

通用航空器维修工程师丛书

航空化学品 安全知识

李飞 聂挺 编著

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

航空化学品安全知识 / 李飞, 聂挺编著. —成都:
西南交通大学出版社, 2021.2
ISBN 978-7-5643-7945-2

I. ①航… II. ①李… ②聂… III. ①化工产品 - 危
险物品管理 - 基本知识 IV. ①TQ086.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 271019 号

Hangkong Huaxuepin Anquan Zhishi

航空化学品安全知识

李 飞 聂 挺 编著

责任编辑	牛 君
封面设计	曹天擎
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://www.xnjdcbs.com
印 刷	四川永先数码印刷有限公司
成品尺寸	170 mm × 230 mm
印 张	16.5
字 数	297 千
版 次	2021 年 2 月第 1 版
印 次	2021 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-7945-2
定 价	49.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

《航空化学品安全知识》

编委会

主 编 李 飞 聂 挺

参 编 龙妍妍 骆 剑 王 鑫 曾仁维

赵晨迪 赵 铭 姜兴奇 周 毅

前言 |

化学品的使用伴随航空器生命周期的整个过程，包含了各类润滑剂、防腐剂、清洁剂、脱漆剂、密封胶以及防/除冰液等。在这些化学品中，有一部分化学品具有物理、健康和环境危害，在运输、储存、使用和处置等环节，存在着威胁生命、环境的不安全因素。国家颁布的《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国环境保护法》《危险化学品安全管理条例》等法律、法规越来越重视化学品的安全生产、安全流通和安全使用。本书从化学品使用出发，结合航空器运营和维修实际情况，依据联合国、中国、美国和欧盟最新的法律法规及标准规范编写而成。本书可供航空器运营人员、维护人员以及飞行员业务学习使用。

本书第一章、第二章由中国民用航空飞行学院李飞、聂挺编写；第三章中 3MTM Plastic Adhesive 2262、AeroShell Grease 7、

ARDROX® AV8、BRAYCO 922 由中国民用航空飞行学院周毅编写，
AeroShell Grease 5、LPS®3、MOBIL GREASE 28 由中国民用航空飞
行学院赵铭编写，LOCTITE 242、LOCTITE 243、LOCTITE 271、
LOCTITE 545、LOCTITE 567、LOCTITE 641、LOCTITE 680、
LOCTITE SF 7063、LOCTITE SF 7471、LPS® HardCoat (Bulk)、
LPS® Magnum 由中国民用航空飞行学院曾仁维编写，LOCTITE
263、LOCTITE 495、LOCTITE 569、LOCTITE LB 8150、LOCTITE
MR 5923 由中国民用航空飞行学院赵晨迪编写，ROYCO 64、ROYCO
756 由中国民用航空飞行学院姜兴奇编写，ALODINE 1200S、
ARDROX 2526 由山东航空股份有限公司骆剑编写，Cee-Bee A-215、
Cee-Bee CLEANER 280 由四川航空股份有限公司王鑫编写，第三章
其他内容由李飞、龙妍妍编写。聂挺、骆剑、王鑫对全书进行了审
阅。在本书编写过程中，得到了行业同僚和产品供应商的帮助，在

此深表感谢。

由于作者水平有限、时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请
读者批评指正。

编 者

2020年4月26日

本书常用外文缩写

ACA—American Coatings Association 美国涂料协会

ANSI—American National Standards Institute 美国国家标准学会

ASTM—American Society for Testing and Materials 美国材料与试验协会

CEN—Comité Européen de Normalisation 欧洲标准化委员会（法文缩写）

CLP—Classification, Labelling and Packaging 欧盟物质和混合物的分类、标签和包装法规

EPA—Environmental Protection Agency 美国国家环境保护署

GB—“国家标准”的汉语拼音缩写（是由国家标准化主管机构批准发布，对全国经济、技术发展有重大意义，且在全国范围内统一的标准。国标是强制性的）

GB/T—推荐性国家标准（T表示推荐，是指生产、交换、使用等方面，通过经济手段调节而自愿采用的一类标准，又称自愿标准）

GHS—Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals 全球化学品统一分类和标签制度

HCS—Hazard Communication Standard 危险告知标准（是美国职业安全与健康管理局关于有害物质标识的一个标准体系）

IDLH—Immediately Dangerous to Life or Health concentration 立即威胁生命和健康浓度

ISO—International Organization for Standardization 国际标准化组织

LFC—Lowest Feasible Concentration 可行的最低浓度

MSDS—Material Safety Data Sheet 化学品安全技术说明书

NFPA—National Fire Protection Association 美国国家消防协会

NIOSH—National Institute for Occupational Safety and Health 美国国家职业安全卫生研究所（是由美国卫生、教育和福利部根据美国职业安全法于1971年组建的。其宗旨是修订和制订新的职业安全卫生标准，培训职业安全卫生专业人员）

OSHA—Occupational Safety and Health Administration 美国职业安全与健康管理局

PEL—Permissible Exposure Limit 允许接触限值

PPE—Personal Protective Equipment 个人防护装备

REACH — Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals regulation 《关于化学品注册、评估、授权和限制的法规》

RCRA—Resource Conservation and Recovery Act 资源保护和回收法（是美国于 1976 年颁布的一部关于固体废物的法规）

SDS—Safety Data Sheet 化学品安全技术说明书（与 MSDS 相同。中国国家标准通常简称为 SDS）

SCBA—Self-Contained Breathing Apparatus 自给式呼吸器

TCLP—Toxicity Characteristic Leaching Procedure 毒性特征浸出程序（是美国最新的法定重金属污染评价方法，当前国际上应用最广泛的一种生态风险评价方法。主要用于检测固体介质或废弃物中重金属元素的溶出性和迁移性）

目 录 |

- 1 化学品危险性识别 \ 001
 - 1.1 外部标识和安全技术说明书 \ 001
 - 1.2 《全球化学品统一分类和标签制度》简介 \ 004
 - 1.3 化学品危险性简介 \ 010
 - 1.4 中国国家标准 \ 013
 - 1.5 有害物质识别系统 (HMIS) \ 015
 - 1.6 NFPA 704 \ 017
 - 1.7 其 他 \ 019
- 2 个体防护装备选择 \ 020
 - 2.1 眼面防护 \ 020
 - 2.2 呼吸防护用品 \ 023
 - 2.3 躯干防护 \ 029
 - 2.4 手部防护 \ 034
- 3 常见航空化学品 SDS 文件 \ 039
 - 3.1 2BR FORM A GASKET #2 SEALANT \ 039
 - 3.2 3D AVIATION FORM-A-GASKET #3 SEALANT \ 041
 - 3.3 3M™ Plastic Adhesive 2262 \ 044
 - 3.4 Acetone (丙酮) \ 047
 - 3.5 AeroShell Fluid 41 (MIL-PRF-5606H) \ 049
 - 3.6 AeroShell Grease 22 (MIL-PRF-81322) \ 054
 - 3.7 AeroShell Grease 33 (MIL-PRF-23827C) \ 058
 - 3.8 AeroShell Grease 5 (MIL-G-3545) \ 061
 - 3.9 AeroShell Grease 6 (MIL-PRF-24139) \ 065

- 3.10 AeroShell Grease 7 (MIL-PRF-23827) \ 069
- 3.11 AeroShell Oil W15W-50 (壳牌 W15W-50 润滑油) \ 072
- 3.12 ALODINE 1200S (阿洛丁) \ 076
- 3.13 ARDROX 2526 \ 079
- 3.14 ARDROX 5502 \ 081
- 3.15 ARDROX 5503 \ 084
- 3.16 ARDROX® AV8 \ 087
- 3.17 AVIATION OIL ELITE 20W-50
(美孚 20W-50 润滑油) \ 090
- 3.18 BRAYCO 363 (MIL-L-7870) \ 094
- 3.19 BRAYCO 922 (MIL-PRF-7024) \ 098
- 3.20 CA 8201/F16473 BASE COMPONENT \ 104
- 3.21 Cee-Bee A-215 \ 110
- 3.22 Cee-Bee CLEANER 280 \ 112
- 3.23 Copper-Coat® Gasket Compound 401504 \ 115
- 3.24 DOW CORNING® 4 ELECTRICAL
INSULATING COMPOUND \ 118
- 3.25 DOWSIL™ 737 \ 120
- 3.26 Dyna 680T2 (C10~13-异烷烃) \ 123
- 3.27 LOCTITE 222 \ 126
- 3.28 LOCTITE 242 \ 128
- 3.29 LOCTITE 243 \ 130
- 3.30 LOCTITE 263 (High Strength Threadlocker) \ 132
- 3.31 LOCTITE 271 \ 134
- 3.32 LOCTITE 290 \ 136
- 3.33 LOCTITE 495 (Super Bonder® Instant Adhesive) \ 138
- 3.34 LOCTITE 515 \ 141
- 3.35 LOCTITE 545 \ 142
- 3.36 LOCTITE 565 \ 145
- 3.37 LOCTITE 567 \ 147
- 3.38 LOCTITE 569 \ 149
- 3.39 LOCTITE 592 \ 151
- 3.40 LOCTITE 601 \ 152
- 3.41 LOCTITE 640 \ 154

- 3.42 LOCTITE 641 \ 156
- 3.43 LOCTITE 675 \ 158
- 3.44 LOCTITE 680 \ 160
- 3.45 LOCTITE EA 0151 \ 162
- 3.46 LOCTITE LB 8008 C5A \ 164
- 3.47 LOCTITE LB 8150 \ 166
- 3.48 LOCTITE MR 5923 \ 167
- 3.49 LOCTITE SF 7063 \ 170
- 3.50 LOCTITE SF 7471 \ 173
- 3.51 LOCTITE SF 7649 \ 175
- 3.52 LPS[®] 1 (Aerosol) \ 178
- 3.53 LPS[®] 2 (Aerosol) \ 181
- 3.54 LPS[®] 3 (Aerosol) (MIL-C-16173) \ 184
- 3.55 LPS[®] HardCoat (Bulk) \ 187
- 3.56 LPS[®] Magnum \ 190
- 3.57 MOBIL GREASE 28 (MIL-PRF-81322) \ 193
- 3.58 MOLYKOTE[®] D-321 R SPRAY \ 196
- 3.59 MOLYKOTE[®] G-N PLUS PASTE \ 199
- 3.60 POLANE[®] (K-84) Reducer \ 201
- 3.61 PR1422A2 \ 205
- 3.62 PR1422B2 \ 209
- 3.63 Pliobond[™] 30 \ 213
- 3.64 ROYCO 22CF (MIL-PRF-81322G) \ 217
- 3.65 ROYCO 363 (MIL-PRF-7870D) \ 219
- 3.66 ROYCO 44 (SAE AMS-2518) \ 222
- 3.67 ROYCO 481 (MIL-PRF-6081D) \ 224
- 3.68 ROYCO 482 (MIL-C-6529) \ 226
- 3.69 ROYCO 64 (MIL-G-21164D) \ 228
- 3.70 ROYCO 756 (MIL-PRF-5606H) \ 230
- 3.71 ROYCO 782 (MIL-PRF-83282D) \ 232
- 3.72 ROYCO 950 (MIL-PRF-7024E) \ 234
- 3.73 RTV102 WHITE \ 236
- 3.74 Urethabond 104 \ 239
- 3.75 WD-40 \ 241

3.76 航空煤油 \ 244

3.77 航空汽油 \ 246

参考文献 \ 249

附录 \ 250

附表 A 化学品危险性警示信息 (GHS) \ 250

附表 B 化学品危险性警示信息 (HMIS) \ 252

1 化学品危险性识别

根据美国《化学文摘》统计，全世界已有化学品多达 700 万种，经常使用的有 7 万多种，其中有相当一部分具有危险性，主要表现为毒害性、燃烧性、爆炸性和腐蚀性。为了保证化学品的安全使用，联合国、中国、美国、欧盟等均制定了相应的安全规定，以规范化学品的生产、储存、运输、使用和废物处理，这些规定包含了危险性分类、危险性标识、危险性说明等。在民用航空业，特别是民用航空器维修行业，需要使用到大量的化学品，因此如何识别这些化学品的危险性就显得尤为重要。化学品的危险性识别主要体现在两个地方：一个是化学品外包装上的标识，另一个是化学品的安全技术说明书（Safety Data Sheet，SDS）。


1.1 外部标识和安全技术说明书

1.1.1 外部标识

为了让化学品使用人直观、清楚地了解化学品安全使用信息，在每个化学品外包装上，都清楚地粘贴了很多重要的信息（有的甚至是救命的），在使用化学品前必须正确理解这些信息，否则将造成危险。

图 1.1 是比较典型的化学品外部标识。

上述标识仅作为理解化学品外部标识的案例，并不是每个化学品都具备上述的标签要素。虽然每个国家对化学品外包装上的标识有不同的要求，但目前大多数国家都是依照联合国颁布的《全球化学品统一分类和标签制度》（Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals，GHS，详见 1.3 节）的要求制定的。根据 GHS 的要求，化学品外包装上以下标识要素是必须具备的：

SAMPLE LABEL	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">PRODUCT IDENTIFIER</p> <p>CODE Product Name _____</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">SUPPLIER IDENTIFICATION</p> <p>Company Name _____ Street Address _____ City _____ State _____ Postal Code _____ Country _____ Emergency Phone Number _____</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">PRECAUTIONARY STATEMENTS</p> <p>Keep container tightly closed. Store in cool, well ventilated place that is locked. Keep away from heat/sparks/open flame. No smoking. Only use non-sparking tools. Use explosion-proof electrical equipment. Take precautionary measure against static discharge. Ground and bond container and receiving equipment. Do not breathe vapors. Wear Protective gloves. Do not eat, drink or smoke when using this product. Wash hands thoroughly after handling. Dispose of in accordance with local, regional, national, international regulations as specified. In Case of Fire: use dry chemical(BC) or Carbon dioxide (CO₂) fire extinguisher to extinguish. First Aid If exposed call Poison Center. If on skin (on hair): Take off immediately any contaminated clothing. Rinse skin with water.</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">HAZARD PICTOGRAMS</p> <p style="text-align: center;"></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">SIGNAL WORD</p> <p style="text-align: center;">Danger</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">HAZARD STATEMENT</p> <p>Highly flammable liquid and vapor. May cause liver and kidney damage.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">SUPPLEMENTAL INFORMATION</p> <p>Directions for use _____ _____</p> <p>Fill weight: _____ Lot Number _____</p> <p>Gross weight: _____ Fill Date: _____</p> <p>Expiration Date: _____</p> </div>

1—化学品产品标识；2—供应商标识；3—防范说明，包含了储存、个人方式、急救等信息；
4—象形图；5—信号词；6—危险声明；7—补充信息。

图 1.1 化学品外部标识

1. 信号词 (Signal words)

信号词是标识上用来表明危险的相对严重程度和提醒使用者注意潜在危险的词语。GHS 使用“DANGER”和“WARNING”作为信号词。其中，“DANGER”（危险），主要用于较为严重的危险类别（主要用于 GHS 规则分类为第 1 和第 2 类危险的化学品）。“WARNING”（警告），主要用于危险较轻的类别。

2. 危险说明 (Hazard statements)

危险说明是指定危险种类和类别的短语，用来描述危险产品的危险性质。GHS 的附录 3 列出了危险说明和唯一识别每个危险说明的代码。

3. 注意事项和象形图 (Precautionary statements and pictograms)

指一个短语和/或象形图，用于说明最大限度地减少或防止因接触危险产

品或因对它存储或搬运不当而产生的不利效应，建议采取的措施。

4. 产品标识 (Product identification)

包含化学品名称、可能引起危险的成分或元素化学名称等。

5. 供应商标识 (Supplier identification)

包含化学品的生产商或供应商的名称、地址和电话号码。

当化学品的容器较小，不能将所有适用的标识要素直接放在容器上时，必须使用其他能够提供全部危险信息的方法提供给用户。如果危险化学品物质或混合物体积很小，不足以对人体健康和/或环境造成危害，在获得政府主管部门确认后，可在外包装上省略标识要素。

1.1.2 化学品安全技术说明书

化学品安全技术说明书是化学品生产商和进口商用来阐明化学品的理化特性（如 pH 值、闪点、易燃度、反应活性等）以及对使用者的健康（如致癌、致畸等）可能产生的危害的一份文件，SDS 和 MSDS 均为其缩写。通常，联合国、国际标准化组织（ISO）以及欧洲国家采用 SDS（Safety Data Sheet）作为术语缩写，而美国、加拿大、澳大利亚以及亚洲许多国家则采用 MSDS（Material Safety Data Sheet）作为术语缩写（这些国家正逐步向 SDS 缩写过渡）。中国国家标准统一使用 SDS 作为化学品安全技术说明书的术语缩写。

在 SDS 的内容上，欧盟 REACH（Registration, Evaluation, Authorization and restriction of Chemicals regulation）法规、国际标准 ISO11014—2009 和中国国标等基本与联合国 GHS 制度一致。当前，SDS 文件由以下十六部分组成，且每个部分的标题、编号和前后顺序不得随意变更。

第一部分：化学品及企业标识

第二部分：危险性概述

第三部分：成分/组成信息

第四部分：急救措施

第五部分：消防措施

第六部分：泄漏应急处理

第七部分：操作处置和储存

第八部分：接触控制和个人防护

第九部分：理化特性

第十部分：稳定性和反应性

第十一部分：毒理学信息

第十二部分：生态学信息

第十三部分：废弃处置

第十四部分：运输信息

第十五部分：法规信息

第十六部分：其他信息

自 2003 年联合国出版《全球化学品统一分类和标签制度》以来，中国、美国、欧洲等国家和地区均修订了本国相关规定，和联合国要求一致。中国以国家标准的形式，对国内化学品进行了规范，内容基本与联合国出版物一致。

由于各个国家情况不同，某些国家的化学品上也会出现非 GHS 规定的标识，例如，美国生产的部分化学品，会使用美国涂料协会（American Coatings Association, ACA）和美国国家消防协会（National Fire Protection Association, NFPA）的相关规定对化学品的危害程度进行标识。这些标识后续将逐一介绍。

1.2 《全球化学品统一分类和标签制度》简介

《全球化学品统一分类和标签制度》的英文全名为 Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals，简称 GHS，又称《紫皮书》。由联合国“危险货物运输和全球统一分类制度专家委员会”主持完成，国际劳工组织、经济合作与发展组织参与技术协调，是用于指导各国建立统一的化学品分类和标签制度的规范性文件，因此也常被称为联合国 GHS。联合国 GHS 的第一版于 2002 年 12 月 11—13 日由委员会核准，于 2003 年发布，此后每两年修订一次。

GHS 制度总共分为 4 章和 10 个附录，分别为导言、物理危害、健康危害和环境危害。主要包括两方面内容：① 化学品危险展示要素，包括标签和安全数据表；② 按健康、环境和物理危害对化学品的统一分类标准。

GHS 第一章“导言”是 GHS 基于化学品分类开发的一套危害信息展示系统，包含了标识和化学品安全技术说明书。其主要内容为：

- 目的和适用范围；
- 定义；
- 有害物质和混合物分类方法；
- 危害展示：标识；
- 危害展示：化学品安全技术说明书（SDS）。

GHS 制度第二至四章将化学品的危害大致分为 3 大类 29 项：

第二章为物理危害（共 17 项）。

- 爆炸物（Explosives）
- 易燃气体（Flammable gases）
- 易燃气溶胶（Aerosols）
- 氧化性气体（Oxidizing gases）
- 压力下气体（Gases under pressure）
- 易燃液体（Flammable liquids）
- 易燃固体（Flammable solids）
- 自反应物质（Self-reactive substances and mixtures）
- 自燃液体（Pyrophoric liquids）
- 自燃固体（Pyrophoric solids）
- 自热物质（Self-heating substances and mixtures）
- 遇水放出易燃气体的物质（Substances and mixtures which, in contact with water, emit flammable gases）
- 氧化性液体（Oxidizing liquids）
- 氧化性固体（Oxidizing solids）
- 有机过氧化物（Organic peroxides）
- 金属腐蚀物（Corrosive to metals）
- 退敏爆炸物（Desensitized explosives）

第三章为健康危害（共 10 项）。有关毒性、腐蚀等的详细解释可参考 1.4 节。

- 急性毒性（Acute toxicity）
- 皮肤腐蚀/刺激（Skin corrosion/irritation）
- 严重眼损伤/眼刺激（Serious eye damage/eye irritation）
- 呼吸或皮肤过敏（Respiratory or skin sensitization）
- 生殖细胞突变性（Germ cell mutagenicity）
- 致癌性（Carcinogenicity）
- 生殖毒性（Reproductive toxicity）
- 特异性靶器官系统毒性 一次接触（Specific target organ toxicity single exposure）
- 特异性靶器官系统毒性 反复接触（Specific target organ toxicity repeated exposure）
- 吸入危害（Aspiration hazard）

第四章为环境危害（共 2 项）。

- 对水环境的危害（Hazardous to the aquatic environment）
- 对臭氧层的危害（Hazardous to the ozone layer）

GHS 附录提供了 10 个文件，分别为：

附录 1 分类标签汇总表

附录 2 预留

附录 3 危险说明的编码、预防说明的编码和使用、危险象形图的编码和预防象形图的示例

附录 4 化学品安全技术说明书（SDS）编制指南

附录 5 基于伤害可能性的产品标识

附录 6 可理解的测试方法

附录 7 GHS 标签要素的布置示例

附录 8 GHS 分类实例

附录 9 水环境危害指南

附录 10 水介质中金属和金属化合物的转化/溶解指南

1.2.1 信号词和象形图


信号词是用于表示危险相对严重程度并提醒使用者注意标签上潜在危险的词语。GHS 制度使用“DANGER”和“WARNING”作为信号词。在同一个标识里面，这两个信号词不会同时出现。

象形图是用来标识化学品的危害特性，使用黑色的危险符号外加红色菱形框。GHS 使用 9 个标准符号作为危险符号，除了健康危害和感叹号是新符号外，其他符号来源于《联合国危险货物运输建议示范条例》中的标准符号（表 1.1）。

表 1.1 GHS 标准危险符号

危险符号	符号名称	备注
	骷髅和交叉骨	经口吞咽、经皮肤接触吸收或吸入气体、蒸气、粉尘、烟雾会致死或中毒

续表

危险符号	符号名称	备注
	健康危害	可致癌或怀疑致癌，可引起遗传性缺陷，可能损害生育力或胎儿，吸入可能引起过敏或哮喘症状或呼吸困难
	腐蚀	引起严重的皮肤灼伤和严重眼睛损伤
	感叹号	吞咽、皮肤接触或吸入有害，皮肤和眼睛刺激，皮肤过敏，呼吸道刺激，对臭氧层有害
	爆炸弹	具有爆炸危险的物质
	火焰	易燃气体、气溶胶、液体和固体，自燃液体和固体，自燃物质，自反应物质，遇水释放易燃气体的物质，有机过氧化物
	圆环上方火焰	可引起或加剧燃烧的氧化剂
	环境	对水生生物有害或慢性水生毒性
	高压气瓶	压缩气体，加热可爆炸；冷冻气体，可引起冻伤

在使用时，标准危险符号置于白色背景上，外部为足够宽的红色菱形框，