

陶瓷工业污染物排放标准

（征求意见稿）

编制说明

《陶瓷工业污染物排放标准》编制组

2008年1月

目 录

1.标准制订必要性和总体思路	4
1.1 项目来源.....	4
1.2 标准制订必要性.....	4
1.2.1 我国陶瓷工业现状.....	4
1.2.2 存在的问题.....	4
1.3 标准制订原则和总体思路.....	5
1.3.1 标准制订的原则.....	5
1.3.2 标准的总体思路.....	6
1.4 标准（草案）制订前段工作小结.....	6
2 陶瓷工业污染物排放标准主要技术内容说明	8
2.1 陶瓷工业子类划分.....	8
2.2 陶瓷工业废水排放与控制.....	8
2.2.1 陶瓷工业废水排放.....	8
2.2.2 国内陶瓷工业废水处理技术.....	9
2.3 陶瓷企业废气排放与控制.....	10
2.4 标准的适用范围及控制污染源.....	10
2.4.1 适用范围.....	10
2.4.2 新建企业和现有企业的划分.....	10
2.4.3 先进技术控制限值.....	10
2.4.4 执行时段.....	11
2.4.5 浓度控制与总量控制相结合.....	11
2.4.6 技术内容框架.....	11
2.5 废水排放标准.....	12
2.5.1 污染物排放控制指标的确定.....	12
2.5.2 标准值的形式.....	12
2.5.3 标准值的确定.....	12
2.5.4 国外陶瓷工业废水处理技术应用.....	17
2.6 废气排放标准.....	20
2.6.1 污染物控制指标的确定.....	20
3 与国内外有关法规和环保标准的关系	30
3.1 与现行法律（规）、现行标准、技术法规之间的关系.....	30
3.2 国内现有相关标准.....	30
3.2.1 废水排放标准.....	30
3.2.2 废气排放标准.....	30
3.3 国外现有相关标准.....	31
3.3.1 德国陶瓷工业污水排放标准.....	31
3.3.3 本标准与国内外相关标准的比较.....	32
3.4 采用国际标准程度.....	34
3.4.1 现有企业.....	34

3.4.2 新建企业.....	34
4 监测及相关要求.....	35
4.1 监测.....	35
4.2 测定分析方法.....	35
5 技术经济及环境评估.....	38
5.1 技术经济评估.....	38
5.1.1 废水排放标准技术经济可行性分析.....	38
5.1.2 废气排放标准的技术经济可行性分析.....	40
5.2 标准实施后的减排评估.....	42
5.3 标准实施后社会环境经济损益分析.....	43
6 存在问题和建议.....	44

1.标准制订必要性和总体思路

1.1 项目来源

《陶瓷工业污染物排放标准》是国家环保总局对污染物排放标准体系进行战略调整的内容之一。2003年国家环保总局在全国范围内公开征集环境标准项目（第一批）编制单位，湖南省环境保护科学研究院申报后，通过评审。国家环保总局下发《关于公布2003年度环境标准编制单位名单的通知》（环办函[2003]508号）。《陶瓷工业污染物排放标准》由湖南省环境保护科学研究院牵头，湖南省衡阳市环境监测站和湖南出入境检验检疫局陶瓷检验中心等单位参与制订。

1.2 标准制订必要性

1.2.1 我国陶瓷工业现状

我国素有“陶瓷王国”之称，是世界陶瓷最大生产国，约占世界份额半壁江山，也是主要的陶瓷出口国。目前，中国有近3000多家建筑陶瓷厂、8000多家日用陶瓷厂、1000多家卫生陶瓷厂和1000多家特种陶瓷企业，另外，还有相当一部分的陶瓷小手工作坊。据统计，中国现年产日用陶瓷约120多亿件，陈设艺术瓷40多亿件，占世界总产量65%以上；陶瓷砖约35亿 m^2 ，占世界总产量50%；世界十大卫浴品牌已有8家在中国设厂或贴牌，连续10年产量居世界之首，卫生陶瓷约8000多万件，占世界总量30%。目前在这些陶瓷企业中出口企业占到了约40%左右，年出口日用及陈设艺术瓷近120亿件，金额31亿美元；陶瓷砖4亿多 m^2 ，金额12亿美元；卫生陶瓷3800多万件，金额4.7亿美元。

特种陶瓷，因其技术含量高，已成为经济发达国家陶瓷工业的发展方向。世界特种陶瓷第一、二生产大国分别是日本、美国，其在基础研究和工艺技术上均处于世界领先水平。我国特种陶瓷在近年也有很大的发展，专家预计，到2010年和2015年，我国特种陶瓷产值将分别达到300亿元和450亿元，特种陶瓷在二十一世纪将会占据十分重要的地位。

1.2.2 存在的问题

（1）陶瓷工业污染物排放总量较大

陶瓷工业是国家环保规划重点治理的行业之一。据不完全统计，陶瓷工业企业废水排放量约3.8亿多吨，占全国工业废水排放量（243.1亿吨，2005年的统计数据，以下同）的1.6%，废水中化学需氧量（COD_{Cr}）排放量（11.4万吨）占全国化学需氧量排放总量（1414.2万吨）的0.8%，废水中氨氮排放量（1.2万吨）占全国排放总量（149.8万吨）的0.8%。在燃料方面，北方的陶瓷企业以煤气、石油液化气和压缩天然气为主，南方地区以油、煤和自制发生炉煤气为主，但同时大量存在的小手工作坊式陶瓷企业仍以燃煤和重油为主。据调查统计，燃煤、重油、柴油等陶瓷辊道窑SO₂排放浓度约为800-5000mg/m³，NO_x排放浓度为200-800mg/m³，目前大部分窑炉未进行脱硫除尘；喷雾干燥塔处理前SO₂浓度约为500mg/m³，粉尘浓度为200-800mg/m³，经处理后SO₂浓度可达或小于200mg/m³，粉尘浓度可达或小于100mg/m³。制定本标准，有利于陶瓷工业污染物总量的进一步削减，

为国家污染物排放总量的削减作出贡献。

（2）现有的排放标准不能满足环境管理的需要

目前，陶瓷工业废水排放标准执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的有关规定，但该标准未明确规定陶瓷工业水污染物排放应执行的项目，也未规定陶瓷工业最高允许排水量或最低允许水重复利用率；据不完全统计，目前我国陶瓷工业水重复利用率可达 40-50%，国外约为 90%。陶瓷工业炉窑废气排放标准执行《工业炉窑大气污染物排放标准》，但该标准只对陶瓷搪瓷砖瓦窑分为隧道窑和其它窑规定了烟（粉）尘浓度和烟气黑度，这种规定已与国家明令淘汰的“生产建筑卫生陶瓷的土窑、倒焰窑、多孔窑、煤烧明焰隧道窑等”存在部分抵触；同时未明确规定陶瓷工业无组织排放污染物浓度和各种炉窑有害污染物最高允许排放浓度。陶瓷工业其它生产工序的大气污染物排放执行 GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》，该标准同样没有明确陶瓷工业大气污染物应执行的项目。由此可见，现行陶瓷工业执行的标准从内容和从排污控制上都无法体现对陶瓷企业进行有效的环境管理，不利于针对陶瓷企业点多、面广、污染重、技术设备落后等方面进行有效控制。另外，我国陶瓷工业的发展和一系列清洁生产工艺技术的出台，现行排放标准已落后于现有陶瓷工业技术发展水平，已无法适应 21 世纪新形势下环境保护对陶瓷工业的要求。

1.2.3 完善国家宏观调控、优化产业结构调整的需要

陶瓷企业是天然原材料、燃料、水、电等的消耗大户。我国的陶瓷企业大部分以“小、散、乱”著称，缺乏现代化管理。如不做技术改造和创新，在科技高速发展的时代，我国陶瓷企业将会形成“高能耗—低附加值—无市场—无资金改造—高能耗”恶性循环。因此，为实现国家陶瓷产业结构的优化调整，必须要首先建立和完善良好的市场秩序，依靠运用法律、经济和行政手段，关闭和淘汰产品质量低劣、浪费资源、污染严重、达不到国家、行业和产业政策的企业及落后工艺技术和设备。扶植和支持优质、高效、节能、环境保护和符合产业政策要求、生产工艺技术先进的陶瓷企业的发展，取代低效、耗能大、污染重的陶瓷企业。开展制定《陶瓷工业污染物排放标准》和配套制定《陶瓷工业污染防治技术政策》，对陶瓷工业各种污染物排放进行有效控制，对陶瓷生产过程中的各环节污染防治提出技术原则、路线和方法的指导，并提出其行业应鼓励、限制、淘汰的技术工艺及设备，可引导陶瓷工业向清洁、健康的方向发展。制定《陶瓷工业污染物排放标准》和配套制定《陶瓷工业污染防治技术政策》已势在必行。

1.3 标准制订原则和总体思路

1.3.1 标准制订的原则

本标准的编制要体现以下几点原则：

- （1）陶瓷行业现状与行业前瞻性相结合的原则；
- （2）浓度控制与总量控制相结合的原则；
- （3）分类指导原则，包括：产品分类指导、时间分类指导和地区分类指导；
- （4）定量与定性相结合原则；

- (5) 阶段性原则；
- (6) 加强对特征污染因子和敏感污染因子的控制；
- (7) 标准值的确定以企业推行清洁生产为前提的原则。

1.3.2 标准的总体思路

- (1) 加强新建陶瓷企业污染物排放控制，努力减少新增污染物排放量。
- (2) 削减现有陶瓷企业污染物排放量，实现陶瓷企业总量削减。
- (3) 加强陶瓷企业的环境管理，推动陶瓷企业的清洁生产和清洁能源的使用，促进企业采用先进的生产工艺和设备，达到节能、低耗、高品质。
- (4) 通过陶瓷标准的实施，带动行业环保技术和产业的发展。

本标准的基本框架见图1-2。

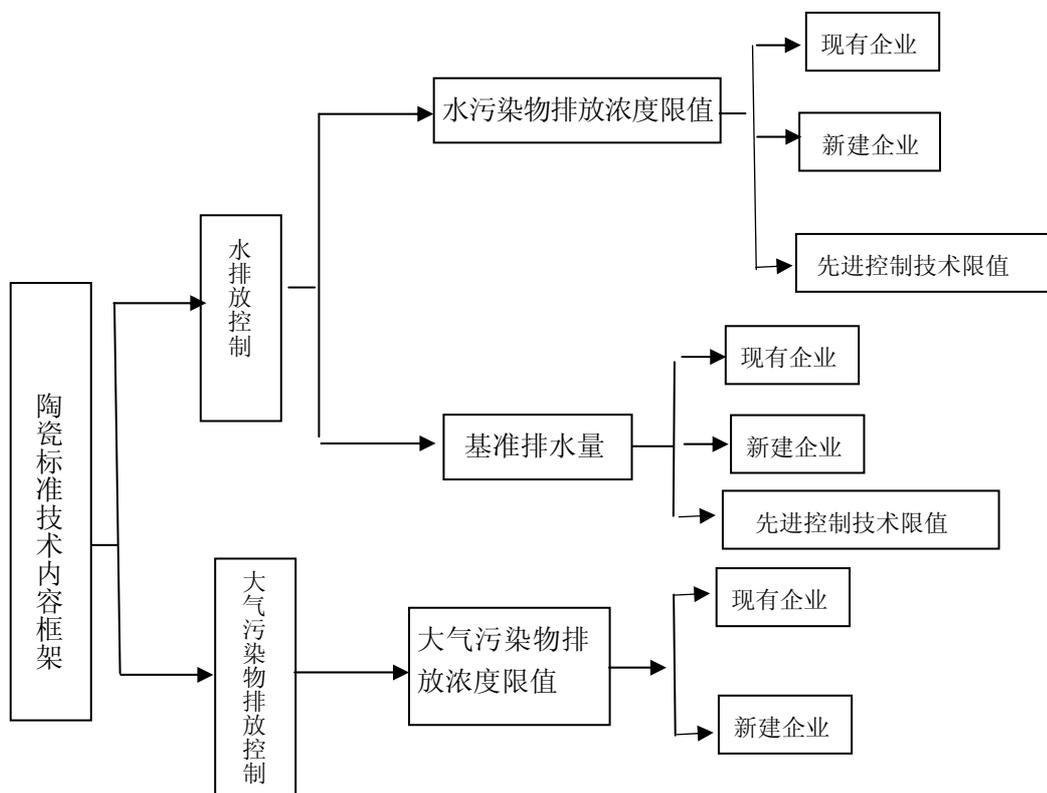


图 1-2 陶瓷标准基本结构框架图

1.4 标准（草案）制订前段工作小结

(1) 标准开题及函调

本标准于2003年征集，2004年启动，同年，对湖南代表性企业进行现场调研，调研内容包括工艺流程、原辅材料消耗、污染物控制措施及处理效果、存在的环境问题等，并开展了必要的原辅材料、污染物排放、燃料测定等现场监测。

以初步调研和现场监测为基础，标准编制组撰写了《陶瓷工业污染物排放标准开题论证报告》。2005年6月，国家环保总局科技标准处在长沙组织召开了“开题报告“论证会，会议确定了标准的适应范围和制订标准的技术路线和思路。初步将陶瓷工业企业分为四大类，即日用及陈设艺术瓷、建筑陶瓷、卫生陶瓷和特种陶。2006年10月，承担单位对全国重点和有代表性的各类陶瓷企业的基本情况、原辅材料消耗、能源使用、生产工艺流程、污染治理和污染物排放情况以调查函的形式，发放表格调查，调查结果详见附件。

（2）实地调研和座谈

2007年7 - 8月，标准编制组按陶瓷类别选取了具有典型代表意义的陶瓷生产基地进行了实地调研。先后赴广东佛山（建筑瓷、卫生瓷）、山东淄博（建筑瓷、卫生瓷、日用及艺术瓷、特种瓷）、河北唐山（日用及艺术瓷、卫生瓷）、湖南省醴陵（日用瓷、特种瓷）、江西景德镇（日用及陈设艺术瓷）进行调研。掌握了各类陶瓷生产工艺、资源、能源、燃料使用情况、污染治理及环境管理情况，对全国陶瓷工业的发展现状和管理现状有了较深的认识。同时，在各调研地区，标准编制组与当地省、市、区环保局污管科、环境监测站、陶瓷协会及典型陶瓷企业代表进行了座谈，广泛听取各方面代表和专家对陶瓷生产工艺、燃料使用、污染治理、污染物排放等有关情况的介绍和对标准制订内容、框架和指标选取及指标定值的建议和意见。

（3）资料收集整理

标准制订过程中，标准编制组收集了国内外有关陶瓷工业企业各种污染治理技术、标准和实用技术方法。如德国《陶瓷工业污水污染物排放标准》、美国《美国标准-第466章-陶瓷上釉》及欧盟《陶瓷工业污染综合治理与控制最佳可用技术参考文件》和国家相关技术产业政策和法律规范及陶瓷企业三废的污染控制技术。详见附件。

（4）标准制订

2007年8月30日，标准组编制完成了《陶瓷工业污染物排放标准》初稿和编制说明；9月7日，国家环保总局标准处在北京组织召开了关于“重点行业污染物排放标准制修订工作会议”，会议对标准制定作出了内容上和格式及规范的要求。9月15日，项目组按照会议的要求，对标准和编制说明进行了修改完善，并提交中国环科院标准所。

2 陶瓷工业污染物排放标准主要技术内容说明

2.1 陶瓷工业子类划分

为了便于陶瓷工业污染物的排放控制和管理，结合我国现有陶瓷工业企业的类型，本标准将陶瓷产品按用途进行分类，共分为四类，即：日用及陈设艺术瓷、建筑陶瓷、卫生陶瓷和特种陶瓷。

行业子类的划分是制订排放标准限值的前提。一般而言，在水污染物排放标准中，行业子类的划分主要考虑如下因素：原辅材料、生产工艺、产品特征、污染物特性以及污染物治理技术等。陶瓷工业产品在上述这些因素方面存在相似性，因此，本标准不对陶瓷工业废水排放污染控制进行行业子类划分，仅对产品的基准排水量指标进行产品类别的划分。详细地说明如下：

(1) 日用及陈设艺术瓷、建材陶瓷、卫生陶瓷、特种陶瓷生产使用的原材料基本相同，一般均包括以下三大类：具有可塑性的粘土原料，石英类原料，熔剂原料。

(2) 陶瓷工业其生产工艺技术基本相近。均包括原料制备、成型、烧成三大工序。

(3) 陶瓷工业其产品特征基本类似。其坯体结构及其相应的基本物理、化学性能相差不大。

(4) 陶瓷工业生产所产生的水污染物大致相近。根据调查统计，一般均包括常规污染因子pH、COD、BOD、悬浮物（SS）、总氮、氨氮、总磷、硫化物、氟化物、石油类及特征污染因子AOX、总铅、总镉、总铬、总镍、总钴、总铜、总锌等。

(5) 污染治理技术也基本相近。

2.2 陶瓷工业废水排放与控制

2.2.1 陶瓷工业废水排放

四类陶瓷典型生产工艺及产污节点详见附件。

陶瓷生产中的废水主要来自原料制备、釉料制备工序及设备和地面冲洗水，窑炉冷却水。在墙地砖的生中线中，还包括喷雾干燥塔冲洗和墙地砖抛光冷却水。原料精制过程中的压滤水，主要污染物为悬浮物，通常悬浮颗粒较细；修坯废水水量较少，但悬浮含量高，可达到40g/l；抛光废水主要产生在研磨、抛光、磨边、倒角等工序中，主要含瓷砖粉末、抛光剂和研磨剂；设备和车间地面冲洗水包括球磨机、浆池、料仓、喷雾干燥塔的冲洗，施釉、印花机械、除铁器的冲洗等，由于各车间各工序的不同及陶瓷产品的不同使得这类废水的污染物成份比较复杂，主要有硅质悬浮颗粒、矿物悬浮颗粒、化工原料悬浮颗粒、油脂、铅、镉、锌、铁等有毒污染物废水；设备间接冷却水无污染，主要为温度升高。

调研中，标准编制组对湖南5个日用陶瓷厂车间排出废水污染物进行了抽样检测，其各污染因子含量范围见表2-1，监测结果表明，监测的陶瓷企业生产车间排出废水中SS、COD、总铅、总铜、总铬、总镍、总镉浓度含量高，且浓度变化大；硫化物和石油类浓度相对较低；总砷与总汞有检出，

但含量很低，远远低于GB8978-1996的控制值。

表 2-1 日用陶瓷厂废水污染物抽查分析统计结果 单位：mg/L，pH 值除外

分析项目	总铜	总锰	COD _{Cr}	SS	pH	氟化物	硫化物	石油类
浓度范围	2.06-1325	0.07-0.74	10-348	21-22261	6.4-8.16	未分析	0.053-4.0	0.5-1.98
分析项目	总汞	总镍	总镉	总砷	总铬	总铅	总铍	总铁
浓度范围	0.00005-0.00077	2.36-142	0.5-42.8	0.0005-0.013	7.07-438	4.83-1896	未分析	未分析

收集了佛山市禅城区环境监测站对辖区内陶瓷企业工业废水处理前和处理后的监测结果，分别见表2-2和表2-3。表2-2结果表明：各陶瓷企业生产废水中主要的污染物为pH、SS、COD、氨氮、总锌、总铜、总铅，各企业排放的废水中各污染物浓度变化较大；总镍、总汞、总镉、总砷、总铬有检出。

表 2-2 陶瓷废水处理前污染物检测统计结果 单位：mg/L，pH 值除外

分析项目	pH 值	SS	COD _{Cr}	总铜	总锌	氨氮	总镍	总 α 放射性
浓度范围	3.22 -12.81	27 -5458	20.2 -496	0.05 -44.0	0.02 -37.6	0.247 -20.07	0.05	未分析
分析项目	总汞	总镉	总砷	总铬	总铅	六价铬	总 β 放射性	-
浓度范围	0.00001 -0.01524	0.05 -0.10	0.0005- 0.0178	0.03- 0.13	0.2-2.8	未分析	未分析	-

表 2-3 陶瓷废水处理污染物检测统计结果 单位：mg/L，pH 值除外

分析项目	pH 值	SS	COD _{Cr}	总铜	总锌	氨氮	总镍	总 α 放射性
浓度范围	3.18 -11.54	4 -1453	12 -177	0.05 -13.8	0.02 -28.6	0.029 -7.994	0.05	未分析
分析项目	总汞	总镉	总砷	总铬	总铅	六价铬	总 β 放射性	-
浓度范围	0.00001 -0.00374	0.05	0.0005- 0.0152	0.03- 0.05	0.2-0.8	未分析	未分析	-

另外，在陶瓷生产的原料制备过程中，需要对球磨后的泥料进行过筛除铁，在对除铁器进行清洗时会产生废水，废水中的主要污染物还有Fe²⁺或Fe³⁺、悬浮物，此外，由于受到废机油、乳化油等污染，陶瓷工业废水排放还含有一定量的石油类。

陶瓷生产热喷涂料需要用遮蔽材料、防粘剂和封孔剂等含有有机溶剂但量均较少，标准采用可吸附有机卤化物（AOX）（以C1计）进行控制。

特种陶瓷需要加入涂层材料，其主要的成分主要为金属氧化物、碳化物、硼化物、氮化物、硅化物等，主要涉及各种金属，如铝、硅、锆、铬、镍、锌、铍等。

2.2.2 国内陶瓷工业废水处理技术

陶瓷工业废水污染物因子多，包括pH、COD、BOD、悬浮物（SS）、总氮、氨氮、总磷、石油类、AOX、硫化物、氟化物、总铅、总镉、总铬、总镍、总钴、总铜、总锌等，目前针对这些污染物的处理方法较为成熟。目前，国内对陶瓷工业废水的处理根据不同的生产工序处理工艺略有不同，原料制备废水前处理主要采用隔油沉砂→絮凝沉淀→高浊度污水净化器→清水池→外排，污泥浓缩→压滤→泥饼外运；总排废水主要采用格栅→调节池→BIOFOR滤池→清水池→达标外排，污泥浓缩→压滤→泥饼外运。但从全国的实地调研情况看，我国陶瓷工业废水的治理情况并不容乐观，大部分陶

瓷生产企业没有对陶瓷工业废水进行有效的治理，表2-3的统计结果也表明，处理后也存在一定的超标现象。通过上述处理技术的应用，可以有效地进行陶瓷工业废水的回收利用，不同陶瓷产品工艺废水的循环利用率见表2-4。

表 2-4 不同陶瓷产品生产工艺废水循环利用率

类别	平均值	最高值
墙地砖	70-80%	100%
餐具	/	50%
卫生洁具	50%	50%

2.3 陶瓷企业废气排放与控制

陶瓷企业排放的大气污染物主要有常规控制因子：颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度；特征污染因子：氯化氢、氟化氢、铅、镉、钴、镍的氧化物。

目前国内喷雾干燥塔主要采用的治理方法是脱硫塔、气箱脉冲袋除尘器、旋流板塔、温式旋流板塔等方法；窑炉废气主要采用的治理方法是水膜除尘、水洗塔吸收、碱液吸收塔脱硫，固体制剂除尘器等。施釉工序采用的废气污染控制技术有水幕吸收；窑炉烟气一般未进行治理。

2.4 标准的适用范围及控制污染源

2.4.1 适用范围

本标准适用于陶瓷工业企业的污染物排放管理；适用于陶瓷工业建设项目环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收及其投产后的水、大气污染物排放管理。

本标准适用于法律、法规允许的污染物排放行为；新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源管理，按《中华人民共和国大气污染防治法》第十六条、《中华人民共和国水污染防治法》第二十条和第二十七条、《中华人民共和国海洋环境保护法》第三十条、《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十二条和第四十三条和《饮用水水源保护区污染防治管理规定》等法律、法规、规章的相关规定执行。

本标准不适用于陶瓷原辅材料的开采及初加工过程。

2.4.2 新建企业和现有企业的划分

以 2008 年 7 月 1 日界定两个时间段，分现有企业和新建企业，分别制订排放标准。

2.4.3 现有和新建企业水污染物特别排放限值

根据环境保护工作的要求，对位于国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区的企业，执行现有和新建企业水污染物特别排放限值。对执行现有和新建企业水污染物特别排放限值的地区范围、时间，

由省人民政府规定。

2.4.4 执行时段

根据项目建设时间分为两个时间段。

对于现有企业，自本标准实施之日起，其污染物的排放按现有企业的规定执行；自 2010 年 1 月 1 日起，其污染物的排放按新建企业的规定执行。初步考虑现有企业的过渡期为 2 年。

对于新建设（包括改、扩建）的企业，自本标准实施之日起，其污染物的排放按新建企业的规定执行。

现有企业和新建企业（包括改、扩建）的项目建设时间，以环境影响评价报告书（表）批准日期为准。

2.4.5 浓度控制与总量控制相结合

本标准对废水排放设置两种控制指标，即最高允许排放浓度和单位产品基准排水量（或最低循环利用率）。最高允许排放浓度控制废水瞬时排放浓度。基准排水量（或最低循环利用率）控制污染物排放总量。陶瓷生产企业的废水排放必须同时符合这两种限值要求。本标准对废气排放设置大气污染物排放浓度限值。

2.4.6 技术内容框架

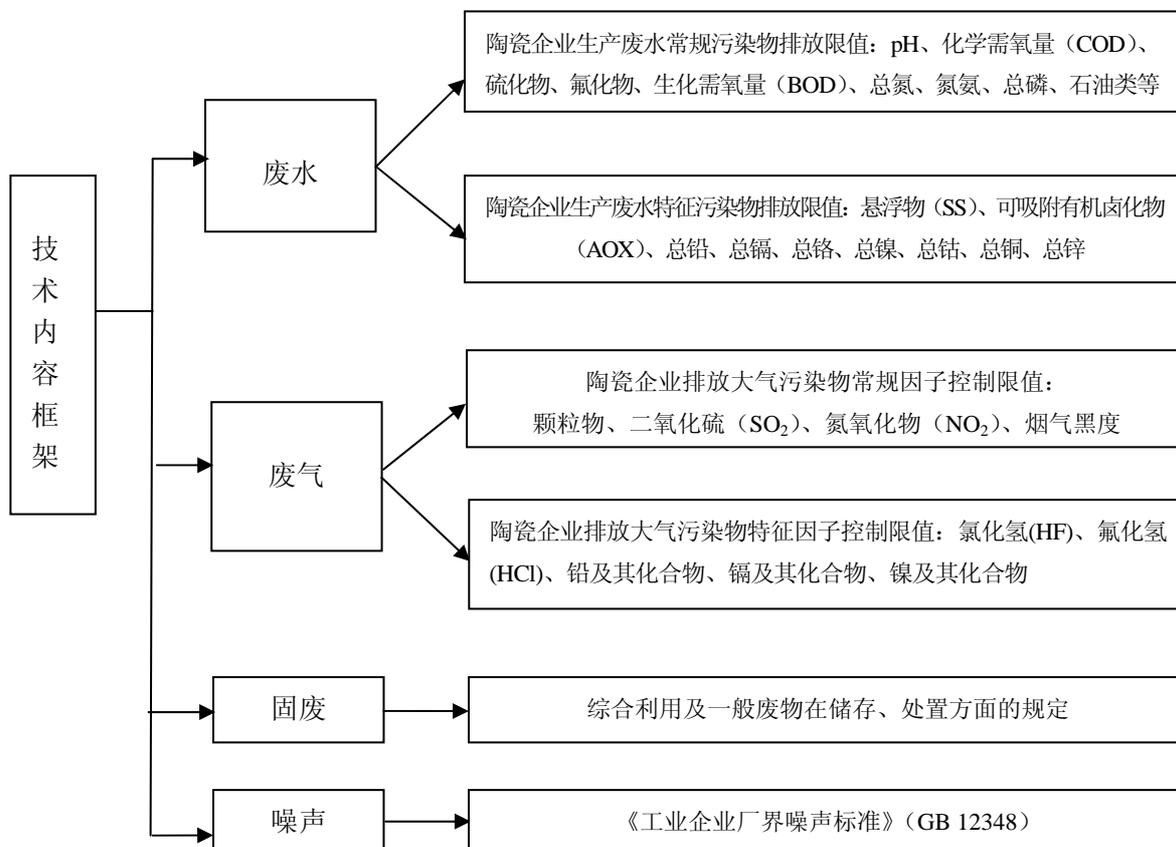


图 2-1 标准技术内容框架图

2.5 废水排放标准

2.5.1 污染物排放控制指标的确定

(1) 控制指标的确定原则

- ①结合陶瓷行业废水排放的特点，有针对性地在综合排放标准中选择常规控制指标；
- ②国外标准中已有的，同时国内陶瓷工业使用原料中含有或排放的污染物；
- ③对人体、环境的生物毒性较强或对生态环境危害较大的污染物，如有毒有害重金属类和 AOX；
- ④排放量相对较大的污染物；
- ⑤总量控制要求；
- ⑥具备一定基础条件，可实施控制和监测的污染物。

(2) 水污染物控制指标

根据上述原则，筛选出 9 项常规污染物、9 项特征污染物和 1 项总量控制指标，见表 2-5。控制方式采取污染物浓度控制与单位产品基准排水量（或循环利用率）相结合的方式。

表 2-5 本标准水污染控制指标

常规污染物	pH、化学需氧量（COD _{Cr} ）、生化需氧量（BOD ₅ ）、总氮、氨氮、总磷、石油类、硫化物、氟化物、
特征污染物	悬浮物（SS）、可吸附有机卤化物（AOX）、总铅、总镉、总铬、总镍、总钴、总铜、总锌
总量控制指标	单位产品基准排水量（或循环利用率）

2.5.2 标准值的形式

标准值形式为水污染物最高允许排放浓度和单位产品基准排水量（循环利用率）。采取这种形式的目的主要是便于现行监督管理工作的延续和与有关制度的衔接。

2.5.3 标准值的确定

(1) 确定原则

①当前污染治理技术水平。本标准的制订体现“技术强制”原则，即通过本标准的制订迫使企业采用先进污染控制技术；同时，标准值是企业采用先进生产工艺与污染治理措施后能够达到的水平。新建企业和现有企业依据的技术水平有所区别，新建企业标准值依据国际先进污染控制技术确定；现有企业标准值依据国内先进污染控制技术确定，并规定在一定时期内须达到新建企业控制要求。

②参照国内外现有相关标准。现有相关标准（包括国内、国外标准）在制定过程中也考虑了诸多方面的因素，并经过了一定时间的实践检验，这些标准对于我们制订本标准可起到参考作用。

③经济可行性原则。

(2) 常规污染因子标准值的确定

① pH值

调查资料表 2-2 显示，陶瓷企业废水 pH 值在 4.19-12.81 之间变化，酸碱废水的治理在国内外均

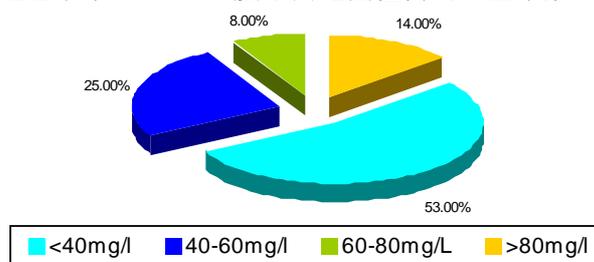
属成熟技术，可以通过投加碱或酸进行调节。国内污水综合排放标准及行业污水排放标准确定的 pH 值均为 6-9。本标准现有企业和新建企业 pH 值定值均为 6-9，先进技术控制 pH 限值为 6.5-8.5。对企业实际处理情况的调查显示（见表 2-6），只要是采用了一定的处理技术，达到该指标限值并不难。

表 2-6 陶瓷生产企业废水排放 pH 不同范围值的企业数统计表

pH 值范围	<6	6-9	6.5-8.5	>9	备注
企业数量（个）	8	90	71	16	调查企业总数 为 114 家
占总数的百分比	7%	79%	62%	14%	

②化学需氧量（COD_{Cr}）与五日生化需氧量（BOD₅）

COD_{Cr} 不是陶瓷企业的特征性污染物，同时 BOD₅ 含量也非常低。陶瓷企业废水中的 COD_{Cr} 一部分来源于陶瓷原料中所含有的少量有机物和还原性物质如 Fe²⁺及陶瓷生产中的有机添加剂，另一部分主要来源于企业生活污水；BOD₅ 也主要来源于生活污水。实践表明，陶瓷工艺废水中的 COD_{Cr} 随着悬浮物 SS 降低而下降，即 COD_{Cr} 与 SS 呈一定的线性相关性。因此，对于陶瓷工艺废水，可以通过对 SS 的有效去除同时去除 COD_{Cr}。调研中收集了 117 家陶瓷企业处理后废水水质监测数据。图 2-2 反映了这 117 家陶瓷企业处理出水中 COD_{Cr} 浓度不同范围值内的企业个数（或百分比）。

图 2-2 COD_{Cr} 浓度不同范围值内的企业个数百分比分布图

根据现场调研情况来看，个别陶瓷企业出水中 COD_{Cr} 浓度较高是因为有生活污水混排。事实上，陶瓷企业采用先进工艺对 SS 进行处理、并加强污水处理设施的管理，COD_{Cr} 浓度可达 60mg/l 以下。对于企业生活废水，在建有集中式污水处理厂地区，应通过专有城市管线将其送入城市生活污水处理厂处理，对于没有集中式污水处理厂的地区，应建立单独生活污水处理系统处理后达标外排。GB 8978-1996《综合污水排放标准》“其它排污单位”COD_{Cr} 最高允许排放浓度一级标准为 100mg/L，BOD₅ 30 mg/L；GB 18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》“基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）”一级标准 B 标准 COD_{Cr} 为 60 mg/L，BOD₅ 20 mg/L；德国标准 COD_{Cr} 为 80mg/L，BOD₅ 未作规定。本标准 COD_{Cr} 定值为：现有企业 60mg/L，新建企业 50 mg/L，先进技术控制限值 40mg/L。BOD₅ 定值为：现有企业 20mg/L，新建企业 10 mg/L，先进技术控制限值 10mg/L。

③氨氮和总氮

氨氮对水环境有重要影响，产生湖水营养化现象时总氮含量为 0.2 mg/L，磷为 0.01 mg/L。陶瓷企业废水中氨氮及总氮主要来源于厂区生活污水，氨氮浓度一般在 20 mg/L 以下。调研中共收集了 100 家陶瓷企业废水处理后的水质监测数据。图 2-3 直观地反映了这 100 家陶瓷企业处理出水中氨氮浓度不同范围值内的企业个数（或百分比）。对于陶瓷企业生活废水，在建有集中式污水处理厂的地区，

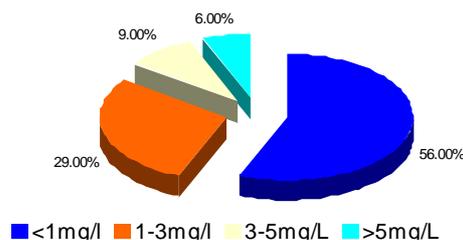


图2-3 氨氮浓度不同范围值内的厂家个数百分比分布图

应通过专有城市管线将其送入集中式污水处理厂处理，对于没有集中式污水处理厂的地区，应建立单独污水处理系统处理后达标外排。氨氮的处理工艺有A/O、A²/O、SBR法、氧化沟法等。氨氮和总氮的去除率可达60-90%。GB 8978-1996《综合污水排放标准》氨氮一级排放标准最高允许排放浓度为15mg/L，对总氮未作规定；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》氨氮A标准为5（8）mg/L，B标准为8（15）mg/L；总氮A标准为15mg/L，B标准为20 mg/L。欧盟和德国标准对氨氮和总氮未作规定。本标准对总氮和氨氮从严控制，氨氮定值为：现有企业5mg/L，新建企业3mg/L，先进技术控制限值1mg/L；总氮定值为：现有企业15mg/L，新建企业10mg/L，先进技术控制限值5mg/L。

④总磷

总磷是控制水体富营养化的主要污染物。除磷的工艺主要有生物除磷和化学除磷工艺。生物除磷的去除率为60-90%，出水含磷0.5-2 mg/L；化学除磷效果比较稳定，处理后出水含磷可以达到0.5 mg/L以下。GB 8978-1996《综合污水排放标准》对总磷未作规定，但规定了磷酸盐一级标准为0.5 mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》规定2006年1月1日之后建成的污水处理厂总磷A标准为0.5 mg/L，B标准为1 mg/L，之前建成的污水处理厂总磷A标准为1 mg/L，B标准为1.5mg/L。欧盟和德国标准为1.5 mg/L。本标准对总磷的控制从严。本标准总磷定值为：现有企业1.5mg/L，新建企业1.0 mg/L，先进技术控制限值0.5mg/L。陶瓷企业只要加强管理，达到这一指标值并不难。

⑤ 石油类

陶瓷企业废水石油类主要来源于机械设备润滑油跑、冒、滴、漏，含量一般不高，在10 mg/L以下。GB 8978-1996《综合污水排放标准》“一切排污单位”石油类最高允许排放浓度各级标准均为10mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》“基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）”石油类一级标准B标准为3 mg/L，二级标准为5 mg/L；德国标准未对石油类进行控制。根据陶瓷工业排污特点，对石油类的治理采用源头控制、加强管理、设隔油装置，可以进行有效的控制。因此，本标准石油类定值为：现有企业5mg/L，新建企业3 mg/L，先进技术控制限值1mg/L。

⑥硫化物与氟化物

陶瓷原料含有少量硫，主要以黄铁矿（FeS₂）和其它无机硫及有机硫形式存在。陶瓷原辅料中含有一定量氟，一般为500-800 g/ Kg原料。陶瓷生产中，原料中硫和氟在较低温度下以比较稳定的形式存在，一般不会转移到废水中。GB 8978-1996《综合污水排放标准》“一切排污单位”氟化物最高允许排放浓度为10mg/L；硫化物为1.0 mg/L。GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》

未对氟化物规定标准值；硫化物是“选择性控制项目”，“最高允许排放浓度（日均值）”为1.0 mg/L；德国标准未对硫化物和氟化物进行控制。本标准氟化物为：现有企业10mg/L，新建企业8mg/L，先进技术控制限值5mg/L；硫化物定值为：现有企业、新建企业为1.0 mg/L，先进技术控制限值0.5mg/L。

（3）特征污染因子标准值的确定

①悬浮物（SS）

SS是陶瓷工业生产废水主要特征污染物，主要来自原料及釉料制备工序、施釉工序的水幕吸收及设备和地面冲洗，在墙地砖的生产中，还包括喷雾干燥塔冲洗和墙地砖抛光工序产生的废水。目前，我国陶瓷工艺废水SS去除采用的通用处理技术为沉淀法，分为两种类型：自然沉降法和絮凝沉淀法。陶瓷工艺废水污染程度差别较大，根据清污分流的原则，宜将色釉料工段的废水、湿法废气处理废水与坯料和其他工段产生的废水分开处理，以便回收利用，减轻处理负荷。釉料废水因化学成分较复杂，废水沉淀滤处理后，还应采用离子交换、化学沉淀法、或反渗透膜法等进一步去除金属离子和非金属离子后才可以回用。湿法废气处理废水主要是窑炉和喷雾干燥塔湿法废气处理所产生的废水，该废水经沉淀处理并调整pH值后可在该工序循环使用。在调研中，共收集了118家陶瓷生产企业的废水处理后的水质监测分析数据。图2-4直观地反映了这118家陶瓷生产企业处理出水中SS浓度不同范围值。根据调研情况来看，现有企业改进工艺、加强管理SS可以达到60mg/l以下。新建

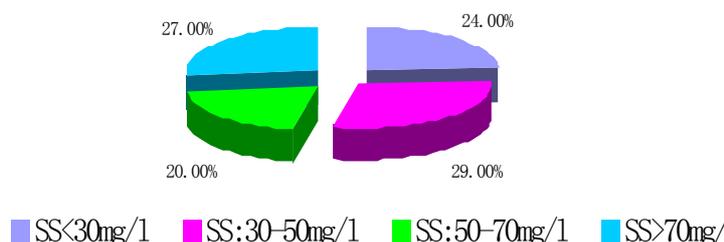


图2-4 SS浓度不同范围值内的企业个数百分比分布图

企业采用先进废水处理工艺SS可以达到50 mg/l以下。GB 8978-1996《综合污水排放标准》规定“其它排污单位”SS最高排放浓度一级标准为70mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》“基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）”一级标准B标准SS定值为20 mg/L；欧盟和德国标准SS定值为50 mg/L。本标准SS定值为：现有企业60mg/L，新建企业50 mg/L，先进技术控制限值30mg/L。

②可吸附有机卤化物（AOX）

陶瓷企业生产过程中需加入一定量的含氯有机添加剂，同时，我国大部分陶瓷企业用水主要来自于城市自来水供水，含有氯，故陶瓷工艺废水中会含有AOX。对于AOX，GB8978-1996《综合污水排放标准》未作控制要求，GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》将AOX列入了“选择性控制项目”，规定的最高允许排放浓度限值（日均值）为1.0。德国标准AOX定值为0.1。本标准AOX排放标准值定为：现有企业采用GB18918-2002定值为1.0mg/L，新建企业采用国外标准定为0.1mg/L，先进技术控制限值严于新建企业的标准定为0.05mg/L。

③总镉

镉是一种稀有分散元素，镉的所有化学形态对人和动物都是有毒的。陶瓷工艺废水中镉主要来源于陶瓷色釉料中的添加剂；陶瓷主要原材料中镉含量不高，在 0.5- 5.56mg/kg 原料范围内；据抽样监测，日用瓷生产废水中镉浓度为 0.5-42.8 mg/L。含镉废水处理有：1) 化学沉淀法、2) 电解法、3) 离子交换法等。去除率一般能达到 99% 以上，出水含镉量可降到 0.1mg/L。GB 8978-1996《综合污水排放标准》规定总镉最高允许排放浓度为 0.1mg/L，GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》规定总镉最高允许排放浓度（日均值）为 0.01mg/L，德国标准为 0.07 mg/L。本标准总镉定值为：现有企业 0.1mg/L，新建企业 0.07mg/L，先进技术控制限值 0.05mg/L。

④总铬

金属铬的毒性较小，但六价铬毒性很大。陶瓷工艺废水中铬主要来源于陶瓷原料中，据对陶瓷原料的抽样检测，原料中铬含量为 0.02-16.1mg/kg 原料；另据抽样监测，日用瓷生产排放废水中总铬浓度范围为 7.07-438 mg/L。铬的治理技术有：1) 铁氧化法、2) 化学还原法、3) 活性炭吸附法、4) 离子交换法、5) 电解法等。对于六价铬，去除率能达到 98% 以上，出水在 0.1mg/L。GB 8978-1996《综合污水排放标准》规定总铬最高允许排放浓度为 1.5mg/L，六价铬为 0.5 mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》规定总铬最高允许排放浓度（日均值）为 0.1mg/L，六价铬为 0.05 mg/L；德国标准总铬为 0.1 mg/L，六价铬未作规定；美国标准总铬为 0.42mg/L。本标准采用通过严格控制总铬的方式来同时控制六价铬的排放，不再规定六价铬控制标准值。本标准总铬排放标准值定为：现有企业 1.0mg/L，新建企业 0.1mg/L，先进技术控制限值 0.05mg/L。

⑤总铅

铅及其化合物对人体均有毒。陶瓷工艺废水铅部分来源于陶瓷原料，据对陶瓷原料抽样检测，原料铅含量为 70-210mg/kg 原料；部分来源于陶瓷色釉料添加剂。据抽样监测，日用瓷生产排放废水中总铅浓度范围为 4.83-1896mg/L。目前含铅废水处理技术有 1) 混凝沉淀法，2) 中和还原法，3) 离子交换法。中低浓度时，一般采用中和沉淀法，去除率能达到 98% 以上。GB8978-1996《综合污水排放标准》总铅最高允许排放浓度为 1.0mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》总铅最高允许排放浓度（日均值）为 0.1mg/L；德国标准总铅为 0.3 mg/L，美国标准为 0.15 mg/L。本标准总铅定值为：现有企业 1.0mg/L，新建企业 0.3mg/L，先进技术控制限值 0.1mg/L。

⑥总镍

镍及其化合物是致癌物质。陶瓷工艺废水镍主要来源于陶瓷原料，据对陶瓷生产原料抽样检测，原料镍含量为 10.1-31.8mg/kg 原料；另据抽样检测，日用瓷生产排放废水中总镍浓度范围为 2.36-142mg/L。常用的镍处理技术有：1) 化学沉淀-过滤法，2) 离子交换法，3) 膜电解法。GB8978-1996《综合污水排放标准》总镍的最高允许排放浓度为 1.0mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》总镍最高允许排放浓度（日均值）为 0.05mg/L；德国标准总镍为 0.1 mg/L，美国标准为 1.41 mg/L。本标准总镍定值为：现有企业 0.5mg/L，新建企业 0.1mg/L，先进技术控制限值 0.05mg/L。

⑦总钴

钴是 Wood (1974) 列入“极毒且容易侵入的”元素之一。GB 8978-1996《综合污水排放标准》

和GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》均未对钴作规定。德国标准对钴定值为0.1mg/L。本标准总钴定值为：现有企业1.0mg/L，新建企业0.1mg/L，先进技术控制限值为0.05mg/L。

⑧总铜

铜是Wood（1974）列入“极毒且容易侵入的”元素之一。据抽样监测，陶瓷原料铜含量为3.3-32.8 mg/Kg；日用瓷生产废水铜浓度范围为2.06-1325 mg/L。GB 8978-1996《综合污水排放标准》总铜的“最高允许排放浓度限值”一级标准为0.5 mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》将总铜列入“选择性控制项目”，“最高允许排放浓度（日均值）”为0.5 mg/L。德国标准未作规定。本标准总铜定值为：现有企业0.5mg/L，新建企业0.1mg/L，先进技术控制限值均为0.05mg/L。

⑨总锌

锌是Wood（1974）列入“极毒且容易侵入的”元素之一。GB 8978-1996《综合污水排放标准》总锌“最高允许排放浓度限值”一级标准为2.0 mg/L；GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》将总锌列入“选择性控制项目”，“最高允许排放浓度（日均值）”为1.0 mg/L。德国标准未作规定。本标准总锌定值为：现有企业2.0mg/L，新建企业1.0mg/L，先进技术控制限值0.5mg/L。

（6）单位产品基准排水量

该指标限值的确定是根据对每类陶瓷生产各工艺环节废水产生量、废水污染物成分及工艺回用的可能性、企业可采用的最佳污水处理技术及处理后效果充分分析的基础上确定的。对陶瓷生产而言，单位产品废水排放量因陶瓷产品种类不同，工艺用水量差异较大，对废水回用的质量要求也有严格的差别，故产生的废水排放量也不同。因此，本标准按产品分类9日用及陈设艺术瓷、建筑瓷、卫生瓷、特种瓷）确定单位产品基准排水量。各类陶瓷企业排水量指标的确定，结合各类产品的生产特点、企业调研结果、陶瓷行业清洁生产评价指标体系（国家发改委）及有关文献，确定单位产品基准排水量。另外，根据陶瓷产品用途不同，其基准排水量存在一定的差别，因此，将日用瓷基准排水量分为普通瓷和骨质瓷，建筑瓷分为抛光砖和非抛光砖两种。特种陶瓷由于其产品品种繁多，并且目前是陶瓷行业中高科技研究的前沿，因此，本标准按照法律、法规及相关政策的要求提出总的循环利用率指标。陶瓷工业基准排水量限值如表2-7。

表 2-7 陶瓷工业企业单位产品基准排水量

序号	类别		一般地区		先进技术控制限值
			现有企业	新建企业	
1	日用及陈设艺术瓷 (t/t 产品)	普通瓷	11	7.0	2.0
		骨质瓷	30	18	6.0
2	建筑陶瓷 (t/t 产品)	抛光	6.0	1.5	0
		非抛光	0.2	0.1	0
3	卫生陶瓷(t/t 产品)		7.0	5.0	2.0
4	特种陶瓷(最低允许水重复利用率%)		70	85	95

2.5.4 国外陶瓷工业废水处理技术应用

欧盟-《陶瓷工业污染综合治理与控制最佳可用技术参考文件》（2006年12月）（见附件3）对陶瓷墙地砖（建筑瓷）、餐用瓷及陈设艺术瓷（日用及陈设艺术瓷）、卫生洁具（卫生陶瓷）及技术瓷

（特种陶瓷）生产中污染物产生情况、污染治理与控制最佳可用技术（BAT）及采用BAT后污染物最终可控制水平进行了详细描述。对于陶瓷工业水污染治理，主要工艺系统单元包括均质调节、曝气、沉淀、过滤、活性炭吸附、化学沉淀、絮凝、离子交换和反渗透，一般陶瓷企业根据本企业生产特征和污染物浓度及回用水质要求采用其中几个工艺单元组合对废水进行处理，这种废水处理系统可应用于所有陶瓷工业。坯体制备工序工艺废水再利用不需要处理，只需设有均质调节池确保水质持续稳定；对于设备清洗，水的再利用对水质要求高，需经曝气、沉淀处理，并用化学法去除气味；多余的工艺废水通常采用均质、絮凝、沉淀、过滤工艺，并采用反渗透膜确保水质回用要求，以减少工艺废水排放量。图2-5某陶瓷餐具企业采用调节、絮凝、沉淀、砂滤、反渗透（OR）工艺的应用实例，表2-8是该企业处理工艺各环节分析结果。表2-9是某卫生洁具企业工艺废水净化后污染物

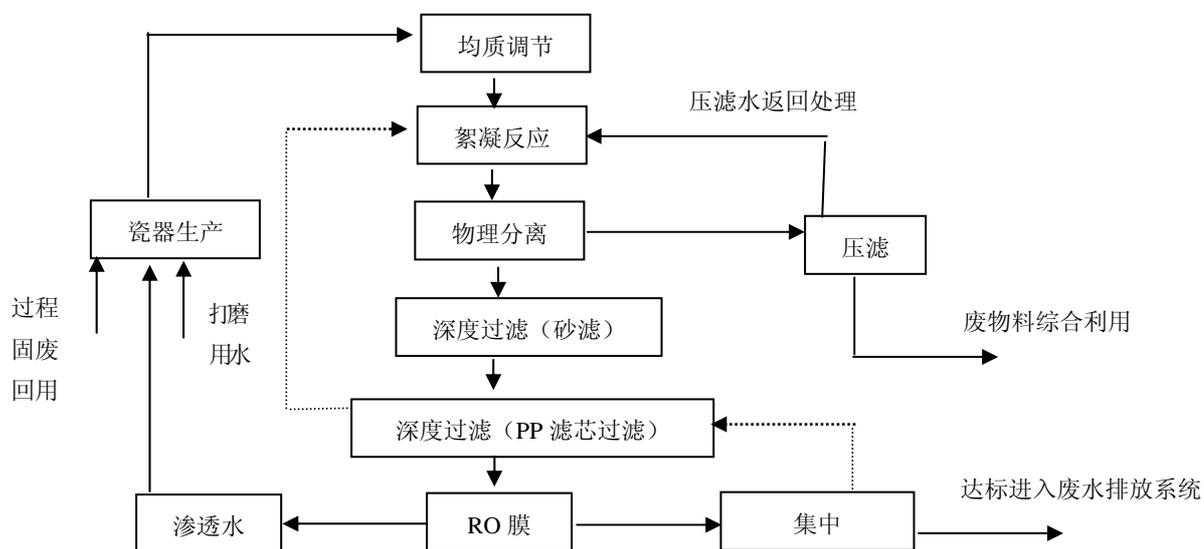


图 2-5 陶瓷工业生产废水处理工艺流程图

表 2-8 陶瓷餐具生产厂工艺废水污染物分析结果

污染物名称	单位	原废水浓度	浓缩分离后的清液	砂滤	RO膜过滤后的浓缩液	RO膜过滤后的清液
pH		7.5	7.5	7.5	8.0	6.5
电导率	μS/cm	750	700	680	950	8
总硬度	dH	12.0	11.5	12.0	15.0	<0.5
从135 °C 的蒸汽中去除的固体物质	mg/l	1500	550	500	820	60
氯化物	mg/l	150	150	130	245	<5
硫酸盐	mg/l	100	100	110	280	<10
磷酸盐	mg/l	80.0	2.0	1.0	1.5	0.4
硅酸盐	mg/l	200	15	10	25	<0.1
钙	mg/l	70	70	65	245	0.3
镁	mg/l	9	7	7	23	<0.1
硼	mg/l	2.0	1.0	1.0	3.1	<0.1
锌	mg/l	4500	<100	<100	<100	<100
铅	mg/l	250000	200	60	110	<10

镉	mg/l	60	2	2	3	<1
Cr, Cu, Ni, Co	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
AOX	mg/l	0.001	-	-	0.007	<0.001
COD	mg/l	30	-	-	45	<15

浓度及排放负荷（日常运行分析结果（沉淀后取样））。表2-10是某电瓷企业工艺废水经絮凝、隔板沉淀、压滤工艺处理后的污染物浓度（5天的样本）。表2-11是某电瓷生产企业工艺废水絮凝之后、过滤之前的污染物浓度。表2-12中某压电陶瓷生产企业工艺废水经最终过滤净化后的污染物浓度。

表 2-9 卫生洁具生产企业处理后的工艺废水污染物浓度

污染物	浓度 (mg/l)	排放负荷 (g/d)	污染物	浓度 (mg/l)	排放负荷 (g/d)
锌	0.05	1.0	钴	<0.01	<0.2
镍	<0.01	<0.2	锡	<0.01	<0.2
铅	<0.01	<0.2	镉	<0.005	<0.1
铜	<0.01	<0.2	铋	<0.01	<0.2
铬	<0.01	<0.2	钡	0.32	6.4
六价铬	<0.05	<0.01	硫酸盐	53	1060
pH	7.7	-			

表 2-10 电瓷厂净化后的工艺废水中污染物浓度

污染物名称	浓度 (mg/l)				
	可滤过的物质	-	22	36	53
铝	-	<0.1	<0.1	<0.1	0.90
铁-II	<0.01	-	-	-	-
铁-III	<0.01	-	-	-	-
总铁	<0.01	2.64	1.15	0.056	0.1481
氟化物	-	0.33	-	-	-
COD	-	19	-	-	-
TOC	<0.05	1.60	-	-	-
pH	8.12	6.24	5.87	6.65	7.37

表 2-11 电瓷厂絮凝之后工艺废水中污染物浓度

污染物名称	单位	浓度值	污染物名称	单位	浓度值
pH		7.2	镉	mg/l	<0.005
SS	mg/l	<3	铜	mg/l	<0.01
COD	mg/l	53	镍	mg/l	<0.1
TOC	mg/l	15	锌	mg/l	0.3
AOX	mg/l	0.02	铝	mg/l	0.23
总铬	mg/l	<0.01	钴	mg/l	0.016
铅	mg/l	<0.05			

表 2-12 某压电陶瓷生产厂工艺废水净化后的污染物浓度

污染物名称	单位	浓度值	污染物名称	单位	浓度值
pH		8.0	镉	mg/l	<0.01
SS	mg/l	<3	铜	mg/l	<0.01
COD	mg/l	597	镍	mg/l	<0.1
TOC	mg/l	200	锌	mg/l	0.04
AOX	mg/l	<0.1	铋	mg/l	<0.02
铅	mg/l	<0.1	-	-	-

从上述陶瓷工业废水处理技术及应用效果分析可知，本标准制定的陶瓷废水现有企业、新建企业各污染物指标，通过合理有效的治理技术是可以达到的，先进技术控制限值通过采用先进的治理技术达到指标要求也是可行的。另外，国外的实例也表明，陶瓷工业废水实现零排放也是可行的。

2.6 废气排放标准

2.6.1 污染物控制指标的确定

(1) 确定原则

- ① 综合排放标准中与陶瓷工业有关的控制指标；
- ② 陶瓷工业生产过程中有排放的特征污染物；
- ③ 对人体、环境的生物毒性较强或对生态环境危害较大的污染物；
- ④ 排放量相对较大的污染物；
- ⑤ 总量控制和节能减排的要求；
- ⑥ 具备一定基础条件，可实施控制和监测的污染物。

(2) 大气污染物控制指标

根据上述原则，筛选出 4 项大气常规污染物、5 项特征污染物加以控制。

- ① 常规污染物：二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（以 NO₂ 计）、颗粒物、烟气黑度（林格曼黑度级）；
- ② 特征污染物：铅及其化合物、镉及其化合物、镍及其化合物、氯化物、氟化物。

(3) 常规大气污染物控制指标限值确定

① SO₂、NO_x、颗粒物与烟气黑度限值确定的前提

陶瓷工业废气中 SO₂、NO_x、颗粒物浓度与烟气黑度主要取决于不同的燃料类型及燃料中的硫、氮及灰分含量。为了有效控制陶瓷工业 SO₂、NO_x、颗粒物的排放，本标准中 SO₂、NO_x、颗粒物浓度与烟气黑度标准的定值均是基于采用清洁能源-含 S 量 < 1% 的水煤浆、油、气的基础上通过采取国内或国际先进技术处理后的可达目标。本标准通过对 SO₂、NO_x、颗粒物浓度和烟气黑度排放限值的确定禁止了陶瓷工业煤及含 S 量 > 1% 燃料的使用。国外对陶瓷工业废气处理技术主要包括两种，一是工艺优化措施，二是末端治理技术。工艺优化措施主要包括使用低污染物含量原辅材料及燃料、优化工艺过程控制。

② 标准限值的确定

1) SO₂

陶瓷工业采用清洁燃料，废气中 SO₂ 主要来源于燃料中硫及陶瓷原料中硫。高温时，原料中一部分硫形成 SO_x 释放到窑炉气中。当陶瓷原料中含有 CaCO₃ 时，CaCO₃ 与 SO_x 反应可减少硫的排放，反应产物留在陶瓷坯体中。SO₂ 污染治理技术已有多种成熟技术，主要包括：① 湿法抛弃法：石灰石/石灰法，双碱法，加镁的石灰石/石灰法，碳酸钠法，海水法等。② 湿法回收法：有氧化镁法，钠碱法，柠檬酸盐法，氨法，碱式硫酸铝法。③ 干法抛弃法：主要有喷雾干燥法。④ 干法回收法：主要有活性炭吸附法。通常湿法脱硫工艺的效率可达 95% 以上，而干法和湿干法工艺的效率通常在 60-85% 之间。

A) 窑炉废气排放及治理情况

典型窑炉(辊道窑) 采用清洁燃料废气中的浓度范围及企业所占比例见表 2-13；相应的采用的清

洁燃料不同类型燃料企业所占比例见图 2-6（调查企业总数：22 个）。

表2-13 陶瓷辊道窑窑炉废气中SO₂浓度范围及企业比例统计表

浓度范围	≤1000mg/1	1000-1500mg/1	1500-2000 mg/1	>2000 mg/1
企业所占比例%	13.6	31.8	36.4	18.2

调查企业总数：22

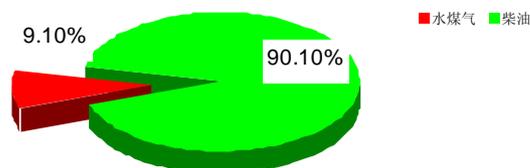


图 2-6 典型窑炉用不同类型燃料比例图

调查的陶瓷企业验收监测中窑炉SO₂排放情况详见表2-14。

表2-14 陶瓷企业窑炉SO₂排放浓度 单位：mg/m³

序号	企业名称	窑型	燃料类型	SO ₂ 浓度
1	醴陵市天鑫瓷业有限公司	隧道窑	天然气	≤150
2	佛山市金驼陶瓷有限公司	辊道窑(素烧)		42.5
		辊道窑(釉烧)		42.5
3	唐山陶瓷股份公司卫生陶瓷分公司	隧道窑 1#	气	170.0
		隧道窑 2#		327.1
4	淄博德惠来装饰瓷板有限公司	辊道窑	天然气	1
5	景德镇鹏飞建陶有限责任公司	窑	气	215(实测), 645(折算)
6	景德镇环球陶瓷集团有限公司	隧道窑		184.7(窑头), 未检出(窑尾)
		辊道窑		44.5(窑头), 未检出(窑尾)
7	景德镇东王陶瓷有限公司	烤花窑	液化石油气	未检出(15)
		隧道窑		未检出(15)
8	唐山市燎原瓷业有限公司	隧道窑	煤气	42.9(实测), 129.2(折算)
9	唐山市恒瑞瓷业有限公司	窑炉	煤气	111.8(实测), 1730.4(折算)
10	唐山市宏盛陶瓷有限公司	窑炉	煤气	91.5(实测), 173.9(折算)
11	隆达骨质瓷有限公司	隧道窑	管道煤气	40.0(实测), 79.3(折算)

“欧盟—《“欧盟-陶瓷工业污染综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二00六年十二月）”中卫生洁具隧道窑未经处理的废气中的SO₂浓度范围为1-100mg/1（燃料为液化石油气/重油）；采用石灰床吸附系统对卫生洁具废气（燃料：天然气）进行处理后SO₂浓度为6mg/1。

B) 喷雾干燥塔废气治理情况

佛山喷雾干燥塔采用清洁燃料净化后的排放废气中 SO₂ 浓度范围及相应喷雾干燥塔所占比例图 2-7；不同类型燃料喷雾比例见图 2-8（调查喷雾干燥塔个数：31 个）。

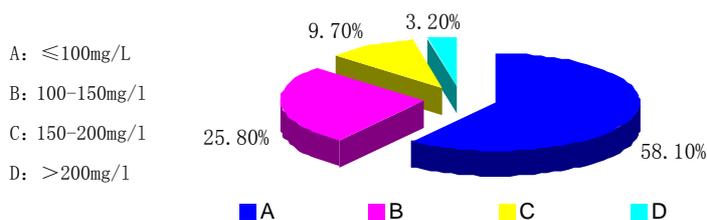


图 2-7 喷雾干燥塔废气中 SO₂ 浓度范围及相应喷雾干燥塔所占比例统计图

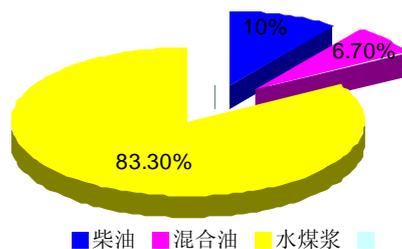


图2-8 喷雾干燥塔不同类型燃料比例图

C) 标准限值

GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》规定1997年1月1日起燃煤新、改、扩建工业炉窑烟SO₂浓度一级标准为禁排，二级标准最高允许排放浓度为850mg/m³，GB16297-1996《大气污染物排放标准》中规定硫、二氧化硫、硫酸及其它含硫化合物使用的最高允许排放浓度为700mg/m³；对于国外陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准，截止目前没有检索到。本标准SO₂定值见表2-15。

表2-15 陶瓷工业大气污染物SO₂浓度最高允许排放限值 单位：mg/m³

类别 生产工序 生产设备 燃料类型	现有企业			
	原料制备、干燥 喷雾干燥塔、热风炉		烧成、烤花 辊道窑、隧道窑、梭式窑	
SO ₂	水煤浆 500	油、气 300	水煤浆 500	油、气 300
类别 生产工序 生产设备 燃料类型	新建企业			
	原料制备、干燥 喷雾干燥塔、热风炉		烧成、烤花 辊道窑、隧道窑、梭式窑	
SO ₂	水煤浆 300	油、气 100	水煤浆 300	油、气 100

注：1) 窑炉采用水煤浆为燃料，水煤浆的含硫量不得高于1%；水煤浆的含硫量为0.3-1%，必须上脱硫设施。现有企业脱硫效率不得低于70%；新建企业脱硫效率不得低于80%；

2) 窑炉采用气和油为燃料，油和气的含硫量不得高于0.5%；油和气的含硫量为0.15-0.5%，必须上脱硫设施。现有企业脱硫效率不得低于70%；新建企业脱硫效率不得低于80%；

3) 环境敏感区限烧天然气和电；

4) 标准限值的确定同时考虑了陶瓷原料中的含硫物质的释放。

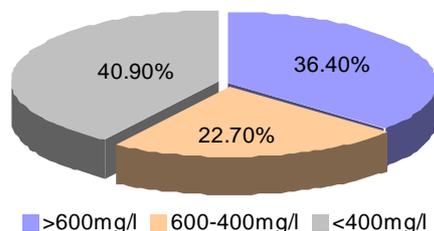
2) NO_x

NO_x有三个来源：快速NO_x、热力NO_x及燃料NO_x。快速NO_x一般占总量的比例<5%；燃料NO_x生成量与燃料中氮含量密切相关。热力NO_x主要在燃料燃烧过程中生成，温度低于1400℃时生成速度较慢，高于1400℃时生成速度明显加快。陶瓷生产炉内温度分布不均局部高温造成大量热力NO_x产生，并对窑炉内NO_x量起决定作用。同时，窑炉内氧浓度增加，NO_x的生成量也增加，并在15%过剩空气系数时出现最大值；另外，气体在高温区停留的时间越长，烟气中NO_x浓度也越大。典型窑炉（辊道窑）废气中NO_x浓度见表2-16。浓度分布见图2-9（统计企业22家）。

表2-16 典型窑炉（辊道窑）废气中的NO_x浓度

燃料类型	NO _x (mg/m ³)	燃料类型	NO _x (mg/m ³)	燃料类型	NO _x (mg/m ³)
柴油	555	柴油	1118	柴油	660
水煤气	509	柴油	469	柴油	802

水煤气	250	柴油	452	柴油	369
柴油	818	柴油	408	柴油	71
柴油	609	柴油	668	柴油	44
柴油	130	柴油	144	柴油	45
柴油	650	柴油	25	柴油	81
柴油	746				

图2-9 NO_x浓度分布图

调研中收集的窑炉NO_x排放情况见表2-17。“欧盟—《“欧盟-陶瓷工业污染综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二00六年十二月）”列出的各类陶瓷生产废气中NO_x浓度见表2-18。

表2-17 窑炉废气中NO_x排放浓度 单位：mg/m³

序号	企业名称	窑型	燃料类型	NO _x 浓度
1	淄博德惠来装饰瓷板有限公司	辊道窑	天然气	109
5	景德镇鹏飞建陶有限责任公司	窑	气	29.9(实测), 89.7(折算)
6	景德镇环球陶瓷集团有限公司	隧道窑		51.8(窑头), 未检出(窑尾)
		辊道窑		未检出(窑头), 20.6(窑尾)
7	景德镇东王景实业有限公司	烤花窑	液化石油气	未检出(1.34)
		燧道窑		5.00
8	唐山市燎原瓷业有限公司	隧道窑	煤气	53.30(实测), 160.5(折算)
9	唐山市恒瑞瓷业有限公司	窑炉	煤气	90.2(实测), 379.0(折算)
10	唐山市宏盛陶瓷有限公司	窑炉	煤气	45.1(实测), 85.7(折算)
11	隆达骨质瓷有限公司	隧道窑	管道煤气	40.0(实测), 81.2(折算)

表2-18 欧盟陶瓷生产废气中NO_x浓度 单位：mg/m³

陶瓷类型	生产工序	窑炉类型	燃料	处理工艺	NO _x 浓度 (mg/m ³)
墙地砖	喷雾干燥	-	-	-	5-300
	烧制	-	-	-	5-150
餐具	烧制	素烧	-	-	13-110
		釉烧	-	-	20-150
卫生洁具	烧制	隧道窑	-	干式吸附器	处理前30, 处理后20
		隧道窑	液化石油气		1-50
		梭式窑			1-50
电瓷	烧制	梭式窑			20-120

GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》对NO_x未作规定；GB16297-1996《大气污染物排放标准》“硝酸使用和其它”NO_x的最高允许排放浓度为420mg/m³（97年前）、240 mg/m³（97年后）；GB13271-2001《锅炉大气污染物排放标准》中规定II时段NO_x最高允许排放浓度为400 mg/m³；GB13223-2003《火电厂大气污染物排放标准》中对燃煤、燃油、燃气锅炉分三个时段分别规定了NO_x的最高允许排放浓度的限值；对于国外陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准，截止目前没有检索到。本标准NO_x定值见表2-19。

表2-19 陶瓷工业大气污染物NO_x浓度最高允许排放限值 单位：mg/m³

类别	现有企业			
	生产工序	原料制备、干燥		烧成、烤花
生产设备	喷雾干燥塔、热风炉		辊道窑、隧道窑、梭式窑	
燃料类型	水煤浆	油、气	水煤浆	油、气
NO _x	240	240	650	400
类别	新建企业			
	生产工序	原料制备、干燥		烧成、烤花
生产设备	喷雾干燥塔、热风炉		辊道窑、隧道窑、梭式窑	
燃料类型	水煤浆	油、气	水煤浆	油、气
NO _x	240	240	550	200

3) 颗粒物与烟气黑度

陶瓷工业颗粒物（烟尘）主要来源于陶瓷燃料（水煤浆和油，气体燃料燃烧一般不会有颗粒物产生）、陶瓷原料和陶瓷坯体附着的颗粒物及释放物质（如铅及其氧化物、镉及其氧化物等）。目前，控制陶瓷工业烟尘排放采取的主要措施是安装除尘设备。常用的除尘器有湿式除尘器、旋风除尘器、袋式除尘器、静电除尘器。国内常用花岗岩水膜除尘器，除尘效率在90%以上，且有一定的脱硫效果，处理后的烟尘可达到200mg/m³以下。旋风除尘器主要适应于粒径范围在5-30mg/L的颗粒物的去除，去除效率在60-70%之间。旋风除尘器的优点是设备费用低，与其它除尘器联合使用可以起到良好的除尘效果。袋式除尘除尘效率高，能达到95~99%的除尘效率（与初始浓度有关，浓度越高效率越高），多数情况下，颗粒物排放水平低于50mg/m³；电除尘器对细粉尘有很高的捕集效率，可高于99%。

“欧盟-陶瓷工业污染综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二00六年十二月）”对陶瓷工业粉尘治理采用的技术主要有湿式除尘、旋风除尘、袋式除尘、烧结薄片过滤器除尘及其组合工艺。处理效果见表2-20。

表2-20 陶瓷废气除尘采用的BAT技术及除尘后的粉尘浓度

瓷器类型	喷雾干燥		施釉		烧制	
	除尘技术	排放浓度 (mg/l)	除尘技术	排放浓度 (mg/l)	除尘技术	排放浓度 (mg/l)
墙地砖	湿式除尘 加袋式过滤	1-30 (半小时均值)	袋式过滤或 烧结薄片过滤器	1-10 (半小时均值)	袋式过滤	5
	湿式除尘 加旋风除尘	1-50 (半小时均值)				
餐具、卫生 洁具、工业 陶瓷	湿式除尘 加袋式过滤	1-30 (半小时均值)	袋式过滤或烧结 薄片过滤器	1-10 (半小时均值)	采用模块 吸附器	同时处理HF、 SO ₂ 、粉尘， 排放浓度均很低
	湿式除尘 加旋风除尘	1-50 (半小时均值)				

佛山喷雾干燥塔废气净化后颗粒物浓度范围及相应喷雾干燥塔所占比例见表 2-21，采用的清洁燃料不同类型燃料比例见图 2-8。国内部分陶瓷企业窑炉颗粒物排放情况见表 2-22。

表2-21 喷雾干燥塔净化后废气中粉尘浓度范围及喷雾干燥塔所占比例统计表

浓度范围	≤50mg/l	50-100mg/l	>100mg/l
喷雾干燥塔所占比例%	58.1	25.8	16.1

调查喷雾干燥塔个数：31个

表 2-22 国内部分陶瓷生产企业窑炉颗粒物排放

企业名称	窑型	燃料	颗粒物浓度 (mg/l)
景德镇东王陶瓷有限公司	烤花窑	液化石油气	118.6
	隧道窑		76.8
唐山市燎原瓷业有限公司	隧道窑	煤气	17.97(实测)、54.12(折算)
唐山市恒瑞瓷业有限公司	窑炉	煤气	47.4(实测)、199.3(折算)
唐山电瓷厂	梭式窑	煤	39.4(实测)、33.7(折算)
唐山市宏盛陶瓷有限公司	窑炉	煤气	78.6(实测)、149.3(折算)
隆达骨质瓷有限公司	隧道窑	管道煤气	16.4(实测)、32.5(折算)

GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》中规定1997年1月1日起新、改、扩建的工业炉窑烟尘粉尘浓度一级标准为禁排，二级标准陶瓷搪瓷砖瓦窑其它窑最高允许排放浓度均为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ ，林格曼黑度为1级；GB16297-1996《大气污染物排放标准》中规定含石英粉尘的颗粒物最高允许排放浓度为 $80\text{mg}/\text{m}^3$ ；对于国外陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准，截止目前没有检索到。本标准颗粒物定值见表2-23。烟气黑度一率定为林格曼黑度1级。

表2-23 陶瓷工业大气污染物颗粒物浓度最高允许排放限值 单位： mg/m^3

类别	现有企业			
	原料制备、干燥		烧成、烤花	
生产工序	喷雾干燥塔、热风炉		辊道窑、隧道窑、梭式窑	
生产设备	水煤浆		水煤浆	油、气
燃料类型	油、气			
颗粒物	100	50	100	50
类别	新建企业			
	原料制备、干燥		烧成、烤花	
生产工序	喷雾干燥塔、热风炉		辊道窑、隧道窑、梭式窑	
生产设备	水煤浆		水煤浆	油、气
燃料类型	油、气			
颗粒物	50	30	50	30

(4) 特征大气污染物控制指标限值确定

①铅、镉、镍及其化合物

陶瓷工业产生的铅蒸气经凝结为铅烟或形成铅尘，铅烟和铅尘易经呼吸道吸入。呼吸所吸入的镉约50%被吸收，长久吸入镉蒸汽，会引起肺气肿及慢性阻塞性肺疾，另外镉也是致癌物质。进入气体中的镍能与一氧化碳结合成为强致癌性的羰基镍。镍及其氧化物对肺和呼吸道有刺激和损害作用，氧化镍尘粒，羰基镍蒸气及镍粉尘等吸入人体有可能开形成肺癌、喉癌和鼻咽癌。

大多数陶瓷原料中重金属的含量均比较低，一般不会存在向大气释放问题。调研中，标准编制组对湖南、江西、广东、贵州陶瓷原材料部分有毒金属进行了检测，见表2-24。然而，陶瓷色、釉料常含有重金属。釉料配方中常加入一些有毒化工原料，如：铅丹、氟化钠、氟硅酸钠及稀土元素等。陶瓷釉上或釉下装饰常常在花纸、颜料中加入铅和镉等重金属，这些重金属在烤花过程中形成蒸汽排放到大气中。但是，目前我国已有企业生产出无铅镉颜料，如东莞金义发陶业颜业颜料有限公司生产的无铅镉釉上彩颜料系列，含铅量少于 $0.001\text{mg}/\text{dm}^2$ ，含镉量少于 $0.0003\text{mg}/\text{dm}^2$ 。

表2-24 陶瓷原材料毒性金属抽查分析结果

分析元素	砷	镉	铬	铅	铜	镍	汞	锰
浓度范围(mg/kg)	0.4-46	0.5-5.56	0.02-16.1	70-210	3.3-32.8	10.1-31.8	0.015-0.4	0.01-0.15

在特种瓷方面，根据欧盟会议批准的 WEEE 指令和 Rohs 指令，我国电子陶瓷进入无铅化进程已迫在眉睫，电子陶瓷大多数制造企业都将推行无铅材料。从目前的研究进展情况看，压电陶瓷材料

与器件应用中，医疗和军事上的高端应用还是以铅基压电陶瓷材料为主，而大量的中低端应用，将选用无铅压电陶瓷材料与器件。在日用瓷方面，绿色陶瓷产品无铅釉熔块，可广泛应用于镁质强化瓷（滑石瓷）、骨质瓷、高石英瓷、新骨瓷等各种高级日用细瓷。

重油和固体燃料可能含有浓度比较低的镍和铅，但陶瓷企业采用重油和固体燃料是不能达到本标准有关指标限值要求的，故在标准制订时，不考虑因燃料燃烧带入的重金属排放。

表 2-25 列出了陶瓷餐具烤花工序重金属排放浓度范围（处理前）（数据来源于“欧盟—《陶瓷工业污染物综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二 00 六年十二月）”）。从调研情况来看，重金属及其化合物尚未纳入陶瓷工业污染控制范畴，故没有铅、镉、镍及其化合物检测数据。

表2-25 烤花工序排放气体中的重金属浓度

重金属	浓度(mg/m ³)
铅	0.002 – 2.750
镉	0.003 – 0.070
镍	0.060 – 0.400

对于陶瓷生产烤花过程中产生的铅、镉、钴、镍及其化合物可采用袋式除尘器进行处理。

GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》、GB16297-1996《大气污染物排放标准》对铅、镉、镍的最高允许排放浓度限值的规定见表2-26。对于国外标准，截止目前没有检索到有关陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准。本标准对铅、镉、镍的定值见表2-27。

表 2-26 国内有关标准对铅、镉、钴、镍最高允许排放浓度限值的规定 单位:mg/m³

污染物名称	GB 9078-1996		GB16297-1996	
	一级标准	二级标准	一级标准	二级标准
铅	禁排 ^①	0.1 ^①	禁排	0.9
镉	未作规定		禁排	1.0
镍	未作规定		禁排	5.0

注：①适用于金属熔炼外的其它行业； ②日均值。

表2-27 本标准大气污染物铅、镉、钴、镍排放限值

项目名称	现有企业	新建企业
铅	0.5	0.1
镉	0.5	0.1
镍	0.5	0.2

②氟化物（以HF计）

氟化物是陶瓷生产特征大气污染物之一。表2-28统计了各种类型陶瓷废气（处理前）中HF浓度值（数据来源于“欧盟—《陶瓷工业污染物综合治理与控制最佳可用技术参考文件》（二00六年十二月）”），从调研情况来看，氟化物尚未纳入陶瓷工业污染控制范畴，故没有氟化物检测数据。

表2-28 陶瓷工业废气（处理前）中的HF浓度 单位:mg/l

陶瓷类型	烧制				
	素烧	釉烧	一次烧成	燧道窑	梭式窑
墙地砖	5-60				
餐具	1-35	0.3-23	7.0		
卫生洁具				1-30	≤90
技术瓷					高达120

目前，对于陶瓷废气中氟化物的治理，欧盟采用的处理技术见表2-29。采用这些技术处理陶瓷工业废气，处理后废气中的污染物排放浓度见表2-30。

表2-29 陶瓷废气净化技术及处理效率

采用的技术	叠层型填充床 吸附器	叠层型填充床 吸附器	叠层型填充床 吸附器	干式废气 净化过滤器	干式废气 净化过滤器	湿式废气 净化	湿式废气 净化
吸收剂	CaCO ₃	改良CaCO ₃	改良CaCO ₃	Ca(OH) ₂	NaHCO ₃	水/Ca(OH) ₂ 或 CaCO ₃	氢氧化钠
处理效率%	90(最高达99)	最高达 99	最高达 99	80(最高达 96)	> 95	92 - 99	98 %

表2-30 统计欧盟各种类型陶瓷废气（处理后）中的HF浓度值

陶瓷类型	烧制				
	素烧	釉烧	一次烧成	隧道窑	梭式窑
墙地砖	0.1-0.5				
餐具			0.239		
卫生洁具				0.4-1.5	
技术瓷	0.33				

GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》中规定1997年1月1日起新、改、扩建的工业炉窑氟及其化合物一级排放为禁排，二级标准最高允许排放浓度为6mg/m³；GB16297-1996《大气污染物排放标准》中规定普钙工业以外的其它工业氟化物的最高允许排放浓度为9 mg/m³；对于国外标准，截止目前没有检索到有关陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准。本标准氟化物（以HF计）定值为：现有企业为5mg/L，新建企业为3mg/L。

③氟化物（以HCl计）

氟化物也是陶瓷生产特征大气污染物之一。表2-31统计了各种类型陶瓷废气（处理前）中的氟化物浓度值（数据来源于“欧盟—《陶瓷工业污染物综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二00六年十二月）”），从调研情况来看，氟化物尚未纳入陶瓷工业污染控制范畴，故没有氟化物检测数据。对于陶瓷废气中氟化物的治理，欧盟采用的处理技术见表2-32。

表2-31 陶瓷工业废气（处理前）中的HCl浓度 单位:mg/m³

陶瓷类型	造粒	烧制				
	喷雾干燥	素烧	釉烧	一次烧成	隧道窑	梭式窑
墙地砖	1-5	20-150				
餐具						
卫生洁具					1-25	≤80
技术瓷						2.5

表2-32 陶瓷废气净化技术及处理效率

采用技术	叠层型填充床 吸附器	叠层型填充床 吸附器	叠层型填充床 吸附器	干式废气 净化过滤器	干式废气 净化过滤器	湿式废气 净化	湿式废气 净化
吸收剂	CaCO ₃	改良CaCO ₃	改良CaCO ₃	Ca(OH) ₂	NaHCO ₃	水/Ca(OH) ₂ 或 CaCO ₃	氢氧化钠
处理效率%	50	> 50	50	10（最高达85）	89	50（最高达95）	90 - 98

采用石灰床吸附系统处理卫生洁具生产产生的废气，处理后的氯化物（以HCl计）浓度可达到0.8mg/l。GB 9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》未对氯化物定值；GB16297-1996《大气污染物排放标准》中氯化物最高允许排放浓度定值为150 mg/m³；对于国外标准，截止目前没有检索到有关陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准。本标准氯化物（以HCl计）定值为：现有企业为50mg/L，新建企业为25mg/L。

（5）企业法定边界大气污染物浓度限值的确定

①颗粒物

陶瓷的生产过程从原料堆存、制备、成型、施釉、喷涂、干燥、烧成、彩烤、检选到包装，以及与它配套的耐火材料加工、石膏模型制作等，这些生产过程中均会有无组织排放产生，主要污染物为粉尘。其中，以原料的配料以及耐火材料车间粉尘最为严重。陶瓷用坯料中的粘土、长石、石英、滑石等，釉用原料以及耐火材料用原料中的粘土、高铝矾土、石英、滑石等都含有游离二氧化硅，其含量在1~99%范围。粉尘中的游离SiO₂与各种原料所含的游离SiO₂相对应，一般波动在原料所含游离SiO₂量的0.7~1.3倍范围内。粉尘中的游离SiO₂可导致尘肺的发生，当粉尘中游离SiO₂含量在10%以上时，会导致肺组织进行性病变更快，其后果严重。陶瓷厂的粉尘中游离SiO₂含量在3.49~79.97%之间，其中95%以上超过10%。因此，陶瓷工业生产过程中的粉尘中的游离SiO₂是特征污染物。粉尘中游离SiO₂含量高的部位一般在干轮碾、喷雾塔出料口、压砖机、精坯、修坯、配料等环节。

根据现场调研，一般流水线作业的产尘点均设有集中式或单机式的吸尘器收尘后经旋风除尘器除尘后排放。对于陶瓷生产企业产尘点还可以采取诸如湿法作业、封闭产尘点、对原料进行覆盖等措施减省产尘点粉尘（颗粒物）的无组织排放；另外，根据现场调研来看，要减少陶瓷企业粉尘（颗粒物）的无组织排放，加强管理是关键。对于陶瓷工业的粉尘排放，“欧盟-《陶瓷工业污染物综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二00六年十二月）”采用袋式过滤器或烧结薄片过滤器进行处理，最低可达到1mg/m³。

需要说明的是，由于陶瓷工业产生的粉尘（颗粒物）与含量存在一定的相关性，故本标准通过对企业法定边界颗粒物的严格控制来同时控制陶瓷企业排放粉尘（颗粒物）中SiO₂对周围环境和居民的影响。

GBZ 2-2002《工作场所有害因素职业接触限值》对工作场所空气中粉尘时间加权平均容许浓度（8小时）为8 mg/m³，短时间接触容许浓度（15分钟）10mg/l；B9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》对工业炉窑无组织排放烟（粉）尘最高允许排放浓度为GB16297-1996《大气污染物排放标准》中颗粒物无组织排放监控浓度限值为（监测点与监控点浓度差值）；GB4915《水泥工业大气污

染物排放标准》颗粒物无组织排放监控点浓度限值为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ （扣除参考值）。对于国外标准，截止目前没有检索到有关陶瓷工业大气污染物排放控制的相关标准。

考虑到陶瓷工业企业粉尘（颗粒物）的排放现状及排放特点，结合欧盟对陶瓷企业排放废气中粉尘（颗粒物）的治理的可达效果，本标准企业法定边界颗粒物定值为：现有企业为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ，新建企业为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3 与国内外有关法规和环保标准的关系

3.1 与现行法律（规）、现行标准、技术法规之间的关系

陶瓷工业企业大气和水污染物排放执行本标准，不再执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）、《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）、《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）。陶瓷工业企业噪声排放执行《工业企业厂界噪声排放标准》，产生固体废物的的鉴别、处理和处置适用国家固体废物污染控制标准。

3.2 国内现有相关标准

3.2.1 废水排放标准

目前，我国陶瓷工业废水排放执行《污水综合排放标准》（GB 8978 -1996）中的有关规定，见表 3-1。该标准编制时间为上世纪九十年代，同时未涉及陶瓷工业废水特征污染物钼和 AOX，也未考虑陶瓷企业的单位产品排水量或最低允许水重复利用率指标。随着科学技术的不断进步和陶瓷工业的发展，目前陶瓷工业企业执行 GB8978-1996，已不能满足现阶段对陶瓷企业环境管理的要求，不能满足国家污染物达标减排对陶瓷行业整体的控制要求。因此，陶瓷企业废水排放的标准应该根据行业的排污特征来制定。

表 3-1 现行陶瓷行业废水排放执行标准 单位：mg/L，pH 除外

控制因子		时段、分级	97 年 12 月 31 日前建设单位		98 年 1 月 1 日后建设单位		污染物排放 监控位置
			一级	二级	一级	二级	
第一类 污染物 最高允 许排放 浓度	1	总镉	0.1				车间或车间 处理设施排 放口
	2	总铬	1.5				
	3	总铅	1.0				
	4	总镍	1.0				
第二类 污染物 最高允 许排放 浓度	5	pH 值	6-9	6-9	6-9	6-9	排污单位排 放口
	6	悬浮物 (SS)	70	200	70	150	
	7	五日生化需氧量 (BOD ₅)	30	60	20	30	
	8	化学需氧量 (COD _{Cr})	100	150	100	150	
	9	石油类	10	10	5	10	
	10	硫化物	1.0	1.0	1.0	1.0	
	11	氨氮	15	25	15	25	
	12	氟化物	10	10	10	10	
	13	总铜	0.5	1.0	0.5	1.0	
	14	总锌	2.0	5.0	2.0	5.0	
	15	磷酸盐	0.5	1.0	0.5	1.0	

3.2.2 废气排放标准

目前，我国陶瓷工业炉窑执行《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）中的有关规定，其它工序大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）的有关规定。标准对陶瓷工业的污染控制也缺乏针对性。表 3-2 是陶瓷企业现行废气排放执行的标准。

另外，广东佛山市禅城区人民政府下发了“印发禅城区南庄镇陶瓷企业环境综合整治验收要求的通知”（佛禅府办[2005]128号文件）。该文件对清洁能源使用、窑炉、喷雾干燥塔废气排放、废

表 3-2 现行陶瓷行业废气排放执行标准 单位：mg/Nm³

控制因子	时段、分级	97年1月1日前安装		97年1月1日后安装		标准	
		一级	二级	一级	二级		
烟(粉)尘	陶瓷搪瓷	100	250	禁排	200	GB9078-1996	
	隧道窑	100	300	禁排	200		
	砖瓦窑 其他窑						
	烟气黑度(林格曼级)	1	1	1	1	GB9078-1996	
二氧化硫	燃煤(油)炉窑	1200	1430	禁排	850		
	氟及其化合物(以F计)	6	15	禁排	6		
	铅	0.5	0.10	禁排	0.10	GB9078-1996	
烟(粉)尘	有车间厂房		5				
	其他炉窑		5				
尘	露天(或有顶无围墙)					无组织排放	
控制因子	时段、分级	97年1月1日前设立的污染源		97年1月1日后设立的污染源		标准	
		最高允许浓度	无组织排放浓度	最高允许浓度	无组织排放浓度		
二氧化硫	硫、二氧化硫、硫酸和其他硫化物使用	700	0.5	(监控点与参照点浓度差值)	550	0.40	GB16297-1996
氮氧化物	硝酸使用和其他	420	0.15	周界外浓度最高点	240	0.12	
颗粒物	其他	150	5.0	周界外浓度最高点	120	1.0	注：各污染物同时还分别需执行最高允许排放速率与排气筒高度
氟化物	其他	11	20 μg/m ³	周界外浓度最高点	9.0	20 μg/m ³	
氯化氢	所有	150	0.25	周界外浓度最高点	100	0.20	
铅及其化合物	所有	0.90	0.0075	周界外浓度最高点	0.70	0.0060	
镉及其化合物	所有	1.0	0.050	周界外浓度最高点	0.85	0.040	
镍及其化合物	所有	5.0	0.050	周界外浓度最高点	4.3	0.040	

渣处理和废水排放提出了要求。具体内容详见表 3-3。

表 3-3 佛山市禅城区陶瓷企业环境综合整治验收要求（摘要）

项 目	要 求
能耗、物耗持续降低，使用较清洁能源	对未安装脱硫设施的，必须采取脱硫（固）硫剂措施（脱硫效率不低于 30%），燃料含硫份量限值为：重油 1.0%、柴油 0.4%、水煤浆 0.2%；
	对已安装脱硫设施的，水煤浆 0.5%；脱硫效率>65%：重油 1.8%、柴油 0.6%；脱硫效率 40-65%：重油 1.3%、柴油 0.5%；
	企业应拒绝接收、购买超标准燃油，严格限制使用劣质混合油；禁止使用煤焦油、轮胎混合油和苯渣混合油。
喷雾干燥塔	废气排放标准：SO ₂ ≤200mg/m ³ ；粉尘≤100mg/m ³ ；在气温>15℃距厂 30-50m 外肉眼基本看不到白烟。
陶瓷废渣、废浆	综合利用率（压滤后填埋、烧制砖、交给有能力单位处理或处置等）≥90%。
陶瓷工业废水	企业所有陶瓷工业废水必须实现“零排放”。

3.3 国外现有相关标准

3.3.1 德国陶瓷工业污水排放标准

德国对陶瓷行业的生产废水排放制订了相关的标准，该标准收录在德国联邦政府环境、自然保护和安全部门(BMU)于 2004 年 6 月 17 日颁布、2005 年 1 月 1 日正式实施的废水排放法令(Waste Water Ordinance—AbwV)中——德国 Anhang 17。该标准对我国制订陶瓷工业水污染物排放标准的相关要求具有一定的指导意义。

(1) 应用领域

该标准适用于陶瓷行业废水排放，不适用于间接冷却水、设备净化水以及生活废水的排放。标准中将陶瓷工业分类为耐高温行业（建筑瓷砖类等）、高压电瓷、陶瓷餐具和陶瓷卫生洁具四类。

（2）排放要求

①新建企业：陶瓷工业生产（如原料制备、成型、模具生产、彩绘等）过程中产生的废水不允许直接排入水域；当废水在达到一定程度的重复利用时：高压电瓷、瓷砖生产过程中至少 50%；陶瓷餐具生产至少 50%；陶瓷卫生洁具至少 30%，允许排入水体。表 3-4 是陶瓷工业废水直排水体需符合的要求，表 3-5 是陶瓷废水与其它水体混合前需符合的要求。

表 3-4 废水直排水体需符合的要求

污染物	合格的随机样或 2 小时的混合样(mg/L)	备注
悬浮物 (SS)	50	均适用
化学需氧量 (COD)	80	
TP	1.5	

表 3-5 与其它废水混合前需符合的要求

污染物	合格的随机样或 2 小时的混合样(mg/L)	备注
AOX	0.1	AOX 仅指随机样本，不适用于总废水量 $\leq 4\text{m}^3/\text{d}$ 和陶瓷上釉过程中无废水排放的情况；废水排放量达到 $8\text{m}^3/\text{d}$ 时，均适用
铅	0.3	
镉	0.07	
总铬	0.1	
钴	0.1	
铜	0.1	
镍	0.1	
锌	2	

②现有企业：在 2000 年 6 月 1 日已运行的和在 2000 年 6 月 1 日至 2005 年 1 月 1 日这段时间内新建的，满足如下要求时，可以按表 3-3 和表 3-4 执行。

1) 瓷砖生产过程中至少有 50%的废水被重复利用时；2) 高压瓷器生产过程中至少有 30%的废水被重复利用时；3) 陶瓷卫生洁具和陶瓷餐具生产废水若没有分别达到 30%和 50%的重复利用时，4) 当上述要求的废水重复利用率高，则 AOX、COD 可以高于表 3-3 的允许排放浓度，但同时需遵守污染物总量排放要求。

3.3.2 美国瓷器上釉废水排放标准（美国标准-第466章-陶瓷上釉）

美国针对瓷器上釉生产过程产生的废水制订了相应的标准。该标准于 1982 年 11 月 24 日发布。标准规定了瓷器上釉加工过程所排放的工艺废水中污染物浓度不得超过表 3-6 所列的预处理标准。

表 3-6 现行预处理标准（Subpart A—PSES）

污染物质或性质	任何一天的最大值(mg/l)	月平均最大值(mg/l)
铬	0.42	0.17
铅	0.15	0.13
镍	1.41	1.00
锌	1.33	0.56

3.3.3 本标准与国内外相关标准的比较

（1）废水排放标准的比较

本标准与 GB8978-1996《污水综合排放标准》、GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》、德国《陶瓷工业污水污染物排放标准》、美国“美国标准-第 466 章-陶瓷上釉”的规定进行了比较，结果见表 3-7。

表 3-7 本标准废水排放与国内外相关标准的比较（单位：mg/L）

主要指标	本标准限值			GB 8978-1996（一级）		GB18918-2002（日均值）		德国排放标准限值（合格随机样）	美国排放标准（日最大值）
	现有企业	新建企业	先进技术控制限值	97-12-31 前	98-1-1 后	一级 A	一级 B		
总镉	0.1	0.07	0.05	0.1		0.01		0.07	-
总铬	1.0	0.1	0.05	1.5		0.1		0.1	0.42
总铅	1.0	0.3	0.1	1.0		0.1		0.3	0.15
总镍	0.5	0.1	0.05	1.0		0.05		0.1	1.41
总钴	1.0	0.1	0.05	-		-		0.1	-
可吸附有机卤化物（AOX 以 Cl 计）	1.0	0.1	0.05	-		1.0		0.1	-
pH 值	6-9	6-9	6.5-8.5	6-9	6-9	6-9		-	-
悬浮物（SS）	60	50	30	70	70	10	20	50	-
化学需氧量（COD _{Cr} ）	60	50	40	100	100	50	60	80	-
五日生化需氧量（BOD ₅ ）	20	10	10	30	20	10	20	-	-
氨氮	5	3	1	15	15	15	20	-	-
总磷（以 P 计）	1.5	1.0	0.5	0.5（磷酸盐）	0.5（磷酸盐）	06/1/1 起 0.5	06/1/1 起 1	-	-
总氮	15	10	5	-	-	5（8）	8（15）	-	-
石油类	5	3	1	10	5	1	3	-	-
硫化物	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0		-	-
氟化物	10	8	5	-	10	-		-	-
总铜	0.5	0.1	0.05	0.5	0.5	0.5		0.1	-
总锌	2.0	1.0	0.5	2.0	2.0	1.0		2.0	1.33

由表可见，本标准现有企业执行的标准值严于 GB8978-1996《污水综合排放标准》，而宽于 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》；新建企业执行的标准值结合陶瓷企业的实际和国内外先进的治理技术水平，部分指标的控制严于 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》，部分指标稍宽于 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》，而与德国《陶瓷工业污水污染物排放标准》基本相当，比美国“美国标准-第 466 章-陶瓷上釉”要严；先进技术控制限值严于上述所有标准值，但通过采用先进的污染治理技术是可以达到的。本标准对新建陶瓷企业排放的 SS 及部分重金属如镉、铬、铅、镍、钴均规定了比较严格的限值，现有企业的规定虽较新建企业相对宽松，但规定现有企业必须在 2 年的时间内达到新建企业的污染控制水平；同时，为防止陶瓷企业工艺废水对陶瓷企业生活污水的稀释排放，本标准对 COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、总氮均规定了比较严格的限值，陶瓷企业如不过采取有效措施将厂区生活废水与工艺废水一起排放，将很难达到本标准规定的限值要求。

（2）废气排放标准的比较

由于资料调研中未收集到国外有关陶瓷行业废气排放污染物控制标准，本次标准制定国外标准

部分主要参照“欧盟—《陶瓷工业污染物综合治理与控制最佳可利用技术参考文件》（二 00 六年十二月）”的有关数据和我国 GB9078-1996《工业炉窑大气污染物排放标准》、GB16297-1996《大气污染物综合排放标准》、广东佛山市禅城区对陶瓷企业喷雾干燥塔废气排放的要求进行，表 3-8 是本标准废气的限值。

表 3-8 本标准废气排放限值(单位: mg/L)

类别	现有企业				新建企业				监控位置
	原料制备、干燥		烧成、烤花		原料制备、干燥		烧成、烤花		
生产设备	喷雾干燥塔 热风炉		辊道窑、隧道窑 梭式窑		喷雾干燥塔 热风炉		辊道窑、隧道窑 梭式窑		烟囱 (排气筒) 具体位置按 HJ/T 76 及 GB/T 16157 确定
燃料类型	水煤浆	油、气	水煤浆	油、气	水煤浆	油、气	水煤浆	油、气	
颗粒物	100	50	100	50	50	30	50	30	
二氧化硫	600	300	600	300	400	80	400	200	
氮氧化物 (以 NO ₂ 计)	240	240	650	400	240	240	550	200	
烟气黑度 (林格曼黑度/级)	1				1				
铅及其化合物	-		0.5		-		0.1		
镉及其化合物	-		0.5		-		0.1		
镍及其化合物	-		0.5		-		0.2		
氟化物(以 HF 计)	-		5.0		-		3.0		
氯化物(以 HCl 计)			50				25		

将表 3-2、表 3-3 和表 3-8 进行比较，可以得出，本标准的相关要求制订是以我国的相关标准为基准，以目前国内外先进的治理技术为依托，同时考虑国家节能减排、总量控制的要求而制订的，标准限值均严于上述标准的相关要求。

3.4 采用国际标准程度

3.4.1 现有企业

现有企业有两年的过渡期，但也提出了较高的要求，均以目前国内较先进的陶瓷工艺技术和污染治理技术能达到的要求制订。

3.4.2 新建企业

从表 3-7 和表 3-8 中可以看出，本标准废水和废气的大部分污染物排放限值均严于美国标准，而与德国标准和欧盟最佳技术可达水平相同。现有和新建企业水污染物特别排放限值的标准在充分考虑水污染物特别限值的特殊性、国际先进陶瓷工艺技术、国际先进的陶瓷工业污染治理技术的先进性而制订，明确了陶瓷工业的发展一定要以环境保护为前提，严格各项污染物排放指标。

4 监测及相关要求

4.1 监测

对陶瓷企业水污染物的采样应根据监测污染物的种类，在规定的排放监控位置进行。总镉、总铬、总铅、总镍、总钴、可吸附有机卤化物（AOX，以 Cl 计）在车间或生产装置排放口采样；pH、SS、COD_{Cr}、BOD₅、石油类、硫化物、总氮、氨氮、总磷、氟化物、总铜、总锌在常规污水处理设施排放口采样。在污染物排放监控位置须设置永久性排污口标志。

对陶瓷企业大气污染物：颗粒物，SO₂，NO_x（以 NO₂ 计），氟化物（以 HF 计），氯化物（以 HCl 计），铅、镉、镍及其化合物的采样按 HJ/T76《固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法》和 GB/T 16157《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》进行。在污染物排放监控位置须设置永久性排污口标志和采样口及采样平台。新建陶瓷企业应按照《污染源自动监控管理办法》的规定，安装污染物排放自动监控设备，并与监控中心联网。各地现有陶瓷企业安装污染物排放自动监控设备的要求由省级环境保护行政主管部门规定。

新建陶瓷企业竣工环境保护验收按照《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（国家环保总局令（2001）第 13 号令）及“关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知”（环发（2000）38 号）中《建设项目环境保护设施竣工验收监测技术要求》的规定执行。

企业产品产量的核定，以法定报表为依据。

对企业污染物排放情况进行监督性监测的频次、采样时间等要求，按国家有关污染源监测技术规范的规定执行。

4.2 测定分析方法

对陶瓷企业排放水污染物浓度的测定采用表 4-1 所列的方法。对陶瓷企业排放大气污染物浓度的测定采用表 4-2 所列的方法。

表 4-1 水质污染物监测项目测定方法

序号	污染物	分析方法	方法来源
1	总镉	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475-1987
		水质 铅的测定 示波极谱法	GB/T 13896-1992
2	总铬	水质 总铬的测定 高锰酸钾氧化-二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 7466-1987
3	总铅	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475-1987
		水质 铅的测定 双硫脲分光光度法	GB/T 7470-1987
		水质 铅的测定 示波极谱法	GB/T 13896-1992
4	总镍	水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 11912-1989
		水质 铅的测定 示波极谱法	GB/T 13896-1992
5	总钴	水质 总钴 5-C1-PADAB 分光光度法	附录 A
6	pH 值	水质 pH 值的测定 玻璃电极法	GB/T 6920-1996
7	悬浮物（SS）	水质 悬浮物的测定 重量法	GB 11901-1989
8	可吸附有机卤化物（AOX）	水质 可吸附有机卤化物（AOX） 离子色谱法	HJ/T 83-2001

9	化学需氧量 (COD _{Cr})	水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法	GB/T 11914-1989
10	五日生化需氧(BOD ₅)	水质 五日生化需氧量(BOD ₅)的测定 稀释接种法	GB/T 7488-1987
11	石油类	水质 石油类和动植物油类的测定 红外光度法	GB/T 16488-1996
12	硫化物	水质 硫化物的测定 亚甲蓝分光光度法	GB/T 16489-1996
		水质 硫化物的测定 碘量法	HJ/T 60-2000
13	总氮	水质 总氮的测定 过硫酸钾氧化 紫外分光光度法	GB 11894-1989
14	氨氮	水质 铵的测定 纳氏试剂比色法	GB/T 7479-1987
		水质 铵的测定 水杨酸分光光度法	GB/T 7481-1987
		水质 铵的测定 蒸馏和滴定法	GB/T 7478-1987
15	总磷	水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法	GB 11893-1989
16	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法	GB/T 7484-1987
		水质 氟化物的测定 氟试剂分光光度法	GB/T 7483-1987
		水质 氟化物的测定 茜素磺酸锆目视比色法	GB/T 7482-1987
17	总铜	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475-1987
		水质 铜的测定 二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	GB/T 7474-1987
		水质 铅的测定 示波极谱法	GB/T 13896-1992
18	总锌	水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	GB/T 7475-1987
		水质 铅的测定 示波极谱法	GB/T 13896-1992

表 4-2 大气污染物监测项目测定方法

序号	污染物	分析方法	方法来源
1	颗粒物	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 16157-1996
		固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法	HJ/T 76-2007
2	二氧化硫	固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法	HJ/T 56-2000
		固定污染源排气中二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ/T 57-2000
		固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法	HJ/T 76-2007
3	氮氧化物	固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法	HJ/T 42-1999
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T 43-1999
		固定污染源排放烟气连续监测系统技术要求及检测方法	HJ/T 76-2007
4	烟气黑度	固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法	HJ/T 398-2007
		测烟望远镜法	附录 B
		光电测烟仪法	附录 B
5	铅及其化合物	火焰原子吸收分光光度法	附录 C
		石墨炉原子吸收分光光度法	附录 C
		络合滴定法	附录 C
6	镉及其化合物	大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ/T 64.1-2001
		大气固定污染源 镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ/T 64.2-2001
		大气固定污染源 镉的测定 对-偶氮苯重氮氨基偶氮苯磺酸吸收分光光度法	HJ/T 64.3-2001
7	镍及其化合物	大气固定污染源 镍的测定 丁二酮肟-正丁醇萃取分光光度法	HJ/T 63.3-2001
		大气固定污染源 镍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ/T 63.2-2001
		大气固定污染源 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ/T 63.1-2001
8	氟化物	环境空气 氟化物质量浓度的测定 滤膜氟离子选择电极法	GB/T 15434-1995
		环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸氟离子选择电极法	GB/T 15433-1995
		大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法	HJ/T 67-2001
9	氯化物 (HCl 计)	固定污染源排气中氯化氢的测定 硫氰酸汞分光光度法	HJ/T 27-1999

4.3 标准实施与监督

4.3.1 本标准由县级以上人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。

4.3.2 在任何情况下，陶瓷工业企业均应遵守本标准的污染物排放控制要求，采取必要措施保证污染防治设施正常运行。各级环保部门在对陶瓷工业企业进行监督性检查时，可以现场即时采样，将监测的结果作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据。

4.3.3 对现有和新建陶瓷工业企业执行水污染物特别排放限值的地域范围、时间，由国家环境保护行政主管部门或省级人民政府另行发文规定。

5 技术经济及环境评估

5.1 技术经济评估

5.1.1 废水排放标准技术经济可行性分析

本标准废水排放标准指标值的确定是基于废水治理采用调节、混凝、多级过滤沉淀、部分回用的处理技术，新建企业尽量做到零排放（企业废水排放调研情况详见附件）。

从工艺角度和实际调研情况来看，陶瓷工业废水处理工艺一般是采用絮凝、多级沉淀治理技术，处理效果较好，技术成熟，处理运行费用一般在 1 元左右。综合分析国内及欧盟陶瓷企业实际采用的废水处理技术及处理效果，从处理效果、投资成本和运行费用均最佳角度出发，本标准推荐陶瓷企业采用的废水处理技术是絮凝、多级沉淀、处理后水回用工艺。对陶瓷企业来说，该技术成熟、效果好、投资低，只要加强管理，处理设施运行也较简单、易操作。从实际调研结果和监测数据分析，出水 SS、COD、pH 等指标基本可达到本标准规定的要求。

表 5-2 是本标准推荐的陶瓷工业废水处理技术应用实例。

表 5-2 推荐的废水处理技术应用实例

企业名称	企业规模/ 产品类别	水质	COD _{Cr} (mg/L)	SS (mg/L)	pH (无量纲)	处理 工艺	工程 投资 (万元)	实际处理 能力 (m ³ /d)	运行费 元/m ³
唐山惠达陶瓷（集团）股份有限公司	850 万件/卫生洁具	外排	63.9	75	7.66	调节、絮凝、斜管沉淀、回用	140	2000	0.96
		回用	23.9	15.7	-				
佛山市金舵陶瓷有限公司	480 万 m ² /抛光砖	回用 零排放	19.6		8.1	絮凝、二级沉淀、回用	80		0.87
湖南省醴陵市环宇陶瓷实业有限公司	8500t/日用瓷	部分外排 部分回用	40.9	35.3	7.9	絮凝、二级沉淀回用	30		1.66

现以唐山惠达陶瓷（集团）股份有限公司、佛山市金舵陶瓷有限公司污水处理为例进行分析。唐

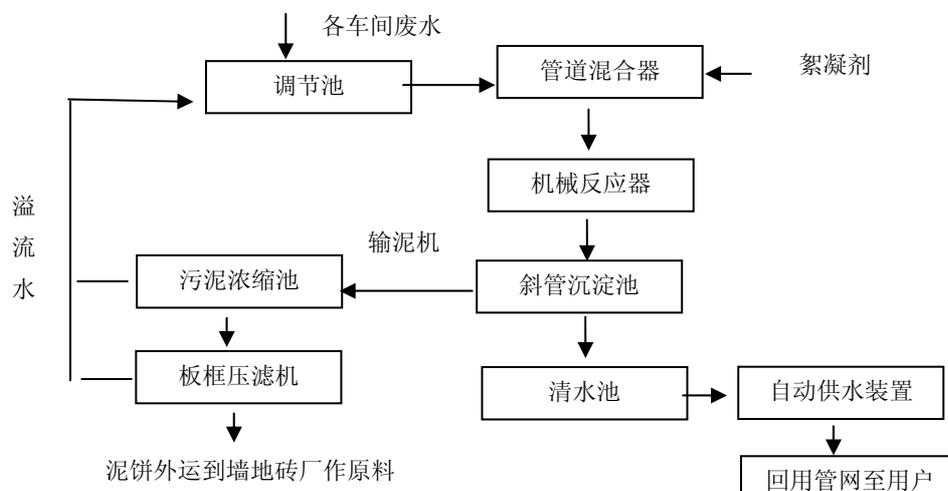


图5-1 唐山惠达陶瓷（集团）股份有限公司废水处理工艺

山惠达陶瓷(集团)股份有限公司废水处理工艺流程如图 5-1，佛山市金舵陶瓷有限公司的污水处理工艺流程如图 5-2。

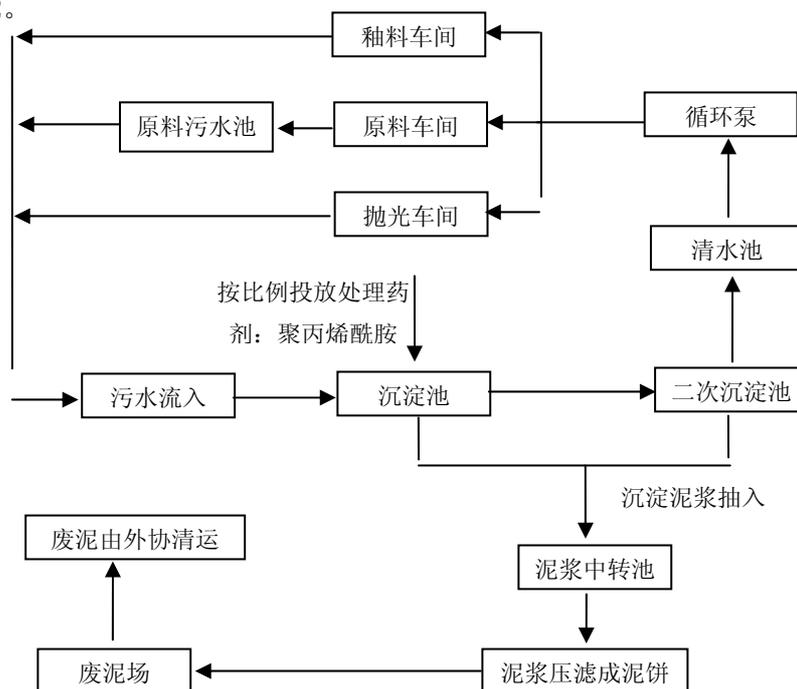


图5-2 佛山市金舵陶瓷有限公司废水处理工艺流程

唐山惠达陶瓷（集团）股份有限公司属大中型卫生洁具生产企业，年产卫生洁具850万件，出口500万件。年耗新水量154.12万吨，年循环水用量约79.4万吨，年排水量115.15万吨。主要工艺废水产生环节是制泥、釉浆车间清洁，滤筛、容器冲洗用水；半成品成型、修整、检验用水；施釉工序容器冲洗用水；成品检验用水。经上述污水处理工艺处理后，COD浓度为23.9mg/l，SS浓度为15.7mg/l。污水处理总投资140万元，污水处理主要设备为提升泵(100UHB-ZK-A-100-20)、罗茨风机(SSR-65)、污泥泵(50UHB-ZK-A-25-18)、板框压滤机(BM*60/800-30)配套隔膜泵1套、仿美式投药系统1套、自动给水装置(XgS-100-400-Z，水泵30DL50-20*2)1套、回水管道1套、管道混合器(管径DN200mm)。处理工艺中主要药剂为聚铝絮凝剂，用量约0.15kg/t水，运行耗电量约35kw.h/t水，处理运行费用约0.96元/t水。

佛山市金舵陶瓷有限公司是一家大中型抛光墙地砖专业生产企业，年产400万 m^2 ，年出口量80万 m^2 。年新水用量3.6万t，年循环水量36万吨，已做到生产废水零排放。废水主要来源为釉料车间、原料车间和抛光车间的生产废水，经上述工艺处理后，循环使用，pH8.10，COD19.6mg/l，Zn0.15mg/l，pb0.6mg/l，Cd0.05L和Cu0.05L（均未检出）。污水处理总投资80万元，采用药剂为聚丙烯酰胺，用量约0.06kg/t，运行耗电量约2.7kw.h/t水，处理运行费用约0.87元/t水。

从以上分析可知，陶瓷工业废水处理工艺简单，运行费用低，处理效果较好，只要加强管理，对陶瓷企业的工艺废水进行有效地处理，不但不会给企业带来负担，还可以通过处理后水的循环利用给企业带来一定的经济效益。因此，从经济技术角度分析，本标准制定的废水排放的标准企业达

标并不难，技术经济可行。

5.1.2 废气排放标准的技术经济可行性分析

本标准废气排放制订限值主要是依据现行国家清洁生产要求和能源政策要求及国内外陶瓷企业窑炉和喷雾干燥塔治理成熟技术为依据。目前窑炉和喷雾干燥塔脱硫除尘主要通过采用清洁能源进行控制，如采用含硫量低的油、天然气、电等，另外对煤进行脱硫改成水煤浆或者是采用煤制气脱硫后作燃料以达到除尘脱硫的作用。喷雾干燥塔现较为成熟的除尘技术为布袋除尘。

从国内陶瓷企业大气污染物排放治理现状可以看出，大部分陶瓷企业主要是通过采用清洁燃料来减少 SO_2 、烟（粉）尘排放，对于脱氮，目前对陶瓷企业还是一件难事。本标准对废气治理主要也是从使用清洁能源上提出了要求，另外，推荐陶瓷工业窑炉和喷雾干燥塔的可行治理技术。以下分述两种治理技术方法。如图 5-3 是窑炉治理的工艺流程。

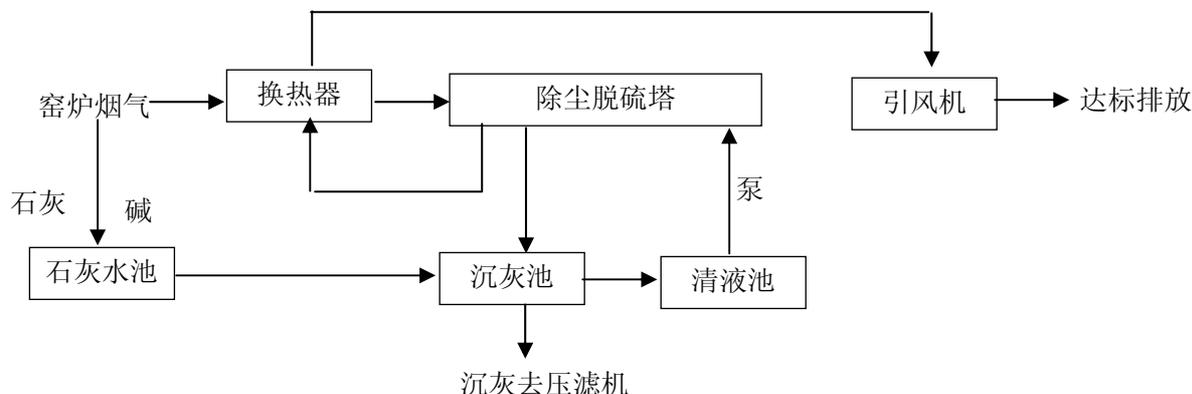


图 5-3 窑炉烟气治理工艺流程

烟气进入换热器与低温烟气热交换后，进入除尘塔，在塔体内螺旋上升，与碱液多次重复碰撞、充分接触，烟气中粉尘、 SO_2 、 NO_2 等有害物质留在吸收液中，净化后烟气经塔顶脱水段脱水后进入换热器经高温烟气加热到 90°C 以上后外排。脱硫剂采用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。工艺关键设备为脱硫除尘塔，塔内衬玻璃钢加石板，不腐蚀；脱硫除尘一体化、效率高；占地面积小，设备运行阻力小；维护简单，操作方便，易于管理；运行费用低，稳定可靠；利用换热器以高温烟气为热源加热净化后烟气，烟

表 5-3 推荐工艺主要技术参数

项目	参数	项目	参数
塔体直径	1800mm	阻力降	800pa
塔体高度	7100mm	塔内烟气流速	4.10m/s
循环水量	28t/h	脱硫效果	$\geq 85\%$ ($\text{pH} \geq 10$)
工作温度	180-2500 $^\circ\text{C}$	除尘效率	$\geq 98\%$
工作压力	0.2-0.3Mpa	每条窑烟气量	17000 m^3/h
烟气温度	250 $^\circ\text{C}$	SO_2 含量	2000-2300mg/l
烟尘排放浓度	$< 100\text{mg}/\text{l}$	SO_2 排放浓度	$< 200\text{mg}/\text{l}$

表 5-4 工程投资估算

项目	估算(万元)	项目	估算(万元)
引风机 1 台	2.2	沉灰池及循环池 1 座	自建
脱硫除尘塔 1 座	13	石灰水池 1 座	自建
排管式换热器 1 台	3	灰渣处理系统一套	自建

1H型喷淋泵 2台	2	运输费 3.5%	1.35
水管道阀门\烟管	5.6	设计费 5%	1.93
油漆\小五金\什件	1.2	管理\调试培训费 3.5%	1.35
电器配电	1.5	税金 7.5%	2.89
合计	-	-	46.02 万元

气中气雾成份被加热，排放烟气视觉效果良好，在环境中扩散速度加快；喷淋系统采用陶瓷螺旋无堵塞喷头，雾化优良，耐腐蚀、耐高温、不堵塞。主要技术参数见表 5-3。投资估算见表 5-4。

图 5-4 是喷雾干燥塔废气治理工艺流程。

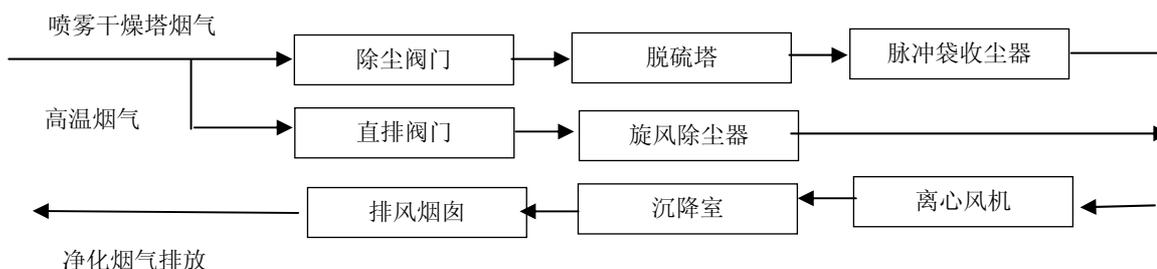


图 5-4 喷雾干燥塔废气治理工艺流程

本标准推荐喷雾干燥塔治理主要工艺是气箱脉冲袋式除尘+碱液喷淋除尘脱硫系统。该工艺优点为：除尘效率 $\geq 99\%$ ，粉尘排放浓度 $\leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ ；脱硫效率 $\geq 75\%$ ， SO_2 排放浓度 $\leq 200\text{mg}/\text{m}^3$ ；设备结构简单，运行稳定，维护方便；安装场地不受限制。喷雾塔烟气技术参数如表 5-5。

表 5-5 喷雾塔烟气技术参数

项目	技术参数	设计要求指标
处理风量 (m^3/h)	3200 塔: 60000; 2500 塔: 55000	-
含尘浓度 (g/Nm^3)	5-10	≤ 100
二氧化硫 (mg/Nm^3)	< 2000	≤ 200
烟气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	90-115	气温在 20°C 时肉眼基本看不到白烟

以广东佛山某陶瓷企业 3200 型喷雾塔治理工程为例进行经济效益分析，工程投资预算见表 5-6。效益对比分析结果见表 5-7。

表 5-6 3200 型喷雾塔工程预算

名称		价格 (万元)	名称		价格 (万元)
FGM96-9 气箱 脉冲 袋式 除尘 器	设备钢材 Q235-A	12.5	脱硫 装置	加药泵 1.1kw	0.3
	布袋 $\Phi 130 \times 2450$, 864 条	2.68		外接水管喷头一批	0.68
	滤袋框架 $\Phi 125 \times 2450$, 864 条	2.1		药箱	0.48
	喷吹系统 1 套	1.2		碱液喷淋塔改造	0.5
	离线阀 1 套	1.0		小计	1.96
	贮气罐 1 台	0.4	/	/	
	设备外保温 350m ²	1.6	/	/	
	PLC 控制柜 1 台	2.5	/	/	
	安装调试服务费	2.2	/	/	
	小计 (A)	26.18	/	/	
合计			28.14		

表 5-7 3200 型喷雾塔经济效益分析

项目		费用	备注
运行 费用	运行电费	2.4 元/h	增加 3.0KW 水泵一台，电费以 0.8 元/度计
	药剂费用	10.5 元/h	投药量 52.5kg/h, C 以 0.2 元/kg
	布袋成本费	4.5 元/h	

小计	17.4 元/h	
粉尘回收效益	35 元/h	可回收 350kg/h, 回收物料按 100 元/t 计
本治理工程经济效益	17.6 元/h	-

该治理工艺环保投资 2 年可以回收，计算运行成本后，4 年可以获利。

综上所述，本标准制定的各项指标通过采取上述推荐治理技术措施，达到并不难。

5.2 标准实施后的减排评估

污染物达标、减排、减量是我国“十一五”期间环境管理的工作重点。本标准对涉及“十一五”规划的污染指标（水：COD_{Cr}、氨氮、BOD₅、SS，气：SO₂、NO₂和烟（粉）尘）进行减排评估。

现以湖南某中型陶瓷企业为例来估算本标准实施后全国陶瓷企业废水中主要污染物排放总量，水污染物总量减排详见表 5-8（表中污水量以 7 万吨/年计，陶瓷企业以 14000 家计，全国 COD 总量按 1414 万吨/年计）。由表 5-8 可知，本标准实施后，COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、SS 的排放总量分别减少为现有排放量的 40%、33.3%、66.7%、14.3%，符合“十一五”的减污减排方针。

表 5-8 本标准实施后全国陶瓷企业水污染物减排总量 单位：t/a

项目	类别	废水中污染物			
		COD _{Cr}	BOD ₅	氨氮	SS
原执行的排放标准(mg/L)		100	30	15	70
本标准(mg/L)（现有企业）		60	20	5	60
执行原标准污染物的排放量（t/a）		98000	29400	14700	68600
执行本标准污染物的排放量（t/a）		58800	19600	4900	58800
本标准实施后减排量（t/a）		39200	9800	9800	9800
减排量占现有排放量的百分率(%)		40	33.3	66.7	14.3
执行原标准排放 COD _{Cr} 占全国 COD _{Cr} 总排放量的百分比(%)		0.69	-	-	-
执行本标准排放 COD _{Cr} 占全国 COD _{Cr} 总排放量的百分比(%)		0.42	-	-	-

以广东佛山一家中型陶瓷企业为例，估算本标准实施后全国陶瓷企业各大气污染物排放总量，大气污染物总量减排详见表 5-9（表中窑炉排气量以 18000m³/h 计，按全国 14000 家企业；喷雾干燥塔排气量以 35000m³/h 计，按全国建筑瓷企业 3000 家计。全国 SO₂ 排放量以 2549 万吨计）。

表 5-9 本标准实施后全国陶瓷工业大气污染物减排总量 单位：t/a

项目	类别	废气中污染物					
		SO ₂		NO ₂		烟（粉）尘	
		窑炉	喷雾干燥塔	窑炉	喷雾干燥塔	窑炉	喷雾干燥塔
原执行的排放标准(mg/L)		1430/850 ⁽¹⁾	700/550 ⁽¹⁾	-	420/240 ⁽¹⁾	250/200 ⁽¹⁾	150/120 ⁽¹⁾
本标准(mg/L)		500/300 ⁽²⁾	500/300 ⁽²⁾	650/400 ⁽²⁾	240/240 ⁽²⁾	100/50 ⁽²⁾	100/50 ⁽²⁾
执行原标准污染物的排放量（t/a）		1028160	277200	-	211680	241920	60480
执行本标准污染物的排放量（t/a）		604800	129600	574560	120960	120960	50400
本标准实施后减排量（t/a）		570960		90720		131040	
减排量占现有排放量的百分率(%)		43.7		42.8		43.3	
执行原标准排放 SO ₂ 占全国 SO ₂ 总排放量的百分比(%)		5.1					
执行本标准排放 SO ₂ 占全国 SO ₂ 总排放量的百分比(%)		2.9					

注：*为燃油或气企业执行的标准值

由表 5-4 可知，通过本标准的实施，SO₂、NO₂、烟（粉）尘的排放总量分别由现有的 1305360t/a、211680t/a、302400t/a，削减到 734400t/a、120960t/a、171360t/a。本标准实施后，使得 SO₂、NO₂、烟（粉）尘的排放总量分别减少为现有排放量的 43.7%、42.8%、43.3%，符合“十一五”的减污减排方针。

5.3 标准实施后社会环境经济损益分析

按全国需处理陶瓷工业废水量约 9.8 亿吨计，以湖南某中型陶瓷企业为例，对陶瓷企业含悬浮物废水治理，处理设施规模按 500t/d 计，平均工程投资 40 万元（2007 年市场价，一年按 330 天计），共需投入 56 亿元，按平均处理成本 0.50 元/吨废水计，年废水处理运行成本约 4.9 亿元。执行本标准后，全国需对陶瓷企业投入约 56 亿元进行陶瓷工业废水处理设施进行建设，增加运行处理成本 4.9 亿元。

以全国陶瓷工业废水量 9.8 亿吨计，占全国废水排放量的约 4%，COD_{Cr} 排放量约 9.8 万吨，BOD₅ 排放量约 2.94 万吨，氨氮排放量约 1.47 万吨，SS 的排放量约 6.86 万吨，本标准实施后，使得 COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、SS 的排放总量分别减少为现有排放量的 40%、33.3%、66.7%、14.3%。因此，本标准的实施对陶瓷工业废水排放及污染物的减量起到了较大的作用，可以从根本上解决陶瓷工业废水对环境的影响，促进我国地表水水质的改善。

同样，以湖南某中型陶瓷企业为例，对陶瓷企业的窑炉和喷雾干燥塔进行治理，按窑炉为 45 万元/条；喷雾干燥塔 30 万元/个，平均运行成本以 20 元/h（含电费、投药费、更换布袋成本费等）计，回收粉尘按 100 元/吨计算，每小时可回收 35 元，因此，喷雾干燥塔的治理可增加经济效益 15 元/h。

通过本标准的实施，全国陶瓷工业企业 SO₂ 总排量削减到 734400t/a、NO₂120960t/a、烟（粉）尘 171360t/a。可使 SO₂、NO₂、烟（粉）尘的排放总量分别减少为现有排放量的 43.7%、42.8%、43.3%，因此，本标准的实施对全国大气环境的改善可以起到一定的作用。

综上所述，本标准的实施可以使全国陶瓷工业企业的环境管理由盲目向规范化转变，环境管理部门可以根据陶瓷工业企业的排污特点有针对性地进行管理，有法可依，实现我国环境管理的统一和完整，也使陶瓷工业企业向规模化、集中化发展。

6 存在问题和建议

(1) 对新建企业的审批，应严格执行本标准。

(2) 对现有企业，应按本标准的规定，分期分批地采取限期治理的方式，使其在 2010 年前全面符合本标准规定的污染物排放限值。

(3) 国家应颁布相应的法规或规章，明确企业应设置主要污染物的连续或自动监测装置，并与环境保护行政主管部门联网。

(4) 应有计划有步骤地对环境保护行政主管部门和化学合成类制药企业的管理人员进行培训。