

全国燃烧节能净化标准化技术委员会(SAC/TC441)

## 国家标准

# 《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》

编  
制  
说  
明

《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准编写工作组

2023年02月06日

## 一、工作简况

### 1.1 任务背景和意义

随着国家节能减排特别是燃烧器污染物排放标准日趋严格，发展高效清洁低污染物排放燃烧器是国家节能环保的重大需求。

气体燃料包括天然气、液化石油气等在燃烧过程中生成污染物氮氧化物 $\text{NO}_x$ 。近几年，国家对燃气锅炉氮氧化物的排放进行了严格规定，如北京、天津、西安等地，要求氮氧化物排放不大于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

燃烧器燃烧方式对氮氧化物排放浓度影响很大。目前国际上燃气燃烧主要有扩散燃烧和预混燃烧两种方式，预混燃烧可控制氮氧化物达到超低排放，扩散燃烧方式则非常困难。预混燃烧器是解决燃气高效燃烧低氮排放的经济有效方法。

对于预混低氮燃烧器，控制燃气回燃、燃气与助燃气混合性是实现低氮预混燃烧的2个关键要素。为此，国内科研单位和工厂基于燃气预混低氮燃烧理论和技术深入开展研究，成功开发出水冷预混低氮燃烧器产品，实现燃气燃烧器高效、氮氧化物排放稳定低于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

水冷预混低氮燃烧器及其与之相配的锅炉产品燃烧器体积小、结构紧凑，具备全预混均衡燃烧的特点，安全高效超低氮氧化物排放，负荷调节范围广，燃烧稳定的优点，是目前国际上最新的第三代气体燃烧技术，广泛应用于工业加热设备、家庭采暖系统、动力设备、汽车预热系统和各种各样的民用和工业生产过程中，目前在国内应用行业非常广泛，包括供暖、生活热水、工艺热水，锂电池、印染、制药、饲料、混凝土预制、造纸、化工生产、食品生产等。与自由火焰燃烧器及锅炉相比，它的燃烧效率高、污染物排放特别是氮氧化物排放特别低，氮氧化物排放低于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

由于水冷预混低氮燃烧器安全高效超低氮排放的特点，满足国家环保要求，自冷预混低氮燃烧器产品研发以来，目前已销售水冷预混低氮燃烧器锅炉11500台，相当于约252600蒸吨。

但是，由于水冷预混低氮燃烧器与传统的自由火焰燃烧器结构和燃烧性能不同，国家对于气体燃烧器的相关标准不能完全适用于水冷预混低氮燃烧器及其配套锅炉，进入市场的水冷预混低氮燃烧器及其配套锅炉的工作稳定性和安全性不能得到保障。目前水冷预混低氮燃烧器相关产品无标可依。

为了引导、鼓励应用先进技术，保证产品质量和安全，提高能源利用效率，减少污染物排放，建立节约型社会，我们研究提出了规范

水冷预混低氮燃烧器设计、制造、验收等各环节的通用技术条件，以国家相关的法律、法规为依据，以我国节能环保需求为导向，以提高产品质量、安全水平和产业效益为目标，使该类燃烧器生产和应用有法可依，依靠不断创新，为燃烧器的快速和规范发展提供强有力的技术支持，为我国新型燃烧器标准化体系建设进行有益尝试。

## 1.2 任务来源

因为目前国内外尚无同类标准，为适应燃烧技术发展的需要，由浙江大学、浙江力聚热能装备股份有限公司、中国科技大学等单位提出编制《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准的建议。

根据“国家标准化管理委员会关于下达2021年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知（国标委发[2021]41号）”文件精神，《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准项目立项，由全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）承担《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》（中文计划号：20214893-T-469，外文版计划号：W20212118）国家标准的制修订工作。

## 1.3 主要工作过程

### 1.3.1 草案思路的形成

- (A) 基于水冷预混燃烧理论与试验研究
- (B) 基于水冷预混低氮燃烧器工业应用实践
- (C) 基于已有工业燃油燃气燃烧器/锅炉用液体和气体燃料燃烧器/多孔介质燃烧器标准，结合水冷低氮特点

我国目前针对工业燃烧器实行的相关标准为GB/T 19839《工业燃油燃气燃烧器通用技术条件》，该标准规定了工业燃油和燃气燃烧器术语和定义，要求，试验方法，检验规则，标志，包装、运输和贮存等。适用于输出功率不小于60 kW的机械通风的工业燃油、燃气燃烧器的设计、制造和验收。该标准不适用于具有水冷预混低氮排放特点的燃烧器。

针对锅炉用液体和气体燃料燃烧器，我国有《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》(GB/T 36699-2018)国家标准。该标准规定了锅炉用液体和气体燃料燃烧器的分类与型号编制、组成与基本配置】性能要

求、涉及与制造、检验、试验与检测、技术文件与标识、包装、运输和贮存、安装、调试与使用等方面的技术要求。该标准也不适用于具有水冷预混低氮排放特点的燃烧器。

全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）针对多孔介质燃烧器主持编写了《多孔介质燃烧器通用技术要求》（GB/T 38919-2020），该标准规定了多孔介质燃烧器的术语和定义、产品分类、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存，适用于输出功率不小于 30 kW 的多孔介质燃烧器（以下简称燃烧器）的设计、制造和验收。该标准不适用于水冷预混低氮燃烧器的要求。

考虑我国针对工业用燃油燃气燃烧器有通用标准GB/T 19839《工业燃油燃气燃烧器通用技术条件》，针对锅炉用液体和气体燃料燃烧器有GB/T 36699《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》，针对多孔介质燃烧器有GB/T 38919《多孔介质燃烧器通用技术要求》，因此在结合这些针对燃烧器的通用标准技术上，编写小组结合多年在水冷低氮燃烧理论和技术研究、应用的成果与经验的基础上，形成了一个《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》的工作组讨论稿。

（D）标委会主要起草单位成员认真讨论，结合工业运行经验，形成编写大纲与思路

全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）有不少成员工作在工业锅炉与燃烧器设计、试验和应用领域，具有丰富的经验。在针对标准编写相关事项、围绕标准目录、大纲如何拟定，多孔介质燃烧器通用技术要求进行详细讨论基础上，确定《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》标准撰写思路：

《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》标准编写基于已有国家通用标准GB/T 19839《工业燃油燃气燃烧器通用技术条件》，GB/T 36699《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》，GB/T 38919《多孔介质燃烧器通用技术要求》，结合国内外水冷预混低氮燃烧理论、实验室研究、数值计算、技术研究和应用的成果与经验，在此基础上形成了《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》的工作组讨论稿。

### 1.3.2 主要工作过程

《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》标准从2021年3月18日向全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）提出申请，4月20日正式申报，2021年6月30日在国标委组织下进行项目立项答辩，2021年11月10日

在国标网上公示，到2021年11月24日公示结束。2021年12月31日经国家标准化管理委员会国标委发[2021]41号文批准，全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）承担《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》（中文计划号：20214893-T-469，外文版计划号：W20212118）国家标准的制修订工作。

具体工作进度如下：

2021年3月份，经过调研和论证，形成《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》V1-V3（草案）；

2021年4月20日，全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）按程序，发起《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》项目提案投票并向国标委申报；

2021年6月30日，参加国标委组织的2021年交通能源与资源环境领域第四次推荐性国家标准立项评估会，进行立项答辩；

2021年11月10日-24日，国标委进行了网上公示；

2021年12月31日，国标委发[2021]41号文批准立项，中文计划号：20214893-T-469，外文版计划号：W20212118；

2022年1月-2月，主要起草单位浙江大学与浙江力聚热能装备股份有限公司成员在浙江力聚热能装备股份有限公司举行标准撰写计划与内容讨论交流会；

2022年3月25日，全国燃烧节能净化标准化技术委员会（TC441）成立《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准编写工作组，拟订编写计划，进行编写分工，提出标准编写要求。程乐鸣教授（浙江大学）任组长，林其钊教授（中国科学技术大学）任副组长，工作组成员包括郑成航（浙江大学），赵荣新（浙江力聚热能装备股份有限公司），张家顺（合肥顺昌分布式能源综合应用技术有限公司），邱坤赞（浙江大学），王永强（浙江力聚热能装备股份有限公司），张维国（浙江大学），邱周春（浙江力聚热能装备股份有限公司），沈炳元（浙江力聚热能装备股份有限公司），邱尔鹏（浙江力聚热能装备股份有限公司），戴金鹏（浙江力聚热能装备股份有限公司），郭跃峰（浙江力聚热能装备股份有限公司），王宏（湖州特种设备监测研究院），张其林（博瑞特热能设备有限公司），陈维新（安徽省凤形新材料科技有限公司）；秘书组成员徐咏梅（全国燃烧节能净化标准化技术委员会）。

2022年3月22日-6月29日，标准编写小组针对2010年-2022年全国超

过11各行业（包括供暖、生活热水、工艺热水，锂电池、印染、制药、饲料、混凝土预制、造纸、化工生产、食品生产等）在运的上万台（0.3-140MW）水冷预混低氮燃烧器设备进行运行数据调研与测试，汇总分析数据，不断改进并于7月15日形成《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》V4- V5（征求意见稿）；

2022年6月15日-7月15日，在能源清洁利用国家重点实验室/浙江大学青山湖能源研究基地就水冷预混低氮燃烧器配置绝热炉膛和水冷炉膛的氮氧化物排放进行试验测试，确定不同炉膛的排放数据；

2022年7月21日，编写小组主要单位浙江大学与浙江力聚热能装备股份有限公司成员，在浙江力聚热能装备股份有限公司举行标准撰写计划与内容讨论交流会，就《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》（征求意见稿）进行讨论修改，形成《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》V6（征求意见稿）。

2022年7月27日-9月，全国燃烧节能净化标准化技术委员会按程序，通过邮件将修正后完成的《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》V6（征求意见稿）发给委员单位、相关研究院、学校和企业当中征求意见，同时在国标委网站上和TC441网站网上公示征求意见，收集整理汇总意见96条（其中84条有具体意见，12条无意见）。

2022年10月-2023年2月6日，《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准编写工作组对征求意见稿收集的96条意见逐条开展讨论、斟酌修正整理，最终采纳68条，部分采纳8条，未采纳20条，形成送审讨论稿。

2023年2月15日一至今，全国燃烧节能净化标准化技术委员会将修正后完成的《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》（送审讨论稿）通过邮件及本TC网站上发给委员单位、相关研究院、学校和企业再次征求意见，相关工作正在进行中。

## 二、标准编制原则和主要内容

### 2.1 标准编制原则

本标准的编制遵循“系统性、科学性、统一性、协调性、适用性、规范性”的原则，注重标准的可操作性和利用方便性。

本标准依据GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定要求，确定标准的结构和组成要素；坚持科学性原则，标准模式与理论基础及标准要求之间具有清晰的逻辑关

系，即理论-模式-标准要求，逐层转化，作到结构合理，层次清晰，体现科学性原则；坚持先进性和实用性相结合的原则，既广泛吸收经典术语和词汇，又吸收和借鉴先进概念；坚持可操作性原则，即标准应在具有广泛的适用性的基础上，有较高的可操作性。

本标准基于前期GB/T 38919《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》编制基础，遵循GB/T 36699-2018《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》和TSG 11-2020《锅炉安全技术规程》中有关燃气燃烧器安全技术规定的基本要求，针对水冷低氮燃烧器，特别是氮氧化物排放、水冷燃烧系统、燃气与助燃气的预混、预混燃烧器点火安全与控制等特点制定。

## 2.2 标准主要内容

《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》标准规定了水冷预混低氮燃烧器的术语和定义、分类与型号、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

该标准适用于输出功率不小于140kW的水冷预混低氮燃烧器（以下简称燃烧器）的设计、制造和验收，不适用于自然通风的非电力驱动和控制的燃烧器。

主要技术内容包括范围、规范性引用文件、术语和定义、分类和型号、要求、试验方法、检验规则、技术文件与标识、包装、运输和贮存以及附录。

针对水冷预混低氮燃烧器特点，特别考虑了氮氧化物排放、水冷燃烧系统、燃气与助燃气的预混、预混燃烧器点火安全与控制等特点制定。

## 三、主要试验的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果

气体燃烧主要包括扩散燃烧和预混燃烧两种。扩散燃烧是燃气与氧化剂未预先混合，燃气燃烧所需氧化剂通过扩散作用获得的燃烧过程；预混燃烧是指气体燃料和氧化剂在燃烧前预先混合的燃烧过程。

扩散燃烧是将燃气、空气分别从相邻的喷口喷出，或者燃气直接喷入空气中，两者在接触面上边混合边燃烧，也称有焰燃烧法。燃气扩散燃烧分为自然引风式扩散燃烧和鼓风式扩散燃烧。

扩散燃烧的特点为燃烧比较稳定，火焰温度相对较低，扩散火焰不运动，可燃气体与气体氧化剂的混合在可燃气体喷口进行，燃烧过程不发生回火现象(火焰缩入火孔内部的现象)。扩散燃烧由于火焰温度分布不均匀，存在火焰高温区，生成氮氧化物浓度较高。

预混燃烧是按一定比例将燃气、空气均匀混合，再经燃烧器喷口喷出，进行燃烧。由于预先均匀混合，可燃混合气一到达燃烧区就能在瞬间燃烧完毕，燃烧火焰很短，甚至看不见火焰，故也称为无焰燃烧法。预混燃烧分为部分预混燃烧和完全预混燃烧。

预混燃烧的特点为燃烧反应快，温度高，火焰传播速度快，反应混合气体不扩散，在可燃混合气中引入一火源即产生一个火焰中心，成为热量与化学活性粒子集中源。预混燃烧由于温度分布均匀，生成氮氧化物较低。

天然气主要成分是甲烷( $\text{CH}_4$ )，里面有少量的乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )和丙烷( $\text{C}_3\text{H}_8$ )，燃烧后主要生成为二氧化碳( $\text{CO}_2$ )与水( $\text{H}_2\text{O}$ )。在天然气燃烧过程中，由于高温和空气中存在氮气，同时产生氮氧化物。

燃气燃烧生成的氮氧化物主要是NO和 $\text{NO}_2$ ，统称为 $\text{NO}_x$ 。近几年，随着国家环保要求严格，国家对燃气锅炉氮氧化物的排放进行了严格规定，如北京、天津、西安等地，要求氮氧化物排放不大于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，燃气锅炉的氮氧化物排放浓度是由燃烧器的燃烧方式决定的。

燃烧器燃烧方式对氮氧化物排放浓度影响很大。目前国际上燃气燃烧主要有扩散燃烧和预混燃烧两种方式，预混燃烧可控制氮氧化物达到超低排放，扩散燃烧方式则非常困难。预混燃烧器是解决燃气高效燃烧低氮排放的经济有效方法。

对于预混低氮燃烧器，控制燃气回燃、燃气与助燃气混合性是实现低氮预混燃烧的2个关键要素。为此，国内科研单位和工厂基于燃气预混低氮燃烧理论和技术深入开展研究，研发水冷预混低氮燃烧器，实现燃气燃烧器高效燃烧、氮氧化物超低排放。

针对水冷预混低氮燃烧器的特点，浙江大学和浙江力聚热能装备股份有限公司等单位就水冷预混低氮燃烧器进行了实验室理论、数值计算、试验和工业性试验。研究内容包括水冷燃烧器喷管的回火安全性、燃烧功率、氧量和温度对氮氧化物生成与排放的影响特性。

### 3.1 水冷燃烧器喷管的温度分布与回火安全性数值研究



为了解水冷燃烧器预混燃气喷管中预混燃气的流动、燃烧、回火安全性和温度分布，针对不同冷却条件、开口管径、预混气体流速、过量空气系数和燃料种类的水冷管进行了数值计算试验研究。图1为研究对象计算模型。

喷管入口预混气体温度为25℃，出口气体温度为燃烧室气体燃烧温度工况影响为800℃至1500℃，管壁周围有恒温30℃的冷却水对管内气体进行冷却。为实现喷管出口温度为气体燃烧温度，在喷管出口处延伸一定长度管段作为燃烧区域，通过设置udf在延伸燃烧区设置能量源项以控制延伸燃烧区温度，模拟燃烧室气体燃烧，从而进行管内温度分布的模拟。



图 1 水冷喷管模型

图2，图3，图4分别为管径为1.1mm，长度为50mm的喷管，不同天然气入口速度下喷管温度分布。

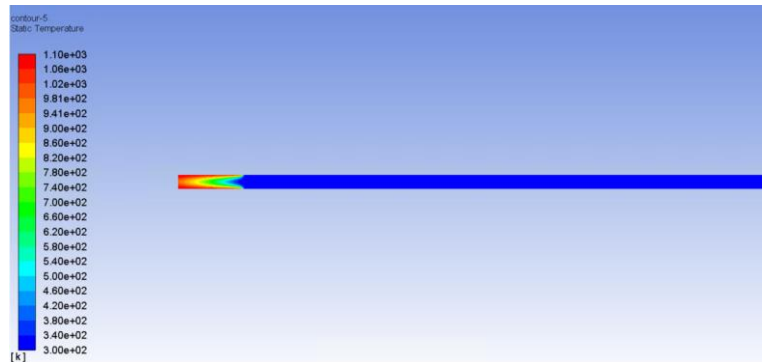


图2 流速A，燃烧区温度800℃，等温管壁，喷管的温度分布

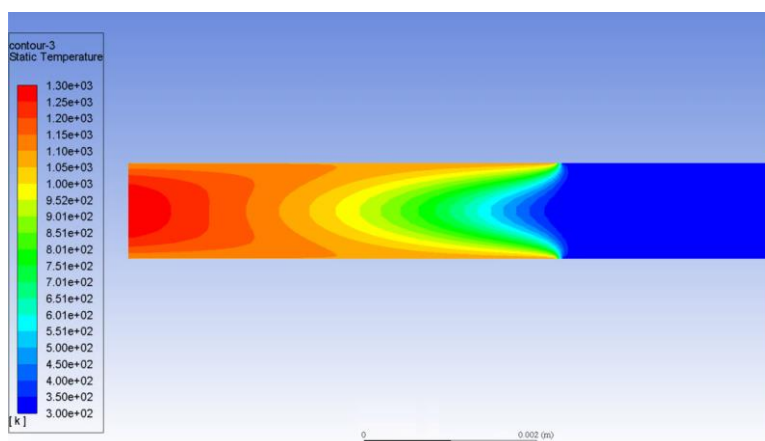


图3 流速B，燃烧区温度800℃，等温管壁，喷管的温度分布

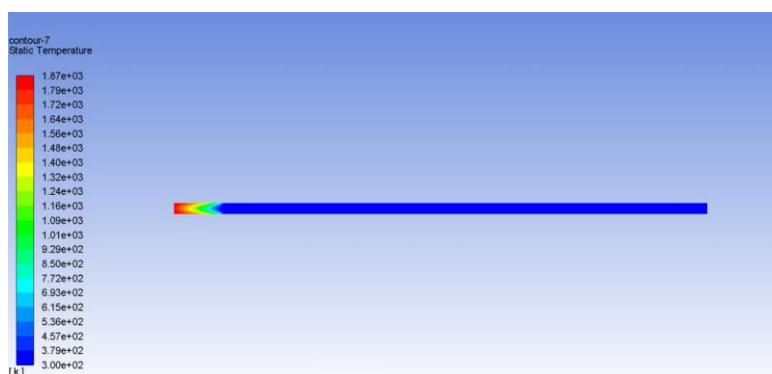


图 4 流速A，燃烧区温度1500℃，等温管壁，喷管的温度分布

由模拟计算获得的温度云图可以看到，在燃烧区温度在800℃到1500℃，管内不同混合气体流速时，管壁为等温壁面的工况下，管内温度保持不变，即燃烧区不影响管内温度，可以将未离开喷管的混合气体视为温度稳定在入口温度，不发生回火。管内流速较大且喷管长度远大于喷管管径，喷管冷却较好。

进一步通过扩大管径研究在等温壁面条件下，图5给出了管径为4mm时喷管内气体温度的分布。

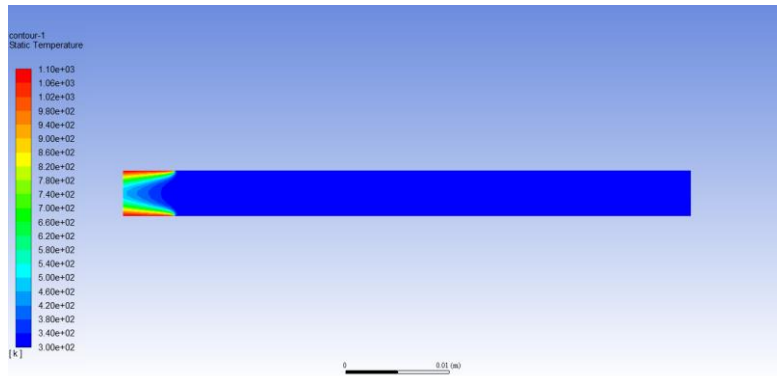


图 5 4mm管径，燃烧区最高温度800℃，喷管的温度分布

基于计算结果可以得到，在管壁保持等温壁面的情况下，管内温度受燃烧区影响的深度随着管径的增大而增大，且随气流速度的减小而增大。在喷管管壁为等温壁面的条件下，气流速度大于一定值后，燃烧区对喷管内气体温度的影响不大；在喷管管壁为等温壁面的条件下，随着管径增大，燃烧区对于喷管内气体温度的影响略有增大，但这一现象并不明显；喷管内气体流速越低，燃烧区对于管内气体温度的影响越明显，且当壁面为绝热壁面时，该影响会较大。

图6为燃烧不同燃料条件下喷管中温度影响。不同燃料的影响主要在于温度影响深度的变化，不同燃料下出口火焰温度会由于燃料热值的不同产生变化，出口中心温度会随着燃料的变化发生上下的平移。

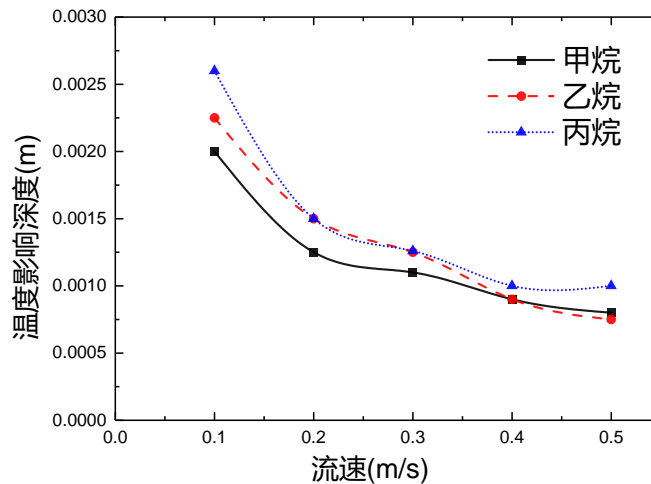


图6 不同燃料下温度影响深度随流速变化

计算还研究了喷管排列布置以及冷却水流动方式对于喷管周边气流流动与温度的分布特性。图7给出了两恒温圆水冷喷管在来流中的冷却过程。考虑多排喷管的复杂性，并排喷管的间距、冷却水流速等参数都会对后排喷管所处的流场和温度场造成影响。设计时应尽量避开前排喷管的温度影响区。

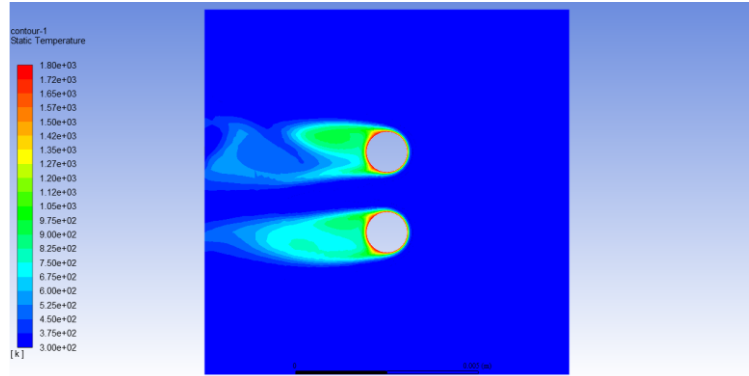


图7 多水冷喷管气流温度分布

### 3.2 水冷低氮燃烧器试验研究

水冷低氮燃烧器燃烧与排放特性试验分别在浙江大学热能工程研究所/能源清洁国家重点实验室和浙江力聚热能装备股份有限公司试验研究中心开展。图8-11为试验系统图与照片。

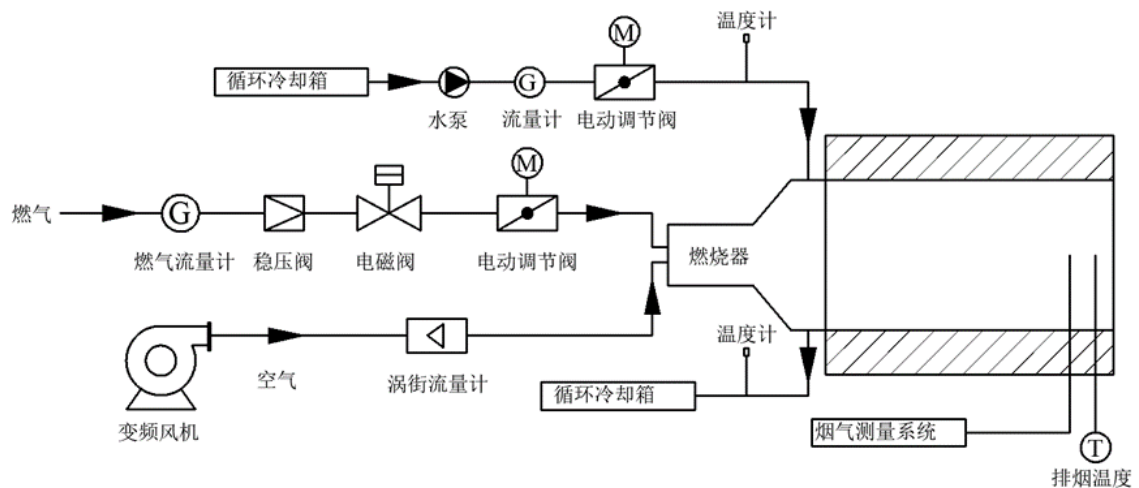


图8 浙江大学水冷预混燃烧器实验室研究试验系统



图9 浙江大学水冷预混燃烧器实验室研究试验系统照片

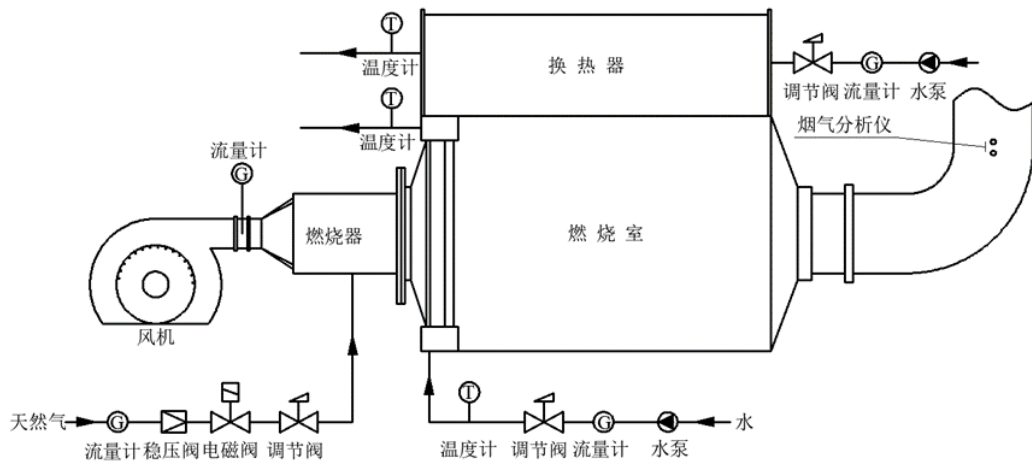


图10 浙江力聚热能装备股份有限公司试验研究系统



图11 浙江力聚热能装备股份有限公司试验研究中心 (3000m<sup>2</sup>)

研究包括针对水冷低氮燃烧器在不同燃烧功率、氧量、温度和水冷/绝热炉膛等不同条件下的氮氧化物排放和燃烧特性，同时就水冷低氮燃烧器的安全特性和控制特性进行了试验研究与运行控制经验总结。

### 3.2.1 NO<sub>x</sub>产生量与燃烧功率关系

图12给出了水冷低氮燃烧器在不同燃烧强度条件下NO<sub>x</sub>的生成变化曲线。从图中可以看出，燃烧强度越大，NO<sub>x</sub>产生量越多。燃烧强度对NO<sub>x</sub>生成有重要的影响。

水冷预混燃烧能有效降低NO<sub>x</sub>排放，燃气与助燃气的预混混合效果是抑制CO生成关键。预混均匀能够提高燃烧效率，使得焰面薄而均匀，混合不好时焰面时有黄火焰飘忽现象，CO升高。

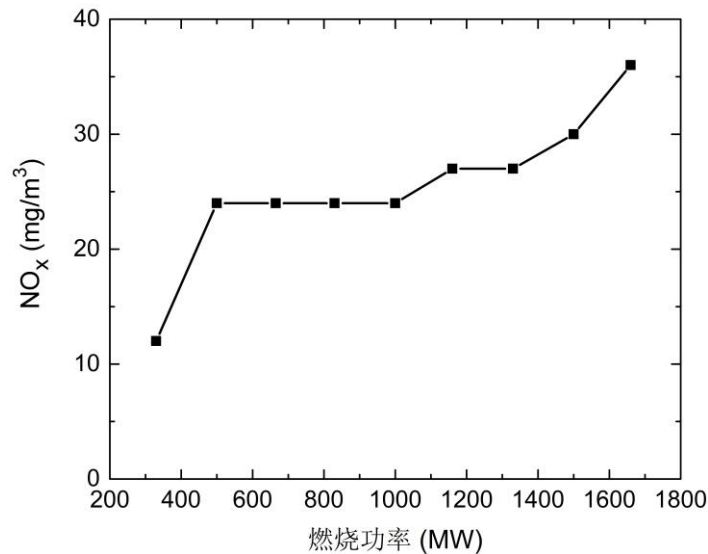


图12 NO<sub>x</sub>产生量与燃烧强度的关系

### 3.2.2 NO<sub>x</sub>产生量与氧含量关系

在额定燃烧强度下，通过调节不同的氧含量测得不同的NO<sub>x</sub>实验数据。由图13可知，氧含量也是影响NO<sub>x</sub>生成的关键因素，因为氧含量决定了燃烧的空气总量，因此使得燃烧温度下降，在氧含量4%左右有突变，在大量的工程实践中得到验证，进一步提高空燃比值，NO<sub>x</sub>基本不变，分析认为在燃烧温度低于1500℃后，快速型NO<sub>x</sub>占主要的因素，停留时间缩短，NO<sub>x</sub>迅速下降，成为突变点。

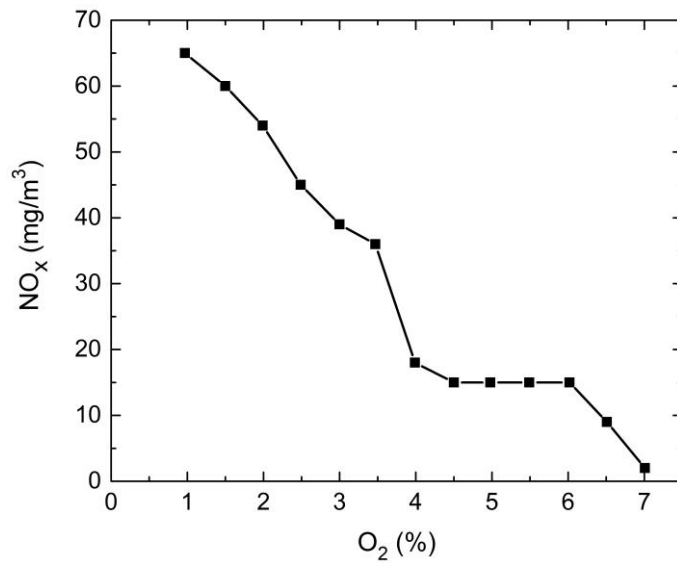


图 13 NO<sub>x</sub> 产生量与氧含量的关系

### 3.2.3 NO<sub>x</sub> 产生量与温度关系

通过改变燃烧强度,可以实现不同的燃烧温度,不同的燃烧温度对应不同的 NO<sub>x</sub> 含量。由图 14 可知,燃烧温度对 NO<sub>x</sub> 影响是最大的,当温度低于 1470℃,NO<sub>x</sub> 排放均低于 20mg/Nm<sup>3</sup>,当温度达到 1500℃,NO<sub>x</sub> 排放达到 20mg/Nm<sup>3</sup>,NO<sub>x</sub> 产生在 1500℃附近对温度非常的敏感。

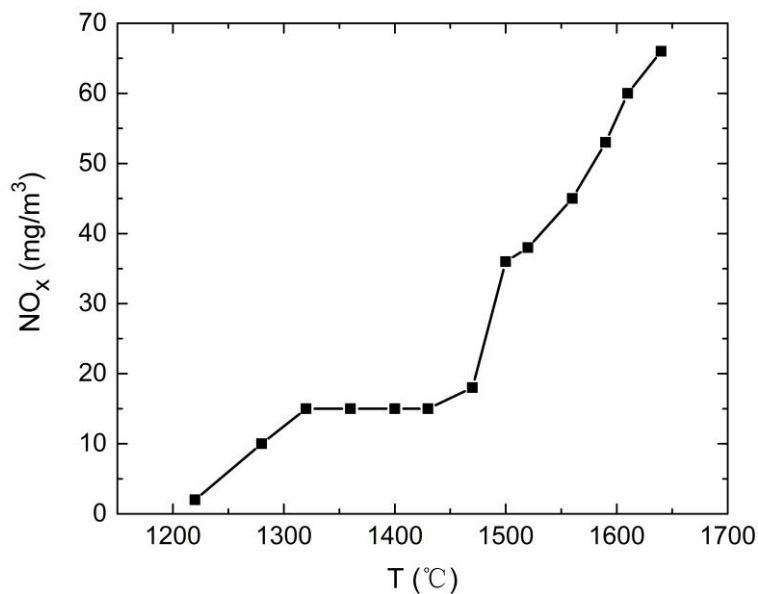


图 14 NO<sub>x</sub> 产生量与温度的关系

### 3.3 工业装置测试研究

水冷低氮燃烧器适应高效超清洁排放要求,发展快,国内应用行业非常广泛,包括供暖、生活热水、工艺热水,锂电池、印染、制

药、饲料、混凝土预制、造纸、化工生产、食品生产等11个行业。与自由火焰燃烧器及锅炉相比，它的燃烧效率高、污染物排放特别是氮氧化物排放特别低，氮氧化物排放低于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

编写组进行了多台工业运行装置的现场实际测量，汇总水冷预混低氮燃烧器设备测试结果和运行经验，结合在《水冷预混低氮燃烧器通用技术标准》的编写中。图 15 为部分工业运行装置实测记录表格报告摘要。

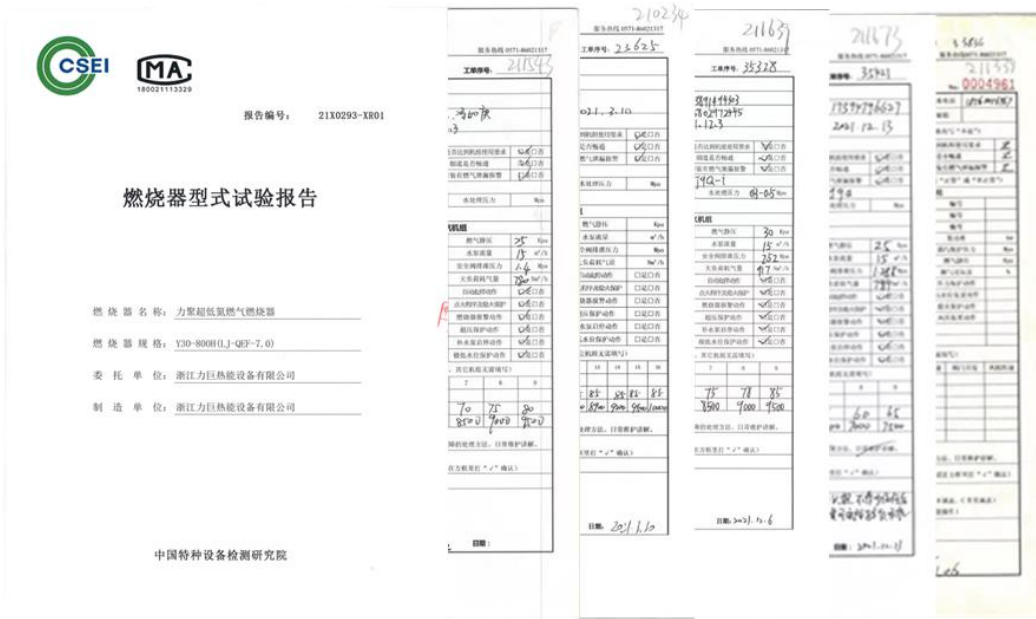


图 15 工业运行装置实测记录表与报告

但是，由于水冷低氮燃烧理论和技术发展相对新，有关水冷低氮燃烧器的标准未建立。

国内燃烧器市场前景广阔，2016年国内仅工业锅炉燃烧器市场达到上千亿产值。目前国内外燃烧器品牌众多。国外燃烧器品牌有美国麦克森、德国威索、意大利利雅路、百得、意高、英国力威、优尼瓦斯、瑞典百通、芬兰奥林等；国内品牌有北京神雾、岳阳颜氏燃烧器、浙江百特、欧瑞特、上海凌云、华之邦、唐山金沙、无锡赛威特等。

国内燃烧器生产厂家众多（包括窑炉制造厂，燃烧器作为配套设施进行生产制造）。至今为止，国内仅已有统计的工业窑炉生产厂家就超过1000家，其中陶瓷窑炉生产厂家666家，热处理炉生产厂家211家，玻璃窑炉生产厂家98家，粉末冶金炉生产厂家超过66家，焚烧炉生产厂家49家。



虽然我国工业锅炉燃烧器市场广泛，目前所用的大部分燃气燃烧器氮氧化物排放较高，需要进行低氮改造。

《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》针对水冷低氮高效超低排放新技术建立，从无到有。原《工业燃油燃气燃烧器通用技术条件》中，燃气氮氧化物的排放指标为小于等于 $200\text{mg}/\text{m}^3$ ，《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》国家标准中，燃气氮氧化物的排放指标为小于等于 $170\text{mg}/\text{m}^3$ 。需要注意的是，原《工业燃油燃气燃烧器通用技术条件》和《锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件》国家标准主要针对扩散燃气燃烧器设立。

燃气预混燃烧技术在氮氧化物减排方面具有较大进步，采用水冷预混低氮燃烧技术后，氮氧化物排放大大降低，从前述实验室试验（3.2）和实际工业装置测试（3.3）中可以看到氮氧化物排放可低于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

考虑目前国家《火电厂大气污染物排放标准》（GB/T 13223-2011）中有关氮氧化物的排放要求为低于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，结合实验室试验与大量工业实际装置运行测量数据，综合考虑绝热炉膛条件下氮氧化物排放高于水冷炉膛情况，标准要求既要具有一定的先进性，又要留有一定的裕度。因此，在本标准中，确定针对绝热炉膛，烟气中按含氧量3.5%折算出的氮氧化物( $\text{NO}_x$ )含量不高于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ；对于水冷炉膛，烟气中按含氧量3.5%折算出的氮氧化物( $\text{NO}_x$ )含量不高于 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 。

该标准的建立对于我国日益严格的排放标准，大力发展具有超低排放的水冷预混低氮燃烧器，满足燃气燃烧超低氮氧化物排放要求具有重要的社会和经济效益。

#### 四、采用国际标准和国外先进标准的程度

水冷低氮燃烧技术是目前一种非常具有前景的气体燃料燃烧方式，国际上在积极发展过程中。目前尚未见针对水冷低氮燃烧器的国际标准。国际上第一本有关预混气体多孔介质燃烧理论和技术的出版物由本标准起草人编写（《多孔介质燃烧理论与技术》，程乐鸣、岑可法、周昊、骆仲泱编著，化学工业出版社，ISBN 978-7-122-13766-1，2012.5）。

本标准的编制将水冷预混低氮燃烧器的标准处于世界领先水平。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与现行法律、法规和强制性国家标准不存在任何冲突、矛盾或重复；

本标准可为相关部门针对工业水冷低氮燃烧器制定节能政策、法律、法规提供支撑。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在制定过程中未出现过重大分歧意见。

## 七、标准性质的建议说明

建议将《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》作为推荐性国家标准发布实施。

## 八、贯彻本标准的实施要求和措施建议

本标准发布后，应组织相关教育、科技、文化、设计、制造和用户对标准进行宣贯，统一燃烧方式基本概念的表述，消除或减少歧义，规范燃烧技术的发展及衍生产品的叙述表达，更好的构建低碳型和谐社会。

## 九、废止现行有关标准的建议

未发现需要废止的现行有关标准。

## 十、其它情况说明

无。

全国燃烧节能净化标准化技术委员会  
《水冷预混低氮燃烧器通用技术要求》国家标准编写工作组

2023年02月06日