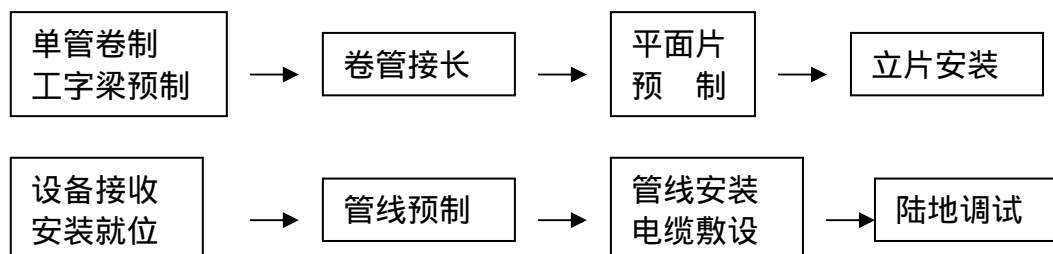


组块建造检验介绍

2008 年 7 月 5 日

一、 现场检验主要任务

1) 上部组块建造的流程：



2) 检验和见证主要围绕着上述建造的流程进行。

3) 验船师的现场检验应该熟悉：

- 熟悉业主批准的规格书、图纸、指定的标准、规范等文件，以便审核承包方的施工程序、施工方案、检验程序、焊接工艺、焊工/NDT人员资质、NDT图、管线试压包、设备调试大纲等。
- 熟悉项目的合同、明确检验的内容、检验的方式、文件资料的传送、周报、月报的编写，检验报告的审核等。
- 熟悉一些非常规情况下问题的处理方法，主要是协助业主或承包方处理现场出现的技术问题，沟通下一步施工可能出现的问题以及应该采取的措施。
- 如果对施工的质量不满意，及时出具备忘录或 NCR，通知承包方并抄送业主。

二、文件、资料审查：

文件、资料分三大类：

1. 建造程序、方案（卷管，工字梁预制等）、HSE 程序、单件图、ISO 图、管线的焊接 summary、单片吊装计算等。一般是留存备查。
2. 检验程序、人员资格、NDT 图等需要审核和批准，一般在规格书或标准中非强制的要求以业主的意见为准。（如焊接不锈钢管线时氧含量 1000ppm 以下的要求，管线材料的追踪要求）

1	质量控制与保证程序	主要涉及质量活动个环节的 QA 要求，一般无意见。
2	ITP 检验计划	涉及人员资格、结构、管线、油漆、保温/绝缘、电仪、设备等。明确检验的类别、等级。 R: Review: 人员资格、NDT 图; Inspection Report; RT films H: Holdpoint: 人员资格、NDT 图、最终检查、Test Package M: Monitor: Material/ Equipment receive; Fit up / Visual; Dimension; DFT; Line check W: Witness: 管线试压、设备调试、油漆附着力测试等 Ran: Random: 卷管组对、电缆敷设等连续性工作
3	焊工资格(结构和管线焊工)	结构: AWS D1.1 管线: ASME IX; 海管: API 1104 FRP: 培训证书 六个月内连续。依据船级社规范颁发的证书原则上不允许，与业主协商。
4	焊接工艺 WPS (结构和管线)	结构: AWS D1.1 第四章 管线: ASME IX, 第 II 章和第 IV 章; B31.3 中 328.2 条变量的要求。分开评定是允许的。 海管: API 1104 结构修补不得超过 2 次，管线修补不能超过 3 次
5	NDT 图	依据规格书的要求，构件类别、焊接类型等。考虑 UT 的适用性。
6	焊接材料储存和管理程序	焊接材料验收、核对证书。不强制要求 CCS 证书。 焊条必须保存在干燥库房，一般使用前应先放在烤箱预热 350 度，保持 2 小时，然后在保温箱保温 150 度 1 小时，焊工在领取焊条后，应放在焊条筒保持 75 度以上（**未强制要求），焊条 4 小时内不用，应放回炉重新预热（厂家另有要求除外）。暴露在空气中的焊剂必须保存在温度为 75 度的容器里。使用过的焊剂必须去除焊渣、结块并在 100 度下干燥一小时后，才允许混合同量的新焊剂继续使用。焊丝

		如果暴露在潮湿环境下或发现变质时应丢弃。 烘干、发放、回收要有记录。
7	设备验收、管理程序	设备证书要求参考安全规则第 19 条和四项法定检验通函。 其余为程序性要求，一般无意见。
8	材料检验和可追踪性程序	根据规格书要求，确定追踪要求。D36/E36 一般必须有第三方证书。 管线材料追踪各项目要求不一。
9	油漆检验程序	根据规格书和油漆厂家要求。
10	组对外观检验程序	程序性要求
11	焊接变形火工校正工艺程序	温度控制要求：要求普通钢材的温度不超过 650 度，合金钢不超过 600 度且要进行硬度测试，硬度小于 325HV10（工字钢预制）
12	热处理程序	结构和管线（如适用）
13	无损检验(NDT)程序	各种无损检测适用的标准与规格书和实际的标准要求是否一致。
14	管线检验程序	组对、外观、连接、试压等的要求。
15	电缆敷设程序	一般要求
16	尺寸控制程序	参考规格书和 API 2A
17	重量控制程序	一般要求。
18	管线试压程序	参考规格书，ASME B31.3 and API 14E
19	设备安装检验程序	一般无意见
20	电气设备检验程序	一般无意见
21	各种检验、试验记录表格	是否齐全和适用

3. 调试程序：

一般以业主的意见为准，除规范或标准明确规定的除外。

三、现场检验：

1. 材料/设备检验：

- 1) 对应不同的钢级、尺寸，其证书的执行标准、试验内容和标准、交货状态应与规格书所要求一致。
- 2) 型钢、钢板、钢管，确认材料上钢印的炉号、批号、尺寸、证书号是否和证书一致，是否有第三方认可（如需要时）。

-
- 3) 结构管线和工艺管线要区分开。
 - 4) 钢材不得有变形和表面缺陷。其变形和表面缺陷标准一般采用 ASTM A6/A6M 或 GB712-2000 标准。
 - 5) 钢材必须合理的防护，存放在高于地面 200mm 处的支架上。
 - 6) 材料检验有时和材料追踪检验结合。需要追踪的材料主要依据规格书的要求。一般 D 级和 E 级的材料，翼板大于 300 的工字梁和高于 Q235B 的管材需要追踪。
 - 7) 隔栅、Q235B 甲板板、油漆、焊接材料、管件等一般不需报检，与业主协商一致。
 - 8) 依据先前批准的设备取证分类等级要求，安全规则 A,B 类和四项的 C 类参与设备的验收。一般性外观检查，重点是第三方证书。一般容器类的设备容易出现质量问题，如焊接、油漆等，要合理的解释或报告。

2. 打砂/油漆检验：

固定平台上部模块涂装采用的油漆型号、厂家不同，但道理基本一致。主要的厂家有 JOTON，KANSAI，IP 等。

结构一般有三道漆，底漆(primer coat)，中间漆(2nd coat)，和面漆(Top coat)。管线大部分一道底漆，有的项目要求两道漆。另外管线的油漆涂装分高温和低温漆。潮差段一般选用抗冰漆，只有底漆和面漆。

事先要熟悉规格书，但油漆一般不是第三方关注的重点。

1) 喷砂

- 一般除卷管和加工 H 型梁的材料外，型钢、管材、钢板先要进

行预处理。

- 喷砂主要分抛丸机打砂、矿砂/河沙打砂。前种效果比较好，后者略差些。河沙因硬度小，容易产生夹白现象，即沙砾嵌入钢板表面。
- 喷砂主要是控制清洁度和粗糙度。一般规格书要求粗糙度 75um – 100um 之间。清洁度主要考虑减少灰尘，灰尘多会影响附着力，多用压缩空气吹扫，应有干燥过滤。清洁度一般分 5 级，3 级以内合格。

2) 油漆检验：

- 喷涂作业应在空气相对湿度小于 85% ,金属表面温度大于露点 3 度，环境通风良好的条件下作业。
- 漆膜厚度检查：要求每平方米测五个点，每个点必须由 3 个点组成，所得到的平均厚度达到要求，每个点厚度最低值不低于标准的 85%。一般不大于两倍的要求厚度。
- 中间漆和面漆要求同上。钢板表面温度过高， $>65^{\circ}\text{C}$ 容易产生针孔，必须修理。一般的流挂，砂纸打磨后，补漆即可。
- 损伤或在底漆的基础上喷涂油漆，一般用砂轮片拉毛后进行喷涂。
- 一般禁止在夜间进行喷涂作业。会造成表面结露发白和或飞虫的污染。
- 附着力检验，一般 300 um 以内用划线法，大于的一般用拉拔法测试

BS EN ISO 2409: Cross Cut Test

BS EN 24624: Pull Off Test for Adhesion

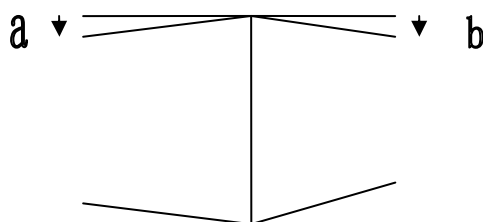




3. 工字梁预制：

- 1) 一般 700 以下的工字钢采用成品梁，900 以上的进行预制。
- 2) 中海油的项目梁的预制时腹板和面板的焊接大多设计为角焊缝，腹板厚度大于 28mm 时为半/全熔透焊缝。有的项目设计为全熔透焊缝，翼板焊接变形会大一些。
- 3) 尺寸要求： $H: \pm 3 \text{ mm}$ ；倾斜： $a + b < 4 - 6 \text{ mm}$

旁弯：19 mm；具体按照规格书要求。



- 4) 拼接工字梁的面板 (flange) 和腹板 (web) 焊缝要错开 305mm



- 5) 一般需要机械矫直和或火工矫直，但须防止温度过高。低碳钢不超过 650 度，D36/E36 不超过 600 度。

4. 卷管和接长：API 2B

- 1) 考虑到卷管的连续性，单管卷管的组对一般采取巡检方式。
- 2) 单管外观的检查主要检查椭圆度：
当壁厚不大于 50.8mm 时，最大外径和最小外径的差值，不得大过名义直径的 1%，但不得超过 6.4mm。
- 3) 接长时主要考虑径向错口；如果错边超过 3.2mm，应在管壁两边施焊，在这种情况下，偏差不得超过 0.2t (t 为壁厚)，最大偏差不得超过 6.4mm，当局部偏差长度小于 8t 时，应按 4:1 进行削斜，此时偏差允许到 0.3t，但不得大于 9.5mm。
- 4) 卷管的焊接大多为自动焊，一般焊接质量不会有问题。主要是端部的处理。

5. 平面片的预制：

- 1) 可分为甲板平面片，立柱平面片。按层搭建的没有立柱片。
- 2) 立柱立面片主要考虑必须保证下部结构的尺寸，以便和导管架连接。适当的增加收缩余量是必要的，有横向撑杆时大约要有 12-15 mm 的收缩余量，只有斜拉筋时收缩量还要增加。具体要参考建造方的经验和意见。
- 3) 立面片焊接环板时就确定了标高，从插尖处量起确认标高是否正确，一般斜拉筋的相交位置也进行标记。
- 4) 甲板平面片根据片的大小来确定收缩余量，正造大约要有 20 mm 的收缩余量。主要考虑到与立柱的连接，有许偏差是可以接受的。主要是考虑控制甲板片不能凹陷，尤其是有甲板板需要焊接的时候。
- 5) 甲板片的焊接变形控制，一般采取预拱，先焊大构件、对称焊接、中心向外辐射焊接的方法控制变形。甲板片的问题大多为甲板焊后局部凹陷，一般不整片安装。凹陷处可以考虑火工矫正，凹陷太大可以割开甲板释放变形并调整后焊接
- 6) 甲板片预制或安装有时会遇到焊道重合现象，如片插入大梁，安装筋板等，大梁与纵缝相交等，主要是加设时考虑不周。一般错开至少 50 mm 以上，太近要征询业主工程师的意见。处理时可以考虑进行局部热处理。
- 7) 筋板的安装公差一般掌握在 5/1000，焊后变形可考虑火工矫正。插入梁时要先将筋板安装，以免焊后使得腹板变形。梁的支撑筋板在柱和斜撑位置时，焊接柱和斜撑前最好先安装以免变形后造成间

隙过大。

- 8) 相同横截面的梁可以拼接,拼接应采用全熔焊,相邻拼接缝之间距离应不小于 2 倍梁高,或 1 米,取较小者。

两端有支撑梁的拼接位置一般不能在中心 $1/4$ 区域内,两端 $1/8$ 范围内,悬臂梁不能在 $1/2$ 外。一般 200 的小梁拼接可不考虑错口 300 mm 的限制 (环板区域)。



6. 立片安装：

1) 安装次序是：安装滑靴 → 立立面片 → 安各层甲板片
→ 安立面片 → 安四周平面片

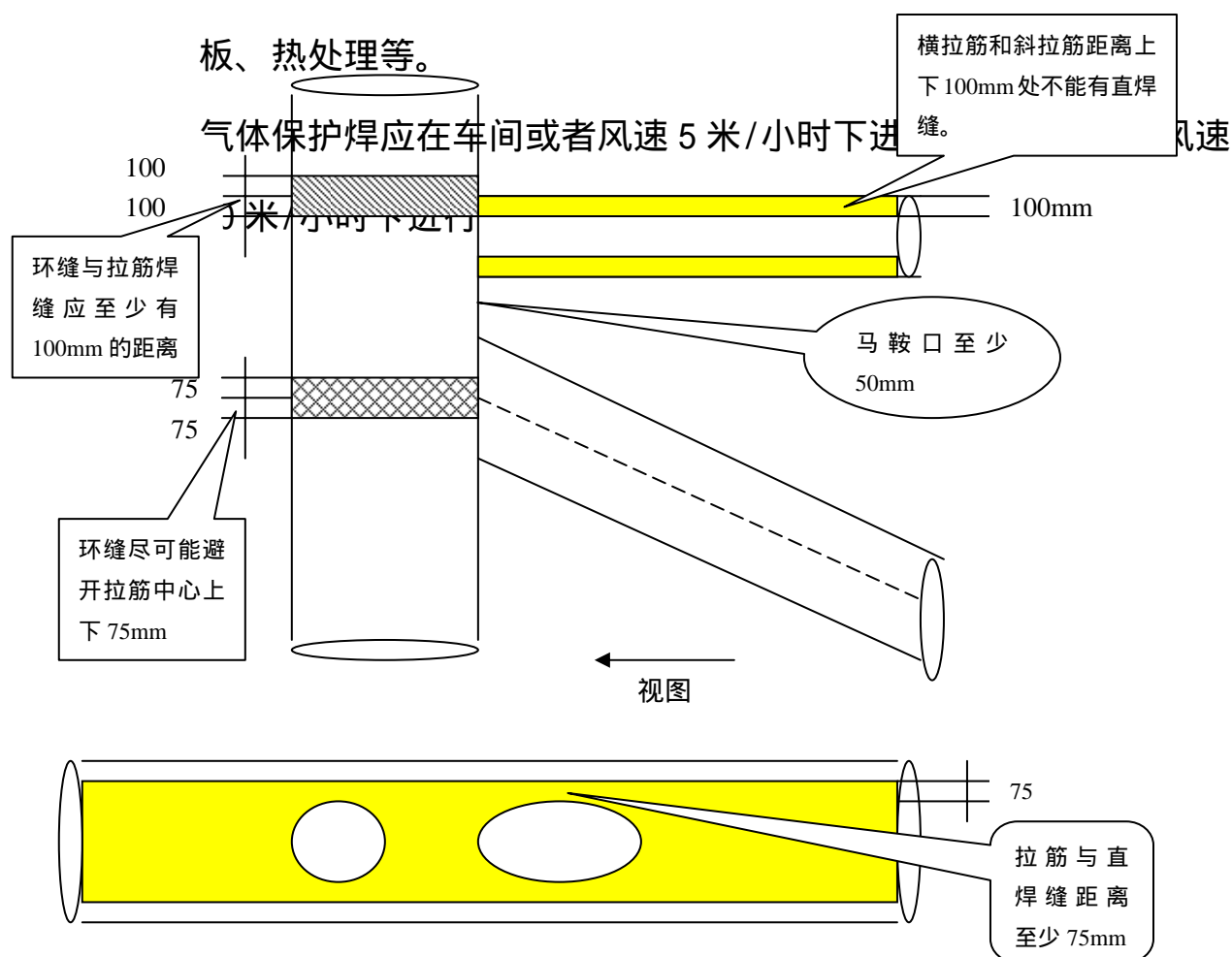
2) 立面片安装时要适当的外倾，以牵引绳固定，便安装其它片后收缩回来。

3) 立片后经常遇到的问题是立柱、拉筋、梁的组对间隙过大。一般不超过 9 mm 就不用长肉焊接，长肉焊接最大不能超过 19 mm。遇到后要根据杆件的重要性区别对待。

4) 立片后的焊接大部分为手工焊 SMAW，要求单道焊的宽度不大于 2.5D (D 焊条直径)，俗称排焊。摆动过大会使得焊接热输入量过大，影响焊接质量。对于 GMAW or FCAW 一般单道焊的宽度不超过 17 mm。

5) 重要管节点的装配，要求焊缝之间要错开，典型结构如下：

个别有不符合现象，征求业主意见采取措施。如改变连接方式、包板、热处理等。







7. 整体公差

- 1) 立片安装后主要要考虑整体的尺寸。
- 2) 房间的围壁要平整，一般掌握 4 mm/m 的变形。安装门的区域要严格一些，不大于 5 mm。
- 3) 水平面内立柱的对角线距离公差为 19 mm。
- 4) 任何一根柱子的中心线与任何方向上相邻柱子的中心线的水平距离与图纸尺寸的偏差不超过 10mm
- 5) 同一水平面的系杆竖向偏差应在 13 mm 之内。
- 6) 在端部，甲板中心线偏离位置线不得超过 13mm，梁上任何一点偏离位置线，水平不得超过 19mm，竖直不得超过 13 mm。

四、设备安装/调试

1. 机械设备安装分为容器类和泵类及发电机、吊机

****首先要参考设备厂家的安装指导书。**

- 1) 容器类的安装主要考虑位置、水平和操作。根据 Lay out 图纸安

装后确认符合图纸要求。一般要保证水平，3 mm/m。可能容器底座本身水平度就差挺大，首先要保证法兰垂直。容器安装通常会出现底座与甲板的间隙过大现象，一般采取垫钢板来调平。另外设备的连接、操作和维护的方便性要考虑。

- 2) 大型的容器一般坐在主梁上，如分离器。一般的容器直接坐在甲板上。
- 3) 泵类安装要依据厂家的指导书，小泵因底座小容易变形，可能造成轴不对中，震动大，轴承磨损比较快。要专门测量一下。
- 4) 吊机立柱在安装底座前要测垂直度和上口水平，垂直度一般要求 0.5-2.0 度，不是很严。上口的水平平整度一般要求 ± 2 mm。具体参考厂家的指导书。立柱和底座在负荷试验完成后，一般可要求进行 UT 复查。

2. 电器类，如变压器、配电盘、UPS、接线盒、井口盘等一般考虑位置既可。在危险区内检查一下防爆接线的情况。
3. 电缆的敷设一般不进行报检，采取巡检的方式。发现问题及时通知施工方和业主。巡线，测通路和绝缘一般仅审核检测报告并签字即可。
4. 电缆托架一般安装在管路支架上面，如果电缆不能安装在管路上面，那么电缆上面的管路一般不能有法兰、阀门或可拆接头，防止管路流体漏泄影响电缆。
5. 组块出海前一般要进行设备的调试，以减少海上调试的风险和工作量，项目工期紧也可不进行调试。设备调试之前一般由建造方或业主提供调试大纲，一般非涉及到安全的项目由业主来决定。通常 CCS 审

核调试大纲不发表意见，现场验船师一般要见证设备的调试试验。

五、工艺管线的检验：

1. 采用的规范和标准

a) 设计规格书、 ASME B31.3、 API RP 14E 、 ANSI B16.5

2. 图纸标注：3” – AV 6001 - A2 - H T (IF)

3. 系统简称：在 P & ID 图中有标注

AV : Atmosphere Vent U: Utility Air

CI : Chemical Injection CS: CU-AL Electrolyzer

DC: Drain Close DO: Drain Open FD: Diesel Fuel

FO: Fuel Oil FG: Fire Gas FW: Fire Water / Fresh Water

HM: Heat Medium IA: Instrument Air PL: Process Liquid

PF: Process Fluid ST: Steam WG: Gray/Black/Water/well gas

WI: Injection Water WP: Potable Water WO: Oily Water

WW: Waste Water CO2: CO2 CR: Crude Oil PG: Process Gas

OW: Oily Water IW: Injection Water HW: Hot Water

CW: Cooling Water SW: Sea Water FL: Low Pressure Flare

BD: Blow Down WB: Well Brine

4. 现场的 ISO 三维图供参考，不审核。主要标注焊口号，车间预制口(S)，现场口(F)，NDT 检验的比例。一般检验报检依据上面的焊口号进行检验和统计。拍片不合格的要加拍两道口，依次累进。按焊口算，达到 90%以上可以接受。也有按片算的，一般要达到 95%以上。

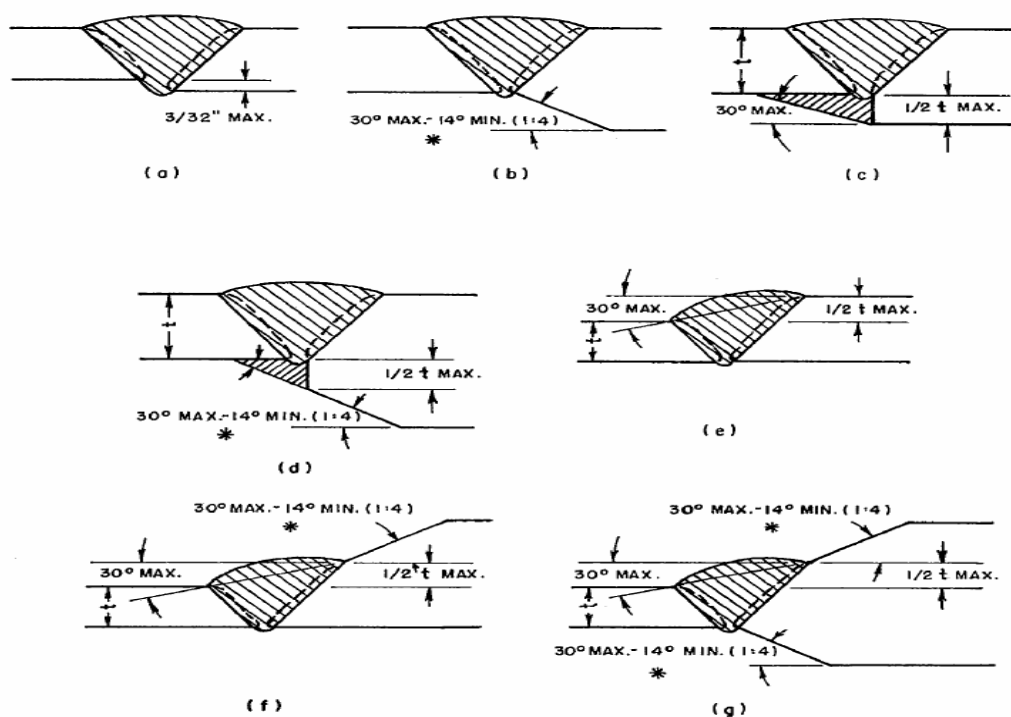
5. 一般通用要求：

-
- 1) 一般 2 寸及以下的管线全部用氩弧焊焊接。3 寸及以上用 SMAW 焊接，但组对和封底焊要用氩弧焊焊接。
 - 2) 考虑到使用氩弧焊焊接必须防风，因此要求预制焊口必须在车间内焊接。现场焊接要有可靠的防风措施。 < 5 m /s
 - 3) 管线材料追踪各项目要求不一，因大多数为 20#钢，有的项目不要求追踪，但有 16Mn 和 API 5L 管时要予以区分。有的要求必须追踪，打砂前要将材料标识转移到内壁。打砂后再转移到外壁。因为还涉及到管件等，比较繁琐。CCS 没有必要过于关注。
 - 4) 有些管线因为存放时间较长，表面有腐蚀的凹坑，打砂后外观检查缺陷比较明显。按照 GB8169-99 要求，壁厚减薄率不大于 12% 算合格
 - 5) 管线的油漆一般一道。分高温和低温漆（93℃）不要混。
6. 组对：
- 1) 组对时必须将系统代号、管号及焊口号标识完整清楚。
 - 2) 碳钢可用火焰切割，锯子等切割，但当使用火焰切割时，应磨去热影响区金属。
 - 3) 不锈钢必须用等离子切割，刀锯切割，高速切割机切割，扫去切割面的金属渣必须用不锈钢刷。不锈钢焊接不能采用预热和焊后保温。
 - 4) 组对时焊点长度一般在 15 ~ 20 mm，不能太短以防止有裂纹产生。
 - 5) 管件中弯头等尺寸大多有误差，尤其是大口径的管件经常有错口现象，组对前要打磨修整。要求内口不能错口，在 1.5 mm 以内。

外口的错口可以通过打磨和焊接过渡的方式解决。

6) 临近的对口焊缝的距离不小于壁厚的 5 倍或 75 mm, 取大值

7) 法兰要对齐, 一般用水平尺检查。沿任一直径上测量的偏差不应大于 $1/200$ (0.5%) mm。法兰孔应对齐, 孔的水平偏差不应大于 3.0 mm



8) 插焊一般不进行组对检验：

图 328.5.2B 双面平焊和承插焊法兰连接焊缝典型详图

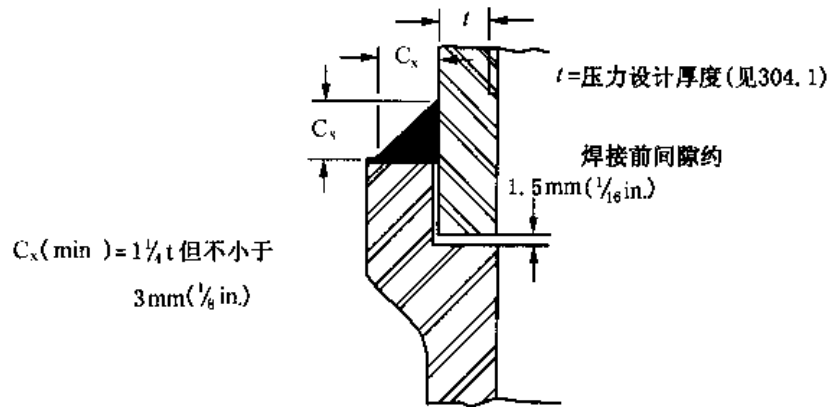


图 328.5.2C 除法兰外的承插焊组件的最小焊接尺寸

9) 支管管座的焊接：开孔要打磨光滑

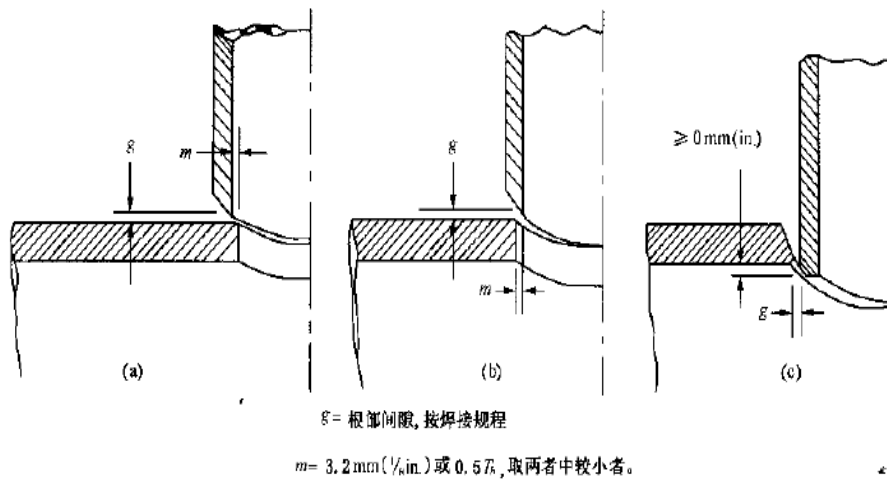


图 328.4.4 支管接口的制备

7. 外观检查：

- 1) 焊道要平顺光滑。不允许有未融合，裂纹，未焊透现象。

K 根面凹陷深度	接头总厚, 包括焊缝补强, $\geq \bar{T}_u$	
	对于 \bar{T}_u , mm (in.)	高, mm (in.)
L 通过焊缝任一平面内余高或凸起的高度(注⑧)应在右表中相应高度值范围内。焊缝金属应平滑过渡到组件表面	$\leq 6(\frac{1}{4})$	$\leq 1.5(\frac{3}{16})$
	$> 6(\frac{1}{4}), \leq 13(\frac{1}{2})$	$\leq 3(\frac{3}{16})$
	$> 13(\frac{1}{2}), \leq 25(1)$	$\leq 4(\frac{1}{2})$
	$> 25(1)$	$\leq 5(\frac{1}{4})$
M 余高或内凸起高度(注⑧) 如 L 中所述, 不使用(注⑨)	范围为上述 L 栏的相应值的两倍	

2) 表面电弧击伤一般要用锉磨去。

3) 不锈钢管线焊接时内部要用氩气填充, 否则会造成焊口烧塌现象, 同时因为 Cr 损失影响其防腐性能。严格的要求用表来监测, 要求氧的浓度不大于 1000 ppm。

4) 对于壁厚大于 19 mm 的碳钢管线要求进行焊后热处理。

5) 为了便于监控焊接和检测, 可用 EXCEL 表来记录。

8. NDT 检测:

1) 一般根据管线级别确认探伤的比例

A: 150LB H: 2000 psi

B: 300LB I: 3000 psi

C: 400LB J: 5000 psi

D: 600LB k: 10000 psi

E: 900LB F: 1500LB G: 2500LB

TABLE 7.1
MINIMUM EXTENT OF RADIOGRAPHIC
WELD EXAMINATION
FOR CARBON STEEL MATERIAL

Pressure Class	Percent of Welds
150 lb to 600 lb ANSI	10%
900 lb and 1500 lb ANSI	20%
2500 lb ANSI, 5000 lb API, and Higher	100%

- 2) 不推荐 UT 替代 RT
- 3) 审查片子时一般掌握圆形缺陷小于 $1/3 T$

9. 试压：

- 1) 试压前根据试压包和 EXCEL 表的检验记录确认所有焊口完成外观检查，NDT 比例满足规格书要求，应做的热处理已完成。
- 2) 根据三维图查线，确认管线联接完成。注意法兰孔在松弛的状态下满足对中和法兰夹角的要求。
- 3) 检查螺栓拧紧的程度，一般用带力矩的扳手。检查螺栓的长度：一般应露出 2-3 个牙，如果达不到此要求，未露出少于 1 个牙也算合格。
- 4) 试压前进行吹扫，也有试压后吹扫的。
- 5) 高压管线必须有记录仪记录。高点和低点应各有一块压力表。量程一般试验压力 $1/3$ 到 $1/2$ ，以保证精度。
- 6) DO 管线仅作吹扫或灌水试验。
- 7) 水温少于 4 或者环境温度小于 2 时应停止试验，应征询业主意见。
- 8) 气密试验压力一般为 1.1 倍，但不超过 0.7 mpa。海总项目根据验

收规则必须为 1.1 倍，但执行有争议。

9) 一般试压时插焊的地方容易出现渗漏，应重点关注。

10) 水压试验后，要用空气吹干。

10. 保温和伴热：

一般性检查即可，不必重点关注。审核报告并签字。

六、舾装：

固定平台上部模块的舾装分为内舾装和外舾装。内舾装指舱室、房间里面的舾装，主要有天花板、地板、舱壁的防火、绝缘、防静电的分隔和布置；舱室生活设施的布置，舱室的装饰，房间门窗的安装等。外舾装主要包括救生设备的安装；栏杆的安装；梯子的安装。从第三方检验来看，对平台建造的安全质量并没有其他专业重要。

1. 内舾装

内舾装主要是防火分隔的检验，核实图纸，明确各个房间的地板、天花板、各个围壁的耐火等级。现场对耐火材料的厚度，固定进行检验。保温钉的安装，如果钉子被敲弯后，钉子没有脱开墙皮，则合格。两层耐火材料的对接缝要错开 100mm。

甲板敷料应达到设计厚度，平整度应在 $\pm 3\text{mm}/\text{m}^2$ 之内，最后在 5-30 内养护 48 小时。

门窗的安装应注意防火分隔要求，

蓄电池房地板要用防酸水泥(acid-proofed cement), 主要是防止电池的硫酸液溢出时损坏地板。