



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ ×××-××××

铜冶炼废气治理工程技术规范

Technical specifications for waste gas control of copper smelting

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

环 境 保 护 部 发布

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》，执行《铜镍钴工业污染物排放标准》（GB25467），规范铜冶炼废气治理工程设施建设与运行管理，防止环境污染，保护环境和人体健康，制定本标准。

本标准对铜冶炼废气治理工程的设计、施工、运行、环保竣工验收和维护提出了技术要求。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：北京矿冶研究总院。

本标准环境保护部201□年□□月□□日批准。

本标准自201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

目 次

1 适用范围.....	118
2 规范性引用文件.....	118
3 术语和定义.....	120
4 污染物和污染负荷.....	120
5 总体要求.....	122
6 工艺设计.....	124
7 主要工艺设备和材料.....	126
8 检测及过程控制.....	127
9 主要辅助工程.....	127
10 劳动安全与职业卫生.....	128
11 施工与验收.....	129
12 运行与维护.....	130
附录 A.....	132
附录 B.....	134

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的设计、施工、验收和运行维护等技术要求。

本标准适用于以铜精矿为主要原料的金属铜冶炼全过程的废气治理工程,可作为环境影响评价、工程咨询、设计、施工、环境保护验收及建成后运行管理的技术依据。

本标准不适用于再生铜冶炼产生的废气治理要求。

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,其有效版本适用于本标准。

GB 5083	生产设备安全卫生设计总则
GB 7251	低压成套开关设备和控制设备
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
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 18598	危险废物填埋污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 20424	重金属精矿中有害元素的限量规范
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 50014	室外排水设计规范
GB 50015	建筑给水排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50019	采暖通风与空气调节设计规范
GB 50033	建筑采光设计标准

GB 50046	工业建筑防腐蚀设计规范
GB 50052	供配电系统设计规范
GB 50054	低压配电设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 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 50212	建筑防腐工程施工及验收规范
GB 50217	电力工程电缆设计规范
GB 50243	通风与空调工程施工质量验收规范
GB 50616	铜冶炼厂工艺设计规范
GB 50630	有色金属工程设计防火规范
GB 50753	有色金属冶炼厂收尘设计规范
GB 50988	有色金属工业环境保护设计技术规范
GB/T 14048	低压开关设备和控制设备
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
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
HJ/T 48	烟尘采样器技术条件
HJ/T 55	大气污染物无组织排放监测技术导则
HJ/T 75	固定污染源烟气排放连续监测技术规范
HJ/T 76	固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法
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 387	环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
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废气脱硫工程技术规范
HJ 557	固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
HJ 2000	大气污染治理工程技术导则
HJ 2001	火电厂废气脱硫工程技术规范氨法
HJ 2020	袋式除尘工程通用技术规范
JB/T 6407	电收尘器设计、调试、运行、维护 安全技术规范
YSJ 001	有色金属企业总图运输设计规范

《铜冶炼污染防治可行技术指南（试行）》（环境保护部公告 2015 年第 24 号）

《关于加强重金属污染环境监测工作的意见》（环办[2011]52 号）

《建设项目竣工验收管理办法》（国家环境保护总局令 第 13 号令）

《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）

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对环境产生污染的有害气体。主要包括备料过程产生的含尘废气，干燥、熔炼、吹炼、精炼过程工业炉窑烟气，环境集烟烟气，电解槽等散发的硫酸雾及制酸尾气等。

3.2 收尘 dust collecting

指将烟气中的颗粒物（烟、粉尘）与气体分离、回收的工艺过程。

3.3 脱硫 desulfurization

指采取石灰/石灰石（电石渣）-石膏法、钠碱法、双碱法、活性焦吸附法、氨法、有机溶液循环吸收脱硫法（离子液法及有机胺法）等工艺脱除烟气中 SO_2 的过程。

3.4 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处理的过程。

4 污染物和污染负荷

4.1 污染物来源与分类

4.1.1 火法铜冶炼工艺废气

火法铜冶炼是利用高温从硫化铜精矿或废杂铜中提取金属铜或其化合物的过程。硫化铜精矿火法冶炼生产过程通常由以下几个工序组成：备料、熔炼、吹炼、火法精炼、电解精炼，最终产品为精炼铜（电解铜）。火法铜冶炼过程中产生的大气污染物主要为颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、 SO_2 、硫酸雾。

4.1.2 湿法铜冶炼工艺废气

湿法炼铜是在常温常压或高压下，用溶剂或细菌浸出矿石或焙烧矿中的铜，浸出液经过萃取或其他净液方法，使铜和杂质分离，然后用电积法，将溶液中的铜提取出来。氧化矿和

自然铜矿通常采用溶剂直接浸出方法；硫化矿通常采用细菌浸出方法。湿法铜冶炼过程中产生的大气污染物主要为颗粒物、硫酸雾。

火法铜冶炼废气中污染物来源见表 1，湿法铜冶炼废气中污染物来源见表 2。

表 1 火法铜冶炼废气中污染物来源及主要成分

工序	污染物来源	主要污染物	颗粒物浓度(g/m ³)	SO ₂ 浓度(%)	硫酸雾
干燥	精矿上料、精矿出料、转运	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）	5~10	/	/
	干燥窑	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	20~80	0.01~0.04	/
配料	抓斗卸料、定量给料设备、皮带输送设备转运过程扬尘	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）	5~10	/	/
熔炼	熔炼炉	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	50~100	8~35	/
	加料口、铈放出口、渣放出口、喷枪孔、溜槽、包子房等处泄漏	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	0.5~2	0.02~0.1	/
吹炼	吹炼炉	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	50~80	8~30	/
	加料口、粗铜放出口、渣放出口、喷枪口、溜槽、包子房等处泄漏	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	0.5~2	0.02~0.1	/
精炼	精炼炉	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	20~40	<1.5	/
	加料口、出渣口	颗粒物、SO ₂	0.5~2	0.02~0.1	/
烟气制酸	制酸尾气	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂ 、硫酸雾	0~0.05	<0.05	20~100
渣贫化	炉窑	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	8~30	1~2	/
	加料口、粗铜放出口、渣放出口、喷枪口、溜槽、包子房等处泄漏	颗粒物（含重金属铅、砷、汞等）、SO ₂	0.5~2	0.02~0.04	/
	渣水淬	颗粒物、SO ₂	0.2~1	0.005~0.01	/
渣	备料	颗粒物	5~10	/	/

选矿	选矿	硫酸雾	/	/	10~50
电解	电解槽	硫酸雾	/	/	10~80
	电解液循环槽	硫酸雾	/	/	10~80
电积	电积槽及其他槽	硫酸雾	/	/	10~80
净液	真空蒸发器	硫酸雾	/	/	30~100
	脱铜电解槽	硫酸雾	/	/	30~100
阳极泥处理	回转窑、回转窑上料出料、硒吸收塔、卡尔多炉、贵铅炉、分银炉、中频炉	颗粒物（含重金属铅及汞）	0.5~2	/	/
	硒吸收塔	SO ₂	/	0.02~0.04	/
	反应槽	硫酸雾	/	/	10~50

注：不同类型工业炉窑参见本技术规范编制说明。

表 2 湿法铜冶炼废气中污染物来源及主要成分

工序	污染物来源	主要污染物	颗粒物浓度 (g/m ³)	酸雾浓度 (mg/m ³)
备料	原矿破碎	颗粒物	5~8	/
浸出	浸出搅拌槽	硫酸雾	/	10~50
	堆浸	硫酸雾	/	10~30
萃取	萃取槽	硫酸雾	/	10~80
电积	电积槽	硫酸雾	/	10~80

4.2 污染负荷确定

4.2.1 污染负荷

新建铜冶炼企业废气的气量和污染物浓度可参照环境影响评价文件确定，也可根据生产工艺、规模相近的企业类比确定，现有冶炼企业的废气污染源应按 GB/T 16157 规范要求实测确定。

4.2.2 设计负荷和设计余量

设计负荷和设计余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；设计负荷和设计余量应充分考虑污染负荷在最大和最不利情况下的适应性，确保其稳定运行。

5 总体要求

5.1 一般规定

5.1.1 铜冶炼企业的建设与运行管理应符合国家和地方的有关产业政策、规划等要求，选择

清洁生产工艺，高效利用资源、能源，发展循环经济。

5.1.2 铜冶炼废气治理工程可分为收尘系统、脱硫系统及酸雾净化系统，应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

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 在易产生废气无组织排放的位置应设置废气收集及处理装置。

5.1.5 铜冶炼废气治理后外排污染物应达到 GB 25467 及地方排放标准的要求，并满足污染物总量控制要求。

5.1.6 铜冶炼废气治理工程产生的烟尘（粉尘）、脱硫渣应综合利用或妥善处置，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、消声和减振措施，厂界噪声应符合 GB12348 的要求。

5.2 源头控制

5.2.1 铜冶炼工程须采用生产效率高、工艺先进、能耗低、环保达标、资源综合利用好的先进工艺，如闪速熔炼、富氧底吹、富氧侧吹、富氧顶吹、白银炉熔炼、合成炉熔炼、旋浮铜冶炼等富氧熔炼工艺，以及其他先进铜冶炼工艺技术。

5.2.2 火法铜冶炼干燥工艺宜选用间接干燥。

5.2.3 火法铜冶炼应加强环境集烟，减少无组织排放。

5.2.4 火法铜冶炼入炉铜精矿中重金属物质含量应符合 GB 20424 的要求。

5.2.5 收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。

5.2.6 烟（粉）尘的输送设备要密封或处于负压状态，防止污染环境。

5.3 工程构成

5.3.1 铜冶炼废气治理工程分为主体工程、辅助工程和公用工程。

5.3.2 主体工程包括收尘系统、烟气脱硫系统、酸雾净化系统。

5.3.3 辅助工程包括仪表及控制系统、在线监测系统、采暖通风系统、给排水系统、建筑与结构、消防等。

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

5.4 总平面布置

5.4.1 总平面布置应满足 GB 50187、YSJ 001、GB 50988、GB 50616、GB 50630 等相关规定。

5.4.2 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。

5.4.3 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。

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 铜冶炼过程未纳入制酸系统的直排废气（包括环境集烟烟气、干燥窑烟气等）和制酸系统尾气均应进行处理后达标排放。

6.1.2 铜冶炼废气治理宜采用技术先进、经济可行、运行稳定的工艺，推荐采用有价金属回收、余热综合利用的先进工艺。

6.1.3 废气治理工程的设计规模和处理效果要与主体工程相匹配。

6.1.4 废气治理工艺应根据废气量、废气性质和排放要求并进行技术经济比较后确定。

6.1.5 废气治理工艺应对颗粒物、SO₂ 等污染物具有一定的抗冲击能力。

6.1.6 应对各生产工序产生的废气首先进行密闭收集，不能密闭收集的废气产生工序如配料、干燥、熔炼、吹炼、精炼等工序的进料口、出料口、出渣口、喷枪口、溜槽、包子房等废气逸散点应设置集气罩。

6.2 工艺选择

6.2.1 收尘工艺宜采用干式收尘。

6.2.2 采用袋式收尘器或电收尘器等干式收尘设备时，应有防止烟气结露的措施。

6.2.3 收尘设备应在负压下操作，排灰设备应密闭良好，防止产生二次污染。

6.3 工艺设计要求

6.3.1 收尘系统

6.3.1.1 铜冶炼废气收尘，一般包括废气冷却、废气收尘、烟（粉）尘输排、备料的集气收尘，如必须采用湿法收尘还宜包括废气湿法收尘及其废水收集处理设施。应按照 GB 50753 执行。

6.3.1.2 铜冶炼各冶炼工序的收尘工艺见附录 A。

6.3.1.3 烟气收尘应符合下列要求：

a) 如烟气收尘设备后还需设置脱硫设备，除尘设施出口浓度应满足相应脱硫设备入口烟（粉）尘浓度要求。

b) 对工况有害元素的烟（粉）尘，不宜直接返回配料系统，应按相关规定进行处理或处置。

c) 当废气中含有腐蚀性介质时，冷却装置、风机、集气收尘罩、阀门和颗粒过滤器等应满足相关防腐要求。

6.3.1.4 废气输送管路设计应保证烟尘在烟道内不会沉积，并在烟道低凹处设置清灰装置。对烟道内聚集粉尘，应考虑附加荷重。

6.3.2 脱硫系统

6.3.2.1 脱硫系统设计应以资源循环利用、达标排放、不产生二次污染为原则，尽量减少脱硫渣产生为原则。

6.3.2.2 脱硫工艺可选用石灰/石灰石（电石渣）-石膏法、钠碱法、双碱法、活性焦吸附法、有机溶液循环吸收脱硫法（离子液法和有机胺法）、氨法等。

6.3.2.3 石灰/石灰石（电石渣）-石膏法、钠碱法、双碱法脱硫工艺参照 HJ 462 执行，氨法脱硫工艺参照 HJ 2001 执行，其余脱硫工艺的主要技术指标可参考附录 B。

6.3.2.4 脱硫系统宜按设计余量不小于 10% 进行设计。

6.3.2.5 脱硫设备中的易损件应配备备品备件。

6.3.2.6 废气输送管路应考虑脱硫系统建设后烟气压力降变化，烟气压力不足时宜设置增压动力设备。

6.3.2.7 脱硫设备宜采用低压力降型，顶部或出口烟道上应设除雾器。

6.3.2.8 脱硫设备内部结构、喷淋层设置及液气比、风速，应保证脱硫液与烟气充分接触。

6.3.2.9 脱硫设备外部应设检修维护平台和楼梯，材质应符合防腐要求。

6.3.2.10 脱硫设备（脱硫塔及槽体）检修时，需将溶液排出，宜在塔体或流出管道开口更低位设置排液孔和排液管，用阀门控制，以便入塔检修维护。

6.3.2.11 循环泵和风机宜根据工艺要求设置，应保证其可靠性。

6.3.2.12 废气输送管路应按需要进行防腐处理，严格密封。

6.3.2.13 烟道水平管段较长时宜安装膨胀节，烟道膨胀节、烟气密封机宜根据需要设置垂直排水管，排水可并入废水处理系统或沉降后回用。

6.3.2.14 管道材质应与工艺配套，管道布置设计应避免浆液沉积，浆液管道上宜设置排空和冲洗设施。

6.3.2.15 易结垢设备及部位应设置方便可靠的冲洗设施。吸收塔除雾器、下料口等经常或定期需冲洗部位宜采用远程控制的冲洗阀实现自动控制和远程操作。

6.3.2.16 脱硫剂储量宜不少于 15 天用量，可根据输送距离远近及供应能力增减储量。

6.3.2.17 脱硫剂选择原则：宜采取脱硫效率高、容易获得、价格低廉、易于运输、对废气中重金属有一定脱除作用，不对环境造成污染。

6.3.2.18 鼓励对脱硫副产物（脱硫渣）综合利用，如作为建材应达到相关标准，如需处置应符合国家相关管理规定。

6.3.2.19 脱硫副产物（脱硫渣）的安全处置防止二次污染 湿法脱硫设备产生的脱硫渣应按

GB5085.1-7、GB5086.1、HJ557 规定鉴别其性质；根据性质送有资质单位综合回收或自行安全处置，企业自行处置应满足 GB18597、GB18598、GB18599 的规定。

6.3.3 酸雾净化系统

6.3.3.1 应从源头控制铜冶炼工艺酸雾产生，对电解槽、电积槽、净液槽等宜采取控温或覆盖措施，减少酸雾产生。

6.3.3.2 酸雾净化系统设计应满足技术性能要求，宜选用占地少、流程短、节能低耗的工艺及设备。

6.3.3.3 酸雾净化系统宜选用湿法碱吸收工艺，处理药剂宜采用氢氧化钠，处理设施宜选用内附填料的酸雾净化塔，利用碱液循环处理酸雾。

6.3.3.4 循环碱液槽内碱液应保持浓度在 5%~10%，当循环碱槽内的碱液浓度低于 5% 时，及时补充碱液。

6.3.3.5 酸雾净化设备内部结构、喷淋层设置及液气比、风速，应保证碱液与废气充分接触和去除硫酸雾达标，并同时控制硫酸雾逃逸。

6.3.3.6 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。

7 主要工艺设备和材料

7.1 收尘设备

7.1.1 常用干式收尘设备有旋风收尘器、袋式收尘器、电收尘器。

7.1.2 常用湿式收尘设备主要用于烟气制酸过程的文丘里收尘器和湍冲洗涤塔等，适于含湿量较大的含尘废气，宜根据烟气状况和当地气象条件进行选择。

7.1.3 当废气中含有腐蚀性介质时，冷却装置、风机、集气收尘罩、阀门和颗粒过滤器等应满足相关防腐要求。

7.1.4 袋式收尘器选择应符合 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。

7.1.5 电除尘器选择应符合 HJ/T322 和 JB/T 6407 要求。

7.2 脱硫设备

7.2.1 脱硫设备和管线应选用性价比高，耐磨、耐高温、耐腐蚀的材料。

7.2.2 脱硫设备的数量应根据污染源废气量大小、脱硫塔容量、操作弹性、可靠性和经济型等因素确定。

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 检测

8.1.1 铜冶炼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。

8.1.2 除尘器前后、脱硫设备前后应设置规范的永久性监测平台和采样孔，符合 HJ/T 397 的相关规定。

8.1.3 应在废气排放口设置连续监测系统，其监测方法与技术规范按 HJ/T 75 和 HJ/T 76 的要求执行。

8.1.4 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 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 过程控制

8.2.1 控制系统宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC）。对参与控制的检测参数，设置声光报警和必要的联锁保护。

8.2.2 应设置废气治理中控室集中显示和控制烟气温度、流量、污染物浓度等工艺参数。

9 辅助工程

9.1 电气系统

9.1.1 供配电设计应按 GB 50052、GB 50054、GB 50057、GB 50217、GB/T 14048、GB 7251 等标准的规定执行。

9.1.2 配电设备的布置应遵循安全、可靠、适用和经济等原则，以便于安装、操作和检修。

9.1.3 电气设备应有安全保护装置，室外电气、热控设备应设防护措施。

9.1.4 配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。

9.1.5 建设工程施工现场供用电应符合 GB50194 的要求。

9.1.6 应设置全厂统一的生产行政、调度通信及信息系统。

9.2 建筑与结构

9.2.1 废气处理区域内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。

9.2.2 各建筑物的防火设计应符合 GB 50016、GB 50630 的要求。

9.2.3 各建筑物的噪声设计应符合 GB/T 50087、GB 12348 的规定。

9.2.4 各建筑物采用钢构架、轻钢、钢筋砼等结构，抗震强度满足 GB 50009、GB50011 抗震设计规范要求。

9.2.5 建筑宜优先考虑天然采光，建筑物室内天然采照度应符合 GB 50033 的要求。

9.2.6 应进行防腐设计。

9.3 采暖与通风

9.3.1 采暖通风与空气调节应符合 GB 50243、GB50019 设计要求。

9.3.2 生产厂房等有可能逸出大量有害物质的场所，应设计事故通风设施，事故通风换气次数不小于 12 次/h。

9.3.3 通风系统进风口宜设置在清洁干燥处，电缆夹层不能作为通风系统进风地点粉尘较大区域，通风系统应考虑防尘措施。

9.4 消防

9.4.1 消防系统设计应符合 GB 50016、GB 50630 的规定。

9.4.2 废气处理系统的火灾探测及报警系统应在各废气处理点监控室设置控制屏，并与全厂火灾探测及报警系统实现通信。

9.5 给排水

9.5.1 收尘、脱硫、酸雾净化设备配套的给排水设计应符合 GB 50014 和 GB 50015 的要求。

9.5.2 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，冷却水回水也应回至厂区冷却水管网。冷却水系统应设置温度、压力、流量等监测装置。

9.5.3 当厂区无冷却水管网时，风机、电机等设备应配套独立的闭路循环冷却水系统。

9.5.4 收尘、脱硫、酸雾净化配套建筑物的生活污水应排入厂区的生活污水管网，生产废水应排入厂区的生产污水管网。

9.5.5 废气治理系统给排水设计应和全厂设计为一整体，保持一致。

10 劳动安全与职业卫生

10.1 一般要求

10.1.1 铜冶炼废气治理设施的设计、制造、安装、使用和维修，应符合 GB 5083、GB50753 的要求，重视劳动安全与卫生防护。

10.1.2 防火、防爆设计应符合 GB50016 的规定。

10.1.3 防尘、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等职业卫生要求应符合 GBZ 1 的规

定。

10.1.4 铜冶炼废气治理设施使用过程安全卫生的基本要求、防护技术和管理措施应符合 GB/T 12801 中的有关规定。

10.2 劳动安全

10.2.1 建立并严格执行经常性和定期的安全检查制度，及时消除潜在隐患，防止事故发生。

10.2.2 对经常检查维修点，应设安全通道。有坠落危险开口处，应设盖板或安全栏杆。

10.2.3 铜冶炼废气治理装置安全防护应采取有效的防腐蚀、防漏、防雷、防静电、防火、防爆和抗震加固措施。

10.2.4 产生或使用有毒有害气体的场所，应按规定设置气体泄漏检测、报警装置。

10.2.5 操作人员应配备工作服、手套、劳保鞋、防毒面具、过滤式口罩等劳保用品，防止烫伤、灼伤和中毒。

10.2.6 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。

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

10.3 职业卫生

10.3.1 工作场所烟（粉）尘和硫酸雾职业接触限值应符合 GBZ 2.1 和 GBZ 2.1 的规定。

10.3.2 防尘、防噪声与振动、防电磁辐射、防暑与防寒等职业卫生要求应符合 GBZ1 的规定。

10.3.3 废气处理设备的噪声应符合 GB12348 的规定，对建筑物内部设施噪声源控制应符合 GBJ87 中的有关规定。

11 施工与验收

11.1 施工

11.1.1 铜冶炼废气治理工程总承包、设计、施工单位应具有与工程相符合的资质。

11.1.2 铜冶炼废气治理工程的施工应符合国家和行业相应专项工程施工规范、施工程序及管理文件的要求。

11.1.3 贮气罐、管道等压力容器及其配套件项目施工前应向特种设备主管部门办理相关手续，施工过程中接受其监督。

11.1.4 施工中采用的工程技术文件、承包合同文件对施工质量验收的要求不得低于国家相关专项工程规范的规定。

11.1.5 施工应按设计文件、施工图纸和设备安装使用说明书的规定进行，工程变更应取得设计单位确认并出具设计变更文件后再进行施工。

11.1.6 设备、材料、器件等应符合国家相关标准，有产品的合格证书、产品性能检测报告。

主要材料应有进场复验报告。

11.1.7 施工除遵守相关的施工技术规范以外，还应遵守国家的质量、劳动安全及卫生、消防等标准。

11.2 验收

11.2.1 竣工验收应按《建设项目（工程）竣工验收办法》、相应专业现行验收规范和本规范的有关规定进行组织。

11.2.2 贮气罐、压力管道等压力容器及其配套件须经特种设备主管部门验收。

11.2.3 工程环保验收在生产试运行期间应对工程进行性能试验，性能报告应作为环境保护验收的重要内容。

11.2.4 对整体启动试运行中出现问题应及时消除。在整体启动试运行及满负荷调试优化后，进行满负荷试运行考核，技术指标达到设计要求后，建设单位向有审批权的环境保护行政主管部门提出生产试运行申请。经批准后，方可进行生产试运行。

11.2.5 装置竣工环境保护验收按《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定进行。

12 运行与维护

12.1 一般规定

12.1.1 铜冶炼废气治理工程的运行、维护及安全管理除应执行本规范外，还应符合国家现行有关强制性标准的规定。

12.1.2 未经当地环境保护行政主管部门批准，不得停止运行脱硫设备。由于紧急事故造成脱硫设备停止运行时，应立即报告当地环境保护行政主管部门。

12.1.3 废气治理装置运行应在满足设计工况的条件下进行，并根据工艺要求，定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护，确保装置稳定可靠地运行。

12.1.4 应建立与装置运行维护相关的各项管理制度包括运行、操作和维护规程；建立主要设备运行状况的台帐制度。

12.2 人员与运行管理

12.2.1 企业应成立环保管理部门负责装置的运行管理。

12.2.2 应对废气治理装置的管理和运行人员进行定期培训，使管理和运行人员系统掌握设备及其它附属设施正常运行的安全操作规程和应急情况的处理措施。

12.2.3 运行操作人员上岗前应进行岗前培训。

12.2.4 应建立废气处理系统运行状况、设施维护和生产活动台帐。主要记录内容包括：

- a) 系统启动、停止时间。
- b) 原材料进厂质量分析数据，进厂数量，进厂时间。
- c) 系统运行工艺控制参数记录，至少应包括脱硫设备进出口 SO₂ 含量、烟尘含量、烟气温

度、烟气流量、烟气压力、用水量、脱硫剂消耗量。

d) 主要设备的运行和维修情况的记录。

e) 烟气连续监测数据记录。

f) 脱硫渣生产情况的记录。

g) 生产事故及处置情况的记录。

h) 定期检测、评价及评估情况的记录等。

12.2.5 应建立交接班制度和巡视制度。

12.3 维护保养

12.3.1 装置的维护保养应纳入全厂的维护保养计划中。

12.3.2 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件。

12.3.3 维修人员应做好维护保养记录。

12.3.4 压力容器及配件应定期由具有相应资质的单位检验。

12.4 二次污染控制及应急预案

12.4.1 应设专门管理机构负责建立和实施环境管理制度、污染事故应急预案。对废气治理过程中产生的含有毒有害物质的粉尘、废水、废渣加强管理，确保环保设施的稳定运转，防止非正常工况和处理设施运转异常引发的二次污染。

12.4.2 应根据废气的性质和周围环境情况，考虑各种可能的突发事故，编制应急预案，配备人力、设备、通讯等资源，使系统具备应急处置的条件。

12.4.3 废气治理工程发生异常情况或重大事故时，应及时分析，启动应急预案，并向有关部门报告。

12.4.4 应设置危险气体和危险化学品的应急控制和防护措施，应制订危险化学品突发事故应急预案，并配备应急物资。

12.4.5 铜冶炼企业有责任和义务对废气污染造成的后果进行后继处理和赔偿。

附录 A

(资料性附录)

附表 1 铜冶炼废气收尘建议工艺流程

烟气来源	建议处理工艺	系统总收尘效率 (%)	系统总漏风率 (%)	收尘器操作温度 (°C)
铜精矿干燥窑烟气	干燥窑→袋式收尘器→风机	≥99.0	≤10	80~200
	干燥窑→电收尘器→风机	≥99.0	≤10	80~200
铜精矿载流干燥烟气	载流管→沉尘室→一级旋风收尘器→二级旋风收尘器→风机→电收尘器	≥99.0	≤20	80~200
配料废气	配料工序→袋式收尘器→风机	≥99.0	≤10	/
顶(底)吹熔炼炉熔炼烟气	余热锅炉→电收尘器→风机→制酸	≥98.0	≤15 不含锅炉	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
闪速炉熔炼烟气	余热锅炉→电收尘器→风机→制酸	≥98.0	≤15 不含锅炉	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
吹炼烟气	转炉→余热锅炉→电收尘器→风机→制酸	≥98.0	≤15 不含锅炉	≤400 并高于烟气露点温度 30°C 以上
含砷熔炼烟气	余热锅炉→电收尘器→骤冷塔→袋式收尘器→制酸	≥99.5 ≥92.0 (收砷效率)	≤15	≥350 电收尘 ≤120 袋式收尘
电炉贫化烟气	电炉→水套烟道→电收尘器→风机→制酸	≥99.0	≤10	≥300

精炼烟气	阳极炉→余热锅炉→烟气换热器→冷却烟道→袋式收尘器（或电收尘器）→风机→制酸（或脱硫处理）	≥99.0	≤10	≤150（袋式收尘器）并高于烟气露点温度 30℃ 以上
杂铜阳极炉烟气、熔炼及吹炼炉烟气	余热锅炉→烟气冷却器→袋式收尘器→风机→放空	≥99.5	≤15	低于滤料允许操作温度并高于烟气露点温度 30℃ 以上
杂铜阳极炉烟气、熔炼及吹炼炉烟气	余热锅炉→骤冷器→袋式收尘器→风机→放空	≥99.5，二恶英净化效率≥95	≤15	低于滤料允许操作温度并高于烟气露点温度 30℃ 以上
渣选矿工序	袋式收尘器→风机	≥99.0	≤10	/
熔炼、吹炼、贫化工序环境集烟烟气	各排风点→袋式收尘器→风机→放空（或脱硫处理）	≥99.5	≤10	≤120 袋式收尘

附录 B

附表 2 铜冶炼废气建议脱硫工艺流程

建议处理工艺	脱硫剂	原料消耗比 (t/tSO ₂)	副产物	脱硫效率	适用说明
活性焦吸附法	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，可以冷热状态下启动，可回收 SO ₂ 用于制酸。适用于烟气二氧化硫浓度较低、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	1.25-1.66	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，产品销售面较窄，另外由于其吸收效果好，杂质易影响副产品质量。适用于氢氧化钠来源较充足的铜冶炼烟气制酸。
双碱法	氢氧化钠、石灰或电石渣	0.16/0.88	脱硫石膏、亚硫酸钙	>90%	相比钙法不易在塔体形成结垢，吸收率高、缺点是：Na ₂ SO ₃ 氧化副反应产物 Na ₂ SO ₄ 较难再生，需不断补充 NaOH 或 Na ₂ CO ₃ 而增加碱的消耗量。另外，Na ₂ SO ₄ 的存在降低石膏的质量。
石灰/石灰石（电石渣）-石膏法	石灰、电石渣等	1.8-1.9	脱硫石膏、亚硫酸钙	>90%	适用范围广，原料易得。但副产物含杂质较多，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。
有机溶液循环吸收脱硫	有机胺	0.9x10 ⁻³ — 3.0x10 ⁻³	高浓度 SO ₂	>96%	脱硫效率高，工艺简单，副产物处理容易，自动化程度高。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

技术(有机胺法)					投资高、蒸汽消耗量大。
有机溶液循环吸收脱硫技术(离子液法)	离子液	0.7-0.8	高浓度 SO ₂	>85%	脱硫效率高，不产生二次污染，副产物属基本化工原料，对生产系统影响小，可以冷热状态下启动。适用于低压蒸汽供应充足、烟气二氧化硫浓度较高、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。
氨法	液氨、氨水、尿素等氨源	0.5（折液氨）	硫酸铵、高浓度 SO ₂	>95%	适用范围广、脱硫效率高，投资和运营成本低，氨酸法可生产高浓度 SO ₂ ；氨肥法可副产硫酸铵，副产物易销售。可在脱硫过程中除去重金属等污染物，但氨源的运输、存放和使用要求较高。