

国家自然科学基金项目(40802031、41072111)联合资助

LG植物胶处理剂的研究与应用

Research & Application of LG Vegetable Gum Additive

蔡记华 谷穗 乌效鸣 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

国家自然科学基金项目(40802031、41072111) 联合资助

LG 植物胶处理剂的研究与应用

蔡记华 谷 穗 乌效鸣 著



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

图书在版编目(CIP)数据

LG 植物胶处理剂的研究与应用/蔡记华,谷穗,乌效鸣著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2011. 12

ISBN 978-7-5625-2659-9

I. ①L…

II. ①蔡…②谷…③乌…

III. ①植物胶-处理剂-研究

IV. ①TQ047. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 193490 号

LG 植物胶处理剂的研究与应用

蔡记华 谷穗 乌效鸣 著

责任编辑:徐润英

选题组稿:徐蕾蕾 徐润英

责任校对:戴莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传 真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:170 千字 印张:7

版次:2011 年 12 月第 1 版

印次:2011 年 12 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司

印数:1—500 册

ISBN 978-7-5625-2659-9

定价:24.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

野生植物胶是从植物的树皮、叶或根中提取出来的。一些野生植物材料,如瓜尔豆、田菁粉、香叶粉、榆树皮、葫芦巴、雷公蒿叶和魔芋粉等,经过一定的加工处理后,可以作为钻井液处理剂和压裂液凝胶材料。上述野生植物胶类处理剂存在的主要问题是它们大多取自植物的根(茎)或皮,对植物本身破坏大,生长周期长,采集困难,无法满足日益增长的钻探工程的技术需求;近年来,国家越来越重视对环境的保护,并制定了相应的法律、法规来保护植被使其免遭破坏;目前已开发和利用种类和数量仍较少,野生植物胶资源开发和利用仍处于较低的水平。

LG 是樟科芳香植物,拉丁文名 *Lindera glauca*, LG 叶子中含有水溶性聚糖、精油、脂肪酸和纤维成分,经过一定的加工处理后,能形成性能调整范围较大的钻井液处理剂——LG 植物胶。因此,利用国内来源广泛、价格合适的野生 LG 植物胶资源,研制开发 LG 植物胶处理剂并应用于生产实际,对于丰富和提高我国的钻井液技术水平及发展地方经济,都具有十分重要的经济效益和社会效益。

全书共分六章,主要对 LG 植物胶的基本特征、室内试验、流变性、降滤失和润滑作用机理和现场应用情况进行了分析和论述。

第一章介绍了目前国内利用较多的植物胶,如瓜尔豆、田菁粉、香叶粉、榆树皮、葫芦巴、雷公蒿叶、魔芋粉和 SM 植物胶等;第二章介绍了 LG 植物胶的基本特征;第三章分别研究了 LG 植物胶对淡水钻井液、盐水钻井液、海水钻井液和充气泡沫钻井液性能的影响,然后就开发商品化的 LG 钻井粉进行了研究;第四章对 LG 植物胶钻井液体系的流变性进行了研究;第五章对 LG 植物胶的降滤失和润滑作用机理进行了分析;第六章介绍了 LG 植物胶在河南省驻马店煤田勘探、湖北省武汉市鲁磨路非开挖铺管工程、湖北省武汉市工业四路非开挖铺管工程、湖北鄂州水井钻探、广西柳州水井钻探、湖北大冶铁矿勘探、湖北省恩施隧道工程钻探和松科 1 井(主井)钻井工程等工程实践中的应用情况。

本书可以作为地质、石油、煤炭、矿山、水电、铁道、交通、核工业等部门的钻探工程技术人员和工程管理人员的学习用书,同时也可以作为研究院所相关技术人员和高等院校研究生、大中专生研究和学习的参考书。

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者不吝批评指正!

著 者
2011 年 8 月

第一章 绪 论

§ 1.1 研究目的与意义

利用我国来源广泛、价格合适的野生植物胶资源,联合地方企业,通过广泛调研、试验和分析,筛选出以 LG 植物胶为代表的植物胶类处理剂,研制开发具有广泛应用前景的 LG 植物胶钻井液体系,在大量室内实验的基础上,通过在油气钻井、煤田勘探、固体矿床勘探、非开挖和地热勘探等多个领域进行现场试验,实现产品的具体化、多元化,以满足日益增长的钻探技术需求。

研制开发国内尤其是湖北省内丰富的野生植物胶资源,对于丰富和提高我国的钻井液技术水平,发展地方经济,都具有十分重要的经济效益和社会效益。

§ 1.2 国内外研究现状及发展趋势

近年来,国内能源供应形势越来越紧张,钻探工作量逐渐增大。与此同时,孔内事故尤其是因钻井液护壁堵漏引发的事故频繁发生。钻井液工艺技术是钻探工程中的重要环节,随着钻探深度与难度的逐渐增大,该项技术在保证安全、优质、快速钻探中起着越来越重要的作用。处理剂是用于改善和稳定钻井液性能,或为满足钻井液某种需要而加入的化学添加剂,它是钻井液的核心组分,往往加量很少就能对钻井液性能产生极大的影响。

经有关单位证实,一些野生植物材料如瓜尔豆、田菁粉、香叶粉、榆树皮、葫芦巴、雷公蒿叶和魔芋粉等,经过一定的加工处理后,可以作为钻井液处理剂和压裂液凝胶材料。野生植物胶是从植物的树皮、叶或根中提取出来的,植物胶粘液包含各种不同的多糖,是由各种单糖组成的中性或酸性、线型或支链型高分子化合物。其分子量变化大,这与所取植物的组织部位、生长年龄和环境有关。单糖是不能水解成更简单的多羟基醛(或酮)的碳水化合物。多糖一般由 100~300 个单糖单元组成,水解后每个分子能生成由 10 个以上单糖分子组成的碳水化合物。由于植物胶粘液的高分子链上含有多个羟基(—OH),因此它的吸附能力很强,容易吸附在固体表面或井壁岩石表面上形成一层高分子膜(溶剂水化膜),对井壁起到很好的保护作用,如钻井液中所使用的瓜尔胶、田菁胶、香叶粉、钻井粉、魔芋胶、PW 植物胶等均属此类。

美国大西洋炼油公司 1957 年提交、1962 年注册的专利首次提出用瓜尔胶(*guar gum*)作为压裂液凝胶材料,并提出以硼化物作交联剂,其优点是滤失量小,悬浮能力强,用量少和成本低。瓜尔胶是一种天然高聚物。它由瓜尔植物种子——瓜尔豆中提取。瓜尔豆中的胶体含量可达 40%。瓜尔豆,又名胍胶豆,原产印巴次大陆西部,世界各地栽培甚广,已有数百年栽培历史,为一年生草本植物,是一种用途广泛的工业原料,其种子胚乳含瓜尔胶。瓜尔胶原粉在常温下的水合物可分为水溶性和水不溶性两部分,水溶性部分主要是半乳甘露聚糖,是工业使

用的有效部分,水不溶性部分主要是分子量较大的半乳甘露聚糖、粗纤维和蛋白质等。瓜尔胶主要用于石油开采业,用来配制成水基压裂液,增稠能力强,热稳定性好,抗生物降解,能增加含油地层的渗透性,对提高石油产量有明显效果。此外,瓜尔胶也广泛应用在造纸、纺织、食品、香料、药物及矿冶工业领域。

我国自 20 世纪 60 年代起使用香叶粉,70 年代起使用钻井粉,70 年代末使用魔芋作为化学处理剂。近年来已采用海藻胶水基钻井液、决明子水基钻井液、皂荚胶水基钻井液、葫芦巴(又名香豆子)水基钻井液。此外,还广泛采用含半乳甘露糖类植物胶作增粘剂、降滤失剂。

魔芋(*konjac*),也叫蒟蒻,为天南星科魔芋属多年生草本植物,亦称花赶莲、南星、麻芋子、花伞把等。全球大约有 130 个野生品种,我国是世界上魔芋的主产国,魔芋在我国的栽培史已有近 2000 年,资源十分丰富,主产于长江流域及西南、西北的四川、云南、贵州、湖北、湖南、陕西、安徽等地。将魔芋块基去皮、切片、晒干或烘干、磨粉、过筛、去渣皮和粗纤维,即得魔芋粉。魔芋粉具有增稠、膨胀、润滑、悬浮、乳化等特性,已被广泛应用于食品、纺织、医药、地质、造纸和建筑等多个领域。在石油和地质勘探行业中,魔芋粉已用作钻井液处理剂和油气水力压裂液胶凝剂,其实验性应用也取得显著的成果。

阿拉伯树胶是一种很重要的植物胶,很早就用作粘结剂和增稠剂。它是从豆科植物的某些部分中提取出来的,溶于水,可用乙醇来沉淀提纯。

SM 植物胶冲洗液,是国家电力公司成都勘测设计研究院“六五”国家重点科技攻关的科研成果。SM 植物胶是用植物根茎加工成的粉末,其主要成分是半乳糖、甘露聚糖和木质纤维素等物质,与水溶成半透明的棕红色胶体。SM 植物胶作为冲洗液材料,既可直接配制成无固相冲洗液,又可以作为一种优良的增粘、降失水及提高润滑减阻作用的泥浆处理剂,还可以用来配制成低固相泥浆,适用于不同的复杂地层。该院从 1990 年开始使用 SM 植物胶低固相冲洗液工艺技术,十余年来,先后在小关子电站、理县电站、紫坪铺水库地震孔、清平水库、大桥水库、天龙湖电站等近 20 个大、中型水利工程中进行推广应用,取得了较好的效果,特别是在天龙湖电站中,用 SM 植物胶技术成功地钻进了 120m 的深厚覆盖层。

葫芦巴、野皂荚、塔拉和白芨是我国具有重大经济价值的特种植物胶资源。从前 3 种豆科植物的种子中分离制得半乳甘露聚糖胶,从白芨假鳞茎中则可获得丰富的葡甘聚糖胶。半乳甘露聚糖胶因其独特的流变性,而被广泛用作增稠剂、稳定剂、粘合剂、胶凝剂、浮选剂、絮凝剂、分散剂等,并应用于石油钻采、食品医药、纺织印染、采矿选矿、兵工炸药、日化陶瓷、建筑涂料、木材加工、造纸、农药等行业。2001 年,葫芦巴、野皂荚、塔拉和白芨 4 种具有重要用途的特种植物胶资源高效利用和产业化技术作为国家“十五”科技攻关重点项目“特产资源高效利用与产业化技术”的课题“特种植物胶资源高效利用与产业化”(2001BA502B03)立项研究。

早在 20 世纪 40 年代,国外有人发现亚麻籽表面有一层胶状物,并对其进行了提取和初步研究,随后国内外陆续有人在这方面进行过研究,并有文献报道。人们发现该胶状物主要是多糖类化合物,分子量一般为 12 000 ~ 14 000,在实验室制备出的胶样有液态和粉状两种。液态胶呈浅色透明状,一般情况下粘度在 5 000 ~ 10 000mPa · s 之间,在液态胶中添加某些有机溶剂或盐类可使胶液发生沉淀。而干胶粉呈淡黄色粉末状,无毒、无异味,密度在 0.4 ~ 0.8g/cm³ 之间,不溶于油和大多数有机溶剂,可与水形成淡黄色胶粘溶液,人们把这种胶称为亚麻籽胶或富兰克胶(*flaxseed gum*)。把亚麻籽胶和在食品和其他工业中所用的植物胶,如卡拉胶、瓜尔豆胶、果胶、海藻胶等相对比,研究人员发现在许多方面与上述植物胶有可比性,在某些方面

更具有独特的性质。正是亚麻胶的这些特性,为其在食品、制药、生化等许多工业领域的应用提供了广阔的前景,如在石油天然气开采中,可作为井壁防坍塌剂使用。

由原成都地质学院泥浆研究室与中国科学院成都生物研究所植被室共同研制成功的PW植物胶,增粘、降滤失效果强,并对泥页岩水化膨胀具有良好的抑制作用,在生产实践中取得了良好的效果。

成都理工大学环境与土木工程学院开发的QM植物胶属多年生草本植物,有主根或主根不明显,根部呈纺锤状或细长圆锥状,簇生多弯,表面呈棕褐色或灰棕色,新鲜断面有粘滑感;干品呈浅红褐色,大约含多糖60%、蛋白质23%、脂肪5%。

槐豆胶(*sophora bean gum*)是从豆科多年生植物国槐(*sophora japonica L.*)种子胚乳中提取出的一种多糖胶,主要成分是半乳甘露聚糖,半乳甘露聚糖是以 $\beta-D-1-4$ 甙键连接的甘露糖为主链的骨架,在某些甘露糖基的1~6位上连接一个 $\alpha-D$ -吡喃半乳糖。可作为增稠剂、凝胶剂、悬浮剂、胶粘剂等广泛应用于食品、石油、医药、纺织、造纸、煤矿、炸药等行业。国槐是北京、兰州、西安、郑州、太原等市的市树,我国华北、西北等地普遍种植,资源丰富,但至今未被开发利用而造成资源浪费。

田菁(*sesbania*)原产于低纬度热带和亚热带沿海地区,为灌木状草本植物,耐盐,耐涝,是优良的改良土壤绿肥植物。它的适应范围很广,在我国大部分地区都能种植生长,特别是在沿海地区产量很大。田菁胶(*sesbania gum*)来源于田菁种子的内胶乳,其主要化学组成是半乳甘露聚糖,分子量为 2×10^5 左右。它已被应用于石油和地质勘探钻井等方面,田菁胶作为水基压裂液增稠剂已成功应用于采油业。

上述野生植物胶类处理剂存在的主要问题是:它们大多取自植物的根(茎)或皮,对植物本身破坏大,生长周期长,采集困难,无法满足日益增长的钻探工程的技术需求;近年来,国家越来越重视对环境的保护,并制定了相应的法律、法规来保护植被使其免遭破坏;目前已开发和利用种类和数量仍较少,野生植物胶资源开发和利用仍处于较低的水平。因此,研制开发新型野生植物胶资源是一项很有应用前景的研究课题。

§ 1.3 研究目标与研究内容

通过前期的比较与分析,确定以LG植物胶为主要研究目标。

LG是樟科芳香植物,拉丁文名 *Lindera glauca*,产于山东昆嵛山以南,河南嵩县以南,陕西郿县以南以及甘肃、山西、陕西、江苏、安徽、浙江、江西、福建、台湾、广东、广西、湖北、湖南、四川等省区。喜光,生长于海拔900m以下的山坡、林缘、路旁。印度、朝鲜、日本也有分布。间断分布于热带、亚热带至温带的亚洲及美国中西部地区,共约100种。我国有40种,9个变种及2个变型,约占全属46%。在我国,LG为优势种或建群种,资源十分丰富,一年一生,有雄厚的开发利用的物质基础。LG叶子中含有水溶性聚糖、精油、脂肪酸和纤维成分,经过一定的加工处理后,能形成性能调整范围较大的钻井液处理剂——LG植物胶。其抑制能力强,降滤失效果好,润滑性能优越,还具有绿色环保和可再生的特性,开发利用前景广阔。

本书的主要研究内容如下:

- (1) 通过大量的调研、试验和分析,确定进行研制和开发的野生植物胶品种;
- (2) 研究对LG植物胶进行物理和化学处理的方法,使之成为配制钻井液的基本材料;

(3) 研究 LG 植物胶在淡水、盐水、复合盐水、海水和充气泡沫等钻井液体系中的作用,拟在强抑制性保护井壁、高效防渗堵漏、润滑减阻、冷却钻具、有效悬渣和除渣、抗高温等方面取得优越成果;

(4) 研究 LG 钻井粉的基本配方;

(5) 研究 LG 植物胶钻井液体系的流变性;

(6) 研究 LG 植物胶降滤失和润滑的作用机理;

(7) 进行 LG 植物胶钻井液的现场试验工作,并研究钻井液实验室配方与工业化生产衔接技术,以实现产品的具体化、多元化。

§ 1.4 技术路线与实验方案

LG 植物胶处理剂的研究与应用涉及多学科的理论方法,主要包括材料学、高分子化学、有机化学、分析化学、流体力学、渗流力学、地质工程和钻井工程等方法。

一、技术路线

(1) 研究 LG 植物胶的分析、试验和优化技术;

(2) 将 LG 植物胶应用于淡水、盐水、复合盐水、海水和充气泡沫等钻井液体系中,研究 LG 植物胶对钻井液性能的影响,形成 LG 植物胶在不同钻井液中的配方;

(3) 研究 LG 植物胶和膨润土等在钻井液中的相互作用,形成一套 LG 钻井粉的基本配方;

(4) 分析研究 LG 植物胶分别用于配制无粘土、膨润土、盐水和海水钻井液时的流变特性,得出相应最优的流变模型;

(5) 分析 LG 植物胶的理化性质和组成成分,对其降滤失和润滑作用机理进行分析;

(6) 在不同钻探领域,对 LG 植物胶钻井液进行现场试验,并进行调整和完善。

二、实验方案

(1) 对不同类型的植物胶进行性能测试,评价指标有密度(ρ)、pH 值、表观粘度(μ_a)、塑性粘度(μ_p)、动切力(τ_0)和胶体率等;

(2) 采用 API 标准方法,测试 LG 植物胶在不同钻井液(淡水、盐水、复合盐水、海水等)中的作用,评价指标有密度(ρ)、pH 值、表观粘度(μ_a)、塑性粘度(μ_p)、动切力(τ_0)、初切力、终切力、滤失量(FL)、滤饼厚度、润滑性、页岩膨胀率、页岩滚动回收率等;

(3) 采用标准方法,进行 LG 植物胶用于充气泡沫钻井液的试验,评价指标有流变参数、发泡体积和半衰期等;

(4) 采用 API 标准方法,对 LG 植物胶和粘土等复配而成的钻井液的性能进行测试,测试指标有密度(ρ)、pH 值、表观粘度(μ_a)、塑性粘度(μ_p)、动切力(τ_0)、滤失量(FL)和胶体率等;

(5) 在不同钻探领域,对 LG 植物胶钻井液进行现场应用试验,测试指标有密度(ρ)、pH 值、表观粘度(μ_a)、塑性粘度(μ_p)、动切力(τ_0)和滤失量(FL)等。

第二章 LG 植物胶的基本特征

§ 2.1 不同植物胶的比较与分析

通过大量的分析和调研,取湖北周边地区的各种不同植物胶进行对比分析。将不同量的植物胶(120目,粒径 $129\mu\text{m}$),分别依次加入到500ml水中,低速搅拌30min,测得密度(ρ)和流变参数,结果如表2-1所示。

表 2-1 不同植物胶的性能对比

植物胶名称	加量 (%)	ρ (g/cm^3)	μ_a ($\text{mPa}\cdot\text{s}$)	μ_p ($\text{mPa}\cdot\text{s}$)	τ_0 (Pa)	注 释
LG 植物胶	3	1.03	10.0	6.0	4.0	分层,1: 7
	4	1.03	15.5	12.5	3.0	分层,1: 6
牛筋粉	3	1.03	8.0	6.0	2.0	分层,3: 5: 2
	4	1.03	10.5	5.0	5.5	分层,2: 5: 3
石板条	3	1.03	20.0	13.0	7.0	分层,5: 1
	4	1.03	26.5	18.0	8.5	分层,5: 1
HN-1	3	1.03	8.5	7.0	1.5	分层,6: 1
	4	1.03	11.5	10.0	1.5	分层,6: 1
HN-2	3	1.03	11.5	10.0	1.5	分层,4: 1
	4	1.03	15.5	12.0	3.5	分层,4: 1

从表2-1可以看出,在几种不同的植物胶中, LG 植物胶增粘效果好,稳定性也较好。因此本书将以 LG 植物胶为代表,对新型植物胶钻井液体系进行研究和开发。

§ 2.2 LG 的特征、资源分布和开发利用概况

我国生长野生植物的地区幅员辽阔,还有不少尚未被开发。一些野生植物材料如瓜尔豆、田菁粉、香叶粉、榆树皮、葫芦巴、雷公蒿叶和魔芋粉等,经过一定的加工处理后,可以作为钻井液处理剂和压裂液凝胶材料。更好地用作钻井液材料的野生植物可能还有待于认识和利用。研究表明,樟科芳香植物 LG 就是其中的一种。

一、LG 的植物特征

樟科芳香植物 LG, 拉丁文名 *Lindera glauca*, 为落叶灌木或小乔木, 最高可达 8m; 树皮平滑, 灰色或灰白色; 冬芽(混合芽)长角锥形, 长约 1.5cm, 直径 4mm, 芽鳞裸露部分为红色; 幼枝条为白黄色, 初有褐色毛, 后脱落成无毛。叶互生, 宽椭圆形、椭圆形、倒卵形到狭倒卵形, 长 4~9cm, 宽 2~4(6)cm, 上面深绿色, 下面淡绿色, 被白色柔毛, 纸质, 羽状脉, 侧脉每侧(4)5~6 条; 叶枯而不落, 翌年新叶发出时落下; 叶柄长 4~7mm; 花单性异株, 伞形花序腋生; 核果球形, 直径约 7mm, 熟时黑色; 花期在每年的 3~4 月; 果期在每年的 7~8 月。

二、LG 的资源分布状况

LG 产于山东崑崙山以南, 河南嵩县以南, 陕西郿县以南以及甘肃、山西、陕西、江苏、安徽、浙江、江西、福建、台湾、广东、广西、湖北、湖南、四川等省区。喜光, 生长于海拔 900m 以下的山坡、林缘、路旁。印度、朝鲜、日本也有分布。间断分布于热带、亚热带至温带的亚洲及美国中西部地区, 共约 100 种。我国有 40 种, 9 个变种及 2 个变型, 约占全属 46%。在我国, LG 为优势种或建群种, 资源十分丰富, 有雄厚的开发利用的物质基础。

LG 在我国的分布不仅远比樟科著名芳香树种山苍子(*litsea cubeba*) 普遍, 而且对环境的适应能力也较强。因此, LG 是我国又一资源丰富、开发利用前景广阔的树种。据报道, 仅陕西省汉中地区 LG 果实年产量就达 850t。以此推算估测, 全国近 20 个省区的总产量不低于 100 000t。另外, LG 易萌芽, 更新快, 木材坚实耐用, 是优良的小径材用材树种和深受分布区群众欢迎的薪炭树种, 而这也是山苍子所无法比拟的。

三、LG 资源利用现状

LG 木材及枝叶含水量低而又富含油分, 发火力强而又持久, 燃烧值高且少烟, 因而是最受欢迎的薪炭材之一, 与栎类薪炭材有着同等重要的地位。所以, LG 在其产区目前主要是用作薪炭。

从用材角度来看, LG 木材纹理直, 结构细, 颜色浅, 质地坚韧, 易加工, 切削面光滑, 是家具的上等用材。但由于都是一些小径材, 所以常用以制作运动器械、家具、车轴、工具柄等, 亦是车辙、雕刻的良好原料, 用以制作轻纺工业用品、工艺美术品、玩具等。

LG 果皮及叶含有芳香精油, 果仁富含油脂, 果、叶、根均可入药, 叶还可以作为土农药防治农业害虫。然而, LG 在香料香精、医药卫生、油脂化工等方面的应用价值至今仍未受到重视, 造成了资源的浪费和流失。

四、LG 资源的开发利用途径

1. 精油

LG 果实及枝叶所含精油具有樟科植物的特征香气, 可以用水蒸气常压蒸馏来提取, 出油率果实为 1% 左右, 叶约为 0.2%, 二者均可用于食用香精的调配, 或作为化妆品及食用香精的调配原料。就组成成分而言, 果实精油主要含罗勒烯, 约占 80%, 还含 β -蒎烯、黄樟油素、蒎烯、壬醛等 12 种次要成分; 叶精油主要有石竹烯、1,8-桉叶油素、乙酸龙脑酯、 β -蒎烯、蒎烯等, 含量差别不大, 多为 10% 左右。

罗勒烯为无色液体,易溶于乙醇,具有扩散性、新鲜的花香、草香,是香料香精工业用以合成多种颇有价值单体香料的原料,工业上一般用 α -蒎烯为原料,在 600°C 左右的高温下热裂开环,可得48%的罗勒烯,然后再加以分离提纯。开发利用LG果实精油无疑将给香料合成工业提供新的天然罗勒烯来源,有助于合成香料成本的降低和产品质量的提高。其他次要成分除了直接用于调配香精外,亦可根据需要进行分离,作为合成香料或药品的原料。

2. 脂肪油

LG果仁(即种子)含油脂,含油率为38%~53%,采用压榨法出油率达30%左右,为不干性油,可供照明、医药、制皂等用,也可作机械润滑油。脂肪酸组成有10余种,主要有癸酸、月桂酸和油酸,不同产地的油三者含量波动较大,一般各占30%左右,有时某一种高达50%。此外,棕榈酸、亚油酸的含量也可达10%左右。

癸酸、月桂酸、油酸等脂肪酸均是日用化学工业的重要原料。癸酸主要用作塑料增塑剂和阳离子杀菌剂的原料,也用于合成具有水果香气的香料。月桂酸是生产香皂、洗涤剂、化妆品及化学纤维油剂的原料。油酸用途更为广泛,可用作洗涤剂、脂肪酸皂基质、化妆品、化学纤维、纺织助剂的原料,精制油酸用作塑料、工程塑料、合成纤维尼龙8和尼龙9的原料等。油粕是良好的禽兽饲料添加剂或用于沤制含氮量很高的有机农业肥料。

3. 药用

早在唐代《新修本草》(公元659年)就有关于LG入药的记载,称其“叶辛,大热,无毒”,主治“心腹痛、中冷、破滞”。近代医学研究和临床实验证明,LG果有治中风不语、心腹冷痛的功效,对气喘亦有疗效;LG叶能祛风湿、消肿毒、止血散瘀、止痛,用于治疗感冒、筋骨疼痛、痈疮肿毒、跌打损伤。制成注射液可用于各类炎疗的治疗,且无疼痛和副作用;LG根亦有类似的功效,主治风湿麻木、筋骨疼痛、腕腹冷痛、跌打损伤等。LG果实油挥发油(精油)对流感病毒、卡他奈氏球菌、乙型链球菌、伤寒杆菌、绿脓杆菌等多种病原微生物有很强的抑制作用或抗菌作用。

4. 其他

和多数芳香植物一样,LG对昆虫有一定的驱避、拒食或杀灭作用。将其叶或果捣碎取汁或加水煮沸,然后加水稀释,或磨粉喷洒,均可防治菜青虫、桑蜡、桑毛虫等农林果蔬害虫。叶磨碎后可作地质部门钻井泥浆材料或用于制作线香。LG对工业有害气体 SO_2 有很强的抵抗和吸收同化能力,适用于 SO_2 、污染严重的工矿区绿化。LG叶作兽药可治牛咳嗽、膨胀、喉风、软脚等症。

综上所述,LG全身是宝,有极高的开发利用价值。我国LG分布广,资源十分丰富,有计划地组织开发利用这一可更新的自然资源,把资源的潜在优势转化为广大山区的经济优势,不仅是山区林业发展,实现以副养林、以短养长、搞活林区经济的需要,而且也是适应社会主义市场经济体制建设的需要,应引起有关部门和科研单位的重视。

§ 2.3 初步加工及基本性能指标

LG植物胶的初步加工流程为:采收——选料(清除杂质)——晒干或烘干——细粉碎(清除粗纤维)——过筛(80~100目,粒径 $147\sim 175\mu\text{m}$)——成品。试验证明LG植物胶的质量

受采收季节、干燥方式和破碎方式等因素的影响。

一、采收、干燥和粉碎方式

1. 采收季节

野生植物具有采收季节强的特点,为保证产品质量,采收期最好在秋季。过早采收则有效成分低,含水量较高;过迟则有效组成会分解和转移到其他器官。

2. 干燥和粉碎方式

把原料晒干或烘干,烘干时温度不宜过高,一般控制在 $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。要维持良好的通风条件,以防止霉变。

产品的质量与加工机械效率、时间长短和粉粒大小有密切关系。若粉粒过细,则易成团;粉粒过粗,则会延长溶胀时间。一般控制在 80 ~ 100 目(粒径 $147 \sim 175\mu\text{m}$)。

二、产品的基本性状

固态粉末,色泽草绿,无气味,80 ~ 100 目(粒径 $147 \sim 175\mu\text{m}$);含水量不大于 10%,中性。

LG 植物胶可以单独用来配制无粘土钻井液,也可以和膨润土一起配制钻井液。其基本性能指标和配制方法如下。

1. 基本性能指标

3% 的 LG 植物胶水溶液应达到如下指标:漏斗粘度 25 ~ 30s;表观粘度 $\geq 6.0\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。

2. 用于配制膨润土钻井液的方法

取 20 ~ 30kg 的 LG 植物胶溶于 1m^3 的基浆中,再搅拌 20 ~ 30min,即可使用。若要提高浆液粘度,可加大胶粉用量。

3. 用于配制无粘土钻井液的方法

取 30 ~ 40kg 的 LG 植物胶溶于 1m^3 的清水中,再搅拌 20 ~ 30min,即可使用。若要提高浆液粘度,可加大胶粉用量。

§ 2.4 LG 植物胶作钻井液处理剂的特点初析

民间早就有用 LG 叶子作为蚊香增粘剂,或作为土法造纸添加剂,以增加纸的抗撕裂强度。用 LG 叶子粉(80 ~ 100 目,粒径 $147 \sim 175\mu\text{m}$)作为钻井泥浆处理剂,通过室内和工业性试验收到极好的效果,实验结果如表 2-2 所示。

实验结果表明:

(1) LG 叶粉作为泥浆处理剂可提高泥浆粘度,降低滤失量,增韧泥皮,具有抗砂浸反抗盐能力;

(2) 单独使用或与羧甲基纤维素配合使用都能达到较好的效果。单独使用的费用为单用羧甲基纤维素费用的四分之一;

(3) LG 叶粉来源广,产量大,价格低,加工和配制工艺简便。叶子秋天采集,不影响果实产量,又不影响树木生长,是一种很有开发利用价值的植物胶。

表 2-2 LG 叶粉处理对钻井泥浆性能的影响

钻井泥浆	叶粉用量 (%)	μ_a (mPa·s)	ρ (g/cm ³)	FL (ml)	泥皮及泥皮质量	含砂量 (%)	pH 值	温度 (°C)
刘各庄土配浆	0	20.5	1.14	15.2	2.5 裂	26	8	30
	1	22.5	1.15	14.3	2.2 裂		8	30
	2	24.5	1.15	12.8	2.0 裂		8	31
	3	27.0	1.15	12.5	2.0 裂		8	31.7
	4	29.5	1.15	11.4	2.0 裂		8	31.8
黄土庄粘土配浆	0	16.5	1.15	22.5	1.8 软裂	1	8	28
	1	17.5	1.15	16.0	1.4 稍裂		8	27
	3	19.0	1.15	13.0	1.0 韧		8	27
	5	19.0	1.43	10.8	1.0 韧	2	8	27
	7	24.0	1.53	9.0	0.7 韧	4	8	27

1. LG 植物胶的增粘机理

LG 植物胶的主要特点之一是具有明显的增粘性能。其原因是可溶性纤维素与多糖高分子在固态时,分子链呈卷曲状态,遇水后,水分子进入这些分子之间,分子链上的—OH 基可与水分子进行氢键吸附,结果产生由溶胀到溶解的过程,增加了分子间的接触和内摩擦力,表现出粘性。

2. LG 植物胶的抑制作用机理

LG 植物胶具有较好的抑制泥页岩水化膨胀的能力,其原因是植物胶高分子能通过吸附基团吸附在泥页岩表面,并渗透到微裂隙中去,形成具有一定强度的高分子膜,一方面阻止自由水继续向地层渗漏,另一方面使泥页岩的胶结性提高,故能起到抑制作用。

第三章 LG 植物胶室内实验与数据分析

在了解 LG 植物胶理化性质的基础上,本章将对它在淡水、盐水、海水和充气泡沫体系中的应用效果进行测试与分析,重点研究它的配伍性、增粘能力、降滤失能力、润滑能力、抗盐、抗钙和抗高温等性能,最后对 LG 钻井粉的优化配方进行研究。

§ 3.1 LG 植物胶在淡水钻井液中的实验测试与分析

一、LG 植物胶在淡水钻井液中的效果

在 1 000ml 水中加入 50g 钠膨润土,高速搅拌(11 000r/min,下同)20min,在室温下养护 24h,得到淡水基浆(下同)。加入不同量的 LG 植物胶,高速搅拌 20min,养护 24h,高速搅拌 5min,测定钻井液性能,流变参数和滤失参数的测试结果如表 3-1 所示,LG 加量为 2% 时形成的滤饼如图 3-1 所示,流变和滤失对比曲线如图 3-2 所示。

表 3-1 LG 植物胶在淡水钻井液中的效果

LG 加量 (%)	θ_{600}	θ_{300}	μ_a (mPa·s)	μ_p (mPa·s)	τ_0 (Pa)	$\tau_{初}/\tau_{终}$ (Pa/Pa)	FL (ml)	滤饼 (mm)	pH 值
0	15.0	11.0	7.5	4.0	3.5	3.0/3.5	10.4	1.0	7
1	33.0	23.5	16.5	8.5	8.0	5.0/7.0	8.8	1.0	7
2	45.0	33.0	22.5	12.0	10.5	5.0/7.0	5.8	1.0	7
3	51.0	37.0	25.5	14.0	11.5	3.5/6.5	5.6	1.0	7
4	58.5	44.0	29.25	14.5	14.75	5.5/7.0	5.2	1.0	7
5	67.0	51.0	33.5	16.0	17.5	6.5/6.5	5.4	1.0	7

从表 3-1 和图 3-1 可以看出,LG 植物胶在淡水基浆中降滤失和增粘效果明显。

(1) 当 LG 加量增到 2% 时,API 滤失量(FL)能降至 5.8ml(初始为 10.4ml),滤饼质量好;

(2) 随着 LG 加量的增加,表观粘度(μ_a)一直呈增加的趋势;

(3) LG 加量从 0 增加到 2% 时,塑性粘度(μ_p)、动切力(τ_0)和静切力(τ_s)增加较快,但是 LG 加量继续增加时,这些参数变化不大。因此,在 5% 的淡水基浆中,LG 的最优加量应为 2%。

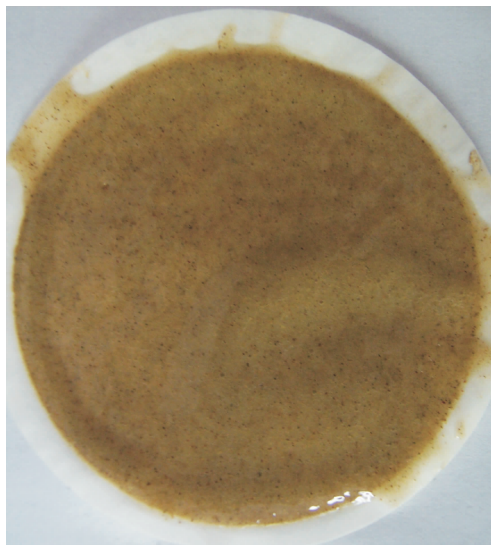


图 3-1 滤饼(2% LG)

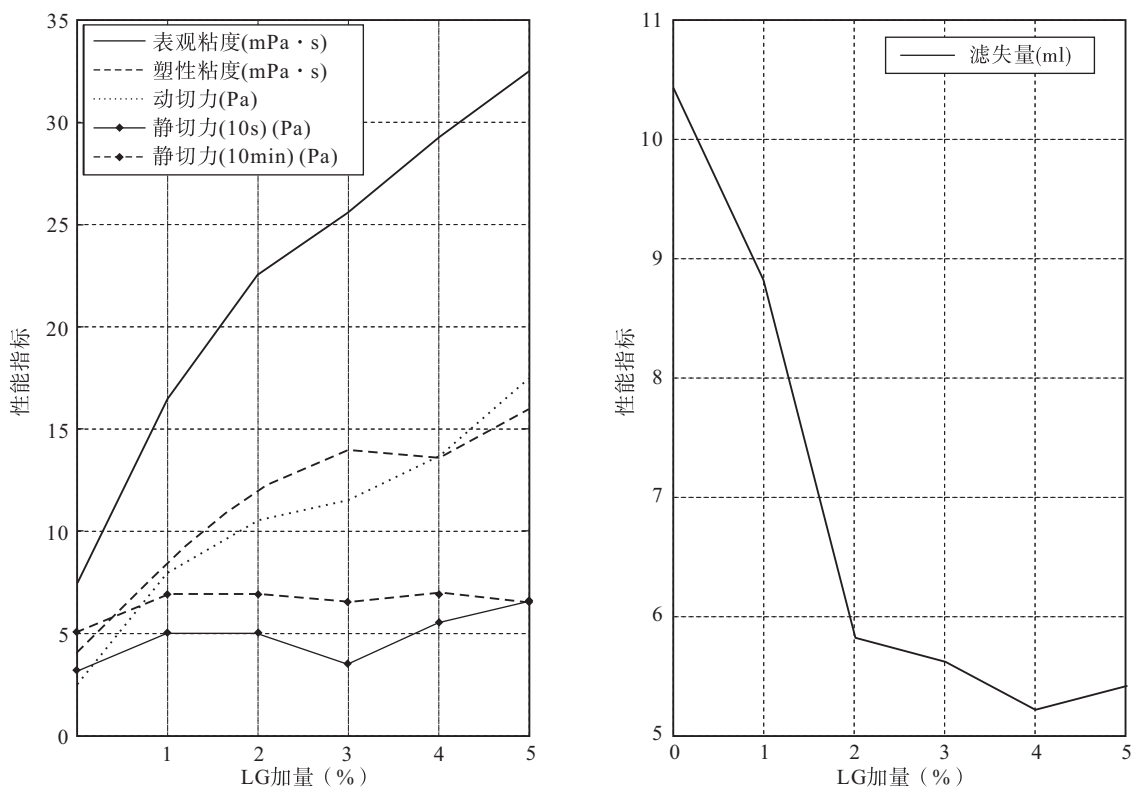


图 3-2 LG 植物胶对淡水基浆性能的影响

二、页岩抑制性评价实验

石油钻井中,经常钻遇水敏地层,用水基钻井液容易引起泥页岩水化膨胀,粘土分散运移,导致井壁坍塌、井径扩大等井壁不稳定现象。浸泡实验、页岩膨胀试验和页岩滚动回收试验表明,LG 植物胶在强水敏地层中能够抑制泥页岩的水化膨胀,表现出良好的防塌效果。

1. 简单的浸泡实验

将膨润土制成岩心(最好采用某地区油区的岩心),取等质量的三份,自左至右分别放在 LG 植物胶、普通膨润土钻井液和清水中,进行浸泡实验(图 3-3)。1h 后,LG 植物胶中试样无变化;在普通泥浆中的试样有明显的水化膨胀;水中试样则严重剥落、坍塌。这直观地说明 LG 植物胶抑制泥页岩水化膨胀的能力相当强。



图 3-3 简单的页岩浸泡实验
左→右, LG 植物胶→普通膨润土钻井液→清水

2. 页岩膨胀实验

该项实验主要用于检测各种钻井液对泥页岩膨胀性的抑制能力。由于泥页岩膨胀主要是由水化作用所引起,故可用膨胀量来衡量水化作用的强弱。

采用 NP-02 型智能页岩膨胀测试仪,以 10% KCl 为基本的参考标准,测试出在不同 LG 加量时页岩的相对膨胀率(表 3-2、图 3-4)。

表 3-2 LG 植物胶页岩膨胀实验数据

配 方	1h (mm)	2h (mm)	3h (mm)	4h (mm)	5h (mm)	6h (mm)	7h (mm)	8h (mm)	相对膨胀率 (%)
水 + 10% KCl	5.78	6.52	6.83	6.95	7.00	7.03	7.06	7.07	-
水 + 4% 钠土 + 2% LG	0.47	0.67	0.84	0.97	1.09	1.20	1.31	1.40	19.80
水 + 4% 钠土 + 3% LG	0.43	0.63	0.80	0.93	1.05	1.15	1.25	1.34	18.95
水 + 4% 钠土 + 4% LG	0.42	0.61	0.77	0.90	1.02	1.12	1.22	1.29	18.25
水 + 4% 钠土 + 5% LG	0.40	0.58	0.72	0.82	0.93	1.01	1.10	1.17	16.55
水 + 4% 钠土 + 6% LG	0.47	0.66	0.82	0.94	1.05	1.15	1.23	1.32	18.67

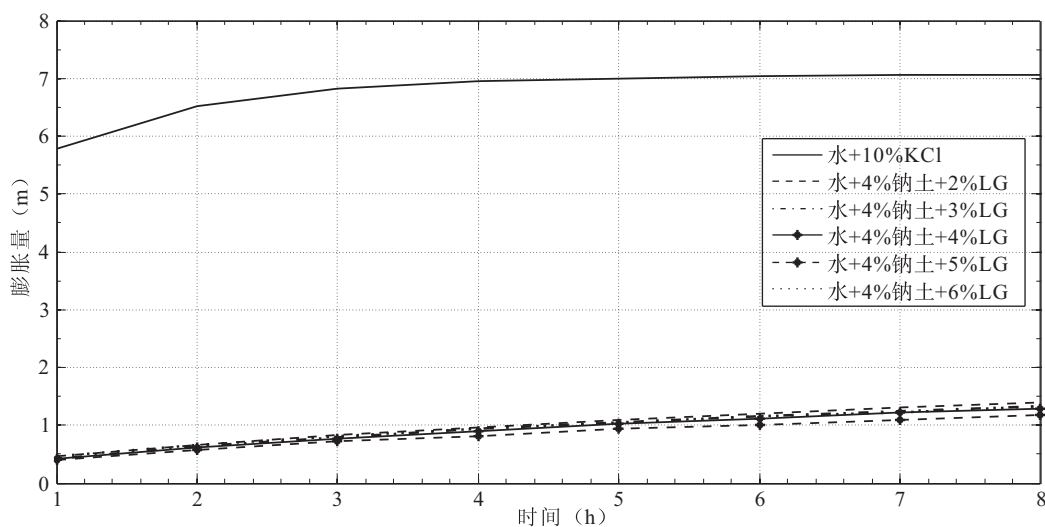


图 3-4 页岩膨胀实验曲线

表 3-2、图 3-4 显示, LG 植物胶对泥页岩水化膨胀有较强的抑制作用, 在基浆中加入 2% 的 LG 植物胶后, 其相对膨胀率只有 19.8%; 随着 LG 植物胶加量的增加, 这种抑制作用增加得比较缓慢, 同时考虑钻井成本因素, LG 植物胶的最优加量为 2%。

3. LG 植物胶页岩滚动回收实验

该实验主要用于检测钻井液对泥页岩分散性的抑制能力, 是定量评价泥页岩在经充分膨胀后分散趋势大小的一种直接方法。

采用 XGRL-2 型滚子加热炉, 参照《泥页岩理化性能试验方法》(SY/T 5613—2000), 对 LG 植物胶进行页岩滚动回收率试验。

岩样取自中原油田, 为现场同一井段相同粒径的钻屑, 8~10 目(粒径 1 550~1 938 μm) 过筛。4 组配方均经 80 $^{\circ}\text{C}$ /16h 热滚老化, 20 目(粒径 833 μm) 回收, 105 $^{\circ}\text{C}$ 下烘干 4h, 再冷却 24h 后称重量, 实验结果如表 3-3 所示。

表 3-3 LG 植物胶的页岩滚动回收率试验结果(中原油田)

配 方	20 目(粒径 833 μm) 回收量(g)	页岩回收率(%)
蒸馏水 + 20g 岩样	5.0	25.0
蒸馏水 + 0.5% LG + 20g 岩样	8.0	40.0
蒸馏水 + 1.0% LG + 20g 岩样	12.6	68.0
蒸馏水 + 1.5% LG + 20g 岩样	12.0	65.0

从表 3-3 可以看出, 加入 1.0% LG 植物胶能使页岩滚动回收率从使用蒸馏水时的 25% 提高到 68%, 表明它具有良好的防塌效果。

另外取胜利油田某井岩样, 在每份岩样中加入不同量的 LG 植物胶, 100 $^{\circ}\text{C}$ 热滚 16h, 测得页岩滚动回收率试验结果如表 3-4 所示。