

2020 长春站卫星激光测距观测报告

摘要：简要介绍了 2020 年长春站卫星激光测距（SLR）的总体观测情况，统计了本年度国际常规联测卫星的观测情况及一些特殊实验目标的观测情况，对本年度新增添国际联测卫星的观测情况进行了统计，并分析了长春站的环境条件变化情况以及数据精度。同时长春站为了提高系统的测距能力及系统的稳定性，对系统也进行了一定的改进。总体来说，2020 年长春站 SLR 系统运行平稳，取得了良好的观测成绩。

关键词：卫星激光测距，常规观测，系统升级

1 常规观测概况

1.1 2020 年长春 SLR 总体观测情况

2020 年，经过长春站卫星激光测距研究室全体成员对激光测距系统的维护与升级，卫星激光测距系统保持稳定的测距能力，再次取得优异的观测成绩。在 2020 年底国际激光测距服务组织数据中心公布的全年观测数据统计排名中，长春站总的观测数据量和高轨卫星观测数据量均位居世界第二位，如图 1.1.1 和图 1.1.2。

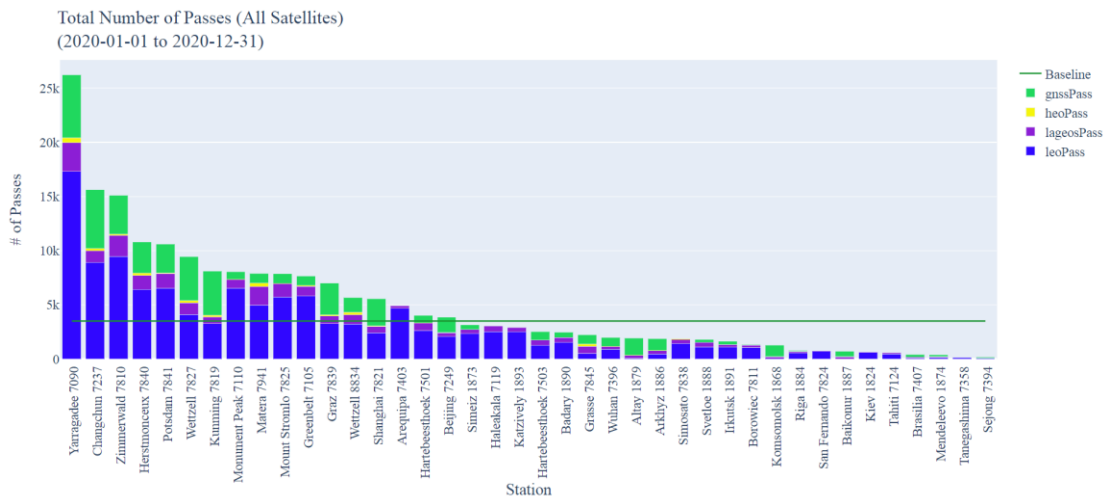


图 1.1.1 国际卫星激光测距台站总观测数据统计图

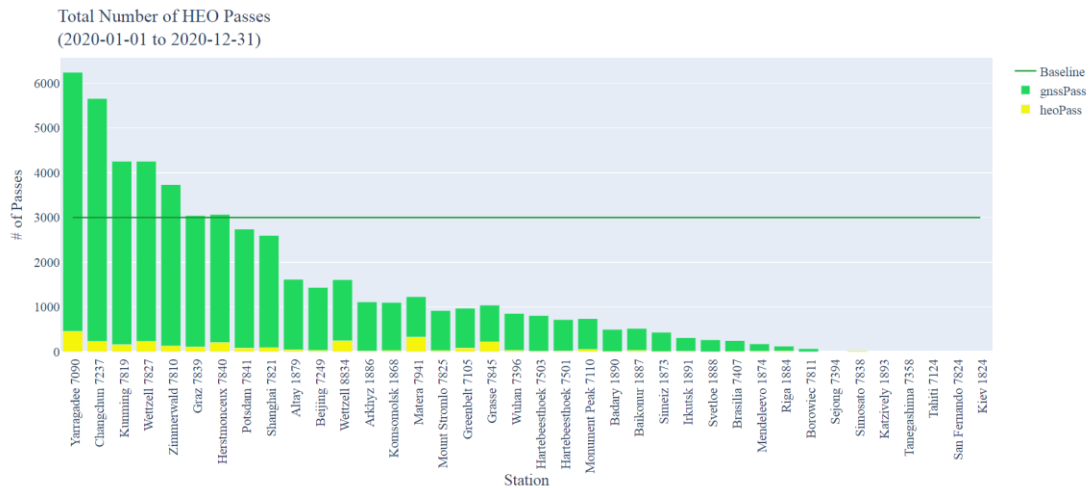


图 1.1.2 国际卫星激光测距台站高轨卫星观测数据统计图

2020 年，长春站 KHz 卫星激光测距系统共获得观测数据总量达到 16129 圈，有效观测数据点数超过 3.2 亿。其中白天观测数据总量达到 3696 圈，单月观测数据最多为 3365 圈，单月白天观测数据最多达到 583 圈，单日观测数据最多达到 158 圈。表 1.1.1 为 2020 年长春站全年 SLR 观测数据结果统计表。从全年的观测数据统计结果中，可以看出全年观测数据结果最多的月份是 12 月，观测数据超过 3000 圈，其次是 3 月、10 月和 11 月，观测数据量达到近 2000 圈，观测数据较少的月份主要集中在 5 月、6 月、7 月、8 月和 9 月，观测数据量不到 1000 圈，主要原因是因为天气较差。

表 1.1.1 2020 年长春站 SLR 观测数据结果统计表

月份	观测数量		
	白天圈数	夜间圈数	总圈数
1	250	1252	1502
2	208	707	915
3	537	1393	1930
4	306	729	1035
5	217	358	575
6	203	522	725
7	167	666	833
8	163	507	670
9	132	592	724

10	583	1359	1942
11	352	1564	1916
12	578	2787	3365
总计	3696	12436	16132

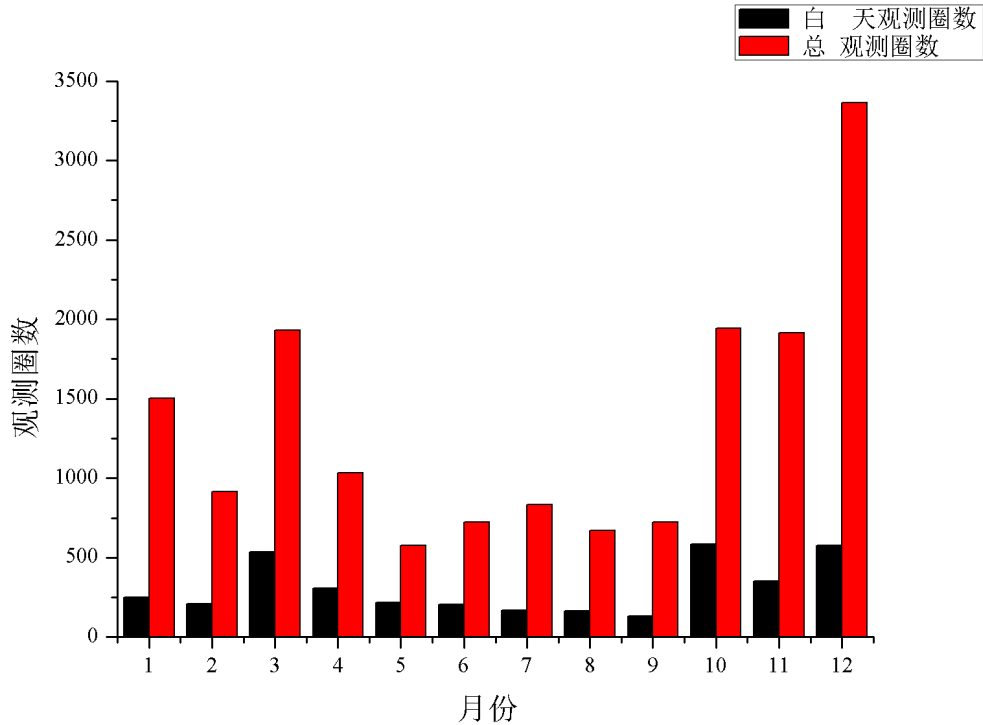


图 1.1.3 2020 年长春站 SLR 月观测数据统计图

1.2 观测目标情况

2020 年，长春站共观测国际国内卫星 96 颗，并获得了有效观测数据。包括低轨道观测目标 32 颗，地球动力学卫星 LAGEOS-1 和 LAGEOS-2，以及高轨道卫星 62 颗，其中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 系列导航卫星、日本的 QZSS 系列导航卫星及印度的 IRNSS 导航卫星等。

1.3 国内卫星观测情况

2020 年长春站继续对我国发射带激光角反射器的卫星观测任务进行全力支持，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。

表 1.3.1 2020 年长春站获得国内卫星数据结果列表

卫星名称	总观测圈数
Beidou3m2	72
Beidou3m3	75
Beidou3m9	87
Beidou3m10	69
Beidou3m21	2
Beidou3m22	1
COMPASS-G1	212
COMPASS-I3	105
COMPASS-I5	76
COMPASS-M3	88
COMPASS-I6B	110
HY-2A	147
HY-2B	384
HY-2C	230
长征二号火箭体 (X1)	121
长征二号火箭体 (X2)	154
Tiangong1	6
ZY3	93
总计	2032

1.4 2020 年新增卫星统计结果

本年度国际 ILRS 共增加了 3 颗联测卫星，长春站积极参与联测并获取了优异的观测成绩。新增联测卫星包括俄罗斯的 Glonass140、Glonass141 卫星以及我国的海洋二号 C 卫星。同时，对国内的资源三号 03 卫星的初轨测试也进行了大力的支持，并获得了大量的观测数据。

表 1.4.1 长春站 2020 年新添加卫星观测数据统计表

卫星名称	轨道高度 (km)	观测圈数 (pass)
HY-2C	957	230

Glonass140	19140	133
Glonass141	19140	126
ZY3	505	96

1.5 2020 年观测数据点数统计

为了提高观测数据质量，长春站加强了对每圈观测数据弧段和标准点数量的观测，2020 年全年观测数据圈数达到 16129 圈，观测数据点数达到 3.2 亿个数据点。图 1.5.1 中，横轴是按字母顺序排列的卫星名称，纵轴是卫星观测弧段长度，以分钟为单位。每种颜色代表一年 12 个月的观测量。从图中可以看出，全年观测弧段最长的为 Ajisai 卫星，其次为 LAGEOS-1、LAGEOS-2、Jason-3、Beacon-C、Starlette 卫星。大部分卫星在 2020 年 12 月累积观测弧段最长。导航星观测量最大为 CompassG1。除此以外，同系统之间获得的观测数据比较平均，GLONASS 系列卫星观测弧段长度多于北斗导航系列卫星和伽利略系列卫星。

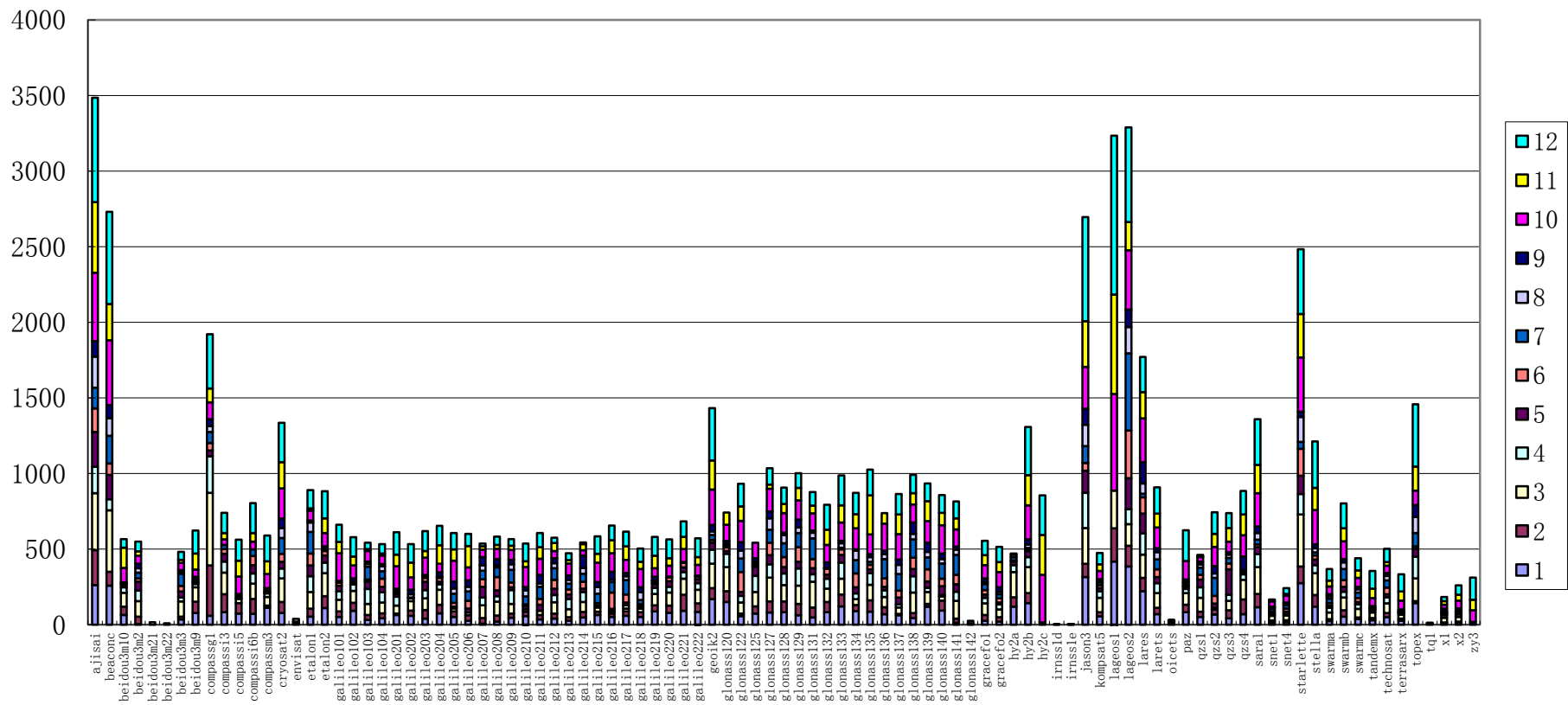


图 1.5.1 2020 年观测卫星弧段长度统计图

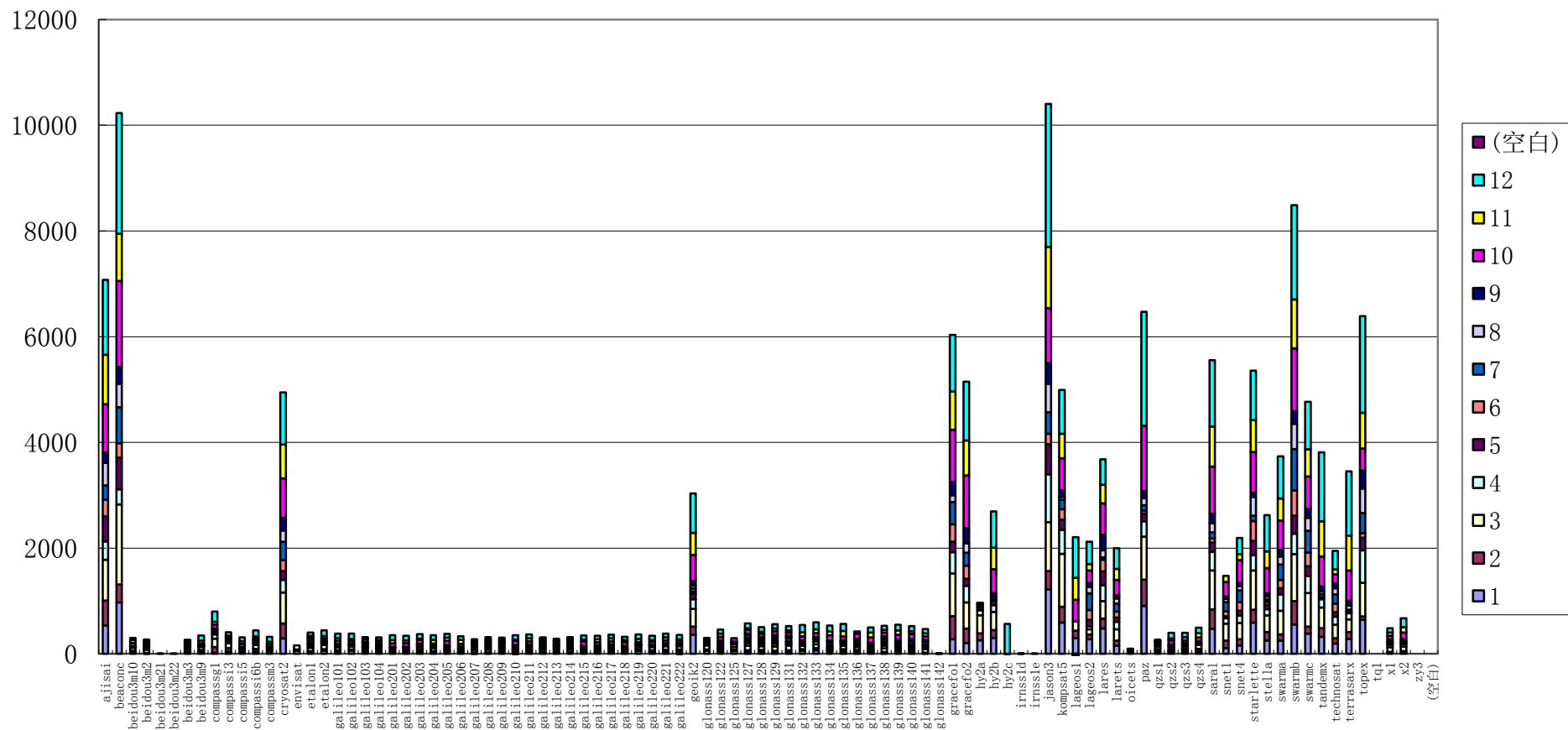


图 1.5.2 2020 年观测卫星标准点按月统计图

图 1.5.2 中，横轴是按字母顺序排列的卫星名称，纵轴是卫星观测的标准点个数。每种颜色代表一年 12 个月的观测量。从图中可以看出，观测标准点数最多为 Jason-3 卫星的 10405 点，其次为 Beacon-C、Swarm-B、Ajisai、PAZ、Topex 卫星，均为近地卫星。导航

星观测量最大为 CompassG1。除此以外，同系统之间比较平均，GLONASS 系列卫星观测弧段长度多于北斗导航系列卫星和伽利略系列卫星。

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。2020 年共有 249 天获得了有效的观测数据，其中约占全年的 69%，平均每月的观测天数超过 21 天，其中单日获得 10 圈以下数据共有 25 天。整体来说，全年空气质量良好，浮尘天气较少。

表 1.6.1 2020 年有效观测天数统计结果

月份	观测天数
1	19
2	12
3	28
4	20
5	13
6	20
7	20
8	17
9	21
10	25
11	23
12	31
总计	249

表 1.6.2. 2020 年有效观测天数统计结果

圈数区间	2019 年有效天数
1 圈-10 圈	25
11 圈-20 圈	17
21 圈-30 圈	15
31 圈-40 圈	22
41 圈-50 圈	27

51 圈-60 圈	16
61 圈-70 圈	13
71 圈-80 圈	22
81 圈-90 圈	17
91 圈-100 圈	18
100 圈及以上	57
总计	249

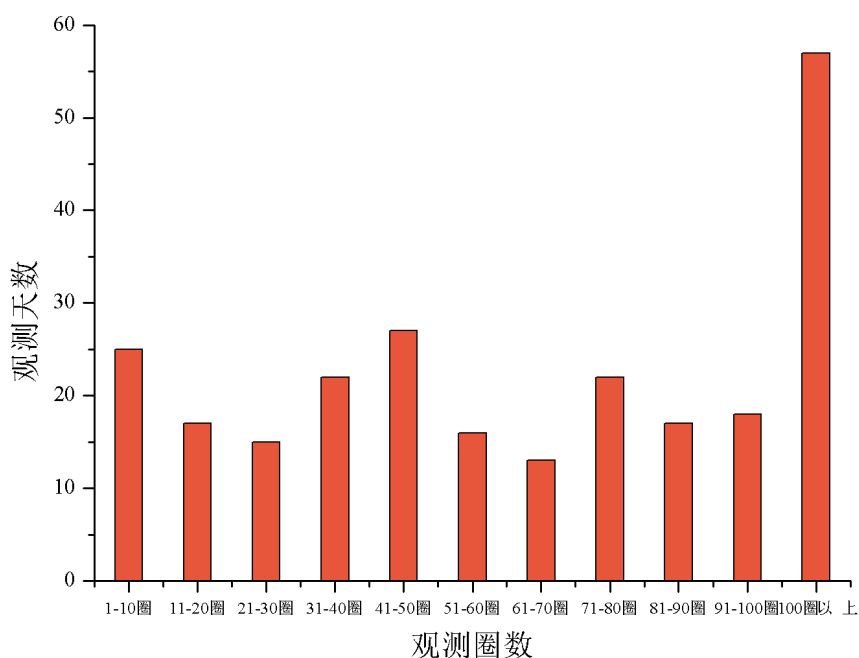


图 1.6.1 2020 年有效观测天数统计结果

2、气象条件情况分析

我站位于北纬 43.7905 度、海拔 274.2 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。图 1.6.2、图 1.6.3 和图 1.6.4 分别是长春站全年的温度变化情况、湿度变化情况和气压变化情况。从图中可以看出全年最低温度可以达到 -28.3℃，最高温度可以达到 35.6℃，昼夜温差比较大。

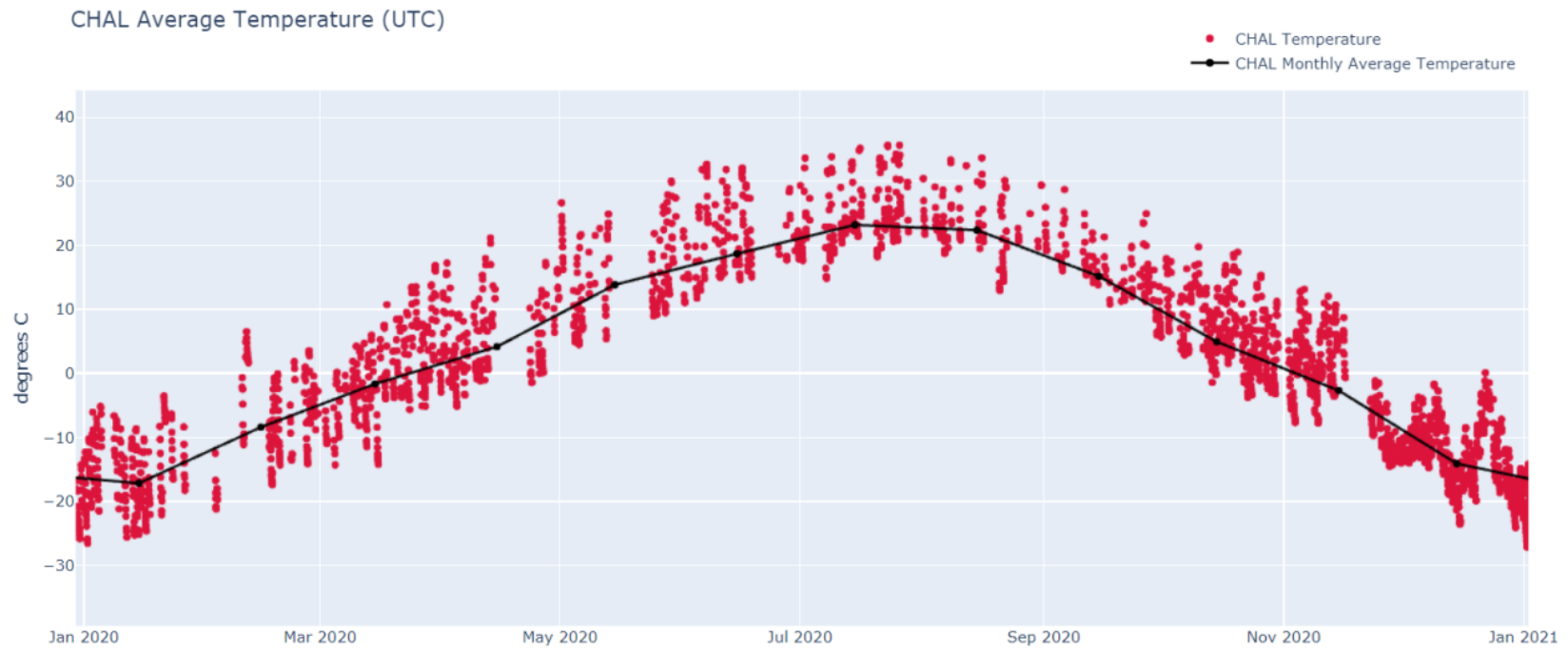


图 1.6.2 2020 年长春站全年温度变化情况

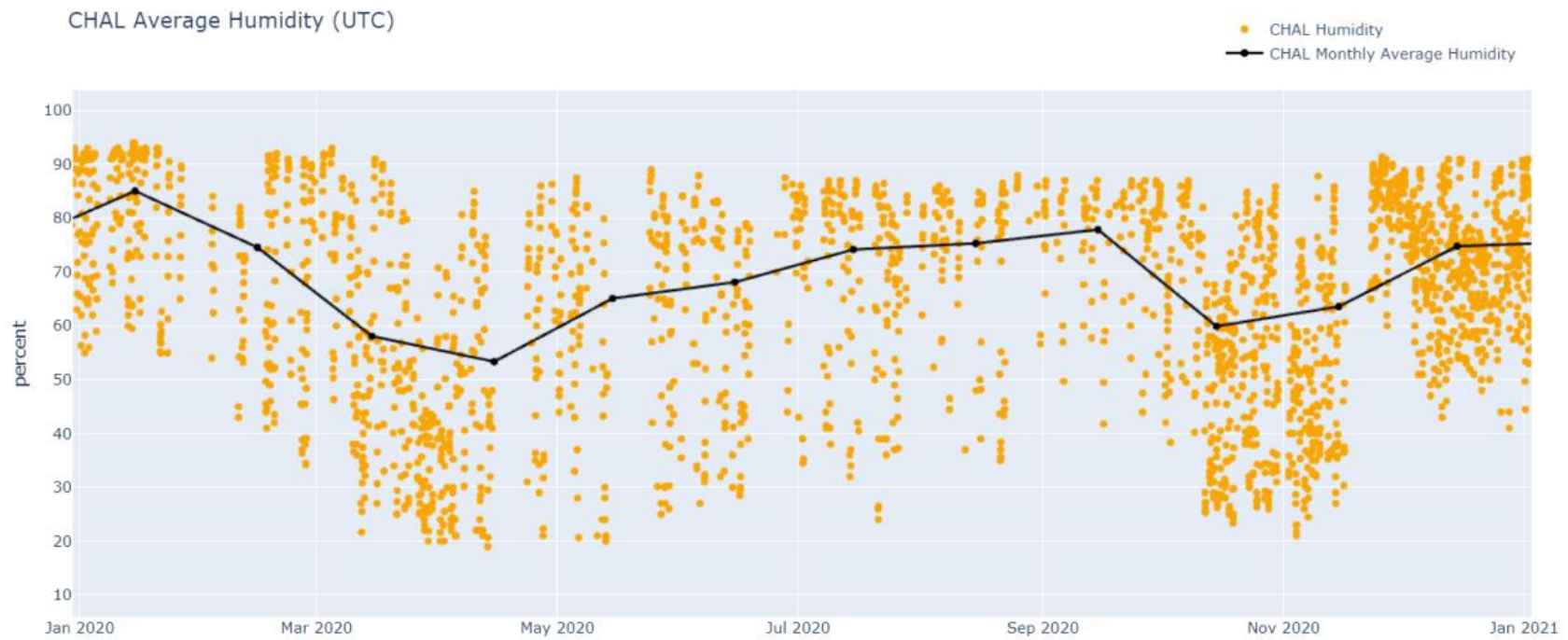


图 1.6.3 2020 年长春站全年湿度变化情况



图 1.6.4 2020 年长春站全年气压变化情况

1.7 观测数据结果精度稳定性分析

1、2020 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。2020 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，从图中可以看出 LAGEOS 卫星的标准点精度主要集中在 10mm 左右，LAGEOS 卫星的校靶精度

也在 10mm 以下。

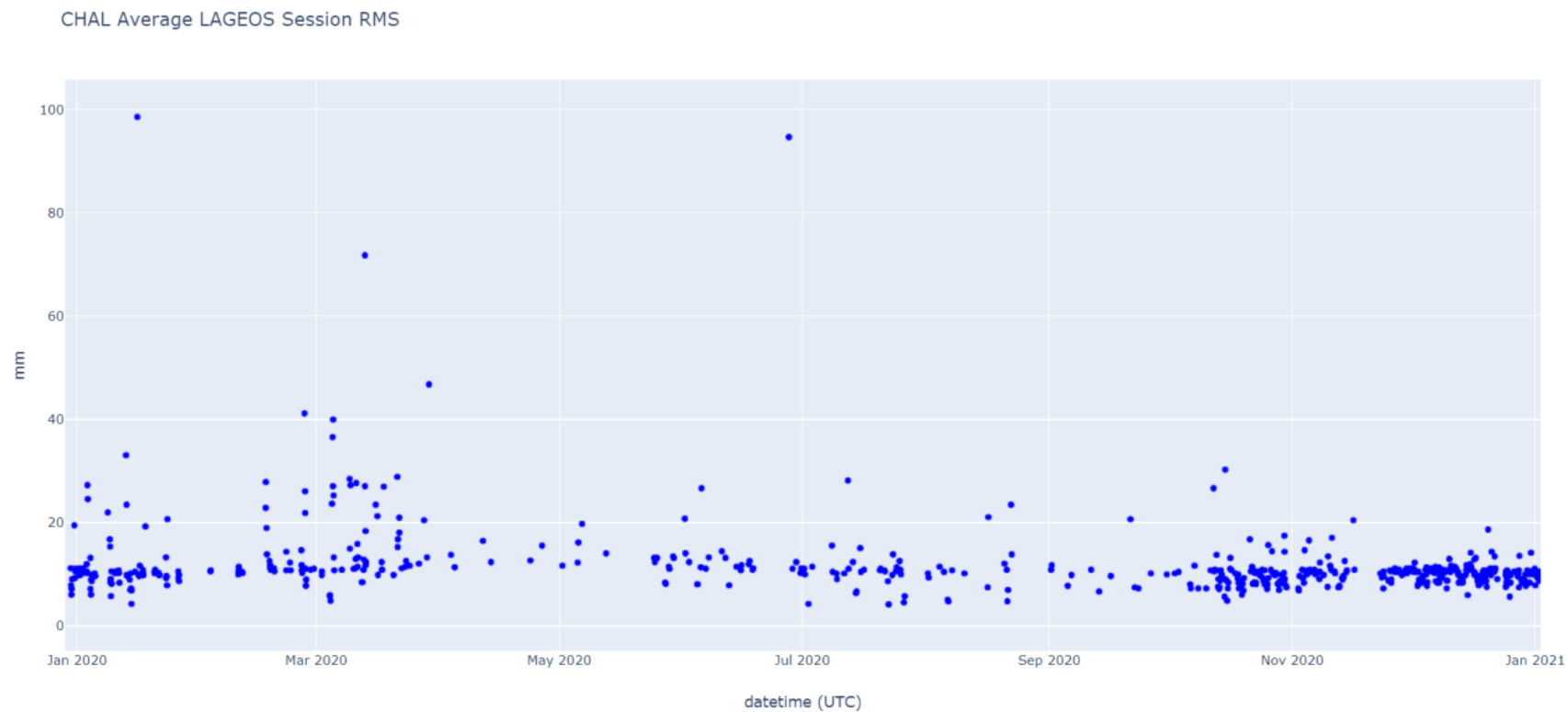


图 1.7.1 2020 年 LAGEOS 卫星的标准点精度统计

CHAL LAGEOS Calibration RMS

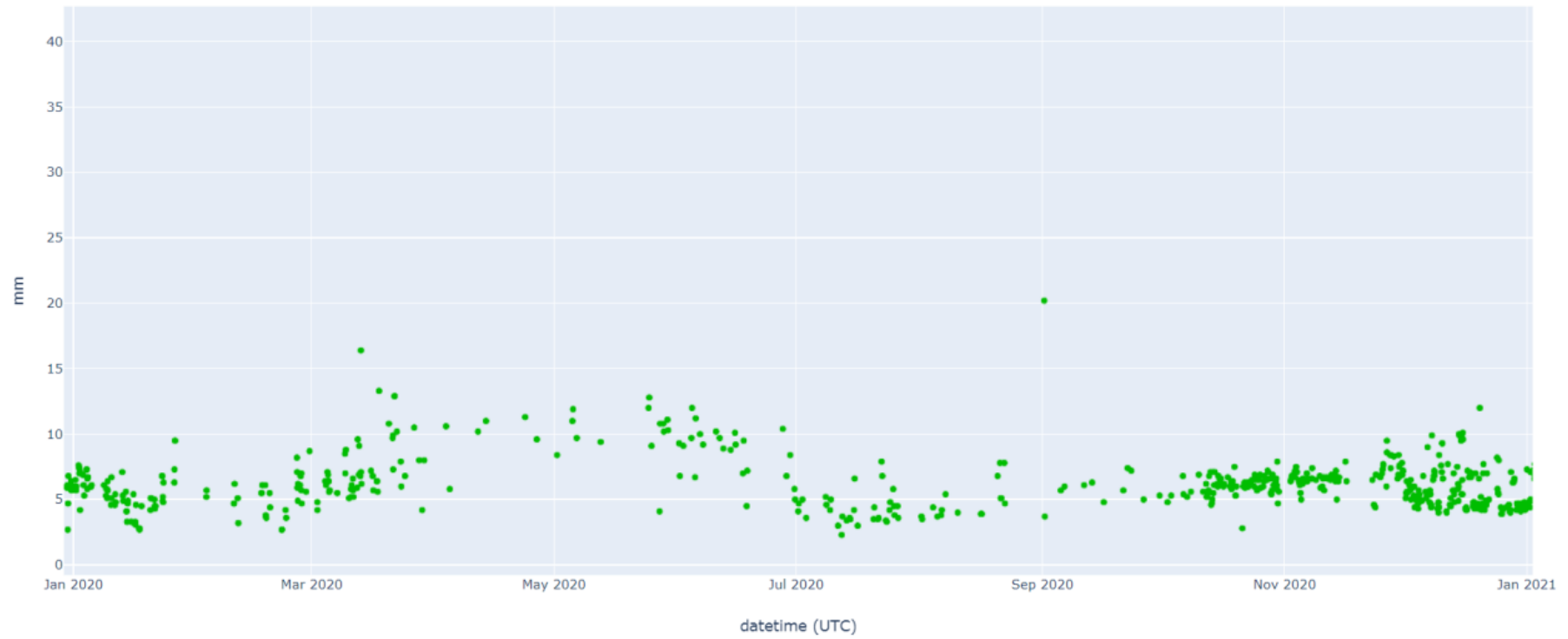


图 1.7.2 2020 年长春站 LAGEOS 卫星的校靶精度

2 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 2020 年对系统也进行了一些升级与改进。

(1) 提高SLR系统稳定性

为了提升观测数据的稳定性，严格规定 LAGEOS 卫星的观测要求，限定观测弧段、数据点数及数据处理方法等。

针对系统差标校，采用了不同的观测条件进行限制，采用窄带干涉滤光片、固定视场光阑大小、进行密集测靶、限制地靶回波等条件进行系统差标校。系统差稳定性有明显改善。

(2) 提高 SLR 系统测距能力

定期进行 SLR 系统的精确调整，包括开展望远镜监视视场与接收视场重合监视的调整，定期进行 C-SPAD 探测器灵敏区精确调整、白天北极星校准接收视场中心点的调整、Coude 光路精密调整等，开展系统综合指向偏差的应用。

(3) 完成基于 FPGA/DSP 的新版本测距控制系统开发与测试。

3 总结

本文主要介绍了 2020 年长春站卫星激光测距系统的总体观测情况，全年总体观测运行情况平稳，观测数据总圈数和高轨卫星的观测圈数均位居世界第二位。介绍了全年观测目标情况以及新增的观测目标情况，分析了国内卫星的观测情况，观测数据点数情况，观测数据结果精度稳定性情况以及长春站环境条件情况分析。为了保证测距系统的测距能力与稳定性，长春站在 2020 年对系统进行了常规的升级和改进，定期进行 SLR 系统的精确调整，严格限定 LAGEOS 卫星的观测弧段、数据点数及数据处理方法。完成基于 FPGA/DSP 的新版本测距控制系统开发与测试。总体来说，2020 年长春站 SLR 系统运行平稳，取得了良好的观测成绩。