

ICS 25.160

P 72

备案号: J2243-2016

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3558—2016

---

## 石油化工工程焊接通用规范

General specification of welding for engineering in petrochemical industry



2016-01-15 发布

2016-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 基本规定 .....	2
4.1 焊工资格 .....	2
4.2 金属材料 .....	2
4.3 焊接工艺评定 .....	2
4.4 焊接作业指导文件 .....	2
4.5 焊缝编号 .....	2
5 焊接方法 .....	3
5.1 适用的焊接方法 .....	3
5.2 焊接方法的特殊要求 .....	3
6 填充金属 .....	4
6.1 一般规定 .....	4
6.2 同种钢焊接填充金属 .....	4
6.3 奥氏体不锈钢(Fe-8-1)焊接填充金属 .....	4
6.4 双相不锈钢焊接填充金属 .....	4
6.5 异种钢焊接填充金属 .....	4
6.6 合金焊材控制 .....	5
7 气体保护 .....	5
8 清理及表面准备 .....	5
9 焊前预热及道间温度 .....	5
10 焊后热处理 .....	6
11 其他 .....	6
11.1 一般要求 .....	6
11.2 螺柱焊 .....	6
11.3 硬度检测 .....	7
11.4 交工技术文件 .....	7
附录 A (资料性附录) 储罐焊缝编号原则 .....	8
附录 B (资料性附录) 管道焊缝编号原则 .....	10
本规范用词说明 .....	12
附：条文说明 .....	13

## Contents

Foreword	III
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	2
4 The basic requirement	2
4.1 Welder qualification	2
4.2 Metal material	2
4.3 Welding procedure qualification	2
4.4 Welding work instructions	2
4.5 Welding joint number	2
5 The welding methods	3
5.1 The suitable welding methods	3
5.2 The special requirements of welding method	3
6 Filler metal	4
6.1 General requirement	4
6.2 The same steel welding filler metal	4
6.3 Austenitic stainless steel weld filler metal (Fe-8-1)	4
6.4 Duplex stainless steel welding filler metal	4
6.5 Dissimilar steel welding filler metal	4
6.6 Alloy welding material control	5
7 Gas shielded	5
8 Cleaning and surface preparation	5
9 Preheat and interpass temperature	5
10 Heat treatment after welding	6
11 Other	6
11.1 General requirement	6
11.2 Stud welding	6
11.3 Hardness testing	7
11.4 Technical document of construction completion	7
Annex A (Informative) Principle of tank welding seam number	8
Annex B (Informative) Principle of piping weld number	10
Explanation of wording in this specification	12
Add: Explanation of articles	13

## 前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2013年第一批行业标准计划》（工信厅科[2013]48号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范共分11章和2个附录。

本规范的主要技术内容是：金属材料常用焊接方法、焊工资格、焊接工艺评定、焊接方法的适用条件、填充金属、气体保护、清理及表面准备、焊前预热及道间温度、焊后热处理、硬度检测及焊接接头编号等。

本规范修改采用API 582《化工、石油、气体工业焊接指南》。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理，由中国石油化工集团公司施工技术青岛站负责日常管理，由石油化工工程质量监督总站燕山石化分站负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位：中国石油化工集团公司施工技术青岛站

通讯地址：山东省青岛市黄岛区漓江西路677号

邮政编码：266555

电 话：0532-55681827

传 真：0532-58681000

本规范主编单位：石油化工工程质量监督总站燕山石化分站

通讯地址：北京市房山区燕山岗东路12号

邮政编码：102500

本规范参编单位：北京燕华工程建设有限公司

中石化第十建设有限公司

石油化工工程质量监督总站镇海炼化分站

本规范主要起草人员：吉章红 苏良骥 云小强 曾红国 胡联伟 唐元生

本规范主要审查人员：尹士安 葛春玉 张桂红 田 英 李雪梅 金锦荣 钱德厚 翁德斌  
潘晓斐

本规范2016年首次发布。

# 石油化工工程焊接通用规范

## 1 范围

本规范规定了金属材料常用的焊接要求。

本规范适用于石油化工、天然气化工和煤化工工程金属材料的焊接，主要焊接方法包括焊条电弧焊、钨极气体保护焊、熔化极气体保护焊、埋弧焊等。

本规范不适用于非金属材料的焊接。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本规范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规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

- GB 150 压力容器
- GB/T 983 不锈钢焊条
- GB/T 1954 铬镍奥氏体不锈钢焊缝铁素体含量测量方法
- GB/T 2654 焊接接头硬度试验方法
- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 3623 钛及钛合金丝
- GB/T 3863 工业氧
- GB/T 3864 工业氮
- GB/T 4842 氩
- GB/T 5117 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5118 热强钢焊条
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂
- GB/T 8110 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝
- GB/T 9460 铜及铜合金焊丝
- GB/T 10858 铝及铝合金焊丝
- GB/T 12470 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂
- GB/T 13814 镍及镍合金焊条
- GB/T 15620 镍及镍合金焊丝
- GB/T 17854 埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂
- GB/T 30583 承压设备焊后热处理规程
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015 压力容器焊接规程
- NB/T 47018 承压设备用焊接材料订货技术条件
- SH/T 3503 石油化工建设工程项目交工技术文件
- SH/T 3543 石油化工建设工程项目施工过程技术文件规定
- SH/T 3550 石油化工建设工程项目施工技术文件编制规范
- SH/T 3554 石油化工钢制管道焊接热处理规范
- YB/T 5092 焊接用不锈钢丝

SH/T 3558—2016

- YS/T 887 钎及钎合金焊丝
- HG/T 2537 焊接用二氧化碳
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

### 3 术语和定义

GB/T 3375 和NB/T 47014界定的及下列术语和定义适用于本规范。

#### 3.1

##### 填充金属 filler metal

焊接时消耗并熔入焊缝金属的焊条、焊丝、填充丝、焊带、焊剂、预置填充金属等材料的统称。

#### 3.2

##### 保护气 shielding gas

焊接时由喷嘴喷出的用于保护金属熔滴、熔池及焊缝区的气体，它使高温区金属免受外界气体的侵害。

#### 3.3

##### 背面保护气 back purging gas

焊接时在焊件背面用于保护熔池及焊缝区的气体，它使高温区金属免受外界气体的侵害。

#### 3.4

##### 尾部保护气 back part shielding gas

在钎焊等金属焊接时，对保护气不能保护的高温区域进行保护的气体，它使高温区金属免受外界气体的侵害。

#### 3.5

##### 材料验证性检验 positive material identification

对材料化学成分的符合性进行的检测和验证。

### 4 基本规定

#### 4.1 焊工资格

- 4.1.1 从事承压设备焊接的焊工应按TSG Z 6002的要求取得焊工资格证，且在有效期内。
- 4.1.2 按TSG Z 6002考试合格的焊工，可在相应资格范围内承担非承压设备的焊接工作。
- 4.1.3 从事其他焊接工作的焊工应按相应规定取得焊工资格证。

#### 4.2 金属材料

- 4.2.1 金属材料的分类及分组同NB/T 47014。
- 4.2.2 金属材料应具有制造厂的质量证明文件，并符合相关标准、设计文件和订货技术文件的规定。

#### 4.3 焊接工艺评定

- 4.3.1 承压设备焊接接头，应按NB/T 47014的规定进行焊接工艺评定。
- 4.3.2 非承压设备焊接接头，可按照NB/T 47014的规定进行焊接工艺评定。
- 4.3.3 其他焊接接头，应按相应规定进行焊接工艺评定。
- 4.3.4 当设计有特殊要求时，尚应符合设计要求。

#### 4.4 焊接作业指导文件

- 4.4.1 焊接前，应编制焊接工艺规程或焊接作业指导书。
- 4.4.2 焊接作业指导文件应按照SH/T 3550的规定审批。

#### 4.5 焊缝编号

- 4.5.1 压力容器的焊接接头分类应符合GB 150的规定，其焊缝编号按接头类型代号加阿拉伯数字流水号后缀编制。
- 4.5.2 储罐焊缝编号按壁板纵缝、壁板环缝、边缘板焊缝、中幅板焊缝、顶板焊缝、罐底与罐壁连接



T型接头、接管焊缝分类编制，具体编号原则参见本规范附录A。

4.5.3 常压容器的焊缝可按压力容器或储罐焊缝原则进行编号。

4.5.4 管道焊缝编号按对接接头、支管连接接头、受压元件之间的角接接头、受压元件与非受压元件之间的角接接头分类编制，具体编号原则参见本规范附录B。

## 5 焊接方法

### 5.1 适用的焊接方法

5.1.1 本规范适用的焊接方法有：

- a) 焊条电弧焊 (SMAW)；
- b) 钨极气体保护焊 (GTAW)，包括脉冲钨极气体保护焊 (GTAW-P)；
- c) 熔化极气体保护焊 (GMAW)，包括以下过渡形式：
  - 1) 短路过渡 (GMAW-S)；
  - 2) 颗粒过渡 (GMAW-G)；
  - 3) 脉冲喷射过渡 (GMAW-P)；
- d) 埋弧焊 (SAW)；
- e) 气电立焊 (EGW)；
- f) 药芯焊丝电弧焊 (FCAW)：
  - 1) 自保护 (FCAW-S)；
  - 2) 气体保护 (FCAW-G)；
- g) 螺柱焊 (SW)；
- h) 电渣焊 (ESW) (仅用于耐蚀堆焊方法)。

### 5.2 焊接方法的特殊要求

5.2.1 GTAW-P的使用应符合下列要求：

- a) 焊接工艺评定报告中应记录设备型号、脉冲参数；
- b) GTAW-P用于单面焊的根部焊道时，焊接采用的设备型号、脉冲参数应与焊接工艺评定报告相同。

5.2.2 GMAW-S的使用应符合下列要求：

- a) 管道打底焊接采用GMAW-S时，宜采用专用打底焊接设备；
- b) 可用于对接和角焊缝的填充、盖面焊接，立焊时宜采用向上焊接。

5.2.3 GMAW-P的使用应符合下列要求：

- a) 焊接工艺评定报告中应记录设备型号、脉冲参数；
- b) 焊接采用的脉冲参数应与焊接工艺规程相同。

5.2.4 FCAW的使用应符合下列要求：

- a) FCAW-S与其他焊接方法组合使用时，应进行该组合的焊接工艺评定；
- b) 当设计有冲击或硬度要求时，焊丝质量证明文件应符合设计要求；
- c) 有复验要求时，复验结果符合设计或标准要求。

5.2.5 EGW的使用应符合下列要求：

- a) 应使用气电立焊专用焊接材料；
- b) 组对错边量不宜大于1mm；
- c) 板厚小于12mm，可采用I形坡口；板厚大于21mm，宜采用X形坡口；其余宜采用V形坡口。

5.2.6 SAW的使用应符合下列要求：

- a) 采用未列入标准的焊剂，应重新进行焊接工艺评定；
- b) 当单焊道厚度大于13mm时，应单独进行评定。

## SH/T 3558—2016

## 6 填充金属

## 6.1 一般规定

6.1.1 填充金属应符合但不限于以下规定，用于承压设备焊接的填充金属尚应符合NB/T 47018的规定：

- a) 非合金钢及细晶粒钢焊条应符合GB/T 5117的规定；
- b) 热强钢焊条应符合GB/T 5118的规定；
- c) 不锈钢焊条应符合GB/T 983的规定；
- d) 镍及镍合金焊条应符合GB/T 13814的规定；
- e) 气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝应符合GB/T 8110的规定；
- f) 不锈钢焊丝应符合YB/T 5092的规定；
- g) 镍及镍合金焊丝应符合GB/T 15620的规定；
- h) 铜及铜合金焊丝应符合GB/T 9460的规定；
- i) 铝及铝合金焊丝应符合GB/T 10858的规定；
- j) 钛及钛合金焊丝应符合GB/T 3623的规定；
- k) 锆及锆合金焊丝应符合YS/T 887的规定；
- l) 埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂应符合GB/T 5293的规定；
- m) 埋弧焊用低合金钢焊丝和焊剂应符合GB/T 12470的规定；
- n) 埋弧焊用不锈钢焊丝和焊剂应符合GB/T 17854的规定。

6.1.2 填充金属应具有质量证明文件，并符合设计和标准的规定。

6.1.3 填充金属应标识清晰并保持直至用完。

6.1.4 填充金属应按照其制造标准或使用说明规定的焊接用途使用。

## 6.2 同种钢焊接填充金属

6.2.1 焊缝金属的力学性能不应低于母材标准规定的限值，其他性能也应符合母材相应要求。

6.2.2 设计有规定时，焊缝金属力学及其他性能应满足设计文件要求。

## 6.3 奥氏体不锈钢（Fe-8-1）焊接填充金属

6.3.1 使用温度超过480℃或需焊后热处理的奥氏体不锈钢（Fe-8-1），焊后热处理之前，其熔敷金属铁素体数FN不宜超过10，铁素体数测量应符合GB/T 1954的规定。

6.3.2 347型熔敷金属铁素体数FN不应低于5，316或316L型熔敷金属铁素体数FN应为1~5，其他奥氏体不锈钢（Fe-8-1）熔敷金属铁素体数FN不宜低于3。铁素体数应在焊后热处理之前测量。

6.3.3 奥氏体不锈钢FCAW焊缝在使用或制造过程中温度超过538℃时，焊缝金属钼含量不应超过0.002%，焊缝金属铁素体数FN不应超过9。

## 6.4 双相不锈钢焊接填充金属

6.4.1 焊接工艺评定时，应测量母材、热影响区和焊缝的铁素体含量，其铁素体含量应为30%~65%。

6.4.2 双相不锈钢焊接不应使用自熔焊方法。

## 6.5 异种钢焊接填充金属

6.5.1 铁素体钢（Fe-1~Fe-5C）之间的异种钢焊接，填充金属化学成分应与任何一侧母材化学成分相同或介于两者之间。非承压元件与承压元件焊接时，应选用与承压元件化学成分匹配的填充金属。

6.5.2 铁素体钢（Fe-1~Fe-5C）与不锈钢（Fe-6、Fe-7、Fe-8）的焊接，填充金属应符合以下要求：

- a) 309和309L填充金属可用于设计温度低于315℃异种钢的焊接。309Nb不宜用于需焊后热处理的场合，堆焊除外；
- b) 镍基合金填充金属按表6.5.2的设计条件选择；



- c) ER310(E310-xx)类和 ERNiCrFe-6 类焊材不得用于铁素体钢(Fe-1~Fe-5C)与不锈钢(Fe-6、Fe-7、Fe-8)之间异种钢焊接。

表 6.5.2 镍基填充金属在含 S 和不含 S 环境下的应用

焊接材料类别	最高设计温度 (不含 S 环境) ℃	最高设计温度 (含 S 环境) ℃
ENiCrFe-3	540	370
ERNiCr-3、ENiCrFe-2	760	400
ERNiCrMo-3、ENiCrMo-3	590	480

## 6.6 合金焊材控制

6.6.1 焊接施工之前,每炉批合金(C-Mn 钢除外)焊材应进行材料验证性检验(PMI)。

6.6.2 经 PMI 检验合格的合金焊材应标识并单独存放。

## 7 气体保护

7.1 焊接工艺规程中应明确保护气、背面保护气和尾部保护气的气体种类、混合比和流量。

7.2 焊接用氩气应符合 GB/T 4842 的规定,其纯度应不低于 99.99%,当瓶装氩气的压力低于 0.5MPa 时,应停止使用。

7.3 焊接用二氧化碳气应符合 HG/T 2537 的规定,其纯度应不低于 99.5%,含水量应不超过 0.05%,使用前应预热和干燥。当瓶内气体压力低于 0.98 MPa 时,应停止使用。

7.4 焊接用氧气应符合 GB/T 3863 的规定,其纯度应不低于 99.2%,无游离水。

7.5 焊接用氮气应符合 GB/T 3864 的规定,其纯度应不低于 99.2%,无游离水。

7.6 材料公称成分的铬含量大于 2.25%,采用 GTAW 或 GMAW 进行根部焊接时,背部应充氩气保护,并保持微弱正压。

7.7 公称成分的铬含量大于等于 9%的钢材以及钛材、锆材等有色金属采用 GTAW 或 GMAW 焊接时,背面充氩气保护至少应保持焊接完成 2 层。

7.8 钛材、锆材焊接时,钛材高于 400℃、锆材高于 180℃的区域均应用氩气保护,正面保护可采用拖罩,拖罩形式应根据焊件形状和尺寸确定。

## 8 清理及表面准备

8.1 焊接工艺规程中应明确焊前清理和层间清理的技术措施。

8.2 施焊前,应清理坡口及两侧母材表面至少 20mm 范围内(以离坡口边缘的距离计)的水分、氧化物、油污、熔渣及其他有害杂质。钛材、锆材还应使用不含硫的丙酮或乙醇处理坡口两侧 75mm 范围内的水及污物。

8.3 全熔透双面焊的焊缝,背面焊前应清根或清理见金属光泽。

8.4 不锈钢、镍合金采用 SMAW、GMAW 或 FCAW-G 时,坡口两侧应采取防飞溅粘接措施,焊后应清理飞溅物。

8.5 不锈钢和非铁基材料切割和打磨应采用专用工具。

8.6 不锈钢材料采用碳弧气刨进行焊缝清根或缺陷清除时应打磨露出金属光泽。

## 9 焊前预热及道间温度

9.1 焊接需预热时,管道预热应执行 SH/T 3554,设备预热应执行 NB/T 47015。

9.2 奥氏体不锈钢、双相不锈钢、非铁素体合金及有冲击试验要求的碳钢和低合金钢,焊接工艺规程中应规定道间温度,其最高道间温度应符合表 9.2 的规定。

表 9.2 最高道间温度

材料分组	最高预热温度及最高道间温度 ℃
Fe-1	315
Fe-3, Fe-4, Fe-5A, Fe-5B, Fe-5C	315
Fe-6	315
Fe-7	260
Fe-8	175
Fe-10H	150
Ni-1, Ni-2	150
Ni-3, Ni-4, Ni-5	175

## 10 焊后热处理

10.1 设备焊后热处理应符合 GB/T 30583 的规定，管道焊后热处理应符合 SH/T 3554 的规定。焊后热处理方案应按 SH/T 3550 进行审批。

10.2 焊后热处理工艺参数至少应包括最大加热速度、保温温度、保温时间、最大冷却速度。

10.3 奥氏体不锈钢、双相不锈钢（奥氏体-铁素体）和非铁基材料不宜进行焊后热处理，设计文件有要求时，应符合设计文件规定。

10.4 要求焊后热处理的压力容器，如热处理后需进行焊接返修，返修后的热处理应符合 GB 150 的规定。

10.5 要求焊后热处理的压力管道，如热处理后需进行焊接返修，返修后应对整周重新进行焊后热处理。

## 11 其他

### 11.1 一般要求

11.1.1 使用金属垫板时，垫板材料类别或化学成分应在 WPS 及制造图中注明。相近材料的焊接接头，垫板材料化学成分应与母材化学成分相匹配。

11.1.2 当采用锤击法降低焊接残余应力时，打底层和盖面层焊道不得锤击。

11.1.3 焊接在母材上的临时附件应与母材金属相匹配，并按照评定合格的工艺焊接。

11.1.4 管道承压件角焊缝，不应采用单道焊。

### 11.2 螺柱焊

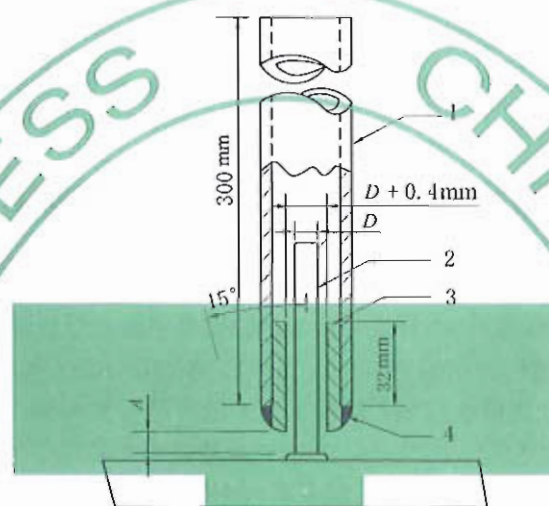
11.2.1 螺柱自动定时电弧焊接和电阻焊，每班开始焊接前及螺柱焊设备维护后，应进行产品检测，试样为至少 5 个连续的螺柱焊件。

11.2.2 产品焊缝应进行弯曲或锤击试验。弯曲试验如图 11.2.2 所示，将螺柱弯曲至少 15°，然后恢复原状。锤击试验应从顶部锤击螺柱，直至螺柱的 1/4 长度贴至试件表面。进行弯曲或锤击试验后，焊缝及热影响区无肉眼可见裂纹，则为合格。

表 11.2.2 弯曲试验间距与螺柱直径对应表

单位为 mm

螺柱直径 $D$	3	5	6	10	13	16	19	22	25
弯曲试验间距 $A$	3	3	5	5.5	8	9	12	12	15



1—折弯套管；2—螺柱；3—夹持套管；4—折弯套管与夹持套管焊接焊缝；  
A—弯曲试验间距（夹持套管顶端与螺柱焊缝表面间距）；D—螺柱直径

图11.2.2 螺柱焊缝弯曲试验示意

### 11.3 硬度检测

11.3.1 当设计有要求时，焊接工艺评定硬度检测应符合 GB/T 2654 的规定。

11.3.2 工件硬度检测应符合下列规定：

- a) 硬度检测应在焊后热处理后进行；
- b) 硬度检测宜采用便携式硬度计；
- c) 如条件允许，应在接触介质侧进行硬度检测；
- d) 当设计无规定时，焊缝最大硬度值应符合表 11.3.2 的规定。

表 11.3.2 推荐焊缝最大硬度值

材料类别	焊缝最大硬度值
Fe-1、Fe-3、Fe-4	225HB
Fe-1-1（用于湿硫化氢应力腐蚀环境时）	200HB
Fe-5A	225HB
Fe-5B-1、Fe-6	241HB

### 11.4 交工技术文件

11.4.1 石油化工工程焊接施工过程应进行过程质量控制，按 SH/T 3543 的规定进行记录。施工过程应及时进行检查确认，并审查相关资料。

11.4.2 工程交工技术文件按合同规定和 SH/T 3503 的规定由责任单位编制、审核，并向建设单位移交。

SH/T 3558—2016

附录 A  
(资料性附录)  
储罐焊缝编号原则

- A.1 储罐主体焊缝编号分别按照 A、B、C、D、DA、DB 类别进行编制,接管焊缝编号按 J 类进行编制。
- A.2 储罐壁板纵缝编号应从底圈壁板纵缝开始编制,底圈壁板纵缝编号的为 A1,往上依次为 A2、A3……。对同圈壁板上每条纵缝从 0° 开始分别加阿拉伯数字流水号后缀表示。如从底往上数第 5 圈壁板共有 4 条纵缝,这条纵缝应分别编为 A5-1、A5-2、A5-3、A5-4 等。
- A.3 储罐壁板环缝编号从底圈壁板与第二圈壁板之间的环缝开始编制,底圈壁板与第二圈壁板之间的环缝编号为 B1,往上依次为 B2、B3……。当同一条环缝由多名焊工分段焊接时,应对每名焊工所焊焊缝从 0° 开始分别加阿拉伯数字流水号后缀表示。如从第 1 条环缝开始往上数第 4 条环缝共由多名焊工焊,每名焊工施焊各段焊缝应分别编为 B4-1、B4-2、B4-3 等。
- A.4 储罐底圈壁板与边缘板之间的 T 型接头(俗称大角缝)统一编为 D1。
- A.5 储罐边缘板对接焊缝统一编为 A0,每条缝从 0° 开始分别加阿拉伯数字流水号后缀表示。如 A0-1、A0-2、A0-3……。
- A.6 中幅板短焊缝统一编为 DA,依次为 DA1、DA2、DA3……,长焊缝统一编为 DB,依次为 DB1、DB2、DB3……;同一层短焊缝中的多条焊缝分别加阿拉伯数字流水号加后缀表示。如 DA2-1、DA2-2、DA2-3……。
- A.7 弓形边缘板与中幅板之间焊缝统一编为 DB0,依次为 DB01、DB02、DB03……。
- A.8 顶板焊缝编号参照底板焊缝编号进行,把前缀“D”改成“C”以示区别。
- A.9 接管焊缝编号按照不同的焊接接头类型在参照压力容器焊缝编号原则的基础上加“J”前缀。如人孔短节纵缝为 JA 类、接管与高颈法兰连接的焊缝为 JB 类、接管与平焊法兰连接的焊缝为 JC 类、接管与主体连接的焊缝为 JD 类等。
- A.10 储罐壁板焊缝编号示例见图 A.10-1,储罐底板焊缝编号示例见图 A.10-2。

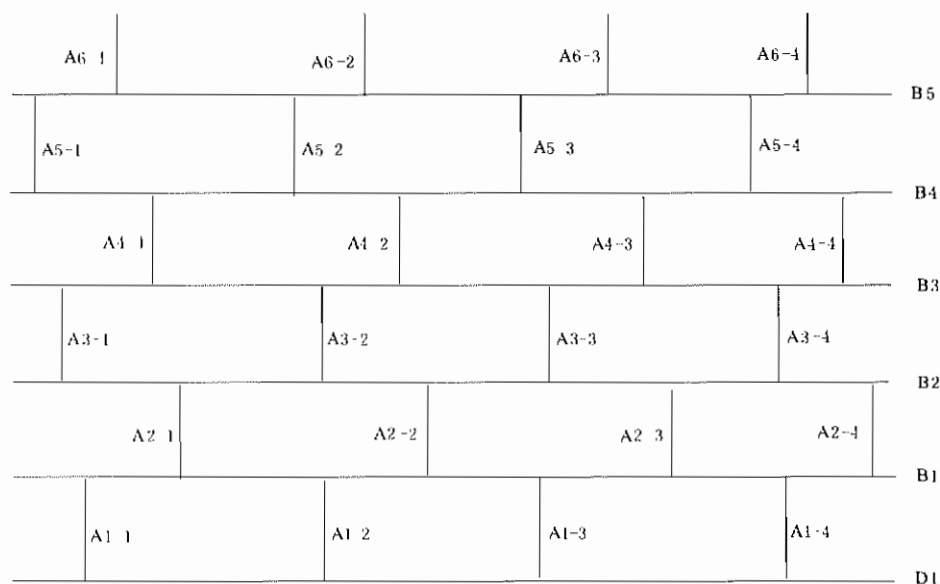
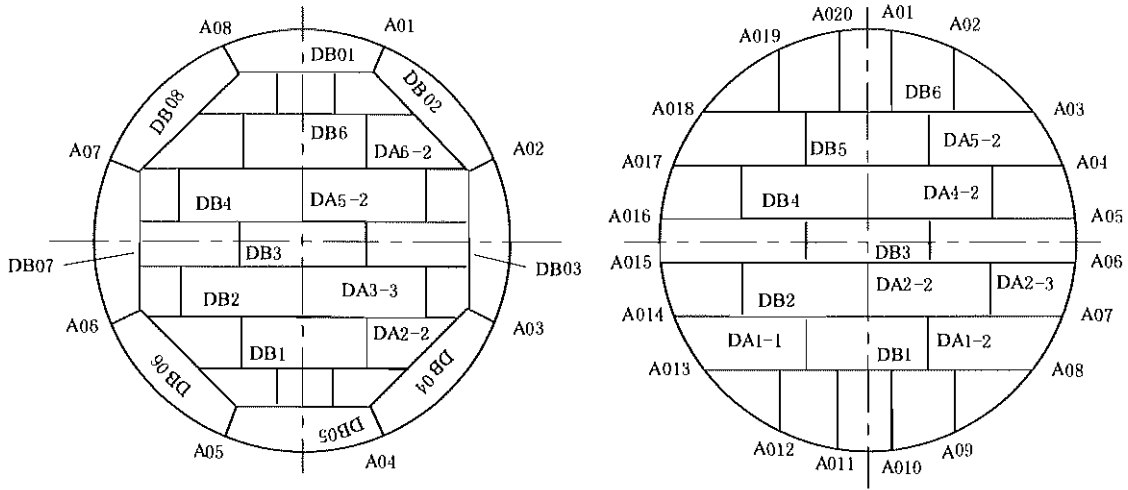


图 A.10-1 储罐壁板焊缝编号示例



A. 10-2 儲罐底板焊縫編號示例



附录 B  
(资料性附录)  
管道焊缝编号原则

B.1 管道对接接头包括管道上所有只含对接形式的焊口，其焊缝编号按阿拉伯数字流水号编制，即从管道的一端开始分别为 1、2、3…，支管上的对接接头也按此方法依次编入。

B.2 管道支管连接接头是指所有安放式、插入式含对接和角接混合形式的焊口，其焊缝编号用“D”标记加阿拉伯数字流水号后缀表示，从管道的一端开始分别为 D1、D2、D3…。其中带补强的支管连接接头尚应加大写英文字母“Q”后缀以示区别，如第 2 道支管连接接头为带补强时，其焊缝编号为 D2Q。D 类焊口的焊缝编号示例见图 B.1。

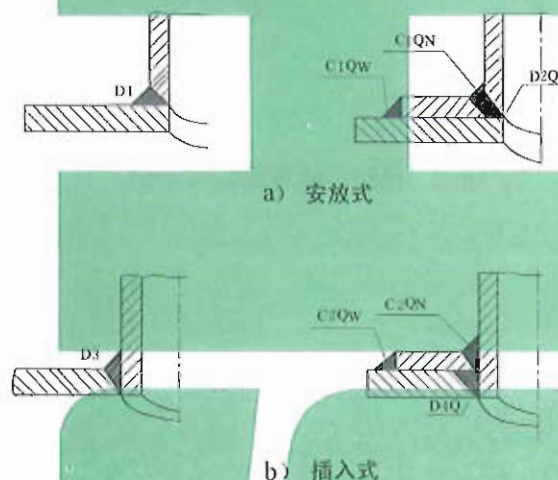


图 B.1 支管连接接头和补强圈与管子连接角焊缝的焊缝编号示例

B.3 管道受压元件之间的角接接头是指管道上的所有承插焊口、螺纹连接密封焊、管子与平焊法兰之间的焊口以及补强圈与主管之间的连接角焊缝，其焊缝编号用“C”标记加阿拉伯数字流水号后缀表示，从管道的一端开始分别为 C1、C2、C3…。当与平焊法兰之间的角焊缝有内外 2 道焊缝时，其焊缝编号应分别加大写英文字母“N、W”后缀标示；对补强圈与主管之间的角焊缝，其焊缝编号应加大写英文字母“Q”后缀以示区别，其内外 2 道焊缝的编号分别加大写英文字母“N、W”后缀标示。如第 1 道角接接头为补强圈与主管之间的角焊缝时，其内外 2 道焊缝的焊缝编号分别为 C1QN、C1QW，补强圈与主管之间的角焊缝的焊缝编号示例见图 B.1，其他 C 类焊口的焊缝编号示例见图 B.2。

B.4 管道受压元件与非受压元件之间的角接接头包括管子、管件与支（吊）架、覆板、垫板连接的角焊缝，其焊缝编号用“E”标记加阿拉伯数字流水号后缀表示，从管道的一端开始分别为 E1、E2、E3…。

B.5 对管道上的安装焊口和按照 2G、5G、6G、5GX、6GX、2F、4F、5F、2FG、4FG、5FG、6FG 焊接位置代号焊接的预制焊口还应在各自的焊缝编号后加上大写英文字母“G”后缀，以示与其他预制口区别。

B.6 管道在预制或安装过程中需要增加焊口时，所增加焊口的焊缝编号按所插入位置的前一焊口的编号后加大写英文字母“Z”来编制；当此位置插入多道焊口时，再加阿拉伯数字流水号后缀 1、2、3…以示区别。如在焊缝编号为 16、17 的管段内插入 1 道焊口，则此焊口的焊缝编号为 16Z；若在此管段插入 3 道焊口，则此 3 道焊口的焊缝编号分别用 16Z1、16Z2、16Z3 表示。



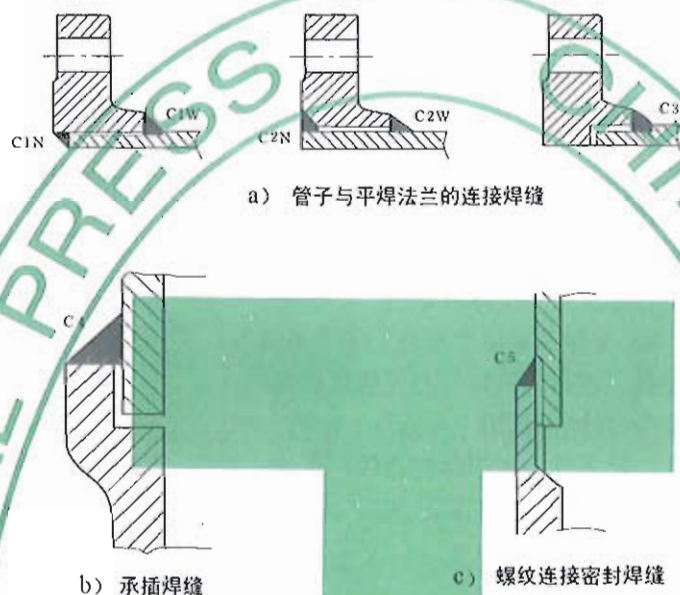


图 B.2 管道受压元件之间角接接头焊缝编号示例

B.7 对已预制的焊口因无损检测不合格或设计等原因需要割口重新焊接的，应对新焊口进行重新编号。其焊缝编号方法应符合下列规定：

- a) 对因无损检测不合格割除重焊的焊口在其原焊缝编号后加上大写英文字母“A、B、C……”等后缀（A、B、C分别表示割除重焊的次数为1、2、3）；
- b) 对因设计等原因预制后需要割除重焊的焊口在其原焊缝编号后加上大写英文字母“Y”后缀。

B.8 对因检测不合格而列入扩探的焊口，应在扩探口的焊缝编号后加上大写英文字母“K”后缀，以示区别。

## 本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

# 石油化工工程焊接通用规范

SH/T 3558—2016

条文说明

2016 北京

## 制定说明

SH/T 3558—2016《石油化工工程焊接通用规范》，经工业和信息化部 2016 年 1 月 15 日以第 3 号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组进行了焊接工程的调查研究，总结了我国工程建设现场焊接的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准 API 582《化工、石油、气体工业焊接指南》，通过试验取得了重要技术参数。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《石油化工工程焊接通用规范》编制组按章、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

1 范围·····	19
5 焊接方法·····	19
6 填充金属·····	19
11 其他·····	20



# 石油化工工程焊接通用规范

## 1 范围

本规范修改采用 API 582 标准。中石化行业规范所包括的铬钼耐热钢、不锈钢、钛材、锆材以及低温钢焊接、复合钢焊接等专项焊接要求不在本规范重复规定。

## 5 焊接方法

### 5.1 焊接方法中英文对应及缩略语见下表：

序号	焊接方法（中文）	英文	缩略语
1	焊条电弧焊	shielded metal arc welding	SMAW
2	钨极气体保护焊	gas tungsten arc welding	GTAW
3	脉冲钨极气体保护焊	pulsed gas tungsten arc welding	GTAW-P
4	熔化极气体保护焊	gas metal arc welding	GMAW
5	短路过渡（熔化极气体保护焊）	short circuiting	GMAW-S
6	颗粒过渡（熔化极气体保护焊）	globular	GMAW-G
7	脉冲喷射过渡	pulsed	GMAW-P
8	埋弧焊	submerged arc welding	SAW
9	气电立焊	electrode gas welding	EGW
10	药芯焊丝电弧焊	fluxed-cored arc welding	FCAW
11	自保护药芯焊丝电弧焊	FCAW with self shielding	FCAW-S
12	气体保护药芯焊丝电弧焊	FCAW with external gas shielding	FCAW-G
13	螺柱焊	stud welding	SW
14	电渣焊	electroslag welding	ESW

本规范不含射流过渡，主要考虑到射流过渡电流较大（300A 以上），焊工难以操作。目前石化行业很少采用此过渡形式。

将 FCAW 单独列出，而不是包括在熔化极气体保护焊（GMAW）中，主要考虑到熔化极气体保护焊（GMAW）不含自保护（FCAW-S）。

5.2 本条主要是规定焊接方法的使用限制，对于无限制的焊接方法，本条不做要求。

5.2.1 GTAW-P 的使用。基于脉冲发生模式、程序、设备设置、脉冲波形的变化会影响焊接电弧的功能，特别是坡口边缘和非正常位置的熔化。研究表明，当焊接系统脉冲发生、模式不同时，电弧特性会变化，这种变化会导致焊接缺陷，而有些这种缺陷可能很难用射线检测发现。

## 6 填充金属

6.3.3 焊条药皮中加入微量的铈会显著改善脱渣性，但当铈含量超过一定值时，将导致高温性能降低。

6.4 本规范中所要求的铁素体数 FN 测量均在焊后热处理之前进行。铁素体数可使用铁素体测量仪测量。根据 BVPC 第 11 卷，D 部分，表 A-360 关于铁素体含量和暴露温度的预防指南，当奥氏体不锈钢使用温度超过 480℃ 时，其铁素体含量不应超过 10FN，防止产生过多的  $\sigma$  相脆化。

6.5.2 E309 类不锈钢填充金属，焊缝有少量铁素体（铁素体数 FN 2-10），包含充分的 Cr 和 Ni 补偿稀释。但是当焊缝在热循环和温度大于 600°F（315℃）工作时，将产生热应力和疲劳问题，这是由于



铁素体母材和奥氏体母材之间的热膨胀系数差异显著。产生的热应力可能超过屈服强度，能够在熔合线或附近产生裂纹并扩展。另外，在高温下，碳从 Cr-Mo 钢母材向 300 系列不锈钢扩散，产生脱碳区，减弱、缩短接头寿命。

添加钛元素的高镍合金焊材（如 ERNiCrFe-6），使焊缝金属含钛量大于 0.75%，这将使其在后面的加热操作时发生时效硬化。

## 11 其他

11.1.2 根据 ASME VIII《压力容器建造规则》、AWS D1.6M《不锈钢结构焊接规范》和美国焊接协会（AWS）《焊接手册》，锤击作为降低焊接残余应力、控制焊接变形的有效方法，已有几十年的应用历史。为防止破坏打底层焊缝，影响组对质量，防止盖面层冷作硬化和开裂，以上规范和文献均要求打底层和盖面层不得锤击。需要指出的是，为清除焊渣和飞溅而进行的敲击不属于本规范所述锤击的范围。