

特殊环境与灾害数据标准体系建设思考

康健芳^{1,2,3}, 张耀南^{1,2,3*}, 吴立宗⁴, 张杰^{1,2,3}, 任泽瑶^{1,2,3},

王亚丽^{1,2,3}, 吴亚敏^{1,2,3}, 刘景琦^{1,2,3,5}, 高双^{1,2,3}



文献 CSTR:

32001.14.11-6035.ncdc.2024.0178.zh



文献 DOI:

10.11922/11-6035.ncdc.2024.0178.zh

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2025-06-04

录用日期: 2025-10-22

发表日期: 2025-12-12

1. 中国科学院西北生态环境资源研究院, 兰州 730000
2. 国家冰川冻土沙漠科学数据中心, 兰州 730000
3. 甘肃省科学数据总中心, 兰州 730000
4. 中国极地研究中心, 上海 200136
5. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 特殊环境与灾害对区域生态环境安全和社会经济发展具有重要影响。特殊环境与灾害数据标准是支持数据广泛应用和要素化赋能的基础组成部分, 对充分发挥数据价值、赋能生态治理与减灾防灾、支撑灾害应急处置响应、促进特殊环境数据技术创新发展具有关键的支撑作用。本文结合国家冰川冻土沙漠科学数据中心工作实践, 梳理了当前国内外特殊环境与灾害领域数据标准建设现状, 分析了特殊环境与灾害领域对科学数据标准的需求, 提出了特殊环境与灾害数据标准规范体系结构, 结合灾害应急响应数据工程标准构建, 给出了特殊环境与灾害数据标准体系建设工作的思考与建议, 支持特殊环境与灾害高质量数据集制备和 AI 数据就绪, 以期为生态与灾害相关管理机构、数据管理机构、数据服务平台以及科研工作者提供参考。

关键词: 特殊环境; 灾害; 数据标准体系; 灾害应急响应数据工程; 生态治理与减灾防灾

引言

2005 年科技部印发的《“十一五”国家科技基础条件平台建设实施意见》中提出, 建成特殊环境和特殊功能观测研究台站网^[1], 同年启动特殊环境与灾害国家野外站研究工作^[2]。特殊环境与灾害主要围绕高寒环境下冰川、冻土、积雪过程、极地冰雪和环境过程, 山地斜坡环境下崩塌、滑坡、泥石流等山地灾害等地表过程, 以及对区域经济社会发展和生态环境安全产生的重要影响。其中科技部遴选的特殊环境与灾害野外观测研究台站体系建设, 不仅承担着全球变化研究和特殊区域重大工程建设、社会经济发展、防灾减灾观测、研究与示范服务的任务, 同时肩负着为我国环境外交谈判提供科学支撑、维护国家发展根本利益的重要任务, 具有十分重要的科学价值和战略意义^[3]。特殊环境与灾害数据指各相关研究机构和政府部门产出的如冰川、冻土、积雪、沙漠、滑坡、水土流失、崩塌、泥石流等来源于特殊环境与灾害领域的各类科学数据。

*论文通信作者

张耀南: yaonan@lzb.ac.cn

目前, 由于特殊环境与灾害数据来源广泛、种类繁多、主管部门多, 存在数据标准不统一、存储与管理不规范、质量参差不齐、长时间序列数据缺乏和数据集成与共享不足等问题, 特别缺乏高质量数据集与 AI 就绪数据, 现有的多源多模态特殊环境与灾害数据还不能满足高效支持生态环境治理、山地减灾防灾、灾害应急响应处置等共享需求。

科学数据标准规范是推动数据资源共享服务的重要基础, 也是科学数据赋能的重要支撑保障, 对充分发挥数据价值具有重要意义。2018 年 1 月, 中央审议通过了《科学数据管理办法》(国办发[2018]17 号)^[4], 强调加强和规范科学数据全生命周期管理。2019 年 2 月, 中国科学院印发《中国科学院科学数据管理与开放共享办法(试行)》, 明确科学数据开放共享的原则和主体责任, 强化科学数据管理与开放共享服务^[5]。2022 年 12 月, 中共中央国务院发布了《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》, 提出构建数据基础制度体系^[6], 加快推进数据管理能力成熟度国家标准及数据要素管理规范的实施, 推动各部门各行业完善元数据管理、数据脱敏、数据质量和价值评估等标准体系^[7]。2024 年 9 月, 国家发展改革委印发《国家数据标准体系建设指南》^[8], 进一步推动了数据标准体系建设。

国内已建成的典型标准体系有中国气象局《气象信息化标准体系(2016 版)》, 其由标准体系框架和标准明细表构成, 框架包括总体、数据资源、基础设施资源、信息平台、信息安全和信息化管理六个分体系标准, 重点关注数据资源和气象信息平台标准^[9]。但目前特殊环境与灾害领域尚缺乏一套致力于观测系统规范、数据质量可靠、资源整合高效和信息合理共享的标准体系, 以满足不同层次、不同领域、不同学科对特殊环境特殊灾害研究、应用和分析的需要^[10]。

本文梳理了当前国内外特殊环境与灾害领域数据标准研制现状, 分析本领域对科学数据标准的需求, 提出特殊环境与灾害数据标准规范体系的建设框架, 给出特殊环境与灾害的标准明细构成, 最后对特殊环境与灾害数据标准化规范工作提出思考与建议, 为相关标准学会、数据管理机构、服务平台以及科研工作者提供参考。

1 国内外特殊环境与灾害领域数据标准研制现状

通过梳理国内外主要标准化组织的体系结构与工作内容, 分析目前标准化工作的现状, 以期为构建特殊环境与灾害领域的的数据标准规范体系提供研究依据。

1.1 国外研究现状

国际上多个标准化组织通过制定和推广全球标准, 促进了各行业的协调发展^[11]。国际标准化组织(ISO)作为全球最具影响力的标准化机构, 通过标准的制定, 促进全球物品、服务的国际贸易便利化, 并增强各国在知识、科学、技术和经济领域的合作。ISO/TC211 是国际标准化组织的地理信息技术委员会, 其主要任务是推动数字地理信息领域标准化, 对直接或间接与地球上位置相关的目标或现象信息, 制定一套结构化的定义、描述和管理地理信息的系列标准(系列编号为 ISO 19100), 推动地理信息系统间的互操作, 包括分布式计算环境的互操作, 并为使用地理数据进行各种开发提供标准框架。中国作为其积极成员国对该领域也颇为重视, 积极参与国际标准的编制工作, 自 2000 年发布第一项地理信息国际标准以来, 截至目前已发布共计 32 项国际标准。部分重要标准如下: 基础类 ISO 19101:2002《地理信息参考模型》; 空间与时间模式类 ISO 19107:2003《地理信息 空间模式》; 质量与测试类 ISO 19114:2003《地理信息质量评估规程》; 数据表达与服务类 ISO 19115:2003

《地理信息元数据》等。

国际标准化组织下的信息技术标准化技术委员会（ISO/IEC JTC 1/SC 32）以及人工智能分技术委员会数据工作组（ISO/IEC JTC 1/SC42 WG2），致力于标准的制定与实施，涵盖了数据资源、数据流通、安全等多个方面。世界气象组织（WMO）、地球观测组织（GEO）致力于制定涵盖科研数据采集、存储、管理、共享的国际标准。开放科学倡议（Open Science Initiative）和研究数据联盟（Research Data Alliance, RDA）等组织通过协作推动科研数据标准的广泛采用和跨机构互操作性。世界数据系统（WDS）主要通过制定和推广数据标准，认证全球数据中心，确保数据质量与互操作性，通过积极推动开放科学理念，确保其标准与全球通行标准一致。

目前，国际上普遍认可的标准化框架有 ISO 19100 系列国际标准、数据文献和共享标准（如 Dublin Core、ISO 19115）、元数据标准（ISO 23081）和地理空间数据标准（OGC 标准）。此外，一些开放组织积极主动地为科学规划、科学计划、科学项目以及更多的工程和应用提供数据支撑，通过协作推动科学数据标准的广泛采用和跨机构互操作性。特殊环境与灾害的数据标准规范体系建设较为分散，主要与具体环境条件和灾害类型有关，但在国际上并没有专门针对“特殊环境与灾害数据”设立统一数据标准体系。

1.2 国内研究现状

在我国的数据标准化工作中，多个关键组织和技术委员会负责不同领域的标准制定，涉及特殊环境与灾害领域的数据标准大多分散在气象、地质、环境、农业、水利等领域，未能形成特殊环境与灾害数据统一的国家标准体系。截至 2023 年底，全国专业标准化技术委员会共 1338 个，包括 550 个技术委员会（TC）、766 个分技术委员会（SC）和 22 个标准化工作组（SWG）^[12]，其中数据领域相关标委会有 36 个，灾害领域标委会有 6 个。目前标准化机构主要集中于基础通用标准和数据安全等领域，暂无专门机构负责统筹和管理特殊环境与灾害数据的标准研制和推广。国内主要组织机构在数据标准化领域的工作对比见表 1。

表 1 国内主要标准化体系组织工作对比

Table 1 Comparison of major domestic standardization systems and their organizational practices

组织名称	组织简介	主要工作	特殊环境与灾害数据相关标准化工作
国家标准化管理委员会 ^[12]	国务院下属组织，2018 年 9 月起，委员会的职责划入国家市场监督管理总局，对外保留牌子，原有相关业务职能由标准技术管理司和标准创新管理司承担。	是我国标准化工作的主管机构，负责全国标准的制定和管理。标准化工作集中在基础通用标准和安全标准。	于 2024 年成立全国数据标准化技术委员会。涉及特殊环境与灾害数据的标准研制尚未深入开展。
全国数据标准化技术委员会 ^{[13][14]}	2024 年 8 月由国家标准化管理委员会组织成立，国家数据局负责日常管理和业务指导，秘书处由中国电子技术标准化研究院承担。	主要负责数据资源、数据技术、数据流通、智慧城市、数字化转型等基础通用标准，数据基础设施标准以及安全标准等领域国家标准的制修订工作。	专注于数据资源和数字化转型的标准化工作，涵盖数据流通和数据安全等多个方面。涉及特殊环境与灾害数据的标准化暂无研究和实践。
全国科技平台标	在科技部、财政部的领导下，	科技平台法规与标准化与科	在科技数据标准化上做了大量工

组织名称	组织简介	主要工作	特殊环境与灾害数据相关标准化工作
准化技术委员会 [15]	在国家标准化管理委员会的支持下,国家科技基础条件平台中心依托全国科技平台标准化技术委员会,积极组织推进平台标准化工作。	技平台门户、科技资源调查是科技平台建设的三项基础性工作。平台建立了以基础标准、通用标准和专用标准3个方面为主体的技术标准体系,覆盖数十项标准。	作,初步建立了元数据标准等体系,支持科研数据共享,但对灾害数据标准化尚无专门规范。
全国信息技术标准化技术委员会 [16]	原全国计算机与信息处理标准化技术委员会,成立于1983年,是在国家标准化管理委员会和工业和信息化部的共同领导下,从事全国信息技术领域标准化工作的技术组织。	信标委的工作范围是信息技术领域的标准化,已发布国家标准1469项,在研国家标准211项。	大数据领域的标准化工作,专注于数据处理和安全。
中国科学院标准化工作专家委员会 [17]	由中国科学院于2019年12月成立。	通过标准化工作推动自身的科技创新和成果转化。	推动科技创新成果转化,在极端环境科学数据中积累了一定经验,但灾害数据标准化体系尚未成熟。
全国专业标准化技术委员会[18]	由国家标准化管理委员会统一规划、协调、组建和管理的全国专业标准化技术委员会,为非法人技术组织。	在一定专业领域内,从事国家标准的起草和技术审查等标准化工作。已成立技术委员会537个,分技术委员会737个。	按照《全国专业标准化技术委员会管理办法》,全国数据标准化技术委员会在国家数据局指导下筹建了“全国数据标准化技术委员会”。但未涉及灾害领域的专项标准化工作。
中国标准化协会 [19]	成立于1978年,是从事标准化工作的组织和个人自愿组成的全国性法人社会团体。接受国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会业务指导,中国科学技术协会团体会员。	开展学术交流及宣传推广、国家标准(标准样品)研制、团体标准研制、标准化技术服务、教育培训以及标准国际化等,分不同领域设立26个分支机构。	通过团体标准化发展联盟,推动行业间的数据标准制定和推广,为企业和社会组织参与数据标准化工作提供了渠道。如中国通信标准化协会发布《数据治理标准化白皮书(2021)》。
团体标准化发展联盟 [20]	由中国标准化协会牵头,联合多家企业和机构,旨在推动团体标准的制定与推广。	为团体标准的研制提供基础,为企业、社会组织参与数据标准化工作提供途径。	联合企业和机构,成为推动团体标准制定的主要平台,促进数据标准化的发展,但其工作重点未涉足特殊环境与灾害数据标准。

1.3 国内外特殊环境与灾害领域科学数据标准现状分析

查询全国标准信息公共服务平台 (<https://std.samr.gov.cn/>),国际上,特殊环境要素,例如冰川调查监测的具体标准和规范主要由 WGMS、GTN-G、IACS、GCW 等组织制定和推动,涵盖了冰川监测技术(包括冰川质量平衡、面积和厚度变化等观测方法),数据采集与共享、分类体系的统一规范,以及数据质量控制等多个方面。国内水环境、大气环境等标准规范较多且呈体系化发展,涵盖数据生产、整编和共享等方面,如《水质基准数据整编技术规范 第1部分:污染物含量》(GB/T 34666.1-2017);冰川领域发布了一些团标和地标,如《新疆冰川遥感调查技术规程》(T/XJCH 01-2022)、

青海省《冰川监测技术规范》（DB63/T 2295-2024），主要是关于指导冰川数据观测、调查及生产。目前，国内外并无关于特殊环境与灾害领域数据体系化地涵盖数据采集、存储、生产、整编、使用和共享等多个环节的相关标准规范。

2 特殊环境与灾害领域科学数据标准研制需求分析

2.1 为支持应急响应数据高效应用，急需覆盖数据全生命周期的顶层标准设计

特殊环境与灾害领域涉及的数据类型繁多、来源广泛，在格式、结构、精度等方面存在较大差异，数据质量参差不齐，导致应急响应数据存在不可用等现象。例如，不同部门、不同区域的数据格式和系统不统一，导致在紧急情况下难以实现数据的快速共享和利用，形成信息孤岛。时效性问题：灾害发生时，数据的实时更新和传输至关重要，不统一的标准会导致数据处理延迟，影响救援效率。标准不统一可能导致数据准确性、完整性和可靠性无法得到保证，使得数据在应急响应中变得不可用。因此，数据的标准化和统一管理尤为必要。

亟需构建统一的数据标准体系，覆盖数据采集、存储、整编、访问和使用等全生命周期，加强总体指导性标准规划顶层设计，为各学科制定通用及专用标准提供框架和原则。在科学数据管理领域，目前只有《科技平台 元数据标准化基本原则与方法》（GB/T 30522-2014）^[21]等少量标准，主要从科技资源元数据的框架、标准化原则等方面对数据管理进行了规定。但不同领域通过不同的标委会建立的标准存在交叉重复或不能互相使用的情况，急需加快本领域标准体系化顶层设计，以指导特殊环境领域数据标准形成体系。

2.2 为支持数据不同需求，急需加快数据互操作标准构建来支持数据融合应用

随着监测技术的进步和监测范围的扩大，特殊环境与灾害领域的的数据量呈爆炸性增长，涉及冰川、冻土、沙漠、特殊环境等多个交叉学科，服务气象、农业、灾害应急管理等多个行业部门，为实现多源异构数据高效集成和快速处理分析，数据互操作以及数据融合是其必然之路，而目前特殊环境与灾害领域数据存在着数据结构差异、语义不一致和技术障碍等问题。2016年8月欧盟颁布《“地平线 2020”项目中数据管理的 FAIR 指南》，旨在使研究数据可发现、可访问、可交互和可重用，规定所有参与开放研究数据先导计划的项目都必须提交遵循 FAIR 原则的数据管理政策，以实现数据的互操作性和可重用性，达到利用开放数据促进知识创新、技术进步的最终目标^[22]。

数据标准为不同系统之间的数据融合提供了基础，有助于打破信息孤岛，实现数据的互联互通。同时，标准化的数据更容易被不同的系统和平台识别和使用，增强了数据的互操作性。为了解决数据互操作技术挑战，需要加快数据互操作相关标准的制定，确保不同系统、平台之间的数据能够互通共享。通过制定统一的数据格式、数据接口和数据交换标准，实现数据的无缝对接和共享，以提高数据的使用效率和价值，促进跨部门跨领域的信息共享。

2.3 为支持数据要素化，急需制定数据相关规范标准来支持权益和隐私保护

在现代经济体系中，数据已被视为继土地、劳动力、资本和技术之后的第五大生产要素，成为国家基础性战略资源，是推动行业数字化转型和智能化升级的关键物质支撑。数据的共享能够提升其价值，尤其在多样化应用场景中数据价值更为显著。而目前数据出版方面存在不同部门的数据发布流程和标准不一致的问题，使得数据的公开和共享难以实现，以及在数据出版过程中，如何保护

数据版权和个人隐私是一个挑战。

制定科学数据权益法规，加强科学数据安全体系建设，保护个人数据隐私，明晰数据权属以及体现数据主权者的贡献，是科学数据有效开放共享的基础和前提。例如，欧盟早在 1995 年就已颁布数据保护指令，2018 年 5 月通过史上最严的个人数据保护法案《通用数据保护法案》。我国在遵循《中华人民共和国数据安全法》等法律法规基本前提下，尽快构建适合国情的科学数据规范标准体系，包括科学数据分级分类标准、科学数据权益保护标准、科学数据全生命周期安全标准等标准规范^[23]，已成为我国数据开放共享面临的当务之急。

3 特殊环境与灾害数据标准规范体系构建

基于上述三方面核心需求，本章构建覆盖全生命周期的标准体系框架，以针对性解决数据互通、质量不均等问题，具体内容从以下两个方面表述。

3.1 概述

通过调研国内外特殊环境与灾害数据标准化工作现状后，本文以国家特殊环境、特殊功能观测研究台站共享服务平台，国家冰川冻土沙漠科学数据中心成果和经验为基础，结合地学领域发展需求、数据产权政策趋势等，初步构建了特殊环境与灾害数据标准体系框架。特殊环境与灾害数据标准体系框架分为三个层次，第一层级为特殊环境与灾害数据标准框架，第二层级为标准管理方向，第三层级为各方向下的标准体系。构建的特殊环境与灾害数据标准体系如图 1 所示，并应随着科学数据管理、信息技术不断发展更迭，满足当下特殊环境与灾害领域对标准的需求。

3.2 标准系统架构

特殊环境与灾害数据标准体系采用树形结构，分层级展开，同一层级之间是平行并列关系，上下层级之间是包含关系。按照数据全生命周期，将标准子体系划分为基础应用、特殊环境与灾害数据获取、特殊环境与灾害数据质控、特殊环境与灾害数据存储、特殊环境与灾害数据管理、特殊环境与灾害数据产品、特殊环境与灾害数据使用与安全、特殊环境与灾害 AI 数据就绪、特殊环境与灾害数据工程应用等八个方向。

3.2.1 基础应用类标准

主要包括为整个标准体系提供术语与定义、元数据规范、数据标识等。专业术语标准是为了实现本领域数据管理，建立一套统一的、定义清晰的、语义表达明确的数据专业术语，在数据汇聚、管理、应用等过程中保持一致；核心元数据标准包括元数据的描述方法、核心元数据、核心元数据的扩展类型与规则、一致性要求等；数据标识标准兼顾数据全生命周期的阶段和研究领域进行分类，指导数据在管理共享和应用中，能被准确识别，有效管理和应用，支持数据的溯源。AI 就绪被定义为特殊环境与灾害数据满足人工智能模型训练需求的标准化处理过程。

3.2.2 特殊环境与灾害数据获取类标准

主要包括数据仪器自动采集、现场考察调查、测试分析、数值计算、样方试验、室内仿真、室外仿真、数据源获取等。获取类标准主要是在各类数据来源的基础上，针对不同的方法和技术手段，对如何获取数据的过程、数据要素的数据格式精度、质量控制等过程进行标准化定义，为后期数据

的管理整编、开放共享、模型计算、应用服务奠定基础。

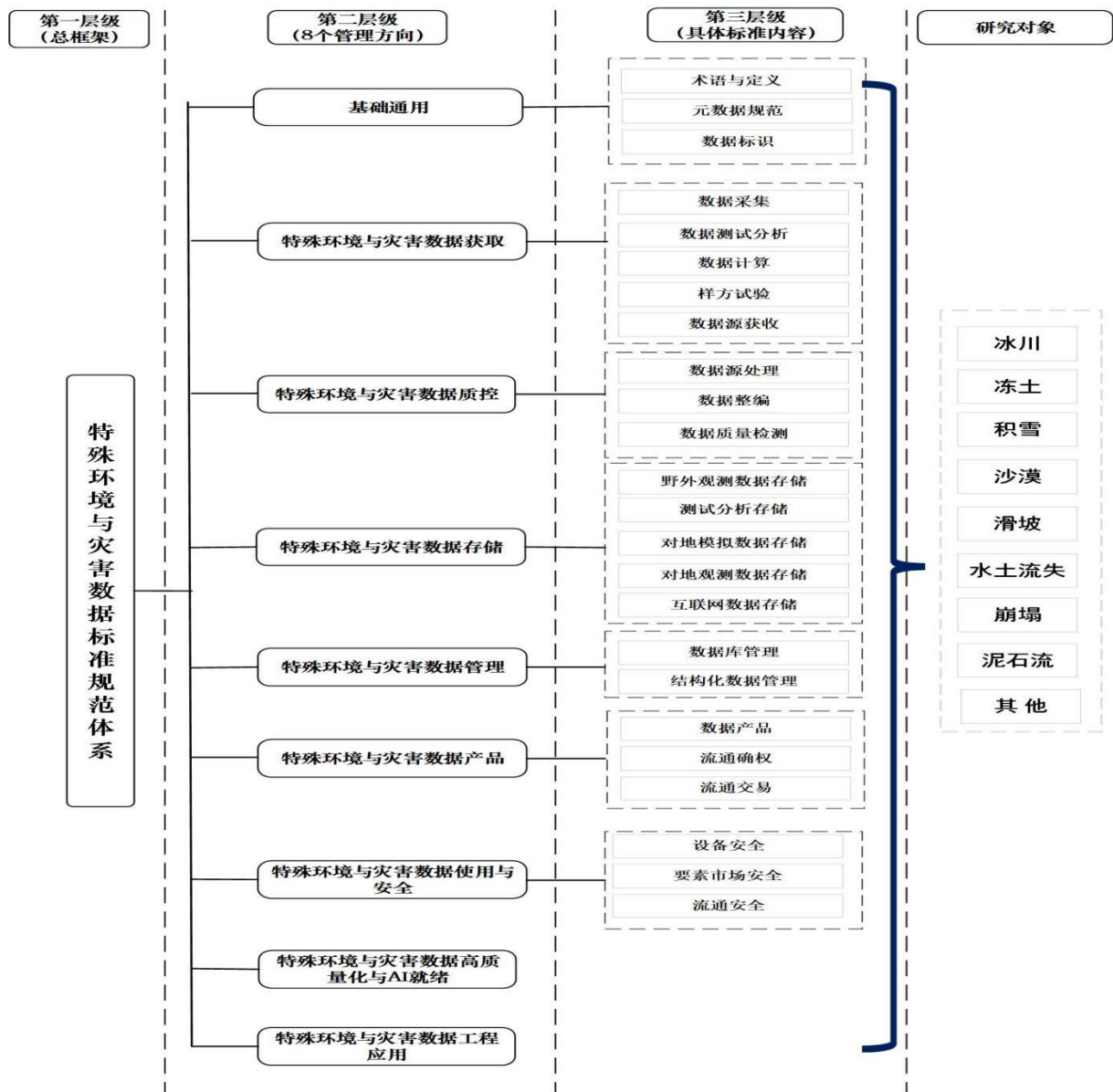


图1 特殊环境与灾害数据标准体系

Figure 1 Data standardization system for special environments and disasters

3.2.3 特殊环境与灾害数据质控类标准

包括数据处理、数据整编、数据质量监测等。质控类标准用于规范数据质量的控制流程、方法以及对数据质量进行评估的指标和质量控制的标准，既要达到通用数据质量标准，又要兼容专业领域数据质量标准，还需涵盖形式质量、内容质量、效果质量等内容。

3.2.4 特殊环境与灾害数据存储类标准

包括野外观测数据存储、测试分析数据存储、对地数值模拟数据存储、对地观测数据存储、互联网数据存储等。存储标准用于确保数据的完整性、可靠性、安全性和可访问性。需明确数据存储相关硬件环境的系统标准，规定数据存储格式、数据备份、数据恢复标准方法等，同时要建立存储系统的元数据标准，以确保硬件环境变更后，数据的可回溯，确保数据存储过程中不变异。

3.2.5 特殊环境与灾害数据管理类标准

包括数据库管理、结构化和非结构化数据管理等。数据库管理标准是数据库的概念结构、逻辑结构、物理设计等，为构建面向主题、稳定的、集成的数据仓库提供统一的标准。结构化数据管理标准是明确数据类型和字段，定义数据结构关系，如表格、树状结构或关系结构，规范格式。非结构化数据管理规定了分类、分层的元数据增强图谱等规范框架。

3.2.6 特殊环境与灾害数据产品类标准

数据产品类标准主要规范数据产品的权益和用户使用的便利性。提供给用户的数据产品，应当配有完备的元数据对数据产品进行说明，包括使用手册、用户文档等。明确数据产品名称、命名规则、数据来源、数据处理过程、数据处理方法、产品格式、产品精度、产品的时空序列、数据确权、流通交易要求等。

3.2.7 特殊环境与灾害数据使用与安全类标准

数据使用与安全类标准主要针对数据全生命周期的使用和安全方法进行规范，数据使用标准包括数据使用分类分级、数据使用接口、数据使用范围、使用目标约束、使用成果标准要求、形成的衍生数据的约定、使用数据的发布约定、使用共享技术方法等部分，也需要建立统一的数据服务接口标准规范。数据安全标准作为科学数据标准体系的重要组成部分，是贯穿数据全生命周期的底线，按照分级分类，将数据按敏感程度分为“公开级”“内部级”“涉密级”，对应不同的加密与共享规则。一般主要包括数据安全、平台和技术安全、设施安全、使用安全、流通安全等方面。

3.2.8 特殊环境与灾害数据高质量化与 AI 就绪标准

数据整编标准主要针对特殊环境与灾害不同对象获得的数据，按照数据类别规范数据命名、数据整编依据、数据标准结构、数据补全方法、数据评估方法等标准，形成高质量数据集。AI 就绪标准主要针对高质量的特殊环境与灾害数据，建立标准化的标注流程、标准化的 Ready 过程，形成 AI 可读的标准化数据集。以冰川变化 AI 识别数据集的标注规范为例，其需包含基础元数据、冰川边界标注、表面特征标注、时间序列、质量控制等核心字段。

3.2.9 特殊环境与灾害数据工程应用类标准

数据工程应用类标准主要涵盖数据接引、融合及灾害评估预警等全流程规范，重点引入数据工程学思想^[24]，参考土木工程学科建设及工程学科应具备的特征，分析了基于数据物质基础的数据工程学知识特征，给出了特殊环境与灾害数据工程应用标准体系，包括数据接引、数据融合、数据再组织、专题数据生产制备、专题数据推送、灾害演变分析、灾害灾情评估、次生灾害评估预警、链生灾害评估预警、数据驱动贡献评价等，如图 2 所示。其中数据接引指从多源异构系统中提取目标数据的标准化流程，数据融合指将不同来源/类型的数据（如遥感影像+地面传感器+社交媒体文本）统一为时空对齐的标准化流程，数据再组织指按分析需求重构数据存储结构的标准化流程，专题数据生产制备指基于基础数据加工具体灾害专题产品的标准化流程，专题数据推送是将加工结果定向分发给不同终端（指挥中心/救援队/公众 APP）的过程。

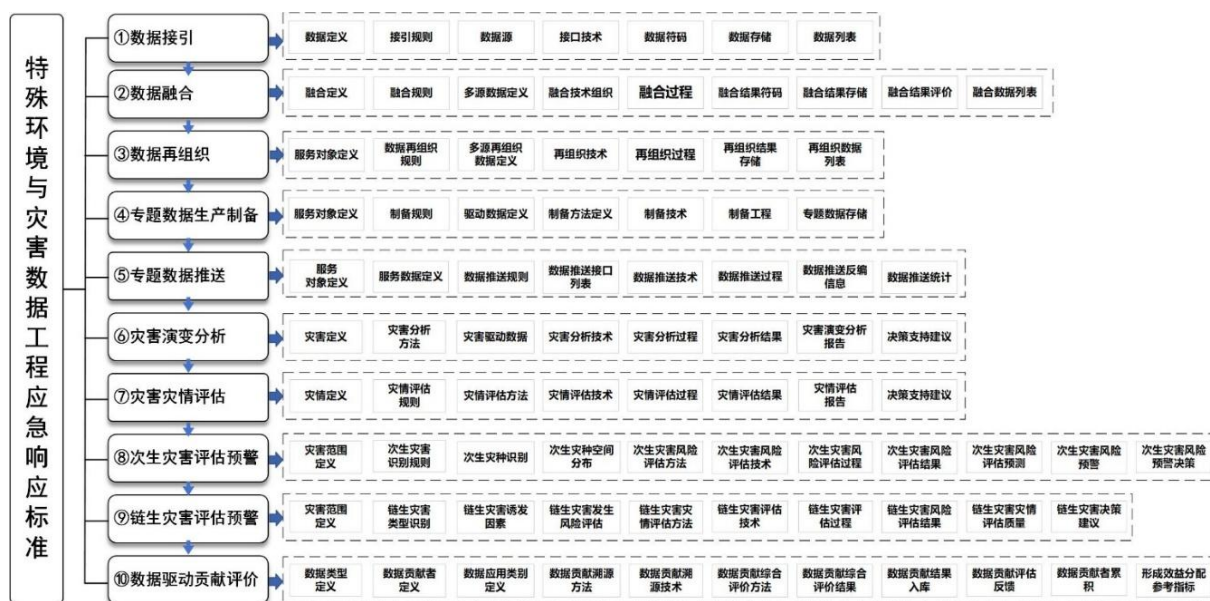


图2 特殊环境与灾害数据工程应用标准体系

Figure 2 Standardization system for data engineering application in special environments and disasters

4 特殊环境与灾害数据标准规范工作思考与建议

4.1 筹建本领域标准化技术委员会

为积极响应国家政策和战略需求，解决特殊环境与灾害领域数据面临的多项问题及数据要素化落地，建议筹建特殊环境与灾害领域标准化技术委员会。通过联合相关核心机构，如国家冰川冻土沙漠科学数据中心、中国极地研究中心、应急管理部等，组建特殊环境与灾害领域标准化技术委员会，设置完善的组织结构，拟从特殊环境与灾害数据方法技术体系和数据工程应急响应标准体系两方面开展工作，通过规范冰冻圈特殊环境与灾害数据的获取、定义、融合、再组织、生产制备、质控、存储、分析、评价等全周期操作，分阶段启动核心标准研制，以标准助力提升数据质量和管理水平，提升应对自然灾害和其他紧急情况时的数据工程应急响应能力，增强特殊环境变化的预测和评估能力。预计在成立后的五年内，通过建立标准体系、推动标准实施、开展国际合作与交流、创新人才培养、团队建设等五方面工作目标，逐步建立完善的标准体系，推动标准的广泛应用和国际化发展，促进技术创新和数据赋能应用，最终提升特殊环境与灾害领域的的数据质量、数据管理、数据应用、数据赋能的整体水平和竞争力。

4.2 强化数据标准目标导向性

为提升数据标准的实用性，将严格按照《中共中央、国务院关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》和《国家标准化发展纲要》的要求，遵循数字经济发展规律。以实现数据“供得出、流得动、用得好、保安全”为核心目标，坚持特殊环境与灾害数据标准的顶层设计、协同推进、问题导向、务实有效的原则，立足国内、开放合作^[25]，推进特殊环境与灾害数据标准的规范化工作。标准化工作将贯穿数据全生命周期，是确保数据完整性、准确性、一致性和时效性的决定性因素^[26]。我们将针对特殊环境与灾害领域，建立和实施高效的标准化的数据获取、质控、存储、管理等多个环节，规范冰川、冻土、沙漠、滑坡和泥石流等多学科、多源数据。实现数据的综合性与

精细化并举治理，支持不同对象的数据整体性管理能力、深层次挖掘、多维度查询、质量溯源等能力的提升，联合数据管理机构开展试点应用，发布标准解读手册，组织培训，全面提升数据标准的实用性和实施保障能力。

4.3 积极推动领域数据标准化工作国际化

积极推动特殊环境与灾害领域数据标准化工作国际化，在全球范围内推动特殊环境和灾害相关数据的标准化进程，提高数据的国际使用率和流通率，促进数据处理和分析的效率，为全球环境保护、可持续发展、减灾防灾提供高质量基础数据支持，围绕应对全球环境与灾害问题促进国际数据共享与合作，消除数据使用壁垒，增强全球范围内灾害数据协同。采取“引进来”和“走出去”相结合的策略，引进国外相关领域数据治理技术，结合国内相对成熟的专业领域技术和数据基础，推动本领域相关国际标准立项发布。同时，积极参加相关领域国际标准化活动，如 WDS 世界数据系统标准化活动，掌握国际标准的发展动态，由点到面系统建立特殊环境与灾害数据相关标准，形成领先的特殊环境与灾害标准体系，以增强我国在特殊环境与灾害数据标准化领域的国际话语权，为国家标准和特殊环境与灾害领域行业标准发展提供支持，为国际标准组织贡献中国智慧。

5 结论

本文充分考虑了科学数据管理标准化的业务需求及不同学科、领域科学数据的共性特点，并与相关野外台站相协调，提出了特殊环境与灾害数据标准体系 3 个层次，构建了基础应用、特殊环境与灾害数据获取、特殊环境与灾害数据质控、特殊环境与灾害数据存储、特殊环境与灾害数据管理、特殊环境与灾害数据产品、特殊环境与灾害数据使用、特殊环境与灾害数据高质量化与 AI 就绪、特殊环境与灾害数据工程应用九个子体系，将为特殊环境与灾害和相关科学数据管理提供标准化参考。同时，结合人工智能发展背景，本体系首次将“AI 就绪”与“灾害应急工程”双维度结合，可直接支撑国家冰川冻土沙漠科学数据中心的高质量数据集制备，已在基于数据工程的自然灾害应急响应工作中验证可行性，获得社会广泛认可。

致 谢

本项目得到基础科研条件与重大科学仪器设备研发重点专项项目“冰冻圈大数据挖掘分析关键技术及应用”（项目编号：2022YFF0711700）、甘肃省自然科学基金重点项目“自然灾害应急响应数据工程关键技术研究”（项目编号：25JRRA495）、第三次新疆科考项目新疆科考专题数据库、科技部国家冰川冻土沙漠科学数据中心运行项目、中国科学院冰川冻土沙漠科学数据中心运行项目、甘肃省科学数据总中心运行项目资助，以及“国家特殊环境、特殊功能观测研究台站共享服务平台”10 个国家级野外台站的支持。

数据作者分工职责

康建芳（1981—），女，甘肃省天水市人，硕士研究生，高级工程师，研究方向为科学数据管理、分析挖掘、标准化。主要承担工作：总体统稿、核心章节撰写。

张耀南（1966—），男，甘肃省天水市人，博士研究生，研究员，研究方向为 e-Science 研究及数据

工程防灾减灾应用。主要承担工作：核心需求分析，部分内容撰写并提出修改意见。

吴立宗（1975—），男，山东省青岛市人，博士研究生，高级工程师，研究方向为地理信息系统、极地数据管理。主要承担工作：确定文章总体思路，提出修改意见。

张杰（1998—），女，甘肃省兰州市人，本科，助理工程师，研究方向为科学数据制备、挖掘及分析。主要承担工作：部分内容撰写。

任泽瑶（1994—），女，甘肃省天水市人，硕士研究生，助理工程师，研究方向为科学数据制备、挖掘及分析。主要承担工作：部分内容撰写。

王亚丽（1995—），女，甘肃省兰州市人，本科，工程师，研究方向为科学数据制备、挖掘及分析。主要承担工作：部分内容撰写。

吴亚敏（1988—），女，河南省濮阳市人，硕士研究生，助理工程师，研究方向为科学数据制备、挖掘及分析。主要承担工作：部分内容撰写。

刘景琦（1997—），男，甘肃平凉人，博士研究生，研究方向为数据工程在防灾减灾中的应用。主要承担工作：部分内容撰写。

高双（1982—），女，甘肃省兰州市人，本科，助理工程师，研究方向为数据处理。主要承担工作：部分图制作。

参考文献

- [1] 中华人民共和国科技部. 关于印发《“十一五”国家科技基础条件平台建设实施意见》的通知[EB/OL]. (2005-08-11) [2024-12-10]. https://www.most.gov.cn/tztg/200508/t20050811_23846.html. [Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. Circular on the Issuance of the Opinions on the Implementation of the Eleventh Five-Year Plan for the Construction of National Science and Technology Basic Conditional Platforms[EB/OL]. (2005-08-11) [2024-12-10]. https://www.most.gov.cn/tztg/200508/t20050811_23846.html.]
- [2] 中国政府门户网站. 科技部近日启动新建生态环境国家野外站工作[EB/OL]. (2005-06-29) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gzdt/2005-06/29/content_10859.htm. [Chinese Government Portal. Ministry of Science and Technology recently launched the work of new ecological environment national field station[EB/OL]. (2005-06-29) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gzdt/2005-06/29/content_10859.htm.]
- [3] 湖南省科学技术厅门户网站. “特殊环境、特殊功能观测研究台站体系建设”国家科技基础条件平台建设项目顺利通过验收[EB/OL]. (2009-12-01) [2024-12-10]. https://kjt.hunan.gov.cn/xxgk/gzdt/kjzx/kjzx/tnull_2233036.html. [Portal of Hunan Provincial Science and Technology Department. “Successful Acceptance of the National Science and Technology Basic Conditional Platform Construction Project of “Construction of Special Environment and Special Function Observation and Research Station System”[EB/OL]. (2009-12-01) [2024-12-10]. https://kjt.hunan.gov.cn/xxgk/gzdt/kjzx/kjzx/tnull_2233036.html.]
- [4] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院办公厅关于印发科学数据管理办法的通知[EB/OL]. (2018-03-17) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5283177.htm. [Central People's Government of the People's Republic of China . Circular of the General Office of the

- State Council on the Issuance of Measures for the Management of Scientific Data[EB/OL]. (2018-3-17) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5283177.htm.]
- [5] 中国科学院. 《中国科学院科学数据管理与开放共享办法(试行)》印发[EB/OL]. (2019-02-21) [2024-12-10]. https://www.cas.cn/glzdyzc/kxsjyxxh/kxsj/202308/t20230807_4960068.shtml. [Chinese Academy of Sciences. Measures for Management and Open Sharing of Scientific Data of the Chinese Academy of Sciences (Trial) issued[EB/OL]. (2019-02-21) [2024-12-10]. https://www.cas.cn/glzdyzc/kxsjyxxh/kxsj/202308/t20230807_4960068.shtml.]
- [6] 中华人民共和国中央人民政府. 《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》[EB/OL].(2022-11-24) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5736707.htm. [Central People's Government of the People's Republic of China . Opinions on Building a Data Base System to Better Utilize the Role of Data Elements[EB/OL]. (2022-11-24) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5736707.htm.]
- [7] 朱艳华, 高瑜蔚, 胡良霖, 等. 我国科学数据标准规范实践与思考[J]. 中国科学数据, 2023, 8(1): 158-167. DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0047.zh.[ZHU Y H, GAO Y W, HU L L, et al. Practice and thinking of scientific data standard in China[J]. China Scientific Data, 2023, 8(1): 158–167. DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0047.zh.]
- [8] 中华人民共和国中央人民政府. 国家发展改革委等部门关于印发《国家数据标准体系建设指南》的通知 [EB/OL]. (2024-09-25) [2024-12-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content_6978809.htm. [Central People's Government of the People's Republic of China . Circular of the National Development and Reform Commission and Other Departments on the Issuance of the Guidelines for the Construction of a National Data Standards System[EB/OL].(2024-09-25)[2024-12-10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content_6978809.htm.]
- [9] 中国气象局. 中国气象局印发气象信息化标准体系[EB/OL]. (2016-06-28) [2024-12-10]. https://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw/2011xqxysw/201606/t20160628_315207.html. [China Meteorological Administration. China Meteorological Administration Issues Meteorological Informatization Standard System[EB/OL]. (2016-06-28) [2024-12-10]
- [10] 国家标准信息公共服务平台. 区域或国外标准组织机构[EB/OL]. (2024-09-30) [2024-12-10]. <https://std.samr.gov.cn/gw/org>. [National Standard Information Public Service Platform. Regional or foreign standards organizations[EB/OL]. (2024-09-30) [2024-12-10]. <https://std.samr.gov.cn/gw/org>.]
- [11] 刘贤淼, 费本华. 中国竹子标准国际化优势与发展[J]. 科技导报, 2017, 35(14): 80–84. [LIU X M, FEI B H. Development and advantages of the international standardization for bamboo in China[J]. Science & Technology Review, 2017, 35(14): 80–84.]
- [12] 国家标准化管理委员会. 国家标准化管理委员会机构概况[EB/OL]. (2024-09-30) [2024-12-10]. <https://www.sac.gov.cn/zzjg/index.html>. [National Standardization Administration Committee. Overview of the National Standardization Administration[EB/OL]. (2024-09-30) [2024-12-10]. <https://www.sac.gov.cn/zzjg/index.html>.]
- [13] 国家标准信息公共服务平台. 关于对拟成立的全国数据标准化技术委员会进行公示的通知

- [EB/OL]. (2024-08-09) [2024-09-30]. <http://org.sacinfo.org.cn:8088/tcrm/html/10024.html>. [National Standard Information Public Service Platform. Notice on the Public Announcement of the Proposed National Data Standardization Technical Committee][EB/OL]. (2024-08-09) [2024-09-30]. <http://org.sacinfo.org.cn:8088/tcrm/html/10024.html>.]
- [14] 搜狐. 解读首届全国“数据标准化技术委员会”[EB/OL]. (2024-08-17) [2024-09-30]. https://www.sohu.com/a/801474974_121123713. [Sohu. Interpretation of the first national “data standardization technical committee” [EB/OL]. (2024-08-17) [2024-09-30]. https://www.sohu.com/a/801474974_121123713.]
- [15] 《国家科技基础条件平台发展报告》第九章国家平台篇[EB/OL]. [2024-09-30]. <https://most.gov.cn/ztzl/kjzykfgx/kjzyyjbq/kjzyjcptbg/201407/P020140718502522962622.pdf>. [Report on the Development of National Science and Technology Infrastructure Platforms, Chapter 9: National Platforms][EB/OL]. [2024-09-30]. <https://most.gov.cn/ztzl/kjzykfgx/kjzyyjbq/kjzyjcptbg/201407/P020140718502522962622.pdf>.]
- [16] 全国信息技术标准化网. 全国信息技术标准化网简介[EB/OL]. (2023-06-14) [2024-09-30]. https://baike.baidu.com/reference/13850247/533aYdO6cr3_z3kATPbeyPmiMCeVZYmkvufaBuNzzqIP0XOpX5nyFIY79MRx8eVgWgjF_5FsZNMN2firXR5a7_QVcuJkAPF7ziqqKmfPyrzh9g. [National Information Technology Standardization Network. Introduction to the National Information Technology Standardization Network][EB/OL]. (2023-06-14) [2024-09-30].
- [17] 中国科学院. 中国科学院成立标准化工作专家委员会[EB/OL]. (2019-01-02) [2024-09-30]. http://www.bpf.cas.cn/kjtj/201901/t20190102_4675691.html. [Chinese Academy of Sciences. Chinese Academy of Sciences establishes expert committee on standardization][EB/OL]. (2019-01-02) [2024-09-30]. http://www.bpf.cas.cn/kjtj/201901/t20190102_4675691.html.]
- [18] 国家标准化管理委员会. 全国专业标准化技术委员会管理办法发布[EB/OL]. (2017-11-10) [2024-09-30]. https://www.sac.gov.cn/xw/bzhyw/art/2017/art_b23b4186a62d413aa0fba21dca22c8d6.html. [National Standardization Administration Committee. National Professional Standardization Technical Committee Management Measures Released][EB/OL]. (2017-11-10) [2024-09-30]. https://www.sac.gov.cn/xw/bzhyw/art/2017/art_b23b4186a62d413aa0fba21dca22c8d6.html.]
- [19] 中国标准化协会. 中国标准化协会简介[EB/OL]. [2024-09-30]. <https://www.china-cas.org>. [China Association for Standardization. Introduction to China Association for Standardization][EB/OL]. [2024-09-30]. <https://www.china-cas.org>]
- [20] 国家标准化管理委员会. 国家技术标准创新基地：以标准化助力高技术创新，促进高水平开放，引领高质量发展[EB/OL]. (2021-08-04) [2024-09-30]. https://www.sac.gov.cn/jdbnhbz/bzgs/art/2021/art_7e377f2fa3dd437ebd30ddbc3d124d75.html. [National Standardization Administration Committee. National Technical Standard Innovation Base: Standardizing to Assist High Technology Innovation, Promoting High Level of Openness, and Leading High Quality Development][EB/OL]. (2021-08-04) [2024-09-30]. https://www.sac.gov.cn/jdbnhbz/bzgs/art/2021/art_7e377f2fa3dd437ebd30ddbc3d124d75.html.]
- [21] 全国标准信息公共服务平台. 科技平台 元数据标准化基本原则与方法 GB/T 30522-2014[S/OL].

- [2024-09-29]. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7E9C1D3A7E05397BE0A0AB82A>. [National Standard Information Public Service Platform. Science and Technology Platform Basic Principles and Methods of Metadata Standardization GB/T 30522-2014[S/OL]. [2024-09-29]. <https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7E9C1D3A7E05397BE0A0AB82A>.]
- [22] 朱艳华, 廖方宇, 胡良霖, 等. 科学数据安全标准规范关键问题探索[J]. 信息网络安全, 2021, 21(11): 1–8. DOI:10.3969/j.issn.1671-1122.2021.11.001. [ZHU Y H, LIAO F Y, HU L L, et al. Research on key problems of scientific data security standard[J]. Netinfo Security, 2021, 21(11): 1–8. DOI:10.3969/j.issn.1671-1122.2021.11.001.]
- [23] 张耀南, 吴亚敏, 张彩荷, 等. 欧盟科学数据发展政策与规划[J]. 中国科学数据, 2024, 9(1): 1–15. DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0140.zh.[ZHANG Y N, WU Y M, ZHANG C H, et al. Policies and planning for advancing scientific data development in the EU[J]. China Scientific Data, 2024, 9(1): 1–15. DOI:10.11922/11-6035.csd.2023.0140.zh.]
- [24] 张耀南. 数据工程学建设思考与实践[J]. 数据与计算发展前沿, 2022, 4(1): 5–19.[ZHANG Y N. Data engineering discipline construction and practice[J]. Frontiers of Data & Computing, 2022, 4(1): 5–19.]
- [25] 刘曙光. 勘探开发数据标准化治理方法探讨[J]. 江汉石油职工大学学报, 2021, 34(5): 62–64. DOI:10.3969/j.issn.1009-301X.2021.05.020.[LIU S G. On a management method for exploration and production data standardization[J]. Journal of Jiangnan Petroleum University of Staff and Workers, 2021, 34(5): 62–64. DOI:10.3969/j.issn.1009-301X.2021.05.020.]
- [26] 李蕊, 耿祎楠, 张悦侨, 等. 科技社团团体标准国际化现状与对策研究[J]. 学会, 2024(3): 36–39. DOI:10.3969/j.issn.1001-9596.2024.03.008.[LI R, GENG Y N, ZHANG Y Q, et al. Research on the present situation and countermeasures of internationalization of scientific and technological community standards[J]. Xuehui, 2024(3): 36–39. DOI:10.3969/j.issn.1001-9596.2024.03.008.]

论文引用格式

康建芳, 张耀南, 吴立宗, 等. 特殊环境与灾害数据标准体系建设思考[J/OL]. 中国科学数据, 2025, 10(4). (2025-12-12). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2024.0178.zh.

Reflection on building a data standardization system for special environments and disasters

KANG Jianfang^{1,2,3}, ZHANG Yaonan^{1,2,3*}, WU Lizong⁴, ZHANG Jie^{1,2,3}, REN Zeyao^{1,2,3},
WANG Yali^{1,2,3}, WU Yamin^{1,2,3}, LIU Jingqi^{1,2,3,5}, GAO Shuang^{1,2,3}

1. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, CAS, Lanzhou 730000, P.R. China
2. National Cryosphere Desert Data Center, Lanzhou 730000, P.R. China
3. Gansu Provincial Science Data Central Center, Lanzhou 730000, P.R. China
4. Chinese Polar Research Center, Shanghai 200136, P.R. China

5. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R. China

*Email: yaonan@lzb.ac.cn

Abstract: Special environments and disasters have significant impacts on regional ecological environmental security and socio-economic development. Data standardization for special environments and disasters are fundamental components that support the wide application and element-based enablement of data. They play a crucial role in fully leveraging the value of data, empowering ecological governance and disaster prevention and mitigation, supporting data-driven emergency response to disasters, and promoting data technological innovation in special environment data. Based on the practical experience of the National Cryosphere Desert Data Center, this paper surveys current domestic and international developments in the construction of data standardization for special environments and disasters, analyzes the demand for scientific data standardization in this field, proposes a standardization system for data standardization in special environments and disasters, and provides suggestions for building a special environment and disaster data standardization system in combination with the standards for disaster-emergency-response data engineering. This is aimed at supporting the preparation of high-quality special environment and disaster datasets and AI-ready data, and is expected to provide references for ecological and disaster management agency, data management institutions, data service platforms, and researchers.

Keywords: special environments; disasters; data standardization system; disaster-emergency-response data engineering; ecological governance and disaster prevention and mitigation