

《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工 程技术规范》国家标准

编 制 说 明

(征求意见稿)

《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》

国家标准编制组

二〇二一年三月北京

《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》国家 标准编制说明

1. 工作简况

1.1 任务来源

随着我国环保形势的严峻，为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》、《工业企业污染治理设施相关污染物及温室气体减排核算技术指南》、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》等法律、法规和《国务院关于编制全国主体功能区规划的意见》，保护环境，防治污染，控制砖瓦行业大气污染物排放，促进砖瓦工业生产工艺和污染治理技术的进步，国家环境保护部、国家质量监督检验检疫总局于2013年9月17日发布了《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013），2014年1月1日正式实施。当时，整个中国砖瓦行业基本没有环保治理设施，行业的面临空前压力，中国砖瓦工业协会及时根据国家环境要求及行业情况，参照相关陶瓷、水泥及燃煤电厂等行业大气污染物治理设施技术路线和相关标准，迅速出台了《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）协会团体标准支撑《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）的实施，为行业企业提供各类大气污染物治理技术路线及设施工程技术标准要求，许多企业依据《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）协会团体标准的技术路线及设施工程技术标准要求进行了大气污染物治理设施改造，达到了国家标准《砖瓦工业大气污染物排放标准》

(GB29620-2013) 的标准要求，极大地促进了砖瓦行业大气污染治理工作，得到了生态环境部、工业和信息化部、国家发展和改革委员会及国家市场监督管理总局等相关部门的肯定，《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018) 协会团体标准实施几年以来，也暴露出许多问题，首先协会团体标准的局限性，仅限于行业应用，目前环境治理已不仅仅是一个行业的工作，而是全社会的应该遵守共同准则，确需国家标准支撑；其次《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018) 协会团体标准偏重于行业技术进步和行业发展，行业大量应用的部分治理技术没有列入协会团体标准范畴，这部分大气污染治理设施工程并没有得到规范和指导，确需国家标准完善补充和支撑。

为了进一步推进砖瓦行业大气污染治理设施工程技术的发展，促进砖瓦行业大气污染治理，补充完善烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术，国家标准化委员会立项将中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018) 补充完善制定为中华人民共和国国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》，进一步规范和指导烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程建设及运行，和《砖瓦工业大气污染物排放标准》，规范和指导规范我国烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程建设及运行，完善环境工程技术规范标准体系，控制烧结砖瓦企业大气污染物排放，改善环境质量，保障人体健康，促进烧结砖瓦企业可持续发展和烟气控制大气污染物行业技术进步，2020年4月1日国家标准化委员会下发《国家标准化委员会关于下达2020年第一批推荐性国家标准计划的通知》(国标委发〔2020〕14

号），将中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善制定为中华人民共和国国家标准，国家标准计划编号为 20201516-T-609。《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》由中国砖瓦工业协会负责组织标准的编制工作，归口于 SAC/TC 285（全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会）。

标准计划下达以后，由中国砖瓦工业协会、皓耀时代（福建）集团有限公司、北京利德衡环保工程有限公司、功力机器有限公司、西安市窑炉设备研究所、临沂银笛机械制造有限公司、四川鸿图众鑫环保设备有限公司、中国建材检验认证集团西安有限公司、河南亚新窑炉有限公司、确山县顺成新型墙体材料有限公司、广东万引科技发展有限公司、东莞市永安环保科技有限公司、赣州市天力电子科技有限责任公司、浙江方源建材有限公司、江苏省泰州市泰丰环保设备有限公司、西安力元窑炉自动化设备有限公司、山东省金茂自动化设备有限公司、巩义市良慧环保机械设备厂、河南固始长城窑炉科技有限公司、聊城市润弘玻璃钢设备工程有限公司等单位组成《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》国家标准编制工作小组，共同进行完成该项标准的制定工作。

通过本标准的编制，拓展补充为国家标准，推动《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）的落地实施，补充完善我国砖瓦行业的产业结构的调整和发展特别是节能减排大气污染治理的新需求，补充和完善产业和大气污染治理相关政策标准更新的新要求和内容，借鉴并结合国内外大气污染治理设施的先进经验，特别是我国已成熟的燃煤电厂、水泥、陶瓷等行业的烟气治理工程技术经验及相关烟气治理工程技术标准，

结合我国砖瓦工业的特点、技术、环境要求编制标准，标准严格遵照《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）技术标准要求充分引用相关烟气治理工程技术相关标准，完善我国目前烧结砖瓦工业大气污染物治理已应用各类成熟技术，标准强调砖瓦行业的接口应用及规范指导全国烧结砖瓦工业大气污染物治理已应用各类技术设施的工程设计、设备制造、施工建设、运行维护以及监督管理，在以绿色高端引领的前提下，推动砖瓦行业大气污染物治理的产业转型发展。

1.2 主要工作过程

2018年6月，由中国砖瓦工业协会根据中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）标准实施情况和在行业调研的基础上，依据相关标准申报规定，向全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会（SAC/T C285）秘书处提出并提交《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》国家标准的项目编制申报书等资料。

2018年10月，国家标准化管理委员会组织相关专家对国家标准编制项目编号2018101122《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》进行了立项评估评审。

2020年4月1日下发《国家标准化委员会关于下达2020年第一批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2020〕14号），将《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善制定为中华人民共和国国家标准，并立项为20201516-T-609《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施技术要求》。

2020年4月全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会（SAC/TC285）秘书处下发《国家标准化委员会关于下达2020年第一批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2020〕14号），中国砖瓦工业协会开始着手起草《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》标准草案工作。

2020年5月~8月中国砖瓦工业协会开始广泛收集国内外资料及调研；

1) 国外相关标准调研

未查到同类国际、国外标准，国外的标准或法规主要重点是针对排放限值而定，而治理工程技术主要通过市场引导，尚未见国外针对砖瓦行业排放工程的技术标准。

2) 国内相关标准调研

目前国内尚未发布专门的砖瓦行业排放工程相关规范，但国内已发布了大量涉及烟气治理设施全过程的各类工程技术标准，从技术方案选择、设计规范、工程技术规范、验收规范、设备规范、运行技术规范到检修技术规范，有国家标准、各部委标准及部门规章、各行业标准等不同层级，可以为本部分的编制提供一定的参考。具体见表1。

表 1 国内相关技术标准

标准分类	标准名称与编号
方案选择类	污水综合排放标准(GB 8978)、砖瓦工业大气污染物排放标准(GB 29620)、《燃煤电厂污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ-BAT-001)、《大气污染治理工程技术导则》(HJ 2000)、《火力发电厂烟气袋式除尘器选型导则》(DL/T387)等

设计类	烧结砖瓦工厂设计规范（GB/T 50701）、民用建筑工程室内环境污染控制标准（GB 50325）、工业企业噪声控制设计规范（GBJ 87）、《火力发电厂烟气脱硫设计技术规程》（DL/T 5196）《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》（DL/T 5480）等
工程类	燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范（HJ 2053）、《工业锅炉及炉窑湿法烟气脱硫工程技术规范》（HJ 462）、《水泥工业除尘工程技术规范》（HJ/T434）、《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰-石膏法》（HJ/T 179）、《火电厂烟气脱硝工程技术规范选择性催化还原法》（HJ 562）、《火电厂烟气脱硝工程技术规范选择性非催化还原法》（HJ 563）、《火电厂除尘工程技术规范》（HJ 2039）、《火电厂烟气脱硫工程技术规范海水法》（HJ 2046）、《燃煤电厂锅炉烟气袋式除尘工程技术规范》（DL/T 1121）等
验收类	钢结构工程施工质量验收标准（GB 50205）、《建设项目竣工环境保护验收技术规范 水泥制造》（HJ/T 256）《建设项目竣工环境保护验收技术规范 火力发电厂》（HJ/T 255）、《火电厂烟气脱硫装置验收技术规范》（DL/T 1150）、《火电厂烟气脱硫工程施工质量验收及评定规程》（DL/T 5417）、《火电厂烟气脱硫吸收塔施工及验收规程》（DL/T 5418）等
设备类	《燃煤烟气脱硝技术装备》（GB/T 21509）、《燃煤烟气脱硫设备第1部分：燃煤烟气湿法脱硫设备》（GB/T 19229.1）等
运行管理类	厂区设备内作业安全规程（HG 23012）、《火电厂烟气治理设施运行管理技术规范》（HJ 2040）、《火电厂烟气脱硝（SCR）系统运行技术规范》（DL/T 335）、《燃煤电厂环保设施运行状况评价技术规范》（DL/T 362）、《电力环境保护技术监督导则》（DL/T 1050）、《火电厂石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫装置运行导则》（DL/T 1149）等
检修维护类	《火电厂石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫装置检修导则》（DL/T 341）、《燃煤电厂电除尘器运行维护管理导则》（DL/T 461）等
监测检测类	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法（GB/T 16157）、《燃煤烟气脱硫设备性能测试方法》（GB/T21508）、《固定污染源烟气排放连续监测系统技术规范（试行）》（HJ/T 75）、《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（HJ/T 76）等
相关政策	国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2019年本）》、工业和信息化部《产业发展与转移指导目录（2018年本）》、《关于加快烧结砖瓦行业转型发展的若干意见》（工信部联原[2017]279号）、《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南（2020年修订版）》（环办大气函〔2020〕340号）以及自2021年1月1日起实施的《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）修改单，

3) 相关技术:

各类环保技术窑炉湿法烟气脱硫工程技术、湿电除尘器技术、石灰石-石膏烟气脱硫技术、砖瓦脱硫除尘（脱硝）技术、燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术湿法脱硫系统后加装湿式电除尘器，旋汇耦合、超净电袋

技术等；特别是电力行业已开始推广超低排放技术路线，超低排放技术如低低温电除尘、高效电源电除尘器、超净电袋除尘器、超低袋式除尘器、湿式电除尘器、双托盘高效脱硫、旋汇耦合高效脱硫、双循环高效脱硫、海水脱硫、循环流化床锅炉炉内脱硫+炉外烟气循环流化床脱硫、SCR 高效脱硝、循环流化床锅炉 SNCR 脱硝等成熟技术，石灰石/石灰-石膏湿法脱硫效的旋汇耦合、沸腾式泡沫塔、管束式除雾器等新技术，低温电除尘技术、高频电源等新技术。根据相关调研情况，将《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善为国家标准《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施技术要求》（工作组草案）。

2020年8月20日，国家标准《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施技术要求》启动工作会议在唐山市隆重召开。



中国砖瓦工业协会常务副会长许彦明、秘书长周炫、全国墙体屋面材料及道路用建筑材料标准技术委员会秘书长林玲、中国环境科学研究院王红梅教授、唐山市工业和信息化局张振国副局长、市工信局节能和资源综合利用处刘春波处长、吴占兴副处长和《烧结砖瓦工业大气污染物治理设施技术要求》起草组成员以及来自全国砖瓦行业的90余名代表出席了本次会议，国家标准启动是根据国家标准化管理委员会批准、国标委于2020年4月1日下发《国家标准化管理委员会关于下达2020年第一批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2020〕14号），立项为

20201516-T-609《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》的将《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善制定为中华人民共和国国家标准项目，是砖瓦行业控制大气污染物排放，加大环保治理，提升砖瓦产业技术水平重要措施；将《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）拓展补充为国家标准，拓展标准的适应性，推动《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）的落地实施，补充完善我国砖瓦行业的产业结构的调整和发展特别是节能减排大气污染治理的新需求，补充和完善产业和大气污染治理相关政策标准更新的新要求和内容，借鉴并结合国内外大气污染治理设施的先进经验，特别是我国已成熟的燃煤电厂、水泥、陶瓷等行业的烟气治理工程技术经验及相关烟气治理工程技术标准，结合我国砖瓦工业的特点、技术、环境要求编制标准，严格遵照《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）技术标准要求充分结合引用相关烟气治理工程技术相关标准完善来我国目前烧结砖瓦工业大气污染治理已应用各类成熟技术,加强砖瓦行业的接口应用及规范指导全国烧结砖瓦工业大气污染治理已应用各类技术设施的工程设计、设备制造、施工建设、运行维护以及监督管理，在以绿色高端引领的前提下，推动砖瓦行业大气污染治理的产业转型发展；会议根据绿色发展理念，沿着环境友好型、资源节约型企业发展之路，建设以提升产品质量、脱硫除尘技术和环保治理为重点的产业结构不断升级的传统行业发展新格局的理念，针对砖瓦行业环保形势，更好的应对砖瓦行业环保分类绩效管理，启动该项标准的编制工作，标准编制项目工作随即开展：

a) 首先主要编制人员通报了前期调研及资料收集情况，提出了国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》（工作组草案）和确保工作进度的下一步详细计划安排。

b) 会议充分讨论了国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》（工作组草案），并提出了修改意见和方向；

c) 根据砖瓦行业的需求和行业共识建议将国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》名称改回《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》；

d) 确定落实了标准参编单位和参编人员，各参编单位安排专人负责标准的编制工作，以推动计划的开展和落实；

e) 充分利用现代通讯方式，建立工作通讯群，及时进行沟通、讨论和交换意见；

f) 安排了各参编单位积极开展调研、广泛收集国内外资料和工程案例；

g) 各单位根据情况，有能力的参编单位可先行一步进工程案例验证或提供修订经费支持。

2021年1月~2月标准修订组再次对标准初稿进行研讨，在认真听取各方意见和综合研究实验验证结果的情况下，标准主编单位对标准文稿进行了仔细修改，形成了目前的征求意见稿，公开对外征求意见。

1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本项目由中国砖瓦工业协会主要负责执行，并邀请业内有代表性的单位和相关专家参加。通过他们参与调研、资料收集、工程案例征集、

标准讨论、工程案例验证等工作，为标准的编制提供保障。标准制定组成员的工作分工见表 2。

表 2 编制组成员及分工

序号	单位	负责工作内容
1	中国砖瓦工业协会、皓耀时代（福建）集团有限公司、北京利德衡环保工程有限公司、中国建材检验认证集团西安有限公司、	总负责，组织协调标准制定全部工作，标准文本、编制说明、研究报告等文件的主要执笔人，标准的征求意见和意见汇总以及标准的送审和报批工作。
2	功力机器有限公司、西安市窑炉设备研究所、临沂银笛机械制造有限公司、四川鸿图众鑫环保设备有限公司、河南亚新窑炉有限公司、确山县顺成新型墙体材料有限公司、广东万引科技发展有限公司、东莞市永安环保科技有限公司	负责资料收集，参与调研、工程案例验证，调研报告并组织工程案例验证资料收集
3	赣州市天力电子科技有限责任公司、浙江方源建材有限公司、江苏省泰州市泰丰环保设备有限公司、西安力元窑炉自动化设备有限公司、山东省金茂自动化设备有限公司、巩义市良慧环保机械设备厂、河南固始长城窑炉科技有限公司、聊城市润弘玻璃钢设备工程有限公司	参与调研资料收集、工程案例收集、部分的调研和工程案例验证。标准讨论、部分工程案例试验。

2. 标准编制原则依据

2.1 标准编制原则

2013 年 9 月 17 日生态环境部发布了《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013），2014 年 1 月 1 日正式实施（两年过渡指标），基本没有环保治理设施的砖瓦行业面临空前压力，中国砖瓦工业协会及时根据行业情况，参照相关陶瓷、水泥及燃煤电厂等行业大气污染治理设施技术路线和相关标准，迅速出台了《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）协会团体标准，为行业提供各类大气污染治理技术路线及设施工程技术标准要求，许多企业依据《烧结砖瓦工业

大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）协会团体标准的技术路线及设施工程技术标准要求进行了大气污染治理设施改造，达到了国家标准《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）的标准要求，极大地促进了砖瓦行业大气污染治理工作，得到了生态环境部、工业和信息化部、国家发展和改革委员会及国家市场监督管理总局等相关部门的肯定。为了进一步推进砖瓦行业大气污染治理设施工程技术的发展，促进砖瓦行业大气污染治理，补充完善烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术，国家标准化委员会立项将中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善制定为中华人民共和国国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》，进一步规范和指导烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程建设及运行，为控制烧结砖瓦企业大气污染物排放，改善环境质量，提供各类技术路线，标准将涵盖目前砖瓦行业目前应用的成熟大气污染治理技术，适用于烧结砖瓦工业大气污染治理设施排放工程，作为烧结砖瓦企业建设大气污染治理项目的环境影响评价、环境保护设施设计、施工、调试、验收和运行管理以及环境监理、排污许可证审批的技术依据。非烧结砖瓦企业大气污染治理设施排放工程可参照执行。

随着我国砖瓦行业的产业结构的调整和发展，以及产业及大气污染治理相关政策标准的更新，如国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2019年本）》、工业和信息化部《产业发展与转移指导目录（2018年本）》、《关于加快烧结砖瓦行业转型发展的若干意见》（工信部联原[2017]279号）、《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南（2020年修订

版)》(环办大气函〔2020〕340号)以及自2021年1月1日起实施的《砖瓦工业大气污染物排放标准》(GB29620-2013)修改单,对中国砖瓦行业的产业结构的调整起到了推动作用,行业综合利废已成为共识,行业大宗固体废弃物利用量巨大,已成为我国大宗固体废弃物利用最大的行业,成为我国固体废弃物无害化处理和“无废城市”建设的主力军,行业大气污染治理也得到了极大改观,行业开始普遍实施大气污染治理,到目前有20000多家企业安装了脱硫除尘设施,整个砖瓦行业对环保问题从认识到行动都发生了巨大的变化,行业大气污染治理技术十分丰富,几乎各类价格适宜的治理技术在行业都有应用和体现,加之行业大宗利废的发展,目前的中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018)由于制定原则是推动行业技术进步与发展,没有涵盖许多砖瓦行业目前应用的控制大气污染物排放技术及体现行业大宗利废的发展过程的无组织排放技术要求,许多价格适宜的治理技术仍无标可依,本次国标制定将中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018)补充完善制定为中华人民共和国国家标准,标准将涵盖目前砖瓦行业目前应用的成熟大气污染治理技术,适用于烧结砖瓦工业大气污染治理设施排放工程,作为烧结砖瓦企业建设大气污染治理项目的环境影响评价、环境保护设施设计、施工、调试、验收和运行管理以及环境监理、排污许可证审批的技术依据,进一步规范和指导烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程建设及运行,为控制烧结砖瓦企业大气污染物排放,加大环保治理,改善环境质量,提供各类技术路线,提升砖瓦产业大气污染物技术水平。

2.2 标准制订必要性

近年来，我国大气污染形势严峻，以可吸入颗粒物（PM10）、细颗粒物（PM2.5）为特征污染物的区域性大气环境问题日益突出，损害人民群众身体健康、严重影响社会和谐和稳定，大气污染问题已成为社会舆论关注的焦点问题，给政府环境管理和社会经济发展形成了较大压力。

2013年9月，国务院出台了《大气污染防治行动计划》，环境执法力度开始加强，特别是进入2017年我国环保工作风暴及力度已常态化，2017年7月环境保护部《关于开展砖瓦行业环保专项执法检查的通知》（环办环监函[2017]1095号）对砖瓦行业进行专项执法督查；极大的触动了整个行业的环保意识，推动我国砖瓦行业环保的技术应用及技术进步、促进了砖瓦行业清洁生产，对于改善我国大气环境质量、有效的促进环境效益及社会效益的提升起到了积极作用。

我国烧结砖瓦工业作为墙体材料行业的主体，是我国建材工业的重要组成部分，是国家重要的原材料和基础工业，砖瓦产品是工程建设不可或缺的材料，也是改善和保障民生、提高生活质量、保证建筑物品质和功能的重要物质支撑。

我国砖瓦行业进入21世纪随着我国工业化进程加快，特别是国家墙材革新与建筑节能及保护耕地等政策的推动下，以中小企业为主的我国砖瓦行业企业迅速淘汰，到2010年，已减少到7万家左右，截止到2016年底砖瓦企业约有5万多家（2016年底工商登记砖瓦企业约有4万7千多家），据2017年砖瓦行业环保专项执法检查开展情况的通报，全国共排查到的砖瓦企业32103家；目前，行业能够生产的企业仍有32000~35000家企

业，年生产烧结制品稳定在 8100 多亿块（折标砖）左右，其中，粘土实心砖约 2000 亿块；空心制品 2600 多亿块（折标砖），空心制品比 2000 年的 200 亿块增长 12.5 倍之多；各种利废（煤矸石、粉煤灰和各种废渣）、环保等新型墙体材料产品近些年得到快速发展，年产近 3500 亿块（折标砖）；烧结瓦 400 亿片。砖总产量稳居世界总量第一，约占全球产能的一半以上。规模以上企业目前约 3052 家，规模以上产量 5300 多亿，占总产量的 65.4%，规模以下企业占总产量的 34.6%。我国砖瓦工业量大面广，目前落后的中、小规模企业仍占行业主体。近几年，生产工艺和技术装备水平较高的年产 6000 万块以上的中大型企业在逐年增加，年产 3000 万块以下的中小企业呈逐年快速下降趋势。

我国烧结砖瓦工业量大面广，但企业相对落后，单个企业污染物排放量不高，但整个行业企业众多，产能巨大污染物排放总量相对较高，截止到 2016 年底仍有砖瓦企业约 5 万家，随着我国城市建设步伐加快，砖瓦烧结制品已经从广泛分布在全国各地逐渐发展到主要在三、四线城市及广大农村地区应用。砖瓦产品的运输半径很小，一般在 50~100km，砖瓦生产企业大多分布在这些应用市场的周边地区。

烧结砖瓦生产工艺大体相同，经原料破碎、成型、干燥、烧成等工序制成砖瓦产品，其中砖瓦窑（轮窑和隧道窑）是主要的热工设备，也是大气污染物排放的主要来源。落后的轮窑存在大量烟气无组织排放，是行业禁止新建和在逐渐淘汰的砖瓦落后生产工艺。目前，轮窑企业数量约占行业的 80%，产品产量约占行业总产量的 50%。

目前砖瓦行业执行 2021 年 1 月 1 日起实施的《砖瓦工业大气污染物

排放标准》(GB 29620-2013)修改单,颗粒物、SO₂、NO_x 限值分别为 30mg/m³、150mg/m³ 和 200mg/m³ (注:烟气含氧量 18.0%), NO_x 排放浓度相对较低,目前没有采取脱硝措施。

大气污染治理在砖瓦行业是一个新的领域,《砖瓦工业大气污染物排放标准》(GB 29620-2013)标准实施之前行业上脱硫设施的企业不足 20 家,行业基本没有环保治理设施,随着我国环保形势的严峻,《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》《工业企业污染治理设施相关污染物及温室气体减排核算技术指南》和《砖瓦工业大气污染物排放标准》贯彻执行,行业开始普遍实施大气污染治理,到目前有 20000 多家企业安装了脱硫除尘设施,难以达标排放的小轮窑企业在标准实施后的 3 年多时间里已淘汰 1 万多家,整个砖瓦行业对环保问题从认识到行动都发生了巨大的变化,特别是 2018 年中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》(T/CBTA0001—2018)实施以来,砖瓦行业大气污染治理设施混乱,技术应用落后的现象得到了有效遏制,行业大气污染物排放治理设施的应付环保检查的行业乱象得到了有效改观,推动了烧结砖瓦工业大气污染治理,规范指导烧结砖瓦工业大气污染治理设施的工程设计、设备制造、施工建设、运行维护、监督管理等方面的各方面工作的开展。

但比起其他行业,砖瓦行业仍是落后行业,大量的落后产能淘汰任务依然艰巨,砖瓦企业安装的脱硫除尘装置,多数是设施简陋、投资和运行费用低、以应付环保检查为主的所谓“双碱法”脱硫除尘一体化技术,除了少部分砖瓦企业建立了有组织排放的管理,约 90%的砖瓦生产企业仍处

于无组织排放状态，运输车辆无苫盖、道路和料场无硬化、粉碎设备露天操作、砖瓦窑四处漏气等现象普遍存在行业的无组织排放问题突出，特别是整个行业没有完整的大气污染治理设施设计及验收技术规范等法律法规，整个行业大气污染治理设施十分混乱，技术应用落后，为更好地实施烧结砖瓦工业大气污染治理，规范指导烧结砖瓦工业大气污染治理设施的工程设计、设备制造、施工建设、运行维护、监督管理等方面应用及发展，2018年中国砖瓦工业协会适时提出制定国家标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》标准，经国家标准化管理委员会立项评估审查，2020年4月1日国家标准化管理委员会下发《国家标准化管理委员会关于下达2020年第一批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2020〕14号），将中国砖瓦工业协会团体标准《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》（T/CBTA0001—2018）补充完善制定为中华人民共和国国家标准，国家标准计划编号为20201516-T-609，《烧结砖瓦工业大气污染治理设施技术要求》由中国砖瓦工业协会负责组织标准的编制工作。

2.3 编制依据

按照《中华人民共和国标准法》及其《实施细则》、GB/T1.1《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分：标准中规范性技术要素内容的确定方法》、HJ526《环境工程技术规范制订技术导则》、HJ2000《大气污染治理工程技术导则》、《建设项目环境保护竣工验收管理办法》（国家环境保护总局令第13号）、《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国家环境保护总局公

告 2006 年第 41 号)和《国家环境技术管理体系建设规划》(国家环境保护总局文件 环发[2007]150 号)进行本标准的制订工作。

3、 标准主要内容的说明

3.1 适用范围

本标准重点针对我国烧结砖瓦工业大气污染物排放控制要求制定,基于烧结砖瓦工业大气污染物治理排放工程技术适用性规范,适度前推和后延,对相关烟气治理设施相关技术标准的通用内容原则上有限引用,不重复建标,重点针对烧结砖瓦工业大气污染物排放控制及其特征的要求所涉及的技术条款进行规范性引导,以期通过本标准的研究构建起烧结砖瓦工业排放的实用技术标准,并建立烧结砖瓦工业大气污染物治理排放工程的从前期、设计、建设、监测、验收、运行、检修、维护全过程的、有针对性的技术规范。本标准依据《中华人民共和国标准法》及其《实施细则》、GB/T1.1《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》和GB/T1.2《标准化工作导则 第2部分:标准中规范性技术要素内容的确定方法》、HJ526《环境工程技术规范制订技术导则》、HJ2000《大气污染治理工程技术导则》、《建设项目环境保护竣工验收管理办法》(国家环境保护总局令第 13 号)、《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国家环境保护总局公告 2006 年第 41 号)和《国家环境技术管理体系建设规划》(国家环境保护总局文件 环发[2007]150 号)《环境工程技术规范制订技术导则》(HJ 526)的要求编写。文本对烧结砖瓦工业大气污染物治理排放工程政策适用范围的规定,本标准适用范围确定为烧结砖瓦工业大气

污染治理排放工程，可作为烧结砖瓦企业建设项目环境影响评价、环境保护设施设计、施工、调试、验收和运行管理以及环境监理、排污许可证审批的技术依据。其他砖瓦企业大气污染治理排放工程可参照执行。

3.2 规范性引用文件

根据烟气治理领域相关标准的调研，但对本部分的编制具有借鉴意义。另外，其他基础类标准也对本部分的编制提供了一定参考。本部分引用的相关国家、行业的技术标准规范，主要有以下 5 个类别：

- 1) 国家标准
- 2) 环境保护行业标准
- 3) 机械行业标准
- 4) 电力行业标准
- 5) 特种设备安全技术规范

3.3 术语和定义

本部分规范在制订过程中，根据讨论结论，在相关标准或规范中已出现过的术语，本标准不再重复。研讨会明确了术语和定义的撰写内容，至少由烧结砖瓦工业大气污染物排放、pH 值分区脱硫、复合塔脱硫、湿法脱硫高效协同除尘、排放技术路线五个术语组成，本部分主要对上述术语进行定义。鉴于烧结砖瓦工业大气污染物排放系统部分中相关名词专业性及准确性的需要，本部分参照相关国家标准、行业标准等，还对颗粒物、全负荷脱硝、协同治理等进行了定义。

3.4 污染来源及污染负荷

3.4.1 污染物来源与特征

本部分对烧结砖瓦企业大气污染物排放的污染物的形式、主要成分、特征进行了说明。

3.4.2 污染负荷

本部分对烧结砖瓦工业大气污染治理排放工程设计所需要的详细参数进行了具体规定，包括所需资料种类及来源、设计裕量选取、相关计算方法及依据等。

3.5 总体要求

3.5.1 一般规定

针对烧结砖瓦工业大气污染治理排放涉及的环保设施，从工程项目前期的建设手续、环保设施三同时要求、基本原则、技术选择、设计要求，到建成后的监测要求、运行管理提出了总体性原则要求。

3.5.2 源头控制

本着全过程贯穿源头控制的原则，本部分针对烧结砖瓦工业排放污染物产生、迁移、过程治理特点，提出原燃料、治理用原料等物料品质保证源头控制、无组织排放控制、污染生成源技术、燃烧及固硫脱氮技术和装备保证源头控制、污染物迁移及治理运行管理控的源头控制原则，贯穿原料、原料处理、干燥焙烧及固硫脱氮控制及管理各个方面。

3.5.3 建设规模

针对污染源-烧结砖瓦企业的原料、原料处理及成型、干燥、焙烧窑炉产生的废气量、废气成分、烟气量、烟气成分、燃料和生产运行工况等

方面设备、原燃料、工况三个角度，兼顾新建、改造特点，提出了烧结砖瓦工业大气污染治理排放设施机组匹配、原燃料匹配、工况匹配的建设规模原则。

3.5.4 工程构成

本部分对烧结砖瓦工业大气污染治理排放工程的四大组成部分无组织排放控制、颗粒物、SO₂、NO_x控制设施的主体工程及其配套辅助工程的组成进行了界定。

3.5.5 总平面布置

本部分对烧结砖瓦工业大气污染治理排放工程总平面布置提出了基本原则及应遵循的相关标准。

3.6 设计

本部分对烧结砖瓦工业大气污染治理排放设计的一般规定、治理排放技术路线选择：无组织排放控制系统设计、颗粒物治理排放控制系统设计、SO₂治理排放控制系统设计、NO_x治理排放控制系统设计等作出了详细规定。

3.6.1 一般规定

本部分给出了烧结砖瓦工业大气污染治理排放系统设计的通用性和原则性要求，特别是对系统设计的几个主要影响因素进行了规定。烧结砖瓦工业大气污染治理排放系统设计应根据无组织排放控制，废气、烟气中颗粒物、SO₂、NO_x及其他烟气污染物的排放要求、烧结砖瓦企业原料处理及成型、干燥、焙烧窑炉、原料、燃料特性、场地布置条件、技术成熟

程度及应用水平等因素，改造工程还应结合原有污染物处理设施情况，经全面技术经济比较后确定。

烧结砖瓦企业原料处理及成型、干燥、焙烧窑炉、原料、燃料特性、场地布置条件等基础条件对污染物治理排放系统设计影响甚大决定着技术路线，排放系统设计应选择技术上成熟可靠、运行上长期稳定、易于维护管理、具有一定节能效果的技术，同时在经济上也要合理可行，控制整个系统的初投资和运行费用。传统的烟气治理技术主要侧重于单一模块对单一污染物进行脱除，没有充分考虑各设备间的协同工作效应，随着环保要求的提高以及烟气标准的提出，排放系统设计应充分考虑烟气污染物协同治理的因素，发挥各类设备的协同作用。烟气协同治理技术的最大优势在于强调设备间的协同效应，充分提高设备主、辅污染物的脱除能力，在满足烟气污染物治理的同时，实现经济、优化及稳定运行。

3.6.2 烧结砖瓦工业大气污染物治理排放技术路线

3.6.2.1 总体系统流程

本部分给出了烧结砖瓦工业大气污染物治理排放技术路线总体系统流程，根据不同的技术路线，并按照无组织排放控制、污染物颗粒物、SO₂和NO_x进行划分，对技术路线的选择原则和方法做出了规定。对于技术路线较为成熟颗粒物、SO₂脱除的技术路线与主要问题在于实现NO_x的脱除的技术路线存在一定困难，根据目前低氮燃烧技术水平情况，脱硝效率需至少达到93%~94.4%以上才能满足要求，过高的脱硝效率容易带来氨逃逸和下游空气预热器腐蚀堵塞的问题，目前的设计和运行经验少，技术尚不成熟，还需要进一步研究。而SNCR脱硝NO_x系统的改进，技术上已

能够适应烧结砖瓦工业生产技术，加之砖瓦生产技术发展较快，原燃料已由燃煤逐步向燃气及综合生物能源方向发展，通过降低反应区内氧的浓度、缩短燃料在高温区内的停留时间、控制燃烧区温度等方法的低氮燃烧技术在砖瓦行业实施已成为可能，本标准推荐有条件的生产企业采用低氮燃烧技术及 SNCR 脱硝 NO_x 系统和 SNCR/SCR 联合脱硝系统。

根据实际工程成熟设计经验及现有的技术情况，烧结砖瓦企业实现烟气大气污染物治理排放的处理设备主要包括：低氮燃烧技术（可选用）、固硫脱氮技术、SCR、SNCR和SNCR/SCR 联合脱硝 脱硝装置（可选用）、除尘器、湿法脱硫装置和湿式电除尘器（可选用）。此处的除尘器是指包括干式电除尘器、电袋复合除尘器、袋式除尘器在内的无需使用液体清洗集尘的各类除尘器。湿式电除尘器是利用液体清洗收尘极的电除尘器，一般布置在脱硫后。对于湿法脱硫装置，本标准主要针对石灰石/石灰-石膏等各类湿法脱硫和氨法脱硫进行了规定。特低硫煤项目，采用烟气循环流化床法脱硫工艺相应吸收剂用量增大，进一步增加了脱硫副产品的综合利用难度，严格的边界条件及副产品利用难度使得其应用范围受到较大限制，而且目前的工程案例很少，因此本标准暂未明确推荐。循环流化床锅炉实现烟气治理排放可供选择的处理设备主要包括：低氮燃烧技术（可选用）、SCR、SNCR和SNCR/SCR 联合脱硝装置（可选用）、除尘器、烟气循环流化床脱硫或湿法脱硫装置和湿式电除尘器。对于采用湿法脱硫的项目，上述系统烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘，总体流程的拟定还应充分考虑烟气污染物协同治理因素，具体表现为综合考虑脱硝系统、除尘系统和脱硫系统之间的协同

关系，在每个装置脱除其主要目标污染物的同时能脱除其他污染物。各烟气治理设备对烟气污染物的主要脱除和协同脱除功能为：

a) 除尘器：其主要功能是实现颗粒物的高效脱除，同时可实现对汞进行协同脱除。在采用低低温电除尘器和电袋除尘器的情况下，还可实现对 SO_3 的协同脱除。

b) 石灰石/石灰-石膏等各类湿法脱硫：其主要功能是实现 SO_2 的高效脱除，同时实现颗粒物、 SO_3 、汞的协同脱除。在保证脱硫效果的同时，通过优化设计脱硫塔（高效除雾器、加装强化气液传质构件、气流均布、高效喷淋等），烟气治理系统的除尘效率可大幅度提高，并协同脱除烟气中的 SO_3 和汞。

c) 湿式电除尘器：其主要功能是实现烟气污染物包括颗粒物、 SO_3 、细颗粒物、汞等的精细化处理，具体工程可根据烟气系统配置情况、烟囱出口污染物排放浓度的要求和燃料情况选择性安装。

d) SCR、SNCR和SNCR/SCR 联合脱硝：其主要功能是实现 NO_x 的高效脱除，SCR 脱硝还具有一定的汞氧化性能，可促进下游除尘、脱硫设备对汞的脱除；但存在转化 SO_2 生成少量 SO_3 的问题。

e) 烟气循环流化床脱硫：其主要功能是实现 SO_2 的高效脱除，同时实现 SO_3 等酸性气体和汞的协同脱除。

3.6.2.2 烧结砖瓦工业大气污染物治理治理无组织排放技术路线

烧结砖瓦工业大气污染物治理治理无组织排放技术路线主要根据新颁布的《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南（2020年修订版）》（环办大气函〔2020〕340号）以及自2021年1月1日起实施的《砖

《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620-2013）修改单技术要求制定，重点考虑了目前砖瓦行业大宗固废的发展特别是污泥进入生产原料的气味负压处理要求，主要包括：

3.6.2.2.1 原燃料储存与输送

a) 粘土、页岩、煤矸石、原煤等原料、燃料应储存于封闭、半封闭料场（仓、库、棚）中，或四周设置防风抑尘网、挡风墙。采用半封闭料场措施的，料场应至少两面有围墙（围挡）及屋顶，并对物料采取覆盖、喷淋等抑尘措施；采取防风抑尘网、挡风墙措施的，防风抑尘网、挡风墙高度应不低于堆存物料高度的1.1倍，并对物料采取覆盖、喷淋等抑尘措施，出入口安装防风抑尘自动门。

b) 协同处置污泥或淤泥等具有挥发性气味的原料应储存于封闭的仓中，并对物料采取负压抽风措施等防止异味外逸系统。

c) 粉状物料应密闭储存和密闭输送；其他物料采用密闭皮带、封闭通廊或密闭车厢等方式输送，密闭皮带、封闭通廊或密闭车厢应设置检查维修通道和灰尘处理设施，在转运点等产尘点应设置集气罩并配备除尘设施，产尘点及车间不得有可见烟（粉）尘外逸；协同处置污泥或淤泥等具有挥发性气味的物料输送应同时分段设置负压抽风措施等防止异味外逸系统。

d) 原料陈化应在封闭陈化库中进行，协同处置污泥或淤泥等具有挥发性气味的物料应同时设置负压抽风措施等防止异味外逸系统。

3.6.2.2.2 破碎及制备成型

a) 原料、燃料破碎及制备成型过程应在封闭厂房中进行，并配备除尘设施。

b) 页岩、煤矸石、煤等破碎筛分设备，在进、出料口等产尘点应设置防尘罩、集气罩并配备除尘设施。

c) 配料、混料过程产尘点应设置防尘罩、集气罩并配备除尘设施。

d) 协同处置污泥或淤泥等具有挥发性气味的物料应在封闭厂房设置负压抽风措施等防止异味外逸系统。

3.6.2.2.3 干燥与焙烧

a) 干燥室和焙烧窑应密封良好，生产过程（含进出窑车）无烟气外逸，协同处置污泥或淤泥等具有挥发性气味的物料封闭厂房应设置负压抽风措施等防止异味外逸系统。

b) 窑顶外加煤应密闭贮存，不加煤时应关闭窑顶投煤孔。

3.6.2.2.4 其他要求

a) 产品装出产尘点应采取喷淋等有效抑尘措施；窑车及相关产尘及产渣区域应有除尘除渣措施；

b) 企业应建设门禁系统和视频监控系统，记录运输车辆电子台账（记录 VIN 号、发动机号、车牌号等）监控运输车辆进出厂区情况，视频监控要能够覆盖所有原材料、燃料、产品运输车辆。

c) 协同处置污泥、淤泥的负压抽风防止异味外逸系统废气应输入窑炉高温段经高温除味后随烟气经大气污染物治理设施处置后排放。

d) 除尘器应设置密闭灰仓并及时卸灰，除尘灰不得直接卸落到地面。除尘灰采用车辆运输时，装车过程中应采取加湿措施，并对运输车辆进行苫盖。

e) 企业道路应硬化。道路采取清扫、洒水、雾泡等降尘措施，保持清洁。

f) 企业应设置车轮清洗设施，或采取其他有效控制措施。

3.6.2.2.5 运行与记录

a) 废气收集系统、污染治理设施应与生产设备同步运行。废气收集系统或污染治理设施发生故障或检修时，对应的生产设备应停止运转，待检修完毕后同步投入使用。

b) 应记录废气收集系统、污染治理设施及其他无组织排放控制措施的主要运行信息，如污染治理设施的运行台账、在线监测数据；运行时间、废气处理量、喷淋（水或其他化学稳定剂）作业周期、用量、运行、巡检、维护、故障记录；自动监测及辅助设备运行状况、系统校准、校验记录、维护保养记录、故障维修记录、巡检日期，燃料、原辅料、氨水 / 尿素、脱硫剂等使用量，产品产量，煤质检测报告灰分、挥发分、全硫含量等信息。

c) 企业的门禁系统和视频监控系统电子台账保存一年以上，视频监控录像、车辆随车清单、行驶证复印件等信息应保存半年以上。

3.6.2.2.6 治理无组织排放技术改进及其他措施

企业可通过治理无组织排放技术改进等其他措施实现等效或更优的无组织排放控制目标。因安全因素或特殊要求不能满足本标准规定的无组织排放控制要求，可采取其他等效污染控制措施，并向当地环境保护主管部门报告。

3.6.2.3 烧结砖瓦工业大气污染物治理颗粒物排放技术路线

排放烟气中不仅包括烟尘，还包括湿法脱硫过程中产生的次生颗粒物。针对烧结砖瓦企业排放的废气或烟气出口所产生的烟尘进行脱除的除尘技术称为除尘技术，主流技术包括干式电除尘器、袋式或电袋复合除尘器和干式电除尘器辅以提效技术或提效装置等，上述烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘。

当焙烧窑炉后还设置了石灰石/石灰-石膏湿法脱硫装置等湿法脱硫时，脱硫装置对主流除尘后的烟尘具有一定的协同脱除性能，但同时吸收塔出口会携带一部分浆液，浆液中含有部分固体石膏或气溶胶等次生颗粒物。烟气在湿法脱硫过程中对颗粒物的协同脱除或脱硫后对烟气中颗粒物的再次脱除，称之为补充除尘技术。目前的补充除尘技术主要为湿法脱硫协同脱除和湿式电除尘器。

石灰石/石灰-石膏湿法脱硫对颗粒物具有一定的协同脱除性能，但当吸收塔入口烟尘浓度较低时，由于固体石膏或气溶胶等次生颗粒物的携带效应，有时造成吸收塔出口的颗粒物浓度会大于入口浓度，从而不能满足颗粒物排放的要求。在此情况下，脱硫后还需进一步增设湿式电除尘器。湿式电除尘器应用最典型的国家是日本，从上世纪 90 年代至今排放浓度长期稳定在 $2\text{mg}/\text{m}^3 \sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ ，同时能高效地除去烟气中的微细烟尘、石

膏微液滴和气溶胶。通常加装湿式电除尘器的湿法脱硫系统后，实现颗粒物排放浓度小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，对于烧结砖瓦企业由于刚刚起步，本标准技术上采用加装湿式电除尘器的湿法脱硫技术，排放浓度指标则按满足《砖瓦工业大气污染物排放标准》要求执行。

近2年来，脱硫厂家对脱硫装置进行了改进，采用托盘或旋汇耦合的复合塔脱硫技术，喷淋层采用高效雾化喷嘴，并采用高效的除雾器，在实现高效脱除烟气中 SO_2 的基础上，使得湿法脱硫装置具有高效的协同除尘效果，综合除尘效率可达到 70%以上，吸收塔出口颗粒物浓度不大于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。目前国内在未设置湿式电除尘器的情况下，通过湿法脱硫装置的高效协同除尘直接实现颗粒物排放浓度小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 等，对于烧结砖瓦企业由于刚刚起步，本标准技术上采用湿法脱硫装置的高效协同除尘直接实现颗粒物排放技术，排放浓度指标则按满足《砖瓦工业大气污染物排放标准》要求执行。

因此，根据工程设计和运行经验，对于采用了湿法脱硫的焙烧窑炉，颗粒物的治理排放技术路线可分为以下两种情况：当湿法脱硫装置具备高效协同除尘性能时，颗粒物的治理排放技术路线可采用主流除尘器与湿法脱硫补充除尘相结合。当湿法脱硫装置协同除尘性能不能满足排放要求时，后端还需设置湿式电除尘器，形成除尘器主流除尘、石灰石/石灰-石膏湿法脱硫补充除尘和湿式电除尘器补充除尘相结合。

此外，以超净电袋复合除尘器作为主流除尘且不依赖其他补充除尘技术为第三条技术路线，该技术路线直接在除尘器出口实现颗粒物浓度 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，不需湿法脱硫装置具备高效协同除尘性能或加装湿

式电除尘器，但需湿法脱硫装置保证颗粒物（包括烟尘及脱硫过程中生成的次生物）排放不增加，上述烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘。

主流除尘设备出口颗粒物浓度控制指标应根据具有除尘功能的各个设备的特性（除尘器、湿法脱硫装置、湿式电除尘器）及燃料的静电收尘特性来确定。烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘，除尘器出口为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 进行划分并选择除尘器。另外，超净电袋复合除尘器技术运用也已较为普遍，除尘器出口颗粒物浓度可直接达到 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。综合以上情况，本标准推荐主流除尘器出口颗粒物排放浓度一般可按不大于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 进行设计。

当焙烧窑炉采用烟气循环流化床脱硫时，由于烟气循环流化床脱硫烟气的干燥作用及没有湿法脱硫过程中产生次生湿颗粒物的问题，此时宜采用布袋除尘器直接实现颗粒物排放浓度小于 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 的目标。本标准中所推荐的主流除尘技术选择原则可采用干式电除尘提效技术和提效装置的技术特点，当烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘。

3.6.2.4 烧结砖瓦工业大气污染物治理 SO_2 排放技术路线

目前，烧结砖瓦企业生产前期脱硫有加固体脱硫剂应用，焙烧窑炉内没有进行脱硫，除非是特低硫燃料，烟气循环流化床脱硫一般较难满足 SO_2 排放的要求，故本标准选择在焙烧窑炉后宜设置湿法脱硫装置。

石灰石/石灰-石膏等各类湿法脱硫是应用最广泛的脱硫系统，技术最为成熟，其应用市场占比已超过90%，近年来随着环境政策加严实施其市

场占用率进一步提高。石灰石/石灰-石膏各类湿法脱硫排放技术包括石灰法、钠钙双碱法、氧化镁法、石灰石/石灰-石膏法等，本标准宜优先采用石灰石/石灰-石膏法，石灰石/石灰-石膏法主要分为空塔喷淋提效技术、复合塔脱硫技术（如旋汇耦合、托盘等）、pH值分区脱硫技术（单塔双循环、单塔双区、塔外浆液箱 pH值分区等）三大类。根据大量排放工程实践情况调研，本标准对不同入口SO₂浓度下的石灰石/石灰-石膏湿法脱硫技术选择原则提出了要求。

氨法脱硫系统用液氨和氨水作为吸收剂，其副产品硫酸铵为重要的化肥原料，在生产过程中不产生废水，技术成熟，本标准对于氨法脱硫技术选择原则提出了要求。

对于烟气循环流化床法脱硫，不产生废水和无需尾部烟道特殊防腐；可采用湿法脱硫相结合。具体方案的选择，应根据吸收剂、水源、脱硫副产品综合利用等条件进行技术经济比较后确定。

3.6.2.5 烧结砖瓦工业大气污染物治理NO_x排放技术路线

长期以来，我国所采用的NO_x排放技术措施主要是“低氮燃烧+选择性催化还原技术（SCR）”，少数治理技术采用了“低氮燃烧系统 + 选择性非催化还原技术（SNCR）”或“低氮燃烧+SNCR+SCR”。

“低氮燃烧 + 选择性催化还原技术（SCR）”，通常采用焙烧窑炉内低氮燃烧系统+焙烧窑炉外多层高效催化剂的方式大幅降低NO_x排放。由于砖瓦生产过程原本焙烧温度就较低，且需要大风量，通过降低反应区内氧的浓度、缩短燃料在高温区内的停留时间、控制燃烧区温度等方法的低氮燃烧技术无法在砖瓦行业实施，砖瓦焙烧窑炉主要采取进一步增加催化剂

填装层数或是更换高效催化剂，系统脱硝效率可达到80%~90%以上或采用湿法脱硫协同高效除尘及脱硝一体化治理技术路线，本标准中所列的焙烧窑炉催化剂装设层数均根据厂家和脱硝厂家目前的设计水平而定，可供工程设计参考。

SNCR脱硝具有投资省，运行费用低的优点，可供工程设计参考。

3.6.2.6 烧结砖瓦工业大气污染物治理排放技术路线

烟气污染治理系统一般包括四个子系统：无组织排放控制系统、除尘系统、脱硫系统和脱硝系统。由于SO₂、NO_x主要依靠脱硝系统和脱硫系统发挥治理效能，只需要对现有方案采用不同的配置即可满足标准排放的要求。例如SCR脱硝技术，采用不同的催化剂层数和催化剂高度，即可达到80%~90%以上的脱硝效率，达到标准排放要求，或采用湿法脱硫协同高效除尘及脱硝一体化治理技术路线达到标准排放要求。同样如石灰石/石灰-石膏等各类湿法脱硫，在其基础上改进而来的复合塔脱硫技术、pH 值分区技术、空塔提效技术等，可达到 SO₂ 不大于100mg/m³ 标准排放要求。

由于无组织排放控制系统和除尘系统主要依靠除尘器来协调统一解决，本标准将这部分设备及要求合并，而除尘系统相对比较复杂，首先除尘系统可选择的设备类型较多，如静电除尘器和近年来发展起来的布袋除尘器、电袋除尘器、电除尘器增效技术、湿式电除尘器等，不同类型的设备所能适应的运行环境、能达到的最高除尘效率都不同；其次，不仅主流除尘系统可以实现除尘功能，包括各类湿法脱硫系统也具有一定的除尘能力。因此，合理地选择除尘技术方案，同时在具有除尘能力的各子系统之间进行最优搭配、耦合，才能够实现经济合理的除尘方案。特别是烧结砖

瓦行业焙烧干燥系统烟气湿度大选择技术方案时，应充分考虑。因此，本标准确定对于采用湿法脱硫的应以除尘器、湿法脱硫和湿式电除尘器等设备对颗粒物脱除能力和适应性为拟定烟气治理排放典型技术路线的首选条件。如前所述，对于采用了湿法脱硫的，本标准中典型路线以颗粒物脱除为例，分为以湿法脱硫高效协同除尘为补充除尘、以湿式电除尘器为补充除尘、以超净电袋复合除尘器作为主流除尘且不依赖补充除尘的排放典型技术路线。由于各种除尘技术之间还存在不同的组合方式从而形成多种颗粒物治理排放技术路线，本标准不逐一列举，实际选择时需结合工程具体情况和污染物治理设施之间的协同作用对各种主流除尘和补充除尘技术进行组合，当烟气湿度不满足除尘器要求时应加烟气除湿系统或选择湿式电除尘器作为补充除尘。

3.6.3 烧结砖瓦工业大气污染物治理无组织排放和颗粒物排放控制系统设计

3.6.3.1 一般规定

3.6.3.1.1 干式电除尘器

由于电除尘器及移动电极电除尘器的一般规定在 JB/T11311、JB/T5906、JB/T5910 中已作了规定，因此本部分主要对烟气冷却器的设计寿命、低低温电除尘系统的灰硫比和烟气温度等提出了要求，其他规定引用了相关标准。

a) 设备寿命

为保障设备安全稳定地运行，根据国内技术水平和国内外设备运行的经验，本部分规定了烟气冷却器的设计使用寿命为 15 年。

b) 低温电除尘系统烟气温度

烟气温度只有烟气温度降至酸露点以下，烟气中的大部分气态的 SO_3 才能转化为液态的硫酸雾，粘附在粉尘表面，大幅降低烟气粉尘的比电阻，改善粉尘性质，并去除烟气中的大部分 SO_3 ，因此低温电除尘器需在烟气酸露点温度以下运行，最低温度应满足湿法脱硫系统温度要求，且需保证灰的流动性，一般为 $85^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$ 。因此，规定低温电除尘系统入口烟气温度为 $90^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ，最低温度应不小于 85°C 。

3.6.3.1.2 湿式电除尘器

本部分对湿式电除尘器的设计寿命和入口烟气温度提出了要求。

a) 设备寿命

湿式电除尘器的设计寿命应与生产装置及配套机组相适应，规定其设计寿命为 20 年。

b) 入口烟气温度

若湿式电除尘器内部运行温度高，水很容易汽化，将导致阴、阳极短路，甚至无法正常运行。所以湿式电除尘器入口烟气需为饱和烟气，入口烟气温度应在饱和烟气温度以下，一般应小于 60°C 。

3.6.3.1.3 电袋复合除尘器、袋式除尘器

电袋复合除尘器与袋式除尘器设置旁路系统时，如果旁路开启，烟气将不经过滤袋过滤而直接从旁路通过到达出口烟道，发生烟气短路。对于电袋复合除尘器而言，虽然烟气经过电场区预除尘，含尘浓度已大大降低，但由于未经过袋区过滤，烟气含尘浓度依然将远远大于排放限值要求；对于袋式除尘器而言，烟气进入除尘器后直接通过旁路到达除尘器出口，排

放将严重超标。因此，为了始终达到颗粒物治理排放要求，本标准规定电袋复合除尘器及袋式除尘器不宜设置旁路系统。

3.6.3.2 电除尘器及其系统设计要求

3.6.3.2.1 干式电除尘器及其系统设计要求

本部分给出了干式电除尘器本体及电气部分的设计要求。本体部分主要对烟气流速、同极间距、灰斗、烟气冷却器等提出了要求；电气部分主要对供电方式和自动控制等提出了要求。其他要求在相关标准中已有规定，如JB/T5910、JB/T11267等，因此，直接引用了相关标准。

a) 本体

1) 烟气流速

烟气流速过大不但会增加二次扬尘，降低电除尘器的除尘效率，而且会增加阻力。为了达到较低的排放，其趋势是减小烟气流速，对于现有电除尘器，其烟气流速一般在1m/s左右。

因此规定干式电除尘器电场烟气流速宜为0.8m/s~1.2m/s。当干式电除尘器采用离线振打技术时，需对其阻断烟气通道后的烟气流速进行一定的限制，因此，当采用离线振打技术时，关闭振打通道挡板门后，建议其烟气流速不大于1.2m/s。另外，还规定了低低温电除尘系统的烟气冷却器内烟气流速宜不大于10m/s。

2) 同极间距

根据实际工程经验，并参考了相关标准要求，规定“同极间距宜为300mm~500mm”。

3) 绝缘子

在电除尘设备中，绝缘系统的工作状况直接影响电除尘高压运行状况。根据长年经验，绝大多数的电除尘器故障来源于电气故障，而电气故障很多来源于绝缘故障，尤其对于低低温电除尘器运行在酸露点以下，对于绝缘子材质选择以及尺寸形式的设计要求显得更为重要。高铝瓷中的95瓷绝缘子以其优越的性能、安全的特点在电除尘器中得到了广泛的应用，特别是95瓷自热防露型高铝瓷绝缘子（功率 250W~1200W）在低低温电除尘器的应用中可替代热风吹扫系统，从而节约能耗高达 85%以上，故障率极低，维护简洁。大大节约了电除尘器的运行成本，提高了设备的可靠性。

4) 灰斗

干式电除尘器灰斗卸灰角度和加热效果应符合JB/T5910的规定。低低温电除尘器灰斗需有更大面积的加热系统以保证灰的流动性及更好的防腐，加热高度宜超过灰斗高度的二分之一，由于加热面积增大，加热所需功率大幅提高，同时为节能和减少厂用电率，建议采用蒸汽加热的方式。

5) 烟气冷却器

烟气冷却器为低低温电除尘系统的重要组成部分，而其设计要求在NO_x、SO₂治理排放控制技术中均无法体现，因此，对烟气冷却器的传热元件、循环工质、吹灰等方面提出了设计要求。其他要求引用了相关标准。H型翅片管具有翅片系数高、翅片温度场均匀等特点，可使受热面布置更加紧凑，有较好的传热效果。因此建议烟气冷却器相关部位采用H型翅片管。此外，为防止H型翅片管防积灰，应配套吹灰系统。他要求引用了相关标准。

b) 电气部分

本部分对干式电除尘器的高压供电电源供电方式、振打清灰自动控制等进行了规定。

干式电除尘器第一、二电场粉尘浓度较大，粉尘粒径也较大，比电阻较低，因此采用高频高压电源收尘效果会更好；末电场粉尘粒径较小，比电阻较高，采用脉冲高压电源收尘效果更好。

3.6.3.2.2 湿式电除尘器设计要求

本部分给出了湿式电除尘器本体及电气部分设计要求。本体部分主要对电场烟气流速、同极间距、壳体、阳极板/管、阴极线、喷淋系统、灰斗、水循环系统等提出了要求；电气部分主要对高压供电装置、绝缘子和接地系统提出了要求。其他要求在相关标准中已有规定，如 JB/T12593、JB/T 5909，因此直接引用了相关标准。

a) 本体

1) 烟气流速

烟气流速会影响湿式电除尘器除尘效率。在流通面积确定后，处理烟气流速增加，则除尘效率相应降低。板式湿式电除尘器选用的烟气流速一般保持在3.5m/s以下，流速太高会影响除尘效率。在收尘面积相同的情况下，蜂窝式湿式电除尘器流通面积比板式湿式电除尘器小，为了保证足够的停留时间，所以烟气流速一般保持在3 m/s以下。

2) 同极间距参考了JB/T 12593，规定湿式电除尘器同极间距宜为250~400mm。

3) 壳体

湿式电除尘器要求接触烟气部分金属构件需防腐，从经济性考虑，壳

体采用普通碳钢衬玻璃鳞片防腐，壳体需满足强度要求，要求壁板母材厚度不小于5mm。

4) 阳极板/管

为达到更好的除尘效果，并参考了JB/T12593，规定板式湿式电除尘器阳极板采用宽平极板，表面不得有锈蚀、明显擦伤和裂纹等影响力学性能的缺陷。蜂窝式湿式电除尘器阳极管截面宜采用内切圆为 $\phi 300\text{mm} \sim \phi 400\text{mm}$ 的正六边形。

5) 阴极线

鉴于湿式电除尘器的工作环境，阴极线宜采用起晕电压低、易冲洗的极线型式，性能要求及检验引用JB/T5913的规定。

7) 喷淋系统

湿式电除尘器不同于干式电除尘器，电场内部若不完善排水措施，喷淋系统工作时会出现积液，因此应合理设置相应排水措施。要长期保持较高的除尘效率，必须不断地将阴阳极上的积灰清除干净。板式湿式电除尘器通常可采用单、双线两种冲洗方式，若采用水膜喷水和冲洗喷水这种双线清灰方式，主设备工作时水膜喷嘴持续工作，在极板上形成不断向下流动的水膜，达到极板清灰的目的。同时，根据主设备的工作情况，适时开启冲洗水喷嘴，使极线和极板局部的积灰得到清洗，进一步加强清灰效果。若采用单线连续清灰方式，必须选用、安装合适的喷嘴和阳极板，同时须对喷嘴排列形式和极配型式进行综合优化，保证其清洗效果。在保证阴阳极表面不产生结垢的前提下，也可考虑采用间歇冲洗的清灰方式，以减少水耗。蜂窝式湿式电除尘器喷淋系统采用定期间断冲洗方式。为了使阳极

管不积灰、结垢，宜每天冲洗一次，每次冲洗时间宜为 5 min~20 min，实际运行可根据锅炉负荷、入口浓度、脱硫运行等情况调整、优化清洗周期。喷淋时，宜自动降低电场的运行强度或关闭电场。

如果喷淋水中杂质较高，会影响喷嘴喷雾的效果，导致湿式电除尘器运行不稳定，收尘效率低，如果氯离子含量过高，则对内件的抗腐蚀性要求高，导致投资较高。因此推荐喷淋补给水水质要求应符合 JB/T 12593 的规定。

8) 水系统

水系统作为湿式电除尘器重要组成部分，同时也是业主日常使用操作较多的系统，应运行安全、可靠简单易行。水系统平面布置应考虑运行、维修人员的操作条件的便利性。喷嘴作为关键零部件，布置方式与喷淋效果密切相关，应布置合理，不存在冲洗死角。

9) 灰斗

从经济性考虑，采用普通碳钢衬玻璃鳞片防腐。

b) 电气部分

1) 高压供电装置

高压供电装置的选型直接影响本体的除尘效率和装置成本，因此作了相关规定。其中板电流密度过高或过低都是不合适的，根据国外技术选型和现场实际运行情况对比，宜取 $0.6\text{mA}/\text{m}^2 \sim 0. \text{mA}/\text{m}^2$ （极板收尘面积）。因各个厂家选型依据不同，蜂窝式湿式电除尘器也可设置线电流密度为 $0.5\text{mA}/\text{m} \sim 1.0\text{mA}/\text{m}$ （极线长度）。

2) 绝缘子

为防止湿式电除尘器绝缘子结露爬电，宜优先采用防露型高铝瓷绝缘子或设置热风吹扫装置，其他要求与JB/T5909的规定一致。湿式电除尘器烟气温度一般在50℃左右，为饱和湿烟气，容易冷凝，因此需采用合适加热方式保持绝缘子室温度。95瓷自热防露型高铝瓷绝缘子（功率250W~1200W）在湿式电除尘器的应用中可替代热风吹扫系统，从而节约能耗高达85%以上，故障率极低，维护简洁。大大节约了电除尘器的运行成本，提高了设备的可靠性。截止目前已经已有86台湿式电除尘器机组安装使用了防露型高铝瓷绝缘子。

3) 接地系统

为了保证设备及通讯等的安全，应提供设备安全接地。

3.6.3.3 袋式除尘器设计要求

本部分给出了袋式除尘器本体、电气控制、清灰系统及预涂灰的设计要求。本体部分主要对袋式除尘器的关键零部件设计要求进行了规定，如花板、滤料和滤袋、滤袋框架等；电气部分主要对除尘器控制系统、超标报警、压差式清灰控制仪等进行了规定；清灰系统主要对脉冲阀、分气箱、清灰压力及回转式脉冲清灰装置相关部件进行了规定；另外，本部分还对预涂灰提出了要求。

袋式除尘器主要有脉冲喷吹类袋式除尘器和回转反吹类袋式除尘器，其技术要求应分别符合 GB/T6719、JB/T 8533 的规定。

a) 本体

1) 花板

花板是袋式除尘器的重要部件，是用于悬吊滤袋的多孔板，在保证其

刚度和强度时，应考虑滤袋挂灰的最差工况。参考相关标准及实际工程与运行经验，规定“其强度应满足悬挂全部滤袋、滤袋框架以及在过滤状态下每条滤袋上挂灰5kg的状态下无变形、扭曲的要求”。

2) 滤料及滤袋

滤袋是袋式除尘器的核心部件，其质量好坏直接影响除尘效果、设备阻力等。滤料和滤袋技术条件应符合GB6719、HJ/T 324、HJ/T 326、HJ/T 327 的规定，滤料老化后的动态除尘效率不宜低于99.98%。另外，根据众多工程实践及试验表明，滤袋的缝制质量对粉尘排放同样有明显的影响，因此应有充分有效的措施减小缝线处的针孔泄漏。GB/T6719中规定滤袋“使用寿命不宜低于自然年限 2.5年”。但目前滤料材料和滤袋制作有了长足的发展，实际除尘工程中使用的滤袋的使用寿命已能达到4年及以上。因此规定滤袋“使用寿命不宜低于4年”。

3) 滤袋框架

滤袋框架是与滤袋直接接触的部件，如果滤袋框架加工不过关，滤袋框架表面有毛刺、焊疤等缺陷，则在清灰过程中会划破滤袋从而导致滤袋损坏，因此，规定滤袋框架应符合JB/T5917的规定。

b) 电气部分

在袋式除尘器需要进行调试或者进行人为运行管理时，需要对其清灰控制进行手动操作。在现场操作柜可用手动控制对各室依次按清灰程序清灰一遍，也可以分别对每个室进行单独清灰。当除尘器处于运行工况时，需要具有自动控制功能。自动控制应具有压差（定阻）和定时两种控制方式，并且可相互转换，便于控制。

袋式除尘器电气控制装置不但需要监控出口排放浓度并具有超标报警功能，而且需要对进出口压差、烟气温度、清灰气源压力、灰斗灰位等进行监控、显示并具有超标报警功能，以达到除尘效率最优。因此，本部分对袋式除尘器电气控制装置进行了相关规定。

压差控制仪是用于袋式除尘器自动清灰的一种控制仪器，其控制精度和运行可靠性直接影响袋式除尘器的清灰效率和运行阻力，因此规定袋式除尘器压差式控制仪应符合JB/T10340的规定。

c) 清灰系统

清灰系统是袋式除尘器的核心设备，清灰是粉尘收集的重要过程，有效的清灰能够增加除尘效率，降低除尘器运行阻力，还能增加滤袋使用寿命。袋式除尘器一般采用脉冲喷吹清灰系统，主要由分气箱、喷吹管、脉冲阀及脉冲控制仪等部分组成。脉冲阀是产生脉冲气流的重要部件，应符合JB/T5916 规定。另外，对淹没式脉冲阀的安装提出了要求。分气箱内存储介质为压缩空气，其设计、制造和检验应符合TSG R0003的要求，TSG R0003 未规定部分按JB/T10191要求。根据实际工程经验，行喷式脉冲清灰压力宜为0.25 MPa~0.35MPa，回转式脉冲清灰压力宜为0.085 MPa，回转机构驱动电机功率应不小于0.37kW。为了能够实现不停机保养维修，回转式脉冲清灰装置的转动部件应置于除尘器本体保温层之外。

d) 预涂灰

窑炉在用燃油点火时，一些未燃尽的油雾会随烟气进入滤室，烟气通过滤袋时，油雾将粘附在滤袋表面，使滤袋的清灰能力下降。预涂灰可防止油雾粘附于滤袋表面。另一方面，含尘烟气能极容易地穿过新的滤料，

其中一些尘粒会在滤料内部堆积，使滤袋的阻力渐渐增大并产生不可逆的后果。良好的预涂灰技术可减少烟尘侵入滤布内部，防止滤孔堵塞，延长滤布寿命，还能减小设备运行阻力，延长清灰周期。因此，袋式除尘器在正常运行前需进行预涂灰处理。根据袋式除尘器实际运行的经验，对其预涂灰系统提出了一定的要求。

3.6.3.4 电袋复合除尘器设计要求

电袋复合除尘器是电除尘器和袋式除尘器的有机结合，其电区的同极间距、阳极板、阴极线等的设计要求同干式电除尘器，其袋区的花板、滤料和滤袋、滤袋框架、脉冲阀等的设计要求同袋式除尘器，此处不再赘述。气流分布是电袋复合除尘器的关键技术问题之一，良好的气流分布不仅能增加除尘器除尘效率，还能延长滤袋使用寿命，降低运行阻力。若气流分布不均，则滤袋之间的过滤风速发生差异，过滤风速高的滤袋过滤精度下降，将影响整体出口排放浓度。同时滤袋的压损较大和外围流速较高，容易引起该区滤袋物理性破损。通过在电袋复合除尘器不同位置（尤其是电区和袋区结合处）采用合理的气流分布措施，可以有效控制除尘器内气流分布，减少气流对滤袋的冲刷，增加滤袋使用寿命，提高除尘效率。电袋复合除尘器气流分布模拟试验应符合JB/T12114的规定。

3.6.3.5 二次污染控制措施

主要对湿式电除尘器阳极管及喷淋废水等方面提出了要求，袋式除尘器和电袋复合除尘器主要对废旧滤袋的处理方式提出了要求，其余同JB/T5910。

3.6.4 烧结砖瓦工业大气污染物治理 SO₂ 排放控制系统设计

3.6.4.1 一般规定

湿法烟气脱硫参考流程有石灰法、钠钙双碱法、氧化镁法、石灰石法和石灰石/石灰-石膏湿法、烟气循环流化床法、氨法脱硫应遵守HJ/T179、HJ/T178、HJ462和HJ2001的一般规定。同时，为更好地适应治理排放需要，一般规定中对脱硫系统适用性条件、脱硫装置入口烟尘浓度、协同控制、非正常工况下的系统安全稳定性等提出了原则要求。

海水脱硫治理排放本标准不涉及相关内容。

3.6.4.2 脱硫系统流程

满足SO₂治理排放的石灰法、钠钙双碱法、氧化镁法、石灰石法湿法烟气脱硫及石灰石/石灰-石膏湿法脱硫空塔喷淋提效装置、烟气循环流化床脱硫和氨法脱硫主要是基于技术增容，流程可直接参照HJ/T179、HJ/T178、HJ462和HJ2001，本标准主要对湿法烟气脱硫石灰法、钠钙双碱法、氧化镁法、石灰石法等参考流程进行了描述和要求，重点对典型石灰石/石灰-石膏湿法脱硫排放技术流程进行了图示描述，详见本标准附录E；主要内容：

3.6.4.3 湿法脱硫工艺流程系统

3.6.4.3.1 HJ462 湿法脱硫装置一般由脱硫剂制备与输送系统、吸收系统、脱硫渣处理系统、烟气系统、自控和在线监测系统等组成。

3.6.4.3.2 湿法烟气脱硫参考工艺流程有石灰法脱硫流程（图1）、钠钙双碱法脱硫流程（图2）、氧化镁法脱硫流程（图3）、石灰石法脱硫流程（图4）和石灰石/石灰-石膏湿法脱硫流程等。

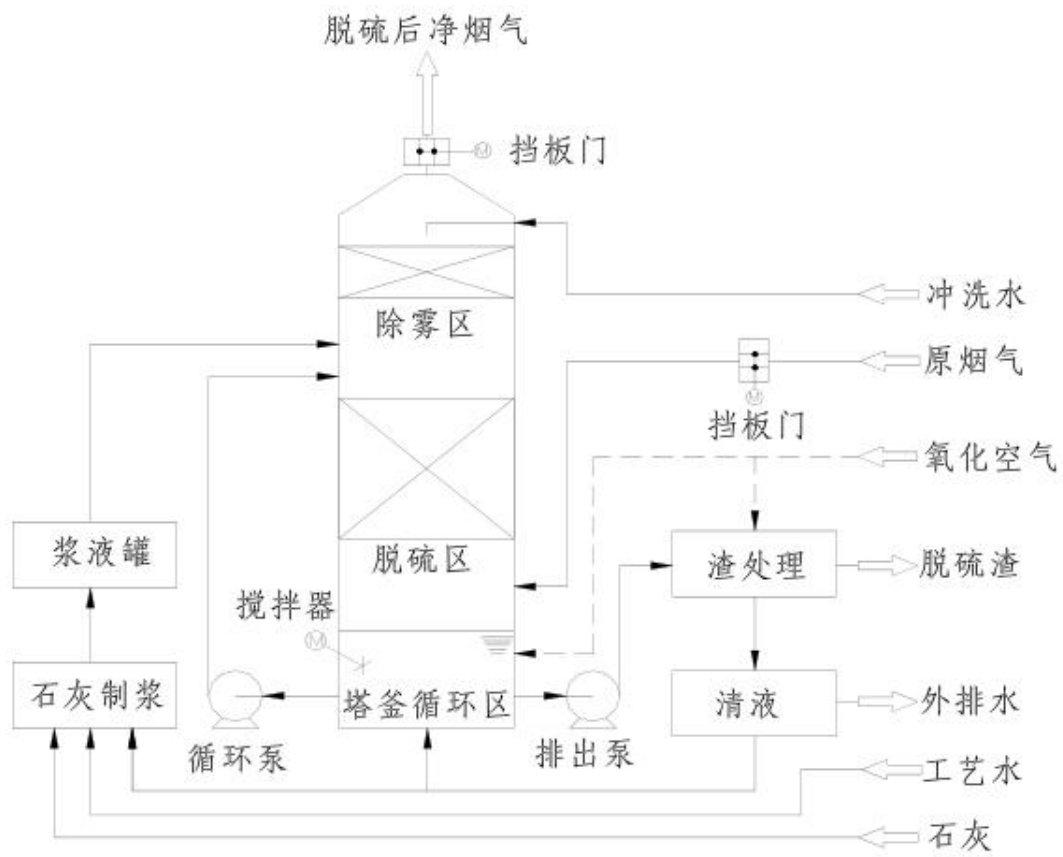


图 1 石灰法脱硫流程

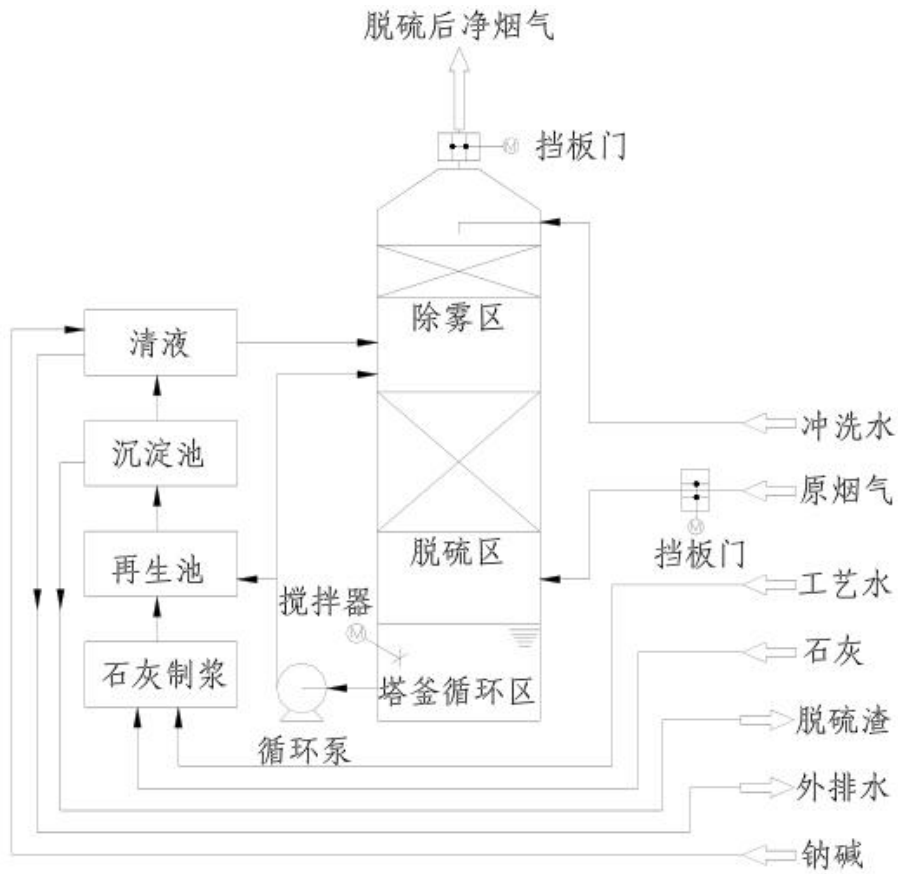


图 2 钠钙双碱法脱硫流程

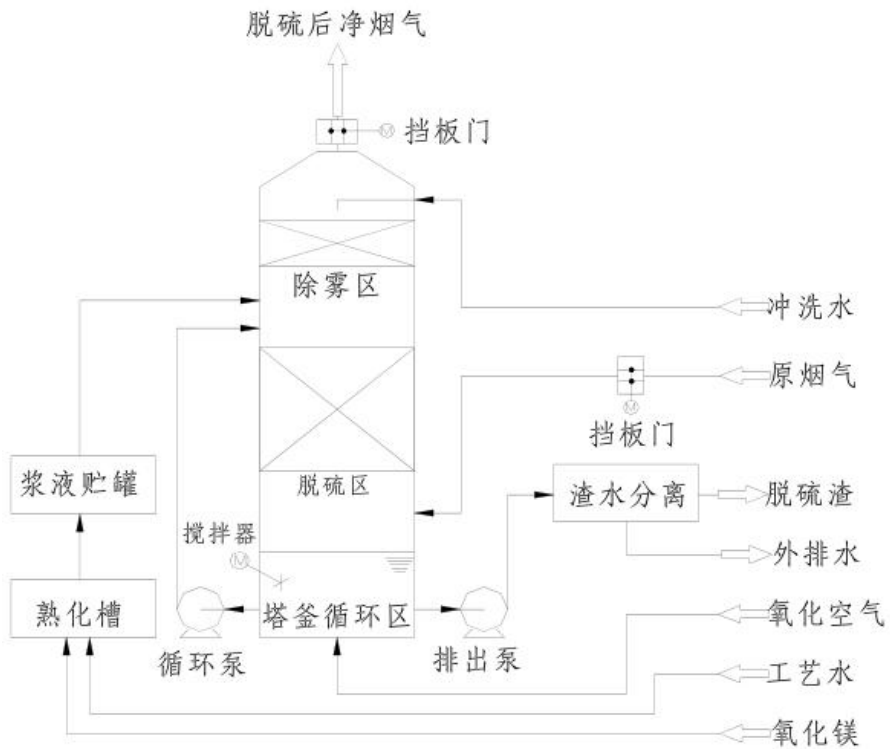


图 3 氧化镁法脱硫流程

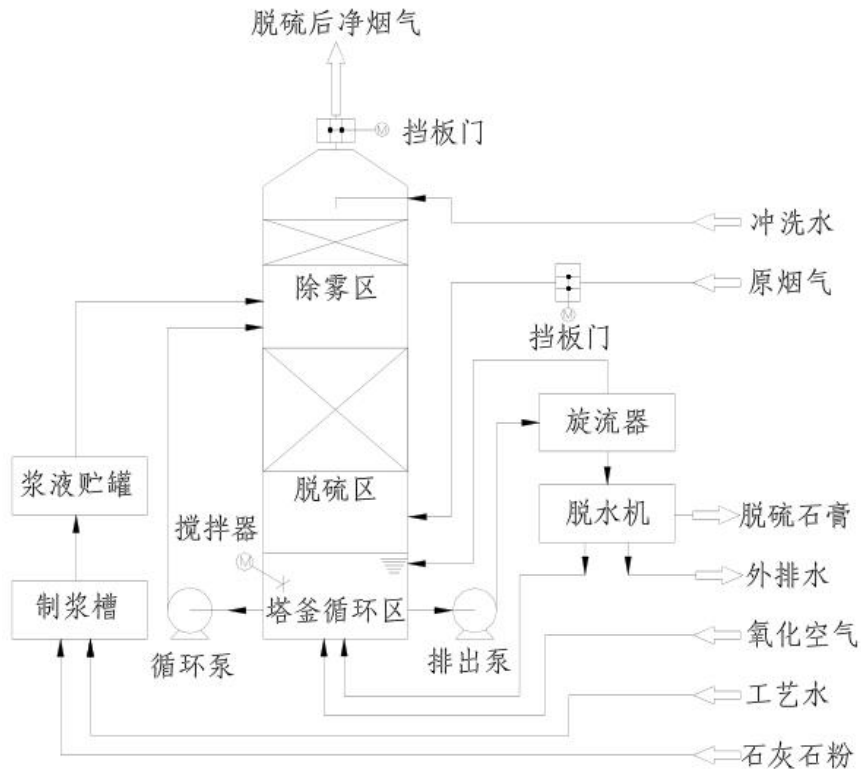


图 4 石灰石法脱硫流程

3.6.4.3.3 湿法脱硫工艺脱硫剂的选择

3.6.4.3.3.1 湿法脱硫工艺脱硫剂的选择应充分考虑当地可用的各种脱硫剂资源、运输条件，并结合脱硫渣的利用与处置情况、技术经济指标，经综合比选后确定。

3.6.4.3.3.2 当厂址附近有可靠的新鲜电石渣可利用时，宜优先选用电石渣作为脱硫剂，电石渣中氢氧化钙（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）含量宜大于 75%（干基），酸不溶物宜小于 5%（干基）。

3.6.4.3.3.3 选用石灰作为脱硫剂时，石灰中氧化钙（ CaO ）含量宜大于 75%，酸不溶物宜小于 5%（干基）；选用消石灰粉做脱硫剂时，消石灰粉中氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 含量宜大于 90%（干基），酸不溶物宜小于 3%（干基）。

3.6.4.3.3.4 选用氧化镁作脱硫剂时，氧化镁（MgO）含量宜大于 85%，酸不溶物宜小于 3%（干基）。

3.6.4.3.3.5 选用石灰石粉作为脱硫剂时，石灰石粉中碳酸钙（CaCO₃）的含量宜大于 90%，石灰石粉的细度应保证 250 目 90%过筛率。

3.6.4.3.4 脱硫剂浆液的制备

3.6.4.3.4.1 脱硫剂浆液制备系统应设置脱硫剂的计量装置，脱硫剂浆液的浓度应控制在允许的范围内，脱硫剂浆液的浓度与消耗量宜纳入自动控制系统。

3.6.4.3.4.2 石灰或氧化镁作为脱硫剂时，浆液细度应至少保证 200 目 90%的过筛率，否则应设置预处理系统。当采用电石渣等碱性废渣作脱硫剂时，应设置脱硫剂预处理系统。

3.6.4.3.4.3 脱硫剂浆液制备系统宜设为公用系统，宜按两套或多套脱硫装置合用一套浆液制备系统设置。

3.6.4.3.4.4 脱硫剂浆液制备系统的出力应按设计工况下脱硫剂消耗量的 150%设计，脱硫剂浆液贮罐的容量宜不小于设计工况下 2h 的浆液消耗量。

3.6.4.3.4.5 脱硫剂用量大于 3t/d 时，宜采用自动加料系统。

3.6.4.3.4.6 脱硫剂的贮存宜采取必要的措施防止脱硫剂吸潮、变质与板结。

3.6.4.3.5 脱硫剂输送系统

6.4.3.5.1 粉状脱硫剂的装卸宜采用气力输送或提升机等密闭装卸方式，粉料仓的设计容积应不少于 2d 的脱硫剂消耗量。

3.6.4.3.5.2 每台脱硫塔宜设置两台脱硫剂浆液供应泵，一台运行，一台备用。脱硫剂浆液供应量的控制宜通过变频调速等办法来实现，并纳入自动控制系统。

3.6.4.3.5.3 浆液管道设计时应根据介质特性，选择合适的材质与流速。

3.6.4.3.5.4 浆液管道上的开关阀门宜选用蝶阀。

3.6.4.3.5.5 浆液管道上应有排空和停运后的冲洗设施。

3.6.4.3.5.6 浆液罐/池应根据介质的特性采取可靠的防腐措施，防腐材料可按 3.3.2.1.1 的要求选取。

3.6.4.3.5.7 所有浆液罐/池均应装设防沉积装置，如加装浆叶式搅拌器、气力/水力搅拌装置等。

3.6.4.3.6 吸收系统

3.6.4.3.6.1 每台窑炉宜配置一台脱硫塔。

3.6.4.3.6.2 进入脱硫塔前的烟气温度超过 150℃时宜设置必要的烟气降温系统，进入脱硫塔前的烟气温度偶尔超过 150℃时宜设计应急降温设施。

3.6.4.3.6.3 脱硫后烟气应经除雾器脱水后才能进入烟囱，除雾器出口烟气中雾滴的设计浓度宜小于 75mg/m³。

3.6.4.3.6.4 除雾器宜设置在脱硫塔内，装在塔内的除雾器应设置清洗装置。除雾器的形式与安装位置应充分考虑检修维护方便。

3.6.4.3.7 循环泵入口宜装设滤网。

3.6.4.3.7.1 脱硫塔外应设置供检修维护的平台和扶梯，平台设计荷载不得小于 4000N/m²，塔体及烟道应设置足够的人孔或检修孔。

3.6.4.3.7.2 脱硫塔及其内部结构应考虑防磨、防腐、防冲刷。

3.6.4.3.8 其他要求应符合 HJ462 的规定

3.6.4.4 石灰石-石膏湿法脱硫设计要求

3.6.4.4.1 烟气系统

烟气系统工艺设计主要沿用HJ/T179的规定，并根据近年来的环保形势发展及设计及运行经验，对烟气系统设计要点进行了一定补充。

3.6.4.4.2 吸收塔系统

石灰石/石灰-石膏湿法脱硫技术主要区别在吸收塔内部设备配置和关键参数控制上，本部分分别对具有代表性的单塔双循环、单塔双区、塔外浆液箱pH值分区等pH值分区脱硫技术和旋汇耦合、托盘等复合塔脱硫技术吸收塔系统中的参数要求进行了规定。

a) 通用要求

此部分为脱硫技术设计均遵循的规定，主要是根据近年来的环保形势发展及设计及运行经验，结合排放需要对HJ/T179进行了一定补充。

b) pH 值物理强制分区双循环脱硫技术

石灰石/石灰-石膏湿法脱硫脱硫效率受多种因素影响，包括1) 液气比，2) 浆液 pH 值，3) 烟气流速，4) 吸收剂特性，5) 流场均匀性，6) 洗涤浆液粒径等。在空塔喷淋范畴内，尤以浆液pH对脱硫效率的影响最为显著。

pH值物理强制分区双循环（单塔双循环）脱硫技术为了克服单循环石膏氧化结晶低 pH 与 SO₂ 吸收高 pH 之间的矛盾，对吸收塔浆液进行物理分区，它采用双 pH 的控制方案，对两个循环的浆液 pH 值、液位、密度等参数分别控制，实现高效脱硫和石膏氧化结晶的不同效果，使得吸收塔

能够高效、稳定、连续运行。

单塔双循环吸收塔为双循环系统的主要设备，相对于空塔湿法脱硫，增加了二级循环浆液收集盘、喷淋层等设备，吸收塔高度大幅增加，收集盘的支吊形式需满足流场和防腐要求。

1) 二级循环浆液收集装置

单塔双循环为了从吸收塔收集二级循环浆液到塔外二级循环浆液箱，同时使得主塔烟气顺利流入二级循环洗涤，需要设置二级循环浆液收集装置，装置包括设置于二级浆液喷淋层下方的二级循环浆液收集导流锥、二级循环浆液收集盘吊杆和二级循环浆液收集盘。

当脱硫烟气经过二级循环浆液收集装置时，烟气能够均匀顺利的流出，起到均流器的作用，同时使得烟气阻力尽量小。导流锥的设置使塔内气体经收集盘整流后，气流分布均匀，气液接触良好，减少了单循环常遇到的死角，提高了塔内的空间利用率。二级循环浆液收集装置包括：1) 设置于二级浆液喷淋层下方的二级循环浆液收集导流锥；2) 二级循环浆液收集盘吊杆；3) 二级循环浆液收集盘。沿塔壁环形布置的导流锥和中心放置的收集盘共同形成环形通道，使烟气自下而上由一级循环进入二级循环，环形通道面积大致为双循环吸收塔横截面积的一半。

由于烟气在二级循环中水蒸发量基本为零，但是除雾器冲洗水会通过双循环吸收塔的收集盘流入二级浆液箱，降低二级浆液密度。为保证系统整体正常的浆液密度，需加装二级循环石膏浆液旋流装置（旋流泵和旋流站）。旋流器的溢流和底流分别进入一级、二级循环，从而调节吸收塔浆液池和二级循环浆液箱中浆液的含固量，实现系统浆液密度的连锁控制。通

过二级浆液旋流泵和二级浆液旋流站可控制二级浆液含固量在 10%~18% 之间。

2) 浆液 pH 值

浆液pH值是一个非常重要的参数，直接影响脱硫效率、浆液中的石灰石溶解过程、石膏的结晶氧化速率以及系统运行安全稳定性。

①浆液pH值对石膏结晶氧化的影响

一级循环中的反应主要是亚硫酸钙氧化成石膏、石灰石溶解和烟气预处理，pH值范围控制在4.5~5.3，温度50℃~60℃。

研究表明，浆液的pH值会影响HSO₃的氧化率，pH值在4~5之间时氧化率较高，pH值为4.5时，亚硫酸盐的氧化作用最强，特别是对于高硫煤，氧化空气系数可以大大降低，从而大幅降低氧化风机的电耗；随着pH值的继续升高，HSO₃的氧化率逐渐下降，当pH>5.3时，氧化速率急剧下降。实验测得亚硫酸盐的氧化率随pH值的变化。

②浆液pH值对石灰石溶解的影响

实验测得脱硫浆液中石灰石含量随pH 值的变化情况，当pH 值4.5增加至6.0时，脱硫浆液中石灰石含量从0.145 g/L增至0.399 g/L，增加比较缓慢；而当pH值大于6.0时，脱硫浆液中石灰石含量急剧增加；pH值从6.0增至6.5时，石灰石含量从0.399g/L增至1.420 g/L，表明石灰石在高 pH 环境中溶解度降低。

综合①②的分析，就石灰石溶解、亚硫酸钙氧化为硫酸盐及石膏的生成而言，一级循环的最佳 pH值应维持在4.5~5.3的区间。

③ 浆液pH值对脱硫效率的影响

浆液pH值影响脱硫效率的作用机理可以从热力学和动力学两方面进行分析。首先，在热力学方面，高pH值浆液会使得水吸收SO₂的化学平衡向右移动，促进SO₂的溶解、水合和解离；其次，随着浆液pH值的增大，SO₂的平衡总浓度迅速增高，这就使得吸收塔中烟气中的SO₂向浆液传质的推动力显著增大，有利于吸收过程的进行，进而提高脱硫效率。二级循环主要是对烟气的脱硫洗涤过程，由于不用考虑石膏氧化结晶问题，所以pH值可以控制在非常高的水平，可以大大降低循环浆液量。pH值范围控制在5.8~6.2，温度50℃~60℃。喷淋浆液中过量的石灰石很容易使浆液pH值迅速达到6.0左右并保持这一水平。

吸收塔体的脱硫率随pH值的增加而增加，而当pH值大于6.2后，由于石灰石溶解速率的降低以及不溶亚硫酸钙在石灰石表面的钝化作用，导致pH值的变化对脱硫效率影响不明显。

双循环两级系统延长了石灰石的停留时间，特别是在一级循环中pH值很低，实现了颗粒的快速溶解，可以使用品质稍差和粒径较大的石灰石，降低磨制系统电耗。

3) 为确保脱硫副产物的氧化，应确保氧化风机的正常运行，通常1台运行，并备用一套配置。

4) 检修孔的设置主要为考虑二级循环浆液箱内搅拌器、滤网等部件的检修。

5) 为防止二级循环浆液箱内的浆液沉积，需在浆液箱内配置搅拌系统。

c) pH值自然分区脱硫技术

pH 值自然分区（单塔双区）脱硫技术以在脱硫塔底部浆液池内加装分区隔离器和向下引射搅拌系统或类似装置的形式，实现双pH 值条件下吸收及氧化，有利于实现高效脱硫和提高石膏氧化结晶效果。本部分主要从以下方面提出要求：

1) 对pH 值自然分区脱硫技术主要特点进行说明。

2) 预除尘水喷雾系统主要针对吸收塔入口超高硫分和超高烟尘（烟尘浓度超过 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ）的工程，只有超高硫分和超高烟尘同时满足时才须设置此系统。

3) 吸收区域设置均流筛板对脱硫和除尘具有同时提效作用，但应考虑吸收塔的整体阻力，设置数量应不超过2个；当脱硫入口 SO_2 浓度小于 $6000\text{mg}/\text{m}^3$ 时，均流筛板宜设置在所有喷淋层下方；当脱硫入口 SO_2 浓度大于 $6000\text{mg}/\text{m}^3$ 时，均流筛板宜设置在喷淋层之间，具体位置应根据软件计算得出。

4) 增效环不必在每层喷淋层下面都设置，具体层数应根据实际设计条件来确定，但至少应设置一层。

5) 分区隔离器应与氧化空气管网组合应用，氧化空气管网依托分区隔离器支撑，分区隔离管的位置、数量和管径应由专业软件设计得出。

6) 应控制分区隔离区上部浆液pH值 $4.8\sim 5.5$ ，下部浆液pH值 $5.5\sim 6.3$ 。

7) 对于新建工程，吸收塔浆池搅拌应采用射流搅拌系统，这样对浆池的pH值分区具有提升作用。对于改造工程，应综合考虑改造条件，可以保留原有的其他类型的搅拌装置，此时也应设置分区隔离器对浆池pH值分

区。

8) 对于每座吸收塔宜设置两台射流泵，一用一备；正常运行时，射流泵采用下吸入口抽取浆液，当射流泵故障进行在线维修或更换泵（在此期间，吸收塔一直在运行）后，射流泵应上吸入口抽取浆液，运行10min后再切换至下吸入口抽取浆液；射流搅拌喷嘴采用大流量喷嘴不易堵塞，喷嘴喷射覆盖面应大于90%的吸收塔横截面；正对于喷嘴下方的吸收塔底板区域由于承受着喷射浆液的强烈冲击，应采取耐冲刷防磨措施，常用的措施为在底板上铺设花岗岩。

d) pH 值物理强制分区脱硫技术

pH 值物理强制分区（塔外浆液箱pH值分区）脱硫技术原理较类似于单塔双区技术，即在脱硫塔附近设置了塔外浆液箱，增加总的浆液停留时间，实现了pH值的物理强制分区调控，有利于实现高效脱硫和提高石膏氧化结晶效果。

实验研究pH值随时间的变化吸收塔浆液中由于吸收了SO₂使得pH值较低，浆液中的H⁺大量增加，导致石灰石与H⁺反应并不断溶解，浆液pH 值存在短暂的快速升高区域，随着H⁺的消耗，pH值升高的速度变缓。在一定的停留时间内，pH值呈现“降低-快速升高-缓慢升高”的规律。说明在一定范围内，浆液停留时间增加，可提高脱硫浆液pH 值。

浆液pH值是否分区对脱硫效率的影响规律说明通过调整浆液停留时间实现浆液pH值的分区控制成为提高脱硫效率的重要方法之一。

采用物理强制pH值分区脱硫技术长时间运行脱硫塔内浆液与塔外浆液箱浆液的pH值情况，物理强制pH值分区效果明显，塔外浆液箱浆液pH值

与脱硫塔内浆液pH值差值基本在 0.2~0.5。塔外浆液箱的高pH值对应吸收塔的喷淋层的最上部，有效提高脱硫塔对SO₂的脱除能力，显著提高脱硫效率。

本部分主要从以下方面进行说明和提出要求：

1) 对物理强制pH值分区脱硫技术包含的主要系统进行说明。主要特点是增加了塔外浆液箱系统并配套循环泵，基于塔外浆液箱内浆液pH高于脱硫塔内浆液pH的特点，配套的循环泵主要用于脱硫塔内上部喷淋层的喷淋。

2) 塔外浆液箱作为脱硫塔的辅助系统，与脱硫塔保持一定的距离可以适当增加浆液的停留时间，但从系统的功能和总平面布置考虑，两者间距不宜过大，规定其壁板距离宜小于5m。

3) 塔外浆液箱的容积不宜过小，否则会影响塔外浆液箱的pH值，根据实验研究和工程应用研究，为保证足够的停留时间，塔外浆液箱的容积最少按其连接的所有循环泵额定工况下输送浆液量停留时间不小于1min设计。

4) 对塔外浆液箱与脱硫塔的连接方式进行了规定，为保证脱硫塔和塔外浆液箱连接的所有循环泵的工作条件一致，在浆液区与浆池相连接的同时，塔外浆液箱的上部空气区应与脱硫塔烟气空间相连。

5) 为提高塔外浆液箱内pH值回升速率，建议塔外浆液箱配套氧化空气系统；考虑到系统的协调统一性，建议其氧化空气系统与脱硫塔内浆池氧化空气系统整体考虑。

6) 与脱硫塔类似，为防止塔外浆液箱内的浆液沉积，建议在塔外浆

液箱配套设置搅拌系统。

7) 从实现更高的脱硫效率和循环泵的运行可靠性两方面考虑, 建议塔外浆液箱配套的循环泵不少于2台并对应脱硫塔内上部喷淋层。

8) 结合大量的工程应用数据和理论研究, 推荐脱硫塔和塔外浆液箱的浆液pH值分别控制在5.2~5.8之间和5.6~6.2之间。

9) 主要考虑了塔外浆液箱内搅拌器等的检修, 设置检修孔。

d) 湍流器持液 脱硫 技术

湍流器持液(旋汇耦合)脱硫技术吸收塔系统相对传统的空塔结构部件有所增加, 主要是在吸收塔内增加了加强气液传质以提高脱硫效率的湍流器(旋汇耦合装置)和实现高效除尘除雾功能的管束式除雾器。

1) 旋汇耦合装置

旋汇耦合装置是旋汇耦合脱硫技术的核心部分, 本部分规定了旋汇耦合装置的安装位置以及安装精度要求。

湿法脱硫吸收传质过程可分三个步骤: 溶质由气相主体扩散到气液两相界面; 穿过相界面由液相界面扩散到主体。

吸收反应很快, 在液相中任一点化学反应都达到了平衡状态, SO_2 一旦到达界面, 就在界面与液体反应达到平衡, 但由于反应是可逆的, 界面必有平衡分压, 在界面由于有大量的反应发生, 其液相吸收剂的活性组分浓度相应减少, 而反应物浓度相应增加。因此, 界面 SO_2 的平衡分压必较液流主体要高一些, 这就在液膜中产生了界面未被完全反应的 SO_2 组分向液流主体扩散和继续反应的倾向。

取单位面积微元液膜进行考察, 其离界面深度为 x , 微元液膜厚度

为 dx 。从界面情况分析，被吸收组分 SO_2 一到达界面，一部分立即被反应成平衡状态，在界面上，由于活性组分碳酸钙浓度较低，而产物亚硫酸钙浓度较高，因此界面处 SO_2 组分必向平衡分压较低的液流主体方向扩散，同时，界面上已经反应了的 SO_2 组分将以生成物亚硫酸钙的形式向液体主体扩散，而未反应的 SO_2 则以溶解态的 SO_2 继续向液体主体方向扩散， SO_2 的吸收速率等于已反应了的 SO_2 组分与未反应的 SO_2 组分向液膜扩散速度之和。

旋汇耦合技术主要利用气体动力学原理，通过特制的旋汇耦合装置产生气液旋转翻腾的湍流空间，气液固三相充分接触，大大降低了气液膜传质阻力，提高了传质速率，从而达到提高脱硫效率的目的。同时，相比传统空塔喷淋可有效降低液气比，降低循环浆液喷淋量。

脱硫系统传统喷淋设备的性能会随着机组负荷的增加出现减弱，这主要是因为液气比变小所致。高负荷时喷淋层效果削弱，但旋汇耦合装置持液强化传质起更大作用，二者叠加的效果能维持高的脱硫效率。

为保证高效传质效果以及一定的液膜厚度，同时控制持液层厚度防止较高的阻力，旋汇耦合层的叶片角度、安装平整度、距离入口烟道距离喷淋层的位置都是十分重要的因素，根据流态模拟数据以及上百台工程项目的验证，规定旋汇耦合装置底面距离吸收塔入口烟道与塔壁接口最高点1000mm以上，旋汇耦合装置顶部距离最下层喷淋层中心间距2.5m为宜，不小于1.5m，以满足系统的高效稳定运行。

2) 管束式除尘除雾器

管束式除尘除雾器是旋汇耦合技术中高效协同除尘的核心设备，该设备安装在吸收塔内原除雾器位置，但其结构形式与传统除雾器完全不同。

本部分对管束式除尘除雾器的结构、安装形式、冲洗水布置等作了详细的规定。以旋汇耦合脱硫技术为例，在脱硫吸收塔顶部安装了管束式除尘除雾器，主要针对脱硫系统进出口颗粒物。

加装了管束式除尘除雾装置的旋汇耦合脱硫吸收塔，对不同粒径范围内的颗粒物及雾滴均有脱除效果，可以有效的促进细小颗粒物的凝并，实现湿法脱硫高效协同除尘。

e) 均流筛板持液脱硫技术

均流筛板持液（托盘）脱硫技术能显著改善吸收塔内烟气分布，这直接决定着吸收塔内的传质、传热和反应进行程度。托盘上保持的一层浆液，沿小孔均匀流下，形成一定高度的液膜，使烟气在吸收塔内与浆液的接触时间增加，当烟气通过托盘时，气液充分接触，托盘上方湍流激烈，强化了SO₂向浆液的传质，形成的浆液泡沫层扩大了气液接触面，提高吸收剂利用率，可有效降低液气比，降低循环浆液喷淋量。同比空塔吸收塔脱硫技术，托盘强化传质脱硫塔通过持液层，传质更为充分，更有利于脱硫塔内气流的均布。

本部分主要从以下方面进行说明和提出要求：

1) 对均流筛板持液脱硫技术的主要构成和特点进行了说明。

2) 对均流筛板结构特点和强度进行了规定。托盘开孔率越小，持液层高度越高，传质强度越大，同时阻力越大；但开孔率过小会形成“液泛”，对脱硫系统带来负作用。一般开孔率在35%左右，取值范围宜为28%~40%。厚度和孔径的取值综合考虑了均流筛板的受力特性和制作强度，厚度一般为1.5 mm~3mm，孔径一般为25 mm~35mm。荷载主要考虑的均流筛板可以

作为上部喷淋层检修平台使用，设计值不低于 2kN/m^2 。

3) 均流筛板的位置影响了烟气流场、烟气与浆液的湍流强度，根据数十个项目的设计与工程经验对其位置参数进行了推荐。

4) 对均流筛板的制作和安装进行了规定。为考虑现场安装方便，均流筛板一般采用模块化制作。为防止烟气短路，均流筛板模块间、模块与吸收塔壁间需进行密封。

5) 考虑到现有脱硫塔改造工作量尽量小，同时满足液气比的要求，两台循环泵可对应一层喷淋层，设置为交互式。

6) 均流筛板的孔径具备过滤作用，管道滤网有一定的阻力，不建议在循环浆液泵和石膏排出泵的入口管道设置滤网。

3.6.4.4.3 其他系统

上述石灰石/石灰-石膏湿法脱硫技术的吸收剂制备、副产物处理系统、浆液排放和回收系统、脱硫废水处理系统与HJ/T179并无区别，因此直接引用了相关标准。

3.6.4.3.4 湿法脱硫高效协同除尘

湿法脱硫高效协同除尘治理排放工程实践表明，湿法脱硫系统对颗粒物的协同控制性能，直接影响治理排放技术路线的选择。近年来随着技术的不断发展涌现出的旋汇耦合、托盘塔等复合塔技术，从设置气液接触传质强化组件、降低除雾器出口液滴浓度两方面着手，加强了浆液碰撞捕获粉尘的性能，降低了浆液携带出的石膏及石灰石颗粒，可实现脱硫系统70%以上综合除尘效率，实现湿法脱硫系统入口烟尘浓度 30mg/m^3 条件下出口颗粒物浓度达到 10mg/m^3 以内的排放要求，在湿式电除尘技术外形成了

一条新的颗粒物排放技术路线。

湿法脱硫协同高效除尘系统主要形式是以提高原有湿法脱硫系统传质、除雾性能为基础，同时对控制颗粒物有良好效应，实现脱硫系统后净烟气颗粒物浓度即可满足排放要求。现阶段兼具有高效协同除尘功能的设备包括管束式除雾器、高效屋脊除雾器及声波除雾器等，兼具有高效协同除尘功能的组件包括湍流器、均流筛板等强化气液传质的组件。

本部分对湿法脱硫高效协同除尘的有关措施、性能指标进行了规定。

3.6.4.5 烟气循环流化床脱硫设计要求

烟气循环流化床脱硫系统设计主要沿用HJ/T178的规定，针对治理排放需要，主要从以下方面进行改进：

1) 吸收塔应该采用多段长程高效反应形式，以保证高脱硫效率。要求床层更高更稳定，脱硫反应温度更稳定可控。水喷枪应采用超细雾化回流式喷枪，以保障吸收塔喷水雾化液滴的细度要求。

2) 脱硫除尘器采用高浓度袋式除尘器，一般采用低压旋转脉冲布袋除尘器形式，滤料采用超细纤维纺织，滤布克重高于575g/m²，笼骨的强度要求高以适应高浓度需要，过滤风速要进一步降低，一般要求在0.7m³/m²·min以下。

3) 消化器宜采用高活性三级长程干式消化器。

3.6.5.6 氨法脱硫设计要求

氨法脱硫系统设计主要沿用HJ2001的规定，针对治理排放需要，主要从以下方面进行改进：

1) 应采用复合塔结构，通过设置塔盘强化吸收、降低液气比，实现

经济运行。

2) 氨法脱硫系统有不同的技术，采用的塔型、吸收流程等等皆有差异，但对氨法脱硫的吸收塔压力进行了统一规定。

3) 需要采用更多的喷淋层数，故对喷淋层进行了规定。

4) 吸收塔内应设置控制氨逃逸、细微颗粒物控制等的装置。

5) 对吸收剂供应提出了规定。

3.6.4.7 二次污染控制措施

氨法脱硫系统的氨逃逸浓度、氨回收率是防治氨法脱硫二次污染，体现先进性、经济性的重要参数，治理排放与HJ2001在此要求不同，特别进行了规定。

其他的有关副产物、噪声、二次扬尘、废水的处置措施，与HJ/T179、HJ/T178、HJ462、HJ2001的规定并无不同，因此直接引用了相关标准。

3.6.5 烧结砖瓦工业大气污染治理NO_x排放控制系统设计

3.6.5.1 一般规定

本部分对于烧结砖瓦企业烟气大气污染治理NO_x排放系统设计应遵循的原则进行了规定：NO_x排放技术选择时应注重源头控制、全负荷脱硝要求、与主体工程相匹配协调。结合烧结砖瓦生产特点要求，明确提出本标准SCR脱硝技术相关内容的适用范围。

3.6.5.2 系统流程

SCR脱硝流程相对成熟，适合于烧结砖瓦特点，流程参考GB/T21509、GB/T31584。

3.6.5.3 NO_x 生成与控制原理

燃料燃烧过程中产生的NO_x主要是NO和NO₂，在通常的燃烧温度下NO占90%以上、NO₂占5%~10%。按照NO_x生成机理，一般可以分成热力型NO_x、快速型NO_x和燃料型NO_x。

热力型NO_x在高温燃烧时空气中氮氧化物产生，主要影响因素有：①温度，低于1800K时热力NO_x生成量比较低，高于1800K后每增加100K，热力型NO_x生成反应速度增加6~7倍；②空气过剩系数，热力型NO_x和氧浓度的平方成正比，实际情况中因过多空气会降低火焰温度而存在峰值；③停留时间，生成NO_x的化学速度相对较慢，NO_x随停留时间的增加而增加直到达到最大值。

快速型NO_x生成在火焰面内部，碳氢化合物燃料过浓时在反应区附近会快速生成，在焙烧窑炉中一般在5%以下。

燃料型NO_x由挥发分N生成的占60~80%，由焦炭N生成的占20~40%。在非高温运行的窑炉中燃料型NO_x占大部分，一般在82%左右，主要因素影响有：①燃料含N量；②燃料N的存在形式；③燃料中含氧量；④挥发分含量和挥发分中的元素；⑤煤中所含矿物质的影响；⑥水分的影响；⑦窑炉内温度水平；⑧过剩空气系数；⑨预热空气温度；⑩煤粉细度等。

根据上述原理和烧结砖瓦生产特征，烧结砖瓦工业的主要NO_x是以燃料型NO_x为主，控制原燃料NO_x是砖瓦工业生产过程中控制NO_x的最佳途径，当然适合的终端脱出NO_x，如SCR脱硝能够采用则更加利于我们砖瓦行业的大气污染治理。

3.6.5.4 SCR脱硝设计要求

SCR脱硝系统设计关键是1)合理选择催化剂：根据烟气温度、烟气

成分、烟气压降、烟气NO_x浓度、NO_x脱除效率、氨的逃逸量、催化剂寿命、硫转化率、烟气含尘量和反应器的布置空间等；2) 优化设计反应器及烟道系统的流场：利用CFD 数学模型和实体物理模型以实现烟气平稳均匀流动；3) 合理设计氨烟气混合系统：使氨/烟气混合均匀，以实现NO_x/NH₃分布均匀、烟气速度分布均匀、减小烟气温度偏差、获得最小的烟气压降。本部分 SCR 脱硝系统设计部分主要参考GB/T21509和GB/T31584，重点对烟气反应系统、催化剂系统、全负荷脱硝中满足治理排放要求的重要的参数和关键设计进行规定，对于现有规范中已有的内容，原则上不作重复性引用。

3.6.5.4.1 烟气反应系统

a) 反应器及烟道流场

1) 关键参数SCR 反应器一般布置在烟气再热器区域，一般烧结砖瓦工业大气污染治理SCR系统由两套对称的SCR脱硝反应器及相应的管路烟道系统构成。烟气流场的均布特性是决定SCR脱硝技术性能的关键因素。烟气速度分布不均对催化剂寿命具有很大影响，局部烟气流速过高使催化剂磨损加剧，壁厚加速减薄甚至垮塌。而流速低的区域容易形成飞灰聚集，易堵塞催化剂通道，减少烟气与催化剂的接触面积，使脱硝率下降氨逃逸增加，根据流场模拟和结合实际工程调研参数，一般规定首层催化剂上游500mm 处，100%烟道截面内各处流速的相对标准偏差系数宜为±10%。NH₃浓度分布是SCR脱硝的另一个重要参数，如果NH₃分布不均，NH₃浓度低的区域不能充分与烟气的 NO_x发生催化还原反应，而浓度高的区域NH₃过剩，会形成氨逃逸，并与烟气中SO₃发生反应，生成高粘性的NH₄HSO₄，造成空预

器堵塞。SCR脱硝装置结构优化是指通过数值模拟方法模拟烟气及还原剂在装置内部的实际流动情况，提出合理的导流板、喷氨格栅及整流格栅的布置方案。根据流场模拟和结合实际工程调研参数，达到排放要求时一般规定首层催化剂上游500mm截面， NH_3 浓度分布偏差系数 $\pm 3\%$ ，低于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 排放要求时的烧结砖瓦工业大气污染物治理烟气脱硝要求的 5% ，主要是为了获得更均匀的 NH_3 浓度分布，满足更高效 NO_x 脱除的要求，同时规定首层催化剂上游 0.5m 处， 100% 烟道截面烟气中各处 NH_3/NO_x 的摩尔比率偏差系数在 $\pm 5\%$ 。过大的温度分布不均匀会导致局部温度超出设计温区，造成局部沉积铵盐或 SO_3 过高；最低运行温度由烟气中 SO_3 浓度决定。为防止硫酸氢铵沉积于催化剂，低于允许的最低温度时应停止喷氨；一般规定，首层催化剂上游 0.5m 处， 100% 烟道截面内温度绝对偏差小于 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。

在一定范围内， NO 脱除率随 NH_3/NO_x 摩尔比的增加而增加， NH_3/NO_x 摩尔比小于 1 时，其影响更明显；若 NH_3 投入量偏低， NO 脱除受限，若 NH_3 投入量超过需要量，氧化副反应分反应速率将增大，从而降低了 NO 脱除率，同时也增加了氨逃逸量；因而，在SCR系统中，一般控制 NH_3/NO_x 摩尔比数值需综合考虑脱硝效率与氨逃逸浓度。

氨气与 SO_3 反应生成粘着性较强的硫酸氢铵，如果氨逃逸浓度过大会导致，下游设备的腐蚀和堵塞，同时增大运行成本；但是逃逸氨量有不可无限降低，综合考虑控制氨逃逸浓度宜不大于 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 流场模拟对于SCR脱硝系统流场技术模拟，可以参考JB/T12131中的相关规定进行处理。本标准中未进行重复性引用。

b) 吹灰系统

本部分对吹灰系统要设计时的需考虑的因素和相关参数进行界定。

SCR反应器通常布置在烟气再热器之间，高灰布置方式，减少因烟气含灰量高进入SCR脱硝系统形成积灰；SCR反应器内的温度一般为320℃~420℃，碱金属盐蒸气的凝结已经结束，不会形成坚实的沉积层，而是松散的积灰，积灰会在催化剂表面搭桥堵塞，导致催化剂的有效面积减少；灰分中的化学成分会吸附在催化剂活性位上，影响催化剂活性和化学寿命。因此，清除催化剂表面的积灰、保证催化剂的活性和使用寿命是SCR脱硝系统高效稳定运行的关键。为了预防和清除堆积在催化剂表面的积灰，解决由于粉尘颗粒物堵塞气流通道而造成的压力降增大问题，一般在SCR反应器承载的催化剂的上方安装有吹灰装置，使SCR反应器的压降保持在较低的水平。

SCR脱硝在吹灰器的选择上，除了要考虑吹灰效果外，还要考虑对催化剂的磨损影响。目前SCR脱硝系统上普遍应用的催化剂吹灰装置有蒸汽吹灰器和声波吹灰器两种形式，根据烟气成分、粉尘浓度、积灰部位、积灰程度、黏污特性以及吹灰器的性能特点、清灰效果等因素，选择清灰效率高、效果好的吹灰器，以获得最大的经济效益并使安全性达到最大化。

c) 烟气反应系统其他设计要求烟气反应系统中氨逃逸浓度、污染物治理效果以及主要的关键部件的设计应符合GB/T21509和 GB/T31584的规定。

3.6.5.4.2 催化剂系统

a) 催化剂设计要求

催化剂是SCR脱硝系统中的关键部分，在选择催化剂时，应着重考虑

以下因素对催化剂活性的影响，如催化剂成分、结构，反应温度、烟气流速、烟气特性、催化剂活性和选择性以及催化剂的运行寿命。另外，设计时还要考虑催化剂的成本（购买成本和处置成本）。

1) 催化剂形式

根据调研数据以及结合相关的催化剂设计研究，催化剂形式的确定，主要从烟气含尘量和灰的磨损性（ SiO_2 ）等进行考虑。应根据灰的特性合理选择孔径大小并采取防堵灰措施，以确保催化剂不堵灰。根据调研数据分析和飞灰特性分析，对于蜂窝状催化剂当灰含量在 $35\text{g}/\text{m}^3$ 以下时，选择孔数小于20孔（不含20孔），当灰含量在 $35\text{g}/\text{m}^3$ 及以上时，可选择20孔或大于20孔。对于板式催化剂当灰含量在 $35\text{g}/\text{m}^3$ 以下时，选择间距为6mm的催化剂；当灰含量 $35\text{g}/\text{m}^3$ 及以上时，选择间距7mm的催化剂。对于波纹状的催化剂，当灰含量不大于 $5\text{g}/\text{m}^3$ 时，催化剂间距选择6mm；当灰含量在 $5\text{g}/\text{m}^3 \sim 15\text{g}/\text{m}^3$ 时催化剂间距选择7mm；当灰含量 $15\text{g}/\text{m}^3 \sim 25\text{g}/\text{m}^3$ 时，催化剂间距选择8mm；当灰含量 $25\text{g}/\text{m}^3 \sim 35\text{g}/\text{m}^3$ 时，催化剂间距选择9mm；当灰含量 $35\text{g}/\text{m}^3 \sim 50\text{g}/\text{m}^3$ 时，催化剂间距选择10mm。

2) 催化剂运行温度，是选择催化剂的重要运行参数，催化反应需在适宜的温度范围内进行，同时存在催化剂运行的最佳温度区间。目前商用钒钛催化剂在 $320^\circ\text{C} \sim 420^\circ\text{C}$ 范围之间时，随着反应温度的升高， NO_x 脱除效率增加，而当温度超过 400°C 时， NO_x 脱除效率随着温度的升高略有降低。氨与 SO_3 反应产生的硫酸氢铵和硫酸铵会随着温度的降低而附着在催化剂或下游设备上，因而为保证较少的铵盐产生，SCR的最低工作温度大多设定在 $300^\circ\text{C} \sim 320^\circ\text{C}$ 之间，但是随着催化剂技术的改进，催化剂的运行温度

可以实现进一步降低。

3) NO浓度

烟气中氮氧化物的主要成分是NO和NO₂，其中NO含量约95%；SCR脱硝技术中所使用还原剂氨气主要是选择性地NO和NO₂反应。因而，SCR反应器入口氮氧化物浓度亦是影响催化剂选择的关键因素。对于特定的催化剂，当氮氧化物的浓度超过催化剂处理范围时，氮氧化物脱除效率随着NO浓度的增加而降低，此时若要提高脱除效果，需要增加催化剂的用量。因而，在选择催化剂类型和用量时，需要根据SCR反应器入口和出口NO_x浓度来综合考虑。

4) 空间速度

空间速度是指烟气（标准状态下的湿烟气）在催化剂容积内的停留时间尺度的指标，在某种程度上决定反应物是否完全反应，同时也决定着反应器催化剂的冲刷和烟气的沿程阻力。空间速度大，烟气在反应器内的停留时间短，导致氨的逃逸量大、脱硝效率低、对催化剂的冲刷大。对于布置与高灰段的SCR反应器，成型催化剂空速一般为 2500h⁻¹~3000h⁻¹。

5) SO₂ 浓度

催化剂中活性成分V₂O₅不仅可用于NH₃选择性催化还原NO，而且对SO₂的氧化也具有较高的催化活性，SO₂在V₂O₅/TiO₂催化剂上亦发生氧化反应，以S⁶⁺（如SO₃、SO₄²⁻等）的形式吸附于V₂O₅/TiO₂催化剂的表面。氧化生成的SO₃将进一步与氨反应生成硫酸氢铵，进而堵塞催化剂导致催化剂活性下降，同时造成后续空预器阻力增加速率提升。综合大量的工程案例和实验室数据，综合考虑催化剂寿命及系统运行可靠性，对于两层催化剂当燃用

煤种硫分不小于2.5%时，硫转化率应低于0.75%；燃用煤种硫分低于2.5%，硫转化率应低于1%。

6) 催化剂寿命

在SCR反应过程中，由于催化剂的烧结、碱金属/碱土金属中毒、砷中毒及催化剂堵塞磨损等一个或多个原因导致催化剂的活性降低，进而会减少催化剂的化学和机械寿命。催化剂寿命衰减，将会导致效率下降、氨逃逸增大。结合大量工程经验和实验研究，一般规定催化剂的化学寿命应不低于24000h；对于高钙（CaO>20%）、高砷（As>10 μg/g）等特殊燃料，催化剂化学寿命会更短，但应不低于16000h。催化剂的磨损主要是飞灰碰撞引起的，磨蚀度与气流速度、飞灰特性、撞击角度及催化剂本身特性有关。催化剂要有一定的机械寿命，但是随着运行时间的延长，催化剂的活性会有下降，对于满足再生条件的催化剂（见JB/T12129）一般催化剂3~5年再生一次，一般考虑催化剂可再生两次，因此综合考虑催化剂机械寿命宜大于10年。为防止催化剂磨损，反应器设计时应当提高烟气流动方向性，适当降低烟气流速，根据大量工程经验，一般选择催化剂迎风面平均烟气流速在4.5m/s~5.5m/s之间，催化剂通道内流速宜控制在6m/s~7m/s之间；同时催化剂选择时应当选用硬度比较高的催化剂，同时如果出现爆米花状灰出现的情况，可装设拦截网；在SCR装置停炉检修之前，对催化剂层进行1~2次的强行吹扫，清除已有积灰，停炉吹扫应当等催化剂温度降低到200℃以下后再进行，避免催化剂着火；在启动过程中，应当加强反应器吹灰，避免催化剂上炭粒沉积过多着火。

7) 其他影响因素

SCR催化反应需要氧气的参与，当氧浓度增加催化剂性能提高直到达到最大值，但氧浓度不宜过高。根据实验数据和大量工程经验，一般氧浓度宜选择6%左右。

进入SCR反应器中燃煤烟气为湿烟气，随着含湿量的增加，NO的脱除效率会降低，根据对反应机理知H₂O本身是SCR反应的产物，反应气氛中水蒸汽的出现通过减缓钒的再氧化速度而降低SCR反应的速度。一般不采用低浓度的氨水作为还原剂，氨水含水量过高会导致烟气含湿量增大，存在脱硝效率下降的风险。

b) 催化剂再生

1) 总体要求

失活催化剂不可再生后属于危废，如果处置不当将会引起二次污染，因而对其收集、贮存、运输、再生、利用处置活动应严格执行《关于加强废烟气脱硝催化剂监管工作的通知》和《废烟气脱硝催化剂危险废物经营许可证审查指南》。

2) 可再生催化剂性能保证参数

催化剂再生后性能会有一定程度的下降，为保证催化剂活性不大幅度下降，需对其再生后的性能保证值进行界定。结合催化剂再生的特点、技术发展阶段、以及对应的脱硝系统运行要求，规定单层催化剂SO₂/SO₃转化率应不超过0.5%；氨逃逸应低于2.5mg/m³；再生后催化剂活性宜高于最初性能的90%以上；化学寿命不低于18000h；再生后催化剂的机械性能与再生前催化剂相比不降低；再生催化剂层压差宜不增加，且年递增率小于20%。

3.6.5.4.3 其他系统

SCR脱硝系统中还原剂储存及制备系统、公用系统等设计执行GB/T 50528、GB/T 50701、GB/T21509标准。因而，本标准在修订时不做重复性累述。

3.6.5.4.4 低温度负荷脱硝设计

a) 目前存在的问题

烟气温度位于 $340^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ 之间时催化剂活性物的活性最高，催化还原反应效率最高，对于烧结砖瓦行业只有烟气再热器的烟气温度能够很好的满足催化剂活性温度区间，这也是SCR布置于此的原因。当烟气温度低于催化剂最低运行烟温要求时，脱硝效率较低，导致喷入的还原剂会大量剩余，未参与反应的氨气会和烟气中的 SO_3 反应生成硫酸铵和硫酸氢铵，堵塞催化剂活性物微孔和加速对催化剂的磨损，降低催化剂的活性。因此，当进入SCR反应器中的烟气温度低于催化剂的最低运行烟温要求时，SCR脱硝必须停止喷氨，退出运行，当温度高于 420°C 特别是烟气温度高于 450°C 时，副反应（主要为 NH_3 被氧化成 NO_x ）降低脱硝效率，并且引起排烟温度高，高温烟气导致催化剂烧结大大降低催化剂的寿命，SCR反应器效率下降。

b) 实现低温度负荷脱硝设计运行的技术

低温度负荷脱硝设计SCR脱硝技术一般分为两类，1、催化剂改造为宽温度窗口催化剂使得催化剂在SCR反应器低负荷时保持较高的脱硝活性；2、提高低负荷时SCR入口烟气的温度使反应器中烟气温度满足催化剂的最低运行温度要求。

1) 宽温度催化剂

宽温度窗口催化剂已实现示范应用，可将SCR脱硝催化剂工作窗口拓展到276℃。根据SCR脱硝装置的检测，在100%THA工况下，SCR入口烟气温为370℃，SCR出口NO_x浓度为36.9mg/m³，脱硝效率为85.31%；氨逃逸为1.9mg/m³，SO₂/SO₃转化率为0.84%；在低负荷下，SCR入口烟气温为276℃时，SCR出口NO_x浓度为37.1mg/m³，脱硝效率为83.23%；氨逃逸为2.2mg/m³，满足低负荷时脱硝投运要求。

2) 低负荷时烟温提升

低负荷时提升烟气温度对于烧结砖瓦行业只有烟气再热器加热烟气温度才能够满足温度要求。设置技术，主要是采用接进入SCR装置的方法，提高进入SCR反应区烟气的温度。在烟道出口处设置旁路烟气挡板，通过调节旁路挡板的开度可以控制直接进入SCR反应区的烟气量，进而可以控制烟气温度。

设置烟气再热器加热烟气带来的问题如下：由于烟气再热器加热烟气必然会增加燃料消耗，热效率降低0.5%~1%；烟气再热器加热烟气烟道挡板经过长期运行可能造成堵灰影响系统稳定运行；通过烟气再热器加热烟气进入SCR反应区的烟气会扰乱烟气流场干扰脱硝系统运行；如果积灰造成挡板关闭不严存在泄漏，在实际运行中难以及时发现，也会对SCR反应运行经济性造成不利影响。因此采取烟气再热器分级布置技术，减少烟气再热器的换热面，从而减少进入SCR反应区前的烟气热损失，提高进入SCR反应区的烟气温度，同时在SCR后增加二级烟气再热器给烟气进一步进行加热。采用此种方法能够保证进入空预器的烟气温度基本保持不变，烟

气再热器加热的烟气温度也能基本保持不变，能够的热效率基本不变，可以维持SCR反应区运行方式不变，此种方法带来的问题是改造投资成本高，SCR反应区的烟气温度会整体提升，高负荷时存在烟气超温的风险。

低负荷提高烟气再热器加热的烟气温度，通过抽取蒸汽加热或者其他方式加热烟气再热器，加热的烟气烟气-水的传热温差来减少烟气-水的换热，提高烟气再热器出口烟温。需要对烟气再热器蒸汽和给水管道实施改造，增设临时增压系统。优点：改造工期短，施工简单。缺点：增加升温控制系统；烟气温度提升有限；排烟温度提高，热效率降低。

从提升SCR入口烟温的全负荷脱硝技术方案选择来看，以上方案各有优缺点和适用范围，应根据实际情况选择经济技术最优方案，此外，也可通过上述技术的优化组合，达到灵活调节温度范围，减小对热效率影响。

3.6.5.5 二次污染控制措施

二次污染物废水、噪声等的控制措施在GB/T 50528、GB/T 50701、GB/T21509中均有规定，本标准未做重复性引用。

3.7 主要设备和材料

3.7.1 一般规定

本部分给出了烧结砖瓦工业大气污染治理设施主要设备和材料选型的原则要求。

3.7.2 烧结砖瓦工业大气污染治理设施颗粒物排放控制系统

3.7.2.1 主要设备选型原则

3.7.2.1.1 干式电除尘器及其系统

a) 干式电除尘器

影响干式电除尘器性能的因素很复杂，但大体上可以分为三大类。对燃煤电厂而言，首先是工况条件，包括原燃料性质（成分、挥发分、发热量、灰熔融性等）、飞灰性质（成分、粒径、密度、比电阻、黏附性等）、烟气性质（温度、湿度、烟气成分等）等。其次是电除尘器的技术状况，包括结构形式、极配型式、同极间距、电场划分、气流分布的均匀性、振打方式、振打力大小及其分布（清灰方式及效能）、制造及安装质量以及电气控制特性等；第三则是运行条件，包括操作电压、板电流密度、积灰情况、振打（清灰）周期等。这些影响因素中，工况条件为主要影响因素，其中煤、飞灰成分对电除尘器性能的影响最大。

原燃料、飞灰成分对电除尘器性能的影响可表现为电除尘器对原燃料的除尘难易性，电除尘器达到性能指标的难易程度，其评价可分为“较易”、“一般”、“较难”。

当采用低低温电除尘技术时，因烟气温度降至酸露点以下，粉尘比电阻大幅下降，且击穿电压上升，烟气流量减小，低低温电除尘技术可实现较高的除尘效率，达到相同的出口烟尘浓度限值要求时，所需的比集尘面积较电除尘器和移动电极电除尘器可减小。比集尘面积值体现了不同出口烟尘浓度限值时，电除尘器对煤种适应性的差异，以及低低温电除尘器比电除尘器对原燃料、飞灰有更好的适应性。

电除尘器进口烟尘浓度对其出口烟尘浓度也有较大影响，烟尘浓度高，所消耗的表面导电物质的量大，对高硫、高水分的有利作用折减幅度大，综合来讲，高烟尘浓度对电除尘器的烟尘排放是不利的。

通常电除尘器选型设计经验及实际工程情况，当电除尘器入口烟尘浓

度大于 $30\text{g}/\text{m}^3$ 时，与不大于 $30\text{g}/\text{m}^3$ 时相比，其比集尘面积可酌情分别增加 $5\text{m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \sim 15\text{m}^2/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$ ，比集尘面积增加幅度视入口烟尘浓度增加幅度而定。

b) 烟气冷却器

根据实际工程经验，烟气冷却器的选型与原燃料及烟气飞灰分析资料，焙烧窑炉、干燥及环境工程的相关参数、当地的环境条件和工程所在地的工程地质等因素有关。其中原燃料及烟气飞灰的分析资料除常规分析外，还应包括氟、氯、溴和汞等元素参数。对于改造工程，应重点考虑干式电除尘器前烟道等设备的布置情况。

3.7.2.1.2 湿式电除尘器

湿式电除尘器的配置和结构应根据处理烟气的量确定，同时考虑烟气的性质、除尘效率要求和工况要求等影响。

影响除尘效率的主要参数是驱进速度与比集尘面积。驱进速度与湿式电除尘器的结构形式、颗粒物的粒径大小和入口浓度等因素密切相关，颗粒物在湿式电除尘器电场中的驱进速度远高于干式电除尘器。根据国外技术特点，以及国内实际已投运工程项目测试结果确定，板式湿式电除尘器电场数一般为1~2个，比集尘面积宜为 $7\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s}) \sim 20\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$ ，其中1个电场的比集尘面积宜为 $7\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s}) \sim 10\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$ 。除尘效率为70%~90%，当除尘效率 $>80\%$ 时，宜为2个电场；蜂窝式湿式电除尘器供电分区数一般为2~6个，比集尘面积宜为 $12\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s}) \sim 25\text{m}^2/(\text{m}^3/\text{s})$ 。除尘效率为70%~85%。

3.7.2.1.3 袋式除尘器

本部分主要对袋式除尘器关键技术选型参数进行了规定，主要包括过滤风速、烟气温度、流量分配极限偏差等。

a) 过滤风速

影响袋式除尘器性能的主要技术参数为过滤风速，过滤风速大小对除尘器出口排放浓度、运行阻力、滤袋使用寿命和设备投资具有较大影响。在编制国家标准《袋式除尘器能效限定值及节能评价值》时，编制人员对燃煤电厂除尘用袋式除尘器的过滤速度取值进行了研究，掌握的袋式除尘器运行数据显示：为了提高袋式除尘器的可靠性，针对达标排放，袋式除尘器的过滤速度选取范围一般小于1.0m/min，甚至低于0.9m/min。大量工程招标文件表明用户能接受的最高限值也就是1.0m/min，且此值呈降低的趋势。另外，虽然技术有了进步，但在同样的技术水平下，过滤速度低的必然设备阻力低，这是毋庸置疑的，降低设备阻力有利于改善和保障袋式除尘器的性能。因此结合实际工程经验，为了提高袋除尘器的可靠性，当出口烟尘浓度 $\leq 30 \text{ mg/m}^3$ 时，过滤风速 $\leq 1.0 \text{ m/min}$ ；当出口烟尘浓度 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 时，过滤风速 $\leq 0.9 \text{ m/min}$ ；当出口烟尘浓度 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时，过滤风速 $\leq 0.8 \text{ m/min}$ 。当处理干法或半干法脱硫后的高粉尘浓度烟气时，其过滤风速宜不大于0.7m/min。

b) 烟气温度

袋式除尘器入口烟气温度过低，会产生结露现象，导致除尘器阻力大幅度增加，参照GB/T6719“袋式除尘器出口烟气温度应高于酸露点温度10℃以上”的规定，并考虑到除尘器本身的温降，结合实际工程经验，规定“入口烟气温度高于酸露点15℃”。目前燃煤电厂袋式除尘器所使用的

滤袋所能承受的最高温度为250℃，因此规定烟气温度的不大于250℃。

c) 流量分配极限偏差

参照GB/T6719规定，即“各过滤仓室处理风量的误差不应大于5%”，袋式除尘器流量分配极限偏差规定为±5%。

3.7.2.1.4电袋复合除尘器

本部分主要对电袋复合除尘器关键技术选型参数进行了规定，主要包括电区比集尘面积、过滤风速、滤料型式、流量分配极限偏差及气流分布均匀性相对均方根差等。

a) 电区比集尘面积

比集尘面积是电袋复合除尘器选型设计的一个重要参数。在相同烟气工况条件下，比集尘面积越大，电区的除尘效率越高，后级的袋区粉尘负荷就越低，除尘器的除尘性能越优，但经济性会发生变化。参照JB/T11829、DL/T 1493的相关规定，并考虑工程实际条件，选取其当出口烟尘浓度要求 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 时，选取比集尘面积为 $\geq 20 \text{ m}^2 / (\text{m}^3 / \text{s})$ ；当出口烟尘浓度要求 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时，选取比集尘面积为 $\geq 25 \text{ m}^2 / (\text{m}^3 / \text{s})$

b) 过滤风速

过滤风速是电袋复合除尘器选型设计的重要参数。过滤风速大小对除尘器的运行阻力有极大的影响，对设备投资也有较大的影响，对出口排放浓度和滤袋使用寿命也有一定影响。

根据GB/T27869的相关规定，比集尘面积宜达到 $\geq 40 \sim 45 \text{ m}^2 / (\text{m}^3 / \text{s})$ ，此时过滤速度宜“小于 1.0 m/min ”。若比集尘面积不能满足 $\geq 40 \sim 45 \text{ m}^2 / (\text{m}^3 / \text{s})$ 的要求，则“宜降低滤袋过滤速度”。参照该要求，并考虑工程

实际条件，当出口烟尘浓度要求 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时，规定过滤速度上限为 1.0 m/min 。对于出口烟尘浓度要求 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 的电袋复合除尘器，可以适当增大过滤速度，大量工程招标文件表明用户能接受的上限是 1.2 m/min ，且此值呈降低的趋势。大量工程实践表明，即使过滤速度的上限是 1.2 m/min ，仍有许多电袋复合除尘器的后期阻力超过设计标准。尽管以后技术会有进步，但在同样的技术水平下，过滤速度低的必然设备阻力低。而设备阻力却是电袋复合除尘器的一块短板。降低设备阻力有利于改善和保障电袋复合除尘器的性能，有利于提高用户对电袋复合除尘器的接受度，有利于推广电袋复合除尘技术。考虑到上述因素，对于出口烟尘浓度要求 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 的电袋复合除尘器，本标准规定的过滤速度上限为 1.2 m/min 。

c) 滤料型式

滤料的型式对电袋复合除尘器的除尘性能影响较大，是一项关键技术选型参数，且出口烟气含尘浓度 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 与 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时对滤袋的过滤精度及制造要求不同。

根据实际工程经验，出口烟气含尘浓度 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 时规定为：不低于GB/T27869的要求，即：“滤料和滤袋技术条件应按图样和HJ/T 324、HJ/T 326、HJ/T 327的规定，滤料材质和克重选用应按表 32 的规定。滤袋袋口上弹性环材料应采用1Cr17Ni7的不锈钢，其厚度应不小于 0.4 mm ，宽度应不小于 25 mm ”。

出口烟气含尘浓度 $\leq 10 \text{ mg/m}^3$ 时规定为：不低于GB/T27869的要求，即：“滤料和滤袋技术条件应按图样和 HJ/T324、HJ/T 326、HJ/T 327的规定，

也可采用经过验证可满足工况要求的其他滤料。当除尘器出口烟尘浓度要求小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 时，应选用高过滤精度的滤料。滤袋袋口上弹性环薄板弹簧材料应采用1Cr17Ni7的不锈钢等奥氏体板带材料制作，其厚度应不小于 0.4 mm ，宽度应不小于 25 mm ”。

d) 流量分配极限偏差及气流分布均匀性相对均方根差

根据实际工程经验及相关标准要求，规定出口烟气含尘浓度 $\leq 20\text{ mg}/\text{m}^3$ 时流量分配极限偏差宜符合GB/T27869的要求，即“除尘器各室的烟气流流量偏差采用CFD计算宜不大于5%”；出口烟气含尘浓度 $\leq 10\text{ mg}/\text{m}^3$ 时流量分配极限偏差宜符合GB/T27869的要求，即“进口各烟道、袋区各室的烟气流流量应采用计算流体力学（CFD）计算，偏差宜不大于5%，各分室滤袋的流量应采用CFD计算，相对均方根差宜不大于0.2”。根据JB/T7671、JB/T12114，电袋复合除尘器的气流分布均匀性与电除尘器相同，均是指“一电场进口端，深入电场的距离不超过 900mm （实体尺寸）”的断面上的气流分布均匀性。参照JB/T7671等标准，确定气流分布均匀性相对均方根差应不大于0.25。

3.7.2.2 主要部件材料选择

3.7.2.2.1 干式电除尘器及其系统

a) 干式电除尘器

由于干式电除尘器的主要部件材料在GB/T33017.2 已作了规定，而低低温电除尘器由于烟气温度降低及漏风的存在，存在局部位置腐蚀的风险，因此本部分对低低温电除尘器的极线、灰斗、人孔门及周围壳体钢板提出了要求。由于移动电极电除尘器的链条运行环境恶劣，对移动电极电

除尘器整体运行稳定性影响较大，因此本部分对其提出了要求。

干式电除尘器不允许产生低温腐蚀。由于低低温电除尘器烟气温度的降低至酸露点以下， SO_3 在烟气冷却器中冷凝，形成具有腐蚀性的硫酸雾，并吸附在烟尘表面上。对于部分含硫量高、灰分较低的煤种，灰硫比不大于100时，硫酸雾可能未被完全吸附，则应考虑低温腐蚀的风险。

因此对于低低温电除尘器的实际工程应用，除了规定灰硫比外，还应充分考虑局部低温腐蚀，相关部件的应对措施如下：

1) 阴极线

低低温电除尘器阴极线采用芒刺型极线时，需防止芒刺的低温腐蚀并提高寿命，因此芒刺宜选用不锈钢材料。

2) 灰斗

因烟气温度较低，且灰中硫酸含量较高，易腐蚀灰斗钢板，并且影响灰斗粉尘下灰性能，因此第一电场灰斗板材宜采用ND钢或内衬不锈钢。

3) 入孔门

因烟气温度较低且入孔门、振打孔周围不可避免地存在一定量的漏风，其周围也是容易发生腐蚀的区域之一，因此双层入孔门与烟气接触的内门宜采用ND钢或不锈钢在每个入孔门及振打孔周围约1m范围内的壳体钢板宜采用ND钢或内衬不锈钢。

b) 烟气冷却器

低低温电除尘系统中，由于烟气冷却器的温度降低，需考虑设备的腐蚀问题，且布置在高含尘段的烟气冷却器将会存在磨损问题。

因此，在低低温电除尘系统中，烟气冷却器的相应部位需采用防腐材

料，其本体各段翅片管也需根据烟气性质来选择相应的材料，且选材应符合相关标准的规定。

3.7.2.2.2 湿式电除尘器

湿式电除尘器主要部件包括壳体、阳极板/管、阴极线和喷淋系统等。考虑到湿式电除尘器内部酸腐环境、材料性能、经济性等因素，对壳体材料及防腐处理作了规定，并对阳极板/管、阴极线等核心部件作了规定。其他要求应符合DL/T 514和HJ/T323的规定。

a) 外壳体

从经济性和强度要求考虑，湿式电除尘器外壳体宜采用碳钢，接触腐蚀性介质的部位，采用衬玻璃鳞片的防腐方式。

b) 阳极板/管

材料必须能够耐烟气中酸雾及腐蚀性气体的腐蚀，各种耐腐蚀的不锈钢、高端合金等材料都可供选择。为了在恶劣工况下仍能保护设备，材料的选用必须基于“最坏情况”分析而确定。考虑到腐蚀问题，板式湿式电除尘器阳极板材料一般选用316L或性能更优的不锈钢材质。蜂窝式湿式电除尘器阳极管宜采用导电玻璃钢材质。

c) 阴极线

板式湿式电除尘器一般选用316L或性能更优的不锈钢材质。用加碱中和后的循环水在合理的喷淋冲洗系统配备下，保证不锈钢阴阳极得到有效的冲洗保护，从而长期稳定运行。

蜂窝式湿式电除尘器因为采用间歇喷淋，且没有采用加碱中和后的循环水进行喷淋，内部酸腐蚀环境比板式湿式电除尘器严重，需采用耐酸腐

的不锈钢材质或其他导电、防腐蚀材质。

d) 喷淋系统

为防止腐蚀，喷淋系统外部管路可采用不锈钢、普通碳钢（镀锌钢管）或耐腐的非金属材质，处于壳体内部的喷淋系统管路采用不锈钢或耐腐的非金属材质。喷淋系统处于壳体内部的喷嘴采用不锈钢或耐腐的非金属材质。

3.7.2.2.3 袋式除尘器

本部分主要对滤袋框架、滤料的材质进行了规定。滤袋为袋式除尘器的核心部件，与烟气直接接触，因此滤料材质的选取应根据烟气条件确定，并充分考虑煤质变化造成的影响，保证在设计条件下长期可靠使用。

袋式除尘器其余部件材料选择应符合GB/T6719 的规定。

3.7.2.2.4 电袋复合除尘器

电袋复合除尘器滤袋框架及滤料材质部分的规定与袋式除尘器相同，此处不再赘述。其余部件材料应符合GB/T27869的规定。

3.7.2.3 性能要求

3.7.2.3.1 干式电除尘器及其系统

a) 常规电除尘器及移动电极电除尘器

根据烟气排放要求，常规电除尘器扩容提效及采用低低温电除尘、移动电极电除尘等新技术，可使干式电除尘器出口烟尘浓度大幅降低，根据实际工程测试数据，干式电除尘器出口烟尘浓度可达 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，最低可达 $20\text{ mg}/\text{m}^3$ 以下，除尘效率一般可达 $99.2\%\sim 99.85\%$ 以上。干式电除尘器后一般装有湿法脱硫装置，湿法脱硫装置具有协同除尘的效果。因此，

为满足不同排放要求，不仅需要考虑到干式电除尘器的出口烟尘浓度，还需考虑湿法脱硫装置的协同除尘效果。例如当干式电除尘器出口烟尘浓度为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 时，若湿法脱硫装置除尘效率不小于80%；反之，当干式电除尘器出口烟尘浓度为 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 时，若湿法脱硫装置除尘效率小于50%，也只能满足特别排放限值的要求，各类参数参考JB/T5910的规定。

b) 低温电除尘系统

根据排放要求，并参考相关标准、规范的规定，确定了低温电除尘系统性能要求。根据实际工程测试数据，并结合低温电除尘系统的特点，规定低温电除尘系统的除尘效率为99.2%~99.9%以上，出口烟尘浓度可达 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，最低可达 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，参数参考JB/T12592 的规定。

对于低低温电除尘器来说，漏风点更易发生低温腐蚀，因此对其漏风率提出了更高的要求。并且大机组相对容易实现较小的漏风率，低低温电除尘器本体漏风率 $\leq 3\%$ 。参数参考行业标准JB/T7671。气流分布的均匀性对除尘效率影响很大，气流分布不均匀时，在流速低处所提高的除尘效率远不足以弥补流速高引起除尘效率的降低，因而使除尘总效率降低。除尘器设计效率越高，气流分布对除尘效率的影响越大。干式电除尘器合理的气流分布能有效减少二次扬尘。气流分布对烟气冷却器的换热效果也有重要影响，烟气冷却器入口气流分布越均匀，换热效果越好。综合考虑后，规定烟气冷却器气流分布均匀性相对均方根差不大于 0.2，低低温电除尘器不大于 0.25。

3.7.2.3.2 湿式电除尘器

根据排放要求，并参考相关标准、规范的规定，确定湿式电除尘器的

性能要求，根据国外相关技术经验及实际工程测试数据，极板湿式电除尘器1个电场的除尘效率为70%~80%，2个电场除尘效率可达90%。蜂窝式湿式电除尘器的除尘效率为70%~85%。

湿式电除尘器可满足很低的颗粒物排放浓度要求，其出口颗粒物浓度一般不大于10 mg/m³，最低可达5mg/m³以下。湿式电除尘器本体压力降（不含除雾器）、漏风率和气流分布均匀性相对均方根差要求参考JB/T12593 的规定。

3.7.2.3.3 袋式除尘器

袋式除尘器的性能要求：

a) 压力降

袋式除尘器的“压力降”要求参考GB/T6719中的规定，即袋式除尘器“其终期阻力一般不超过1500 Pa”。但当出口烟尘浓度限值降低时，过滤风速更低，压力降可以适当降低。因此规定出口烟尘浓度≤30mg/m³和出口烟尘浓度≤20mg/m³时，压力降不大于1500 Pa；出口烟尘浓度不大于10mg/m³时，压力降不大于1400Pa。

b) 滤袋使用寿命

随着滤料材料及制袋技术的发展，目前实际除尘工程中使用的滤袋的使用寿命已能达到 4年及以上。

c) 漏风率

参考JB/T 10921中的规定。随着排放标准的日趋严格以及现今除尘器制造安装水平的提升，使袋式除尘器的漏风率下降。根据实际工程测得的数据，袋式除尘器的漏风率不大于2%。

3.7.2.3.4 电袋复合除尘器

电袋复合除尘器的性能要求：

a) 压力降

GB/T27869中要求电袋复合除尘器的压力降不大于1200Pa，但当出口烟尘浓度限值降低时，过滤风速更低，因此，出口烟尘浓度不大于10mg/m³时，压力降会适当降低。

b) 滤袋整体使用寿命

参考GB/T27869。目前滤料材料和滤袋制作技术有了长足的发展，实际除尘工程中使用的滤袋的使用寿命已能达到4年及以上。超净电袋复合技术的要求应更高，其滤袋的使用寿命应达到5年及以上。

c) 漏风率

参考GB/T27869。随着排放标准的日趋严格以及现今除尘器制造安装水平的提升，使电袋复合除尘器的漏风率下降。根据实际工程测得的数据，电袋复合除尘器的漏风率不大于2%。

3.7.3 烧结砖瓦工业大气污染治理设施SO₂排放控制系统

3.7.3.1 主要设备选型原则

3.7.3.1.1 湿法脱硫流程系统的主要设备选型应符合HJ/T179、HJ462的规定。

3.7.3.1.2 对石灰石/石灰-石膏湿法脱硫中的氧化风机、浆液泵等脱硫系统主要设备的选型原则进行了规定。同时对烟气循环流化床、氨法脱硫的主要设备选型原则进行了规定，主要引用现行标准和规范，主要内容：

3.7.3.2.1 湿法脱硫流程系统

3.7.3.2.1.1 材料选择

a) 金属材料的选择参照 HJ/T179、HJ 462 的相关要求执行。

b) 用于防腐蚀和防磨损的非金属材料性能应负荷 HJ/T179、HJ 462 的规定，其适宜的使用部位见表 3，含氟较高的烟气，防腐材料中不得含有玻璃成份。

表 3 主要非金属材料及使用部位

序号	材料名称	材料主要成分	使用部位
1	玻璃鳞片树脂	玻璃鳞片 乙烯基酯树脂 环氧树脂	脱硫后净烟气段、低温原烟气段、脱硫塔、 脱硫浆液箱罐等内衬
2	花岗岩	二氧化硅	脱硫塔塔体、副塔、烟道、文丘里沉淀池、 浆液池、滤液池内衬
3	塑料	聚丙烯、聚乙烯、聚氨 酯、聚氯乙烯等	脱硫液管道、除雾器、泵叶轮、泵体内衬
4	玻璃钢	玻璃纤维 乙烯基酯树脂 环氧树脂	脱硫塔喷淋层、管道、箱罐 脱硫塔出口烟道 脱硫塔塔体
5	陶瓷	碳化硅 氮化硅	脱硫喷嘴、冷却降温喷嘴
6	橡胶	氯化丁基橡胶 氯丁橡胶 丁苯橡胶	脱硫塔、管道、箱罐、水力旋流器等内衬 真空皮带机、输送皮带

3.7.3.2.1.2 设备选择

a) 脱硫装置各设备的选择和配置应考虑脱硫装置长期可靠运行的要求。

b) 常用的流体输送设备宜设置备用，浆液循环泵可按多用一备设置，涉及浆液的备用泵其进出管路也宜设置备用。

c) 出渣设备宜设置备用。多套脱硫装置合用一套渣处理系统时，渣处理系统中的主设备宜配置 2 台设计能力均为总处理能力 75%以上的相同设

备。

d) 当选用压滤机作脱水设备时应充分考虑其间歇运行的特点，设置不小于 4h 容量的缓冲池/罐。

e) 循环泵的过流部件应能耐固体杂质（颗粒）磨损、耐酸腐蚀、耐高氯离子腐蚀。

3.7.3.2.2 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫

本部分对石灰石/石灰-石膏湿法脱硫的吸收塔、浆液泵、喷淋管等主要部件材料选择原则进行了规定，并分别对pH值物理强制分区双循环、pH值自然分区、pH值物理强制分区和湍流器持液、均流筛板持液脱硫技术中有关专用设备材料选择要求进行了规定。

3.7.3.2.3 烟气循环流化床脱硫

烟气循环流化床脱硫的主要部件材料选择应符合 HJ/T178 的规定。

3.7.3.2.4 氨法脱硫

氨法脱硫的其他主要部件材料选择应符合 HJ2001 的规定。

3.7.3.3 性能要求

3.7.3.3.1 湿法脱硫主要设备和材料的性能要求应符合 HJ/T179、HJ462 的规定

3.7.3.3.2 石灰石/石灰-石膏湿法脱硫主要设备和材料的性能要求应符合 HJ/T179 的规定。

3.7.3.3.3 烟气循环流化床脱硫的主要设备和材料的性能要求应符合 HJ/T178 的规定。

3.7.3.3.4 氨法脱硫的主要设备和材料的性能要求应符合 HJ2001 的规

定。

3.7.4 烧结砖瓦工业大气污染治理设施NO_x排放控制系统

本部分规定了不同烧结砖瓦工业大气污染治理设施NO_x排放控制主要设备和材料选择的原则性意见要求，以参考现行标准和规范为主。

3.8 检测与过程控制

本部分先给出烧结砖瓦工业大气污染治理设施检测与过程控制的基本原则，并按除尘、脱硫、脱硝系统分别对检测内容、检测手段、过程控制内容进行了规定。

由于GB/T27869、HJ/T179、HJ562和GB/T21509 均对上述内容进行了规定，本部分重点针对排放新应用的而上述标准中没有规定的如湿式电除尘器、烟气冷却器等有所变化需要修订或进一步完善的内容进行了规定。

3.9 主要辅助工程

3.9.1 一般规定

本部分给出了烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程主要辅助工程应与烧结砖瓦电厂主体工程情况进行统筹规划和设计，以体现高效集约使用资源的原则。

3.9.2 烧结砖瓦工业大气污染治理设施颗粒物排放控制系统

3.9.2.1 干式除尘器及其系统

电气、建筑结构、压缩空气、采暖通风和给排水工程，均随系统配套，引用了GB/T33017。并对烟气冷却器的主要辅助工程包括供配电、给排水、防腐及露天防护做出了规定。其中，“供配电”部分主要对低压双电源的

控制及电源检修提出了要求，“给排水”部分主要对水源及废水回收提出了要求，“防腐及露天防护”部分主要对所有需要采取防腐措施的设备、管道等提出了要求，并对露天布置的设备提出了防雨、防风等要求。

3.9.2.2 湿式电除尘器

本部分对湿式电除尘器的主要辅助工程包括供配电、建筑与结构、采暖、通风与给排水、防腐及露天防护等提出了要求。其中，“供配电”部分主要对配电设备的设计原则及参数、电源参数、电动机的安装及供电方式、配电线路的设置、检修电源及设备的设置等提出了要求，“采暖、通风与给排水”部分主要对喷淋水和排水提出了要求，“防腐及露天防护”部分主要对所有需要采取防腐措施的设备、管道等提出了要求。其他要求应符合DL/T1589的规定。

3.9.2.3 袋式除尘器

电气、建筑结构、压缩空气、采暖通风和给排水工程，均随系统配套，应符合GB/T6719的有关规定。

3.9.2.4 电袋复合除尘器

电气、建筑结构、压缩空气、采暖通风和给排水工程，均随系统配套，应符合GB/T27869的有关规定。

3.9.3 烧结砖瓦工业大气污染治理设施SO₂排放控制系统

土建结构、电气、采暖通风、给排水及消防系统，均随系统配套，应符合HJ/T179、HJ/T178、HJ462和HJ2001的有关规定。

3.9.4 烧结砖瓦工业大气污染治理设施NO_x排放控制系统

土建结构、电气、采暖通风等系统，均应符合HJ 562、GB/T21509等

的规定。

3.10 烧结砖瓦工业大气污染治理设施安全健康环境

该章节是环境工程技术规范中规定的必要内容，其目的就是要求烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程在设计、建设和运行过程中要高度重视环境保护与安全卫生，并有章可依、有法可循。

本部分规定了烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程建设及运行的安全、健康、环境必要条款，涉及建设及运行的各个方面包括建设及运行原则、安全管理依据、安全健康防护、安全工作要求、危险品管理、环境因素控制、安全卫生设施以及噪声、振动、固体废弃物、废水等控制或处置基本要求。

3.11 烧结砖瓦工业大气污染治理设施施工与验收

本部分规定了烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程施工与验收（工程验收和环保验收）的基本原则，烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程的施工与验收主要参考现行标准、规范，它们在此部分已被详细列出。

3.12 烧结砖瓦工业大气污染治理设施运行与维护

本部分从烧结砖瓦工业大气污染治理设施总体要求、除尘、脱硫、脱硝系统四个方面分别提出了运行和维护的要求。根据烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程实践情况，烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程应作为一个整体，各设施之间与主机系统一起应统筹考虑其协调运行，以降低互相之间的不利影响并尽可能发挥协同控制效应，因此总体要求提出了相关要求。此外，排污许可、第三方运营等国家最新环保政策精神也在此

部分内容有所体现。

针对烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程特点，为更好的指导生产运行维护管理，提高生产运行维护管理水平，本部分在已有标准基础上进行了补充和完善，从启动、停运、运行记录、日常及定期维护内容、质检等方面对除尘、脱硫、脱硝系统的运行、维护提出了进一步具体要求。

4、知识产权说明

标准中未涉及国内外专利。

5 标准实施的环境效益及经济技术分析

5.1 标准实施的环境效益

我国烧结砖瓦企业量大面广，生产工艺和环保设施都相对落后，单个企业污染物排放量不高，但整个行业污染物排放总量相对较高。按目前实际排放状况估算，烧结砖瓦行业颗粒物、SO₂、NO_x年排放量分别为48万吨、117万吨和32万吨，占全国颗粒物、SO₂、NO_x年排放量的比例分别为3.1%、6.3%和1.7%。

烧结砖瓦企业全面实施大气污染治理，即在基准氧含量18%的条件下，颗粒物、SO₂、NO_x排放浓度一般地区分别不高于30mg/m³、150mg/m³、200mg/m³，重点地区特别排放限值分别不高于20mg/m³、100mg/m³、150mg/m³，根据39家企业实测数据和产排污系数的燃烧废气量估算，一条年产6000万块标砖的砖瓦企业，颗粒物、SO₂排放量约35.9t/a、88.2t/a，执行一般地区限值可减排颗粒物27.7t/a、SO₂ 47.0t/a，执行特别排放限值可减排颗粒物30.4t/a、SO₂60.7t/a，仅“2+26”城市统计有2427家砖瓦企业，在

达到一般限值基础上需进一步加严执行特别排放限值要求，就可实现的颗粒物和SO₂减排量分别为0.6万t/a和3.3万t/a。我国现有砖瓦企业中隧道窑企业约1万家，隧道窑约2万条，有些早期建设的断面在4.6米以下的隧道窑也逐渐落后面临淘汰，可以改造的隧道窑按1万条计，标准实施的环境效益巨大。

5.2 标准实施的经济技术分析

烧结砖瓦工业大气污染治理的改造总投资包括工程建筑费、设备购置费以及安装工程费等。根据烧结砖瓦工业大气污染治理设施给出的相关数据，其烧结砖瓦工业大气污染治理设施改造总投资成本约为800~1000万元。其中脱硫系统为320~350万元，脱硝系统为300万元，除尘系统为300万元，从近期调研的砖瓦窑看，一条窑的脱硫除尘设施投资约320~350万元，年运行费用约240万元，生产每块标砖增加成本3~5分钱，运行成本可以接受。

6 、采用国际标准和国外先进标准情况及对比情况

6.1 国外相关标准调研

未查到同类国际、国外标准，国外的标准或法规主要重点是针对排放限值而定，而治理工程技术主要通过市场引导，尚未见国外针对砖瓦行业排放工程的技术标准。

6.2 国内相关标准、相关政策调研

目前国内尚未发布专门的砖瓦行业排放工程相关规范，但国内已发布了大量涉及烟气治理设施全过程的各类工程技术标准，从技术方案选择、设计规范、工程技术规范、验收规范、设备规范、运行技术规范到检修技

术规范，有国家标准、各部委标准及部门规章、各行业标准等不同层级，可以为本标准的编制提供一定的参考和引用。具体见表1。

7 、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

在本标准编制过程中，充分考虑到与现行标准及相关政策和编制中标准的协调配套。标准严格遵照《砖瓦工业大气污染物排放标准》（GB29620）技术标准要求充分引用相关烟气治理工程技术相关标准，来完善我国目前烧结砖瓦工业大气污染物治理已应用各类成熟技术，标准强调砖瓦行业的接口应用及规范指导全国烧结砖瓦工业大气污染物治理已应用各类技术设施的工程设计、设备制造、施工建设、运行维护以及监督管理等方面保持标准的独立性、系统性，并符合现行相关法律、法规和规章要求。

8 、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 、标准性质的建议说明

本标准建议为推荐性国家标准。

10 、贯彻标准的要求和措施建议

10.1 本标准涉及烧结砖瓦企业、大气污染治理环保企业和环保管理部门等，应向相关方面就标准内容开展宣传解读工作，以使标准更好地发挥社会效益，减少烧结砖瓦工业大气污染治理投入盲目性，有效引导烧结砖瓦工业大气污染治理工程建设和技术良性发展。

10.2 烧结砖瓦工业大气污染治理技术处于不断发展之中，对烧结砖瓦工

业大气污染治理技术的科学认识也在继续深化，标准发布后应继续保持对新技术、新问题开展跟踪分析和研究总结，适时组织标准实施效果评估，以不断完善标准，提高标准科学性和时效性。

10.3 建议由中国砖瓦工业协会和全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会统一组织行业会议宣传与技术培训，由中国砖瓦工业协会和全国墙体屋面及道路用建筑材料标准化技术委员会等单位具体负责标准技术的宣贯与技术推广，并组织生产、施工与监理企业进行技术交流。

11 、 废止现行相关标准的建议

本编制标准首次发布实施。

12 、 其它应予以说明的事项

无。

《烧结砖瓦工业大气污染治理设施工程技术规范》

国家标准编制组

二〇二一年三月北京