

ICS 13.030
J 88
备案号: 31893—2011

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 11075—2011

电除尘器用三氧化硫烟气调质系统

Sulfur trioxide FGC system for electrostatic precipitator

2011-05-18 发布

2011-08-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品标记.....	2
5 基本要求.....	2
5.1 使用条件.....	2
5.2 设备规格.....	2
5.3 制造、加工和装配.....	3
5.4 结构.....	3
5.5 材料与原料.....	3
5.6 主要零部件.....	3
6 性能要求.....	5
6.1 使用性能.....	5
6.2 安全性能.....	5
7 试验方法.....	5
8 检验规则.....	6
8.1 检验分类.....	6
8.2 出厂检验.....	6
8.3 安装检验.....	7
8.4 型式检验.....	7
8.5 判定规则.....	7
9 标志、包装、运输和贮存.....	7
9.1 标志.....	7
9.2 包装、运输和贮存.....	8
附录 A（规范性附录）烟气调质系统电气控制装置的试验方法.....	9
A.1 测试设备.....	9
A.2 试验方法.....	9
附录 B（规范性附录）烟气调质系统气密性检验.....	10
图 1 内外层管形式.....	4
图 2 不同二氧化硫浓度下转化率每变化 1%与温升关系.....	6
表 1 烟气调质系统检验项目.....	6
表 B.1 烟气调质系统气密性检验方法及要求.....	10

JB/T 11075—2011

前 言

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业环境保护机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：福建龙净环保股份有限公司。

本标准主要起草人：刘全辉、邹标、陈文瑞、李岚。

本标准为首次发布。

电除尘器用三氧化硫烟气调质系统

1 范围

本标准规定了电除尘器用三氧化硫烟气调质系统的术语和定义、产品标记、基本要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于电力、建材、冶金、化工、轻工等行业的除尘器用、以硫磺（固、液态）为原料的三氧化硫烟气调质系统（以下简称烟气调质系统）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 150 钢制压力容器
- GB/T 191 包装储运图示标志（GB/T 191—2008，ISO 780：1997，MOD）
- GB 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口（GB/T 985.1—2008，ISO 9692-1：2003，MOD）
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口（GB/T 985.2—2008，ISO 9692-2：1998，MOD）
- GB/T 1220—2007 不锈钢棒
- GB/T 2449 工业硫磺
- GB/T 3797 电气控制设备
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 8174 设备及管道保温效果的测试与评价
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 14295 空气过滤器
- GB 50017 钢结构设计规范
- HG 20584 钢制化工容器制造技术要求
- HG/T 20592 钢制管法兰（PN 系列）
- JB/T 2379 金属管状电热元件
- JB/T 5911 电除尘器焊接件 技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

烟气调质 flue gas conditioning

使用调质剂，在烟尘进入除尘器之前对其进行调质处理，改变含尘气体或粉尘的特性参数。

3.2

三氧化硫烟气调质 sulfur trioxide flue gas conditioning

JB/T 11075—2011

以三氧化硫为调质剂，在烟气进入电除尘器之前对其进行调质处理，降低粉尘比电阻，改善烟气条件，使粉尘易被电除尘器捕集，以提高电除尘器效率，降低出口粉尘排放浓度。

3.3

三氧化硫烟气调质系统 sulfur trioxide flue gas conditioning system

实现三氧化硫烟气调质工艺过程的装置。

3.4

三氧化硫生成器 sulfur trioxide generator

用于实现由液态硫磺向三氧化硫转变的工艺流程设备。

3.5

注入器 injector

将含有一定气态三氧化硫浓度的混合气均匀注入烟道中的装置。

3.6

转化率 rate of conversion

在额定燃硫量下， SO_2 催化氧化成 SO_3 的可逆反应达到平衡时， SO_2 的起始浓度和平衡浓度的差与 SO_2 的起始浓度比值的百分比。

3.7

注入率 injection rate

注入的 SO_3 占除尘器进口标况烟气量的体积百分比。

3.8

设计燃硫量 design capacity of sulfur burning

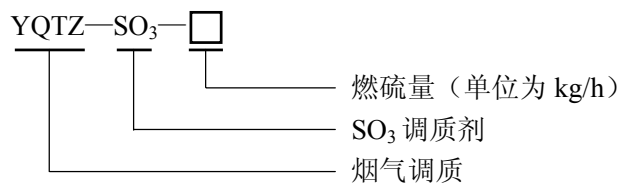
三氧化硫烟气调质系统能够长期稳定运行的每小时的最大燃硫量。

3.9

 SO_2 气体浓度 sulfur dioxide concentration

转化塔进口 SO_2 气体占 SO_2 与空气的混合气体的体积百分比。

4 产品标记



示例：

YQ TZ 型烟气调质系统，设计燃硫量为 45 kg/h，则产品标记如下：

YQ TZ—SO₃—45

5 基本要求

5.1 使用条件

5.1.1 处理烟气温度 110℃~180℃。

5.1.2 标准状态下处理烟气含尘浓度宜 $\leq 100 \text{ g/m}^3$ (标态，干基)。

5.1.3 适用于粉尘比电阻 $\geq 1.0 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ 及需改善烟尘荷电状况的场合。

5.1.4 使用的环境温度为-24℃~42℃，在相对于空气温度 20℃左右时最大相对湿度为 90%，海拔 $\leq 2300 \text{ m}$ 。

5.2 设备规格

设备的燃硫量规格分为 45 kg/h、80 kg/h、120 kg/h 等。

5.3 制造、加工和装配

5.3.1 烟气调质系统应符合本标准的要求，并按照经规定程序批准的产品图样和技术文件制造、安装、调试、验收。如有特殊要求，需在订货合同或技术协议上注明。

5.3.2 焊接接头的基本型式与尺寸应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 等的规定。

5.3.3 焊接件未注尺寸公差、焊接件技术要求应符合 JB/T 5911 的规定。

5.3.4 管法兰技术条件、管法兰焊接接口及坡口尺寸按 HG/T 20592 的规定。

5.4 结构

5.4.1 三氧化硫烟气调质系统由机械和电气两部分组成，其中机械部分由储硫装置、液硫输送装置、三氧化硫生成器、注入器、管路等组成，电气部分由控制系统、电加热器、电动执行器、现场仪器仪表等组成。

5.4.2 注入器布置在电除尘器进口烟道横截面处，三氧化硫混合气进入电除尘器进口喇叭前不小于 1 s 的混合时间。

5.4.3 液硫途经管路、阀门、泵、流量计等均需设置蒸汽夹套。

5.4.4 转化塔出口至注入器的输送管路长度不大于 70 m。

5.5 材料与原料

5.5.1 烟气调质系统中与腐蚀性介质接触的材料应为不锈钢防腐材料，同时应符合国家、行业的技术要求。

5.5.2 硫磺应满足纯度 $\geq 99.9\%$ ，含碳量（质量分数） $\leq 0.03\%$ ，含水量 $\leq 10 \text{ mg/kg}$ ，其余硫化氢、砷、硒、碲、氟的含量均应 $\leq 1 \text{ mg/kg}$ 。

5.5.3 燃硫所需空气应干净，空气中粒径 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ 微粒的应满足： $70\% \leq \text{计数效率} < 90\%$ ，设置中效与高效两级过滤，过滤器应符合 GB/T 14295 中的规定。

5.6 主要零部件

5.6.1 储硫装置

5.6.1.1 储硫装置内部设蒸汽盘管，应采用饱和蒸汽作为热交换介质，饱和蒸汽压力 $0.35 \text{ MPa} \sim 0.55 \text{ MPa}$ ，温度 $135^\circ\text{C} \sim 155^\circ\text{C}$ 。

5.6.1.2 液态硫设计贮罐存贮容积应满足系统以最大燃硫量连续运行 15 天以上的用量。

5.6.1.3 储硫装置底部设置排放系统。

5.6.1.4 储硫装置采用钢结构罐体时，钢板材料应不低于 GB 713 规定的 Q345R 强度等级要求。

5.6.1.5 对储硫罐筒体的纵横焊缝、封头与筒体的对接焊缝应作无损检测，按 GB 150 的规定，检测长度不少于各条的 20%，且不小于 250 mm。焊缝质量等级应达到二级，焊缝的分级按 GB 50017 的规定。

5.6.2 液硫输送装置

5.6.2.1 一套系统应设两台泵，一备一用。应设置切换装置，并可实现在线检修。

5.6.2.2 泵出口应设置压力监控装置，压力超标时泵应自动切断。

5.6.2.3 泵出口下游管道应设置手动排空阀。

5.6.3 三氧化硫生成器

5.6.3.1 应分别设置液硫质量流量和系统风量的可调节装置。

5.6.3.2 燃硫炉、转化塔：

5.6.3.2.1 燃硫炉壳体材料使用 0Cr18Ni9 不锈钢，其性能不得低于 GB/T 1220 规定的要求。

5.6.3.2.2 转化塔壳体材料使用 00Cr17Ni14Mo2 不锈钢，其性能不得低于 GB/T 1220 规定的要求。

5.6.3.2.3 燃硫炉应设视镜观察孔。

5.6.3.2.4 燃硫炉内衬耐火材料，耐火材料性能满足硫磺燃烧工艺要求。

5.6.3.2.5 燃硫炉转化塔容器应满足 HG 20584 制造技术要求。

5.6.3.2.6 容器壳体应进行 20% 的焊缝应进行无损检测，还应进行焊缝气密性水压试验，见附录 B。

JB/T 11075—2011

5.6.3.3 空气电加热器:

5.6.3.3.1 系统所用工艺空气采用电加热形式, 加热功率应可调节。

5.6.3.3.2 加热元件应符合 JB/T 2379 要求。

5.6.4 注入器

5.6.4.1 应对注入器各喷嘴进行冷态气流均布性模拟试验, 保证各喷嘴流量分配均匀, 各个喷嘴气流流速相对均方根差 $s_r \leq 0.1$ 。

5.6.4.2 注入器末端喷嘴应设置实时温度监测装置, 温度低于 260°C 时, 系统报警。

5.6.4.3 与介质直接接触材料(包括管道和喷嘴)使用奥氏体不锈钢, 其性能不得低于 GB/T 1220—2007 规定的 00Cr17Ni14Mo2 强度等级要求。

5.6.4.4 注入器迎气流面前端应设有防磨装置。

5.6.5 液硫管路

5.6.5.1 液硫管采用内外层管, 内层管介质为液态硫磺, 外层管介质为饱和蒸汽。

5.6.5.2 材料使用奥氏体不锈钢, 其性能不得低于 GB/T 1220—2007 规定的 0Cr18Ni9 强度等级要求。

5.6.5.3 内外层管形式如图 1 所示, 间隔长度 $\leq 2.0\text{ m}$ 。

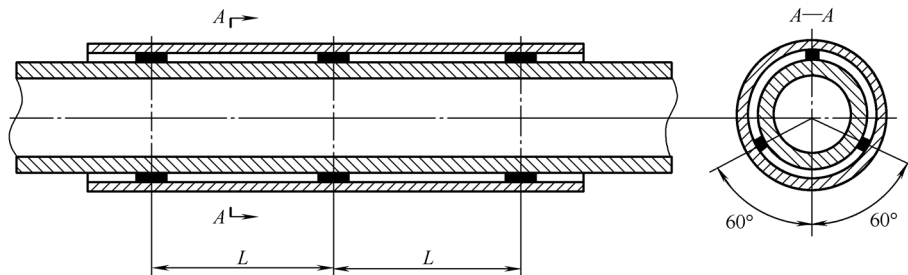


图 1 内外层管形式

5.6.5.4 对内外层管焊接质量进行水压试验, 内层管保持压力 2.5 MPa, 外层管保持压力 0.7 MPa, 持续时间 2 h。

5.6.5.5 硫磺管道的倾斜角度值应 $> 2/1000$ 。

5.6.5.6 长距离管道应设置冷凝水疏水点, 疏水点与蒸汽进口的间距为 50 m~100 m。

5.6.5.7 硫磺管道应设置至少一处清空排放点。

5.6.6 保温及补偿

5.6.6.1 管道及设备保温按 GB/T 8175 的要求。

5.6.6.2 管道按规范设置热膨胀补偿结构。

5.6.7 电气控制要求

5.6.7.1 电气控制柜、箱的制作应符合 GB/T 3797 的要求。

5.6.7.2 控制功能:

5.6.7.2.1 储硫装置应有温度监视和报警保护功能、液位监视和报警功能。

5.6.7.2.2 泵站应有监视、控制和保护功能。

5.6.7.2.3 燃硫炉应有温度监视和报警功能。

5.6.7.2.4 转化塔应有温度监视和报警功能。

5.6.7.2.5 风机应有监视、控制和保护功能。

5.6.7.2.6 电加热器应有监视、控制和保护功能。

5.6.7.2.7 液硫管路应有温度、压力、流量监视和报警功能。

5.6.7.2.8 注入器应有温度监视和报警功能。

5.6.7.2.9 系统应设有主机负荷(烟气量)监测功能。

6 性能要求

6.1 使用性能

- 6.1.1 SO₂平衡转化率≥95%。
 6.1.2 注入率≤0.005%。
 6.1.3 转化塔进口 SO₂气体浓度≤8%。
 6.1.4 催化剂寿命≥5年。
 6.1.5 设计寿命≥30年。

6.2 安全性能

- 6.2.1 储硫装置必须设有液位监控、液硫安全监测和自动灭火装置，其工作液位范围为 20%~95%，并应设置高、低液位报警。储硫装置应设置 SO₂监测仪，监测液硫安全，与自动灭火装置连锁。
 6.2.2 三氧化硫生成器设置 SO₂监测仪，监测设备密封性能，并设报警及控制连锁保护。
 6.2.3 电气控制装置应对储硫装置、液硫输送装置、燃硫炉、转化塔、风机、电加热器、管路、注入器等进行监视和控制，具有报警保护功能。

7 试验方法

- 7.1 原料硫磺纯度试验方法按 GB/T 2449 的要求。
 7.2 管道及设备保温按 GB/T 8174 的要求。
 7.3 电气配套设备试验方法按附录 A 规定。
 7.4 储硫罐罐体和内部蒸汽盘管气密试验按附录 B 规定。罐筒体的纵横焊缝、封头与筒体的对接焊缝检验按 GB 150 的规定。
 7.5 注入器喷嘴气流的均布性。

注入器气流分布式试验是在良好密封和冷态空气条件下进行的，采用 1:1 的原模型，根据流体相似原理试验模型与原型之间应遵循几何相似、流体动力相似的准则。各喷嘴风速分布的相对均方根差按公式 (1) 计算：

$$\sigma_r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2 / (n-1) / \bar{v}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- σ_r ——喷嘴风速分布的相对均方根差；
 n ——喷嘴个数；
 v_i ——各个喷嘴测试截面出口风速，单位为米每秒 (m/s)；
 \bar{v} ——喷嘴测试截面平均风速，单位为米每秒 (m/s)。

7.6 SO₂气体浓度。

转化塔进口 SO₂气体浓度按公式 (2) 计算：

$$\eta_1 = \frac{259(273 + t_0) \times A}{(1.01 \times 10^5 + p_0) \times V} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η_1 ——进口 SO₂气体浓度，(%)；
 t_0 ——风机出口气体温度，单位为摄氏度 (°C)；
 A ——实际工况下进硫量，单位为千克每小时 (kg/h)；
 p_0 ——风机出口的表压，单位为帕 (Pa)；
 V ——实际工况下风机出口测得的风量，单位为立方米每小时 (m³/h)。

7.7 转化率。

- 7.7.1 在绝热转化反应下，不同浓度的二氧化硫混合气，其转化率每增高 1%时的温升度数，查图 2 曲

JB/T 11075—2011

线得出。

7.7.2 转化率计算。

在额定设计燃硫量运行下，计算评判转化率。图 2 为绝热状态下曲线，实际运行按 5% 的热损失计算。转化率 η_2 按公式 (3) 计算：

$$\eta_2 = \frac{20(t_2 - t_1)}{19\lambda} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

η_2 ——转化率，(%)；

t_2 ——转化塔出口温度，单位为摄氏度 (°C)；

t_1 ——转化塔进口温度，单位为摄氏度 (°C)；

λ ——按图 2 在额定设计燃硫量下转化塔进口二氧化硫浓度查得的 1% 转化率温度升高度数，单位为摄氏度 (°C)。

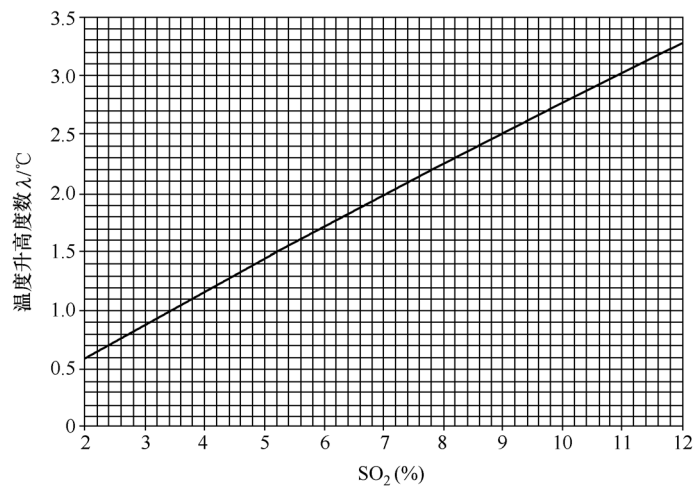


图 2 不同二氧化硫浓度下转化率每变化 1% 与温升关系

8 检验规则

8.1 检验分类

烟气调质系统的检验分为出厂检验、安装检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格。

8.2.2 检验项目按表 1 规定。

表 1 烟气调质系统检验项目

序号	项 目 名 称	“要求” 的章条号	“试验方法” 的章条号	出厂 检验	安装 检验	型式 检验
1	结构检验	第 5 章	第 7 章	√	√	√
2	零部件的加工几何尺寸、几何公差			√	√	√
3	焊接质量			√	—	√
4	外观质量			√	√	√

表 1 (续)

序号	项 目 名 称		“要求” 的章条号	“试验方法” 的章条号	出厂 检验	安装 检验	型式 检验
5	电 气 控 制 装 置 检 验	储硫装置温度监视和报警保护功能、液位 监视和报警功能的试验	5.6.7	附录 A	√	√	√
		泵站监视、控制和保护功能的试验			√	√	√
		燃硫炉温度监视和报警功能的试验			√	√	√
		转化塔温度监视和报警功能的试验			√	√	√
		风机监视、控制和保护功能的试验			√	√	√
		电加热器监视、控制和保护功能的试验			√	√	√
		管路温度、压力、流量监视和报警功能的 试验			—	√	√
	注入器温度监视和报警功能的试验	—	√	√			
6	气密性检验		第 5、6 章	附录 B	√	√	√
7	注入器喷嘴气流均匀性检验		5.6.4.1	7.5	√	√	√
8	SO ₂ 平衡转化率		6.1.1	7.7	—	—	√
9	SO ₂ 气体浓度		6.1.3	7.6	—	—	√
注：打“√”表示要检验的项目。							

8.3 安装检验

安装检验在现场进行，按表 1 的规定执行。

8.4 型式检验

凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- 新产品试生产或老产品转厂生产；
- 产品结构、材料、主要零部件、工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品长期停产（一年以上），需要恢复生产时；
- 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时；
- 合同或技术协议有要求；
- 国家质量监督机构提出监督抽查要求时。

8.4.1 抽样方法：随机抽样，抽样数不超过 2 台。

8.4.2 检验项目按表 1 规定。

8.5 判定规则

8.5.1 检验结果应符合第 5、6 章的规定。

8.5.2 型式检验时烟气调质系统主要性能指标 SO₂平衡转化率、转化塔进口 SO₂气浓中有不合格项时，允许返修复检直至合格，其余项目对任一或任一项检验不合格，应加倍抽样复验，若仍不符合规定，则判定为不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 在适当而醒目的位置上固定产品铭牌，其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。

9.1.2 包装标志应包括收发货标志、包装储运图示标志，并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的要求。

JB/T 11075—2011

9.2 包装、运输和贮存

9.2.1 烟气调质系统的包装按 GB/T 13384 的规定。

9.2.2 烟气调质系统安装使用前，供需双方对零件均应放在通风干燥、不受日晒和雨淋的环境中，防止锈蚀、变形、损坏或丢失。

附录 A

(规范性附录)

烟气调质系统电气控制装置的试验方法

A.1 测试设备

- a) 万用表;
- b) 信号发生器;
- c) 仪表手操器等。

A.2 试验方法

A.2.1 储硫装置温度监视和报警保护功能、液位监视和报警功能的试验

在温度和液位的模拟量输入通道,用信号发生器输入相应的信号,操作终端上应能显示温度和液位的指示值,当温度和液位超上限或低于下限时装置能报警。

A.2.2 泵监视、控制和保护功能的试验

在操作终端上对泵站电动机操作,电动机应能正常运行;当电动机发生故障时,装置的保护功能应能正常动作。

A.2.3 燃硫炉温度监视和报警功能的试验

在温度的模拟量输入通道,用信号发生器输入相应的信号,操作终端上应能显示温度的指示值,当温度超上限或低于下限时装置能报警。

A.2.4 转化塔温度监视和报警功能的试验

在温度的模拟量输入通道,用信号发生器输入相应的信号,操作终端上应能显示温度的指示值,当温度超上限或低于下限时装置能报警。

A.2.5 风机监视、控制和保护功能的试验

在操作终端上对风机电动机操作,电动机应能正常运行;当电动机发生故障时,装置的保护功能应能正常动作。

A.2.6 电加热器监视、控制和保护功能的试验

在操作终端上对电加热操作,电加热应能正常运行,操作终端上应能显示温度的指示值,当温度位超上限或低于下限时装置能报警。当电加热发生故障时,装置的保护功能应能正常动作。

A.2.7 管路温度、压力、流量监视和报警功能的试验

在温度和压力的模拟量: 4 mA~20 mA 信号输入通道,用信号发生器输入相应的信号,操作终端上应能显示温度、压力、流量的指示值,当温度、压力超上限或低于下限时装置能报警。

A.2.8 注入器温度监视和报警功能的试验

在温度的模拟量输入通道,用信号发生器输入相应的信号,操作终端上应能显示温度的指示值,当温度低于下限时装置能报警。

附 录 B
(规范性附录)
烟气调质系统气密性检验

检验方法见表 B.1。

表 B.1 烟气调质系统气密性检验方法及要求

序号	部件名称	检验内容	检 验 方 法
1	储硫罐	焊缝气密性	罐体采用水压方法检验, 0.2 MPa≤水体压力≤2.6 MPa。内部蒸汽盘管采用水压方法检验, 1.2 MPa≤水体压力≤2.6 MPa, 以上检验保持压力时间不少于 30 min
2	燃硫炉		筒体采用水压检验, 0.6 MPa≤水体压力≤2.6 MPa。保持压力时间不少于 30 min
3	转化塔		筒体采用水压方法检验, 0.6 MPa≤水体压力≤2.6 MPa。保持压力时间不少于 30 min
4	注入器		采用气压方法检验, 0.1 MPa≤气体压力≤2.6 MPa。保持压力时间不少于 30 min
5	蒸汽管路		采用水压方法检验, 0.6 MPa≤水体压力≤2.6 MPa。保持压力时间不少于 2 h
6	泵站		采用水压方法检验, 1.2 MPa≤水体压力≤2.6 MPa。保持压力时间不少于 2 h

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
电 除 尘 器 用 三 氧 化 硫 烟 气 调 质 系 统
JB/T 11075—2011

*

机械工业出版社出版发行
北京市百万庄大街 22 号
邮政编码：100037

*

210mm×297mm·0.75 印张·25 千字

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定价：15.00 元

*

书号：15111·10023

网址：<http://www.cmpbook.com>

编辑部电话：(010) 88379778

直销中心电话：(010) 88379693

封面无防伪标均为盗版

版权专有 侵权必究