

中国科学院知识创新重要方向性项目

项目编号：KZCX2-YW-340

项目名称：土壤湿度与积雪参量高精度微波遥感反演机理研究

积雪参量地基微波遥感实验报告（2）

之一（实验计划）

中国科学院东北地理与农业生态研究所

2010年1月31日

1.1 引言

在中国科学院知识创新重要方向性项目“土壤湿度与积雪参量高精度微波遥感反演机理研究 (KZCX2-YW-340)” 和国家自然科学基金项目“我国东北区雪盖深度高精度被动微波遥感反演方法研究 (40971189)”的支持下, 中国科学院东北地理与农业生态研究所在持续开展近两个月的户外积雪参量遥感观测后, 联合中国科学院寒区旱区工程与应用研究所、北京师范大学、香港中文大学、中国科学院对地观测中心和吉林大学等多家单位, 在吉林省的西部和东部地区, 开展了野外积雪遥感联合实验。目的是在自然环境条件下, 测量未经人为干预的积雪遥感信息 (光学、微波), 与卫星遥感数据进行比对, 发展积雪参量反演模型, 提高被动微波遥感反演积雪参量 (厚度、面积、雪水当量) 精度。

通过地基遥感实验进一步分析不同下垫面 (林地、草地、耕地、盐碱地、冰/水体以及建筑用地)、不同积雪状态微波散射特性, 以及混合像元的微波辐射特性。

1.2 实验点的确定

地基遥感实验的基本路线: 长春-长岭-通榆-松原-安达-哈尔滨-尚志-牡丹江-敦化-吉林-长春, 如图 1.1。

实验区 AMSR-E2009 年 11 月 25、26 日合成亮温。试验区内 18.7GHz 频率 H 极化两天合成亮温变化范围为 238.8K-256.2K (图 1.2), 36.5GHz 频率 H 极化亮温变化范围为 239.3K -251.6K (图 1.3)。根据 Chang 式经验模型反演雪深变化范围为 0-20cm (图 1.4)。

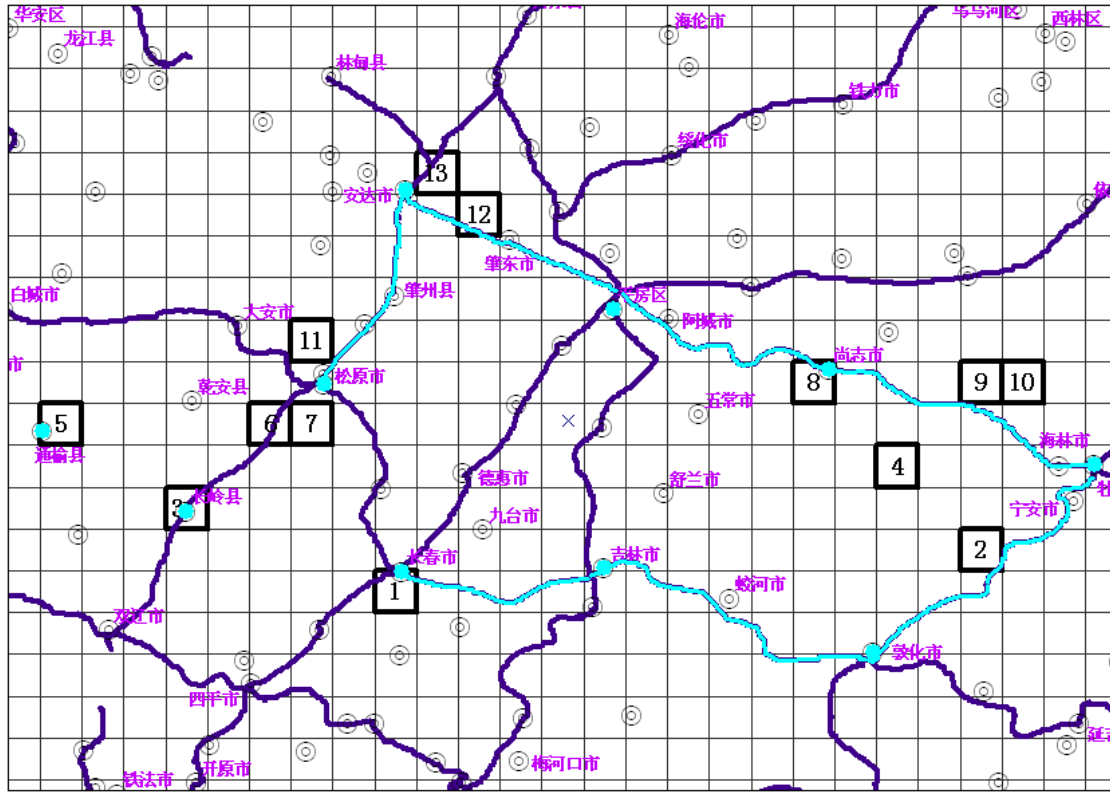


图 1.1. 行车路线

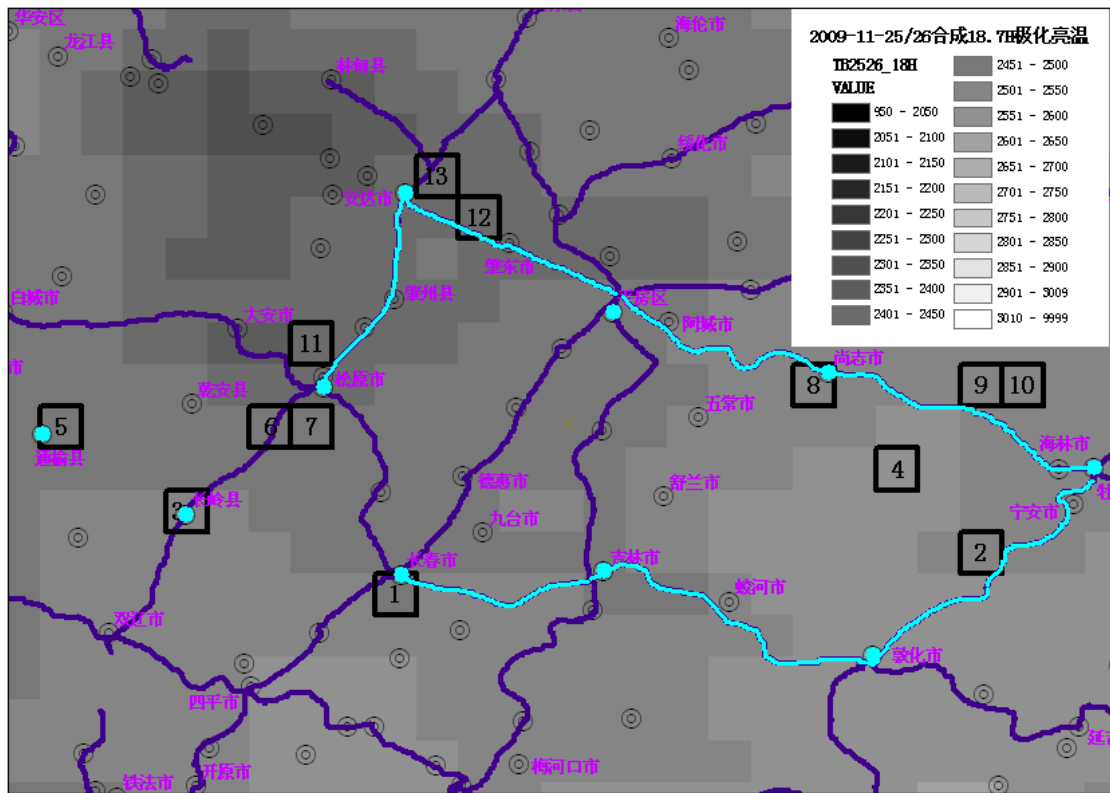


图 1.2. 18.7GHz 频率 H 极化亮温

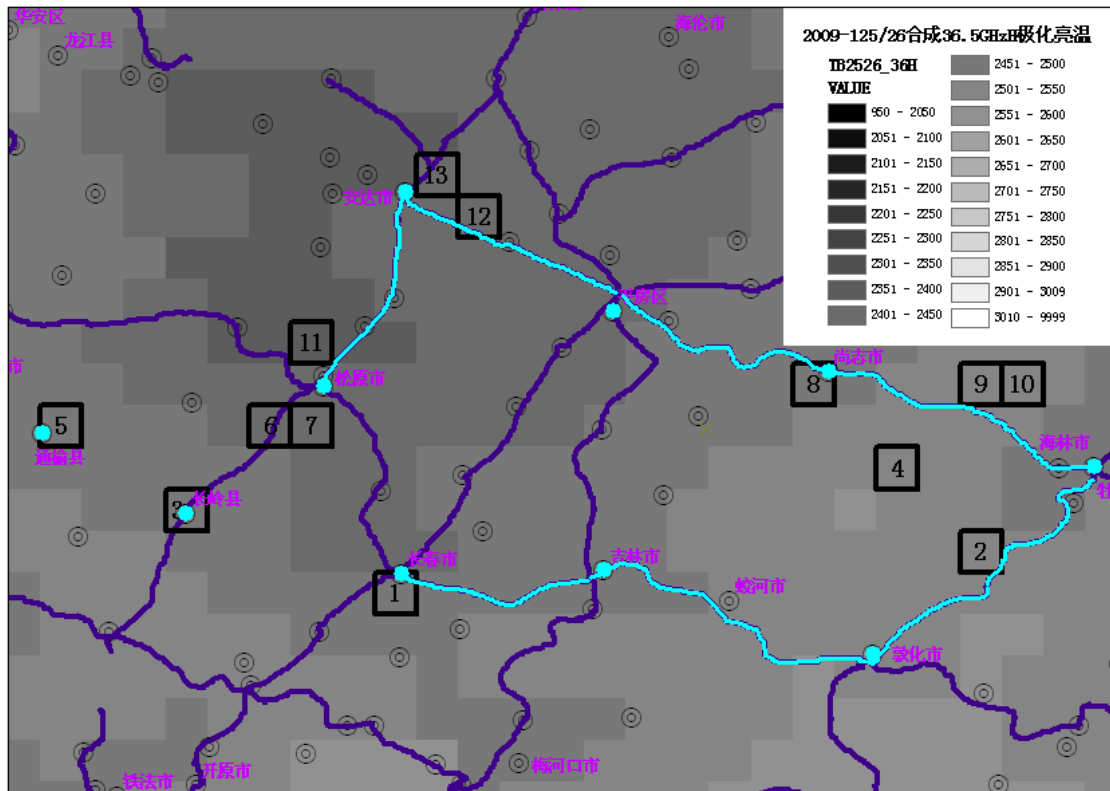


图 1.3. 36.5GHz 频率 H 极化亮温

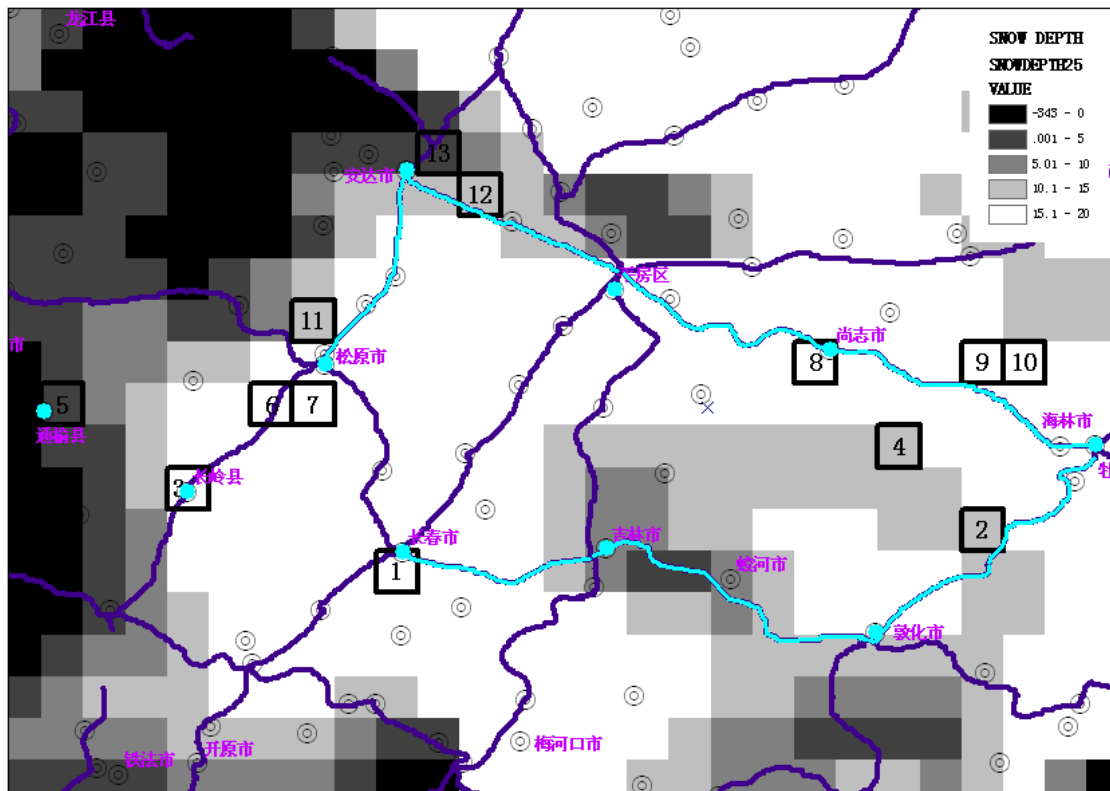


图 1.4. 反演雪深

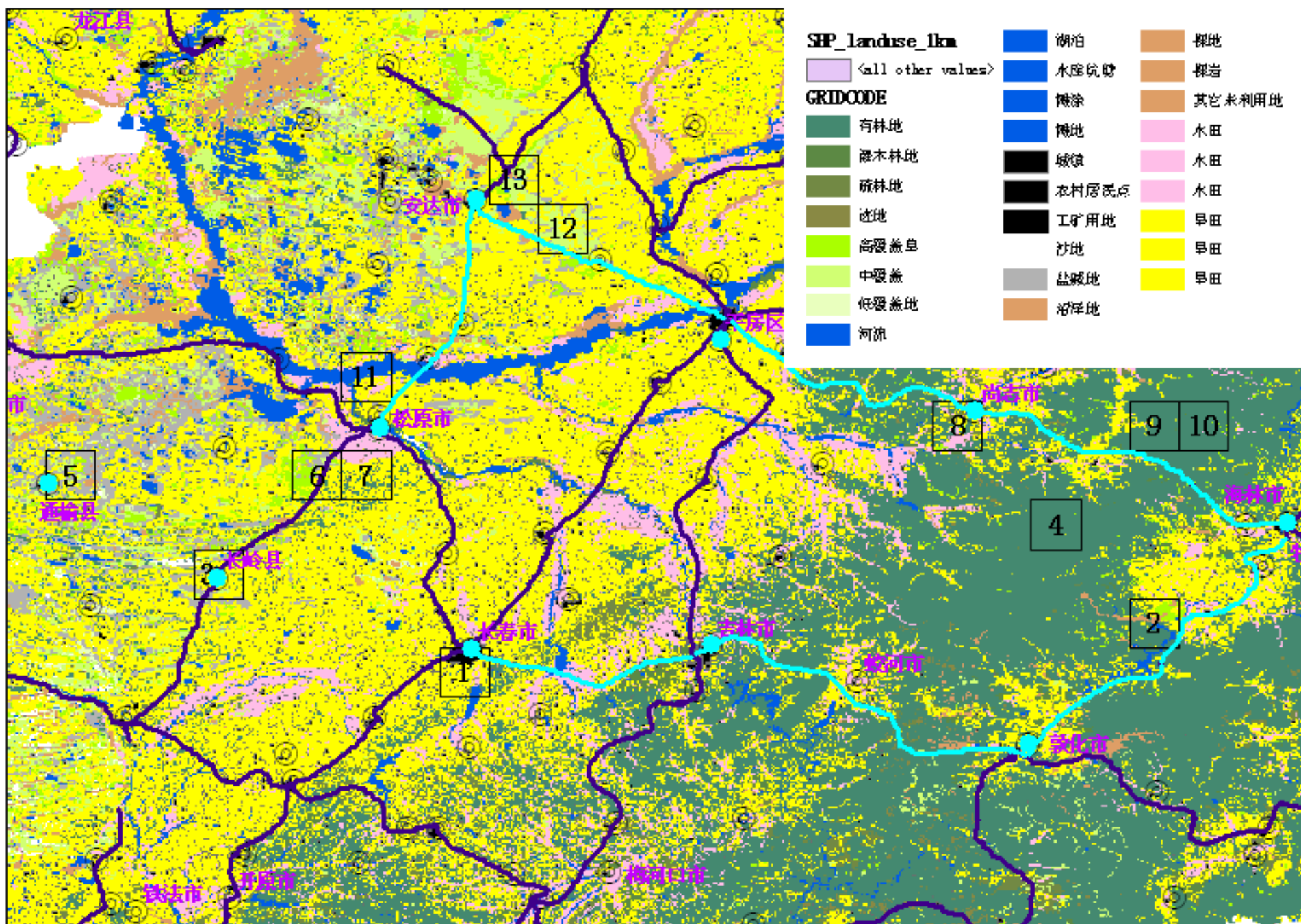


表 1.1. 各测点土地覆盖类型比例

测点号	林地	草地	水体	建设用地	未利用地	耕地
1	0.0221	0.0048	0.0464	0.2841	0.0016	0.641
2	0.5244	0.1149	0.0541	0.0085	0.0882	0.2098
3	0.0655	0.0947	0.0032	0.0477	0.1931	0.5959
4	0.9967	0.0011	0	0	0	0.0022
5	0.0217	0.1750	0.009	0.0139	0.5004	0.2798
6	0.0338	0.3269	0	0.0198	0.1673	0.4522
7	0.1301	0.0022	0	0.0553	0.0054	0.8069
8	0.450	0.0245	0.0205	0.0509	0	0.4541
9	0.9201	0.0000	0	0.0026	0	0.0773
10	0.9880	0.0093	0	0	0	0.0027
11	0.0080	0.0234	0.3595	0.0186	0.0249	0.5656
12	0.0000	0.5377	0	0.0048	0.0899	0.3675
13	0.0000	0.4342	0.0144	0.0087	0.0704	0.4723

观测点介绍：

测点 1：长春，主要测量建筑用地（道路，房屋）积雪信号。该像元建筑用地面积大，道路建筑占地数据容易获取。

测点 2：为林、草、水、耕地四种混合像元。

测点 3：长岭县草地。

测点 4：林地，纯像元

测点 5：盐碱地

测点 6：草地、未利用地与耕地混合

测点 7：主要测耕地

测点 8：林地与耕地混合

测点 9：林地，纯像元

测点 10：林地，纯像元

测点 11：主要测冰上积雪辐射。

测点 12 与 13：主要测草地积雪，以及草地与耕地混合像元。

测点选择依据：

- (1) 县级城市以上居民点附近；
- (2) 具有某种土地利用类型典型代表性像元或混合像元。

采样点选取：包括林地、草地、耕地、盐碱地、冰/水体以及建筑用地等土地覆

盖类型，以及不同类型相互混合和以不同方式（交叉混合和规则混合）相混合的混合像元。

表 1.2. 测点经纬度位置

测点号	1	2	3	4	5	6	7
经度	125.3362	128.9805	124.0347	128.4599	123.2538	124.5553	124.8156
纬度	43.7645	44.0354	44.3076	44.5811	44.8558	44.8558	44.8558
测点号	8	9	10	11	12	13	
经度	127.9393	128.9805	129.2408	124.8156	125.8568	125.5965	
纬度	45.1319	45.1319	45.1319	45.4093	46.2498	46.5329	

1.3 混合像元的实验设计

1.3.1 有雪和无雪混合象元试验

选择开阔平坦区域（避免环境影响），辐射计成 90 度摆设。天线端口掉一根直线，线端系一块小石头，保证线的垂直，不被风吹，来确定辐射计摆设的位置。样本区至少比辐射范围大 1/3（考虑副瓣的影响）

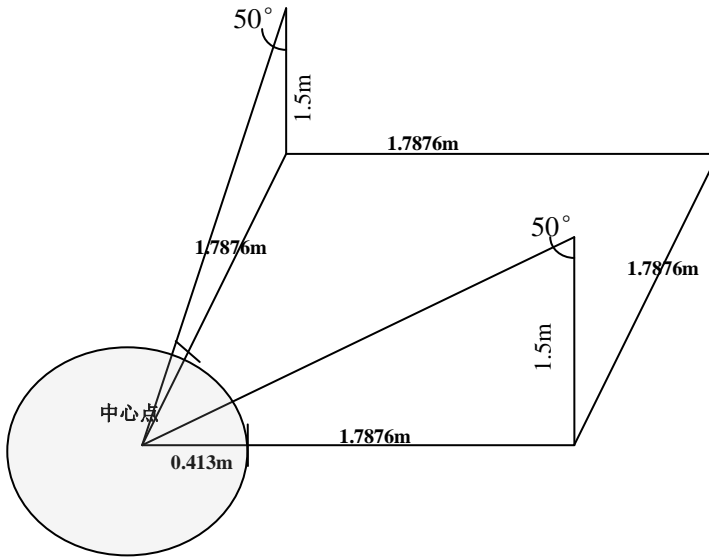


图 1.5 辐射计位置摆放

在车里记录亮温和气温。外面工作人员负责扫雪和读温度计，包括雪下垫面温度，裸地表温度，雪表面温度。

取雪分别从远处开始连续去 1/8，和对角去 1/8。对不同的下垫面类型重复以上的试验。

注意事项:

- (1) 中心点一定要找准;
- (2) 面积比例一定分精确;
- (3) 雪尽量扫净;
- (4) 冷却时间要够(10 分钟), 尽量做到达到平衡, 即每去一块雪冷却后保持与前面去掉雪的裸地温度一致;
- (5) 观测时, 人员远离。计算机放在车上。

1.3.2 不同雪深混合象元观测

在一个平坦样区内分四份, 依次去第一份的一层, 第一份的两层和第二份的一层……, 直到全部去雪。测量雪的厚度。第二中方法是依次去第一份的一层, 二分的一层直到四分的一层, 然后一份的三层……直到全部去雪。

第一种方法是使象元内雪深的组合增多, 第二种方法可以了解去掉一层, 2 层, 3 层……的总体亮温。因为每一层的散射不同, 对亮温的影响不同。这两块样地很近。记录每一次去除的厚度, 密度, 粒径, 去雪后的温度。根据 1 月 12 日的的数据, 新雪层对两频率的散射差跟深度没有多大的关系。对不同的下垫面类型重复以上的试验。两辐射计摆设如图 6。

注意事项:

- (1) 两样地基本一致, 相隔很近;
- (2) 去雪时尽量保持两样地去掉的厚度一致;
- (3) 每去一次雪等冷却后再观测。

1.3.3 不同下垫面及不同下垫面混合像元

选择平坦开阔均匀下垫面, 重复 3-5 次。每个样点采取分层去雪的方式。每个实验样区都有一种主要测量地物, 其它地物不需要分层测量。

混合像元选择两种下垫面界限明显的地方, 采用照相方式获取两种下垫面类型混合方式, 利用图像处理提取两种下垫面的相对比例。混合像元测量采取混合亮温与组分亮温分别测量的方式, 如林草混合, 则分别测量林草混合像元, 林地纯像元与草地纯像元三种亮温。

1.4 林地测量

测量植被含水量，描述植被类型，以及覆盖情况，估算林高；对于测量林地不一定找空旷地区，林地必然存在树干散射，那么真实测量具有散射情况下的亮温，建立测量亮温与雪深关系，有利于林区雪深反演

林地枯枝落叶层可作为单独一层

林地测量与遥感车的结合方式，可以采取利用要赶车在林区上空测量，地面辐射计在林下测量相结合的方式，通过比较得出树干散射的影响。

需要获取的相关参数有：树干含水量（采样）、树干高度（目测）、树干直径（皮尺）。

1.5 积雪参数常规测量

积雪参数常规测量如表 1.3 所示。

表 1.3 积雪参数常规测量表

测量要素	单位	观测设备
亮温	K	18.7、36.5GHz 辐射计
气温	°C	酒精温度计，-40°C~+50°C，精度 0.5°C
雪温	°C	酒精温度计，-40°C~+50°C，精度 0.5°C
地温	°C	酒精温度计，-40°C~+50°C，精度 0.5°C
雪粒径	mm	显微镜、相机
雪水当量	cm	取样测量，量杯
雪厚	cm	直尺 0~100 cm
雪密度	g/cm ³	取样测量，电子秤
相关长度	mm	通过雪粒径的测量确定相关长度
雪湿度	%	雪参数测试仪

测量每一层的积雪参数：层数，厚度，温度，密度，雪水当量，粒径，分析这些参量随深度的变化规律。看能否结合试验 2 中测得的每去掉一层后的亮温，得到每一层积雪对亮温的散射影响。

1.5.1 温度测量规范

到一个地方后，先把样地圈出来。然后插 5 组温度计，样地内插 1 组，周围插 4 组。

每一层插一支，加上表层和雪下垫面层。每隔一小时读一次数。放 4 支玻璃计测空气温度，然后取平均，与气温计比较。

雪密度和雪水当量测量，当雪全部覆盖的各角度和两极化的亮温全部观测完后，把角度调整到 50 度，开始混合象元的观测，这时把酒精温度计插入裸地表面。当观测完 6/8 时开始测：层数，层温度，层厚度，雪水当量，雪密度，雪粒径。如果很均一，参数可以在邻近的样地测量。混合象元观测完后，开始土壤湿度含水量的观测。

1.5.2 雪深、雪密度、雪水当量以及雪粒径测量

每到一个地方，测量 3-5 组上述四个参数，采取积雪分层测量方式。雪粒径测量非常重要，最佳效果是能测出每个样区雪粒径的一个总体

注意事项：

- (1) 严格按雪层取样；
- (2) 温度计应插在每层积雪的中间，而非分界面；
- (3) 温度按 1 小时间隔读数；

1.6 地表粗糙度的考虑

分别需要测量扫雪前后的亮度温度以及地温，利用扫雪后的地温与亮温关系计算地表发射率（假设前后粗糙度不改变），在利用有雪覆盖时的地温以及求出的发射率计算地表辐射亮温

1.7 光谱测量与微波测量

1.8 实验记录表

➤ 注意事项

字迹清晰、工整；

对样地及环境进行描述；

温度、雪参数与亮温记录对应（时间、样地号）；

记录雪参数的需要记录雪粒径照片号（时间）；

记录亮温的需要记录样地照片；

雪温记录的时间需要与亮温时间校准；

➤ 实验记录表

表 1.4.1 雪参数

日期：

记录人：

样地号	第几层雪	雪深	雪密度	雪水当量	雪粒径照片号	土壤样本编号	备注

表 1.4.2 亮温

日期：		地点：		天气：			
样地号：		经纬度：		照片号：			
时间	雪面积比例	观测角度	极化方式	BT(18.7GHz)	BT(36.5GHz)	气温(T1, T2)电子 温度计	备注

表 1.4.3 温度

日期：		地点：		天气：	
时间	样地号	积雪总层数	雪温	气温（水银温度计）	备注

1.9 实验进程安排

实验进程时间表如表 1.4 所示。

表 1.5 地基遥感实验进程表

时间	地点	实验目的
1.18-1.19	长岭草地农牧业站 (1、腰井子种马场附近)	草地，旱田及其混合
1.20-1.21	松原 (2、深井子镇东北；3、红星村沿河)	水田，森林与旱地混合，河冰
1.22	德惠 (4、德惠米沙子站)	旱田
1.23-1.24	吉林 (5、大绥河镇以南)	森林

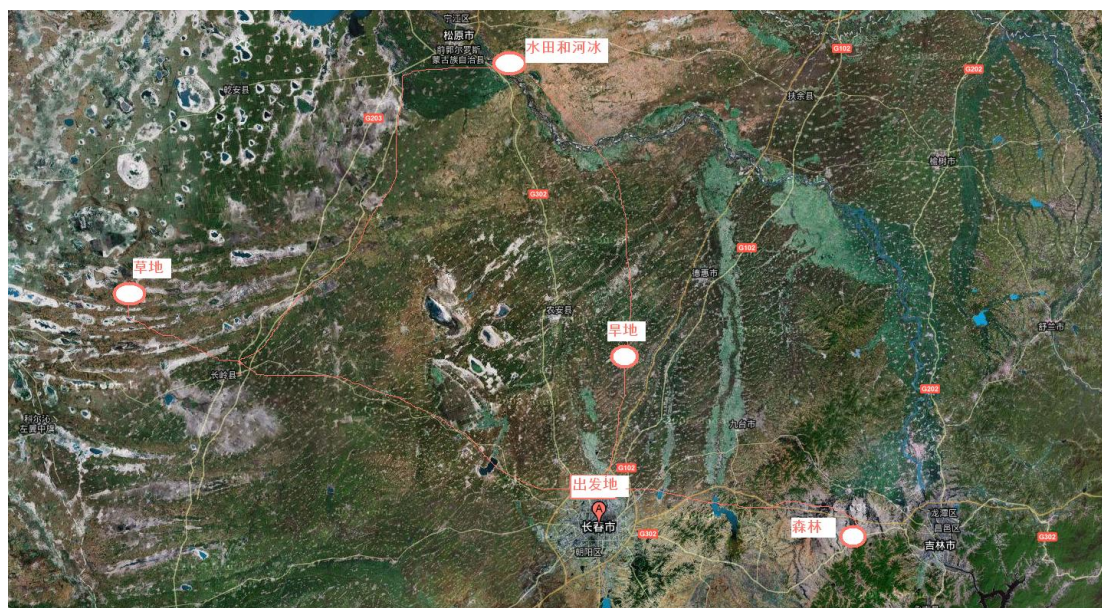
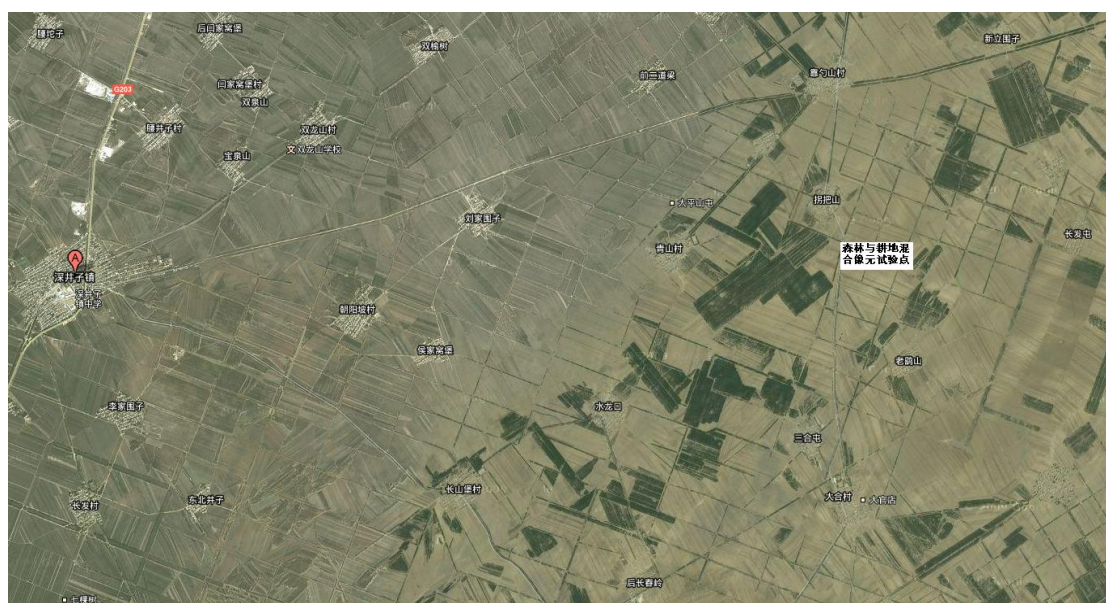


图 1.6 长岭草地实验点



长岭

2010年1月18日：下午，样点选择， 测量草地积雪微波辐射特性，重复2-3

图 1.7 森林实验点

个（不同雪深）

2010年1月19日：测量旱地微波辐射特性与草地，即混合像元

松原

2010年1月21日：森林和旱地，以及混合像元

2010年1月22日：水田、湖冰

德惠

2010年1月23日：测量旱田

吉林-蛟河

2010年1月24日：森林



图 1.8 水田和森林实验点

1.10 仪器

微波观测设备:

GPS; 18.7 和 36.5GHz 微波辐射计, 数据线 2 条, 电源线 2 条, U 转串 3 个, 2 个 R454; 笔记本一台; 三角架 2 个; 发电机 2 个; 温度计、湿度计; 黑体; 插排 2-3 个; 线滚子 1; 记录本; 卷尺; 罗盘; 量角器; 螺钉 (固定辐射计); 铁锹, 扫帚; 电子称

气温计, 红外温度计, 水银温度计 (温度)

黑体, 线锥, 直尺, 皮尺, 三角板, 笔, 记录本, 电脑。

仪器架高: 1.5m

观测角度: 30-60°

极化方式: H 和 V

光学观测设备:

光谱仪; 雪粒径仪 (显微镜及电脑), 雪水当量、雪密度测量设备; 温度计; 土壤取样设备 (环刀, 样品盒, 锤子, 铁牵)

其它设备:

电流电压表；扳手，手电筒
气温计，9V 电池



图 1.8



图 1.9 地基积雪遥感实验系统

光谱测量如图 1.10 所示。

雪粒径测量如图 1.11 所示。

温度参数测量如图 1.12 所示。

雪水当量测量如图 1.13 所示。



图 1.10 光谱测量



图 1.11 雪粒径测量



图 1.12 温度测量



图 1.13 雪水当量测量

1.11 人员分工

杜 嘉：雪粒径观测，光谱测量

张世轶：样点拍照、辐射计架设、换角度与极化

姜 涛：辐射计架设、换角度和极化

郑兴明：微波亮温记录、雪参数测量与记录

戴礼云：雪温记录，以及积雪参数，积雪分层参数记录

金老师：发电机

赵老师：样地选择

雷小春：雪水当量

武彦清：雪密度



图 1.14 精干的团队