

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.02.05

引用格式: 罗奇, 赫银峰, 王鹏, 等. 自然资源要素综合观测体系运维模式及保障体系构建[J]. 中国地质调查, 2021, 8(2): 20-26. (Luo Q, He Y F, Wang P, et al. Construction of the operation and maintenance model and guarantee system for comprehensive observation system of natural resource elements[J]. Geological Survey of China, 2021, 8(2): 20-26.)

自然资源要素综合观测体系运维模式及保障体系构建

罗奇^{1,2}, 赫银峰³, 王鹏⁴, 张浔浔^{1,2}, 段阳海^{1,2}, 文浪^{1,2}

- (1. 中国地质调查局应用地质研究中心, 四川 成都 610036; 2. 自然资源要素耦合过程与效应重点实验室, 北京 100055; 3. 中国地质调查局乌鲁木齐自然资源综合调查中心, 新疆 乌鲁木齐 830000; 4. 中国地质调查局西宁自然资源综合调查中心, 青海 西宁 810000)

摘要:为实现自然资源要素综合观测体系的长期稳定运行并确保观测数据的科学性和准确性,建立一套适合综合观测体系的运维模式和保障体系意义重大。在分析国内外观测站网运维模式和保障经验的基础上,结合自然资源要素综合观测试点站网的建设、运营情况,提出了领导层+业务执行层+咨询层的运维模式,以及由经费保障、通信网络保障、基建装备保障、数据质量控制保障、野外观测台站日常管理与制度及人才队伍保障构成的自然资源要素综合观测保障体系框架。构建的运维模式层级清晰、职责明确,保障体系框架涵盖面广、重点突出,基本能满足自然资源要素综合观测体系长期、稳定、连续运行和定位观测的运维保障需求。

关键词: 自然资源; 综合观测; 运维模式; 保障体系框架

中图分类号: P963 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-8706(2021)02-0020-06

0 引言

自然资源要素综合观测被自然资源部列为一项具有“战略性、基础性、紧迫性”的系统工程^[1],是贯彻“山水林田湖草是生命共同体”发展理念,解决认识自然生态变化规律、预判发展趋势基础数据支撑能力不足等问题,达到自然资源可持续保护利用目的的重要基础性工作。构建指标体系完整、站网布局合理、运行基本稳定的观测框架是自然资源要素综合观测体系建设的阶段性目标。刘晓煌等^[2]对自然资源要素综合观测网络构建与关键技术进行了专门研究;刘玖芬等^[3]构建了自然资源要素综合观测质量管理体系;高秉博等^[4]对自然资源要素综合观测台站布点进行了优化设计。除了上述相关理论与方法的研究,相关学者已在青藏高原、黄河流域、黑河流域等典型区域开展示范观测,并取得了阶段性成果^[5],这些成果为全面开展

综合观测工作提供了样板。自然资源要素综合观测体系是多资源要素、多尺度的长期定位观测研究网络,要实现长期、稳定、连续的定位观测研究,良好的运维模式和保障体系是关键一环。

本文在借鉴国内外气象、海洋、森林、生态等观测站网组织管理、运维保障模式的基础上,结合综合观测示范站点的运维模式进行梳理总结,构建了一套自然资源要素综合观测体系运维模式和保障体系框架,基本能够满足综合观测站网长期、稳定、连续的定位观测需求。

1 国内外观测站网运维保障现状及需求分析

1.1 运维保障现状

我国与欧美发达国家及国际性组织非常重视资源、环境和生态的监测与观测,建立了许多观(监)测站网用于开展观测与试验研究^[2]。国外已

收稿日期: 2020-12-20; 修订日期: 2021-02-25。

基金项目: 中国地质调查局“青藏高原自然资源要素综合观测试点(编号: DD20208064)”项目资助。

第一作者简介: 罗奇(1989—),男,助理工程师,主要从事自然资源综合观测、地质工程等方面的研究。Email: lq2018520@126.com。

通信作者简介: 王鹏(1992—),男,助理工程师,主要从事自然资源综合观测研究。Email: 916459881@qq.com。

建立了一些成熟的观(监)测站网,如:建于1843年的以土壤肥力、肥料效益为主要观测对象的英国洛桑试验站^[6];以生态环境为观测对象的美国国家生态观测网络(National Ecological Observatory Network, NEON)与英国环境变化研究监测网络(Environmental Change Network, ECN)^[7];以气候、水文循环、冰川、陆地永冻等为观测对象的全球气候观测系统(Global Climate Observing System, GCOS)^[2]等。国内建站历史较长、站点数较多的观(监)测站网有气象监测站网、国家土壤环境监测网、中国生态系统研究网络(Chinese Ecosystem Research Network, CERN)^[8]以及中国森林生态系统定位观测研究网络(Chinese Forest Ecosystem Research Network, CFERN)^[9]等。

上述国外观测站网都构建了适合自己的运维保障体系。如:ECN的组织分工严密,其研究经费由14个英国政府部门和机构组成的财团赞助,科技咨询小组负责审议技术开发和数据分析问题,中央协调组负责网络协调,数据中心负责数据管理^[7];英国洛桑试验站的资金主要依靠政府、企业、个人、基金会和欧盟等各方集资,独特优势是长久保存试验样品^[6];NEON由专门机构负责运营维护^[10]。

对国内观(监)测站网的运维保障体系,CERN由领导层、业务层、科研层、咨询层组成的运行架构负责整个网络的运维保障,分工明确,有成熟的运维保障规章制度^[8,11];气象监测站网有一支高素质、高效率的数据服务团队,数据服务及共享走在国内前列^[12],黑河流域地表过程综合观测网的所有观测站点均安装了无线传输装置,实现了数据的自动、远程和实时传输,运维按照日、旬、月、年的时间尺度开展,制定了完整、可靠的数据处理流程^[5]。

1.2 运维保障需求分析

组织结构合理、运维保障体系及时高效是保证自然资源要素综合观测体系能够正常运行并获取准确、可靠数据的基础和前提。在人员配置上,综合观测站网应根据实际情况,合理设置观测站网的管理、技术、对外协调等岗位,配齐配强野外观测台站人才队伍,确保综合观测工作正常开展;为实现长期、稳定的运行,需要培养专业的运维人才团队,建立合理高效的保障体系,在野外观测台站的装备运行、数据质量控制、人员培训等方面给予帮助和指导;在持续发展上,综合观测站网应按照“共建、共管、共享”的发展理念,发挥自身优势,吸引国内

外的观测站网、科研机构 and 高校,通过建立长期的合作机制,以客座研究、项目合作或设立开放基金等方式共建共管观测设备并共享观测资料与基础设施,达到促进综合观测业务能力发展和人才培养的目的^[13-18]。

2 自然资源要素综合观测体系运维模式及保障体系框架

2.1 运维模式

自然资源要素综合观测体系的运维架构分为3个层级,分别是领导层、业务执行层和咨询层。领导小组+科学指导委员会+科学委员会构成了综合观测体系的领导层,下设指挥中心、各分中心、野外观测台站3级业务执行层,以及与国家部委、国内外观测站网、科研机构等联络并收集相关情报、提供决策建议的咨询层(图1)。

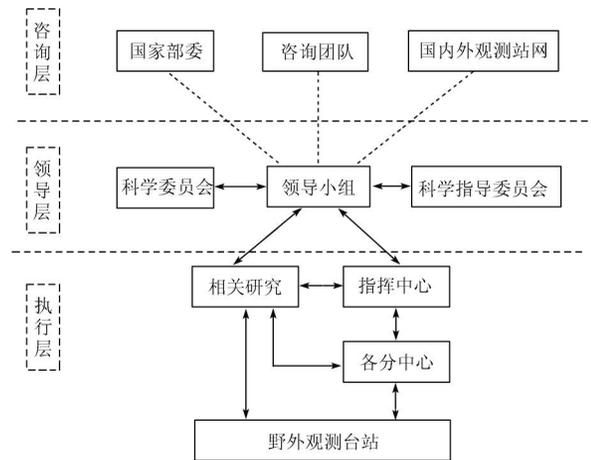


图1 自然资源要素综合观测体系运维模式
(据 CERN 运行架构图^[11] 修编)

Fig.1 Operation and maintenance model diagram for comprehensive observation system of natural resource elements (modified according to CERN operation framework^[11])

2.1.1 领导层职责

领导层全面负责自然资源要素综合观测体系的运行和管理以及重大科学研究计划的组织实施,开展自然资源要素综合观测、数据集成和对外服务等工作。领导小组主要对综合观测网部门提出具体意见建议,是咨询建议的需求方;科学指导委员会是自然资源要素综合观测的学术指导机构,对自然资源要素综合观测的科学方

向、重大科学问题、发展战略及科学委员会的其他工作提出指导性建议；科学委员会是自然资源要素综合观测的学术机构，负责确定自然资源要素综合观测的研究方向和重大研究内容，制定自然资源要素综合观测的发展战略和规划，监督计划执行情况。

2.1.2 业务执行层职责

业务执行层分为指挥中心、各分中心、野外观测台站3个管理层级，负责各自所属中心观测任务的组织实施及野外观测台站的日常管理和后勤保障。其中，指挥中心负责制定相关专业领域的观测规范和标准，承担自然资源要素综合观测数据的集成、管理和共享工作，开展区域和全国尺度上的资源、生态、环境演变趋势预测和重大科学问题的综合研究工作，出版自然资源要素综合观测系列研究成果等；各分中心负责野外观测人员的培训，指导所属野外观测站相关资源要素的观测和数据采集工作，承担仪器校检、数据质量控制等任务；野外观测台站是综合观测的具体实施者，负责野外观测场的建设、数据采集、数据质量控制、仪器设备的运行维护等工作。

2.1.3 咨询层职责

咨询层负责与国家部委、国内外观测站网、科研机构、高校等进行联络与对外协调，并收集自然资源要素综合观测的相关情报。咨询团队由分管自然资源要素综合观测工作的指挥中心领导、自然资源观测领域的专家学者、综合观测项目负责人、科技公司、情报搜集人员组成，对自然资源要素综合观测工作进行指导并提供智力支持。

2.2 保障体系框架

自然资源要素综合观测是一个涉及“山水林田湖草”多资源要素、多时间尺度、多空间尺度的观测系统工程，需要从经费、人员、装备、通信、数据质量控制等多方面进行保障。本文在借鉴国内外观测站网运维经验的基础上^[5-12]，结合青藏高原综合观测试点项目建设情况，提出了由经费保障、通信网络保障、基建装备保障、数据质量控制保障、野外观测台站日常管理与制度及人才队伍保障构成的自然资源要素综合观测保障体系(图2)。

2.2.1 经费保障

自然资源要素综合观测网由自然资源部主导组建，主要目的是服务于新形势下的国家自然资源

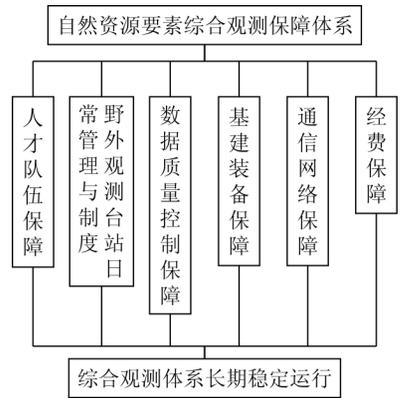


图2 自然资源要素综合观测保障体系

Fig. 2 Guarantee system for comprehensive observation system of natural resource elements

统一管理和重大资源战略决策，运行经费由自然资源部保障，比较稳定，但来源相对单一，因此可以探索多形式的经费来源途径，例如：承担国家自然科学基金项目等科研项目；开展与国际观测站网间的合作；按照融合共建方式，可以争取地方政府、企事业单位等资助经费。

2.2.2 通信网络保障

自然资源要素综合观测体系采用有线通信结合无线通信的方式进行数据传输。传输距离较短的数据通信可采用有线通信和短距离无线通信方式，短距离无线通信标准有RS485、蓝牙(Bluetooth)、无线宽带(Wi-Fi)和近场通信(NFC)等；传输距离较远或偏远地区的数据通信主要采用远距离无线通信的方式，如GPRS/CDMA、4G(电信TD-LTE、电信FDD-LTE)、5G、短波通信、北斗卫星导航系统、卫星通信等(图3)。通过采用2套通信线路、配备柴油发电和不间断电源等方式，确保观测数据传输稳定、连续^[19-20]。

2.2.3 基建装备保障

基建装备保障包括野外观测台站建设、仪器设备维护等方面。目前，综合观测台站建设还没有相应的建站标准及规范，可以参考国内气象、森林、生态等观测站网现有的建站标准规范(表1)。野外观测装备的管理与维护采用人机交互设计^[21]，将野外台站设备的运行状态信息通过网络系统发送到人机交互界面上，使观测系统后台管理人员能实时了解观测台站的运行状态，便于观测装备的集中统一管理并能够准确定位故障设备的位置。

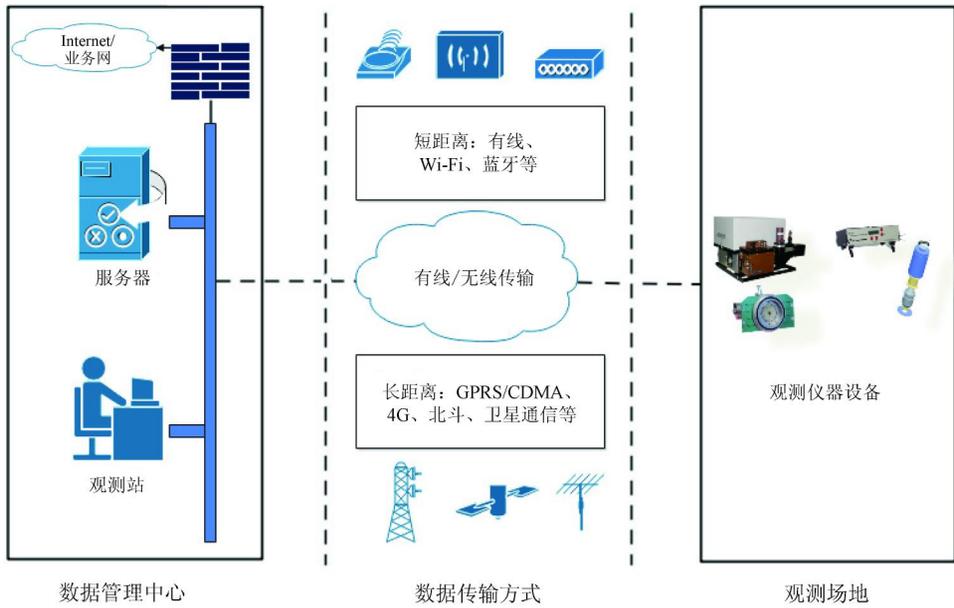


图 3 数据通信方式示意图

Fig. 3 Schematic diagram of data communication model

表 1 国内野外观测台站建设标准规范

Tab. 1 Domestic field observation station construction standards and specifications

观测站	建设标准规范
气象观测站	《地面气象观测规范》 ^[22] 、《气象台(站)防雷技术规范》 ^[23] 、《自动气象站场室防雷技术规范》 ^[24] 、《环境监测信息传输技术规范》 ^[25] 等
森林观测站	《森林生态系统定位研究站建设技术要求》 ^[26] 、《森林生态系统长期定位观测指标体系》 ^[27] 等
生态观测站	《荒漠生态系统观测研究站建设规范》 ^[28] 、《湿地生态系统定位研究站建设技术要求》 ^[29] 等
水资源观测站	《水资源实时监控体系建设技术导则》 ^[30] 、《地下水监测站建设技术规范》 ^[31] 等
土壤观测站	《土壤环境监测技术规范》 ^[32]

2.2.4 数据质量控制保障

数据质量控制保障依据刘玖芬等^[3]提出的自然资源要素综合观测数据管理体系,从数据采集、校对、审核等多方面进行保障。质量管理体系框架由目标层、组织层、制度层、控制层和评估层 5 部分组成;质量控制体系采取纵横向分类、分级管理:纵向上建立综合研究中心 - 一级站 - 二级站 - 三级站 4 级外部检查,横向上建立观测 - 校对 - 审核 3 级内部检查制度;质控技术方面,建立样品实验测试质量控制模块、观测数据内部质量控制模块、观测数据外部质量控制模块以及数据质量的考核和评估模块。

2.2.5 野外观测台站日常管理与制度及人才队伍保障

自然资源要素综合观测各野外观测台站设立站长一名,负责台站与人员的日常管理;安全员一名,负责台站的人员与设备安全;科研人员若干,负责台站的观测场试验及相关科研工作;后勤及其他人员若干,负责台站的日常生活保障。野外台站的管理制度包括观测制度、财务制度、安全制度及服务制度等。人才队伍保障方面,通过合作共建、明确分工、定期培训等方式,提升综合观测队伍的能力素质,为自然资源要素综合观测的可持续发展奠定人才基础。

3 结论与未来展望

(1) 建设自然资源要素综合观测站网服务于“美丽中国”建设、贯彻“山水林田湖草是生命共同体”发展理念、符合自然资源可持续保护利用的时代需求,具有重要的现实意义。目前,自然资源要素综合观测站网的相关建设工作正在稳步推进中,青藏高原等综合观测示范区的首批观测数据已在 2020 年底上线运行服务。

(2) 自然资源要素综合观测是一个多资源要素、多时间尺度、多空间尺度的长期定位观测系统工程,其运维保障涉及经费、人员、装备、通信、数据

质量控制等多个方面。综合观测项目于2019年启动实施,目前还处于试点探索阶段,缺乏野外台站运维保障情况的一手资料,本文构建的运维模式和保障体系框架能否真正满足自然资源要素综合观测的运维保障需求,还需要长期地实践验证和不断地修改完善。

(3)综合观测野外观测台站大部分位于偏远艰苦的地区,如何实现观测数据自动采集、无线传输、智能质检,减轻观测人员劳动强度、减少人为误差将是今后自然资源要素综合观测体系运维模式和保障体系的重点研究方向。

参考文献 (References):

[1] 中华人民共和国自然资源部. 关于印发自然资源科技创新发展规划纲要的通知[EB/OL]. (2018-10-16) [2020-06-01]. http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201811/t20181113_2364664.html.
Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. Ministry of Natural Resources Notice on Issuing the Outline of the Natural Resources Science and Technology Innovation Development Plan[EB/OL]. (2018-10-16) [2020-06-01]. http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201811/t20181113_2364664.html.

[2] 刘晓煌,刘晓洁,程书波,等. 中国自然资源要素综合观测网络构建与关键技术[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1849-1859.
Liu X H, Liu X J, Cheng S B, et al. Construction of a national natural resources comprehensive observation system and key technologies[J]. Resour Sci, 2020, 42(10): 1849-1859.

[3] 刘玖芬,高阳,冯欣,等. 自然资源要素综合观测质量管理体系构建[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1944-1952.
Liu J F, Gao Y, Feng X, et al. Construction of the quality management system for comprehensive observation of natural resources[J]. Resour Sci, 2020, 42(10): 1944-1952.

[4] 高秉博,王劲峰,胡茂桂,等. 中国陆表自然资源综合观测台站布点优化[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1911-1920.
Gao B B, Wang J F, Hu M G, et al. Optimization of integrated observation station layout for terrestrial surface natural resources[J]. Resour Sci, 2020, 42(10): 1911-1920.

[5] 徐自为,刘绍民,车涛,等. 黑河流域地表过程综合观测网的运行、维护与数据质量控制[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1975-1986.
Xu Z W, Liu S M, Che T, et al. Operation and maintenance and data quality control of the Heihe integrated observatory network[J]. Resour Sci, 2020, 42(10): 1975-1986.

[6] 赵方杰. 洛桑试验站的长期定位试验:简介及体会[J]. 南京

农业大学学报, 2012, 35(5): 147-153.
Zhao F J. Long-term experiments at Rothamsted Experimental Station: Introduction and experience[J]. J Nanjing Agric Univ, 2012, 35(5): 147-153.

[7] 英国环境变化研究监测网络(ECN)[EB/OL]. <http://www.ecn.ac.uk/>.
UK Environmental Change Network[EB/OL]. <http://www.ecn.ac.uk/>.

[8] 中国生态系统研究网络(CERN)[EB/OL]. <http://www.cern.ac.cn/1wljs/index.asp>.
Chinese Ecosystem Research Network[EB/OL]. <http://www.cern.ac.cn/1wljs/index.asp>.

[9] 中国森林生态系统定位观测研究网络(CFERN)[EB/OL]. <https://cfern.org/>.
Chinese Forest Ecosystem Research Network[EB/OL]. <https://cfern.org/>.

[10] 赵士洞. 美国国家生态观测站网络(NEON)—概念、设计和进展[J]. 地球科学进展, 2005, 20(5): 578-583.
Zhao S D. United States National Ecological Observatory Network—with special references to its concepts, design and progress[J]. Adv Earth Sci, 2005, 20(5): 578-583.

[11] 黄铁青,牛栋. 中国生态系统研究网络(CERN):概况、成就和展望[J]. 地球科学进展, 2005, 20(8): 895-902.
Huang T Q, Niu D. Chinese Ecosystem Research Network (CERN)—basic information, achievements and perspectives[J]. Adv Earth Sci, 2005, 20(8): 895-902.

[12] 王兮之,葛剑平. 国家野外试验站现状分析及网络化体系构建[J]. 生态科学, 2003, 22(3): 213-217.
Wang X Z, Ge J P. Network system and status analysis of national long-term observation research in China[J]. Ecol Sci, 2003, 22(3): 213-217.

[13] 陈冬冬,郭建侠,林立铮,等. 我国气候观测台的现状与发展思考[J]. 气象科技进展, 2019, 9(4): 62-66.
Chen D D, Guo J X, Lin L Z, et al. Constructions and developments of China climatic station[J]. Adv Meteor Sci Technol, 2019, 9(4): 62-66.

[14] 杨丽容,李钢,刘景涛,等. 国家自动站异地值守常见问题分析与处理[J]. 气象研究与应用, 2018, 39(3): 99-100.
Yang L R, Li G, Liu J T, et al. Analysis and treatment of common problems in remote duty of national automatic station[J]. J Meteor Res Appl, 2018, 39(3): 99-100.

[15] 张智. 雨量观测站故障诊断系统的设计[J]. 无锡职业技术学院学报, 2018, 17(1): 40-42.
Zhang Z. Design of fault diagnosis system for rain observation station[J]. J Wuxi Inst Technol, 2018, 17(1): 40-42.

[16] 宁晓青,傅文博. 地震观测无人值守台站信息智能化观测系统研究[J]. 地震工程学报, 2019, 41(4): 999-1005.
Ning X Q, Fu W B. An information intelligent system for seismic

- observation at unattended stations[J]. *China Earthq Eng J*, 2019, 41(4):999-1005.
- [17] 高春东,何洪林. 野外科学观测研究站发展潜力大应予高度重视[J]. *中国科学院院刊*, 2019, 34(3):344-348.
- Gao C D, He H L. Great importance should be attached to development potential of field scientific observation and research [J]. *Bull Chin Acad Sci*, 2019, 34(3):344-348.
- [18] 赵晓美,郭静,崔娜. 县级区域自动气象监测站社会化保障浅析[J]. *农业与技术*, 2018, 38(14):234.
- Zhao X M, Guo J, Cui N. Analysis of social security in county-level regional automatic weather monitoring stations [J]. *Agric Technol*, 2018, 38(14):234.
- [19] 周新,胡玉峰,管永基. 中尺度自动站通信组网技术[J]. *气象*, 1998, 24(3):23-27.
- Zhou X, Hu Y F, Guan Y J. A medium scale automatic observing station telecommunication network [J]. *Meteor Mon*, 1998, 24(3):23-27.
- [20] 王丽英. 区域气象观测站常见故障及日常维护探析[J]. *北京农业*, 2012(36):145-146.
- Wang L Y. Discussion on the regional meteorological observation station of common failures and maintenance [J]. *Beijing Agric*, 2012(36):145-146.
- [21] 张奎松,邹士锋,颜秉芝,等. 区域气象自动观测站的管理与维护[J]. *宁夏农林科技*, 2012, 53(9):110-111, 133.
- Zhang K S, Zou S F, Yan B Z, et al. Management and maintenance of regional automatic weather observation station [J]. *Ningxia J Agric For Sci Technol*, 2012, 53(9):110-111, 133.
- [22] 杨志彪,陈永清,关彦华,等. GB/T 35237-2017 地面气象观测规范自动观测[S]. 北京:气象出版社, 2017.
- Yang Z B, Chen Y Q, Guan Y H, et al. GB/T35237-2017 Specifications for Surface Meteorological Observation-automatic Observation [S]. Beijing:China Meteorological Press, 2017.
- [23] 张卫斌,宋平健,吕东波,等. QX 4-2015 气象台(站)防雷技术规范[S]. 北京:气象出版社, 2015.
- Zhang W B, Song P J, Lv D B, et al. QX 4-2015 Technical Specifications for Lightning Protection at the Meteorological Offices (Stations) [S]. Beijing:China Meteorological Press, 2015.
- [24] 李良福,李家启,覃彬全,等. QX 30-2004 自动气象站场室防雷技术规范[S]. 北京:中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社), 2005.
- Li L F, Li J Q, Tan B Q, et al. QX 30-2004 Technical Specifications for Lightning Protection at the Automatic Weather Stations [S]. Beijing:China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd, 2005.
- [25] 中国环境监测总站,上海市环境监测中心. HJ 660-2013 环境监测信息传输技术规定[S]. 北京:中国环境出版集团, 2013.
- China National Environmental Monitoring Centre, Shanghai Municipal Bureau of Ecology and Environment. HJ 660-2013 Technical Specifications for Environmental Monitoring Information Transferring [S]. Beijing:China Environment Publishing Group, 2013.
- [26] 王兵,陈步峰,杨峰伟,等. LY/T 1626-2005 森林生态系统定位研究站建设技术要求[S]. 北京:中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社), 2005.
- Wang B, Chen B F, Yang F W, et al. LY/T 1626-2005 Construction Standard for Long-term Research of Forest Ecosystem [S]. Beijing:China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd, 2005.
- [27] 王兵,牛香,蒋有绪,等. GB/T 35377-2017 森林生态系统长期定位观测指标体系[S]. 北京:中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社), 2017.
- Wang B, Niu X, Jiang Y X, et al. GB/T 35377-2017 Indicators System for Long-term Observation of Forest Ecosystem [S]. Beijing:China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd, 2017.
- [28] 卢琦,崔向慧,褚建民,等. LY/T 1753-2008 荒漠生态系统观测研究站建设规范[S]. 北京:中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社), 2008.
- Lu Q, Cui X H, Zhu J M, et al. LY/T 1753-2008 Construction standard for long-term observation and research of desert ecosystem [S]. Beijing:China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd, 2008.
- [29] 王兵,郑秋红,郭浩,等. LY/T 1708-2007 湿地生态系统定位研究站建设技术要求[S]. 北京:中国质量标准出版传媒有限公司(中国标准出版社), 2007.
- Wang B, Zheng Q H, Guo H, et al. LY/T 1708-2007 Regulation for the Construction of Long-term Observation Station of Wetland Ecosystem [S]. Beijing:China Quality and Standards Publishing & Media Co., Ltd, 2007.
- [30] 谢新民,闫继军,蒋云钟,等. SL/Z 349-2006 水资源实时监控建设技术导则[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2006.
- Xie X M, Yan J J, Jiang Y Z, et al. SL/Z 349-2006 Guidelines for Constructing Real-time Monitoring System of Water Resources [S]. Beijing:China Water & Power Press, 2006.
- [31] 刘汉松,英爱文,李砚阁,等. SL 360-2006 地下水监测站建设技术规范[S]. 北京:中国水利水电出版社, 2007.
- Liu H S, Ying A W, Li Y G, et al. SL 360-2006 Technical Specification for the Construction of Groundwater Monitoring Station [S]. Beijing:China Water & Power Press, 2007.
- [32] 中国环境监测总站,南京市环境监测中心站. HJ/T 166-2004 土壤环境监测技术规范[S]. 北京:中国环境出版集团, 2004.
- China National Environmental Monitoring Centre, Nanjing Environmental Monitoring Central Station. HJ/T 166-2004 The Technical Specification for Soil Environmental Monitoring [S]. Beijing:China Environment Publishing Group, 2004.

Construction of the operation and maintenance model and guarantee system for comprehensive observation system of natural resource elements

LUO Qi^{1,2}, HE Yinfeng³, WANG Peng⁴, ZHANG Xunxun^{1,2}, DUAN Yanghai^{1,2}, WEN Lang^{1,2}

(1. *Applied Geological Survey Center, China Geological Survey, Sichuan Chengdu 610036, China*; 2. *Key Laboratory of Coupling Process and Effect of Natural Resources Elements, Beijing 100055, China*; 3. *Urumqi Natural Resources Comprehensive Survey Center, China Geological Survey, Xinjiang Urumqi 830000, China*; 4. *Xining Comprehensive Natural Resources Survey Center, China Geological Survey, Qinghai Xining 810000, China*)

Abstract: It is of great significance to establish a suitable set of operation and maintenance model and guarantee system in order to realize the long-term and stable operation of the system, and ensure the scientificity and accuracy of the observed data. Based on the analysis of the operation and maintenance model and guarantee experience of the observation station networks at home and abroad, the authors in this paper have combined the construction and operation of the pilot station networks for the comprehensive observation of natural resource elements, and put forward the framework of a comprehensive observation guarantee system for natural resource elements. This framework includes the operation and maintenance model of leadership + business execution + consultation and the guarantee system with funding guarantee, communication network guarantee, infrastructure equipment guarantee, data quality control guarantee, field observation station daily management and system, and talent team guarantee. The operation and maintenance model has a clear hierarchy, clear responsibilities, a wide coverage and defined purposes, which could basically meet the needs of long-term, stable, continuous operation and positioning observation for the comprehensive observation system of natural resource elements.

Keywords: natural resources; comprehensive observation; operation and maintenance model; guarantee system framework

(责任编辑: 刁淑娟, 魏昊明)