

DOI:10.20033/j.1003-7241.(2026)01-0166-05

基于 Cesium 的马铃薯种植区水肥分布可视化平台

马璐璐, 冯 全

(甘肃农业大学 机电工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:水肥信息是反映马铃薯生长情况的重要参数。为便于马铃薯生长过程中水肥数据的采集、处理和输出,并提高其管理效率,设计基于 Cesium 的马铃薯种植区水肥分布可视化平台。该平台利用无人机(unmanned aerial vehicle, UAV)高光谱遥感数据反演的马铃薯水肥分布预测图,以时间为序展示试验区水肥在空间上的分布,便于用户直观了解种植区的农情信息。该平台还可以对高光谱遥感数据进行管理,并向用户提供种植区的马铃薯在不同阶段的水肥查询服务。此外,基于 Cesium 组件实现地图管理,进一步实现了马铃薯水肥数据的管理与加工服务。结合甘肃省某现代农业试验示范基地的马铃薯水肥信息管理工作,为马铃薯种植区的精细化管理提供了有力的信息化手段,也为精准农业的现代化与农业可持续发展提供了强有力的技术支持。

关键词:GIS; Cesium; 马铃薯种植区; 水肥分布; 数据可视化; 无人机

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-7241(2026)01-0166-05

Visualization platform of water and fertilizer distribution for potato growing area based on Cesium

MA Lulu, FENG Quan

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: Water and fertilizer information is an important parameter to reflect potato growth. In order to facilitate the collection, processing and output of water and fertilizer data during potato growth and improve its management efficiency, this paper designs and implements a visualization platform of water and fertilizer distribution in potato growing area based on cesium. The platform uses the potato water and fertilizer distribution prediction map inversion of unmanned aerial vehicle(UAV) hyperspectral remote sensing data to display the spatial distribution of water and fertilizer in the test area with time sequence, so as to facilitate users to intuitively understand the agricultural information of the planting area. The platform can also manage hyperspectral remote sensing data and provide users with water and fertilizer inquiry services in different stages of potatoes in growing areas. In addition, map management is realized based on Cesium component, which further realizes management and processing service of potato water and fertilizer data. This paper combines the potato water and fertilizer information management of a modern agriculture experimental and demonstration base in Gansu province, and provides a powerful information means for the fine management of potato planting area, it also provides strong technical support for the modernization and sustainable development of precision agriculture.

Keywords: generalized information system; Cesium; potato growing area; water and fertilizer distribution; data visualization; unmanned aerial vehicle

准确、及时、可靠的马铃薯种植区水肥^[1]分布信息监测是国家与地方政府保障粮食安全与社会稳定的必要条件。要提高马铃薯的产量需要其在不同生长阶段客观、准确的水肥分布信息。由于遥感监测技术^[2]具有客观、准确、及时、覆盖面广等特点,能够按需监测马铃薯的长势、产量等农情信息,并且可以帮助种植者实时掌握马铃薯种植区的水肥分布,为马铃薯的灌溉量和施肥量提供精准的调控依据。

目前,许多研究利用卫星遥感数据开发了一系列农情

监测平台。涂梨平等^[3]在传统的遥感影像数据处理技术^[4]基础上,融合人工智能机器学习,开发了一套 B/S 架构^[5]的多源遥感影像的农情监测可视化系统。该系统从空间上来展示农作物分布、面积监测和长势监测,使农业管理部门更加便捷灵活地掌握农作物生长、种植范围等数据。李中元^[6]等开发了农情遥感监测云服务平台,该系统负责多尺度时间序列对农情遥感监测信息的管理、存储和维护工作,也提供了查询服务与下载服务。于景鑫等^[7]开发了基于云原生技术的土壤墒情监测系统,该系统采用容

收稿日期:2024-03-22;录用日期:2024-04-10

基金项目:甘肃省教育厅产业支撑项目(2021CYZC-57)

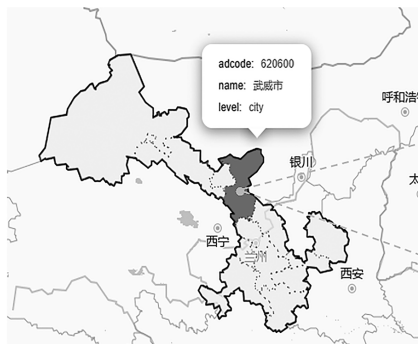
作者简介:马璐璐(1997—),女,硕士研究生,研究方向:WebGIS。

通信作者:冯 全(1969—),男,教授,博士生导师,研究方向:图像处理及农业信息化。

引用本文:马璐璐, 冯全. 基于 Cesium 的马铃薯种植区水肥分布可视化平台[J]. 自动化技术与应用, 2026,45(1):166-170. (MA Lulu, FENG Quan. Visualization platform of water and fertilizer distribution for potato growing area based on cesium[J]. Techniques of Automation and Applications, 2026,45(1):166-170.)

器技术配合微服务架构模式,使其易于开发、维护和伸缩。宋健等^[8]结合北京市农业技术推广站小麦农情信息管理实际工作,设计开发了小麦农情信息管理系统,该系统实现了小麦农情数据的增删改查和加工、整理与统计分析功能。鄂月胜等^[9]设计开发的农作物种植面积遥感监测系统设计与实现,对农作物面积遥感监测规范和流程的分析和解读基础上,对监测工作的具体操作步骤进行了详细的叙述。胡潭高等^[10]等开发了粮食作物面积遥感测量运行系统的设计与实现,该系统实现了遥感影像预处理、作物种植面积监测、海量遥感数据管理、生产网络发布等多项功能,为决策支持信息提供了及时的数据。虽然近年来关于各类农情监测的系统层出不穷,但大都是从监测农作物的种植面积和长势分布上着手,用户查看不到作物在不同阶段的生长信息。

本平台通过 Cesium^[11] 技术将马铃薯种植区的地形展示在地图上,并将种植区的马铃薯种植信息传入后端数据



库中,当点击某种植区时,会展示出该种植区的马铃薯通过不同筛选方法在不同时间的水肥分布情况。本平台旨在为农业管理部分和农户提供马铃薯在不同阶段的水肥分布信息,方便及时查看种植区内马铃薯生长的整体情况,为制定马铃薯相关政策、做科学决策提供有力的数据保障,从而实现马铃薯过程管理和控制的精细化、高效化、专业化、数字化。对精准农业的发展以及更加深入的研究具有积极意义。

1 需求分析与平台设计

1.1 需求分析

可视化平台包括数据的录入、展示、维护等功能。本平台结合甘肃省武威市某现代农业试验示范基地的实际工作情况,如图 1 所示,该区域属于典型荒漠绿洲灌溉农业区。种植的马铃薯为青薯 9 号,此品种马铃薯属于晚熟鲜食品种。具体需求如下所。



图 1 研究区及选样区位置

Fig. 1 Location map of the study area and sampling areas

1) 数据适用性。数据的适用性是本平台互联互通和资源共享的必要条件。本文需要设计一种马铃薯水肥数据的适用化方法,并在此基础上实现马铃薯水肥数据源的获取、处理、管理与展示。

2) 数据录入功能。马铃薯水肥数据是进行马铃薯生产决策的基础和依据。也是可视化平台能够建立的前提。因此本平台需要实现马铃薯水肥数据的录入功能,以便本平台的正常运行。

3) 数据管理功能。本平台要能实现用户对数据库里马铃薯种植区各类数据的录入、修改、删除和查询功能。同时,后台系统要具备一定的弹性伸缩能力,防止因数据量的增加而崩溃的潜在漏洞。保证数据库的安全性与完整性。

4) Cesium 集成。Cesium 作为 GIS 的一个开发框架,是一个完全开源的基于 WebGL 的 JavaScript 框架,它能够使用符合 OGC 标准的 WMS、WMTS^[12] 等多种地图服务。地图将以图层的形式描绘地理信息,提供马铃薯水肥数据可视化时所用的主要用户界面。实现对甘肃省某现代农业试验示范基地马铃薯农情的快速直观浏览。

1.2 平台设计

1.2.1 数据模型设计

针对马铃薯各个生长期数据的特点,结合该现代农业

试验示范基地实际情况,本文设计了马铃薯各个生长期的 6 个水肥分布数据模型,并在此基础上建立数据库表间联系,如图 2 所示。模型具体包括马铃薯种植区影像图数据表、马铃薯种植区属性表、7 月波段筛选方法数据表,8 月波段筛选方法数据表、7 月植被指数方法数据表和 8 月植被指数方法数据表。每个数据表包含马铃薯相应生育时期内的关键数据字段,并通过外键约束使马铃薯不同生长时期的数据一一对应。

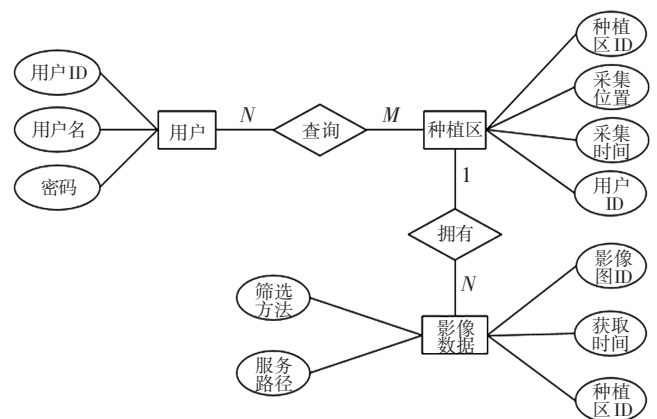


图 2 数据库表间联系

Fig. 2 Relationships between database tables

1.2.2 平台技术流程

本平台技术流程设计了三步,分别是数据录入、数据共享维护和数据可视化。如图3所示。本平台数据资源包括矢量数据和影像数据,数据可以通过 Geoserver 发布的 wms 服务形式录入,也可以通过数据库手动输入的形式录入。两种方式录入的数据都将存入数据库服务器中。用户可以通过服务器连接数据库,实现数据资源的可视化和维护。通过对可视化平台的马铃薯水肥信息进行分析,用户可以指导马铃薯的生产实践。

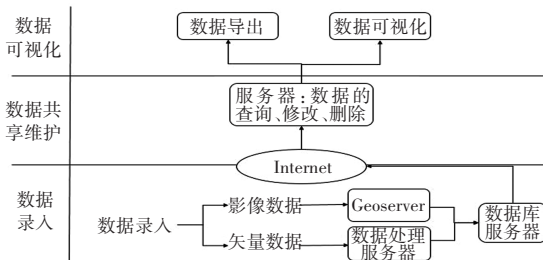


图3 马铃薯种植区水肥可视化平台技术流程

Fig. 3 Technical process of the visual platform for water and fertilizer in potato planting

1.2.3 平台功能导向

本平台主要设计了四个功能模块,分别是数据管理模块、时间顺序管理模块、地图管理模块、用户管理功能。具体如图4所示。

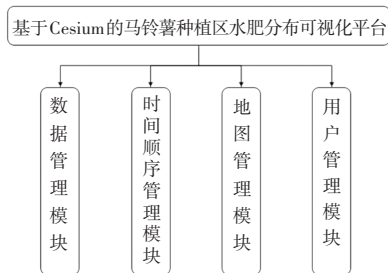


图4 功能模块

Fig. 4 Functional module diagram

1) 数据管理模块。包括对影像数据的处理、导入、加

载和对数据库内部数据的导出等。实现基于 Internet 的数据共享,用户可以通过数据处理服务器对后台种植区数据进行增删改查。

2) 时间顺序管理模块。增设时间序列记忆功能,将马铃薯生长不同阶段的水肥数据进行时间排序,使用户可以直观了解到马铃薯每个生长时期的不同情况。

3) 地图管理模块。本平台可以实现 Cesium 地图的缩小、放大、整体展示、类型选择查询、时间选择查询以及该现代农业试验示范基地在地图上对应位置的显示等功能。

4) 用户管理模块。本平台的用户可以进行数据录入、删除、修改的权限。也可以通过 Internet 来直接获取及时有效的马铃薯水肥分布信息,以此来判断作物的长势情况和施水、施肥时间。

2 平台功能可视化设计与实现

2.1 系统架构

马铃薯种植区水肥可视化分布平台采用开源的 Microsoft VS code 作为开发环境。计算机语言为 java,使用 Mysql 数据库^[13]来存储马铃薯种植区的水肥数据。本平台采用了 B/S(客户端/服务器)^[14]架构,客户端模块整体可分为三个方面:一是三维场景的显示,主要体现在各种矢量实体的加载以及其他可视化效果^[15]的呈现,同时包括地图对鼠标动作的响应等基本操作;二是用户对图层工具的操作界面,用于实现基于地图的可视化功能;三是使用 JavaScript 语言提供的各个 JS 功能文件及模块接口,例如 Cesium 框架提供基础的三维可视化场景、jQuery-Ajax 提供对网页内容的局部刷新效果以及通过编写的 JS 文件实现地图底图的更换、工具及需求功能的可视化实现等。服务器端包含数据服务和处理服务两部分。数据服务部分负责马铃薯种植区水肥数据的采集与加工,得到的目标数据可以被发布成服务,以便处理服务的加载调用。处理服务主要负责实现本平台设计的四个功能模块。数据服务和处理服务相辅相成,不可或缺。其平台整体架构如图5所示。

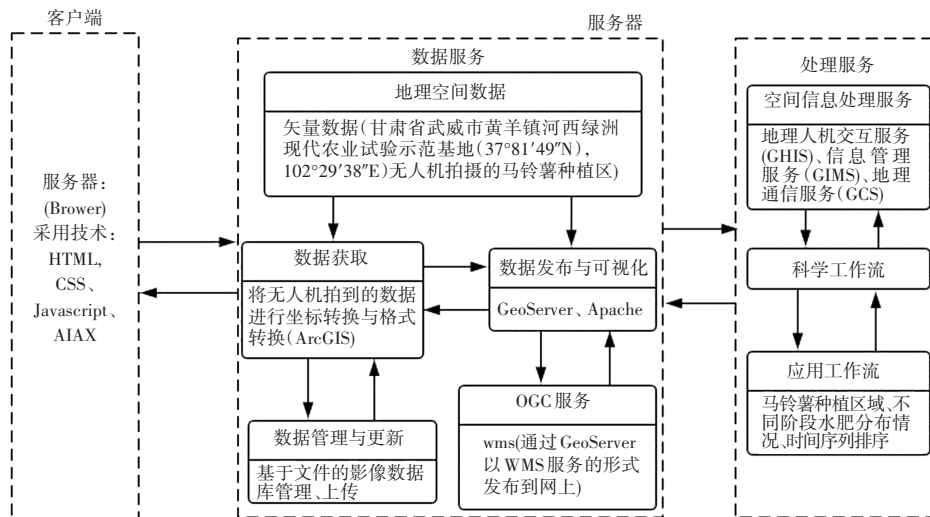


图5 平台整体架构

Fig. 5 Overall platform architecture

本平台功能层次可分为三个层次,分别是客户层、服务层和数据存储层。如图 6 所示。

1) 客户层。可视化平台的实现以网页的形式展示在浏览器端,客户层可分为三个部分进行:Cesium 地图场景的显示。主要是对影像图和各种矢量数据的加载和其他可视化效果的展示;用户对图层工具的操作,实现基于 Cesium 地图基本的可视化功能;使用 JavaScript 语言^[16]提供的各个模块接口,也包括了 Javascript 对地图的鼠标动作监听和响应等基本操作。

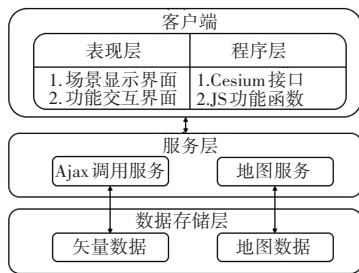


图 6 平台功能层次分布

Fig. 6 Platform function layer distribution diagram

2) 服务层。服务层采用了 Node.js 部署,可通过服务器的监听端口接收来自客户层的不同 HTTP 请求,再根据这些不同请求从数据存储层中查找相对应的数据反馈给用户,客户层与数据存储层的数据传递可以通过中间的服务层来有效实现。

3) 数据存储层。数据存储层负责存储客户查找的数据,本平台采用 Geojson^[17]数据格式将试验区马铃薯的水肥数据存储在服务层中的静态文件夹中;另一方面则采用 GeoServer^[18]将马铃薯种植区的属性描述信息进行存储。

2.2 关键功能实现

2.2.1 地图场景构建

前端基于 Cesium 通过加载一些服务作为基本的地图组件,如天地图影像服务、矢量地图服务以及地图影像服务等,实现浏览器端的视图和基础控件,在数据解析和加载阶段,新建 Geoserver 服务^[19],创建工作区,导入已经构建好的切片文件并解析发布成在线图层服务。通过 Ajax 技术实现浏览器端与服务器间的通信,将数据参数以 JSON 格式传递,并调用 Cesium.js 渲染出数据图层。其中地图场景的创建步骤为新建容器、加载地图控件、添加地图地形服务和加载数据图层服务四个部分组成。如图 7 所示。

2.2.2 数据可视化

本平台采用切片后的 wms 格式数据文件,搭建 Geoserver 服务,将数据通过 Geoserver 进行解析并发布成为在线图层服务。将图层链接进行解析,得到解析后的关键参数键值对,将该键值对封装在一个 JSON 数组中,通过 Ajax 技术将 JSON 数组从后端服务器传入前端客户层,再通过调用 WebMapServiceImageryProvider 方法拼接 JSON 数组中的参数。并通过 web 服务器配合 tomcat 实现 web 平台与数据库的交互。平台界面图例如图 8、图 9 所示,展示

了通过高光谱预测的种植区含氮量分布预测图与地图影像完美拼接后的可视化效果^[20]。具体操作方法。可以先选择类型,有波段筛选和植被筛选两种方法,再选择时间节点,有 7 月和 8 月两个月份,选择好之后,相对应的种植区水肥信息便会呈现在主界面。服务层布设了数据管理模块、时间顺序管理模块、地图管理模块、用户管理功能,可以为用户提供可靠、稳定、高性能的马铃薯生长情况,对用户友好并为农业决策提供充足且有意义的技术支持。

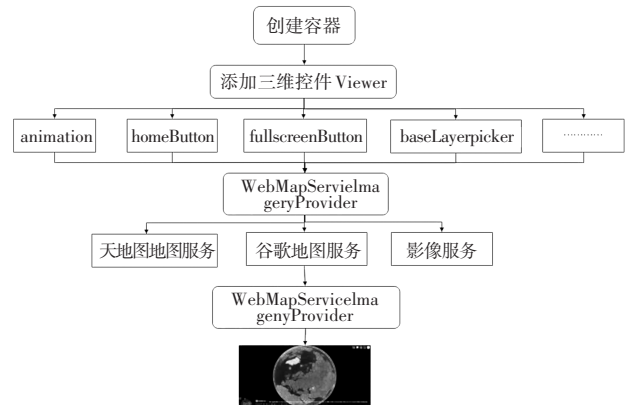


图 7 地图场景构建流程

Fig. 7 Map scene construction process

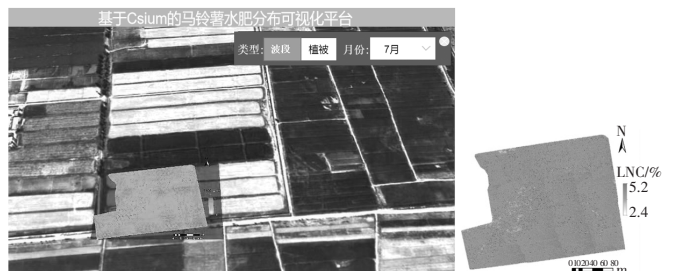


图 8 波段筛选方法下 7 月份平台界面图例
Fig. 8 Legend of the platform interface in July under the band selection method

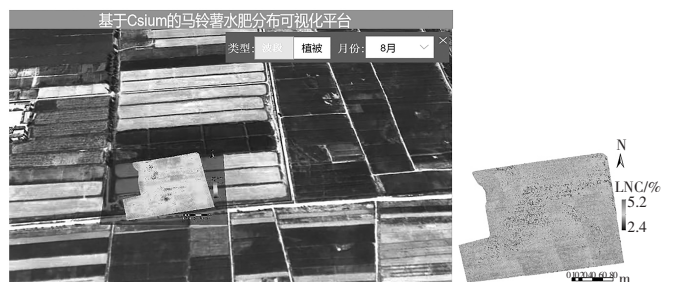


图 9 波段筛选方法下 8 月份平台界面图例
Fig. 9 Legend of the platform interface in August under the band selection method

3 结论

本平台共设计数据库表 6 个,包括马铃薯各个生育时期数据表和各类辅助信息表。设计并完成系统界面 10 多个,实现了平台的数据管理模块、时间顺序管理模块、地图管理模块和用户管理功能。本文提出并实现了基于马铃薯

薯生育时期模型的数据采集与管理方法,实现了各类数据向标准化数据的转换。此外,该平台提高了工作效率,集成了地理信息系统,使马铃薯种植区空间信息表达更加直观。该系统在甘肃省武威市某现代农业试验示范基地的工作实践中,具有较高的实用性,也为精准农业^[21]的现代化与农业可持续发展提供了强有力的技术支持。

参考文献

[1] 刘洪梅. 马铃薯生长发育与环境的关系[J]. 现代畜牧科技, 2021(3): 49-50.
 [2] 杨含成. 高光谱遥感技术在智慧农业中的应用研究[J]. 南方农机, 2022, 53(20): 156-158.
 [3] 涂梨平, 毛亚琴, 范军林. 基于多源遥感影像的农情监测可视化系统设计[实现][J]. 江西测绘, 2022, 133(3): 17-20.
 [4] 陈瑞波. 浅析卫星遥感影像处理技术[J]. 科技资讯, 2014, 12(32): 37.
 [5] 杨怡晨, 亢军贤, 白博, 等. 基于 B/S 架构的科研管理系统的设计与实现[J]. 现代信息科技, 2022, 6(18): 40-43.
 [6] 李中元, 吴炳方, GOMMES René, 等. 农情遥感监测云服务平台建设框架[J]. 遥感学报, 2015, 19(4): 578-585.
 [7] 于景鑫, 杜森, 吴勇, 等. 基于云原生技术的土壤墒情监测系统设计与应用[J]. 农业工程学报, 2020, 36(13): 165-172.
 [8] 宋健, 梁勇, 陈竞平, 等. 小麦农情信息管理系统的设计与实现[J]. 农机化研究, 2014, 36(2): 85-89.
 [9] 鄂月胜. 农作物种植面积遥感监测系统设计与实现[D]. 武汉: 湖北

大学, 2011.
 [10] 胡潭高, 张锦水, 马卫峰, 等. 粮食作物面积遥感测量运行系统的设计与实现[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 163-170.
 [11] 赵一璠, 孙建刚. 基于 Cesium 的特色村寨三维平台展示系统设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2025, 48(8): 142-144, 148.
 [12] 代林海, 秦荣波. Geoserver 的 WMS 服务分析与应用[J]. 测绘, 2021, 44(2): 67-70, 78.
 [13] 王诚. 研究 JDBC 连接 MySQL 数据库技术[J]. 网络安全和信息化, 2018(12): 68-69.
 [14] 李慧. 基于 B/S 架构的数据共享网站系统的设计与实现[J]. 微型电脑应用, 2025, 41(9): 248-254.
 [15] 吕丰秀. HTML5 技术在移动 Web 前端设计中的应用[J]. 电子技术, 2022, 51(12): 222-223.
 [16] 王艳梅, 丁玲. JavaScript 技术在 Web 网页中实践分析[J]. 自动化应用, 2022(12): 62-65.
 [17] 刘淑芝. 养殖 RFID 测温定位电子耳标研究—基于智慧农业区块链[J]. 农机化研究, 2025, 47(2): 181-185.
 [18] 吴国超, 王豹, 葛黎添. 基于 GeoServer 的矢量数据自动发布与在线配图方案的研究与实现[J]. 电子元件与信息技术, 2022, 6(10): 9-12.
 [19] 李英成, 薛艳丽, 王广亮, 等. 自然资源即时遥感监测技术体系研究[J]. 地理信息世界, 2022, 29(5): 101-105.
 [20] 陈天喜. 基于 GIS 技术的遥感测绘数据集成处理系统设计[J]. 经纬天地, 2022(6): 31-33.
 [21] 贾丹, 董晓宁, 于海涛, 等. 面向智慧农业的农机作业精准监测系统设计与实现[J]. 计算机与网络, 2025, 51(4): 322-328.

(上接第 165 页)

将表 2 中的数据代入到式(16)中,计算得出两种传统技术的综合态势指标感知误差的平均值为 0.055 和 0.030,而优化设计技术的指标感知误差平均值为 0.008,由此证明优化设计技术具有更高的网络安全态势感知性能。

3 结论

智慧煤炭工控网络安全态势感知技术旨在提高工控网络的安全性和稳定性,通过改进 IDF 算法的应用,为智慧煤炭工控网络的安全态势感知提供了更准确、高效的方法,不仅为煤炭行业的智能化转型提供了强有力的技术支持,同时也为网络安全领域的发展开辟了新的路径。

参考文献

[1] 王恒晓. 基于多源数据融合的煤矿安全态势感知分析平台研究[J]. 煤矿安全, 2022, 53(8): 242-246.
 [2] 张红斌, 尹彦, 赵冬梅, 等. 基于威胁情报的网络安全态势感知模型[J]. 通信学报, 2021, 42(6): 182-194.
 [3] GUO X, YANG J, GANG Z, et al. Research on network security situation awareness and dynamic game based on deep q learning network

[J]. Journal of Internet Technology, 2023, 24(2): 549-563.
 [4] ZHAO Y, CHENG G, DUAN Y, et al. Secure IoT edge: Threat situation awareness based on network traffic[J]. Computer Networks, 2021(201): 108525.
 [5] 张亮, 屈刚, 李慧星, 等. 智能电网电力监控系统网络安全态势感知平台关键技术研究及应用[J]. 上海交通大学学报, 2021, 55(S2): 103-109.
 [6] 郑安刚, 张天宜, 杨玉博, 等. 基于智慧计量实验室的多源异构检测数据智能提取技术研究[J]. 电测与仪表, 2024, 61(8): 70-77.
 [7] 胡朝辉, 陈善锋, 杨逸岳. 电力工控网络 Oday 漏洞风险自动识别技术[J]. 自动化技术与应用, 2025, 44(1): 97-100.
 [8] 魏利梅. 基于大数据分析的网络安全风险挖掘与估计研究[J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(8): 80-83.
 [9] 罗智勇, 宋伟伟, 张文博, 等. 基于 Markov 攻击图和博弈模型的区块链安全态势感知方法[J]. 电子与信息学报, 2023, 45(4): 1374-1382.
 [10] 徐方廷, 黄锐, 王秉. 三元空间融合视阈下的安全态势感知模型研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2022, 18(11): 5-11.
 [11] 孙隽丰, 李成海, 曹波. 基于 TCN-BiLSTM 的网络安全态势预测[J]. 系统工程与电子技术, 2023, 45(11): 3671-3679.
 [12] 陈龙, 吕磊, 杨旭东. 基于改进 CRITIC 的灰色关联网络安全态势评估方法[J]. 电讯技术, 2022, 62(4): 517-525.