



IGS INTERNATIONAL
GNSS SERVICE

IGS连续运行参考站指南

联系人: cb@igs.org

国际GNSS服务(IGS)
IGS基础设施委员会(IC)

版本1.0
2023年10月

文档历史

本指南取代了之前的《IGS台站指南》，其最新版本发布于2015年7月。

日期	版本	修订内容	作者
2023-10-01	1.0	文档发布	M. Bradke R. Ruddick P. Rebischung P. Steigenberger W. Söhne D. Maggert
2025-05-10	1.0_cn	中文翻译	耿江辉 薛军琛 李浩博 罗鑫磊



©国际GNSS服务，2023

本文件根据《知识共享署名4.0国际许可协议》发布

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>

目录

文档历史.....	2
目录.....	3
参考文献.....	5
术语与定义.....	6
1 引言.....	8
1.1 IGS测站注册流程	8
1.2 不规范测站的例外许可	8
2 IGS CORS指南概述.....	9
3 IGS CORS的建立与运行	13
3.1 信号质量	13
3.1.1 天空可见性	13
3.1.2 多路径效应	14
3.1.3 无线电干扰源	14
3.2 台站稳定性	15
3.2.1 标石基础	15
3.2.2 天线标石	15
3.2.3 天线底座	16
3.3 供电与通信	16
3.3.1 供电	16
3.3.2 通信	17
4 GNSS设备	19
4.1 GNSS接收机.....	19
4.2 GNSS天线.....	20
4.3 天线电缆.....	22
4.4 气象传感器.....	23
5 数据和元数据.....	24
5.1 信号跟踪与数据记录	24
5.1.1 高采样数据	25
5.1.2 实时数据	25
5.1.3 气象数据	25

5.2 文件命名规则	25
5.2.1 RINEX v.4/v.3	25
5.2.2 RINEX v.2	27
5.3 数据质量	30
5.4 元数据	30
5.4.1 IGS台站日志/GeodesyML	30
5.4.2 RINEX头文件	31
5.4.3 数字照片	33
5.4.4 单天线校准	33
5.4.5 数据保护合规性	34
5.5 公告	34

参考文献

- NGS. (2018, 08 01). *Guidelines for New and Existing Continuously Operating Reference Stations (CORS)*. Retrieved from https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/CORS_guidelines.pdf
- IGS. (2021). *International GNSS Standards and Formats*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/>
- IGS. (2021). *Naming Conventions for GNSS Equipment*. Retrieved from https://files.igs.org/pub/station/general/rcvr_ant.tab
- IGS. (2018). *Instructions for Filling out IGS Site Logs*. Retrieved from https://files.igs.org/pub/station/general/sitelog_instr.txt
- IGS. (2021). *IGS ANTEX 2020*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/station/general/igs20.atx>
- IGS. (2021). *IGS Blank Site Log*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/station/general/blank.log>
- ICSM. (2020, 12 07). *Guideline for Continuously Operating Reference Stations*. Retrieved from https://icsm.gov.au/sites/default/files/2020-12/Guideline-for-Continuously-Operating-Reference-Stations_v2.2.pdf
- Gurtner, W. (2007, 12 10). *RINEX 2.11*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/rinex211.txt>
- Romero, I., & Ruddick, R. (2020, 07 06). *RINEX 2.11: Compression Method Clarification Addendum*. Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/Addendum-rinex211.pdf>
- IGS/RTCM Working Group. (2020, 12 01). *RINEX 3.05*. (I. Romero, Ed.) Retrieved from <https://files.igs.org/pub/data/format/rinex305.pdf>
- IGS/RTCM RINEX Working Group. (2021, 12 01). *RINEX 4.00*. (I. Romero, Ed.) Retrieved from https://files.igs.org/pub/data/format/rinex_4.00.pdf
- IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee. (2021, 10 01). *Guidelines for IGS Real-Time Broadcasters and Stations*. Retrieved from https://files.igs.org/pub/resource/pubs/Guidelines-for-IGS-Real-Time-Broadcasters-and-Stations_v1.0.pdf

术语与定义

缩略语/术语	定义
ADSL	非对称数字用户线路
APC	天线相位中心：GNSS天线内部参考点，所有GNSS信号测量均以该点为基准。
APREF	亚太参考框架
ARP	天线参考点：GNSS天线上一个物理可测点位，所有与天线相关的测量都以该点为基准。
BDS	北斗系统：中国建立和管理的全球卫星导航系统。
CORS	连续运行参考站
Cycle Slip	由于接收机暂时失去对GNSS信号载波的锁定而引起的载波相位测量时间序列的不连续。
DOMES number	MERIT台站目录（DOMES）：由IGN发布的唯一大地测量标识符。
EPN	欧洲永久GNSS网
EUREF	欧洲参考框架分委会
Galileo	欧盟建立和管理的全球卫星导航系统
GLONASS	格洛纳斯系统：俄罗斯建立和管理的全球卫星导航系统
GNSS	全球卫星导航系统：所有卫星导航系统的通用术语
GPS	全球定位系统：美国建立和管理的全球卫星导航系统
IGN	法国国家地理与森林信息研究所
ITRF	国际地球参考框架
Multipath	由于反射的GNSS信号与直接GNSS信号因路径长度不同而干扰，导致的GNSS观测误差。

NavIC/IRNSS	印度星座导航系统/印度区域卫星导航系统：印度建立和管理的区域卫星导航系统。
NRT	近实时（基于文件）
NTRIP	基于互联网的RTCM网络传输协议：用于通过互联网传输GNSS实时数据流的应用层协议。
ODC	运营数据中心
PCO/PCV	相位中心偏移/相位中心变化
PDU	电源分配单元：用于控制电力的设备。
QZSS	准天顶卫星系统：日本建立和管理的区域卫星导航系统。
RFI	射频干扰
RINEX	接收机通用交换格式：独立于供应商二进制格式的GNSS数据交换标准。
RNSS	区域卫星导航系统
RT	实时（基于数据流）
RTCM	海事服务无线电技术委员会：特别委员会104定义了使用差分GNSS进行无线电通信和导航的国际标准。
SBAS	星基增强系统
SIRGAS	美洲大地测量参考系统
SNR	信噪比
SOPAC	Scripps轨道与永久阵列中心
UPS	不间断电源：在主电源故障时提供短期电力的电气设备。
VSAT	甚小孔径终端
WAN	广域网

1 引言

IGS跟踪网是由多个组织维护和运行的连续运行参考站（CORS）组成，各组织在IGS的框架下为共同利益实现资源汇集。尽管严格的规定与IGS的自愿性原则不符，但参与测站仍需遵守统一的标准和规范，以确保数据的一致性与适用性。跟踪网络的长期稳定运行对IGS产品至关重要。因此，任何涉及到测站配置或周围环境的更改都应仔细规划，以尽量减少测站位置时间序列的不连续性。对服务于实现国际地球参考框架¹（ITRF）的特定参考站应给予重视。

本指南给出了所有IGS CORS必须遵循的最低标准，同时列举了有助于IGS测站价值提升的额外技术要求，为测站所有者和运营方在规划和运行CORS时提供参考。对本指南的补充或修改建议，请发送至cb@igs.org。

1.1 IGS测站注册流程

测站所有者或运营方在申请注册IGS新测站时，应遵循《IGS测站注册流程》规定的程序。在规划新测站方案时，测站运营方应仔细研究本指南的技术规范。测站负责人须预期测站能够持久运行，并最好作为国家或区域参考网的一部分。位于国家或区域参考网覆盖范围内的测站应首先与相关参考网协调员进行协调²。由于大多数区域或国家参考网采用与IGS一致的标准，因此，这些测站可以优先获得IGS的批准。IGS基础设施委员会下设的测站提案分委会（SPC）将根据测站位置、设备、操作特性及是否与任意IGS试点项目或工作组相关，来决定是否接受拟建测站加入IGS跟踪网。

IGS网络协调员在申请过程中与测站运营方协商，并审核汇总的信息是否准确、完整且符合本指南规范。

1.2 不规范测站的例外许可

对不符合本指南规范但对IGS仍有价值的测站，经SPC批准，可获特许加入IGS网。

¹ IGS20.snz包含服务于IGS参考框架的测站列表。

² IGS与APREF、EPN和SIRGAS区域网协调测站提案。

2 IGS CORS指南概述

本节概述了CORS加入IGS网所需满足的强制性和建议性要求。这些要求适用于现行IGS测站和拟建测站。尽管IGS明确希望测站全面遵守本指南规范，但在无法完全符合相关规定的情况下，建议测站运营方咨询基础设施委员会。有关这些要求的详细信息可参见本指南后续章节。

图例

最低要求



推荐



不推荐



表1：IGS CORS重要建议汇总

建议	分类
常规	
测站属于国家/区域大地测量网络 ³	▼
测站被规划为连续和永久运行站	*
测站运营机构具备维修、升级和维护能力	*
基础与选址（第3.2.1节）	
基岩或大型混凝土基础	*
安装于建筑物或类似结构上 ⁴	✗
在10度高度角以上视野开阔，仅存在有限的障碍物	*
台站无信号遮挡或射频干扰	*

³ 对位于APREF、EPN和SIRGAS覆盖范围内的区域CORS是强制性的。

⁴ 经SPC审查后可获特许。

台站无反射材料	✱
埋石与安装（第3.2节）	
混凝土支柱或支撑式（三脚架、四脚架等）基座	✱
安装在建筑物上的（钢制）底座	✗
底座将天线锁定在适当位置以保持其方向和水平	✱
相对于原始位置和方位，底座天线装卸的容许偏差为0.5毫米和1度	✱
供电与通信（第3.3节）	
确保所有通信设备连续运行	▼
确保可远程控制访问接收机	✱
接收机（第4.1节）	
对所有GNSS ⁵ 进行多频码和载波相位跟踪	✱
连续记录原始GNSS数据	▼
实时数据流（RTCM）	▼
全视角卫星（健康和非健康）跟踪，最低5度高度角（鼓励0度）	✱
禁用伪距和相位平滑	✱
禁用多路径抑制	✱
具备存储合理容量原始数据的能力（视具体情况而定）	✱
天线（第4.2节）	

⁵ 新测站应具备跟踪所有可用频率码和载波相位的能力。

使用列入IGS官方ANTEX中的带有IGS校准的绝对天线相位中心（平均校准）的天线 ⁶		✱
独立校准的绝对天线相位中心		▼
天线应在真北方向5度范围内调平与定向		✱
天线罩保护		✕
数据（第5节）		
数据必须以RINEX格式提供 ⁷		✱
若提供实时数据流 ⁸ ，则采用RTCM3 MSM5格式的数据流 ⁹		✱
通信中断后须向数据中心重新提交数据		✱
RINEX数据须在接收机上直接或由原始二进制文件转换生成		✱
文件完整性目标		99%
高采样RINEX文件（第5.1节）		
提供		▼
延迟	< 5分钟	✱
采样率	1 赫兹	✱
持续时间	15 分钟	✱
小时的RINEX文件（第5.1节）		

⁶ <https://files.igs.org/pub/station/general/igs20.atx>

⁷ 对于新测站：最低须提供RINEX 3.04版本，不接受RINEX 2.11版本。

⁸ 强烈建议新测站提供实时数据流。

⁹ 鼓励使用MSM7。

提供		▼
延迟	< 5分钟	*
采样率	30秒	*
单天的RINEX文件（第5.1节）		
提供		*
延迟	< 30分钟	*
采样率	30秒	*
元数据（第5节）		
完整且最新的IGS台站日志/GeodesyML格式的元数据		*
由IGS批准的唯一九字符测站标识符		*
分配唯一的IERS DOMES编号		*
在台站变更后24小时内更新IGS测站日志		*
RINEX头文件与IGS元数据记录中的信息相符		*
提供天线在四个主要方向（北、东、南、西）上的安装照片		*

3 IGS CORS的建立与运行

本节阐述了在安装新的IGS CORS前应该考虑的准则。这些准则是基于过去几十年各个大地测量机构所确立的惯例整理而成。

在建设过程中，每个GNSS测站都会面临各自不同的问题。CORS选址与设计的通用原则包括：

- 天线参考点（ARP）的稳定性；
- 信号质量和数据完整性；
- 持续且可靠的电源供应；
- 可靠且低延迟的通信（IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee, 2021）；
- 能够抵御周围环境和安全风险的基础设施。

建议考虑以下因素以提前评估拟建测站的可用性：

- 显著的信号遮挡；
- 潜在的多路径效应和射频干扰（RFI）源；
- 访问限制；
- 电源与通信是否可用；
- 电缆长度需求；
- 与人为干扰、动物及环境相关的台站安全问题；
- 由于台站附近植被生长和开发而导致的天空可见性潜在变化；
- 台站地基的适用性（可能需要额外的地球物理或结构分析）。

3.1 信号质量

到达GNSS天线的卫星信号质量对GNSS测站的性能具有至关重要的影响。以下各节将对可能影响信号质量的各种因素进行说明。

3.1.1 天空可见性

GNSS测站应位于地平线以上遮挡物最少的位置。在10度以上的高度角范围内，测站不应存在任何遮挡。接收机应设置为跟踪0度截止高度角范围内的所有卫星（另见第4.1节）。

3.1.2 多路径效应

当GNSS卫星信号通过不同路径到达天线时，会产生多路径干扰。信号一部分直接从卫星传来，另外的则经其他表面反射后到达天线。

多路径效应的来源既可以是自然的，也可以是人为的。表2列出了已知会产生强多路径效应的可能来源。

表2：由人工和自然导致的多路径效应源列表

人为源	自然源
金属板和标识牌	树木（尤其是潮湿的树木）
屋顶	水面（如湖泊，河流等）
建筑物墙面	
网状围栏	
太阳能电池板	

GNSS台站应始终避免此类反射体的存在，可疑的多路径效应源应至少距离GNSS天线20米，并位于5度高度角以下。

3.1.3 无线电干扰源

常见的射频干扰源包括：

广播、电视和手机发射器；

微波数据链路；

输电线；

变压器。

定向发射器，尤其是指向CORS台站的微波数据链路，可能造成严重的射频干扰。

在其他参数中，射频干扰的影响是频率、辐射功率和到干扰源距离的函数。当射频干扰是GNSS信号频率的谐波时，其影响会显著增加。

因此，难以明确界定一个与射频干扰源的安全操作距离。射频干扰往往难以确认，若怀疑存在射频干扰，可能需要寻求专家建议。若经证实存在射频干扰且无法在拟建CORS台站进行消除，则应考虑另行选址。

注：射频干扰源不仅会影响天线接收到的GNSS信号，还会影响台站数据的无线传输（无线电或手机网络）。当CORS台站通过无线电链路传输数据时，该无线传输本身可能会成为天线端GNSS信号的射频干扰源。

在最终安装标石之前，建议对多路径环境进行测试，并检查GNSS台站是否存在射频干扰源。这可以通过将GNSS设备临时安装在三脚架上，并检验数据质量来完成。

3.2 台站稳定性

GNSS台站的稳定性主要取决于地基、天线标石和天线底座的质量。

3.2.1 标石基础

理想情况下，IGS CORS的天线标石采用钻孔支撑的三脚架结构或锥形柱状结构固定在基岩上。这对于为ITRF的实现做出贡献的测站尤为重要。

除非受环境或经济条件限制而无法采用其他方案，否则应避免将天线安装在屋顶或建筑结构上（如附着于墙壁）。此类台站应当固定于基岩、稳定土壤中的混凝土基础，以及混凝土、砖或石砌结构的承重构件上，最好靠近两墙的交界处。由于热膨胀和风荷载的影响，最好选择高度低于十米的建筑结构。

应避免使用热膨胀系数高的结构以及处于施工后沉降阶段的建筑物。为降低建筑物造成的多路径效应，应避免采用金属覆层或金属屋顶的结构。

3.2.2 天线标石

GNSS台站的标石设计应确保结构稳定且锚定牢固，以支撑天线安装。对于所有IGS CORS，其标石应具备以下特性：

- 短期、中期和长期稳定性；
- 长期耐久性；
- 最小的多路径效应；
- 足够的高度以最大限度减少遮挡；
- 设计简单以便于制造、安装和维护；
- 低维护需求；
- 耐腐蚀、侵蚀和沉降；

- 能够承受天线的质量；
- 与接收机保持合理距离；
- 防篡改设计。

若条件允许，建议将标石固定在坚固基岩上，以确保基座极其稳定。标石锚固深度的选择应避免受霜冻影响，且其高度应高于积雪厚度。

标石顶部的宽度应小于天线直径，以最大限度减少标石边缘和上表面引起的多路径效应。建议避免在天线附近使用大量金属材料。一般来说，当预期温度变化较大时，应使用低热膨胀系数的材料。若存在热膨胀问题，则应采取隔热措施。由于铝的热膨胀系数较高，应避免使用铝制标石。对于安装在屋顶上的标石，其天线应放置在屋顶上方至少50厘米处。尽可能避免使用金属屋顶结构。如果使用带有金属的屋顶或其他反射表面的结构，则应避免天线高度为GNSS载波相位波长（19厘米或24厘米）的倍数。

使用不锈钢螺栓和配件。对于实心混凝土墙，除非螺栓末端会暴露在如办公室或走廊等内部工作空间中，否则应使用贯穿整个墙体厚度的通孔螺栓。使用不锈钢背板有助于分散通孔螺栓的受力。应避免在空心墙中使用通孔螺栓，因为这可能会导致内外墙面受压贴合，削弱基础结构。

3.2.3 天线底座

天线底座（或适配器）用于连接GNSS天线和标石。安装完成后，天线底座应将天线牢牢固定，确保其无法移动或旋转。当天线被移除并重新安装时，底座应能使天线参考点复位至原始位置和方向的0.5毫米和1度范围内。天线底座必须保持天线水平，并指向真北方向的5度范围内，以确保天线校准的有效性。

3.3 供电与通信

3.3.1 供电

每个CORS都需要由持续可靠的电源供电。市电和太阳能都是合适的主电源。选择太阳能还是市电作为主电源则需要在成本、安全性、可用性和位置之间进行权衡。当台站距离电网较远时，采用太阳能配合电池组是一个更经济的选择。若市电不稳定且存在显著的电力波动，那么太阳能是更优的选择，尤其是在偏远地区。

市电供电

当使用市电时，建议为CORS设备配备专用电路，以避免因其他设备的电力负荷而导致断路器或漏电保护器跳闸，降低CORS设备供电中断的风险。电源插座的安装应尽量避免因意外或人为因素导致台站设备断电。建议安装电涌保护装置以防电压突增造成损坏。

太阳能（光伏）供电

太阳光照条件是太阳能性能的关键因素，其取决于纬度和当地气候条件。可咨询当地气象部门，了解目标区域的平均日照时。

太阳能供电台站需配备电池系统。对于以市电为主供电源的台站，电池系统是常用的备用电源。不间断电源是常见的短期电源（UPS），可在主电源与长期备用电源切换期间持续供电。

建议CORS台站配置电源分配单元（PDU）。电源分配单元可以管理和调节台站的电力供应，一般具有自动切换机制，方便在主电源和备用电源之间切换。通过远程管理的电源分配单元可在预设限制内控制供电系统，并提供系统工具、报告和警报。根据环境条件，电源分配单元还可以关闭和重启非关键设备。配备通信链路的电源分配单元允许CORS操作员远程手动控制设备供电。

3.3.2 通信

CORS台站需要可靠的通信来传输数据，这些数据可以直接传输给用户，或传输到运营数据中心（ODC）。通信系统的设计是影响CORS设备数据传输以及远程控制的关键问题。

目前有多种通信选项和服务提供商可供选择。CORS台站与运营数据中心之间常用的数据传输通信系统包括：

- 非对称数字用户线路（ADSL）；
- 移动电话网络；
- 办公室间的企业广域网（WAN）；
- 用于偏远地区的甚小孔径终端（VSAT）卫星链路。

通信系统设计取决于所需的数据带宽、使用的数据协议、可接受的数据延迟以及目标区域可用的服务。

建议配置独立的备用通信系统以提高台站可靠性。对于提供实时服务的台站，

以及实地维护成本高于通信系统成本的偏远台站，备用通信尤为重要。

CORS数据传输所需带宽受多种因素影响，主要包括：

- 常规传输操作（即数据流传输和定期数据下载）；
- 非常规下载，如在通信中断后从接收机检索存储数据；
- 接收机固件升级上传；
- 额外带宽负载，如为GNSS接收机、气象站以及网络或电源管理设备提供图形用户界面支持；
- GNSS现代化（即新增的信号、卫星和卫星系统）带来的总体数据量增加。

无论采用何种通信方式，对于实时定位服务，从CORS台站到用户端的数据延迟不应超过两秒。

4 GNSS设备

随着新的GNSS系统和信号的出现及其公认的社会效益，GNSS技术正在迅速发展。数据格式不断变化，固件版本持续调整和更新。因此，在技术、成本、效率和需求之间找到平衡至关重要。

所有IGS硬件组件（接收机、天线及天线罩）必须列于rcvr_ant.tab文件中（IGS, Naming Conventions for GNSS Equipment, 2021）。该规范包含GNSS设备的命名规则，用于在各种数据中（如ANTEX文件、IGS台站日志、RINEX文件头）唯一标识设备。

4.1 GNSS接收机

表3汇总了本指南推荐的接收机特性指标。拟加入IGS的新建GNSS测站应满足所有列出的特性要求。对暂时无法升级的测站，测站操作员应在未来更新时牢记这些建议。

表3 GNSS接收机建议汇总

组件	建议
信号跟踪	- 跟踪所有可用的载波相位、伪距及每种频率的信噪比（SNR）。多普勒观测为可选项。 - 不对伪距测量进行平滑处理。 - 必须禁用多路径效应抑制。 - 新建测站必须至少跟踪 GPS、GLONASS、Galileo 和 BeiDou¹⁰。 - 最好具备观测未来信号的能力。 - 接收机设置为跟踪0度高度角以上的信号（可接受5度高度角）。 - 接收机设置为全视跟踪（包括不健康的卫星）。 - 接收机将实际观测时刻与 GPS 时间同步，误差在1毫秒内。

¹⁰ 位于QZSS和IRNSS覆盖范围内的测站还应额外跟踪这些区域卫星系统的信号。鼓励具备星基增强系统的跟踪能力。

输出	• 支持多端口1赫兹 RTCM SC-104标准数据输出。 • 支持专有原始数据流。 • 具备将数据流传输到多个位置的能力。
记录	• 持续记录未经平滑的原始数据。 • 记录 RINEX 格式数据（若不在接收机外部生成，最小采样间隔为30秒）。 • 记录输入传感器数据。

GNSS接收机的固件是控制设备跟踪的计算机软件。与任何其他软件一样，固件可能会通过更新来修复漏洞或提升接收机的跟踪性能。在升级前，应对新固件进行全面测试，且仅在能提升性能的测站进行更新。一般来说，在最新稳定版固件发布后，接收机固件应在6个月内完成升级。

4.2 GNSS天线

测站的GNSS绝对天线校准必须以当前IGS ANTEX格式提供（IGS, IGS ANTEX 2020, 2021），该文件包含特定型号的天线校准参数。虽然当前IGS分析的标准做法是使用类型平均校准，但仍然建议对IGS网络中使用的每个GNSS天线进行单独校准。建议使用机器人或暗室来校准新建天线。为保障校准的有效性，GNSS天线必须朝向真北方向，精度控制在 ± 5 度范围内，不应使用相对天线校准模型。

GNSS天线必须按照3.2节所述，牢固且安全地安装在测站标石的顶部。

必须测量标志点与天线参考点（ARP）之间的偏心距，并记录在IGS台站日志和RINEX文件头中，测量精度应 ≤ 1 毫米，水平偏心距最好为零米。

推荐使用扼流圈天线，它们具有非常稳定且明确的特性，能有效抑制多路径效应。

不建议使用天线罩。虽然天线罩能提供一定程度的保护，但会改变天线相位中心（APC）的位置。更严重的是，紫外线会影响天线罩材料的特性，进而使天线相位中心的位置发生变化。然而，在降雪、海浪飞溅或鸟类可能用作栖息地等环境条件下，可能需要使用天线罩。此时，天线与天线罩的组合必须进行有效的校准。不应使用锥形天线罩，不得移除现有GNSS天线的天线罩。

经验表明，在拆除和更换GNSS天线时，即使精确地复位天线参考点，仍会导致台站位置的计算结果发生变化。因此，除硬件故障或需进行必要的本地联测外，不得以任何理由拆卸天线。若因本地联测的原因需要拆卸天线，必须在测站元数据中注明。如需更换天线，应提前通知用户与分析中心（见第5.5节公告）。

在购买GNSS天线时，应选择能尽可能多地跟踪所需的GNSS信号的天线，以减少因跟踪新的GNSS信号而更换天线的需求。为避免混淆，RINEX头文件和元数据中必须遵守IGS针对天线型号的标准命名规则（IGS, Naming Conventions for GNSS Equipment, 2021）（见第5.4节）。

表4列出了本指南发布时对大地测量级GNSS天线的建议要求。

表4：GNSS天线建议汇总

组件	建议
天线类型	- 禁止使用特殊（“未知”）型号的天线。 - 优先使用带 Dorne-Margolin 元件的扼流圈天线。 - 天线的卫星信号跟踪能力应匹配或优于 GNSS 接收机性能。新建测站必须满足此要求。
校准	- 所有 IGS 天线应进行有效的 IGS 绝对天线校准。若为单独校准的天线，应向 IGS 提供相应 ANTEX 文件。 - 天线应采用机器人或暗室校准。
天线参考点和偏心距	- 所有天线偏移测量应以天线参考点为基准。 - 必须测量从永久标志点到天线参考点的偏心距（东、北、高），并在元数据和 RINEX 头文件中准确记录，精度≤ 1毫米。
天线罩	- 强烈不建议使用天线罩。 - 若必须使用天线罩，建议使用经过有效绝对天线校准的半球形天线罩。 - 不要使用锥形天线罩。

天线定向	• 天线必须对准真北方向，定向精度为± 5度。 • 若偏差超过5度，需在元数据中注明实际定向角度。
环境	• 天线和天线连接器必须具备不受天气影响且抗腐蚀的能力。

4.3 天线电缆

所有GNSS测站的电缆均易受人为破坏、天气、虫害及火灾的影响。外部走线电缆可通过埋设或固定导管进行保护。建筑物内建议使用专用电缆通道。当受到应力、腐蚀或水、灰尘和害虫侵入时，电缆连接器可能出现故障。建议使用自融合紫外线稳定胶带保护电缆连接。

电缆在接收机与天线连接处的张力可能对连接施加应力，导致连接失效或间歇性连接。在天线端，这种张力还可能引起天线旋转。建议在天线与接收机的连接处预留一小段冗余电缆。

根据每米额定信号损耗，对天线电缆的质量进行分级。高等级电缆每米的信号损耗较少，但其成本更高且柔韧性差。电缆上的每个连接都会增加信号损耗，并引入潜在故障点。若主干电缆采用柔韧性较差的高等级电缆，那么在天线或接收机连接处，使用一段较短且柔性的较低等级电缆可减少应力。采用长度最短、连接器最少且无应力的电缆是最佳解决方案。

内置放大器可减少接收机的信号损耗，但会增加一个（潜在）故障点。应优先选用更高等级的低损耗电缆，而非选用搭配内置放大器的低等级线缆。天线分路器仅适用于配备多台GNSS接收机的台站或用于测试目的。表5列出了适用于所有GNSS台站的天线电缆建议。

表5：GNSS天线电缆建议汇总

组件	建议
电缆类型	• 电缆的类型必须满足预设走线长度的要求。 • 建议采用在 L1 频段损耗小于0.2 dB/m 的高质量低损耗电缆。 • 应尽量避免使用电缆连接器，并尽量减少电缆总长度。

电缆保护	● 保护电缆免受天气、虫害及其他可能导致损害的因素影响。 ● 使用适配的导管。 ● 使用自融合抗紫外线胶带密封天线电缆连接器，防止渗水与紫外线辐射。
电缆应力	● 最大程度降低天线电缆应力，尤其是在接收机和天线接口处。
内置放大器	● 尽可能避免使用内置放大器。 ● 若需使用，需在测站元数据中详细说明。
电缆分路器	● 仅在多个接收机共用天线时使用。 ● 若需使用，需在测站元数据中详细说明。
防雷保护	● 天线电缆需加装接地的防雷保护器。 ● 在雷暴多发区域，应缩短电缆的水平走线长度，以最小化因附近雷击引发的信号感应风险。

4.4 气象传感器

建议在IGS CORS加装额外的气象设备。气象数据有助于了解GNSS周围环境，辅助GNSS数据处理，以及改进气象模型的研发¹¹。

气象传感器需要与台站标石分开安装，以尽量减少多路径效应环境的干扰。气象数据应使用RINEX格式记录与传输。推荐的数据采样间隔应小于60分钟，建议为5或10分钟。所有辅助传感器的位置都需要测量并记录在相关元数据中。

IGS CORS的气象传感器应满足以下要求：

- 至少应测量温度与气压；
- 气压测量精度应优于 ± 0.5 百帕（hPa）；
- 温度测量精度应优于 ± 1 开氏度（°K）；
- 气象传感器气压测量参考点与天线参考点之间的高差测定精度应优于10厘米；
- 确保根据制造商的建议定期校准仪器。

¹¹ <https://igs.org/wg/troposphere/>

5 数据和元数据

本章节针对IGS CORS所记录数据的可靠性、时延及质量提出建议，并阐述了测站元数据中设备变更时的处理方式。

5.1 信号跟踪与数据记录

IGS CORS至少需要提供采样率为30秒的单天RINEX观测文件。采样率可以是15秒，但不鼓励。此外，要求测站操作员提供RINEX导航文件¹²。

建议提供采样率为30秒的RINEX小时文件。鼓励新建的IGS测站尽可能提供采样率为30秒的RINEX小时文件，以及在可行情况下提供15分钟的高采样（1赫兹）RINEX文件（参见第5.1.1节）。

每个RINEX文件必须发送到至少两个全球IGS数据中心¹³。若测站已被纳入区域网络（如APREF、EPN、SIRGAS）且数据已公开，则发送到一个全球数据中心即可。数据传输由IGS网络协调员协调管理。

通信中断后，缺失的数据文件需提交到数据中心。应向相关组织发送说明中断详情的公告（更多信息见第5.5节）。

表6列出了每个IGS CORS在信号跟踪、数据记录和数据传输方面应满足的关键指标。

表6：IGS CORS数据建议

指标类别	建议
信号跟踪与数据归档	- 需完整观测、记录与归档全天99%的可用历元（每日中断时间小于15分钟） - 需完整观测、记录与归档全年99%的可用历元（全年累计中断时间小于91小时）。
数据传输	- 小时数据文件应在每小时结束后的5分钟内完成归档。 - 单天数据文件应在每日结束后的30分钟内完成归档。

¹² 为了减少文件数量，建议发送包含所有导航数据的混合导航文件。

¹³ 全球IGS数据中心的完整列表可在IGS官网查询：<https://igs.org/data-access/#data-centers>

中断后数据补传	● 所有缺失的单天文件需尽快补传。 ● 至少需补传最近三个整天的缺失小时文件。
---------	--

5.1.1 高采样数据

为支持近实时应用（NRT），鼓励测站操作员提供时长为15分钟、采样率为1赫兹（若适用）的RINEX观测文件和导航文件。此类文件可通过实时数据流生成或由接收机直接记录。

参与提供高采样数据的测站，建议在最后一个观测历元结束后的5分钟内提交文件。

5.1.2 实时数据

实时测站除了满足常规IGS测站标准外，还需要以至少1赫兹的采样间隔传输GNSS观测数据流。所有新建IGS测站必须具备实时数据传输能力，除非测站对参考框架有贡献（如与SLR或VLBI测站并置），或位于有地理需求的区域。

IGS实时测站需满足的要求详见参考文献（IGS Real-Time WG/IGS Infrastructure Committee, 2021）的第2节：“Guidelines for IGS Real-Time Broadcasters and Stations（IGS实时广播站与站点指南）”。

5.1.3 气象数据

建议在IGS CORS站安装精密气象设备。传感器具体要求见第4.4节。至少提供气压和温度的测量数据，并以RINEX格式分发。（气象）RINEX文件应与RINEX观测文件同步传输（小时和/或单天）。

5.2 文件命名规则

目前，IGS支持三个主要的RINEX标准版本，即RINEXv.2、RINEXv.3和RINEXv.4。鼓励所有测站操作员传输最新可用的主/次版本。新建的IGS CORS必须提交至少符合RINEX 3.04版本的数据。

5.2.1 RINEX v.4/v.3

RINEX v.3（Guidelines for IGS Real-Time Broadcasters and Stations, 2020）和

RINEX v.4（IGS/RTCM RINEX Working Group，2021）中的数据必须采用以下文件命名规则：

观测和气象文件：

SSSSMRCCC_S_YYYYDDDDHHMM_DDU_FRU_DT.fff.cmp

导航文件：

SSSSMRCCC_S_YYYYDDDDHHMM_DDU_DT.fff.cmp

文件名主体的所有元素必须使用大写ASCII字母或数字，且所有元素均为固定长度并用下划线“_”分隔。文件类型和压缩字段（扩展名）使用点号“.”作为分隔符，且必须为小写的ASCII字符。各字段需用零填充至指定宽度（见表7）。

表7：IGS使用的RINEX v.3/v.4文件名描述

元素	描述	示例	备注
测站名称 SSSSMRCCC	- SSSS：4字符，（现有）IGS 测站名称 - M：标石或标记的编号（0-9） - R：接收机编号（0-9） - CCC：ISO-3166国家或地区代码（3位字母）	POTS00DEU	为了与 SINEX 格式保持一致，目前不支持除0以外的标记和标石编号。
数据来源 S	- 数据源 - 支持 R（来自接收机，使用厂商或其他软件）和 S（RTCM 或其它数据流格式）	R	
起始时间 YYYYDDDDHHMM	- YYYY：公历年份 - DDD：年积日 - HHMM：天内时和天内分	2021 260 1000	优先使用文件的标称起始时间，也可以使用实际起始时间。

文件时段 DDU	• DD: 文件时长 • U: 时长单位 • 可接受的值: 15M, 01H, 01D	01D	
数据频率 FRU	• FR: 数据频率 • U: 频率单位 • 可接受的值: 对高采样数据为01S, 对小时/天数据为30S 或15S	30S	RINEX 导航文件不需要此字段。
数据类型 DT	• 两字符表示类型 • D: 卫星系统 (允许的值: G, R, E, C, J, S, I 和 M (混合)) • T: RINEX 文件类型 (允许的值: O, N, M)	MO	
格式 fff	• 文件格式 • 支持的值: rnx (RINEX) 和 crx (压缩 RINEX)	rnx	
压缩 cmp	• 压缩格式 • 支持的值: gzip (gz)	gz	

为了进一步减少观测文件大小, 应使用Hatanaka压缩工具包。有关Hatanaka压缩方案的更多信息请访问: <https://terras.gsi.go.jp/ja/crx2rnx.html>。

5.2.2 RINEX v.2

RINEX v.2 (Gurtner, 2007) 中的数据必须采用以下文件命名规则传输:

ssssdddf.yyt

表8列出了此命名规则的每个元素。建议传输RINEX v.2文件的测站提供gzip压缩文件。即使文件以Z-compression格式传输，IGS数据中心也将重新压缩这些文件并以gzip格式公开提供（Romero & Ruddick, IGS, 2020）。

表8：IGS使用的RINEX v.2文件名描述

元素	描述	示例
测站名称 ssss	4字符 IGS 测站名称	pots
年积日 ddd	第一条记录的年积日	260
文件时段 f	- 单天的文件序列号/字符 - 单天文件（30秒）：f=0 - 小时文件（30秒）： - f=a（00:00:00至00:59:30）， - f=b（01:00:00至01:59:30）， ... - f=x（23:00:00至23:59:30） - 高采样文件（15分钟，1赫兹）： - f=a00（00:00:00至00:14:59） - f=a15（00:15:00至00:29:59）... - f=m30（12:30:00至12:44:59）... - f=x45（23:45:00至23:59:59）	0
年份 yy	两位数年份	21
文件类型 t	- 允许类型： - O：观测文件 - D：Hatanaka 压缩观测文件 - N：GPS 导航文件 - G：GLONASS 导航文件	o



	- M: 气象文件	
--	-----------	--

5.3 数据质量

每个IGS CORS应提供高质量数据。表9列出了应满足的参数和指标。

表9：CORS数据质量参数

标准	建议
跟踪	- 跟踪所有（可用）卫星系统。 - 启用全视跟踪。 - 跟踪所有（可用）频率和信号。
多路径效应	理想情况下，各卫星星座的多路径效应误差应低于30厘米。
观测数据	高度角为5度时，观测完整度应高于95%（实际观测数与期望观测数之比）。
周跳	测站的周跳次数应尽可能的少（每1000个观测中少于1次）。
分析（后处理）	PPP 分析中的相位收敛误差应小于15毫米。

5.4 元数据

GNSS元数据指台站的相关信息，包括台站所有权、联系方式、标石信息、台站坐标及设备安装历史。可靠且最新的元数据对GNSS测站管理与使用至关重要，由测站操作员负责维护。

5.4.1 IGS台站日志/GeodesyML

IGS要求CORS以IGS台站日志（ASCII）或GeodesyML记录并维护元数据，并向IGS和所有用户公开。IGS通过网页应用程序¹⁴来维护测站元数据。

所有CORS必须完成并发布元数据，以便为分析中心与用户提供一致的台站

¹⁴ 台站日志管理，从<https://slm.igs.org>获得。

信息分发方法。CORS操作员可能需要保留额外的元数据以支持内部管理与运营。

所有IGS测站使用唯一的九字符缩写进行标识。前四个字符应全球唯一，通常选择代表台站所在的郊区、城镇或（其他）位置的名称。GNSS操作员应与IGS网络协调员确认拟用于新建CORS的四字符标识尚未使用。可从Scripps轨道与永久阵列中心（SOPAC）¹⁵获得当前和历史CORS台站四字符标识的非详尽列表。此外，每个IGS CORS都需要申请一个IERS DOMES编号¹⁶。通过查询IERS DOMES编号列表（<https://itrf.ign.fr/en/network/list>），确保拟使用的四字符代码没有用于其他大地测量技术。

5.4.2 RINEX头文件

RINEX头文件必须与IGS台站日志中记录的元数据一致。若存在元数据差异，应重新提交RINEX文件。RINEX头文件中的所有信息必须采用ASCII编码。使用其他编码标准（如UTF-8）的字符可能导致解码时头文件元素移位，如使用变音符。表10列出了每个RINEX头文件必须包含的头文件元素。

表10：RINEX头文件建议

RINEX 头文件元素	建议	示例
标记名称 (MARKER NAME)	- 建议使用九字符测站代码。 - 也可使用四字符测站代码。 - 所有字母必须大写。	OUS200NZL OUS2
标记编号 (MARKER NUMBER)	- IERS Domes 编号。 - 所有字母必须大写。	50212M002
标记类型 (MARKER TYPE)	必须设置为 GEODETIC。	
观测员 (OBSERVER)	- 建议提供通用的电子邮件地址。 - 最大字符数为20。	gnss@agency.org

¹⁵ <http://sopac-old.ucsd.edu/checkSiteID.shtml>

¹⁶ <https://itrf.ign.fr/en/network/domes/request>

机构 (AGENCY)	● 建议使用 IGS 台站日志第11节和第12节中规定的机构缩写。 ● 如果列出多个机构，使用斜杠 (“/”) 分隔。 ● 最大字符数为60。	OUSD/GFZ
接收机编号/型号/版本 (REC # / TYPE / VERS)	● 所有接收机信息必须与 IGS 台站日志中的元数据一致。 - 第1列：接收机序列号 - 第2列：接收机型号 - 第3列：接收机固件版本	
天线编号/型号 (ANT # / TYPE)	● 所有天线信息必须与 IGS 台站日志中的元数据一致。 - 第1列：天线序列号 - 第2列：天线型号	
近似位置 XYZ (APPROX POSITION XYZ)	● 近似坐标应该与 IGS 台站日志中所述的坐标保持1米以内的精度一致。	
天线： $\Delta H/E/N$ (ANTENNA: DELTA H/E/N)	● 天线偏心率应与 IGS 台站日志中的一致。	

5.4.3 数字照片

每个CORS必须提供天线安装位置的四个基本方向（最好每45°拍摄，共8张照片）、标石及其周围环境的照片。在台站发生任何事件或硬件变更后，这些照片应该及时更新。

照片必须采用以下命名规则进行标记和命名：

SSSSMRCCC_YYYYMMDD_D[D].fff

表11描述了该规则的各个元素。所有元素之间用下划线（“_”）分隔。

表11：测站照片的文件名元素

组件	描述	示例
SSSSMRCCC	九字符测站代码。	NYA200NOR
YYYYMMDD	（变更）启用日期（年、月、日），无分隔符且以零填充。	20210131
D[D]	- 基本方向：N、E、S、W 及其两两组合 - 天线序列号：AS - 天线底座：AM - 接收机：R - 标石：M	N（北） SE（东南）
fff	- 图像文件格式。 - 支持 JPEG 和 PNG 格式。	.jpg

或者可将照片上传至测站操作员或其上级组织管理的网站。

5.4.4 单天线校准

虽然不是强制性的，但建议提供单独的天线校准信息。这些信息对不同IGS工作组（如天线工作组）的活动和研究非常有用。相应的ANTEX文件需提供给

IGS网络协调员。

5.4.5 数据保护合规性

欧盟和其他国家实施了关于个人数据保护的法规。由于IGS没有设置严格意义的法律代理部门，IGS只是一个自愿联合组织，因此IGS不希望处理这些法规带来的各种细节问题。

因此，要求将所有元数据（IGS台站日志/GeodesyML）和RINEX头文件（全名和电子邮件地址）中的个人信息替换为通用名称和邮件列表，例如：

- IGS台站日志/GeodesyML：
 - 联系人姓名：“Agency”网络操作员
 - 电子邮件：gnss@agency.org
- RINEX头文件：
 - 观测员：gnss@agency.org
 - 注释附带免责声明信息

在获得许可前，新建的IGS测站必须遵守这些规定。更新测站元数据的操作员也需使用符合数据保护规定的联系信息。

5.5 公告

IGS使用电子邮件分发系统向社区通知网络相关事件。完整的IGS邮件列表可查阅IGS官网¹⁷。测站操作员需订阅并关注以下列表，以及时获取IGS动态：

- IGS邮件
- IGS站点

出现以下情况必须向IGS站点列表发送公告：

- 可能影响位置解算或需要更新IGS元数据的测站状态信息，如天线、天线罩、接收机和接收机设置、布线、频率标准或环境变更（树木清理、建筑施工等）。

¹⁷ <https://igs.org/mail>

- 测站的计划变更（如天线或接收机更换），应至少提前一天通知。
- 预计数据中断时间超过一周。
- 更正后的IGS元数据。
- 因数据损坏或元数据错误而重新提交数据。

在公告中需简述说明变更内容。邮件主题必须以九字符站点代码开头，以便自动归档。