

食品机械用润滑油(脂)市场分析与进出口检验 监管措施研究

魏宇锋*, 王文青, 费旭东

(上海出入境检验检疫局, 上海 200135)

摘 要: 本文介绍了食品级润滑油(脂)产品概况, 简要分析了我国食品级润滑油(脂)的市场现状, 总结概述了国外有关食品级润滑油(脂)的注册认证监管制度和相关标准制定情况, 梳理了我国已制定的食品级润滑油(脂)的相关国家标准。通过食品级与工业级润滑油的对比检测分析, 证明食品级润滑油中汞、金属及非金属元素、芳香族化合物等有毒有害物质均低于工业级润滑油。简要分析了我国针对食品级润滑油(脂)产品监管措施及标准建立中存在的不足, 从注册认证审核制度建设、产品技术标准建立、有毒有害指标限量及检测方法建立、海边分类编码单列、食品生产企业中食品级润滑油(脂)的使用监管等几个方面并给出了工作建议, 旨在为我国相关政府部门和食品生产企业提供参考。

关键词: 食品级润滑油(脂); 市场分析; 注册认证; 检验监管

The market analysis of lubricating oils and greases used in food machinery and research on the inspection and supervision at home and abroad

WEI Yu-Feng*, WANG Wen-Qing, FEI Xu-Dong

(Shanghai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200135, China)

ABSTRACT: This article summarized the product overview of food-grade lubricating oils and greases, briefly introduced the present market situation of the industry status, and reviewed the registration and certification supervision systems and relative standards relating to food-grade lubricating oils and greases abroad and established national standards and criterions in China. The results of the comparative test of food-grade and industrial lubricating oils and greases indicated that the content of mercury, metal and nonmetal elements, aromatic compounds in food-grade lubricating oils was much lower than that in industrial lubricating oils. Briefly analyzed the deficiency of supervision strategies to food-grade and industrial lubricating oils and greases in China, and we provided advice including the construction of registration certification examination system, establishment of the product technical standard, the limitation of the toxic and harmful substances and the building of testing methods, the separation in HS code, supervision of the application in food manufacture business, in order to be useful for related government section and food production enterprises.

KEY WORDS: food-grade lubricants; market analysis; registration and certification; testing and supervision

基金项目: 国家质检总局科技计划项目(2013IK016)

Fund: Supported by General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China(2013IK016)

*通讯作者: 魏宇锋, 工程师, 主要研究方向为石油及石化产品检验鉴定。E-mail: weiyf@shciq.gov.cn

*Corresponding author: WEI Yu-Feng, Engineer, Shanghai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200135, China. E-mail: weiyf@shciq.gov.cn

1 引言

随着我国食品加工工业的快速发展,食品安全成为关系国计民生的大事。影响食品安全的因素很多,其中食品加工机械用润滑油(脂)的使用就是重要因素之一。由于食品机械用润滑油(脂)可能直接或偶尔与食品发生接触,一定要使用食品级润滑油(脂),一般工业级润滑油(脂)由于含有较高量的多环芳烃、添加剂等有毒有害物质,一旦发生泄漏,则会污染所生产的食物、饮料等,从而引发食品安全事件^[1-6]。

相对于国际主要发达国家对于食品级润滑油(脂)的认证注册制度,我国对该类商品的检验监管存在较多空白。本文简要介绍了食品级润滑油(脂)的概况,并从我国食品级润滑油(脂)的市场现状出发,总结概述了国外主要发达国家和地区有关食品级润滑油(脂)的认证监管制度和相关标准,梳理了我国已制定的食品级润滑油(脂)的相关标准和规范,指出了我国目前食品级润滑油(脂)检验监管措施中存在的不足,并给出了相关工作建议,旨在为我国相关企业和政府部门提供参考。

2 食品机械用润滑油(脂)产品概述

食品级润滑油(脂)首先应满足润滑油的基本性能要求,如具有良好的润滑性能、抗磨、防止腐蚀和氧化、耐高、低温和抗乳化性能,能减少设备的磨损,延长设备的使用寿命;同时,还需对食品级润滑油(脂)所使用的原料基础油和添加剂进行质量安全控制,以使其安全、卫生指标满足食品安全要求^[7-11]。

食品级润滑油一般由深度精制的白油调制,或用动植物油做基础油调制,添加剂也要求是无毒无臭无味的,因此大多产品从外观上来看是类似水样的无色透明液体;而食品级润滑脂则采用复合铝、钙等稠化剂与基础油进行调配^[12-14]。

上述通用类型外,目前国际上发展比较快、性能优良、应用范围日益广泛的品种就是合成型的食品级润滑油(脂),其质量和性能普遍比相同用途的深度精制矿物型润滑油(脂)高许多,在高温、低温领域,抗氧化、水、化学品溶剂等方面都有非常优越的表现。合成型的食品级润滑油(脂)主要有聚 α -烯烃(PAO)、硅油、氟聚醚等类型。

PAO本身是一种纯的饱和烃化合物,不含芳香烃和其他基团,因此无毒性,对皮肤和黏膜无刺激作用,与矿物型白油相比,它具有优良的抗泡性和空气分离性,良好的化学、物理安定性,渗透性和吸附性优良,毒性也远低于深度精制的矿物型白油,因此适用于食品工业机械传动装置多种工况的润滑,尤其适用与回转式空气压缩机的润滑,寿命比深度精制的矿物型白油延长3~4倍以上,可达6000 h^[15,16]。

硅油以较宽的黏度范围、优良的抗氧化安定性和卓越的粘温特性为优势,制成的不同黏度的硅脂在食品加工、医药、卫浴的密封润滑保护方面有杰出的表现^[17,18]。

氟聚醚类因较高的抗氧、抗化学品、耐高温、低挥发性特点,所制成的食品级润滑剂也具有它独特的优势^[19-21]。我国国产品牌食品级润滑油(脂)主要以精制矿物油或植物油做基础油,通过添加适当的添加剂调和而成,也有较多产品选择以合成型聚 α -烯烃(PAO)为基础油,通过添加剂和稠化剂等调制而成^[7]。

3 市场现状及国内外认证、检验监管情况概述

3.1 食品级润滑油(脂)市场现状

目前,在国内的食品级润滑油市场上,占据主流的主要是一些国外的知名品牌,如美国杜邦、加拿大石油、道达尔、美国安德鲁等,国外知名品牌的食品级润滑油(脂)已形成系列化,可达几十个品种,国产品牌主要有昆仑、长城、统一等。

国内许多企业生产的食物出口到国外,尤其是出口到美国、欧洲等国家时,这些国家的采购商明确要求生产企业在设备上使用的润滑油(脂)必须是食品级润滑油(脂),要有FDA、NSF或其他认证体系的认证,证明企业使用的偶然会与食物发生接触的润滑油(脂)对人体是无毒无害的,这就对国内的食物出口企业有更高的要求。

由于国内还没有对食品级润滑油(脂)认证的专门机构,所以国内的润滑油生产企业只能将产品通过美国、欧洲的认证机构进行认证。由于生产食品级润滑油(脂)的基础油、添加剂、稠化剂要求很严格,要具备比较高的技术含量,国内的润滑油(脂)生产企业技术上很难达到,而且认证条件很严格、复杂,所以目前国内企业很少到国外进行认证,导致市场上食品级润滑油(脂)基本都是国外几个品牌^[22]。

随着中国社会的不断发展,国民生产水平不断提高,人民都在追求“高质量生活”,食物出口量会逐年增长,在这样大环境的影响下,食物生产企业将更加关注食物生产的安全,也会采用更优良的食物级润滑油(脂)保障食物的安全生产。据估计,中国食品级润滑油(脂)的市场容量很大,仅食品级润滑脂每年应在3000吨的需求,且年增长率为7%到8%左右^[23,24]。

我国近年来食品级润滑油(脂)进口量每年都在增长,但由于在海关商品编码(HS)中未将食品级润滑油(脂)单独列出,在进口时均以润滑油或润滑脂的品名进行报关报检,以致于缺乏准确的食物级润滑油(脂)进口数据,对食品级润滑油(脂)的检验监管工作也难以有效开展。

3.2 食品级润滑油(脂)国外认证监管情况

现阶段全球范围内,很少有国家政府对食品级润滑油在食物生产中的应用作出详细的评估和规定。而目前被

业界广为认同的食品级润滑油分类体系当属早期美国农业部(USDA)的食品级润滑油批准注册制度,当时,USDA 的食品安全检查服务部(FSIS)负责肉类、禽类食品的安全生产监管检查,要求这类食品生产的厂家必须使用被 USDA 批准的非食品化合物,并进行评估,这类评估主要包括两方面:基于配方毒理学方面的评价和标签评审,配方需符合 FDA21CFR 的要求,对产品不要求测试。一旦评估符合要求,USDA 会发布产品的授权书并在 USDA 出版的白皮书上列明^[25-30]。

美国国家卫生基金会(National Sanitation Foundation, NSF)成立于 1944 年,是一个独立的、不以营利为目的的非政府组织。NSF 专致于公共卫生、安全、环境保护领域的标准制订、产品测试和认证服务工作,是公共卫生与安全领域的权威机构。每年有数以百万计消费品、商业和工业产品被印上 NSF 的标识,多年来被消费者、行内人士和生产制造单位所信赖^[31,32]。

1999 年起,NSF 自 USDA 之后接管润滑油(脂)的安全认证工作,并沿用 USDA 以往的评审要求,对用于食品机械方面的润滑油(脂)进行产品认证,确认达到食品级标准。食品级润滑油(脂)生产厂商需要向 NSF 提交产品配方和标签,产品只有符合相应法规要求并通过 NSF 毒理学家的审核,该款润滑油(脂)才能获得产品认证^[33,34]。

2000 年,德国克鲁勃润滑剂公司根据 USDA/FSIS 的认证体系,起草了德国工业标准 DIN V 0010517, 2000-08 《Food-Grade Lubricants-Definitions and Requirements》。NSF 与美国国家润滑脂协会-欧洲润滑脂协会-欧洲卫生工程设计组织(NLGI-ELGI-EHEDG)继承了 FDA 与 USDA 的全套系统,并接纳了上述德国工业标准为本身认证系统的基础,于 2001 年向美国国家标准学会提交了标准草案 NSF 116-2001 《Nonfood compounds used in food processing facilities- Food-grade lubricants》NLGI-ELGI-EHEDG 亦根据 DIN V 0010517, 2000-08 发布了标准 FGL 1/2000/Issue 1^[35-37]。

根据 NSF 的《专有物质和非食品化合物注册指南》和标准草案 NSF 116-2001 中的定义,食品级润滑油(脂)为应用于食品加工和包装机械上,起到润滑剂、热传导、载荷传递或防腐蚀作用并可能与食品、化妆品、药品或动物饲料接触的物质。食品级润滑油(脂)可能与皮肤或粘膜发生非预期的接触,分为 3 个级别: H1、H2、H3 级。

欧盟、加拿大农业与农业食品部(AAFC)/食品检验局(CFIA)、澳洲检验检疫署(AQIS)也对食品级润滑油进行认证或许可,以便在当地开展业务。

除此之外,国际上许多其他组织和机构也可能会进一步限制食品级润滑油(脂)的使用,例如 Kosher 犹太认证和 Halal 国际清真认证机构。

3.3 食品级润滑油(脂)国内检验监管现状

目前,我国针对食品机械用润滑油(脂)的国家标准主

要有 GB/T 12494-1990 《食品机械专用白油》, GB 4853-2008 《食品级白油》、GB 15179-1994 《食品机械润滑油》、GB 7189-2010 《食品级石蜡》、GB 23820-2009 《机械安全偶然与产品接触的润滑油(脂)卫生要求》等^[38-42]。其中 GB 4853-2008 标准适用于石油的润滑油馏分经脱蜡、化学精制或加氢精制而得到的食品级白油。用于食品上光、防粘、脱膜、消泡、密封、抛光和食品机械手术器械的防锈、润滑及延长酒醋、水果、蔬菜、罐头的储存期等,相当于美国的 USDA H1,用于偶然与食品接触的场合。GB 12494-90 同属白油标准,它的技术指标没有 GB 4853-94 标准严格,用途限于与食品非直接接触的食品加工机械设备的润滑,如粮油、水果蔬菜、乳制品等加工,相当于 USDA H2。

在这些国家标准中,并没有针对食品级润滑油(脂)中可能存在的有毒有害物质的限量指标和检验内容,也未涉及到安全、卫生、环保项目。2009 年,我国等同采用 ISO 21469 标准制定了 GB 23820 《机械安全偶然与产品接触的润滑油(脂)卫生要求》,对偶然与食品接触的润滑油(脂)在配方、制造、使用和处理时的卫生要求进行了规定,并包含了对制造商的符合性验证程序,但该标准侧重于对生产之前的审核程序,对成品的品质及有毒有害物质的限量及检测方法并无陈述,也无其他配套的检验标准。

4 工业级润滑油和食品级润滑油对比检测分析

为了对工业级润滑油和食品级润滑油的质量状况有更全面的了解,本实验室对两类润滑油产品进行了对比检测分析研究。选取了从不同国家进口的、不同牌号和不同用途的 5 批工业级润滑油和 5 批食品级润滑油作为代表样品,分别采用原子吸收光谱仪、多元素油液分析仪、高效液相色谱仪对样品中汞含量、多种金属及非金属杂质元素、芳香族化合物进行了检测,检测结果分别列于表 1、表 2、表 3。

由表 1 可以看出,在所选的 5 批工业级润滑油中均能检出汞的存在,含量在 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 左右,而在所选的 5 批食品级润滑油中均未检出有害元素汞。

由表 2 可以看出,工业级润滑油中均能不同程度的检出 21 种金属及非金属元素,而食品级润滑油中的被测元素含量均很低或未检出,只有部分食品级润滑油中磷含量达到 10 mg/kg ,但仍远低于工业级润滑油。

由表 3 可以看出,在工业级润滑油中均能不同程度的检出单环、双环或多环芳香族化合物,而食品级润滑油中均未检出芳香族化合物的存在。

通过以上实验室对比检测结果,可以看出食品级润滑油中汞、金属及非金属元素、芳香族化合物等有毒有害物质均低于工业级润滑油。所选择的食品级润滑油产品,均满足美国 NSF 《专有物质和非食品化合物注册指南》中

表 1 原子吸收光谱仪测试汞含量
Table 1 Test results of mercury content by atomic absorption spectrometer

样品	样品序号	用途	进口国	Hg 含量, μg/kg
工业级 润滑油	1	机器保养	日本	0.5
	2	冷冻压缩机能动油	美国	1.6
	3	液压机润滑油	新加坡	0.5
	4	轴承及循环系统	中国香港	0.7
	5	机械设备润滑	日本	0.4
食品级 润滑油	1	食品级白油	法国	ND
	2	药用级矿物油	韩国	ND
	3	食品级白油	中国香港	ND
	4	食品级白油	法国	ND
	5	偶然食品接触	韩国	ND

注: “ND”表示“未检出”。

表 2 多元素油液分析仪测试 21 种金属及非金属元素结果
Table 2 Test results of 21 metal and nonmetal elements content by multi element oil analyzer

样品类型	序号	用途	进口国	Ag	Al	B	Ba	Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	Mg
				单位: mg/kg									
工业级 润滑油	1	机器保养	日本	0.8	0.8	126	0.5	25.9	0.1	0.2	0.1	0.5	0.2
	2	冷冻压缩机能动油	美国	0.5	1.8	0.4	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	ND
	3	液压机润滑油	新加坡	0.4	0.5	0.4	0.5	57	0.5	0.2	0.1	0.5	0.8
	4	轴承及循环系统	中国香港	0.3	0.2	0.2	0.3	6.9	0.3	0.2	0.2	0.3	ND
	5	机械设备润滑	日本	0.6	0.6	0.2	0.2	2	0.2	0.1	ND	0.1	ND
食品级 润滑油	1	食品级白油	法国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	2	药用级矿物油	韩国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	3	食品级白油	中国香港	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	4	食品级白油	法国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	5	偶然食品接触	韩国	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注: “ND”表示“未检出”。

续表 2

样品类型	序号	用途	进口国	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Si	Sn	Ti	V	Zn
				单位: mg/kg										
工业级 润滑油	1	机器保养	日本	0.3	0.4	0.5	0.7	591	2.7	4.5	0.1	0.1	0.5	0.5
	2	冷冻压缩机能动油	美国	0.2	0.5	0.7	0.4	14	1.6	0.7	0.4	0	0.3	0.2
	3	液压机润滑油	新加坡	0.6	0.9	0.5	0.4	576	1.4	3.1	0	0.5	0.5	571
	4	轴承及循环系统	中国香港	0.2	1	0.8	0.9	26	1.7	2	0.2	ND	0.9	1.1
	5	机械设备润滑	日本	0.1	0.1	ND	0.2	25	1.8	6.3	ND	ND	0.1	0.2
食品级 润滑油	1	食品级白油	法国	ND	0.5	ND	ND	18	0.5	ND	0.6	0	0.1	ND
	2	药用级矿物油	韩国	ND	0.3	ND	ND	4.3	ND	1	1.9	0.2	0.1	ND
	3	食品级白油	中国香港	ND	ND	ND	ND	4.4	ND	0.3	0.1	ND	ND	ND
	4	食品级白油	法国	ND	ND	ND	0.3	16	ND	ND	1.8	0.1	ND	ND
	5	偶然食品接触	韩国	ND	0.5	ND	ND	11	ND	0.4	2.3	0.1	0.1	ND

注: “ND”表示“未检出”。

表 3 高效液相色谱仪(HPLC)测试芳香族化合物结果

Table 3 Test results of aromatic compounds content by high performance liquid chromatograph

类别	样品序号	用途	进口国	芳香族化合物含量, % (质量分数)		
				单环	双环	多环
工业级润滑油	1	机器保养	日本	9.65	1.05	0.17
	2	冷冻压缩机机动油	美国	10.15	1.25	0.31
	3	液压机润滑油	新加坡	1.30	0.28	0.50
	4	轴承及循环系统	中国香港	11.03	2.12	6.42
	5	机械设备润滑	日本	78.12	4.40	0.33
食品级润滑油	1	食品级白油	法国	ND	ND	ND
	2	药用级矿物油	韩国	ND	ND	ND
	3	食品级白油	中国香港	ND	ND	ND
	4	食品级白油	法国	ND	ND	ND
	5	偶然食品接触	韩国	ND	ND	ND

注: “ND”表示“未检出”。

对于重金属、致癌物等有毒有害物质的限量要求。在食品加工工业中如果使用工业级润滑油代替食品级润滑油, 将可能造成食品污染, 进而危害人类健康。

5 目前我国进出口食品级润滑油(脂)监管政策的不足

目前我国市场上的食品级润滑油(脂)产品主要以进口为主, 而我国尚未建立对这些产品的认证监管程序, 同时在检验监管措施方面存在很多不足, 主要体现在:

首先, 我国尚未建立针对国产或进口食品级润滑油(脂)产品的注册认证审核制度, 也没有相关管理机构对该类产品在国外的认证情况进行审核, 对于食品加工生产中食品级润滑油(脂)的使用缺乏法律法规的约束; 其次, 我国现有的食品级润滑油(脂)相关国家标准太少, 尚不能覆盖食品级润滑油(脂)的全部种类范围, 现有的国家标准中, 也没有针对重金属、致癌物多环芳烃、有害元素等安全技术指标的限量要求, 更没有对应的检测方法, 对该类产品的检验监管难以全面开展; 第三, 在海关编码(HS)体系中, 食品级润滑油(脂)产品未能单独分类编码, 造成进出口食品级润滑油(脂)无法与一般的润滑油(脂)产品区分开来, 不利于针对进出口食品级润滑油(脂)的数据统计及有效监管; 最后, 对于广大食品、饮料等加工企业中食品级润滑油(脂)的安全使用, 尚未有配套的监管措施, 市场上存在一些企业为节约成本, 使用动植物油等代替食品级润滑油(脂)的不规范行为, 一定程度上对食品安全带来隐患。

6 加强检验监管工作建议

随着我国食品、饮料等加工行业的快速发展, 如何从

源头上避免食品安全事件的发生值得深入研究。食品加工及包装在整个产业链中占据极其重要的地位, 为同时提高食品的产量和质量, 做到绿色、安全、节能、环保, 就必须在技术体系层面对食品生产加工及包装进行把关。其中, 食品级润滑油(脂)的正确使用是非常重要的一环。

为加强进出口食品级润滑油(脂)产品的监督管理, 我国相关管理部门应尽快推进以下几方面工作: 第一, 尽快完善法律法规, 建立针对食品级润滑油(脂)产品的注册认证审核制度; 第二, 完善覆盖所有食品级润滑油(脂)产品的规格标准, 制定有关安全、卫生、环保指标的限量标准, 对食品级润滑油(脂)中可能存在的重金属、致癌物等有毒有害物质进行限量; 第三, 制定食品级润滑油(脂)中有害有害物质检测方法系列标准; 第四, 将食品级润滑油(脂)单独进行海关编码(HS 编码)归类, 有利于对该类产品的进出口数据统计及备案管理; 第五, 相关管理部门应对食品生产加工企业中食品级润滑油(脂)的正确使用进行有效的后续监管。

参考文献

[1] 方建华, 王昆, 陈波水, 等. 食品加工机械润滑剂[J]. 合成润滑材料, 2003, 30(2): 32-35.
Fang JH, Wang K, Chen B, et al. Lubricant for food process machine[J]. Syn Lubricants, 2003, 30(2): 32-35.

[2] 李子青. 浅谈食品机械专用润滑剂的应用[J]. 生物技术世界, 2012, 2: 23-24.
Li ZQ. Briefly introduce the application of food machinery lubricants[J]. Biotech World, 2012, 2: 23-24.

[3] 徐婷, 吴时敏, 李戈, 等. 润滑剂对食品质量与安全影响[J]. 粮食与油脂, 2014, 27(1): 61-63.

- Xu T, Wu SM, Li G, *et al.* Lubricants in food industry and food safety[J]. *Cereals Oils*, 2014, 27(1): 61-63.
- [4] 胡刚, 罗伟, 孟兆祥, 等. 食品机械润滑剂使用现状与分析[J]. *轻工科技*, 2012, 5: 31-32.
- Hu G, Luo Y, Meng ZX, *et al.* Use situation and analysis of food machinery lubricants[J]. *Light Ind Sci Technol*, 2012, 5: 31-32.
- [5] 刘宏明. 食品级润滑剂为食品安全保驾护航[J]. *食品安全导刊*, 2013, 5: 58-59.
- Liu HM. Food grade lubricants for the food security[J]. *China Food Safe*, 2013, 5: 58-59.
- [6] 郭瑞华, 马传国, 张科红, 等. 植物油基润滑剂的研究进展[J]. *中国油脂*, 2009, 34(2): 52-55.
- Guo RH, Ma CG, Zhang KH, *et al.* Research advance in vegetable oil-based lubricant[J]. *China Oils Fats*, 2009, 34(2): 52-55.
- [7] 曾宪洲, 段家贵, 马杰. 食品工业包装链条润滑剂开发及应用[J]. *广东化工*, 2014, 41(1): 42-44.
- Zeng XZ, Duan JG, Ma J. The food industry packaging production line chain lubricant development and application[J]. *Guangdong Chem Ind*, 2014, 41(1): 42-44.
- [8] 李红坡, 徐利阳, 毕莹. 食品机械专用润滑剂[J]. *润滑油*, 2012, 27(2): 18-21.
- Li HP, Xu LY, Bi Y. Lubricants for food machinery[J]. *Lubricating Oil*, 2012, 27(2): 18-21.
- [9] 罗时辉. 聚亚烷基二醇——全合成高性能工业润滑剂基础油[J]. *润滑油*, 2013, 28(5): 6-12.
- Luo SH. Polyalkylene glycols-full synthetic high performance industrial lubricants base stock[J]. *Lubricating Oil*, 2013, 28(5): 6-12.
- [10] 尹绍春. 食品润滑剂的应用探讨[J]. *合成润滑材料*, 2011, 38(3): 21-23.
- Yin SC. Application discussion of food lubricants[J]. *Syn Lubricants*, 2011, 38(3): 21-23.
- [11] 美国威氏炼油公司. 食品生产企业为何要使用食品级润滑剂[J]. *食品安全导刊*, 2011, 7: 76-77.
- Lubriplate. Why use food grade lubricants in food process company[J]. *China Food Safe*, 2011, 7: 76-77.
- [12] Ehedg. Production and use of Food-grade lubricants[J]. *Trends Food Sci Technol*, 2003, 14: 157-162.
- [13] Jan CJB, Emanuele G, Stefano C. Lubricants: properties and characteristics[J]. *Biolubricants*, 2013: 24-73.
- [14] 申海鹏. 植物油基润滑油在食品相关行业的发展和应[J]. *食品安全导刊*, 2013, 5: 60-61.
- Shen HP. Development and application of vegetable oil based lubricating oil in food industry[J]. *China Food Safe*, 2013, 5: 60-61.
- [15] 崔敬佑, 李延秋. PAO和酯类油在合成润滑剂 m 中的应用[J]. *润滑油*, 2004, 19(1): 8-12.
- Cui JJ, Li YQ. PAO-Esters and their application in lubricating oils[J]. *Lubricating Oil*, 2004, 19(1): 8-12.
- [16] 顾静静, 江洪波. 聚 α -烯烃合成油加氢工艺的研究[J]. *润滑油*, 2013, 28(4): 52-56.
- Gu JJ, Jiang HB. Study on the hydrogenation technology of PAO[J]. *Lubricating Oil*, 2013, 28(4): 52-56.
- [17] 赵请, 李万博, 姚成. 十二烷基改性硅油的合成及其润滑性能[J]. *南京工业大学学报(自然科学版)*, 2008, 30(3): 81-84.
- Zhao Q, Li WB, Yao C. Synthesis and lubricant properties of dodecylpoly-siloxane[J]. *J Nanjing University Technol (Nat Sci Edi)*, 2008, 30(3): 81-84.
- [18] 姜克娟, 张旭. 氟硅油的润滑性能[J]. *航空材料学报*, 2011, 31(4): 81-85.
- Jiang KJ, Zhang X. Lubricity of fluorosilicone[J]. *J Aeronautical Mat*, 2011, 31(4): 81-85.
- [19] 张恒, 崔若辉, 朱继伟, 等. 全氟聚醚的合成与性能[J]. *有机氟化工*, 2008, 1: 31-34.
- Zhang H, Cui RH, Zhu JW, *et al.* Synthesis and performance of perfluoropolyethers[J]. *Organo-Fluorine Ind*, 2008, 1: 31-34.
- [20] 王金清, 任嗣利, 杨生荣. 全氟聚醚润滑剂及其摩擦学特性研究[J]. *润滑与密封*, 2002, 2: 18-21.
- Wang JQ, Ren SL, Yang SR. Study on PFPE lubricants and their tribological characteristics[J]. *Lubrication Eng*, 2002, 2: 18-21.
- [21] 冯大鹏, 翁立军, 刘维民. 全氟聚醚润滑油的摩擦学研究进展[J]. *摩擦学学报*, 2005, 25(6): 597-602.
- Feng DP, Weng LJ, Liu WM. Progress of tribology of perfluoropolyether oil[J]. *Tribology*, 2005, 25(6): 597-602.
- [22] 申海鹏. 食品级润滑剂在中国食品行业中的变革[J]. *食品安全导刊*, 2014, 3: 66-67.
- Shen HP. Reform of food grade lubricants in China food industry [J]. *China Food Safe*, 2014, 3: 66-67.
- [23] 杨倩, 孟兆祥, 王欣, 等. 食品生产企业机械润滑剂使用规范研究[J]. *食品工业科技*, 2013, 34(9): 386-388.
- Yang Q, Meng ZX, Wang X, *et al.* Study on specification for machinery lubricant used in food manufacture[J]. *Sci Technol Food Ind*, 2013, 34(9): 386-388.
- [24] 胡刚, 林洪, 杨倩, 等. 食品级机械润滑剂使用控制研究[J]. *轻工科技*, 2012, 7: 136-140.
- Hu G, Lin H, Yang Q, *et al.* Research on the application control of food grade manufacture lubricant[J]. *Light Ind Sci Technol*, 2012, 7: 136-140.
- [25] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21, Sec. 178.3570.Lubricants with incidental food contact[Z].
- [26] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21,Sec. 172.860. Fatty acids[Z].
- [27] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21,Part182. Substances generally recognized as safe[Z].
- [28] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21,Part184. Direct food substances affirmed as generally recognized as safe[Z].
- [29] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21,Sec. 172.878.White mineral oil[Z].
- [30] U.S. Code of Federal Regulation, Title 21,Sec. 172.882. Synthetic isoparaffinic petroleum hydrocarbons[Z].
- [31] 孔凡娟, 罗之纲. 各国食品机械润滑剂监管现状综述[J]. *食品与机械*, 2012, 28(5): 220-222.
- Kong FJ, Luo ZG. Supervision over food machinery lubricants in different countries[J]. *Food Machinery*, 2012, 28(5): 220-222.
- [32] 魏宇锋, 王文青, 李晨. 国内外食品级润滑剂认证及检验监管情况综述[J]. *食品工业科技*, 2013, 7: 45-48.
- Wei YF, Wang WQ, Li C. Review of certification and inspection supervision strategies of food grade lubricants at home and abroad[J]. *Sci Technol Food Ind*, 2013, 7: 45-48.
- [33] 姚立丹, 杨海宁. 食品机械润滑剂管理、标准及认证[J]. *石油商技*, 2008, 5: 28-31.

- Yao LD, Yang HN. Management, standard and certification of food manufacture lubricant[J]. Petroleum Products Application Res, 2008, 5: 28-31.
- [34] 张晓飞. 食品级润滑剂标准化简述[J]. 机械标准化与质量, 2007, 10: 26.
- Zhang XF. Briefly introduction of standardization of food grade lubricant[J]. Machinery Ind Standardization Qual, 2007, 10: 26.
- [35] DIN V 0010517, 2000-08. Food-Grade Lubricants-Definitions and Requirements[S].
- [36] Draft Standard NSF 116-2001. Nonfood compounds used in food processing facilities- Food-grade lubricants[S].
- [37] NSF. International registration guidelines for proprietary substances and nonfood compounds[M]. Version 8.0, 2009.
- [38] GB/T 12494—1990. 食品机械专用白油[S].
GB/T 12494—1990. White oil for food-machinery[S].
- [39] GB 23820—2009. 机械安全、偶然与产品接触的润滑油(脂)卫生要求[S].
GB 23820—2009. Safety of machinery-Lubricants with incidental product contact-Hygiene requirements[S].

- [40] GB 4853—2008. 食品级白油[S].
GB 4853—2008. Food grade white oil[S].
- [41] GB 7189—2010. 食品级石蜡[S].
GB 7189—2010. Food grade paraffin wax[S].
- [42] GB 15179—1994. 食品机械润滑脂[S].
GB 15179—1994. Food machinery lubricating grease[S].

(责任编辑: 邓伟)

作者简介



魏宇锋, 硕士, 工程师, 主要研究方向为进出口石油及石化产品检验鉴定。
E-mail: weiyf@shciq.gov.cn