

Topic Insights

澳大利亚未来的导航定位系统

Nicholas Brown^a, John Dawson^b, Ryan Ruddick^c^a Director of National Geodesy, Geoscience Australia, Australia^b Director of Positioning, Geoscience Australia, Australia^c Director of GNSS Infrastructure and Informatics, Geoscience Australia, Australia

1. 引言

2018年，澳大利亚联邦政府承诺为Positioning Australia计划提供2.249亿澳元（合1.6亿美元），以向所有澳大利亚人提供10 cm精度的精确定位服务，并进一步加速定位技术的升级与应用。与目前市场消费级别的5~10 m的定位精度相比，该计划将极大提升定位服务精度。从地理位置上讲，澳大利亚可借助全球或者区域星座获取高质量、准确以及高效的天基定位星座，包括美国（Global Positioning System, GPS）、俄罗斯（Global Navigation Satellite System, GLONASS）、欧盟（Galileo）、中国（北斗）、日本（Quasi-Zenith Satellite System, QZSS）和印度（Indian Regional Navigation Satellite System, IRNSS）的星座。

这项资助承诺无疑承认了大地测量学不再是一门深奥的科学。借助大地测量学，我们可计算出当前自身在地球上的位置，确定周围物体的位置，并可以通过统一空间数据做出更好的决策。大地测量学是众多社会、环境和经济活动的依托。除了应用在传统的测量、制图和导航等领域外，大地测量学还在土木工程、工业自动化、农业（例如，Syifa等，见本期）、建筑、采矿、娱乐、金融交易、智能运输系统、灾难响应和应急管理（例如，Baek和Jung，见本期）、环境研究和科学研究等领域发挥越来越重要的作用。

到2023年，基于位置的服务（如增强现实和紧急

服务）和智能运输服务（公路、铁路、海运和航空）预计将占全球导航卫星系统（GNSS）芯片组销售额的93.5% [1]。此外，得益于定位技术的发展，澳大利亚经济预计在2030年将增长730亿澳元（520亿美元） [2]。非专业用户群体不断增长，他们期望获得实时、准确、高可靠性的定位服务和应用程序。我们不应期望非专业用户会做坐标计算、坐标系转换、基准面与大地水准面模型等复杂计算。政府和定位领域专业人士面临的挑战是开发高质量、耐用的基础设施、工具、服务和通信服务，使工业界、科学家和公众能够利用该技术并最大限度受益。

通过实施Positioning Australia计划，澳大利亚地球科学局的目标是填补其中的一些空白，并加快澳大利亚对定位技术的接受和应用。通过提高定位的可访问性、准确性和可靠性，我们将在众多行业中实现技术创新并加速经济增长。该计划将通过一系列项目的完成来实现，项目内容如下所述。

2. Positioning Australia 计划

Positioning Australia计划的目的是确保高精度位置信息能广泛为澳大利亚服务。该项服务是通过两个补充项目提供的：由地面站基础设施和GNSS分析软件组成的国家观测网（请参阅下文），以及通过星基增强系统（SBAS）播发定位改正数据给澳大利亚用户。

SBAS克服了当前在移动和无线电通信中的空白，并且与国家基础架构网络结合使用时，可以确保接收到准确的定位信息。SBAS可以增强和校正GNSS信号，以提高定位数据的准确性，并使其可以在澳大利亚及其海域中使用，而无需移动通信信号或互联网覆盖。

2020年2月，澳大利亚和新西兰建立了合作伙伴关系，共同交付该计划的SBAS组件。这将是南半球第一套天基增强系统，将被称为南部定位增强网。

当前的定位精度通常为5~10 m。然而，通过此程序，在覆盖移动通信信号的区域中，精度将提高到3 cm以内，在其余地区，精度都可以提高到10 cm以内。这将为澳大利亚及其海域提供准确、可靠和实时的定位（图1）。这些项目将提供更可靠的定位信息，从而在农业、运输、应急管理、采矿、工程和物流等一系列行业中实现技术创新与效率提升。

3. 全球导航卫星系统基础设施的密集化

为确保澳大利亚地球科学局能够在整个澳大利亚大陆提供高质量的定位校正，项目将提供6400万澳元（合4600万美元）专门用于升级和扩大澳大利亚GNSS地面网络。大约200个由政府运营的GNSS地面站的网络将实现布设，并拥有500多个第三方地面站，以提供基于移动互联网（在覆盖范围内）的开放式、厘米级精度的改正服务。澳大利亚地球科学局还将建立一个GNSS数据中心，以监控GNSS网络，并将数据归档与分发给来自不同部门的用户，包括系统集成商和开发者。网络升

级将于2022年6月完成。

4. 开源实时定位软件和产品的开发

为鼓励利用并革新Positioning Australia准确可靠的定位、导航和授时服务，澳大利亚地球科学局正在开发和发布多GNSS分析软件，该软件可用于管理、处理与播发GNSS数据和相关产品。

此功能将包括：

（1）网络端，能够接收载波、测距码和测距观测数据，以便能够计算高精度轨道、时钟、卫星相位偏差、大气模型以及测站坐标；

（2）用户端，除了能够接收载波和测距码观测数据外，它还能接收高精度轨道、时钟、卫星相位改正偏差和大气模型，由此单接收机可以获取高精度位置信息；

（3）组合平台，能够接收参数估计及其方差-协方差信息，以实现大地测量学解决方案的最优组合，包括将站点坐标组合为多日解，通过估计站点的漂移速度得到站点多年的坐标，由此获得站点时间序列。

该软件的第一版已于2018年6月交付。澳大利亚地球科学局将继续进行后续的软件开发，并有望拥有一套开源软件，该软件能够处理卫星数据并在2022年6月前提供高精度实时定位数据。

5. 升级澳大利亚地理空间参考系统

澳大利亚地理空间参考系统是一个统称，用于描述

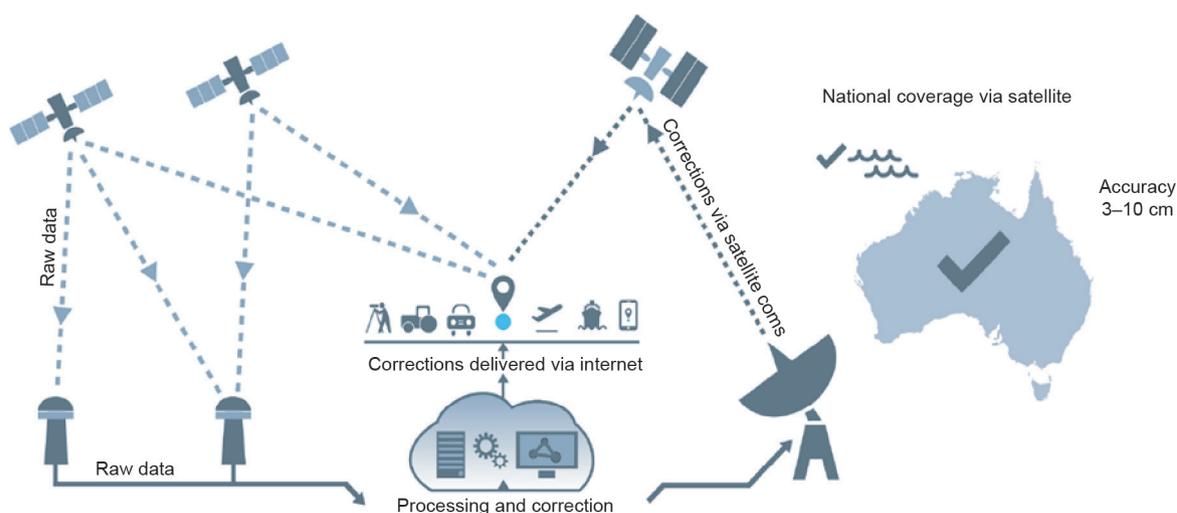


图1. 用户将能够从地面和卫星平台接收准确而可靠的定位信息。资料来源：澳大利亚地球科学局。

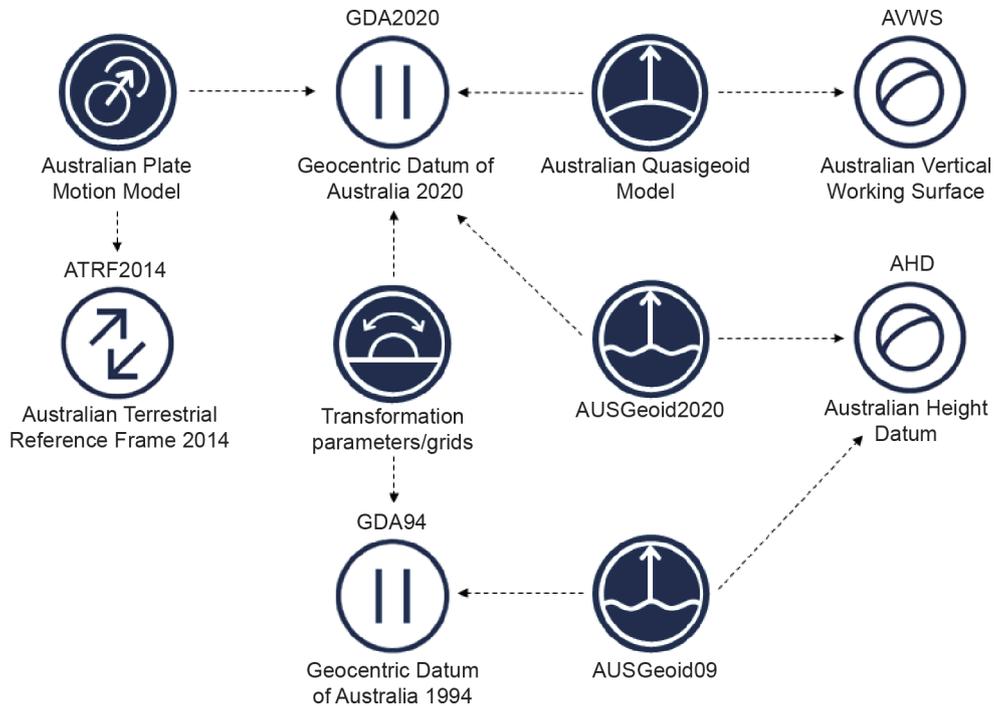


图2. 澳大利亚地理空间参考系统是一个统称，用于描述准确、可靠的四维（4D）定位所需的基准、参考框架、模型、基础结构和标准。资料来源：澳大利亚地球科学局。

准确、可靠的四维（4D）定位所需的基准、参考框架、模型、基础结构和标准（图2）。

为最大限度地发挥新兴精确定位技术的优势，需要比观测数据更精确的基准或参考框架，其与GNSS的参考框架统一，并且在某些情况下还与时间相关。

为了满足这些需求，过去十年来，来自澳大利亚联邦、州和领地政府的大地测量学家对澳大利亚地理空间参考系统的许多参数进行了升级，包括将静态基准面从1994年澳大利亚的地心基准面（GDA94）升级为澳大利亚2020年的地心基准面（GDA2020）。澳大利亚还引入了与时间有关的参考框架——澳大利亚地球参考框架2014（ATRF2014），它是2014年国际地球参考框架的简化版本[3]。用户可以使用板块运动模型在静态GDA2020和与时间相关的ATRF2014之间转换，类似于Cheng等描述的方法（见本期）。澳大利亚地理空间参考系统的其他升级包括新的高程参考基准面（澳大利亚垂直工作表面）以及用于提高大地测量数据访问效率的开发标准（如GeodesyML）[4]。有关升级方面的更多信息，请参考Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping（政府测绘委员会）网站[5]。

用户期望和技术进步持续降低定位数据的不确定性。反过来，这也凸显了对不断提高我们的数据和基准面的准确性和完整性的要求。这是大地测量学界的一个新时代；越来越多的人依赖于我们所做的工作，但也有许多人不了解它。这并非意味着用户应该理解它；实际上，应该由定位领域专业人员对其进行抽象。而作为定位领域专业人员，我们的职责就是改进技术，了解用户需求并满足用户期待。

References

- [1] GNSS market Report Issue 4 [Internet]. European GNSS Agency; [cited 2020 Jul 1]. Available from: https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/GNSSMarket-Report-2015-issue4_0.pdf.
- [2] Economic benefits of high resolution positioning services [Internet]. CRCISI; c2020 [cited 2020 Jul 1]. Available from: <https://www.crcsi.com.au/assets/Resources/ffa927a7-55d1-400a-b7d6-9234f4fe4ad2.pdf>.
- [3] Australian Terrestrial Reference Frame Technical Implementation Plan [Internet]. Canberra: Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping; [cited 2020 Jul 1]. Available from https://www.icsm.gov.au/sites/default/files/2020-02/ATRF%20Technical%20Implementation%20Plan%20v2.3_1.pdf.
- [4] geodesymml.org [Internet]. Symonston: GeodesyML; c2020 [cited 2020 Jul 1]. Available from: www.geodesymml.org.
- [5] The Australian Geospatial Reference System [Internet]. Canberra: ICSM; c2020 [cited 2020 Jul 1]. Available from: <https://www.icsm.gov.au/australiangeospatial-reference-system>.