

---

## 建议 1 (CBS-14) 的附录

### 2025 年全球观测系统展望

#### 导言

该展望提出了高层次的目标，以指导全球观测系统在未来几十年的发展。这些目标充满挑战性但却是可以实现的。

未来的 GOS 将在现有的地基和空基子系统的基础上发展，并充分利用那些目前尚未纳入或充分使用的现有的、新的和即将出现的观测技术。国家气象水文部门 (NMHS) 提供的更好的资料、产品和服务将反映 GOS 新增加的内容。这对发展中国家和 LDC 尤其如此。

未来的 GOS 将在 WMO 综合全球观测系统 (WIGOS)<sup>1</sup> 当中发挥主要作用。这一不断发展的综合观测系统将成为一个综合性的一体化系统，并与 WMO 联合主办的或其他不属于 WMO 的观测系统相互合作，为全球综合地球观测系统 (GEOSS) 做出贡献。该系统将通过 WMO 会员、区协和技术委员会更多的参与来实施。空基部分将依赖于伙伴机构之间更多的合作，如气象卫星协调组织 (CGMS)、卫星对地观测委员会 (CEOS)。地基和空基子系统部分将依赖 WMO 的一些伙伴组织：全球陆地观测系统 (GTOS)、全球海洋观测系统 (GOOS)、全球气候观测系统等。

GOS 的这些变化范围非常重要，并将涉及科学、资料处理、产品能开发和使用以及培训方面的新方法。

#### 1. 总体趋势和问题

##### 对用户需求的响应

- GOS 将提供广泛的观测资料，以满足 WMO 所有会员和计划对改进后的有关天气、水和气候的资料产品和服务需求；
- 通过观测系统内日趋互补的综合系统，它将在全球观测资料的制作和分发方面继续提供有效的合作；
- 它将根据需要，以可靠、稳定、持续和符合成本效益的方式提供观测资料；
- 针对用户对具有特定时空分辨率、精度和时间性的观测资料要求，它将对此作出日常响应；以及
- 基于对观测和资料处理技术改进后的科学认识和进步，它将逐渐发展以响应快速变化的用户和技术环境。

##### 整合

- GOS 将逐渐发展成为 WIGOS<sup>2</sup> 的一部分，这将整合目前 GOS 的功能，其主要目的是支持业务天气预报，同时包含以下其它的应用：气候监测、海洋学、大气成分、水文学、天气和气候研究；

---

<sup>1</sup>假定 WIGOS 在 Cg-16 得到通过。

<sup>2</sup>假定 WIGOS 在 Cg-16 得到通过。

- 将通过以下方式进行一体化开发，即：分析需求、酌情与 WMO 会员和其它伙伴共享各个系统内的观测基础设施、平台和传感器。
- 将以协调一致的方式规划地基和空基观测系统，从而在适当的时空分辨率上有成本效益地满足各类用户需求。

## 扩大

- 用户应用服务和观测到的变量将扩大；
- 根据 GCOS 气候监测原则，这将包括用于支持制作“基本气候变量”的观测资料；
- 实现 GOS 新部分的可持续性，同时将一些研发系统整合为业务系统；
- 扩大供全球（而非局地）交换的观测资料的范围和数量；
- 为应对当地的气象状况，需要开展某种程度的定向观测，由此获得额外的观测资料而非一般的观测资料。

## 自动化

- 如果具有成本效益，将继续使用新的观测和信息技术以全面发展自动观测系统；
- 将改进实时资料和原始资料的获取；
- 将使用观测系统试验基地来进行比对，评估新系统并为观测平台的整合及其实施编写指南；以及
- 将以数字格式采集和传输观测资料，必要时可进行高度压缩。数据处理将高度计算机化。

## 一致性和均一性

- 仪器和观测方法标准化的提高；
- 将在观测资料的标定和元数据的提供方面进行改进，以确保资料的一致性和对绝对标准的可溯源性；
- 将出现对所有观测的误差进行质量控制和描述的更好方法；
- 将增强现有观测系统之间的互操作性以及与新实施的系统之间的互操作性；以及
- 将提高资料格式的均一性并通过 WIS 进行分发。

## 2. 空基部分

| 仪器：                                  | 地球物理变量和现象：   |
|--------------------------------------|--|
| <b>业务地球静止卫星。至少 6 颗，间距不超过经度 70 度。</b> |  |
| 高分辨率多光谱可见光/红外线成像仪                    | 云量、云型、云顶高度/温度、风（通过对云和水汽特征进行跟踪）、海洋/地面温度、降水、气溶胶、积雪、植被覆盖、反照率、大气稳定性、火灾、火山灰 |
| 超光谱红外线探空仪                            | 大气温度、湿度、风（通过跟踪云和水蒸汽的特征）、快速演变的中尺度特征、海洋/陆面温度、云量和云顶高度/温度、大气成分             |

|   |  |
|---|--|
| 闪电成像仪   | 闪电（尤其是云层之间）、强对流的位置。  |
| <b>分布在三个轨道面的业务极轨太阳同步卫星 (~13:30, 17:30, 21:30 ECT)</b>   |  |
| 超光谱红外线探空仪   | 大气温度、湿度和风、海洋/陆面温度、云量、含水量、云顶高度/温度、大气成分                                  |
| 微波探空仪   |  |
| 高分辨率多光谱Vis/红外线成像仪（包括热红外水汽吸收通道）                          | 云量、云型、云顶高度/温度；风（高纬度，通过跟踪云和水汽特征）；海洋/陆地表面温度；降水；气溶胶；积雪和覆冰量；植被覆盖；反照率；大气稳定性 |
| <b>在适当轨道上额外的业务卫星任务（传统的极地轨道、地球静止、其它）</b>                 |  |
| 微波成像仪 – 至少 3 个 – 一些用于测定偏振                               | 海冰、水汽总量、降水、海面风速[和风向]、云中的液态水、海洋/陆面温度、土壤湿度                               |
| 散射仪 – 在彼此分离较好的轨道平面上至少 2 个                               | 海面风速和风向、海冰、土壤湿度  |
| 无线电掩星座-至少 8 台接收机  | 大气温度和湿度、电离层电子密度  |
| （卫星）高度仪的布局，包括在精确轨道上的一项参照任务和覆盖全球的极轨卫星高度仪                 | 海洋表面形貌、海平面、海洋波浪高度、湖水平面、海洋和陆冰地形   |
| 红外线双角度成像仪   | （气候监测质量的）海面温度、气溶胶、云层特性   |
| 窄带高光谱和高光谱分辨率 Vis/NIR 成像仪                                | 海色、植被（包括烧毁的地区）、气溶胶、云层特性、反照率  |
| 高分辨率多光谱 Vis/IR 成像仪 – 星座                                 | 土地使用和植被的陆面影像；洪水监测  |
| 与各个轨道上被动微波成像仪一道运行的降水雷达                                  | 降水（液体和固体）  |
| 宽带 Vis/IR 辐射仪 + 全日射传感器 – 至少 1 个                         | 地球辐射收支（在极轨卫星和地球静止卫星上的成像仪和探空仪的支持下）、气溶胶和云层特性的测量                          |
| 大气成分仪器布局，包括在地球静止轨道上的高光谱分辨率 UV 探空仪、以及上午下午轨道上的至少一个 UV 探空仪 | 臭氧、其它的大气化学物种、气溶胶 – 针对温室气体监测、臭氧/紫外线监测、空气质量监测                            |
| 合成孔径雷达  | 波高、波向和光谱；洪水；海冰铅垂、冰盖和冰山   |
| <b>业务先驱和技术展示，包括</b>                                     |  |
| LEO上的多普勒测风激光雷达  | 风、气溶胶、云顶高度[和云底]  |
| LEO 上的低频微波辐射仪   | 海表盐度、土壤湿度  |

|                                   |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| GEO上的微波成像仪/探空仪                    | 降水、云水/冰、大气湿度和温度                     |
| GEO上的高分辨率、多光谱窄带 Vis/NIR 和 CCD 成像仪 | 海色、云的研究和灾害监测                        |
| 卫星上呈高倾斜角、高椭圆轨道 (HEO) 的 Vis/IR 成像仪 | 高纬度地区的风和云、海冰、高纬度地区的火山烟云、积雪、植被、火灾    |
| 地球重力传感器                           | 湖泊、河流和地表等的水量                        |
| <b>针对空间天气的极轨和静止平台/仪器</b>          |                                     |
| 太阳图像<br>粒子检测<br>电子密度              | 太阳辐射风暴、高能粒子雨、电离层和地磁暴、X 射线光子引起的无线电衰减 |

### 3. 地基部分

| <b>台站类型:</b>                         | <b>地球物理变量和现象:</b>   |
|--------------------------------------|---|
| <b>陆地—高空</b>                         |   |
| 高空天气和基准台站                            | 风、温度、湿度、压力  |
| 遥感高空廓线遥感站                            | 风、云底和云顶、云水、温度、湿度、气溶胶  |
| 飞机                                   | 风、温度、气压、湿度、湍流、结冰、雷暴、沙/尘暴、火山灰/活动和大气成分变量 (气溶胶、温室气体、臭氧、空气质量、降水化学、活性气体) |
| 大气成分站                                | 气溶胶光学厚度、大气成分变量 (气溶胶、温室气体、臭氧、空气质量、降水化学、活性气体)                         |
| GNSS 接收站                             | 水蒸汽   |
| <b>陆地—水文学</b>                        |   |
| 地面天气站和气候基准站                          | 地面气压、温度、湿度、风、能见度; 云; 降水; 目前和过去的天气; 辐射; 土壤温度; 蒸发; 土壤湿度、掩星            |
| 大气成分站                                | 大气成分变量 (气溶胶、温室气体、臭氧、空气质量、降水化学、活性气体)                                 |
| 闪电监测系统台站                             | 闪电 (位置、密度、放电速度、极性、体积分布)   |
| 具体的应用站 (道路天气、机场/直升机场天气站、农业气象站、城市气象等) | 具体的应用观测   |
| <b>陆地—水文学</b>                        |   |
| 水文基准站                                | 水位  |
| 国家水文网络台站                             | 降水、积雪深度、雪水含量、湖泊和河流冰层厚度/冻结和解冻的日期、水位、水流量、水质、土壤湿度、土壤温度、泥沙量             |
| 地下水台站                                | 地下水的测量  |
| <b>陆地—天气雷达</b>                       |   |

|                      |   |
|----------------------|---|
| 天气雷达站                | 降水（水汽凝结体的大小分布、阶段、类型）、风、湿度（源于反射率）、沙尘暴                    |
| <b>海洋—高空</b>         |   |
| 自动船载高空平台（ASAP）船舶     | 风、温度、湿度、气压  |
| <b>海洋—表层</b>         |   |
| 高频海岸雷达               | 表层海流、海浪   |
| 海洋天气站（海洋、岛屿、沿海和固定平台） | 海面气压、温度、湿度、风、能见度；云量、云类和云底高度；降水；天气；海面温度；海浪传播的方向、周期和高度；海冰 |
| 船舶                   | 海面气压、温度、湿度、风、能见度；云量、云类和云底高度；降水；天气；海表温度；海浪传播的方向、周期和高度；海冰 |
| 浮标-系泊和漂流             | 海面气压、温度、湿度、风、能见度；海面温度；三维和二维浪谱、海浪传播的方向、周期和高度             |
| 抗冰浮标                 | 海面气压、温度、风、冰层厚度  |
| 潮汐站                  | 海水高度、海面气压、风、盐度、水温                                       |
| <b>海洋—次表层</b>        |   |
| 廓线浮筒                 | 温度、盐度、海流、溶解氧、二氧化碳的浓度                                    |
| 冰栓平台                 | 温度、盐度、海流  |
| 机会船舶                 | 温度  |
| <b>研发和业务计划—范例</b>    |   |
| UAV                  | 风、温度、湿度、大气成分  |
| 气球吊篮                 | 风、温度、湿度   |
| GRUAN 台站             | 具备基准质量的气候变量、云结构   |
| 飞机                   | 化学、气溶胶、风（激光雷达）  |
| 佩戴仪表的海洋动物            | 温度  |
| 海洋滑翔机                | 温度、盐度、海流、溶解氧、二氧化碳的浓度                                    |

## 4. 各种系统的趋势和问题

### 4.1 空基

- 业务和研究型卫星的空基观测能力将会拓展；
- 有助于 GOS 的空间机构的团体将扩大；
- 空间机构之间的协作将增强，确保用户对观测广泛的需求能够以最佳成本效益的方式得到满足，而且通过相互备份确保系统的可靠性；
- 研发卫星展现出的观测能力将逐步转移到业务平台，从而确保测量的可靠性和可持续性；

- **研发卫星**将继续在 GOS 发挥重要作用;虽然它们无法保证观测的持续性,但它们提供了目前业务系统无法办到的重要贡献。将在各机构之间建立伙伴关系以便将功能性的**研发**卫星和其它卫星的使用年限扩大到最长期限;
- 将通过卫星星座满足某些用户的要求,这往往需要空间机构之间的协作。预计的卫星**星座**包括:测高,降水,无线电掩星,大气成分和地球辐射收支;
- **空间,时间和光谱分辨率**的提高将大大扩充现有信息,尤其是监测和预测快速发展的小尺度现象的信息,同时增加了对资料交换,管理和处理能力的要求;
- 将通过机构间的业务合作和新的通讯基础设施来**改进可获得性和及时性**;
- 将通过诸如 GSICS 这样的机制**改进标定和相互标定**工作。

## 4.2 地基

### 地基 GOS 将提供:

- 改进后中尺度现象的探测;
- 无法被空基组成部分测量的资料;
- 用于空基资料标定和检验的资料;
- 加强源自气象雷达,水文网络等区域尺度观测资料 and 产品的交换;
- 源自无线电探空仪和其它地面遥感系统高垂直分辨率廓线,结合其它体现大气结构的观测资料;
- 依靠制定可获得性,准确性和质量控制的标准提高资料的质量;
- 用于探测和理解环境趋势和变化的长期资料集,以补充来自空基系统的资料;
- 长期观测记录无间断台站的维护。

### 无线电探空仪网络将:

- 进行优化,特别是在资料稠密地区横向间隔增加方面进行优化,并考虑到其它廓线系统的观测;
- 辅之以**飞机 (AMDAR)**上升/下降的廓线和其它地面廓线系统;
- 保持用于气候监测的 GUAN 子站;
- 纳入一个 **GCOS 基准高空网 (GRUAN)**作为其它无线探空网站的参考网络,提供卫星记录的标定和检验以及其它应用。

### 飞机观测系统

- 在世界所有地区的大多数机场可获得;
- 可以获得用户所选时间分辨率上的平飞和上升/下降的资料;
- 除了温度,压力和风以外,还将观测湿度和大气中的某些成分;
- 还将开发适宜于在中对流层平飞、体积较小的支线飞机的系统,同时在更多的机场提供上升/下降的廓线。

### 地面观测系统

- 将来自更广泛的地面网络(例如,公路网,移动平台)和多应用网络;
- 将主要是自动化的,并能复制或替代过去须主观获得的测量(天气现象,云类等);

- 将包括用于气候监测的地面站的 GSN 子站。

### 海洋表面观测

- 漂流浮标，锚定浮标，冰浮标和志愿观测船将补充卫星观测；
- 通过可靠和具有成本效益的卫星数据通信系统提高时间分辨率和及时性；

**海洋次表层观测技术**将得到改进，包括具有成本效益的多用途实地观测平台，海洋滑翔机，和佩戴仪器的海洋动物。

### 遥感观测系统：

- **天气雷达**系统将提供更好的降水产品，同时增加资料的覆盖面。雷达系统将越来越多地提供大气其它变量的信息。资料的一致性和雷达新型技术将大大提高。协同的多国网络将提供拼图产品；
- **沿海高频雷达**将提供洋流和海浪资料；
- 将开发**廓线仪**并被更多的应用所利用。将使用更广泛的技术，包括光达，雷达和微波辐射计。这些观测系统将发展成为配套的网络，并整合到与其它地面网络；
- 用于观测总气柱水蒸汽的**全球导航卫星系统**（例如，GPS, GLONASS 和 GALILEO）接收器网络将得到扩展；
- 这些系统将被整合到“智能”廓线系统，并与其它地面观测技术整合。

### 闪电探测系统

- **远距离闪电探测系统**将提供符合成本效益，均一性，全球性，高精度定位的资料，这将大大提高资料稀疏地区的覆盖率，包括海洋和极地地区；
- 专向应用中的**高分辨率闪电探测系统**，具有更高定位精度，云对云，云对地识别功能。

**大气成分**地基观测（辅之以气球和飞机测量）与空基的组成部分一道将有助于全球大气化学三维综合观测网。将结合新的测量战略共同提供近实时资料。

地基观测将通过广泛整合雷达，闪电和其它检测系统，同时扩展到大陆和全球范围的网路来支持**临近预报和甚短期预报**。

---