

2015 年长春站卫星激光测距观测报告

摘要：简要介绍了 2015 年长春站卫星激光测距（SLR）的总体观测情况及取得的观测成绩，对高轨卫星及本年度新增添卫星的观测情况进行了统计，并分析了环境条件变化情况。长春站在增加数据观测量的前提下，不断改进系统的稳定性。同时，开展了空间碎片激光测距的研究工作，获得了有效的观测数据结果，拓展了卫星激光测距技术的研究领域。

关键词：卫星激光测距，常规观测，系统改造，空间碎片

一、常规观测概况

2015 年，经过长春站卫星激光测距研究室全体成员对测距系统的升级与维护，长春 SLR 系统测距能力稳步提升，再次取得优异的成绩，并创多个历史新高。在国际激光测距服务组织数据中心公布的四个季度的全球观测数据统计排名中，长春站稳居世界第二位。

1.1 2015 年 SLR 总体观测情况

2015 年，长春 SLR 共获得观测数据总量达到 19160 圈，有效观测数据点数超过 2.6 亿。其中白天观测数据总量达到 6237 圈，单月观测数据最多为 2634 圈，单月白天观测数据最多达到 947 圈，单日观测数据最多达到 173 圈，创下历史观测的最好成绩。表 1.1.1 为 2015 年长春站全年 SLR 观测数据统计表。

表 1.1. 2015 年长春站 SLR 数据圈数统计表

月份	观测数量		
	白天圈数	夜间圈数	总圈数
1	409	1552	1961
2	379	1066	1445
3	570	1323	1893
4	493	876	1369
5	470	640	1110
6	415	622	1037

7	322	642	964
8	438	653	1091
9	597	1135	1732
10	774	1689	2463
11	423	1038	1461
12	947	1687	2634
总计	6237	12923	19160

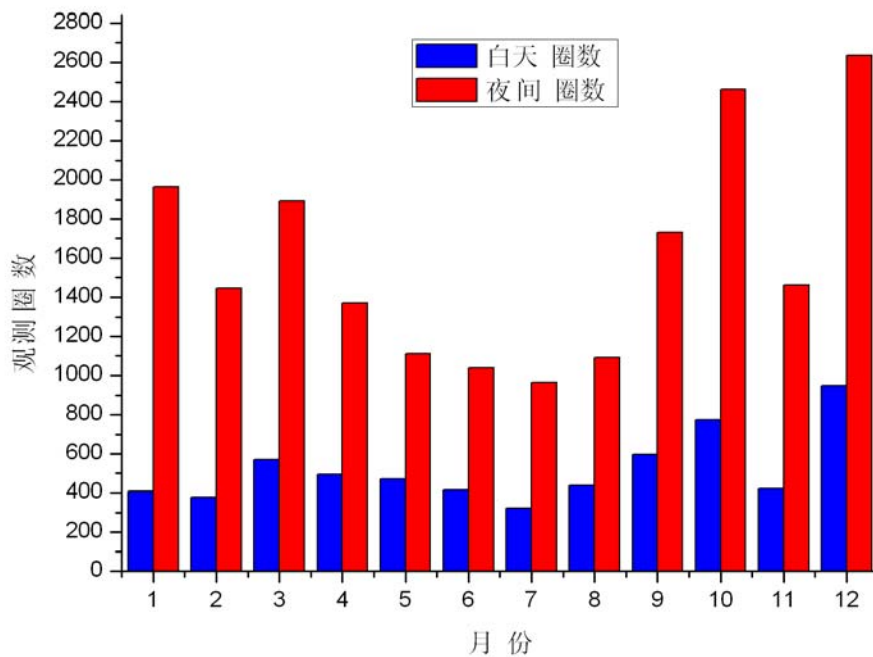


图 1.1.1 2015 年长春 SLR 观测数据统计结果

1.2 观测目标情况

2015 年，长春站 SLR 共观测国际联测卫星目标数为 79 颗，并获得了全部卫星的有效观测数据。包括低轨道卫星 22 颗，地球动力学卫星 LAGEOS-1 和 LAGEOS-2，以及高轨道卫星 55 颗（包括中国的北斗导航系列卫星、美国的 GPS 导航卫星、欧洲伽利略导航卫星、俄罗斯的 GLONASS 导航系列卫星、日本的 QZSS 导航系列卫星及印度的 IRNSS 导航系统卫星等）。

表 1.2.1 2015 年长春站观测目标列表

序号	卫星名称	轨道高度
1	Ajisai	LEO（低轨卫星） 轨道高度 1500km 以下
2	Beacon-C	
3	Cryosat-2	
4	Envisat	
5	Grace-A	
6	Grace-B	
7	HY-2A	
8	Jason-2	
9	Kompsat-5	
10	LARES	
11	LARETS	
12	Starlette	
13	Stella	
14	SARAL	
15	STSAT2C	
16	Swarm-A	
17	Swarm-B	
18	Swarm-C	
19	SpinSat	
20	Tandemx	
21	Terrasarx	
22	PN-1A	
23	Lageos-1	6000km 左右
24	Lageos-2	
25	Etalon-1	19100km 左右
26	Etalon-2	
27	Glonass-100	19140km
28	Glonass-101	
29	Glonass-102	
30	Glonass-103	
31	Glonass-105	
32	Glonass-106	
33	Glonass-107	
34	Glonass-109	
35	Glonass-110	
36	Glonass-111	
37	Glonass-116	
38	Glonass-117	
39	Glonass-118	
40	Glonass-119	
41	Glonass-120	

42	Glonass-121	
43	Glonass-122	
44	Glonass-123	
45	Glonass-124	
46	Glonass-125	
47	Glonass-126	
48	Glonass-127	
49	Glonass-128	
50	Glonass-129	
51	Glonass-130	
52	Glonass-131	
53	Glonass-132	
54	Glonass-133	
55	Glonass-134	
56	Gps36	20030km
57	GIOVE-A	23916km
58	Galileo-101	23220km
59	Galileo-102	
60	Galileo-103	
61	Galileo-104	
62	Galileo-201	
63	Galileo-202	
64	Galileo-203	
65	Galileo-204	
66	Galileo-205	
67	Compass-G1	21528km-42164km
68	Compass-is1	
69	Compass-is2	
70	Compass-I3	
71	Compass-I5	
72	Compass-M3	
73	Compass-ms1	
74	Compass-ms2	
75	QZS-1	32000-40000km
76	Irns-1a	42164km
77	Irns-1b	
78	Irns-1c	
79	Irns-1d	

1.3 高轨卫星观测情况

针对白天测距的特点，通过提高白天望远镜的指向稳定性，进一步提升了白天测距系统

的探测能力。2015 年，在高轨卫星观测上有明显地突破，观测数据总量达到 8731 圈，特别是白天观测远地卫星的能力明显提高，达到 1859 圈。更重要的是实现了白天正午 12 点 40 分，太阳仰角为 50 度的情况下成功获得地球同步轨道卫星 COMPASS-G1 的有效观测数据，全年在白天观测中共获得 13 圈 Compass-G1 的有效观测数据。

表 1.3.1 2015 年高轨道卫星观测情况统计结果

卫星名称	白天观测圈数	夜间观测圈数	总圈数
Etalon	58	299	357
LAGEOS	583	729	1312
GLONASS	949	3963	4912
GPS36	0	19	19
Galileo	223	774	997
compass	36	741	777
QZS	9	206	215
IINSS	1	141	142
总计	1859	6872	8731

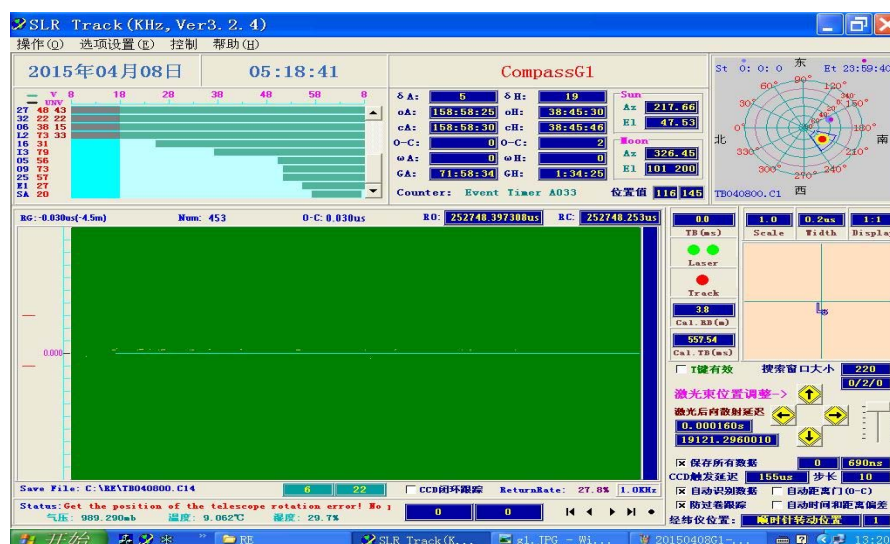


图 1.3.1 地球同步轨道卫星（Compass-G1）白天跟踪界面图

1.4 国际、国内卫星联测情况

1、国际卫星联测情况

2014 年国际激光测距服务组织（ILRS）提出了 GNSS 卫星的国际联测任务，希望全球

的卫星激光测距台站能够跟踪观测所有的 GNSS 卫星，联测任务获取的数据主要用于 GNSS 卫星的系统标校和轨道的改善。此次联测任务的 GNSS 卫星主要包括俄罗斯的 GLONASS 全球导航卫星系统、欧洲的 Galileo 全球导航卫星系统和中国的北斗导航系统系列卫星。我站在此次联测任务中取得了优异的观测成绩，为 GNSS 卫星的系统标校和提高定轨精度提供了大量的有效的数据资料。2015 年，国际 GNSS 联测任务进行了第二期和第三期的联测任务，长春站取得了较好的观测成绩。与此同时，奥地利 GRAZ 站组织了用于测定卫星自旋的 TOPEX 卫星联测任务，长春站也获得了大量的观测数据。

2、国内卫星联测情况

长春站对我国发射带激光角反射器的卫星观测任务全力支持，在国内卫星激光测距联测任务中取得了突出的观测成绩，为我国卫星的精密定轨做出了突出贡献。主要包括：

- 北斗导航卫星 Compass-IS1、MS1、MS2 卫星的联测任务，包括 compass-IS1 卫星激光测距与 KA 同步测量；
- 东方红-希望 PN-1A、PN-1B 号微小卫星角反射器在轨测试和联测；
- 资源 3 号卫星联测（国家测绘局）（国内联测）；
- 天宫一号对接角反射器的验证（国内联测）；

1.5 2015 年新增卫星统计结果

本年度长春站新增加了 12 颗国际联测卫星并成功获得有效的观测数据，包括北斗导航卫星 Compass-is1、Compass-is2、Compass-ms1、Compass-ms2 卫星，东方红-希望 PN-1A 号微小卫星，印度区域导航卫星系统（IRNSS）中的 IRNSS-1d 卫星。另外增加的还有欧洲的 Galileo-202、203、204、205、206 卫星，俄罗斯的 Glonass-134 卫星。

表 1.5.1 长春站 2015 年新添加卫星观测数据统计表

卫星名称	圈数
Compass-is1	11
Compass-is2	3
Compass-ms1	5
Compass-ms2	8
IRNSS-1d	88
Galileo-202	86

Galileo-203	54
Galileo-204	58
Galileo-205	33
Galileo-206	25
PN-1A	32

1.6 长春 SLR 环境条件情况分析

1、有效观测天数分析

长春 SLR 站位于吉林省长春市净月潭西山，地理位置优越，大气环境良好。因远离市区，背景光较小，观测环境良好。2015 年共有 308 天获得了有效的观测数据，其中约占全年的 84.4%，平均每月的观测天数超过 25 天。整体来说，全年空气质量良好，浮尘天气较少。

表 1.6.1 2015 年有效观测天数统计结果

月份	观测天数
1	29
2	23
3	28
4	26
5	24
6	23
7	26
8	24
9	27
10	29
11	22
12	27
总计	308

表 1.6.2. 2015 年有效观测天数统计结果

圈数区间	2015年有效天数
1圈-10圈	31
11圈-20圈	24
21圈-30圈	22
31圈-40圈	22
41圈-50圈	22
51圈-60圈	28
61圈-70圈	30
71圈-80圈	36
81圈-90圈	15
91圈-100圈	29
100圈及以上	49
总计	308

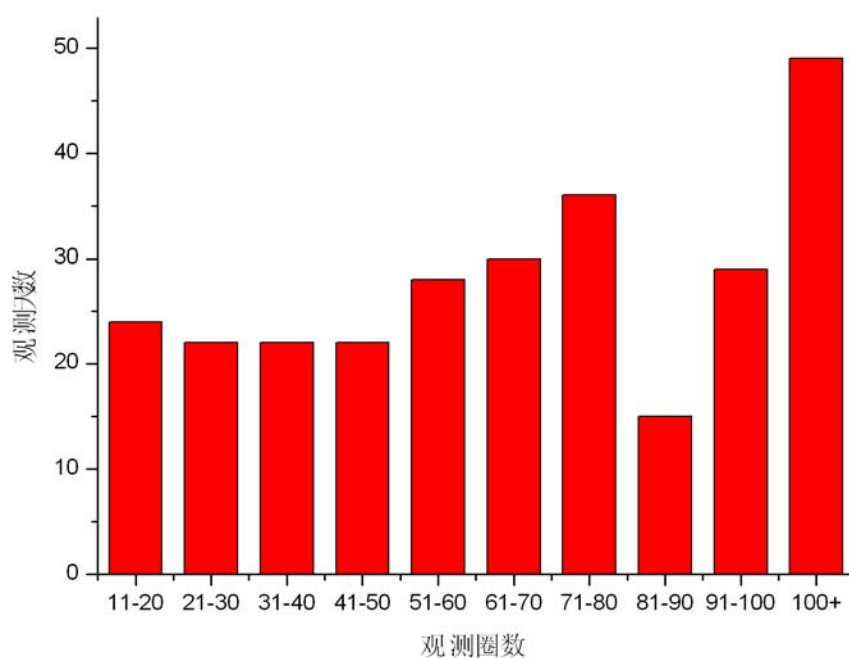


图 1.6.1 2015 年有效观测天数统计结果

2、气象条件情况分析

我站位于北纬 43 度、海拔 274 米的山坡上，春季较短，干燥多风；夏季温热多雨，炎热天气不多；秋季凉爽，日夜温差较大；冬季漫长较寒冷，一年中有五个月温度平均值在 0℃ 以下，全年最低温度可以达到零下 30℃，最高温度可以达到 40℃，昼夜温差比较大。

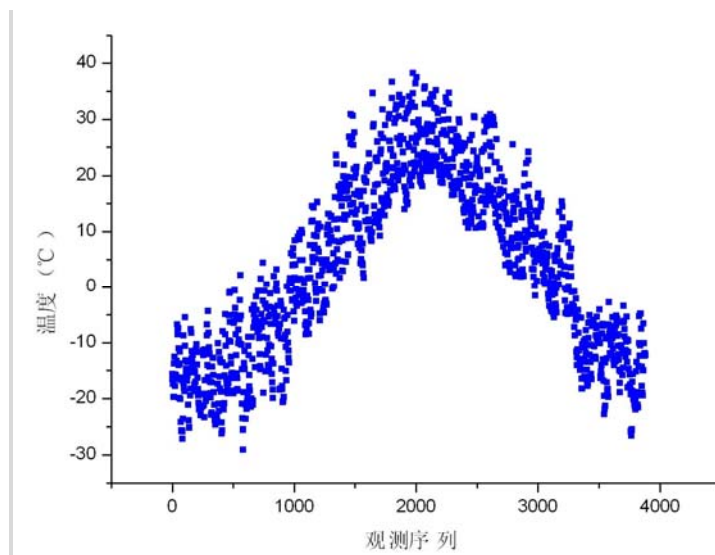


图 1.6.1 2015 年长春站全年温度变化情况

1.7 观测数据结果精度稳定性分析

1、2015 年长春站 SLR 数据精度

长春站采用 KHz SLR 系统，观测数据量及精度稳定性良好，没有较大的波动。2015 年 LAGEOS 卫星的标准点精度以及校靶精度统计分别如图 1.7.1 和图 1.7.2 所示。

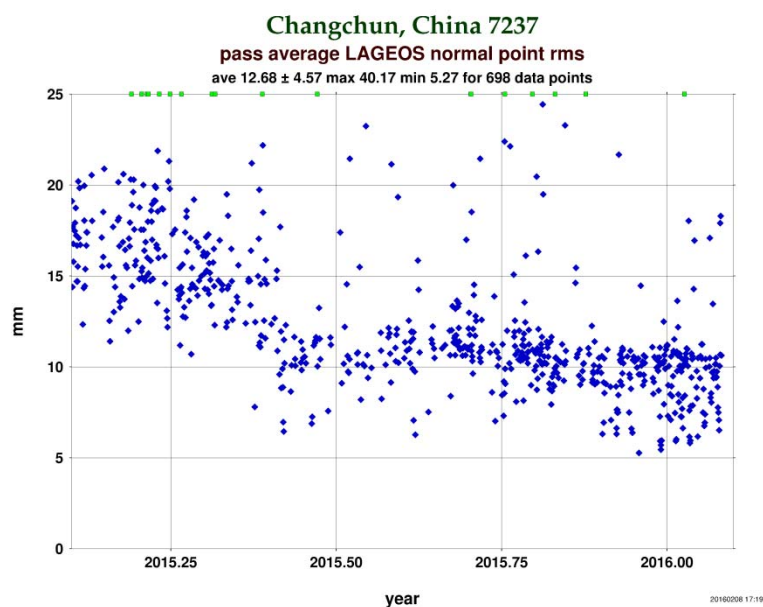


图 1.7.1 2015 年 LAGEOS 卫星的标准点精度统计



图 1.7.2 2015 年长春站 LAGEOS 卫星的校靶精度

2、2015 年地靶值变化

由于温度的变化会导致地靶值的变化，图 1.7.3 是长春站 2015 年全年 SLR 地靶值变化情况，其中有明显变化的位置是由于十二月份温度明显下降导致的。

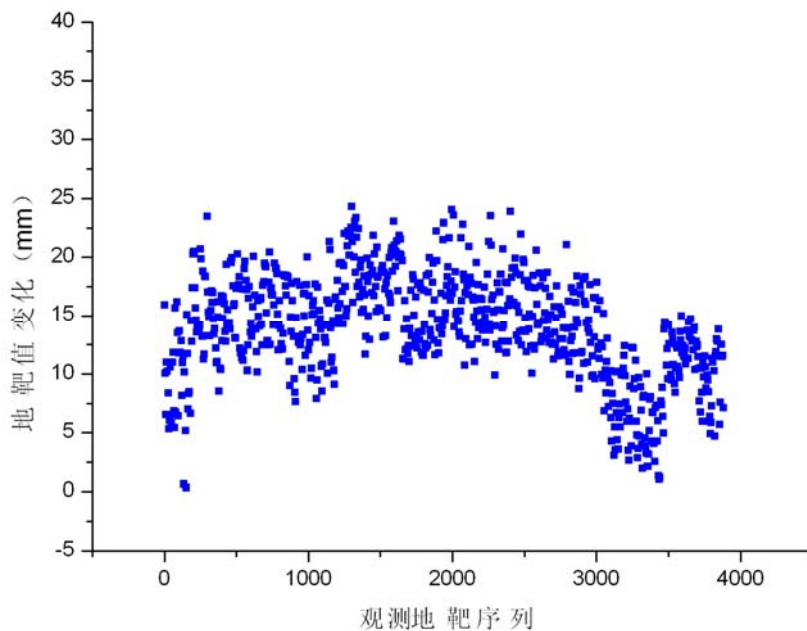


图 1.7.3 2015 年长春站 SLR 地靶值变化

二、系统升级改造及维护

为了进一步提高测距系统的测距能力与稳定性，长春站在 2015 年进一步对系统进行了维修与改进。

(1) 激光器

维护美国 PI 的 KHz 激光器，2015 年底激光器工作时间超过 22000 多小时，平均输出功率约 1W。由于激光器 SESAM 等问题导致功率下降及不出光问题，进行两次激光器开盖调试，激光器恢复正常运行。

(2) 观测环境监测研究

雨感器、全天 CCD 成像等。

(3) 分析望远镜的状态

及时调整望远镜，了解了指向精度问题。

(4) 望远镜编码器调整

及时完成维修和调整，实现望远镜正常跟踪。维修圆顶的开启机构，更换滑轨小车。

三、2015 年空间碎片观测情况

2015 年 12 月，长春站 SLR 在 60cm 激光测距系统上继续开展了空间碎片激光测距的联合观测，共获得 20 个空间碎片观测目标的有效数据，总计 23 圈，其中观测目标的最小 RCS（有效雷达散射截面）达到 1.4m^2 ，观测距离从 596 公里达到 1443 公里。

2015 年，利用现有的皮秒激光器（1KHz、1mJ），针对两颗回波率高的火箭体进行了加密观测，分别获得有效观测数据 12 圈和 51 圈。开展空间碎片 TLE 轨道参数改进研究，主要利用前两天的观测结果改进 TLE 轨道参数，第三天开始使用我站改进的预报，并于第七天实现对 TLE 碎片目标的白天观测。

四、总结

本文主要介绍了 2015 年长春站卫星激光测距（SLR）的总体观测情况及取得的观测成绩，SLR 共获得观测数据总量达到 19160 圈，超过历史年观测数据量，并在高轨卫星的观

测上有突破性提高，特别是白天对高轨卫星的观测，共获得有效观测数据 1859 圈，其中 LAGEOS 卫星 583 圈。为了进一步提高测距系统的测距能力与稳定性，长春站在 2015 年进一步对系统进行了维修与改进。同时，长春站在开展卫星激光测距的前提下，开展了空间碎片激光测距的研究工作，并获得了有效的观测数据结果，拓展了卫星激光测距技术的研究领域。