

# 《焊接方法及工艺》课程设计说明书

题    目： 液化气干燥器的焊接工艺制定

材    料： 16MnR

焊接方法： CO<sub>2</sub> 气体保护焊

班级学号： \_\_\_\_\_

姓    名： \_\_\_\_\_

专    业： 材料成型及控制工程

## 摘 要

干燥器的未来发展将在深入研究干燥机理和干燥特性，掌握对不同物料的最优操作条件下，开发和改进干燥器；另外，大型化、高强度、高经济性，以及改进对原料的适应性和产品质量，是干燥器发展的基本趋势；采用  $\text{CO}_2$  气体保护焊进行焊接，故焊接后应进行一定数量的 X光片或超声波焊缝内部检查，并按设计规定级别评定。

本次课程设计的主要内容包括：液化气干燥器的概述、焊接方法、母材的化学成分及焊接性、焊接设备等。编写设计的说明书讲述了所设计的液化气干燥器纵、环焊缝的焊接方法、参数及热处理；本次课程设计我所设计的容器尺寸大小为长 1.6m, 直径 1m, 壁厚 20mm 根据工作压力 1.2MPa 和母材材料 16MnR 设计纵、环焊缝的形式及坡口的形式，并采用  $\text{CO}_2$  气体保护焊方法进行焊接，根据母材材料选择焊接材料为 2.4mm 的 H08Mn2Si 焊丝进行焊接，焊接时的各种工艺参数如电流、电压等都是根据焊丝直径进行选择的，同时进行焊前、后处理并且都做出了明确的规定和要求。设备选用 NBC-500 的焊机进行焊接。在对环焊缝焊接时，也选择了焊接滚轮架和焊接操作台进行辅助焊接。

# 目 录

第 1 章 绪论.....	1.....
1.1 液化气干燥器的情况.....	1.....
1.2 材料介绍.....	4.....
1.2.1 材料的成分.....	4.....
1.2.2 材料的性能.....	4.....
1.2.3 材料的焊接性.....	4.....
1.2.4 焊接材料的选择原则.....	6.....
1.3 焊接方法简介.....	8.....
第 2 章 $CO_2$ 气体保护焊.....	9.....
2.1 $CO_2$ 气体保护焊介绍.....	9.....
2.1.1 $CO_2$ 气体保护焊概述.....	9.....
2.1.2 $CO_2$ 气体保护焊特点.....	9.....
2.1.3 $CO_2$ 焊冶金原理.....	9.....
2.1.4 $CO_2$ 焊的熔滴过渡形式.....	10.....
2.1.5 焊接材料.....	10.....
2.1.6 焊接设备.....	.....
2.1.7 焊接工艺参数选择.....	12.....
2.2.1 $CO_2$ 气体保护电弧焊设备的组成.....	13.....
2.2.2 半自动 $CO_2$ 焊接设备参数的确定.....	14.....
第 3 章 焊接工艺评定.....	15.....
3.1 焊接工艺卡及评定报告.....	15.....
3.2 焊接工艺的确定.....	15.....
附录 1 焊接工艺卡.....	16.....
附录 2 焊接工艺评定报告.....	18.....
附录 3 焊接工艺卡.....	20.....
附录 4 焊接工艺评定报告.....	22.....
参考文献.....	24.....

## 第 1 章 绪论

### 1.1 液化气干燥器的情况

液化气干燥器的未来发展将在深入研究干燥机理和干燥特性，掌握对不同物料的最优操作条件下，开发和改进干燥器；另外，大型化、高强度、高经济性，以及改进对原料的适应性和产品质量，是干燥器发展的基本趋势。远古以来，人类就习惯于用天然热源和自然通风来干燥物料，完全受自然条件制约，生产能力低下。随生产的发展，它们逐渐为人工可控制的热源和机械通风除湿手段所代替。干燥器的发展还要重视节能和能量综合利用，如采用各种联合加热方式，移植热泵和热管技术，开发太阳能干燥器等；还要发展干燥器的自动控制技术、以保证最优操作条件的实现；另外，随着人类对环保的重视，改进干燥器的环境保护措施以减少粉尘和废气的外泄等，也将是需要深入研究的方向。干燥设备在工业的使用上非常广泛，很多领域上都需要用到干燥设备的使用，例如工业，农业，化工，矿山，冶金等等行业都急需要用到干燥设备。而干燥设备在国内的发展也是迅猛的，相对于国外来所，目前我国的干燥设备发展还是有些不够。

国内干燥设备生产企业应该充分利用中国加入 WTO 的机遇，加强与国外的技术交流，汲取国外先进干燥设备之长，加快提高我国干燥设备自加热设备自动化控制程度、外观质量、成套性和功能组合性，缩小与国外产品的差距，提高我国干燥设备产品在用户中的信任度，使我国干燥设备不仅在国内市场

在国际竞争中，我国干燥设备生产企业的主要竞争对手是丹麦、瑞士、英国、德国、美国以及日本等。与竞争对手相比，我国干燥设备的优势加热设备是价格低廉，不足之处主要在于产品的自动化控制程度、外观质量、成套性和功能组合性方面有待进一步提高。所设计的液化气干燥器产品图如图 1.1 所示。



图 1.1 液化气干燥器成品图

我所设计的液化气干燥罐壁厚 20mm 材料为 16MnR 工作压力 1.2MPa。尺寸：长 1.6m, 直径 1m 如图 1.1 所示。

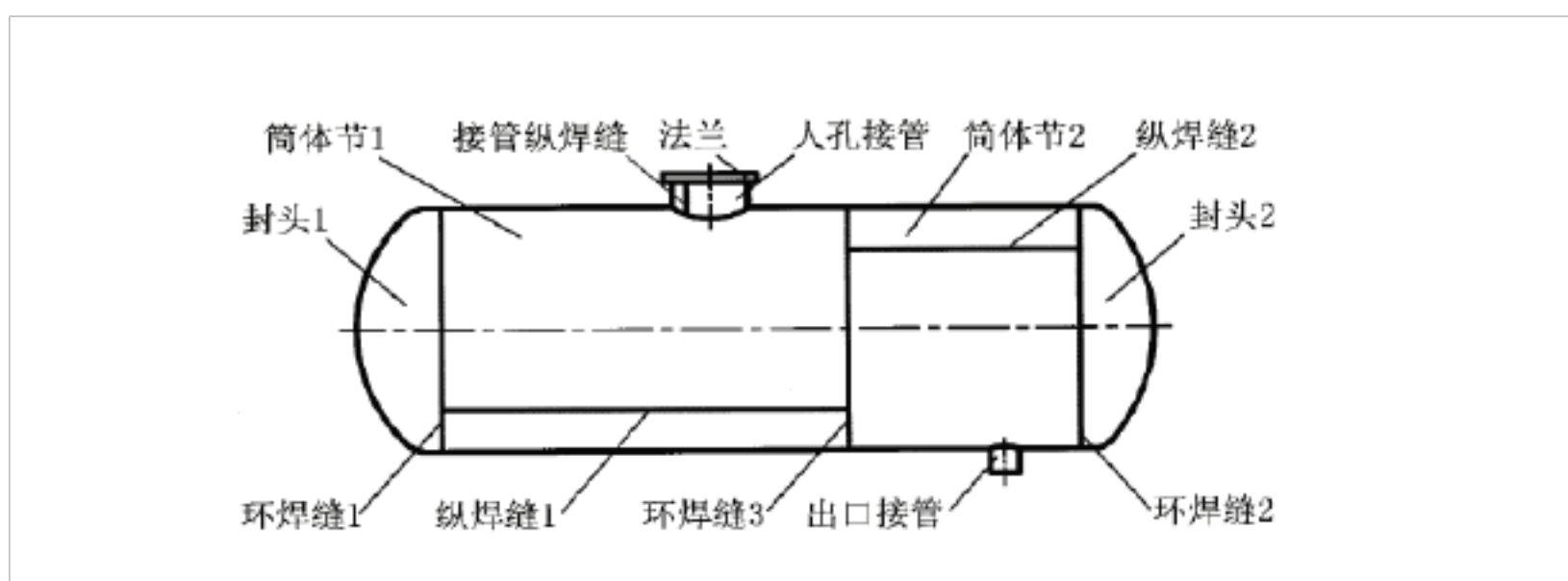


图 1.2 产品的结构图，焊缝分布图

作为储气容器的要考虑抗爆问题，也就是强度问题，应控制焊缝成型和裂纹问题。在焊接完成后，敲掉焊渣，然后进行热处理。由于采用  $\text{CO}_2$  气体保护焊进

行焊接，故焊接后应进行一定数量的 X 光片或超声波焊缝内部检查，并按设计规定级别评定。

## 1.2 材料介绍

### 1.2.1 材料的成分

此次所设计的液化气干燥器所选用的材料为 16MnR 材料的成分如下表 1.1 《16MnR 的化学成分》：

表 1.1 16MnR 的化学成分

C	Si	Mn	P	S
≤0.20	0.20~0.55	1.2~1.6	≤0.030	≤0.020

### 1.2.2 材料的性能

此次所涉及的液化气干燥器所选用的材料为 16MnR 材料的力学性能如下表 1.2 《16MnR 的力学性能》：

表 1.2 16MnR 的力学性能

$\sigma_s$ / MPa	$\sigma_b$ / MPa	$\delta$ (%)	$a_{kv}$ / J / cm
340MPa	450--650MPa	19-21	≥31

### 1.2.3 材料的焊接性

16MnR 是普通低合金钢,是锅炉压力容器专用钢, 锅炉压力容器的常用材料。它的强度较高、塑性韧性良好。常见交货状态为热轧或正火。属低合金高强度钢, 含 Mn 量较低。性能与 20G (412-540) 近似, 抗拉强度为 (450-655) 稍强, 伸长率为 19-21%, 比 20G 的大于 24% 差。标准来源 GB6654 2010 年该钢号逐渐被 Q345R 所取代。16MnR 钢是屈服强度为 340MPa 级的压力容器专用板, 它具有良好的综合力学性能和工艺性能。磷、硫含量略低于普 16Mn 钢, 除抗拉强度、延伸率要求比普通 16Mn 钢有所提高外, 还要求保证冲击韧性。它是目前我国用途最广、用量最大的压力容器专用钢板。

低合金高强钢的含碳量一般不超过0.20%，合金元素总量一般不超过5%。正是由于低合金高强钢含有一定量的合金元素，使其焊接性能与碳钢有一定差别，其焊接特点表现在：

(1) 冷裂纹 低合金高强钢由于含使钢材强化的C、Mn、V、Nb等元素，在焊接时易淬硬，这些硬化组织很敏感，因此，在刚性较大或拘束应力高的情况下，若焊接工艺不当，很容易产生冷裂纹。而且这类裂纹有一定的延迟性，其危害极大。

(2) 再热 (SR) 裂纹 再热裂纹是焊接接头在焊后消除应力热处理过程或长期处于高温运行中发生在靠近熔合线粗晶区的沿晶开裂。一般认为，其产生是由于焊接高温使HAZ附近的V、Nb、Cr、Mo等碳化物固溶于奥氏体中，焊后冷却时来不及析出，而在PWHT时呈弥散析出，从而强化了晶内，使应力松弛时的蠕变变形集中于晶界。

低合金高强钢焊接接头一般不易产生再热裂纹，如16MnR 15MnVR等。但对于Mn-Mo-Nb和Mn-Mo-V系低合金高强钢，如07MnCrMoVR由于Nb、V、Mo是促使再热裂纹敏感性较强的元素，因此这一类钢在焊后热处理时应注意避开再热裂纹的敏感温度区，防止再热裂纹的发生。

## (二) 焊接接头的脆化和软化

(1) 应变时效脆化 焊接接头在焊接前需经受各种冷加工（下料剪切、筒体卷圆等），钢材会产生塑性变形，如果该区再经200-450℃的热作用就会引起应变时效。应变时效脆化会使钢材塑性降低，脆性转变温度提高，从而导致设备脆断。

(2) 焊缝和热影响区脆化 焊接是不均匀的加热和冷却过程，从而形成不均匀组织。焊缝(WM)和热影响区(HAZ)的脆性转变温度比母材高，是接头中的薄弱环节。焊接线能量对低合金高强钢WM和HAZ性能有重要影响，低合金高强钢易淬硬，线能量过小，HAZ会出现马氏体引起裂纹；线能量过大，WM和HAZ的晶粒



粗大会造成接头脆化。低碳调质钢与热轧、正火钢相比，对线能量过大而引起的HAZ脆化倾向更严重。所以焊接时，应将线能量限制在一定范围。

(3) 焊接接头的热影响区软化 由于焊接热作用，低碳调质钢的热影响区(HAZ)外侧加热到回火温度以上特别是  $A_c1$  附近的区域，会产生强度下降的软化带。HAZ区的组织软化随着焊接线能量的增加和预热温度的提高而加重，但一般其软化区的抗拉强度仍高于母材标准值的下限要求，所以这类钢的热影响区软化问题只要工艺得当，不致影响其接头的使用性能。

### 1.2.4 焊接材料的选择原则

选择焊接材料时必须考虑到两个方面的问题：一是焊缝没有缺陷；二是满足使用性能的要求。选择原则如下：

(1) 根据产品对焊缝性能要求选择焊接材料 高强钢焊接时，一般应选择与母材强度相当的焊接材料，必须综合考虑焊缝金属的韧性，塑性以及强度，只要焊缝强度或焊接接头的实际强度不低于产品要求即可。焊缝金属强度过高，将导致焊缝韧性，塑性以及抗裂性能的下降从而降低焊接结构生产及使用的安全性，这对于焊接接头的韧性要求高且基材的焊接性的抗裂性差的低合金钢结构的焊接尤为重要。海洋工程超高强钢壳体及压力容器选用的焊接材料，还应保证焊缝金属具有相应的低温高温及耐蚀等特殊性能。

(2) 选择焊接材料时，还要考虑工艺条件的影响 1) 坡口和接头形式的影响 采用同一焊接材料焊同一钢种时如果破口形式不同则焊缝性能各异 2) 焊后加工工艺的影响，对于焊后经受热卷或热处理的条件必须考虑焊缝金属经受高温热处理后对其性能的影响。应保证焊缝热处理后仍具有所要求的强度、塑性和韧性，一般正火处理后的焊缝强度要比焊态时低对于在焊后要经受正火处理的焊缝应选用合金成分较高的焊接。焊件焊后要进行消除应力热处理一般焊缝金属的强

度将降低，这时也应选用合金成分较高的焊接材料。对于焊后经受冷卷或冷冲压的焊件则要求焊缝具有较高的塑性。

(3) 对厚板、拘束度大及冷裂倾向大的焊接结构应选用超低氢焊接材料，以提高抗裂性能降低预热温度。厚板、大拘束度焊件第一层打底焊缝最容易产生裂纹此时可选用强度稍低、塑性、韧性良好的低氢或超低氢焊接材料。

(4) 对于重要的焊接产品 如海上采油平台、压力容器及船舶等，为确保产品使用的安全性，焊缝应具有高韧性焊接材料，如高碱度焊剂、高韧性焊丝、焊条、高纯度的保护气体并采用Ar+CO<sub>2</sub>混合气体保护焊等。

(5) 为提高生产率可选用高效铁粉焊条、重力焊条、高熔敷率的药心焊丝及告诉焊剂等立角焊时可用力向下焊条大口径管接头可用高速焊剂，小口径管接头可用底层焊条。

(6) 为改善卫生条件在通风不良的产品中焊接时（如船舱压力容器等），宜采用低尘低毒焊条。

综合以上分析及下表 1.3 《CO<sub>2</sub> 气体保护焊常用焊丝的牌号、化学成分及用途》，用<sub>2</sub>焊接 16MnR时，选用焊丝为 H08AMn2Si

1.3 CO<sub>2</sub> 气体保护焊常用焊丝的牌号、化学成分及用途

焊丝 牌号	合金元素（质量分数，%）							用途
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P	
H08Mn2Si	≦ 0.14	0.06- 0.09	0.80- 1.10	0.20	≦ 0.30	≦ 0.030	≦ 0.035	焊接低 碳钢和 低合金 钢

---

### 1.3

此次所设计的液化气干燥器采用的焊接方法为  $\text{CO}_2$  气体保护焊。 $\text{CO}_2$  气体保护焊是利用  $\text{CO}_2$  作为保护气体的气体保护电弧焊。焊接时，在焊丝与焊件之间产生电弧；焊丝自动送进，被电弧熔化形成熔滴并进入熔池； $\text{CO}_2$  气体经喷嘴喷出，包围电弧和熔池，起着隔离空气和保护焊接金属的作用。同时， $\text{CO}_2$  气还参与冶金反应，在高温下在的氧化性有助于减少焊缝中的氢。当然，在高温下的氧化性也有不利之处。

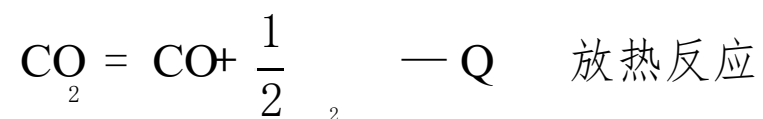
---

## 2 章 CO<sub>2</sub> 气体保护焊

### 2.1 CO<sub>2</sub> 气体保护焊介绍

#### 2.1.1 CO<sub>2</sub> 气体保护焊概述

CO<sub>2</sub> 气体保护焊是利用 CO<sub>2</sub> 作为保护气体的气体保护电弧焊，简称 CO<sub>2</sub> 焊。



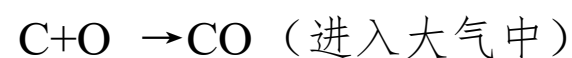
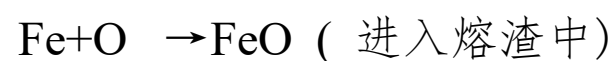
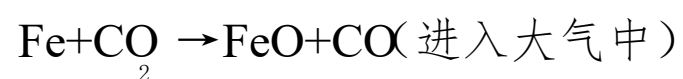
上式反应有利于对熔池的冷却作用

#### 2.1.2 CO<sub>2</sub> 气体保护焊特点

- 1、优点：
  - ①生产效率高和节省能量。
  - ②焊接成本低。
  - ③焊接变形小。
  - ④对油、锈的敏感度较低。
  - ⑤焊缝中含氢量少，提高了低合金高强度钢抗冷裂纹的能力。
  - ⑥电弧可见性好，短路过渡可用于全位置焊接。
- 2、缺点：
  - ①设备复杂，易出现故障。
  - ②抗风能力差及弧光较强。

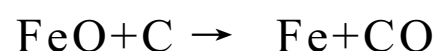
#### 2.1.3 CO<sub>2</sub> 焊冶金原理

在进行焊接时，电弧空间同时存在 CO<sub>2</sub>、CO、O<sub>2</sub> 和 O 原子等几种气体，其中 CO 不与液态金属发生任何反应，而 CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、O 原子却能与液态金属发生如下反应：



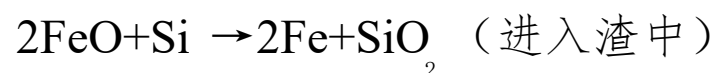
CO 气孔问题：由上述反应式可知，CO<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 对 Fe 和 C 都具有氧化作用，生成的 FeO 一部分进入渣中，另一部分进入液态金属中，这时 FeO 能够被液态金属

中的 C 所还原，反应式为：



这时所生成的 CO 一部分通过沸腾散发到大气中去，另一部分则来不及逸出，滞留在焊缝中形成气孔。

针对上述冶金反应，为了解决 CO 气孔问题，需使用焊丝中加入含 Si 和 Mn 的低碳钢焊丝，这时熔池中的 FeO 将被 Si、Mn 还原：



反应物  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MnO}$  它们将生成 FeO 和 Mn 的硅酸盐浮出熔渣表面，另一方面，液态金属含 C 量较高，易产生 CO 气孔，所以应降低焊丝中的含 C 量，通常不超过 0.1%。

氢气孔问题：焊接时，工件表面及焊丝含有油及铁锈，或 CO 气体中含有较多的水分，但是在  $\text{CO}_2$  保护焊时，由于  $\text{CO}_2$  具有较强的氧化性，在焊缝中不易产生氢气孔。

#### 2.1.4 $\text{CO}_2$ 焊的熔滴过渡形式

1、短路过渡：细丝（焊丝直径小于 1.2 mm），以小电流、低电弧电压进行焊接。

2、射滴过渡：中丝（焊丝直径 1.6~2.4 mm），以大电流、高电弧电压进行焊接。

3、射流过渡：粗丝（焊丝直径为 2.4~5 mm）以大电流、低电弧电压进行焊接。

#### 2.1.5 焊接材料

1、焊丝：H08Mn2Si 板厚为 20mm 焊丝直径  $\phi \cong 1.6\text{mm}$ ，如下表 2.1 《焊条直径的选择》，选择焊丝直径  $\phi 2.4\text{mm}$ 。

表2.1焊丝直径的选择

焊丝直径/mm	熔滴过渡形式	板厚/mm	焊接位置
0.8	短路	1.5-2.3	全位置

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/327052012162006146>