

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 259—2026

炼油化工设备的带压堵漏技术规范

Technical Specification for Plugging Leaks Under Pressure in Refining and
Chemical Equipment

（征求意见稿）

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

目 录

前 言	3
引 言	4
1. 范 围	5
2. 规范性引用文件	5
3. 术语和定语	5
4. 基本规定	6
5. 泄漏检测与评估	6
6. 堵漏材料选用原则	7
7. 带压密封夹具设计	8
8. 施工前期准备	9
9. 注胶式堵漏施工工艺	10
10. 夹具式堵漏施工工艺	11
11. 粘接式堵漏施工工艺	12
12. 特殊工况作业要求	13
13. 安全防护措施	14
14. 动火作业管理	15
15. 气体检测规范	16
16. 施工质量检验	17
17. 工程验收规范	18
18. 作业记录与档案	19
19. 设施维护与保养	20
20. 应急处置预案	21
21. 废弃物处理要求	22
22. 人员培训与资质	23
23. 监督与检查管理	24
24. 常见故障处理	25
25. 作业安全通则	27

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。

本文件由江西省工程师联合会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引言

在炼油化工行业中，设备的稳定运行是安全生产和企业效益的关键。炼油化工设备在长期运行过程中，由于介质腐蚀、压力波动、密封老化等多种因素，不可避免地会出现泄漏问题。炼油化工设备带压堵漏技术在此时就凸显出其重要意义。

带压堵漏对于炼油化工企业的安全生产至关重要。炼油化工生产涉及众多易燃易爆、有毒有害介质，一旦发生泄漏，极易引发火灾、爆炸、中毒等重大安全事故，严重威胁人员生命安全和企业财产安全。通过带压堵漏技术，能够在不停车的情况下及时封堵泄漏点，避免事故的发生，保障生产装置的稳定运行，为安全生产筑牢防线。

从经济层面来看，带压堵漏可以有效减少停产损失。传统的处理泄漏方式往往需要停车检修，而炼油化工装置的停车和重启不仅需要耗费大量的时间和人力物力，还会导致生产中断，造成巨大的经济损失。带压堵漏技术可以在不停产的前提下快速解决泄漏问题，确保生产的连续性，使企业能够保持正常的生产节奏，减少因停产带来的经济损失。

为了规范炼油化工设备带压堵漏技术的应用，提高带压堵漏的质量和安全性，特制定本团体标准。本标准将为炼油化工企业在带压堵漏作业中提供科学、合理、可行的技术指导，促进带压堵漏技术在炼油化工行业的健康发展。

炼油化工设备的带压堵漏技术规范

1. 范围

本文件规定了炼油化工设备、管道带压堵漏作业的相关技术要求、操作流程及质量控制等内容。明确了带压堵漏作业的适用参数范围，涵盖压力、温度、介质等关键参数，以确保作业的安全性和有效性。

本文件适用于炼油化工行业中各类设备和管道的带压堵漏作业，包括但不限于反应釜、塔器、换热器、泵、阀门及输送管道等。适用于因腐蚀、磨损、密封失效、焊缝缺陷等原因导致的泄漏问题。无论是在正常生产过程中出现的突发泄漏，还是在设备检修期间发现的潜在泄漏隐患，均可按照本标准进行带压堵漏作业。

本标准适用于从事炼油化工设备带压堵漏作业的施工单位、操作人员，以及相关的设备管理部门、安全监管部门等。有助于规范带压堵漏作业行为，提高作业质量和效率，保障炼油化工生产的安全稳定运行。

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/T 26467-2011 承压设备带压密封技术规范

HG/T 20201-2014 化工工程建设起重施工规范

HG/T 20670-2000 橡胶衬里化工设备

SH/T 3505-2011 石油化工施工安全技术规程

GB 50235-2010 工业金属管道工程施工规范

GB 50128-2014 立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范

HG/T 20585-2011 钢制低温压力容器技术规定

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1 带压堵漏

在运行状态下，采用合适方法制止炼油化工设备泄漏的作业。

2 密封注剂

用于带压堵漏，注入后能形成密封的材料。

3 夹具

安装在泄漏部位，与注剂配合实现堵漏的装置。

4 泄漏点

炼油化工设备发生介质泄漏的具体位置。

5 带压作业

在设备有压力情况下进行的堵漏等操作。

4. 基本规定

本部分依据 GB/T 30574-2014《带压密封技术规范》制定，明确带压堵漏作业的人员资质、安全管理及作业基本原则。

4.1 人员资质

作业人员应持有特种设备作业人员证（带压密封作业），年龄 18-60 周岁，无妨碍作业的疾病；技术负责人应具备 5 年以上带压堵漏作业经验，持有中级及以上专业技术职称。

4.2 安全管理

建立作业现场安全责任制，设置专职安全员，配备应急救援器材，每日作业前开展安全交底并留存记录。

4.3 作业基本原则

先安全后生产，先隔离后堵漏，先检测后作业；严格执行作业方案，严禁擅自变更作业参数；确保作业环境符合安全要求，介质泄漏未得到有效控制前不得撤离现场。

4.4 资质审核

作业单位应具备带压堵漏作业资质，作业前核验人员资质、设备状态及材料合格证明文件。

4.5 参数确认

作业前核实设备介质压力 0.1-32MPa、温度-40-800℃、介质腐蚀性等级，明确泄漏点位置及泄漏量。

4.6 风险评估

开展作业前风险辨识，评估介质毒性、易燃易爆性及泄漏扩散范围，制定针对性防控措施。

4.7 方案审批

作业方案应经技术负责人审核、单位技术负责人批准，重大工况作业应组织专家论证。

4.8 现场监护

作业过程中安排专人监护，实时监测泄漏情况及环境参数，发现异常立即停止作业。

4.9 记录留存

完整记录作业全过程，包括人员信息、设备参数、材料使用、操作步骤及应急处置情况，留存期限不少于 3 年。

5. 泄漏检测与评估

本部分规定泄漏点检测方法，制定泄漏等级评估的技术标准与流程。

5.1 检测方法

采用目视检测、超声波检漏仪、可燃气体检测仪、红外热成像仪开展泄漏点检测，精准定位泄漏位置及泄漏缝隙尺寸。

5.2 参数测量

使用压力变送器测量介质压力精度 $\pm 0.01\text{MPa}$ ，使用温度计测量介质温度精度 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，使用流量计测量泄漏量精度 $\pm 5\%$ 。

5.3 泄漏等级划分

按泄漏量分为一级泄漏量 $\leq 0.1\text{L/min}$ 、二级泄漏量 $0.1\text{--}1\text{L/min}$ 、三级泄漏量 $1\text{--}10\text{L/min}$ 、四级泄漏量 $> 10\text{L/min}$ ；按泄漏压力分为低压 $0.1\text{--}1.6\text{MPa}$ 、中压 $1.6\text{--}10\text{MPa}$ 、高压 $10\text{--}32\text{MPa}$ 、超高压 $> 32\text{MPa}$ 。

5.4 评估流程

第一步检测泄漏点位置及参数，第二步测量泄漏量及压力等级，第三步开展风险评估，第四步确定泄漏等级，第五步制定对应堵漏方案。

5.5 检测频次

带压堵漏作业前应开展 1 次全面检测，作业过程中每 30 分钟复测 1 次泄漏情况，作业完成后 24 小时内开展复检。

5.6 检测仪器校准

所有检测仪器应每年校准 1 次，校准证书有效期内使用，确保检测数据准确可靠。

5.7 介质分析

作业前采集泄漏介质样品，分析其成分、腐蚀性、易燃易爆性及毒性，为堵漏材料选型提供依据。

5.8 环境监测

作业现场设置环境监测点，实时监测介质浓度、氧气含量及有毒有害气体浓度，确保符合职业接触限值要求。

5.9 评估报告

泄漏检测与评估结果应形成书面报告，内容包括检测数据、评估结论及建议堵漏措施，经技术负责人签字确认。

6. 堵漏材料选用原则

本部分规定密封注剂、夹具等材料的性能要求及适配选型规则。

6.1 密封注剂性能

应具备良好的耐腐蚀性、密封性、耐热性及抗压强度，抗压强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，使用温度范围 $-40\text{--}800^\circ\text{C}$ ，与介质相容性等级 $\geq \text{GB/T } 1690\text{--}2010$ 规定的 3 级。

6.2 夹具材料性能

采用 Q235B、16MnR 或不锈钢材质，屈服强度 $\geq 235\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 375\text{MPa}$ ，耐腐蚀性能符合介质使用环境要求，厚度 $\geq 8\text{mm}$ 。

6.3 适配选型规则

根据介质压力选择对应强度等级的材料，低压工况选用普通密封注剂，中高压工况选用高强度密封注剂；

根据介质温度选择耐热等级匹配的材料，高温工况选用陶瓷纤维或金属密封注剂。

6.4 材料验证

作业前对密封注剂开展密封性试验，在模拟工况下保压 24h 无泄漏；对夹具开展强度试验，加载至 1.5 倍工作压力无变形。

6.5 材料储存

密封注剂应储存在干燥、通风环境，温度控制在 5-30℃，避免阳光直射；夹具应分类存放，避免碰撞变形及锈蚀。

6.6 材料标识

所有材料应标注型号、规格、生产日期及有效期，使用前核对标识与作业方案要求一致。

6.7 兼容性测试

对不同批次的密封注剂开展兼容性测试，确保混合使用时性能无下降，避免出现密封失效。

6.8 选型依据

结合泄漏点工况参数、介质特性及作业环境，优先选用符合行业标准的成熟材料，确保材料适配性与可靠性。

6.9 废弃处理

过期或失效的密封注剂及夹具应按照危险废物处理要求进行处置，避免污染环境。

7. 带压密封夹具设计

本部分说明夹具的设计原则、结构形式及制造加工的技术要求。

7.1 设计原则

结构紧凑，安装方便，受力均匀，具备足够的强度与刚度，确保在工作压力下无变形、无泄漏。

7.2 结构形式

分为整体式夹具、分体式夹具、组合式夹具，根据泄漏点形状及设备结构选择对应形式，圆形泄漏点选用整体式夹具，异形泄漏点选用组合式夹具。

7.3 制造加工要求

采用焊接或螺栓连接工艺，焊接接头应符合 JB/T 4709-2020 规定，螺栓孔位置度公差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，夹具内壁与设备外壁间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

7.4 强度计算

夹具最大工作压力应不低于设备工作压力的 1.2 倍，螺栓数量 ≥ 4 个，螺栓直径 $\geq \text{M16}$ ，拧紧力矩 $\geq 80\text{N} \cdot \text{m}$ 。

7.5 尺寸参数

夹具宽度 $\geq 100\text{mm}$ ，高度 $\geq 80\text{mm}$ ，法兰连接部位应设置密封槽，密封槽深度 $\geq 3\text{mm}$ ，宽度 $\geq 5\text{mm}$ 。

7.6 表面处理

夹具内外表面应进行防锈处理，采用镀锌或涂漆工艺，镀锌层厚度 $\geq 80\text{ }\mu\text{m}$ ，确保耐腐蚀性能符合使用要求。

7.7 设计验证

夹具设计完成后应开展模拟安装试验，验证安装可行性及密封性能，修改完善后形成正式设计图纸。

7.8 材料选用

优先选用 Q235B、16MnR 等碳素结构钢，特殊工况下选用不锈钢或合金材料，确保材料性能满足作业要求。

7.9 公差要求

夹具加工尺寸公差应符合 GB/T 1804-2000 规定的 m 级精度，确保装配精度与密封效果。

8. 施工前期准备

本部分明确作业前人员、设备、安全防护及技术交底的准备工作。

8.1 人员准备

组建作业班组，包括技术负责人 1 名、作业人员 4-6 名、安全员 1 名、监护人员 1 名，所有人员持证上岗并开展岗前培训。

8.2 设备准备

配备带压堵漏专用工具，包括注胶枪、高压胶管、液压泵、扭矩扳手，设备性能应符合 JB/T 10974-2010 规定，每次作业前开展调试检查。

8.3 安全防护准备

配备个体防护装备，包括防毒面具、防火服、防护手套、防护鞋，配备应急救援器材，包括消防器材、急救箱、洗消设备，现场设置警戒区域及警示标识。

8.4 技术交底

作业前由技术负责人向全体作业人员交底，内容包括作业方案、风险防控措施、操作要点及应急处置流程，交底记录由所有人员签字确认。

8.5 材料准备

核对密封注剂、夹具、螺栓等材料的型号、规格及数量，确保符合作业方案要求，对材料进行外观检查及性能测试。

8.6 工况确认

再次核实设备介质压力、温度、泄漏量及介质特性，确认作业环境符合安全要求，提前办理相关作业审批手续。

8.7 现场布置

清理作业现场障碍物，设置临时电源及照明设施，划定警戒区域并安排专人值守，确保作业通道畅通。

8.8 预案制定

针对作业过程中可能出现的泄漏扩大、介质喷溅等突发情况，制定专项应急处置预案，组织全体人员开展

应急演练。

8.9 记录归档

将所有准备工作内容形成书面记录，包括人员名单、设备调试记录、材料检验报告、技术交底记录，留存备查。

9. 注胶式堵漏施工工艺

本部分详细说明注胶密封式带压堵漏的施工步骤与操作要点。

9.1 施工步骤

第一步清理泄漏点表面杂物及锈蚀，第二步安装夹具并紧固螺栓，第三步连接注胶枪与密封注剂，第四步逐步注入密封注剂，第五步保压检查密封效果，第六步拆除多余注胶枪及夹具。

9.2 操作要点

注入压力应高于介质压力 0.2-0.5MPa，注胶速度控制在 5-10mL/min，每注入 100mL 注剂暂停 10min，确保注剂充分填充缝隙。

9.3 螺栓紧固

采用对角紧固方式，按从中间到两侧的顺序拧紧螺栓，初始拧紧力矩为 40N·m，后续根据注胶压力逐步增加至 80N·m。

9.4 注剂注入

从泄漏点最大处开始注入，逐步向四周扩散，当注胶压力稳定且泄漏点无介质溢出时停止注胶，保压时间 $\geq 30\text{min}$ 。

9.5 压力控制

作业过程中实时监测注胶压力，避免压力过高导致设备变形或介质喷溅，压力波动范围应控制在 $\pm 0.05\text{MPa}$ 以内。

9.6 温度控制

根据介质温度调整注胶枪加热温度，高温工况下加热温度控制在 100-200℃，确保密封注剂熔化充分。

9.7 质量检查

作业完成后检查夹具及密封部位无泄漏，用可燃气体检测仪检测现场介质浓度，确认符合安全要求。

9.8 后续监测

作业完成后 24h 内开展 3 次复检，每次间隔 1h，确认密封效果稳定无泄漏。

9.9 记录填写

详细记录注胶量、注胶压力、螺栓拧紧力矩及保压时间，形成施工记录文件，经技术负责人签字确认。

表 1 施​​工​​流​​程​​六​​步​​法

步​​骤	操​​作​​内​​容	目​​的
1. 表​​面​​清​​理	清​​除​​泄​​漏​​点​​周​​围​​油​​污​​、​​锈​​蚀​​、​​焊​​渣​​等​​杂​​物​​，​​露​​出​​金​​属​​基​​体	确​​保​​夹​​具​​贴​​合​​紧​​密​​，​​防​​止​​注​​剂​​外​​溢
2. 夹​​具​​安​​装	安​​装​​专​​用​​堵​​漏​​夹​​具​​，​​采​​用​​对​​角​​紧​​固​​+中→侧​​顺​​序​​（​​见​​ 9.3）	均​​匀​​受​​力​​，​​避​​免​​偏​​载​​导​​致​​密​​封​​失​​效
3. 连​​接​​注​​胶​​系​​统	将​​注​​胶​​枪​​通​​过​​高​​压​​软​​管​​连​​接​​至​​夹​​具​​注​​胶​​口​​，​​检​​查​​接​​口​​密​​封​​性	建​​立​​可​​靠​​注​​胶​​通​​道
4. 分​​段​​注​​胶	按​​“​​最​​大​​泄​​漏​​点​​优​​先​​”​​原​​则​​注​​入​​密​​封​​注​​剂​​（​​见​​ 9.4）​​，​​控​​制​​速​​度​​与​​压​​力​​（​​见​​ 9.2、​​9.5）	实​​现​​缝​​隙​​逐​​层​​填​​充​​，​​避​​免​​空​​腔
5. 保​​压​​检​​漏	注​​胶​​完​​成​​后​​保​​压 ≥30 分​​钟​​，​​观​​察​​无​​介​​质​​渗​​出​​（​​见​​ 9.4、​​9.7）	验​​证​​密​​封​​固​​化​​效​​果
6. 拆​​除​​收​​尾	拆​​除​​注​​胶​​枪​​及​​临​​时​​夹​​具​​（​​若​​为​​永​​久​​夹​​具​​则​​保​​留​​）​​，​​清​​理​​现​​场	恢​​复​​设​​备​​外​​观​​，​​准​​备​​交​​付

10. 夹​​具​​式​​堵​​漏​​施​​工​​工​​艺

本​​部​​分​​介​​绍​​夹​​具​​安​​装​​固​​定​​式​​带​​压​​堵​​漏​​的​​施​​工​​流​​程​​及​​要​​求​​。

10.1 施​​工​​流​​程

第​​一​​步​​测​​量​​泄​​漏​​点​​尺​​寸​​并​​制​​作​​夹​​具​​，​​第​​二​​步​​清​​理​​设​​备​​表​​面​​及​​泄​​漏​​点​​，​​第​​三​​步​​吊​​装​​夹​​具​​至​​泄​​漏​​点​​位​​置​​，​​第​​四​​步​​紧​​固​​夹​​具​​连​​接​​螺​​栓​​，​​第​​五​​步​​安​​装​​密​​封​​垫​​片​​及​​注​​胶​​装​​置​​，​​第​​六​​步​​开​​展​​密​​封​​性​​能​​测​​试​​。

10.2 夹​​具​​安​​装

采​​用​​起​​重​​设​​备​​或​​手​​动​​工​​具​​将​​夹​​具​​吊​​装​​至​​设​​备​​表​​面​​，​​确​​保​​夹​​具​​与​​设​​备​​外​​壁​​贴​​合​​紧​​密​​，​​间​​隙​​≤0.5mm，​​调​​整​​夹​​具​​位​​置​​使​​注​​胶​​孔​​对​​准​​泄​​漏​​点​​。

10.3 螺​​栓​​紧​​固

按​​对​​角​​顺​​序​​逐​​步​​拧​​紧​​螺​​栓​​，​​初​​始​​拧​​紧​​力​​矩​​为 50N·m，​​最​​终​​拧​​紧​​力​​矩​​达​​到 100N·m，​​确​​保​​夹​​具​​受​​力​​均​​匀​​无​​松​​动​​。

10.4 密​​封​​安​​装

在​​夹​​具​​与​​设​​备​​之​​间​​安​​装​​金​​属​​缠​​绕​​垫​​片​​或​​柔​​性​​石​​墨​​垫​​片​​，​​垫​​片​​厚​​度​​≥3mm，​​宽​​度​​≥夹​​具​​内​​壁​​宽​​度​​，​​确​​保​​垫​​片​​无​​褶​​皱​​、​​无​​移​​位​​。

10.5 注​​胶​​操​​作

通​​过​​注​​胶​​孔​​注​​入​​密​​封​​注​​剂​​，​​注​​入​​压​​力​​高​​于​​介​​质​​压​​力 0.3-0.6MPa，​​直​​至​​泄​​漏​​点​​无​​介​​质​​溢​​出​​，​​保​​压​​时​​间​​≥60min。

10.6 压​​力​​测​​试

采​​用​​水​​压​​试​​验​​或​​气​​压​​试​​验​​方​​式​​，​​对​​夹​​具​​及​​密​​封​​部​​位​​进​​行​​强​​度​​测​​试​​，​​试​​验​​压​​力​​为 1.5 倍​​工​​作​​压​​力​​，​​保​​压 30min 无​​泄​​漏​​为​​合​​格​​。

10.7 现​​场​​固​​定

作​​业​​完​​成​​后​​对​​夹​​具​​及​​注​​胶​​装​​置​​进​​行​​固​​定​​，​​防​​止​​因​​设​​备​​振​​动​​导​​致​​松​​动​​，​​采​​用​​焊​​接​​或​​螺​​栓​​加​​固​​方​​式​​，​​确​​保​​夹​​具​​长​​期​​稳​​定​​。

10.8 工况适配

根据设备材质及泄漏点形状选择对应夹具形式，异形泄漏点采用定制化夹具，确保夹具与设备表面完全贴合。

10.9 质量验收

对照施工方案检查夹具安装位置、螺栓紧固力矩及密封效果，填写验收记录，经建设单位及监理单位确认合格。

10.10 后续维护

建立夹具式堵漏作业档案，定期开展巡检，每 6 个月检查 1 次夹具紧固情况及密封性能，及时处理异常情况。

11. 粘接式堵漏施工工艺

本部分说明粘接密封类带压堵漏的施工方法及注意事项。

11.1 施工方法

第一步清理泄漏点表面油污、锈蚀及杂质，第二步打磨泄漏点表面至粗糙度 $Ra \geq 12.5 \mu m$ ，第三步调配粘接密封剂，第四步涂抹粘接剂并粘贴密封补丁，第五步固化养护并开展密封测试。

11.2 表面处理

采用喷砂或打磨方式清理泄漏点表面，去除氧化皮及锈蚀，确保表面干燥无水分，温度控制在 $15-30^{\circ}C$ ，湿度 $\leq 60\%$ 。

11.3 粘接剂选用

根据介质特性选用环氧型、聚氨酯型或硅橡胶型粘接密封剂，粘接强度 $\geq 10MPa$ ，固化时间 $\leq 24h$ ，使用温度范围 $-20-200^{\circ}C$ 。

11.4 补丁制备

采用金属板、玻璃钢或橡胶板制作密封补丁，补丁尺寸比泄漏点大 $50-100mm$ ，厚度 $\geq 2mm$ ，边缘打磨成 45° 倒角。

11.5 粘接操作

均匀涂抹粘接剂于泄漏点表面及补丁内侧，厚度 $\geq 1mm$ ，粘贴补丁后采用夹具或重物压紧，压紧压力 $\geq 0.1MPa$ ，确保无气泡残留。

11.6 固化养护

固化期间避免振动及载荷，常温固化时间 $\geq 24h$ ，高温工况下采用加热固化方式，温度控制在 $60-80^{\circ}C$ ，固化时间 $\geq 12h$ 。

11.7 密封测试

固化完成后采用压力测试方式，检查密封部位无泄漏，介质浓度符合安全要求，测试压力为 1.1 倍工作压力，保压 $15min$ 。

11.8 注意事项

粘接式堵漏适用于泄漏量 $\leq 1\text{L/min}$ 的低压工况，严禁用于高温高压及有毒介质泄漏作业，作业前应开展兼容性测试。

11.9 质量控制

粘接剂配比应严格按照产品说明书执行，搅拌时间 $\geq 5\text{min}$ ，确保混合均匀，避免出现粘接失效。

11.10 后续检查

作业完成后 24h 内开展 3 次复检，确认密封效果稳定，建立粘接式堵漏作业记录，留存粘接剂检验报告及测试记录。

12. 特殊工况作业要求

本部分针对高温、高压、有毒介质等特殊工况制定专项作业要求。

12.1 高温工况

介质温度 $> 300^{\circ}\text{C}$ 时，选用陶瓷纤维或金属密封注剂，采用带冷却系统的夹具，作业环境温度控制在 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，配备高温防护装备及降温设施。

12.2 高压工况

压力 $> 10\text{MPa}$ 时，选用高强度密封注剂，夹具强度等级提高至 1.5 倍工作压力，采用双注胶枪同步注胶，注胶压力高于介质压力 0.5-0.8MPa。

12.3 有毒介质工况

选用耐腐蚀密封注剂，作业现场设置密闭空间及通风系统，配备正压式呼吸器及洗消设备，作业过程中全程监测介质浓度。

12.4 易燃易爆介质工况

作业前清理现场易燃易爆物品，配备防爆型工具及消防器材，作业环境中可燃气体浓度 $\leq \text{LEL}$ 的 10%，严禁使用产生火花的工具。

12.5 低温工况

介质温度 $< -20^{\circ}\text{C}$ 时，选用耐寒型密封注剂，作业环境温度控制在 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ，采用加热装置对密封注剂及夹具进行预热，确保密封效果。

12.6 带压开孔工况

需开展带压开孔作业时，应选用专用开孔设备，开孔压力 $\leq 1.6\text{MPa}$ ，开孔前办理动火作业审批手续，制定专项安全方案。

12.7 复杂结构工况

针对设备焊缝、法兰、弯头等复杂结构泄漏点，采用定制化夹具及注胶方案，开展模拟试验验证作业可行性。

12.8 应急处置

特殊工况作业过程中出现泄漏扩大时，立即停止作业并撤离人员，启动应急救援预案，采取隔离及泄压措施控制事态发展。

12.9 人员防护

特殊工况作业人员应穿戴全套个体防护装备，包括防火服、防毒面具、防护手套及防护鞋，作业前开展健康检查，确保身体状况符合要求。

13. 安全防护措施

本部分规定作业过程中的个体防护、现场警戒及应急防护要求。

13.1 个体防护

作业人员应穿戴符合 GB 2890-2009 标准的防毒面具、符合 GB 12011-2009 标准的防火服、符合 GB/T 17622-2008 标准的防护手套及防护鞋，高空作业时系挂安全带。

13.2 现场警戒

作业现场设置警戒区域，采用警戒线或警示标识进行隔离，警戒范围应覆盖泄漏点周边 50m 范围，安排专人值守，严禁无关人员进入。

13.3 应急防护

配备应急救援器材，包括消防器材、急救箱、洗消设备、正压式呼吸器，现场设置应急撤离通道及集结点，确保紧急情况下人员快速撤离。

13.4 监测监控

作业过程中实时监测介质浓度、氧气含量及环境温度，每 15 分钟记录 1 次监测数据，发现异常立即启动应急响应。

13.5 电气安全

作业现场电气设备应符合防爆要求，采用防爆型照明及动力设备，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，严禁使用非防爆电器及线路。

13.6 动火管理

作业涉及动火作业时，应严格执行动火作业管理规定，办理动火作业审批手续，配备动火监护人员及消防器材。

13.7 辐射防护

作业现场存在辐射源时，应采取屏蔽防护措施，作业人员佩戴辐射剂量计，辐射剂量不超过国家规定限值。

13.8 应急演练

定期开展应急防护演练，包括泄漏处置、人员急救、消防灭火等内容，每季度至少开展 1 次，演练后总结改进应急措施。

13.9 防护装备检查

作业前对个体防护装备及应急救援器材进行全面检查，确保性能完好有效，检查记录留存备查。

14. 动火作业管理

本部分明确带压堵漏涉及动火作业时的安全审批及管控要求。

14.1 审批流程

动火作业前应办理动火作业审批手续，填写动火作业申请表，提交作业方案、风险评估报告及安全措施，经单位安全管理部门批准后方可作业。

14.2 动火分级

根据动火区域及风险等级分为一级动火、二级动火、三级动火，一级动火作业应经单位技术负责人及安全管理部门双重审批。

14.3 作业前检查

动火作业前清理现场易燃易爆物品，检测作业环境可燃气体浓度 \leq LEL 的 10%，检查动火设备及工具性能完好，配备消防器材。

14.4 动火监护

动火过程中安排专职监护人员，全程监测作业环境及动火部位，发现异常立即停止作业并采取应急措施。

14.5 动火参数

动火作业应控制火焰温度及作业时间，火焰与泄漏点距离 \geq 1m，单次动火时间 \leq 30min，如需延长应重新办理审批手续。

14.6 介质隔离

动火作业前应对泄漏点周边设备及管道进行介质隔离，采用盲板封堵或冲洗置换方式，确保作业区域无易燃易爆介质残留。

14.7 应急处置

动火作业现场配备干粉灭火器、消防沙等消防器材，制定应急处置预案，一旦发生火灾立即启动救援流程并报警。

14.8 审批有效期

动火作业审批有效期不超过 8h，作业中断超过 30min 应重新办理审批手续，确保审批信息与作业实际一致。

14.9 人员资质

动火作业人员应持有特种作业操作证（动火作业），年龄 18-60 周岁，无妨碍作业的疾病，作业前开展安全交底及培训。

14.10 记录管理

动火作业全过程记录包括审批文件、检查记录、监护记录及应急处置情况，留存期限不少于 5 年，纳入作业档案管理。

15. 气体检测规范

作业前介质泄漏气体检测标准

作业过程中介质泄漏气体检测标准

作业后介质泄漏气体检测标准

检测点位布设规范

检测频次控制标准

检测仪器校准要求

检测数据记录规范

异常情况处置流程

安全区域划分标准

检测人员资质要求

二级标准

作业前介质泄漏气体检测标准；作业过程中介质泄漏气体检测标准；作业后介质泄漏气体检测标准；检测点位布设规范；检测频次控制标准；检测仪器校准要求；检测数据记录规范；异常情况处置流程；安全区域划分标准；检测人员资质要求

三级标准

15.1 作业前介质泄漏气体检测标准

使用可燃气体检测仪对作业区域周边 10 米范围进行检测，检测浓度需低于爆炸下限 10%；

15.2 作业过程中介质泄漏气体检测标准

每 30 分钟对作业点及周边 5 米范围进行一次检测，浓度超过 20%爆炸下限立即停止作业；

15.3 作业后介质泄漏气体检测标准

持续检测 30 分钟，确认无泄漏后方可撤离现场；

15.4 检测点位布设规范

在作业点上下风向各设置 2 个检测点，沿泄漏点周边 5 米均匀布设不少于 4 个检测点；

15.5 检测频次控制标准

特级动火作业每 15 分钟检测一次，一级动火作业每 30 分钟检测一次；

15.6 检测仪器校准要求

使用前需使用标准气体校准，校准周期不得超过 7 天，校准记录需留存归档；

15.7 检测数据记录规范

每次检测需记录检测时间、点位、浓度值、检测人员姓名及仪器编号；

15.8 异常情况处置流程

检测发现浓度超标时，立即停止作业，撤离人员并开启通风设施，待浓度降至安全范围后方可恢复作业；

15.9 安全区域划分标准

以泄漏点为中心，半径 30 米范围划为警戒区，无关人员严禁进入；

15.10 检测人员资质要求

检测人员需持有特种设备检测人员资格证，熟悉气体检测仪器操作及应急处置流程

16. 施工质量检验

密封性检验项目

密封性检验判定方法

外观质量检验标准

尺寸精度检验要求

材料质量验证规范

焊接质量检验要求

紧固件紧固标准

密封性能试验流程

检验记录填写要求

不合格项处置流程

二级标准

密封性检验项目；密封性检验判定方法；外观质量检验标准；尺寸精度检验要求；材料质量验证规范；焊接质量检验要求；紧固件紧固标准；密封性能试验流程；检验记录填写要求；不合格项处置流程

三级标准

16.1 密封性检验项目

包括夹具与设备表面贴合密封性、注剂腔密封性能、接头连接密封性三个核心检验项目；

16.2 密封性检验判定方法

采用肥皂水发泡法检测，无连续气泡产生即为合格，检测压力需维持在设计压力的 1.1 倍；

16.3 外观质量检验标准

夹具表面无裂纹、变形，密封面无划痕、磕碰，注剂无溢出、固化完好；

16.4 尺寸精度检验要求

夹具安装后与设备表面间隙不得超过 0.2mm，紧固件扭矩需符合设计扭矩值的±5%范围；

16.5 材料质量验证规范

使用的密封注剂需提供材质证明书，夹具材质需符合 GB/T 700-2006 碳素结构钢标准要求；

16.6 焊接质量检验要求

夹具焊接接头需进行外观检查，无气孔、夹渣，焊缝高度需达到母材厚度的 80%；

16.7 紧固件紧固标准

采用扭矩扳手进行紧固，紧固顺序需从中心向四周对称进行，每级扭矩需递增 20%；

16.8 密封性能试验流程

安装完成后保压 24 小时，压力下降值不得超过设计压力的 1%，且无泄漏现象；

16.9 检验记录填写要求

需记录检验时间、检验项目、检验结果、检验人员姓名及不合格项整改情况；

16.10 不合格项处置流程

对检验不合格的部位需进行返工处理，返工后需重新进行检验，直至合格为止

17. 工程验收规范

验收程序要求

合格标准界定

资料归档要求

现场验收内容

隐蔽工程验收规范

分项工程验收标准

竣工验收流程

验收人员组成要求

验收报告编制规范

不合格工程整改要求

二级标准

验收程序要求；合格标准界定；资料归档要求；现场验收内容；隐蔽工程验收规范；分项工程验收标准；

竣工验收流程；验收人员组成要求；验收报告编制规范；不合格工程整改要求

三级标准

17.1 验收程序要求

分为分项验收、隐蔽工程验收及竣工验收三个阶段，需按顺序依次进行，前一阶段验收不合格不得进入下一阶段；

17.2 合格标准界定

所有检验项目均需符合本规范及设计文件要求，密封性能试验合格，资料完整齐全；

17.3 资料归档要求

需包括施工记录、检验报告、验收报告、材料质量证明文件等，归档资料需一式三份；

17.4 现场验收内容

包括作业现场清理情况、夹具安装位置、密封注剂使用量、安全设施配置情况；

17.5 隐蔽工程验收规范

需在隐蔽前 24 小时通知建设单位及监理单位，验收合格后方可进行隐蔽作业；

17.6 分项工程验收标准

每个分项工程需由施工单位自检合格后，提交验收申请，验收合格率需达到 100%；

17.7 竣工验收流程

施工单位提交竣工验收申请，建设单位组织验收，验收合格后签署竣工验收报告；

17.8 验收人员组成要求

需包括建设单位代表、监理工程师、施工单位技术负责人及相关专业技术人员；

17.9 验收报告编制规范

需包括工程概况、验收内容、检验结果、验收结论及验收人员签字；

17.10 不合格工程整改要求

验收不合格的工程需在 15 日内完成整改，整改完成后重新提交验收申请

18. 作业记录与档案

作业记录内容格式

施工档案管理要求

记录填写规范要求

档案保存期限规定

档案查阅借阅制度

档案数字化处理要求

记录传递流程规范

异常情况记录要求

档案销毁管理规定

归档资料整理要求

二级标准

作业记录内容格式；施工档案管理要求；记录填写规范要求；档案保存期限规定；档案查阅借阅制度；档案数字化处理要求；记录传递流程规范；异常情况记录要求；档案销毁管理规定；归档资料整理要求

三级标准

18.1 作业记录内容格式

需包括作业时间、作业人员、作业内容、检测数据、设备参数、异常情况及处理结果；

18.2 施工档案管理要求

需建立专门的档案柜，由专人负责管理，档案需按工程类别及时间顺序进行分类存放；

18.3 记录填写规范要求

需使用黑色签字笔填写，字迹清晰、内容完整，不得涂改，如需修改需在修改处签字确认；

18.4 档案保存期限规定

带压堵漏工程档案需永久保存，其中作业记录需至少保存 30 年；

18.5 档案查阅借阅制度

查阅档案需经档案管理人员同意，借阅需办理登记手续，归还时需检查档案完整性；

18.6 档案数字化处理要求

需将纸质档案扫描为电子档案，电子档案需备份至两个不同的存储介质，确保数据安全；

18.7 记录传递流程规范

作业记录需在作业完成后 24 小时内提交给档案管理人员，由其进行审核归档；

18.8 异常情况记录要求

需详细记录异常情况发生的时间、现象、原因及处理措施，不得遗漏任何细节；

18.9 档案销毁管理规定

超过保存期限的档案需经建设单位批准后方可销毁，销毁记录需留存归档；

18.10 归档资料整理要求

需将所有归档资料按顺序装订成册，编制目录清单，便于查阅和管理

19. 设施维护与保养

堵漏夹具维护规则

密封注剂保养要求

检测仪器维护规范

存储环境控制标准

定期检修计划要求

故障维修处理流程

设施台账管理规范

保养记录填写要求

报废标准界定

更换周期规定

二级标准

堵漏夹具维护规则；密封注剂保养要求；检测仪器维护规范；存储环境控制标准；定期检修计划要求；故障维修处理流程；设施台账管理规范；保养记录填写要求；报废标准界定；更换周期规定

三级标准

19.1 堵漏夹具维护规则

每次使用后需清理表面残留的密封注剂及油污，涂抹防锈油并存放在干燥通风的环境中；

19.2 密封注剂保养要求

需存放在阴凉干燥的环境中，避免阳光直射，存放温度需控制在 5℃-35℃ 之间，保质期为 2 年；

19.3 检测仪器维护规范

每次使用后需清理探头表面的污渍，定期进行校准和检定，确保仪器性能符合要求；

19.4 存储环境控制标准

设施存放区域需保持干燥，相对湿度不得超过 60%，环境温度需控制在 0℃-40℃之间；

19.5 定期检修计划要求

每月对堵漏夹具进行一次外观检查，每季度进行一次性能测试，每年进行一次全面检修；

19.6 故障维修处理流程

发现设施故障后需立即停止使用，由专业维修人员进行检修，检修完成后需进行测试，合格后方可投入使用；

19.7 设施台账管理规范

需建立设施台账，记录设施的名称、型号、编号、购买时间、使用情况及维修记录；

19.8 保养记录填写要求

每次保养后需记录保养时间、保养内容、保养人员姓名及保养结果；

19.9 报废标准界定

出现裂纹、变形、密封面损坏等情况，且无法修复的设施需予以报废；

19.10 更换周期规定

密封注剂的更换周期为 2 年，检测仪器的更换周期为 5 年，堵漏夹具的更换周期为 10 年

20. 应急处置预案

突发泄漏应急流程

火灾爆炸处置方案

中毒窒息救援措施

应急设备配置要求

应急人员职责分工

应急演练计划安排

应急通讯联络方式

应急物资储备标准

现场警戒管控要求

善后处理工作规范

二级标准

突发泄漏应急流程；火灾爆炸处置方案；中毒窒息救援措施；应急设备配置要求；应急人员职责分工；应急演练计划安排；应急通讯联络方式；应急物资储备标准；现场警戒管控要求；善后处理工作规范

三级标准

20.1 突发泄漏应急流程

发现泄漏后立即停止作业，撤离人员，开启通风设施，同时向应急指挥中心报告；

20.2 火灾爆炸处置方案

使用干粉灭火器进行初期火灾扑救，火势较大时需立即撤离并拨打 119 报警，配合消防人员进行救援；

20.3 中毒窒息救援措施

将中毒人员转移至通风良好的区域，进行人工呼吸和心肺复苏，同时拨打 120 急救电话；

20.4 应急设备配置要求

需配备可燃气体检测仪、防毒面具、急救箱、干粉灭火器、防爆风机等应急设备；

20.5 应急人员职责分工

总指挥负责统筹应急救援工作，救援组负责现场救援，通讯组负责联络协调，后勤组负责物资保障；

20.6 应急演练计划安排

每半年组织一次应急演练，演练内容包括泄漏处置、火灾扑救、人员救援等，演练后需进行总结评估；

20.7 应急通讯联络方式

需公布应急指挥中心电话、消防电话、急救电话及相关负责人联系方式，确保通讯畅通；

20.8 应急物资储备标准

应急物资需满足至少 30 人使用的需求，包括食品、饮用水、药品、保暖用品等；

20.9 现场警戒管控要求

划定警戒区域，设置警示标志，安排专人值守，严禁无关人员进入警戒区域；

20.10 善后处理工作规范

对事故造成的损失进行统计，对受伤人员进行救治，对事故原因进行调查分析，制定防范措施

21. 废弃物处理要求

废弃材料分类标准

污染物处理流程

危险废物处置规范

环保达标排放要求

废弃物收集容器要求

转运过程管控标准

处置单位资质要求

处理记录填写规范

环境污染监测要求

环保部门报备流程

二级标准

废弃材料分类标准；污染物处理流程；危险废物处置规范；环保达标排放要求；废弃物收集容器要求；转

运过程管控标准；处置单位资质要求；处理记录填写规范；环境污染监测要求；环保部门报备流程

三级标准

21.1 废弃材料分类标准

分为一般废弃物和危险废弃物两类，密封注剂残渣、废弃夹具属于危险废弃物，普通工具属于一般废弃物；

21.2 污染物处理流程

对作业产生的污染物进行收集、分类、存放，委托有资质的单位进行处置；

21.3 危险废物处置规范

危险废弃物需单独存放，使用专用容器包装，粘贴危险废物标识，交由有危险废物经营许可证的单位处置；

21.4 环保达标排放要求

作业过程中产生的废水、废气需经过处理后达标排放，排放浓度需符合 GB 8978-1996 污水综合排放标准；

21.5 废弃物收集容器要求

需使用耐腐蚀、密封性能好的收集容器，危险废弃物容器需粘贴危险废物标签；

21.6 转运过程管控标准

转运过程中需确保容器不泄漏、不洒落，运输车辆需符合环保要求，配备防污设施；

21.7 处置单位资质要求

委托的处置单位需持有危险废物经营许可证，经营范围需涵盖所处置的废弃物类别；

21.8 处理记录填写要求

需记录废弃物的名称、数量、产生时间、处置单位名称及处置时间；

21.9 环境污染监测要求

作业前后需对作业区域的环境进行监测，确保作业过程中未造成环境污染；

21.10 环保部门报备流程

作业前需向当地环保部门报备作业计划，作业完成后需提交处置报告

22. 人员培训与资质

培训内容体系

考核标准设定

资质认定流程

培训周期要求

培训师资资格要求

培训教材编制规范

考核方式设计要求

资质证书管理规范

继续教育规定

不合格人员处理要求

二级标准

培训内容体系；考核标准设定；资质认定流程；培训周期要求；培训师资资格要求；培训教材编制规范；考核方式设计要求；资质证书管理规范；继续教育规定；不合格人员处理要求

三级标准

22.1 培训内容体系

包括带压堵漏技术规范、气体检测知识、应急处置流程、安全操作规程、法律法规要求等内容；

22.2 考核标准设定

理论考核成绩需达到 80 分以上，实操考核成绩需达到 90 分以上，方可通过考核；

22.3 资质认定流程

申请人提交申请材料，经培训考核合格后，由江西省工程师联合会颁发资质证书；

22.4 培训周期要求

新员工培训周期为 15 天，在岗员工每年需进行一次继续教育培训；

22.5 培训师资资格要求

培训师资需具有 5 年以上带压堵漏作业经验，持有高级工程师及以上职称证书；

22.6 培训教材编制规范

需结合本规范及实际作业需求，编制通俗易懂、实用性强的培训教材；

22.7 考核方式设计要求

理论考核采用笔试方式，实操考核采用现场模拟作业方式，考核过程需全程录像；

22.8 资质证书管理规范

资质证书有效期为 3 年，有效期届满前 3 个月需进行复审，复审合格后方可延续有效期；

22.9 继续教育规定

在岗人员每年需完成不少于 20 学时的继续教育，包括新技术、新标准、新规范的学习；

22.10 不合格人员处理要求

考核不合格的人员需重新进行培训，重新考核仍不合格的，不得从事带压堵漏作业

23. 监督与检查管理

监督主体责任

检查内容清单

整改要求标准

监督频次规定

检查方式设计要求

检查结果处理流程

整改验收标准

监督人员资质要求

投诉举报处理机制

责任追究制度

二级标准

监督主体职责；检查内容清单；整改要求标准；监督频次规定；检查方式设计要求；检查结果处理流程；

整改验收标准；监督人员资质要求；投诉举报处理机制；责任追究制度

三级标准

23.1 监督主体职责

由江西省工程师联合会及建设单位共同负责监督管理，监督主体需定期对作业现场进行检查；

23.2 检查内容清单

包括作业人员资质、设施维护情况、作业流程规范、安全措施配置、资料记录完整性等；

23.3 整改要求标准

对检查发现的问题需下达整改通知书，要求在规定期限内完成整改，整改期限不得超过 7 天；

23.4 监督频次规定

特级作业项目每月检查一次，一级作业项目每季度检查一次，二级作业项目每半年检查一次；

23.5 检查方式设计要求

采用现场检查、资料查阅、视频监控等方式进行检查，确保检查结果真实有效；

23.6 检查结果处理流程

对检查合格的项目予以通报表扬，对检查不合格的项目下达整改通知书，逾期未整改的予以处罚；

23.7 整改验收标准

整改完成后需由监督主体进行验收，验收合格后方可恢复作业，验收标准需符合本规范及相关标准要求；

23.8 监督人员资质要求

监督人员需具有 3 年以上工程监督经验，持有相关专业资格证书；

23.9 投诉举报处理机制

设立投诉举报电话，对投诉举报事项需在 3 个工作日内进行调查处理，并将处理结果反馈给投诉人；

23.10 责任追究制度

对违反本规范的作业单位及人员，视情节轻重给予警告、罚款、吊销资质证书等处罚，构成犯罪的依法追究刑事责任

24. 常见故障处理

泄漏点排查方法

密封失效处置方案

夹具变形修复措施

注剂不畅处理流程

压力波动应对措施

接头松动紧固方法

设备腐蚀处理方案

温度异常处置流程

振动异常排查方法

故障记录归档要求

二级标准

泄漏点排查方法；密封失效处置方案；夹具变形修复措施；注剂不畅处理流程；压力波动应对措施；接头松动紧固方法；设备腐蚀处理方案；温度异常处置流程；振动异常排查方法；故障记录归档要求

三级标准

24.1 泄漏点排查方法

采用肥皂水发泡法、可燃气体检测仪、超声波检漏仪等方法进行排查，确定泄漏点位置及泄漏量；

24.2 密封失效处置方案

更换密封注剂，重新进行注剂作业，若密封面损坏需对密封面进行打磨修复；

24.3 夹具变形修复措施

对变形较小的夹具采用校形修复，变形较大的夹具需更换新的夹具，修复后的夹具需进行压力测试；

24.4 注剂不畅处理流程

检查注剂枪是否堵塞，清理堵塞物，若注剂枪损坏需更换注剂枪，调整注剂压力至合适范围；

24.5 压力波动应对措施

检查作业区域的压力变化情况，调整注剂压力，确保注剂压力与作业区域压力相匹配；

24.6 接头松动紧固方法

使用扭矩扳手按对称顺序紧固接头，紧固扭矩需符合设计扭矩值的要求；

24.7 设备腐蚀处理方案

对腐蚀部位进行除锈处理，涂刷防腐涂料，若腐蚀严重需更换设备部件；

24.8 温度异常处置流程

检查作业区域的温度变化情况，调整通风设施，确保作业区域温度控制在安全范围内；

24.9 振动异常排查方法

检查设备运行状态，调整设备运行参数，若振动异常仍存在需停机检查；

24.10 故障记录归档要求

将故障发生的时间、现象、原因、处理措施及结果记录归档，作为后续作业的参考资料

25. 作业安全通则

作业前安全检查

个人防护装备要求

安全距离控制标准

动火作业规范要求

用电安全管理规定

高空作业防护措施

traffic safety management

起重作业安全要求

作业现场清理规范

安全警示标志设置

二级标准

作业前安全检查；个人防护装备要求；安全距离控制标准；动火作业规范要求；用电安全管理规定；高空作业防护措施；交通安全管理规定；起重作业安全要求；作业现场清理规范；安全警示标志设置

三级标准

25.1 作业前安全检查

检查作业区域的安全设施、设备状态、人员资质、作业方案等，确认符合安全要求后方可开始作业；

25.2 个人防护装备要求

作业人员需佩戴安全帽、安全带、防毒面具、防护手套等个人防护装备，确保作业人员安全；

25.3 安全距离控制标准

作业现场与易燃易爆物品存放区域的距离不得小于 30 米，与居民区的距离不得小于 50 米；

25.4 动火作业规范要求

需办理动火作业许可证，动火作业前需进行气体检测，动火过程中需配备灭火器材；

25.5 用电安全管理规定

作业现场的用电线路需符合安全要求，使用的电器设备需接地可靠，严禁私拉乱接电线；

25.6 高空作业防护措施

高空作业人员需系好安全带，设置安全网，作业下方需设置警戒区域，严禁人员通过；

25.7 交通安全管理规定

作业现场需设置交通警示标志，安排专人指挥交通，确保作业区域交通畅通；

25.8 起重作业安全要求

起重作业需由专业人员操作，起重设备需定期检验，吊装过程中需专人指挥，严禁超载吊装；

25.9 作业现场清理规范

作业完成后需清理现场的废弃物、工具及设备，确保作业现场整洁有序；

25.10 安全警示标志设置

在作业现场设置明显的安全警示标志，包括禁止标志、警告标志、指令标志等，提醒作业人员注意安全