

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)

之四 (水/冰积雪遥感实验)

中国科学院东北地理与农业生态研究所

2010年1月31日

4.1 不同积雪表面微波遥感实验

2010年1月21日在松原市郊的松花江上开展了冰雪的微波遥感实验。实验地点：经纬度 44.82049N， 124.70268E，海拔高度 199m。

江面已结冰，厚度 66cm。样点 1 为粗糙雪面，波浪状起伏高差 0.5cm，周期长度为：6cm，波浪状纹理呈周期分布，积雪厚度 7cm。观测方向为向东观测，如图 4.1(a)所示。样点 2 为光滑雪表面，雪深 5cm。该地区雪粒径比较特殊，上层雪粒径大，密度小；下层雪粒径小，密度大，如图 4.1(b)所示。



图 4.1 (a) 粗糙雪表面



图 4.1 (b) 光滑雪表面

4.1.1 环境温度测量

表 4.1 江冰积雪温度测量数据

时间	雪表面温度	雪地界面温度 雪深为 7cm	气温	雪表面温度	雪地界面温度 雪深为 6cm	气温
10:33	-13.5	-11.2	-17.2	-14	-11.5	-18
	-14.5	-11	-17.2	-13	-11	-19.5
11:03	-13	-11	-16.5	-12	-11	-18
	-13	-9	-17	-13.5	-11.5	-19
11:33	-12.5	-10.8	-14.5	-12	-11	-16
	-11	-9	-15	-13	-10.5	-17
12:03	-12.2	-10.5	-13.8	-11.3	-11	-15.5
	-10.8	-8.5	-14	-13.5	-10.5	-16
13:11	-12	-8	-13.5	-11	-10	-15.5
	-11	-10.5	-14.5	-13.5	-9.8	-16
13:41	-12.5	-8	-14	-12	-10	-15.5
	-12	-10.5	-15	-14.5	-9.8	-16

14:11	-13.5	-8	-14	-12.5	-10	-15.8
	-12.8	-10.5	-13.5	-15	-10	-16.5
14:51	-15	-8	-14.5	-14.2	-10	-16
	-14.5	-10.5	-13.5	-17	-10.5	-17
15:25	-16.5	-11	-16	-16.5	-10.3	-18.5
	-16.5	-8.5	-16.8	-19	-11	-17.5
16:01	-18	-11.5	-16.5	-18	-11	-18.5
	-18.2	-8.8	-17	-20.5	-11.8	-19
16:30	-19.5	-8.8	-18.5	-20.5	-11.5	-20
	-20.5	-12	-19	-23	-12	-22
17:00	-21	-9	-20	-22.5	-12	-22
	-22.5	-12	-20	-25	-11.8	-22
17:35	-22.5	-9.1	-22	-22	-13.5	-25.5
	-24	-12.5	-21	-26.5	-13	-25.5
18:10	-23.5	-10	-24	-27	-13	-25.5
	-25	-13	-24.5	-23	-14	-26.5
18:37	-23.5	-10	-26.5	-23.5	-14.5	-27
	-25	-13	-26	-26	-13.5	-27
18:51	-23.5	-10	-27.5	-26.5	-13.5	-28.5
	-25	-13	-26.5	-23.5	-14.5	-28

4.1.2 微波辐射测量

粗糙雪表面和光滑雪表面的微波辐射测量结果分别如表 4.2 和表 4.3 所示。

表 4.2 粗糙雪表面微波辐射测量结果

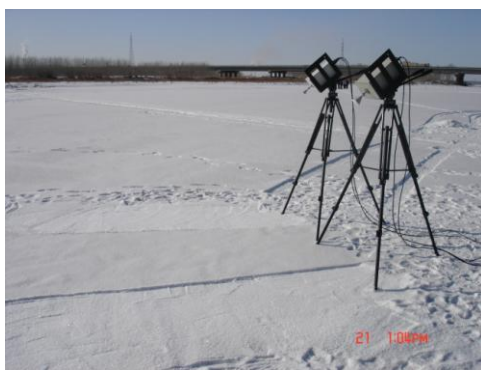
时间	观测角度	极化方式	18.7GHz (K)		36.5GHz (K)	
			σ (K)		σ (K)	
10:42	30	V	217.02	0.14	244.95	0.24
10:45	40	V	219.15	0.10	244.52	0.17
10:50	50	V	220.40	0.13	245.61	0.17
10:55	60	V	219.97	0.11	242.02	0.15
11:02	60	H	196.37	0.10	216.71	0.22
11:07	50	H	201.60	0.16	227.89	0.17
11:11	40	H	207.65	0.07	233.23	0.31
11:17	30	H	211.78	0.10	237.52	0.13

表 4.3 光滑雪表面微波辐射测量结果

时间	观测角度	极化方式	18.7GHz (K)		36.5GHz (K)	
			$\sigma(K)$		$\sigma(K)$	
11:30	30	H	213.56	0.11	239.38	0.15
11:35	40	H	210.32	0.06	236.49	0.13
11:39	50	H	208.85	0.11	233.57	0.20
11:44	60	H	202.95	0.13	224.02	0.19
11:50	60	V	222.82	0.12	242.06	0.17
11:54	60	V	222.82	0.06	244.59	0.18
11:59	60	V	219.88	0.07	244.97	0.47
12:05	60	V	218.45	0.06	244.27	0.22

4.2 混合像元测量

11:54 开始进行雪厚混合像元的探测，天线入射角 50°。首先在天线足印内去掉 1/2 面积中的 1/2 雪厚，然后再去掉剩下的 1/2 厚度的雪，再去掉另一侧 1/2 的雪厚，最后去掉剩余的积雪，全过程如图 4.2 (a, b, c, d)，测量结果如表 4.4 所示。



(a)



(b)



(c)

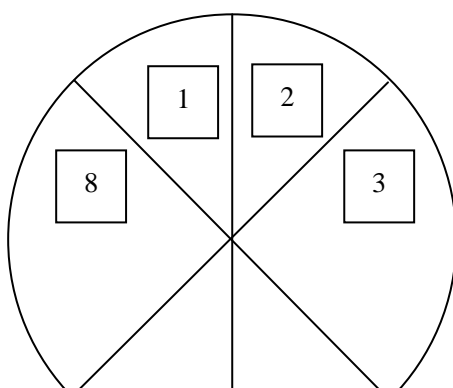
(d)

图 4.2 冰雪厚度混合像元观测

表 4.4 冰雪厚度混合像元观测数据

时间	积雪状态	极化方式	18.7GHz (K)		36.5GHz (K)	
			σ (K)	σ (K)		
11:39	1	H	208.85	0.11	233.57	0.20
11:54	1	V	222.82	0.06	244.59	0.18
12:44	1/2-1/2	V	223.30	0.16	245.78	0.18
12:57	1/2-1/2	H	210.66	0.07	234.25	0.10
13:22	1/2-0	H	205.67	0.19	230.40	0.17
13:36	1/2-0	V	221.89	0.07	246.51	0.25
13:57	1-1/2-1/2	V	223.24	0.09	245.65	0.11
14:10	1-1/2-1/2	H	208.35	0.07	226.96	0.28
14:22	1-3/4	H	205.64	0.07	227.56	0.12
14:36	1-3/4	V	223.82	0.10	246.08	0.15
14:44	0	V	223.97	0.09	246.94	0.10
14:52	0	H	197.59	0.11	222.02	0.15

15: 59 开始在冰面进行混合像元微波辐射特性测量。仪器放置与像元切割示意图如图 4.3 所示。图中的编号为切割顺序。垂直极化测量相应的图片如图 4.4 所示，天线入射角为 50° 。



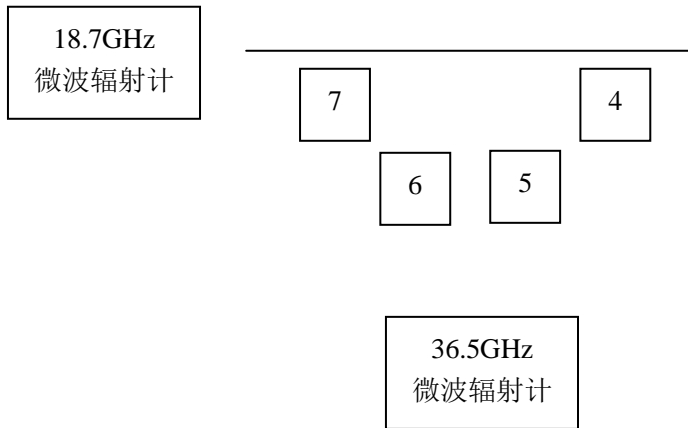


图 4.3 冰雪混合像元探测示意图

表 4.5 冰表面的微波辐射特性

时间	观测角度	极化方式	18.7GHz (K)	$\sigma(K)$	36.5GHz (K)	$\sigma(K)$
15:13:00	30	H	206.42	0.05	238.89	0.32
15:08:00	40	H	200.66	0.03	232.26	0.59
15:02:00	50	H	195.12	0.10	221.10	0.39
15:18:00	60	H	189.12	0.05	219.94	0.81
15:22:00	60	V	223.94	0.13	244.71	0.11
15:26:00	50	V	222.19	0.05	245.93	0.28
15:31:00	40	V	218.11	0.13	245.77	0.08
15:37:00	30	V	215.42	0.11	243.32	0.13



图 4.4(a) 8/8



图 4.4(b) 7/8



图 4.4(c) 6/8



图 4.4(d) 5/8

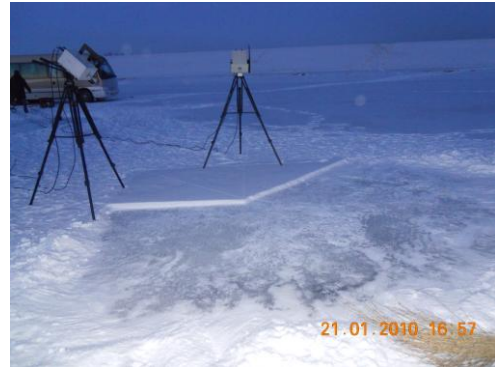


图 4.4(e) 4/8



图 4.4(f) 3/8



图 4.4(g) 2/8

图 4.4(h) 1/8



图 34(i) 0/8

图 4.4(i) 0/8

垂直极化混合像元测量结果如表 4.6 所示。

表 4.6 冰雪垂直极化混合像元微波辐射测量结果

时间	面积比例	18.7GHz (K)	σ (K)	36.5 GHz (K)	σ (K)
15:59	8/8	223.44	0.08	245.36	0.56
16:21	7/8	223.56	0.06	245.73	0.20
16:30	6/8	223.64	0.09	246.51	0.17
16:40	5/8	223.25	0.05	246.93	0.18
16:47	4/8	223.51	0.05	250.35	0.27
16:54	3/8	222.99	0.14	247.07	0.24
17:02	2/8	222.81	0.04	247.29	0.26
17:11	1/8	222.47	0.10	247.39	0.08
17:19	0	222.03	0.04	248.00	0.18

水平极化混合像元测量结果如表 4.7 所示。

表 4.7 冰雪垂直极化混合像元微波辐射测量结果

时间	面积比例	18.7GHz (K)	σ (K)	36.5 GHz (K)	σ (K)
17:33	8/8	196.77	0.06	224.14	0.19
17:45	7/8	195.91	0.04	222.77	0.30
17:57	6/8	192.37	0.10	215.75	0.23
18:06	5/8	187.99	0.04	210.65	0.08
18:12	4/8	186.25	0.05	207.78	0.24
18:20	3/8	184.30	0.10	209.04	0.08
18:30	2/8	184.10	0.08	207.95	0.19
18:44	1/8	185.52	0.06	206.47	0.14
18:51	0	181.85	0.04	205.43	0.10

