

《燃气催化燃烧红外辐射应急供热技术规范》

编制说明

标准编制组

2022年1月

目 录

一、任务来源.....	2
二、制定标准的必要性和意义	2
三、主要工作过程	5
四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	9
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	10
六、意见分歧的处理依据和结果	21
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	23
八、作为推荐性标准或者强制性标准的建议及其理由	23
九、强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施和预案 ..	23
十、实施标准的措施	24
十一、其他应说明的事项	24

《燃气催化燃烧红外辐射应急供热技术规范》 编制说明

一、任务来源

本标准是中国工业节能与清洁生产协会 2021 年批准立项的计划，项目名称为《燃气催化燃烧红外辐射应急供热技术规范》。

起草单位： 华北科技学院等

主要起草人：

二、制定标准的必要性和意义

近几年来能源资源日趋紧张，节能环保成为各种技术发展的推动力。结合当前新冠疫情，突发性能源供给问题更加突出。2008 年中国南方特大雪灾，导致南方不仅仅供热甚至是供电都受到较大的影响。2020 年受疫情影响，中国武汉等地建立的应急医院，为避免空气交叉感染，冬季医院等公共场所被限制使用中央空调等进行供热。2020 年中印边境对峙，由于缺乏应急供热设备，双方超过 20 人冻死、冻伤，给国家造成严重损失，2021 年 5 月发生的甘肃马拉松赛事中缺少应急供热物资和设施，导致 21 名队员由于身体失温而死亡，类似案例不胜枚举，教训惨痛，由此可见，建立应急能源供热标准体系，对于规范应急供热技术、设备研发，引导市场良性发展意义重大。

对于医院、交通甚至是办公等场所，为工作人员提供舒适的室内环境，是保障人员更好的进行工作和生活的必要条件，因此这些场合在特定环境下采用可循环利用的清洁能源提供应急供热需求是必然的。清洁能源如天然气、太阳能、风能、地热能和生物质能等能源提供应急供热，不仅能够有效解决特殊场合的应急供热需求，而且因供需时长短、限制少、拆装便捷等特点，能起到快速反映的作用，防止损失进一步扩大。从节能的角度也能够实现能源节省、无污染、环境可持续性发展等目标。对于特殊环境提供应急供热具有重大的意义。

针对建筑物如何配备清洁能源相关的应急供热应用技术的探索研究，当下备受业内外人士的广泛关注，如何判断建筑是否需要进行应急供热，采用哪种类型的新型能源，其设计和技术指导等问题的解决迫在眉睫。目前，燃气催化燃烧技术的应用特性，在诸多场景中都得以广泛适用，其有关产品已列入应急产品目录，但由于缺乏相关的技术标准规范加以约束、管理和指导，什么样的场景可以适用，如何使用，使用条件等等一系列的问题，亟待出台燃气催化燃烧应急供热技术的标准规范，其目的在于规范燃气催化燃烧应急供热技术的设计、安装、使用等要求，在技术上予以指导。

催化剂的发展有着漫长的历史。1816年，Davy发现Pt能促进甲烷和醇蒸汽在空气中的氧化^[1]。1835年，Berzelius首

先提出“催化”和“催化剂”的概念^[2]。20世纪70年代，化学工业和石油工业的兴起加快了催化燃烧技术的发展进程。然而，90年代开始，因加快经济发展的步伐而过度开发地球资源，导致自然生态恶化，人们逐渐意识到能源综合利用和可持续发展的重要性，通过探索发现催化燃烧技术可有效预防和控制对大气的污染^[3]。常见的烷类催化剂分为两种：①贵金属催化剂；②非贵金属催化剂。其中适合甲烷催化燃烧的催化剂如图1所示。贵金属催化剂成本较高但催化性能最佳，可以有效避免被高温烧结和硫中毒，铂系贵金属催化剂的活性顺序为 $Pt > Ir > Os > Pd > Rh > Rd$ ^[4]，大多数研究以Pd和Pt为主，有高效、优良的低温催化性能^[5]。其载体一般采用 Al_2O_3 、 SiO_2 等稳定、比表面积大、惰性强、熔点高的材料；钙钛矿型催化剂应用在甲烷催化燃烧方面的研究众多，发现单一钙钛矿不能满足工业需求，进而研发出双钙钛矿催化剂以提高性能，但由于复杂的生产工艺导致原本廉价的催化剂成本变高；六铝酸盐催化剂有较高的耐热性能，但因其活性相对较低、起燃温度较高，只能用于甲烷燃烧的最后一级（1200℃）。

由此可见贵金属催化燃烧是一种优益的燃烧技术。然而，前文提到的事故案例一样就可以证明应急供热技术尚未被应用，贵金属催化燃烧更未被应用到应急供热领域。目前，与应急供热设备较为类似的供热设备是应用到露营

活动中的便携式取暖-烹饪一体式设备。经过对几家户外公司的调查发现，该类设备常以煤油为燃料^[6,7]。国外有学者表明煤油炉是导致非常规建筑火灾，CO 中毒，烧伤，烫伤和死亡的主要原因^[8-12]。而燃气的应用也常以烹饪为主供热为辅，且燃烧类型也未涉及到催化燃烧。因此，在满足国家对于建筑节能降耗的要求，满足城市对于绿色建筑的规划需求的同时，推动清洁能源相关的应急供热技术的推广和应用是必要的。

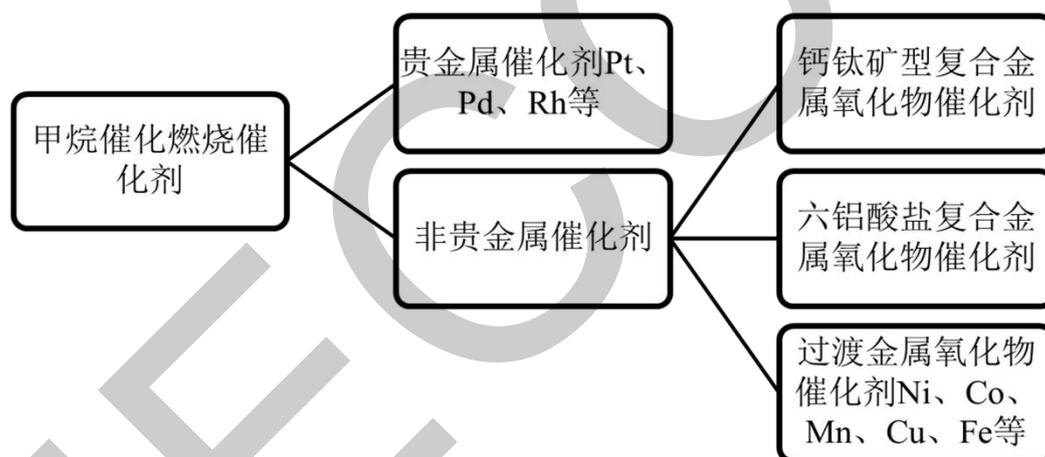


图 1 甲烷催化燃烧催化剂种类

三、主要工作过程

本课题以制定燃气催化燃烧应急供热技术标准为目标。围绕该目标，课题的主要工作过程有如下以下几方面：

(1) 前期工作

2020 年 12 月，确立制定作总体目标，构建组织机构，确定参编单位及其人员，开展标准制定前期研究工作。

（2）燃气催化燃烧技术研究

2020年1-5月，开展实地调研和相关技术研究。联合华北科技学院、北京工业大学对开泰利环保能源有限公司的催化燃烧技术和设备进行实地调研，讨论和分析当今市场现有供热体系对应急供热的不足，论证燃气催化燃烧技术的可靠性，评估是否可以作为应急供热新技术应用。以上内容作为本标准编制依据，编制标准初稿。

（3）燃气催化燃烧应急供热技术标准开题会

2021年6月，收到中国工业节能与清洁生产协会的立项通知书，并研讨标准初稿。

（4）燃气催化燃烧应急供热技术标准数据和理论收集，内容修改

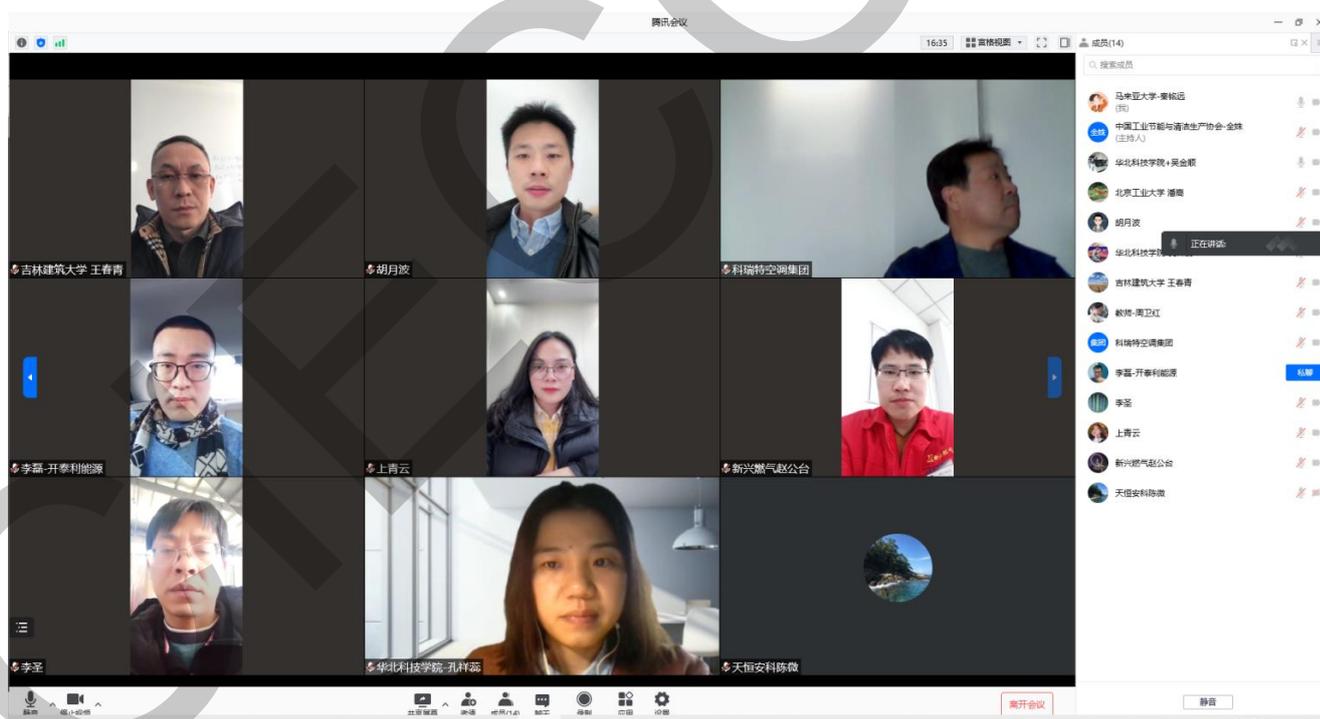
2021年11月，根据开题会中专家提出的相关问题，召开由华北科技学院、北京工业大学、开泰利环保能源有限公司研讨会，主要讨论燃气催化燃烧技术与应急供热技术的结合方法和可行性，完成标准初稿。参会人员及所属单位如下：北京工业大学-潘嵩，华北科技学院-吴金顺，中国建筑科学研究院有限公司-胡月波，吉林建筑大学-秦铭远。

（5）参编单位审核

2021年12月21日，召开全部参编单位审核会议，针对当前草案进行细致审核，并提出修改建议与意见。参会人员

及所属单位如下:

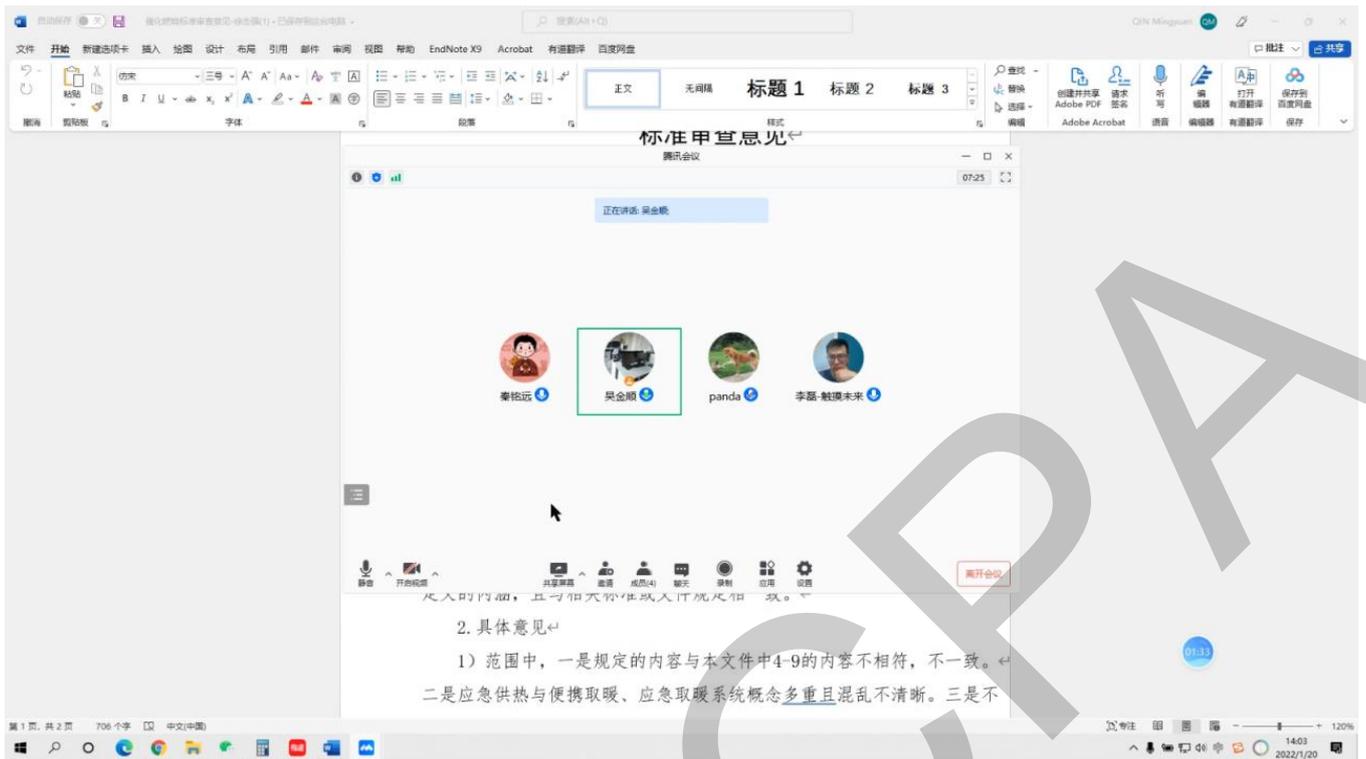
中国工业节能与清洁生产协会-王春兰、全姝, 华北科技学院-吴金顺、孔祥蕊, 北京三兴汽车有限公司-段馨蕊, 新兴燃气(天津)有限公司-赵公台, 江苏汇能燃气催化科技有限公司-陈翠, 北京天恒安科集团有限公司-陈微, 北京工业大学-潘嵩, 苏州开泰利有限公司-李磊, 北京星航机电装备有限公司-葛军波, 中国建筑科学研究院有限公司-胡月波, 吉林建筑大学-王春青、秦铭远, 科瑞特空调集团有限公司-吴宝贞, 辽宁科技大学-周卫红, 廊坊世能新科技有限公司-于志民。





(6) 专家评审

2022年1月初，找国内相关技术方面的知名专家对该文件草案进行全文评审。1月20日，编制团队召集主要主编成员对专家评审意见进行详细解读后，对文件进行再一次修改。参会人员及所属单位如下：北京工业大学-潘嵩，苏州开泰利有限公司-李磊，华北科技大学-吴金顺，吉林建筑大学-秦铭远。



四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

（一）编制原则

本标准的编制以“结合实际、技术可行、方法科学、操作性强”为原则，以国家应急管理部政策和相关国家标准、行业标准为依据，以实际应急供热场景为基础。本标准与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

（二）编制依据

本标准根据 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件》的结构和起草规则起草，引用了下列文件中的条文。

GB 50168-2018 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准

GB/T 12137-2015 气瓶气密性试验方法
GB/T 13611-2018 城镇燃气分类和基本特性
GB/T 13869-2017 用电安全导则
GB/T 18883-2020 室内空气质量标准
GB/T 36503-2018 燃气燃烧器具质量检验与等级评定
GB/T 37228-2018 公共安全应急管理突发事件响应要求
GB/T 51218-2017 机械工业工程设计基本术语标准
TSG 23-2021 气瓶安全技术规程
DB 13/T2030-2014 低温催化燃烧器

本标准与现行法律、法规、标准并无冲突。本标准的内容根据 GB/T 1.1-2020 中给出的规则编写，在编写过程中结合我国国情，充分考虑全国各地年平均最低气温、燃气催化燃烧的适用性、应急供热的普及性，以规范清洁能源、清洁燃烧、清洁供热作为标准的功能导向，所包含的内容充分体现标准的科学性、先进性，可行性。能够有效提高应急管理部门对应急供热的实施效率。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

本标准共九章，分别为范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、催化燃烧应急供热设备技术参数、配备和调用要求、安装、验收与检验要求、运行使用要求、安全要求。

（一）范围

本文件规定了燃气催化燃烧红外辐射供热技术的术语和定义、一般要求、技术要求以及判定要求。

本文件规定了应急场地内（如应急方舱、避难所、帐篷、岗亭、山洞等）的快速、便携供热的技术要求，其他形式建筑的应急供热设备可参考本规范进行制定。

本文件适用于国家或地区所有参与应急供热方案的政府、组织和个人。

说明：

今年来，自然灾害、传染病、紧急疏散等突发事件频频发生，在寒冷环境下，这些突发事件发生后的供热方案和策略还需完善。通常，突发事件发生后，人们会被安排在临时场所进行休养，包括应急方舱、避难所、帐篷、岗亭、山洞等。而催化燃烧技术是一种清洁、便携的技术，且可以应用到供热行业中。因此，本规范的重心在应急场地内应急供热。

（二）基本要求

2.1 适用条件：表明对受灾者的应急供热应以什么为前提，在何时何地可以使用应急供热设备供热，使用应急供热设备应该首先满足何种要求。

2.2 环境要求：保证人员在安全的环境下使用应急供热设备。

2.3 技术性指标要求：表明燃气催化燃烧的技术要求，

应考虑到燃烧能源、燃烧技术、使用场地、场地能源等问题。其中，应急供热技术被规定为催化燃烧技术的应用，主要是因为催化燃烧是一种完全无焰燃烧，尽管其他种类的燃烧方式例如多孔介质燃烧、辐射管内燃烧等燃烧方式已经达到了较高的燃烧效率和较低的污染物排放，但与催化燃烧技术相比仍有较高的风险。在应急供热技术中，应首先确保设备的安全性。另外，催化剂被规定为贵金属催化剂，是因为尽管贵金属催化剂的成本较高但催化性能最佳，可以有效避免被高温烧结和硫中毒，通常铂系贵金属催化剂的活性较钙钛矿性和六铝酸盐催化剂的活性更高。

（三）催化燃烧应急供热设备技术参数

3.1 根据环境温度进行供热等级划分： $\leq -20^{\circ}\text{C}$ （I级）， $\leq -10^{\circ}\text{C}$ （II级）， $\leq 0^{\circ}\text{C}$ （III级）， $\leq 10^{\circ}\text{C}$ （IV级）。

说明：

等级划分是结合全国冬季普遍最低气温给出划分条件。增加 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ （IV级）是因为2021年5月甘肃黄河石林百公里越野赛事故发生时的环境温度给出，在环境高于 0°C 时，应急供热设备仍然是必要的。

3.2 单个应急供热设备质量 $\leq 10\text{kg}$ 。

说明：

设备为了具有灵活、轻便的特征，不应有过重的重量。

3.3 单一热源面积范围：250mm × 200mm—400mm × 350mm；取暖面积应占整个人体正面投影面积的 50%。

说明：

设备的热源面积的配备应该根据环境的不同而不同，应该既满足基础的供热，又不能有过重的质量。因此设置 4 个型号等级。

根据下图 2 表示红外线能量会朝上方的一个半球形空间内发散，因此，能量照射到的面积大于热源面积，可较为容易的达到人体正面投影面积的 50%。若应急场地内人员较多，无法满足所有人员 50%供热面积时，应增加设备数量。

应急供热设备的热源面积主要是根据普通人体正面宽度确定，在先前的研究中使用 250 × 200mm 热源测试人员热舒适性，大部分受试者认为宽度较小，仅能满足一条腿的供热，但也可以满足基础的热舒适效果，因此根据实验结果综合考虑，将最大的热源面积增加至 400mm × 350mm。

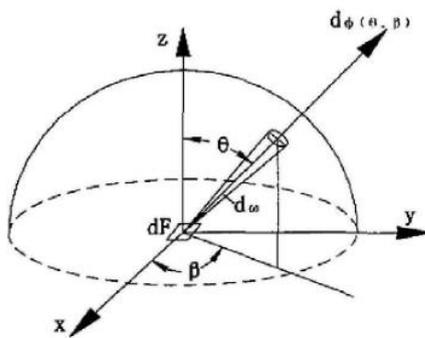


图 2 微元束辐射能量的空间几何性质^[13]

3.4 供热温度：低温供热 300-350℃，中温供热 350-450℃，高温供热 450-500℃。且规定的温度范围应不低于燃烧室平面面积的 80%。

说明：

- (1) 用红外热成像仪器对不同温度的热源实测，见图 3，分为三种类型供热温度。
- (2) 用中温供热（350-450℃）燃烧板做实验，将燃烧板划分成 25×20 个等分小块，每个小块内插一根 K 型热电偶，待燃烧板稳定燃烧后，测量每个小块内的温度，最终得出结论大于 350℃ 的面积为 88.67%，大于 400℃ 的面积为 67.38%，因此确定正常燃烧的面积应不小于 80%。

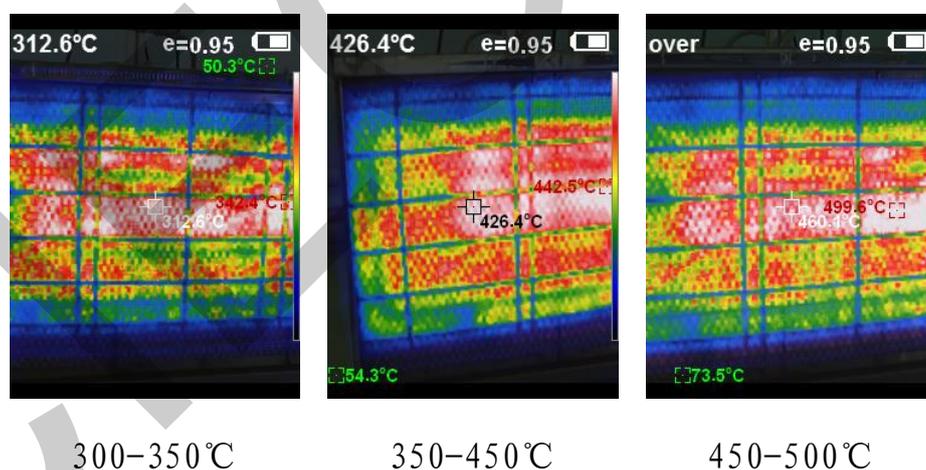


图 3 热源温度测试

3.5 中型热源的中温供热的时长最短为 2 小时；针对人员长时间滞留场所可进行间歇供热。

说明：

当前无相关资料可查，因此购买市面常规燃气瓶，进行燃烧时长实验，燃气瓶耗尽时长范围在 2-3 小时。

文献^[14]中表示在夜间帐篷内停止燃烧炉供热 15-20 分钟后，室内温度会降低至零下，因此，有受灾者需要长时间逗留时，应采用间歇供热方式。

3.6 设备的预热时间应不超过 5 分钟。

说明：

对催化层进行预热时间实验，首先实验确定催化层预热成功的温度（120℃），然后收集达到该温度的时间，如表 1。因催化层的催化剂种类不同，活性不同，且在实际应用中也会根据环境不同而有不同时长，因此将预热时间设置为不超过 5 分钟。

表 1 催化层的预热时间

实验编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
达到 120℃的时间	2' 31	2' 45	2' 41	2' 23	2' 14	2' 04	2' 02	2' 03	1' 58	2' 18

3.7 催化剂寿命应 ≥ 8000 小时。

在文献^[15]中，很多厂家的催化剂寿命均以 8000 小时为基础。因此，课题组在开泰利环境能源有限公司进行了催

化剂寿命实验，从2020年4月7日至2021年4月7日进行了为期一年的实验，通过24小时不间断的燃烧，结果表明催化剂未失活，一年间的燃烧温度没有明显变化。

3.8 红外线能量应以转动、振动激发态产物为主，电子激发态产物为辅。

说明：

根据公式^[16]，能级差 ΔE 越大，则吸收光谱的频率越高（即波长越短。通常，转动跃迁 $\Delta E < 0.05\text{eV}$ ，是远红外光或微波照射；振动跃迁 $\Delta E = 0.05 \sim 1.0\text{eV}$ ，是短波光能（中红外区）；电子能级跃迁 $\Delta E = 1 \sim 20\text{eV}$ ，是可见光、紫外线、波长更短的光谱。

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

(1)

式中： ΔE 为能级差；

h 为普朗克（量子）常数， $h = 6.624 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ ；

ν 为光的频率， s^{-1} ；

E_1 、 E_2 分别为初能级和终能级的能量

3.9 红外线波长应在 $3\sim 10\mu\text{m}$ ，必要时可存在小于 $3\mu\text{m}$ 波长。

说明：

对Pt-Al₂O₃负载式贵金属催化层进行红外线光谱测试，测试结果如下图：

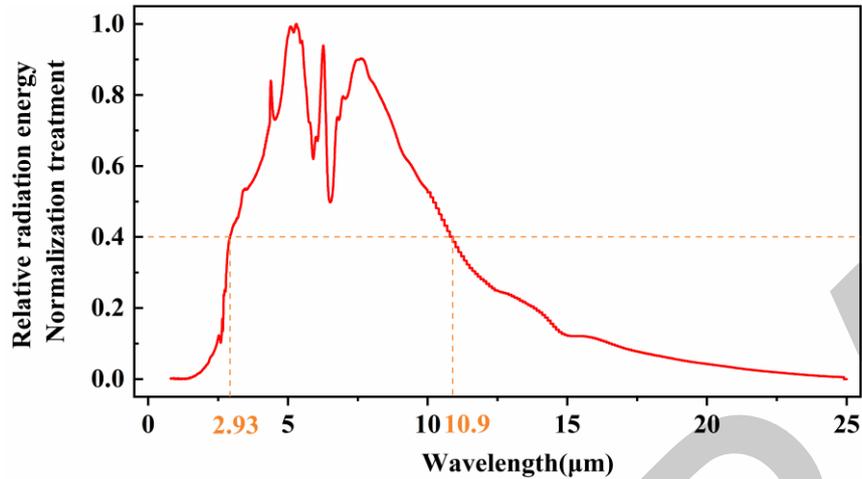


图 4 红外线能量波长分布

3.10 η_1 的 I 级效率为 $\geq 95\%$ 。关于红外线辐射效率 η_2 计算方法，包括球面辐射测试和平面辐射测试^[17]，应急供热设备的有效能量利用为燃烧板正面辐射能量，因此计算辐射能量即可确定 η_2 。

3.10.1 η_1 的效率的设定参考文献^[18]，文中表明非对称平面燃烧室的最大燃烧效率可达 52.4%，对称平面燃烧室的最大燃烧效率可达 98.5%，因此，确定催化燃烧的 I 级燃烧效率应大于 95%。

3.10.2 球面辐射测试

目的：确定辐射加热器的净正面辐射效率（NFRE）。

方法：划分辐射能量分布的网格，并假设每个网格表面单元的热流是均匀的。通过半球面耗散的净功率根据下式：

$$P_{HS} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N q''_{ij} A'_{ij}$$

式中： q''_{ij} ——局部热流；

A''_{ij} ——元素表面积。

催化燃烧供热器的燃气功率表达式为：

$$\varphi_{gas} = \frac{1}{3.6} v Q_1 \frac{273}{273 + t_g} \times \frac{P_{amb} + P_m - S}{101.3}$$

式中： φ_{gas} ——燃气燃烧功率，KW；

Q_1 ——0℃、101.3kPa 状态下试验燃气的低热值，
MJ/m³；

V ——实测燃气流量，m³/h；

t_g ——燃气温度，℃；

P_{amb} ——大气压力，kPa；

P_m ——燃气相对静压力，kPa；

S ——温度为 t_g 时的饱和水蒸气压力，kPa。

催化燃烧器背面无辐射能，因此 NFRE 的表达式为：

$$NFRE = \frac{P_{HS}}{\varphi_{gas}} \times 100\%$$

3.10.3 平面辐射测试

目的：可视化加热器前面的热流分布，并确定加热器的净平面辐射效率 (NIPRE)。

方法：燃烧板所在平面作为基础平面，每间隔 10cm 绘制一个平行于基础平面的平面，每一个平面内进行大小为 1cm × 1cm 得网格划分，通过平面耗散的净功率见下式：

$$P_{IP} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M q''_{ij} A''_{ij}$$

则 NIPRE 的表达式为：

$$NIPRE = \frac{P_{IP}}{\varphi_{gas}} \times 100\%$$

(四) 配备与调用要求

4.1 配备和调用要根据当地应急管理部门级别要求分级配备。

说明:

根据国家标准 GB/T 37228-2018 公共安全应急管理突发事件响应要求, 对应急管理级别有明确要求。

4.2 应急供热事故级别, 应由寒冷预警级别和施救人数共同决定。

应急供热事故级别	寒冷预警级别	施救人数	设备调用台数
I 级	红色	> 30	> 15
II 级	橙色	10-30	5-15
III 级	黄色	3-10	2-5
IV 级	蓝色	< 3	< 2

说明:

寒冷预警级别参考 2006 年颁布的《国家突发环境事件应急预案》第 3.3 预警及措施要求。施救人数级别参考 2006 年颁布的《国家突发环境事件应急预案》第 1.3 节事件分级要求, 以该分级要求将应急供热事故分成四级, 该部分与草案第 5.1.6 内容分级一致。设备调用台数至少要保证每两人一台设备。

(五) 安装、验收与检验要求

5.1 为确保快速部署, 应减少安装、验收的繁琐程度。

5.2 验收应在供应商提供设备后仔细验收。

5.3 年检应包括日常检查，月检，年检，确保设备正常和安全运行。

（六）运行使用要求

运行使用要求应主要确保人员按照设备正常的操作方式运行，以避免安全事故的发生。所有的操作均由场地管理人员安排，用户应听从管理制度并注意设备的操作规程。

（七）安全要求

包括人员安全，和设备使用安全，并给出事故发生时的处理办法。

（八）附录 A 应急供热设备的选型关系表

是正文部分关于设备分级的整合，并增加了功率范围。

说明：

功率是通过实测所得，实测 1500mm × 200mm 燃烧板的每小时燃气消耗量为 0.8m³/h，天然气热值 8000-9000 大卡，则每小时消耗 6400-7200 大卡能量，换算成千瓦为 7.4-8.4KW，约为 8KW。将面积分别换算成不同面积分别为 250mm × 200mm-0.6KW，300mm × 250mm-1.0KW，350mm × 300mm-1.4KW，400mm × 350mm-1.8KW。

（九）附录 B 抽样验收设备外观完好概率 ≥ 95%，电气线路和燃气管路的抽样检验完好概率 ≥ 99%。

说明:

对于应急供热设备而言，除燃烧室外的外观的完好与否不会直接影响到设备的使用，微小的掉漆、裂痕等不会引起安全隐患，因此概率大于 95%即可。关于能源线路的检验涉及到安全和设备的正常使用，在应急场所更应该保证安全性能，因此能源线路的抽样检查应 $\geq 99\%$ 。

六、意见分歧的处理依据和结果

第一次会议 2021-11-14

1. 关于标准内容和题目不相符。在最初稿中，很大篇幅是关于针对燃气催化燃烧设备研发，缺少关于应急供热的技术性要素。关于室内环境参数计算是否合理问题。在最初稿中，根据室内负荷计算确定应急供热热源的大小和方式。经讨论分析，确定应急供热应不包含繁琐和复杂的计算过程，并且对于某些场地，冷风渗透和冷风侵入量过大，负荷计算将不被认为是合理方法。
2. 缺少附录。
3. 在初稿中涉及到关于应急设备设计和辐射能量计算的内容，认为与本要求标题不符，经讨论后删除该部分内容。

第二次会议 2021-12-21

1. 原标题为燃气催化燃烧应急供热技术标准，因该文件

的正文部分不仅设计到工程标准，行业标准，还涉及到技术标准，最终改为燃气催化燃烧红外辐射应急供热技术规范。

2. 建议增加设备选型内容，或依据表格即可了解如何确认设备的选型，增加附录 A，应急供热设备选型关系表。
3. 针对检查和验收方面内容，只有关于设备的检查和验收，应该增加关于燃气的检查和验收内容。
4. 原文件中的以“应急供热体系”为主，讨论后发现体系一词涉及的内容较多，可能还包括通风系统等不应该在应急条件中涉及的内容，因此改为“应急供热系统”且该系统内仅包括应急供热设备和自然通风。
5. 整体文件中删除关于大型应急供热设备的内容。认为目前便携式的应急供热设备才是首选，大型应急供热设备尽管已经有了雏形，但技术尚未完善，故删掉。原文件中涉及到的关于大型应急供热设备的内容全部删除，其中包括一些意见分歧，因删掉在编制说明中不再重复说明。
6. 应增加在运输过程中的应急。当已经发生应急供热事件时，不应将时间浪费在运输过程中，应该有相对应的放行规划。

第三次会议 2022-1-20

1. 详细解读两位专家对该文件草案的修改意见。

2. 范围中应急供热与便携取暖、应急取暖系统概念多重且混乱不清晰。将全文类似的词汇全部统一成应急供热。
3. 术语和定义繁琐且缺乏科学性。删减了在各标准中已经非常通用的词汇的定义，仅保留与应急供热相关的术语和定义。对其中含有数值的术语重新参考资料进行定义。
4. 按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的格式进行撰写，修改格式。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

尚未检索到关于应急供热方面标准。

八、作为推荐性标准或者强制性标准的建议及其理由

本标准作为推荐性标准，主要为当今应急管理体系增加应急供热方面技术策略和应急供热物资，增强应急管理部门和相关供应方之间的协作，增强受灾人员的生存几率。应急供热方案既参考国家标准内容，也有推荐性标准内容，标准的目​​的重在以最快的速度提供最合理安全的供热设备并满足人员的基础供热。促进清洁能源、清洁燃烧技术、高效供热的发展和应用。

九、强制性标准实施的风险点、风险程度、风险防控措施

和预案

无

十、实施标准的措施

1、加强标准宣贯，组织召开监测机构标准宣贯会，对监测人员进行专业知识培训，在今后组织的关于催化燃烧和供热研讨会上宣贯本要求，提高催化燃烧技术在暖通空调领域的发展，增强人们对应急供热的认识。

2、加大实施力度。标准实施后，相关应急管理部门和应急供热设备供应商应严格执行标准，加快应急供热设备的研发和生产。根据后续使用状况出具相关合理推动标准的应用。

十一、其他应说明的事项

无

参考文献

- [1]高正中, 戴洪兴. 实用催化:催化[M]. 化学工业出版社,2012.
- [2]杜娟, 田成文, 范庆伟.催化燃烧技术研究进展及其应用[J]. 节能,2006, 25 (2): 37-39.
- [3]林培琰, 伏羲路.环境催化——大气污染控制和预防的化学[J].自然杂志,1996, 018 (003): 131-135.
- [4]严河清, 张甜, 王鄂凤, et al.甲烷催化燃烧催化剂的研究进展[J].武汉大学学报,2005 (02): 33-38.
- [5] Thevenin P. Catalytic combustion of methane[D].Stockholm: KTH-Kungliga Tekniska Högskolan,2002.
- [6]Snow Peak.[Snowpeak glow stove (KH-100BK)][EB/OL].[2022 Jan 24].<https://ec.snowpeak.co.jp/>.
- [7] newalpaca.[Natural ventilation open type kerosene stove (TS-77JS-C)][EB/OL].[2022 Jan 24].<https://alpaca.co.jp/>.
- [8]Kimemia D, Van Niekerk A, Govender R, et al.Burns and fires in South Africa's informal settlements:

- Have approved kerosene stoves improved safety?[J].Burns,2018, 44: 969-979.
- [9]Kimemia D, Vermaak C, Pachauri S, et al.Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk?[J].Energy for Sustainable Development,2014, 18: 1-8.
- [10]Peck M D, Kruger G E, Van Der Merwe A E, et al.Burns and fires from non-electric domestic appliances in low and middle income countries: Part I. The scope of the problem[J].Burns,2008, 34 (3): 303-311.
- [11]Ganesamoni S R, Kate V, Sadasivan J.Epidemiology of hospitalized burn patients in a tertiary care hospital in South India[J].Burns,2010, 36 (3): 422-429.
- [12]Ahuja R B, Dash J K, Shrivastava P.A comparative analysis of liquefied petroleum gas (LPG) and kerosene related burns[J].Burns,2011, 37 (8): 1403-1410.
- [13]赵丹. 燃气辐射采暖的应用研究与 CFD 模拟[D].天津: 天津大学,2005.
- [14]Mcrobie C.Assessing the thermal performance of an emergency shelter system[J].Energy Buildings,2005, 37 (5): 471-483.
- [15]S.Su, A.Beath, H.Guo, et al.An assessment of mine methane mitigation and utilisation technologies[J].Progress in Energy and Combustion Science,2005, 31 (2): 123-170.
- [16]褚治德, 王一建. 红外辐射加热干燥理论与工程实践[M].北京: 化学工业出版社,2019.
- [17]Brown K J, R.Farrelly R, O'shaughnessy S M, et al.Energy efficiency of electrical infrared heating elements[J].Applied Energy,2016, 152: 581-588.
- [18]Li L H, Yang G Y, Fan A W.Non-premixed combustion characteristics and thermal performance of a catalytic combustor for micro-thermophotovoltaic systems[J].Energy,2021, 214: 118893.