



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY 6516—2010

代替 SY 6516—2001

石油工业电焊焊接作业安全规程

Rules for safe operation of electrical welding
in petroleum industry

2011—01—09 发布

2011—05—01 实施

国家能源局 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 焊接设备与辅助器具安全要求	2
4.1 焊接设备	3
4.2 焊钳和焊枪	3
4.3 焊接电缆	3
4.4 手持式磨光机	3
5 焊接作业安全技术	4
5.1 一般要求	4
5.2 特殊条件的焊接作业	4
5.3 常用焊接方法安全操作技术	5
5.4 焊接防火	7
6 防护	7
6.1 电弧辐射	7
6.2 焊接烟尘	7
6.3 放射性危害	7
6.4 噪声	7
6.5 焊工的防护用品	8
6.6 卫生保健措施	8
参考文献	9

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是对 SY 6516—2001《石油工业电焊焊接作业安全规程》的修订。

本标准代替 SY 6516—2001，与 SY 6516—2001 相比，主要变化如下：

- 对 2001 年版的第 1 章“适用范围”进行了明确（见第 1 章）；
- 对 2001 年版的第 2 章“引用标准”改为“规范性引用文件”，并增加了相关引用文件（见第 2 章）；
- 对 2001 年版的第 3 章中不适用的定义进行了删除，增加了手持式电动工具、置换用火、受限空间的定义（见第 3 章）；
- 对 2001 年版的第 4 章“电焊安全技术”改为“焊接设备与辅助器具安全要求”，并对部分条款进行了调整和修改，同时也将该章部分内容调整到其他章节，补充了手持式磨光机内容，删除了 4.4.4“水下焊接作业”（见第 4 章）；
- 对 2001 年版的 4.4“焊接操作安全技术”修改为本版的第 5 章“焊接作业安全技术”，并对条款内容进行了修改，将“介质为易燃或有毒有害气体焊接作业”改为“特殊条件的焊接作业”，并补充了受限空间作业、等离子弧切割内容（见第 5 章）；
- 对 2001 年版的第 5 章“焊接劳动卫生与防护”改为本版的第 6 章“防护”，并对不适宜的内容进行修改（见第 6 章）。

本标准由石油工业安全专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中原石油勘探局工程建设总公司、中原石油勘探局技术安全监督处、胜利石油管理局安全环保处。

本标准主要起草人：张新年、陈松、高玉玲、付明文、范兴臣、王琳琳、朱好林、杨雷。

石油工业电焊焊接作业安全规程

1 范围

本标准规定了油气田地面新建、改建、扩建石油化工建设工程的电焊焊接作业安全的基本要求。本标准适用于陆上石油化工建设工程。

2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 15579.1—2004 焊接设备

GB/T 3609.1—2008 焊接眼面防护具

AQ 3028 化学品生产单位受限空间作业安全规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

焊接 welding

通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使工件达到结合的一种方法。

3.2

手工焊 manual welding

手持焊炬、焊枪或焊钳进行操作的焊接方法。

3.3

自动焊 automatic welding

用自动焊接装置完成全部焊接操作的焊接方法。

3.4

埋弧焊 submerged arc welding

电弧在焊剂层下燃烧进行焊接的方法。

3.5

气体保护电弧焊 gas metal arc welding

用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区的电弧焊，简称气体保护焊。

3.6

电阻焊 resistance welding

工件组合后通过电极施加压力，利用电流通过接头的接触面及邻近区域产生的电阻热进行焊接的方法。

3.7

等离子弧切割 plasma arc cutting

利用等离子弧的热能实现切割的方法。

3.8

碳弧气刨 carbon arc cutting

使用石墨棒或碳棒与工件间产生的电弧将金属熔化,并用压缩空气将其吹掉,实现在金属表面上加工沟槽的方法。

3.9

焊接烟尘 weld fumes

焊接时由焊接材料和母材蒸发、氧化产生的烟雾状微粒。

3.10

手持式电动工具 hand-held electric tool

在操作过程中能用手握持,由电动机或电磁铁驱动的用于做机械工作的机具。

3.11

置换用火 displacement hot work

在焊接前用水、蒸汽或惰性气体置换容器或管道中的可燃气体,或用空气置换容器或管道中的有毒有害气体,使容器或管道中的有害气体达到规定的要求,从而保证焊接安全。

3.12

受限空间 confined spaces

在施工过程中,人员进出或活动受限,空间通风不良,存在或可能产生有毒有害物质,可能对进入人员的身体健康和生命安全构成危害的封闭、半封闭设施及场所。

4 焊接设备与辅助器具安全要求

4.1 焊接设备

4.1.1 焊接设备的安全要求应符合 GB 15579.1—2004 的规定。

4.1.2 焊接电源应放置在防水、防潮及通风良好的机房或棚内。

4.1.3 焊接电源的配电系统控制装置应有足够的容量,其电源开关、漏电保护装置应灵敏有效,每台焊机应设有单独电源开关和自动断电装置。

4.1.4 焊接电源的操纵和控制装置应安放在明显和方便操作的位置,并留有安全通道。

4.1.5 焊接电源接线柱、极板和接线端应有完好的隔离防护装置。

4.1.6 焊接电源的各接触点和连接件,应避免运行中发生松脱或断裂,保证连接牢靠。

4.1.7 焊接设备的安装、修理和检查应由电工进行。

4.1.8 焊接电源应有良好的保护性接地或接零,并设置漏电自动保护装置,接地线或接零线应用整根导线,中间不应有接头,连接牢靠,应有防松措施。

4.1.9 焊接电源的接地装置应打入地下,重复接地的电阻不应大于 10Ω 。

4.1.10 弧焊变压器二次线圈一端与焊件不应同时存在接地或接零装置。

4.2 焊钳和焊枪

4.2.1 焊钳和焊枪应符合有关标准的技术规定,应有良好的绝缘和隔热性能。

4.2.2 焊钳和焊枪与电缆的连接应牢靠,接触良好,连接处导体不应裸露。

4.2.3 焊钳应保证与水平成 45° , 90° 等方向都能夹紧焊条,更换焊条方便。

4.2.4 使用水冷式等离子弧切割枪或氩弧焊枪时,应保证水冷却系统密封性能完好,水流开关应有保护装置。

4.3 焊接电缆

- 4.3.1 焊接电缆应采用多股铜线电缆，应具有较好的抗机械性损伤能力及耐油、耐热和耐腐蚀性能。
- 4.3.2 焊接电缆应轻便柔软，具有良好的绝缘外层，绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega$ 。
- 4.3.3 焊机的电缆宜使用整根导线制成，并应有适当的长度，一般以 $20\text{m}\sim 30\text{m}$ 为宜。需要接长导线时，接头个数不宜超过 2 个，且接头处应连接牢固、绝缘良好。
- 4.3.4 焊接电缆的长度和截面积，可按表 1 选取。
- 4.3.5 焊接电缆应经常进行检查，损坏的电缆应及时更换或修复。
- 4.3.6 构成焊接回路的电缆不应搭放在气瓶等易燃品，或与油脂等易燃物质接触。在经过通道、道路时，应采取保护措施。
- 4.3.7 不应利用厂房钢结构、管道、轨道或其他金属物件搭接作为焊接电缆线使用。
- 4.3.8 不应将焊接电缆放在电弧附近或炽热的焊缝金属旁，以避免烧坏绝缘层。
- 4.3.9 焊接电缆穿过开孔或棱角处时，应采取保护措施，防止割破绝缘层。

表 1 电缆截面与电流、电缆长度的关系

电流 A	电缆长度 m								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	截面积 mm^2								
100	25	25	25	25	25	25	25	28	35
150	35	35	35	35	30	50	60	70	70
200	35	35	35	50	60	70	70	70	70
300	35	50	60	60	70	70	70	85	85
400	35	50	60	70	85	85	85	95	95
500	50	60	70	85	95	95	95	120	120
600	60	70	85	85	95	95	120	120	120

4.4 手持式磨光机

- 4.4.1 使用前，应检查电线、插头、插座电气保护装置是否绝缘完好，各部防护罩齐全牢固可靠。
- 4.4.2 作业时正确使用磨光机，启动后，应空载运转，应检查并确认机具联动灵活无阻，加力应平稳，不应用力过猛，注意检查磨块是否有缺损、松动现象。
- 4.4.3 从事磨光机工作携带手套应保持手部干燥无油污，以免伤人。
- 4.4.4 在防火区域内使用手持式磨光机时，应采取防护隔离措施。
- 4.4.5 磨削作业时，应使砂轮与工作面保持 $15^\circ\sim 30^\circ$ 的倾斜位置；切削作业时，砂轮不应倾斜或横向摆动。
- 4.4.6 不准私自拆卸磨光机。作业中发现异常应立即停机检查。
- 4.4.7 磨光机防护罩破损禁止使用。禁止拆掉防护罩打磨工件。
- 4.4.8 工具在发放和收回时，保管人员应进行检查。
- 4.4.9 工具的日常检查至少应包括以下项目：
- 外壳、手柄有无裂缝和破损；

- b) 保护接地或接零线连接是否正确, 牢固可靠;
- c) 软电缆或软线是否完好无损;
- d) 插头是否完整无损;
- e) 开关动作是否正常、灵活, 有无缺陷、破裂;
- f) 电气保护装置是否良好;
- g) 机械防护装置是否完好;
- h) 工具转动部分是否转动灵活无障碍。

5 焊接作业安全技术

5.1 一般要求

5.1.1 焊接作业人员应经培训持有效证件, 方可上岗。

5.1.2 焊接作业人员的心理、生理条件应满足工作性质的需求, 应无作业禁忌症, 并按规定定期进行健康检查。

5.1.3 焊接作业人员应正确穿戴和使用个人劳保护用品。

5.1.4 焊接前应对设备与电源线路进行检查, 焊机的输出、输入线应完好, 不应裸露在外。

5.1.5 改变焊机接头、更换焊件或需要改接二次回路、转移工作地点、更换保险丝及焊机发生故障需检修等, 应切断电源后进行。

5.1.6 工作地点应有良好的自然光线或充足照明设施。

5.1.7 焊机安装固定后, 应定期 (最长不超过 180d) 由专业人员进行安全检查, 检查内容主要有:

- a) 焊机内部是否有松动等不正常情况;
- b) 焊机面板安装的器件是否能保证焊机功能正常运转;
- c) 焊机电缆是否老化, 能否继续使用;
- d) 焊机的输入电缆是否损坏;
- e) 焊机的供电网络其容量是否满足焊机正常工作要求, 接入焊机的电源安全保护装置是否工作正常。

5.1.8 露天作业时遇到风、雨、雪和雾天等, 在无保护措施的条件下, 禁止焊接作业。

5.1.9 凡带有压力、带电以及密封的承压设备, 禁止施焊。

5.1.10 使用压缩气瓶时, 应采取预防气瓶爆炸着火的安全措施。

5.2 特殊条件的焊接作业

5.2.1 置换用火

5.2.1.1 用火前应编制用火安全措施并经相关部门审批。

5.2.1.2 隔离:

- a) 采用盲板使焊补的承压设备与生产部分完全隔离;
- b) 盲板除必须保证严密不漏气外, 还应保证能耐管路的工作压力, 避免盲板受压破裂;
- c) 在盲板与阀门之间应加设放空管或压力表, 并派专人看守。

5.2.1.3 置换:

- a) 通常采用蒸汽蒸煮, 接着用置换介质吹净等方法将承压设备内部的可燃物质和有毒性物质置换排出;
- b) 置换作业应以气体成分化验分析合格为准;
- c) 未经置换处理, 或虽已置换但尚未分析化学成分为合格的可燃物质设备, 禁止焊接作业。

- 5.2.1.4 焊补前,应将可燃物质和有毒物质承压设备清洗干净。
- 5.2.1.5 检修用火开始前半小时内,应从设备内外的不同地点取混合气样品进行化学分析,检查合格后,方可动火焊补。
- 5.2.1.6 焊补过程中需要继续用仪表监视,若发现可燃气体浓度上升到危险浓度时,应立即停止用火,直到清洗合格为止。
- 5.2.1.7 用火焊补前,应打开承压设备的人孔、手孔、清扫孔和放空管等。
- 5.2.1.8 工作区域周围 10m 范围内应停止其他用火作业,并将易燃易爆物品移到安全场所。
- 5.2.1.9 必须准备好消防器材,在黑暗处所或夜间工作,应有足够的照明,并准备好带有防护罩的手提式低压 (12V) 行灯等。

5.2.2 带压不置换用火

- 5.2.2.1 用火前应编制用火安全措施并经相关部门审批。
- 5.2.2.2 专人统一指挥。
- 5.2.2.3 专人监督控制系统压力。
- 5.2.2.4 专人化验分析和控制含氧量。
- 5.2.2.5 正压操作。
- 5.2.2.6 安全措施按 5.2.1 相关条款执行。

5.2.3 高处焊接

- 5.2.3.1 高处焊接作业时,应正确使用安全带。
- 5.2.3.2 所使用的焊条应放在焊条桶内,且焊条桶应固定在合适位置,工具等应装在无孔的工具袋内,焊条头应回收桶内。
- 5.2.3.3 在电焊火星所及的范围内,应彻底清除易燃物品,若无法清除应采取隔离措施,并设专人监护。
- 5.2.3.4 六级及其以上的大风、雷、雨、雪和雾天等条件下,禁止焊接作业。

5.2.4 受限空间作业

- 5.2.4.1 在受限空间内进行焊接作业前,应进行可燃气体浓度和含氧量检测,其浓度含量应符合 AQ 3028 的安全要求。
- 5.2.4.2 作业过程中应保持必要的检测次数。
- 5.2.4.3 在受限空间入口醒目处应设置警示标志,施焊中应采取强制机械通风,应保持入口和通风口畅通,并设专人监护。
- 5.2.4.4 进入设备作业应消除压力,开启人孔,关闭与输送管道连接的密闭设备中的阀门,并在醒目处设置禁止启动的标志。
- 5.2.4.5 作业时所用的电气设备、电缆线应保持完好,按规定配备漏电自动保护装置。
- 5.2.4.6 工作间隙时,电焊把、碳弧气刨把、磨光机等工具应放置在干燥绝缘处,并切断所有的电源。
- 5.2.4.7 在受限空间内禁止修理电动工具。
- 5.2.4.8 进行多层作业时,在作业区域内应增加隔离设施。

5.3 常用焊接方法安全操作技术

5.3.1 焊条电弧焊

- 5.3.1.1 焊接过程中防止电弧弧光对眼睛和皮肤的伤害。

- 5.3.1.2 在潮湿场所或容器、管道内焊接时,人体可能接触的部位应加绝缘垫。
- 5.3.1.3 在光线较暗地方或夜间工作时,使用手提移动工作照明灯的电压应不大于 36V,在潮湿的场所或容器、管道内使用的工作照明灯的电压应不大于 12V。

5.3.2 气体保护焊

- 5.3.2.1 焊机使用前应检查供气、供水系统,在漏气漏水的情况下禁止使用。
- 5.3.2.2 气体保护焊使用的高压气瓶应竖立固定,防止倾倒,不应接近热源,同时采取防高温等安全隔离防护措施。
- 5.3.2.3 焊机内的接触器、断路器的的工作元件,送丝机中送丝机构应定期检查。
- 5.3.2.4 采用电热器使二氧化碳气瓶内的二氧化碳充分气化时,电压应低于 36V,工作结束应立即切断电源和气源。
- 5.3.2.5 熔化极气体保护焊飞溅较多,电弧光辐射强,焊工应佩戴良好的防护用具,防止人体灼伤。
- 5.3.2.6 半自动焊的焊接枪应安放妥当,防止短路。
- 5.3.2.7 钨极氩弧焊时宜采用放射剂量低的钨极。
- 5.3.2.8 焊枪夹头的夹紧力以及喷嘴的绝缘性能应定期检查。

5.3.3 等离子弧切割

- 5.3.3.1 等离子弧切割炬应保持电极和喷嘴同心,供气系统密封性良好。
- 5.3.3.2 等离子弧切割时,应保证工作气体和保护气体供给充足,并设有气体流量调节装置。
- 5.3.3.3 等离子弧焊接、切割作业区域,应设有工作台并采用有效的局部排烟装置。
- 5.3.3.4 焊枪或割枪体与手触摸部位,应有可靠的绝缘。
- 5.3.3.5 更换电极和喷嘴时应先切断电源。
- 5.3.3.6 切割炬及电缆不应放置在地面钢板或管件上,以避免因破损而引起触电。
- 5.3.3.7 切割完毕应及时切断电源和气源,割炬不应随意放置。
- 5.3.3.8 作业时佩戴面罩除了有黑色目镜外,最好加上吸收紫外线的防护镜片。

5.3.4 埋弧焊

- 5.3.4.1 埋弧焊用电缆应符合焊机额定焊接电流容量,焊机各部分导线接触点牢固,绝缘性能可靠。
- 5.3.4.2 在焊接中应保持焊剂连续覆盖,以免焊剂中断露出电弧造成弧光辐射,灼伤眼睛。灌装、清扫、回收焊剂应采取防尘措施。
- 5.3.4.3 在调整送丝机构及焊机工作时,禁止用手触及送丝机构中的滚轮。

5.3.5 电阻焊

- 5.3.5.1 装有电容储能装置的电阻焊机,在密封的控制箱门上,应有联锁机构,当开门时应使电容短路,手动操作开关亦应附加电容短路装置。
- 5.3.5.2 复式、多工位操作的焊机,应在每个工位上安装紧急制动按钮。
- 5.4.5.3 装卸工件时要拿稳,双手与电极应保持适当距离,严禁将手伸入两电极之间,避免挤压手指。
- 5.3.5.4 焊机的脚踏开关,应有牢固的防护罩,防止意外开动。
- 5.3.5.5 电阻焊作业区域,应设有防止工作火花飞溅的防护挡板。
- 5.3.5.6 焊机放置的场所应保持干燥,使用外水冷式焊机的焊工进行作业时应穿绝缘靴。
- 5.3.5.7 焊接工作结束后,应立即切断电源,冷却水应延长 10min 再关闭。气温低时,还应排除水路的积水。

5.3.6 碳弧气刨

5.3.6.1 气刨时使用的电流较大,应选用电源功率和压缩机气体流量相匹配的设备,不应超载运行,防止焊接电源过载发热。

5.3.6.2 在容器或舱室内使用碳弧气刨时,应采取通风、监护、轮流作业等措施,作业前应清除作业区域易燃易爆品,应有防护和防火措施。

5.3.6.3 露天作业时,应尽可能顺风向操作,防止吹起的铁水及熔渣造成烫伤。

5.4 焊接防火

5.4.1 在企业规定的禁火区内(井口、泵站、联合站、油气管路线等)需要焊接作业时,应办理相应级别的用火审批手续或把工件移到安全区域内进行焊接。

5.4.2 焊接作业周围不得堆放易燃易爆物料,作业场所应配备合格的灭火器材。

5.4.3 红热的焊(丝)条头及焊后的焊件不宜随便乱扔,应妥善管理。

5.4.4 焊接作业时,应采取封闭或屏蔽措施。

5.4.5 焊机工作地点易形成易燃易爆气体或积聚爆炸粉尘时,不应进行焊接作业。

5.4.6 在储有易燃易爆物品的区域,禁止施焊。

5.4.7 在有易燃易爆物品的区域进行施焊时,应取得消防部门同意和配合,并采取有效的隔离措施。

5.4.8 焊接工作结束后,应及时清理和检查现场,确认安全后,方可离开现场。

6 防护

6.1 电弧辐射

6.1.1 焊接时应穿戴和使用合格的防护用品、护具。

6.1.2 设置合适的防护屏。

6.1.3 采用吸收辐射材料做室内墙壁的饰面。

6.2 焊接烟尘

6.2.1 应采取措施避免或减少作业人员直接呼吸到焊接操作所产生的烟气流。

6.2.2 定期检测焊接生产区域的烟尘含量。

6.2.3 焊接车间或焊接量大、焊机集中的工作场所,应全面采用机械通风,提供良好的通风、换气环境。

6.2.4 在特殊环境下焊接施工产生粉尘和有害烟气应采取局部通风排烟措施。

6.3 放射性危害

6.3.1 应选择合理焊接工艺,避免钨极的过量烧损。

6.3.2 应使用专用砂轮机修磨钨极。

6.3.3 钨极应存放在专用储存箱内。

6.3.4 钨极打磨时,应采用密封式或抽风式砂轮磨削,打磨完毕应用流动的清水洗净手和脸。

6.4 噪声

6.4.1 在噪声超出规定分贝工作环境中作业时,作业人员应佩戴隔音耳塞或隔音罩。

6.4.2 选择低噪声的工作参数。

6.4.3 选用低噪声通风除尘设施。

6.5 焊工的防护用品

6.5.1 眼睛、头部的防护用品

根据 GB/T 3609.1—2008, 按表 2 选择适合作业条件的遮光镜片。

表 2 焊工护目遮光镜片选用

焊接切割种类	焊接电流 A			
	≤30	>30~75	>75~200	>200~400
	镜片遮光号			
电弧焊	5~6	7~8	8~10	11~12
碳弧气刨			10~11	12~14
焊接辅助工	3~4			

- 6.5.1.1 焊工用面罩有手提式和头戴式两种, 面罩应遮住脸面和耳部, 结构牢靠, 无漏光。
- 6.5.1.2 头戴式面罩, 应适用于各类电弧焊或登高作业。
- 6.5.1.3 辅助焊工应根据工作条件, 选戴遮光性能相适应的面罩和防护眼镜。
- 6.5.1.4 焊接的准备、清理工作, 如打磨坡口、清除焊渣等, 应使用镜片不易破碎成片的防护眼镜。

6.5.2 工作服

- 6.5.2.1 焊接作业应选用适合工作环境的劳保服。
- 6.5.2.2 气体保护焊应选用粗毛呢或皮革等面料制成的工作服。
- 6.5.2.3 从事全位置焊接作业的焊工应配用皮制的防护服。

6.5.3 手套

- 6.5.3.1 应选用耐磨、耐热辐射的皮革、棉帆布或皮革合成材料制成。
- 6.5.3.2 焊工在导电的焊接场所作业时, 应使用绝缘性能合格的手套。

6.5.4 防护鞋

- 6.5.4.1 焊工的防护鞋应具有绝缘、抗热、不易燃、耐磨损和防滑的性能。
- 6.5.4.2 在易燃易爆的场所焊接时, 鞋底不应有鞋钉, 以免产生火花。

6.6 卫生保健措施

- 6.6.1 定期对作业环境中的各种有害因素进行检测。
- 6.6.2 建立焊工健康档案, 就业前应体检合格, 从业后定期进行健康检查, 健康状况不适应焊接作业时, 应及时调离焊接作业岗位。

参 考 文 献

- [1] GB 3375—1994 焊接术语
 - [2] GB 3883.1—2005 手持式电动工具的安全 第1部分：通用要求
 - [3] GB 9448—1999 焊接与切割安全
-