



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ 3060—2025

带压密封和带压开孔作业安全管理规范

Safety management specification for work of online leak
sealing and hot-tapping

2025-01-01 实施

2025-02-01 发布

目 次

前言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 质量管理体系要求	1
5 质量管理体系策划	1
6 资源管理	1
7 产品实现过程控制	1
8 测量、分析和改进	1
9 附则	1
10 参考文献	1
11 附录 A (规范性附录) 质量管理体系要求	1
12 附录 B (规范性附录) 质量管理体系要求	1
13 附录 C (规范性附录) 质量管理体系要求	1
14 附录 D (规范性附录) 质量管理体系要求	1
15 附录 E (规范性附录) 质量管理体系要求	1
16 附录 F (规范性附录) 质量管理体系要求	1
17 附录 G (规范性附录) 质量管理体系要求	1
18 附录 H (规范性附录) 质量管理体系要求	1
19 附录 I (规范性附录) 质量管理体系要求	1
20 附录 J (规范性附录) 质量管理体系要求	1
21 附录 K (规范性附录) 质量管理体系要求	1
22 附录 L (规范性附录) 质量管理体系要求	1
23 附录 M (规范性附录) 质量管理体系要求	1
24 附录 N (规范性附录) 质量管理体系要求	1
25 附录 O (规范性附录) 质量管理体系要求	1
26 附录 P (规范性附录) 质量管理体系要求	1
27 附录 Q (规范性附录) 质量管理体系要求	1
28 附录 R (规范性附录) 质量管理体系要求	1
29 附录 S (规范性附录) 质量管理体系要求	1
30 附录 T (规范性附录) 质量管理体系要求	1
31 附录 U (规范性附录) 质量管理体系要求	1
32 附录 V (规范性附录) 质量管理体系要求	1
33 附录 W (规范性附录) 质量管理体系要求	1
34 附录 X (规范性附录) 质量管理体系要求	1
35 附录 Y (规范性附录) 质量管理体系要求	1
36 附录 Z (规范性附录) 质量管理体系要求	1



前 言

本文件的全部技术内容为强制性。

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。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出，危险化学品安全监督管理一司业务管理、政策法规司统筹管理。

本文件由全国安全生产标准化技术委员会化学品安全分技术委员会 (TC 288/SC 3) 技术归口及咨询。

本文件起草单位：中国石油天然气股份有限公司炼油化工和新材料分公司、中国石油集团安全环保

引 言

带压密封和带压开孔作业是在危险化学品企业生产运行状态下进行的非常规施工作业。作业条件复杂多变,不确定因素多,施工难度大、风险高,存在火灾、爆炸、中毒窒息、高处坠落、物体打击、机械伤害等风险。

本文件依据国家安全生产相关法规、标准内容和要求,结合我国石油化工行业带压密封和带压开孔作业现状进行编写,旨在规范带压密封和带压开孔作业安全管理,降低带压密封和带压开孔作业风险,从源头上防止生产安全事故的发生。



带压密封和带压开孔作业安全管理规范

1 范围

本文件规定了带压密封和带压开孔作业过程安全管理以及应急处置要求。

本文件适用于危险化学品生产、经营(带储存)企业(油气田企业除外)的带压密封和带压开孔作业，化工及医药企业可参照执行。

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的一部分。

3.6

紧固法密封 tightening leak sealing

通过紧固钢带、卡箍或缠绕带压紧使密封材料产生有效密封比压终止泄漏的密封方法。

3.7

注剂压力 injecting pressure

保证密封注剂在密封空腔内充满,达到有效密封比压的压力。

3.8

注剂枪 injection gun

在压力作用下,将密封注剂注入密封空腔,实现有效密封的专用器械。

3.9

注剂阀 injection valve

实现注剂孔与注剂枪连接,接通和关闭注剂通道的专用旋塞阀。

3.10

螺孔注剂接头 lug adaptor

是连接注剂枪,通过法兰连接螺栓与螺孔间隙为通道注入密封注剂的连接构件。

[来源:GB/T 26467—2011,3.9]

3.11

紧带器 banding tool

捆扎、拉紧、切断钢带的专用工具。

3.12

G型卡具 G-type clamp

用无填料函带压密封及法兰连接处螺栓加固的G字型工具。

3.13

开孔机 tapping machine

在管道密闭状态下,以机械切削方式在管道上加工出圆形孔的一种设备。

3.14

开孔结合器 tapping machine adaptor

容纳开孔刀,且用于全开式通路阀门和开孔机之间密封连接的装置。

4 一般要求

4.1 作业所在单位人员应坚持及时退守到安全状态、有效防止能量意外释放的异常工况安全处置原则,非必要不进行带压密封和带压开孔作业,不应在毒性程度为极度危害介质的设备、管线上进行带压密封和带压开孔作业。

4.2 带压密封和带压开孔是一项临时性措施,应按照高风险作业进行管控,制定带压密封和带压开孔作业的管控措施及管理要求,带压开孔应进行变更风险评估。

4.3 从事带压密封和带压开孔作业的单位应具有相应资源及能力。

4.4 作业前施工单位应勘测现场环境和设备状况,确定带压密封或带压开孔方案,经作业所在单位批准。

4.5 施工单位应指定具备带压作业管理经验的技术负责人现场监管,作业过程中不应随意更换。

4.6 作业所在单位和施工单位应分别指定现场作业监护人。

4.7 作业过程管控应满足以下要求:

a) 火灾爆炸危险场所,作业人员消除人体静电;

- d) 作业步骤及方法；
- e) 作业风险评估和安全措施制定；
- f) 防护装备配备及安全防护措施；
- g) 应急处置。

5.4 带压密封和带压开孔作业共性风险分析应包括以下情形：

- a) 物料泄漏；
- b) 火灾爆炸；
- c) 中毒窒息；
- d) 高处坠落；
- e) 物体打击；
- f) 触电；
- g) 坍塌；
- h) 灼烫；
- i) 其他风险。

5.5 带压密封作业风险分析结果应包括但不限于以下情形：

- a) 泄漏部位材料裂纹继续扩展或断裂；
- b) 夹具、螺栓强度不足或材质选用不当，导致夹具崩脱、爆裂；
- c) 密封注剂注入设备、管道内；
- d) 注剂压力超压导致夹具、设备、管道等发生破裂或密封工被刺伤；
- e) 管段夹具定位环或辅助支承结构安装过紧而产生拉应力，造成管道结构断裂；

6 带压密封和带压开孔作业前和作业中应进行的风险评估

6.1 带压密封和带压开孔作业前应进行的风险评估



6.2 带压密封和带压开孔作业中的风险评估

带压密封和带压开孔作业中的风险评估应包括但不限于以下情形：

- a) 作业过程中，作业人员应随时关注作业环境的变化，及时发现并报告风险；
- b) 作业过程中，作业人员应随时关注自身的安全状况，及时发现并报告风险；

- b) 无法检测密封部位壁厚或壁厚不满足施工要求的；
- c) 裂纹沿管道环向产生的；
- d) 无法有效阻止材料裂纹继续扩展的；
- e) 结构和材料的强度和刚度不能满足带压密封作业要求的；
- f) 螺栓强度不能满足形成密封比压要求,且无法加固的；
- g) 超出 HG/T 20201 规定适用范围[压力 400 Pa(绝压)~30 MPa(表压)、温度 -180 ℃ ~ 800 ℃]的；
- h) 泄漏部位法兰线密封无法满足安全施工要求的；
- i) 在带压密封作业过程中可能影响整个项目,且对设备设施的寿命造成较大影响的；

b) 夹具安装应满足以下要求：

- 1) 所有夹具注剂孔安装注剂阀，旋塞处于开启位置；
- 2) 安装夹具时作业人员站在上风向，轻推嵌入，禁止强力组装；
- 3) 夹具安装先定位消除对接间隙，再对称紧固连接螺栓；
- 4) 较大夹具安装时采取措施避免机械伤害；
- 5) 夹具重量超过作业对象允许附加作用力时，采取加固措施。

6.8 钢带捆扎注剂法适用于压力低于 1 MPa、温度低于 150 ℃、非有毒有害或可燃介质、法兰连接间隙不大于 10 mm 的平面垫片法兰泄漏，不应用于线密封法兰泄漏。钢带捆扎注剂法密封作业要求如下。

a) 密封钢带选用应满足以下要求：

- 1) 钢带屈服强度不小于 205 MPa，抗拉强度不小于 520 MPa；
- 2) 根据泄漏法兰的外径和系统压力合理选择 1.25 mm×30 mm 或 1.5 mm×30 mm 型号钢带；
- 3) 选用钢带厚度满足 GB/T 26467 的要求。

b) 钢带捆扎注剂操作注意事项应满足以下要求：

- 1) 拆卸法兰螺栓安装注剂接头前，安装并夹紧 G 型卡具。在法兰螺栓未恢复前不得拆除 G 型卡具；
- 2) 不应同时松开和拆卸两处及以上法兰螺栓；
- 3) 在泄漏点两侧相邻螺栓处安装螺孔注剂接头，其余螺栓间隔设置；
- 4) 打钢带前在法兰间隙缠绕斜口紧密对接的盘根；
- 5) 钢带捆扎法兰外缘，用紧带器拉紧后，紧固钢带卡顶丝，防止松脱和崩开。

6.9 金属丝围堵注剂法适用于法兰间隙小于 5 mm 的圆形或不规则圆形法兰垫片的泄漏。金属丝围堵注剂法密封作业要求如下。

a) 应按照以下情形选取注剂方式：

- 1) 当系统压力低于 2 MPa 时，使用法兰螺孔注剂方式；
- 2) 当系统压力等于或超过 2 MPa 时，使用由法兰外缘钻孔攻丝接入注剂阀注剂方式。

b) 金属丝直径与法兰间隙尺寸相当，应使用专用工具铲捻法兰外缘内边角，敛缝阻挡金属丝。

c) 法兰螺栓孔安装注剂接头时，应采用辅助卡具等方式确保法兰连接螺栓受力安全。

d) 法兰钻孔应遵循以下注意事项：

- 1) 选择法兰外缘适当位置钻孔，不应降低零部件强度或影响正常使用；
- 2) 钻孔位置不应在法兰螺栓中心线之内，防止损伤法兰螺栓；
- 3) 钻孔到达足够深度后先安装注剂阀，再用 $\phi 4$ 钻头钻通注剂孔；
- 4) 易燃易爆介质系统钻孔采用气动钻并用惰性气体将泄漏介质吹向无人侧；
- 5) 在注剂孔钻通前，安装好的注剂阀内应用隔绝或置换法，将注剂或惰性气体充斥到钻头周围，避免钻点处形成爆炸性气相空间。

6.10 填料函泄漏密封法适用于阀门填料函泄漏。填料函泄漏应通过在填料函外壁上钻孔、注剂的方式消漏。填料函钻孔应满足以下要求：

a) 在填料函的中部外周边适当位置钻孔，剩余壁厚不小于 2 mm 时攻丝安装注剂阀，通过注剂阀钻通剩余壁厚；

b) 填料函壁厚不大于 10 mm 时，借助装配有注剂阀的卡兰螺栓定位，通过注剂阀钻通填料函壁；

c) 为保证密封强度，填料函壁厚在 10 mm~25 mm 时，使用不大于 $\phi 4$ 钻头钻透剩余壁厚；

d) 填料函壁厚不小于 25 mm 时，使用不大于 $\phi 6$ 钻头打过渡孔，再用不大于 $\phi 4$ 钻头钻透剩余

壁厚；

e) 易燃易爆介质防着火爆炸要求同 6.9 d) 要求。

6.11.1 紧固法密封中钢带捆扎法、卡箍法适用于系统压力小于或等于 2 MPa、公称直径小于或等于 300 mm 的管段泄漏密封；紧固法密封中缠绕法适用于系统温度小于 150 °C，压力小于 1 MPa 的管段泄漏密封，具体应符合 GB/T 26467 的要求。紧固法密封作业应满足以下要求：

- a) 紧固密封法对泄漏部位进行覆盖和压紧前，清理干净泄漏部位杂物；
- b) 钢带捆扎法拉紧钢带操作时，使用手锤不断均匀敲击钢带，以减轻摩擦力实现最大紧固密封

$$P=\frac{2\sigma_s(t-c)}{D}F$$

.....(1)

式中：

- P ——管道允许带压施焊的压力，单位为兆帕(MPa)；
- σ_s ——管材的最小屈服极限，单位为兆帕(MPa)；
- t ——焊接处管道实际最小壁厚，单位为毫米(mm)；
- c ——因焊接引起的壁厚修正量，参见表 1，单位为毫米(mm)；
- D ——管道外径，单位为毫米(mm)；
- F ——安全系数，参见表 2，无量纲。

表 1 推荐壁厚修正量

mm

- b) 安装时, 阀门与开孔短接法兰、开孔结合器法兰对正;
- c) 操纵钻杆通过阀门口时确保切割器不被卡住;

6. 钻杆与切割器连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

7. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

8. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

9. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

10. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

11. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

12. 切割器与钻杆连接时, 应先将切割器与钻杆对正, 然后将切割器插入钻杆, 并用手握住切割器, 防止其脱落。

附录 B

B.1 切割器与钻杆的连接方法

B.1.1 切割器与钻杆的连接方法

B.1.2 切割器与钻杆的连接方法

B.1.3 切割器与钻杆的连接方法

B.1.4 切割器与钻杆的连接方法

B.1.5 切割器与钻杆的连接方法

B.1.6 切割器与钻杆的连接方法

B.1.7 切割器与钻杆的连接方法

B.1.8 切割器与钻杆的连接方法

B.1.9 切割器与钻杆的连接方法

B.1.10 切割器与钻杆的连接方法

B.1.11 切割器与钻杆的连接方法

B.1.12 切割器与钻杆的连接方法

B.1.13 切割器与钻杆的连接方法

附录 C

C.1 切割器与钻杆的连接方法

C.1.1 切割器与钻杆的连接方法

C.1.2 切割器与钻杆的连接方法

C.1.3 切割器与钻杆的连接方法

9.5 作业前应开展应急演练。

9.6 应急状态下应立即启动应急响应机制,开展应急处置工作。

