

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50880 -- 2013

冶炼烟气制酸工艺设计规范

Design code for acid-making with smelting off-gas

2013 - 11 - 01 发布

2014 - 06 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

冶炼烟气制酸工艺设计规范

Design code for acid-making with smelting off-gas

GB 50880-2013

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 1 4 年 6 月 1 日

中国计划出版社

2013 北 京

中华人民共和国国家标准
冶炼烟气制酸工艺设计规范

GB 50880-2013



中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.875印张 72千字

2014年5月第1版 2014年5月第1次印刷



统一书号: 1580242·277

定价: 18.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 203 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《冶炼烟气制酸工艺设计规范》的公告

现批准《冶炼烟气制酸工艺设计规范》为国家标准，编号为 GB 50880—2013，自 2014 年 6 月 1 日起实施。其中，第 3.2.6、3.7.3、6.4.3、7.2.7、7.4.5、7.4.8、7.4.10、8.7.3 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2013 年 11 月 1 日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136号)的要求,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处和中国恩菲工程技术有限公司会同有关单位共同编制完成的。

在本规范编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了国内有色金属冶炼烟气制酸的设计经验,对其中一些重要条文进行了专题研究,反复讨论、修改和完善,最后经审查定稿。

本规范共分8章,主要技术内容包括:总则、术语、工艺选择、物料衡算、热量衡算、设备选择、设备布置以及管道等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常工作,由中国恩菲工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议,请寄送至中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京复兴路12号,邮政编码:100038),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国有色金属工业工程建设标准规范管理处
中国恩菲工程技术有限公司

参 编 单 位:中国瑞林工程技术有限公司

中铝长沙有色冶金设计研究院有限公司

参 加 单 位:宜兴化工成套设备有限公司

主要起草人:董四禄 黄祥华 黄卫华 郭智生 曹霞

吴桂荣 袁爱武 陈南洋 蒋加军 李立军
高 飞 肖万平
主要审查人:郭奕全 任文生 常全忠 肖 辉 曹龙文
王文观 李淑全 申屠华德 梁海卫

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	工 艺 选 择	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	烟气净化	(4)
3.3	干燥与吸收	(5)
3.4	转化与换热	(6)
3.5	成品酸储存与运输	(7)
3.6	尾气脱硫	(7)
3.7	废酸处理	(7)
4	物料衡算	(9)
4.1	一般规定	(9)
4.2	烟气净化	(9)
4.3	干燥与吸收	(11)
4.4	转化与换热	(12)
4.5	尾气脱硫	(12)
4.6	废酸处理	(13)
5	热量衡算	(14)
5.1	一般规定	(14)
5.2	烟气净化	(14)
5.3	干燥与吸收	(15)
5.4	转化与换热	(16)
5.5	尾气脱硫	(17)
6	设备选择	(18)

6.1	烟气净化	(18)
6.2	干燥与吸收	(19)
6.3	转化与换热	(21)
6.4	成品酸储存与运输	(22)
6.5	尾气脱硫	(23)
6.6	废酸处理	(24)
7	设备布置	(26)
7.1	烟气净化	(26)
7.2	干燥与吸收	(27)
7.3	转化与换热	(28)
7.4	成品酸储存与运输	(29)
7.5	尾气脱硫	(30)
7.6	废酸处理	(31)
8	管道	(32)
8.1	一般规定	(32)
8.2	材质	(33)
8.3	流速与规格	(33)
8.4	管道柔性分析及补偿器选择	(35)
8.5	管架	(35)
8.6	阀门	(37)
8.7	管道敷设	(38)
8.8	保温	(41)
8.9	识别色	(43)
	本规范用词说明	(45)
	引用标准名录	(46)
	附:条文说明	(47)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Processes selection	(4)
3.1	General requirements	(4)
3.2	Gas cleaning	(4)
3.3	Drying and absorption	(5)
3.4	Conversion and heat exchange	(6)
3.5	Acid storage and transportation	(7)
3.6	Tail gas desulfuration	(7)
3.7	Waste acid treatment	(7)
4	Calculation of materials balance	(9)
4.1	General requirement	(9)
4.2	Gas cleaning	(9)
4.3	Drying and absorption	(11)
4.4	Conversion and heat exchange	(12)
4.5	Tail gas desulfuration	(12)
4.6	Waste acid treatment	(13)
5	Calculation of heats balance	(14)
5.1	General requirement	(14)
5.2	Gas cleaning	(14)
5.3	Drying and absorption	(15)
5.4	Conversion and heat exchange	(16)
5.5	Tail gas desulfuration	(17)
6	Equipments selection	(18)

6.1	Gas cleaning	(18)
6.2	Drying and absorption	(19)
6.3	Conversion and heat exchange	(21)
6.4	Acid storage and transportation	(22)
6.5	Tail gas desulfuration	(23)
6.6	Waste acid treatment	(24)
7	Equipments layout	(26)
7.1	Gas cleaning	(26)
7.2	Drying and absorption	(27)
7.3	Conversion and heat exchange	(28)
7.4	Acid storage and transportation	(29)
7.5	Tail gas desulfuration	(30)
7.6	Waste acid treatment	(31)
8	Piping	(32)
8.1	General requirement	(32)
8.2	Materials of piping	(33)
8.3	Velocities and size of piping	(33)
8.4	Piping flexibility analysis and selection of expansion joints	(35)
8.5	Pipe supports	(35)
8.6	Valves	(37)
8.7	Piping arrangement	(38)
8.8	Heat insulation	(41)
8.9	Identification colors	(43)
	Explanation of wording in this code	(45)
	List of quoted standards	(46)
	Addition:Explanation of provisions	(47)

1 总 则

1.0.1 为了统一有色冶炼烟气制酸工艺设计技术要求,提高设计质量和技术水平,达到综合利用资源、节能减排以及清洁生产的目的,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的冶炼烟气制酸工程项目的工艺设计。

1.0.3 冶炼烟气制酸工艺设计的生产规模应与冶炼生产能力相适应。冶炼烟气制酸工艺应在充分研究冶炼烟气的性质、条件与特点的基础上,经过综合分析,全面讨论确定。

1.0.4 冶炼烟气制酸工艺在总结生产经验的基础上,应积极采用新技术、新材料、新设备,做到技术先进、经济合理、安全可靠、节能减排。

1.0.5 设计应对中温位热进行回收,具备回收条件的应回收和利用低温位热。

1.0.6 改建或扩建工程在满足生产要求、安全规范的前提下,应充分利用原有设施。

1.0.7 过程控制及参数监测应采用集散控制系统,提高自动化程度。对涉及安全、环保等关键参数应采取监测、报警、连锁控制等相应措施,确保安全生产。

1.0.8 制酸过程产生的废气、废液和废渣应妥善处理,不得对环境造成污染。

1.0.9 设计过程中应执行相关的施工及验收规范,当设计对施工及验收有特殊要求时,应在设计文件中加以说明。

1.0.10 冶炼烟气制酸工艺设计,除应符合本规范外,尚应执行国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 冶炼烟气 smelting off-gas

各种金属硫化物在冶炼过程中,从冶金炉、窑等设备中排出的含二氧化硫的烟气。

2.0.2 烟气杂质 impurities

冶炼烟气中含有的烟尘、烟雾或气溶胶、挥发性金属及其化合物、气态非金属化合物等。

2.0.3 露点 dew point

冶炼烟气中含有三氧化硫和水,在一定压力下,当温度低于某一值时,两者结合生成的硫酸蒸气凝结成为露,硫酸蒸气开始凝结时的温度称为露点。烟气中水和三氧化硫含量不同,露点不同。

2.0.4 废酸 waste acid

根据烟气中的杂质、三氧化硫和水分,经计算需要从净化工序排出的酸性溶液。

2.0.5 烟气净化 gas cleaning

净化是指除去烟气中的烟尘、烟雾或气溶胶、挥发性金属及其化合物、气态非金属化合物等有害杂质。

2.0.6 绝热饱和 adiabatic saturation

在绝热状态下利用高温烟气的热量蒸发循环酸中的水,部分烟气显热转变为蒸发的那部分水蒸气的潜热,烟气温度降低,总热量不变。

2.0.7 干燥与吸收 drying and absorption

干燥系指采用浓度不低于 93% 的硫酸作为干燥酸与净化后的烟气接触,干燥酸吸收烟气中的水被稀释,烟气被干燥。出干燥塔烟气含水应小于等于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

吸收系指采用浓度不低于 98% 的硫酸作为吸收酸与来自转化的烟气接触,烟气中的三氧化硫与吸收酸中的水结合生成硫酸或烟气中的三氧化硫溶解在 100% 硫酸中生成发烟硫酸。

2.0.8 转化 conversion

在一定温度下,二氧化硫在触媒的催化作用下与氧反应生成三氧化硫。

2.0.9 湿法硫酸 wet contact process

净化后的湿二氧化硫烟气不需要干燥,直接在触媒的催化作用下与氧发生反应,生成的三氧化硫与水蒸气结合成硫酸蒸气,然后被冷凝生成液体硫酸。硫酸浓度大于 92.5%。

2.0.10 尾气 tail gas

从最终吸收塔(单转单吸的吸收塔)排出的气体。

2.0.11 低温位热 low grade heat

在干燥和吸收过程中,传递到循环酸中的气体显热、水蒸气潜热、反应热、稀释热以及混合热等称为低温位热。

3 工艺选择

3.1 一般规定

- 3.1.1 入硫酸系统烟气量波动范围应为 35%~115%。
- 3.1.2 入硫酸系统二氧化硫浓度(干基)应满足下列要求:
- 1 单接触工艺大于 3.5%;
 - 2 双接触工艺大于 5.0%;
 - 3 湿法硫酸工艺大于 2.0%。
- 3.1.3 入硫酸系统烟气含尘量应小于 1g/Nm³。

3.2 烟气净化

3.2.1 烟气净化后杂质含量,应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534 成品硫酸质量的有关规定及安全生产的要求。出净化(或干燥塔入口)烟气主要杂质含量,应符合表 3.2.1 的指标要求。

表 3.2.1 出净化(或干燥塔入口)烟气主要杂质含量

烟气杂质	砷	氟	氯	尘	酸雾(二级电雾)
含量(mg·Nm ⁻³)	≤1	≤0.25	≤0.5	≤2.0	≤5

- 3.2.2 净化出口烟气温度应满足成品硫酸水平衡要求。
- 3.2.3 循环酸中主要杂质浓度的确定,应符合下列规定:
- 1 在最低操作温度下杂质应不发生结晶;
 - 2 应确保出净化烟气杂质含量满足本规范表 3.2.1 的要求。
- 3.2.4 烟气净化工艺应根据烟气性质、产品质量要求、净化指标等选择。
- 3.2.5 净化流程宜选用:一级洗涤塔—气体冷却塔—二级洗涤塔—一级电除雾器—二级电除雾器。
- 3.2.6 电除雾器出口总管上必须设置安全水封。

- 3.2.7 稀酸冷却宜选用板式冷却器,冷却器的酸侧入口和水侧入口应设置过滤器。
- 3.2.8 当烟气含氟较高时,应采用化学法除氟,并应满足本规范表 3.2.1 的要求。
- 3.2.9 当烟气含汞时,根据烟气中的汞含量,应设置除汞设施。
- 3.2.10 净化工序应设置稀酸脱吸塔,脱出的含二氧化硫烟气应返回净化工序的气体冷却塔入口。
- 3.2.11 净化工序应设置沉降和压滤设施,分离外排废液中的颗粒物。滤渣应返回冶炼或进一步加工处理,滤液(废酸)应排往废酸处理工序。
- 3.2.12 电除雾器阳极应设置连续或间断冲洗装置,冲洗外排废液应返回第一级洗涤塔或排往废(酸)水处理工序。
- 3.2.13 对一级洗涤塔等关键设备的各种重要参数应采取监测、连锁控制及自动报警的措施。

3.3 干燥与吸收

- 3.3.1 干燥与吸收的工艺流程应与转化工艺相对应。
- 3.3.2 酸冷却宜选用泵后冷却流程。
- 3.3.3 干燥与吸收的串酸应通过方案比较确定,宜采用泵后串酸流程。
- 3.3.4 干燥塔进出塔酸浓度差不宜超过 0.5%,吸收塔进出塔酸浓度差不宜超过 0.8%。
- 3.3.5 当直接从干燥循环系统生产 93%硫酸时,应设置成品酸脱吸塔。产品为 98%硫酸时可不设成品酸脱吸塔。
- 3.3.6 送往成品酸库的硫酸温度应低于 40℃;若高于 40℃,应设置成品酸冷却器。
- 3.3.7 所有泵槽液面应维持微负压,排气总管应接到干燥塔入口管。
- 3.3.8 最终吸收塔出口与干燥塔入口之间应设置连通管线。

3.3.9 对于烟气量及烟气二氧化硫浓度比较稳定且二氧化硫浓度较高的大中型制酸装置,应回收低温位热。

3.4 转化与换热

3.4.1 正常烟气条件下,应选择成熟的、经生产验证的常规转化工艺。

3.4.2 选择工艺时,应根据烟气二氧化硫浓度是否满足自热操作确定采用单接触工艺或双接触工艺。

3.4.3 除满足自热操作外,入吸收塔烟气(包括一次转化气和二次转化气)温度应高于露点。

3.4.4 转化触媒层数及触媒类型应根据烟气二氧化硫浓度和总转化率要求确定,常规接触法制酸转化工艺选择应符合表 3.4.4 的规定。

表 3.4.4 常规接触法制酸转化工艺选择

转化入口二氧化硫浓度 V(%)	宜采用的转化工艺
3.5~6	单接触
5~18	双接触
>2	湿法硫酸(湿式接触)

3.4.5 入转化高浓度二氧化硫烟气氧硫比(O_2/SO_2)不应小于 0.75,其他烟气氧硫比不应小于 1.0。

3.4.6 换热流程应根据烟气条件、转化器触媒层配置及转化余热回收方案等综合比较后确定。

3.4.7 高浓度转化工艺宜选择预转化、三氧化硫循环、等温转化工艺等。

3.4.8 触媒应根据烟气条件和总转化率要求选择,触媒装填量及各层分配比例应通过计算确定。

3.4.9 开工预热宜选择燃油、燃气或电加热方式。

3.4.10 采用双接触工艺时,开工预热系统应同时满足一次转化和二次转化的预热要求。

3.4.11 为方便触媒的筛分和装卸,应设置触媒筛分装置,筛分装置应满足环保和安全要求。

3.5 成品酸储存与运输

3.5.1 成品酸库设计应包括硫酸储存和装卸酸设施,储酸及装卸酸流程应简捷方便、安全可靠。

3.5.2 成品酸宜采用大酸罐储存,储罐区储酸罐数量不应小于2个,储酸罐出酸管道应设置双阀门。

3.5.3 成品酸运输应根据建设地运输条件和用户要求确定,运输方式宜采用火车、汽车或船舶。

3.5.4 装酸设施应根据不同的运输设备设计。装酸宜采用自动计量,也可采用计量槽计量。

3.6 尾气脱硫

3.6.1 尾气脱硫工艺应根据冶炼操作制度、烟气性质(包括二氧化硫浓度和气量的波动)、二氧化硫排放控制总量、脱硫效率、脱硫剂供应、自然资源情况、脱硫副产物的综合利用、废水/废渣排放、厂址条件以及技术经济指标等因素,综合比较后确定。

3.6.2 脱硫宜选择二氧化硫吸收(附)/解析(吸)和脱硫剂易获取、产品有销路的工艺。

3.6.3 锌冶炼或铅锌冶炼联合企业,宜选择氧化锌脱硫工艺。

3.6.4 尾气排放应符合现行国家标准《铅、锌工业污染物排放标准》GB 25466、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467 和《硫酸工业污染物排放标准》GB 26132 的有关规定。

3.7 废酸处理

3.7.1 废酸处理工艺应根据废酸成分、资源回收及处理后排液要求、技术经济指标、安全环保要求确定。

3.7.2 对于含砷及其他重金属离子较高的废酸宜采用硫化法与

中和法相结合的处理工艺；其他可采用中和处理工艺，工艺选择应符合下列规定：

1 含砷浓度小于 0.5g/L 的废酸，宜采用碱中和处理工艺。

2 含砷浓度大于等于 0.5g/L 的废酸，宜采用硫化法与碱中和组合处理工艺。

3 硫化剂宜采用硫化钠、硫化氢钠及其他液相硫化剂，不宜采用气体硫化剂。

3.7.3 废酸处理产出的废物必须合理处置，并应符合下列规定：

1 含砷及其他重金属固体废渣必须与一般固体废渣分开堆存，严禁产生二次污染。

2 处理后的废气必须符合现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467 的有关规定。

3 硫化区域必须设置固定式硫化氢监测报警装置。

4 物料衡算

4.1 一般规定

4.1.1 设计基础应包括下列内容：

- 1 烟气量(Nm^3/h)及成分(%)。成分包括：二氧化硫、三氧化硫、氧气、二氧化碳、一氧化碳、氮气、水等。
- 2 烟气有害物及含量(mg/Nm^3)。烟气有害物包括：铬、铁、钴、铜、锌、镉、铅、砷、硒、汞、二氧化硅、氟、氯等。
- 3 入硫酸系统总硫。
- 4 烟气温度、烟气压力。
- 5 冶炼操作制度。

4.1.2 物料衡算应符合下列规定：

- 1 净化率应按烟气中三氧化硫全部损失、忽略废酸经脱吸损失的二氧化硫进行计算。酸雾在各段被除去比例，应根据选择的工艺和设备并结合生产实践经验选取。
- 2 转化率应符合下列规定：
 - 1) 双接触工艺大于或等于 99.5%；
 - 2) 单接触工艺大于或等于 96%。
- 3 吸收率应大于或等于 99.95%。
- 4 二氧化硫风机出口烟气应满足下列要求：
 - 1) 尘小于或等于 $1.2\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；
 - 2) 水分小于或等于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；
 - 3) 酸雾小于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

4.2 烟气净化

4.2.1 烟气净化的物料平衡计算，应包括烟气量、硫(包括二氧化

硫和二氧化硫)、水等组分的物料平衡计算;当烟气中砷、氟、氯、硒、汞等物质浓度较高时,应进行这些组分的物料平衡计算。

4.2.2 烟气量的计算应符合下列规定:

1 应计算进入净化工序的空气量(含空气中的水分)。

2 冶炼烟气具有烟气量、二氧化硫浓度波动的特点,应对最大、正常、最小烟气条件分别做物料平衡计算。

4.2.3 硫平衡计算应符合下列规定:

1 进入净化工序的总硫量应包括烟气中的二氧化硫量和三氧化硫量;

2 外排废酸量(折 100% 硫酸)应按烟气中的三氧化硫全部生成硫酸计算;

3 外排废酸量及浓度应按砷、氟、氯、固相尘等在循环酸中的最大允许浓度分别计算,选取其中酸量大、浓度低的数值。

4.2.4 净化出口烟气温度的确定,应符合下列规定:

1 气体冷却塔出口温度可视为净化出口温度,净化出口温度应满足干吸工序产出合格成品酸的要求;

2 干吸加水量或加水比例应根据烟气二氧化硫浓度、生产工艺等确定;

3 当电除雾器绝缘箱采用气封时,干吸加水量应包括漏入电除雾器空气中的水分。

4.2.5 水平衡计算应包括下列内容:

1 进净化烟气含水量;

2 脱吸空气含水量;

3 电除雾器气封空气含水量;

4 槽(罐)抽气进入净化工序的空气含水量;

5 工艺加水量;

6 出净化烟气含水量;

7 外排废酸含水量。

4.2.6 采用绝热蒸发稀酸洗涤净化工艺,达到 100% 绝热饱和的

烟气应符合下列规定：

- 1 计算采用烟气温度应比其饱和温度高 2℃；
- 2 烟气水蒸气含量应为绝热饱和温度下的 100%。

4.3 干燥与吸收

4.3.1 干燥与吸收的物料平衡计算应包括下列内容：

- 1 干吸塔进出口二氧化硫、三氧化硫、水、酸雾等；
- 2 塔和泵槽进出口酸量、串酸量、加水量、硫酸浓度；
- 3 补充空气量及空气中含水量。

4.3.2 物料平衡计算选用的工艺操作参数应以生产实践为依据，可按表 4.3.2 选用，部分操作指标应通过计算确定。

表 4.3.2 干燥与吸收操作参数

项 目	干燥塔	中间吸收塔	最终吸收塔	发烟酸塔
气体入口温度(℃)	≤40	160~200	140~180	160~200
气体出口温度(℃)	35~50	60~110	60~90	60~80
喷淋酸入口温度(℃)	<40	<95	<83	<60
喷淋酸出口温度(℃)	<70	≤120	≤100	<70
喷淋酸浓度(%)	93~95	98~98.5	98~98.5	104.5~104.6
喷淋酸密度 [m ³ /(m ² ·h)]	≥18	≥18	≥18	≥18
操作风速(m/s)	1.2~1.8	1.2~2.5	1.2~2.5	1.2~2.0
效率(%)	气体出口含水 ≤0.1g/Nm ³	≥99.95	≥99.95	50~70

4.3.3 干燥塔入口烟气含水量，应包括下列内容：

- 1 电除雾器出口烟气含水量；
- 2 当从干燥塔前补充空气时，空气中的含水量。

4.3.4 干吸塔的喷淋酸量应通过进出塔酸的浓度差计算，在未确定塔径前，不宜通过喷淋密度计算循环酸量。

4.3.5 产品酸规格应根据烟气二氧化硫浓度、循环水温度、环境

温度以及市场需求等确定。

4.3.6 串酸计算应符合下列规定：

- 1 当生产 98%硫酸和 104.5%硫酸时,98%硫酸和 104.5%硫酸对串,向 98%硫酸中加水;
- 2 当生产 98%硫酸和 93%硫酸时,98%硫酸与 93%硫酸对串,向 98%硫酸中加水。

4.4 转化与换热

4.4.1 转化物料平衡计算应包括总转化率和分段转化率的确定、转化器各触媒层进出口烟气的物料计算、触媒总量及各层触媒分配率的计算。

4.4.2 触媒损耗量可按优质触媒使用 7a~12a 全部更换,普通触媒使用 5a~8a 全部更换进行计算。

4.4.3 对于气量和二氧化硫浓度周期性波动的烟气,应分别对正常气量、最大气量、最小气量等进行物料平衡计算。换热器换热面积计算依据应根据物料平衡计算结果确定。

4.4.4 采用燃油、燃气预热升温时,物料平衡计算还应包括燃烧炉进口燃烧物料量、空气量及出口燃烧气量的平衡计算。

4.4.5 转化物料平衡计算结果应以物料平衡图或表格形式列出,气相物料应列出气体成分、体积百分比、质量流量及体积流量(标准状况下)。

4.5 尾气脱硫

4.5.1 尾气脱硫的物料平衡计算,应包括脱硫塔进出口烟气主要组分(二氧化硫、三氧化硫、水等)、塔和槽进出口物料(循环液量、循环液组分、补充吸收液及排放液等)的计算。

4.5.2 物料平衡计算用工艺参数,应根据试验数据或同类工艺生产实践数据选取。

4.5.3 物料平衡计算结果应包含下列内容：

- 1 脱硫塔出口烟气量及烟气成分；
- 2 产品产量及主要成分；
- 3 吸收(附)剂消耗量；
- 4 解析(吸)剂消耗量；
- 5 其他物料消耗量；
- 6 外排废液、废渣量及成分。

4.6 废酸处理

4.6.1 废酸处理的物料平衡计算应根据本规范第 3.7.2 条选择的工艺分段计算。

4.6.2 物料平衡计算中有关化合物或离子态物质的单位应以 g/L 和 kg/d 表示。

4.6.3 各环节进出口的物料平衡计算应根据主反应和主要副反应反应式、反应酸碱度、需要控制的 pH 值(或氧化还原电位值)等进行,计算结果以列表或物料平衡图的形式表示。

4.6.4 废酸中主要元素,如砷、铜、镉、铅、锌、汞等,应分别进行物料平衡计算。

5 热量衡算

5.1 一般规定

- 5.1.1 烟气制酸的绝热蒸发冷却、二氧化硫转化和干燥吸收三大主工艺热量平衡应按绝热过程计算。
- 5.1.2 出绝热增湿塔的气体显热与水蒸气潜热之和应与入绝热增湿塔气体总热量相等。
- 5.1.3 触媒层气体出口热量应等于气体入口热量与转化反应热之和。
- 5.1.4 入干吸塔的烟气热量、喷淋酸热量、塔内反应热和冷凝热之和应等于出塔烟气热量与出塔酸热量之和。

5.2 烟气净化

- 5.2.1 烟气净化的热量平衡计算,应包括各塔和稀酸冷却器的热量平衡计算。
- 5.2.2 一级洗涤塔热量平衡计算原则,应符合下列规定:
 - 1 出塔烟气温度计算应按本规范第 4.2.6 条规定进行;
 - 2 循环酸温度可取烟气绝热饱和温度。
- 5.2.3 热量平衡计算应符合下列规定:
 - 1 一级洗涤塔热量平衡计算应包括下列内容:
 - 1) 入塔烟气显热;
 - 2) 入塔烟气水蒸气潜热;
 - 3) 三氧化硫生成硫酸的生成热;
 - 4) 入塔酸热量;
 - 5) 出塔烟气显热;
 - 6) 出塔烟气水蒸气潜热;

- 7) 出塔酸热量。
- 2 气体冷却塔热量平衡计算应包括下列内容：
 - 1) 入塔烟气显热；
 - 2) 入塔烟气中水蒸气潜热；
 - 3) 水蒸气冷凝热；
 - 4) 喷淋酸带入热；
 - 5) 出塔烟气显热；
 - 6) 出塔烟气中水蒸气潜热；
 - 7) 出塔酸带出热。
- 3 稀酸冷却器换热计算应包括下列内容：
 - 1) 气体冷却塔入塔酸热量；
 - 2) 气体冷却塔出塔酸热量。
- 4 由后向前窜的液体中酸雾稀释热和热损失可忽略不计。

5.3 干燥与吸收

5.3.1 干燥与吸收的热量平衡计算应包括塔、酸冷却器及泵槽的热量平衡计算。

5.3.2 干燥塔热量平衡计算应包括下列内容,计算时热损失可忽略不计:

- 1 入塔烟气显热；
- 2 入塔烟气中水蒸气潜热；
- 3 水蒸气冷凝热；
- 4 喷淋酸带入热；
- 5 入塔硫酸稀释至出塔酸浓度的稀释热；
- 6 出塔烟气带出热；
- 7 出塔酸带出热。

5.3.3 吸收塔热量平衡计算应包括下列内容,计算时热损失可忽略不计:

- 1 入塔烟气显热。

- 2 喷淋酸带入热。
 - 3 塔内反应热包括下列内容：
 - 1) 冷凝热：三氧化硫(气)→三氧化硫(液)；
 - 2) 生成热：三氧化硫(液)→100%硫酸；
 - 3) 稀释热：100%硫酸→出塔酸；
 - 4) 浓缩热：98%硫酸→出塔酸。
 - 4 出塔烟气带出热。
 - 5 出塔酸带出热。
- 5.3.4 泵槽和酸冷却器的热量平衡计算，应符合下列规定：
- 1 根据串酸流程和产酸方案，应分别对各泵槽和酸冷却器进行热量平衡计算；
 - 2 各泵槽热量输入应计算不同浓度硫酸的混合热；
 - 3 阳极保护酸冷却器进口酸温：93%硫酸不应高于70℃，98%硫酸不应高于120℃；
 - 4 板式酸冷却器进口酸温应通过投资、运行费用比较后确定。

5.4 转化与换热

- 5.4.1 转化工序热量平衡计算应符合下列规定：
- 1 各触媒层气体出口温度及各热交换器的换热负荷应根据确定的相应各触媒层气体入口温度及转化率计算；
 - 2 开工炉和预热器应进行热量平衡计算；
 - 3 回收转化余热时，余热回收装置应进行热量平衡计算。
- 5.4.2 转化器热量平衡计算，应符合下列规定：
- 1 转化器各层出口热量应等于入口烟气热量与反应热之和；
 - 2 计算反应热采用的温度应为该层的平均温度，不宜以温升系数(λ)法进行热量平衡计算。
- 5.4.3 冷热交换器的冷端平均壁温及进中间吸收塔、最终吸收塔的烟气温度不应低于露点。

5.4.4 对于烟气量和烟气浓度有周期性波动的烟气,应以确定的基准气量和浓度作为热量平衡计算的依据,并按最大波动范围内极端烟气条件下对热量平衡进行校核计算,包括旁路全开时换热器的热量平衡计算。

5.4.5 转化工序散热损失宜根据经验数据选取。

5.5 尾气脱硫

5.5.1 尾气脱硫的热量平衡计算,应包括塔(器)、槽的热量平衡计算。

5.5.2 脱硫塔的热量平衡计算,应包括下列内容:

- 1 烟气带入热;
- 2 吸收剂带入热;
- 3 反应热;
- 4 烟气带出热;
- 5 产品或排放液带出热。

5.5.3 泵槽热量平衡计算,应包括下列内容:

- 1 循环液带入热;
- 2 补充吸收剂带入热;
- 3 反应热;
- 4 循环液带出热;
- 5 排放液带出热。

5.5.4 热量平衡计算的结果,应包含下列主要内容:

- 1 脱硫塔出口烟气温度的;
- 2 排放液温度。

5.5.5 当采用吸收(附)/解析(吸)工艺时,应对解析(吸)设备进行热量平衡计算。

6 设备选择

6.1 烟气净化

6.1.1 空塔计算与选择,应符合下列规定:

1 逆流式空塔处理的工况气量宜采用进、出口平均温度和平均压力进行计算,并流式空塔处理的工况气量宜采用进口温度、进口压力进行计算。

2 逆流式空塔操作气速可选用 $1.0\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$;并流式空塔操作气速可选用 $2.5\text{m/s}\sim 4.5\text{m/s}$ 。

3 喷淋密度可选用 $15\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 25\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

4 空塔可采用玻璃钢或钢衬耐腐蚀材料制作,烟气入口段材质应耐高温、耐腐蚀及耐磨蚀。

6.1.2 高效洗涤器计算与选择,应符合下列规定:

1 处理的工况气量宜采用进口温度、进口压力进行计算;

2 逆喷管操作气速可选用 $26\text{m/s}\sim 35\text{m/s}$;

3 喷淋密度可选用 $260\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})\sim 350\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$;

4 气液分离器处理的工况气量宜采用出口温度和出口压力进行计算;

5 气液分离器操作气速可选用 $2.5\text{m/s}\sim 3.5\text{m/s}$;

6 逆喷管材质宜选用哈氏 G30、耐高温玻璃钢、内衬石墨耐高温玻璃钢、内衬耐腐蚀材料碳钢等,气液分离器材质宜选用玻璃钢、内衬耐腐蚀材料碳钢等。

6.1.3 气体冷却塔计算与选择,应符合下列规定:

1 处理的工况气量宜采用进、出口平均温度和平均压力进行计算;

2 操作气速可选用 $1.2\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$;

- 3 喷淋密度可选用 $15\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 35\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;
 - 4 气体冷却塔宜采用玻璃钢制作。
- 6.1.4 电除雾器计算与选择,应符合下列规定:**
- 1 电除雾器的除雾指标应符合本规范第 3.2.1 条的规定;
 - 2 电除雾器处理的工况气量宜采用进、出口平均温度、平均压力进行计算;
 - 3 阳极管操作气速可选用 $0.65\text{m/s} \sim 1.2\text{m/s}$;
 - 4 气体在阳极管内的停留时间可选用 $4\text{s} \sim 8\text{s}$;
 - 5 电除雾器的材质可选用导电玻璃钢(C-FRP)、铅(Pb)、聚氯乙烯(PVC)等。
- 6.1.5 沉降槽计算与选择,应符合下列规定:**
- 1 沉降槽的容积、烟尘的沉降速度应根据烟尘性质、成分等通过试验或参照类似装置的经验数据确定;
 - 2 沉降槽可选用圆锥、斜管(板)或其他型式,沉降槽材质宜选用玻璃钢。
- 6.1.6 稀酸板式冷却器计算与选择,应符合下列规定:**
- 1 稀酸板式冷却器应根据冷、热介质的参数计算选择;
 - 2 稀酸板式冷却器的传热系数宜取 $4000\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \sim 5000\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 - 3 板片及垫片材料应根据循环液中硫酸浓度、氟、氯等腐蚀性介质的含量,经综合经济比较后确定;
 - 4 稀酸进口应安装内置过滤器。
- 6.1.7 稀酸泵选择应符合下列规定:**
- 1 稀酸泵的扬量和扬程应根据输送介质,塔、槽的操作参数及布置要求等通过计算确定,其富裕系数可取 $1.10 \sim 1.15$;
 - 2 稀酸泵宜选用离心泵;
 - 3 接触介质部件宜选用超高分子量聚乙烯或耐酸橡胶等。

6.2 干燥与吸收

- 6.2.1 干燥塔、中间吸收塔和最终吸收塔规格应根据工艺、烟气**

条件及本规范表 4.3.2 的干燥与吸收操作参数计算确定。

6.2.2 塔、槽独立布置时,塔宜采用碟形底结构;塔、槽连体布置时,塔宜采用平底或碟形底结构。

6.2.3 干燥塔和吸收塔(中间、最终吸收塔)计算与选择,应符合下列规定:

- 1 工况烟量可按进、出口平均温度和平均压力进行计算;
- 2 操作气速应按本规范表 4.3.2 选择;
- 3 填料高度应通过计算确定。

6.2.4 填料支承应选用开孔率大、阻力小的条梁或球拱。

6.2.5 干燥塔、吸收塔分酸装置宜选用槽管式或管式分酸器。

6.2.6 干吸塔除雾器选择应符合下列规定:

- 1 干燥塔宜采用网垫式除雾器;
- 2 吸收塔宜采用烛状纤维除雾器。

6.2.7 干燥塔、吸收塔主体宜选用钢衬耐酸瓷砖、钢衬合金钢或整体合金钢结构。

6.2.8 干吸泵槽宜采用卧式或立式,泵槽宜采用钢衬耐酸瓷砖、钢衬合金钢或整体合金钢结构。

6.2.9 浓酸泵选择应符合下列规定:

- 1 浓酸循环泵宜选用液下泵。
- 2 最大流量宜取正常流量的 1.10 倍~1.15 倍;最大扬程宜取正常扬程的 1.05 倍~1.10 倍。
- 3 流量小于 $600\text{m}^3/\text{h}$ 的泵,转速宜采用 $1450\text{r}/\text{min}$;流量大于或等于 $600\text{m}^3/\text{h}$ 的泵,转速宜采用 $980\text{r}/\text{min}$ 。

4 泵安装底座底面至泵吸入口的垂直距离为泵的插入深度,泵吸入口与泵槽底部距离宜取 300mm ;泵吸入口应配滤网。

5 中间吸收和最终吸收共用泵槽时,可通过最终吸收酸泵串酸和产酸。

6.2.10 浓酸冷却器型式宜选用管壳式或板式。管壳式应包括带阳极保护和不带阳极保护两种形式,设计时应进行综合经济比较。

浓酸冷却器计算与选择应符合下列规定：

1 浓酸冷却器选型计算的内容应包括热负荷、平均温差、换热面积和冷却水量等的计算。

2 传热系数应合理选择。板式酸冷却器，宜取 $1500\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \sim 2500\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；阳极保护管壳式酸冷却器，宜取 $800\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \sim 1000\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

3 浓酸冷却器的材质应根据硫酸浓度和操作温度合理选择。带阳极保护管壳式酸冷却器的换热管宜选用 316L 不锈钢焊管，壳体、管板、折流板以及补偿器宜选用 304L 不锈钢。采用 93% 硫酸干燥，入干燥酸冷却器酸温不宜超过 70°C ；入吸收酸冷却器酸温不宜超过 120°C （单侧保护）；板式酸冷却器入口酸温根据板片材质选用，合金 C-276 温度不宜超过 90°C ，酸温高于 90°C 时，宜选用哈氏合金 D-205 等。

6.3 转化与换热

6.3.1 转化器计算与选择，应符合下列规定：

1 转化器直径应根据处理的标况气量及选择的操作气速计算确定。

2 转化器操作气速宜选 $0.30\text{m}/\text{s} \sim 0.50\text{m}/\text{s}$ （标况）。

3 转化器各触媒层布置顺序应根据管线布置便捷、维修及触媒装卸方便的原则确定。

4 浓度和气量波动较大的烟气以及低浓度烟气宜采用大蓄热量转化器。

5 转化器各触媒层人孔应按 2 个设置，并按 180° 对称布置。

6 转化器应装填活性高、通气阻力小、载尘能力强的触媒；触媒层高度应留有裕量；触媒装填系数宜取 $170\text{L}/(\text{d} \cdot \text{t}) \sim 300\text{L}/(\text{d} \cdot \text{t})$ （100% 硫酸），各触媒层阻力不应低于 500Pa 。

7 为获取高的转化率、防止一层触媒过热和减少换热面积，单接触第一层上部及最后一层、双接触第一层上部及二次转化各

层宜装填低温触媒。

8 当采用整体不锈钢转化器且第一触媒层位于底部时,转化器应设置滑动支撑。

6.3.2 热交换器计算与选择,应符合下列规定:

1 在经济、适用和可靠的原则下,应选择阻力较小、传热系数较高的热交换器。

2 热交换器应根据烟气性质、烟气条件计算和选择,对于二氧化硫浓度周期性波动的烟气,换热面积应留有富裕。

3 热交换器的材质选择应兼顾实用性和经济性。

6.3.3 开工炉及预热器计算与选择,应符合下列规定:

1 预热气量宜取入转化最大气量的 30%~35%。

2 预热能源应根据建设地区条件选择,宜选用油、气及电。

3 开工炉和预热器应根据燃料种类、预热气量、预热气出口温度、预热器材质等进行计算、设计和选择。

4 预热时,入转化气体温度不宜高于 500°C。

6.3.4 二氧化硫风机选择,应符合下列规定:

1 风机应根据冶炼操作制度、烟气量、系统阻力、负荷调节要求、当地自然条件(包括海拔高度)等进行选择。

2 在正常烟气条件下,风机的效率应最高,同时风机应满足最大和最小工况参数。

3 风机全压应按系统通过最大气量时的阻力以及长期运行阻力上涨等因素确定,风机全压富余量应根据生产实践经验选取,宜选取全压的 10%~20%。

4 风机负荷调节宜采用速度调节、前导向调节、速度调节与前导向调节组合调节方式;速度调节宜选择变频或液力耦合器。

5 风机的进出口方位应符合平面布置要求。

6.4 成品酸储存与运输

6.4.1 成品酸库的储酸量应根据运输方式、运输能力、销售半径

等因素确定,储存周期宜取 15d~30d。

6.4.2 储酸罐宜选择立式圆筒形结构,也可选择卧式圆筒形或球形结构。储酸罐应露天布置。

6.4.3 储酸罐必须密封加盖,设置呼吸装置;储存及装卸发烟酸过程中外排的三氧化硫气体必须回收。

6.4.4 储酸罐应设液位指示装置(现场显示和仪表显示),储酸罐有效容积不宜超过总容积的 85%。

6.4.5 储酸罐应设溢流口和排污口,排污口应设在储酸罐底部外侧。

6.4.6 储酸罐材质宜选用普通碳钢。

6.4.7 储酸罐保温措施应根据产品硫酸浓度以及建设地环境温度确定。

6.4.8 地下槽宜采用立式,材质宜选用内衬耐酸瓷砖碳钢。

6.4.9 地下槽泵选择,应符合下列规定:

1 泵的扬量和扬程应通过计算确定,最大流量宜取正常流量的 1.10 倍~1.15 倍;最大扬程宜取正常扬程的 1.05 倍~1.10 倍。

2 地下槽泵宜选用立式液下泵。

3 其他要求应符合本规范第 6.2.9 条的规定。

6.4.10 卸酸泵宜选用卧式泵。

6.5 尾气脱硫

6.5.1 脱硫设备应根据烟气条件、工艺等进行计算与选择。

6.5.2 吸收塔计算与选择,应符合下列规定:

1 工况烟气量宜采用进出口平均温度和平均压力进行计算。

2 风速宜按本规范第 6.1.1 条、第 6.1.3 条的规定选择。当吸收塔采用高效洗涤器时,逆喷管风速不宜过高,宜选择 15m/s~20m/s,其他参数宜按本规范第 6.1.2 条的规定选择。

3 吸收塔的填料高度应通过计算确定,并应校核设备在极端

条件下的性能。

4 塔出口应设置除雾器。

6.5.3 泵的选择应符合下列规定：

1 泵的扬量和扬程应根据输送流体性质、塔、槽的操作参数及布置要求等通过计算确定，富裕系数可取 1.10~1.15。

2 循环泵及输送泵宜选用卧式离心泵。

3 接触流体部件应选用耐腐蚀和耐磨蚀材料。

6.5.4 烟囱计算与选择，应符合下列规定：

1 排放工况气量可采用进口温度、进口压力计算，风速可采用 $13\text{m/s}\sim 20\text{m/s}$ 。

2 烟囱高度应根据排放要求、建设地气象条件等计算确定。

3 烟囱内筒宜采用非金属材料。

6.6 废酸处理

6.6.1 槽罐类设备选择，应符合下列规定：

1 储槽、中间槽、计量槽、溶解槽、反应槽、浓密槽（池）、沉降槽等槽罐类设备，应根据其功能及处理物料的性质、物料量、停留时间等，计算其有效容积。

2 有效容积宜取实际容积的 80%~85%，并根据槽罐结构、搅拌器规格及布置要求确定槽罐的台数和外形尺寸。

3 设备材质应根据流体特性选用，宜选用玻璃钢、内衬胶（玻璃钢）碳钢、内衬胶（玻璃钢）混凝土等。

6.6.2 过滤设备选择，应符合下列规定：

1 过滤设备应根据处理物料量，物料含固量、黏度、温度、酸碱度、颗粒粒径等物料特性，滤渣含湿量要求，以及作业制度等选择。

2 硫化渣含水不宜超过 60%，石膏渣含水（游离水）不宜超过 30%。

6.6.3 输送泵选择，应符合下列规定：

1 输送泵的扬量和扬程应通过计算确定,富裕系数可取1.10~1.15。

2 泵的类型应根据输送液体的流量、压力、温度、腐蚀性、含固量、操作制度(连续或间断)等要求选择。

3 接触流体部件宜选用耐腐蚀和耐磨蚀材料。

7 设备布置

7.1 烟气净化

7.1.1 净化工序应按距离电收尘器最短的原则进行布置。

7.1.2 各塔应按工艺流程顺序布置,宜采用单行排列,中心线对齐或切线对齐。

7.1.3 在符合管道敷设原则、满足操作维修需要的前提下,塔之间的净间距应最短。

7.1.4 泵、槽类设备及稀酸冷却器宜布置在塔一侧,另一侧宜设置检修场地或通道。

7.1.5 塔安装高度应符合下列规定:

1 利用塔内液体重力自流到泵槽或其他设备时,安装高度应根据塔内液面压力、流入设备高度、流入设备内部压力及管道压力降等因素确定。

2 塔槽一体设备,安装高度应满足泵的入口压力大于必需汽蚀余量(NPSHr)的要求。

3 单列布置的塔基础、平台标高应一致,基础高出地面不应小于0.2m。

7.1.6 循环泵布置应符合下列规定:

1 除寒冷地区外,稀酸循环泵宜布置在室外。

2 泵成排布置时,宜按泵进口端、出口中心线或泵端基础边对齐布置。

3 泵基础面高出地面应大于0.2m,两台泵之间净间距不宜小于0.8m。

4 泵采用两台运行一台备用的布置,备用泵宜布置在中间。

7.1.7 寒冷地区泵房布置,应符合下列规定:

1 泵房内应设有排污沟,地面应留有坡度并应有防腐措施;室内应设置通风设施,采暖温度不应低于 5°C 。

2 泵电机端部或泵侧至墙面的距离不宜小于 1.0m 。

3 泵房内应设置满足检修要求的起吊装置。

7.1.8 在寒冷地区,塑料电除雾器和安全水封应布置在室内,采暖温度不应低于 5°C 。

7.1.9 稀酸冷却器布置,应符合下列规定:

1 稀酸冷却器的一侧敷设酸管和水管,另一侧应留有安装、维修空间。

2 为方便调节循环酸温度和冷却负荷,稀酸冷却器的酸侧进出口管之间应设置旁通管,不应在水侧设置旁通管。

3 两台以上稀酸冷却器布置时,每两台稀酸冷却器的净间距不应小于 0.8m 。

4 安装高度应满足稀酸冷却器酸侧、水侧介质排净的要求。

7.2 干燥与吸收

7.2.1 干燥塔距电除雾器和风机,吸收塔距转化热交换器,以及塔与塔之间的距离,在满足工艺、操作检修的要求下应最短,但塔与塔之间的净间距不应小于 2.5m 。

7.2.2 干燥塔、吸收塔、泵槽、酸冷却器应根据工艺流程顺序布置,泵槽、酸冷却器应布置在塔的一侧,另一侧敷设烟气管道。

7.2.3 干吸塔安装高度,应符合下列规定:

1 利用塔内液体的重力自流到泵槽或其他设备时,安装高度应根据塔内液位及液面压力、泵槽液位和管道压力降等因素确定。

2 干燥塔内液面压力为负压,干燥塔安装高度应确保塔内硫酸返回泵槽。

3 单列布置的干吸塔,主要操作平台宜采用同一标高。

7.2.4 塔人孔位置应设置钢结构操作平台及爬梯,上下两层操作平台之间的净高差不应小于 1.8m 。

7.2.5 酸冷却器布置,应符合下列规定:

- 1 酸冷却器宜布置在泵槽之间。
- 2 采用阳极保护管壳式酸冷却器时,应留有抽取主阴极的场地;采用板式酸冷却器时,应留有拆装板片的场地。
- 3 为方便调节入塔酸温和冷却器换热负荷,酸侧进出口管之间应设置旁通管,不应在水侧设置旁通管。

4 酸冷却器之间、酸冷却器与其他设备之间、酸冷却器与建筑物之间的净间距不宜小于0.8m;采用阳极保护管壳式酸冷却器时,恒电位仪距离酸冷却器的布线距离不应大于100m。

7.2.6 泵槽及地下槽布置,应符合下列规定:

- 1 卧式泵槽应根据工艺流程及场地条件布置,管道走向应顺畅。
- 2 寒冷地区的地下槽应布置在室内,采暖温度不应低于5℃。
- 3 地下槽需要布置在室内时,应设置吊装设备,室内地面应留有足够的检修场地。

7.2.7 在干吸区域内必须设置洗眼器、淋洗器。

7.3 转化与换热

7.3.1 转化工序应靠近干吸工序布置,两工序净间距应满足设备安装和检修要求。

7.3.2 转化器和热交换器的布置,应符合下列规定:

- 1 转化器和热交换器应布置在风机出口侧。
- 2 转化器与热交换器及热交换器相互之间的距离应满足管道热补偿要求。
- 3 转化器各层装卸触媒用人孔和操作平台应设置在交通便利的一侧;操作平台应采用独立的钢结构,不应和转化器连成一体。
- 4 转化器装卸触媒侧应有足够的触媒装卸、筛分场地。

7.3.3 开工预热系统布置,应符合下列规定:

1 采用油、气等燃料的燃烧炉及辅助设施,应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定执行。

2 采用电炉预热升温时,应根据电炉数量、管道敷设以及检修要求等布置电炉,大中型电炉宜落地布置,小型电炉可直接布置在管路上。

7.3.4 二氧化硫风机应根据风机类型、操作维护要求、进出管道敷设规定、辅助设施要求等布置。二氧化硫风机布置应符合下列规定:

1 应靠近转化工序布置。

2 进出口管道及收缩(扩张)管道规格及长度应合理设计,不应影响风机性能。

3 风机在室内布置时,应按风机最重部件的重量选用起吊设施。

4 检修场地的大小应根据风机、电机最大部件的规格确定。

5 风机基础应与厂房基础分开,风机基础较高时,应设置操作平台。

6 噪声防护应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的有关规定。

7.4 成品酸储存与运输

7.4.1 成品硫酸储存和装卸场地应依据周边的地形、风向等自然环境、社会环境、企业及相邻企业或设施的特点等进行布置。

7.4.2 成品硫酸储存和装卸场地不应建在断层、滑坡、泥石流、地下溶洞、采矿陷落区、重要的供水水源卫生保护区、有开采价值的矿藏区等地段和地区。

7.4.3 成品硫酸库的布置,应符合下列规定:

1 设备布置应符合工艺流程和操作要求。

2 功能分区内各项设施的布置,应紧凑、合理;功能分区内部

相互之间应留有检修通道。

7.4.4 储罐区不应布置与成品酸储存、运输无关的管道,储酸罐顶部应设置独立操作平台,不得利用罐顶作为通道。

7.4.5 储罐区必须设置围堰,围堰的有效容积应大于或等于最大单台储酸罐有效容积的 110%。

7.4.6 储罐区各种间距、储酸罐容积及数量、储酸罐排数、围堰高度等必须符合现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

7.4.7 围堰内应设计排水措施,坡度不宜小于 3‰,在最低处设污水收集池(兼事故中和池)和排污泵。

7.4.8 储罐区地下槽必须布置在围堰外。

7.4.9 围堰内地面、设备基础及围堰内侧应采取防腐措施;围堰堤应密实、不泄漏,横穿围堰堤的管道应做套管并确保密封。

7.4.10 储罐区内必须设置洗眼器、淋洗器、事故中和池。

7.4.11 采用火车槽车和汽车槽车运输成品酸时,应设置相应的火车、汽车装酸鹤管,装酸鹤管数量应根据硫酸产量和槽车周转周期确定。

7.4.12 铁路中心线距储罐区的距离应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定,装酸区域应设酸水收集池。

7.4.13 汽车槽车装酸高位槽宜单列布置在平台上,装酸区域应留有汽车通行、会车、拐弯场地。

7.4.14 地下槽兼有将硫酸输送到装酸高位槽的功能,宜布置在室内。地下槽布置应按本规范第 7.2.6 条的规定执行。

7.5 尾气脱硫

7.5.1 尾气脱硫装置布置应满足总平面规划要求。

7.5.2 尾气脱硫装置宜布置在最终吸收塔和烟囱附近。

7.5.3 烟囱的布置应符合下列规定:

1 在满足检修、安全等要求的前提下,烟囱与最终吸收塔之间的距离应最短。

2 烟囱支撑宜选用钢结构、钢筋混凝土结构及自支撑结构。

3 烟囱顶部应设航空标志和避雷设施,有影响飞机起降的,还应设航空障碍灯。

7.6 废酸处理

7.6.1 废酸处理装置布置应满足总平面规划要求。

7.6.2 同类型设备在满足工艺流程的要求下宜统一布置。

7.6.3 由于生产过程中可能会有微量的二氧化硫、硫化氢等有害气体产生,废酸处理工序宜布置在厂区的下风向。

7.6.4 属于危险废物的物料,应按现行国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的有关规定执行,不应与一般固体废物一起堆放。

7.6.5 压滤机房配置,应符合下列规定:

1 压滤机房大小应根据压滤机规格,安装、操作、检修要求等确定,宜靠近沉降槽布置。

2 压滤机房宜按照两层结构设计,压滤机应布置在第二层,楼层应留有吊装孔,便于设备安装和检修。

7.6.6 滤饼库应靠近压滤机房,滤饼库大小应根据滤饼特性以及堆存要求确定。

8 管 道

8.1 一 般 规 定

- 8.1.1 管道应根据流体特性、操作条件、荷载情况,并结合环境影响因素等进行设计和选择。
- 8.1.2 管道及每个组成件的设计压力,不应小于运行中极端内压或外压与温度相偶合时最不利条件下的压力。最不利条件应为强度计算中管道组成件所需最大厚度及最高公称压力时的参数。
- 8.1.3 离心泵出口管道的设计压力不应小于吸入压力与出口压力之和。
- 8.1.4 管道的设计温度应取管道在运行时,压力和温度相偶合最不利条件下的温度;设计温度应根据流体温度、环境温度、阳光辐射等影响流体温度变化的因素确定。
- 8.1.5 设计最低温度应为管道组成件的最低工作温度,该温度不应低于管道材料的使用温度下限。
- 8.1.6 带伴热的管道设计温度应取外加热(包括电伴热)温度与管内流体温度中的较高温度。
- 8.1.7 外保温管道设计温度应按本规范第 8.1.4 条~第 8.1.6 条的规定确定。
- 8.1.8 硫酸系统工艺管道和部分公用管道属于压力管道,在设计时应按现行国家标准《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 的有关规定执行。
- 8.1.9 管道设计还应符合现行国家标准《工业金属管道设计规范》GB 50316 的有关规定。

8.2 材 质

8.2.1 管道材质选用应符合下列规定：

- 1 管道材质应根据流体特性选用。
- 2 管道材质应满足流体操作温度和压力的要求。
- 3 管道材质应保证操作温度和压力提高时的适应性和稳定性。

8.2.2 洗涤塔出口至干燥塔入口之间含湿量较高的烟气管道宜选用玻璃钢；对于氟、氯含量较高的烟气，玻璃钢防腐层应采用耐氟、氯腐蚀的材料。

8.2.3 稀硫酸管道可选用钢衬聚烯烃树脂(PO)、钢衬高密度聚乙烯(PE)、玻璃钢(FRP)、硬聚氯乙烯管道(UPVC)、氯化聚氯乙烯管道(CPVC)或复合管等。

8.2.4 浓硫酸管道，当温度较低时，宜选用不锈钢管、铸铁管等；温度较高时，宜选用带阳极保护不锈钢管或高硅不锈钢管等。

8.2.5 温度高于480℃的二氧化硫、三氧化硫烟气管道，宜选用奥氏体不锈钢管或喷铝钢管等，其他可采用碳钢管。

8.3 流速与规格

8.3.1 输送流体的流速，应根据流体特性、管道材质、操作条件、允许管道压力损失等因素，经投资和运行费用综合比较确定。管径应根据选择的流速计算确定。

8.3.2 输送易堵塞的液体时，其流速不宜太小，也不宜采用公称直径小于25mm的管道。

8.3.3 气体管道流速应按表8.3.3选取。

表 8.3.3 气体管道流速

流体名称	介质温度(℃)	流速(m/s)
二氧化硫烟气	400~600	22~35
	100~400	20~32
	<100	14~25

续表 8.3.3

流体名称	介质温度(°C)	流速(m/s)
三氧化硫烟气	400~650	22~35
	250~400	18~30
	<250	14~26
放空尾气	50~80	12~20
空气(低压风机)	常温	10~15
空气(中压风机)	常温	12~20
压缩空气(<1.0MPa)	常温	15~20
煤气(<0.3MPa)	常温	8~12
槽和罐的排气	常温	8~12

8.3.4 液体管道流速应按表 8.3.4 选取。

表 8.3.4 液体管道流速

流体名称	使用条件	流速范围(m/s)	
浓硫酸	泵出口	1.2~2.5	
	自流	0.6~1.2	
	泵出口 (长距离输送)	不锈钢管	1.0~1.4
		铸铁管	1.0~1.2
	溢流	<0.6	
稀硫酸(<20% H ₂ SO ₄)	泵出口	1.5~3.0	
	自流	0.5~0.9	
水和碱液	泵出口	1.5~2.5	
	自流	0.6~1.0	
冷凝水	自流	0.3~0.6	
冷凝水	排水	0.5~1.5	
黏度较大液体	—	0.5~1.0	
石灰悬浮液	泵出口	1.5~2.5	
泥浆	泵出口	1.5~2.5	
易燃易爆液体	—	<1.0	
黏度大于浓硫酸的液体	—	0.2~0.4	

注:带阳极保护管道流速不应大于 1.2m/s。

8.3.5 金属管道的壁厚,应根据使用压力、温度、管径、材料许用应力及壁厚附加量等计算确定。承受外压和内压的管道应分别计算其厚度。

8.3.6 对于金属衬里的管道组成件,其基层金属材料的厚度应符合耐压强度计算的厚度,计算厚度不应包括衬里的厚度。

8.4 管道柔性分析及补偿器选择

8.4.1 二氧化硫风机出口至最终吸收塔之间的所有烟气管道应进行热应力分析计算。

8.4.2 管道热胀冷缩应利用自身的弯曲和扭转产生的变形进行自然补偿,当不能实现自然补偿时,可采取下列措施改善管道的柔性:

- 1 改变管道走向。
- 2 调整支吊架的型式与位置。
- 3 改变设备、固定支架等的布置。

8.4.3 当采用本规范第 8.4.2 条的规定依靠自然补偿不能改善管道的柔性时,应通过计算选择补偿器。

8.4.4 输送高温、干燥二氧化硫和三氧化硫的烟气管道,应选用不锈钢波形补偿器;输送低温、含湿量高的烟气管道,宜采用非金属补偿器。

8.4.5 卧式离心泵的进口管和出口管,可选用聚四氟乙烯橡胶复合波纹补偿器、聚四氟乙烯不锈钢复合波纹补偿器等。

8.4.6 对于热应力较大的高温烟气管道,除设置补偿器外,还应设置拉杆。

8.5 管 架

8.5.1 管架设置应符合下列规定:

- 1 管架设置不应降低原有管系柔性。
- 2 管道支吊架的型式、位置应满足柔性计算的要求。

3 管架应设置在靠近设备、集中荷载处以及弯头和六直径三通分支管附近的直管段,不应设置在小半径弯头、支管连接等局部应力较大的位置;管架不应设置在反复热循环状态下管道因蠕变产生过量扭曲或下垂的部位;需要经常拆卸的管段,不应设永久性管架。

4 管架设置应便于安装与检修,宜利用建筑物设置管架生根部件,在满足技术要求的前提下,应减少支承件。

8.5.2 管架承载力的计算应包括下列内容:

- 1 传递到构件上的管道、管件和绝热材料的质量;
- 2 管内流体质量及结冰、积雪、积灰等临时荷载;
- 3 风荷载、地震力及管内流体的水力冲击等。

8.5.3 输送蒸汽或其他湿气体的管道,应计入冷凝液的质量。冷凝液在管道中的填充量应符合下列规定:

- 1 $D.N < 100\text{mm}$ 时,按充满管截面的 20% 计算。
- 2 $100\text{mm} \leq D.N \leq 500\text{mm}$ 时,按充满管截面的 15% 计算。
- 3 $D.N > 500\text{mm}$ 时,按充满管截面的 10% 计算。

8.5.4 管架除应承受本规范第 8.5.2 条规定的荷载外,还应承受下列荷载:

- 1 管道热胀冷缩或连接设备发生位移产生的荷载;
- 2 弹簧支吊架向刚性支吊架的转移荷载;
- 3 压力不平衡式波纹补偿器的内压作用力及弹性力;
- 4 活动支吊架的摩擦力。

8.5.5 经柔性计算的管道,支吊架荷载应与柔性计算结果一致。

8.5.6 管架间距应根据管道敷设方式、介质输送特征和管道坡度等,按强度和刚度条件,通过计算确定。

8.5.7 有保温层的管道,管架高度计算应计入保温层的厚度。

8.5.8 管架型式的确定,应符合下列规定:

1 管道在支撑点垂直方向有位移时,宜采用弹簧支吊架。位移较小时宜采用可变弹簧支吊架,位移较大时宜采用恒力弹簧支

吊架；无位移时应采用刚性支吊架；不得在管道有位移处设置固定支架。

2 水平管道上允许有轴向和横向位移时，可设置滑动支架；水平管道上允许轴向位移而限制横向位移的地方，应设置导向支架。

3 需要限制管道位移时，应设置限位支架。

8.5.9 管道支吊架与管道直接焊接时，与管道接触部分的材料应与管道材料相同或性能相当。

8.5.10 需要在泵进出口处设置支吊架时，支吊架的位置应靠近泵进出口；泵出口管垂直向上布置时，在距泵最近拐弯处设置支吊架，但不得将支架基础设在泵底座和泵基础上。

8.5.11 风机进出口管支架应靠近进出口设置，管架基础应与厂房和风机基础分开。

8.5.12 在管廊上敷设管道时，管架边缘至建筑物或其他设施的水平距离除应符合表 8.5.12 的规定外，还应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160、《工业企业总平面设计规范》GB 50187 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

表 8.5.12 管架边缘至建筑物或其他设施的水平距离(m)

位 置	水 平 距 离
管架边缘至铁路轨外缘	≥3.0
管架边缘至道路边缘	≥1.0
管架边缘至人行道边缘	≥0.5
管架边缘至厂区围墙中心线	≥1.0
管架边缘至有门窗的建筑物外墙	≥3.0
管架边缘至无门窗的建筑物外墙	≥1.5

8.6 阀 门

8.6.1 阀门应根据工艺流程、流体特性、设计温度、设计压力等选择，应能满足操作、维修要求。

- 8.6.2 稀、浓酸管道上的阀门应耐腐蚀,不泄漏,操作方便。
- 8.6.3 阀门的规格宜与管道规格一致。
- 8.6.4 对于大型、操作频繁及操作不便的阀门,宜选用电动或气动阀门。
- 8.6.5 烟气净化气体阀门宜选用玻璃钢蝶阀或衬里蝶阀。
- 8.6.6 稀硫酸阀门宜选用蝶阀、球阀等,材质可选用聚四氟乙烯(F4)衬里、聚全氟乙丙烯(F46)衬里、聚乙烯(PE)衬里、聚烯烃(PO)衬里、硬聚氯乙烯(UPVC)及聚丙烯(PP)等,不宜选用金属阀门。
- 8.6.7 转化气体阀门宜选用蝶阀或闸阀,材质宜选用不锈钢或合金钢。
- 8.6.8 浓硫酸阀门宜选用球阀、闸阀、蝶阀、旋塞阀等,材质宜选用奥氏体不锈钢、奥氏体高硅不锈钢、合金钢、聚全氟乙丙烯衬里或聚四氟乙烯衬里等。
- 8.6.9 防止流体倒流的管道,应设逆止阀。
- 8.6.10 阀门布置应符合下列要求:
- 1 阀门安装高度应方便操作和检修,离地面或操作平台高度宜为1.2m。操作频繁的阀门,当位置较高时,应设置操作平台。所有手动阀门,应布置在便于操作的高度范围内。
 - 2 水平管道上的阀门的阀杆宜垂直向上或左右偏45°安装,不宜向下安装。垂直管道上阀门的阀杆、手轮应与操作巡回线方向平行安装。
 - 3 对安装方向有要求的阀门应与介质流动方向一致。
 - 4 阀门宜布置在热位移较小的位置。

8.7 管道敷设

- 8.7.1 管道敷设应满足工艺和管道及仪表流程图(PID)的要求,并应兼顾安装及操作检修的方便。
- 8.7.2 管道敷设应避免“气袋”、“液袋”和“盲肠”现象;不应影响

开关门、窗；不应遮挡梯子和设备人孔；不应敷设在电机、现场控制开关柜、取样分析点等上方；不应妨碍设备、管道、阀门等的检修；不应将管道、管件和阀门的重量传递到传动设备上。

8.7.3 横跨公路、铁路上方的稀硫酸、浓硫酸及其他腐蚀性管道，在横跨段不得有法兰和其他连接件。

8.7.4 管道敷设有坡度，坡度方向应与介质流动方向一致，且应符合表 8.7.4 的规定。

表 8.7.4 管道敷设坡度

介 质	坡度 i (%)
硫酸	0.5
生产废水	0.1
一般气体和易流动液体	0.5
清洁排水	0.5
压缩空气	0.4

8.7.5 管道宜集中敷设，敷设顺序应符合下列规定：

1 平行敷设管道应符合下列规定：

- 1) 大管道靠内，小管道在外；
- 2) 常温管道靠内，热管道在外；
- 3) 支管少的管道靠内，支管多的管道在外；
- 4) 不经常检修的管道靠内，经常检修的管道在外。

2 上下敷设管道应符合下列规定：

- 1) 热介质管道在上，冷介质管道在下；
- 2) 无腐蚀介质管道在上，有腐蚀介质管道在下；
- 3) 气体管道在上，液体管道在下；
- 4) 检修少的管道在上，检修频繁的管道在下；
- 5) 保温管道在上，不保温管道在下；
- 6) 金属管道在上，非金属管道在下。

3 不宜在转动设备上方敷设酸管，不应将硫酸管道埋设在地下。

8.7.6 管道间距应符合下列规定：

1 管道间距应便于管道安装及检修。管外壁、法兰外边、保温层外壁等最突出部分，距墙壁或柱边的净空不得小于 100mm。

2 两管道的最突出部分之间的净间距应大于 50mm。

3 手轮操作的阀门并排安装时，其手轮间距应大于 100mm。

8.7.7 非金属管道的敷设，应符合下列规定：

1 沿建(构)筑物敷设时，管外壁与建(构)筑物之间的净间距不应小于 150mm。管架应设置管夹，管夹与管道之间应添加 3mm~5mm 厚柔性衬垫。

2 架空水平敷设时，长度为 1.0m~1.5m 的管道可用 1 个管夹，长度为 2.0m 及以上的管道可用 2 个管夹，装在距管端 200mm~300mm 处。垂直敷设时，每根管道应有固定的管夹支撑，承插式管道的管夹应支撑在承口下面，法兰连接管道的管夹应支撑在法兰上面。

3 穿墙或楼板时，在墙壁或楼板穿管处，应预埋金属套管，套管两端应露出墙壁或楼板约 100mm，套管内壁与非金属管最突出部位的间隙不应小于 30mm。

4 与泵等振动设备连接时，管道与设备间应加装一段柔性连接管或补偿器。

8.7.8 泵进出口管道敷设，应符合下列规定：

1 泵进口管道应有坡度，当泵进口低于泵槽出酸口时，管道下行坡向泵的方向；当泵进口高于泵槽出酸口时，管道下行坡向泵槽的方向。

2 卧式泵进口管径应大于泵吸入口直径，需要设偏心异径管时，应管底取平。

8.7.9 液体管道最高点应设置排气管，排气管公称直径不应小于 15mm；管道最低点应设置排液管，排液管公称直径不应小于 20mm；在可能积聚液体的部位应设置排液阀。排液阀应靠近主管。

8.7.10 管道上取样管的敷设,应符合下列规定:

1 设气体取样管时,水平管道取样管应从管侧引出;垂直管道取样管应与管道成 45° ,倾斜向上引出。

2 设液体取样管时,流体由下向上流动的垂直管道,取样管可设在管道的任意一侧;流体由上向下流动的垂直管道不应设取样管。水平管道内的流体在压力下输送时,取样管可设置在管道的任意一侧;靠流体自身重力流动时,取样管应设置在管道的底侧。

8.7.11 架空管道穿过道路、铁路及人行道等部位时,管道隔热层或支承构件最低点距地面的净空高度,应符合下列规定:

1 电力机车的铁路,轨顶以上应大于或等于 6.6m 。

2 铁路轨顶以上应大于或等于 5.5m 。

3 道路宜大于或等于 5.0m ,但不得小于 4.5m 。

4 装置内管廊横梁的底面应大于或等于 4.0m 。

5 装置内管廊下面的管道,在通道上方应大于或等于 3.2m 。

6 人行过道,在道路旁应大于或等于 2.2m 。

7 人行过道,在装置小区内应大于或等于 2.0m 。

8 管道与高压电力线路间交叉净距应符合架空电力线路现行国家标准的规定。

8.8 保 温

8.8.1 管道保温计算、材料选择及设计应按现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272、《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 和《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264 的有关规定进行设计。

8.8.2 转化器、开工炉、热交换器、锅炉、过热器、省煤器以及需要防冻(包括防结晶)的储槽(罐)等应进行保温处理。

8.8.3 下列管道应进行保温处理:

1 转化器与热交换器之间的连接管道;

2 热交换器相互之间的连接管道；

3 旁路管道；

4 升温管道；

5 根据工艺需要，二氧化硫风机出口管、中间吸收塔烟气进出口管及最终吸收塔进口管。

8.8.4 根据建设地气象条件，对不能保持连续流动的液体管道，应采取防冻措施。

8.8.5 保温材料选择应符合下列规定：

1 导热系数小，70℃时的导热系数不得大于 0.065W/(m·K)。

2 耐温性好，在高温下结构不应被破坏，机械强度不应受影响。

3 机械强度高，硬质保温材料的抗压强度不应小于 0.4 MPa。

4 吸水(湿)率低，防水性好，防水率不应小于 95%。

5 化学稳定性好，阻燃性好，抗腐蚀性强。

6 宜采用硅酸铝棉及其制品、复合硅酸盐、岩棉及矿渣棉制品等。

7 转化器宜采用硅酸铝棉及其制品，介质温度超过 400℃的管道和设备，不宜采用岩棉及矿渣棉制品。

8.8.6 保温结构自内而外应由保温层、保护层组成。埋地管道及设备、敷设在地沟内的管道的保温结构应设防潮层。

8.8.7 保护层材料的选择，应符合下列规定：

1 防水性能良好。

2 阻燃性好。

3 化学稳定性好，耐腐蚀性好。

4 在温度变化与振动情况下不易开裂。

5 施工、检修方便，外表美观，使用寿命长。

6 宜选用波纹(平板)铝合金板、不锈钢板及彩钢板，不宜选

用镀锌钢板。

7 保护层厚度宜采用 0.6mm~0.8mm。

8.8.8 保温层厚度应通过计算确定,当无特殊工艺要求时,保温层的厚度应采用“经济厚度”法计算。但若经济厚度偏小导致散热损失量超过最大允许散热损失量标准或转化系统不能自热平衡时,应采用根据最大允许热损失量或维持系统自热平衡允许热损失量计算的保温层厚度中的较大者。

8.9 识别色

8.9.1 硫酸装置不同介质管道的识别色应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231 的有关规定,并按表 8.9.1 选用。

表 8.9.1 硫酸装置不同介质管道的识别色

管道介质	识别色	颜色标准编号
工艺气体	中黄	Y07
空气	淡灰	B03
压缩空气	淡灰	B03
98%硫酸	紫色	P02
93%硫酸	紫色	P02
发烟硫酸	紫色	P02
稀硫酸	紫色	P02
硫化钠	紫色	P02
石灰乳	紫色	P02
水	艳绿色	G03
油	棕色	YR05
天然气	棕色	YR05
污水	黑色	
蒸汽	大红色	R03

8.9.2 无保温的金属管道应全长涂刷底漆和面漆(不锈钢、有色金属或合金管道除外);非金属管、不锈钢管、有色金属管、合金钢

管及保温管等可在管道上涂刷识别色色环或带箭头的长方形识别色标牌标识,也可在管道上系挂识别色标牌标识,但标牌最大尺寸应满足能清楚观察识别色的要求。

8.9.3 识别色标识的涂刷,应符合下列规定:

- 1 色环的宽度应为 150mm。
- 2 识别色标识之间的距离宜大于 10m。
- 3 管道上第一个识别色标识与设备、阀门及管件法兰之间的距离宜为 0.5m。
- 4 识别色标识宜涂刷或系挂在距管路起点、终点、交叉点、转弯处、阀门和穿孔两侧等位置 0.5m 的管路上以及其他需要识别的部位。

8.9.4 各种管道应标写管内流体的名称及流向等,并应符合下列规定:

- 1 流体名称的标识可采用全称或化学分子式。流体名称应采用对比明显的白色或黑色标在识别色上或识别色色环间的管道上。
- 2 流体流向用箭头表示,应采用对比明显的白色或黑色标志在识别色上或识别色色环间的管道上。

3 采用标牌标识时,识别符号应涂刷在所有管路交叉点、阀门、转弯处、穿孔两侧及其他需要识别的部位。

8.9.5 管内流体属于现行国家标准《化学品分类和危险性公示通则》GB 13690 所规定的危险化学品,应设安全标识。安全标识应符合现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231 的有关规定。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160
- 《工业企业总平面设计规范》GB 50187
- 《工业设备及管道绝热工程设计规范》GB 50264
- 《工业金属管道设计规范》GB 50316
- 《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
- 《工业硫酸》GB/T 534
- 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
- 《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231
- 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《化学品分类和危险性公示通则》GB 13690
- 《恶臭污染物排放标准》GB 14554
- 《危险废物储存污染控制标准》GB 18597
- 《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801
- 《铅、锌工业污染物排放标准》GB 25466
- 《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467
- 《硫酸工业污染物排放标准》GB 26132

中华人民共和国国家标准

冶炼烟气制酸工艺设计规范

GB 50880 - 2013

条文说明

制 订 说 明

《冶炼烟气制酸工艺设计规范》GB 50880—2013 是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由中国恩菲工程技术有限公司会同有关单位编制完成的。

本标准是在《冶炼烟气制酸工艺设计规范》YS 5024-95 的基础上修订而成,上一版的主编单位是原中国有色冶金设计研究总院,主要起草人员是王文观等。本次修订的主要内容包括:1. 增加术语、尾气脱硫、废酸处理等章节;2. 增加新技术、新设备相关内容,对涉及安全生产的明确了执行的标准和规范;3. 增加英文目录、引用标准。

在制订过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国有色金属企业的设计成果,吸取了近代国内有色金属企业烟气制酸设计及建设经验,同时参考了国外先进技术规范并同国外同行进行了广泛的技术交流,并在全国范围内多次征求有关单位及业内专家的意见,对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论,最后召开了专家审查会议,共同审查定稿。

为方便广大设计、施工、科研、学校等有关单位人员在使用本标准时能正确理解和执行条文,编制组按规范章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明,还对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(53)
3	工艺选择	(55)
3.2	烟气净化	(55)
3.3	干燥与吸收	(56)
3.4	转化与换热	(57)
3.5	成品酸储存与运输	(57)
3.6	尾气脱硫	(58)
3.7	废酸处理	(58)
4	物料衡算	(60)
4.1	一般规定	(60)
4.2	烟气净化	(60)
4.3	干燥与吸收	(61)
4.4	转化与换热	(61)
4.5	尾气脱硫	(62)
4.6	废酸处理	(62)
5	热量衡算	(63)
5.1	一般规定	(63)
5.2	烟气净化	(63)
5.3	干燥与吸收	(63)
5.4	转化与换热	(64)
5.5	尾气脱硫	(64)
6	设备选择	(65)
6.1	烟气净化	(65)
6.2	干燥与吸收	(66)
6.3	转化与换热	(67)

6.4	成品酸储存与运输	(68)
6.5	废酸处理	(68)
7	设备布置	(70)
7.1	烟气净化	(70)
7.2	干燥与吸收	(70)
7.3	转化与换热	(71)
7.4	成品酸储存与运输	(72)
7.5	尾气脱硫	(73)
7.6	废酸处理	(73)
8	管道	(74)
8.1	一般规定	(74)
8.2	材质	(74)
8.3	流速与规格	(75)
8.4	管道柔性分析及补偿器选择	(75)
8.5	管架	(76)
8.6	阀门	(77)
8.7	管道敷设	(78)
8.8	保温	(78)
8.9	识别色	(79)

1 总 则

1.0.1 随着烟气制酸规模的大型化以及节能减排的发展趋势,大量新技术、新设备、新材料被推广应用。此次对原烟气制酸设计规范进行修订,目的是使烟气制酸设计符合规模大型化以及节能减排的发展要求,推动冶炼烟气制酸技术的不断进步。

1.0.3 有色金属冶炼品种主要包括铜、铅、锌、镍、钴、钼、黄金等,不同的金属、不同的冶炼工艺排放的烟气量及烟气性质不同,因此,制酸工艺应充分考虑冶炼烟气的特点,选择适应性强、稳定性及经济性好的工艺和设备。

1.0.5 二氧化硫转化为放热反应,对于烟气二氧化硫浓度高于自热操作的硫酸系统,应对转化余热进行回收。进入干吸循环酸的热包括:烟气显热、水蒸气冷凝热、硫酸生成热以及稀释热等,但主要来自硫酸的生成热。这部分热量相当可观,应对其进行回收,实现节能减排、清洁生产,达到降低烟气制酸综合能耗的目的。

1.0.6 对于改建和扩建的烟气制酸项目,应充分利用原有设施。但对于腐蚀严重的设备、建(构)筑物应经过有资质部门的鉴定,确定构成安全隐患的不得再利用,以免发生安全事故。

1.0.7 烟气制酸是综合利用资源和环境保护的重要措施,生产原料及产品均属于强腐蚀、高污染物料,如二氧化硫、三氧化硫、硫酸、五氧化二钒、硫化氢、砷渣等重金属渣等,设计中除满足工艺过程的监测、连锁控制外,还应对环境中有害物采取自动监测及报警措施,确保生产和操作人员安全。

1.0.8 合理选择“三废”处理工艺,应首选安全、成熟、稳妥可靠且能够实现资源综合回收的技术。

烟气净化外排废酸经过滤产生的渣含有价金属,应回收利用;废酸与生产过程排放的其他废液,应进行处理或回收利用;硫酸尾气不能达标排放的,应设置脱硫装置。

3 工艺选择

3.2 烟气净化

3.2.1、3.2.2 烟气净化是冶炼烟气制酸的重要工序之一,主要目的是降温、除杂,控制净化出口烟气杂质含量和含水量,确保生产出合格的成品硫酸。

烟气中的有害物质种类和形态各异,如锌、铅、铋、镉、镉等挥发性金属化合物冷凝形成的烟雾或气溶胶;砷、硒、汞等挥发性气态金属及其化合物;氟化氢、氯化氢、三氧化硫等气态非金属化合物。如果不去除这些有害物质,不仅腐蚀设备和管道,而且还会造成触媒中毒或粉化,导致转化率下降和触媒层阻力上涨。

3.2.3 烟气净化过程中,由于各塔封闭循环洗涤,循环酸中的物质将不断积累,当积累到一定量时,一些物质由于过饱和形成结晶,堵塞设备和管道;一些物质由于浓度升高,降低净化效率。为此,必须连续排出一定量的循环酸溶液,以控制循环酸中有害物质浓度,主要受控物质有:硫酸、三氧化二砷、氟离子、氯离子、固相尘等。

3.2.4 绝热蒸发稀酸洗涤净化工艺已经被国内外广泛采用,具有流程简单、设备规格小、净化效率高等特点。绝热蒸发可提高循环酸的浓度和温度,有利于减少废酸排放量,降低废酸处理的建设投资和运行费用。

3.2.5 对于有害物质含量较低的烟气,可不设二级洗涤塔。

3.2.6 本条为强制性条文,必须严格执行。由于净化在负压下操作,为保护设备、满足安全生产要求,在电除雾器出口总管上设安全水封,一旦负压超过设定值,安全封启封,避免由于负压过高损坏处于负压状态下的设备和管道。

3.2.8 烟气中的氟主要以氟化氢的形式存在,钒触媒的载体主要是二氧化硅,氟化氢与二氧化硅反应,载体被粉化,转化率降低,触

媒层阻力上涨,触媒的使用寿命缩短。因此,对于含氟烟气,应采取有效的除氟措施,严格控制净化出口烟气中的氟含量低于指标要求。

3.2.9 对于含汞冶炼烟气,应设除汞设施,除汞工艺应根据烟气中汞含量选择。除汞设施宜设在净化工序、电除雾器与干燥塔之间,干收工序或成品酸工序。成品硫酸的汞含量必须满足现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534 优等品的要求,尾气必须满足现行国家标准《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467 的要求。

3.2.10 为提高二氧化硫回收率,改善操作环境,应设置稀酸脱吸塔,采用空气脱吸溶解在稀酸中的二氧化硫,脱吸后气体返回到气体冷却塔的人口。

3.2.12 电除雾器应设置阳极管冲洗装置,冲洗阳极管内壁沉积的酸泥和其他物质,冲洗方式可采用连续冲洗或间断冲洗。由于冲洗液含有硫酸、尘及其他物质,建议冲洗液返回净化或进废水处理站进一步处理、回收。冲洗水量及次数需根据烟气中的含尘量以及实践经验等确定,连续冲洗时水量宜选用 $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;间断冲洗宜选用 $2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

3.2.13 一级洗涤塔接受来自冶炼的高温烟气,如果循环酸出现断流或喷淋装置出现故障,高温烟气直接接触洗涤塔以及后续的玻璃钢设备和管道,引发严重的设备和生产安全事故。因此,应采取必要的措施确保设备和生产的安全,常采用的措施有:循环泵设双回路供电、设置应急事故水以及必要的连锁控制,如气体出口温度与上塔酸压力、应急事故水、二氧化硫风机之间的连锁控制等。

3.3 干燥与吸收

3.3.1 干燥与吸收的工艺流程,应根据转化工艺、产品酸浓度等确定。对于单接触工艺,干吸工序包括干燥塔、吸收塔以及对应的酸循环冷却系统;对于双接触工艺,干吸工序包括干燥塔、中间吸收塔、最终吸收塔以及对应的酸循环冷却系统。中间吸收酸泵槽和最终吸收酸泵槽可分别设置,也可共用。若需生产发烟硫酸,应

设独立的发烟硫酸吸收塔及循环冷却系统。

3.3.2 各塔的酸循环系统由塔、泵槽、酸冷却器和酸泵等组成。由于酸冷却器可置于酸泵之前或酸泵之后,故有泵前流程和泵后流程。采用泵前流程时,酸流速较低,不利于提高传热系数,换热面积大,但对设备、管道及管件材质要求较低;采用泵后流程时,酸流速较高,有利于提高传热系数,换热面积小,但对设备、管道及管件材质要求较高。随着新材料的工业化应用,多采用泵后流程。

3.3.5 采用双接触工艺且产品酸浓度为98%时,干燥串出酸可直接加到中间吸收塔的上酸管,中间吸收塔起到脱吸酸中溶解的二氧化硫的作用,可不设置脱吸塔。

3.3.9 低温位热主要来自三氧化硫生成硫酸的反应热,低温位热回收的产品方案应根据企业实际需求确定。

3.4 转化与换热

3.4.1 烟气中二氧化硫浓度高于3.5%且水平衡满足要求时,应采用常规的接触法工艺;二氧化硫浓度在2.0%~3.5%之间的烟气,可考虑湿法硫酸工艺;也可选择吸收(附)/解析(吸)技术将浓度提高后采用常规接触法工艺。

3.4.2 为实现转化的自热操作,采用单、双接触工艺时,烟气二氧化硫浓度不应低于工艺要求的下限值。低浓度烟气制酸,应慎重选取工艺参数,加强保温,减少热损。

3.4.4 常规双接触工艺二氧化硫浓度不宜超过14%,高浓度转化工艺二氧化硫浓度不宜超过18%。

3.4.5 烟气采用不同的氧硫比(O_2/SO_2),除影响平衡转化率外,还会影响干吸、转化的投资和运行成本,在满足环保要求的前提下,应合理选择氧硫比。

3.5 成品酸储存与运输

3.5.1 对于新建硫酸系统且开工母酸需要外购时,应提前储存一

定量的硫酸,满足开车需要。因此,除设计成品酸储存和装酸设施外,还应包括卸酸设计。火车槽车、汽车槽车卸酸宜采用压缩空气(正压卸酸)或自吸式离心泵(负压卸酸)。

3.5.4 成品酸库的储酸和装酸应方便计量操作,传统装酸采用三级计量,即储酸罐计量、计量槽计量和槽车计量,推荐采用自动计量。硫酸的运输方式应根据用户要求和运输条件选择。如果采用火车槽车运输硫酸,应设装酸栈桥和装酸鹤管;如果采用汽车运输,应设装酸高位槽和装酸鹤管。

3.6 尾气脱硫

3.6.1 尾气无法实现连续达标排放时,应在最终吸收塔(单接触的吸收塔)后设脱硫装置,脱硫应与硫酸系统的其他工序同时设计,同时施工,同时投产。

3.6.2 脱硫工艺应根据吸收剂来源、脱硫产品用途、投资及运行成本等综合比较确定。应首选硫回收率高、产品可利用程度好、废物排放量少且没有二次污染的工艺。

吸收(附)/解析(吸)脱硫工艺具有流程短、脱硫效率高、无二次污染等特点,回收的二氧化硫可直接返回硫酸系统作为生产硫酸的原料,采用的吸收(附)剂主要有离子液、活性焦(炭)、有机胺、柠檬酸钠、氨、氧化锌、氧化镁等。

3.6.3 氧化锌法脱硫剂可直接采用锌精矿沸腾焙烧炉烟气经除尘器收集的烟尘或中间产品焙砂。脱硫产生的亚硫酸锌的后处理工艺主要有两种:亚硫酸锌氧化和亚硫酸锌酸化。亚硫酸锌氧化生成硫酸锌,亚硫酸锌酸化生成硫酸锌和二氧化硫,生成的硫酸锌可返回湿法冶炼,二氧化硫可返回酸厂去生产硫酸。因此,对于锌冶炼或铅锌冶炼联合企业,尾气脱硫宜选择氧化锌法。

3.7 废酸处理

3.7.1 不同的有色金属冶炼烟气中的有害物及其浓度不同,净化

工序外排废酸量、硫酸浓度以及有害物浓度也各不相同,应根据废酸的性质和特点、资源回收要求,经综合经济比较后确定具体的工艺及操作指标。

3.7.2 废酸处理应选用技术成熟、安全稳定、回收效率高的工艺。采用硫化法工艺时,吸收剂宜选用硫化钠、硫化氢以及其他液相硫化剂等,不宜直接采用气体硫化剂,如硫化氢气体。废酸在硫化过程中不可避免会有微量硫化氢、二氧化硫等有害气体产生,相关各槽罐类设备液面应维持微负压,收集的气体应经除害塔处理后达标排放。

根据国内生产实践经验,当净化工序外排废酸中砷含量大于0.5g/L时,宜采用硫化法进行脱砷处理。

3.7.3 本条为强制性条文,必须严格执行。

1 含砷及其他重金属化合物的固体渣属于危险废物,在废酸处理过程中,还产生一些一般固体废物,如满足现行国家标准《危险废物鉴别标准 通则》GB 5085.7—2007规定的石膏。如果两者一起堆存,一般固体废物很容易被危险废物污染,不利于废物的回收利用,还可能造成二次污染,因此,两者必须分别堆存。

2 废酸处理过程中,硫化剂和硫酸反应生成的硫化氢大部分与重金属反应生成硫化物沉淀,但不可避免有少量硫化氢气体从溶液中逸出,因此必须设置吸收装置吸收逸出的硫化氢,吸收后排放气体必须满足现行国家标准《恶臭污染物排放标准》GB 14554、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》GB 25467的规定要求。

3 硫化氢属恶臭有毒气体,人体一旦吸入引发急性中毒,严重的可麻痹中枢神经,导致昏迷甚至致死;硫化氢与空气混合容易发生爆炸,遇明火或高温可发生燃烧。因此,在硫化区域必须严格监控硫化氢的浓度,除配置移动式硫化氢检测仪器外,必须设置固定式硫化氢监测报警装置,确保人员安全。

4 物料衡算

4.1 一般规定

4.1.1 冶炼烟气条件是烟气制酸工艺设计的唯一依据,对接受的条件必须认真核对,烟气条件主要包括不同操作周期的烟气量、烟气二氧化硫浓度、其他烟气成分及浓度、有害物成分及浓度、烟气温度和压力、工作制度等。

物料平衡计算是工艺设计的主要内容之一,关系到标准设备的选型、非标准设备的设计、产品产量、主要原材料消耗及三废排放等,是工程设计的重要依据。

4.2 烟气净化

4.2.1 烟气净化的物料平衡计算包括硫平衡计算、水平衡计算、尘平衡计算、主要有害物的平衡计算等。

4.2.2 进入净化工序的烟气量和组分浓度是选择设备的重要依据,烟气量和组分浓度除与冶炼专业提供的烟气条件相关外,还应考虑漏入净化工序的空气(包括脱吸空气)。空气中的含水量应采用当地最热月平均气温时的水蒸气分压以及相对湿度进行计算。

空气含水量可按下式计算:

$$X = \left(\frac{P_1}{P_0 - P_1} \right) \times H \times \frac{M_{H_2O}}{M_N} \quad (1)$$

式中: X ——空气中含水量(kg/kg干空气);

P_1 ——水蒸气分压(Pa);

P_0 ——当地大气压力(Pa);

H ——相对湿度(%)。

M_{H_2O} ——水分子摩尔质量,取 $M_{H_2O} = 18\text{kg/kmol}$;

M_A ——空气分子摩尔质量,取 $M_A=28.9\text{kg/kmol}$;

4.2.4 当电除雾器绝缘箱采用气封时,应计算漏入空气中的水分,空气含水量计算方法同条文说明第 4.2.2 条。

4.3 干燥与吸收

4.3.2 本规范表 4.3.2 操作参数是根据长期的生产实践经验总结得到的,物料平衡计算时,应根据烟气性质及塔的具体结构选择操作参数,包括烟气中主要组分浓度,分酸器、填料支撑、填料以及气体分布的结构型式。参数选择应遵循先进、成熟可靠以及经济合理等原则。

4.3.3 干燥塔入口烟气含水量的计算,除应计入电除雾器出口烟气含水量外,还应计入硫酸脱吸用空气中的含水量,如在干燥塔入口补充空气,应计入空气中的含水量。空气含水量计算方法同条文说明第 4.2.2 条。

4.3.5 一般成品硫酸规格选择 98% 和 93%。北方寒冷地区的硫酸厂,鉴于冬季时间长、气温低的特点,98% 硫酸在储存、运输过程中易被冻结,建议生产 93% 硫酸,设计时应视建厂地区气候条件来计算和确定产品酸浓度和产量。

4.4 转化与换热

4.4.1 转化物料平衡计算主要指转化器各层进、出口物料的平衡计算。计算时应根据工艺要求确定总转化率,然后根据烟气性质、转化换热流程、触媒动力学特性和使用经验确定分段转化率和计算各层触媒用量,根据分段转化率对各层物料进行平衡计算。

对于常规 3—1 配置的转化器,一、四层应选用或部分选用低温触媒。当二氧化硫浓度较低时,选用低温触媒有利于提高总转化率,维持系统热平衡;当二氧化硫浓度较高时,选用低温触媒可防止一层出口温度过高,确保总转化率。根据生产经验,建议第一层上部的 1/3 装填低温触媒,其余 2/3 装填中温触媒,第四层全装

填低温触媒。

4.4.2 触媒质量、烟气中的有害物以及操作不当等都会影响触媒的使用寿命,本条所规定的触媒损耗量是指正常生产状况下的指标。

4.5 尾气脱硫

4.5.1 应针对不同烟气量、不同二氧化硫浓度的各种工况进行物料平衡计算。除各组分的物料平衡计算外,必要时还应进行氮氧化物和酸雾的物料平衡计算。

4.5.2 示范工艺的技术参数选取,在国家相关法律法规的条件下,可采用小试及中试的技术数据。推广型工艺的技术参数选取,可参考同类或类似生产经验数据。

4.6 废酸处理

4.6.3 废酸处理采用硫化法工艺时,生产过程中可能会产生微量硫化氢等有害气体,应采用化学吸收方法对其进行处理,处理后外排气体必须满足国家排放标准。物料平衡计算应包括硫化氢的吸收。

4.6.4 对废酸中主要元素进行物料平衡计算时,砷、铜的去除效率应不小于98%。

5 热量衡算

5.1 一般规定

5.1.1 热量平衡计算是工艺设计的主要内容之一,关系到换热设备的计算选择、非标准设备的设计、水消耗、余热回收产品选择及产量计算等,是工程设计的重要依据。

热量平衡计算采用的冷凝热、生成热、稀释热、浓缩热等数据取自原南京化学工业公司设计院编写的《硫酸工艺设计手册 物化数据篇》(1990)

5.2 烟气净化

5.2.3 按照绝热蒸发原理,一级洗涤塔(绝热增湿塔)进塔烟气热量应等于出塔烟气热量,热量包括烟气各组分的显热和水蒸气潜热。

根据设计经验,在进行气体冷却塔热量平衡计算时,气体冷却塔出塔烟气温度减 $1^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 作为入塔喷淋酸温度。

5.3 干燥与吸收

5.3.2 干燥塔热量平衡计算的主要目的是确定干燥塔出塔酸的温度,便于对泵槽及酸冷却器进行热量平衡计算。

5.3.3 吸收塔热量平衡计算的主要目的是确定吸收塔出塔酸温度,便于进行泵槽和酸冷却器的热量平衡计算。关于塔内反应热,说明如下:

1 冷凝热[三氧化硫(气) \rightarrow 三氧化硫(液)]指气相三氧化硫冷凝成液相三氧化硫所产生的热量,即液体三氧化硫的蒸发热;

2 生成热[三氧化硫(液) \rightarrow 100%硫酸]指液体三氧化硫生

成 100% 硫酸所产生的热量,即 100% 三氧化硫和 100% 硫酸的无限稀释热之差值。

5.3.4 由于各塔的操作参数不同,应对各泵槽和酸冷却器分别进行热量平衡计算,根据热量平衡计算结果合理选择酸冷却器型式和计算换热面积。

泵槽热量平衡计算应计入不同浓度硫酸的混合热。

5.4 转化与换热

5.4.1 转化热量平衡计算不仅包括转化器、热交换器、锅炉和省煤器,还应包括开工炉和预热器。转化二氧化硫浓度超过 7.5% 时,应对中温余热进行回收,余热回收的产品应根据生产需求确定。

5.4.2 二氧化硫反应在绝热状态下进行,各层烟气出口热量等于入口烟气热量与反应热之和,热损失忽略不计。由于各触媒层温度呈梯度变化,在计算反应热时,温度应取该触媒层的平均值。

5.4.3 在进行热交换器热量平衡计算时,冷热换热器的冷端平均壁温以及入吸收塔烟气温度应维持在烟气的露点以上,避免形成冷凝酸腐蚀设备和管道。

热交换器热负荷计算应考虑各部位的散热损失,散热量可根据生产实践数据选用。

5.5 尾气脱硫

5.5.1~5.5.5 热力学数据可从原南京化学工业公司设计院编写的《硫酸工艺设计手册 物化数据篇》(1990)及相关设计手册查询。

6 设备选择

6.1 烟气净化

6.1.4 电除雾器除雾效率可按下式计算:

$$\eta = 1 - e^{-AW/V} \quad (2)$$

式中: η ——除雾效率(%);

A ——沉淀极(阳极)总面积(m^2);

W ——酸雾(颗粒)漂移速度(m/s);

V ——气体流量(m^3/s)。

6.1.5 不同性质的冶炼烟气,其烟尘具有不同的沉降速度,烟尘的沉降速度应根据烟尘性质、成分等物理化学特性通过试验确定;当试验条件不具备时,可参考下列公式计算确定:

$$U_m = \left(\frac{4g^2(\rho_p - \rho)^2 D_p^3}{225\mu\rho} \right)^{1/3} \quad (3)$$

$$U = \frac{1}{3}U_m \quad (4)$$

$$A = \frac{L}{U} \quad (5)$$

式中: U_m ——粒子沉降速度(m/s);

g ——重力加速度(m/s^2);

ρ_p ——粒子的密度(kg/m^3);

ρ ——液体密度(kg/m^3);

D_p ——沉淀物粒子直径(m);

μ ——溶液动力黏度($\text{kg/m} \cdot \text{s}$),当硫酸浓度为15%、温度为61℃时,取 $\mu = 5.56 \times 10^{-3} \text{kg/m} \cdot \text{s}$;

U ——液体速度(m/s);

A ——沉降槽截面积(m^2);

L — 沉降槽进液量(m^3/s)。

6.1.6 洗涤酸中的颗粒尘易堵塞板式换热器通道,除有特殊要求外,建议采用板片沟槽深度大于 4mm 的板型。为减少堵塞导致的换热器清洗频率,应在酸侧安装过滤器,用于阻隔大颗粒的杂质。为拆卸和清洗方便,过滤器宜安装在酸入口的背面。

6.1.7 洗涤塔、气体冷却塔的循环泵的扬程应根据液体的升扬高度、喷淋压力、管道流体阻力、阀门阻力等计算确定。气体冷却塔循环泵的扬程应包括稀酸冷却器的酸侧流体阻力。

6.2 干燥与吸收

6.2.1 干燥塔、吸收塔规格应按照烟气条件及操作参数进行计算。对于中、小规模酸厂,为方便生产管理和操作维修,干燥塔、中间吸收塔和最终吸收塔可采用相同直径。

6.2.5 干燥、吸收塔的效率主要取决于气、液两相是否均匀分布和气、液两相是否充分接触。应根据计算确定的喷淋酸量以及塔的其他操作参数合理选择分酸器,分酸器必须满足喷淋酸在塔截面的均匀分布。

6.2.9 泵的扬量应根据塔的喷淋量、串酸量、产酸量、加水量等计算确定,并留有一定富余量。泵的扬程应根据酸的升扬高度、分酸器入口压力、管道及阀门的流体阻力、酸冷却器酸侧阻力、泵槽液位以及塔、槽、酸冷却器的布置等经过计算确定。

为提高泵的效率及运行稳定性,建议不采用转速 2900r/min 的泵型。

6.2.10 板式酸冷却器具有传热系数高、传热面积小、运行稳定性好、介质适应性好、板片增减方便、占地少、检修方便等特点。

阳极保护管壳式酸冷却器为单程的管壳式换热器,硫酸走壳程,冷却水走管程。为了提高阳极保护效果及传热性能,硫酸和水的流速需要合理控制,酸侧流速不宜过高,否则会破坏钝化膜;水侧流速不宜过低,流速过低时水中颗粒物沉积易堵塞通道。一般

壳程流速取 $0.5\text{m/s}\sim 1.0\text{m/s}$,管程流速取 $1.5\text{m/s}\sim 2.1\text{m/s}$ 。

无论采用板式还是管壳式冷却器,酸侧压力应高于水侧压力。

6.3 转化与换热

6.3.1 对本条说明如下:

2 随着触媒性能的不不断提升和低阻高效触媒的工业化应用,在保证转化率和气体均匀通过触媒层的前提下,适当提高气体流速,可减小设备规格,降低投资。

3 建议转化器第一触媒层布置在底层,可方便触媒筛分、缩短进出口管道长度、减少热损失等。

8 由于第一触媒层气体出口温度高,转化器径向热膨胀量较大,转化器底座应采用滑动支撑。

6.3.2 高效节能热交换器主要体现在高效传热和低压力降。高传热系数可减小设备规格、减少设备占地面积;低阻力可降低二氧化硫风机压头,节省能耗。采用高效低阻热交换器,有利于降低投资和运行费用。

热交换器设计要点:在一定的压降下获得较高的传热效率,且满足结构简单、检修方便的要求。热交换器类型确定后,传热系数应根据烟气条件以及工艺要求通过计算确定,不应采用“经验值”设计。

设计热交换器时,对于各种工况的烟气,特别是气量和二氧化硫浓度波动频繁的烟气,应合理选择计算参数。传热面积应留有一定的富裕,冷热交换器宜取正常值的 $15\%\sim 25\%$,热热交换器宜取正常值的 $5\%\sim 15\%$ 。

6.3.3 开工预热系统主要有两个作用,预热触媒和转化补热。

预热能源应根据当地能源供应条件选择,宜选用油或天然气,对于低浓度烟气制酸装置,如果当地电力供应较充足,也可选用电炉。预热气量宜取转化正常操作气量的 $25\%\sim 35\%$ 。

6.3.4 二氧化硫风机是硫酸厂的“心脏”设备,常用类型有离心式和

容积式两种。大型硫酸厂一般采用离心式风机,小型硫酸厂采用离心式或容积式风机。由于冶炼烟气具有波动的特点,风机应按照最大烟气量选型,如果没有最大烟气量数据,可取正常气量的1.05倍~1.15倍作为风机的最大风量。

系统阻力是二氧化硫风机压头设计的主要依据,装置长时间运行后,填料塔内的填料、除雾器、触媒等由于酸泥和灰尘等的积累导致阻力上涨,因此风机压头应留有足够的富余量,富余量宜取全压的10%~20%。

6.4 成品酸储存与运输

6.4.1 成品硫酸的储存量应根据市场需求、交通运输条件、销售周期以及建设地气象条件等确定,正常条件下,储存天数宜取15d~30d,根据储存周期计算酸库的储酸能力。对于运输能力弱、销售半径较大、销售周期波动的可适当增加储存天数。

6.4.3 本条为强制性条文,必须严格执行。发烟硫酸液面游离三氧化硫浓度较高,从储酸罐排气口排出的三氧化硫与空气中的水迅速形成硫酸雾,硫酸雾不仅污染环境、腐蚀设备管道及建(构)筑物,一旦接触到人体,会灼伤皮肤和呼吸道,造成身体伤害。因此,为确保生产和人身安全,必须对三氧化硫进行回收,不得直接排放。

6.6 废酸处理

6.6.1 废酸处理各类槽罐按功能主要分储存、反应、沉降(浓密)三大类。

储存类槽罐设备应根据实际生产操作要求确定物料储存时间,计算有效容积;反应容器应根据需要的反应时间确定有效容积;沉降(浓密)设备应根据试验或参考类似生产装置的经验数据确定沉降速度,如缺乏试验和经验数据,可参照本规范条文说明6.1.5条公式计算。

6.6.2 过滤设备应根据试验获取的数据选择,对于不具备试验条件的,应根据类似或同类装置的生产经验数据选择。设备选型考虑的因素主要有:物料量及物料含固量、黏度、温度、pH 值、颗粒粒径、滤渣含湿量要求以及作业制度等。

废酸处理过滤设备主要采用卧式和立式压滤机两种。立式压滤机具有过滤速度快,设备小,效率高等特点,对于大中型烟气制酸系统硫化渣过滤宜选用立式压滤机。

为运输和储存方便,石膏渣游离水含量应尽可能低,宜选用离心机或真空带式过滤机。

7 设备布置

7.1 烟气净化

7.1.1 净化工序在满足总平面布置要求的前提下,应尽量靠近电收尘器。电收尘器出口烟气露点较高,缩短电收尘器至净化工序气体管道长度,可减少管道腐蚀、延长管道使用寿命。另外,缩短管道长度,还可以减少烟尘在管道内的沉积,有利于抑制阻力上涨。

7.1.3 各塔之间的距离应尽量短,可减少塔之间的管道长度,有利于降低投资。

7.2 干燥与吸收

7.2.1 干吸工序与净化、转化工序既相互独立又存在工艺顺序关系,在满足检修的前提下应缩短互相之间的连接管道,达到降低投资、减少热损的目的。在满足塔的操作、检修以及管道敷设要求的前提下应缩短塔与塔之间的距离,但两塔之间的净间距不应小于2.5m。

7.2.4 干吸塔顶部应设置必要的安装和检修人孔,满足分酸器、除雾器等塔内部件的安装和检修。因此,应设计相应的平台和爬梯,满足方便安装、操作的要求。

7.2.5 本条对酸冷却器的布置做出了具体规定。

2 管壳式(带阳极保护和不带阳极保护)酸冷却器和板式酸冷却器应依据工艺流程、管道敷设要求、检修方便等原则布置。布置阳极保护酸冷却器时,应留有足够抽取主阴极的空间;布置板式酸冷却器时,应留有足够的拆装板片场地。对于寒冷地区布置在室内的酸冷却器,建(构)筑物的设计应满足拆装板片和抽取主阴

极的要求。

4 采用阳极保护管壳式酸冷却器时,恒电位仪尽量靠近酸冷却器,恒电位仪距离酸冷却器的布线距离应不大于100m。每台仪器电源须配置空气开关,恒电位仪配电箱应单独设置,不应与强电设备共用电源。恒电位仪必须接地保护,接地电阻应不大于 4Ω ,必要时应加避雷装置。从设备到仪器的电缆信号线必须保证完整,严禁有断点连接或断点焊接。

7.2.6 泵槽及地下槽布置应符合下列要求:

1 卧式泵槽一般采用与干吸塔中心线平行布置和垂直布置两种方式。中间吸收和最终吸收共用一个泵槽时,宜采用平行布置;当干吸塔泵槽各自独立时,宜采用垂直布置;单转单吸两个泵槽可采用平行布置也可以采用垂直布置。

7.2.7 本条为强制性条文,必须严格执行。浓硫酸属于强腐蚀性液体,硫酸泄漏可能导致人体接触部位和呼吸道灼伤,对人身安全构成威胁。设置淋洗器、洗眼器的目的就是当皮肤接触到硫酸时,立即打开淋洗器、用大量清水冲洗接触部位;如硫酸喷溅入眼睛,应立即打开洗眼器冲洗,冲洗后再送医院进一步处理。因此,必须设置淋洗器和洗眼器,确保发生硫酸灼伤事故后及时进行清洗。

7.3 转化与换热

7.3.1 转化工艺与干吸工艺联系密切,为稳定操作参数、减少热损,在满足检修要求的前提下,两工序应靠近布置,两工序之间的间距,不宜大于10m。

7.3.3 采用油、气等燃料的开工预热系统,如需要布置燃料中间储罐(槽),应根据相关规范确定与周边建(构)筑物的安全距离。采用电炉时,电炉出口应尽可能靠近一层触媒(或四层触媒)入口,减少散热损失。

7.3.4 二氧化硫风机是硫酸厂最大的噪声污染源,风机的布置应满足噪声控制和防护要求。风机进出口应安装消音器或采取其他

的降噪措施,风机布置在室内时,还应对建筑物采取隔音措施,如隔音墙、隔音窗、隔音门等。

7.4 成品酸储存与运输

7.4.5 本条为强制性条文,必须严格执行。浓硫酸属于强腐蚀性液体,一旦酸罐发生大量泄漏,人员无法靠近进行维修和堵漏,大量硫酸无组织排放,引发严重安全事故,人身安全无法保障,设备受损、建(构)筑物遭腐蚀破坏,甚至可能引发火灾,严重污染环境等,后果不堪设想。硫酸储罐区围堰的功能就是一旦酸罐发生大量泄漏时将硫酸收纳其中,避免硫酸无组织排放,确保安全生产。

7.4.6 现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 规定发烟硫酸的火灾危险性类别为乙类,其他工业浓硫酸的火灾危险性类别均为丙 B 类。因此储罐区内酸罐总数量、酸罐排数、酸罐之间以及酸罐与围堰之间的距离、围堰高度等要求应按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的规定执行。

7.4.8 本条为强制性条文,必须严格执行。储罐区地下槽和地下槽泵的作用主要有两个,装酸和倒酸。所谓装酸就是酸罐内的酸流到地下槽后,地下槽泵将酸直接或间接输入到汽车槽车或火车槽车;所谓倒酸指如果酸罐发生少量泄漏需要维修时,首先将酸罐内的酸排到地下槽,然后通过地下槽泵将酸打到备用酸罐、槽车或其他储酸设备;一旦酸罐发生大量泄漏且无法采取措施堵漏时,硫酸首先被收纳到围堰内,然后再通过地下槽进行倒酸,因此,地下槽应布置在围堰外。

7.4.10 本条为强制性条文,必须严格执行。设置洗眼器、淋洗器的理由同第 7.2.7 条说明。围堰内设置事故中和池(污水收集池或雨水收集池)的目的是:当有少量硫酸泄露到围堰内时,首先用大量水冲洗,冲洗液排到中和池,在中和池与碱中和后通过排污泵排到废水处理工序进一步处理。另外,事故中和池还兼有雨水收

集的作用,确保围堰内地面不积水。

7.4.12 采用火车槽车运输硫酸时,成品酸库应设置在铁路旁边,便于成品酸装卸,成品酸库距铁路中心线的距离应符合相关规范要求。装酸区域应就近设酸水收集池,收集装酸区域冲洗时产生的酸性废水,再通过泵排到废水处理工序。

7.5 尾气脱硫

7.5.2 尾气脱硫应靠近最终吸收塔和尾气烟囱布置,或在靠近物流出口布置,便于原料和产品的运输。

7.6 废酸处理

7.6.1、7.6.2 废酸处理宜靠近净化工序布置,可缩短废酸输送管道,有利于降低管道维护费用;同类型设备应集中布置,便于生产管理,降低土建投资,如过滤设备可集中布置在同一厂房或同一平台。

7.6.3 采用硫化工艺时,在硫化过程中可能会有微量的硫化氢、二氧化硫等有害气体产生,废酸处理宜配置在厂区的下风向,最大限度降低安全风险。

7.6.4 在硫化过程中,砷及其他重金属元素与硫化剂发生反应生成硫化物沉淀,经过滤得到的硫化渣属于危险废物;不含重金属及其他有害物质的渣,如尾气采用石灰石/石灰—石膏法工艺脱硫生成的石膏渣,属于有用渣;还有一些渣属于一般固体废物。这些渣不能一起堆存,避免有害渣污染无害渣,有害渣的堆存应根据现行国家标准《危险废物贮存污染控制标准》GB 18597 的规定设计堆场。

7.6.5 压滤机应靠近沉降槽布置,有利于缩短进料管的长度,减少管道堵塞。为方便滤饼收集和外运,压滤机宜布置在压滤机房的第二层,底层可作为滤饼临时堆放场地。

8 管 道

8.1 一 般 规 定

8.1.2 本条规定适用于同一根管道存在不同工作压力和工作温度的状况,如控制阀及减压阀前后的管道等。一根管道可能在两组以上工作压力-温度参数下运行,因此,管道设计压力应取压力和温度相耦合时最不利条件下的压力。

8.1.4 管道的设计温度一般取最高工作温度,且留有一定的富余量。

8.2 材 质

8.2.1 冶炼烟气制酸流体介质主要有二氧化硫、三氧化硫、稀硫酸和浓硫酸等,都具有较强的腐蚀性。由于冶炼烟气的特殊性,稀硫酸中可能含有浓度不等的氟离子、氟离子及其他物质,因此,在选择管道材质时,应认真分析各种腐蚀性介质及操作条件,确保管道安全使用。

在选择管道材质时,除注意正常条件下使用温度和压力与管道规定的温度和压力的一致性外,还要注意某些特殊操作造成使用温度和压力突变时管道的适应性和安全性。如塔(器)的上酸管道,当突然停泵时,管内流体在重力作用下迅速回流,瞬间管道内形成负压,对管道造成损坏,特别是衬里管道。

8.2.2 烟气净化第一级洗涤塔出口至干燥塔入口之间的管道流体主要是含二氧化硫湿烟气,由于温度较低,且具有一定的腐蚀性,宜选择玻璃钢材质。烟气中如含有氟、氯卤族化合物时,防腐层应采用耐氟、氯腐蚀的聚酯纤维和树脂制作。

8.2.3 在寒冷地区,稀硫酸管道不宜采用线性伸缩量大、低温脆

性大的材料。

8.2.4 浓硫酸管道材质应根据硫酸浓度、工作压力、温度等选择。铸铁管比较低廉,但要求铸造质量高,安装精度高;316L 不锈钢管具有安装简单、泄漏点少等特点,宜在较低酸温下使用;对于温度较高的浓硫酸管道,宜选用带阳极保护奥氏体不锈钢管、奥氏体高硅不锈钢管、哈氏合金管等。长距离成品酸输送管道宜采用 316L 不锈钢管、厚壁钢管等。

8.2.5 转化工序烟气最高温度一般控制在 630°C 以下, $480^{\circ}\text{C} \sim 630^{\circ}\text{C}$ 烟气管道应选用奥氏体不锈钢管或喷(渗)铝钢管,常用的奥氏体不锈钢有 304、304H、321 等;温度低于 480°C 的管道可选用碳钢管;温度较低且可能接触冷凝酸的管道,宜选用 316L 不锈钢等。

8.3 流速与规格

8.3.2 对于输送固体含量高的液体,如流速选取过高,管径偏小,容易造成管道被大颗粒物质堵塞;选取流速过低,颗粒在流动过程中不断在管道内壁沉积,也容易造成颗粒沉积堵塞管道。因此,对于输送固体含量高的液体,应合理选取流速。

8.3.3 气体管道流速,应根据流体性质、流动状态、操作条件、管道材质等按照本规范表 8.3.3 选取。

8.3.4 液体管道流速选择原则应根据流体性质、流动状态、操作条件、允许管道压力降、管道材质等按照本规范表 8.3.4 选取。

8.3.5 二氧化硫气体、三氧化硫气体、稀硫酸、浓硫酸等具有强烈的腐蚀性;对于含固量较高的液体管道,还存在颗粒物对管道的磨蚀。采用金属管道输送此类流体时,首先根据强度和挠度计算选择管道壁厚,同时还应考虑磨蚀和腐蚀附加量。磨蚀和腐蚀附加量应根据输送流体性质、管道材质及操作条件选取。

8.4 管道柔性分析及补偿器选择

8.4.3 管道由于热胀冷缩以及其他位移产生变形或产生位移应

力,如受到支承件、管端连接的设备约束,支承件、管端连接的设备接口也将受到力和力矩的作用,严重时造成焊缝和接口拉裂。由于转化工序设备和管道内的操作压力均高于大气压,焊缝拉裂必然造成烟气向外泄漏,严重时引发安全事故。因此,对于靠自然补偿不能满足要求的管道应设置补偿器,补偿器应通过计算选择确定。

8.4.4 根据计算管系轴向、径向、角度位移量等合理选择补偿器。宜选择波纹补偿器,主要包括轴向型、角向型、横向大拉杆、三向小拉杆、压力平衡式等。高温干烟气管道可选用不锈钢波形补偿器,低温湿烟气管道可选用聚四氟乙烯橡胶复合波纹补偿器、聚四氟乙烯不锈钢复合波纹补偿器等。

8.4.5 卧式离心泵由于自身的振动,极易损坏与之连接的管道,严重时影响泵的性能,因此,泵进、出口与管道不宜直接连接,应采用柔性连接。柔性连接件宜选用聚四氟乙烯橡胶复合波纹补偿器或聚四氟乙烯不锈钢复合波纹补偿器等。

8.4.6 对于热应力较大管道宜采用补偿器与拉杆组合结构,可避免补偿器作用时产生的内压力和弹性力传递到设备接口、固定支点等位置,起到防止接口焊缝拉裂、减小固定支点受力的作用。

8.5 管 架

8.5.1 管道支架除承受垂直荷载外,还要承受水平方向的作用力。管道支架不仅符合管道敷设要求,还要符合柔性计算的要求。管架主要分刚性支架和弹性支架,刚性支架包括固定支架、限位支架、导向支架等;弹性支架包括可变弹簧支架和恒力弹簧支架。管架应安全可靠、确保管系稳定及不降低原有管系柔性,管架的结构、布置应简单,方便安装与检修。

8.5.2 管架应能够承受足够的载荷,载荷包括固定荷载和活荷载。固定荷载包括管道、管件、保温材料及其他传递过来的荷载;活荷载包括管内流体、冰雪、风力、地震力以及包括管内流体的水

力冲击在内的各种荷载等。

8.5.6 管架间距应通过计算确定,对于同一种管道,应按强度和刚度条件分别计算管架间距,取其中最小者。

8.6 阀门

8.6.1 为了满足工艺和操作维修要求,在管道设计中,应在适当部位设置阀门。阀门应根据工艺流程、操作条件、维修要求以及相关的安全规范规定进行选择 and 设置。

8.6.3 阀门是流体阻力较大的设备,如果阀门进出口内径小于管道内径,流体阻力会增大,动力消耗增加,一般宜选用与管道规格相同的阀门。

8.6.5 由于净化工序气体中含有多种腐蚀性介质,如二氧化硫、三氧化硫、酸雾、卤族化合物以及水蒸气等,宜选用非金属或非金属衬里阀门,如玻璃钢阀门和其他衬里阀门等。

8.6.6 净化工序洗涤酸不仅含有硫酸,而且还可能含有盐酸、氢氟酸等强腐蚀性介质。另外,在烟气洗涤过程中,大量的固相尘进入到洗涤酸,对设备和管道造成磨损。因此,在选择阀门时,接触流体的材质既要耐腐蚀又要耐磨损,如聚四氟乙烯(F4)衬里阀门、聚全氟乙丙烯(F46)衬里阀门、聚乙烯(PE)衬里阀门、聚烯烃(PO)衬里阀门、硬聚氯乙烯(UPVC)阀门等。由于废酸成分复杂且不稳定,不建议选用金属材质阀门。

8.6.7 转化工序气体中主要含二氧化硫、三氧化硫以及微量酸雾等腐蚀成分,操作温度较高,因此,应首选耐腐蚀、耐高温的不锈钢或合金钢阀门。为防止串气和漏气,保证转化率,关键部位应选用零泄漏阀门,阀门形式宜选用闸阀或蝶阀等。

8.6.10 阀门布置应满足工艺和操作要求。对安装方式有特殊要求的阀门,应按其要求布置,如单向蝶阀要求阀安装方向与介质流动方向一致,安全阀、减压阀及控制阀应安装在便于维修的位置等。

8.7 管道敷设

8.7.1 管道敷设首先要满足工艺要求,同时应做到走向通畅、距离短、阻力小、操作维护方便等,如转化气体管道,在满足热胀冷缩要求的前提下,管道长度应尽可能短。

8.7.3 本条为强制性条文,必须严格执行。浓硫酸、稀硫酸属于腐蚀性液体,如果在道路、铁路上方管道法兰连接部位、其他管件接口部位发生泄漏,将会灼伤过往行人、腐蚀车辆及运输物品等,因此,在道路和铁路上方敷设的酸管不得有任何连接件(包括法兰、支管、测点、排液口、排气口等)。

8.7.5、8.7.6 液体管道应按照工艺流程、生产要求及安全规定敷设,敷设方向一般采用水平和垂直。

8.7.7 由于非金属管道具有优良的耐腐蚀性,通常采用非金属管道输送稀硫酸,在敷设此类管道时,应充分考虑非金属管道强度低、刚度小、脆性大、热膨胀系数大的特点。

8.7.8 为了减小管道阻力,确保泵的性能,应采用异径管与泵进、出口直接连接,异径管小端接泵口,大端接主管。泵进口宜采用偏心异径管,管底取平的目的是避免形成气袋。

8.7.9 液体管道最高点处应设排气管,以防止管道出现气堵,确保液体流动通畅,排气管应与系统连通。管道最低处应设排液阀,便于检修或停产时排尽管道和设备里的存液。

8.7.10 管道上取样管的敷设方式与管道内流体、流体流动方向和主管道敷设方式有关,取样管应本着方便操作、确保操作人员安全的原则敷设。

8.8 保 温

8.8.2、8.8.3 设备和管道保温作用如下:

(1)减少热量散失,维持系统自热平衡。

(2)确保烟气温度高于露点,避免产生冷凝酸腐蚀设备和

管道。

(3)在寒冷地区,防止流体被冻结或结晶(必要时,除采取保温外还应对储存此类介质的设备和输送管道采取伴热)。

(4)避免烫伤,保证操作人员的安全。

(5)提高余热回收效率。

原则上,表面温度超过 60°C 的设备和管道应采取保温措施,对于能够维持自热平衡且不回收余热,温度 $60^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$,且与平台、梯子以及操作区域的距离大于 3.0m 以上的管道,可不保温。对于低浓度二氧化硫烟气,应加强保温,最大限度地减少热损失,维持系统自热平衡。

8.8.4 在寒冷地区建设硫酸厂,应根据当地的气温,对不经常流动的液体管道、槽(罐)以及成品硫酸储罐(槽)除采取防冻措施外,还应采用伴热措施防止流体冻结。一般采用蒸汽伴热或电伴热。

8.8.5 应根据被保温设备和管道允许的表面温度合理选择保温材料,选用经过生产实践证明保温效果好的材料,严禁采用石棉和氯含量超标的材料。

8.8.7 保护层应选择防水性好、宜加工的材料,建议选用铝板、不锈钢板以及彩钢板等,不宜选用镀锌钢板。设备垂直表面保护层宜选用波纹板,厚度 $0.5\text{mm}\sim 0.8\text{mm}$ 。

8.8.8 保温层厚度的计算结果应与生产实际数据进行对比,合理确定保温层厚度。当二氧化硫浓度处于自热平衡点附近时,设计时应按允许的热损失量来计算保温厚度。考虑计算误差和工艺参数的变化,设计时应留有一定的富余量。

8.9 识别色

8.9.1 识别色用于标识管内流体的种类和状态。根据现行国家标准《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231关于基本识别色的规定,确定不同介质管道的识别色。该标准

规定了 8 种基本识别色和相应的颜色标准编号及色样。

8.9.5 硫酸系统存在的危险化学品主要有：二氧化硫、三氧化硫、硫酸、钒触媒、硫化钠、硫化氢、烧碱等。对输送以上危险化学品的管道，应设置安全标识。

S/N:1580242·277



9 158024 227703 >



北京世纪经纬出版

统一书号:1580242·277

定 价:18.00元