



农业资源与环境学报

中文核心期刊
中国科技核心期刊

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESOURCES AND ENVIRONMENT

欢迎投稿 <http://www.aed.org.cn>

基于大数据背景的高寒草地资源数据库建设与应用——以青海省为例

刘健美, 胡月明, 刘洛, 何桂林, 赵理, 何永贤, 熊曦柳

引用本文:

刘健美, 胡月明, 刘洛, 等. 基于大数据背景的高寒草地资源数据库建设与应用——以青海省为例[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(6): 866–874.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0462>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

西部绿洲城市土地利用转型的生态环境效应——以乌鲁木齐市为例

阿依吐尔逊·沙木西, 刘新平, 祖丽菲娅·买买提, 陈前利, 冯彤

农业资源与环境学报. 2019, 36(2): 149–159 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0113>

耕地生态风险评价研究热点与趋势——基于CiteSpace可视化分析

黎怡姍, 吴大放, 刘艳艳

农业资源与环境学报. 2019, 36(4): 502–512 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2018.0187>

京津冀潮白河区域土地利用变化对生态系统服务的影响

耿冰瑾, 曹银贵, 苏锐清, 刘施含, 冯喆

农业资源与环境学报. 2020, 37(4): 583–593 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0595>

县域耕地质量等别监测分区布点研究

谢英凯, 杨颢, 胡月明, 刘振华, 赵理

农业资源与环境学报. 2020, 37(6): 845–855 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0468>

耕地遥感识别研究进展与展望

熊曦柳, 胡月明, 文宁, 刘洛, 谢健文, 雷帆, 肖莉, 唐铁

农业资源与环境学报. 2020, 37(6): 856–865 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0457>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

刘健美, 胡月明, 刘洛, 等. 基于大数据背景的高寒草地资源数据库建设与应用——以青海省为例[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(6): 866–874.

LIU Jian-mei, HU Yue-ming, LIU Luo, et al. Construction and application of an alpine grassland resource database based on big data: A case study of Qinghai Province[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2020, 37(6): 866–874.



开放科学 OSID

基于大数据背景的高寒草地资源数据库建设与应用——以青海省为例

刘健美^{1,2,3}, 胡月明^{1,2,3,4,5}, 刘洛^{1,2,3,4*}, 何桂林^{2,3,4,6}, 赵理^{1,2,3,4}, 何永贤^{2,3,4,7}, 熊曦柳¹

(1. 华南农业大学资源环境学院, 广州 510642; 2. 广东省土地信息工程技术研究中心, 广州 510642; 3. 广东省土地利用与整治重点实验室, 广州 510642; 4. 自然资源部建设用地再开发重点实验室, 广州 510642; 5. 青海大学农牧学院, 西宁 810016; 6. 广东友元国土信息工程有限公司, 广州 510642; 7. 广州华南自然资源科学技术研究院, 广州 510642)

摘要:在大数据时代背景下,为实现高寒草地资源的充分开发利用、共享和安全保护,以青海省为例根据高寒草地资源数据特征以及高寒草地资源监管业务需求,制定了高寒草地资源数据库标准。采用XML技术实现数据统一转换,通过Oracle与ArcGIS平台构建了统一管理与控制的高寒草地资源数据库,并阐述了高寒草地资源数据库在草地监管的应用。本研究克服了传统数据管理独立性和共享性差的困难,为高寒草地管理工作提供全面、高度共享的数据支撑与技术支持,加快了高寒草地资源信息化建设进程。

关键词:高寒草地;大数据;数据库建设;应用服务;数据共享

中图分类号:P963

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2020)06-0866-09

doi: 10.13254/j.jare.2020.0462

Construction and application of an alpine grassland resource database based on big data: A case study of Qinghai Province

LIU Jian-mei^{1,2,3}, HU Yue-ming^{1,2,3,4,5}, LIU Luo^{1,2,3,4*}, HE Gui-lin^{2,3,4,6}, ZHAO Li^{1,2,3,4}, HE Yong-xian^{2,3,4,7}, XIONG Xi-liu¹

(1. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 2. Guangdong Province Engineering Research Center for Land Information Technology, Guangzhou 510642, China; 3. Key Laboratory of Land Use and Consolidation of Guangdong Province, Guangzhou 510642, China; 4. Key Laboratory of the Ministry of Natural Resources for Construction Land Transformation, Guangzhou 510642, China; 5. College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016; 6. Guangdong Youyuan Land Information Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510642, China; 7. South China Academy of Natural Resources Science and Technology, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Big data can be utilized to realize the full development, utilization, sharing, and safety protection of alpine grassland resources. Taking Qinghai Province as an example, this study determined the data characteristics of alpine grassland resources and the requirements of the alpine grassland resource supervision business in order to formulate an alpine grassland resource database standard. XML (Extensible markup language) technology was used to achieve unified data conversion. A unified management and control alpine grassland resource database was constructed using the Oracle and ArcGIS platforms. In this paper, the application of the alpine grassland resource

收稿日期: 2020-08-27 录用日期: 2020-10-14

作者简介: 刘健美(1995—), 女, 广东清远人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与地理信息系统研究。E-mail: 1442064236@qq.com

*通信作者: 刘洛 E-mail: liuluo@scau.edu.cn

基金项目: 国家重点研发计划课题(2016YFC0501801); 青海省科技计划项目(2019-HZ-801)

Project supported: The National Key R&D Program of China (2016YFC0501801); The Science and Technology Program of Qinghai Province, China (2019-HZ-801)

database for grassland supervision was explained. This research overcomes the difficulties of poor independence and poor sharing of traditional data management, provides comprehensive and highly shared data support and technical support for alpine grassland management, and accelerates the process of informatization of alpine grassland resources.

Keywords: alpine grasslands; big data; database construction; application services; data sharing

高寒草地是我国重要的生态保护区,对我国各大流域的可持续发展具有重要的影响,是我国非常重要的草地资源。高寒草地生态系统是我国海拔最高、面积最大的生态系统,也是最重要的畜牧业基地之一,其对于高原的水源涵养、生物多样性保护、碳素固定等生态功能起着不可替代的生态作用^[1-2]。然而,高寒草地生态具有脆弱性与敏感性的特点,一旦被破坏,容易导致水土流失、江河湖泊断流干涸、虫鼠灾害频繁、沙尘暴频发等生态灾害^[3]。而且高寒草地一旦退化,极难修复,不仅需要投入大量时间,而且要耗费大量的资金和劳动力。高寒草地的退化和演替是生态系统能量流动和物质循环发生改变所引起的,其深受土地利用方式和管理策略的影响,如放牧改变了群落中植物组成和土壤的养分组成^[4]。近年来不合理的土地利用和极端的气候及自然灾害导致了高寒草地出现生态系统逆行演替、生产力下降等草地退化现象^[5]。其中过度放牧显著降低了植被高度、盖度、物种数、地上生物量、有机质和氮含量等,从而导致高寒草地退化和逆行演替^[6]。

为解决高寒草地退化问题,相关部门对青海省高寒草地进行了多种方式的监测和研究,在探讨高寒草地退化和修复过程中,积累了海量的科学数据并取得了丰硕的成果,对高寒草地和高原农牧业发展起到了

积极作用^[7]。由于各类草地生态监测数据来源广泛,数据类型和结构多样,数据量也随时间呈爆炸性增长,高寒草地数据逐渐扩展,形成了有典型4V(即Volume、Variety、Value、Velocity)特征的大数据^[8]。然而,目前高寒草地资源数字化及数据库建设程度不高,没有建立起高寒草地资源共享的统一机制和平台。各部门对高寒草地资源数据管理的手段较为落后,仍然以传统的人工管理和文件系统管理为主。传统的数据管理方式缺乏统一标准规范和对高寒草地数据的应用梳理,人为干预大,共享性与独立性差,导致高寒草地资源数字化信息展示方式单一,资源分散,不能及时快捷地为高寒草地业务工作提供准确、有效的数据信息^[9-10]。因此各部门对加快解决高寒草地数据资源分散管理、数据应用不足问题的需求十分迫切,亟需构建高寒草地资源数据库,以实现数据规范、资源共享。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

青海省位于我国西北内陆地区,地处青藏高原东北部,地理位置 $89^{\circ}35' \sim 103^{\circ}04' E$, $31^{\circ}40' \sim 39^{\circ}19' N$,如图1所示。青海省地貌复杂多样,五分之四以上的地区为高原,平均海拔超过3 500 m^[11]。青海省天然

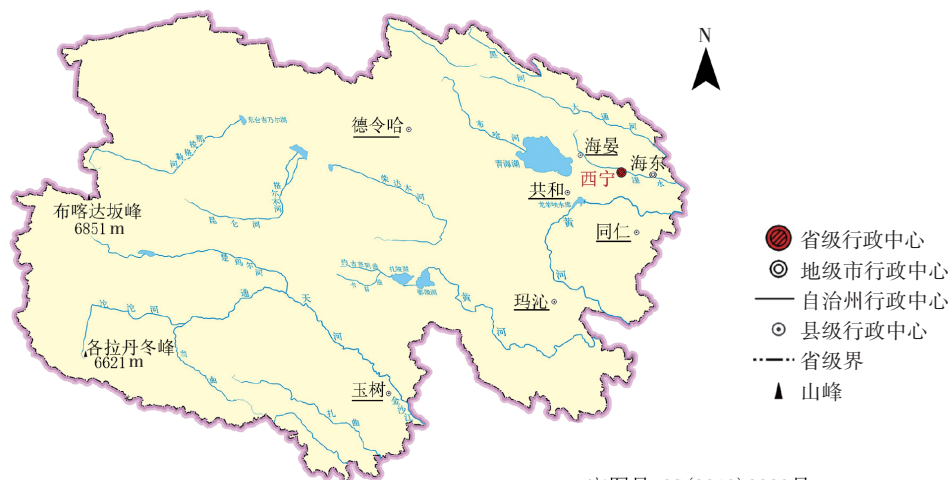


图1 研究区位置

Figure 1 Location of the study area

草地资源丰富,是我国高寒草地资源最丰富的地区,全省牧草地面积4 034万hm²,位居全国第4位,是我国五大牧区之一^[12-13]。

1.2 数据及研究方法

高寒草地资源数据按来源可以分为多传感器的遥感影像数据、野外调查数据、科研实验数据、监测站点数据、社会普查数据以及各部门的历史数据等,这些数据来源复杂,所采用的标准不一,覆盖面极广。按照数据类型可以分为矢量数据和栅格数据等空间数据、表格数据和文本数据等文档数据、图片和地图等影像数据等,这些数据包含空间数据与非空间数据,数据存储方式多样,数据量巨大,尺度不一,导致高寒草地资源数据呈现海量、多尺度、格式复杂等多源异构的大数据特点(图2)。

1.2.1 高寒草地资源数据库标准建设方法

(1)要素分类与编码方法

高寒草地资源数据库要素分类大类采用面分类法,小类及以下采用线分类法。根据分类编码通用原则,将高寒草地资源数据库数据要素依次按大类、小类、一级类、二级类、三级类和四级类划分,分类代码采用十位数字层次码组成,其结构见图3。

(2)标识码编制规则

按照每个要素的标识码应具有唯一代码的基本要求,依据《信息分类和编码的基本原则与方法》(GB/T 7027—2002)规定的信息分类原则和方法,要

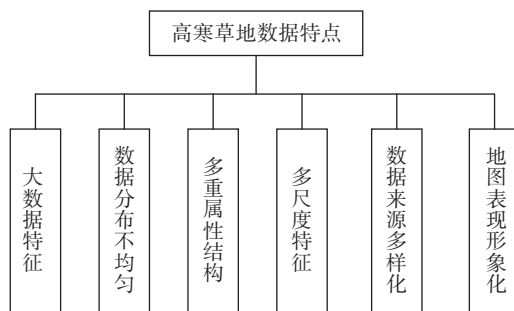


图2 高寒草地数据特征

Figure 2 Data characteristics of alpine grassland



图3 要素分类代码结构图

Figure 3 Structure diagram of element classification code

素标识码采用三层18位层次码结构,由县级行政区划代码、要素层代码、要素标识码顺序号构成,其结构见图4。

1.2.2 利用XML技术进行多源异构数据向结构化数据转换

XML作为一种简便的标记语言,具有便于传输、交互的特点^[14-16]。而它独立的结构化数据以及统一的描述方法使其具有优秀的跨平台特性^[17-18]。它能和各种格式文件进行转换,描述各类型结构的数据,同时可作为数据表示和交换的标准,使其应用广泛,成为异构数据最好的转换格式。XML技术数据转换模型构建与转化过程如图5所示。

2 结果与分析

2.1 高寒草地资源数据库标准体系的构建

2.1.1 要素分类与编码标准

按照《基础地理信息要素分类与代码》(GB/T 13923—2006),根据高寒草地资源数据库要素分类与编码方法中分类代码结构,分别将高寒草地资源数据分成四大类。大类码为专业代码,设定为二位数字

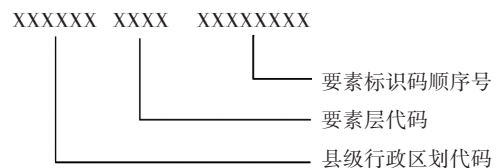


图4 要素标识码代码结构图

Figure 4 Code structure diagram of element identification code

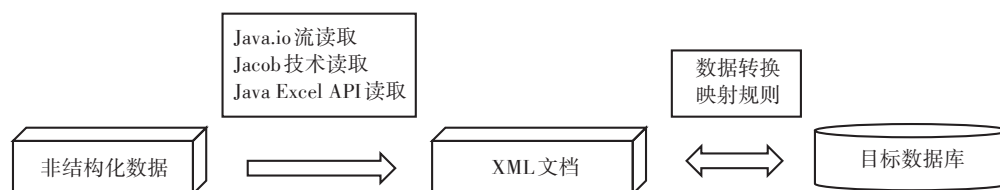


图5 XML技术数据转换模型构建与转化

Figure 5 XML technology data conversion model construction and conversion diagram

码^[19],其中:基础地理专业码为10;草地信息专业码为20;其他专题专业码为30;社会经济专业码为40。得到高寒草地资源数据库要素代码名称描述表(表1)。以此类推,小类码为业务代码,设定为二位数字码,不足位以0补齐;一至四级类码为要素分类代码,不足位以0补齐。其中:一级类码为二位数字码;二级类码为二位数字码;三级类码为一位数字码;四级类码为一位数字码;基础地理要素的一级类码、二级类码、三级类码和四级类码参照《基础地理信息要素分类与代码》(GB/T 13923—2006)中的基础地理要素代码结构与代码,行政区与行政区注记要素参照《中华人民共和国行政区划代码》(GB/T 2260—2007)的结构进行扩充,各级行政区的信息使用行政区与行政区属性表描述。

表1 要素代码与名称描述

Table 1 Element code and name description

要素代码 Element code	层代码 Layer code	要素名称 Element name	备注 Remark
1000000000	1000	基础地理信息要素	《基础地理信息要素分类与代码》(GB/T13923—2006)的扩展
2000000000	2000	草地信息要素	
3000000000	3000	其他专题要素	
4000000000	4000	社会经济要素	

2.1.2 数据格式标准

高寒草地数据按数据格式类型主要分矢量数据、栅格数据、文档数据、表格数据等。根据数据存储的通用性和便利性,将矢量数据统一转换为Shapefile格式保存,栅格数据则统一采用TIF数据格式,文档数据统一转换为TXT格式,表格数据则统一转换为CSV文件格式。

2.1.3 数字标准

高寒草地属性数据信息主要有文字和数值。其中数值数据中包含普通数值和坐标值,普通数值用Number(38,2)表示,38为Number类型最大长度,2则表示取两位小数;坐标值则用Decimal(10,7)表示,坐标值字段将会存储小数点后7位以及小数点前最多3位数。文字则使用Varchar保存,相对于Char占用设定空间不可改变的保存方式,Varchar根据实际输入数据长度进行空间占用。

2.1.4 非结构化数据转换

非结构化数据通过XML技术处理方法,按照统一的格式转换为DataXML。这个过程完成了非结构化到半结构数据的转换。半结构化数据(DataXML)转换为结构化数据的过程则是基于模型驱动的映射

原理,将XML文档中数据模型的结构隐性或显性地映射成为关系数据库的结构。其中XML数据转换模块的主要功能就是将得到的DataXML按照结构匹配文档和相关算法,将数据写入到文件结果表中。

具体操作是利用Oracle开发的辅助工具Oracle XML SQL Utility^[20],把XML文档元素建模为一组嵌套的表。通过对象-关系模型构造规则建立XML到SQL的映射,把每个嵌套的XML元素映射在适当类型的一个对象引用上,使得映射规则被暗含地嵌入到数据库模型中,从而完成非结构化数据在高寒草地数据库中的转换。

2.2 高寒草地资源数据库建设

2.2.1 需求分析

高寒草地资源数据库需要支持多源异构的大数据存储,即要同时支持结构化与非结构化数据的存储。面对高寒草地数据资源分散、难以管理等问题,需要提供数据录入、修改、删除、查询、导出等数据管理功能进行统一化管理。根据不同的用户分配不同的用户权限,对高寒草地资源数据进行管理和操作,以满足和有效支撑高寒草地资源各项业务工作以及对高寒草地数据进行再开发利用与共享,进而为开展高寒草地遥感监测信息快速提取与在线服务、高寒草地大数据管理与分析、高寒草地畜牧业生产管理与决策支持,实现高寒草地可持续化发展提供信息化管理技术支撑。

2.2.2 高寒草地资源数据库设计

(1)数据框架设计

高寒草地数据种类繁多、数据量庞大、数据采集周期长,数据库建设过程需要对数据库结构进行较详细设计,以相同的地理范围作为不同类型数据进行数据集成的基本控制框架,通过建立统一的坐标系统,实现多种数据的集成显示和叠加,并建立各种数据之间的有机联系,形成集成化的多源异构高寒草地数据库,其结构如图6所示。

(2)高寒草地资源数据库概念设计

概念设计指对用户要求描述的现实世界,通过对其进行分类、聚集和概括,建立抽象的概念数据模型。这个概念模型应真实反映各部门的信息结构、信息流动情况、信息间的互相制约关系以及各部门对信息储存、查询和加工的要求等。所建立的模型应避开数据库在计算机上的具体实现细节,用一种抽象的形式表示出来。本高寒草地数据库建设根据需求分析,利用E-R模型进行概念设计(图7)。

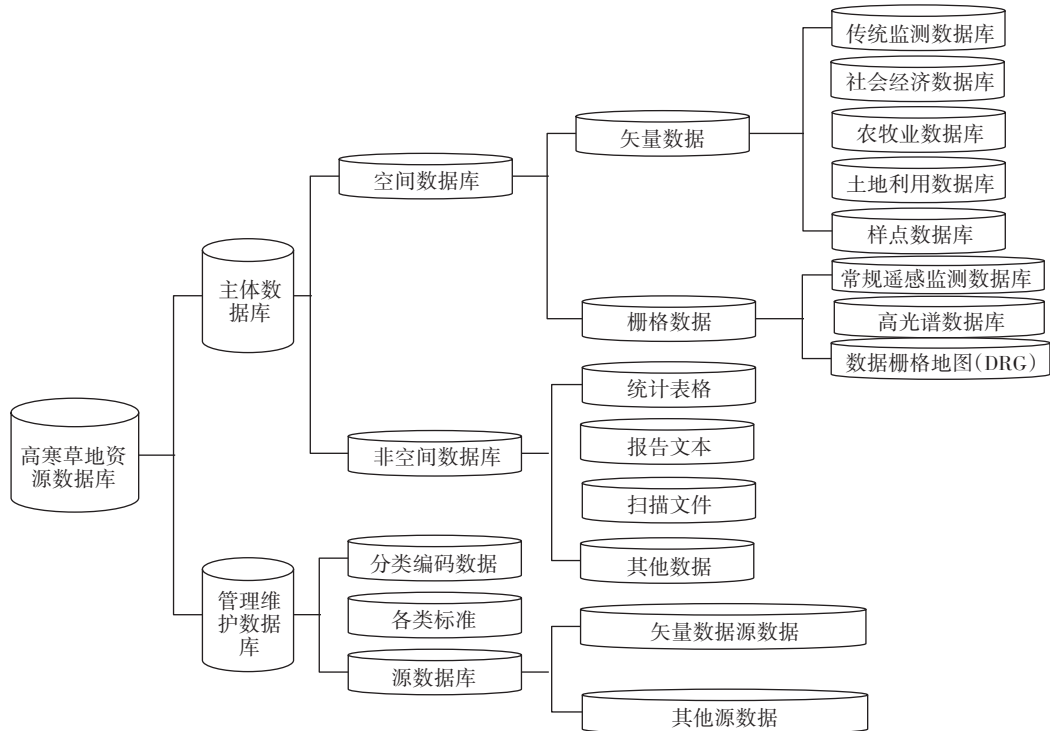


图6 多源异构高寒草地数据库结构图

Figure 6 Structure diagram of multi-source heterogeneous alpine grassland database

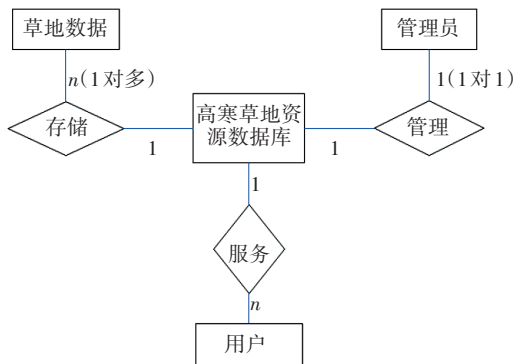


图7 高寒草地数据库概念模型E-R图

Figure 7 E-R diagram of the conceptual model of alpine grassland database

(3)高寒草地资源数据库逻辑结构与物理结构设计

数据库逻辑设计是整个设计的前半段,包括所需的实体和相互关系,以及实体规范化等工作。设计的后半段则是数据库物理设计,包括选择数据库产品,确定数据库实体属性(字段)、数据类型、长度、精度确定、DBMS 页面大小等。本数据库采用的是 Oracle 数据库环境,因此参照 Oracle 数据库设计逻辑结构模型与物理结构模型,如图8所示。

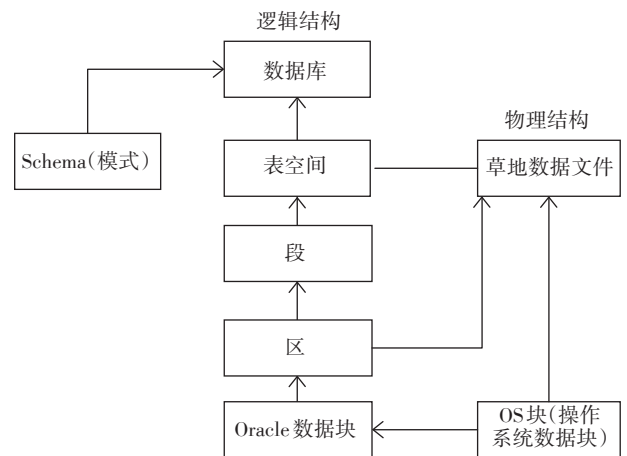


图8 高寒草地资源数据库逻辑结构与物理结构模型

Figure 8 Logical structure and physical structure model diagram of alpine grassland resource database

2.2.3 高寒草地资源数据库的实现

选择 Windows Server 2016 Datacenter、ArcGIS10.2、Oracle11g、SQL 语言、DBMS 管理系统、ArcSDE 数据管理的接口作为系统平台配置实现高寒草地资源数据库数据整合入库。高寒草地资源数据库包括空间数据、属性数据以及文件数据等多种形式。其中空间数据和属性数据以 Oracle 数据库为管理平台,在

Windows 系统安装 Oracle 数据库软件和 ArcGIS 软件,并配置相对应版本的 ArcSDE 作为空间数据引擎,以 Oracle 物理表的形式存储。非结构化文件数据则通过 Oracle 辅助工具 Oracle XML SQL Utility 转换 XML 到数据库表中,进而完成高寒草地资源数据库的库体建设。

其建设主体功能模块按照便于日常数据查询检索、数据统计分析、提取分发、整合制图以及元数据管理方面提供一系列应用^[21],分成用户管理功能、数据管理功能、系统管理功能三大模块,其中用户管理功能包括用户信息管理和用户权限管理;数据管理功能包括数据录入、修改、删除、查询、导出等功能;系统管理功能则包括添加用户、修改密码和退出登录等(图9)。

2.3 高寒草地资源数据库的应用

2.3.1 高寒草地资源数据库应用系统建设

结合高寒草地资源数据库建设需求,按照开发计算机软件和二次开发地理信息系统的准则,充分考虑高寒草地资源数据管理的特点,本着实用性、稳定性、规范性、可靠性和便捷性的原则,以建立的高寒草地资源数据库为基础,设计系统平台框架,完成高寒草地资源数据库应用系统建设。高寒草地资源数据库

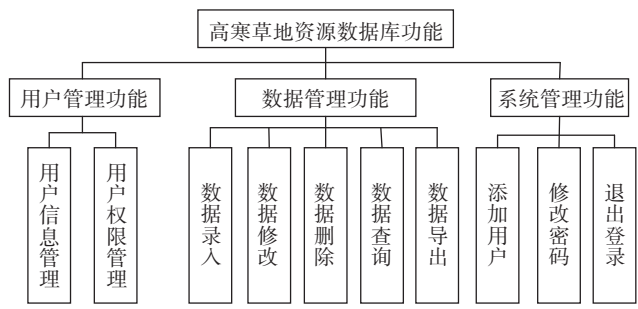


图9 高寒草地资源数据库功能模块

Figure 9 Functional module diagram of alpine grassland resource database

应用系统框架图与界面展示如图10、图11所示。

2.3.2 高寒草地资源数据库应用系统功能描述

(1)高寒草地监测

以“图-文-档”一体化信息管理的方式采集和录入草地资源监测成果信息、其他专题数据等,实现青海省草地资源动态监测和综合管理。包括监测信息分类、分层、新增、修改、删除、图属挂接、附件上传、综合查询等 MIS(管理信息系统)基本功能。

(2)高寒草地资源“一张图”管理

通过草地监测数据的“一张图”展示分析及应用,实现草地调查、遥感影像、基础地理、土地利用、社会

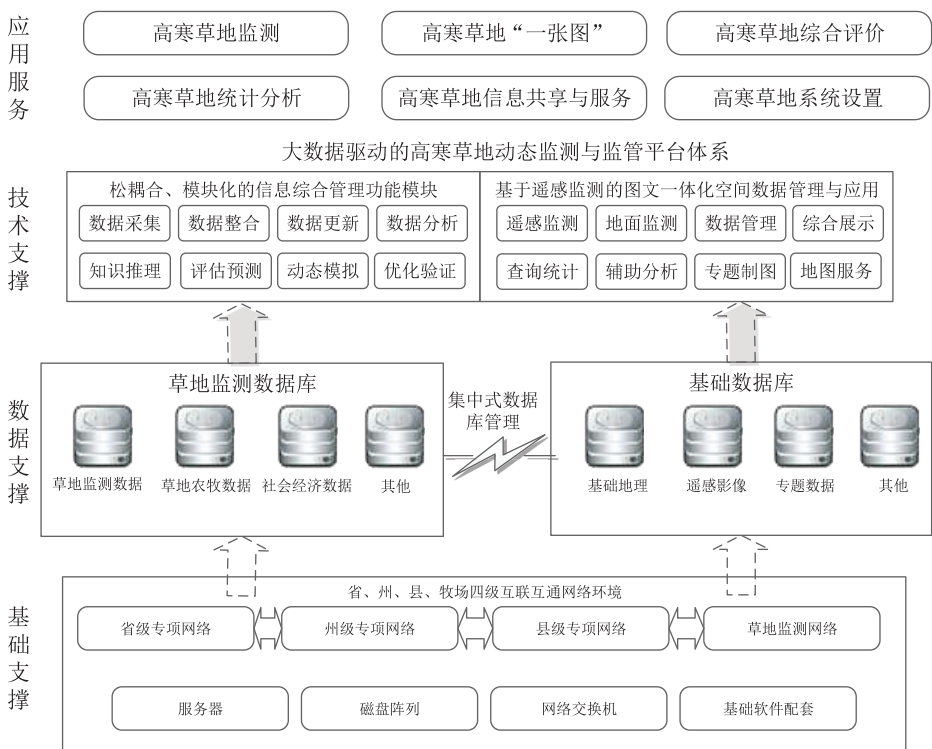


图10 高寒草地资源数据库应用系统框架

Figure 10 Framework diagram of the alpine grassland resource database application system

Figure 11 The page display of the dynamic monitoring and supervision platform of alpine grassland in Qinghai Province

数据关联挖掘,即通过分析数据库内存储的高寒草地历史数据来建立模型,预测未来的高寒草地退化、演替、草地承载力等变化情况,从而提高预测概率,来实现决策成功率。

3 讨论

数据标准是指数据的名称、代码、分类编码、数据类型、精度、单位、格式等的标准形式。目前,草地数据标准还局限在国土和测绘专业,但是对于高寒草地监管等需求比较紧迫的专题数据还没有建立信息化标准。本研究通过对目前我国高寒草地数据整合和共享困难的问题进行分析,结合高寒草地资源多源异构数据的特点,建立适用于高寒草地数据库建设的标准规范,为数据的统一表达和组织提供强有力的手段,以便更准确地进行数据查询、检索、处理和管理。

(4) 统计分析

当前草业数据文件管理方式中,数据处于一种分

实现草地资源监测大数据在政府业务部门中流转,也可以通过数据分发、数据共享、数据输出等方式,安全、高效地共享与利用数据,为不同层级、不同对象提供差异化专项信息共享服务。

— 872 —

散的状态。不同用户或同一用户对数据文件进行不同处理时,其数据文件之间毫无关系。而数据库具有统一管理与控制的特点,高寒草地资源数据库的建设,为高寒草地相关的信息提供了统一的存储空间和方式,利用数据库可对数据进行集中控制和管理。根据用户的职责,不同级别的用户对数据库具有不同的权限,从而确保了数据的安全性。通过登录数据库系统,用户可存取数据库中的数据,也可以通过接口使用数据库,并提供数据共享。随着人工智能的发展,专家决策系统也是数据库应用的一部分,数据库能够提供大量的数据支撑,通过系统分析功能,提高决策能力和水平。

4 结论

在大数据时代背景下,本研究以高寒草地资源数据特征和高寒草地业务管理需求为导向,结合地理信息技术与数据库技术,构建高寒草地资源数据库标准体系,采用XML技术实现非结构化数据的统一转化,利用Oracle与ArcGIS平台搭建了高寒草地资源数据库,为分散的高寒草地相关信息提供了统一的存储空间和方式。实现了数据的统一管理,避免数据受到自然或人为因素损坏,并在高寒草地业务工作中得到充分的共享和使用,是推动传统高寒草地监管业务向数字化、网络化、智能化转型的重要前提。本研究结论概括为以下四点:

(1)建立了海量高寒草地资源数据组织和存储管理机制,实现了高寒草地资源数据的统一管理和高效利用。

(2)对非机构化数据进行统一转化,解决了多源异构数据资源分散、难以集成的问题。

(3)建立用户管理权限机制,保证了数据管理和使用安全。

(4)建立友好界面应用服务系统,实现高寒草地资源有效共享和应用。

参考文献:

- [1] 谢双红. 北方牧区草畜平衡与草原管理研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2005.
XIE Shuang-hong. Research on grass-livestock balance and grassland management in northern pastoral areas[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2005.
- [2] 赵忠, 王安禄, 马海生, 等. 青藏高原东缘草地生态系统动态定位监测与可持续发展要素研究 II 高寒草甸草地生态系统植物群落结构特征及物种多样性分析[J]. 草业科学, 2002(6):9-13.

- ZHAO Zhong, WANG An-lu, MA Hai-sheng, et al. Study on dynamic positioning monitoring and sustainable development factors of grassland ecosystem in the eastern edge of the Qinghai-Tibet Plateau II The characteristics of plant community structure and species diversity analysis of alpine meadow grassland ecosystem[J]. *Pratacultural Science*, 2002(6):9-13.
- [3] 王向辉. 西北地区环境变迁与农业可持续发展研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2012.
WANG Xiang-hui. Research on environmental changes and agricultural sustainable development in northwest China[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2012.
- [4] 杨振安. 青藏高原高寒草甸植被土壤系统对放牧和氮添加的响应研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2017.
YANG Zhen-an. Response of alpine meadow vegetation and soil system to grazing and nitrogen addition in Qinghai-Tibet Plateau[D]. Yangling: Northwest A&F University, 2017.
- [5] 孙建, 张振超, 董世魁. 青藏高原高寒草地生态系统的适应性管理[J]. 草业科学, 2019, 36(4):933-938.
SUN Jian, ZHANG Zhen-chao, DONG Shi-kui. Adaptive management of alpine grassland ecosystem on Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Pratacultural Science*, 2019, 36(4):933-938.
- [6] 张中华, 周华坤, 赵新全, 等. 青藏高原高寒草地生物多样性与生态系统功能的关系[J]. 生物多样性, 2018, 26(2):111-129.
ZHANG Zhong-hua, ZHOU Hua-kun, ZHAO Xin-quan, et al. Relationship between biodiversity and ecosystem function in alpine grassland of Qinghai-Tibet Plateau[J]. *Biodiversity Science*, 2018, 26(2):111-129.
- [7] 马昊翔, 陈长成, 宋英强, 等. 青海省近10年草地植被覆盖动态变化及其驱动因素分析[J]. 水土保持研究, 2018, 25(6):137-145.
MA Hao-xiang, CHEN Chang-cheng, SONG Ying-qiang, et al. Analysis of vegetation cover changes and its driving factors over the past 10 years in Qinghai Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2018, 25(6):137-145.
- [8] 张孟. 基于大数据的定标方法研究与初步应用[D]. 合肥:中国科学技术大学, 2019.
ZHANG Meng. Research and preliminary application of calibration methods based on big data[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2019.
- [9] 肖计划, 刘海砚, 栾晓岩, 等. 开放式一体化矢量地图数据管理方法设计[J]. 测绘科学技术学报, 2006(3):198-201.
XIAO Ji-hua, LIU Hai-yan, LUAN Xiao-yan, et al. Design of open and integrated vector map data management method[J]. *Journal of Surveying and Mapping Science and Technology*, 2006(3):198-201.
- [10] 刘永波. 数据的文件系统管理与数据库系统管理[J]. 信息技术, 2001(12):30-31.
LIU Yong-bo. Data file system management and database system management[J]. *Information Technology*, 2001(12):30-31.
- [11] 张苗苗, 陈伟, 林丽, 等. 青海省不同高寒草地土壤主要养分及可溶性有机碳特性研究[J]. 草业学报, 2019, 28(3):20-28.
ZHANG Miao-miao, CHEN Wei, LIN Li, et al. Study on the charac-

- teristics of soil main nutrients and soluble organic carbon in different alpine grasslands in Qinghai Province[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2019, 28(3):20-28.
- [12] 马蓉蓉, 杨国柱, 胡月明, 等. 基于FP-growth算法的高寒草地退化因素关联度分析[J]. 青海大学学报, 2019, 37(1):9-17.
MA Rong-rong, YANG Guo-zhu, HU Yue-ming, et al. Relational analysis of alpine grassland degradation factors based on FP-growth algorithm[J]. *Journal of Qinghai University*, 2019, 37(1):9-17.
- [13] 朱晓昱, 徐大伟, 辛晓平, 等. 1992—2015年呼伦贝尔草原区不同草地类型分布时空变化遥感分析[J]. 中国农业科学, 2020, 53(13):2715-2727.
ZHU Xiao-yu, XU Da-wei, XIN Xiao-ping, et al. Remote sensing analysis of the distribution of different grassland types in Hulunbuir grassland from 1992 to 2015[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2020, 53(13): 2715-2727.
- [14] 圣文顺, 乔雨, 邵琳洁. 基于XML的异构数据库信息交互机制的实现[J]. 物联网技术, 2019, 9(12):32-35.
SHENG Wen-shun, QIAO Yu, SHAO Lin-jie. Implementation of an XML-based information interaction mechanism for heterogeneous databases[J]. *Internet of Things Technology*, 2019, 9(12):32-35.
- [15] 韩有军. 基于XML的电子数据交换系统原型分析与设计[D]. 成都:西南交通大学, 2013.
HAN You-jun. Analysis and design of XML-based electronic data interchange system prototype[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2013.
- [16] 邢四为. 基于JSON的信息交互系统的研究与实现[D]. 合肥:安徽大学, 2013.
XING Si-wei. Research and implementation of information interaction system based on JSON[D]. Hefei: Anhui University, 2013.
- [17] 夏秀峰, 张悦, 周大海. 基于XML的异种数据库间数据交换技术[J]. 微处理机, 2005(5):33-37.
XIA Xiu-feng, ZHANG Yue, ZHOU Da-hai. Data exchange technology between heterogeneous databases based on XML[J]. *Microprocessor*, 2005(5):33-37.
- [18] 田诗奇. 面向分布式飞行仿真系统的实时通信中间件的研究与实现[D]. 成都:电子科技大学, 2019.
TIAN Shi-qi. Research and implementation of real-time communication middleware for distributed flight simulation system[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2019.
- [19] 毕曼. 国土资源“一张图”核心数据库建设研究[D]. 西安:长安大学, 2013.
BI man. Research on the construction of the core database of land and resources "One Picture"[D]. Xi'an: Chang'an University, 2013.
- [20] 陈伟立. Oracle数据库的XML SQL Utility技术[J]. 计算机时代, 2003(5):6-8.
CHEN Wei-Li. XML SQL utility technology of Oracle database[J]. *Computer Times*, 2003(5):6-8.
- [21] 夏旭强, 谢莎. 国土资源数据管理平台设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(6):168-171.
XIA Xu-qiang, XIE Sha. The design and implementation of land resources data management platform[J]. *Surveying and Spatial Geographic Information*, 2020, 43(6):168-171.
- [22] 畅育超. 基于XML的数据交换技术[J]. 电脑编程技巧与维护, 2014(17):41-43.
CHANG Yu-chao. Data exchange technology based on XML[J]. *Computer Programming Skills and Maintenance*, 2014(17):41-43.