

广西应急管理协会文件

桂应协〔2025〕80号

广西应急管理协会 关于公开征求《露天液氧破岩施工技术 规程》等四项团体标准意见的通知

各有关单位及相关领域专家：

根据《广西应急管理协会关于拟制(修)订团体标准项目的公示》精神，由广西国方建设工程有限责任公司提出，广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、温州市大越工程机械有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、广西港航建筑工程有限公司、广西安协科学技术服务中心共同起草的团体标准《露天液氧破岩施工技术规范》（征求意见稿）等四项团体标准已完成。依据《团体标准管理规定》和《广西应急管理协会团体标准

管理办法》有关规定，现向社会公开征求意见。如有意见（建议），请填写征求意见表，并于 2025 年 11 月 10 日前将书面意见以电子邮件形式反馈至广西应急管理协会。

联系人：蓝湑湑

联系电话：0771-2293009 13878203178

地址：南宁市古城路 26 号 9 栋 B 座 202 号

邮箱：gxyjglxh@163.com

特此通知。

- 附件：1. 团体标准《露天液氧破岩施工技术规范》征求意见稿
2. 团体标准《露天液氧破岩施工技术规范》编制说明
3. 团体标准《露天液氧破岩施工技术规范》征求意见表
4. 团体标准《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》征求意见稿
5. 团体标准《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》编制说明
6. 团体标准《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》征求意见表
7. 团体标准《液氧破岩杜瓦罐操作规程》征求意见稿

8. 团体标准《液氧破岩杜瓦罐操作规程》编制说明
9. 团体标准《液氧破岩杜瓦罐操作规程》征求意见表
10. 团体标准《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》征求意见稿
11. 团体标准《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》编制说明
12. 团体标准《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》征求意见表



T/GXYX

团 体 标 准

T/GXYX XXXX—XXXX

露天液氧破岩施工技术规范

Technical code of practice for open-pit liquid oxygen rock-blasting
construction

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

广西应急管理协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 1

5 施工流程 1

6 施工要求 2

 6.1 技术交底 2

 6.2 钻孔 2

 6.3 验孔 2

 6.4 装管施工 2

 6.5 连网 3

 6.6 预警清场 3

 6.7 注氧 3

 6.8 断开注液管网 3

 6.9 点火起爆 3

 6.10 安全检查 3

 6.11 清渣 3

 6.12 检查验收 3

7 视频采集 4

附录 A（资料性） 露天液氧破岩钻孔参数 5

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西国方建设工程有限责任公司提出。

本文件由广西应急管理协会归口。

本文件起草单位：广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、温州市大越工程机械有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、广西港航建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：赵临生、刘美山、胡英国、毛奕飞、孔繁晓、刘婷、曾明艳、马福顺、黎卫超、马晨阳、何延凯、卢瀚清、王祥伟、陆斌、陈伟、马豪、陈倩倩、叶伊州、阮博、莫筱筱。

露天液氧破岩施工技术规程

1 范围

本文件确立了露天液氧破岩施工程序，规定了技术交底、钻孔、验孔、装管、连网、预警清场、注氧、断开注液管网、点火起爆、安全检查等阶段的操作指示。

本文件适用于露天中硬、岩层厚度大于1 m以上岩石的钻孔液氧破岩。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液氧破岩 liquid oxygen rock-blasting

利用氧气的助燃性，且可以由液态快速变成气态的特性，将液氧注入装填可燃生物物质的特制致裂器中，通过电点火装置引发爆燃，实现岩石破碎的工程技术。

3.2

液氧破岩致裂器 liquid oxygen rock rock-blasting and fracturing device

用于封装可燃生物质及液氧的能量发生器，通常为圆柱状容器，包括致裂器壳体、注液管、排气管、电点火单元等部分。

3.3

高压金属软管 high-pressure metal hose

用于连接杜瓦罐注液阀与液氧分流器（母管）的高压不锈钢金属软管。

3.4

液氧分流器（母管） header pipe

焊接有多个（通常10~30个）出口与少量进口（通常2~3个）两端封闭的一段金属管体，每个出口均安装有开关阀，出口对接注液管与致裂器相通，进口对接高压金属软管与杜瓦罐相连。

3.5

注液管 injection pipe

用于向致裂器中加注液氧的小直径圆管，管体要求具有低温性好、一定的强度、气密性好，通常采用铝、高密度聚乙烯、尼龙12等材料。

3.6

排气管 exhaust pipe

构成炮孔内致裂器与外界连通的小直径圆管，注液时排出致裂器中多余气体，防止致裂器压力过高。管体要求具有低温性好、一定的强度、气密性好，通常采用高密度聚乙烯、尼龙12等材料。

4 一般规定

4.1 露天液氧破岩作业单位应具有爆破作业单位资质。

4.2 液氧破岩作业人员应经过液氧操作相关安全技术培训并持有特种作业证，液氧破岩作业人员还应参加爆破作业人员培训并考核合格，同时具备爆破作业人员资格。

4.3 露天液氧破岩项目每个作业班组应至少配备爆破工程技术人员、爆破员、安全员、保管员各一人。

5 施工流程

露天液氧破岩施工流程如图1所示。

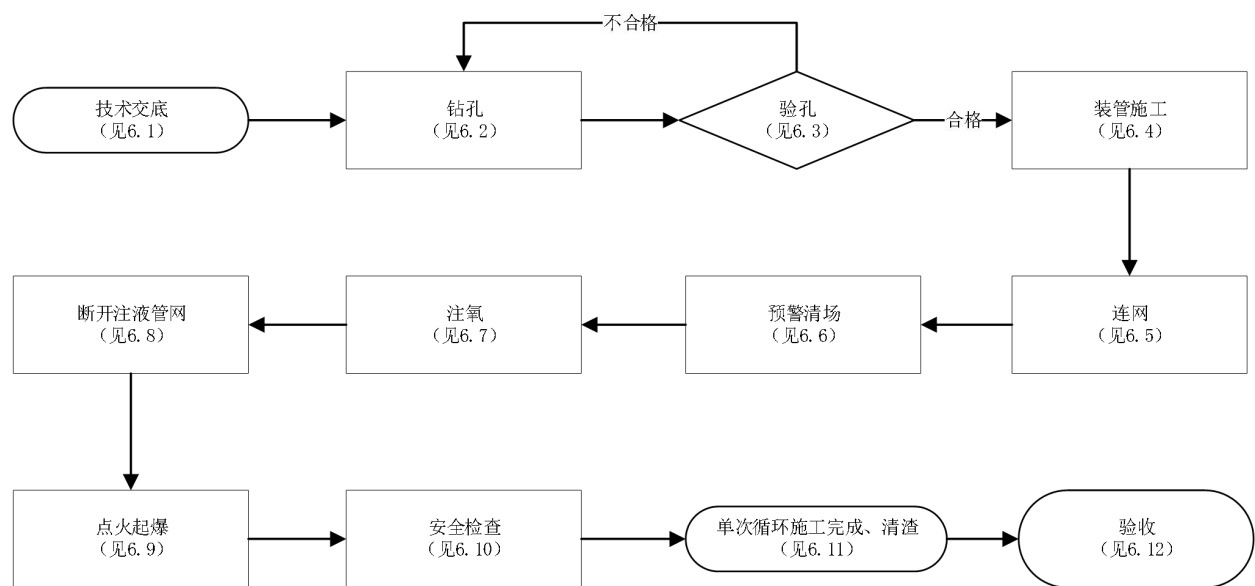


图 1 露天液氧破岩施工流程图

6 施工要求

6.1 技术交底

对钻孔工人、液氧破岩作业人员进行技术交底，将布孔原则，钻孔允许偏差等技术要求传达给所有施工人员。

6.2 钻孔

6.2.1 钻孔定位

应根据岩石强度、节理发育程度、自由面等确定钻孔参数，并依据工程实际情况、液氧破岩工作原理及实际施工要求，进行钻孔布置和定位。钻孔参数的设计宜参见附录A。

6.2.2 钻孔施工

钻孔施工时，应由经验丰富的钻工按照现场技术负责人的要求钻孔，钻孔时做好观察与记录，并将钻孔岩层的有关信息及时准确反馈给项目技术负责人。

6.3 验孔

由现场技术负责人验收，孔上下畅通可装入致裂管，孔底高程误差宜控制在30 cm范围内，并做好护孔工作，验收合格后进行下一步施工。

6.4 装管施工

6.4.1 设置警戒

6.4.1.1 在液氧破岩孔装施工范围外设置警戒。

6.4.1.2 施工各方应协助现场清场工作。

6.4.2 孔装致裂器

6.4.2.1 现场技术人员依据设计及现场成孔情况，将提前制作成型的液氧破岩致裂器对应分配到各具体炮孔。液氧作业人员按照分工两人一组协同将液氧致裂器装入孔内，使致裂器端部与孔底接触。

6.4.2.2 孔装致裂器作业时应注意保护注液管、排气管、点火导线，避免出现拉断、损伤、扭曲、打结，防止水体、杂物进入注液管、排气管内。

6.4.3 填塞

向孔内充填符合要求的堵塞材料，孔内填满压实。堵塞时不应损坏注液管、排气管、点火导线。

6.5 连网

6.5.1 连接注液管网

6.5.1.1 将液氧杜瓦罐、高压金属软管、液氧分流器（母管）、注液管及致裂器，通过大小三通、直通、固定螺母、密封环等型液氧破岩管网专用连通元器件，连通组网。

6.5.1.2 注液管网各连接部位应牢固，密封好，不漏气。

6.5.2 连接电点火线路

用铜芯线将各个炮孔致裂器电点火线串联后，用铜芯双股花线连接引入起爆站，交由爆破员检测完好后专人管护。

6.6 预警清场

6.6.1 现场技术负责人检查确认露天液氧破岩系统连接完好，电点火线路畅通正常之后，发出液氧破岩预警信号。

6.6.2 警戒人员应按照预先制定的方案到位警戒。液氧破岩安全警戒范围一般不宜小于 50 m（具体根据设计由项目技术负责人确定），山体破岩时应考虑滚石的影响，适当加大安全警戒范围。

6.7 注氧

6.7.1 液氧作业人员应穿戴好液氧破岩专用安全防护套装，按照液氧破岩安全作业规程，向液氧破岩致裂器内充装液氧。

6.7.2 向致裂管内充装液氧时，充装压力宜控制在 2.5 Mpa 以内。充装过程中要注意观察液氧破岩系统工作状态，如发现异常，应立即停止液氧充装作业。

6.8 断开注液管网

6.8.1 现场技术负责人根据液氧杜瓦罐液位计、压力表指示及各液氧破岩致裂器排气管工作状态，适时下达终止充装液氧指令。

6.8.2 液氧人员按照液氧破岩安全作业规程，闭锁并剪断注液管与液氧分流器（母管）的连接，收回液氧分流器（母管）。

6.9 点火起爆

现场技术负责人再次联络各警戒点确认安全后，下达点火命令。爆破员根据指令，按照规定程序完成点火。

6.10 安全检查

6.10.1 点火后至少 15 min，在确认粉尘完全消散情况后，由现场技术负责人、爆破员、安全员三人组进入现场安全检查，检查有无盲炮、危石、设备损坏、材料残留等，经现场检查无安全隐患后，现场技术负责人下达解除警戒命令。

6.10.2 发现有未起爆的致裂器后应立即报告、设立危险标志，并进一步采取切断电源和网络短路等安全措施，应至少等待 20 min，待致裂器中的液氧全部汽化排出后，现场技术负责人再发出警戒解除信号。

6.10.3 每次液氧破岩作业完成后，应收集散落在现场的残留管线。

6.11 清渣

液氧破岩施工完成一个分段后应及时清渣。

6.12 检查验收

6.12.1 施工质量检查应包括下列内容：

- 施工定位标志和水尺零点；
- 施工工艺和工序；
- 钻孔质量；
- 致裂管组装质量；
- 致裂管安装定位及堵塞质量；
- 注液管网连接质量；
- 电点火线路连接质量；
- 液氧充装前作业人员个人安全防护质量；
- 液氧充装时液氧注液系统工作质量；
- 起爆前的网路准确性、可靠性；
- 液氧破岩安全防护措施和安全质量。

6.12.2 露天液氧破岩及清渣质量检查与检验应符合设计要求和现行行业标准规定。

6.12.3 应检查测量资料, 确定岩石破碎边坡不陡于设计边坡。

6.12.4 采用全站仪等检查露天液氧破岩开挖基槽, 确保应每 5 m 测 1 个断面, 且不得少于 3 个断面, 每个断面每隔 1 m~2 m 应测 1 个点。

6.12.5 破岩及清渣的允许偏差、检验数量和方法应符合相关规定。

7 视频采集

7.1 采用移动式 4G、5G 图传设备或者能覆盖液氧破岩作业现场区域的固定式视频监控设备采集现场作业的视频。

7.2 采集的视频信息, 每天按时输入信息系统, 液氧破岩施工项目部应配置视频服务器保存至少 20 天的视频数据。

7.3 液氧破岩施工项目部的视频服务器应具有远程联网的功能, 满足单位领导(或当地政府管理部门、行业协会)远程调阅视频信息的需要。

附 录 A
(资料性)
露天液氧破岩钻孔参数

露天液氧破岩钻孔参数见表A. 1。

表 A. 1 露天液氧破岩钻孔参数

岩石坚硬程度	岩石抗压强度 MPa	代表性岩石	钻孔孔径 mm	孔距×排距 mm×mm
坚硬岩	$f_1 > 60$	未风化—微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、硅质石灰岩等	90	1 800×1 500
			115	2 200×2 000
较坚硬岩	$60 \geq f_1 > 30$	微风化的坚硬岩，未风化—微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等	90	2 000×1 700
			115	2 800×2 200
较软岩	$30 \geq f_1 > 15$	中风化—强风化的坚硬岩或较硬岩，未风化—微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等	90	2 500×2 000
			115	3 000×2 500
软岩	$15 \geq f_1 > 5$	强风化的坚硬岩或较硬岩，中风化—强风化的较软岩，未风化—微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等	90	3 000×2 000
			115	3 500×2 800

《露天液氧破岩施工技术规范》团体标准 (征求意见稿)编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源、主要工作过程

1.任务来源

根据《广西应急管理协会关于拟制(修)订团体标准项目的公示》(桂应协〔2025〕68号)文件精神,由广西国方建设工程有限责任公司提出,广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、温州市大越工程机械有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同起草的《露天液氧破岩施工技术规范》团体标准已获广西应急管理协会批准立项。

2.主要工作过程

(1) 成立编制工作组

2025年9月,成立标准编制工作组。成员由各参编单位相关负责人、专业技术人员组成。工作组按工作职责进行任务分工,制定工作进度计划,并开展前期的准备工作。工作组对收集的相关文献、标准等资料进行认真分析,在对比研究的基础上,初步确定了标准草案框架和标准要素。

(2) 标准申报立项与起草

2025年9月,标准编制工作组根据初步确定的框架和标准要素,草拟了标准的主要内容,形成标准草案,并按要求向广西应急管理协会批准立项进行标准立项申请。

(3) 研讨确定主体内容并形成征求意见稿

标准获批立项后，标准编制工作组组织召开了标准研讨会，参会人员根据标准全面性、科学性和可操作性原则，对标准草案大纲和编制说明进行研讨，并根据研讨意见修改完善标准形成标准征求意见稿。

（二）主要起草人

本文件由广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、温州市大越工程机械有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同起草。任务下达后，起草单位联合成立标准编制工作组，制定工作方案，明确任务分工，主要起草人及所负责工作见表 1。

表 1 主要起草人信息及负责工作

姓名	单位	职务/职称	主要负责工作
赵临生	广西国方建设工程有限责任公司	高级工程师	项目总指导
刘美山	长江水利委员会长江科学院	正高级工程师	指导总体标准框架构建并参与标准文本及编制说明的编写、审核
胡英国	长江水利委员会长江科学院	正高级工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制
毛奕飞	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制

孔繁晓	烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司	助理工程师	协助编写编制说明和组织相关人员进行标准宣贯培训
刘 婷	广西国方建设工程有限公司	工程师	协助编写编制说明和组织相关人员进行标准宣贯培训
曾明艳	广西国方建设工程有限公司	工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制
马福顺	广西国方建设工程有限公司	注册安全工程师	主要负责人，整体策划和编制、审核
黎卫超	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	负责标准总体编制、审核
马晨阳	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	参与项目调研、标准文本编制、审核
何延凯	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	参与项目调研、标准文本编制、审核
卢瀚清	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	参与项目调研、标准文件编制
王祥伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	参与项目调研、标准文件编制
陆 斌	广西港航建筑工程有限公司	工程师	负责标准框架构建、技术指导

陈 伟	广西港航建筑工程 有限公司	高级工程师	负责标准素材收集、材料 汇总和内容起草
马 豪	温州市大越工 程机械有限公 司	助理工程师	负责标准编写、资料整理
陈倩倩	温州市大越工 程机械有限公 司	助理工程师	负责标准编写、资料整理

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

1.规范性原则

标准的编写格式按 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》给出的规定进行编写。

2.一致性原则

结合不同施工单位关于露天液氧破岩施工的实际工作情况，分析了国内相关政策文件和标准的现状和特点，并在此基础上对已发布的相关标准、规章制度、露天液氧破岩施工文件等进行整理、归纳和分类，充分保证了标准内容与现行的国家和自治区相关法律法规、政策之间的一致性。

3.可操作性原则

标准的起草充分调研了露天液氧破岩施工工作的现状，结合并参考了相关规章制度、文书规范、课程方案及国内相关标准等资料，在研制过程中编制组多次召集相关部门工作

人员充分讨论了标准内容并严格把关，确保标准文本内容准确严谨，使标准具有良好的实用性和可操作性。

（二）主要内容

本标准在研制过程中主要以《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规为基本遵循，以 GB 6722《爆破安全规程》等相关行业规范为技术参照，并充分结合了各施工企业在矿山开采、道路建设、地基平整等露天工程中开展液氧破岩作业的实际经验与安全管理需求，旨在系统规范施工流程、强化风险防控、提升作业质量，推动行业安全绿色可持续发展。

本标准确立了确立了露天液氧破岩施工程序，规定了技术交底、钻孔、验孔、装管、连网、预警清场、注氧、断开注液管网、点火起爆、安全检查等阶段的操作指示。适用于露天中硬、岩层厚度大于 1 m 以上岩石的深孔爆破。主要技术内容如下：

1. 术语与定义

对母管、排气管、液氧破岩、致裂器、注液管等术语进行了定义。

2. 施工流程

确立了露天液氧破岩施工作业的程序。

3. 施工要求

规定了技术交底、钻孔、验孔、装管、连网、预警清场、注氧、断开注液管网、点火起爆、安全检查等阶段的操作指示。

4. 视频采集

规定了施工过程中视频采集要求与处理要求。

三、主要试验（或验证）情况分析

无。

四、产业化情况

液氧破岩作业属于新兴的绿色工程破岩技术，不涉及民爆物品和易制爆危险化学品，该技术利用液氧受热瞬间汽化的特性，利用液氧相变产生的巨大压力来破碎岩石，近年来，在工程破岩领域开始崭露头角，取得了一定的社会效益及经济效益，目前并没有针对液氧膨胀破岩技术操作的相关国家标准和行业标准。由于缺乏应有的规范，制约了技术的技术进步和产业的健康发展，本标准项目的首要目的是为液氧破岩作业提供明确的标准和规范。通过详细阐述作业流程、操作要求等方面的内容，规范确保了所有参与作业的人员都能够遵循统一的标准，减少操作差异，提高作业的一致性和可预测性。有利于本行业液氧破岩技术的进步和发展，还能为提高我国岩石破碎行业的生产效率和国际市场竞争力提供有力的支持。

五、采用国际标准和国外先进标准情况

无。

六、与相关国家标准、行业标准及其他标准，特别是强制性标准的协调性

在标准的制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律法规，严格执行国家标准和行业标准。与相关的各种基础

标准相衔接，遵循了政策性和协调统一性的原则。标准的名称、内容及指标与现行的国家标准、行业标准之间不存在包含、重复、交叉问题。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

标准在编制过程中无重大意见分歧。

八、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布实施后，标准宣贯工作小组将成立标准宣贯工作组，制定标准宣贯实施培训计划，通过学习交流会、座谈会、培训班等形式对相关方开展标准宣贯培训，解读标准主要技术内容，推动标准实施落地。同时，在标准实施一段时间后，开展标准实施信息反馈收集和标准实施效果评估等工作，根据标准实施信息反馈和标准实施效果评估情况，及时组织标准复审修订。

九、其他应予说明的事项

无。

《露天液氧破岩施工技术规程》编制工作组

2025 年 10 月

《露天液氧破岩施工技术规范》团体标准
(征求意见稿) 征求意见表

意见提出单位/专家 (单位盖章): 联系人: 联系电话:

序号	章、条编号	原稿内容 (概要)	修改意见	修改理由

注：1. 表格不够填写可加附页；
2. 若无意见也请反馈。

T/GXYX

团 体 标 准

T/GXYX XXXX—XXXX

水下液氧破礁(岩)施工技术规范

Technical code of practice for underwater liquid oxygen reef (rock)
blasting construction

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

广西应急管理协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 施工流程 1

6 施工要求 2

 6.1 施工准备 2

 6.2 定位 2

 6.3 钻孔 2

 6.4 验孔 2

 6.5 孔装施工 3

 6.6 连网 3

 6.7 预警清场 3

 6.8 注氧 3

 6.9 断开注液管网 3

 6.10 点火 4

 6.11 安全检查 4

 6.12 清渣 4

 6.13 验收 4

7 视频采集 5

附录 A（资料性） 水下液氧破礁（岩）钻孔参数 6

附录 B（资料性） 水下岩石破碎及清渣允许偏差、检验数量和方法 7

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西国方建设工程有限责任公司提出。

本文件由广西应急管理协会归口。

本文件起草单位：广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学研究院、广西港航建筑工程有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司。

本文件主要起草人：赵临生、胡英国、刘美山、何延凯、马福顺、卢瀚清、刘婷、马晨阳、曾明艳、王祥伟、陆斌、毛奕飞、孔繁晓、陈伟、黎卫超、马豪、陈倩倩、叶伊州、阮博、莫筱筱。

水下液氧破礁(岩)施工技术规程

1 范围

本文件确立了水下液氧破礁(岩)施工的程序,规定了施工准备、定位、钻孔、验孔、孔装施工、连网、预警清场、点火、安全检查、清渣、验收等阶段的操作指示。

本文件适用于水面以下20 m范围内、厚度15 m以下中硬礁(岩)石的钻孔液氧破礁(岩)施工作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JTS 257 水运工程质量检验标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水下液氧破礁(岩) underwater liquid oxygen reef(rock) blasting

利用氧气的助燃性,且可以由液态快速变成气态的特性,将液氧注入装填可燃物的特制致裂器中,通过电点火装置引发爆燃,实现水下礁石或岩石破碎的工程技术。

3.2

漂浮式液氧破礁(岩)作业平台 floating liquid oxygen reef (rock) breaking operation platform

一种为水下液氧破礁(岩)作业提供管线固定、管网联接的独立漂浮式小型作业平台。主要由浮体、框架、平台等构成。

3.3

液氧作业船 liquid oxygen operation ship

一种水下液氧破礁(岩)小型辅助船只,主要用于转运、安放液氧杜瓦罐。

4 一般要求

4.1 水下液氧破礁(岩)作业单位应具有爆破作业单位资质。

4.2 水下液氧破礁(岩)作业人员应经过液氧操作相关安全技术培训并持有特种作业证,液氧破礁(岩)作业人员还应参加爆破作业人员培训并考核合格,同时具备爆破作业人员资格。

4.3 水下液氧破礁(岩)项目每个作业班组应至少配备爆破工程技术人员、爆破员、安全员、保管员各一人。

5 施工流程

水下液氧破礁(岩)施工的流程如图1所示。

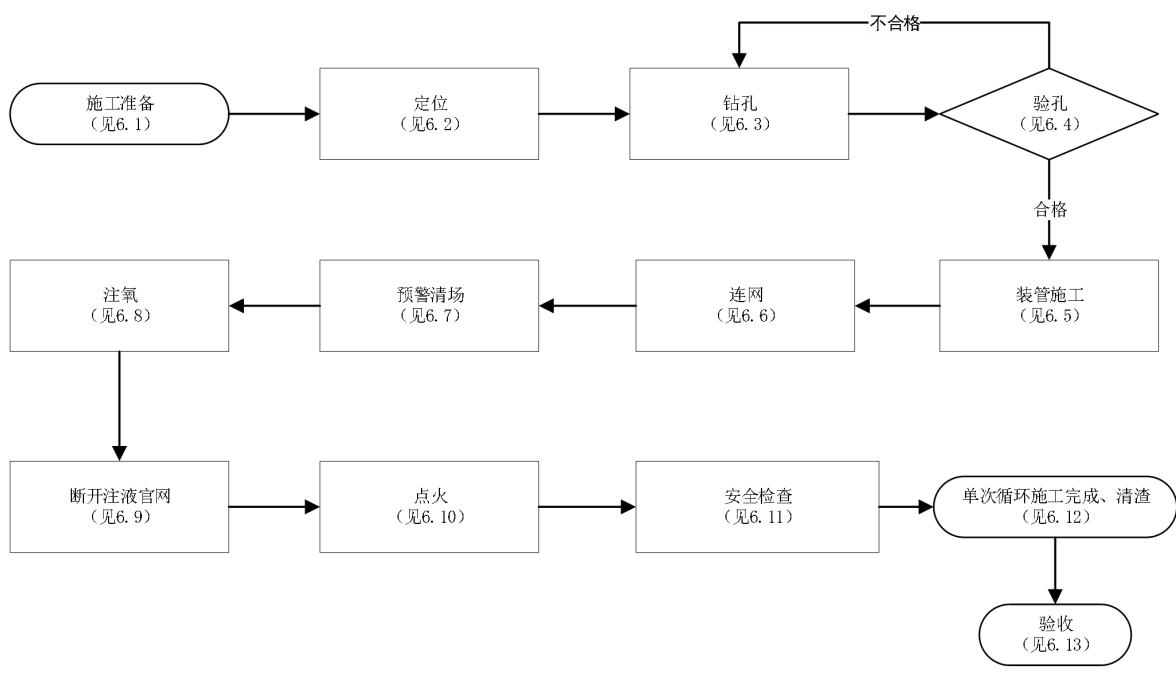


图 1 水下液氧破礁(岩)施工流程图

6 施工要求

6.1 施工准备

- 6.1.1 对即将进行施工区域清理覆盖层，采用抓斗船配合泥驳开挖后进行测量放线，确定钻孔作业的范围、深度。
- 6.1.2 将布孔原则，钻孔允许偏差等技术要求传达给所有施工人员。

6.2 定位

- 6.2.1 漂浮式钻爆船钻孔平台布置在船舷一侧，钻机采用固定式或沿导轨滑动，通过 GPS、北斗系统确定爆破区域坐标，结合船舶动态定位系统（DPS）保持稳定作业位置。
- 6.2.2 利用水下测深仪测量确认水下岩面高程，确定钻孔深度和适用致裂器型号。

6.3 钻孔

- 6.3.1 根据礁（岩）石强度、节理发育程度、自由面、周边环境、设备条件等确定钻孔参数，钻孔参数的设计参见附录 A。
- 6.3.2 根据地质、地形、周边环境等情况确定钻孔布置。
- 6.3.3 根据现场岩面高程、设计底高程和超深值确定钻孔深度。
- 6.3.4 采用高钻架“一管一钻法”，利用高钻架克服潮差对钻孔的影响，钻孔前先下套管，再下钻具钻孔（沿套管下放入底）。钻孔过程中将空压机产生的高压气体通过中空钻杆注入孔底，喷涌携带钻屑沿钻杆与套管孔壁间隙排出。钻孔至设计深度后，经反复多次提升和下落钻杆。水下炮孔装液氧致裂器前，应将孔内的泥沙、石屑清除到设计孔深。清除后应立即进行验孔装致裂器。钻孔与装致裂器采用循环作业。钻爆船移位时船体不应越过已装液氧致裂器的炮孔。

6.4 验孔

钻孔完成后现场技术负责人组织进行验孔，孔底高程误差控制在30 cm范围内。

6.5 孔装施工

6.5.1 制作液氧致裂器

6.5.1.1 水下液氧破礁致裂器壳体宜选用刚性、半刚性壳体，能抵抗水下一定深度内水体的压力且不易变形。

6.5.1.2 根据当天的施工计划和测量数据，由液氧致裂器加工班组提前一天制作好适配长度及数量的液氧致裂器，同时根据现场测量岩层厚度制作部分其他长度的液氧致裂器备用。

6.5.1.3 制作完成的液氧致裂器应具备较高的抗低温、抗压和气密性，确保在深水压力环境下不出现明显的变形、开裂、漏气、渗水等现象。

6.5.2 孔装致裂器

6.5.2.1 待钻孔验收合格后，由液氧作业人员将液氧致裂器沿套管缓慢地送入孔内，利用推送杆将液氧致裂器推装送至孔底，使致裂器端部与孔底接触。如无法顺利装入液氧致裂器，应设法取出液氧致裂器，重新进行洗孔、装填。

6.5.2.2 孔装致裂器作业时应注意保护排气管、注液管、点火导线、避免出现拉断、损伤、扭曲、打结，防止水体、杂物进入注液管、排气管内。

6.5.3 填塞

6.5.3.1 水下液氧破礁炮孔应堵塞，堵塞长度不宜小于 1 m。

6.5.3.2 液氧致裂器孔装完成后，将碎石与粗砂混合的填塞材料沿套管倒入孔内，孔内应填充密实。填塞时不应损坏注液管、排气管、点火导线。

6.6 连网

6.6.1 连接注液网路

液氧作业人员利用漂浮式液氧破礁（岩）作业平台将注液管、液氧分流器（母管）、高压金属软管，与液氧作业船上的液氧杜瓦罐组网连通。注液官网各连接部位应牢固、密封好。

6.6.2 连接电路

在漂浮式作业平台上将相邻炮孔致裂器的电点火线串联，用电起爆母线（铜芯电缆或铜芯双股线）连接入钻爆船上的点火站，接线头用防水电工胶布包裹严密，并避免与水体、金属船体接触，然后交由爆破员检测完好后专人管护。

6.7 预警清场

现场技术负责人检查确认水下液氧破礁（岩）系统连接完好，电点火线路畅通正常之后，发出起爆预警信号。

6.8 注氧

6.8.1 现场技术负责人确认所有警戒人员就位，警戒区域内已按要求完成清场工作，水下液氧破礁（岩）系统运行正常后，下达开始充装液氧的指令。

6.8.2 注氧作业时，液氧作业人员应穿戴好液氧破岩专用安全防护套装，按照液氧破岩安全作业规程充装液氧。

6.8.3 钻爆船撤离一定安全距离（具体根据设计由现场技术负责人确定）后，液氧作业人员根据指令进行注氧操作，向致裂器内充装液氧时，充装压力应控制在 2.5 MPa 以内，注氧时间控制越短越好，一般不宜超过 20 min。

6.8.4 液氧充装过程中要注意观察液氧破礁（岩）系统工作状态、各排气管排气及作业区水面情况，根据现场需要调整个别致裂器的注氧速度和注氧量，如发现异常，应立即停止液氧充装作业。

6.9 断开注液管网

6.9.1 现场技术负责人根据液氧杜瓦罐液位计、压力表指示及各液氧破礁（岩）致裂器排气管工作状态，适时综合判定所有水下炮孔内的液氧破礁（岩）致裂器均已完成液氧充装后，立即下达终止充装指

令。

6.9.2 液氧作业人员按照液氧破礁（岩）作业规程，利用安装在漂浮式作业平台上的液氧管路闭合器闭锁注液管，剪断注液管与注液母管的连接，断开液氧作业船与漂浮式作业平台连系，液氧作业船迅速驶离作业区，前往安全区域。

6.10 点火

6.10.1 点火仪器设备的基本原理是：通过电容放电，产生瞬时高电压、低电流（小于 30 mA）脉冲，电点火头电阻丝瞬时升温实现点火效果。因此，正式点火前应确保点火仪器设备充电完成。

6.10.2 以施工中心周围 100 m~200 m（具体根据设计由现场技术负责人确定）为警戒线进行安全警戒，统一警戒信号和点火信号，钻爆船作为点火站撤离距离一般为 20 m~30 m，水深小于 5 m 时应适当增大。

6.10.3 指派专人负责清场工作，确认现场所有人员、船只撤离至安全地带，由各警戒点警戒人员发信号通知现场技术负责人警戒完毕。

6.10.4 现场技术负责人再次联络各警戒点确认安全后，下达点火命令。爆破员根据指令，按照规定程序完成点火。

6.10.5 剪断注液管与点火两道工序之间的时间间隔不宜大于 5 min

6.11 安全检查

6.11.1 起爆后应等待 5 min 以上，再进入现场检查，经现场检查确认无安全隐患后，现场技术负责人下达解除警戒命令。

6.11.2 发现有未起爆的致裂器后应立即报告、设立危险标志，并采取切断电源和网路短路等安全措施，应至少等待 20 min，待致裂器中的液氧全部汽化排出后，再发出警戒解除信号。

6.11.3 每次液氧破礁（岩）作业完成后，应打捞收集漂浮在水面上的管线等残留物。

6.12 清渣

6.12.1 液氧破礁（岩）施工完成一个分段后应及时清渣。

6.12.2 与常规炸药水下爆破相比，水下液氧破礁（岩）工艺岩石破碎度通常偏弱，故在后续清礁（渣）工序中，宜优先选择斗容、斗重、挖掘能力偏大的清礁（渣）船舶及设备。

6.13 验收

6.13.1 施工质量检查应包括下列内容：

- 施工定位标志和水尺零点；
- 施工工艺和工序；
- 钻孔质量；
- 致裂器组装质量；
- 致裂器安装定位及堵塞质量；
- 注液管网连接质量；
- 电点火线路连接质量；
- 液氧充装前作业人员个人安全防护质量；
- 液氧充装时注液管网系统工作质量；
- 起爆前的点火网路准确性、可靠性；
- 液氧破礁（岩）安全防护措施和安全质量。

6.13.2 水下液氧破礁（岩）及清渣质量检查与检验除应符合设计要求和 JTS 257 有关规定外，还应符合下列规定：

- 清渣后，应对礁（岩）石破碎施工区进行测量，检验礁（岩）石破碎效果；
- 应检查测量资料，确定水下礁（岩）石破碎边坡不陡于设计边坡；
- 采用硬式扫床或多波束测量检查水下礁（岩）石破碎底高程，条件不具备时，非航行水域也可采用水下加密测量方法检查，并应在交工验收资料中注明；
- 采用测深仪或测深水砣检查水下礁（岩）石破碎开挖基槽，确保每 5 m 测 1 个断面，且不少于 3 个断面，每个断面每隔 1 m~2 m 应测 1 个点；
- 水下礁（岩）石破碎及清渣的允许偏差、检验数量和方法应符合附录 B 的规定。

7 视频采集

7.1 采用移动式 4G、5G 图传设备或者能覆盖液氧破礁（岩）作业现场区域的固定式视频监控设备采集现场作业的视频。

7.2 采集的视频信息，每天按时输入信息系统，液氧礁（岩）施工项目部应配置视频服务器保存至少 20 天的视频数据。

7.3 液氧破礁（岩）施工项目部的视频服务器应具有远程联网的功能，满足单位领导（或当地政府部门、行业协会）远程调阅视频信息的需要。

附 录 A

(资料性)

水下液氧破礁(岩)钻孔参数

水下液氧破礁(岩)钻孔参数见表A.1。

表 A.1 水下液氧破礁(岩)钻孔参数

岩石坚硬程度	岩石抗压强度 MPa	代表性岩石	钻孔孔径 mm	孔距×排距 mm×mm
坚硬岩	$f_1 > 60$	未风化—微风化的花岗岩、闪长岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、片麻岩、石英岩、石英砂岩、硅质砾岩、硅质石灰岩等	90 (115)	1 500×1 000
			115 (150)	1 500×1 500
较坚硬岩	$60 \geq f_1 > 30$	微风化的坚硬岩，未风化—微风化的大理岩、板岩、石灰岩、白云岩、钙质砂岩等	90	2 000×1 000
			115	2 000×1 500
较软岩	$30 \geq f_1 > 15$	中风化—强风化的坚硬岩或较硬岩，未风化—微风化的凝灰岩、千枚岩、泥灰岩、砂质泥岩等	90	2 000×1 200
			115	2 500×1 500
软岩	$15 \geq f_1 > 5$	强风化的坚硬岩或较硬岩，中风化—强风化的较软岩，未风化—微风化的页岩、泥岩、泥质砂岩等	90	2 000×2 000
			115	2 500×2 500

附 录 B
(资料性)

水下岩石破碎及清渣允许偏差、检验数量和方法

水下岩石破碎及清渣允许偏差、检验数量和方法见表B. 1。

表 B. 1 水下岩石破碎及清渣允许偏差、检验数量和方法

序号	项目	允许偏差 mm	检验数量	单元测点	检验方法
1	开挖边线	+1 000 0	每4 m~10 m一个断面	1	用卫星定位系统、全站仪和测深仪等测量，并进行硬式扫床
2	航行区域高程	0（+500） -500（0）		3	
3	非航行区域高程	+50（+500） -750（-50）			
注1：硬式扫床应提交报告和扫床测量轨迹图，相邻扫床轨迹的重叠宽度不得小于1 m。 注2：开挖线项目中“+”代表超挖，“-”代表欠挖。 注3：当硬式扫床确有困难时，可采用多波束扫测。					

《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》团体标准（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源、主要工作过程

1.任务来源

根据《广西应急管理协会关于拟制（修）订团体标准项目的公示》（桂应协〔2025〕68号）文件精神，由广西国方建设工程有限责任公司提出，广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、广西港航建筑工程有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司共同起草的《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》团体标准已获广西应急管理协会批准立项。

2.主要工作过程

（1）成立编制工作组

2025年9月，成立标准编制工作组。成员由各参编单位相关负责人、专业技术人员组成。工作组按工作职责进行任务分工，制定工作进度计划，并开展前期的准备工作。工作组对收集的相关文献、标准等资料进行认真分析，在对比研究的基础上，初步确定了标准草案框架和标准要素。

（2）标准申报立项与起草

2025年9月，标准编制工作组根据初步确定的框架和标准要素，草拟了标准的主要内容，形成标准草案，并按要求向广西应急管理协会批准立项进行标准立项申请。

（3）研讨确定主体内容并形成征求意见稿

标准获批立项后，标准编制工作组组织召开了标准研讨会，参会人员根据标准全面性、科学性和可操作性原则，对标准草案大纲和编制说明进行研讨，并根据研讨意见修改完善标准形成标准征求意见稿。

（二）主要起草人

本文件由广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、广西港航建筑工程有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司共同起草。任务下达后，起草单位联合成立标准编制工作组，制定工作方案，明确任务分工，主要起草人及所负责工作见表 1。

表 1 主要起草人信息及负责工作

姓名	单位	职务/职称	主要负责工作
赵临生	广西国方建设工程有限责任公司	高级工程师	项目总指导
胡英国	长江水利委员会长江科学院	正高级工程师	指导总体标准框架构建并参与标准文本及编制说明的编写、审核
刘美山	长江水利委员会长江科学院	正高级工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制
何延凯	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制
马福顺	广西国方建设	注册安全工	协助编写编制说明和组织

	工程有限责任公司	程师	相关人员进行标准宣贯培训
卢瀚清	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	协助编写编制说明和组织相关人员进行标准宣贯培训
刘 婷	广西国方建设工程有限公司	工程师	指导标准文本及编制说明编写，质量控制
马晨阳	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	主要负责人，整体策划和编制、审核
曾明艳	广西国方建设工程有限公司	工程师	负责标准总体编制、审核
王祥伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	参与项目调研、标准文本编制、审核
陆 斌	广西港航建筑工程有限公司	工程师	参与项目调研、标准文本编制、审核
毛奕飞	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	参与项目调研、标准文件编制
孔繁晓	烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司	助理工程师	参与项目调研、标准文件编制
陈 伟	广西港航建筑	高级工程师	负责标准框架构建、技术

	工程有限公司		指导
黎卫超	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	负责标准素材收集、材料汇总和内容起草
马 豪	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	负责标准编写、资料整理
陈倩倩	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	负责标准编写、资料整理

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

1.规范性原则

标准的编写格式按 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》给出的规定进行编写。

2.一致性原则

结合不同施工单位关于水下液氧爆破施工的实际工作情况，分析了国内相关政策文件和标准的现状和特点，并在此基础上对已发布的相关标准、规章制度、水下液氧爆破施工文件等进行整理、归纳和分类，充分保证了标准内容与现行的国家和自治区相关法律法规、政策之间的一致性。

3.可操作性原则

标准的起草充分调研了水下液氧爆破施工工作的现状，结合并参考了相关规章制度、文书规范、课程方案及国内相

关标准等资料，在研制过程中编制组多次召集相关部门工作人员充分讨论了标准内容并严格把关，确保标准文本内容准确严谨，使标准具有良好的实用性和可操作性。

（二）主要内容

本标准在研制过程中主要以《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律法规为基本遵循，以 GB 6722《爆破安全规程》等相关行业规范为技术参照，并充分结合了各施工企业在沿海航道、内河整治及港口建设工程中开展水下液氧破礁作业的实际经验与安全管理需求，旨在系统规范施工流程、强化风险防控、提升作业质量，推动行业安全绿色可持续发展。

本标准确立了水下液氧破礁（岩）施工的程序，规定了施工准备、定位、钻孔、验孔、装管施工、连网、预警清场、点火、安全检查、清渣、验收等阶段的操作指，适用于水面以下 20 m 范围内、厚度 10 m 以下中硬礁（岩）石的钻孔爆破施工作业。主要技术内容如下：

1. 术语与定义

对母管、水下液氧破礁（岩）、液氧作业船、致裂器等术语进行了定义。

2. 施工流程

确立了水下液氧破礁（岩）施工作业的程序。

3. 施工要求

规定了施工准备、定位、钻孔、验孔、孔装施工、连网、预警清场、点火、安全检查、清渣、验收等阶段的操作指示。

4. 视频采集

规定了施工过程中视频采集要求与处理要求。

三、主要试验（或验证）情况分析

无。

四、产业化情况

液氧破岩作业属于新兴的绿色工程破岩技术，不涉及民爆物品和易制爆危险化学品，该技术利用液氧受热瞬间汽化的特性，利用液氧相变产生的巨大压力来破碎岩石，近年来，在工程破岩领域开始崭露头角，取得了一定的社会效益及经济效益，目前并没有针对液氧膨胀破岩技术操作的相关国家标准和行业标准。由于缺乏应有的规范，制约了技术的技术进步和产业的健康发展，本标准项目的首要目的是为液氧破岩作业提供明确的标准和规范。通过详细阐述作业流程、操作要求等方面的内容，规范确保了所有参与作业的人员都能够遵循统一的标准，减少操作差异，提高作业的一致性和可预测性。有利于本行业液氧破岩技术的进步和发展，还能为提高我国岩石破碎行业的生产效率和国际市场竞争力提供有力的支持。

五、采用国际标准和国外先进标准情况

无。

六、与相关国家标准、行业标准及其他标准，特别是强制性标准的协调性

在标准的制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律法规，严格执行国家标准和行业标准。与相关的各种基础

标准相衔接，遵循了政策性和协调统一性的原则。标准的名称、内容及指标与现行的国家标准、行业标准之间不存在包含、重复、交叉问题。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

标准在编制过程中无重大意见分歧。

八、贯彻标准的要求和措施建议

标准发布实施后，标准宣贯工作小组将成立标准宣贯工作组，制定标准宣贯实施培训计划，通过学习交流会、座谈会、培训班等形式对相关方开展标准宣贯培训，解读标准主要技术内容，推动标准实施落地。同时，在标准实施一段时间后，开展标准实施信息反馈收集和标准实施效果评估等工作，根据标准实施信息反馈和标准实施效果评估情况，及时组织标准复审修订。

九、其他应予说明的事项

无。

《水下液氧破礁(岩)施工技术规程》编制工作组

2025 年 10 月

《水下液氧破礁(岩)施工技术规范》团体标准
(征求意见稿)征求意见表

意见提出单位/专家 (单位盖章): 联系人: 联系电话:

序号	章、条编号	原稿内容 (概要)	修改意见	修改理由

注：1. 表格不够填写可加附页；
2. 若无意见也请反馈。

T/GXYX

广西应急管理协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

液氧破岩杜瓦罐操作规程

Code of operation of liquid oxygen rock-blasting dewar flask

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

广西应急管理协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 操作 1

 4.1 液化气体充装 1

 4.2 压力调节 2

5 安全维护 2

 5.1 罐体要求 2

 5.2 安全防护 2

 5.3 维护保养和定期检验 3

 5.4 零件的使用与维护 3

 5.5 真空丧失与测试 3

 5.6 定期检验 4

6 应急处理 4

 6.1 外部环境影响 4

 6.2 意外情况影响 4

 6.3 人员伤害处理 4

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西国方建设工程有限责任公司提出。

本文件由广西应急管理协会归口。

本文件起草单位：广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司。

本文件主要起草人：赵临生、李鹏、孔繁晓、毛奕飞、刘婷、王文辉、马福顺、付晖、何延凯、卢瀚清、曾明艳、陆斌、王祥伟、陈伟、黄月君、马豪、陈倩倩。

液氧破岩杜瓦罐操作规程

1 范围

本文件界定了液氧破岩杜瓦罐的术语与定义，规定了液氧破岩作业使用杜瓦罐的操作、安全维护与应急处理的要求。

本文件适用于杜瓦罐的操作使用、安装与维修。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

CGA S-1.1 压力泄放装置标准 第1部分—压缩气瓶（Pressure relief device standards-part 1-cylinders for compressed gases）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

杜瓦罐 dewar flask

一种高真空多层绝热的可移动式低温绝热压力容器，主要用于存储、运输和使用液氧等介质，并能提供连续的液体。

3.2

液氧破岩 liquid oxygen rock blasting

利用氧气可以由液态快速变成气态的特性，将液氧注入装填可燃物的特制致裂器中，通过电点火装置引发爆燃，实现岩石破碎的工程技术。

4 操作

4.1 液氧充装

4.1.1 基本要求

- 4.1.1.1 充装时应尽量缩短充装管道的长度，避免充装管道过长导致损耗增大及充装时间延长。
- 4.1.1.2 在管道的两个截止阀门之间，应安装对应的安全阀。
- 4.1.1.3 充装管路设计是应减少管道上弯头及阀门的数量。
- 4.1.1.4 使用较大通径的管道，管道内径不应小于 13 mm。
- 4.1.1.5 充装时，应做好相应防护措施。

4.1.2 充装

液氧充装的操作流程应符合以下要求：

- a) 确定杜瓦罐的充装质量。充装质量可参见杜瓦罐上的产品铭牌。为保证准确的充装，宜使用磅秤计量；
- b) 使用专门的输送软管将杜瓦罐进液阀与液体供应源相接，并拧紧确定无泄漏；
- c) 开启杜瓦罐的排放阀和进液阀，开始充装；
- d) 充装过程中，作业人员可通过杜瓦罐上的压力表监测罐内压力并调节排放阀的开度大小，使瓶内压力保持在 68.9 kPa~103.4 kPa；
- e) 达到所需的充装质量后，关闭进液阀、排放阀和气源供应阀。

4.1.3 热罐充装

热罐充装的操作流程应符合以下要求：

- a) 向杜瓦罐内充入约 20 L 的低温液体，关闭阀门静置，在罐内低温液体汽化升压的过程中，冷却杜瓦罐内胆；
- b) 当罐内压力达到正常工作压力后，对罐体进行防漏检查；
- c) 开启杜瓦罐排放阀降低罐内压力后，重复 4.1.2 的操作流程。

4.1.4 液体供给

液体供给的操作流程应符合以下要求：

- a) 使用高压金属软管将杜瓦罐出液阀与液氧破岩系统相接并拧紧连接处，传输过程中液体不应泄漏；
- b) 开启杜瓦罐的出液阀，开始供液；
- c) 当杜瓦罐内压力较低时，应先开启增压阀，如需液体高压供给，则应将罐体压力增压至 2068 kPa（300 psig），超高压系列则应增压至 2758 kPa（400 psig），再进行供液。

4.2 压力调节

杜瓦罐压力可根据使用需求调整，如需调节压力，调压阀调节操作应满足以下要求：

- a) 将适量的液体充装到罐内；
- b) 开启增压阀开始增压，压力稳定 1 h 后，记下压力表读数，该值为调压阀当前设定值；
- c) 松开调压阀锁紧螺母，顺时针方向旋转调节螺栓增加设定值，逆时针方向降低设定值，待压力表读数维持稳定后，压力表读数即为调压阀新的设定值；
- d) 重复调整直至达到希望的设定值，调整完成后拧紧锁紧螺母。

5 安全维护

5.1 罐体要求

杜瓦罐的设计应满足以下要求：

- 内胆与外壳之间应设有不锈钢支撑结构；
- 不锈钢颈管能够承受意外的罐体侧翻的影响；
- 吸附材料能够长期维持真空状态；
- 罐体应设有安全阀，其排放量计算应符合 CGA S-1.1 的规定；
- 杜瓦罐内胆设置有爆破片，外胆设有泄放装置。

5.2 安全防护

5.2.1 作业人员在操作杜瓦罐前应穿戴液氧破岩作业专用安全防护装备。

5.2.2 在充装和使用杜瓦罐时，应在空气流动良好的通风环境下进行。

5.2.3 应使用与用氧规定配套的设备与附件，且这些备件或设备应经过与氧气兼容的清洗过程，确定与液氧相接触的零部件应配有“按氧工作要求清洗”的标志。

5.2.4 杜瓦罐应保持卧式放置，避免压迫、跌落和翻倒等对瓶体有挤压和损伤的情况。如杜瓦罐发生意外跌落、摔倒，应将其慢慢扶回至正常状态，立即打开放空阀安全释放超压气体，并尽快用安全手段排净液体，不应继续使用该杜瓦罐。如瓶体损坏，应在瓶体损坏部位使用明显标志标记损坏部位。

5.2.5 杜瓦罐应放在专用工装架中，应将杜瓦罐固定牢靠。切勿用螺栓直接顶在外胆上，应用厚橡胶垫隔开。

5.2.6 充装或使用过程中，应防止低温液体飞溅或溢出，操作时应有相应的防冻措施。

5.2.7 在充装或使用液氧时，应在管路上两截止阀门之间安装合适的安全阀。

5.2.8 拆卸、维修杜瓦罐零件前应先将杜瓦罐内的液氧排尽，压力降至零。

5.3 维护保养和定期检验

5.3.1 准备工作

杜瓦罐维修前应先打开排放阀卸放压力，检查工具状况，确保洁净无油。

5.3.2 漏点检查

定期对杜瓦罐是否存在漏点进行系统性检查，如发现漏点应立即进行维修。可以借助肥皂水判断漏点。

5.3.3 泄露维修

5.3.3.1 如阀后接头管螺纹泄漏，关闭阀门后拆开连接，检查螺纹面是否有损伤，无损伤则清洗接头螺纹面，并使用规定的密封带进行再组装；若螺纹面有明显损伤，请更换接头重新组装。

5.3.3.2 如安全阀、压力表或爆破片根部及组合调压阀卡套接头处发现漏点，应在开始维修之前打开排放阀泄压至大气压再进行检查和维修。重新安装后，需进行气密性试验。

5.3.3.3 如出现阀、阀座泄漏，应先打开调压阀，将瓶内气压降低至大气压，如杜瓦罐的进液阀、出液阀、增压阀及调压阀卡套接头处发现漏点，则应将罐内液体和气体全部放空，再按照截止阀检修程序进行操作。

5.4 零件的使用与维护

5.4.1 截止阀检修

杜瓦罐截止阀的检修流程应满足以下要求：

- a) 开启调压阀，将罐内压力放空至大气压，如维修与液体接触的阀，应将罐内液体和气体全部放空；
- b) 待阀门恢复到常温后，拆下手轮上固定螺钉、垫片、弹簧和密封垫圈，取下手轮，拧开阀帽，取出阀杆和阀杆密封，取出阀芯和衬套组件；
- c) 取出截止阀芯和衬套组件；
- d) 清洗阀座，确保阀座内部和密封处无污染物；
- e) 更换受损零件并按与解体相反的步骤装回，并对更换的阀门进行压力检测。

5.4.2 安全阀更换

安全阀的更换流程应满足以下要求：

- a) 开启调压阀，将罐内压力放空至大气压，拆下安全阀与接头的连接；
- b) 清理接头内螺纹上的密封带；
- c) 安装新的检定过的安全阀，并将杜瓦罐增压到工作压力状态，对连接处进行压力检漏。

5.5 真空丧失与测试

5.5.1 真空丧失

当罐体内外层的真空层丧失后，杜瓦罐会出现以下现象：

- 杜瓦罐内有液体，但并未增压使用，罐体外壳温度较低；
- 杜瓦罐内有液体，在不锈钢外壳可以见到指示液面的霜冻；
- 杜瓦罐内有液体，在罐体外部生成冷凝水；
- 杜瓦罐内有液体，内胆压力不断增高，安全阀频繁起跳。

5.5.2 蒸发率测试

5.5.2.1 如杜瓦罐发生真空丧失，应对杜瓦罐进行蒸发率测试，以确认杜瓦罐是否真空丧失。测试时间应为杜瓦罐稳定后，测试步骤如下：

- a) 向被测杜瓦罐中充装液氮至一半液面以上；
- b) 关闭进出液阀、用气阀和增压阀，打开放空阀，静置 24 h，称量杜瓦罐的重量，记录重量、时间和日期；

- c) 保持杜瓦罐静置状态, 48 h 后再次称重, 记录再次称量的重量、时间和日期;
- d) 根据所得数据计算液氮日蒸发率, 并将测试结果与表 1 的液氮静态蒸发率相比较。

5.5.2.2 液氮日蒸发量的计算公式如下:

$$F = \frac{m_1 - m_2}{48} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F ——液氮日蒸发量, 单位是千克每天 (kg/d);
 m_1 ——杜瓦罐充入液氮后静置 48 h 前的质量, 单位为千克 (kg);
 m_2 ——杜瓦罐充入液氮后静置 48 h 后的质量, 单位为千克 (kg)。

5.5.2.3 液氮日蒸发率的计算公式如下:

$$f = \frac{F/0.8083}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

f ——液氮日蒸发率, 单位为百分之每天 (%/d);
 V ——杜瓦罐的有效容积, 单位为升 (L)。

5.5.2.4 将测试结果与表 1 的液氮日蒸发率相比较, 如测试结果大于该数值两倍, 则表明杜瓦罐真空层已经或正在丧失, 不应继续使用, 与杜瓦罐生产厂家联系维修或更换。

5.6 定期检验

- 5.6.1 杜瓦罐在采购完成后, 应根据使用地政府主管部门的要求进行使用登记, 并定期进行检验。
- 5.6.2 杜瓦罐每 3 年检验 1 次, 检验单位应具备对应特种设备的检验资质, 检验项目应满足国家对于特种设备与压力容器的法律法规与标准要求。
- 5.6.3 定期检验或使用过程中发现存在影响杜瓦罐功能与工作效率的问题时, 应委托具有相关资质的单位进行维护或者修理, 如杜瓦罐经检验后确认无法修复, 应对该设备进行报废并记录。

6 应急处理

6.1 外部环境影响

- 6.1.1 火灾发生时, 应及时关闭杜瓦罐所有与气、液相相通的阀门。当阀门无法关闭或泄漏处无法堵塞时, 不应使用水直接喷淋液体泄漏处, 宜使用干粉灭火器。
- 6.1.2 如杜瓦罐阀门冻住, 应使用清洁无油的温水或热氮气解冻阀门后, 方可操作, 不应用硬物敲击强行开启。

6.2 意外情况影响

如杜瓦罐内胆因意外发生液体泄露的情况, 应尽快将罐内的液体排出或卸至其他完好的同类杜瓦罐内。在条件许可的情况下, 应尽快将损坏的罐转移至无明火、易燃物以无行人通过的场所进行应急处理。

6.3 人员伤害处理

- 6.3.1 皮肤接触冻伤: 应先用温水洗浴, 涂抹冻伤软膏, 再用消毒纱布包扎, 尽快就医。
- 6.3.2 液氧溅入眼中: 尽快提起眼睑, 用流动清水或生理盐水冲洗, 然后尽快就医。
- 6.3.3 吸入过量氧气中毒: 迅速脱离现场至空气新鲜处, 保持呼吸道通畅。如呼吸停止, 应立即进行人工呼吸, 并尽快就医。

《液氧破岩杜瓦罐操作规程》团体标准 (征求意见稿) 编制说明

一、任务来源、起草单位、主要起草人

(一) 任务来源、起草单位

根据《广西应急管理协会关于拟制(修)订团体标准项目的公示》(桂应协〔2025〕68号),《液氧破岩杜瓦罐操作规程》广西应急管理协会团体标准由广西国方建设工程有限责任公司提出,长江水利委员会长江科学院、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同承担起草。

(二) 主要起草人

主要起草人员见表1。

表1 主要起草人员

姓名	单位	职称/职务	主要负责工作
赵临生	广西国方建设工程有限责任公司	高级工程师	项目负责人
李鹏	长江水利委员会长江科学院	正高级工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
孔繁晓	烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司	助理工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
毛奕飞	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
刘婷	广西国方建设工程有限责任公司	工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
王文辉	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训

马福顺	广西国方建设工程有限责任公司	注册安全工程师	调研与标准技术内容的审核协调
付晖	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
何延凯	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
卢瀚清	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
曾明艳	广西国方建设工程有限责任公司	工程师	文献资料收集整理、调研
陆斌	广西港航建筑工程有限公司	工程师	文献资料收集整理、调研
王祥伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	文献资料收集整理、调研
陈伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研与标准技术内容的审核协调
黄月君	长江水利委员会长江科学院	助理工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
马豪	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
陈倩倩	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见

二、制定标准的必要性和意义

（一）必要性

液氧破岩技术，利用液态氧气的物理相变所释放的能量完成爆破作业，破裂目标介质。作为一种利用物理相变而非剧烈化学反应产生破坏力的创新方法，正以其独特的环保与安全特性，突破传统炸药的使用范围边界，在特定应用场景中展现出巨大潜力。储存、运输与充装作为液氧

破岩的核心要素，

过去几十年，中国的工业化和城市化进程迅速，带来了经济的快速发展，同时也带来了严重的环境污染问题，由于频繁使用炸药爆破进行开山采石等重污染活动，使得大气、水体、土壤等受到严重破坏。这些问题促使国家和社会对环保的重视程度不断提高。随着生活水平的提高，居民对环境质量与生活条件的要求越来越高，当前社会急需新型爆破技术，用于替代传统炸药爆破，同时也需要更新对新型爆破的相关爆破材料技术研究。

杜瓦罐作为低温液体储存的关键设备，其材料、结构与使用方法的研究具有重要价值。在技术层面上，更新装配要求，优化内部结构、降低蒸发损失。在材料方面，选用新型材料能改善抗冲击性；结构优化则能增强承压能力。这些技术进步对液氧、液氮等危险化学品的储存安全具有实际意义。主要体现在：

国家层面：2018 年 11 月 13 日，工业和信息化部发布《关于推进民爆行业高质量发展的意见》（工信部安全〔2018〕237 号），鼓励编制行业相关标准，推进形成规划科学、政策合理、标准完善的民爆行业高质量发展保障体系。

2021 年，工业和信息化部发布《美丽广西建设三年行动计划》，鼓励各企业、单位对民爆技术进行研究创新，鼓励研究高安全性的环保型起爆药与起爆器材与配套设施。

2024 年，国务院修订了《民用爆炸物品安全管理条例》，

其中鼓励民用爆炸物品从业单位采用提高民用爆炸物品安全性能的新技术，鼓励发展民用爆炸物品生产、配送、爆破作业一体化的经营模式，鼓励相关企业编制生产设备、工艺等有关安全生产的技术标准和规程。

地方层面

2022 年，广西壮族自治区人民政府发布《“十四五”节能减排综合实施方案的通知》（桂政办发〔2025〕19 号），对于民爆等高污染行业提出了更高的要求，鼓励通过基础研究与科技创新，加快产业绿色低碳转型。

杜瓦罐是液态氧气理想的储存容器，在爆破行业中应对容器的设计与构造有着更高的要求，为保证液氧破岩这一新型爆破技术的推广与使用，杜瓦罐的操作、使用与维修要求的标准化研究十分必要。主要体现在：

1、爆炸风险

超压爆炸：液氧汽化膨胀比 1:860，如罐体的设计与安全配置出现问题，经过低温与高压处理的液态氧气会有超压爆炸的风险。

低温脆裂：-183℃使碳钢材料脆化，选用耐低温，物理性质稳定的罐体材料是杜瓦罐的制造与选择的重要指标。

2、化学性燃爆风险

杜瓦罐在进行充装液氧时，如由于罐体结构设计缺陷导致罐体发生撞击或摩擦，如液氧，可能因能量瞬间释放导致爆炸与可燃物接触会加速氧化反应，引发燃烧。

（二）目的意义

杜瓦罐作为低温液体储存的关键设备，其材料、结构与使用方法的研究具有重要价值。在技术层面上，更新装配要求，优化内部结构、降低蒸发损失。在材料方面，选用新型材料能改善抗冲击性；结构优化则能增强承压能力。这些技术进步对液氧、液氮等危险化学品的储存安全具有实际意义。

制定《液氧破岩杜瓦罐操作规程》团体标准，将对液氧的储存、运输与使用提出规范化要求，以保证技术应用的安全性、高效性和环保性。为配合当前新型的液氧破岩技术，液氧破岩相关技术的标准化研究具有紧迫性和重要意义。

三、项目编制过程

（一）成立标准编制小组

2025 年 10 月，由广西国方建设工程有限责任公司提出，会同长江水利委员会长江科学院、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同成立标准编制工作组。小组成员进行了任务分工，并制定了标准起草计划。

（二）开展前期资料收集工作

2025 年 6 月-2025 年 9 月，标准编制工作组开展杜瓦罐的操作、使用与维修要求的标准化研究前期准备工作，在查阅、搜集国内和区内传统爆破作业与液氧破岩作业的相关法律法规、政策文件、标准、文献等资料的基础上，通过对比分析研究，了解爆破行业的标准化现状，结合国

家对于绿色爆破与科技创新的发展战略，初步确定标准主要技术内容，拟定标准草案框架和标准要素。

（三）开展实地调研

标准编制工作组前往液氧破岩行业上中下游企业开展实地调研，与应急、公安部门及企业代表进行面对面交流，根据实际反馈与企业现状及未来发展方向确定标准化需求。

（四）形成标准征求意见稿

2025年10月，标准编制工作组在实地调研液氧破岩行业技术使用的基础上，深入研读自治区发布的推动爆破产业高质量发展相关政策措施，总结提炼液氧破岩技术指标与技术亮点，并通过召开内部讨论会，就标准的权威性、可行性、先进性进行研究讨论，结合区内爆破产业标准化发展与企业实际工作，完善形成标准征求意见稿。

（一）制定标准的原则

1. 合理参照政策，注重一致性

标准的编制紧密贴合国家和自治区文件精神和工作任务，规范性引用文件及各条款内容与国家及行业现行政策、规划、标准中的规定和要求相一致和相协调。能参考国家标准或行业标准的，尽量等同引用；需要综合统筹权衡的，尽量体现全面性。

2. 充分借鉴经验，增强适用性

标准的研制基于区内液氧破岩的实际工作内容，充分听取了液氧破岩行业的工作经验与实际需求，同时综合考虑液氧破岩产业的发展现状与标准化建设情况，对标准

中的核心要素多作共性要求及方向性的指导，确保标准的适用性。

3. 符合相关标准，保证规范性

标准的编写格式按 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》给出的规定进行编写，符合标准编写的规范性要求。标准编制说明等相关文件的编写和步骤程序符合《团体标准管理规定》的规定，保证标准制定程序规范。

（二）制定标准的依据

标准的编制遵循国家、行业和广西现行有关法律法规、规章制度和标准等文件的规定。标准编制工作组充分调研了区内液氧破岩作业的情况，同时在调研过程中收集了政府相关部门、爆破企业等相关人员的意见和建议，在此基础上结合液氧破岩作业标准化发展与未来发展方向，形成了团体标准《液氧破岩杜瓦罐操作规程》。

（三）与现行法律、法规的关系，与有关国家标准、行业标准的协调情况

在“全国标准信息公共服务平台”上查询到相关的国家标准 GB/T 18442（所有部分）《固定式真空绝热深冷压力容器》与 GB/T 35528《低温液化气体安全指南》。未查询到相关的行业标准、地方标准与团体标准。

GB/T 18442（所有部分）《固定式真空绝热深冷压力容器》规范了液氮、液氧杜瓦罐的室外安装与安全评价，其技术内容与本文件相比，缺少杜瓦罐的实际操作、维护与

应急处理的要求。GB/T 35528《低温液化气体安全指南》规定了常温液化气体的储存装置的设计、充装、储存和运输等过程中的安全要求，其内容与本文件相比，缺少具体操作及器材维修的要求，技术内容与本文件未呈现明显相关性。

该标准内容符合国家、自治区相关法律法规，技术要求不低于强制性国家标准的相关技术要求，与相关的国家、行业推荐性标准协调一致。

五、主要条款的说明及技术指标的来源

（一）标准的主要框架及条款内容

标准的主要框架及技术内容见表 2。

表 2 标准主要框架及内容

章	内容	节	内容
1	范围		
2	规范性引用文件		
3	术语和定义		
4	操作	4.1	液氧充装
		4.2	压力调节
5	安全维护	5.1	罐体要求
		5.2	安全防护
		5.3	维护保养和定期检验
		5.4	零件的使用与维护
		5.5	真空丧失与测试
		5.6	定期检验
6	应急处理	6.1	外部环境影响
		6.2	意外情况影响
		6.3	人员伤害处理

(二) 主要技术指标来源及确定依据

1. 操作

规定了液氧充装、液体供给与压力调节的操作流程与基本要求，参考了液氧爆破企业的实际操作相关文件及现场作业人员的工作经验进行修改。

2. 安全维护

规定了杜瓦罐的罐体要求与操作过程中的安全防护，对杜瓦罐罐体的维护保养、零件使用与维护、真空丧失与测试、定期检验提出要求，其技术内容参考了起草单位对液氧破岩器材选择与维修的相关文件，并根据实际作业情况进行制定与修改。

3. 应急处理

规定了杜瓦罐在出现影响正常工作与周边环境安全的突发现象与人员伤害时的应急处理要求，该技术内容参考了《中华人民共和国突发事件应对法》的相关要求，并根据各液氧爆破企业在实际作业过程中的突发状况与应急处理进行编制。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准研制过程中无重大分歧意见。

七、贯彻标准的措施建议

标准发布实施后，标准编制工作组将成立标准宣贯工作组，制定标准宣贯实施培训计划，通过学习交流会、座谈会、培训班等形式对各液氧爆破企业、监管机构等相关方开展标准宣贯培训，解读标准主要技术内容，推动标准

实施落地。同时，在标准实施后，组织开展标准实施信息反馈收集和标准实施效果评估等工作，根据标准实施信息反馈和标准实施效果评估情况，及时组织标准复审修订。

八、其他应当说明的事项

无。

《液氧破岩杜瓦罐操作规程》团体标准

编制工作组

2025 年 10 月 22 日

《液氧破岩杜瓦罐操作规程》团体标准 (征求意见稿) 征求意见表

意见提出单位/专家 (单位盖章): 联系人: 联系电话:

序号	章、条编号	原稿内容 (概要)	修改意见	修改理由

注: 1. 表格不够填写可加附页;
2. 若无意见也请反馈。

T/GXYX

广西应急管理协会团体标准

T/GXYX XXXX—XXXX

代替 T/GXYX

液氧破岩器材贮存、运输、使用规范

Specification for storage transportation and use of liquid oxygen
rock-blasting equipment

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

广西应急管理协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

 4.1 器材要求 2

 4.2 人员要求 2

 4.3 环境要求 2

5 致裂器组装件贮存、运输和使用 2

 5.1 贮存 2

 5.2 运输 2

 5.3 使用 2

6 液氧贮存、运输和使用 3

 6.1 贮存 3

 6.2 运输 4

 6.3 使用 4

7 监督管理 4

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西国方建设工程有限责任公司提出。

本文件由广西应急管理协会归口。

本文件起草单位：广西国方建设工程有限责任公司、长江水利委员会长江科学院、温州市大越工程机械有限公司、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、广西港航建筑工程有限公司。

本文件主要起草人：赵临生、徐辰宇、孔繁晓、毛奕飞、曾明艳、卢瀚清、饶宇、刘婷、何延凯、王秀杰、陆斌、马福顺、王祥伟、陈伟、侯聪聪、马豪、陈倩倩。

液氧破岩器材贮存、运输、使用规范

1 范围

本文件界定了液氧破岩器材的术语数定义，规定了基本要求、致裂器与液氧的贮存、运输与使用，监督管理的要求

本文件适用于液氧破岩施工中对于器材的管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
JT/T 617（所有部分） 危险货物道路运输规则
T/GXYX XXXX 液氧破岩杜瓦罐操作规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

杜瓦罐 dewar flask

一种高真空多层绝热的可移动式低温绝热压力容器，主要用于存储、运输和使用液氧等介质，并能提供连续的液体。

3.2

液氧破岩 liquid oxygen rock-blasting

利用氧气可以由液态快速变成气态的特性，将液氧注入装填可燃物的特制致裂器中，通过电点火装置引发爆燃，实现岩石破碎的工程技术。

3.3

液氧分流器 liquid oxygen distributor

焊接有多个（通常10~30个）出口与少量进口（通常2~3个）两端封闭的一段金属管体，每个出口均安装有开关阀门，出口对接注液管与致裂器相通，进口对接高压金属软管与杜瓦罐相连。。

3.4

高压金属软管 high-pressure metal hose

用于连接杜瓦罐注液阀与液氧分流器（母管）的高压不锈钢金属软管。

3.5

注液管 injection pipe

用于向致裂器中加注液氧的小直径圆管，管体要求具有低温性好、一定的强度、气密性好，通常采用铝、高密度聚乙烯、尼龙12等材料。

3.6

液氧致裂器 liquid oxygen fracturion pipe (header pipe)

液氧破岩致裂器是液氧破岩能量发生器组合体的通称，每个液氧破岩致裂器通常含有致裂器壳体、注液管、排气管、电点火单元，致裂器壳体通常为圆柱状容器，内部封装有可燃生物质与电点火头，其壳体按强度分为柔性、半刚性、刚性，按用途分为通用性、聚能型，致裂器电点火单元通常含有两个及以上的电点火头及连接导线。

电起爆网路 electric initiation circuit

通过串联或并联的方式，将炮孔中的电点火头依次串联连接，形成一个完整的电路回路。

4 基本要求

4.1 器材要求

- 4.1.1 使用液氧破岩器材的单位应遵守国家相关法律法规的规定，具备相应的爆破作业许可证明。
- 4.1.2 作业现场的生产条件与安全设施，所使用的设备器材应符合国家相关标准、规范的要求。
- 4.1.3 液氧破岩使用的杜瓦罐等重要设备应在政府有关部门办理登记许可，并定期对器材进行检验。
- 4.1.4 致裂器壳体应具备一定的强度，低温性、气密性好。宜选用高密度聚乙烯、尼龙 12、玻璃钢等材料制作壳体。

4.2 人员要求

- 4.2.1 所有液氧破岩作业人员应经过液氧操作相关安全技术培训并持有特种作业证，液氧破岩作业人员还应参加爆破作业人员培训并考核合格，同时具备爆破作业人员资格。
- 4.2.2 直接接触液氧的作业人员，应穿戴液氧破岩作业专用安全防护装备，装备包括安全防护衣裤、防护靴、防护头盔、防护头套、防护手套等。其他作业人员应统一穿着防静电的爆破作业工作服，佩戴相关的防护装备。
- 4.2.3 建立健全液氧破岩作业人员任前必训、进场必训、年度必训、违规必训制度，定期对液氧破岩作业人员进行法律法规、专业知识、安全技能、岗位风险教育培训。
- 4.2.4 液氧破岩作业现场的致裂器入孔，液氧充装、充电起爆等重要工作环节应设置 2 人以上协同作业与监督作业制度。

4.3 环境要求

- 4.3.1 作业区周边 20 m 内，应禁止烟火及相关物品进入。
- 4.3.2 不应携带手机、火种等易燃易爆物品进入液氧破岩作业区。

5 致裂器组装件贮存、运输和使用

5.1 贮存

- 5.1.1 配备专用的库房贮存致裂器组装件，对应器件应分类摆放，堆叠高度不应超过 1.6 m。
- 5.1.2 库房内应禁止烟火及相关物品进入。
- 5.1.3 库房内应保持整洁，通风良好，避免致裂器组件淋雨受潮，避免存放无关的工具和杂物。
- 5.1.4 5.1.4 器材保管人员，应如实登记致裂器的规格、型号等信息，应如实登记致裂器的购买、入库、出库、使用、退库等信息，存档备查。

5.2 运输

- 5.2.1 运输致裂器组装件的车辆宜选择厢式货车，运输过程中可安排作业人员跟随，避免致裂器丢失、被盗。
- 5.2.2 液氧致裂器组装件在运输时应避免与油类物质及活性金属粉末接。

5.3 使用

5.3.1 搬运与组装

- 5.3.1.1 搬运致裂器组装件时，轻拿轻放，避免组装件受损。
- 5.3.1.2 致裂器组装可以根据设计及现场实际情况，选择提前在库房组装或工地现场临时组装。
- 5.3.1.3 组装致裂器前，应对致裂器各组装零件的外观等进行检查，如发现有明显缺陷的致裂器，应停止使用，并向现场负责人报告。
- 5.3.1.4 组装好的致裂器应摆放在距离炮孔与作业人员 1 m 以外。
- 5.3.1.5 致裂器装入炮孔时应以小组为单位协同作业，每组 2~3 人为宜。作业过程中不应损伤致裂器外壳、注液管、排气管与点火线。
- 5.3.1.6 现场装卸、搬运及作业过程中不应损伤致裂器外壳、注液管、排气管与点火线。避免出现拉断、损伤、扭曲、打结，防止水体、杂物进入注液管、排气管内。

5.3.2 堵塞

- 5.3.2.1 液氧破岩炮孔在使用时应堵塞完全，不留气孔与裂缝。
- 5.3.2.2 炮孔堵塞材料视情况而定，露天液氧破岩可采用钻屑、泥沙等作堵塞材料；水下液氧破岩可采用碎石、粗砂等；地下（含隧道）液氧破岩可采用快干水泥、泥沙等。
- 5.3.2.3 堵塞时，应缓慢向炮孔内放入堵塞材料，每填入堵塞材料约 0.3 m~0.5 m 后，应使用炮棍适当捣固。炮棍捣固时，不应损伤电点火脚线、注液管、排气管。
- 5.3.2.4 堵塞工作完成后，应及时将炮孔口 0.5 m 范围内的碎石、浮石清理干净。在作业区远离杜瓦罐一侧铺设连接注液管网，将杜瓦罐、高压金属软管、液氧分流器（母管）、注液管、排气管通过管网专用连通元器件组网，连通构成液氧破岩系统。

5.3.3 连接电点火网路

- 5.3.3.1 连线时应安排 2 人操作，1 人连线 1 人检查，由破岩区向起爆点方向逐孔连接。连接完成后应使用专用欧姆表检查点火网路是否通畅，电阻值是否与设计值相符，若实测值与设计值偏差超过 10%，应重新检查电点火网路的连接。
- 5.3.3.2 电点火网路的连接视情可采取并联、串联两种连接方式。

5.3.4 预警

现场注液管网完好，点火线路导通好后，开始进行气爆预警。警戒组开始组织清场，动员危险范围内的人员、能行走的机械设备撤到安全地带。不能行走的机械设备应做好防护。液氧破岩警戒距离根据工程现场具体情况确定，警戒距离不应小于 50 m（具体由现场技术负责人确定），山体破岩时还应考虑滚石的影响，适当加大安全警戒范围。

5.3.5 液氧灌注

- 5.3.5.1 作业人员在检查确认警戒人员全部到位，警戒区内按要求已经清场完毕后，下达开始灌注液氧指令，操作人员应提前穿戴液氧破岩作业专用安全防护装备，打开杜瓦罐，通过注液管网向所述液氧破岩致裂器内灌注液氧，杜瓦罐阀门的使用应符合 T/GXYX XXXX 的规定；灌注过程中要注意观察系统工作状态，如发现异常，应立即终止液氧灌注作业。
- 5.3.5.2 系统液氧灌注一定时间（时间长短受单次灌注液氧破岩致裂器数量、直径大小、长短等因素影响）后，作业人员根据杜瓦罐压力表指示及液氧破岩致裂器排气管工作状态，综合判定所有炮孔内的液氧破岩致裂器是否完成液氧灌注，确认完成后下达终止灌注指令。作业人员有序关闭杜瓦罐增压阀、注液阀；使用液氧破岩管网专用钳锁闭注液管，剪断注液管与母管的连接。
- 5.3.5.3 将杜瓦罐、液氧分流器（母管）、高压金属软管实施必要的防护后，液氧破岩作业人员迅速撤离警戒区。现场负责人员再次确认警戒区域已完成清场，各警戒点汇报安全后，下达起爆命令，爆破员使用高能脉冲起爆器，按照规定程序进行点火起爆。

5.3.6 爆后检查

- 5.3.6.1 爆后检查工作由现场技术负责人、爆破员、安全员三人小组完成。
- 5.3.6.2 起爆完成后应等待 5 min 以上，再进入现场检查。
- 5.3.6.3 如发现未起爆的致裂器，应立即报告并设立危险标志，切断电源和网路等安全措施，待致裂器中的液氧全部汽化排出后，再发出警戒解除信号。

6 液氧贮存、运输和使用

6.1 贮存

6.1.1 贮存场地

- 6.1.1.1 储存液氧的杜瓦罐应符合 T/GXYX XXXX 中对杜瓦罐的规定。
- 6.1.1.2 储存液氧的杜瓦罐附近应设立警示标志。
- 6.1.1.3 罐体周围应委派专人值守，现场技术负责人应对贮存场所进行不定期检查。

6.1.2 罐体安全

6.1.2.1 罐体周围 10 m 内应禁止烟火、活泼金属粉末及油性物质进入，在隧道等相对封闭的环境下戒严半径应扩大至 20 m 以上

6.1.2.2 存液氧的杜瓦罐现场应配备消防器材，其数量与类型的选择应符合 GB 50140 的规定，并定期对消防器材进行检查。

6.1.2.3 液氧破岩作业现场应委派专门的作业人员负责对杜瓦罐的罐体、阀门、仪表等定期进行安全性、完好性检查。

6.1.2.4 储存液氧的杜瓦罐应放在阴凉通风、干燥的地方，周围温度不宜超过 30 ℃；现场作业时避免太阳对杜瓦罐的直晒。

6.2 运输

6.2.1 液氧运输时，应选用专用且检验合格的杜瓦罐进行罐装运输。

6.2.2 液氧杜瓦罐公路运输应选择二类危化品运输车，为避免液氧杜瓦罐在运输过程中移动或相互碰撞，应用绳索将设备进行固定。道路运输过程应符合 JT/T 617 的规定。

6.2.3 杜瓦罐吊装、卸车时应可靠、轻吊轻放，避免碰撞，装卸现场应派有专人指挥。

6.3 使用

6.3.1 液氧破岩杜瓦罐使用前应对罐体、阀门、连接处进行气密性检查，检查合格后方可使用。

6.3.2 液氧破岩杜瓦罐使用时操作人员应穿戴液氧破岩作业专用安全防护装备。

6.3.3 杜瓦罐内的液氧宜在当天使用完毕，如当天未用完，需要在使用现场临时存放的，存放条件应满足 6.1.1.3 的要求。

7 监督管理

液氧破岩作业项目的项目经理为本项目的安全管理第一责任人，项目技术负责人、项目专职安全员协助项目经理重点抓好项目现场作业的安全管理工作。

《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》 团体标准（征求意见稿）编制说明

一、任务来源、起草单位、主要起草人

（一）任务来源、起草单位

根据《广西应急管理协会关于拟制(修)订团体标准项目的公示》（桂应协〔2025〕68号），《液氧破岩杜瓦罐操作规程》广西应急管理协会团体标准由广西国方建设工程有限责任公司提出，长江水利委员会长江科学院、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同承担起草。

（二）主要起草人

主要起草人员见表1。

表1 主要起草人员

姓名	单位	职称/职务	主要负责工作
赵临生	广西国方建设工程有限责任公司	高级工程师	项目负责人
徐辰宇	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
孔繁晓	烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司	助理工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
毛奕飞	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
曾明艳	广西国方建设工程有限责任公司	工程师	统筹协调及组织标准发布后宣贯培训
卢瀚清	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研与标准技术内容的审核协调

饶宇	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	调研与标准技术内容的审核协调
刘婷	广西国方建设工程有限公司	工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
何延凯	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研与标准技术内容的审核协调
王秀杰	长江水利委员会长江科学院	高级工程师	调研与标准技术内容的审核协调
陆斌	广西港航建筑工程有限公司	工程师	文献资料收集整理、调研
马福顺	广西国方建设工程有限公司	注册安全工程师	文献资料收集整理、调研
王祥伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	文献资料收集整理、调研
陈伟	广西港航建筑工程有限公司	高级工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
侯聪聪	长江水利委员会长江科学院	工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
马豪	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见
陈倩倩	温州市大越工程机械有限公司	助理工程师	调研、申报材料与标准内容编写及标准征求意见

二、制定标准的必要性和意义

（一）必要性

液氧破岩技术，利用液态氧气的物理相变所释放的能量完成爆破作业，破裂目标介质。作为一种利用物理相变而非剧烈化学反应产生破坏力的创新方法，正以其独特的环保与安全特性，突破传统炸药的使用范围边界，在特定应用场景中展现出巨大潜力。储存、运输与充装作为液氧破岩的核心要素，

中国的工业化和城市化进程迅速，带来了经济的快速发展，同时也带来了严重的环境污染问题，如大气污染、水污染、土壤污染等。这些问题促使国家和社会对环保的重视程度不断提高。随着生活水平的提高，居民对环境质量的要求越来越高，环保意识显著增强，推动了环保产业的发展。

传统爆破技术在矿山、洞穴、拆迁等方面的具有广阔的使用场景，同时国家对于炸药的生产、运输、储存和使用等建立了更加严格且规范的法律法规，导致炸药在一些靠近居民区、铁路、高速公路、高压线塔等保护性建筑物、构筑物的市政建设、隧道建设等特殊环境下反而无法使用，爆破后的粉尘及产生的有害气体对于周边水、大气及土壤都有很大的危害。为了响应国家推行可持续发展战略的号召，选用更加科学合理，环境危害更小的爆破技术，并开展相关的标准化研究就显得十分重要。主要体现在：

国家层面：2018 年 11 月 13 日，工业和信息化部发布《关于推进民爆行业高质量发展的意见》（工信部安全〔2018〕237 号），鼓励编制行业相关标准，推进形成规划科学、政策合理、标准完善的民爆行业高质量发展保障体系。

2021 年，工业和信息化部发布《美丽广西建设三年行动计划》，鼓励各企业、单位对民爆技术进行研究创新，鼓励研究高安全性的环保型起爆药与起爆器材。

2024 年，国务院安全生产委员会发布《"十四五"国家

安全生产规划》，强调要推进安全生产标准化建设，加快制修订相关标准规范。

地方层面：2022 年，广西壮族自治区人民政府发布《“十四五”节能减排综合实施方案的通知》（桂政办发〔2025〕19 号），对于民爆等高污染行业提出了更高的要求，鼓励通过基础研究与科技创新，加快产业绿色低碳转型。

2024 年，广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发《广西实施新一轮工业振兴三年行动的若干政策措施》的通知中提出对液氧破岩设备研发企业给予最高 200 万元首台（套）奖励，对采用该技术的项目简化审批流程。

安全环保节能的气体爆破对于传统矿山炸药开采爆破的方法是一场颠覆性的新革命。用于矿山开采工作面，替代传统炮采方法，可灵活实现工作面矿石爆破，不仅威力大、石量多，抛出距离短，减少工人的强力，独有的相变技术且不会造成放哑炮等危险安全事故的发生。

液氧破岩技术相对于传统炸药爆破，液氧膨胀气体相变致裂技术所需的材料和设备成本较低，维护升级的成本也较小。且该技术不属于民用爆炸产品，运输、储存和使用不需要审批，无需繁琐的爆炸物审批手续和公安部门的严格监管。目前爆破行业内缺少相关技术的标准，为填补该领域标准空白，规范市场行为，确保工程质量，提升行业整体水平，为形成公平、健康、可持续的产业生态奠定基础。同时，完善工程破岩标准体系，为我国引领该类绿色技术创新、提升国际竞争力提供规则保障。

（二）目的意义

液氧破岩技术相对于传统炸药爆破，所需的材料和设备成本较低，维护升级的成本也较小。且该技术不属于民用爆炸产品，运输、储存和使用不需要审批，无需繁琐的爆炸物审批手续和公安部门的严格监管。因此制定《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》团体标准，将会更好的对液氧爆破器材进行规范化管理，以专业力量推动行业标准化发展。

制定《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》团体标准，将对液氧破岩使用的致裂器材的贮存、运输及维修使用提出规范化要求，以保证技术应用的安全性、高效性和环保性。因此，液氧破岩器材管理与应用的标准化研究具有紧迫性和重要意义。

三、项目编制过程

（一）成立标准编制小组

2025 年 10 月，由广西国方建设工程有限责任公司提出，会同长江水利委员会长江科学院、烟台大地二氧化碳爆破机械设备有限公司、温州市大越工程机械有限公司、广西港航建筑工程有限公司共同成立标准编制工作组。小组成员进行了任务分工，并制定了标准起草计划。

（二）开展前期资料收集工作

2025 年 5 月-2025 年 8 月，标准编制工作组开展液氧破岩器材的标准化研究前期准备工作，在查阅、搜集国内和区内传统爆破作业与液氧破岩作业的相关法律法规、政

策文件、标准、文献等资料的基础上，通过对比分析研究，了解爆破行业的标准化现状，结合国家对于绿色爆破与科技创新的发展战略，初步确定标准主要技术内容，拟定标准草案框架和标准要素。

（三）开展实地调研

标准编制工作组前往液氧破岩行业上中下游企业开展实地调研，与应急、公安部门及企业代表进行面对面交流，根据实际反馈与企业现状及未来发展方向确定标准化需求。

（四）形成标准征求意见稿

2025年10月，标准编制工作组在实地调研液氧破岩行业技术使用的基础上，深入研读自治区发布的推动爆破产业高质量发展相关政策措施，总结提炼液氧破岩器材的技术指标与技术亮点，并通过召开内部讨论会，就标准的权威性、可行性、先进性进行研究讨论，结合区内爆破产业标准化发展与企业实际工作，完善形成标准征求意见稿。

（一）制定标准的原则

1. 合理参照政策，注重一致性

标准的编制紧密贴合国家和自治区文件精神和工作任务，规范性引用文件及各条款内容与国家及行业现行政策、规划、标准中的规定和要求相一致和相协调。能参考国家标准或行业标准的，尽量等同引用；需要综合统筹权衡的，尽量体现全面性。

2. 充分借鉴经验，增强适用性

标准的研制基于区内液氧破岩器材的具体使用要求，

充分听取了液氧破岩行业对于器材的需求与使用场景的要求，同时综合考虑到液氧破岩产业的发展现状与标准化建设情况，对标准中的核心要素多作共性要求及方向性的指导，确保标准的适用性。

3. 符合相关标准，保证规范性

标准的编写格式按 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》给出的规定进行编写，符合标准编写的规范性要求。标准编制说明等相关文件的编写和步骤程序符合《团体标准管理规定》的规定，保证标准制定程序规范。

（二）制定标准的依据

标准的编制遵循国家、行业和广西现行有关法律法规、规章制度和标准等文件的规定。标准编制工作组充分调研了区内各企业对液氧破岩器材的贮存与使用要求，同时在调研过程中收集了应急部门与爆破企业等相关人员的意见和建议，在此基础上结合液氧破岩作业标准化发展与未来发展方向，形成了团体标准《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》。

（三）与现行法律、法规的关系，与有关国家标准、行业标准的协调情况

在“全国标准信息公共服务平台”等标准信息服务平台上以“杜瓦罐”“液氧破岩”“致裂器”为关键字搜索，查询到相关国家标准 GB/T 35528《低温液化气体安全指南》，该标准规定了常温液化气体的储存装置的设计、充装、储

存和运输等过程中的安全要求，与本文件相比缺乏液氧破岩作业的起爆网路连接与致裂器的组装使用要求，技术内容的覆盖面较窄。

该标准内容符合国家、自治区相关法律法规，技术要求不低于强制性国家标准的相关技术要求，与相关的国家、行业推荐性标准协调一致。

五、主要条款的说明及技术指标的来源

（一）标准的主要框架及条款内容

标准的主要框架及技术内容见表 2。

表 2 标准主要框架及内容

章	内容	节	内容
1	范围		
2	规范性引用文件		
3	术语和定义		
4	基本要求	4.1	器材要求
		4.2	人员要求
		4.3	环境要求
5	致裂器组装件贮存、 运输和使用	5.1	贮存
		5.2	运输
		5.3	使用
6	液氧贮存、运输和使用	6.1	贮存
		6.2	运输
		6.3	使用
7	监督管理		

(二) 主要技术指标来源及确定依据

1. 基本要求

对液氧破岩作业的器材、人员及作业环境提出要求，该内容由液氧破岩作业实际作业人员的工作经验与爆破企业的内部安全流程文件综合考虑编制。

2. 致裂器贮存、运输和使用

对液氧破岩致裂器的组件的贮存条件、运输车辆与安全措施、致裂器组装、液氧灌注、起爆作业与爆后检查提出要求，该内容根据起草单位的实际工作流程规定编制。

3. 液氧贮存、运输和使用

对使用液氧的贮存条件、罐体安全与运输使用提出要求，该部分内容参考了行业标准 JT/T 617（所有部分）《危险货物道路运输规则》与 GB/T 35528《低温液化气体安全指南》。

4. 监督管理

确认了液氧破岩作业的安全管理第一责任人，并要求作业人员做好现场的安全管理工作。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准研制过程中无重大分歧意见。

七、贯彻标准的措施建议

标准发布实施后，标准编制工作组将成立标准宣贯工作组，制定标准宣贯实施培训计划，通过学习交流会、座谈会、培训班等形式对各液氧爆破企业、监管机构等相关方开展标准宣贯培训，解读标准主要技术内容，推动标准

实施落地。同时，在标准实施后，组织开展标准实施信息反馈收集和标准实施效果评估等工作，根据标准实施信息反馈和标准实施效果评估情况，及时组织标准复审修订。

八、其他应当说明的事项

无。

《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》

团体标准编制工作组

2025 年 10 月 23 日

《液氧破岩器材贮存、运输、使用规范》团体标准
(征求意见稿) 征求意见表

意见提出单位/专家 (单位盖章): 联系人: 联系电话:

序号	章、条编号	原稿内容 (概要)	修改意见	修改理由

注：1. 表格不够填写可加附页；
2. 若无意见也请反馈。

广西应急管理协会综合办公室

2025 年 10 月 29 日印发

经办人：蓝湉湉 联系电话：0771-2293009

(共印 300 份)