

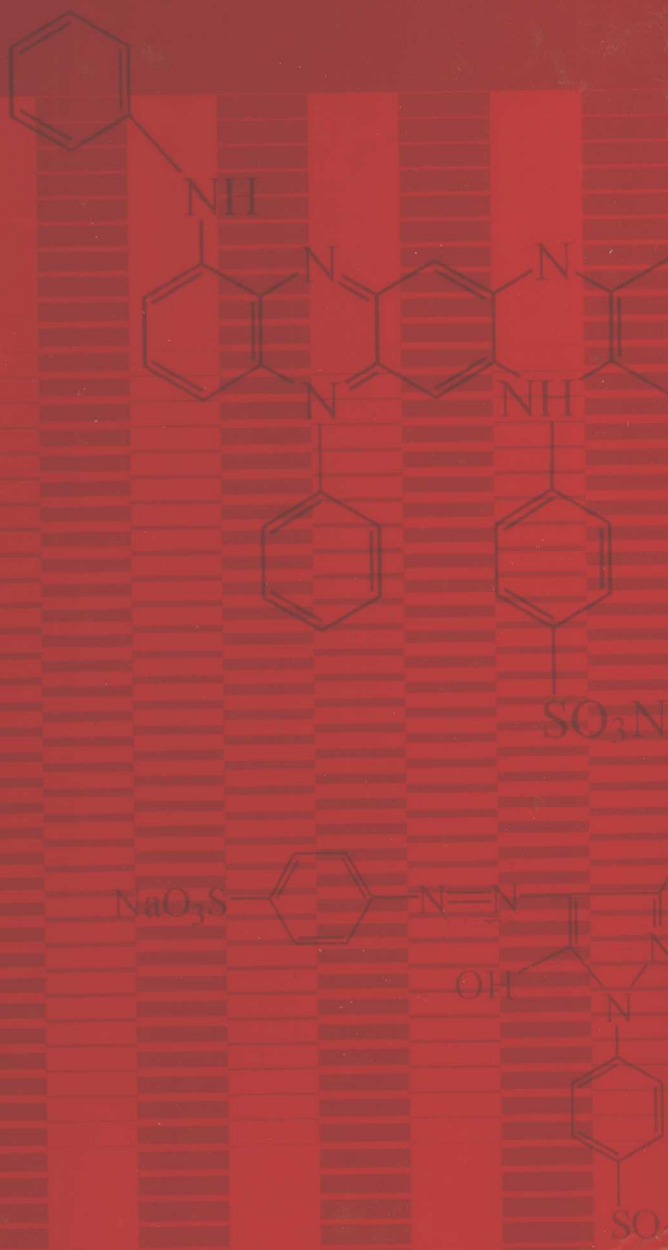
BIAOMIAN



CHULI HUAXUEPIN JISHU SHOUC

表面处理化学品 技·术·手·册

杨 丁 编



化学工业出版社

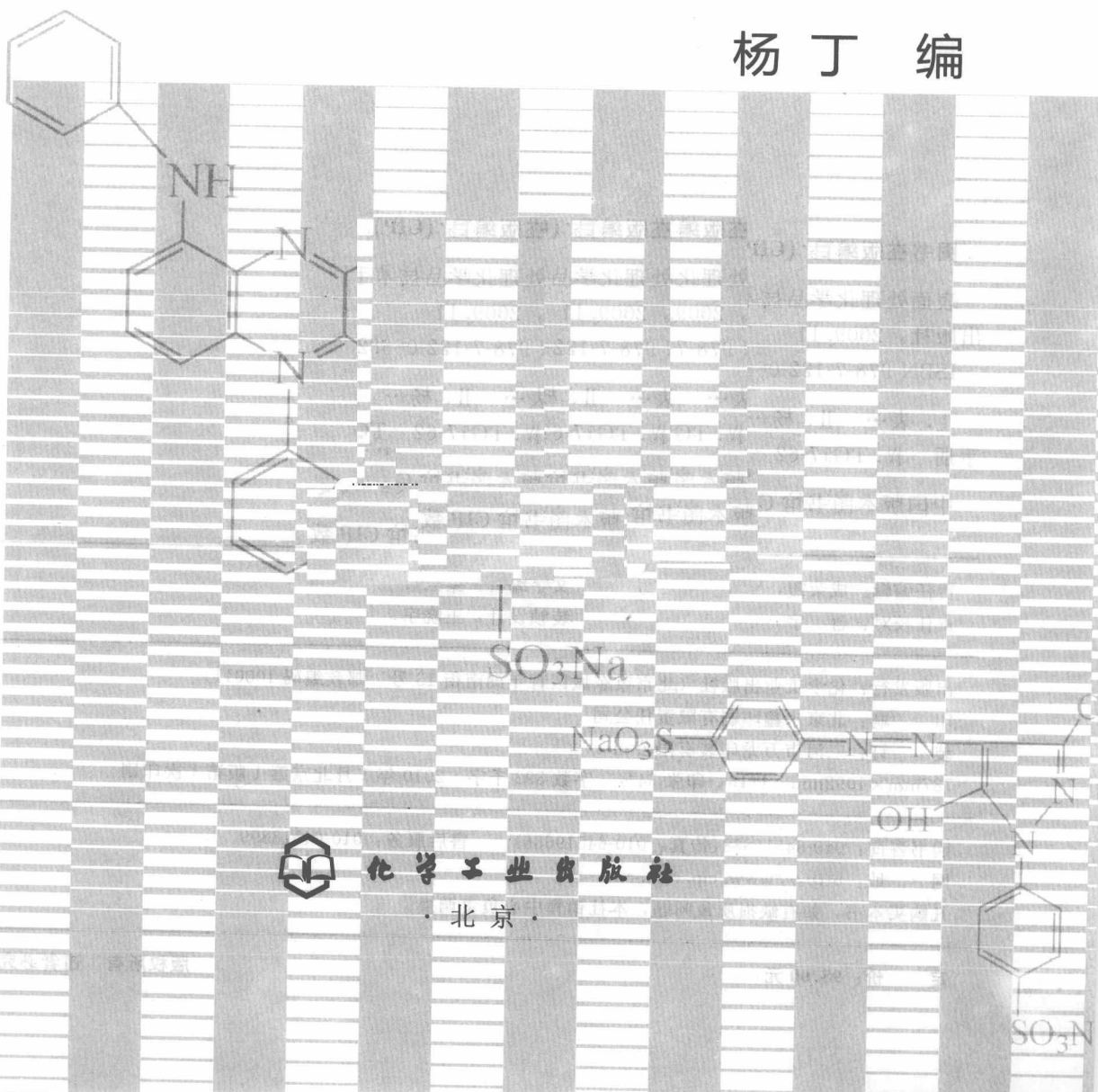
BIAOMIAN 



CHULI HUAXUEPIN JISHU SHOUCE

表面处理化学品 技·术·手·册

杨 丁 编



这是一部关于表面处理常用化工原料的工具书。书中对在表面处理过程中常用的各种无机和有机化工原料的物化性能、毒性及救治、制法、质量标准及其在表面处理中的用途（包括电镀、化学镀溶液的配方及操作方法等）都进行了详细的介绍，同时对表面处理中常用溶液的分析也做了较为详细的说明。

本书适用范围广，对于从事表面处理的工程技术人员、技术工人、化验室工作人员、物料管理人员、化工原料销售商等相关从业人员来说，都是一部不可或缺的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

表面处理化学品技术手册/杨丁编. 北京: 化学工业出版社, 2009. 11

ISBN 978-7-122-06682-

I. 表… II. 杨… III. 金属表面处理-化工产品-技术手册 IV. TG17-62 TQ072-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 171305 号

责任编辑: 成荣霞

文字编辑: 糜家铃

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 34 1/2 字数 893 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 98.00 元

版权所有 违者必究

前 言

表面处理作为一种特殊行业,不仅需要涉及大量的化工原料,同时从业人员还要对这些原料的基本性质、理化数据等都要有全面的了解。虽然现在有很多化工产品方面的专著对所列出的化工产品介绍较为详尽,但都缺乏一些与表面处理化工原料相关的数据资料,实际工作中,往往在查阅某一化工原料的时候要同时在多种资料中查询,这给从事表面处理工作的从业人员带来诸多不便。针对这一情况,笔者特编写了这部《表面处理化学品技术手册》,并尽可能多地列出相关数据资料,便于从事表面处理工作方面的读者查阅。同时,随着表面处理行业的迅速发展,在全国范围内每年都会新增大量的表面处理厂(电镀厂、线路板厂、氧化厂、蚀刻厂等),但规模都不大,以中小居多,在众多中小型表面处理厂中,由于人员结构的原因,对在表面处理中所使用的各种化学品的性能、用途、危险性和毒性等资料知之不多,这给工作带来极大不便,特别是对所用化学品的毒性、危险性认识不足,容易对工作人员的人身安全造成危害。因此,不管是作为资料的查询或是作为安全知识的普及,表面处理行业的工作人员若能拥有一部专门的化学手册是很重要的,也是很有必要的。

《表面处理化学品技术手册》对在表面处理过程中所使用的常用化工原料进行了详细的介绍,并在相关章节对表面处理所使用的溶液配方及操作方法也进行了介绍。在编写过程中笔者本着通俗易懂和实用的原则,对书中所列的化工原料都尽可能多地列出相关数据资料,以便于读者更方便地查阅。

全书共分六章。第一章介绍在表面处理中常用的无机酸和无机碱的物化性能、相关数据、毒性及救治、质量标准及在表面处理中的用途,这些用途包括酸蚀、除油、抛光等;第二章介绍在表面处理中常用的金属及相应盐类的物化性能、相关数据、毒性及救治、质量标准及在表面处理中的用途,并介绍了部分电镀、化学镀溶液的配方及操作方法等;第三章介绍在表面处理中常用的硫酸盐、氯化物、氰化物、磷酸盐等无机盐类的物化性能、毒性及救治、质量标准及在表面处理中的用途;第四章介绍在表面处理中常用的有机酸、有机盐、铝合金阳极氧化染料及其他常用有机物的物化性能、毒性、救治、质量标准及在表面处理中的用途等;第五章介绍了表面处理除油、酸洗、氧化等溶液的分析方法;第六章介绍了单金属电镀、化学镀、合金电镀等溶液的分析及化学分析常用试剂的配制。

本书的完成参阅了大量化工产品的相关资料及其他化学、化工著作中的数据资料,并对这些数据资料进行了重组分类,使大部分化工原料的内容更加详尽实用,同时这些数据对工程技术人员在工艺开发中将会有较大的帮助。本书对表面处理厂化工原料的采购、管理及对员工进行相关化工原料的毒性、防治等安全知识的教育都具有重要的参考价值。相关行业的销售人员通过对本书的阅读,能更多地了解表面处理中化工原料的性能和用途,将更有助于化工原料的管理及销售的进行。

编 者
2009年8月

目 录

第一章 无机酸、碱类 1

第一节 无机酸类 1

一、硫酸	1
二、磷酸	11
三、硝酸	14
四、盐酸	19
五、氢氟酸	23
六、高氯酸	26
七、酸类在表面处理中的应用	29

第二节 无机碱类 34

一、氢氧化钠	34
二、氢氧化钾	38
三、氨水	42
四、碱类在表面处理中的应用	43

第二章 金属及其盐类 46

第一节 锌及其盐类 46

一、锌	46
二、氯化锌	48
三、七水合硫酸锌	50
四、氰化锌	52
五、氧化锌	53
六、氟硼酸锌	56
七、磷酸二氢锌	57
八、硝酸锌	58
九、锌盐在表面处理中的应用	59

第二节 镉及其盐类 66

一、镉	66
二、硫酸镉	70
三、氯化镉	71
四、氧化镉	73
五、碳酸镉	74
六、乙酸镉	75
七、镉盐在表面处理中的应用	76

第三节 铜及其盐类 80

一、铜	80
二、氟硼酸铜	84
三、碱式碳酸铜	85
四、焦磷酸铜	86
五、硫氰酸亚铜	87

六、硫酸铜	88
-------	----

七、氯化铜	90
-------	----

八、氯化亚铜	92
--------	----

九、氰化亚铜	93
--------	----

十、硝酸铜	94
-------	----

十一、氧化亚铜	96
---------	----

十二、铜盐在表面处理中的应用	97
----------------	----

第四节 镍及其盐类 106

一、镍	106
二、氨基磺酸镍	109
三、碱式碳酸镍	110
四、硫酸镍	111
五、氯化镍	113
六、硫酸镍铵	115
七、乙酸镍	116
八、镍盐在表面处理中的应用	116

第五节 铬及铬酸盐类 122

一、铬	122
二、铬酸酐	123
三、三氯化铬	126
四、硫酸铬	127
五、三氧化二铬	128
六、重铬酸铵	129
七、重铬酸钾	130
八、重铬酸钠	132
九、铬盐在表面处理中的应用	133

第六节 锡及其盐类 136

一、锡	136
二、氟硼酸亚锡	139
三、焦磷酸亚锡	139
四、硫酸亚锡	140
五、氯化亚锡	141
六、锡酸钠	143
七、锡酸钾	144
八、氧化亚锡	145
九、锡盐在表面处理中的应用	145

第七节 铅及其盐类 150

一、铅	150
二、醋酸铅	153
三、氟硼酸铅	154

四、碱式碳酸铅	155	第一节 溴及碘化合物	211
五、硝酸铅	156	一、碘	211
六、一氧化铅	158	二、碘化钾	213
七、铅盐在表面处理中的应用	159	三、碘酸钾	214
第八节 钴及其盐类	160	四、溴化钾	215
一、钴	160	五、溴化铵	217
二、氯化钴	162	第二节 氟化合物	218
三、七水硫酸钴	164	一、氟硅酸	218
四、醋酸钴	165	二、氟硅酸铵	220
五、碱式碳酸钴	166	三、氟硅酸钾	220
六、硫酸钴铵	167	四、氟硅酸钠	222
七、钴盐在表面处理中的应用	167	五、氟化铵	223
第九节 铁及其盐类	169	六、氟化钾	224
一、铁	169	七、氟化钠	226
二、液体三氯化铁	170	八、氟化氢铵	228
三、无水三氯化铁	171	九、氟化氢钾	230
四、无水氯化亚铁	173	十、氟化氢钠	231
五、硝酸铁	175	十一、氟硼酸	233
六、草酸亚铁	176	十二、氟硼酸铵	234
七、硫酸铁	177	十三、氟硼酸钾	235
八、硫酸亚铁	178	十四、氟硼酸钠	236
九、硫酸亚铁铵	180	第三节 磷化合物	237
十、亚铁氰化钾	180	一、十二水合磷酸钠	237
十一、铁氰化钾	182	二、十二水合磷酸氢二钠	239
十二、铁盐在表面处理中的应用	183	三、无水磷酸氢二钠	240
第十节 金、银及其盐类	185	四、磷酸二氢钠	241
一、金	185	五、无水焦磷酸钠	243
二、银	187	六、十水合焦磷酸钠	244
三、氯金酸	190	七、焦磷酸钾	245
四、氰化亚金钾	190	八、磷酸二氢钾	246
五、氰化银	191	九、磷酸氢二钾	248
六、硝酸银	192	十、磷酸二氢铵	250
七、碳酸银	194	十一、次磷酸钠	251
八、氧化银	195	第四节 硫化化合物	253
九、金盐、银盐在表面处理中的应用	196	一、过硫酸铵	253
第十一节 其他金属及其盐类	200	二、硫酸铵	254
一、铂	200	三、硫代硫酸铵	256
二、氯铂酸	200	四、亚硫酸铵	256
三、氯铂酸钾	201	五、过硫酸钾	257
四、铈	203	六、焦亚硫酸钾	259
五、钡	204	七、硫酸铬钾	260
六、氯化钡	205	八、硫酸钾	261
七、钨酸钠	207	九、硫酸铝钾	262
八、钨	208	十、硫代硫酸钠	263
第三章 无机化合物类	211	十一、硫化钠	265

十二、硫酸氢钠	267	第九节 硝酸盐	333
十三、无水硫酸钠	268	一、硝酸铵	333
十四、无水亚硫酸钠	270	二、硝酸钙	335
十五、亚硫酸氢钠	272	三、硝酸钾	337
十六、硫酸锆	273	四、硝酸锰	338
十七、硫酸胍	274	五、硝酸钠	340
十八、硫酸铝	274	六、亚硝酸钠	342
十九、硫酸镁	276	第十节 其他无机化合物	343
二十、硫酸锰	278	一、氨基磺酸	343
二十一、硫酸镉	280	二、二氧化硒	345
第五节 氯化物	281	三、硒酸	346
一、次氯酸钙	281	四、硒酸钠	348
二、无水氯化钙	283	五、亚硒酸	349
三、次氯酸钠	284	六、高锰酸钾	350
四、氯化钠	286	七、过氧化氢	352
五、亚氯酸钠	287	八、钼酸铵	354
六、聚合氯化铝	289	九、钼酸钠	355
七、无水氯化铝	290	十、三氧化钼	356
八、氯化铵	292	第四章 有机化合物	357
九、氯化汞	294	第一节 有机酸	357
十、氯化钾	295	一、甲酸	357
十一、三氯化钛	297	二、乙酸	358
十二、二水合氯化钡	298	三、羟基乙酸	360
十三、氯化锰	300	四、丙酸	361
第六节 硼及硅的化合物	301	五、乙二酸	362
一、十水合四硼酸钠	301	六、柠檬酸	364
二、偏硼酸钠	304	七、丁二酸	366
三、硼酸	304	八、氨基三乙酸	367
四、硼氢化钠	308	九、氨基乙酸	368
五、硼氢化钾	310	十、苯甲酸	369
六、硅酸钠	311	十一、 β 丙氨酸	370
七、五水合偏硅酸钠	312	十二、丙二酸	371
第七节 氰化物	314	十三、单宁酸	372
一、氰化钠	314	十四、谷氨酸	372
二、氰化钾	316	十五、磺基水杨酸	373
三、硫氰酸钠	318	十六、酒石酸	374
四、硫氰酸钾	320	十七、抗坏血酸	375
五、硫氰酸铵	322	十八、氯乙酸	376
第八节 碳酸盐	323	十九、苹果酸	377
一、碳酸铵	323	二十、羟基亚乙基二磷酸	378
二、碳酸钡	324	二十一、乳酸	378
三、碳酸钾	326	二十二、水杨酸	380
四、碳酸锂	328	二十三、亚氨基二乙酸	381
五、无水碳酸钠	330	二十四、乙二胺四乙酸	381
六、碳酸氢钠	331	第二节 有机钠盐	382

一、苯甲酸钠	382
二、苯亚磺酸钠	383
三、苄基磺酸钠	384
四、丙烯基磺酸钠	384
五、醋酸钠	385
六、丁二酸钠	386
七、谷氨酸钠	387
八、甲酸钠	387
九、酒石酸钾钠	388
十、柠檬酸钠	389
十一、葡萄糖酸钠	390
十二、十二烷基硫酸钠	391
十三、糖精钠	392
十四、乙二胺四亚甲基磷酸钠	392
十五、乙二胺四乙酸二钠	392
第三节 有机胺	393
一、二乙醇胺	393
二、三乙醇胺	394
三、乙二胺	396
四、六亚甲基四胺	397
五、对甲苯磺酰胺	398
第四节 有机铵盐、钾盐	399
一、柠檬酸铵	399
二、乙酸铵	400
三、十六烷基三甲基溴化铵	401
四、全氟烷基醚磺酸钾	401
五、柠檬酸钾	402
六、酒石酸锶钾	403
七、全氟烷基磺酸钾	403
第五节 其他有机物	404
一、1,2,3-丙三醇	404
二、2-丁炔-1,4-二醇	406
三、乙醇	406
四、山梨醇	408
五、正丁醇	409
六、1-羟亚乙基-1,1-二膦酸	410
七、2-巯基苯并噻唑	411
八、2-巯基苯并咪唑	411
九、苯并三氮唑	412
十、苯酚	413
十一、 β -萘酚	414
十二、对苯二酚	415
十三、甲醛	416
十四、水合肼	418
十五、香豆素	419

十六、亚苄基丙酮	420
十七、尿素	420
十八、硫脲	421
十九、烯丙基硫脲	423
二十、亚乙基硫脲	423
第六节 铝氧化染料	424
一、C.I. 媒介橙 1	424
二、C.I. 酸性橙 74	424
三、C.I. 媒介黑 9	424
四、C.I. 酸性黑 1	425
五、C.I. 酸性黑 2	425
六、C.I. 直接黑 19	426
七、C.I. 酸性黑 25	426
八、C.I. 媒介红 7	427
九、C.I. 媒介蓝 13	427
十、C.I. 酸性红 14	427
十一、C.I. 酸性红 73	428
十二、C.I. 直接红 79	428
十三、C.I. 酸性红 106	428
十四、C.I. 酸性黄 23	429
十五、C.I. 媒介黄 3	429
十六、C.I. 酸性黄 25	429
十七、C.I. 直接黄 50	430
十八、C.I. 酸性蓝 25	430
十九、C.I. 酸性绿 25	430
二十、C.I. 酸性紫 43	431

第五章 电镀前处理溶液及氧化溶液的分析

分析	432
第一节 化学除油溶液的分析	432
一、氢氧化钠的分析	432
二、碳酸钠的分析	433
三、硅酸钠的分析	433
四、磷酸三钠的分析	433
五、氢氧化钠、碳酸钠和磷酸钠的连续测定	434
六、氯离子的分析	434
第二节 浸蚀溶液的分析	435
一、硫酸(或盐酸)的分析	435
二、铁的测定	435
三、氯化物的测定	435
第三节 钢铁氧化和磷化溶液的分析	436
一、钢铁氧化溶液的分析	436
二、钢铁磷化溶液的分析	436
第四节 铝及合金氧化类	439
一、硫酸阳极氧化溶液的分析	439

二、铬酸阳极氧化溶液的分析	441
三、草酸阳极氧化溶液的分析	442
第六章 电镀溶液分析及试剂配制	443
第一节 镀锌溶液的分析	443
一、碱性镀锌溶液的分析	443
二、酸性镀锌溶液的分析	451
第二节 镀镉溶液的分析	456
一、氰化镀镉溶液的分析	456
二、硫酸盐镀镉溶液的分析	459
三、氯化铵-氨三乙酸-EDTA 镀镉溶液的 分析	459
第三节 镀铜溶液的分析	462
一、氰化镀铜溶液的分析	462
二、酸性镀铜溶液的分析	465
三、焦磷酸盐镀铜溶液的分析	467
四、HEPD 镀铜溶液的分析	469
五、化学镀铜溶液的分析	470
第四节 镀镍溶液的分析	472
一、普通镀镍溶液的分析	472
二、柠檬酸盐镀镍溶液的分析	477
三、镀黑镍溶液的分析	478
四、光亮镀镍溶液的分析	480
五、氨基磺酸镀镍溶液的分析	482
六、化学镀镍溶液的分析	484
第五节 镀铬溶液的分析	485
一、铬酸酐的测定	485
二、三价铬的测定	487
三、硫酸的测定	488
四、氟硅酸钠的测定	490
五、硼酸的测定	492
六、氧化镁的测定	492
七、硝酸钠的测定	493
八、杂质的测定	494
第六节 镀锡、铅溶液的分析	499
一、碱性镀锡溶液的分析	499
二、氟硼酸镀锡溶液的分析	501
三、硫酸镀锡溶液的分析	502

四、氟硼酸盐镀铅溶液的分析	503
第七节 镀铁溶液的分析	505
一、二价铁的测定	505
二、总铁的测定	505
三、氯化物的测定	506
四、二价锰的测定	506
五、三价铁的测定	507
六、游离盐酸的测定	508
第八节 镀银溶液的分析	508
一、氰化镀银溶液的分析	508
二、亚铁氰化物镀银溶液的分析	510
三、NS 镀银溶液的分析 (硝酸银的 测定)	512
第九节 镀金溶液的分析	512
一、氰化镀金溶液的分析	512
二、酸性镀金溶液的分析	514
第十节 镀钡、铂、钴、铈、铈、铈溶液 的分析	515
一、镀钡溶液的分析	515
二、镀铂溶液的分析	516
三、镀钴溶液的分析	516
四、镀铈溶液的分析	518
五、镀铈溶液的分析	518
六、镀铈溶液的分析	519
第十一节 镀合金溶液的分析	520
一、镀铁镍合金溶液的分析	520
二、镀锌铁合金溶液的分析	522
三、镀锡铅合金溶液的分析	524
四、镀铜锡合金溶液的分析	527
五、焦磷酸盐镀铜锡合金溶液的分析	528
六、氰化镀铜锌合金溶液的分析	530
七、镀镍钴合金溶液的分析	533
第十二节 试剂配备	534
一、标准溶液的配制	534
二、指示剂的配制	542
三、缓冲溶液的配制	544
参考文献	545

第一章 无机酸、碱类

本章主要介绍在表面处理中常用的无机酸和无机碱的性质及在表面处理中的用途。在表面处理的各工序中都会大量用到无机酸和无机碱，其功能主要表现在：除油、酸洗、蚀刻、电镀/化学镀的主要成分及 pH 调节。

第一节 无机酸类

一、硫酸

英文名: sulfuric acid, for technical; spirit of alum

化学式: H_2SO_4

相对分子质量: 98.07

CAS: 7664-93-9

相对密度(98%, 20℃): 1.8365

熔点: 10.35℃

沸点: 338℃

危规编号: GB 8.1 类 81006, UN NO. 1831; IMDG CODE 8211 页, 8 类。属一级无机酸性腐蚀品

空气中最高允许浓度: 1mg/m³

溶剂中的溶解度: 稀硫酸可和甲醇、乙醇、甘油等极性溶剂混溶, 但浓硫酸和这些溶剂混合时会迅速被脱水炭化, 甚至发生严重爆燃事故

硫酸
的稀释

硫酸能与水任意混溶。但浓硫酸溶于水时, 会放出大量的热。因此, 稀释浓硫酸时, 必须在剧烈搅拌下小心地将浓硫酸缓缓注入水中! 若将水加到浓硫酸中, 则会造成酸液迸溅而发生人身伤害的危险! 这种放热现象同硫酸的水合作用有关。已知硫酸的水合物有 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

热力学数据

化学式	状态	$\Delta H_f^\ominus / (\text{kJ/mol})$	$\Delta G_f^\ominus / (\text{kJ/mol})$	$S^\ominus / [\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$	$C_p^\ominus / [\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$
H_2SO_4	I	-814.0	-690.0	156.9	138.9

性状

纯品为无色、无臭、透明的油状液体, 呈强酸性。市售工业硫酸为无色至微黄色, 甚至红棕色

物化
性质

硫酸有很强的吸水能力, 所以浓硫酸也被用作干燥剂或脱水剂。浓硫酸对纸及其他许多有机物能发生炭化作用而呈现黑褐色

硫酸是一个强的无机二元酸, 腐蚀性很强。它在 0.05mol/L 溶液中的电离度为 59%, 在 0.5mol/L 溶液中则为 51%, 硫酸在水溶液中的电离作用分两步进行:



硫酸是一种用途很广的无机酸, 在金属腐蚀及表面处理中被大量采用。在硫酸水溶液中, 硫酸分子电离为离子。硫酸在它的稀溶液中, 第一步电离几乎是完全的, 第二步电离则较不完全, 其电离常数在 25℃ 时, $k_1 = 1 \times 10^3$, $k_2 = 1.29 \times 10^{-2}$ 。不过即使这样, HSO_4^- 仍是一个中等强度的酸

根据硫酸浓度和温度的不同, 硫酸溶液可以由还原性变为氧化性, 一般是 0~65% 的硫酸在所有温度下为还原性, 65%~85% 的硫酸低温下为还原性, 在高温下为氧化性, 85% 以上的硫酸不管在低温下还是高温下都呈现出氧化性

硫酸的化学性能很活泼, 几乎能与所有金属及其氧化物、氢氧化物反应生成硫酸盐, 还能和其他无机酸的盐类作用。浓度低于 70% 的硫酸与活泼金属反应会放出氢气

毒性

浓硫酸对人的皮肤有很大的破坏性, 这也是因它能与皮肤的有机物质进行脱水反应的缘故。被浓硫酸烧伤后会留下顽固的疤痕而经久不愈

硫酸酸雾刺激和烧灼上呼吸道黏膜, 损害肺脏。接触皮肤引起严重的烧伤, 硫酸气溶胶比 SO_2 有更明显的毒性作用

续表

毒性	硫酸酸雾浓度在 $1\text{g}/\text{m}^3$ 时,对人即有较明显的刺激作用。$0.35\sim 5\text{g}/\text{m}^3$ 是健康人在实验室条件下出现反射性呼吸改变的浓度范围,除刺激上呼吸道之外,还会引起呼吸困难、声门痉挛、眼睛灼痛,浓度更高时可出现痰中带血、呕吐,晚期可并发严重的支气管炎和肺炎 长期接触的人员,可见有口腔黏膜疾患、牙齿损坏、上呼吸道及支气管黏膜的萎缩性病变,肺硬化支气管喘息、胃炎及溃疡等。还有皮炎、甲沟炎,并产生中枢神经系统及心血管系统的功能性改变及肝脏损害。在含有 $0.086\text{g}/\text{m}^3\text{SO}_2$ 和 $0.29\text{mg}/\text{m}^3$ 硫酸气溶胶的环境中,接触两年的受检人员有 13.8%,接触五年的有 18.5% 出现呼吸器官的疾患;肝脏疾患相应为 10.5% 和 14.5%;心血管疾患为 15.6% 和 19.6% 浓的硫酸引起严重的灼痛,如果立即用水冲洗则作用可能仅限于红斑,否则将很快渗入组织深部,而形成痂皮,痂皮脱落时形成深溃疡,愈合以后形成扁平的瘢痕或者形成凸出溃疡边缘的肉样增生,且随后发生瘢痕收缩,并可能引起严重后果。烧伤痊愈平均需六周时间,受伤面积很大时常常引起死亡。在工作中手部经常接触 3% 的硫酸溶液的工作人员中,有 30% 的人手部皮肤变松,生满溃疡,指甲周围有慢性脓疮等,浓硫酸溅入眼中将引起十分严重的损伤
救治	如不慎被硫酸灼伤,应立即用大量清水冲洗,接着用 2% 的苏打溶液冲洗,严重者急送医院;如溅入眼睛,应立即用清水冲洗,再用 2% 硼酸溶液冲洗,并急送医院 如出现呼吸道黏膜刺激症状时,应立即吸入新鲜空气,严重时应在医护人员的指导下吸入碳酸钠溶液。饮含有苏打和矿泉水的热牛奶,咳嗽时应给可待因、盐酸乙基吗啡等
防护	操作时应穿戴耐酸工作服、防护面具、橡皮手套和围裙、长筒胶靴等劳保防护用品
包装	工业硫酸用专用槽车(船)装运,或用陶瓷坛(或其他耐酸包装物)包装,每坛净重 45kg。酸坛置于木箱内,周围填草、刨花或细炉渣等物,坛口用耐酸材料密封。每批出厂硫酸都应附有质量证明书。包装上应有明显的“腐蚀性物品”标志。硫酸经销商,大都是采用 40kg 的耐酸专用化工塑料桶分装
贮存及运输	硫酸应贮存在阴凉、干燥、通风处,避免日晒,不可接近热源和火种。严防水湿受潮。坛装硫酸露天存放时,封口需用陶钵覆盖。不得与爆炸物、氧化剂、稻草、油脂、木屑等有机物混放。运输时应按交通部“危险货物运输规则”办理。装卸时要轻拿轻放,禁止溜放碰撞,防止包装破裂。在装卸时应尽量采用机械化,并加强对操作人员的防护措施 失火时,可用雾状水、黄沙、二氧化碳灭火器扑救,不可用高压柱状水,以防硫酸四溅,扩大危害范围
生产单位	柳州锌品股份有限公司、大化集团有限责任公司、南化公司磷肥厂、大连化工厂、株洲化工厂、浙江衢州化工公司合成氨厂、上海硫酸厂、上海吴泾化工厂、开封化肥厂、太原化工厂、广州氮肥厂、北京染料厂、天津硫酸厂、川化集团有限责任公司硫酸厂

硫酸水溶液的相对密度和波美度之间的关系

相对密度 (20℃/4℃)	波美度	H ₂ SO ₄ 浓度		
		g/100g	g/L	oz/gal
1.0051	0.7	1	10.05	1.4
1.0184	2.6	3	30.55	4.07
1.0317	4.5	5	51.59	6.88
1.0453	6.3	7	73.17	9.76
1.0591	8.1	9	95.32	12.7
1.0731	9.9	11	118.0	15.73
1.0874	11.7	13	141.4	18.85
1.1020	13.4	15	165.3	22.05
1.0068	15.2	17	189.9	25.3
1.1318	16.9	19	215.0	28.7
1.1471	18.6	21	240.9	32.1
1.1626	20.3	23	267.4	35.6
1.1783	21.9	25	294.6	39.3
1.1942	23.6	27	322.4	43.0
1.2104	25.2	29	351.0	46.8
1.2267	26.8	31	380.3	51.0
1.2432	28.4	33	410.3	54.7
1.2599	29.9	35	441.0	58.8

续表

相对密度 (20℃/4℃)	波美度	H ₂ SO ₄ 浓度		
		g/100g	g/L	oz/gal
1.2769	31.4	37	472.5	62.9
1.2941	33.0	39	504.7	67.3
1.3116	34.5	41	537.8	71.6
1.3294	35.9	43	571.6	76.1
1.3476	37.4	45	606.4	80.8
1.3663	38.9	47	642.2	85.5
1.3854	40.3	49	678.8	90.5
1.4049	41.8	51	716.5	95.5
1.4248	43.2	53	755.1	100.8
1.4453	44.7	55	794.9	106.0
1.4662	46.1	57	835.7	111.5
1.4875	47.5	59	877.6	117.0
1.5091	48.9	61	920.6	122.7
1.5310	50.3	63	964.5	128.7
1.5533	51.7	65	1010	134.8
1.5760	53.0	67	1056	141.0
1.5989	54.3	69	1103	147.0
1.6221	55.6	71	1152	153.8
1.6456	56.9	73	1201	160.0
1.6692	58.1	75	1252	167.0
1.6927	59.3	77	1303	174.0
1.7185	60.5	79	1355	181.0
1.7383	61.6	81	1408	188.0
1.7594	62.6	83	1460	195.0
1.7786	63.5	85	1512	201.6
1.7951	64.2	87	1562	208.4
1.8087	64.8	89	1610	214.6
1.8195	65.3	91	1656	220.6
1.8279	65.7	93	1700	226.5
1.8337	65.9	95	1742	232.5
1.8364	66.0	97	1781	237.5
1.8342	65.9	99	1816	242.0
1.8305	65.8	100	1831	244.5

硫酸的密度

H ₂ SO ₄ 质量分数/%	密度/(g/cm ³)													
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	100℃
0	0.9999	1.0000	0.9997	0.9991	0.9982	0.9971	0.9957	0.9922	0.9881	0.9832	—	—	—	—
1	1.0075	1.0073	1.0069	1.0061	1.0051	1.0038	1.0022	0.9986	0.9944	0.9895	0.9837	0.9779	0.9712	0.9645
2	1.0147	1.0144	1.0138	1.0129	1.0118	1.0104	1.0087	1.0050	1.0006	0.9956	0.9897	0.9839	0.9772	0.9705
3	1.0219	1.0214	1.0206	1.0197	1.0184	1.0169	1.0152	1.0113	1.0067	1.0017	0.9959	0.9900	0.9833	0.9766
4	1.0291	1.0284	1.0275	1.0264	1.0250	1.0234	1.0216	1.0176	1.0129	1.0078	1.0020	0.9961	0.9894	0.9827
5	1.0364	1.0355	1.0344	1.0332	1.0317	1.0300	1.0281	1.0240	1.0192	1.0140	1.0081	1.0022	0.9955	0.9888
6	1.0437	1.0426	1.0414	1.0400	1.0384	1.0367	1.0347	1.0305	1.0256	1.0203	1.0144	1.0084	1.0017	0.9950
7	1.0511	1.0498	1.0485	1.0469	1.0453	1.0434	1.0414	1.0371	1.0321	1.0266	1.0206	1.0146	1.0079	1.0013
8	1.0585	1.0571	1.0556	1.0539	1.0522	1.0502	1.0482	1.0437	1.0386	1.0330	1.0270	1.0209	1.0142	1.0076
9	1.0660	1.0644	1.0628	1.0610	1.0591	1.0571	1.0549	1.0503	1.0451	1.0395	1.0334	1.0273	1.0206	1.0140
10	1.0735	1.0718	1.0700	1.0681	1.0661	1.0640	1.0617	1.0570	1.0517	1.0460	1.0399	1.0338	1.0271	1.0204

续表

H ₂ SO ₄ 质量分数/%	密度/(g/cm ³)													
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	100℃
11	1.0810	1.0792	1.0773	1.0753	1.0731	1.0709	1.0686	1.0637	1.0584	1.0526	1.0465	1.0403	1.0336	1.0269
12	1.0886	1.0866	1.0846	1.0825	1.0803	1.0780	1.0756	1.0705	1.0651	1.0593	1.0531	1.0469	1.0402	1.0335
13	1.0962	1.0942	1.0920	1.0898	1.0874	1.0851	1.0826	1.0774	1.0719	1.0661	1.0599	1.0536	1.0469	1.0402
14	1.1039	1.1017	1.0994	1.0971	1.0947	1.0922	1.0897	1.0844	1.0788	1.0729	1.0666	1.0603	1.0536	1.0469
15	1.1116	1.1093	1.1069	1.1045	1.1020	1.0994	1.0968	1.0914	1.0857	1.0798	1.0735	1.0671	1.0604	1.0537
16	1.1194	1.1170	1.1145	1.1120	1.1094	1.1067	1.1040	1.0985	1.0927	1.0868	1.0804	1.0740	1.0673	1.0605
17	1.1272	1.1247	1.1221	1.1195	1.1168	1.1141	1.1113	1.1057	1.0998	1.0938	1.0874	1.0809	1.0742	1.0674
18	1.1351	1.1325	1.1298	1.1270	1.1243	1.1215	1.1187	1.1129	1.1070	1.1009	1.0944	1.0879	1.0812	1.0744
19	1.1430	1.1403	1.1375	1.1347	1.1318	1.1290	1.1261	1.1202	1.1142	1.1081	1.1016	1.0950	1.0882	1.0814
20	1.1510	1.1481	1.1453	1.1424	1.1394	1.1365	1.1335	1.1275	1.1215	1.115	1.1087	1.1021	1.0953	1.0885
21	1.1590	1.1560	1.1531	1.1501	1.1471	1.1441	1.1411	1.1350	1.1288	1.1226	1.1160	1.1093	1.1025	1.0957
22	1.1670	1.1640	1.1609	1.1579	1.1548	1.1517	1.1486	1.1424	1.1362	1.1299	1.1233	1.1166	1.1098	1.1029
23	1.1751	1.1720	1.1688	1.1657	1.1626	1.1594	1.1563	1.1500	1.1437	1.1373	1.1306	1.1239	1.1171	1.1102
24	1.1832	1.1800	1.1768	1.1736	1.1704	1.1672	1.1640	1.1576	1.1512	1.1448	1.1382	1.1313	1.1245	1.1176
25	1.1914	1.1881	1.1848	1.1816	1.1783	1.1751	1.1718	1.1653	1.1588	1.1523	1.1456	1.1388	1.1319	1.1250
26	1.1996	1.1962	1.1929	1.1896	1.1863	1.1829	1.1796	1.1730	1.1665	1.1599	1.1531	1.1463	1.1394	1.1325
27	1.2078	1.2044	1.2010	1.1976	1.1942	1.1909	1.1875	1.1808	1.1742	1.1676	1.1608	1.1539	1.1470	1.1400
28	1.2161	1.2126	1.2091	1.2057	1.2023	1.1989	1.1955	1.1887	1.1820	1.1753	1.1685	1.1616	1.1546	1.1476
29	1.2243	1.2208	1.2173	1.2138	1.2104	1.2069	1.2035	1.1966	1.1898	1.1831	1.1762	1.1693	1.1623	1.1553
30	1.2326	1.2291	1.2255	1.2220	1.2185	1.2150	1.2115	1.2046	1.1978	1.1909	1.1840	1.1771	1.1701	1.1630
31	1.2410	1.2374	1.2338	1.2302	1.2267	1.2232	1.2196	1.2127	1.2057	1.1988	1.1919	1.1849	1.1779	1.1708
32	1.2493	1.2457	1.2421	1.2385	1.2349	1.2314	1.2278	1.2207	1.2137	1.2068	1.1998	1.1928	1.1858	1.1787
33	1.2577	1.2541	1.2504	1.2468	1.2432	1.2396	1.2360	1.2289	1.2219	1.2148	1.2078	1.2008	1.1937	1.1866
34	1.2661	1.2625	1.2588	1.2552	1.2515	1.2479	1.2443	1.2371	1.2300	1.2229	1.2159	1.2088	1.2017	1.1946
35	1.2746	1.2709	1.2672	1.2636	1.2599	1.2563	1.2527	1.2454	1.2383	1.2311	1.2240	1.2169	1.2098	1.2027
36	1.2831	1.2794	1.2757	1.2720	1.2684	1.2647	1.2610	1.2538	1.2466	1.2394	1.2323	1.2251	1.2180	1.2109
37	1.2917	1.2880	1.2843	1.2806	1.2769	1.2732	1.2695	1.2622	1.2549	1.2477	1.2406	1.2334	1.2263	1.2192
38	1.3004	1.2966	1.2929	1.2891	1.2854	1.2817	1.2780	1.2707	1.2634	1.2561	1.2490	1.2418	1.2347	1.2276
39	1.3091	1.3053	1.3016	1.2978	1.2941	1.2904	1.2866	1.2798	1.2719	1.2646	1.2575	1.2503	1.2432	1.2361
40	1.3179	1.3141	1.3103	1.3065	1.3028	1.2991	1.2953	1.2879	1.2806	1.2732	1.2661	1.2589	1.2518	1.2446
41	1.3267	1.3229	1.3191	1.3153	1.3116	1.3078	1.3041	1.2967	1.2893	1.2819	1.2747	1.2675	1.2604	1.2532
42	1.3357	1.3318	1.3280	1.3242	1.3204	1.3167	1.3129	1.3055	1.2981	1.2907	1.2835	1.2762	1.2691	1.2619
43	1.3447	1.3408	1.3370	1.3332	1.3294	1.3256	1.3218	1.3144	1.3070	1.2996	1.2923	1.2850	1.2779	1.2707
44	1.3538	1.3500	1.3461	1.3423	1.3384	1.3346	1.3309	1.3234	1.3160	1.3086	1.3013	1.2939	1.2868	1.2796
45	1.3631	1.3592	1.3553	1.3514	1.3476	1.3438	1.3400	1.3325	1.3250	1.3177	1.3103	1.3209	1.2958	1.2886
46	1.3724	1.3685	1.3646	1.3607	1.3569	1.3530	1.3492	1.3417	1.3342	1.3269	1.3195	1.3120	1.3048	1.2976
47	1.3819	1.3779	1.3740	1.3701	1.3663	1.3624	1.3586	1.3510	1.3435	1.3362	1.3287	1.3212	1.3140	1.3067
48	1.3915	1.3875	1.3836	1.3796	1.3757	1.3719	1.3680	1.3604	1.3528	1.3455	1.3380	1.3305	1.3232	1.3159
49	1.4012	1.3972	1.3932	1.3893	1.3853	1.3814	1.3776	1.3699	1.3623	1.3549	1.3474	1.3399	1.3326	1.3253
50	1.4110	1.4070	1.4030	1.3990	1.3951	1.3911	1.3872	1.3795	1.3719	1.3644	1.3569	1.3494	1.3421	1.3348
51	1.4209	1.4169	1.4128	1.4088	1.4049	1.4009	1.3970	1.3893	1.3816	1.3740	1.3665	1.3590	1.3517	1.3444
52	1.4310	1.4269	1.4228	1.4188	1.4148	1.4109	1.4069	1.3991	1.3914	1.3837	1.3762	1.3687	1.3614	1.3540
53	1.4411	1.4370	1.4330	1.4289	1.4249	1.4209	1.4169	1.4091	1.4013	1.3936	1.3861	1.3785	1.3711	1.3637
54	1.4514	1.4473	1.4432	1.4391	1.4350	1.4310	1.4270	1.4191	1.4113	1.4036	1.3960	1.3884	1.3810	1.3735
55	1.4618	1.4577	1.4535	1.4494	1.4453	1.4412	1.4372	1.4293	1.4214	1.4137	1.4061	1.3984	1.3909	1.3834
56	1.4724	1.4681	1.4640	1.4598	1.4557	1.4516	1.4475	1.4395	1.4317	1.4239	1.4162	1.4085	1.4010	1.3934

续表

H ₂ SO ₄ 质量分数/%	密度/(g/cm ³)													
	0℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	100℃
57	1.4830	1.4787	1.4745	1.4703	1.4662	1.4620	1.4580	1.4499	1.4420	1.4342	1.4265	1.4187	1.4111	1.4035
58	1.4937	1.4894	1.4851	1.4809	1.4767	1.4726	1.4685	1.4604	1.4524	1.4446	1.4368	1.4290	1.4214	1.4137
59	1.5045	1.5002	1.4959	1.4916	1.4874	1.4832	1.4791	1.4709	1.4629	1.4551	1.4472	1.4393	1.4317	1.4240
60	1.5154	1.5111	1.5067	1.5024	1.4982	1.4940	1.4898	1.4816	1.4735	1.4656	1.4577	1.4497	1.4421	1.4344
61	1.5264	1.5220	1.5177	1.5133	1.5091	1.5048	1.5006	1.4923	1.4842	1.4762	1.4682	1.4602	1.4526	1.4449
62	1.5376	1.5331	1.5287	1.5243	1.5200	1.5157	1.5115	1.5033	1.4949	1.4869	1.4789	1.4708	1.4631	1.4554
63	1.5487	1.5442	1.5398	1.5354	1.5310	1.5267	1.5224	1.5140	1.5058	1.4977	1.4896	1.4815	1.4738	1.4660
64	1.5600	1.5555	1.5510	1.5465	1.5421	1.5378	1.5335	1.5250	1.5167	1.5086	1.5005	1.4923	1.4845	1.4766
65	1.5713	1.5668	1.5622	1.5578	1.5533	1.5490	1.5446	1.5361	1.5277	1.5195	1.5113	1.5031	1.4952	1.4873
66	1.5828	1.5782	1.5736	1.5691	1.5646	1.5602	1.5558	1.5472	1.5388	1.5305	1.5223	1.5140	1.5061	1.4981
67	1.5943	1.5896	1.5850	1.5805	1.5760	1.5715	1.5671	1.5584	1.5499	1.5416	1.5333	1.5249	1.5169	1.5089
68	1.6058	1.6012	1.5965	1.5919	1.5874	1.5829	1.5784	1.5697	1.5611	1.5528	1.5444	1.5359	1.5279	1.5198
69	1.6175	1.6128	1.6081	1.6035	1.5989	1.5944	1.5899	1.5811	1.5725	1.5640	1.5550	1.5470	1.5389	1.5307
70	1.6293	1.6245	1.6198	1.6151	1.6105	1.6059	1.6014	1.5925	1.5838	1.5753	1.5668	1.5582	1.5500	1.5417
71	1.6411	1.6363	1.6315	1.6268	1.6221	1.6175	1.6130	1.6040	1.5952	1.5867	1.5781	1.5694	1.5611	1.5527
72	1.6520	1.6481	1.6433	1.6385	1.6339	1.6292	1.6246	1.6156	1.6067	1.5981	1.5894	1.5806	1.5722	1.4637
73	1.6649	1.6600	1.6551	1.6503	1.6456	1.6409	1.6363	1.6271	1.6182	1.6095	1.6007	1.5919	1.5833	1.5747
74	1.6768	1.6719	1.6670	1.6622	1.6574	1.6526	1.6480	1.6387	1.6297	1.6209	1.6120	1.6031	1.5944	1.5857
75	1.6888	1.6838	1.6789	1.6740	1.6692	1.6644	1.6597	1.6503	1.6412	1.6322	1.6232	1.6142	1.6054	1.5966
76	1.7008	1.6958	1.6908	1.6858	1.6810	1.6761	1.6713	1.6619	1.6526	1.6435	1.6343	1.6252	1.6168	1.6074
77	1.7127	1.7077	1.7026	1.6976	1.6927	1.6878	1.6829	1.6734	1.6640	1.6547	1.6454	1.6361	1.6271	1.6181
78	1.7247	1.7195	1.7144	1.7093	1.7043	1.6994	1.6944	1.6847	1.6751	1.6657	1.6563	1.6469	1.6378	1.6286
79	1.7365	1.7313	1.7261	1.7209	1.7158	1.7108	1.7058	1.6959	1.6862	1.6766	1.6671	1.6575	1.6483	1.6390
80	1.7482	1.7429	1.7376	1.7324	1.7272	1.7221	1.7170	1.7069	1.6971	1.6873	1.6782	1.6680	1.6587	1.6493
81	1.7597	1.7542	1.7489	1.7435	1.7383	1.7331	1.7279	1.7177	1.7077	1.6978	1.6880	1.6782	1.6688	1.6594
82	1.7709	1.7653	1.7599	1.7544	1.7491	1.7437	1.7385	1.7281	1.7180	1.7080	1.6981	1.6882	1.6787	1.6692
83	1.7816	1.7759	1.7704	1.7649	1.7594	1.7540	1.7487	1.7382	1.7279	1.7179	1.7079	1.6979	1.6883	1.6787
84	1.7916	1.7860	1.7804	1.7748	1.7693	1.7639	1.7585	1.7479	1.7375	1.7274	1.7173	1.7072	1.6975	1.6878
85	1.8009	1.7953	1.7897	1.7841	1.7786	1.7732	1.7678	1.7571	1.7466	1.7364	1.7263	1.7161	1.7064	1.6966
86	1.8095	1.8039	1.7983	1.7927	1.7872	1.7818	1.7736	1.7657	1.7552	1.7449	1.7347	1.7245	1.7148	1.7050
87	1.8173	1.8117	1.8061	1.8006	1.7951	1.7897	1.7843	1.7736	1.7632	1.7529	1.7427	1.7324	1.7227	1.7129
88	1.8243	1.8187	1.8132	1.8077	1.8022	1.7968	1.7915	1.7809	1.7705	1.7602	1.7500	1.7397	1.7300	1.7202
89	1.8306	1.8250	1.8195	1.8141	1.8087	1.8033	1.7979	1.7874	1.7770	1.7669	1.7567	1.7464	1.7367	1.7269
90	1.8361	1.8306	1.8252	1.8198	1.8144	1.8091	1.8038	1.7933	1.7829	1.7729	1.7627	1.7525	1.7428	1.7331
91	1.8410	1.8356	1.8302	1.8248	1.8195	1.8142	1.8090	1.7986	1.7883	1.7783	1.7682	1.7581	1.7485	1.7388
92	1.8453	1.8399	1.8346	1.8293	1.8240	1.8188	1.8136	1.8033	1.7932	1.7832	1.7743	1.7633	1.7546	1.7439
93	1.8490	1.8437	1.8384	1.8331	1.8279	1.8227	1.8176	1.8074	1.7974	1.7876	1.7779	1.7681	1.7583	1.7485
94	1.8520	1.8467	1.8415	1.8363	1.8312	1.8260	1.8210	1.8110	1.8011	1.7914	1.7817	1.7720	1.7624	1.7527
95	1.8544	1.8491	1.8439	1.8388	1.8337	1.8286	1.8236	1.8137	1.8040	1.7944	1.7848	1.7751	1.7656	1.7561
96	1.8560	1.8508	1.8457	1.8406	1.8355	1.8305	1.8255	1.8157	1.8060	1.7965	1.7869	1.7773	1.7680	1.7586
97	1.8569	1.8517	1.8466	1.8414	1.8364	1.8314	1.8264	1.8166	1.8071	1.7976	1.7881	1.7785	1.7695	1.7606
98	1.8567	1.8515	1.8563	1.8411	1.8361	1.8310	1.8261	1.8163	1.8068	1.7978	1.7882	1.7786	1.7698	1.7609
99	1.8551	1.8498	1.8445	1.8393	1.8342	1.8292	1.8242	1.8145	1.8050	1.7958	1.7868	1.7778	1.7693	1.7609
100	1.8517	1.8463	1.8409	1.8357	1.8305	1.8255	1.8205	1.8107	1.8013	1.7925	1.7845	1.7765	1.7686	1.7607

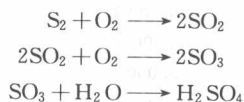
硫酸水溶液的电导率/(S/cm)

H ₂ SO ₄ 质量分数/%	温度/℃							115.6
	-17.8	-1.1	15.6	37.8	60.0	82.2	98.9	
0.5	—	—	0.0212	0.0261	0.0295	0.0322	0.0340	—
2.0	—	0.0627	0.0823	0.1027	0.1182	0.1295	0.1372	—
4.0	—	0.1224	0.1600	0.2010	0.2317	0.2560	0.2708	—
6.0	—	0.1800	0.2360	0.2055	0.3445	0.3815	—	—
8.0	—	0.2330	0.3085	0.3925	0.4600	0.5115	0.5420	—
10.0	—	0.2825	0.3770	0.4820	0.5685	0.6305	0.6675	—
12.0	—	0.3275	0.4395	0.5670	0.6670	0.7435	0.7885	—
14.0	—	0.3695	0.4945	0.6410	0.7570	0.8470	0.9025	—
16.0	—	0.4065	0.5445	0.7120	0.8440	0.9500	1.0110	—
18.0	—	0.4375	0.5890	0.7755	0.9250	1.0450	1.1175	—
20.0	—	0.4640	0.6265	0.8305	0.9980	1.1330	1.2155	—
22.0	—	0.4850	0.6565	0.8765	1.0600	1.2110	1.3020	—
24.0	0.3105	0.5005	0.6790	0.9120	1.1110	1.2765	1.3760	—
26.0	0.3150	0.5110	0.6950	0.9375	1.1525	1.3300	1.4410	—
28.0	0.3155	0.5155	0.7045	0.9560	1.1845	1.3735	1.4975	—
30.0	0.3120	0.5140	0.7075	0.9665	1.2055	1.4075	1.5370	—
32.0	0.3065	0.5070	0.7040	0.9700	1.2180	1.4310	1.5690	—
34.0	0.3000	0.4960	0.6955	0.9660	1.2200	1.4445	1.5900	—
36.0	0.2915	0.4820	0.6815	0.9550	1.2135	1.4470	1.5990	—
38.0	0.2825	0.4655	0.6635	0.9370	1.1975	1.4400	1.5980	—
40.0	0.2725	0.4280	0.6425	0.9135	1.1755	1.4245	1.5880	1.7310
42.0	0.2620	0.4300	0.6195	0.8850	1.1460	1.3995	1.5680	1.7160
44.0	0.2500	0.4110	0.5945	0.8545	1.1120	1.3670	1.5400	1.6915
46.0	0.2380	0.3910	0.5680	0.8205	1.0755	1.3280	1.5035	1.6575
48.0	0.2260	0.3705	0.5400	0.7850	1.0350	1.2850	1.4625	1.6150
50.0	0.2125	0.3500	0.5120	0.7475	0.9920	1.2370	1.4145	1.5660
52.0	0.1980	0.3280	0.4815	0.7075	0.9445	1.1830	1.3600	1.5130
54.0	0.1840	0.3060	0.4510	0.6670	0.8940	1.1255	1.3000	1.4550
56.0	0.1690	0.2840	0.4185	0.6235	0.8395	1.0635	1.2350	1.3930
58.0	0.1540	0.2600	0.3865	0.579	0.7850	1.0020	1.1680	1.3255
60.0	0.1385	0.2365	0.3535	0.5345	0.7300	0.9390	1.1000	1.2600
62.0	0.1240	0.2125	0.3210	0.4900	0.6760	0.8775	1.0325	1.1920
64.0	0.1095	0.1895	0.2895	0.4465	0.6230	0.8185	0.9675	1.1240
66.0	0.0955	0.1670	0.2585	0.4155	0.5715	0.7615	0.9075	1.0575
68.0	0.0825	0.1450	0.2295	0.3665	0.5250	0.7075	0.8510	0.9930
70.0	0.0710	0.1250	0.2015	0.3300	0.4810	0.6570	0.7960	0.9345
72.0	0.0595	0.1060	0.1755	0.2960	0.4400	0.6090	0.7450	0.8810
74.0	0.0480	0.0890	0.1520	0.2645	0.4020	0.5635	0.6975	0.8330
76.0	0.0385	0.0740	0.1310	0.2345	0.3665	0.5230	0.6545	0.7900
78.0	—	0.0610	0.1130	0.2100	0.3770	0.4880	0.6175	0.7510
80.0	—	0.0520	0.1000	0.1915	0.3150	0.4620	0.5880	0.7190
82.0	—	—	0.0930	0.1805	0.3025	0.4460	0.5675	0.6930
84.0	—	—	0.0915	0.1765	0.2945	0.4350	0.5520	0.6720
86.0	—	—	—	0.1770	0.2910	0.4275	0.5385	0.6550
88.0	—	0.0520	—	0.1800	0.2880	0.4190	0.5275	0.6375
90.0	—	0.0565	0.1005	0.1820	0.2860	0.4085	0.5130	0.6175
92.0	0.0290	0.0595	0.1035	0.1810	0.2790	0.3950	0.4880	0.5820
94.0	0.0300	0.0585	0.099	0.1	0.2595	0.3640	0.4490	0.5330
96.0	0.0265	0.0505	0.0860	0.1465	0.2200	0.3075	0.3785	0.4530
98.0	—	—	0.0555	0.0940	0.1415	0.1975	0.2415	0.2900

1. 制法

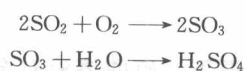
硫酸是硫最重要的含氧酸，也是硫在工业上最重要的化合物，工业上制造硫酸的方法主要有以下几种。

(1) 硫黄法 将硫黄经熔融，焚烧产生 SO_2 气体，经废热锅炉、过滤器，再经通入空气在 V_2O_5 作催化剂的条件下氧化为 SO_3 ，再经冷却、酸吸收，制得硫酸成品，其反应式如下：

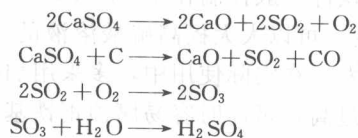


使用本方法，因原料硫黄纯度高、工艺过程简化，不需繁复的净化工段及废水和废渣处理，但是生产成本低，现已很少采用。

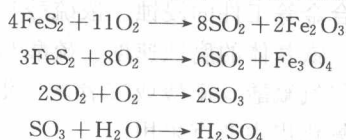
(2) 冶炼烟气法 以冶炼烟气为原料，将其中的 SO_2 通过转化器转化成 SO_3 ，再经酸吸收，制得硫酸成品，其反应式如下：



(3) 石膏与磷石灰法 将石膏和磷石灰在高温下受热分解，生成 SO_2 气体和 CaO （副产水泥熟料）， SO_2 通过转化而成 SO_3 ，再经酸吸收，制得硫酸成品，其反应式如下：



(4) 接触法（也称硫铁矿法） 接触法是目前工业生产硫酸的主要方法。接触法生产硫酸的主要原料有硫铁矿、硫黄和冶炼气，先制出 SO_2 ，再用 V_2O_5 作催化剂，在常压和一定的温度下将 SO_2 催化氧化为 SO_3 ，其后，用浓硫酸（98.3%）来吸收 SO_3 ，得到发烟硫酸（含过量 20% 的 SO_3 ），再用 92.5% 的硫酸来稀释发烟硫酸，即得浓度为 98.3% 的商品浓硫酸。用接触法可以直接制得浓度为 98% 以上的硫酸和发烟硫酸，其反应式如下：



2. 质量标准

GB 534—89

指 标 名 称		指 标			
		特种硫酸	浓硫酸		
			优等品	一等品	合格品
硫酸质量分数/%	≥	92.5 或 98.0	92.5 或 98.0	92.5 或 98.0	
灰分/%	≤	0.02	0.03	0.03	0.10
铁(Fe)质量分数/%	≤	0.005	0.010	0.010	—
砷(As)质量分数/%	≤	8×10^{-5}	0.0001	0.0005	—
铅(Pb)质量分数/%	≤	0.001	0.01	—	—
汞(Hg)质量分数/%	≤	0.0005	—	—	—
氮氧化物(以 N 计)质量分数/%	≤	0.0001	—	—	—
二氧化硫(SO_2)质量分数/%	≤	0.001	—	—	—
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	≤	0.001	—	—	—
透明度/mm	≥	160	50	50	—
色度/mm	≤	1.0	2.0	2.0	—

指 标 名 称	指 标		
	优级纯	分析纯	化学纯
硫酸质量分数/%	95~98	95~98	95~98
灼烧残渣(以硫酸盐计)质量分数/%	0.0005	0.001	0.005
氯化物(以 Cl^- 计)质量分数/%	0.00002	0.00003	0.00005
硝酸盐(以 NO_3^- 计)质量分数/%	0.00002	0.00005	0.0005
铵盐(以 NH_4^+ 计)质量分数/%	0.0001	0.0002	0.001
铁(Fe)质量分数/%	0.00002	0.00005	0.0001
铜(Cu)质量分数/%	0.00001	0.00001	0.0001
砷(As)质量分数/%	0.000001	0.000003	0.000005
铅(Pb)质量分数/%	0.00001	0.00001	0.0001
还原高锰酸钾物质(以 SO_2 计)质量分数/%	0.0002	0.00005	0.001

3. 在表面处理中的应用

(1) 在酸浸蚀方面的应用 在室温下, 硫酸溶液对金属的溶解能力较弱, 提高溶液浓度, 也不能显著地提高硫酸的浸蚀能力, 且其浓度达到 40% 以上时, 对氧化皮几乎不溶解。因此, 硫酸浸蚀的浓度, 钢铁件一般控制在 10%~20% (体积含量), 最适宜浓度为 14%~16% (体积含量)。提高温度, 可以大大提高硫酸溶液的浸蚀能力, 对氧化皮有较大的剥离作用, 同时硫酸溶液不易挥发, 在实际使用中, 多采用加热的方式进行, 但热硫酸对钢铁基体浸蚀能力较强, 温度不宜过高, 过高时容易腐蚀钢铁基体, 并引起基体氢脆, 故一般加热到 50~60℃, 不宜超过 75℃, 而且还要加入适当的缓蚀剂。在浸蚀过程中累积的铁盐能显著降低硫酸溶液的浸蚀能力, 减缓浸蚀速度并使浸蚀后的工件表面残渣增加, 同时溶液中铁离子浓度过高还会使表面粗糙度增加, 使工件经浸蚀后表面质量降低, 因此硫酸溶液中铁离子含量一般不应大于 60g/L, 当铁离子含量超过 80g/L、硫酸亚铁超过 215g/L 时, 应更换浸蚀液。

硫酸广泛用于钢铁、铜及合金等工件的浸蚀。浓硫酸与硝酸混合使用, 可以提高光泽浸蚀的质量, 并能减缓硝酸对铜、铁基体的腐蚀速度。硫酸与铬酸及重铬酸盐一起作用, 可作为铝制品的酸洗和出光。硫酸与氢氟酸、硝酸或二者之一混合, 可用于不锈钢去除氧化皮。硫酸阳极浸蚀在钢铁工件去除氧化皮中亦有采用。

硫酸对钢铁的浸蚀作用主要有以下三个方面的作用。

① 化学溶解作用 钢铁是易氧化和腐蚀的金属, 钢铁表面常见的氧化物有氧化亚铁、三氧化二铁、含水三氧化二铁和四氧化三铁等, 其氧化物外层结构以三氧化二铁为主, 较疏松, 内层多为氧化亚铁, 氧化层由外向内越来越紧密。以上几种氧化物中, 氧化亚铁和含水三氧化二铁易溶于酸, 三氧化二铁和四氧化三铁则难溶于硫酸和常温盐酸, 但当基体金属被溶解时, 由于氢的析出, 三氧化二铁和四氧化三铁可以借助于氢原子还原成容易与酸起作用的物质而被溶解。

② 机械剥离作用 酸可以通过疏松、多孔的氧化皮渗透到内部与基体金属反应, 使铁溶解并析出大量的氢气。这些大量的氢气对基体氧化层的冲刷作用使其更易脱落:



③ 析氢的还原作用 在反应过程中形成新生态氢, 其有很强的还原性, 能把高价铁还原成为低价铁, 有利于氧化物的溶解和难溶黑色氧化皮的剥落。

(2) 在铝及合金的阳极氧化中的应用 在铝及合金的阳极氧化中应用得最多的工艺就是