

石油化工设备设计参考资料

图面技术要求

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

序

本资料供石油化工设备设计过程中，编写图面上技术要求时参考之用。它是在 1968 年编制出版的《化工设备图面技术要求》（以下简称原技术要求）的基础上改编而成。原技术要求自从 1968 年编制出版以来，迄今已六年。在毛主席无产阶级革命路线指引下，在批修整风运动深入发展的推动下，工业学大庆的群众运动正在蓬勃开展，合理的规章制度逐步在建立，群众性的技术革新、技术革命运动正在不断创造出新的成果。在这样的新形势下，原技术要求已不再能适应需要，1972 年在成都召开的石油化工设备设计建设组专业会议上商定，并根据燃化部(73)燃油化设字第 186 号文指示，由燃化部第六设计院、兰州化学公司设计院、北京石油化工总厂设计院、南京化工机械厂和上海新建机器厂共同对原技术要求进行修订工作。现在，在各有关单位的努力和各兄弟单位的大力支持下，完成了这项工作，修订的主要内容如下：

1. 原技术要求中引用的一些技术条件，有不少已经修订，我们根据新订的技术条件对原技术要求作了修改和补充。

2. 增添了一些新的内容。如增加了非金属设备技术要求一章；另外还增加了一些设备和零部件的技术要求，如浮动喷射塔板；带搅拌器设备增加了采用机械密封的要求等。

3. 将原来的附录作了一些修改和补充。

在编制和初稿征求意见的过程中，不少兄弟单位提供了许多宝贵意见和资料，我们对此表示衷心的感谢。

由于水平有限，本资料中一定还存在不少缺点错误，希望有关专业人员和广大读者提出批评意见，以便今后改进。

上海化学工业设计院石油化工设备设计组

1974年3月

目 录

第一章 金属容器技术要求	1
一、碳素钢及普通低合金钢焊制容器	1
二、不锈钢耐酸钢焊制容器	8
三、复合钢板焊制容器	9
四、铝材焊制容器	10
第二章 衬里设备技术要求	13
一、衬不锈钢耐酸钢设备	13
二、衬(搪)铅设备	14
三、衬橡胶设备	15
四、衬硬聚氯乙烯设备	16
五、衬玻璃钢设备	18
六、喷涂设备	19
七、衬耐酸板、砖(或铸石板)设备	20
八、衬不透性石墨板设备	21
九、搪瓷设备及零件	21
第三章 非金属设备技术要求	23
不透性石墨制设备	23
一、列管式换热器	23
二、圆块式换热器	24
三、块孔式换热器	26
硬聚氯乙烯制设备	26
四、容器	26

五、塔·····	28
化工陶瓷制设备·····	29
六、容器·····	29
七、塔·····	30
第四章 塔类技术要求 ·····	33
一、板式塔装配图·····	33
二、板式塔塔盘(部件图)·····	35
三、筛板塔板(零件图)·····	35
四、浮阀塔板及泡罩塔板(零件图)·····	35
五、填料塔装配图·····	36
六、浮动喷射塔盘(部件图)·····	36
七、转盘塔装配图·····	37
八、转盘塔转盘·····	38
第五章 热交换器技术要求 ·····	39
一、列管式换热器装配图·····	39
二、管板·····	40
三、折流板、支持板·····	42
四、中低压套管式换热器·····	42
五、高压套管式换热器·····	42
六、高压U形弯头·····	43
七、高压管子·····	44
八、喷淋式排管水冷器·····	45
九、几点说明·····	45
第六章 高压容器技术要求 ·····	47
一、单层高压容器装配图·····	47
二、多层高压容器装配图·····	48
三、扁平钢带高压容器装配图·····	49

四、单层高压容器筒节	50
五、多层高压容器筒节	50
六、多层高压容器筒节的内筒	51
七、多层高压容器筒节的层板	52
八、扁平钢带高压容器的内筒部件	52
九、球形封头	53
十、高压容器顶(底)盖	53
十一、筒体顶(底)部	54
十二、双锥密封环	55
十三、主螺柱	55
十四、主螺母	56
十五、球面垫圈	56
十六、螺纹法兰(高压接管上用)	56
十七、盲板(高压接管上用)	57
十八、双头螺栓(高压接管上用)	57
十九、螺母(高压接管上用)	57
二十、透镜垫(高压接管上用)	58
廿一、平垫圈	58
廿二、说明	58
第七章 带有搅拌器的设备技术要求	59
一、搅拌设备装配图	59
二、搅拌轴	60
三、联轴节	61
四、填料箱	62
五、搅拌器	62
六、说明	63
七、刮板蒸发器	63

八、固定刮板式蒸发器筒节	64
九、固定刮板器	64
十、回转干燥机	64
第八章 零部件技术要求	66
一、锻制零件	66
二、铸造零件	67
三、法兰(盖)	68
四、人(手)孔	69
五、补强圈	69
六、螺栓	69
七、螺母	69
八、双头螺栓	70
九、视镜	70
十、板式液面计	71
十一、玻璃管液面计	72
十二、浮子液面计	72
十三、文氏混合器	73

附 录

一、金属容器技术要求的几个参考资料和说明	74
1. 对于采用 JB741-73《钢制焊接容器技术条件》的 几点说明	74
2. 容器泄漏试验	74
3. 焊缝金相检验	75
4. 晶间腐蚀试验	76
5. 复合钢板的热处理	77
6. 铝材焊制容器说明	77

7. 铝制压力容器对接焊缝超声波探伤标准(北京金属结构厂试行标准).....	78
二、国内外某些塔类技术要求摘录.....	82
三、H31-67《高压管、管件及紧固件通用设计技术条件》 中有关高压U形弯头部分摘录	90
四、带搅拌器设备的几个参考数据和说明.....	91
五、焊接接头型式与焊接材料选用表.....	95
1. 焊接接头的基本型式与尺寸表(摘自 GB985~ 986-67).....	95
2. 手工焊与半自动焊坡口形式与尺寸表(摘自 JB/Z105- 73).....	98
3. 焊接材料选用表.....	101
六、非金属制设备技术要求的几个参考资料	104
(一) 不透性石墨制列管、块孔式热交换器技术条件 ...	104
(二) 硬聚氯乙烯制容器技术条件参考资料.....	117
(三) 硬聚氯乙烯制设备的焊缝结构型式.....	122
七、名词解释	124

第一章 金属容器技术要求

一、碳素钢及普通低合金钢焊制容器

1. 本设备按 JB741-73 《钢制焊接容器技术条件》进行制造、试验和验收。

2. 焊接材料, 对接焊接接头型式及尺寸可按 JB/Z105-73 中规定。(设计焊缝强度系数 $\phi = \underline{\hspace{2cm}}$) [说明(1)]

3. 壳体焊缝应进行无损探伤检查, 探伤长度: 纵缝占总长的 $\underline{\hspace{2cm}}\%$, 环缝占总长的 $\underline{\hspace{2cm}}\%$ 。 [说明(2)]

4. (1) 设备制造完毕后, 盛水试漏。(常压设备用)

(2) 设备制造完毕后, 进行煤油渗漏试验。(不便进行盛水试漏的常压设备用)

(3) 设备制造完毕后, 以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行水压试验。

(4) 设备制造完毕后, 以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行水压试验, 合格后再以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行气密性试验。

(5) 设备制造完毕后, 以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行水压试验, 合格后再以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行氨渗透试验。

(6) 设备制造完毕后, 以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压空气 (或其它惰性气体) 进行气压试验。(仅当设备不能进行水压试验时才用)

(7) 设备制造完毕后, 设备内以 $\underline{\hspace{2cm}} \text{kgf/cm}^2$ 表压进行水压试验, (合格后再焊夹套), 夹套内 (或蛇管内) 以 $\underline{\hspace{2cm}}$

kgf/cm² 表压进行水压试验。

以上七项，根据设备情况选用。 [说明(3)]

5. 管口及支座方位见管口方位图，图号_____。(方位和俯视图一致时写：管口及支座方位按本图)

特殊要求：

1. 设备焊接完后，进行消除应力热处理。 [说明(4)]

2. 焊接接头作冲击韧性试验。 [说明(5)]

3. 焊接接头作金相检验。 [说明(6)]

4. 设备设计温度低于-40℃的钢板超声波探伤要求。
[说明(7)]

5. 钢板低温冲击韧性试验。 [说明(5)]

说 明：

(1) 根据《钢制石油化工容器设计规定——讨论稿》焊缝强度系数按下列情况选取（自动焊，半自动焊和手工电弧焊的焊缝强度系数相同）。

① 双面焊的对接焊缝，单面焊双面成型的对接焊缝：

100%无损探伤 $\phi = 1.0$

局部无损探伤 $\phi = 0.9$

未经无损探伤 $\phi = 0.7$

② 单面焊的对接焊缝，在焊接过程中沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板时：

100%无损探伤 $\phi = 0.9$

局部无损探伤 $\phi = 0.8$

未经无损探伤 $\phi = 0.65$

③ 单面焊的对接焊缝，无垫板时：

局部无损探伤 $\phi = 0.7$

未经无损探伤 $\phi = 0.6$

焊缝强度系数可写在装配图上技术特性表之类的表中。

对于设计温度低于 -20°C ，且容器材料和焊接接头都要作低温冲击韧性试验〔参看本节说明(5)〕的容器，本条可写成：

焊接材料，对接焊缝坡口型式及尺寸可按 JB/Z105-73 中的规定。对接接头要求双面焊，或采用单面焊双面焊透工艺。

注：① 在设备直径较小（容器内径： $\phi < 500\text{ mm}$ 纵焊缝不能进行双面焊，或者设备环焊缝不能进行双面焊时，可采用带垫板的单面焊，但要求环焊缝垫板对接口焊透。此时应画出节点图。

② 在低温设备上，法兰和筒体，接管和法兰及筒体等角焊缝，要求在其连接部分，在筒体壁厚度或接管厚度上全部焊透，为了明确起见，应在图中画出接点详图。

对容器的焊接材料和焊接接头型式有不少制造厂都有各自的规定和习惯。因此，在这类制造厂加工的容器，对焊接材料和接头型式的要求可采用以上所推荐的写法。但对于新钢种或承制厂需要明确提出对焊接的要求时，本条可写成：

焊接采用电焊，焊条型号_____。

焊接接头型式按 GB985-67 中规定，对接接头采用_____，T 型接头采用_____，角接头采用_____，搭接头采用_____，法兰接头的焊接按相应法兰标准中的规定。

焊条型号和焊接接头型式见附录五。

(2) 关于焊缝探伤长度，JB741-73 中规定如下表：

设 计 参 数	占对接焊缝总长度 %	
	纵 缝	环 缝
设计压力 $> 50\text{ kgf/cm}^2$	≥ 50	≥ 25
设计压力 $> 16 \sim 50\text{ kgf/cm}^2$	≥ 25	≥ 15
设计温度 $> 400^{\circ}\text{C}$		
设计压力 $> 2.5 \sim 16\text{ kgf/cm}^2$	≥ 15	≥ 10
设计温度 $200 \sim 400^{\circ}\text{C}$ $- 40 \sim 0^{\circ}\text{C}$		

按设计压力和温度分别确定百分数，取其中较大值。

对于设计压力 $\leq 2.5 \text{ kgf/cm}^2$ 且设计温度为 $0 \sim 200^\circ\text{C}$ ，以及常压 ($0 \sim < 0.7 \text{ kgf/cm}^2$) 容器，如无特殊要求，则本条可不写。

根据《钢制石油化工容器设计规定——讨论稿》凡属下列情况之一的压力容器，其对接焊缝应 100% 探伤：

① 设计压力乘以常温许用应力与设计温度下许用应力的比值(即 $P_{\text{设}} \cdot \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t}$) 大于 100 kgf/cm^2 的容器。

② 设计中采用焊缝系数大于 0.9 (双面焊) 或大于 0.85 (单面焊) 的容器。

③ 用以贮存剧毒物质 (如氢氰酸、氯气、光气、氰、芥子气、溴化二甲苯等) 的压力容器。

④ 不便进行水压试验而采用气压试验的容器。

对于设计温度低于 -40°C 的容器，焊缝探伤长度及合格级别在设计时根据情况拟订后在技术要求中提出。(参看《钢制石油化工容器设计规定——讨论稿》)

(3) 根据《钢制石油化工容器设计规定——讨论稿》，容器液压试验压力按下表：

容 器 种 类	试 验 压 力 $P_{\text{液}} \text{ kgf/cm}^2$
钢制内压力容器	$1.25P_{\text{设}}$ ，且不小于 $P_{\text{设}}+1$
钢制外压力容器	
带夹套外压力容器	夹套内试验压力按内压力容器
不带夹套外压力容器	以 $1.5P_{\text{设外}}$ 作内压试验
真空压力容器	以 2 kgf/cm^2 作内压试验

对于内压力容器，当设计温度大于 150°C 时，其液压试验压力 $P_{\text{液}}^t$ 按下式计算：

$$P_{\text{液}}^t = P_{\text{液}} \cdot \frac{[\sigma]^{150^\circ\text{C}}}{[\sigma]^t} \quad \text{kgf/cm}^2$$

式中: $[\sigma]^{150^{\circ}\text{C}}$ —— 150°C 时材料的许用应力 kgf/cm^2

$[\sigma]^t$ ——设计温度下材料的许用应力 kgf/cm^2 。

对于铸造容器, 不论压力大小, $P_{\text{水}} = 1.5P_{\text{设}}$, 且不小于 2kgf/cm^2 。

气压试验压力按下式确定:

$$P_{\text{气}}^t = 1.15P_{\text{设}} \cdot \frac{[\sigma]^{150^{\circ}\text{C}}}{[\sigma]^t} \quad \text{kgf/cm}^2$$

注: 此处 $P_{\text{设}}$ 不包括操作时介质的液柱压力。

气密性试验及氨渗透试验的试验压力为 $1.05P_{\text{设}}$, 对真空设备则试验压力为 1kgf/cm^2 表压。

水压试验时容器壳体任一点的一次膜应力的计算值不得超过所用材料在试验温度下的 90% 屈服限(或残余变形 0.2% 的条件屈服限), 校核时容器壁厚应扣除腐蚀裕度(气压试验时则不得超过 80% 屈服限)。

(4) 设备在下列情况之一者应添加焊后作消除应力热处理的要求:

① 根据 JB741-73 第 19 条规定。符合下列情况之一者, 须作焊后消除应力热处理。

(a) 钢 材	对接焊缝处厚度 S
碳素钢	$S > 34\text{ mm}$ (如焊前预热 100°C 以上时 $S > 38\text{ mm}$)
16MnR	$S > 30\text{ mm}$ (如焊前预热 100°C 以上时 $S > 34\text{ mm}$)
15MnVR	$S > 28\text{ mm}$ (如焊前预热 100°C 以上时 $S > 32\text{ mm}$)
12CrMo	$S > 16\text{ mm}$
15CrMo, 18MnMoNbR	任何厚度

(b) 冷成型筒体厚度 S 符合以下情况:

碳素钢及 16MnR $S \geq 0.03 D_0$

低合金钢(16MnR 除外) $S \geq 0.025 D_0$

② 要求抗应力腐蚀的容器, 须作焊后消除应力热处理。

③ 对设计温度 $\leq -20^\circ\text{C}$ 的低温铁素体钢制容器及其部件凡属于下列情况之一的, 须进行焊后热处理。

(a) 在钢材规定的最低使用温度下操作时, 对接焊缝处的材料厚度 $\geq 16\text{ mm}$,

(b) 由钢板冷卷成型的筒体, 当壁厚 $S \geq 0.025 D_0$,

(c) 冷成形封头。

容器要作消除应力热处理的要求可写在技术要求第 2 条的后面。

(5) 设备在下列情况之一者, 对焊焊接接头应作冲击韧性试验:

① JB741-73 中规定常温冲击试验结果应 $\geq 6\text{ kgf-m/cm}^2$, 若要求值和此数不同时, 应另行提出。

② 当壁温 $-40^\circ\text{C} \leq t < -20^\circ\text{C}$ 时,

应作低温冲击韧性试验, U 形缺口试样冲击值按下表规定:

钢 号	设 计 温 度 $^\circ\text{C}$	算术平均值	任一试样值
		kgf-m/cm^2	
A3R, 20g	-20	≥ 3	≥ 2.5
16MnR	-40 ~ -20	≥ 3.5	≥ 3

其它钢种的 U 形缺口试样低温冲击值可参照下表选取

σ_s (kgf/mm ²)	<30	30~45	>45
算术平均值 kgf-m/cm ²	3.0	3.5	4.0
任一试样值 kgf-m/cm ²	2.5	3.0	3.0

此时，在技术要求中应添加一条：

容器对焊焊接头应作低温冲击试验，在设计壁温下，三个试样平均值 $\geq$ _____，单个试样允许最小值_____。

焊接接头冲击值要求应与母材相同。

③ 壁温 $t < -40^\circ\text{C}$ 时，应采用 V 形缺口试样（见 GB229-63 图 8）。

对 $\sigma_s \leq 35 \text{ kgf/mm}^2$ 的低温用钢要求三个试样平均值 $\geq 2.5 \text{ kgf-m/cm}^2$ ，单个试样允许最小值 $\geq 2.0 \text{ kgf-m/cm}^2$ 。对 $\sigma_s > 35 \text{ kgf/mm}^2$ 的低温用钢其冲击值要求应相应提高。

如不能进行 V 形缺口试样冲击，经供需双方同意则对下述钢种，在指定热处理状态下，最低使用温度不低于规定值时可采用 U 形缺口试样冲击验收，要求最低冲击值应 $\geq 6 \text{ kgf-m/cm}^2$ ：

-70℃ 09Mn2V(正火) 09MnTiCuRe(正火)

06AlNbCuN(热轧)

06MnNb(正火)

-110℃ 06AlNbCuN(正火)。

另外，一些容器虽在低温下操作，但其相应的应力低于材料常温下屈服限的 1/6 或名义厚度不大于的钢板可不作低温冲击试验。

对焊接接头要求 V 形缺口试样冲击值在最低用温度下，三个试样平均值 $\geq 2.0 \text{ kgf-m/cm}^2$ ，单个试样的最小值 $\geq 1.5 \text{ kgf-m/cm}^2$ 。如作 V 形缺口试样冲击有困难，经供需双方协商可作 U 形缺口试样冲击，要求焊接接头在最低使用温度下三个试样平

均值 $\geq 6 \text{ kgf-m/cm}^2$, 单个试样最小值 $\geq 5.5 \text{ kgf-m/cm}^2$ 。

此时, 在技术要求中应添加一条:

“容器对焊焊接接头用 V (或 U) 形缺口冲击试样作低温冲击试验, 试样尺寸 $\text{---} \times \text{---}$, 在设计壁温下, 三个试样平均值 $\geq \text{---} \text{ kgf-m/cm}^2$, 单个试样允许最小值 $\geq \text{---} \text{ kgf-m/cm}^2$ 。”

该条写在技术要求第 2 条的后面, 或写在消除应力热处理这一条的后面。

(6) 按 JB/Z105-73 中规定: 对于 $\sigma_s \geq 50 \text{ kgf/cm}^2$ 的低合金钢, 铬钼钢等焊接接头, 需要用金相法检查裂纹。

(7) 对于低温用钢板作超声波检查问题, 尚无标准规定。对于容器设计温度 $\leq -40^\circ\text{C}$, 钢板厚度 $\geq 12 \text{ mm}$ 时, 可考虑增加对钢板的超声波探伤要求。

检查结果应符合 JB1150-73 《压力容器用钢板超声波探伤标准》中的 II 级。

二、不锈钢耐酸钢焊制容器

1、4、5、6 条分别与本章第一节碳素钢及普通低合金钢焊制容器中 1、3、4、5 条相同。

2. 焊接采用电焊, 焊条型号:

不锈钢之间的焊接为 --- 。

碳素钢之间的焊接为 --- 。

不锈钢与碳素钢之间的焊接为 --- 。 [说明(1)]

3. 对接焊接接头型式及尺寸可按 JB/Z105-73 中规定。

(设计焊缝强度系数 $\phi = \text{---}$)。 [说明(2)]

特殊要求:

焊缝()作晶间腐蚀试验, 按 YB44-64 中 --- 法进

行。

[说明(3)]

说 明:

(1) 不锈钢之间、碳素钢之间采用的焊条型号参看附录中《焊接材料选用表》选定, 不锈钢与碳素钢之间焊接采用的焊条型号可选取《焊接材料选用表》中复合钢板部分中过渡层用的焊条。对于不是主要受力部分及影响腐蚀性部分也可用不锈钢耐酸钢相应的焊条。

对设计温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 的容器, 不锈钢之间焊接宜采用的焊条型号: 奥 302 (TA2-2), 奥 307 (TA2-7), 或对含钼不锈钢用奥 312 (TA2Mo2-2)。

(2) 需要明确提出焊接接头型式时, 写法参看本章第一节中说明(1)。

(3) 对设备有抗晶间腐蚀要求时应添加此条。

操作壁温 $\leq 350^{\circ}\text{C}$ 时, 在括号内填写“焊态”, 当操作壁温 $>350^{\circ}\text{C}$ 时, 在括号内填写“敏化处理后”。晶筒腐蚀试验这一条技术要求写在第 3 条后面。

晶间腐蚀试验采用那一种试验方法应根据操作的介质、浓度、温度等情况而定, 一般大多采用 B 法, 对强氧化性介质, 如浓度、温度较高的硝酸介质, 则采用 E 法。

三、复合钢板焊制容器

1. 复合钢板原材料的验收按《不锈钢复合钢板订货与验收技术条件》的规定进行。 [说明(1)]

2. 设备按 JB741-73《钢制焊接容器技术条件》进行制造、试验和验收。

3. 焊接采用电焊, 焊条型号: