

荒漠生态系统长期观测标准体系研究与构建

崔向慧, 卢琦, 郭浩

(中国林业科学研究院 荒漠化研究所, 北京 100091)

摘要: 标准化是开展荒漠生态系统长期观测的基础性工作,也是野外观测站网有序运行的重要保障。在分析国内外荒漠生态系统长期观测标准现状的基础上,提出了荒漠生态系统长期观测标准体系构建的目标、原则;研究构建了中国荒漠生态系统长期观测的标准体系框架,初步规划出标准体系表;提出了荒漠生态系统长期观测标准体系的实施建议和发展方向,为指导中国荒漠生态系统长期观测领域的标准制修订计划编制提供研究基础。

关键词: 荒漠生态系统; 长期观测; 标准化; 标准体系

文章编号: 1000-694X(2017)06-1121-06

DOI: 10.7522/j.issn.1000-694X.2017.00019

中图分类号: Q148

文献标志码: A

0 引言

荒漠生态系统长期观测是为了研究、揭示荒漠生态系统的结构与功能变化规律而采用的基本手段。通过荒漠生态系统长期观测,可以积累野外观测数据,为研究和管理决策提供可信、完整的数据库,可以更好地跟踪生态系统结构和功能可能出现的变化(特别是荒漠化的正逆过程),可以提供气候变化影响下的荒漠生态系统动态信息并预测生态系统的变化响应和可能产生的后果,可以实现对最为脆弱和敏感地区的荒漠生态系统进行重点观测^[1]。

中国荒漠生态系统长期观测研究经过多年的发展,在台站建设方面初具规模,形成了集观测-科研-示范于一体、并与荒漠化防治和区域经济建设多种需求相适应的长期观测与研究平台;观测研究对象包括中国北方沙漠、沙地、戈壁、盐碱地等典型荒漠生态系统类型,并兼顾了中南、西南地区一些非典型性沙地等特殊环境类型;在野外观测、科学研究与平台管理等综合层面上已经具备开展更大尺度和区域范围联网观测与合作研究的能力。但是,随着国际长期生态学的快速发展以及野外长期观测台站网络的不断壮大完善,荒漠生态系统长期观测领域在台站建设、野外观测、运行管理等方面的观测能力和水平仍需要进一步提高。

标准化观测是荒漠生态系统实现联网观测、数

据共享和比较研究的前提,是提升长期观测能力和研究水平的重要保障。为了提高荒漠生态系统长期观测领域的标准化和规范化水平,中国已经组织开展了相关标准的制修订工作,发布实施了《荒漠生态系统定位观测指标体系》《荒漠生态系统定位观测技术规范》《荒漠生态系统观测研究站建设规范》等10余项林业行业标准,标准范围涵盖台站建设、指标体系、观测技术和服务评估等主要内容,取得了初步成效。由于中国在这一领域标准化工作还处于起步阶段,目前荒漠生态系统长期观测领域还存在标准数量不足、结构不合理、标准体系不完善等问题,不能满足长期观测对标准的需求。针对荒漠生态系统长期观测标准发展状况和存在问题,研究和构建科学、完善的标准体系,制定建设、观测和管理所必需的重要技术标准和规范,对于加速长期观测的标准化进程、提升观测能力和研究水平具有重要的现实意义,已经成为中国荒漠生态系统长期观测面临的重要任务之一。

1 荒漠生态系统长期观测标准现状与趋势

随着荒漠生态系统长期观测台站及站网的快速发展,观测内容、观测方法、运行管理等方面的规范化和标准化问题也逐渐提到了议事日程。为了解决观测研究上的标准化问题,各国在有关方面都作了

收稿日期:2016-04-07; 改回日期:2017-03-13

资助项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(CAFYBB2017ZE005);林业公益性行业科研专项经费项目(201404304)

作者简介:崔向慧(1975—),男,内蒙古宁城人,博士,副研究员,主要从事荒漠生态系统定位观测、荒漠化防治。E-mail:cxh_lion@126.com

通信作者:卢琦(E-mail:luqi@caf.ac.cn)

相应的努力,并在本国范围内采取了不同的措施,如美国国家生态观测网络(NEON)采取的是系统设计、统一规划的途径,实现观测指标可比和监测设施统一规范,以保证数据质量的可靠性和在回答关键科学问题中的有效性^[2]。全球陆地监测系统(GTOS)制定了气象、生物、土壤、水文、环境等统一的观测指标体系和属性信息^[3];英国的环境变化观测网络(ECN),每年所有生态站开展一次植被变化的观测,提供与植被变化有关的气候信息,同时也对数据传输和共享制定了规范方法。虽然这些标准与规范都涉及到了荒漠生态系统的长期观测,但是许多网络系统制定的观测规范和指标还是初步的,有关荒漠生态系统长期观测方面的国际标准尚未制定。

从中国过去的野外长期观测工作来看,不同部门所属台站(站网)在观测内容、指标、方法、数据采集和运行管理标准等方面都存在很大差异。在具体实施上,则因条件和需求不同而有所侧重,而且对于相同要素的观测研究,方法、手段、精度和仪器先进程度上也是千差万别,缺乏统一协调的观测机制、数据获取方法和存储的标准化^[4]。为了解决长期观测的规范化问题,中国专家在主管部门的大力支持下,参考国外荒漠生态系统野外观测标准化成果并结合国内实际,在观测指标体系、观测技术方法的规范化和标准化等方面做了卓有成效的工作,取得很大进展,提高了观测的效率,增加了观测的科学性。近10年来,国家林业局制定了10余项标准,中国科学院相继完成水、土、气、生等主要生态要素的观测指标和方法及观测数据管理规范,并在此基础上开展了长期观测工作^[5-9]。中国环保、气象、农业、水利等其他相关部门也陆续制定了一些观测规范,以推动中国陆地生态系统野外观测网络建设,但仅形成为数很少的国家和行业标准。

荒漠生态系统长期观测与其他科学研究领域一样,国际合作正日益加强,参与荒漠生态学的科学家之间也更加注重在研究方法上相互借鉴,在科研问题上开展交流,并力争实现成果的共享。长期观测的标准化和规范化作为基础性工作,可以使各方的研究成果应用汇入到更高的层次、更加宏观的研究中,为解决更加复杂的生态学重大基础科学问题提供便捷、高效的途径和策略。因此,国家、区域和全球层次的观测标准化仍将是荒漠生态系统长期观测发展的主要趋势之一。

2 标准体系构建目标和原则

2.1 构建目标

针对荒漠生态系统长期观测标准化现状和存在问题,构建科学系统、结构合理、具有实用性和稳定性的荒漠生态系统长期观测标准体系,为制定台站建设、野外观测、数据处理和运行管理等领域的关键技术和方法标准提供指导,进而统一观测指标和观测方法,规范数据管理和应用,推进本领域的标准化、规范化建设,切实实现保障台站建设和运行管理、提升长期观测水平和研究能力的长远目标。

2.2 构建原则

根据中国荒漠生态系统长期观测标准现状和对标准化的需求,借鉴了有关国际长期生态学观测研究网络的先进经验,在构建标准体系过程中遵循了以下原则。

系统性原则。构建的标准体系能够基本覆盖荒漠生态系统长期观测领域从规划布局、运行管理到成果应用的全过程,标准体系中标准之间能够协调、统一,保证标准体系的完整性,充分发挥每项标准的作用。

科学性原则。标准体系构建目标明确、分类科学、层次清晰、结构合理,并具有一定的分解性和扩展空间,能够随着本领域科学技术及管理水平的进步和发展而不断更新、充实和创新,以保证标准体系的科学性。

实用性原则。构建标准体系时遵循了统一、简化和优化协调的标准化基本原理,充分考虑了实施野外长期观测过程中的适用性、针对性、便捷性、可操作性,标准内涵明确、易于掌握、可操作性强,便于使用和管理,同时能够在实践中推广应用。

稳定性原则。标准体系中考虑了国家对科学数据观测的要求,兼顾未来发展的需求,所确定的标准相对稳定并有可持续性,以便用于区域和国家荒漠生态系统的长期观测。

先进性原则。标准体系的建立是以国内现有林业行业标准、生态环境标准和国外现有的同类型网络中普遍使用的标准为参考,结合了中国生态建设和环境保护的长远需求,兼顾了气候变化、生物多样性保护和退化生态系统修复等热点领域科学发展的需求,具有前瞻性和先进性。

3 标准体系总体框架和基本内容

3.1 标准体系总体框架

在荒漠生态系统长期观测领域,标准体系的全过程是指为满足长期观测的需求,在构建目标和原则的指导下,开展站网规划、台站建设、野外观测、数据处理、信息共享、服务评估和运行管理等系列活动的过程。因此,标准体系总体框架设计基本涵盖荒漠生态系统长期观测的全过程,重点突出观测指标

体系、观测技术和方法以及观测数据质量控制规范等关键标准的研制。依据荒漠生态系统的不同类型,标准体系包括沙漠、沙地(包含非典型沙地)、戈壁、盐碱地等 4 个标准分体系,各分体系是开放型体系,可以根据需要增加、优化和不断完善。

按照上述的目标、原则和总体框架结构,再根据长期观测全过程的控制要求,根据印度魏尔曼最早提出的标准体系表三维结构的思想,运用系统科学的理论和方法,在广泛比较的基础上,初步构建荒漠生态系统长期观测标准体系三维结构框架(图 1)。

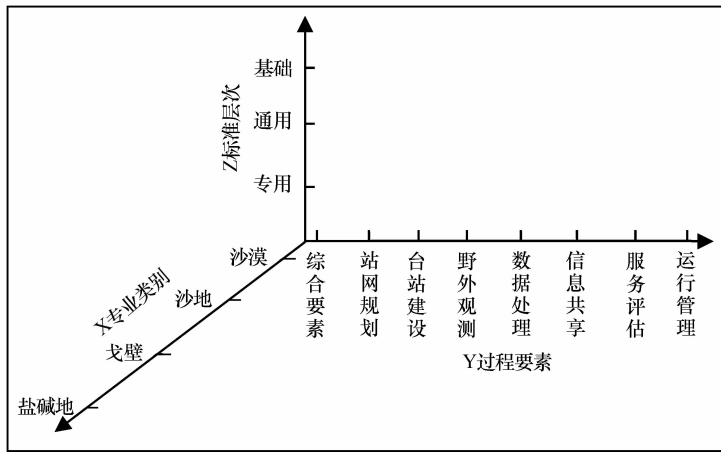


图 1 荒漠生态系统长期观测标准体系三维结构框架

Fig. 1 Three dimensional structure of desert ecosystem long-term observation standard system

在构建标准体系时,采用三维坐标体系来反映每个标准在标准体系中的位置,从专业类别、过程要素、标准层次来定位每个标准,大大地扩展了荒漠生态系统长期观测领域标准的存贮容量,结构上体现标准体系的先进性和科学性。专业类别—X轴反映了长期观测领域的主要对象和目标,体现特色,包括沙漠、沙地、戈壁、盐碱地等专业类别。过程要素—Y轴为实现上述专业类别的目标所采取的工作过程,将全过程各个关键环节和方面进行划分和归类。标准层次—Z轴反映了各项标准之间的内在联系,标准体系分为 3 个层次:基础标准——具有本领域内广泛指导意义的标准;通用标准——两个以上专业类别共同使用的标准;专用标准——专指某一类别特殊用途的标准。

3.2 基本内容

按照标准体系总体框架结构,标准体系的基本内容包括沙漠、沙地、戈壁、盐碱地为对象的与荒漠生态系统长期观测有关的站网规划、台站建设、野外观测、数据处理、信息共享、服务评估和运行管理等

全过程要素的标准研制。

3.2.1 基础综合类标准的研制

荒漠生态系统长期观测标准体系是具有一定内在联系的标准组成的有机整体,基础综合类标准的研制有助于为本领域其他专业标准或技术标准研制奠定基础,并对整体的观测和研究工作提供指导。本领域需要研制的基础综合类标准包括生态系统分类标准、荒漠生态系统观测基础术语、观测样地分类和编码等。

3.2.2 观测站网规划和台站建设标准的研制

荒漠生态系统观测站网和台站是长期观测研究的基础平台,特别是台站建设涉及野外综合观测楼,水文、土壤、气象和生物等观测要素的基础设施和仪器设备配置等诸多方面内容。观测台站的标准化建设是开展野外观测的基础和根本保障,通过借鉴国际先进野外生态观测台站的现有成熟建设经验,根据中国荒漠生态系统观测的实际,在荒漠生态系统观测台站建设要求、工程项目建设技术以及观测样地设置等方面研制统一的观测台站建设标准,并规范各台站在观测仪器配置、数据管理以及信息共享

系统建设等方面的同步与一致性。

3.2.3 野外观测标准的研制

荒漠生态系统野外观测方面的标准主要包括典型荒漠生态系统长期观测指标及各项指标的观测技术和方法标准。野外观测指标的制定是统一和规范荒漠生态系统长期观测的前提^[10],根据观测研究对象的不同,需要开展沙漠、沙地、戈壁、盐碱地等典型荒漠生态系统类野外观测指标的研制。在观测技术和方法标准研制方面,主要应根据荒漠生态系统水文、土壤、气象和生物等观测要素以及水热通量、碳平衡等特殊观测内容,考虑包括野外调查、观测、监测、试验测试、实验分析等多种技术和方法的标准研制。

3.2.4 观测数据处理标准的研制

如何提高观测数据信息采集、传输、接收、存储、分析、加工利用的准确性、完整性、连续性、规范性和安全性,是目前中国荒漠生态系统长期观测领域亟待解决的问题。制定出一系列科学、系统、合理和完善的数据采集、传输与分析加工等观测数据处理有关的方法和技术标准,不仅能保证各种数据信息的准确和规范,还能够纳入统一的数据分析平台,为科学研究和管理决策人员提供信息共享服务奠定基础^[11]。

3.2.5 观测数据质量保证与控制标准的研制

加强对数据质量的控制与管理是保证数据信息准确、可靠的基础,是提高观测数据有效利用和共享的关键^[12]。为使观测数据和数据集的质量控制、检查和管理做到科学性、规范性,需要提出并研制荒漠生态系统观测数据质量控制标准和检查程序,制定数据质量监控制度和措施,协调各个质量控制环节,修订有关质量标准、规范和质量管理制度,执行数据质量检查、分析和评价。在标准中需要规范和要求数据质量检查方式、工作模式以及审查报告和数据质量评估报告的提交。

3.2.6 数据管理和信息共享标准的研制

数据管理和共享标准化是建立荒漠生态系统数据库、实现信息共享的关键,只有规范观测数据的管理和共享机制,研制观测数据的来源、精度、尺寸、指标、时间和空间等属性标准,建立统一的荒漠生态系统数据库管理规范,完善数据成果分级分类标准,制定数据共享和服务利用方案,才能实现对观测数据资源的有效管理和高效利用,保证观测数据为科学研究和社会发展服务,使观测和研究成果应用汇入到更高的层次、更加宏观的研究和决策中。

3.2.7 服务评估

基于长期连续观测数据,结合资源清查结果,制订荒漠生态系统生态服务评估技术规范 and 标准,用以评估中国荒漠生态系统服务功能的物质质量和价值量;同时要围绕三北防护林工程、防沙治沙工程等与荒漠生态系统长期观测领域相关的国家重点生态工程实施情况,兼顾开展有关工程效益评价标准制修订工作,用以客观评价各类生态保护与修复工程的生态效益^[13-14],科学反映林业生态建设成效,支撑重大生态工程建设。

3.2.8 运行管理

荒漠生态系统长期观测网络和台站的规范化运行管理,是本领域其他工作的前提和保障,运行管理的标准化内容包括观测站网运行管理规范、观测台站考核评估标准、野外观测人员队伍配置规范、观测设施和仪器设备管理规范、运行经费管理规范、开放研究基金设置标准和研究成果奖励标准及试验示范和技术推广应用规范等。

3.3 重点领域及关键技术标准研制

根据中国荒漠生态系统长期观测标准化现状和需求,在标准体系总体框架下,提出重点领域及关键技术标准研制计划(表1)。

4 标准体系实施建议和发展方向

针对中国荒漠生态系统长期观测对标准体系的需求和标准化发展的状况,具体实施建议如下:(1)加强荒漠生态系统长期观测标准化管理工作,继续研究和完善标准体系,并在标准体系框架下制定标准制修订中长期项目发展规划。(2)在现有的国家、行业部门制定的长期观测标准规范的基础上,一方面紧扣长期生态学的最新需求和研究进展,做好现有标准的修订工作,另一方面充分利用和吸收国际上的相关标准,组织有关领域的知名权威专家制定相关标准与规范,特别是在数据采集、传输、质量控制、加工处理、存储管理等方面亟需补充扩展。(3)积极开展和建立长期观测标准示范台站,促进现有技术标准在示范台站的示范、推广、应用。(4)重视标准化的宣传工作,加大实施监督检查力度。

当前,国际生态系统观测研究网络的观测尺度从站点走向流域和区域,关注的对象从生态系统扩展到地表系统,逐渐将自然生态要素与社会经济相结合,深化了联网观测和联网研究;在观测手段上实现了地面观测和遥感多尺度观测的有机结合,日益

表 1 荒漠生态系统长期观测标准体系表
Table 1 Standard system list of desert ecosystem long-term observation

序号	过程要素	标准名称	标准号/计划号	标准层次	标准级别	标准状态	
1	综合要素	荒漠生态系统分类导则	2009—LY—042	基础标准	行业标准	在研	
2		荒漠生态系统观测基础术语	2013—LY—038	基础标准	行业标准	在研	
3		荒漠生物多样性调查及评价指标	2009—LY—047	基础标准	行业标准	在研	
4		荒漠生态系统观测场及长期固定样地的分类和编码	2015—LY—036	基础标准	行业标准	在研	
5		荒漠生态系统健康评价方法	—	基础标准	行业标准	拟编	
6		荒漠生态系统稳定性评价指标	—	基础标准	行业标准	拟编	
7		荒漠植物物候观测规范	—	基础标准	行业标准	拟编	
8	台站建设	荒漠生态系统观测研究站建设规范	LY/T1753—2008	通用标准	行业标准	继续有效	
9		荒漠生态系统定位观测研究站项目基础建设规范	—	通用标准	行业标准	拟编	
10		野外基础设施和观测仪器性能评估标准	—	通用标准	行业标准	拟编	
11		荒漠生态系统长期观测样地建设技术要求	—	通用标准	行业标准	拟编	
12	野外观测	荒漠生态系统定位观测指标体系	LY/T1698—2007	通用标准	行业标准	继续有效	
13		极端干旱区荒漠生态系统定位观测指标体系	LY/T 2091—2013	专用标准	行业标准	继续有效	
14		干旱、半干旱区荒漠生态系统定位观测指标体系	LY/T 2092—2013	专用标准	行业标准	继续有效	
15		亚湿润干旱区沙地生态系统定位观测指标体系	LY/T 2254—2014	专用标准	行业标准	继续有效	
16		沿江(河)、滨海(湖)沙地生态系统定位观测指标体系	LY/T 2508—2015	专用标准	行业标准	继续有效	
17		青藏高原高寒荒漠生态系统定位观测指标体系	LY/T 2509—2015	专用标准	行业标准	继续有效	
18		戈壁生态系统定位观测指标体系	LY/T2793—2017	专用标准	行业标准	继续有效	
19		戈壁生态系统定位观测技术规范	2014—LY—046	专用标准	行业标准	在研	
20		盐碱地生态系统定位观测指标体系	2014—LY—049	专用标准	行业标准	在研	
21		荒漠生态系统定位观测技术规范	LY/T1752—2008	通用标准	行业标准	继续有效	
22		盐碱地生态系统定位观测技术规范	—	专用标准	行业标准	拟编	
23		野外样品采集及实验分析方法	—	通用标准	行业标准	拟编	
24		数据处理	荒漠生态系统观测元数据规范	—	通用标准	行业标准	拟编
25			荒漠生态系统定位观测数据采集与远程传输	LY/T 2510—2015	通用标准	行业标准	继续有效
26			荒漠生态系统长期定位观测数据质量控制技术	—	通用标准	行业标准	拟编
27	信息共享	荒漠生态系统观测数据报送制度及信息档案管理要求	—	通用标准	行业标准	拟编	
28		荒漠生态系统数据库建设与管理技术要求	—	通用标准	行业标准	拟编	
29		荒漠生态系统观测数据成果分级分类规范	—	通用标准	行业标准	拟编	
30		荒漠生态系统观测数据共享和服务规范	—	通用标准	行业标准	拟编	
31	服务评估	荒漠生态系统服务评估规范	LY/T 2006—2012	通用标准	行业标准	继续有效	
32		戈壁生态系统服务评估规范	LY/T2792—2017	专用标准	行业标准	继续有效	
33		荒漠生态系统修复工程生态效益评估规范	—	专用标准	行业标准	拟编	
34	运行管理	荒漠生态系统定位观测研究站数据管理规范	LY/T 2511—2015	通用标准	行业标准	继续有效	
35		荒漠生态系统定位观测站运行维护要求	—	通用标准	行业标准	拟编	
36		野外基础设施和观测仪器性能评估规范	—	通用标准	行业标准	拟编	
37		荒漠生态系统定位观测站考核评估规范	—	通用标准	行业标准	拟编	

注重数据共享和集成；在站网建设和运行过程中，不断加大数字化、信息化和智能化方面力度^[15]，以应对诸如全球变化、生态系统结构变化、土地利用动态

以及生物地球化学循环等大尺度生态问题。例如，美国国家生态观测网络在科学发展战略中设计的生态研究基础设施，就包括定位观测设施和仪器系统、

移动部署平台、空中观测平台等多个观测系统和数据采集平台,网络内基础设施安装传感器就达15 000多个^[16]。这些高新信息化技术在长期生态观测应用过程中会面临台站(站网)基础条件差异化、观测数据格式规范化、海量数据管理、数据产品开发、专业技术人员不足等问题和挑战。标准化和规范化研究可能会在解决这些问题和挑战中起到重要的保障作用,因此这一领域的标准有待提升和挖掘。中国荒漠生态系统长期观测也应优先布局,加强这一领域的标准化研究工作。

参考文献:

- [1] 卢琦,李新荣,肖洪浪,等. 荒漠生态系统观测方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2004.
- [2] 傅伯杰,刘宇. 国际生态系统观测研究计划及启示[J]. 地理科学进展,2014,33(7):893-902.
- [3] 赵晓英,张志强. 全球观测系统实地观测的内容和要求[J]. 地球科学进展,1997,12(5):455-459.
- [4] 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.
- [5] 中国生态系统研究网络综合研究中心. 中国科学院生态系统网络观测与模拟重点实验室 CERN 综合研究中心研究成果与发展[J]. 自然资源学报,2010,25(9):1458-1467.
- [6] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统土壤观测规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.
- [7] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统生物观测规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.
- [8] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统水环境观测规范[M]. 北京: 中国环境科学出版社,2007.
- [9] 于贵瑞,孙晓敏. 陆地生态系统通量观测的原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社,2006.
- [10] 曹燕丽,崔向慧,卢琦,等. 荒漠生态系统定位观测方法与指标体系探讨[J]. 中国沙漠,2006,26(4):617-624.
- [11] 李爱霞,曹占江,谭会娟. 沙坡头站荒漠生态环境长期定位监测数据信息管理系统的发展[J]. 中国沙漠,2014,34(2):617-624.
- [12] 李爱霞,张景光,王新平. 沙坡头站生态监测数据的质量控制与综合管理[J]. 中国沙漠,2005,25(2):287-292.
- [13] 于秀波. 生态系统评估服务于国家生态保护与修复决策[J]. 资源科学,2006,28(4):7.
- [14] 王兵,丁方军. 森林生态系统长期定位研究标准体系[M]. 北京: 中国林业出版社,2012.
- [15] 牛栋,杨萍,何洪林. 美国长期生态学研究网络(LTER)信息化基础设施现状、挑战与未来发展趋势——LTER 信息化基础设施战略规划介绍(I)[J]. 地球科学进展,2008,23(2):201-205.
- [16] NEON 科学、技术与教育咨询委员会编. 中国生态系统研究网络科学委员会秘书处翻译. 美国国家生态观测站网络科学发展战略(2011年)——实现大陆尺度的生态预测[EB/OL]. http://www.neonscience.org/sites/default/files/basic-page-files/NEON_Strategy_2011_Chinese_Translation.pdf.

Construction of Standard System for Long-term Observation of Chinese Desert Ecosystem

Cui Xianghui, Lu Qi, Guo Hao

(Institute of Desertification Studies, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The standardization is groundwork for long-term observation of desert ecosystems; it also is major guarantee of orderly operation on field observation stations and network. The domestic and international development status and trend of the standardization in desert ecosystem observation were expounded. On this basis, the construction overall and principles were put forward; the general framework of standard system was constructed, and the standard system list was planned. Finally, the authors pointed out that the implementation recommendations and the research focus on standard system, which will provide guidance the preparation plan of standard formulation and revision of standards.

Key words: desert ecosystem; long-term observation; standardization; standard system