覆盖,地面网控中心(Network Control Center,NCC)可以看作一个集中式的网络管理控络管理控制器,负责地面终端的入网管理、信道资源按需动态分配等。 当用户发起通信请求时,NCC会发送控制信令给源、目的地球站,为用户指定一对满足可通信条件的CU进行通信,发送信号需要通过源地球站上的,经过卫星转发后到达目的地球站。通过子网划分,可以对地球站进行分组管理。网控中心与信道单元、信道单元与信道单元之间可以采用特定的传输体制进行通信,而只有相同传输体制的地球站信道单元可以实现 “一跳互通”  面向异构通信卫星的地球站组网规划方法需要在执行基于卫星通信终端的通信任务时,为用户终端选择约束条件限制下的卫星波束,目标是实现地球站信道单元的最优分群组网,以平衡各卫星波束下的负载。  通信辐射源个体识别：  发射机内部元器件或者电磁偶尔等产生的细微差异，相容信号调制模式上的细微差异，辣子卫星通信网络分配给各个终端的个体特征。并非单纯研究选择和提取卫星通信终端辐射源信号的稳态特征，研究通信组网中稳定且有效的终端个体特征。  在应用于电子对抗或者指数侦查领域具有重要军事情报应用价值。  机载卫星通信系统:  该系统由地位卫通站、机载卫通站构成。机动指挥车处理模拟话, 并且和前向数据信息合成复合数据流, 利用光缆将其送至地面卫通站, 接着进行编码、放大、加扰等环节, 通过天线向卫星发射, 最后利用转发器完成转发工作, 达到机载用户。在接收信号后, 机载用户对信息进行去扰、译码、解调, 以达到数据流恢复的目的, 最后解码语音, 使其成为通话器。  应用于电信应用在应急救灾、海上通信。宽带卫星系统主要应用于军用飞机或者跨洋飞行的大型喷气机, 对传输质量、速度等方面产生积极影响。  **国内外部署了哪些星座：**  星链 一网 北斗 铱星座 玫瑰星座 DELTA星座 | | | |