

目 录

◆协会党建◆

协会党支部召开 2020 年度组织生活会暨民主评议党员大会...	01
党建指导员工作简讯.....	03

◆协会活动◆

2020 级学历班工作会议简讯--4.....	04
《现代空分设备工厂运营管理提升培训班》 第二期(广东站)报道.....	05
深圳中集与协会交流简讯.....	08
聚天网与协会交流简讯.....	08
省民政厅召开打击整治非法社会组织专项行动座谈会.....	09
打击非法社会组织进行时.....	10
关于抵制非法社会组织的倡议书.....	13

◆政策法规◆

TSG 23-2021 气瓶安全技术规程 (连载 3 期,本次第一期).....	14
---	----

◆技术前瞻◆

PEM 制氢: 最具发展前景的电解水制氢技术.....	54
-----------------------------	----

◆安全警示◆

北海液化天然气公司“11·2”较大着火事故调查报告.....	61
--------------------------------	----



广东气体

(双月刊)

内部刊物 免费赠阅

2021 年第二期

主办单位:
广东省工业气体行业协会

协会地址:
广州市荔湾区芳村大道东 88
号新年鸿大厦 206 室

电话: 020-81505161

网址: www.gdgas.com.cn

协会党支部召开 2020 年度组织生活会暨 民主评议党员大会

根据广东省社会组织党委《关于认真做好 2020 年度基层党组织组织生活会和民主评议党员工作的通知》，协会党支部于 2021 年 3 月 1 日上午召开了 2020 年度组织生活会和开展民主评议党员大会。

此次会议以认真学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想为主题，加强政治建设，提高政治能力，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，全面学习贯彻党的十九届四中、五中全会精神及广东省委“1+1+9”工作部署等内容，紧密联系协会工作实际，组织协会党员进行民主评议，开展批评和自我批评。

协会党支部对此次组织生活会和民主评议党员大会高度重视，协会党支部书记、秘书长王芳分别与支部党员开展深入谈心谈话，与党员们交换意见和建议，悉心听取支部党员对协会党支部的意见和建议。

组织生活会由协会党支部书记、秘书长王芳主持，党员李玉新、郭振嘉、李平、罗劲强以及入党积极分子汤润胜参加了支部组织生活会。党支部书记王芳首先向与会党员传达广东省社会组织党委《关于认真做好 2020 年度基层党组织组织生活会和民主评议党员工作的通知》精神，要求支部党员结合通知要求展开评议；代表协会党支部述职，总结 2020 年度协会党支部工作；并带头开展自我批评，坦诚与协会党员交流思想，主动接受其他党员的批评；与会党员结合实际情况认真填写《2020 年度民主评议党组织测评表》、《协会党支部党员民主评议登记表》等。

与会党员进行民主评议，相互批评坦诚相见，达到了统一思想、明确方向、凝心聚力的目的；根据评议的结果及党员对协会党支部提出意见和建议，党支部书记王芳对党支部查摆的问题进行了通报和说明，表明整改决心和态度。



会议期间，协会党支部书记介绍了目前向协会党组织递交入党申请书的人员情况，对年前同志积极向组织靠拢给予鼓励，为协会党组织补充新鲜血液，是协会党支部的一项重要工作，既能壮大支部党员队伍，注入新的生机，又能进一步加强党组织建设，增强党支部的凝聚力、战斗力。



会议期间，协会党员李平根据所接触和了解的湘中二队红色历史，为协会党员讲述党课。欲知大道，必先为史。（1949

年6月，全国革命形势喜人，人民解放军百万雄师已突破长江，剑指华中华南，全国解放的曙光就在眼前。但就湘中二支队而言，此时正处于黎明前的黑暗——白崇禧的20万正规军退守至衡宝线，邵阳大兵压境，活动空间很狭窄，而且白崇禧为避免腹背受敌，下决心于四野解放军未到之前迅速解决这支武装力量，接连对湘中二支队实施三次围剿。战友们不畏围剿、不怕牺牲，像把把尖刀穿插于蒋桂大军腹背，机智勇敢地开展“麻雀战”，又集中突击扫空游击区国库粮仓分散隐藏、炸毁军火库、连续拦截击毁军车，有力配合解放大军歼灭敌军、解放邵阳，为打败国民党白崇禧部做出了重大历史贡献。阳光总在风雨后。经过三次反围剿的战斗洗礼，湘中二支队不仅没有被剿灭，而且还得到了发展壮大，迎来了胜利的曙光。支队人数发展到2000余人，由一支地方武装发展成为正规军：经改编，二支队一、三、七大队编为湖南省独立十六团，三团编为独立十七团。70多年过去了，湘中二支队幸存的战士及众多军人的后代一直没有忘记那段红色和壮烈的历史，多年来一直不遗余力为烈士遗骸返乡义务寻找遗迹，已完成了58位烈士的遗骸返乡。向英烈们致敬！）

组织生活会的召开，协会党员在思想和精神上得到了洗礼和升华，进一步坚定了党员的理想信念，为今后顺利开展各项党建工作奠定了良好的基础；新的一年，协会党支部党员们对协会党建工作充满期待，为庆祝建党100周年，协会党支部计划开展红联共建、组织参观学习，以丰富的形式和内容庆祝中国共产党的百年华诞！





党建指导员工作简讯

按照广东省社会组织党委《关于认真做好 2020 年度社会组织党组织组织生活会和民主评议党员工作的通知（粤社党字〔2021〕2 号）》文件精神，协会党支部书记王芳作为省社会组织党委的委派的党建指导员，按要求积极与指导名单的各商、协会党支部联络，传达文件精神，逐步开展了广东省家居建材商会党支部、广东省湖南新田商会党支部等 13 家商、协会党支部的党建指导工作。



2021 年 3 月 3 日上午，协会党支部书记王芳与同组的党建指导员——广东省鳄鱼产业协会党总支副书记林大有，共同参加了广东省家居建材商会党支部的组织生活会暨党员民主评议会议。在严肃和充满仪式感的高唱国歌声中开始了会议的各项议程，参会党员等集中学习了党的十九届五中全会精神和《习近平谈治国理政第三卷》，加深了对习近平新时代中国特色社会主义思想的领会；商会党支部书记林绍武同志作党支部述职报告，围绕商会党支部工作开展民主评议。协会党支部书记王芳与林大有指导员对商会党支部工作给予了肯定，希望商会党支部工作继续落实到位，提升商会党支部的政治功能，通过多种形式的教育活动，提升党建工作水平。

2021 年 3 月 6 日下午，协会党支部书记王芳作为党建指导员，应邀参加了广东省湖南新田商会党支部换届大会暨 2020 年度组织生活会，开展党建指导工作，商会党支部书记蒋灶玉等商会 8 名党员参加会议。按照上级党委对党支部换届的要求，会前协会党支部书记王芳与新田商会新任党支部书记刘朝松、党支部副书记蒋美菊开展了交流谈话，了解新田商会党支部换届的有关工作；观摩指导本次商会党支部组织生活会暨党员民主评议，指导填报应按规定报送的表格，希望新田商会党支部提高组织能力，提高党建工作水平。



2020 级学历班工作会议简讯—4

迎辛丑牛年，接春暖花开！

转眼，协会 2020 级本科学历班已进入第二学年的学习阶段。2021 年 3 月 5 日上午，华工继教院教学二部与协会组织召开了第二学年开学前的工作会议，华工老教授协会副会长刘安石、继续教育院教学督导朱文坚教授、教学二部主任吴庭万、罗文标教授及陶利老师等，与协会秘书长王芳、专委会主任刘晟等就第二学年的教学工作开展交流。

工作会议主要讨论第二学年的课程安排、组织开展《空分技术》课程的参观实习计划等，第二学年主要以气体专业课程为主，包括《空分技术》、《特种气体》、《气体充装》等，计划在 3 月 15 日开始课堂面授学习。

为了让学员开拓视野，深入学习和了解气体行业重要的产品生产、设备制造企业的优秀水平和管理经验，根据主要课程与行业技术有机结合的原则，减少课堂面授的学习压力，合理分解学时，协会将初步制定的参观实习计划与教学二部沟通交流，包括组织参观杭州杭氧股份有限公司、参观省内大型气体生产企业（待定）、参加中国通用机械工业协会与协会合作举办的《现代空分设备工厂运营管理提升培训班》等，得到华工教学二部老教授们的积极支持和鼓励。



《现代空分设备工厂运营管理提升培训班》

第二期（广东站）报道

近年来，空分设备作为我国国民经济发展的基础装备，其安全、稳定、高效运行一直都是行业发展关注的热点，中国通用机械工业协会（简称中通协）根据国家“十四五”高质量发展的整体目标和“1+X证书”职业技能人才培养纲要，同时结合行业实际发展需要，加快建设空分设备行业知识型、技能型、创新型职业技能人才大军，提升运营管理人员水平，中通协与广东省工业气体行业协会（简称协会）联合举办了第二期“现代空分设备工厂运营管理提升培训班”。

此次提升培训于 2021 年 3 月 26 日~27 日在广东佛山千灯湖酒店顺利举行，中通协特别邀请了“7·19 义马爆炸”事故专家组组长王忠建先生及杭氧设计院副院长谭芳女士等 7 位行业资深专家授课，来自全国各地共八十六位气体同行参加了此次培训；其中协会结合 2020 级本科学历班专业课程《空分技术》的教学计划，组织学历班 42 名同学参加了此次培训，作为专业课程的实习计划，分解学时及以此提交实习报告。



3 月 26 日上午，在培训开班仪式上，中通协培训部主任靳九如、中通协气体分离设备分会秘书长王世超、协会专委会主任刘晟等分别发言。

培训期间本溪钢铁有限公司制氧厂原厂长杨明立作《空分工厂重大危险源辨识及管控》报告，对空分装置重大危险源的案例进行危险性分析，对空分工厂的安全管理提出了相应管

控意见；北京市华宇博泰科技发展有限公司总经理黎文字作《空分工厂气体分析检测系统的建立与管理》报告，为培训人员讲授了目前空分行业分析检测方面存在问题的认识、国家相关部门对分析仪器设备的政策、创新型技术等内容；上海联风能源科技有限公司杨炳彪作《空分运营维护项目之可靠性》、《气瓶专业化充装安全技术》报告，就管理成功案列、空分运营维护可靠性管理思路、气瓶事故案列、专业化管理、安全使用、应急管理等内容结合事故小视屏与参加培训的人员分享，对可靠性管理、充装技术要求等提出建议；沈阳鼓风机集团股份有限公司陆遥



中通协 培训部主任 靳九如



广气协 专委会主任 刘晟



本溪钢铁制氧原厂长 杨明立



华语博泰科技 黎文字



上海联风能源科技 杨炳彪



沈阳鼓风机集团 陆遥



义马爆炸事故专家组组长 王忠建



杭氧设计院 副院长 谭芳



浙江中天智汇安装 江樟根

作《空分设备压缩机组节能优化解决方案》报告，就空压机系统、增压机的节能分析等内容与参加培训的人员分享；杭氧设计院副院长谭芳作《空分设备运行安全设计分享》报告，就

空分装置、液氧储罐区、冷却水池等设备建设设计规范等与参加培训的人员分享；开封空分集团有限公司原副总经理、义马爆炸事故专家组组长王忠建先生作《空分装置安全运行探讨》报告，讲授了空分装置事故概率、关键事故点等内容，对空分安全运行操作方面提出建议，强调了安全生产，



事关人民群众生命财产安全，事关经济、社会发展大局，所有企业主要负责人都必须认真履

行法定安全生产职责，做到安全投入到、安全培训到位、基础管理到位、应急救援到位、确保安全生产。习主席强调“发展绝不能以牺牲人的生命为代价，这必须作为一条不可逾越的红线”；浙江中天智汇安装工程有限公司江樟根作《空分分馏塔抢修经验分享》报告，就抢修前状况、主要原因分析、抢修内容、注意事项与参加培训的人员分享。

在培训期间穿插了现场答疑环节，学员们纷纷就空分装置运营、维护、安装、管理等过程中的具体问题向专家们提问请教，学习热情高涨，收获满满。

3月27日下午，培训课程结束后，主办方为参加培训的学员们颁发了结业证书。

此次培训得到了协会会长单位：广州广钢气体及副会长单位：佛山梅塞尔气体对培训工作的大力支持，3月28日圆满结束了培训的所有议程，感谢专家们精彩的授课和分享，感谢积极参加培训的气体同行们！



现场答疑环节



第二期空分设备工厂运营管理提升培训班

2021年3月26-27日 广东·佛山

深圳中集与协会交流简讯



2021 年 3 月 18 日，深圳中集科技有限公司总经理段战归、王文川到访协会进行交流座谈，协会专委会主任刘晟，秘书长王芳等参加了座谈会。

深圳中集科技有限公司专注于为工业气体、天然气等危化品行业提供信息化运营解决方案和智能成套装备，段战归总经理向协会介绍了近年来在工业气体信息化管理系统的系统模块及发展等情况，与专委会主任刘晟、秘书长王芳交流了目前广东气体行业的现状以及部分空分生产企业的相关情况，段战归总经理表示：希望能利用数字化信息管理系统的优势，使企业在气体信息管理工作迈上一个新台阶，更好地为工业气体行业服务。

聚天网与协会交流简讯

2021 年 3 月 29 日上午，聚天网董事长王乐乐、总经理姜峰到访协会，与名誉会长马建武、专家委员会主任刘晟、秘书长王芳等座谈交流。

聚天网董事长王乐乐向名誉会长马建武等介绍了近年来聚天网的建设和发展，聚天网作为气体行业的互联网平台，业务内容涵盖了气体行业整个产业链相关联的设备和产品，全面为用户打造一个一站式采购平台。名誉会长马建武等听取了董事长王乐乐与总经理姜峰董事长的介绍后，对聚天网的工作表示赞赏和鼓励，希望公司加强互联网平台建设，更好地助力气体行业。



省民政厅召开打击整治非法社会组织 专项行动座谈会

为贯彻落实国家和广东省有关打击整治非法社会组织工作电视电话会议以及民政部等 22 部门联合印发《关于铲除非法社会组织滋生土壤净化社会组织生态空间的通知》精神，4 月 1 日下午，广东省民政厅组织召开打击整治非法社会组织专项行动座谈会暨百家社会组织倡议活动，广东省民政厅邀请了省内 100 家具有示范性意义的社会组织参加此次会议，协会有幸作为被邀成员参加座谈会。



广东省社会组织管理局监管处陈炯生处长传达了国家和省关于打击整治非法社会组织工作电视电话会议以及民政部等 22 部门联合印发《关于铲除非法社会组织滋生土壤净化社会组织生态空间的通知》精神，明确了打击非法社会组织的范围和重点，特别强调从源头治理，铲除非法社会组织的滋生土壤；广东省社会组织总会、广东省律师协会、广东省扶贫开发协会等 5 家社会组织代表对打击非法社会组织行动作表态发言，广东省社会组织总会秘书长郭洁莹带领广东省慈善总会等 9 家社会组织代表宣读并签署《坚决抵制非法社会组织，共创风清气正良好环境》倡议书，与会的社会组织负责人依次上台签署了倡议书。

广东省社会组织管理局副局长徐祖平作总结讲话，强调各社会组织要提高政治站位，充分认识打击整治非法社会组织工作的重要性和紧迫性，切实增强打击整治非法社会组织在思想、政治和行动上的自觉，并号召广大社会组织要积极行动起来，共同铲除非法社会组织滋生的土壤，各社会组织应从以下三个方面开展行动：一是要开展学习宣传，掀起抵制非法社会组织热潮，二是要开展自查自纠，落实抵制非法社会组织举措，三是要注重党建引领，发挥党组织战斗堡垒作用。

会后，协会将认真贯彻落实《广东省民政厅关于抵制非法社会组织的通知》的精神，自觉抵制非法社会组织，做好带头引领示范，积极行动起来，铲除非法社会组织滋生的土壤，为营造庆祝中国共产党百年华诞和平安社会作贡献。

打击非法社会组织进行时

今年是“十四五”开局之年，是全面建设社会主义现代化国家新征程的开启之年。非法社会组织历来擅于“蹭热点”，窥伺国际、国内环境中蕴藏的“商机”，以便牟取非法利益。为深入贯彻落实民政部等 22 部门联合印发《关于铲除非法社会组织滋生土壤净化社会组织生态空间的通知》，进一步加大对非法社会组织打击整治力度，全方位铲除非法社会组织滋生土壤，净化社会组织生态空间。在此特别提醒广大群众，擦亮眼，防受骗，携起手，共同铲除非法社会组织滋生土壤，为党的百年华诞献礼。

什么是非法社会组织？

非法社会组织是指未在社会组织登记管理机关登记，也未在编制部门、市场监督管理部门及我国香港、澳门、台湾地区和其他国家、地区登记，擅自以社会团体、民办非企业单位、基金会名义开展活动的组织，以及被撤销登记或吊销登记证书后继续以社会组织名义活动的组织。

要重点对六类非法社会组织开展打击整治：

第一类

利用国家战略名义，在经济、文化、慈善等领域活动的非法社会组织。

“乡村振兴”需要大家支持啊

咱们众筹一下，钱打到“协会”或“基金会”账户，我帮大家保管

第二类

冠以“中国”“中华”“国家”“广东”“岭南”“南粤”“华南”等字样，或打着国家机关、事业单位的下属机构等名义，进行骗钱敛财等活动的非法社会组织。

中国XX协会
 隶属XX省XX厅
 下属机构

加入微信群
 只需交XXX元会费
 即可获得XX优惠

千万不要错过！

第三类

与合法登记的社会组织勾连开展活动、鱼目混珠的非法社会组织。

大哥，我们两家“商会”互通有无，利益你七我三，小弟无名无分，靠你啦！

好兄弟一起闯，大哥带你就是，利益我八你二，带你飞也是有风险的嘛。

第四类

借庆祝中国共产党建党100周年活动开展评选评奖活动的非法社会组织

XXX组织

为庆祝建党100周年，现开展XX评选活动，奖品丰富，只需报名费XXXX元即可参与活动。

第五类

开展伪健康类、伪国学类和神秘主义类活动，以及假借宗教旗号活动的非法社会组织。



第六类

其他危害国家安全、社会稳定和人民群众利益的非法社会组织。



原创设计：周晓露

查验社会组织是否具备合法身份

有五法

方法一

官网“中国社会组织网”查询

- 输入网址：<http://www.chinanpo.gov.cn/index.html>
- 点击“全国社会组织信息查询”模块即可查询

全国范围可查哦！



方法二

官微“中国社会组织动态”公众号查询

手机查询更方便！

- 关注民政部社会组织管理局官方微信
- 点击下方“我要查询”

全国范围可查哦！



点击：
我要查询

方法三

广东省民政厅官方微信“广东民政”公众号查询

- 关注广东省民政厅官方微信“广东民政”
- 点击下方“政务公开”再选择“全国社会组织查询”

全国范围可查哦!

这样看来，全国范围的社会组织查询方式就有3种了!

方法四

广东省社会组织管理局官方网站“广东社会组织信息网”查询

- 输入网址：<http://www.gdnpo.gov.cn/home/index/index>
- 在首页输入社会组织名称进行查询

广东社会组织信息网可以查其他省份的社会组织吗?

不可以啊，广东社会组织信息网仅可查询广东地区的社会组织。

OK，了解啦~

方法五

广东省社会组织管理局官方微信“广东社会组织动态”公众号查询

- “关注广东社会组织动态”公众号
- 点击下方“统计查询”

关注“广东社会组织动态”公众号

省民政厅设立了举报电话和邮箱，并开展“随手拍，有奖举报”专项活动。提倡实名举报，民政部门依法保护举报人的合法权益，对举报人的相关信息严格保密。

广东省工业气体行业协会

关于抵制非法社会组织的倡议书

各会员企业及相关单位：

随着改革开放的不断深入，社会组织在我国经济社会发展中的作用愈加明显，社会组织的生态环境日趋晴朗。但非法社会组织活动仍时有发生，一些非法社会组织在各种利益驱动下，不断变换手法，以假乱真、招摇撞骗，有的非法社会组织为寻求合法外衣的庇护、千方百计“挂靠”到合法社会组织下或者与其共同开展活动，鱼目混珠；有的线下被取缔后，变换名称在线上继续活动，手段更便捷、形式更隐蔽；有的党员干部政治意识淡薄，无知为非法社会组织“站台”或“代言”，这些都污染了社会组织的生态环境。为净化合法社会组织生存空间，保障社会各界的利益，广东省工业气体行业协会向各会员单位及相关企业发起以下倡议：

- 1、坚决不加入非法社会组织；
- 2、不参加非法社会组织开展的任何活动；
- 3、不为非法社会组织提供服务和便利；
- 4、企业党员不为非法社会组织“站台”或“代言”等；
- 5、认清和识别非法社会组织，发现非法社会组织应及时举报。

各会员单位及相关企业在参加社会组织活动前务必注意核查其身份，核查办法：微信关注“中国社会组织动态”公众号，点击“我要查询”输入社会组织名称进行核查，如查无内容，即说明该社会组织存在非法或非合格嫌疑，此时需提高警惕，谨防上当受骗；如发现非法社会组织线索，欢迎向广东省社会组织管理局进行举报，举报电话 020-83341308、83371545；[举报邮箱 mzt_dfb@gd.gov.cn](mailto:mzt_dfb@gd.gov.cn)。



(此规范连载 3 期，本次第一期)

TSG 特种设备安全技术规范

TSG 23—2021

气瓶安全技术规程

Regulation on Safety Technology for Gas Cylinder

国家市场监督管理总局颁布

2021年1月4日

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

前 言

2013 年 9 月, 原国家质量监督检验检疫总局(以下简称原质检总局)特种设备安全监察局(以下简称特种设备局)下达制定《气瓶安全技术规程》的立项任务书, 要求以《气瓶安全技术监察规程》《车用气瓶安全技术监察规程》(TSG R0009—2009)、《气瓶附件安全技术监察规程》(TSG RF001—2009)、《气瓶设计文件鉴定规则》(TSG R1003—2006)、《气瓶充装许可规则》(TSG R4001—2006)、《气瓶型式试验规则》(TSG R7002—2009)、《气瓶制造监督检验规则》(TSG R7003—2011)等 7 个安全技术规范为基础, 形成关于气瓶的综合性安全技术规范。

2013 年 10 月, 在北京召开第一次工作会议, 成立起草工作组, 制定本规程的起草工作方案, 确定本规程制定的原则、重点内容以及主要问题、结构(章节)框架, 并且就起草工作进行具体分工, 制定起草工作时间表。

2015 年 8 月、2016 年 8 月, 起草工作组在北京分别召开第二次、第三次工作会议, 对草案进行了讨论, 修改后形成征求意见稿。2017 年 3 月, 特种设备局以质检特函〔2017〕13 号文征求基层部门、有关单位和专家以及公民的意见。2017 年 9 月, 起草组在北京召开第四次工作会议, 对征求的意见进行研究讨论, 并且进行了相应的修改。

2017 年 10 月, 特种设备局以质检特函〔2017〕61 号文再次征求基层部门、有关单位和专家以及公民的意见。起草工作组对第二次征求到的意见进行研究讨论, 修改后形成送审稿。

随着政府职能转变和行政许可改革的推进, 为与《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》(2019 年第 3 号)和《特种设备生产和充装单位许可规则》(TSG 07—2019)相协调, 按照特种设备局要求, 起草工作组对送审稿进行了修改。2020 年 5 月, 特种设备局将送审稿提交国家市场监督管理总局(以下简称市场监管总局)特种设备安全与节能技术委员会审议, 起草工作组根据审议意见修改后, 形成了报批稿。

2020 年 9 月, 本规程的报批稿由市场监管总局向 WTO/TBT 进行通报。2020 年 11 月, WTO/TBT 通报结束。

2021 年 1 月 4 日, 本规程由市场监管总局批准颁布。

本规程按照以下基本原则制定:

1. 依据《特种设备安全法》《特种设备安全监察条例》, 以 7 个原有气瓶的安全技术规范为基础, 进行合并以及逻辑关系上的理顺, 统一并且进一步明确气瓶基

(此规范连载 3 期，本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

本安全要求，形成气瓶的综合性安全技术规范；

2. 根据行政许可改革的要求，调整各环节有关行政许可的内容；

3. 整理原质检总局近年来针对气瓶安全工作的有关文件，汇总《气瓶安全技术监察规程》等 7 个安全技术规范在宣贯、实施过程中存在的具体问题，在充分吸取和结合多年来气瓶安全工作实际情况和经验的基础上，在材料、设计、制造、型式试验、监督检验、气瓶附件、充装使用、定期检验等环节提出具体规定。

国家市场监督管理总局

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

目 录

1 总则	(1)
2 材料	(5)
3 设计	(7)
4 制造	(18)
5 型式试验	(23)
6 监督检验	(26)
7 气瓶附件	(36)
8 充装使用	(40)
9 定期检验	(48)
10 附则	(51)
附件 A 气瓶分类、品种及代号	(52)
附件 B 瓶装气体分类及常用气体物性参数	(54)
附件 C 气瓶企业标准与本规程基本安全要求比照表	(61)
附件 D 气瓶标志	(65)
附件 E 进出口气瓶	(73)
附件 F 气瓶设计文件鉴定申请书	(76)
附件 G 气瓶设计文件鉴定报告	(77)
附件 H 气瓶产品数据表	(78)
附件 J 特种设备型式试验申请书(气瓶、气瓶阀门)	(79)
附件 K 气瓶及气瓶阀门型式试验样品抽样与管理要求	(81)
附件 L 气瓶及气瓶阀门型式试验项目	(83)
附件 M 特种设备型式试验报告(气瓶、气瓶阀门)	(87)
附件 N 特种设备型式试验证书(气瓶、气瓶阀门)	(95)
附录 n 气瓶(气瓶阀门)型式试验证书编号方法和说明	(96)
附件 P 特种设备监督检验联络单	(97)
附件 Q 特种设备监督检验意见通知书	(98)
附件 R 特种设备监督检验证书(气瓶)	(99)
附件 S 进口特种设备安全性能监督检验证书(气瓶)	(101)
附件 T 气瓶保护罩样式	(102)

(此规范连载 3 期，本次第一期)

TSG 23—2021	特种设备安全技术规范
附件 U 气瓶定期检验项目	(103)
附件 V 气瓶定期检验报告	(104)
附表 va 定期检验合格气瓶一览表	(105)
附表 vb 报废气瓶一览表	(106)
相关规章和规范历次制(修)订情况	(107)

国家市场监督管理总局

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

气瓶安全技术规程

1 总 则

1.1 目的

为了规范气瓶安全工作, 保障人民生命和财产安全, 促进经济社会发展, 根据《中华人民共和国特种设备安全法》和《特种设备安全监察条例》, 制定本规程。

1.2 适用范围

(1) 本规程适用于环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ (注 1-1)、公称容积为 $0.4\text{L}\sim 3000\text{L}$ 、公称工作压力为 $0.2\text{MPa}\sim 70\text{MPa}$ (表压, 下同), 并且压力与容积的乘积大于或者等于 $1.0\text{MPa}\cdot\text{L}$ 、盛装压缩气体、高(低)压液化气体、低温液化气体、溶解气体、吸附气体、混合气体(注 1-2)以及标准沸点等于或者低于 60°C 的液体的无缝气瓶、焊接气瓶、低温绝热气瓶、纤维缠绕气瓶、内部装有填料的气瓶, 以及气瓶集束装置(注 1-3);

(2) 长管拖车、管束式集装箱用大容积气瓶以及消防灭火用气瓶, 应当满足本规程总则、材料、设计、制造的有关规定, 长管拖车、管束式集装箱还应当满足《移动式压力容器安全技术监察规程》的要求; 大于 3000L 并且小于或者等于 5000L 的大容积气瓶, 可以参照执行本规程的有关规定。

本规程所指气瓶含瓶体和气瓶附件, 所覆盖的主要气瓶分类、品种以及代号见附件 A。

注 1-1: 车用气瓶(注 1-4)、消防灭火用气瓶适用的环境温度应当满足相关标准的要求。

注 1-2: 压缩气体、高(低)压液化气体、低温液化气体、溶解气体、吸附气体、混合气体等瓶装气体的分类以及常用气体物性参数见附件 B。

注 1-3: 气瓶集束装置, 是指将若干气瓶集束在一起用于公路运输或者临时固定使用的瓶组式集束装置, 一般由气瓶、管路及框架组成。

注 1-4: 车用气瓶, 是指固定在机动车上盛装机动车燃料(如天然气、氢气、液化石油气、液化二甲醚等)的气瓶。

1.3 不适用范围

本规程不适用于仅在灭火时承受瞬时压力的消防灭火用气瓶, 以及手提式干粉型灭火用气瓶、水基型灭火用气瓶、钎焊结构气瓶, 军事装备、核设施、航空航天器、铁路机车、海上设施和船舶、矿山井下、民用机场专用设备使用的气瓶。

1.4 与标准、管理制度的关系

(1) 本规程规定了气瓶设计、制造、型式试验、监督检验、充装使用、定期检验

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

等环节的基本安全要求, 气瓶的相关标准以及有关单位的气瓶安全管理要求等, 不应当低于本规程的规定;

(2) 气瓶产品一般应当采用国家标准或者行业标准设计制造, 尚未制定国家标准、行业标准的, 应当制定团体标准或者企业标准, 企业标准制定者还应当提供符合本规程基本安全要求的比照表, 样式见附件 C。

1.5 特殊情况处理

有关单位采用新材料、新技术、新工艺, 与本规程的要求不一致, 或者本规程未作要求、可能对安全性能有重大影响的, 应当向市场监管总局申报, 由市场监管总局按照新材料、新技术、新工艺评审和批准程序组织进行技术评审和批准。

1.6 协调标准与引用标准(注 1-5)

本规程的协调标准, 是指满足本规程基本安全要求的国家标准。本规程的引用标准, 是指材料标准、介质标准、方法标准、零部件标准、充装标准、检验检测标准等基础性标准。协调标准如下:

(1) GB/T 5099.1《钢质无缝气瓶 第 1 部分: 淬火后回火处理的抗拉强度小于 1100MPa 的钢瓶》;

(2) GB/T 5099.3《钢质无缝气瓶 第 3 部分: 正火处理的钢瓶》;

(3) GB/T 5099.4《钢质无缝气瓶 第 4 部分: 不锈钢无缝气瓶》;

(4) GB/T 5100《钢质焊接气瓶》;

(5) GB/T 5842《液化石油气钢瓶》;

(6) GB/T 11638《溶解乙炔气瓶》;

(7) GB/T 11640《铝合金无缝气瓶》;

(8) GB/T 17258《汽车用压缩天然气钢瓶》;

(9) GB/T 17259《机动车用液化石油气钢瓶》;

(10) GB/T 17268《工业用非重复充装焊接钢瓶》;

(11) GB/T 24159《焊接绝热气瓶》;

(12) GB/T 24160《车用压缩天然气钢质内胆环向缠绕气瓶》;

(13) GB/T 28053《呼吸器用复合气瓶》;

(14) GB/T 28054《钢质无缝气瓶集束装置》;

(15) GB/T 32566《不锈钢焊接气瓶》;

(16) GB/T 33145《大容积钢质无缝气瓶》;

(17) GB/T 33147《液化二甲醚钢瓶》;

(18) GB/T 34510《汽车用液化天然气气瓶》;

(19) GB/T 35544《车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶》。

注 1-5: 本规程的协调标准、引用标准中, 凡是注明标准年号的, 其随后所有的修改单(不包括

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

勘误内容)或者修订版本均不适用于本规程;凡是不注明标准年号的,其最新版本适用于本规程。

1.7 气瓶专用

盛装单一气体的气瓶应当专用,只允许充装与设计文件、制造标志规定相一致的气体(充装过程所用的置换气体除外),不得更改气瓶制造标志和用途,也不得混装其他气体。

盛装混合气体的气瓶应当按照气瓶标志对应的气体特性(注 1-6)充装相同特性的混合气体。

注 1-6: 气体特性,是指按照 GB/T 16163《瓶装气体分类》、GB/T 34710《混合气体的分类》等标准确定的毒性(T)、氧化性(O)、燃烧性(F)和腐蚀性(C)。

1.8 气瓶标志

气瓶标志包括制造标志、定期检验标志以及其他标志。

(1) 制造标志分为钢印标志(含铭牌上的标志)、标签标志(粘贴于瓶体上的标志,下同)、印刷标志(印刷在瓶体上的标志,下同)、电子识读标志(包括射频标签及采用图像识别技术进行电子扫描读取数据的二维码等电子载体,下同)和气瓶颜色标志;

(2) 定期检验标志分为钢印标志、电子识读标志、标签标志以及涂敷标志等;

(3) 除本条(1)、(2)气瓶标志方式外,出租车用燃料气瓶的制造单位或者安装单位、检验机构还应当在气瓶的显著位置制作永久性出租车“TAXI”标志(钢质气瓶采用钢印标志,纤维缠绕气瓶采用树脂覆盖的标签标志等)。

1.8.1 气瓶制造标志

1.8.1.1 气瓶钢印标志、标签标志、印刷标志

(1) 气瓶制造标志是识别气瓶的依据,标志的内容应当符合本规程附件 D 以及相关标准的规定;小容积气瓶制造标志的内容可以参照本规程附件 D 的规定;

(2) 制造单位应当在每只气瓶上做出钢印标志、标签标志或者印刷标志等制造标志;

(3) 制造单位应当在钢质燃气气瓶(注 1-7)的封头上压印内凹的盛装介质、制造年份、产权单位标志,在护罩上压印“人员密集的室内禁用”的字样;复合材料燃气气瓶应当在外套上压铸盛装介质、制造年份、产权单位标志,以及“人员密集的室内禁用”的字样。

注 1-7: 燃气气瓶是指盛装液化石油气、液化二甲醚等民用燃料气体的气瓶,分为钢质燃气气瓶和复合材料燃气气瓶。

1.8.1.2 电子识读标志

氢气气瓶、纤维缠绕气瓶、燃气气瓶和车用气瓶的制造单位,应当在出厂的气瓶上设置可追溯的永久性电子识读标志。鼓励其他气瓶制造单位在出厂气瓶上设置

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

可追溯的永久性电子识读标志。

钢质燃气气瓶上设置的电子识读标志应当直接镭刻或焊接在护罩上, 并且确保在钢瓶使用年限内不可更换并能有效识读。电子识读标志应当能够通过手机扫描方式链接到制造单位建立的气瓶产品公示平台, 直接获取每只气瓶的产品信息数据。

1.8.1.3 气瓶外表面颜色标志、字样和色环

气瓶外表面的颜色标志、字样和色环, 应当符合 GB/T 7144《气瓶颜色标志》的要求; 颜色标志、字样和色环有特殊要求的, 还应当符合相关产品标准的要求; 对未列入国家标准的气瓶颜色标志、字样和色环, 应当制定团体标准。气瓶的显著部位应当标注办理使用登记的气瓶充装单位名称或者简称。

1.8.1.4 燃气气瓶专用颜色标志

(1) 气瓶使用登记机关可以在市(县)区域内, 规定在本区域内充装的燃气气瓶采用统一的专用颜色标志;

(2) 自有产权气瓶超过一定数量的燃气气瓶充装单位, 经过气瓶使用登记机关同意后, 可以在办理了使用登记的气瓶上涂敷本充装单位专用的颜色标志。

1.8.1.5 低温绝热气瓶(含汽车用液化天然气气瓶)标志

盛装液氧(O₂)、氧化亚氮(N₂O)和液化天然气(LNG)等介质的气瓶, 应当在外壳上封头的显著部位, 压制明显凸起的“O₂”“N₂O”“LNG”等充装的介质符号。

1.8.2 气瓶定期检验标志

气瓶定期检验标志的标记方式, 应当符合本规程附件 D 的规定。气瓶定期检验机构应当在检验合格的气瓶上逐只做出永久性的检验合格标志, 涂敷检验机构名称和下次检验日期(无法涂敷的气瓶可用检验标志环代替), 并且在电子识读标志对应的数据库中录入检验信息。

1.9 进出口气瓶

进出口气瓶, 除应当符合进出口商品检验的相关规定外, 还应当满足本规程附件 E 的规定。

1.10 管理要求

气瓶制造单位、充装单位、检验与检测机构等, 应当严格执行本规程, 并且对气瓶产品的设计、制造、充装、检验等过程信息进行记录, 建立气瓶质量安全追溯体系, 并且按照特种设备信息化管理的规定, 及时将所要求的信息录入气瓶质量安全追溯信息平台。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

2 材 料

2.1 基本要求

(1) 气瓶(本章一般指瓶体)材料的选用, 应当考虑材料的力学性能、化学性能、工艺性能, 及其与介质的相容性;

(2) 气瓶应当采用具有成熟使用经验并列入本规程协调标准的材料; 材料的强度、冲击韧性、化学成分、弹性模量, 以及高分子材料的聚合量和密度等技术指标, 应当满足协调标准的要求;

(3) 采用未列入气瓶国家标准材料, 应当经过市场监管总局核准的型式试验机构的型式试验验证, 并且按照本规程 1.5 进行新材料技术评审;

(4) 材料制造单位应当在材料的明显部位做出清晰、牢固的钢印标志或者其他可追溯的标志;

(5) 材料制造单位应当向材料使用单位提供材料质量证明书, 材料质量证明书的内容应当齐全、清晰, 并且印制可追溯的信息化标志, 加盖材料制造单位质量检验章; 可追溯的信息包括材料制造单位名称、材料牌号、规格、炉批号、交货状态、质量证明书签发日期等内容; 可追溯的信息化标志包括二维码、条形码等;

(6) 气瓶制造单位从非材料制造单位取得气瓶用材料时, 应当取得材料制造单位提供的材料质量证明书原件或者加盖材料供应单位公章和经办人签字(章)的复印件;

(7) 气瓶制造单位应当对所选用的气瓶材料以及材料质量证明书的真实性、可追溯性与一致性负责。

2.2 性能要求

(1) 制造钢质气瓶的材料, 应当是电炉或者氧气转炉冶炼的无时效镇静钢;

(2) 钢质无缝气瓶的材料, 应当选用含碳量不大于 0.38% 的优质碳锰钢、铬钼钢, 其硫、磷含量应当分别不大于 0.010% 和 0.015%, 硫、磷总含量不大于 0.020%;

(3) 钢质焊接气瓶用钢板, 应当具有良好的压延加工和焊接性能, 其含碳量不大于 0.20%, 并且碳当量不大于 0.50%; 硫、磷含量应当分别不大于 0.020% 和 0.025%; 非重复充装焊接钢瓶的材料应当选择含碳量不大于 0.12% 的碳素钢;

(4) 制造不锈钢气瓶的材料, 应当选用奥氏体不锈钢或者奥氏体-铁素体双相不锈钢, 并且具有良好的抗晶间腐蚀和抗应力腐蚀性能;

(5) 铝合金气瓶瓶体以及铝合金内胆用材料, 应当具有良好的抗晶间腐蚀性能和

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

抗应力腐蚀性能; 铝合金材料中铅和铋的含量均不得大于 0.003%; 其他杂质元素的单项含量不得大于 0.05%, 总含量不得大于 0.15%;

(6) 盛装有应力腐蚀倾向介质的钢质气瓶用材料, 应当控制材料的实际抗拉强度不大于 880MPa;

(7) 盛装氢气或者其他致脆性介质的钢质气瓶用材料, 应当控制材料的实际抗拉强度不大于 880MPa; 实际屈强比(屈服强度/抗拉强度的比值, 下同)不大于 0.90 时, 允许材料的实际抗拉强度不大于 950MPa;

(8) 盛装压缩天然气的钢质气瓶瓶体和纤维缠绕气瓶的钢内胆用材料, 如果其硫、磷含量分别不大于 0.005% 和 0.010%, 并且符合相应标准中硫化氢应力腐蚀试验(应力环法, 下同)要求, 允许材料的实际抗拉强度大于 880MPa, 但是不得大于 1000MPa; 硫化氢应力腐蚀试验的试验结果, 应当在气瓶设计文件和型式试验报告中注明; 改变材料的牌号、制造单位、冶炼方法或热加工方法时, 气瓶制造单位应当重新进行硫化氢应力腐蚀试验;

(9) 盛装氢气、天然气或者甲烷等介质的长管拖车、管束式集装箱用大容积钢质无缝气瓶, 所用材料热处理后的实际抗拉强度应当小于或者等于 880MPa, 屈强比应当小于或者等于 0.86, 断后伸长率(A_{50mm})应当大于或者等于 20% (拉伸试样采用全壁厚圆弧扁试样, 下同); 盛装其他气体的大容积钢质无缝气瓶, 材料热处理后的实际抗拉强度应当小于或者等于 1060MPa, 屈强比应当小于或者等于 0.92, 断后伸长率(A_{50mm})应当大于或者等于 16%。

2.3 境外牌号材料的使用

(1) 境外牌号材料应当是境外压力容器或者气瓶法规以及相关产品标准允许使用, 并且境外已有相似工作条件下使用实例的材料, 其化学成分和力学性能应当符合本规程以及相关协调标准的规定;

(2) 材料质量证明书应当符合本规程 2.1 的规定;

(3) 气瓶制造单位首次使用境外牌号材料制造气瓶前, 应当根据相关产品制造工艺要求进行工艺试验, 如冷热加工工艺试验、焊接和热处理工艺评定等, 并且制定相应的工艺文件。

2.4 材料选用特殊要求

(1) 盛装氯、溴化氢、碳酰二氯、氟化氢、氯甲烷、溴甲烷等对铝合金有晶间腐蚀或者应力腐蚀倾向介质的气瓶, 不得采用铝合金材料;

(2) 盛装一氧化碳介质的气瓶, 应当优先采用铝合金或者不锈钢材料; 如果采用碳钢材料, 应当对气体中水和二氧化碳含量进行控制;

(3) 盛装医用或者食品用气体的气瓶, 应当优先采用铝合金或者不锈钢材料; 否

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

则应当对气瓶内表面进行洁净处理;

(4) 盛装可燃气体的纤维缠绕气瓶内胆采用非金属材料的, 应当按照本规程 1.5 的要求进行技术评审;

(5) 纤维缠绕气瓶的缠绕材料应当选用玻璃纤维、碳纤维或者芳纶纤维, 承载层应当采用单一纤维环向缠绕或者全缠绕。

2.5 材料使用和标志移植

(1) 气瓶制造单位应当对进厂材料的材料质量证明书和材料标志进行审核, 并且按照炉罐号对制造气瓶的金属材料进行化学成分验证分析;

(2) 制造气瓶的金属材料, 气瓶制造单位应当按批进行力学性能验证检验(钢管、钢坯等由热处理最终确定材料力学性能的除外);

(3) 制造纤维缠绕气瓶的非金属材料, 气瓶制造单位应当按批进行力学性能以及相关技术指标的测定;

(4) 无缝气瓶用的钢管或者铝合金铸锭, 材料制造单位应当分别按照 GB/T 5777《无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测》、GB/T 6519《变形铝、镁合金产品超声波检验方法》等的规定进行无损检测, 合格级别应当满足气瓶产品标准的要求; 无缝气瓶用的钢坯或者不锈钢棒, 材料制造单位应当按照 GB/T 226《钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法》进行低倍组织检验, 不允许有白点、残余缩孔、分层、气泡、异物和夹杂等缺陷, 气瓶制造单位应当进行复验;

(5) 制造气瓶承压部件的材料, 应当在分割或者使用前进行标志移植, 保证材料具有可追溯性。

3 设计

3.1 通用要求

3.1.1 基本要求

气瓶设计应当符合以下要求:

- (1) 气瓶设计为整体设计, 制造单位对气瓶的设计质量负责;
- (2) 气瓶的设计符合本规程以及相关协调标准的要求;
- (3) 各类气瓶的最小爆破安全系数符合本规程的规定;
- (4) 气瓶疲劳寿命满足本规程设计使用年限的要求(非重复充装气瓶除外);
- (5) 气瓶疲劳失效表现为裂纹扩展引起的未爆先漏;
- (6) 气瓶盛装介质的特性、分类符合 GB/T 16163《瓶装气体分类》的规定。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

3.1.2 设计方法

气瓶设计可以采用规则设计方法或者分析设计方法, 也可以采用试验验证方法。气瓶制造单位应当根据气瓶使用要求和设计条件, 综合考虑所有相关因素、失效模式和安全裕量进行设计, 以保证气瓶具有足够的强度、刚度、抗疲劳性和耐腐蚀性。

3.2 压力

3.2.1 气瓶设计压力

气瓶设计压力一般为气瓶的耐压试验压力。

3.2.2 公称工作压力

3.2.2.1 公称工作压力确定原则

(1) 盛装压缩气体气瓶的公称工作压力, 是指在基准温度(一般为 20℃)下的气瓶内气体达到完全均匀状态时的限定(充)压力, 一般选用正整数系列;

(2) 盛装高压液化气体气瓶的公称工作压力, 是指 60℃时气瓶内气体压力的上限值;

(3) 盛装低压液化气体气瓶的公称工作压力, 是指 60℃时所充装气体的饱和蒸气压; 低压液化气体在 60℃时的饱和蒸气压值按照本规程附件 B 或者相关气体标准的规定确定, 附件 B 或者相关气体标准没有规定时, 可以采用气体供应单位提供并经过气瓶制造单位书面确认的相关数据;

(4) 盛装溶解气体气瓶的公称工作压力, 是指在 15℃时的气瓶内气体的化学性能、物理性能达到平衡条件下的静置压力;

(5) 低温绝热气瓶的公称工作压力, 是指在气瓶正常工作状态下, 内胆顶部气相空间可能达到的最高压力; 根据实际需要使用, 可在 0.2MPa~3.5MPa 范围内选取;

(6) 盛装标准沸点等于或者低于 60℃的液体以及混合气体气瓶的公称工作压力, 按照相关标准规定选取;

(7) 消防灭火用气瓶的公称工作压力, 应当不小于灭火系统相关标准中规定的最高工作温度下的最大工作压力。

3.2.2.2 公称工作压力选取

气瓶公称工作压力优先选取表 3-1 中的压力等级系列。用于特殊需要的气瓶, 允许其公称工作压力超出表 3-1 规定的压力等级, 但是应当满足本规程 3.2.2.1 的规定。消防灭火用气瓶的公称工作压力应当符合有关消防标准的规定。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

特种设备安全技术规范

TSG 23—2021

表 3-1 盛装常用气体气瓶的公称工作压力

气体类别	公称工作压力(MPa)	充装介质
压缩气体 T_c (临界温度, 下同) $\leq -50^\circ\text{C}$	70	氢
	50	氢
	35	空气、氧、氮、氩、氦、氖等
	30	空气、氧、氮、氩、氦、氖、甲烷、天然气等
	25	空气、氧、氮、氩、氦、氖、甲烷、天然气等
	20	空气、氧、氮、氩、氦、氖、甲烷、天然气等
	15	空气、氧、氮、氩、氦、氖、甲烷、一氧化碳、一氧化氮、氩(重氩)等
高压液化气体 $-50^\circ\text{C} < T_c \leq 65^\circ\text{C}$	20	二氧化碳(碳酸气)、乙烷、乙烯
	15	二氧化碳(碳酸气)、一氧化二氮(笑气、氧化亚氮)、乙烷、乙烯、硅烷(四氢化硅)、磷烷(磷化氢)、乙硼烷(二硼烷)等
	12.5	氙、一氧化二氮(笑气、氧化亚氮)、六氟化硫、氯化氢(无水氢氟酸)、乙烷、乙烯、三氟甲烷(R23)、六氟乙烷(R116)、1, 1-二氟乙烯(偏二氟乙烯、R1132a)、氟乙烯(乙烯基氟、R1141)、三氟化氮等
低压液化气体 及其混合气体 $T_c > 65^\circ\text{C}$	5	溴化氢(无水氢溴酸)、硫化氢、碳酰二氯(光气)、硫酰氟等
	4	二氟甲烷(R32)、五氟乙烷(R125)、溴三氟甲烷(R13B1)、R410A 等
	3	氨、氯二氟甲烷(R22)、1, 1, 1-三氟乙烷(R143a)、R407C、R404A、R507A 等
	2.5	丙烯
	2.2	丙烷
	2.1	液化石油气
	2	氯、二氧化硫、二氧化氮(四氧化二氮)、氟化氢(无水氢氟酸)、环丙烷、六氟丙烯(R1216)、偏二氟乙烷(R152a)、氯三氟乙烯(R1113)、氯甲烷(甲基氯)、溴甲烷(甲基溴)、1, 1, 1, 2-四氟乙烷(R134a)、七氟丙烷(R227e)、2, 3, 3, 3-四氟丙烯(R1234yf)、R406A、R401A 等
	1.6	二甲醚
	1	正丁烷(丁烷)、异丁烷、异丁烯、1-丁烯、1, 3-丁二烯(联乙烯)、二氯氟甲烷(R21)、氯二氟乙烷(R142b)、溴氯二氟甲烷(R12B1)、氯乙烷(乙基氯)、氯乙烯、溴乙烷(乙基溴)、甲胺、二甲胺、三甲胺、乙胺(氨基乙烷)、甲基乙烯基醚(乙烯基甲醚)、环氧乙烷(氧化乙烯)、(顺)2-丁烯、(反)2-丁烯、八氟环丁烷(RC318)、三氯化硼(氯化硼)、甲硫醇(硫氢甲烷)、氯三氟乙烷(R133a)等
低温液化气体	—	液化空气、液氧、液氮、液氩、液氦、液氖、液氙、液化天然气、液化氧化亚氮、液化二氧化碳等

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

3.2.3 试验压力

试验压力包括耐压试验压力和气密性试验压力, 耐压试验压力和气密性试验压力不得低于表 3-2 的规定。

表 3-2 气瓶试验压力

气瓶结构	试验压力		
	耐压试验		气密性试验
	水压	气压	
无缝气瓶	1.5 倍公称工作压力	—	公称工作压力
焊接气瓶		1.5 倍公称工作压力	
纤维缠绕气瓶		—	
低温绝热气瓶 (含汽车用液化天然气气瓶)	2 倍公称工作压力		
工业用非重复充装焊接钢瓶	—	介质在 60℃ 时的饱和蒸气压与 2.3MPa 二者的大值	—
溶解乙炔气瓶	5.2MPa	—	3MPa

3.3 无损检测

3.3.1 基本要求

(1) 无损检测的方法、比例、技术要求以及合格级别等由设计者在设计文件中确定;

(2) 气瓶的无损检测方法包括射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测和涡流检测等。

3.3.2 无损检测方法选择和要求

3.3.2.1 钢质无缝气瓶的无损检测

钢质无缝气瓶的无损检测一般采用超声检测或者磁粉检测。采用超声检测时, 应当能够实现瓶体的自动检测; 不能进行自动超声检测的瓶体部位, 可以采用在线磁粉检测。

3.3.2.2 焊接气瓶的无损检测

(1) 焊接气瓶瓶体(包括低温绝热气瓶内胆)的纵、环焊接接头, 一般采用 X 射线检测; 无法采用 X 射线检测的, 可以采用超声检测;

(2) 焊接气瓶的射线检测比例分为全部检测和局部检测; 采用局部射线检测的, 每条焊接接头的透照长度均不得少于该焊接接头总长度的 20%, 透照部位应当包含每一个纵、环焊接接头的交接处;

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

特种设备安全技术规范

TSG 23—2021

(3) 射线检测技术等级不低于 AB 级; 焊接接头的合格级别不低于 II 级。

3.4 气瓶的耐压试验和气密性试验

气瓶制造完成后, 应当进行耐压试验; 气瓶耐压试验合格后, 应当按照产品标准的规定进行气密性试验。

3.5 气瓶的爆破安全系数

气瓶的爆破安全系数, 是指实际水压爆破压力与公称工作压力的比值, 气瓶的爆破安全系数应当大于或者等于表 3-3 所规定的气瓶的最小爆破安全系数。

表 3-3 气瓶的最小爆破安全系数

气瓶结构	主要气瓶品种		最小爆破安全系数
无缝气瓶	钢质无缝气瓶、汽车用压缩天然气钢瓶、不锈钢无缝气瓶、铝合金无缝气瓶		2.4
	长管拖车、管束式集装箱用大容积钢质无缝气瓶		2.5
焊接气瓶	工业用非重复充装焊接钢瓶		2.0(注 3-1)
	钢质焊接气瓶、铝合金焊接气瓶		3.0(注 3-2)
	不锈钢焊接气瓶		3.4
纤维缠绕气瓶	车用缠绕气瓶	钢质内胆玻璃纤维环向缠绕气瓶	2.5
		金属内胆碳纤维及芳纶纤维环向缠绕气瓶	2.35
		铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶	2.35
		压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶	2.25
	气体储运用缠绕气瓶	金属内胆玻璃纤维或芳纶纤维环向缠绕气瓶	3.0
		金属内胆碳纤维环向缠绕气瓶	2.5
		金属内胆碳纤维全缠绕气瓶	3.0
		金属内胆芳纶纤维全缠绕气瓶	3.15
		金属内胆玻璃纤维全缠绕气瓶	3.6
	呼吸器用铝合金内胆碳纤维全缠绕气瓶		3.4
	长管拖车、管束式集装箱用大容积缠绕气瓶	金属内胆玻璃纤维或芳纶纤维环向缠绕气瓶	3.0
		金属内胆碳纤维环向缠绕气瓶	2.5
		金属内胆碳纤维全缠绕气瓶	3.0
金属内胆玻璃纤维或芳纶纤维全缠绕气瓶		3.65	

注 3-1: 该值为实际爆破压力/耐压试验压力。

注 3-2: 实际爆破压力不得小于 5MPa。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

3.6 瓶体金属材料屈服强度和抗拉强度

3.6.1 热处理以及冷作硬化

金属材料制成的气瓶瓶体可以采用正火、调质、回火、固溶或者时效等方法进行热处理, 或者采用冷作硬化的方式, 保证瓶体材料达到设计所需要的力学性能。

3.6.2 屈服强度和抗拉强度选取

设计气瓶时, 瓶体金属材料的屈服强度和抗拉强度应当选用材料标准规定的下限值或者热处理保证值。设计选用瓶体金属材料的屈强比, 应当小于或者等于表 3-4 的规定值。

表 3-4 瓶体金属材料设计选用的屈强比

结构及材质		热处理方式	屈强比	
无缝结构	钢质	正火或者正火+回火	0.75	
		淬火+回火	0.85	
	铝合金	固溶+时效处理	0.85	
	车用环缠绕气瓶的钢内胆	淬火+回火	0.90	
焊接结构	钢	正火或者退火	抗拉强度 $\geq 490\text{MPa}$	0.85
	质		抗拉强度 $< 490\text{MPa}$	0.75

3.7 气瓶的设计使用年限

制造单位应当明确气瓶的设计使用年限, 并且在设计文件和制造标志上注明。气瓶瓶体的设计使用年限应当满足表 3-5 的规定, 表 3-5 中未列入的气瓶设计使用年限应当在相应产品标准中作出规定。如果气瓶制造单位在出厂的气瓶上刻印或压铸充装(产权)单位标志并装设可追溯的电子识读标志, 充装单位能够确保气瓶始终处于良好的维护保养状态并通过安全评估, 钢质无缝气瓶或者铝合金气瓶的实际使用年限可以延长至 30 年, 燃气气瓶的实际使用年限可以延长至 12 年。

表 3-5 常用气瓶的设计使用年限

序号	气瓶品种	设计使用年限(年)
1	钢质无缝气瓶	20
2	铝合金无缝气瓶	
3	溶解乙炔气瓶以及吸附式天然气钢瓶	
4	长管拖车、管束式集装箱用大容积钢质无缝气瓶	20
5	钢质焊接气瓶	
6	燃气气瓶	8

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

特种设备安全技术规范

TSG 23—2021

表 3-5 (续)

序号	气瓶品种	设计使用年限(年)
7	焊接绝热气瓶	20
8	汽车用液化天然气气瓶、车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶	10
9	汽车用压缩天然气钢瓶、车用液化石油气钢瓶、车用液化二甲醚钢瓶	15
10	金属内胆纤维缠绕气瓶(不含车用氢气瓶)	
11	盛装腐蚀性气体或者在海洋等易腐蚀环境中使用的钢质无缝气瓶、钢质焊接气瓶	12

3.8 瓶体技术要求

3.8.1 基本要求

(1) 高压气瓶瓶体、缠绕气瓶的金属内胆应当采用无缝结构, 低压气瓶瓶体可以采用焊接结构或者无缝结构;

(2) 无缝气瓶瓶体与不可拆气瓶附件的连接不得采用焊接方式, 焊接气瓶瓶体与不可拆气瓶附件的连接应当采用焊接方式;

(3) 气瓶的直径和容积应当系列化。

3.8.2 无缝气瓶的瓶体结构

无缝气瓶的瓶体结构型式和尺寸应当符合以下要求:

(1) 凸形底与筒体的连接部位圆滑过渡, 其厚度不得小于筒体设计厚度值;

(2) 凹形底的环壳与筒体之间有过渡段, 过渡段与筒体的连接圆滑过渡;

(3) 开孔处于凸形端部的中心线上。

3.8.3 焊接气瓶和低温绝热气体的瓶体结构

瓶体结构型式和尺寸应当符合以下要求:

(1) 焊接气瓶瓶体和低温绝热气瓶内胆的纵向焊缝不多于 1 条, 环向焊缝不多于 2 条;

(2) 瓶体纵向焊缝焊接接头采用对接焊接接头型式, 不允许带有永久性垫板; 环向焊缝焊接接头可以采用对接焊接接头、带有永久性垫板的对接焊接接头或者锁底焊接接头等型式; 对于凸面承压的封头与筒体连接的环焊缝, 允许采用搭接焊接接头型式;

(3) 车用焊接气瓶、低温绝热气瓶以及盛装介质为腐蚀性、毒性危害程度为极度危害或者高度危害的气瓶, 其阀座以及接管焊接接头采用全焊透结构;

(4) 焊接气瓶(车用瓶除外)的开孔应当处于封头上, 并且开孔的外沿与封头外圆

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

周的距离大于瓶体外径的 10%。

3.8.4 汽车用液化天然气气瓶

汽车用液化天然气气瓶应当设计为大容积气瓶, 并且其公称容积不得超过 1500L。

3.8.5 溶解乙炔气瓶的瓶体结构

溶解乙炔气瓶的壳体应当采用焊接或者无缝结构; 壳体内应当充填整体式多孔填料, 在孔内吸附一定量的溶剂, 并且符合以下要求:

(1)任何情况下, 填料不得与乙炔、溶剂、钢瓶或者气瓶附件发生化学反应或者产生损害;

(2)任何情况下, 溶剂不得与乙炔、填料、钢瓶或者气瓶附件发生化学反应, 也不得影响乙炔气体质量;

(3)填料内不应当含有石棉(包括蛇纹石纤维), 填料孔隙率、抗压强度、表面孔隙以及填料与瓶壁的间隙等技术指标, 应当符合 GB/T 11638 的要求。

3.9 特殊规定

(1)无缝气瓶用于充装低压液化气体时, 气瓶的设计应当符合高压气瓶产品标准的要求, 制造钢印标志中的充装压力和充装系数应当按照充装介质确定;

(2)盛装毒性为剧毒介质的低压液化气体气瓶, 公称工作压力的选取应当参考本规程附件 B 中介质的 LC_{50} 确定, 其设计压力应当高于在 60℃ 时饱和蒸气压值所对应的耐压试验压力;

(3)盛装一氧化氮、氟、二氟化氧以及氟氮混合气体的气瓶应当采用非管制收底结构的钢质无缝气瓶, 盛装氮以及电子气体的气瓶优先采用非管制收底结构的钢质无缝气瓶; 盛装氟和二氟化氧的气瓶, 其水压试验压力不小于 20MPa, 在 20℃ 时的限定充装压力不大于 3MPa, 单瓶充装量不得超过 5kg; 盛装一氧化氮的气瓶, 其耐压试验压力不小于 20MPa, 在 20℃ 时的限定充装压力不大于 5MPa;

(4)碳钢气瓶盛装一氧化碳或者一氧化碳与二氧化碳的混合气体时, 对气体中的水分进行有效控制的条件下, 在基准温度 20℃ 时, 气瓶充装压力不得大于其公称工作压力的 50%; 当充装干燥(水含量小于 5×10^{-6})并且不含硫分的一氧化碳或者一氧化碳与二氧化碳的混合气体时, 气瓶充装压力最高不应当超过其公称工作压力的 5/6, 并且不大于 13MPa;

(5)气瓶集束装置的单只气瓶公称容积不得大于 450L, 总容积不得大于 3000L。

3.10 设计文件要求

气瓶设计文件至少包括设计任务书、设计计算书、设计说明书、设计图样、有限元应力分析报告(采用分析设计方法时)和使用说明书等。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

3.10.1 设计任务书

设计任务书应当包括任务来源、任务要求、设计依据的法规、标准和用户提供的有关标准、技术参数、产品用途以及使用范围、主要技术参数、产品结构型式的概述、设计文件种类、设计单位、完成时间等内容。采用企业标准的, 需要提供标准原文和符合本规程 1.4 要求的比照表。

3.10.2 设计计算书

设计计算书包括以下内容:

- (1) 设计计算的目的、依据、计算参数、设计结构、材料的选取、热处理要求(无缝气瓶);
- (2) 设计壁厚计算、刚度计算(必要时)、容积计算、重量计算;
- (3) 最大充装量计算、丙酮充装量计算(乙炔瓶)和最大乙炔量计算(乙炔瓶);
- (4) 最小爆破压力计算、开孔补强计算(焊接气瓶、低温绝热气瓶)、安全泄放量计算(必要时)、内胆强度计算(纤维缠绕气瓶、低温绝热气瓶)、缠绕层计算(纤维缠绕气瓶)、总的热传递计算(低温绝热气瓶);
- (5) 有限元应力分析计算(必要时)以及产品标准要求的其他计算等。

3.10.3 设计说明书

设计说明书内容包括设计依据、设计参数、结构、材料的选择、设计计算说明、结构说明、气瓶附件的选择、主要生产工艺要求、检验要求等。

3.10.4 使用说明书

使用说明书内容包括产品简介、设计标准、结构和性能、产品使用指南(气体性质、充装、运输、储存、定期检验、颜色标志以及需要用户遵守的安全基本要求等)。

3.10.5 设计图样

设计图样包括设计总图、主要零部件图等。设计总图主要包括以下内容:

- (1) 气瓶名称、分类, 设计、制造所依据的主要法规、产品标准;
- (2) 工作条件, 包括公称工作压力、工作温度、介质特性(毒性和爆炸危害程度等);
- (3) 设计条件, 包括设计温度、设计压力;
- (4) 瓶体主要材料牌号和材料标准;
- (5) 主要特性参数, 包括公称容积、重量、名义厚度、几何尺寸、充装系数等;
- (6) 气瓶设计使用年限;
- (7) 特殊制造要求;
- (8) 热处理要求;
- (9) 无损检测要求;

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

- (10) 耐压试验和气密性试验要求;
- (11) 阀门以及其他安全附件规格和订购特殊要求;
- (12) 气瓶标志位置以及内容;
- (13) 包装、运输等要求。

3.10.6 有限元应力分析报告(采用分析设计方法时)

分析计算选用的软件应当是成熟的商品化通用或者专用工程计算软件, 并且满足计算的需要。有限元应力分析报告包括以下内容:

- (1) 所用分析软件的说明;
- (2) 结构尺寸、开孔尺寸等;
- (3) 计算模型, 包括计算区域、单元类型、材料参数(复合气瓶应当包括内胆、复合层材料参数)、网格划分、载荷条件, 复合气瓶还应当包括零压力、公称工作压力和最高工作压力、耐压试验压力、预紧力压力、设计最小爆破压力、含耦合或者接触情况的位移边界条件;
- (4) 计算过程, 复合气瓶有限元应力分析, 应当包括载荷的施加过程和使用的计算方法;
- (5) 计算结果, 包括在载荷下计算区域内的应力情况(包括彩色应力等值线图);
- (6) 计算分析, 包括对计算结果的分析、数据整理、计算结果评定以及结论。

3.11 设计文件鉴定

气瓶设计文件鉴定, 是指对气瓶设计的安全性能是否符合有关法规以及相关标准进行的符合性审查; 制造单位新设计或者设计变更的气瓶(含气瓶集束装置)以及进口气瓶, 均应当进行设计文件鉴定, 通过后方可用于制造。

3.11.1 鉴定机构和鉴定人员

气瓶设计文件鉴定由气瓶型式试验机构(以下简称鉴定机构)承担; 鉴定机构和鉴定人员应当符合有关安全技术规范的要求, 并且按照其规定开展鉴定工作。

3.11.2 设计文件鉴定内容

鉴定机构应当对制造单位提交的设计任务书、设计计算书、设计说明书、设计图样、有限元应力分析报告(采用分析设计方法时)、使用说明书等设计文件是否满足本规程以及相关标准的要求, 进行符合性审查。

3.11.3 设计文件鉴定程序

设计文件鉴定程序, 包括申请、受理、鉴定、出具鉴定报告等。

3.11.3.1 申请

气瓶投产(试制)前, 制造单位应当向承担设计文件鉴定的机构提交《气瓶设计文件鉴定申请书》(见本规程附件 F)、设计文件和资料(一式两份)。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

3.11.3.2 受理

(1) 鉴定机构收到制造单位提交的《气瓶设计文件鉴定申请书》、设计文件和资料后, 对制造单位提交的设计文件和资料是否完整、齐全进行审查;

(2) 制造单位提交的设计文件和资料完整、齐全时, 鉴定机构应当在 5 个工作日内告知制造单位予以受理;

(3) 制造单位提交的设计文件和资料不完整、不齐全时, 鉴定机构应当在 5 个工作日内一次性告知制造单位补齐。

3.11.3.3 鉴定

(1) 鉴定机构应当按照本规程的规定, 制定《气瓶设计文件鉴定细则》和相应的管理制度以及工作质量记录表、卡, 规范设计文件鉴定工作;

(2) 鉴定机构的鉴定人员应当按照《气瓶设计文件鉴定细则》和相应的管理制度进行鉴定工作, 在相关工作质量记录表、卡上记录鉴定情况, 并且签字。

3.11.3.4 出具鉴定报告

3.11.3.4.1 鉴定结论

设计文件鉴定结论分为“鉴定通过”和“鉴定未通过”。

(1) 鉴定通过, 指设计文件符合相关安全技术规范以及相关标准的规定, 能够用于气瓶制造;

(2) 鉴定未通过, 指设计文件存在重大隐患, 不符合本规程及相关标准的规定, 设计文件不能用于气瓶制造; 鉴定机构应当向制造单位书面说明设计文件鉴定未通过的原因或者情况。

气瓶设计文件中存在不符合本规程以及相关标准的要求、需要进行修改时, 鉴定机构应当指出需要修改的内容, 申请单位对其设计进行修改; 气瓶设计采用的企业标准, 存在本规程未作要求、可能对安全性能有重大影响的内容, 申请单位应当按照本规程 1.5 的要求申请技术评审。满足本规程以及相关标准规定, 或者通过技术评审的, 结论为鉴定通过; 未按照要求修改设计文件的, 结论为鉴定未通过。

3.11.3.4.2 鉴定报告

(1) 鉴定机构应当在气瓶型式试验合格后 15 个工作日内, 完成全部设计文件的鉴定工作, 出具《气瓶设计文件鉴定报告》(见本规程附件 G);

(2) 设计文件鉴定结论为“鉴定通过”的, 鉴定机构除出具《气瓶设计文件鉴定报告》外, 还应当在设计计算书、设计总图上加盖设计鉴定专用印章;

(3) 鉴定机构在完成全部设计文件鉴定工作后, 应当及时将加盖设计鉴定印章的设计文件(1套)和《气瓶设计文件鉴定报告》(1份)寄送制造单位。

3.11.3.5 设计变更

气瓶设计文件存在以下情况时, 应当进行设计变更:

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

- (1) 增加气瓶的开孔数量或者改变开孔位置;
- (2) 改变纤维缠绕气瓶直径或者端部形状;
- (3) 改变低温绝热气瓶的绝热材料或者绝热方式;
- (4) 有关气瓶产品标准中明确规定为设计变更的项目。

制造单位进行设计变更时, 应当向设计文件鉴定机构提供变更部分的设计文件; 设计变更后的气瓶设计文件, 不得再次进行设计变更。

4 制 造

4.1 基本要求

(1) 制造单位应当满足《特种设备生产和充装单位许可规则》的要求, 取得相应气瓶制造许可资质, 并且在许可范围内从事气瓶制造; 制造单位及其主要负责人应当对所制造的气瓶产品安全性能负责;

(2) 制造单位在气瓶制造前, 应当根据本规程、产品标准以及设计文件的要求制订完善的质量计划(检验计划), 其内容至少包括气瓶制造工艺控制点、检验项目, 在制造过程中和完工后, 应当按照质量计划规定的时机, 对气瓶进行相应的检验和试验, 并且由相关人员做出记录或者出具相应的报告;

(3) 气瓶出厂前, 应当按照本规程第 5 章的规定进行型式试验, 并且取得《特种设备型式试验证书(气瓶)》;

(4) 制造单位应当按照本规程第 6 章的规定, 接受特种设备监督检验机构对气瓶制造过程的监督检验。

4.2 气瓶分批与批量

4.2.1 分批

气瓶产品制造分批进行, 分批应当符合以下规定:

(1) 无缝气瓶分批, 按照同一设计、同一炉罐号材料、同一制造工艺、同一热处理工艺规程、连续制造的产品, 为一批;

(2) 焊接气瓶分批, 按照同一设计、同一材料牌号、同一焊接工艺、同一热处理工艺规程进行热处理的产品, 为一批;

(3) 纤维缠绕气瓶分批, 金属内胆按照本条(1)的规定分批, 成品瓶按照同一规格、同一设计、同一制造工艺、同一复合材料型号、连续制造的产品, 为一批;

(4) 低温绝热气瓶分批, 按照同一设计、同一材料牌号、同一焊接工艺、同一绝热工艺制造的产品, 为一批;

(5) 溶解乙炔气瓶分批, 瓶体按照本条(1)或者(2)的规定分批, 成品瓶按照同一设计、同一规格、同一填料配方、同一填料制造工艺、连续制造的产品, 为一批。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

4.2.2 批量

气瓶的批量, 是指每批气瓶产品在制造过程中所限定的最大数量。气瓶的批量应当符合以下规定:

- (1) 大容积钢质无缝气瓶、大容积钢质焊接气瓶和大容积不锈钢焊接气瓶, 50 只为一批;
- (2) 正火处理的钢质无缝气瓶和溶解乙炔气瓶, 500 只(不包括破坏性检验用瓶)为一批;
- (3) 燃气钢瓶, 2000 只(不包括破坏性检验用瓶)或者同一条生产流水线一个生产班次(不超过 12h)的产量为一批;
- (4) 非重复充装焊接钢瓶, 以同一条生产流水线一个生产班次(不超过 12h)的产量为一批;
- (5) 其他气瓶, 200 只气瓶(不包括破坏性检验用瓶)为一批。

4.3 无缝气瓶

(1) 采用钢坯制造的冲拔瓶的冲拔、拉伸、收口等工艺, 采用无缝钢管制造的管制瓶的收底、收口等热加工成形过程, 应当进行工艺评定, 并且制定相应的工艺文件;

(2) 瓶体的底部形状、几何尺寸应当符合设计图样的要求, 并且能够通过相应标准规定的压力循环试验验证;

(3) 管制瓶在收底成形过程中, 不得添加金属, 不得进行焊接; 底部内表面不应存在肉眼可见的裂纹、夹杂、未熔合等缺陷, 工艺无法确保瓶底完全熔合时, 应当逐只进行底部气密性试验。

4.4 焊接气瓶

(1) 焊接气瓶的纵、环焊缝以及瓶阀阀座与瓶体角焊缝等承压焊缝, 应当采用自动焊;

(2) 气瓶施焊应当在相对湿度不大于 90%、温度不低于 0℃的室内进行;

(3) 产品施焊前, 制造单位应当按照 GB/T 33209《焊接气瓶焊接工艺评定》等标准的规定进行焊接工艺评定, 并且根据评定的结果制定焊接工艺规程和焊缝返修工艺文件, 焊接工艺评定记录和评定报告等技术档案以及焊接评定试样应当保存至该评定失效;

(4) 制造单位应当建立焊工技术档案, 并且定期对焊工进行培训和考核。

4.5 纤维缠绕气瓶

4.5.1 纤维缠绕及固化

(1) 纤维的缠绕线型(包括纤维缠绕角度、带宽、预紧力、缠绕层数等参数)应当

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

进行工艺评定, 并且制定相应的工艺文件;

(2) 纤维缠绕应当在适当的温、湿度条件下进行, 环境温度范围为 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$, 并且相对湿度不大于 80%;

(3) 气瓶的固化, 应当进行固化工艺评定, 并且按照相关产品标准的要求制定固化工艺规程;

(4) 制造单位应当保证气瓶固化炉内有效加热区域温度分布的均匀性, 并且定期对其进行检测和评定, 固化炉应当具有时间、温度自动记录以及控制功能;

(5) 气瓶的固化温度和时间, 不得影响内胆的性能。

4.5.2 其他要求

(1) 气瓶的制造单位应当具备生产内胆的能力, 金属内胆的制造按照无缝气瓶的要求执行;

(2) 气瓶所用内胆应当通过相应的型式试验;

(3) 缠绕气瓶制造单位允许外购具备相应制造许可的气瓶制造单位生产的内胆, 并在出厂质量证明书中注明内胆的制造单位。

4.6 溶解乙炔气瓶

4.6.1 溶解乙炔气瓶壳体制造

壳体采用无缝结构的, 应当符合无缝气瓶的制造要求; 壳体采用焊接结构的, 应当符合焊接气瓶的制造要求。

4.6.2 溶解乙炔气瓶填料制造

(1) 填料原料配比、料浆配制、灌装以及填料固化和烘干的工艺参数, 应当经过试验验证;

(2) 制造单位应当保证填料固化以及烘干装置有效加热区温度分布的均匀性, 并且定期对其进行检测和评定, 填料固化以及烘干装置应当具有温度自动控制以及记录功能, 固化温度记录应当存入产品档案。

4.7 热处理

(1) 制造单位应当针对产品进行热处理工艺评定, 并且制定出热处理工艺规程和重复热处理工艺文件, 按批对气瓶进行整体热处理;

(2) 钢质无缝气瓶, 应当采用连续炉进行热处理, 经过热处理的气瓶, 其力学性能及其允许偏差应当符合相关标准和设计文件的规定;

(3) 采用奥氏体不锈钢制造的无缝气瓶、热加工成形的焊接气瓶封头, 应当按照相关标准的规定进行固溶处理;

(4) 铝合金无缝气瓶, 应当采用周期炉进行固溶和时效处理, 瓶体加热过程中不允许有过烧现象, 不同炉处理的同批产品力学性能及其允许偏差应当符合相关标准

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

和设计文件的规定;

(5) 消除应力热处理的焊接气瓶, 如果热处理后再次进行焊接, 应当重新进行热处理;

(6) 热处理装置有效加热区的温度分布及其允许的温差范围, 应当与所处理产品的性能要求相适应, 并且定期对其进行检测和评定, 保证一次性处理产品力学性能的一致性; 热处理装置应当具有温度自动控制以及记录功能, 热处理记录应当存入产品档案。

4.8 无损检测

(1) 进行局部无损检测的气瓶, 制造单位也应当对未检测部分的质量负责;

(2) 无缝气瓶的无损检测, 应当采用在线自动超声检测设备或者在线自动磁粉检测设备, 其检测部位、方法等要求应当符合气瓶设计文件的规定;

(3) 焊接气瓶纵向和环向瓶体焊接接头的无损检测, 可以采用射线透照胶片或者射线数字成像检测方法进行检测, 并且应当分别符合 NB/T 47013(所有部分)《承压设备无损检测》和 GB/T 17925《气瓶对接焊缝 X 射线数字成像检测》的要求;

(4) 制造单位应当按照设计文件的规定编制并且实施无损检测工艺文件; 从事气瓶无损检测的人员应当取得相应无损检测人员资格, 方能承担与资格证书的种类、等级相对应的无损检测工作;

(5) 无损检测的结果应当符合相关气瓶产品标准的要求。

4.9 硬度检测

经过调质处理的钢质无缝气瓶、不锈钢无缝气瓶和铝合金无缝气瓶, 应当逐只进行硬度测定, 测定结果应当符合相关气瓶产品标准的要求。其中, 中小容积钢质无缝气瓶硬度应当采用在线自动检测设备进行检测。

4.10 耐压试验

(1) 制造单位应当逐只对气瓶进行耐压试验, 耐压试验的方法可以采用水压试验或者气压试验, 并且符合 GB/T 9251《气瓶水压试验方法》等相关标准和设计文件的规定;

(2) 气瓶耐压试验后残余变形率的测定方法分为外测法和内测法, 淬火加回火处理的无缝气瓶以及金属内胆纤维缠绕气瓶, 应当选用外测法测定残余变形率;

(3) 采用外测法进行气瓶耐压试验测定气瓶残余变形率时, 试验前应当使用标准瓶对水压试验系统校验, 校验的程序和结果应当符合 GB/T 35015《气瓶外测法水压试验用标准瓶的标定方法》的规定;

(4) 采用气压方式进行耐压试验时, 应当具有可靠的安全防护设施, 并且制定包含升压程序和保证操作安全的作业文件。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

4.11 气密试验

盛装有毒、易燃、助燃、腐蚀性介质的气瓶, 安装瓶阀后应当按照 GB/T 12137《气瓶气密性试验方法》的要求进行气密性试验。

4.12 检验及检测设备

(1) 气瓶焊缝检测用 X 射线数字成像检测设备的系统分辨率至少达到 2.6LP(线对数), 像质计灵敏度、图像的畸变率、图像放大倍数等应当符合相关标准的规定; X 射线数字成像检测设备首次投用前, 应当采用带有典型缺陷的样板或者抽取不少于 2 批产品, 与 X 射线照相法进行检测对比验证, 对气孔、裂纹、夹渣等缺陷检出结果应当一致; 对比验证应当每 4 年进行一次;

(2) 无缝气瓶检测用在线超声自动检测设备, 至少具备内表面纵向、横向, 外表面纵向、横向以及壁厚测定功能; 所采用的超声人工缺陷样管, 应当符合相关标准的规定;

(3) 调质处理无缝气瓶的在线硬度自动检测设备应当具备自动磨平、硬度测定以及数据采集、记录功能;

(4) 气瓶的耐压试验装置, 应当能够自动识读每只试验气瓶的电子识读标志, 实时自动记录气瓶瓶号、实际试验压力、保压时间以及试验结果, 记录应当存入气瓶产品档案并上传至承担特种设备监督检验工作的特种设备检验机构(以下简称监检机构);

(5) 水压爆破试验装置应当具有自动采集、记录试验数据, 以及自动绘制压力—进水量曲线的功能;

(6) 压力循环试验设备应当具备连续进行压力循环的功能; 应当能够调节和控制循环压力、频率、保压时间, 并且能自动实时显示、记录和保存压力循环波形、压力循环次数、最大循环频率, 以及每次压力循环的实际循环压力上、下限值以及对应的时间等数据。

4.13 气瓶存档及出厂文件资料

4.13.1 气瓶存档文件资料

(1) 气瓶设计鉴定文件资料、型式试验报告、各种工艺评定报告、工艺文件等技术资料, 应当作为存档资料长期保存;

(2) 气瓶材料质量证明书, 材料复验报告, 焊接、热处理、无损检测、耐压试验等制造和检验过程的各种质量记录和报告, 产品批量质量证明书, 产品监督检验证书等, 应当作为产品档案按照规定期限妥善保存;

气瓶产品档案可以采用电子或者纸质资料的方式保存, 保存期限应当不少于气瓶设计使用年限。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

4.13.2 气瓶的出厂文件资料

气瓶出厂时, 制造单位应当逐只出具产品质量合格证和按批出具产品批量质量证明书, 产品质量合格证和产品批量质量证明书的内容, 应当符合相关产品标准的要求, 并且应当由制造单位检验责任工程师签字或者盖章。其中, 产品质量合格证应当注明气瓶和气瓶阀门的制造单位名称以及制造许可证编号。

按 1.8 要求装设电子识读标志的气瓶的制造单位, 应当负责建设本单位气瓶质量安全追溯制造信息公示网站, 逐只公示出厂气瓶产品制造数据并确保其不可更改或失效。每只出厂气瓶的公示信息应当包含本规程附录 D 中的气瓶标志、附录 H 中气瓶产品数据表包括的各项气瓶数据, 以及产品合格证、产品批量质量证明书、监检证书、型式试验证书等技术资料。气瓶产品质量信息公示后, 制造单位不需要向用户提供纸质产品质量合格证、产品批量质量证明书和《特种设备监督检验证书(气瓶)》(以下简称监检证书)。

制造单位的气瓶产品数据信息公示平台(以下简称制造信息平台)应当具有与充装单位充装信息追溯平台(以下简称充装信息平台)以及行业或地方监管系统实现对接的数据交换接口。气瓶制造信息平台追溯信息记录和凭证保存期限应当不少于气瓶的设计使用年限。

5 型式试验

5.1 基本要求

制造单位新设计或者设计变更的气瓶和气瓶阀门均应当进行型式试验, 未通过型式试验的气瓶不得出厂。气瓶配置的气瓶阀门应当先进行气瓶阀门型式试验, 通过后方可装配到气瓶上进行气瓶的型式试验。

气瓶集束装置所装配的气瓶及安全附件、管路、阀门, 也应当按照相关安全技术规范和标准的规定进行型式试验, 气瓶集束装置型式试验不包括集装框架的强度、刚度系列试验。

5.2 型式试验机构及型式试验人员

气瓶和气瓶阀门型式试验机构(以下简称型式试验机构)应当按照《特种设备型式试验机构核准规则》的要求获得气瓶或者气瓶阀门型式试验资质, 在其核准项目范围内从事型式试验工作。

气瓶和气瓶阀门的型式试验人员(以下简称型式试验人员)应当取得相应资格证书, 方可从事型式试验工作。

5.3 型式试验工作程序

型式试验工作程序, 包括申请、受理、技术资料审查、抽样、试验、出具型式

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

试验报告和证书等。

5.3.1 申请

制造单位申请型式试验时, 应当向型式试验机构提交以下资料:

- (1) 《型式试验申请书》(见本规程附件 J);
- (2) 产品标准(企业标准需要提供标准原文和符合本规程 1.4 要求的比照表, 或者经过专业审查; 其他产品标准只需提供标准编号);
- (3) 技术资料, 包括设计文件和制造技术资料, 设计文件包括图纸、设计计算书、设计说明书, 制造技术资料包括原材料质量证明书(复印件), 以及生产过程的质量检查记录等资料; 气瓶上配置气瓶阀门的, 申请气瓶型式试验时还应当提供气瓶阀门的型式试验报告。

5.3.2 受理

型式试验机构在收到申请单位的申请资料后, 应当在 10 个工作日内对申请单位提交的资料进行审查, 确认符合本规程 5.3.1 的要求后予以受理。

5.3.3 技术资料审查

5.3.3.1 设计文件审查

设计文件审查的主要内容如下:

- (1) 设计文件所采用的安全技术规范以及相关产品标准是否适用;
- (2) 设计图纸、设计计算书等设计文件是否齐全;
- (3) 设计参数等数据的选用及其依据是否符合产品标准的要求, 设计采用的计算方法是否正确; 型式试验机构对计算结果有异议的, 应当进行验证计算;
- (4) 影响产品安全性能的结构设计是否符合安全技术规范及相关产品标准的要求; 审查企业标准是否存在本规程未作要求、可能对安全性能有重大影响的内容, 存在上述内容时, 是否已按照本规程 1.5 的要求进行技术评审。

5.3.3.2 制造技术资料审查

制造技术资料审查的主要内容和要求如下:

- (1) 原材料质量证明书(复印件)符合设计文件的要求;
- (2) 检验、试验的项目和要求符合相关气瓶以及气瓶阀门产品标准的要求。

5.3.4 抽样

气瓶以及气瓶阀门型式试验的试验样品(以下简称样品), 由型式试验机构采用现场抽样方式确定, 样品的抽样以及管理应当符合本规程附件 K 的要求。

制造单位提供用于抽样的样品应当与设计文件一致, 并且是制造单位检验合格的产品。

5.3.5 试验

型式试验机构应当确认样品与设计文件的一致性后进行型式试验。

气瓶和气瓶阀门的型式试验应当按照相关的产品标准所规定的型式试验项目、方

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

法和要求进行。新设计的气瓶和气瓶阀门的型式试验项目至少包括本规程附件 L 规定的项目, 设计变更的气瓶所进行的型式试验项目应当按照相关标准的规定执行。

型式试验机构应当采用本机构的试验设备、仪器仪表进行试验(特殊项目经过核准机关同意的除外)。

5.3.6 出具型式试验报告和证书

型式试验机构完成型式试验后, 应当在 30 个工作日内向制造单位出具《特种设备型式试验报告(气瓶、气瓶阀门)》(以下简称《试验报告》, 见本规程附件 M)。

型式试验结论分为“合格”和“不合格”。判定原则如下:

- (1) “合格”, 指样品全部型式试验项目的结果符合本规程以及相关标准的规定;
- (2) “不合格”, 指样品存在任一项型式试验项目的结果不符合本规程或者相关标准的规定。

气瓶型式试验结论判定为不合格, 如果是由于设计原因导致的, 制造单位应当更改设计, 按照更改后的设计进行试制, 重新抽取样品进行全部项目的型式试验; 如果是由于工艺或者制造过程控制不当等原因造成的, 制造单位应当向型式试验机构提交解决问题的书面说明, 经过型式试验机构确认后, 可以重新试制样品并由型式试验机构重新抽取样品, 对相关项目重新进行试验。

气瓶阀门型式试验结论判定为不合格的, 其制造单位应当重新修改设计并进行试制后, 由气瓶阀门型式试验机构重新抽取样品, 再次进行型式试验。

型式试验合格的气瓶或者气瓶阀门, 型式试验机构应当出具《特种设备型式试验证书(气瓶、气瓶阀门)》(见本规程附件 N), 并且在型式试验证书公示网站上公示。

5.4 重新型式试验

5.4.1 气瓶

有下列情况之一的, 气瓶应当重新进行全部或者部分项目的型式试验:

- (1) 按同一制造工艺制造的同一品种气瓶, 制造中断 12 个月, 重新制造的;
- (2) 改变冷热加工、焊接、热处理、缠绕、内胆制造等主要生产工艺的;
- (3) 改变纤维、树脂生产单位、牌号的;
- (4) 相关产品标准有明确规定或者修订后提出新要求的;
- (5) 实施产品召回的;
- (6) 监督抽查时检验不合格的。

5.4.2 气瓶阀门

有下列情况之一的, 气瓶阀门应当重新进行型式试验:

- (1) 产品材料、结构型式、工艺、生产流水线等方面有重大变更影响其安全性能的(注 5-1);
- (2) 相关产品标准有明确规定或者修订后提出新要求的;

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

- (3) 监督抽查时检验不合格的;
- (4) 实施产品召回的;
- (5) 每年监督检验提出要求的。

注 5-1: 同一材料、结构型式、生产工艺的同类产品, 有安全泄压装置的气瓶阀门, 型式试验可以覆盖没有安全泄压装置的气瓶阀门产品; 仅气瓶阀门进出气口螺纹尺寸或者方向不同时, 可以选择其中一个典型产品进行型式试验。

5.5 变更

制造单位名称或者地址发生变更时, 制造单位应当及时持相应的证明资料向原型式试验机构提出变更申请, 型式试验机构确认后, 在“型式试验报告的变更情况页”上注明变更情况。

6 监督检验

6.1 监督检验通用要求

6.1.1 监督检验含义

气瓶的监督检验(以下简称监检), 是指在气瓶制造单位、车用气瓶安装单位(以下统称受检单位)质量检验、检查与试验(以下统称自检)合格的基础上, 由监检机构依据本规程对气瓶制造过程或者车用气瓶安装过程实施的现场监督以及对满足基本安全要求的符合性验证。

监检机构和受检单位应当签订监检协议, 明确双方的责任和义务。监检不能代替受检单位的自检。

6.1.2 监检范围

- (1) 气瓶、气瓶阀门和气瓶爆破片的制造;
- (2) 经过机动车辆登记部门同意的在用机动车车用气瓶的安装。

由汽车整车厂自行安装, 并且出具安装质量证明书的车用气瓶以及叉车上用作盛装燃料的气瓶的安装, 不需要进行安装监检。

6.1.3 监检机构含义

监检机构, 是指经市场监管部门核准的具有相应资质的特种设备检验机构。

6.1.4 受检单位义务

受检单位应当做好以下工作:

- (1) 建立质量保证体系并且保持有效实施, 对气瓶的制造、安装质量负责;
- (2) 在气瓶的制造、安装前, 约请监检机构实施监检, 提交生产计划, 及时提供真实有效的受检资料, 包括质量保证体系文件、技术资料、检验记录和试验报告等;

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

(3) 提供必要的工作条件, 确定监检联络人员, 按照质量计划和工作进度, 及时通知承担监检工作的检验人员(以下简称监检人员)到场, 做好监检配合工作;

(4) 对《特种设备监督检验联络单》(以下简称《监检联络单》, 见本规程附件 P) 和《特种设备监督检验意见通知书》(以下简称《监检意见书》, 见本规程附件 Q), 在规定的期限内处理, 并且书面回复;

(5) 未经监检的产品不得出厂或者交付使用。

6.1.5 监检机构职责

监检机构应当做好以下工作:

(1) 取得市场监管部门核准的相应资质;

(2) 建立质量管理体系并且保持有效实施, 对监检工作质量和结论负责;

(3) 向受检单位提供监检工作程序、监检工作内容以及监检人员资格情况;

(4) 每年至少组织一次对受检单位质量保证体系实施状况进行评价, 并且向许可发证机关提交评价报告;

(5) 发现受检单位质量保证体系实施或者气瓶安全性能存在严重问题(注 6-1, 下同)时, 发出《监检意见书》, 同时报告受检单位所在地和许可发证机关; 如果受检单位未在规定期限内处理并且书面回复, 监检机构暂停对其监检;

(6) 对监检人员加强管理, 定期对监检人员进行培训、考核, 防止并且及时纠正监检失当行为;

(7) 按照信息化工作和统计年报的要求, 及时汇总、统计、报送有关监检的信息数据。

注 6-1: 严重问题是指监检项目不合格并且不能纠正; 受检单位质量保证体系实施严重失控; 对《监检联络单》提出的问题拒不整改; 有许可要求的, 已不再具备相应的许可条件; 严重违反特种设备许可制度(如发生涂改、伪造、转让或者出卖特种设备许可证, 向无特种设备许可证的单位出卖或者非法提供产品质量证明文件等); 监督检查结果不合格; 制造单位被责令实施产品召回; 发生重大事故等问题。

6.1.6 监检人员职责

监检人员应当持有相应的资格证书, 并且做好以下工作:

(1) 按照受检单位提出的生产计划, 及时对报检的产品进行监检, 不得脱岗或者拖延, 并且对监检结论负责;

(2) 妥善保管受检单位提供的受检资料, 并且按照协议对受检单位提供的受检资料予以保密;

(3) 受检单位质量保证体系实施或者气瓶安全性能存在一般问题(注 6-2)时, 监检人员应及时向受检单位发出《监检联络单》, 要求受检单位针对提出的问题进行整改, 监检人员应当对整改情况进行跟踪确认;

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

(4) 受检单位质量保证体系实施或者气瓶安全性能出现不符合本规程的严重问题时, 监检人员应当停止监检工作, 并且通过监检机构向受检单位发出《监检意见书》, 同时向许可发证机关报告;

(5) 及时在工作见证上签字(章)确认, 填写监检记录;

(6) 对监检合格的气瓶, 及时出具监检证书(见本规程附件 R), 负责标注监检标志(制造监检时)。

注 6-2: 一般问题, 是指除注 6-1 所列问题外, 影响气瓶质量保证体系实施和安全性能的问题。

6.1.7 监检程序

监检的一般程序如下:

(1) 受检单位约请监检机构, 并且签署监检协议, 明确双方的权力、责任和义务;

(2) 监检人员确定监检项目;

(3) 监检人员对制造(安装)过程进行监检, 填写监检记录等工作见证;

(4) 制造监检合格后, 监检人员标注监检标志;

(5) 监检机构出具监检证书。

6.1.8 监检内容

(1) 通过审查相关技术资料 and 文件, 对制造单位气瓶制造以及车用气瓶安装过程及其检验、试验结果是否满足本规程以及相关标准、设计文件的要求, 进行符合性验证;

(2) 对受检单位的质量保证体系实施状况进行评价。

6.1.9 监检方式和监检项目

6.1.9.1 监检方式

气瓶监检工作一般采用资料审查、实物检查、现场监督等监检方式。

6.1.9.2 监检项目

6.1.9.2.1 监检项目的确定原则

监检人员应当依据本规程、设计文件规定的产品标准和制造技术条件、工艺文件等, 综合考虑所监检的气瓶制造(安装)过程对安全性能的影响程度, 结合受检单位的质量保证体系实施状况以及产品质量计划, 确定监检项目以及监检项目分类。

6.1.9.2.2 监检项目分类

监检项目分为 A 类、B 类和 C 类, 其要求如下:

(1) A 类, 是指对气瓶安全性能有重大影响的关键项目, 当气瓶制造(安装)进行到该类项目时, 受检单位应当提前通知监检人员到达现场监督该项目的实施, 可以使用监检记录仪或者其他视频记录方式进行现场过程实时记录, 并且在相关的工作

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

见证上签字确认, 现场确认合格后, 方可继续制造(安装);

(2) B 类, 是指对气瓶安全性能有较大影响的重点项目, 监检人员一般在现场监督或者实物检查该项目的实施, 如不能及时到达现场, 受检单位在自检合格后可以继续制造(安装), 监检人员随后应当对该项目的制造(安装)结果进行资料审查、现场检查或视频核查, 确认该项目是否符合要求, 并且按照规定在工作见证上签字确认;

(3) C 类, 是对气瓶安全性能有影响的检验项目, 监检人员通过审查受检单位相关的检验和试验报告、记录等技术资料, 确认该项目是否符合要求;

(4) 本规程监检项目设为 C/B 类时, 监检人员可以选择其中一种类别; 当本规程相关条款或者产品标准、设计文件规定需要进行现场检查时, 监检人员应当选择 B 类。

监检项目的类别划分要求见本规程 6.2 和 6.3。

6.1.10 监检工作见证和监检记录

监检机构根据监检工作的需要, 制定有关监检工作见证和监检记录的要求。

(1) 监检工作见证, 包括监检记录监检完成后的质量计划, 以及监检人员签字(章)确认的制造单位提供的相应检验、试验报告;

(2) 监检记录, 应当能够表明监检过程的实施情况, 记录监检工作中的审查、检查情况以及发现问题的项目、内容, 并且具有可追溯性。

监检工作见证或者监检记录, 应当注明监检方式。

批量制造以及其他采取抽查方式的, 应当按照本规程以及相关标准的规定进行抽查, 并且记录抽查的瓶号。

6.1.11 监检机构存档资料

监检工作结束后, 监检机构应当及时出具监检证书, 并且将监检证书(电子版)输入气瓶制造信息平台, 同时应当将相关监检资料(含视频资料)存档, 保存期限不少于 7 年。

监检存档资料至少包括以下内容:

- (1) 监检证书;
- (2) 监检完成后的监检记录以及监检人员签字(章)确认的有关监检工作见证, 至少包括力学性能检验报告、水压爆破试验报告;
- (3) 气瓶批量质量证明书(含产品数据表);
- (4) 《监检联络单》和《监检意见书》;
- (5) 监检机构质量管理体系文件中规定存档的其他资料。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

6.2 气瓶制造监检

6.2.1 监检依据

制造监检依据本规程以及相关产品标准进行。

6.2.2 监检内容和要求

6.2.2.1 技术文件和资质审查(C类)

技术文件和资质审查, 包括制造单位资质和人员资格审查, 气瓶设计文件、工艺文件和产品质量计划审查等。

6.2.2.1.1 单位资质和人员资格审查

(1) 审查《特种设备行政许可受理决定书》或者《特种设备制造许可证》是否符合要求;

(2) 审查无损检测、焊接作业人员等人员资格是否符合要求。

6.2.2.1.2 设计文件和型式试验报告核查

(1) 核查气瓶设计文件是否齐全, 设计总图等图样上是否有设计鉴定印章, 设计总图上注明的无损检测要求、热处理要求、耐压试验和气密性试验等是否符合本规程的规定;

(2) 核查《气瓶设计文件鉴定报告》是否有效并能够覆盖所监检的产品;

(3) 核查设计变更是否经设计文件鉴定单位审核确认并且符合相关规定;

(4) 核查气瓶设计采用的安全技术规范、相关标准及其比对结论是否满足本规程的基本安全要求;

(5) 核查气瓶型式试验报告是否真实、有效。

6.2.2.1.3 工艺文件审查

(1) 审查焊接、热处理、收口、收底等工艺文件的批准程序是否符合质量保证体系的要求;

(2) 审查焊接工艺规程与其依据的焊接工艺评定的符合性;

(3) 审查无损检测工艺(通用、专用)规程是否齐全。

6.2.2.1.4 质量计划审查

(1) 审查产品质量计划的审批是否符合质量保证体系的要求;

(2) 审查材料验收、制造过程质量控制项目和要求、检验与试验项目和要求、无损检测、热处理、外观与几何尺寸检验、耐压试验和气密性试验等是否符合本规程要求;

(3) 审查质量计划是否覆盖了本规程规定的监检项目。

完成质量计划审查后, 监检人员根据本规程的规定, 在质量计划中明确监检项目和类别。

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

6.2.2.2 材料、零部件审查

6.2.2.2.1 瓶体材料(C/B类)

(1) 审查气瓶瓶体原材料质量证明书原件或者复印件的有效性;

(2) 材料有复验要求的, 审查气瓶瓶体原材料复验报告等与本规程以及相关标准的符合性和正确性, 在相应的复验报告上签字确认; 对复验报告有异议时, 监检人员应当要求进行验证;

(3) 车用压缩天然气钢瓶或者纤维缠绕气瓶钢内胆, 还应当审查瓶体材料检验报告中实际硫、磷等化学成分含量和热处理后的实际抗拉强度, 是否超出硫化氢应力腐蚀试验报告中试样材料的硫、磷含量以及抗拉强度控制范围;

(4) 审查气瓶材料无损检测报告是否齐全(有材料无损检测要求时);

(5) 使用境外材料以及新材料时, 审查是否按照本规程的规定进行技术评审, 相应的工艺试验和工艺评定是否满足本规程以及相关标准的要求。

6.2.2.2.2 材料标志(C类)

(1) 检查瓶体材料标志是否具有可追溯性;

(2) 审查材料发放记录、材料标志移植记录以及现场材料标志移植是否符合要求。

6.2.2.2.3 气瓶阀门、爆破片(C类)

审查气瓶阀门(包括安全阀)、爆破片的产品质量证明资料是否符合要求。审查其制造单位是否有相应的制造许可证, 气瓶瓶阀是否具有相应型式试验报告和证书。

6.2.2.3 焊接(限焊接结构气瓶)

(1) 审查焊接工艺评定报告与本规程以及相关标准的符合性和正确性, 在焊接工艺评定报告上签字确认(A类);

(2) 抽查施焊记录, 审查是否符合本规程、相关标准和质量保证体系的要求; 每批气瓶抽查比例不小于 3%(B类), 并且不少于 2 只;

(3) 焊接绝热气瓶, 还应当检查产品焊接试板的材料、规格以及焊接记录、产品批号, 审查产品焊接试板力学性能试验报告是否符合要求(B类)。

6.2.2.4 无损检测记录和报告审查(B类)

(1) 审查无损检测记录和报告是否齐全、结论是否符合要求、责任人员签字手续是否齐全等, 并且在无损检测报告上签字确认;

(2) 对于焊接结构气瓶, 审查射线检测底片(或数字化底片)的质量和评片的结果是否符合本规程以及相关标准的要求; 每批产品抽查 X 射线底片或者数字图像比例不少于 10%, 并且不少于 2 只;

(3) 采用 X 射线数字成像检测时, 应当确认成像设备以及图像的分辨率、灰度、

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

畸变率、几何放大倍数等参数是否符合本规程的要求;

(4) 采用在线自动超声(UT)或者磁粉(MT)检测时, 应当现场抽查检测设备与相关标准的符合性。

6.2.2.5 热加工和热处理审查(B类)

(1) 审查热加工和热处理工艺评定报告的符合性和正确性, 并且在热加工和热处理工艺评定报告上签字确认;

(2) 核查热处理设备自动记录装置的工作状态, 温度记录仪表是否符合计量检定要求, 审查热处理报告以及热处理温度、时间自动记录是否符合本规程以及相关标准、热处理工艺文件的要求, 并且在热处理报告、热处理温度、时间自动记录上签字确认。

6.2.2.6 气瓶性能试验审查

6.2.2.6.1 无缝气瓶

(1) 抽取批量检验项目的力学性能和水压爆破试验用样瓶, 记录样瓶编号(A类);

(2) 按照相关标准的规定, 抽取压扁试验用样瓶, 记录样瓶编号(A类);

(3) 审查拉伸、弯曲、压扁试验过程, 并且在相应的试验报告上签字确认(B类);

(4) 审查金相组织检验报告, 并且在金相组织检验报告上签字确认, 对检验报告有怀疑时, 应当核查金相组织照片(C类);

(5) 现场监督样瓶爆破试验过程, 审查试验数据、记录和报告, 并且在试验报告上签字确认(A类)。

6.2.2.6.2 焊接气瓶

(1) 抽取批量检验项目的力学性能和水压爆破试验用样瓶(产品公称容积小于或者等于 150L 时), 并且记录样瓶编号(A类);

(2) 确认产品焊接试板的材料、规格以及施焊记录、产品批号(产品公称容积大于 150L 时)(B类);

(3) 现场监督拉伸、弯曲、冲击等试验过程, 并且在相应的试验报告上签字确认(A类);

(4) 现场监督样瓶爆破试验, 审查试验数据、记录和报告, 并且在试验报告上签字确认(A类)。

6.2.2.6.3 纤维缠绕气瓶

(1) 审查气瓶内胆力学性能试验报告(C类);

(2) 抽取疲劳和爆破试验用样瓶, 并且记录样瓶编号(A类);

(3) 现场监督样瓶爆破试验, 审查试验数据、记录和报告, 并且在试验报告上签

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

字确认(A类);

(4) 审查样瓶疲劳试验数据、记录和报告, 并且在试验报告上签字确认(B类)。

6.2.2.6.4 焊接绝热气瓶

(1) 审查真空检漏试验报告(C类);

(2) 审查静态蒸发率试验报告, 在相应的报告上签字确认(B类)。

6.2.2.6.5 溶解乙炔气瓶

(1) 审查多孔填料(以下简称填料)主要原料的种类、产地、规格(C类);

(2) 审查填料原材料理化检验复验报告(C类);

(3) 现场抽取填料批量检验样瓶, 并且记录批量检验样瓶瓶号(A类);

(4) 现场监督批量检验样瓶的填料孔隙率测定、肩部轴向间隙检验, 在相应的检验报告上签字确认(A类);

(5) 审查乙炔瓶填料肩部轴向间隙逐只检验记录和报告, 并且在相应的检验报告上签字确认(B类)。

6.2.2.6.6 工业用非重复充装焊接钢瓶

(1) 现场抽取压扁试验样瓶, 并且记录样瓶瓶号(A类);

(2) 审查压扁试验报告, 在相应的试验报告上签字确认(B类);

(3) 现场监督水压爆破试验(包括爆破片试验), 审查试验数据、记录和报告, 并且在水压爆破试验报告上签字确认(A类)。

6.2.2.6.7 长管拖车、管束式集装箱气瓶

(1) 实物检查气瓶试验环, 确认气瓶试验环与气瓶瓶体为同一炉罐号材料, 确认气瓶试验环热处理工艺与气瓶热处理工艺相同(A类);

(2) 审查力学性能和压扁试验报告, 并且在相应的报告上签字确认(B类);

(3) 审查金相组织分析报告, 对报告有怀疑时, 应当核查金相组织照片(C类)。

6.2.2.7 水压(气压)试验(A类)

现场见证水压(气压)试验过程, 核查水压(气压)试验自动记录装置对气瓶试验情况的记录, 对相应的水压(气压)试验报告进行确认并签字。

监检机构可以采用对水压(气压)试验现场进行视频监控, 并且确认受检单位上传试验记录的方式, 实施现场见证。

6.2.2.8 气密性试验(C/B类)

审查气密性试验记录和报告, 并且在相应的试验报告上签字确认。

6.2.2.9 气瓶附件和可拆卸气瓶附件

(1) 审查安全阀、爆破片或者易熔合金塞以及其他可拆卸气瓶附件的有关装配记录, 检查选用是否与设计文件相符(C类);

(2) 溶解乙炔气瓶, 应当审查易熔合金塞检验报告是否完整(C类);

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

TSG 23—2021

特种设备安全技术规范

(3)工业用非重复充装焊接钢瓶,应当审查瓶阀是否为非重复充装结构,以及瓶阀与瓶体是否采用焊接形式(B类)。

6.2.2.10 出厂检验(B类)

(1)审查出厂气瓶批量检验质量证明书,并且在批量检验质量证明书上签字确认;

(2)抽查瓶体外观、标志内容、气瓶颜色和色环(必要时),确认在气瓶的规定部位是否打上或者标注“TS”监检标志;检查核实气瓶制造信息平台公示内容,并且上传监督检验证书。

6.3 气瓶阀门和气瓶爆破片制造监检

气瓶阀门和气瓶爆破片制造监检,由市场监管部门核准的型式试验机构承担,以每年度到制造单位现场抽样进行试验检验,对制造单位质量保证体系实施情况进行评价并出具评价报告的方式实施。

制造单位每年第一季度向型式试验机构约请制造监检。监检时,型式试验机构应当按照型式试验的要求,对产品进行抽样和全部项目的试验。受检样品应当从气瓶阀门和气瓶爆破片制造单位现场正在生产的产品中抽取。质量保证体系评价报告应当报送许可发证机关。检验报告应当在型式试验机构网站上公示。

6.4 车用气瓶安装监检

6.4.1 安装方案及资料审查(C类)

受检单位在车用气瓶安装前将安装方案以及资料提交监检机构进行审查。审查至少包括以下内容:

- (1)受检单位安装方案的批准手续是否符合质量保证体系要求;
- (2)安装图样以及变更是否符合相关标准和安装单位质量保证体系文件等的规定。

6.4.2 安装现场条件与质量保证体系实施的检查(B类)

监检机构应当对受检单位的安装现场条件与质量保证体系实施进行检查。检查至少包括以下内容:

- (1)是否配置了必要的工装及设备;
- (2)是否能够在安装过程中有效实施质量保证体系,相关责任人员的设置是否符合要求。

6.4.3 安装过程监检

监检至少包括以下内容:

- (1)安装的气瓶及其安全附件是否符合本规程以及相关标准的要求(B类);
- (2)气瓶安装过程中涉及的材料、外观与几何尺寸等是否符合本规程以及相关标准的要求(B类);

(此规范连载 3 期, 本次第一期)

(3) 可以以视频方式进行现场见证, 气瓶泄漏试验是否符合本规程以及相关标准的要求(A类)。

6.4.4 安装竣工资料审查与出具监检证书(C类)

安装完成后, 监检人员对安装竣工技术资料审查合格后, 出具监检证书。

6.5 进口气瓶的监检

进口气瓶的监检, 按照本规程附件 E 的规定执行。

6.6 制造单位质量保证体系实施状况评价

6.6.1 基本要求

监检机构应当根据以下要求对制造单位的质量保证体系实施状况进行评价:

(1) 进行制造监检时, 对制造单位的质量保证体系实施状况每年至少进行一次评价, 评价内容和要求见本规程 6.6.2 至 6.6.5 的规定;

(2) 评价后及时出具评价报告, 评价报告应当报送制造单位所在地的市场监管部门, 同时报送许可发证机关; 评价报告中对本规程 6.6.2、6.6.4 规定的不符合情况应当详细说明, 并且提出处理建议。

6.6.2 制造单位资源条件的变化情况

监检机构检查制造单位的技术人员、质量保证体系责任人员、特种设备作业人员、检验与检测人员等技术力量以及生产用厂房、场地和制造设备等资源条件, 与制造许可条件进行对比并在评价报告中做出变化前后的比对表。

6.6.3 质量保证体系的保持和改进

检查质量保证体系文件的修订与安全技术规范、相关标准以及生产实际情况的符合性, 检查文件和记录控制、设计控制、材料(零、部件)控制、工艺控制、检验与试验控制、设备和检验检测仪器控制、不合格品(项)控制、质量改进、人员培训等与质量保证体系的符合性。

6.6.4 执行特种设备许可制度(有许可要求时)

检查特种设备许可制度的执行和制造许可证的使用管理情况, 以及与安全技术规范的符合性。

6.6.5 监检过程中发现的问题及其处理

检查《监检联络单》和《监检意见书》的处理与质量保证体系的符合性, 处理结果与本规程以及相关标准和设计文件规定的符合性。

PEM 制氢：最具发展前景的电解水制氢技术

——来源：现代化工

导读：目前水电解制氢所用质子交换膜多为全氟磺酸膜，制备工艺复杂，长期被美国和日本企业垄断，如科慕 Nafion™ 系列膜、陶氏 XUS-B204 膜、旭硝子 Flemion® 膜、旭化成 Aciplex®-S 膜等。其中科慕 Nafion™ 系列膜具有低电子阻抗、高质子传导性、良好的化学稳定性、机械稳定性、防气体渗透性等优点，是目前电解制氢选用最多的质子交换膜。

自《巴黎协定》发布以来，全球能源体系正从化石燃料为主向高效、可再生的低碳能源体系转型。氢气来源广泛，热值高，清洁无碳，可储能、发电、发热，灵活高效，应用场景丰富，被认为是推动传统化石能源清洁高效利用和支撑可再生能源大规模发展的理想能源载体，备受各国青睐。

美国、日本、德国等发达国家高度重视氢能产业发展，已将氢能上升到国家能源战略高度，并推出相应的氢能发展规划和支持政策。根据国际氢能委员会《Hydrogen Scaling Up》报告，工业、交通、建筑供暖供电是氢能应用的重点领域，预测 2050 年氢能约占全球能源需求的 18%。

中国将氢能作为战略能源技术，给予持续的政策支持，推动产业化进程。在政策、资金等多因素叠加催化下，近几年国内加氢

站等基础设施、产业链关键技术与装备得到发展，形成长三角、珠三角、京津冀等氢能产业热点区域。

《中国氢能源及燃料电池产业白皮书（2019）》预测 2035 年氢能占国内终端能源总量 5.9%，加氢站数量 1500 座，燃料电池车保有量 130 万辆。国内外油气公司，如壳牌、中石化等，将氢能作为企业转型的重要选择，正积极投资布局氢能产业。

1. 氢气来源

国际氢能委员会预测 2030 年全球氢气需求总量约为 14 EJ（艾焦），炼油化工、合成氨等行业的氢气需求量最大。现有制氢工业体系已非常成熟，全球超过 95% 的氢气采用化石燃料生产，蒸汽-甲烷重整是最主要的制氢方式，占比约 48%，其次是石油、煤炭气化制氢，另外大约有 4% 的氢气通过水电解获得。

中国是目前世界上最大的制氢国，现有工业制氢产能约 2500 万 t/a，其中煤制氢产能约 1000 万 t/a，占比最大，其次是工业副产氢约 800 万 t/a。化石能源重整制氢技术成熟、规模大、成本低，但 CO₂ 排放量大。而近几年的国际氢能发展热潮，与利用氢能降低碳排放、进一步发展可再生能源的愿景密切相关，显然化石燃料制氢不能达到预期目

标。氢气作为能源载体，将在全球能源转型中与电力互为补充。水电解制氢被认为是未来制氢的发展方向，特别是利用可再生能源电解水制氢，具备将大量可再生能源电力转移到难以深度脱碳工业部门的潜力，成为各国瞄准的方向和攻关重点。

表1 煤制氢和天然气制氢的二氧化碳排放对比

制氢方式	CO ₂ 排放量/ (H ₂)
煤气化制氢	20~25
天然气制氢	7~10

2. 水电解制氢

水电解制氢是指水分子在直流电作用下被解离生成氧气和氢气，分别从电解槽阳极和阴极析出。根据电解槽隔膜材料的不同，通常将水电解制氢分为碱性水电解（AE）、质子交换膜（PEM）水电解以及高温固体氧化物水电解（SOEC）。

2.1 碱性水电解制氢

碱性水电解制氢电解槽隔膜主要由石棉组成，起分离气体的作用。阴极、阳极主要由金属合金组成，如 Ni-Mo 合金等，分解水产生氢气和氧气。工业上碱性水电解槽的电解液通常采用 KOH 溶液，质量分数 20%~30%，电解槽操作温度 70~80℃，工作电流密度约 0.25A/cm²，产生气体压力 0.1~3.0MPa，总体效率 62%~82%。碱性水电解制氢技术成熟，投资、运行成本低，但存在碱液流失、腐蚀、能耗高等问题。水电解槽制氢设备开发是国内外碱性水电解

制氢研究热点。

2.2 PEM 水电解制氢

区别于碱性水电解制氢，PEM（质子交换膜）水电解制氢选用具有良好化学稳定性、质子传导性、气体分离性的全氟磺酸质子交换膜作为固体电解质替代石棉膜，能有效阻止电子传递，提高电解槽安全性。PEM 水电解槽主要部件由内到外依次是质子交换膜、阴阳极催化层、阴阳极气体扩散层、阴阳极端板等。其中扩散层、催化层与质子交换膜组成膜电极，是整个水电解槽物料传输以及电化学反应

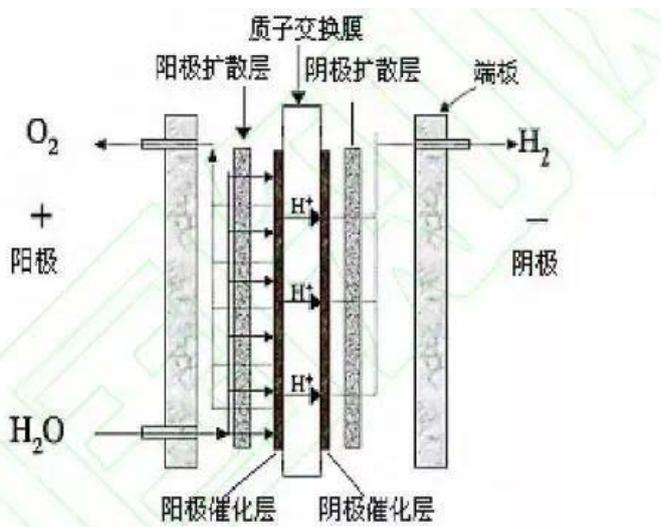


图1 PEM 水电解槽结构

应的主场所，膜电极特性与结构直接影响 PEM 水电解槽的性能和寿命。

与 AE 制氢相比，PEM 水电解制氢具有以下优点：

- 1) 电流密度更高 (>1A/cm²)
- 2) 效率更高 (74%~87%)

- 3) 氢气体积分数更高 (>99.99%)
- 4) 产气压力更高 (3~4 MPa)
- 5) 动态响应速度更快, 能适应可再生能源发电的波动性。

因此, 它被认为是极具发展前景的水电解制氢技术。目前 PEM 水电解制氢技术已在加氢站现场制氢、风电等可再生能源电解水制氢、储能等领域得到示范应用并逐步推广。过去 5 年电解槽成本已下降了 40%, 但是投资和运行成本高仍然是 PEM 水电解制氢亟待解决的主要问题, 这与目前析氧、析氢电催化剂只能选用贵金属材料密切相关。为此降低催化剂与电解槽的材料成本, 特别是阴、阳极电催化剂的贵金属载量, 提高电解槽的

SOEC 电解槽电极采用非贵金属催化剂, 阴极材料选用多孔金属陶瓷 Ni/YSZ, 阳极材料选用钙钛矿氧化物, 电解质采用 YSZ 氧离子导体, 全陶瓷材料结构避免了材料腐蚀问题。高温高湿的工作环境使电解槽选择稳定性高、持久性好、耐衰减的材料受到限制, 也制约 SOEC 制氢技术应用场景的选择与大规模推广。

目前 SOEC 制氢技术仍处于实验阶段。国内中国科学院大连化学物理研究所、清华大学、中国科技大学开展了探索研究。国外 SOEC 技术研究集中在美国、日本和欧盟, 主要机构包括三菱重工、东芝、京瓷、爱达荷国家实验室、Bloom Energy、托普索等, 研究聚

表2 碱性水电解制氢和PEM水电解制氢技术对比

技术经济指标	碱性水电解		PEM 水电解	
	现在状态	未来目标	现在状态	未来目标
电流密度/(A·cm ⁻²)	0.2~0.4	<0.8	1~2	1.5~3
压力/MPa	<3	6	<3	10
系统效率/%	62~82	67~87	74~87	82~93
H ₂ 电耗/(kWh·m ⁻³)	4.5~6.5	4.3~5.7	4.5~5.5	4.1~4.8
电解系统额定功率/MW	150	—	10~20	100
单堆产氢量/(m ³ ·h ⁻¹)	760~1000	1500	30	250
堆寿命/h	90000	90000	<50000	<60000
系统寿命/a	20~30	30	10~20	20~30
氢气纯度/%	99.90	—	>99.99	—
动态响应速度/s	<60	—	数秒	—
投资/(美元·kW ⁻¹)	850~1500	800	2000~3000	800~1300

效率和寿命, 是 PEM 水电解制氢技术发展的研究重点。

2.3 高温固体氧化物水电解制氢

不同于碱性水电解和 PEM 水电解, 高温固体氧化物水电解制氢采用固体氧化物为电解质材料, 工作温度 800~1 000℃, 制氢过程电化学性能显著提升, 效率更高。

焦在电解池电极、电解质、连接体等关键材料与部件以及电堆结构设计及集成。

3. PEM 水电解制氢技术研究与应用进展

3.1 PEM 材料研究作为水电解槽膜电极的核心部件, 质子交换膜不仅传导质子, 隔离氢气和氧气,

而且还为催化剂提供支撑, 其性能的好坏直接决定水电解槽的性能和使用寿命。

目前水电解制氢所用质子交换膜多为全氟磺酸膜, 制备工艺复杂, 长期被美国和日本企业垄断, 如科慕 Nafion™系列膜、陶氏 XUS-B204 膜、旭硝子 Flemion®膜、旭化成

Aciplex®-S 膜等。其中科慕 Nafion™系列膜具有低电子阻抗、高质子传导性、良好的化

3.2 电催化剂研究

膜电极中析氢、析氧电催化剂对整个水

表 3 国内外主要质子交换膜产品性能指标

厂家	膜型号	厚度/ μm	每摩尔磷酸盐基团的聚合物干重E:W值($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	特点
科慕	Nafion™系列膜	25-250	1100-1200	全氟型磺酸膜,市场占有率最高,高湿度下导电率高,低温下电流密度大,质子传导电阻小,化学稳定性强,机械强度高
陶氏	XUS-B204膜	125	800	含氟侧链短,难合成,价格高
戈尔	GORE-SELECT®复合膜	—	—	基于膨体聚四氟乙烯的专有增强膜技术形成的改性全氟型磺酸膜,具有超薄、耐用、高功率密度的特性,适用燃料电池
旭硝子	Flemion®系列膜	50-120	1000	支链较长,性能接近Nafion膜
旭化成	Aciplex®-S膜	25-1000	1000-1200	支链较长,性能接近Nafion膜
东岳集团	DF988/DF2801	50-150	800-1200	短链全氟磺酸膜,适用水电解制氢、燃料电池

电解制氢反应十分重要。理想电催化剂应具有抗腐蚀性、良好的比表面积、气孔率、催化活性、电子导电性、电化学稳定性以及成本低廉、环境友好等

学稳定性、机械稳定性、防气体渗透性等优点,是目前电解制氢选用最多的质子交换膜。

特征。阴极析氢电催化剂处于强酸性工作环境,易发生腐蚀、团聚、流失等问题,为保证电解槽性能和寿命,析氢催化剂材料选择耐腐蚀的 Pt、Pd 贵金属及其合金为主。

长期被国外少数厂家垄断,质子交换膜价格高达几百~几千美元/ m^2 。为降低膜成本,提高膜性能,国内外重点攻关改性全氟磺酸质子交换膜、有机/无机纳米复合质子交换膜和无氟质子交换膜。

现有商业化析氢催化剂 Pt 载量为 $0.4\sim 0.6\text{mg}/\text{cm}^2$, 贵金属材料成本高,阻碍 PEM 水电解制氢技术快速推广应用。为此降低贵金属 Pt、Pd 载量,开发适应酸性环境的非贵金属析氢催化剂成为研究热点。Cheng 等采用碳缺陷驱动自发沉积新方法,构建由缺陷石墨烯负载高分散、超小 ($<1\text{nm}$) 且稳定的 Pt-AC 析氢电催化剂,研究表明,阴极电催化剂的 Pt 载量有效降低,并且催化剂的质量比活性、Pt 原子利用效率和稳定性得到显著提高。另外过渡金属与 Pt 存在协同效应,将 Pt 与过渡金属进行复合,如 Pt-WC、Pt-Pd、CdS-Pt、Pt/Ni foams 等,研究表明复合材料可提高析氢催化剂性能。

全氟磺酸膜改性研究聚焦聚合物改性、膜表面刻蚀改性以及膜表面贵金属催化剂沉积 3 种途径。Ballard 公司开发出部分氟化磺酸型质子交换膜 BAM3G,热稳定性、化学稳定性、机械强度等指标性能与 Nafion™系列膜接近,但价格明显下降,有可能替代 Nafion™膜。通过引入无机组分制备有机/无机纳米复合质子交换膜,使其兼具有机膜柔韧性和无机膜良好热性能、化学稳定性和力学性能,成为近几年的研究热点。另外选用聚芳醚酮和聚砜等廉价材料制备无氟质子交换膜,也是质子交换膜的发展趋势。

相比阴极,阳极极化更突出,是影响 PEM

水电解制氢效率的重要因素。苛刻的强氧化性环境使得阳极析氧电催化剂只能选用抗氧化、耐腐蚀的 Ir、Ru 等少数贵金属或其氧化物作为催化剂材料，其中 RuO₂ 和 IrO₂ 对析氧反应催化活性最好。相比 RuO₂，IrO₂ 催化活性稍弱，但稳定性更好，且价格比 Pt 便宜，成为析氧催化剂的主要材料，通常电解槽 Ir 用量高于 2mg/cm²。

与析氢催化剂相似，开发在酸性、高析氧电位下耐腐蚀、高催化活性非金属材料，降低贵金属载量是研究重点。复合氧化物催化剂、合金类催化剂和载体支撑型催化剂是析氧催化剂的研究热点。基于 RuO₂ 掺入 Ir、Ta、Mo、Ce、Mn、Co 等元素形成二元及多元复合氧化物催化剂，可提高催化剂活性和稳定性。PtIr 和 PtRu 合金是应用较多的合金类析氧电催化剂，但高析氧电位和富氧环境使得合金类催化剂易被腐蚀溶解而失活。使用载体可减少贵金属用量，增加催化剂活性比表面积，提高催化剂机械强度和化学稳定性，已被研究载体材料

主要是稳定性良好的过渡金属氧化物，如 TiO₂、Ta₂O₅ 等材料，以及改性的过渡金属氧化物，如 Nb 掺杂的 TiO₂、Sb 掺杂的 SnO₂ 等，也成为研究应用的重点。

3.3 膜电极制备

除了降低催化剂贵金属载量，提高催化剂活性和稳定性外，膜电极制备工艺对降低电解系统成本，提高电解槽性能和寿命至关重要。根据催化层支撑体的不同，膜电极制备方法分为 CCS 法和 CCM 法。

CCS 法将催化剂活性组分直接涂覆在气体扩散层，而 CCM 法则将催化剂活性组分直接涂覆在质子交换膜两侧，这是 2 种制作工艺最大的区别。与 CCS 法相比，CCM 法催化剂利用率更高，大幅降低膜与催化层间的质子传递阻力，是膜电极制备的主流方法。

在 CCS 法和 CCM 法基础上，近年来新发展起来的电化学沉积法、超声喷涂法以及转印法成为研究热点并具备应用潜力。新制备方法从多方向、多角度改进膜电极结构，克服传统方法制备膜电极存在的催化层催化剂颗粒随机堆放，气体扩散层孔隙分布杂乱等结构缺陷，改善膜电极三相界面的传质能力，提高贵金属利用率，提升膜电极的电化学性能。

表 4 膜电极制备方法对比

制备方法	工艺描述	优点	缺点/改进方向
电化学沉积法 ^[25]	电场作用下分布均匀的贵金属催化剂颗粒沉积到膜电极核心三相反应区	催化层与 PEM 结合牢固，界面电阻低，电流密度高，贵金属载量低	催化剂沉积颗粒大小不一、粒径大；催化剂团聚、分布不均
超声喷涂法 ^[26]	利用超声浴震荡催化剂浆料，使其分散均匀，再用超声喷涂到 PEM 或气体扩散层	自动化操作，可大规模生产；喷涂可控，节省催化剂；贵金属负载量低；催化剂高度分散，团聚少，催化剂均匀分布在支撑体	能耗较高
转印法 ^[27]	转印基质上先涂覆催化剂浆料，烘干后再热压与 PEM 结合，实现催化层转移到支撑体，移除转印基质制成膜电极	贵金属载量低，避免 PEM “吸水”膨胀褶皱等问题	催化剂利用率低，开发涂覆时“亲和力”好，热压时易剥离的特定转印基质和浆料

3.4. PEM 水电解制氢应用进展

可再生能源加速发展使得大规模消纳可再生能源成为突出问题。Power-to-Gas (P2G) 将可再生能源发电转化为氢气，可提高电力系统灵活性，正成为可再生能源发展和应用的重要方向。PEM 水电解制氢技术具备快速启停优势，能匹配可再生能源发电的波动性，逐步成为 P2G 制氢主流技术。过去 10 年全球加速推进可再生能源 PEM 电解水制氢示范项目建设，示范项目数量和单体规模呈现逐年扩大的趋势。

目前 PEM 水电解制氢已迈入 10MW 级别示范应用阶段，100MW 级别的 PEM 电解槽正在

开发，NEL-Proton、SIEMENS、ITM Power 等公司在技术与装备制造方面处于领先。

美国、欧盟是全球发展 P2G 的重点地区，且制定了详细发展规划。2014 年欧盟提出 PEM 水电解制氢技术发展目标：第一步开发分布式 PEM 水电解系统用于大型加氢站，满足交通用氢需求；第二步生产 10、100、250 MW 的 PEM 电解槽，满足工业用氢需求；第三步开发满足大规模氢储能需求的 PEM 水电解制氢系统。

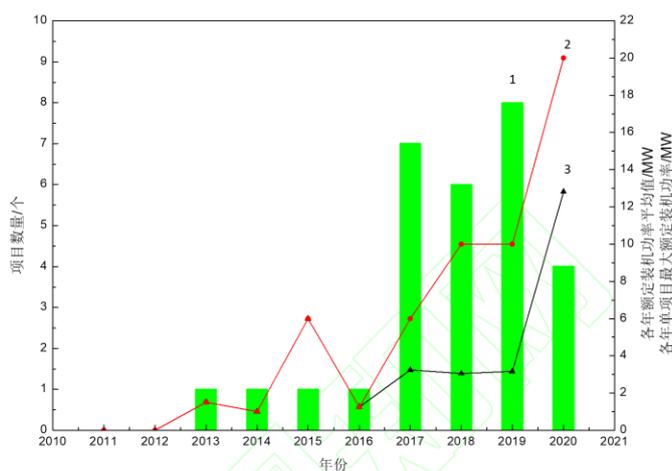
2015 年 SIEMENS、Linde Group 等公司在德国美因茨能源园区投资建设全球首套 MW 级风电 PEM 水电解制氢示范项目，氢气供应

当地加氢站、工业企业，富余氢气直接注入天然气管网。当可再生电力价格低于 3 欧分/kWh，项目启动 PEM 水电解制氢设备，反之上网发电。

炼油、化工、钢铁等碳密集型行业也是 PEM 水电解制氢的重要应用场景。2019 年 Shell 和 ITM Power 合作，在德国 Rheinland 炼油厂建设 10MW 可再生能源 PEM 水电解氢工厂，每年可为炼厂提供 1300t 绿氢。

海上风电更大

规模发展，走向深远海将是趋势，但实施中面临电网建设难度大、成本高的瓶颈。海上风



1—项目数量；2—各年单项目最大额定装机容量；3—各年额定装机容量平均值
图 2 2011—2020 年全球 MW 级 PEM 水电解制氢项目概况

表 5 主要商业化 PEM 水电解制氢设备

设备参数	NEL-Proton	SIEMENS	ITM Power
型号	M500	Silyzer 300	HGasXMW
电解槽额定功率/MW	—	17.5	10.07
氢气出口压强/MPa	3	可定制	2
氢气纯度(干气体)/%	99.9998	99.999	99.999
额定H ₂ 产量/(kg·d ⁻¹)	1070	2400-48000	4050
系统效率/%	—	>75	—
耗电量/(kWh·m ⁻³)	4.53	—	—
系统寿命/a	—	>20	—

电制氢将是实现深远海风资源经济有效开发的潜在路径。目前 Shell、SIEMENS、Ørsted、TenneT 等公司正推动欧盟海上风电制氢从概念设计走向示范应用，这将是未来 PEM 水电解制氢技术的又一重要应用领域。

国内中科院大连化学物理研究所、中船重工集团 718 研究所等单位开展 PEM 水电解制氢技术研究，目前尚处于研发阶段，与国外存在差距。近几年国内可再生能源快速发展，弃水、弃风和弃光问题突出，国家提出探索可再生能源富余电力转化为氢能等，加大对可再生能源电解水制氢技术研发与示范支持。在建的河北沽源 10 MW 风电制氢是国内最大的风电制氢示范项目，氢气产品将用于工业生产和加氢站。

4. 展望

PEM 水电解制氢已步入商业化早期，制约技术大规模发展的瓶颈在于膜电极选用被少数厂家垄断的质子交换膜，阴、阳极催化剂材料需采用贵金属以及电解能耗仍然偏高。解决上述难题是 PEM 水电解制氢技术进一步发展推广的关键。

为此发展新型水电解技术成为新趋势，基于融合碱性水电解和 PEM 水电解各自优势的研究思路，采用碱性固体电解质替代 PEM 的碱性固体阴离子交换膜（AEM）水电解制氢技术成为新方向。

相比 PEM 水电解，AEM 水电解选用固体聚合物阴离子交换膜作为隔膜材料，膜电极

催化剂、双极板材料可选性更宽广，未来突破阴离子交换膜和高活性非贵金属催化剂等关键材料有望显著降低电解槽制造成本。应用推广方面，当下电力系统中波动性可再生能源份额不断上升，未来几十年这一趋势仍将延续。

可再生能源制氢是唯一绿色低碳制氢方式，不仅能提高电网灵活性，而且可远距离运输和分配可再生能源，支持可再生能源更大规模的发展。作为媒介氢气促进可再生能源时空再分布，助力电力系统与难以深度脱碳的工业、建筑和交通运输部门建立起产业联系，不断丰富氢气的应用场景。这也为 PEM 水电解制氢技术带来巨大的发展空间。

北海液化天然气公司“11·2”较大着火事故调查报告

——来源：安全科学与应急管理研究

3月26日，广西应急管理厅公布《北海液化天然气有限责任公司“11·2”较大着火事故调查报告》。



一、事件回顾

2020年11月2日11时45分许，位于北海市铁山港(临海)工业区的中石化北海液化天然气

有限责任公司(以下简称北海LNG公司)在实施二期工程项目贫富液同时装车工程施工时发生着火事故，**事故造成7人死亡，2人重伤**，直接经济损失2029.30万元。

调查报告显示：经调查认定，北海LNG公司“11·2”着火事故是一起在实施二期工程项目贫富液同时装车工程 LNG 储罐低压泵出口总管动火作业施工过程中发生的 LNG 喷出着火的较大生产安全责任事故。

二、事故原因分析

(一) 直接原因

事故直接原因是，在实施二期工程项目过程中，隔离阀门开启，低压外输汇管中的 LNG (液化天然气) 从切割开的管口

中喷出，LNG 雾化气团与空气的混合气体遇可能的点火能量产生燃烧。

(二) 间接原因

事故间接原因包括阀门隔离方式不当、仪表工程师未按规定执行仪表联锁审批程序和操作程序、动火施工作业条件确认不充分、安全风险意识与管控不到位、“小业主大承包”的劳动生产组织模式使安全生产管理责任落实不到位、承包商管理不到位等。

调查报告提到，2020年11月2日上午，仪表工程师赖某某未执行仪表联锁工作票后续的审签、确认签字等一系列流程，在没有其他仪表工程师的监护情况下，进入工程师站，独自进行操作。11时44分48秒，赖某某操作 SIS 系统对 0301-XV-2001 阀门进行强制关闭操作，随即 0301-XV-2001 阀门开启，LNG 开始喷射而出。11时45分00秒阀门全开。LNG 喷射出后约10秒，TK-02 储罐罐前平台起火。LNG 发生喷射着火时 TK-02 储罐罐前平台有梁某等8人，罐顶有田某1人。

调查报告称，该起事故中，中石化中原石油局天然气技服中心、北海LNG公司、中石化十建、河南鸿誉、四川益同、中石

化广州工程、青岛越洋存在违法违规和违章情况。其中，中石化中原石油局天然气技服中心违反仪表联锁保护系统管理规定，未按规定严格执行仪表联锁审批程序，仪表工程师赖某某在联锁作业票还未完成审批、没有监护人的情况下，进行联锁强制作业。

报告还提到，事故信息报送存在问题。事故发生后，北海 LNG 公司在受伤人员尚未全部搜救出来、失联人员尚未找到的情况下，分别于 11 月 2 日 15 时 32 分、17 时 13 分向国家管网集团上报“事故造成重伤 3 人、死亡 6 人”的信息。在事故救援初期阶段，指挥部没能及时掌握事故现场人员伤亡情况 15 时 27 分的续报信息的人员伤亡数据采用的是送医救治人员数等。信息报送工作不严谨、不规范，造成信息倒流。

三、对事故有关单位及责任人的处理建议

（一）司法机关采取强制措施的人员（1 人）

赖晓林，中石化中原石油局天然气技服中心员工，北海 LNG 公司检维修中心仪表操作员，涉嫌重大责任事故罪，被北海市人民检察院批准逮捕。

（二）有关责任人员

对于在事故调查过程中发现的有关部门及其责任人员履职方面的问题线索及相关材料，已由自治区纪委监委事故责任追究组收集。对有关责任单位、责任人

员的处理意见，由纪检监察机关提出。

（三）对相关企业的行政处罚建议（共 7 家）

1. 中石化中原石油局天然气技服中心。违反仪表联锁保护系统管理规定。未按规定严格执行仪表联锁审批程序，派驻北海 LNG 公司的仪表工程师赖晓林在联锁作业票还未完成审批、没有监护人的情况下，进行联锁强制作业，对事故发生负有主要责任，依据《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第二款之规定，建议由北海市应急管理局给予行政处罚。

2. 北海 LNG 公司。对高风险作业危害分析及安全风险辨识不足，在高风险作业前与施工方进行工艺流程及安全风险控制方案和措施等方面的交底不全面、不彻底；隐患排查治理不彻底，事发当日，现场施工组织协调混乱；对总承包商违法违规分包行为失察；对仪表操作人员安全教育、安全监管不到位，对事故发生负有主要责任，依据《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第二款之规定，建议由北海市应急管理局给予行政处罚。

3. 中石化十建。制定的施工技术方案对施工过程的风险辨识不全；没有明确施工现场人员的岗位职责及工作范围，没有明确火灾事故发生后的应急逃生路线等内容；现场施工管理混乱；违法违规分包施工作业，对事故发生负有责任，依据《中

《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第二款之规定，建议由北海市应急管理局依法给予行政处罚。

4. 河南鸿誉。违法违规承包安装工程，违章施工作业，对事故发生负有责任，依据《中华人民共和国安全生产法》第一百零九条第二款之规定，建议由北海市应急管理局依法给予行政处罚。

5. 四川益同。未能及时发现并纠正施工作业过程中存在的现场施工组织协调混乱、工序交接时间和界面不清、施工现场安全风险辨识不到位等问题隐患；对总承包商违规分包行为失察，建议由北海市应急管理局依法给予行政处罚。

6. 中石化广州工程。编制的施工方案对施工过程的风险辨识不全；没有明确施工现场人员的岗位职责及工作范围，没有明确火灾事故发生后的应急逃生路线等内容，建议由北海市应急管理局依法给予行政处罚。

7. 青岛越洋。对施工方案审查不严；未尽到现场监理责任，建议由北海市应急管理局依法给予行政处罚。

四、事故发生经过

2020 年 11 月 2 日上午，中石化十建安排作业人员进行 TK-02 储罐 DN300 富液装车分支管道甩头施工（即对 TK-02 储罐罐前二层平台 LNG 外输出管线动火施工作业，在原有 DN300 的低压泵出口总管上切

除一段长 500mm 的短节后增加一个三通管道）。

8 时左右，北海 LNG 公司计量化验中心化验员唐小华到达 TK-02 储罐罐前平台准备进行可燃气体采样作业。

8 时 15 分，北海 LNG 公司接收站人员和施工方人员陆续到达作业现场。北海 LNG 公司到达施工现场的人员有生产运行部副主任宋宗杰，接收站运行处工艺工程师梁持（当天工作安全分析组长），设备工程师杨俊杰、卢永飞，3 名消防队员舒登岳、周富强、张行壮负责监火。施工方人员有总承包项目副经理孙建军，管工陈海钦、郭宗岩，焊工陈帅杰、程振宇，普工谢永、陈阳，施工监护庞小丽，除孙建军为中石化十建人员外，其余均为安装分包单位河南鸿誉人员。还有四川益同安全监理吴贤文。梁持、杨俊杰确定可燃气体采样点，卢永飞协助唐小华进行采样。

9 时 30 分左右，北海 LNG 公司接收站运行处主任袁勇军、北海 LNG 公司安全总监陈学焰到达作业现场。孙建军检查完施工准备工作后离开现场。气体采样结果合格（LEL10%以下合格），LEL 为 9.36%，梁持在用火作业许可证上签字。

9 时 45 分左右，袁勇军、陈学焰依次在用火作业许可证上签字，随后两人离开现场去参加 10 时召开的例行调度会，在临行时交代再次进行吹扫，让可燃气体含

量更低并汇报。

10 时，接收站调度会召开，参加人员包括陈学焰、袁勇军、接收站运行处副主任宋朋远、接收站调度张书豪(当日主调)等人。

10 时许，宋宗杰因其他工作离开 TK-02 储罐返回办公区。11 时左右，气体采样合格数值为 LEL3.82%。

11 时 14 分，唐小华在现场填写采样分析结果、签字后离开。

庞小丽稍早一些先行离开。几分钟后，卢永飞也离开平台，下到地面时发现施工人员开始作业。作业管道第一道口切割 50%左右后，陈海钦叫陈帅杰、程振宇、谢永、陈阳先回去吃饭，4 人便一起离开。

11 时 20 分左右，宋宗杰返回作业平台，发现作业管道靠近罐体一侧已经切割完毕。

11 时许，调度会结束，袁勇军、宋朋远、张书豪等人分别回到办公室。

11 时 30 分左右，宋朋远收到梁持对讲机呼叫，询问强制关闭阀门的仪表联锁工作票办理执行情况。宋朋远随后拿仪表联锁工作票到调度室交给张书豪办理，便返回自己办公室。

11 时 37 分，张书豪电话联系接收站检维修中心仪表工程师崔强，要求崔强拿票交给检维修中心主任雷江开签字。

11 时 40 分，宋朋远电话催促崔强尽

快办理仪表联锁工作票，崔强当时正在吃饭，便交待旁边的赖晓林去调度室拿票。赖晓林到达调度室，从张书豪处拿到仪表联锁作业票，出门后在走廊遇到宋朋远。宋朋远催促赖晓林赶快办理。赖晓林未执行仪表联锁工作票后续的审签、确认签字等一系列流程，在没有其他仪表工程师的监护情况下，进入工程师站(宋朋远也一同进入)，独自进行操作。

大约 11 时 44 分，宋宗杰骑自行车离开现场。

11 时 44 分 48 秒(以下事件时间统一以罐区 SIS 系统时钟为基准)，赖晓林操作 SIS 系统对 0301-XV-2001 阀门进行强制关闭操作，随即 0301-XV-2001 阀门开启，LNG 开始喷射而出。11 时 45 分 00 秒阀门全开。

LNG 喷射出后约 10 秒，TK-02 储罐罐前平台起火。

11 时 51 分 59 秒，0301-XV-2001 阀门失电关闭(事后调查发现为阀门控制回路电缆正端对地短路，机柜内对应回路保险熔断导致失电)。TK-02 储罐罐前明火随阀门关闭熄灭。

LNG 发生喷射着火时 TK-02 储罐罐前平台有梁持、杨俊杰、陈海钦、郭宗岩、吴贤文、舒登岳、张行壮、周富强等 8 人，罐顶有田闻 1 人。