

化工设备设计手册

(四)-7

不锈复合钢板制设备

化工部设计技术中心站

化工设备设计手册

(四)-7

不锈复合钢板制设备



化工部南京工业设计中心站

1969年2月

内 容 提 要

本手册系化工机械及设备的工人及设计人员现场设计应用,也可为广大工程技术人员及化工机械、设备专业师生作参考。

本部分为不锈钢复合钢板制设备,共分三章;介绍了不锈钢复合钢板的生产情况、性能、使用范围、不锈钢复合钢板制设备的设计、焊接结构、制造等方面。在附录中还编入了复合钢板的订货与验收技术条件、容器制造暂行规定以及接管法兰的结构尺寸系列等,供设计时参考。

化 工 设 备 设 计 手 册

(四)-7

不 锈 复 合 钢 板 制 设 备

*

化工部设计技术中心出版

(上海南京西路 1856 号)

*

内 部 发 行

开本 787×1092 毫米 $\times \frac{1}{32}$ · 印张 $2 \frac{3}{16}$

1969 年 2 月上海

定价: 0.30 元

最高指示

清理阶级队伍，一是要抓紧，二是要注意政策。

没有民主，不可能有正确的集中，因为大家意见分歧，没有统一的认识，集中制就建立不起来。什么叫集中？首先是要集中正确的意见。在集中正确意见的基础上，做到统一认识，统一政策，统一计划，统一指挥，统一行动，叫做集中统一。

历史的经验值得注意。一个路线，一种观点，要经常讲，反复讲。只给少数人讲不行，要使广大革命群众都知道。

序

为了更好地配合化工设备设计人员进行现场设计，根据
化工部南京冶金设计中心 第四届会议对 1967~1968 年业务建设项目的安排，由本站组织各单位的力量，集中精力，编制化工设备设计手册。

伟大的领袖毛主席教导我们：“学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。”遵循这个教导，化工设备手册的编制，从化工机械设备专业实际需要出发，按照简明、实用和推荐的原则进行，尽可能把常用的内容编进去。对不常用的或可代替的，我们推荐几个有代表性的，作为设计时选择使用。

化工设备设计手册共分四部分（一）材料；（二）机械零件；（三）机械传动；（四）设备设计。

由于（四）设备设计内容较多，故将予以分册出版。

本“手册”系化工机械及设备的工人及设计人员现场设计时应用，也可作为广大工程技术人员及化工机械、设备专业师生参考。

本部分为化工设备设计手册（四）设备设计中的第 7 部分——**不锈钢复合钢板制设备**。由化工部第六设计院负责编制。

根据上述原则，对本部分所选内容作如下几点说明：

一、手册中所叙述的设备加工工艺，焊缝坡口型式等都是根据工厂的现场生产经验而来，但由于不锈钢复合钢板在国内使用时间不长，材料品种又较多，在设计和制造时也可根据具体情况和生产实践经验而定。

二、附录中的(一),(二)这二个技术条件,是在66年2月全国23个兄弟单位在金州重型机器厂讨论拟定的。为了便于设计人员参考使用,现把这二个技术条件编入附录。

三、附录(四)系摘自MH4579-63~4581-63;4586-63;4591-63;4595-63; $P_v 2.5 \sim 64 \text{ kg/cm}^2$ 的复合钢板制零部件标准,仅供设计人员参考使用。国内外材料牌号对照表可参见化工设备设计手册(一)材料。

在手册编制过程中,承不少单位提出许多宝贵意见,在此,我们表示衷心感谢。

由于我们经验不足,水平有限,手册中一定存在不少缺点和错误,希望有关专业人员和广大读者提出评批建议,以便今后修改和补充。

化工部南京工业设计中心编

1969年1月

目 录

第一章 不锈复合钢板的一般介绍

一、概述	1
二、不锈复合钢板的生产情况	2
1. 生产方法	2
2. 复合钢板的品种、规格	4
三、不锈复合钢板的性能与使用	6
1. 性能介绍	6
2. 复合钢板的使用范围	7

第二章 设计与焊接结构

一、设计特点	8
1. 设计中须考虑的问题	8
2. 材料选择	9
3. 设计应用规范	9
二、焊接结构	10
1. 筒体对接	10
2. 法兰焊环、筒体与法兰的连接	12
3. 管法兰与接管连接	12
4. 容器壳体与接管连接	13
5. 换热器管板	14
6. 角接焊缝结构	15

第三章 制造与验收

一、设备制造	16
--------	----

1. 板材检验	16
2. 矫平	16
3. 切割	17
4. 划线、冲孔、刨边	17
5. 成型	18
6. 焊接	19
二、检验	24
1. 一般要求	24
2. 焊缝质量检验	24

附 录

一、不锈复合钢板订货与验收技术条件(66年金州会议通过)···	26
二、不锈复合钢板焊制容器暂行规定(66年金州会议通过)····	29
三、焊缝表面的着色探伤·····	30
四、复合钢板制接管、法兰、人孔和人孔盖结构和尺寸系列 (MH 标准摘录)·····	31
五、瑞典焊接学会推荐的坡口型式·····	62

第一章 不锈复合钢板的一般介绍

一、概 述

在战无不胜的毛泽东思想光辉照耀下，我国化学、炼油、纺织及其他等工业得到飞跃发展。随着这些工业的发展，由于所使用的设备趋向大型化，铬镍不锈钢及其他贵金属的需用量也不断增加。铬镍不锈钢等材料不仅价格昂贵(比普通碳钢约高 10 倍)，根据我国国情也不宜大量采用。因此，研究怎样合理地选用材料，以节约铬镍不锈钢等贵金属具有重大的政治意义和经济意义。近年来采用复合钢板是一个很重要的途径。

不锈复合钢板是一种新型材料，它是由复层(不锈钢)和基层(碳钢、低合金钢等)组成的。通常复层只有 1.5~3.5 毫米，比单体不锈钢大约可节省 60~70% 的不锈钢。复合钢板不仅能节约不锈钢而且还具有优良的综合性能：复层具有优良的耐腐蚀性能，基层又具有较高的结构强度和刚度。此外还具有单体不锈钢所不及的优点，导热系数为单体不锈钢的 1.5~2 倍。因此，特别适用于既要求耐腐蚀又要求传热效率高的设备。正因为它具有用材合理、技术性能优越等特点，所以愈来愈多地被人们所重视和采用。

从 65 年以来，我国各工业部门，开始大量采用不锈复合钢板，制造塔器、反应器、换热器、聚合釜、高压釜和其他设备。

我国冶金部门，高举毛泽东思想伟大红旗，在很短的时间内，已在重庆钢铁公司、上海第三钢厂、鞍山钢铁公司、冶金部 102 厂等单位试制成功各种不锈复合钢板，质量良好，并扩大生产，逐步满足国内需要。同时，哈尔滨锅炉厂、上海化工机修总厂、上海东方红锅炉厂、新建机器厂、广州重型机器厂、金州重型机器厂、锦西

化工机械厂等单位，在设计、研究部门的配合下，都已开始或大量生产不锈复合钢板设备。目前，国内生产的不锈复合钢板价格等于同类单体不锈钢板的 20~50%，设备成本也相应下降。

二、不锈复合钢板的生产

1. 生产方法：

复合钢板的生产方法有热轧法、铸造法、堆焊法……等。但由于热轧法生产的复合钢板质量较好，已成为国内外复合钢板的主要生产方法。

热轧法介绍：

根据板的厚度、轧机能力，可分为双板迭轧和加盖板单板轧制的两种方法，轧前装配如图 1-1 所示。

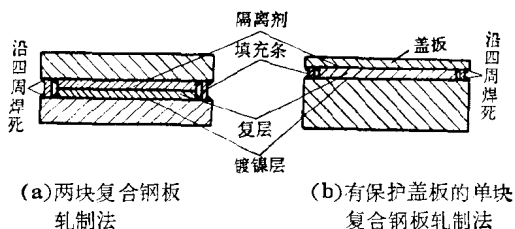


图 1-1

复合钢板轧制程序如图 1-2 (见下页)：

轧制中的主要问题：

(1) 复合比：

复层厚度与复合板总厚度之比，称之复合比。

$$\text{一般是：} \frac{\text{复层}}{\text{复层} + \text{基层}} = 10 \sim 20\%$$

轧制前板坯的厚度，大约为成品的 4~5 倍。

(2) 涂隔离剂：

对于双板迭轧和单板轧制为了防止两板复合面或单板复合面

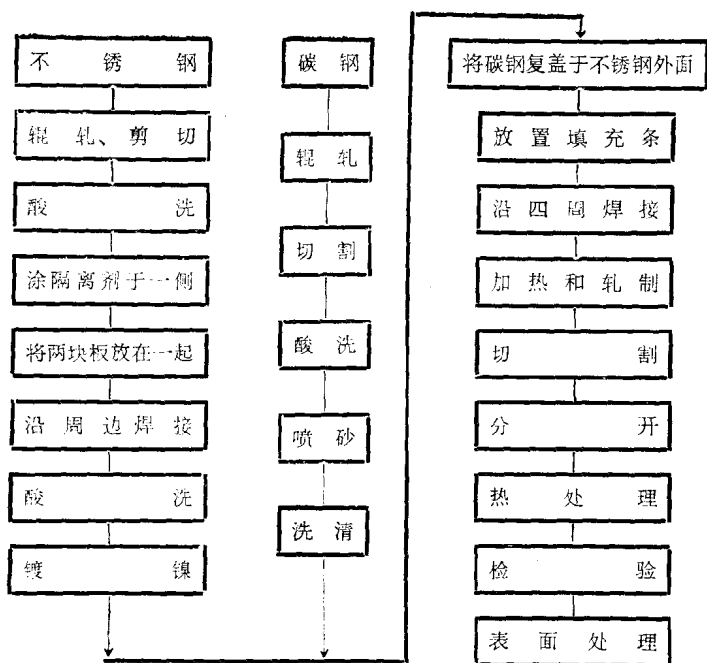


图 1-2

与盖板相互粘结，轧制前复合层表面须涂一层隔离剂。通常隔离剂是由镁砂(或氧化铝)加水玻璃和水调制而成的。对隔离剂的要求，应尽量不造成复层表面的增碳，涂剂不含粒状杂质，涂层厚度均匀，以保证复层表面光洁。

(3) 镀镍层：

不锈钢在空气中极易在表面形成氧化铬，影响贴合质量。同时，在高温下轧制时，复合层与基层中的合金元素可能相互扩散，产生不良的过渡层和渗碳层。为了解决上述问题，通常是在轧制前的酸洗处理之后，在不锈钢复层贴合面上镀一层镍。镀镍层厚度通常为 0.04 毫米。目前国内生产的复合钢板，大多没有镀镍，但贴合面的剪切强度也在 15 公斤/厘米²以上，如考虑到渗碳的

影响,而同时设备又接触腐蚀性介质时,复层厚度可适当地加大。

(4) 热处理:

复合钢板的热处理,目的在于提高复层耐腐蚀性能和保证基层的机械性能,复合钢板是否热处理交货,国外看法不一。目前,国内一般都是经热处理交货,其热处理工艺见表 1-1。

表 1-1

品 种	热处理温度 (°C)	保温时间 (分)
A3+1Cr18Ni9Ti A3+Cr18Ni12Mo2Ti	940±10	30~45
12CrMo+0Cr13	750±10	30~45
16Mn+1Cr18Ni9Ti 16Mn+Cr18Ni12Mo2Ti	900±10	30~45
14CrMnMoVB+1Cr18Ni9Ti	900±10	30~45
A3+0Cr17Mo2Ti	780±10	30~45

(5) 表面处理:

轧制品表面处理有磨光,喷砂(或酸洗)、钝化处理交货。目前国内主要采用膏剂进行酸洗(或喷砂)、钝化处理,其配方与规范见表 1-2。

表 1-2

处理方法	配 方	温 度	时 间	备 注
酸 洗	30% HCl+20% H ₂ SO ₄ +10% HNO ₃ +40% H ₂ O+适量湿润土	室 温	洗净为止	
钝 化	30% HNO ₃ +70% H ₂ O+ 适量 湿润土	室 温	1~2小时	水冲、擦洗、 吹干。

2. 复合钢板的品种、规格:

我国目前生产的不锈复合钢板见表 1-3 中(+)号所示。设计采用复合钢板时,复层钢号除 1Cr18Ni9Ti, 0Cr18Ni9Ti, 0Cr18Ni12Mo2Ti 以外,基层钢号除 A3, 20g, 16Mn 以外的其他复合钢板须和冶金部门协商订货。

品种:

表 1-3

复层钢号	基 层 钢 号					
	A3	20g	16Mn (R)	15MnV	12CrMo	14CrMn MoVB
1Cr18Ni9Ti	+	-	+	-	-	+
0Cr18Ni9Ti	+	+	-	-	-	-
0Cr18Ni12Mo2Ti	+	-	+	+	-	-
00Cr18Ni9	-	-	+	-	-	-
00Cr18Ni12Mo2	-	-	+	-	-	+
0Cr13	+	-	-	-	+	-
0Cr17Ti	+	-	-	-	-	-
0Cr17Mo2Ti	+	-	-	-	-	-

规格:

表 1-4

厚 度 (mm)	宽 度 (mm)	长 度 (mm)
重 钢		
6~32 (其中复层厚度为2~4)	700,1000,1300,1400, 1500,1600,1700	2000,2800,3200,3500, 4500,5000,5200
上 钢 三 厂		
4~20 (其中复层厚度为2~3)	1000	1000~2000

- 注: (1) 重钢拟试制 40~50 毫米的厚板, 最大单张板重 2 吨。
 (2) 冶金部 102 厂也可供应复合制板。鞍钢目前暂不对外供货。
 (3) 上钢三厂厚度 21~24 mm 的复合板可协商订货。

成本:

复合钢板目前国内还没有制定统一的出厂价格, 各厂根据实际成本计价出售, 表 1-5 介绍上钢三厂和重钢 66 年的产品价格作参考。上钢三厂生产的复层厚度一般为 2~3 毫米, 重钢为 2~4 毫米。

表 1-5

厚 度 (毫米)	上钢三厂价格 (元/吨)		重 钢 价 格 (元/吨)	
	A3+Cr18Ni12Mo2Ti, A3+1Cr18Ni9Ti	A3+0Cr15	A3+0Cr18Ni12Mo2Ti	16Mn+00 Cr18Ni9
≥4	5100			
≥6	4900	2000	~6000	
≥10	4000	1750	~5000	
≥16	3200	1500		
≥20	2600	1300		~6000
≥24				~4000

三、不锈复合钢板的性能与使用

1. 性能介绍:

不锈复合钢板导热系数一般为单体不锈钢的 1.5~2 倍, 可参见表 1-6(在 100℃时)。

表 1-6

复 合 钢 板			单 体 材 料	
复 层	复 合 比 %	导 热 系 数 千卡/米·小时·℃	钢 种	导 热 系 数 千卡/米·小时·℃
Cr13	10	36	18-8	14
	20	33	Cr13	22
Cr17	10	36	Cr17	23
	20	34	普通碳钢	39
18-8	10	33		
	20	29		

不锈复合钢板的基层与复层材料的物理机械性能和化学成份一般与相应牌号的碳钢与不锈钢相同；复层的化学稳定性，除耐应力腐蚀性能稍差外，一般与相应牌号的不锈钢相同。

对奥氏体不锈复合钢板，若对铁素体含量有一定要求时（包括复层及焊缝），应在订货及制造技术条件中补充提出。

2. 复合钢板的使用范围(见表 1-7)；

表 1-7

类 型	材 料		使用温 度 上 限	使用温 度 下 限
	复 层	基 层		
奥 氏 体 类 型 复 合 板	0Cr18Ni9Ti 0Cr18Ni12Mo2Ti 00Cr18Ni9 00Cr18Ni12Mo2	A ₃ , 16Mn, 15MnV, 09Mn2V, 14MnMoVB, 14CrMnMoVB,	400℃	按基层材 料使用温度 下限
	0Cr17Ti 0Cr17Mo2Ti			(注)
铁 素 体 类 型 复 合 板	0Cr13	同上 5 种(09Mn2V 除外)另加12CrMo, 15CrMo,	按基层材 料使用温度 上限	按基层材 料使用温度 下限

注：0Cr17Ti, 0Cr17Mo2Ti 系铁素体类型钢，一般不宜在低温下使用。建议使用在 0℃ 以下时，应该通过试验研究。

据有些资料介绍：当用此来制造复合钢板时，其使用温度下限 0Cr17Ti, 0Cr17Mo2Ti 为 -20℃；0Cr13 为 -40℃。

第二章 设计与焊接结构

一、设计特点

不锈复合钢板制设备按工作介质一般应用在下述三个方面:

1. 用于耐腐蚀的设备。
2. 用于要求干净, 介质不得被污染的设备。
3. 用于要求内表面光滑, 不得产生积瘤现象的设备。

1. 设计中须考虑的问题:

复合钢板制设备的设计与一般化工设备设计基本相同, 设计中亦要考虑设备工作条件(温度、压力、介质腐蚀性等)来确定设备的材料、结构、尺寸等。

压力容器的筒体、封头和法兰, 按一机部、化工部、石油部联合制定的《化工、石油设备零部件》(TH) 标准, JB741-65《碳素钢及不锈耐酸钢焊制容器技术条件》和同时参考 66 年金州会议通过的《不锈复合钢板焊制容器暂行规定》进行设计和制造。

但因复合钢板材料及设备加工制造又有一定特点, 故设计中还应特别注意以下几点:

- (1) 设备基层表面不能接触强腐蚀介质。
- (2) 设备结构、型式、焊缝布置应尽量使加工简便, 便于机械化施工。
- (3) 应比较采用复合钢板的经济效果。
- (4) 应考虑到目前国内冶金部能供应的复合钢板品种、规格、数量及交货进度能否满足需要。
- (5) 设备制造厂加工制造复合钢板设备的能力。
- (6) 设备外形尺寸超限运输时, 应考虑按装工地对复合钢板

焊制容器的装配、焊接的能力。

(7) 内径小于 600 mm 的设备建议最好不采用复合钢板制造，因为使用单面焊接不能保证复层焊接质量，也不好检查。

2. 材料选择：

(1) 基层材质：主要根据设备的工作温度、压力、成本、加工性能，并通过计算比较后确定。

(2) 复层材质：根据介质种类的要求，如耐腐蚀、防污染和经济效果等决定。如设备须热加工或焊后热处理时，为保证耐晶间腐蚀，最好采用稳定型或超低碳型不锈钢作为复层。

(3) 复层厚度：

复层厚度取决于材质、使用年限和加工要求；同时在热迭轧制复合钢板，复层为 2~4 毫米时，要考虑复层交界处约有 $\frac{1}{3}$ 复层厚度的增碳层，复层的负公差及表面增碳等因素，设计时应作考虑。如仅考虑到焊接或机械加工的要求，则筒体复层最小厚度不小于 1 毫米、封头复层厚度不小于 1.5 毫米，换热器管板机械加工后最薄处的复层厚度不小于 2 毫米。

3. 设计应用规范：

复合钢板制压力容器或真空设备的强度计算，包括许用应力，安全系数，稳定系数的选取均按单层设备的现行设计规范进行(化工部“钢制化工容器设计规定”)。

在强度计算时，复合钢板的计算厚度，根据不同情况，按下述方法选取。

(1) 当工作温度低于 200°C ，或复层不受腐蚀作用或仅有轻微腐蚀的复合钢板制容器，在操作壁温下复层的许用应力和基层的许用应力大致相同或高于基层时，复层可考虑在所计算的总厚度内，即将总厚度(即基层厚度+复层厚度)作为计算厚度(腐蚀裕度不包括在内)，计算时的许用应力按基层钢板选取。

(2) 如属强烈腐蚀性介质或工作温度在 200°C 以上的复合钢