

无机酸生产操作安全技术系列丛书

吴永忠 徐丙根 编著
朱兆华 主审

硝酸生产操作 安全技术

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

无机酸生产操作安全技术系列丛书

硝酸生产操作安全技术

吴永忠 徐丙根 编著
朱兆华 主审

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

硝酸生产操作安全技术/ 吴永忠, 徐丙根编著.
—北京: 中国石化出版社, 2016. 9
(无机酸生产操作安全技术系列丛书)
ISBN 978-7-5114-4257-4

I. ①硝… II. ①徐… III. ①硝酸生产-安全技术
IV. ①TQ111.26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 202271 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

700 × 1000 毫米 16 开本 14.25 印张 252 千字

2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定价: 56.00 元

前 言

硝酸，英文名 Nitric acid，化学式 HNO_3 ，相对分子质量为 63，属高毒类化工产品，是一种具有强氧化性、强腐蚀性、易制爆等特点的强酸。其蒸气对呼吸道有刺激作用，易引起急性肺水肿。硝酸不论浓稀溶液都有氧化性和腐蚀性，皮肤接触硝酸后会慢慢变黄，最后变黄的表皮会起皮脱落。空气中最高容许浓度为 $5.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，生产人员工作时应穿戴自吸过滤式防毒面具。如不慎与眼睛接触后，请立即用大量清水冲洗并征求医生意见。

硝酸是一种十分重要的、用途极广的无机酸，除了本身是一种重要的化工原料外，还可广泛应用于有机化工、化肥、染料、涂料、医药、橡胶、国防、炸药、冶金、医药等领域。我国硝酸工业是伴随着 20 世纪 80 年代的改革开放，以及发达国家加强环境保护，硝酸工业生产开始世界性转移发展起来的。到 2012 年，国内硝酸产能由 2000 年的 $4.3 \times 10^6\text{t}$ 增加到 $1.368 \times 10^7\text{t}$ ，一跃成为世界硝酸产能第一大国。2015 年硝酸铵产量随硝基复合肥的增长有较大提高，所占比重提升至 7.3%；另外，下游 MDI、TDI 和浓硝酸等化工项目的快速增长，都促进了硝酸产能的增长。2015 年全球硝酸年消费量达 $6 \times 10^7\text{t}$ ，比 2010 年增长约 10%。我国依然是世界第一产能大国，产量约占世界总产量的 40%。经过近百年的建设和发展，我国硝酸工业目前有生产企业 100 多家，预计将形成 $2.1 \times 10^7\text{t}$ 产能。工业硝酸按 HNO_3 含量可分为稀硝酸(45% ~ 70%)和浓硝酸(96% ~ 98%)等。其中，稀硝酸主要用

于生产硝基复合肥、工业硝铵、己二酸、硝酸钾、硝酸钙等产品；浓硝酸主要用于生产硝基苯、三硝基甲苯、染料等。占硝酸消费比例47%的硝铵主要做硝基复合肥和炸药，其中80%都是用来做炸药。

生产硝酸的方法主要为氨氧化法，主要有常压法、综合法、中压法、高压法、双加压法等。双加压法因其具有氨的损耗与铂催化剂的损耗较少、吸收率高、吸收系统采用高压、容积减少、酸浓度高、生产强度大、经济技术指标最优化、生产成本低、尾气中 NO_x 含量低等优势，现已发展成为国内的主要生产方法。浓硝酸的生产方法主要有直接法和加脱水剂法，其中硝酸镁脱水剂法因其具有氨的损耗与铂催化剂的损耗较少、综合成本低等优势，现已发展成为国内的主要生产方法。

本书共分6章，简要介绍了相关安全生产法律法规和从业人员的主要权利与义务；详细介绍了国内应用最为普遍的双加压法生产稀硝酸安全技术，并对其工艺参数的选择及其生产安全技术作了系统的介绍；详细介绍了国内应用最为普遍的硝酸镁法生产浓硝酸安全技术，并对其工艺参数的选择及其生产安全技术作了系统的介绍。本书还对当代中国的硝酸生产现状及其发展方向等作了简要介绍。

本书侧重于生产作业现场，尤其对生产过程中的安全技术及常见不正常现象作了较为客观、实用的分析，对必要的理论仅作了简要叙述。全书图文并茂，特别适用于企业管理人员、工程技术人员和安全从业人员使用，也可供大专院校师生参阅。

本书由吴永忠、徐丙根编著，朱兆华主审。编写过程中得到了杨根山、孔凡娣、周莲凤、徐文郁、金水林、卢接玉、刘宏等同志的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于编写时间较为仓促，缺点和不当之处在所难免，欢迎广大读者指正，以便再版时更正。

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 相关安全生产法律法规	(1)
第二节 从业人员的主要权利与义务	(6)
第二章 硝酸概述	(11)
第一节 硝酸理化性质	(11)
第二节 硝酸应用及其分析方法	(16)
第三章 硝酸制备与储运安全技术	(21)
第一节 硝酸的制备原理	(21)
第二节 稀硝酸生产方法简介	(23)
第三节 浓硝酸生产工艺简介	(30)
第四章 双加压法生产稀硝酸安全技术	(50)
第一节 氨及其生产安全技术	(50)
第二节 氨氧化生产一氧化氮安全技术	(62)
第三节 稀硝酸装置开、停车及事故处理安全技术	(77)
第四节 安全与防火防爆及防冻防凝技术要求	(91)
第五节 重要设备结构及操作要求简介	(100)
第六节 核心设备——“四合一”机组简介及操作安全技术	(105)

第五章 硝酸镁法浓硝酸生产安全技术	(124)
第一节 生产原理及工艺流程	(124)
第二节 装置操作安全技术及事故处理	(132)
第三节 主要岗位操作安全技术	(135)
第六章 硝酸生产作业操作安全因素分析	(153)
第一节 硝酸生产中涉及的主要危险化学品	(153)
第二节 化学品危险性分析	(156)
第三节 生产过程及装备危险性分析	(160)
第四节 过程控制安全技术	(166)
第七章 安全环保及职业卫生防护措施	(172)
第一节 安全环保技术措施	(172)
第二节 三废治理与职业卫生防护措施	(180)
附录一 危险化学品安全技术说明书	(183)
附录二 个体防护与急救方法	(204)
附录三 常用安全标志	(216)
参考文献	(221)

第一章 绪 论

第一节 相关安全生产法律法规

我国是一个法制国家，安全生产法律法规与标准规范已逐步完善。我国十分关心从业人员的安全与健康，从业人员应该遵守相关安全生产法律法规和标准规范，遵守《中华人民共和国合同法》《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国消防法》《中华人民共和国职业病防治法》《国务院进一步加强企业安全生产工作的通知》《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》《特别重大事故调查程序暂行规定》《企业职工伤亡事故报告和处理规定》《工伤保险条例》《生产安全事故报告和调查处理条例》《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》《安全生产许可证条例》以及《中央企业安全生产监督管理暂行办法》等。

自 2015 年以来，国家对企业安全生产重视程度不减，甚至有所加强。

2015 年 1 月 30 日，国家安全生产监督管理总局颁布实施了《企业安全生产应急管理九条规定》：①必须落实企业主要负责人是安全生产应急管理第一责任人的工作责任制，层层建立安全生产应急管理责任体系；②必须依法设置安全生产应急管理机构，配备专职或兼职安全生产应急管理人员，建立应急管理工作制度；③必须建立专(兼)职应急救援队伍或与邻近专职救援队签订救援协议，配备必要的应急装备、物资，危险作业必须有专人监护；④必须在风险评估的基础上，编制与当地政府及相关部门相衔接的应急预案，在重点岗位制定应急处置卡，每年至少组织一次应急演练；⑤必须开展从业人员岗位应急知识教育和自救互救、避险逃生技能培训，并定期组织考核；⑥必须向从业人员告知作业岗位、场所危险因素和险情处置要点，高风险区域和重大危险源必须设立明显标识，并确保逃生通道畅通；⑦必须落实从业人员在发现直接危及人身安全的紧急情况时停止作业，或在采取可能的应急措施后撤离作业场所的权利；⑧必须在险情或事故发生后第一时间做好先期处置，及时采取隔离和疏散措施，并按规定立即如实

向当地政府及有关部门报告；⑨必须每年对应急投入、应急准备、应急处置与救援等工作进行总结评估。

2015年3月16日，国家安全生产监督管理总局颁布实施了《企业安全生产责任体系五落实五到位规定》，要求各企业将此张贴在醒目位置，并严格按照要求，抓紧完善安全生产领导责任制，调整安全生产管理机构人员，建立相关工作制度：①必须落实“党政同责”要求，董事长、党组织书记、总经理对本企业安全生产工作共同承担领导责任；②必须落实安全生产“一岗双责”，所有领导班子成员对分管范围内安全生产工作承担相应职责；③必须落实安全生产组织领导机构，成立安全生产委员会，由董事长或总经理担任主任；④必须落实安全管理力量，依法设置安全生产管理机构，配齐配强注册安全工程师等专业安全管理人员；⑤必须落实安全生产报告制度，定期向董事会、业绩考核部门报告安全生产情况，并向社会公示；⑥必须做到安全责任到位、安全投入到位、安全培训到位、安全管理到位、应急救援到位。

2015年3月24日，国家安全生产监督管理总局又以局长令的形式重申了《用人单位职业病危害防治八条规定》：①必须建立健全职业病危害防治责任制，严禁责任不落实违法违规生产；②必须保证工作场所符合职业卫生要求，严禁在职业病危害超标环境中作业；③必须设置职业病防护设施并保证有效运行，严禁不设置不使用；④必须为劳动者配备符合要求的防护用品，严禁配发假冒伪劣防护用品；⑤必须在工作场所与作业岗位设置警示标识和告知卡，严禁隐瞒职业病危害；⑥必须定期进行职业病危害检测，严禁弄虚作假或少检漏检；⑦必须对劳动者进行职业卫生培训，严禁不培训或培训不合格上岗；⑧必须组织劳动者职业健康检查并建立监护档案，严禁不体检不建档。

一、法律、法规

《中华人民共和国合同法》

《中华人民共和国治安管理处罚法》

《中华人民共和国职业病防治法》

《中华人民共和国消防法》

《中华人民共和国特种设备安全法》

《中华人民共和国食品安全法实施条例》

《中华人民共和国食品安全法》

《中华人民共和国工会法》
《中华人民共和国妇女权益保障法》
《中华人民共和国道路交通安全法》
《中华人民共和国传染病防治法》
《中华人民共和国尘肺病防治条例》
《中华人民共和国安全生产法》
《危险化学品安全管理条例》
《突发公共卫生事件应急条例》
《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》
《生产安全事故报告和调查处理条例》
《工伤保险条例》

二、部门规章

《安全生产培训管理办法》
《安全生产监督罚款管理暂行办法》
《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》
《非法用工单位伤亡人员一次性赔偿办法》
《工伤认定办法》
《工作场所职业卫生监督管理规定》
《关于增补特种设备目录的通知》
《火灾事故调查规定》
《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》
《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》
《建设项目职业病危害分类管理办法》
《建设项目职业卫生“三同时”监督管理暂行办法》
《劳动防护用品监督管理规定》
《劳动防护用品配备标准(试行)》
《企业安全生产费用提取和使用管理办法》
《社会消防安全教育培训规定》
《生产安全事故罚款处罚规定(试行)》
《生产安全事故信息报告和处置办法》

《生产安全事故应急预案管理办法》
《生产经营单位安全培训规定》
《食物中毒事故处理办法》
《特种设备目录》
《特种设备事故报告和调查处理规定》
《特种设备质量监督与安全监察规定》
《特种设备注册登记与使用管理规则》
《特种设备作业人员监督管理办法》
《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》
《危险化学品登记管理办法》
《危险化学品目录》
《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》
《用人单位职业健康监护监督管理办法》
《职业病危害项目申报办法》
《职业病诊断与鉴定管理办法》
《职业健康监护管理办法》

三、标准

《职业性接触毒物危害程度分级(GBZ 230—2010)》
《用电安全导则(GB/T 13869—2008)》
《易燃易爆性商品储藏养护技术条件(GB 17914—1999)》
《消防应急照明和疏散指示系统(GB 17945—2010)》
《消防安全标志设置要求(GB 15630—1995)》
《危险化学品重大危险源辨识(GB 18218—2009)》
《危险场所电气防爆安全规范(AQ 3009—2007)》
《涂装作业安全规程安全管理通则(GB 7691—2003)》
《通用用电设备配电设计规范(GB 50055—2011)》
《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程(GB 3787—2006)》
《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则(GB/T 29639—2013)》
《生产过程危险和有害因素分类与代码(GB/T 13861—2009)》

- 《生产过程安全卫生要求总则(GB/T 12801—2008)》
- 《起重机械安全规程总则(GB 6067.1—2010)》
- 《企业安全文化建设导则(AQ/T 9004—2008)》
- 《企业安全生产标准化基本规范(AQ/T 9006—2010)》
- 《灭火器维修与报废规程(GA 95—2007)》
- 《建筑照明设计规范(GB 50034—2004)》
- 《建筑消防设施的维护管理(GA 587—2005)》
- 《建筑物防雷设计规范(GB 50057—2010)》
- 《建筑设计防火规范(GB 50016—2014)》
- 《建筑内部装修设计防火规范(GB 50222—1995)》
- 《建筑灭火器配置验收及检查规范(GB 50444—2008)》
- 《建筑灭火器配置设计规范(GB 50140—2005)》
- 《建筑采光设计规范(GB/T 50033—2001)》
- 《机械安全—防护装置—固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求(GB/T 8196—2003)》
- 《机械安全防止上下肢触及危险区的安全距离(GB 23821—2009)》
- 《化学品分类和危险性公示通则(GB 13690—2009)》
- 《化学品安全标签编写规定(GB 15258—2009)》
- 《固定式钢梯及平台安全要求(GB 4053—2009)》
- 《供配电系统设计规范(GB 50052—2009)》
- 《工业企业总平面设计规范(GB 50187—2012)》
- 《工业企业设计卫生标准(GBZ 1—2010)》
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识(GB 7231—2003)》
- 《工业场所职业病危害警示标识(GBZ 158—2003)》
- 《工业场所有害因素职业接触限制物理有害因素(GBZ 2.2—2007)》
- 《工业场所有害因素职业接触限制化学有害因素(GBZ 2.1—2007)》
- 《高温作业分级(GB/T 4200—2008)》
- 《高处作业分级(GB/T 3608—2009)》
- 《粉尘作业场所危害程度分级(GB/T 5817—2009)》
- 《防止静电事故通用导则(GB 12158—2006)》
- 《低压配电设计规范(GB 50054—2011)》
- 《道路交通标志和标线—第3部分(GB 5768.3—2009)》

《常用化学危险品贮存通则(GB 15603—1995)》

《安全色(GB 2893—2008)》

《安全标志及其使用导则(GB 2894—2008)》

《3~110kV 高压配电装置设计规范(GB 50060—2008)》

四、其他

《国务院关于进一步加强消防工作的意见》

《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》

《职业病分类和目录》

《特种设备安全监察条例》

《女职工劳动保护特别规定》

《江苏省危险化学品企业安全生产标准化评审标准(试行)》

第二节 从业人员的主要权利与义务

一、从业人员的权利

(一) 事故工伤保险和伤亡求偿权

从业人员享有工伤保险和获得伤亡赔偿的权利,生产经营单位与从业人员订立的劳动合同应当载明有关保障从业人员劳动安全、防止职业危害的事项,以及依法为从业人员办理工伤社会保险的事项。生产经营单位不得以任何形式与从业人员订立协议,免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应当承担的责任。因生产安全事故受到损害的人员,除依法享有获得工伤社会保险外,依照有关民事法律尚有获得赔偿的权利的,有权向本单位提出赔偿要求。生产经营单位必须依法参加工伤社会保险,为从业人员缴纳保险费。

根据民事法律责任中侵权的民事责任的规定,对从业人员造成损害的,生产经营单位应当承担赔偿责任。赔偿责任,是指行为人因其行为导致他人财产或人身受到损害时,行为人以自己的财产补偿受害人损失的责任。其主要作用是补偿受害人的经济损失。工伤社会保险和民事赔偿不能互相取代,从业人员可以享受双重的保障。

(二)危险因素和应急措施的知情权

生产经营单位从业人员有权了解其作业场所和工作岗位存在的危险因素及事故应急措施。生产经营单位有义务事前告知有关危险因素和事故应急措施。否则,生产经营单位就侵犯了从业人员的权利,并对由此产生的后果承担相应的法律责任。

作业场所是从业人员进行生产劳动的区域,包括作业接触空间、作业活动空间、安全防护空间等。从业人员有权了解作业场所和工作岗位存在的危险因素,如易燃易爆、有毒有害、放射性物质等危险物品及其可能对人体造成的伤害以及机械设备运转时存在的危险因素等。各种危险因素的防范措施是指为了防止、避免危险因素对从业人员人身安全造成危害而应当采取的技术上、操作上的措施。事故应急措施是指生产经营单位根据本单位实际情况,针对可能发生的事故类别、性质、特点和范围制定的事故发生时应当采取的组织、技术措施和其他应急措施。从业人员了解这些防范措施和应急措施,可以有效预防事故的发生,实现自我保护。

(三)安全管理的批评检控权

从业人员是生产经营活动的直接承担者,也是生产经营活动中各种危险的直接面对者。从业人员有权对本单位的安全生产工作提出建议;有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告。

从业人员是生产经营活动的直接承担者,也是生产经营活动中各种危险的直接面对者。生产经营单位主要负责人应当为从业人员充分行使权力提供机会、创造条件。要重视和尊重从业人员的意见和建议,并对他们的建议做出答复。

(四)拒绝违章指挥和强令冒险作业权

从业人员有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告;有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

从业人员对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评,有利于从业人员对生产经营单位的安全生产工作进行监督。同时,从业人员还有权向负有安全生产监督管理职责的部门、监察机关、有关地方人民政府等进行检举、控告,也有利于有关部门及时了解、掌握生产经营单位安全生产工作中存在的问题,采取措施,制止和查处生产经营单位违反安全生产法律、法规的行为,保障安全生产,防止生产安全事故的发生。

生产经营单位违章指挥、强令冒险作业，违背了“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，侵犯了从业人员的合法权益，是严重的违法行为，也是直接导致生产安全事故的重要原因。为此，从业人员有权拒绝违章指挥和强令冒险作业，保护自身的人身安全。

生产经营单位不得因从业人员对本单位的安全生产工作存在的问题提出批评、检举、控告或者拒绝违章指挥和强令冒险作业，而降低从业人员的工资、福利补贴及其他待遇，如停止为从业人员办理工伤社会保险等，更不能因此解除劳动合同。否则，依法追究生产经营单位的责任。

（五）紧急情况下的停止作业和紧急撤离权

从业人员发现直接危及人身安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的应急措施后撤离作业场所。生产经营单位不得因从业人员在紧急情况下停止作业或者采取紧急撤离措施而降低其工资、福利等待遇或者解除与其订立的劳动合同。

从业人员在行使这项权利时，必须明确4点：①危及从业人员人身安全的紧急情况必须有确实可靠的直接根据，凭借个人猜测或者误判而实际并不属于危及人身安全的紧急情况除外，该项权利也不能被滥用；②紧急情况必须直接危及人身安全，间接危及人身安全的情况下不应撤离，而应采取有效处理措施。③出现危及人身安全的紧急情况时，首先停止作业，然后采取可能的应急措施；采取应急措施无效时，再撤离作业场所。④该项权利不适用于某些从事特殊职业的从业人员，如飞行人员、船舶驾驶人员、车辆驾驶人员等，根据有关法律、国际公约和职业惯例，在发生危及人身安全的紧急情况下，他们不能或者不能先行撤离作业场所或者岗位。

（六）从业人员所在单位的工会组织的权利

从业人员所在单位的工会组织有权对建设项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用进行监督并提出意见。

工会对生产经营单位违反安全生产法律、法规，侵犯从业人员合法权益的行为，有权要求纠正；发现生产经营单位违章指挥、强令冒险作业或者发现事故隐患时，有权提出解决的建议，生产经营单位应当及时研究并答复；发现危及从业人员生命安全的情况时，有权向生产经营单位建议组织从业人员撤离危险场所，生产经营单位必须立即作出处理。

工会有权依法参加事故调查，向有关部门提出处理意见，并要求追究有关人员的责任。

二、从业人员的义务

(一) 遵章守规，服从管理的义务

从业人员必须严格依照生产经营单位制定的规章制度和操作规程进行生产经营活动。安全生产规章制度和操作规程是从业人员从事生产经营，确保安全的具体规范和依据。生产经营单位的负责人和管理人员有权依照规章制度和操作规程进行安全管理，监督检查从业人员遵章守规的情况。从业人员必须接受并服从管理。

(二) 佩戴和使用劳保用品的义务

劳动保护用品是保障从业人员在劳动过程中的安全与健康的一种防御性装备，是生产经营单位为保障从业人员在生产劳动过程中的安全与健康而提供给从业人员个人使用的保护用品。不同的劳动防护用品有其特定的佩戴和使用规则、方法，只有正确佩戴和使用，才能真正起到防护作用。

正确佩戴和使用劳动防护用品是从业人员必须履行的法定义务，也是保障从业人员人身安全的必要条件。

(三) 接受培训，掌握安全生产技能的义务

从业人员的安全生产意识和安全技能的高低，直接关系到生产经营活动的安全可靠性。

要保障安全生产，生产经营单位必须对从业人员进行相应的安全生产教育和培训。

从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力，进而有效预防安全事故的发生。

(四) 发现事故隐患及时报告的义务

从业人员直接承担具体的作业活动，更容易发现事故隐患或者其他不安全因素。从业人员一旦发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员或者本单位负责人报告，不得隐瞒不报或者拖延报告。从业人员及时报告，生产经营单位能够及时采取必要的安全防范措施，消除事故隐患和不安全因素，从而避免事故发生和降低事故损失。

(五) 保密义务

用人单位与从业人员可以在劳动合同中约定保守用人单位的商业秘密和与知

识产权相关的保密事项。对负有保密义务的从业人员，用人单位可以在劳动合同或者保密协议中与从业人员约定竞业限制条款，并约定在解除或者终止劳动合同后，在竞业限制期限内按月给予从业人员经济补偿。从业人员违反竞业限制约定的，应当按照约定向用人单位支付违约金。

生产经营单位使用被派遣劳动者的，被派遣劳动者享有本法规定的从业人员的权利，并应当履行本法规定的从业人员的义务。