

引用格式: 徐婷,张程光,李茹,等.基于标准文献计量的我国智慧管网标准化发展现状与趋势研究[J].标准科学, 2025(7):29-34.
XU Ting,ZHANG Chengguang,LI Ru, et al. Research on the Development Status and Trend of China's Smart Pipe Network Standardization Based on Standard Literature Measurement [J].Standard Science,2025(7):29-34.

基于标准文献计量的我国智慧管网标准化发展现状与趋势研究

徐婷¹ 张程光² 李茹¹ 张华¹ 李炎华¹ 吕华¹

(1.中国石油集团工程材料研究院有限公司; 2.中国石油天然气集团有限公司科技管理部)

摘要:【目的】智慧管网标准化工作是推动智慧城市管网建设实践的重要基础性工作,目的在于廓清我国智慧管网标准化发展现状,并对智慧管网标准化未来发展态势进行研判,以期为我国智慧管网标准化发展提供科学依据。【方法】在明晰智慧管网概念内涵和目标的基础上,采用标准文献计量方法,从标准研制趋势、领域热词、合作单位等方面展开分析。【结果】在明确智慧管网的内涵和目标基础上,明确了我国智慧管网标准化发展现状。【结论】我国智慧管网标准化将呈现三大发展态势:由标准数量向标准质量转变、更加重视标准化与科技创新互动发展、更加关注对产业数字化和绿色转型标准研制。

关键词: 智慧管网; 标准化; 发展现状; 趋势研判化

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.07.004

Research on the Development Status and Trend of China's Smart Pipe Network Standardization Based on Standard Literature Measurement

XU Ting¹ ZHANG Chengguang² LI Ru¹ ZHANG Hua¹ LI Yanhua¹ LYU Hua¹

(1. CNPC Tubular Goods Research Institute;

2. China National Petroleum Corporation Science and Technology Management Department Administration)

Abstract: [Objective] The standardization of smart pipe network is an important basic work to promote the construction of smart city pipe network. The purpose of this paper is to clarify the development status of China's smart pipe network standardization, and study its future development trend, in order to provide a scientific basis for the standardization development of China's smart pipe network. [Methods] On the basis of clarifying the concept connotation and objectives of smart pipe network, the standard literature measurement method was used to analyze the standardization development of China's three major oil companies from the aspects of standard development trend, field hot words, cooperative units, etc. [Results] Based on the definition and objective of smart pipe network, this paper clarifies the standardization development status of China's smart pipe network. [Conclusion] The standardization of China's smart pipe network will show three major development trends: the shift from focusing on standard quantity to standard quality, paying more attention to the interactive development of standardization and scientific and technological innovation, and to the development of industrial digitalization and green transformation standards.

Keywords: smart pipe network; standardization; development status; trend analysis

基金项目: 本文受国家重点研发计划项目“油气能源产业链关键国际标准研制—油气能源勘探开发领域国际标准化研究”(项目编号: 2022YFF0609700-2022YFF0609701); 中国石油科学研究与技术开发项目“石油标准资源数字化建设与应用研究”[项目编号: 2022DQ0108-17(JT)]资助。

作者简介: 徐婷, 硕士, 工程师, 研究方向为智慧管网标准、油气管道工程数字化。

0 引言

目前,信息技术和物联网技术迅速发展,以及我国城市化进程日益加速,对城市基础设施数字化建设和管理提出了更高的要求。智慧管网作为城市基础设施数字化转型发展的重要组成部分,主要是通过运用大数据、云计算、物联网等先进技术,实现了对城市管网的智能化、精细化、高效化管理,不仅提升了城市管网的运行效率,也增强了城市基础设施的安全性,为我国城市化进程的健康发展提供了重要支撑。标准化作为推动技术进步和产业升级的重要手段,对于智慧管网的发展具有举足轻重的作用。近年来,随着智慧管网技术的不断发展和应用,我国智慧管网标准化建设也取得了显著的进步。与此同时,我国智慧管网标准化建设仍面临一些问题和挑战,如标准体系尚不完善、标准化工作缺乏统一协调、与国际标准对接程度不够等。

鉴于此,本文在明确智慧管网的内涵和目标基础上,采用标准文献计量方法分别从标准研制数量、各省份研制数量、领域热词、起草单位合作网络等方面分析了智慧管网标准化情况,明确我国智慧管网标准化发展现状,据此研判我国智慧管网标准化发展的趋势。

1 智慧管网概念内涵与文献述评

智慧管网是一种集成了智慧化技术的管道网络,它利用现代信息技术手段,实现城市综合管网的全面信息化和智能化管理。具体来说,智慧管网通过综合运用物联网、云计算、大数据等技术,实现对管网数据的采集、传输、处理和应用,从而对城市管道系统进行实时监测与数据分析,为管道系统的智能化管理提供支持。智慧管网旨在提高管网的可靠性及管理效率,减轻城市管网运行的负担,增强其安全可靠性和运行效率^[1-5]。

智慧管网具有数据全面统一、感知交互可视、系统融合互联、供应精准匹配、运行智能高

效、预测预警可控等特征。它通过感知层、传输层、服务层系统架构集成管道全生命周期数据,提供智能分析和辅助决策的功能,实现人看不见的管道的可视化、网络化、智能化管理。同时,智慧管网以地下管网数据共享为基础,以运行监管为主体应用,以控制管网管线安全运营风险为目的,实现管线运行全生命周期的管理^[6-7]。标准化是一种将产品、过程和服务规范化的方法,通过制定一套共同的规则和指南,以确保智慧管网产品和服务的质量、安全性和可靠性。鉴于此,通过梳理相关研究发现,当前有关智慧管网标准化发展现状与趋势的研究主要聚焦于以下2个方面:

(1)当前研究较多关注智慧管网与标准化之间关系研究。首先,智慧管网的建设和管理需要遵循一定的标准和规范,以确保其正常运行和安全性。这些标准可能包括技术规范、数据格式、接口标准等,以确保不同系统之间的兼容性和数据共享。其次,标准化可以促进智慧管网的发展和应用。通过制定统一的标准和规范,可以推动智慧管网技术的普及和推广,促进不同厂商之间的设备兼容和数据共享,从而降低成本、提高效率。最后,智慧管网也需要不断地进行技术创新和升级,以适应城市发展和变化的需求。而标准化可以为这些技术创新提供指导和支持,确保新技术的兼容性和可扩展性。因此,智慧管网与标准化之间密切相关,标准化是智慧管网建设和管理的重要保障,也是推动智慧管网技术发展和应用的重要手段。

(2)大多数研究采用基于科技论文文献计量方法来揭示某一领域标准化发展现状与趋势,但忽略了标准文献本身所包含的内容和知识,采用这种思路自然无法精准刻画智慧管网领域标准化现状与趋势。区别于现有研究,本文将创新性采用标准文献计量分析法来开展智慧管网标准化发展现状与趋势研究。标准文献计量分析法是一种通过分析文献的各个特征,如起草单位、研制标准数量、关键词以及起草单位合作网络等,来评估标准文献的使用价值、发展趋势和影响力的一种方法。该方法已经成为现代科学研究中的重要

工具,被广泛应用于科学领域中的各个学科,如医学、生物学、物理学和社会科学等。此外,它还可以用于评估某个起草单位的学术水平和影响力,以及发现某个领域的热点问题和新兴研究方向^[8-12]。

鉴于此,本文将采用标准文献计量方法分别从标准研制、各省份标准研制数量、领域热词、起草单位合作网络等方面分析智慧管网标准化情况,明确我国智慧管网标准化发展现状,研判我国智慧管网标准化发展的趋势。

2 智慧管网标准化发展现状

国内外尚未有权威机构发布智慧管网标准体系,因此没有权威依据作为梳理智慧管网标准的范围。根据石油管网特点,结合大数据、物联网等“智慧”领域相关标准,将智慧管网分为基础通用、建设运行、安全保障三大类(详见图1),数据年份为2001—2023年,共梳理国家标准和行业标准425项,其中国家标准132项,行业标准293项。而在这些标准中,基础通用标准占较大比重,数量达到282项,占标准总量的66%,建设运行标准和安全保障标准数量分别为125项和18项,占比较小。

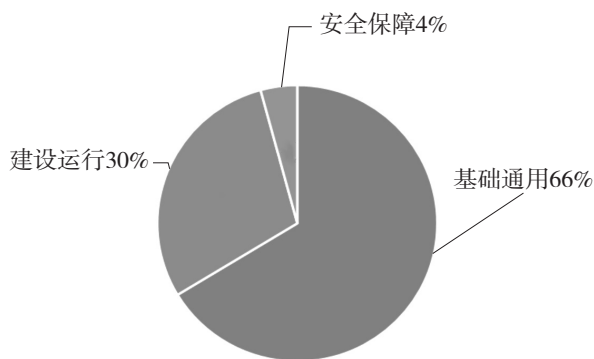


图1 智慧管网三大类型标准占比情况

智慧管网标准体系是一个复杂构成系统,可以进一步分为术语与符号标准、建设及运行导则标准、基础数据类标准、智慧管网成熟度标准、网络通信标准、云计算与存储标准、网络安全标准、工程建设项目管理标准、油气管道工程设计

标准、物资采购标准、施工及验收标准、风险防护标准、检测检验标准、地灾防护标准、设备设施完整性管理标准、站场设备智能化、无人机站场运行管理、智慧管网运行与控制原则及调度管理、智慧管网可靠性标准、智慧管网自动化标准、智慧管网调度优化技术、LNG接收站建设运行智能化标准、LNG感知系统智能化、储气库管理及管控系统智能化、储气库运行优化系统智能化、安全环保标准、应急管理标准27个具体分类(详见图2)。其中,网络信息标准数量最多,达到173项,云计算与存储标准51项,智慧管网自动化标准也达到了37项。由此可见,智慧管网标准体系是一个系统,它涵盖了智慧管网建设、运营和管理的各个方面,包括技术标准、管理标准、数据标准以及检验检测标准等。

标准研制与经济发展密切正相关。根据标准起草单位的地域特点,经济基础好的省市(如北京、广东、江苏等)通常标准研制工作也比较扎实,其研制智慧管网标准的数量较多(详见图3),排名靠前。相反经济欠发达地区(如青海、宁夏、新疆等),其研制智慧管网标准的数量较少,排名靠后。

智慧管网标准的热词体现了工业化和信息化融合的特征(详见图4)。信息、通信、计算、联网等热词体现了智慧特点,石油、管道、天然气等热词体现了管网行业,热词分析从整体上呈现了智慧管网技术要点。对热词分析而言,智慧管网本身就体现了工业化与信息化融合的特点。在传统的工业化过程中,管网系统主要关注基础设施的建设和运营,包括管道的铺设、维护和管理等。然而,随着信息化技术的发展,特别是物联网、大数据、云计算等技术的广泛应用,智慧管网应运而生,将信息化与工业化紧密结合,运用物联网技术,通过在管道上安装传感器和监测设备,实现了对管道系统的实时监控和数据采集,可以实时监测管道的压力、温度、流量等关键参数,并将数据传输到云端进行分析和处理。这种实时的数据采集和传输,使得管网系统能够更加准确地了解管道的运行状态,及时发现潜在的安全隐患,提高管道的安全性和可靠性。同时,智慧管网还借助大数据和云计算

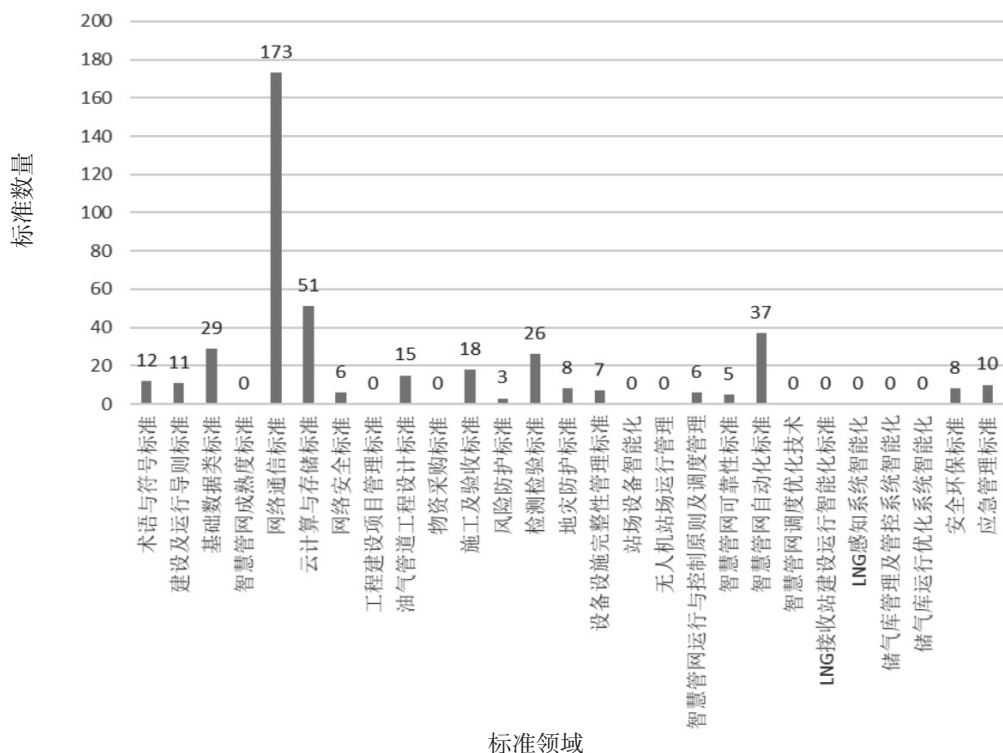


图2 智慧管网具体领域标准数量分布

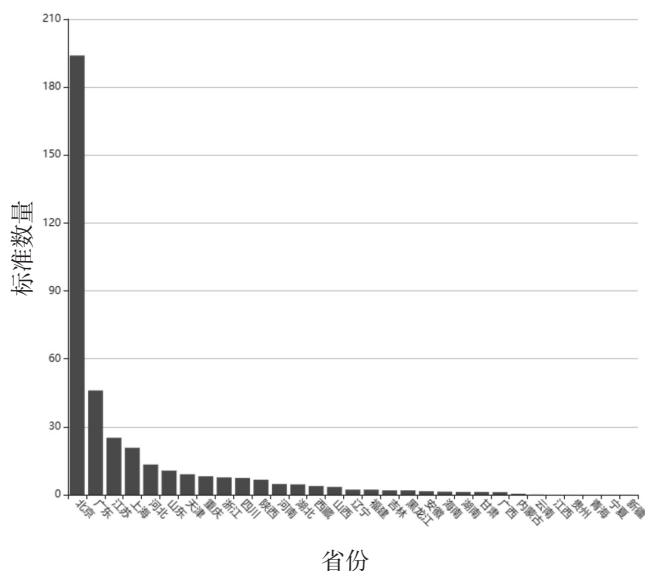


图3 2001—2023年智慧管网标准起草省份数量统计

技术，对采集到的数据进行分析 and 挖掘，提取出有价值的信息。通过对历史数据的分析和比对，可以预测管道的运行趋势和可能出现的问题，为决策者提供科学依据。此外，智慧管网还可以利用人工

智能技术，实现自动化控制和智能决策，提高管网系统的运行效率和智能化水平。

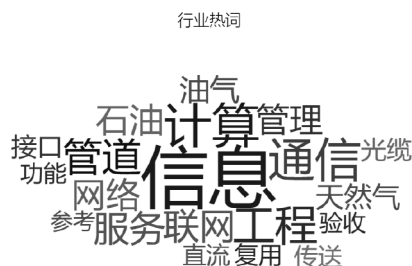


图4 智慧管网标准热词分析图

油气管道企业的跨领域、跨行业合作较少。智慧管网标准起草单位主要包括信息技术和油气管道相关企业（详见图5）。其中，信息技术企业占比87%，华为技术有限公司排名第一。在油气管道相关企业中，中国石油天然气股份有限公司管道分公司位置最高，排名第五。由中国石油天然气股份有限公司管道分公司合作研制标准单位（详见图6）可知，合作单位基本为石油行业的相关企业、高校

排名	单位	单位类型	地址
1	华为技术有限公司	企业	广东省深圳市
2	中讯邮电咨询设计院有限公司	企业	北京市北京市
3	深圳赛西信息技术有限公司	企业	广东省深圳市
4	中国移动通信集团设计院有限公司	企业	北京市北京市
5	中国石油天然气股份有限公司管道分公司	企业	河北省廊坊市
6	阿里云技术有限公司	企业	西藏自治区阿里地区
7	广东省电信规划设计院有限公司	企业	广东省广州市
8	浪潮电子信息产业股份有限公司	企业	山东省
9	深圳市金蝶天燕中间件股份有限公司	企业	广东省深圳市
10	北京华胜天成科技股份有限公司	企业	北京市北京市
11	海洋石油工程股份有限公司	企业	天津市市辖区
12	中移(苏州)软件技术有限公司	企业	江苏省苏州市
13	新华三技术有限公司	企业	河北省石家庄市
14	中国通信建设集团有限公司	企业	北京市市辖区
15	上海集成通信设备有限公司	企业	上海市上海市

图5 智慧管网标准研制数量排名前15起草单位

和科研院所,跨领域、跨行业合作较少,未来需要加强油气管道企业与技术信息企业交流合作。

3 智慧管网标准化发展趋势研判

3.1 更加关注由标准数量向标准质量转变

智慧管网涉及的智慧化基础标准数量多、范围广,已经具备智慧化建设的基础,即将成为智慧管网技术发展的强有力基础支撑。但是,我国智慧管网建设运行标准数量较少,尤其是智慧管网调度优化技术、LNG接收站建设运行智能化、LNG感知系统智能化、储气库管理及管控系统智能化、储气库运行优化系统智能化等重点技术智能化领域,暂处于无标可依的状态。因此,在智慧管网未来的标准化工作发展方面,应将主要侧重点集中在建设运行类标准,尤其是相关技术领域的智能化、感知化标准的制修订方面。我国经济发展由高

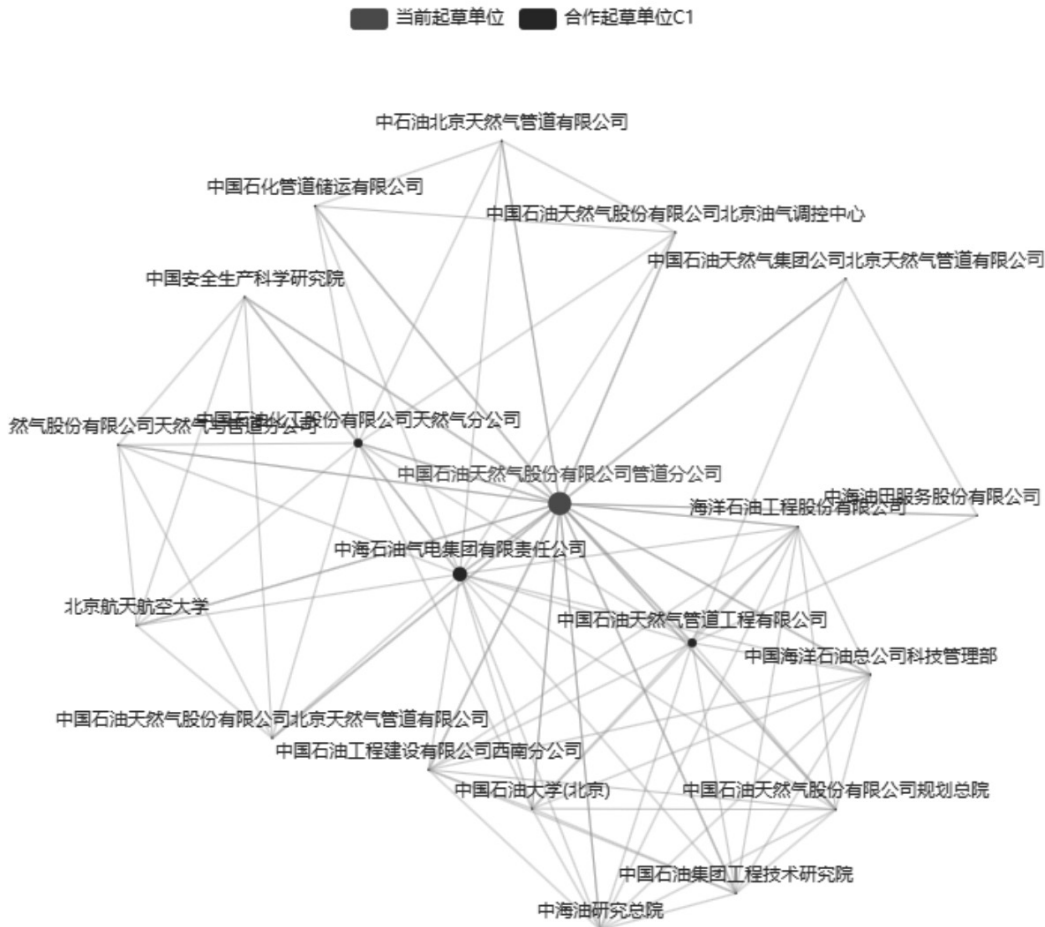


图6 中国石油天然气股份有限公司管道分公司合作研制标准单位

速增长阶段转向高质量发展阶段,即从强调经济增长规模数量转向经济增长效率质量。对标准而言,也应实现由数量规模向高质量转变。我国标准化政策加大了对高质量标准的支持力度,油气行业也要积极响应国家政策要求,转变数量取胜的理念,着力推动高标准、高水平标准化研制和应用,以高标准引领我国油气行业高质量发展。

3.2 更加重视标准化与科技创新互动发展

《国家标准化发展纲要》把标准化与科技创新互动发展放在五大发展任务的首位,技术标准是科技成果向现实生产力转化的桥梁和催化剂。当前,我国智慧管网标准有效供给仍然不足,智慧管网标准脱实向虚倾向仍然存在,即智慧管网标准尚未真正成为推动油气行业智能化技术创新与质量提升的利器,也尚未发挥科技成果转化与产业化的中介或桥梁作用。新时期,推动油气行业高质量发展,以服务科技创新发展为重要目标,智慧管网标准化工作脱虚向实,强化智慧管网标准的基础性制度作用,以高标准引领和带动油气行业高质量发展,以油气行业转型升级倒逼

标准化,将智慧管网标准作为生产要素融入技术创新和产品生产过程,进一步加快科技、标准和产业融合步伐,提高创新对经济增长的贡献率,进而加快形成创新驱动我国经济高质量发展的标准范式。

3.3 更加关注产业数字化和绿色化转型标准研究

围绕油气管网行业数字转型需求,制定统一的技术标准,包括管网设备的接口、数据传输协议、数据处理算法等,以确保不同系统之间的兼容性和互通性。健全管理标准,包括管网设施的运行管理、维护管理、安全管理等,以确保管网设施的正常运行和安全使用。制定数据标准,包括数据的采集、传输、存储、应用等,以确保数据的准确性和可靠性。在绿色化转型方面,制定严格的环保标准,确保智慧管网的设计、建设和运营符合环境保护要求,减少对环境的影响。推广节能技术和设备,制定节能标准,降低智慧管网的能耗和运营成本,提高能源利用效率。建立智慧管网废弃物的循环利用体系,制定循环利用标准,实现资源的最大化利用和环境的可持续发展。

参考文献

- [1] 王馨莹,陈志刚.数字孪生软件在智慧管网建设中的应用[J].化工设计通讯,2023,49(4):22-24.
- [2] 薛鲁宁,李莉,张栩赫,等.智慧管网技术标准体系架构探索[J].中国标准化,2023(6):50-57.
- [3] 吴东容,侯宜辰,俞旻,等.智慧管网安全环保标准体系架构研究[J].标准科学,2024(7):27-34.
- [4] 薛鲁宁,李莉,陈钻,等.智慧管网对标策略研究[J].标准科学,2024(4):21-25.
- [5] 曾敬鸿.人工智能在智慧管网领域的探索[J].现代电视技术,2023(3):144-146.
- [6] 张晓红.“智慧管网”建设的实现与技术研究[J].低碳世界,2021,11(11):29-30.
- [7] 逢崇雁,盖琪琳,孙艳茹.基于GIS的智慧管网系统设计[J].网络安全和信息化,2021(5):77-79.
- [8] 朱骏侠.基于WebGL的三维智慧管网系统的设计与实现[J].测绘通报,2021(4):146-150.
- [9] 盖琪琳,孙艳茹,逢崇雁.智慧管网系统运维服务[J].网络安全和信息化,2021(4):96-100.
- [10] 李莉,张一玲,王乐乐,等.智慧管网全球专利态势分析[J].中国发明与专利,2021,18(4):35-41.
- [11] 税碧垣.智慧管网总体架构与发展策略思考[J].油气储运,2020,39(11):1201-1218.
- [12] 税碧垣,张栋,李莉,等.智慧管网主要特征与建设构想[J].油气储运,2020,39(5):500-505.