

无机酸生产操作安全技术系列丛书

徐丙根 朱兆华 编著
吴永忠 主审

硫酸生产操作 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

硫酸生产操作安全技术

徐丙根 朱兆华 编著
吴永忠 主审

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

硫酸生产操作安全技术/ 徐丙根, 朱兆华编著.
—北京: 中国石化出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-5114-4390-8

I. ①硫… II. ①徐… ②朱… III. ①硫酸生产-安全技术 IV. ①TQ111.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 005955 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: 北京市朝阳区吉市口路 9 号
邮编: 100020 电话: (010) 59964500

发行部电话: (010) 59964526

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

E-mail: press@sinopec.com

北京富泰印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

*

710 × 1000 毫米 16 开本 16.25 印张 292 千字

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定价: 66.00 元

前 言

硫酸，化学式 H_2SO_4 ，是硫最重要的含氧酸。无水硫酸为无色油状液体， 10.36°C 时结晶，通常使用的是它的各种不同浓度的水溶液，用塔式法和接触法制取。前者所得为粗制稀硫酸，质量分数一般在 75% 左右；后者可得质量分数为 98.3% 的纯浓硫酸，沸点 338°C ，相对密度 1.84。

硫酸是最活泼的二元无机强酸，能和许多金属发生反应。高浓度的硫酸有强烈的吸水性，可用作脱水剂，碳化木材、纸张、棉麻织物及生物皮肉等含碳水化合物的物质。其与水混合时，会放出大量热能，具有强烈的腐蚀性和氧化性，故需谨慎使用。硫酸是一种重要的工业原料，可用于制造肥料、药物、炸药、颜料、洗涤剂、蓄电池等，也广泛应用于净化石油、金属冶炼以及染料等工业中，常用作化学试剂，在有机合成中可用作脱水剂和磺化剂。

硫酸素有“工业之母”之称，广泛应用于化肥、无机化工、有机化工、石油化工、纺织冶炼、国防军工等领域，也是我国产能、产量较大的化工产品之一。近年来我国硫酸工业高速发展，据统计，2014 年我国硫酸总产能达到 $1.2 \times 10^8 \text{ t/a}$ （包括部分停产装置），年均增长率 10.47%。2014 年我国硫酸产量（折 100%） $9250 \times 10^4 \text{ t}$ ，年均增长率 8.27%。其中，硫黄制酸 $4040 \times 10^4 \text{ t}$ ，占 43.7%；冶炼烟气制酸 $2940 \times 10^4 \text{ t}$ ，占 31.8%；硫铁矿制酸 $2170 \times 10^4 \text{ t}$ ，占 23.5%；其他原料制酸 $98 \times 10^4 \text{ t}$ ，占 1.1%。近年来世界硫酸行业也在快速发展中，2014 年全

球硫酸贸易量为 $1.78 \times 10^8 \text{t}$ ，年均增长率在 3.4% 左右。

传统硫酸生产原料主要是硫黄、冶炼烟气、硫铁矿，随着环保要求的日益严格，我国硫酸原料结构也发生了较大变化，石膏、硫化氢、废硫酸、硫酸亚铁、回收 SO_2 等原料制酸开始增多。与此同时，制酸规模也发生重大变化，单系列冶炼烟气制酸规模达 $160 \times 10^4 \text{t/a}$ ，单系列硫黄制酸规模达 $100 \times 10^4 \text{t/a}$ ，单系列硫铁矿制酸规模达 $40 \times 10^4 \text{t/a}$ ，单系列废酸裂解制酸规模达 $40 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

本书共分 15 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；从生产硫酸的原料开始，详细介绍了硫铁矿加工、沸腾炉、废热锅炉、炼气、转化、吸收等工序作业安全技术，简要介绍了尾气回收、液体 SO_2 作业安全技术，对硫化氢制硫酸、硫黄制硫酸和其他原料制硫酸安全技术也作了简要叙述。

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做出了较为客观、实用的分析，仅对必要的理论作了简要叙述。全书图文并茂，特别适合企业管理人员、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。

本书由徐丙根、朱兆华编著，吴永忠主审，在编写过程中得到了孔凡娣、徐文郁、朱旻、金水林、卢接玉、刘宏、周莲凤、朱微等同志的大力支持，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 硫酸的主要物化性质	(11)
第三章 天车作业安全技术	(20)
第一节 设备结构与维护保养安全技术	(20)
第二节 天车开停车作业安全技术	(24)
第三节 天车岗位安全生产责任制	(25)
第四章 尾砂干燥作业安全技术	(28)
第一节 尾砂干燥作业工艺流程	(28)
第二节 主要设备结构和性能	(30)
第三节 开停车作业安全技术	(33)
第四节 不正常现象处理	(36)
第五节 润滑与检查作业要求	(41)
第六节 透矿岗位安全生产责任制	(43)
第五章 压矿(硫铁矿石粉碎)作业安全技术	(45)
第一节 压矿作业工艺流程	(45)

第二节	主要设备结构和性能	(45)
第三节	开停车安全技术	(48)
第四节	不正常现象处理	(50)
第五节	压矿机(包括圆盘)岗位安全生产责任制	(53)
第六节	送矿作业安全技术	(55)
第六章	沸腾炉作业安全技术	(57)
第一节	沸腾炉作业工艺流程	(57)
第二节	主要设备结构和性能	(58)
第三节	开停车作业安全技术	(62)
第四节	不正常现象处理	(67)
第五节	沸腾炉岗位安全生产责任制	(70)
第七章	废热锅炉作业安全技术	(73)
第一节	废热锅炉作业工艺流程	(73)
第二节	主要设备结构和性能	(74)
第三节	开停车作业安全技术	(78)
第四节	不正常现象处理	(82)
第八章	炼气作业安全技术	(88)
第一节	炼气作业工艺流程	(88)
第二节	主要设备结构和性能	(89)
第三节	开停车作业安全技术	(106)
第四节	不正常现象处理	(109)
第五节	炼气岗位安全生产责任制	(111)
第九章	转化作业安全技术	(114)
第一节	转化作业工艺流程	(114)
第二节	主要设备结构和性能	(115)

第三节	开停车作业安全技术	(123)
第四节	不正常现象处理	(127)
第五节	转化岗位安全生产责任制	(131)
第十章	吸收作业安全技术	(134)
第一节	吸收作业工艺流程	(134)
第二节	主要设备结构和性能	(135)
第三节	开停车作业安全技术	(140)
第四节	不正常现象处理	(144)
第五节	吸收岗位安全生产责任制	(146)
第六节	蓄电池硫酸作业安全技术	(148)
第十一章	尾气回收作业安全技术	(153)
第一节	氨酸法回收二氧化硫的基本原理	(153)
第二节	两段氨吸(氨酸)法回收尾气中二氧化硫	(155)
第三节	尾气回收装置主要设备	(156)
第四节	开停车作业安全技术	(159)
第五节	不正常现象处理	(161)
第六节	尾气回收岗位安全生产责任制	(164)
第十二章	液体 SO₂ 作业安全技术	(167)
第一节	液体 SO ₂ 作业工艺流程	(167)
第二节	主要设备结构和性能	(168)
第三节	开停车作业安全技术	(170)
第四节	不正常现象处理	(172)
第五节	液体 SO ₂ 岗位安全生产责任制	(174)
第十三章	硫化氢制硫酸安全技术	(177)
第一节	硫化氢常识	(177)

第二节	硫化氢制酸原理及工艺流程	(179)
第三节	生产操作安全技术	(181)
第四节	不正常现象处理	(187)
第五节	其他安全注意事项	(191)
第十四章	硫黄制硫酸安全技术	(193)
第一节	生产原理及工艺流程	(193)
第二节	生产操作安全技术	(195)
第三节	主要操作参数及安全控制值	(199)
第四节	焚硫炉的操作安全技术	(204)
第十五章	其他原料制硫酸安全技术	(209)
第一节	石膏煅烧制硫酸安全技术	(209)
第二节	废硫酸裂解制酸安全技术	(215)
第三节	硫酸亚铁热分解制酸技术	(221)
第四节	冶炼烟气及回收 SO_2 制酸技术简介	(225)
附录一	硫酸安全技术说明书	(227)
附录二	个体防护与急救方法	(232)
附录三	常用安全标志	(244)
参考文献		(249)

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》《国务院关于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、辐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。