

《燃料转化制氢装置-第 1 部分：安全》
国家标准征求意见稿
编制说明

2026 年 1 月 25 日

一、工作简况

1.1 任务来源

顺应全球能源低碳化、多元化、多极化变革趋势，氢能作为绿色低碳能源，展现出巨大的应用前景。在我国“双碳”目标的持续推进下，氢能已被纳入国家能源体系的重要组成部分，未来用氢场景的日益多元化将进一步推动制氢装置的广泛应用。燃料转化制氢是衔接传统能源与清洁能源转化的重要环节，然而当前我国有关燃料转化制氢装置的相关标准还尚不完善，特别是针对装置的安全规范运行的相关标准还处于空白阶段，难以完全有效避免装置运行中潜在的各类风险。因此，加快构建适用于燃料转化制氢装置的专项安全标准，不仅有助于填补该领域标准体系的空缺，更能为装置的安全管理提供明确依据，提升整体运行可靠性与风险管控能力，从而为其规模化、规范化应用奠定坚实基础。

2025年9月5日，根据国家标准化管理委员会《关于下达2025年第八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[2025]47号），国家标准化管理委员会下达了本标准制定计划，本标准由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）归口，计划号：20254781-T-469，计划报批时间为2026年7月5日，起草单位为中石化石油化工有限公司、中石化安全工程研究院有限公司、中国标准化研究院等。

1.2 制定背景

本标准拟转化 ISO 16110-1《燃料转化制氢装置-第1部分：安全》标准，该标准针对燃料转化制氢装置的安全部分进行规范。燃料转化制氢装置为将输入燃料转换为成分和条件适合用氢装置类型的富氢气流的装置，在商业、工业、轻工业和住宅均可使用。燃料转化制氢装置的使用可以促进能源转型，推动能源结构低碳化转变，并具有较高的经济价值。目前国内已有多种燃料转化制氢装置生产、使用，但是其相关标准缺失，不利于对其安全性与质量监督检测进行管理。

本标准的制定有助于对燃料转化制氢装置的生产厂家进行规范，让使用方有更清晰的验收、使用、管理等安全标准，有力保障装置的安全运行，并促进相关技术的进一步提升。

1.3 起草过程

2025 年 9 月 5 日，国家标准化管理委员会下达了本标准制定计划，计划号：20254781-T-469。

2025 年 9 月-10 月，起草单位对 ISO 标准进行翻译。

2025 年 11 月-12 月，起草单位针对标准展开调研工作，经研究和讨论，形成标准征求意见稿。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 标准编制原则

本标准按照 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》的要求和规定进行编写，确保结构规范，表述清晰。

本标准编制的指导思想为全局性、针对性、适用性：

全局性：本标准对燃料转化制氢装置从设计、运输、储存、使用的全链条环节的安全性进行考虑，全方位提出可能出现的安全问题及应对措施。在验收及使用环节，全面考虑相关的测试试验并给出试验方案。整个标准对制氢装置的安全性要求实现全方位的规定。

针对性：本标准的适用范围为在 0℃和 101.325 kPa 下，容量小于 400 m³/h 的燃料转化制氢装置，是针对装置本身制定的安全性标准。同时，针对装置的运行条件给出了各极限条件下的专项安全性能测试方法，保障装置日常运行的可靠性。

适用性：本标准结合目前国内制氢装置的现状，对比国内现有的相关标准，对于原标准进行了本地化修订。对于与国内技术不同的地方优先选取国内的方法，保证标准落地实施的操作性与执行力。

2.2 标准主要内容及其确定依据

(1) 范围

本部分适用于在 0℃ 和 101.325 kPa 下，容量小于 400 m³/h 的成套、独立或工厂匹配的氢气生成系统，在此称为燃料转化制氢装置，它将输入燃料转换为成分和条件适合用氢装置类型的富氢气流（例如燃料电池动力系统或氢气压缩、储存和输送系统）。

本标准适用于使用以下一种或几种输入燃料的燃料转化制氢装置：

- 来源于可再生（生物质）或化石燃料的天然气和其他富含甲烷的气体，例如填埋气、沼气、煤矿气；

- 炼油衍生燃料，例如柴油、汽油、煤油、类似丙烷和丁烷的液化石油气；

- 醇、酯、醚、醛、酮、费-托液体和其他来源于可再生（生物质）或化石燃料源的合适的富氢有机化合物，例如甲醇、乙醇、二甲醚、生物柴油；

- 含有氢气的气体混合物，例如合成气、城市燃气。

本部分适用于室内和室外商业、工业、轻工业和住宅用固定式燃料转化制氢装置。

其目的在于当燃料转化制氢装置按预期并在制造商预定的条件下使用时，涵盖与燃料转化制氢装置相关的所有重大危险源、危险情况和事件，与环境兼容性（安装条件）相关的除外。

(2) 规范性引用文件

本标准的规范性引用文件包括：

GB/T 18422，橡胶和塑料软管及软管组合件 透气性的测定

GB/T 3766，液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求

GB/T 7932，气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求

GB/T 19074-2003，工业通风机 通风机的机械安全装置 护罩

GB/T 16754，机械安全 急停功能 设计原则

GB/T 19840，回转容积泵 技术要求

GB/T 3836.14: 2014, 爆炸性气体环境用电气设备-第 10 部分: 危险区域分类

GB/T 5226.1, 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分: 通用技术条件

GB/T 4706.66, 家用和类似用途电器的安全 泵的特殊要求

GB/T 4706.71, 家用和类似用途电器的安全 供热和供水装置固定循环泵的特殊要求

GB/T 4208-2008, 外壳防护等级 (IP 代码)

GB/T 16935 (1-6), 低压系统内设备的绝缘配合

GB/T 4214.10, 家用和类似用途电器噪声测试方法 确定和检验噪声明示值的程序

GB 14536.1, 家用和类似用途电自动控制器 第 1 部分: 通用要求

GB 14536.6, 家用和类似用途电自动控制器 燃烧器电自动控制系统的特殊要求

GB/T 14536.7, 家用和类似用途电自动控制器 压力敏感电自动控制器的特殊要求, 包括机械要求

GB/T 14536.10, 家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求

GB/T 14536.19, 家用和类似用途电自动控制器 电动燃气阀的特殊要求, 包括机械要求

GB 14536.21, 家用和类似用途电自动控制器 电动油阀的特殊要求, 包括机械要求

GB/T 7826, 系统可靠性分析技术 失效模式和影响分析 (FMEA) 程序

GB 17625.1, 电磁兼容 限值 第 1 部分: 谐波电流发射限值 (设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$)

GB/T 17625.2, 电磁兼容 限值 对每相额定电流 $\leq 16\text{A}$ 且无条件接入的设备在公用低压供电系统中产生的电压变化、电压波动和闪烁的限制

GB/T 17625.6, 电磁兼容 限值 对额定电流大于 16A 的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制

GB/T 17625.3, 电磁兼容 限值 对额定电流大于 16A 的设备在低压供

电系统中产生的电压波动和闪烁的限制

GB/T 17799.1, 电磁兼容 通用标准 居住、商业和轻工业环境中的抗扰度标准

GB/T 17799.2, 电磁兼容性 通用标准 工业环境抗扰度

GB/T 17799.3, 电磁兼容 通用标准 第3部分: 居住环境中设备的发射

GB/T 17799.4, 电磁兼容性 (EMC) -第6-4部分: 通用标准 - 工业环境排放标准

GB/T 21109.1, 过程工业领域安全仪表系统的功能安全 第1部分: 框架、定义、系统、硬件和应用编程要求

GB/T 21109.3, 过程工业领域安全仪表系统的功能安全 第3部分: 确定要求的安全完整性等级的指南

GB/T 35320, 危险和可操作性研究 (HAZOP 研究) 应用指南

GB/T 150, 压力容器

GB/T 19518.1, 爆炸性气体环境用电气设备—电阻伴热—第1部分: 一般要求和测试要求

ISO 5388, 固定式空气压缩机—安全规则和操作规程

ISO 10439, 石油、石化和天然气工业—轴流式和离心式压缩机与扩展压缩机

ISO 10440-1, 石油和天然气工业—旋转型容积式压缩机-第1部分: 加工压缩机 (无油)

ISO 10440-2, 石油和天然气工业—旋转型容积式压缩机-第2部分: 块装空气压缩机 (无油)

ISO 10442, 石油、化工和煤气工业 封装径向离心式空气压缩机

ISO 13631, 石油和天然气工业—成套往复式气体压缩机

ISO 13707, 石油和天然气工业—往复式压缩机

ISO 13709, 石油、石化和天然气工业用离心泵

ISO 13943, 消防安全-词汇

ISO 14121, 机械安全-风险评估原则

ISO 15649, 石油和天然气工业——管道

IEC 4706.1-2005: 2004, 家用和类似用途电气的安全 第1部分: 通

用要求

IEC 60079-0: 2004, 爆炸性气体环境用电气设备—第 0 部分: 一般要求

IEC 60146-1-1, 半导体变流器—一般要求和线路换向变流器—第 1-1 部分: 基本要求规范

IEC 61779-4, 可燃气体检测和测量用电气设备—第 4 部分: 指示 100% 爆炸下限的 II 类设备的性能要求

IEC 61779-6, 可燃气体检测和测量用电气设备—第 6 部分: 可燃气体探测和测量设备的选择、安装、使用和维护指南

(3) 术语及定义

除 GB/T 29729-2013、GB/T 3836.14: 2014、ISO/TR 15916: 2004、ISO/IEC Guide 51、ISO 13943 界定的术语外, 本标准还涉及以下术语和定义: 富空气条件、富空气系统、环境温度、自热重整、燃烧器控制系统、机箱、催化部分氧化、可燃气体、液体或蒸汽、商业的、隐蔽位置、合格评定、临界失效模式、最大许可压力、设计温度、直接点火、工厂配套单元、费托液体、火焰探测器、火焰传感器、熄火锁定时间、回火、框架、燃料处理系统、富燃条件、富燃系统、点火激活期、偶发事件、工业的、输入燃料、间歇式引燃器、中断式引燃器、轻工业、极限气体、锁定、爆炸下限、主火焰形成期、通风、非危险区、非易失性锁定、正常操作、操作模式、成套单元、允许的、引燃、压力梯度监测仪、吹扫时间、反应失效锁定时间、反应开始失效时间、循环时间、循环、参考条件、参考气体、二次点火、住宅的、响应时间、防护、安全可靠性分析、安全关机、独立单元、严重度、起始位置、蒸汽重整、测试气体、转变、爆炸上限、易失性锁定、水处理系统

(4) 安全要求及防护措施

本文件规定了燃料转化制氢装置的组成系统, 并对各组成部分包括设计、使用、运输储存等环节的安全性提出要求, 并给出相应的防护措施。

(5) 试验方法

本文件规定了制氢装置相关的各项性能的测试方法

(5.1) 测量不确定度

如果没有特殊说明，使用本文件规定的装置的最大不确定度。

(5.2) 型式/鉴定试验

本文件规定了，符合标准的制氢装置所产生的样品应通过型式/鉴定试验，包括压力测试、危险气体泄漏测试、保护参数测试、燃烧器运行特性测试、燃烧器和催化氧化反应器自动控制试验、通风系统的机械测试、表面和部件温度试验、墙壁和地板及天花板温度测试、聚合物组件的温度测试、风力试验、CO 排放测试以及操作验证。

(6) 标记、贴标和包装

本文件规定了燃料转化制氢装置应带有名牌或标签组以便查阅使用限制，或在操作手册上应给出信息标识，方便用户查阅技术文件。对需要放置警告标识的部件也应当有明显表示。

2.3 修改采用前后技术内容的对比

本标准修改采用 ISO 16110-1 《Hydrogen generators using fuel processing technologies-Part1:Safety》，与 ISO 16110-1 相比，由于目前国内的制氢装置一般是定制化的，根据化工装置项目的标准提供产品合格证，因此本标准在安全可靠分析部分删除了对 IEC 60812《系统可靠性分析技术—失效模式和效应分析（FMEA）程序》、IEC 61025《故障树分析（FTA）》标准的引用，不参考这两个标准对安全可靠进行分析。

由于 ISO 16110-1 中规定压力容器及相关泄压部分应按常用的国家/地区标准进行建造和标记。目前压力容器有现行的国家标准，因此在涉及压力容器及压力测试的部分，直接引用了国家标准。

关于涉氢管道部分，目前国内有现行的涉氢管道标准，国内的制造商主要按照国内标准进行制造，考虑到标准的适用性，涉氢管道部分采用国内标准。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 试验验证

本标准只涉及与燃料转化制氢装置相关的当燃料转化制氢装置在其按预期并在制造商设定的条件下使用时，涵盖与燃料转化制氢装置相关的所有重大危险源、危险情况和事件安全规范，因此不涉及试验验证。

3.2 综述报告

燃料转化制氢装置产生的氢气具有高扩散性、低点火能量等特性，易在泄漏时形成爆炸性混合物，尤其在密闭空间或通风不良区域风险加剧。同时，高压氢气环境可能引发金属材料氢脆，导致管道、阀门等关键部件强度下降，增加泄漏或破裂概率。因此在设计生产、验收、使用过程中对燃料转化制氢装置可能产生的安全风险及防控措施、管理框架进行规范，有助于提升装置的安全水平，保证装置正常运行。

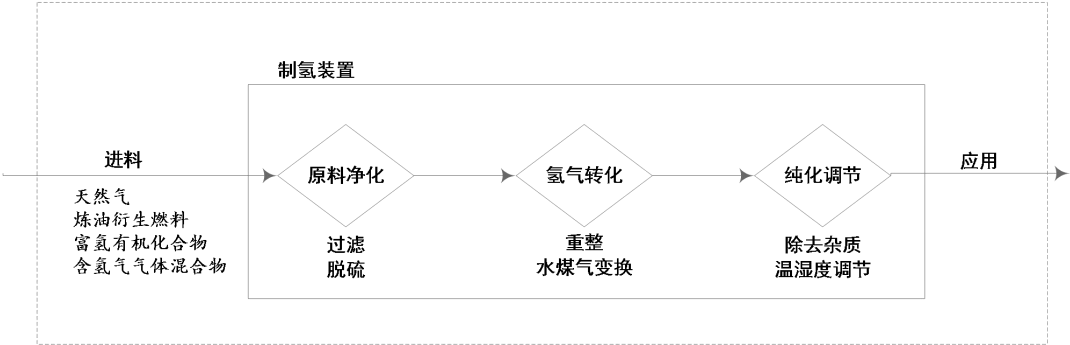


图1 燃料转化制氢装置工艺流程图

本标准主要为燃料转化制氢装置的设计、制造、安装和操作提供安全规范，覆盖结构设计、材料选择、系统控制、测试方法、安全标识等部分。本标准涉及的制氢装置有三个限制条件：一是制氢量在0℃，1 atm下小于400 m³/h；二是原料为天然气或其他富甲烷气体、燃油或液化石油气、醇醚等含氧液体、合成气；三是装置的制氢流程包括原料净化、氢气转化、纯化调节三部分。其中“原料净化”过滤除固

体颗粒杂质，通过化学反应脱硫。“氢气转化”是通过重整或催化或非催化部分氧化等方法将原料制成合成气，再通过水煤气变换使 CO 与水蒸汽最大限度的转化成 H_2 。“纯化调节”是去除体系内残留的 CO 以及其他杂质，然后根据氢气的具体应用需求对氢气的温度、湿度和压力进行调节，满足后续的应用需求。

与国内外相似标准不同的是其他标准主要针对使用场景设计安全规范，主要内容集中在防火要求、电气要求、人员巡逻要求方面。本标准针对燃料转化制氢装置本身的安全性能要求及防护措施进行了规范，覆盖了装置设计要求、使用环境与操作条件、危险预防等各方面要求，同时规定了装置验收及使用过程中如何对设备进行安全性测试，保证装置在使用过程中的安全性。例如针对国际标准，ISO 22734-1《水电解制氢装置 第1部分：安全》与本次制定的标准较为相似，该标准主要针对通过电分解水产生氢气的电解水制氢装置，在标准中规定了设备设计、安全要求及操作规范，以确保高效、安全的制氢过程。与本标准相比，该标准侧重电气安全与电解槽管理，而本标准由于涉及高温高压反应器等设备，更关注催化剂管理、一氧化碳脱除等过程安全。针对国内标准，团标 YB/T 4594-2016《焦炉煤气制氢站安全运行规范》与本标准较为相似，但是该标准针对的是焦炉煤气制氢系统，与本标准适用对象不一致。并且 YB/T 4594-2016 中的安全规定侧重使用方如何安装制氢设备及如何进行安全巡护，本次制定的标准更多的是针对制造厂商的设计与后续运维。国标 GB/T 34584-2017《加氢站安全技术规范》也涉及氢能相关的安全管理，与本标准不同的是，该标准主要为加氢站消防设施、电气设施及紧急切断系统的管理，对于制氢装置仅要求设备符合设计规范，对装置本身的安全规范没有过多要求。国标 GB/T 29729-2022《氢系统安全的基本要求》与本标准相似度较高，该标准针对氢气本身的热物理性质、燃烧特性及氢系统的危害（包括泄露、压力、氢腐蚀等）进行了解读，与本标准在内容上有重合之处，但是在该标准对所有氢系统均适用，因而内容较为宽泛，在安全规范上不具有针对性，技术细节较为笼统。本次指定的标准针对燃料转化制氢装置，从制造设计开始，对所有可能产生的安全问题进行梳理，并给出解决方法。在后续使用上，给出

了仪器的安全验收方法、仪器使用过程中的安全隐患(如高温、爆炸)、装置的摆放(如通风要求、位置要求)、如何使用控制系统等均给出了详细的规范,同时考虑到不同使用场所提出不同建议。相比 GB/T 29729-2022 更具有针对性,且内容更具体,操作性更强。除了使用上的安全规范,在本标准中还对装置的标牌和信息手册内容提出了要求,在标牌或注意事项中对可能产生的危险进行评估,并给出处理方法,方便用户在发生事故后紧急处理。

针对标准中涉及的国际标准,对国内的标准使用情况进行了调研,使用国内等同采用的标准替换了原 ISO 或 IEC 标准。对于修改采用的标准,确定引用部分无技术性修改,也对部分标准进行了替换。目前国内关于制氢装置的安全性能方面的要求与国外略有不同,在设计制氢装置的过程中,涉及系统可靠性分析时一般不进行失效模式和效应分析以及故障分析,因此删除了这两部分标准的引用。针对压力容器与涉氢管道部分,国内均有相应的标准。考虑到标准的适用性,本标准中的压力容器与涉氢管道根据国内标准进行了修改。

3.3 预期效益

(1) 经济效益

燃料转化制氢装置的原材料供应较为稳定,甚至有些为炼厂的副产物,将其转化为富氢流体有助于资源的循环利用,减少能源损耗。本标准对燃料转化制氢装置的设计、使用进行安全性规范,降低因安全事故处理带来的额外成本。并且标准中规定了生产厂家要给机器配备相应的操作手册或标志,对可能出现的问题提供解决办法,可以减少因装置安全问题导致的整改,降低时间成本。

(2) 社会效益

本标准所涉及的燃料转化制氢装置可以对优化能源结构、发展氢能与储能、提升资源循环利用率等各方面提供技术支持,对实现零碳园区,进行行业碳管控起到重要作用。本标准从设计制造上对装置进行规范,保证装置的安全平稳运行,可以降低运维成本,减少因安全事故产生的额外花销。

（3）生态效益

氢气是一种清洁的能源载体，相比较天然气、炼油衍生物、富氢有机化合物等，可以大大降低应用终端产生的二氧化碳、SO_x、NO_x、PM 排放。燃料转化制氢技术通过资源化利用生物质、化石燃料、天然气、炼油衍生物、富氢有机化合物等燃料，将其转化为富氢流体，提升燃料的可持续性利用，减少二氧化碳和温室气体排放，进一步降低对空气、水和土壤的负面影响。

同时本标准制定了安全规程和测试方法，防止气体管路泄露，从源头降低因原料或制氢过程中产生的杂质直接排放导致的温室气体泄露。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

目前针对燃料转化制氢装置安全的最新国际标准为 ISO 16110-1:2007 《Hydrogen generators using fuel processing technologies-Part 1: Safety》，本标准修改采用 ISO 16110-1:2007。本标准采用翻译法进行转化，尽可能保证标准转化的准确性与同国际标准的一致性。但是在采标过程中发现有部分技术内容与国内情况不一致，为确保适用性，少部分内容根据国内的实际情况进行了修改。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

合规采用国际标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与现行法律、法规及相关标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循了各方参与原则，制定时充分吸收了相关领域专家的

意见和建议，无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准建议自发布后 3 个月实施。

十、其他应当说明的事项。

无

标准起草组
2026 年 1 月