

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 2060-2018

铜冶炼废气治理工程技术规范

Technical specifications for waste gas control of copper smelting

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准。

2018—12—28 发布

2019—03—01 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	i
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 污染物与污染负荷.....	3
5 总体要求.....	6
6 工艺设计.....	8
7 主要工艺设备和材料.....	14
8 检测及过程控制.....	15
9 主要辅助工程.....	16
10 劳动安全与职业卫生.....	17
11 施工与验收.....	18
12 运行与维护.....	19

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，防治环境污染，规范铜冶炼废气治理工程建设与运行管理，制定本标准。

本标准规定了铜冶炼废气治理工程设计、施工、验收和运行维护等技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部科技与财务司组织制订。

本标准主要起草单位：北京矿冶科技集团有限公司。

本标准生态环境部2018年12月28日批准。

本标准自2019年03月01日起实施。

本标准由生态环境部解释。

铜冶炼废气治理工程技术规范

1 适用范围

本标准规定了铜冶炼废气治理工程设计、施工、验收、运行和维护等技术要求。

本标准适用于以铜精矿为主要原料兼顾协同处置废杂铜的铜冶炼废气治理工程的建设与运行管理,可作为铜冶炼废气治理工程建设项目环境影响评价、环境保护设施设计、施工、验收和运行管理的参考依据。

本标准不适用于再生铜冶炼废气治理工程。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件,其有效版本(含修改单)适用于本标准。

- GB 5085.1 危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别
- GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
- GB 5086.1 固体废物浸出毒性浸出方法 翻转法
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物的测定与气态污染物采样方法
- GB 20424 重金属精矿中有害元素的限量规范
- GB/T 22580 特殊环境条件 高原电气设备技术要求 低压成套开关设备和控制设备
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50011 建筑抗震设计规范
- GB 50015 建筑给水排水设计规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50053 20kV 及以下变电所设计规范
- GB 50054 低压配电设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50059 35~110kV 变电所设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50093 自动化仪表施工验收规范
- GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

- GB 50187 工业企业总平面设计规范
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50254 电气装置安装工程低压电器施工及验收规范
- GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB 50544 有色金属企业总图运输设计规范
- GB 50630 有色金属工程设计防火规范
- GB 50753 有色金属冶炼厂除尘设计规范
- GB 50880 冶炼烟气制酸工艺设计规范
- GB 50988 有色金属工业环境保护设计技术规范
- GBJ 22 厂矿道路设计规范
- GBJ 87 工业企业噪声控制设计规范
- GBJ 141 给水排水构筑物施工及验收规范
- GBZ 1 工业企业设计卫生标准
- GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
- GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素
- HJ/T 48 烟尘采样器技术条件
- HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术
- HJ 179 石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范
- HJ/T 322 环境保护产品技术要求 电除尘器
- HJ/T 328 环境保护产品技术要求 脉冲喷吹类袋式除尘器
- HJ/T 330 环境保护产品技术要求 分室反吹类袋式除尘器
- HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范
- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- HJ 462 工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范
- HJ 544 固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法
- HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则
- HJ 863.3 排污许可证申请与核发技术规范有色金属工业—铜冶炼
- HJ 2020 袋式除尘工程通用技术规范

HJ 2028 电除尘工程通用技术规范

JB/T 6407 电除尘器设计、调试、运行、维护 安全技术规范

《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环监〔1996〕470号）

《建设项目（工程）竣工验收办法》（计建设〔1990〕1215号）

《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环境保护总局令 第13号）

《国家危险废物名录》（环境保护部令 第39号）

《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）

《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018年第9号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 铜冶炼废气 waste gas of copper smelting

指铜冶炼过程中产生的含有害物质的各类气体。

3.2 环境集烟 fugitive gas collecting

指通过工艺设计，对冶金炉窑的加料口、出料口、渣放出口、电极孔、溜槽、包子房等处泄漏的烟气进行收集的过程。

3.3 火法铜冶炼工艺废气 waste gas of copper pyrometallurgy

指在高温从硫化铜精矿中提取金属铜或其化合物的过程中各生产工序产生的工艺废气。

3.4 湿法铜冶炼工艺废气 waste gas of copper hydrometallurgy

指在常温常压或高压下用溶剂或细菌浸出矿石或焙烧矿的过程中各生产工序产生的工艺废气。

4 污染物与污染负荷

4.1 污染物来源与分类

4.1.1 火法铜冶炼工艺废气来源及分类

按照废气污染物特征，火法铜冶炼工艺废气可分为含尘废气、含二氧化硫（SO₂）废气及含硫酸雾废气。含尘废气主要包括原料制备及输送过程产生的含粉尘废气，其主要污染物为颗粒物；含二氧化硫废气主要包括精矿干燥、熔炼、吹炼、精炼、烟气制酸、环境集烟等过程产生的含有二氧化硫的炉窑烟气，其主要污染物为颗粒物、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、硫酸雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、氟化物等。含硫酸雾废气主要包括电解过程电解、净液工序废气，其主要污染物为硫酸雾。

火法铜冶炼废气中污染物来源及分类见表1。

4.1.2 湿法铜冶炼工艺废气来源及分类

湿法铜冶炼废气主要为生产过程产生的含硫酸雾废气。

湿法铜冶炼废气中污染物来源及分类见表2。

表 1 火法铜冶炼废气中污染物来源及分类

废气类别	工序	产排污节点	排放口	主要污染物	颗粒物浓度(mg/m ³)	二氧化硫(mg/m ³)	氮氧化物(mg/m ³)	硫酸雾(mg/m ³)	铅及其化合物(mg/m ³)	砷及其化合物(mg/m ³)	汞及其化合物(mg/m ³)	镉及其化合物(mg/m ³)
含尘废气	原料制备及输送	精矿上料、精矿出料、转运，抓斗卸料、定量给料设备、皮带输送设备转运过程扬尘	原料制备排气筒	颗粒物	1000~10000	/	/	/	/	/	/	/
	渣选矿	备料	备料排气筒	颗粒物	1000~10000	/	/	/	/	/	/	/
含二氧化硫废气	原料制备及输送	干燥窑	干燥窑排气筒	颗粒物、SO ₂	20000~80000	50~600	/	/	/	/	/	/
	熔炼	熔炼炉	/	颗粒物（含重金属镉、铅、砷、汞）、SO ₂	50000~130000	120000~500000	100~200	/	60~800	10~80	10~100	1~4
	吹炼	吹炼炉	/	颗粒物（含重金属镉、铅、砷、汞）、SO ₂	40000~100000	120000~430000	100~200	/				
	精炼	阳极炉	阳极炉（精炼）排气筒	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、硫酸雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、硫酸雾、氟化物。	200~3000	200~2000	100~200	/				
	烟气	制酸尾气	烟气制	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、硫酸	0~300	100~	20~100	20~200				

	制酸		酸排气筒	雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、硫酸雾、氟化物。		1000						
	渣贫化	渣贫化	渣贫化排气筒	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、硫酸雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、硫酸雾、氟化物。	8000~30000	100~3000	/	/				
	环境集烟	熔炼、吹炼、精炼及渣贫化过程各炉窑进料口、出渣口、出铜口等	环境集烟排气筒	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、硫酸雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、硫酸雾、氟化物。	300~2000	100~1500	50~200	/				
含硫酸雾废气	电解	电解槽及循环槽	车间排气筒	/	/	/	/	10~80	/	/	/	/
	净液	真空蒸发器及脱铜电解槽	车间排气筒	/	/	/	/	10~50	/	/	/	/
注：熔炼炉和吹炼炉产生的工艺烟气直接制酸。												

表 2 湿法铜冶炼废气中污染物来源及分类

废气类别	产排污节点	排放口	主要污染物	污染物浓度(mg/m ³)
含硫酸雾废气	浸出、萃取、电积	车间排气筒	硫酸雾	10~50

4.2 污染负荷

4.2.1 应根据工程设计需要收集烟气参数等原始资料，主要包括以下内容：

- a) 烟气量（正常值、最大值、最小值）；
- b) 烟气温度及变化范围（正常值、最大值、最小值及露点温度）；
- c) 烟气中气体成分及浓度（SO₂、NO_x、氧气、氟化氢等）；
- d) 烟气颗粒物浓度及成分（颗粒物、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物）；
- e) 烟气压力、含湿量；
- f) 产生污染物设备情况及工作制度。

4.2.2 现有铜冶炼企业生产过程各生产工序排放的废气，其废气量及污染物浓度可通过实际测量确定。

4.2.3 新建铜冶炼企业废气治理设施废气量及污染物浓度可以工程设计为依据，也可通过实际测量后确定。

4.2.4 若无实际测量数据时，废气量及污染物浓度可参照 HJ 863.3 表 2 中同等生产规模、同类原料及产品或相近工艺的排放数据确定。

4.2.5 设计负荷和设计裕量应根据污染物特性、污染强度、排放标准、漏风率和环境影响评价文件的要求综合确定，并应充分考虑污染负荷在最大和最不利情况下的适应性。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 铜冶炼企业废气治理工程建设与运行管理应遵守国家 and 地方相关法律法规、产业政策、标准及规范的要求，并积极推行清洁生产、提高资源能源利用率。

5.1.2 铜冶炼废气治理工程应符合环境影响评价文件及批复的要求，与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

5.1.3 铜冶炼废气治理工程应选择安全、环保、节能的工艺和装备。

5.1.4 铜冶炼废气治理工程处理后废气排放应满足 GB 25467 和地方排放标准要求，并符合总量控制及排污许可的要求。

5.1.5 铜冶炼废气治理工程产生的固体废物，应根据《国家危险废物名录》或现行国家标准《危险废物鉴别标准》GB 5085.1、GB 5085.3 的有关规定，采用 GB 5086.1 所列的技术方法对其性质进行鉴别和类比，采取相应防治措施，并应优先考虑综合利用，不能利用时应采取无害化处理措施。

5.1.6 铜冶炼废气治理工程产生的废水应收集后处理回用或达标排放，防止二次污染。

5.1.7 铜冶炼废气治理工程应采取有效的隔声、消声、绿化等降噪措施，噪声和振动控制的设计应符合 GB50087 和 GB50040 的规定，厂界噪声应符合 GB12348 的要求。

5.1.8 铜冶炼废气治理工程的设计、建设和运行维护应符合国家及行业有关质量、安全、卫生、消防等方面法规和标准的规定。

5.1.9 铜冶炼废气治理工程应安装合格的在线监测设备，监测报警系统和应急处理系统，在线监测设施应按要求与当地环保部门联网。

5.1.10 铜冶炼废气治理工程应按《排污口规范化整治技术要求（试行）》要求设置排气口，安装计量和自动监控系统。

5.2 源头控制

5.2.1 铜冶炼工程应采用生产效率高、工艺先进、能耗低、环保达标、资源综合利用好的先进冶炼工艺，且必须配置烟气制酸、资源综合利用、节能等设施。

5.2.2 铜冶炼企业对入炉铜精矿中有害元素限量应符合 GB20424 的要求，燃料宜采用清洁能源。

5.2.3 铜精矿、辅料、烟（粉）尘等粉状物料的输送设备要密封或处于负压状态，防止污染环境。

5.2.4 除尘系统捕集的烟尘中，铅、砷、汞等有害元素含量过高时，不宜返回冶炼系统，应进行综合利用或根据其性质进行安全处置。

5.2.5 硫化铜精矿火法冶炼必须配套烟气制酸等硫元素回收利用设施。

5.3 工程构成

5.3.1 铜冶炼废气治理工程包括主体工程、辅助工程和公用工程。

5.3.2 主体工程包括废气收集系统、除尘系统、脱硫系统、酸雾净化系统。

5.3.3 辅助工程包括电气、土建、暖通空调、消防、仪表及控制系统、在线监测系统、化验分析系统等。

5.3.4 公用工程包括供电系统、蒸汽系统、压缩空气系统、给排水系统、工艺水及循环水系统等。

5.4 总平面布置

5.4.1 一般规定

5.4.1.1 铜冶炼废气治理工程总平面布置应满足 GB50187、GB50544 等相关规定。

5.4.1.2 铜冶炼废气治理工程应有较好的通风、散热条件，并应有检修场地。

5.4.2 总图布置

5.4.2.1 总平面布置应与主体工艺布局相协调，并遵循节能降耗原则。

5.4.2.2 铜冶炼废气脱硫工程吸收塔宜布设在烟囱附近，吸收剂制备贮存及脱硫副产物处理应根据工艺流程和场地条件因地制宜布置。

5.4.2.3 吸收剂、脱硫副产物等消耗量或产生量大的物料，其贮存间的布置应靠近厂内主要运输通道。

5.4.3 管线综合布置

- 5.4.3.1 管线综合布置应根据总平面布置、管内介质、施工及维护检修等因素综合确定。
- 5.4.3.2 管线综合布置应与企业总平面布置、竖向设计和绿化布置同时进行。管线之间、管线与建（构）筑物之间在平面及竖向上应做到相互协调、紧凑合理。
- 5.4.3.3 管线综合布置应满足安全使用、维护检修和施工要求，并满足最短敷设长度和所需的最小合理间距要求。
- 5.4.3.4 管线的敷设方式应根据工程所在地区的自然条件、管线内气体的性质、空间组织的要求、通道宽度、施工和检修等因素综合确定。

5.4.4 竖向设计

- 5.4.4.1 竖向设计应与总平面布置同时进行，且应与厂区内现有和规划的运输道路、排水系统、周围场地标高等相协调。
- 5.4.4.2 竖向设计方案应根据废气产生节点、输送管线敷设、防洪、排水、及土（石）方工程量等要求，结合地形和地质条件进行技术经济综合比较后确定。

6 工艺设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 铜冶炼废气治理应采用技术先进、经济可行、运行稳定的工艺，并优先采用具备有价金属回收、余热综合利用功能的先进工艺。
- 6.1.2 铜冶炼废气治理工程应对主体生产设施工况变化有较强的适应性，具有一定的抗冲击能力。
- 6.1.3 根据烟气性质、运行工况、烟气量及铜冶炼主体工程对废气治理工程的要求，废气治理设施同步检修必须和主体生产设施同步进行，检修同步率应达到 100%。
- 6.1.4 废气治理设施必须留有施工安装和检修场地、消防通道，必须保证人员操作的安全性和设备维护的便利性。

6.2 工艺选择

6.2.1 含尘废气除尘

- 6.2.1.1 铜冶炼含尘废气除尘工艺见图 1 和表 3。含尘废气除尘宜选用电除尘或袋式除尘工艺。旋风除尘和重力沉降室仅可做为预除尘工艺，需和电除尘或袋式除尘结合使用。
- 6.2.1.2 采用袋式除尘器或电除尘器等干式除尘装置时，应有防止烟气结露的措施。

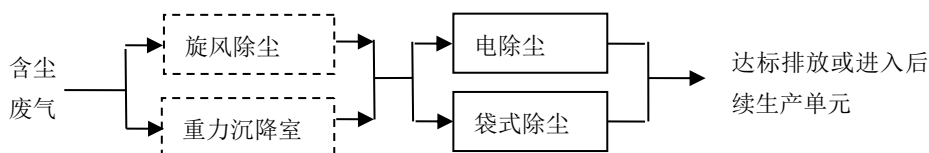


图 1 除尘工艺选择图

表 3 除尘工艺组合

废气类别	工序	产排污节点	处理工艺	系统总除尘效率 (%)	除尘器操作温度 (°C)
含尘废气	原料制备及输送	精矿上料、精矿出料、转运, 抓斗卸料、定量给料设备、皮带输送	产尘点→袋式除尘器→风机	≥99.5	/
	渣选矿	备料	产尘点→袋式除尘器→风机	≥99.5	/
含 SO ₂ 废气	原料制备及输送	干燥窑烟气	干燥窑→袋式除尘器→风机	≥99.5	80~200
		载流干燥烟气	载流管→重力沉降室→旋风除尘器→风机→袋式除尘器(或电除尘器)	≥99.5	80~200
	熔炼	顶(底)吹熔炼炉熔炼烟气	熔炼炉→余热锅炉→电除尘器→风机→制酸	≥98.0	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
	熔炼	闪速炉熔炼烟气	熔炼炉→余热锅炉→电除尘器→风机→制酸	≥98.0	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
	吹炼	吹炼烟气	转炉→余热锅炉→电除尘器→风机→制酸	≥98.0	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
	精炼	阳极炉烟气	阳极炉→余热锅炉→烟气换热器→冷却烟道→袋式除尘器(或电除尘器)→风机→制酸(或脱硫处理)	≥99.0	≤150(袋式除尘器)并高于烟气露点温度 30°C 以上
	烟气制酸	制酸尾气	制酸尾气→风机→脱硫处理	/	/
环境集烟	熔炼、吹炼、精炼及渣贫化加料口、粗铜放出口、渣放出口、喷枪口、溜槽、包子房等处泄漏烟气	集气罩→袋式除尘器→风机→脱硫处理	≥99.5	≤120 袋式除尘	

注：含 SO₂ 废气中如含尘量较高不能满足后续脱硫或制酸烟气进口要求应先予以除尘。

6.2.2 含二氧化硫废气脱硫

6.2.2.1 烟气制酸应满足以下技术要求：

a) 熔炼、吹炼过程高浓度 SO₂ 工艺烟气应进入制酸系统制酸；其它如环境集烟烟气等，可按实际情况优先与制酸烟气就近配气后，再进入制酸系统。不能制酸的废气应经脱硫处理后达标排放。

(2) 烟气制酸前应采用动力波洗涤器、湍冲洗涤塔等设备对烟气进行洗涤，降低烟气中含尘量。制酸过程中产生的废水应处理达到工艺用水水质要求，宜做到废水循环利用。

(3) 高浓度 SO₂ 烟气制酸相关工艺设计应符合 GB50880 及相关冶炼烟气制酸工艺设计文件的要求。制酸尾气应进行脱硫处理，尾气达标排放。

6.2.2.2 脱硫工艺的选择应根据铜冶炼企业所在地理位置、脱硫药剂获取的便利性、工程占地、脱硫渣产生量的多少、二次污染产生情况、烟气量、烟气温度及变化情况、烟气中气体成分及浓度、处理后废气的去向及排放标准的要求，经技术经济比较后确定。

6.2.2.3 低浓度 SO₂ 废气可选用脱硫工艺包括：活性焦法、离子液法、钠碱法、氧化镁法、石灰/石灰石-石膏法等。铜冶炼废气脱硫工艺选择见图 2 和表 4。

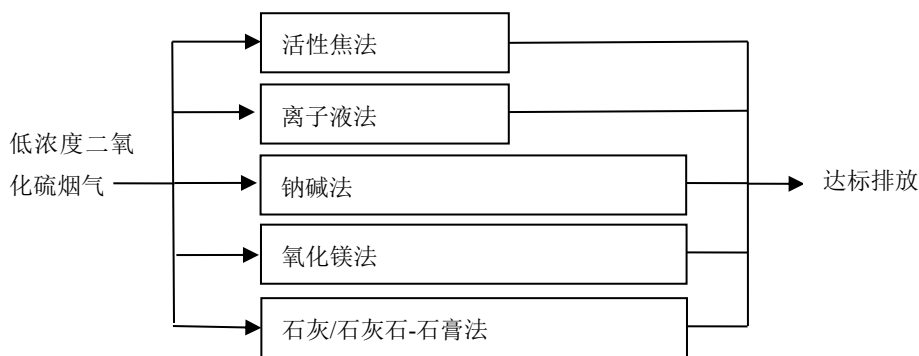


图 2 低浓度二氧化硫烟气脱硫工艺选择图

表 4 低浓度二氧化硫烟气脱硫工艺选择

脱硫工艺	脱硫剂	原料消耗比(t/tSO ₂)	副产物	脱硫效率	技术特点
活性焦法	活性焦	1.3~1.4	高浓度 SO ₂	>95%	脱硫效率高，不产生二次污染，节水，对生产系统影响小，可回收 SO ₂ 用于制酸。适用于烟气 SO ₂ 浓度较低、波动较大的铜冶炼烟气处理，但一次性投资高、蒸汽消耗量大。
离子液法	离子液	0.7~0.8	高浓度 SO ₂	>95%	脱硫效率高，不产生二次污染，副产品属基本化工原料，对生产系统影响小。适用于低压蒸汽供应充足、烟气 SO ₂ 浓度较高、波动较大的铜冶炼烟气制酸，但一次性投资高、蒸汽消耗量大。
钠碱法	氢氧化钠、碳酸钠	1.2~1.66	硫酸钠、亚硫酸钠	>95%	适用范围广，碱的来源限制小，便于输送、储存，损耗低，投资省，但运营成本较高。另外由于其吸收效果好，杂质易影响副产品品质。适用于氢氧化钠来源较充足的铜冶炼企业。
氧化镁法	氧化镁	1.02~1.03	硫酸镁	>95%	适用范围广、脱硫效率高，投资成本适中，运行成本较低，运行可靠性高、不结垢、不易堵塞，电力消耗低；副产品硫酸镁溶液易处置，抗负荷波动性能好，易于建设、改造占地小、可分离布置。
石灰/石灰石-石膏法	石灰/石灰石	1.8~1.9	脱硫石膏、亚硫酸钙	>90%	适用范围广，原料易得。但副产品含杂质较多，销售难度大，多堆存处理。装置易结垢堵塞。不适用于脱硫剂资源短缺、场地有限的冶炼企业。

6.2.2.4 脱硫装置设计应以达标治理、循环利用、不产生二次污染为原则，宜优先考虑采用副产物可资源化利用的脱硫工艺；宜根据当地脱硫剂来源、副产物再利用可行性、安全环境等条件进行技术经济综合比较后确定脱硫工艺。

6.2.2.5 脱硫装置宜根据废气量、SO₂含量等要求，按处理能力富余量不小于负荷的10%进行设计。

6.2.2.6 废气进入脱硫装置前应先除尘，进入脱硫装置的废气中固体颗粒物含量应不影响副产物质量及装置正常运行。

6.2.2.7 脱硫方案设计时应考虑脱硫渣的综合利用或安全处置，防止产生二次污染。

6.2.2.8 对执行大气污染物特别排放限值的铜冶炼企业，宜采取双氧水法、钠碱法、离子液法或两级脱硫组合工艺。

6.2.3 含硫酸雾废气酸雾净化

6.2.3.1 含硫酸雾废气净化工艺包括：电除雾器、酸雾净化塔（填料吸收塔）。铜冶炼硫酸雾处理工艺选择见图3和表5。

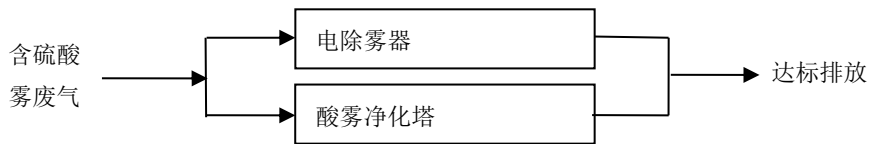


图3 含硫酸雾处理路线示意图

表5 硫酸雾净化工艺选择

废气类别	工序	产排污节点	处理工艺	净化效率 (%)
含硫酸雾废气	电解	电解槽及循环槽	电除雾器、酸雾净化塔	≥90.0
	电积	电积槽	电除雾器、酸雾净化塔	≥90.0
	净液	真空蒸发	电除雾器、酸雾净化塔	≥90.0
		脱铜电解槽	电除雾器、酸雾净化塔	≥90.0

6.3 工艺设计要求

6.3.1 除尘工艺要求

6.3.1.1 除尘工艺应满足 GB50753 要求，并符合下列要求：

- 除尘系统宜负压下操作；排灰设备应密闭良好，防止产生二次污染。
- 除尘系统配置应根据炉型、容量、炉况、精矿成分、辅助燃料成分、脱硫工艺、烟气工况、气象条件、操作维护管理等确定。

c) 除尘系统应控制适当的气流速度和管道风压,防止集气罩周围产生紊流,影响除尘效果。

d) 除尘装置的除尘性能应满足下道工序的浓度限值要求,外排烟气应满足有关排放标准规定的烟(粉)尘排放浓度和烟气黑度限制的要求。

f) 在保证含尘气体被充分捕集的前提下,应根据含尘气体性质、结合经济原则,选取单独或集中除尘方式。废气含不同组分烟(粉)尘的宜单独设置除尘装置。

g) 熔炼炉、吹炼炉和阳极炉等生产工艺参数波动大时,除尘装置应设置缓冲或预处理设施。

h) 采用袋式除尘器或电除尘器等干式除尘装置时,应有防止烟气结露的措施。

6.3.1.2 当采用重力沉降室和旋风除尘器时,应满足以下技术条件和要求:

a) 重力沉降室和旋风除尘器的除尘效率较低,可用于处理含尘浓度高、粉尘粒径较大的废气,做为废气除尘预处理技术,以减轻后续除尘装置的处理负荷。该技术结构简单,造价低,操作管理方便,维修工作量小,适用于铜冶炼干燥窑烟气预处理。

b) 重力沉降室工艺参数:可处理废气烟尘 $\geq 100\mu\text{m}$ 的粗粒烟尘,可用于高温($\leq 600^\circ\text{C}$),烟气入口速度 $20\sim 30\text{m}/\text{min}$,设备阻力 $400\sim 1000\text{Pa}$,含尘量高($>400\text{g}/\text{m}^3$)的烟气。

c) 旋风除尘器工艺参数:可处理废气烟尘 $\geq 10\mu\text{m}$ 的粗粒烟尘,可用于高温($\leq 450^\circ\text{C}$),烟气入口速度 $12\sim 30\text{m}/\text{min}$,设备阻力 $600\sim 1500\text{Pa}$,含尘量高($400\sim 1000\text{g}/\text{m}^3$)的烟气。

6.3.1.3 当采用电除尘器时,应满足以下技术条件和要求:

a) 电除尘器可用于气量大、温度高的废气治理,在铜冶炼厂主要用于熔炼炉除尘、吹炼炉除尘、阳极炉除尘。该技术结构复杂,造价高,操作管理较方便,维修工作量较大。电除尘器适用于烟粉尘比电阻范围在 $1\times 10^4\sim 4\times 10^{12}\Omega\cdot\text{cm}$ 之间的含尘废气除尘。

b) 电除尘器工艺参数:可处理废气烟尘粒度 $\geq 0.1\mu\text{m}$,烟气过滤速度 $0.2\sim 1.0\text{m}/\text{s}$,设备阻力 $\leq 400\text{Pa}$,允许操作温度 $\leq 380^\circ\text{C}$ (且高于露点温度 30°C),允许烟气含尘量 $\leq 130\text{g}/\text{m}^3$,驱进速度 $2\sim 10\text{cm}/\text{s}$,同极距 $400\sim 600\text{mm}$ 。

c) 电除尘器工艺设计及参数选择可参照 HJ 2028、GB50753。

6.3.1.4 当采用袋式除尘器时,应满足以下技术条件和要求:

a) 袋式除尘器除尘效率高,适用范围广,操作简便。在铜冶炼厂主要用于备料、阳极炉和环境集烟废气的除尘净化。该技术结构简单,造价较高,操作管理方便,维修工作量大。

b) 袋式除尘器工艺参数:可处理废气烟尘粒度 $\geq 0.1\mu\text{m}$,烟气过滤速度 $0.2\sim 1.2\text{m}/\text{min}$,设备阻力 $1200\sim 2000\text{Pa}$,允许烟气含尘量 $\leq 200\text{g}/\text{m}^3$ 。

c) 袋式除尘器工艺设计及参数选择可参照 HJ2020。

6.3.2 脱硫工艺要求

6.3.2.1 当采用活性焦法脱硫时,应满足以下技术条件和要求:

a) 活性焦法兼具脱硝、去除重金属离子等功能，活性焦再生过程可实现 SO₂ 资源化，二次污染小。适用于铜冶炼干燥窑烟气、制酸尾气、环境集烟、阳极炉烟气脱硫。

b) 活性焦法工艺参数：处理前废气 SO₂ 浓度≤8000mg/m³，处理后废气 SO₂ 浓度≤200mg/m³，副产物 SO₂ 纯度不小于 95%，废气处理可在低风速（0.3~1.2m/s）下运行，允许废气含尘量≤50mg/m³，处理烟气温度 100~200℃。

6.3.2.2 当采用离子液法脱硫时，应满足以下技术条件和要求：

a) 离子液法脱硫副产品为高纯度二氧化硫，可送制酸系统制酸。该方法脱硫效率高，脱硫后离子液经过再生可循环利用，可充分利用铜冶炼余热锅炉产生的低压蒸汽余热。适用于铜冶炼干燥窑烟气、制酸尾气、环境集烟、阳极炉烟气脱硫。

b) 离子液法工艺参数：处理前废气 SO₂ 浓度≤15000mg/m³，处理后废气 SO₂ 浓度≤100mg/m³，副产物 SO₂ 纯度不小于 99%，吸收剂年损失率不大于 10%，低压蒸汽（0.4~0.6MPa）消耗不大于 25t 蒸汽/吨 SO₂，系统阻力不大于 2000Pa。

6.2.2.3 当采用钠碱法脱硫时，应满足以下技术条件和要求：

a) 钠碱法工艺流程复杂，脱硫效率高，运行效果稳定，适用于处理较高浓度 SO₂ 废气。适用于铜冶炼企业干燥窑烟气、制酸尾气、环境集烟、阳极炉烟气脱硫。

b) 钠碱法工艺参数：处理前废气 SO₂ 浓度≤10000mg/m³，处理后废气 SO₂ 浓度≤100mg/m³，液气比大于 2，钙硫比小于 1.03，处理烟气温度 80~200℃。

c) 钠碱法工艺技术要求及参数选择可参照 HJ462。

6.3.2.4 当采用氧化镁法脱硫时，应满足以下技术条件和要求：

a) 氧化镁法脱硫效率较高，一次性投资运行费用低，吸收剂用量少。可处理废气适用范围较广，脱硫效率较高，运行稳定可靠。适用于铜冶炼制酸尾气、环境集烟、阳极炉烟气脱硫。

b) 氧化镁法工艺参数：处理前废气 SO₂ 浓度≤10000mg/m³，处理后废气 SO₂ 浓度≤200mg/m³，允许废气含尘量≤100mg/m³，允许烟气温度 60~100℃，抗负荷波动性能 30%-110%。

6.3.2.5 当采用石灰/石灰石-石膏法脱硫时，应满足以下技术条件和要求：

a) 石灰/石灰石-石膏法适用于烟气量大且有条件建设渣场或副产物石膏渣可综合利用的铜冶炼企业。适用于铜冶炼干燥窑烟气、制酸尾气、环境集烟、阳极炉烟气脱硫。

b) 石灰/石灰石-石膏法工艺参数：处理前废气 SO₂ 浓度≤10000mg/m³，处理后废气 SO₂ 浓度≤200mg/m³，石灰/石灰石粉的细度保证-250 目粒度不低于 90%，钙硫比为 1.03~1.05，脱硫石膏纯度应大于 90%。

c) 石灰/石灰石-石膏法工艺技术要求 and 参数选择可参照 HJ179。

6.3.3 酸雾净化工艺要求

- 6.3.3.1 应从源头控制硫酸雾产生，对电解槽、电积槽、净液槽等宜采取控温及覆盖措施，减少酸雾产生。
- 6.3.3.2 电解槽可采用覆盖方式减少酸雾的形成，净液槽可采用烷基苯磺酸或粉化皂荚形成泡沫覆盖。
- 6.3.3.3 净液工段的中和槽、鼓风机等设备和其他槽罐排放硫酸雾时，应设置酸雾净化设施。
- 6.3.3.4 酸雾净化设施宜优先采用电除雾器，也可选用酸雾净化塔。
- 6.3.3.5 酸雾净化设施内部结构、喷淋层设置及液气比、风速的选择，应保证吸收液与废气充分接触，控制酸雾逃逸。
- 6.3.3.6 酸雾净化过程使用的循环泵和风机宜根据工艺要求设置，应保证其可靠性，易损件应有备品备件。
- 6.3.3.7 电除雾器补集酸雾液滴后产生的稀硫酸溶液应返回电解系统回用。酸雾净化塔产生的废水需经处理达标后排放。

7 主要工艺设备和材料

7.1 除尘设备

- 7.1.1 常用干式除尘设备有重力除尘器、旋风除尘器、电除尘器、袋式除尘器。
- 7.1.2 当废气中含有腐蚀性介质时，冷却装置、风机、集气罩、阀门等应满足相关防腐要求。
- 7.1.3 袋式除尘器选择应符合 HJ2020、HJ/T330、HJ/T328 要求，滤料、滤袋、滤袋框架等主要材料应符合相关标准的规定，并适应含尘气体的性质。
- 7.1.4 电除尘器选择应符合 HJ 2028、HJ/T 322 和 JB/T 6407 要求。

7.2 脱硫设备

7.2.1 材料选择

- 7.2.1.1 脱硫剂选择原则：脱硫效率高、容易获得、价格低廉、易于运输、不对环境造成新污染、脱硫渣应综合利用或安全处置。
- 7.2.1.2 脱硫装置选择应充分考虑工艺特点，选择性价比高，具有耐磨、防腐特性的材料，并符合相关标准要求。
- 7.2.1.3 脱硫塔主材应适应脱硫工艺特点、脱硫剂的性质，有质量与安全控制措施。塔体及其构件宜采用涂覆防腐材料的碳钢、玻璃钢、合金钢等。

7.2.2 设备选择

- 7.2.2.1 设备和管线、部件选型和配置应满足长期稳定运行的要求，配置应避免物料阻塞，选择材料应具有耐温性、耐蚀性、耐冲刷性。
- 7.2.2.2 脱硫塔数量应根据废气量、脱硫塔容量、操作弹性、可靠性和布置条件等因素确定。
- 7.2.2.3 循环泵的过流部件应能耐固体颗粒磨损、耐酸腐蚀、耐高氯、高氟等离子腐蚀。
- 7.2.2.4 钠碱法工艺脱硫设备要求可参照 HJ462，石灰/石灰石-石膏法脱硫设备要求可参照 HJ179。

7.3 酸雾净化设备

7.3.1 酸雾净化设备和管线应选用性价比高，耐磨、耐腐蚀的材料。

7.3.2 设备选型和配置应满足长期稳定运行的要求。

7.3.3 低温地区宜选用耐低温、耐老化材质的酸雾净化设备。

8 检测及过程控制

8.1 一般规定

8.1.1 废气治理工程宜设置化验室，并配备相应的检测仪器和设备。

8.1.2 废气治理工程应在冶金炉窑出口烟道、除尘器、引风机、脱硫设备入口、排气筒等处安装检测仪表，并将分析检测数据引入控制室。仪表选型应能适应烟气温度、含尘、含酸的环境。

8.1.3 废气治理工程应设置废气处理自动控制系统，仪表和自动控制系统应具备防腐、自清洁等功能。

8.2 检测

8.2.1 废气治理工程应根据工艺控制要求对主要工艺参数进行定期检测，对重点控制指标实现在线检测。

8.2.2 废气治理工程应根据工艺要求，设置规范的永久性监测平台和采样孔，并符合 HJ/T 397 的相关规定。

8.2.3 应在主要废气排放口设置排放连续监测系统，监测要求应按 HJ 75 执行。

8.2.4 固定污染源排放检测过程采样、检测和质量控制应按 GB/T 16157、HJ/T 373、HJ/T 397、HJ 544 执行，烟尘采样按 HJ/T 48 执行，无组织排放按 HJ/T 55 执行。

8.2.5 脱硫装置、溶液槽应安装液位计及配套的报警装置，按需要安装密度计、pH 计等在线监测仪器，脱硫液循环泵出口应安装流量计和压力表。

8.2.6 检测指标主要包括：

a) 废气各处理工段主要工艺参数：温度、流量等；

b) 主要设备运行状态：压差、电流、轴承温度等；

c) 主要污染物浓度：包括颗粒物、SO₂、氮氧化物、硫酸雾、铅及其化合物、砷及其化合物、汞及其化合物、镉及其化合物、硫酸雾、氟化物等。

d) 脱硫液：pH 值、密度、流量、成分等。

8.2.7 各工序废气通过排气筒等方式排放至外环境，需在排气筒或排气筒前的废气烟道设置监测点位。

8.2.8 对于执行相同排放标准和排放限值的多个污染源或生产设备共用一个排气筒的，监测点位可布设在共用排气筒上，监测指标应涵盖所对应的污染源或生产设备监测指标，最低监测频次按照严格的执行。

8.2.9 对于执行不同排放标准和排放限值的多个污染源或生产设备，应分别单独设置排气筒，

监测点位可布设在排气筒上。监测指标应涵盖所对应的污染源或生产设备监测指标，最低监测频次按照严格的执行。

8.3 过程控制

8.3.1 废气治理工程宜采用集中管理、分散控制的自动化控制模式，配备中央控制系统、在线检测系统、功能子站，实现过程控制。

8.3.2 除尘、制酸、脱硫控制室可结合处理装置和现场情况设独立的控制室，或并入主工艺控制室统一监控。设独立的除尘、脱硫装置控制室的，冷却烟道中的烟气温度、烟气流量等表征主工艺是否正常的重要参数也应引入主工艺控制室显示。

8.3.3 烟气温度、流量，除尘器压差、电压，引风机电流，电机绕组、轴承温度等烟气检测参数发生异常，污染物分析检测值超过排放限值时，应及时检查物料变化、主工艺工况、除尘、制酸及脱硫设备等运行状况，并通过控制调整，及时消除异常。

8.3.4 自动控制系统应配置配电柜和控制柜。控制分自动和手动切换双回路控制系统，并具有自动保护和声光报警功能。

8.3.5 废气治理工程的火灾探测及报警系统应符合相应行业的规定，满足 GB50630 的设计要求。设备选型宜与主体工程一致，火灾警报控制屏宜布置在脱硫控制室，火灾探测及报警系统宜与全厂火灾探测及报警系统实现通信。

8.3.6 在线监测

8.3.6.1 用于工艺控制的在线监测设备可与用于污染源自动监控的在线监测设备统筹考虑。

8.3.6.2 用于工艺控制的在线监测设备，应在烟气除尘、脱硫工程的进口和出口设置监测点。除尘工程检测项目至少应包括烟气流、颗粒物浓度；脱硫工程检测项目至少应包括烟气流、烟气温度、颗粒物浓度、SO₂浓度和含氧量，并通过硬接线接入脱硫工程的控制系统。

9 主要辅助工程

9.1 建筑与结构

9.1.1 废气治理工程的建筑设计应根据工艺流程、使用要求、自然条件、建筑地点等因素进行整体布局，在进行布局的同时，要考虑与建筑周围环境的协调，满足功能要求。

9.1.2 建（构）筑物应符合 GB 50009、GB50141、GB 50191、GB50988 的有关规定，并采取防腐蚀、防渗漏措施。

9.1.3 建（构）筑物应符合 GB 50204 的规定。

9.1.4 建筑节能设计应符合 GB 50189 的规定。

9.1.5 建（构）筑物防雷设计应符合 GB 50057 的规定。

9.1.6 抗震设计应符合 GB 50011 的规定。

9.2 供配电

9.2.1 废气治理工程的供电等级，应与生产车间相同。独立废气治理工程供电宜按二级负荷设计。

9.2.2 变电站的设计应符合 GB 50059 和 GB 50053 的规定。

9.2.3 供配电设计符合 GB 50052、GB 50054 的规定。施工现场供用电安全符合 GB 50194 的规定。

9.2.4 设备配套供应的控制器、配电屏除应满足环境条件要求外，还应满足 GB/T 22580 的规定。

9.3 给排水和消防

9.3.1 废气治理工程给排水和消防系统应与生产系统统筹考虑，生活用水、生产用水及消防设施应符合 GB 50015、GB 50016 等的规定。

9.3.2 废气治理工程排水宜采用重力流排放。

9.3.3 除尘风机、电机、脱硫塔、循环水池等设备冷却供水应取自厂区的冷却水管网，冷却水系统应根据使用要求安装计量装置。

9.3.4 废气治理工程火灾危险类别、耐火等级及消防系统的设置应符合 GB 50016 等的规定。

9.4 采暖通风

9.4.1 供暖通风与空气调节应符合 GB50243、GB50019 设计要求。

9.4.2 通风系统进风口宜设置在清洁干燥处，通风系统应考虑防尘措施。

9.4.3 铜冶炼企业生产厂房宜采用封闭厂房或半封闭厂房，以有效控制无组织排放。

9.5 道路绿化

9.5.1 废气治理工程与企业生产区和生活区宜由道路和绿化隔开。

9.5.2 道路设计应符合 GBJ 22 的规定。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 劳动安全

10.1.1 高架处理建（构）筑物应设置栏杆、防滑梯、照明和避雷针等安全设施。各建（构）筑物应设有便于行走的操作平台、走道板、安全护栏和扶手，栏杆高度和强度应符合有关劳动安全规定。

10.1.2 所有不带电的电气设备的金属外壳均应采取接地或接零保护；钢结构、排气管、排风管和铁栏杆等金属物应采用等电位联结。

10.1.3 各种机械设备裸露的传动部分应设置防护罩，不能设置防护罩的应设置防护栏杆，周围应保持一定的操作活动空间。

10.1.4 地下建（构）筑物应有清理、维修工作时的安全措施，主要通道处应设置安全应急灯，在设备安装和检修时应有相应的保护措施。

10.1.5 存放有毒有害化学物质的建（构）筑物应有良好的通风设施和阻隔防护设施。有毒有害物质或危险化学品的贮存应符合国家相关规定的要求。

10.1.6 废气治理工程危险部位应设置安全警示标志，并配置必要的消防、安全、报警与简单救护等设施。

10.1.7 人员进入有限空间作业时，应严格遵守“先通风、再检测、后作业”的原则，未经通风和检测合格，任何人员不得进入有限空间作业。

10.1.8 对腐蚀性较强的废气输送管道及处理设备在材质选用上应充分考虑其耐腐蚀性。

10.2 职业卫生

10.2.1 废气治理工程应符合 GBZ 1、GBZ 2.1 和 GBZ 2.2 的规定。

10.2.2 废气处理设备噪声应符合 GB 12348 的规定，对建（构）筑物内部设施噪声源控制符合 GBJ 87 的规定。

10.2.3 废气治理工程应为职工配备相应劳动保护用品，并在酸、碱等危险化学品贮存、运输、配制、投加等岗位配备相应的劳动安全卫生设施，如应急清洗水管等装置等。

10.2.4 各岗位操作人员上岗时应穿戴相应的劳保用品。

11 施工与验收

11.1 一般规定

11.1.1 施工单位应按照设计图纸、技术文件、设备图纸等组织施工。施工过程中，应做好材料设备、隐蔽工程和分项工程等中间环节的质量验收；隐蔽工程应经过中间验收合格后，方可进行下一道工序施工。

11.1.2 施工中所使用的设备、材料、器件等应符合现行国家标准和设计要求，并取得供货商的产品合格证书。设备安装应符合 GB 50231 的规定。

11.1.3 管道工程的施工和验收应符合 GB 50268 的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合 GB 50204 的规定。

11.1.4 施工单位除应遵守相关的技术规范外，还应遵守国家有关部门颁布的劳动安全及卫生、消防等国家强制性标准。

11.2 工程施工

11.2.1 土建施工

11.2.1.1 施工前应认真了解设计图纸和设备安装对土建的要求，了解预埋件的位置和做法。

11.2.1.2 土建施工应重点控制池体的抗浮处理、地基处理、池体抗渗处理，满足设备安装对土建施工的要求。

11.2.1.3 模板、钢筋、砼分项工程应严格执行 GB 50204 规定。

11.2.2 设备安装

11.2.2.1 设备基础应符合设备说明书和技术文件要求。混凝土基础应平整坚实，并有隔振措施。预埋件水平度及平整度应符合 GB 50231 的规定。地脚螺栓应按照原机出厂说明书的要求预埋，位置应准确，安装应稳定。安装好的机械应严格符合外型尺寸的公称允许偏差。

11.2.2.2 设备安装完成后应根据需要进行手动盘车、无负荷调试和有负荷调试，重要设备首次启动应有制造商代表在场。

11.2.2.3 各种机电设备安装后应进行调试。调试应符合 GB 50231 的规定。

11.2.2.4 压力管道、阀门安装后应进行试压试验，外观检查应 24 h 无漏水现象。废气管道应做气密性试验，24 h 压力降不超过允许值为合格。

11.3 工程验收

11.3.1 铜冶炼废气治理工程竣工验收按《建设项目（工程）竣工验收办法》、《建设项目环境保护竣工验收管理办法》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》相关专业验收规范和本标准的有关规定进行。

11.3.2 工程验收可依据主管部门的批准文件、经批准的设计文件和设计变更文件、工程竣工图、工程合同、设备供货合同和合同附件、设备技术文件和技术说明书、专项设备施工验收、工程监理报告及其他文件。

11.3.3 工程验收程序和内容应符合 GB 50093、GB 50168、GB 50169、GB 50204、GB 50231、GB 50236、GB 50254、GB 50257、GB 50268、GB 50275 和 GBJ 141 等的规定。

11.3.4 工程竣工验收后，建设单位应将有关设计、施工和验收的文件立卷归档。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 铜冶炼废气治理工程运行调试前应建立操作规程、运行记录、废气检测、设备检修、人员上岗培训、应急预案、安全注意事项等处理设施运行与维护的相关制度，实时监控运行效果，加强处理设施的运行、维护与管理。

12.1.2 应配备专职人员负责废气治理工程的操作、运行和维护。废气治理设备设施定期检修，其日常维护与保养应纳入企业正常的设备维护管理工作。

12.1.3 铜冶炼企业不得擅自停止铜冶炼废气治理工程的正常运行。因维修、维护致使处理设施部分或全部停运时，应事先报告当地环保部门。

12.1.4 铜冶炼废气治理工程的运行记录和废气检测报告的原始记录应妥善保存。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 废气治理工程的运行人员应经过岗位技能培训，熟悉废气治理的整体工艺、相关技术条件和设施、运行操作的基本要求，能够合理处置运行过程中出现的各种故障与技术问题。

12.2.2 废气治理工程的运行人员应严格按照操作规程要求，运行和维护废气治理设施，并如实填写相关记录。

12.2.3 运行记录的内容应包括：风机及相关处理设备/设施的启动-停止时间、处理气量、风压、处理设施进出口污染物浓度；电器设备的电流、电压、检测仪器的适时检测数据；投加药剂名称、调配浓度、投加量、投加时间、投加点位；处理设施运行状况与处理后尾气情况等。

12.2.4 当发现废气治理工程运行不正常或处理效果出现较大波动，应及时采取措施调整。

12.2.5 应根据处理工艺特点与污染物特性，制定生产事故、废气污染物负荷突变、恶劣天气等突发情况下的应急预案，配备相应的物资，并进行应急演练。

12.2.6 当废气治理工程的某一建（构）筑物出现事故，进入有限空间操作的工作人员应采取有效的防护措施。

12.3 废气检测

12.3.1 废气治理工程应适时检测与监控处理设施的运行状况与处理效果，建立废气检测报告制度，并妥善保存废气检测报告。

12.3.2 运行期间，每天均应根据设施的运行状况，对废气进行检测，检测项目、采样点、采样频次、采样方法、检测分析方法应符合 GB25467、GB/T 16157、HJ 75、HJ/T 48、HJ/T 373、HJ 544 要求。已安装在线监测系统的，也应定期取样，进行人工检测，比对数据。

12.4 维护保养

12.4.1 废气治理工程应在满足设计工况的条件下运行，并根据工艺要求，定期对各类工艺、电气、自控设备主建（构）筑物进行检查和维护。

12.4.2 废气治理工程的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中，使废气治理工程的计划检修时间与工艺设施同步。

12.4.3 风机、泵类、管道、加药装置等宜储备核心部件和易损部件。

12.5 应急措施

12.5.1 铜冶炼企业应编制事故应急预案（包括环保应急预案）。应急预案应包括应急预警、应急响应、应急指挥、应急处理等方面的内容。企业应建立相应的人力、设备、通讯等应急处理的必备条件。

12.5.2 废气治理工程发生异常情况或重大事故，应及时响应，启动应急预案，并按规定向有关部门报告。