

压力容器材料实用手册

黄嘉琥 编

特种材料

全国压力容器标准化技术委员会 审订

化学工业出版社

压力容器材料实用手册

——特种材料

黄嘉琥 编

全国压力容器标准化技术委员会 审订

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

压力容器材料实用手册: 特种材料/黄嘉琥编. —北京: 化学工业出版社, 1994
ISBN 7-5025-1431-7

I. 压… I. 黄… III. ①压力容器-金属材料-手册②金属材料-手册 IV
①TH490.4-62②TG142.7-6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 07794 号

责任编辑: 周国庆 李志清
封面设计: 于 兵

*
化学工业出版社出版
(北京市朝阳区惠新里 3 号)
北京市东华印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*
开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张 $40 \frac{1}{4}$ 字数 1,023 千字
1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月北京第 1 次印刷
印 数 1—3,500
定 价 54.00 元

内 容 提 要

本手册介绍了除碳素钢、低合金钢和铸铁等普通材料之外的压力容器用特种金属材料,包括高合金不锈钢、耐热钢、镍和镍合金、铝和铝合金、铜和铜合金、钛和钛合金、锆和锆合金、铅和铅合金以及这些耐蚀金属的复合钢板。内容包括牌号、状态、化学成分、力学性能、许用应力、物理性能、工艺性能以及耐蚀性能。以板材、管材、锻件等压力容器常用材料类型为主,也包括部分棒材、型材、铸件和焊接材料;除中国外还包括美国、日本、德国、英国、法国、前苏联、瑞典以及 ISO 标准材料。本手册中基本上均为压力容器用特种材料的实用规范数据,可供压力容器设计、研究制造、检验、应用部门的工程技术人员使用。

目 录

第一章 绪论	1
第二章 压力容器用高合金不锈、耐热钢	3
一、概况.....	3
二、中国高合金不锈、耐热钢.....	4
三、美国高合金不锈、耐热钢	35
四、日本高合金不锈、耐热钢	94
五、德国高合金不锈、耐热钢.....	118
六、英国高合金不锈、耐热钢.....	125
七、法国高合金不锈、耐热钢.....	156
八、前苏联高合金不锈、耐热钢.....	181
九、ISO 高合金不锈、耐热钢	196
十、瑞典高合金不锈、耐热钢.....	220
十一、高合金不锈、耐热钢的耐蚀性能.....	237
第三章 压力容器用镍和镍合金	259
一、概况.....	259
二、中国镍和镍合金.....	259
三、美国镍和镍合金.....	274
四、日本镍和镍合金.....	301
五、德国镍和镍合金.....	308
六、英国镍和镍合金.....	318
七、法国镍和镍合金.....	324
八、前苏联镍和镍合金.....	327
九、镍和镍合金的耐蚀性能.....	333
第四章 压力容器用铝和铝合金	345
一、概况.....	345
二、中国铝和铝合金.....	345
三、美国铝和铝合金.....	352
四、日本铝和铝合金.....	373
五、德国铝和铝合金.....	391
六、英国铝和铝合金.....	397
七、法国铝和铝合金.....	399
八、前苏联铝和铝合金.....	424
九、ISO 铝和铝合金.....	426
十、铝和铝合金的耐蚀性能.....	440

第五章 压力容器用铜和铜合金	443
一、概况.....	443
二、中国铜和铜合金.....	443
三、美国铜和铜合金.....	461
四、日本铜和铜合金.....	478
五、德国铜和铜合金.....	489
六、英国铜和铜合金.....	517
七、法国铜和铜合金.....	537
八、前苏联铜和铜合金.....	549
九、ISO 铜和铜合金.....	559
十、铜和铜合金的耐蚀性能.....	570
第六章 压力容器用钛和钛合金	573
一、概况.....	573
二、中国钛和钛合金.....	574
三、美国钛和钛合金.....	581
四、日本钛和钛合金.....	586
五、德国钛和钛合金.....	590
六、前苏联钛和钛合金.....	594
七、其他标准的钛和钛合金.....	599
八、钛和钛合金的工艺性能.....	601
九、钛和钛合金的耐蚀性能.....	605
第七章 压力容器用锆和锆合金	614
一、概况.....	614
二、各国锆和锆合金.....	614
三、锆和锆合金的工艺性能.....	620
四、锆和锆合金的耐蚀性能.....	620
第八章 压力容器用铅和铅合金	623
第九章 压力容器用复合钢板	627
一、概况.....	627
二、中国复合钢板.....	628
三、美国复合钢板.....	630
四、日本复合钢.....	631
五、德国复合钢板.....	637
六、前苏联复合钢板.....	638

第一章 绪 论

压力容器除采用碳素钢和低合金钢制造外，也经常采用高合金不锈钢、耐热钢，以及镍和镍合金、铜和铜合金、铝和铝合金、钛和钛合金、锆和锆合金、铅和铅合金等特种金属制造，也采用这些特种材料与碳素钢或低合金钢的复合钢板制造。采用这些特种材料主要是使压力容器具有足够的耐腐蚀性能，包括防止介质被铁离子污染的性能。有时也为了使压力容器具有良好的抗高温、低温性能或减轻容器重量等。国外许多压力容器规范都已包含了这些特种材料容器的内容，详见表 1-1。我国 GB150—89《钢制压力容器》和 GB151—89《钢制管壳式换热器》中包含了高合金不锈钢、耐热钢容器（和换热器）的内容，但至今还没有内容完

表 1-1 国外容器规范中包含特种材料容器的内容

容器标准	高合金不锈、 耐热钢	镍和镍合金	铜和铜合金	铝和铝合金	钛和钛合金	锆和锆合金	铅和铅合金
ASME—1992	○	○	○	○	○	○	
JIS B8243—1981 (1986 确认)	○	○	○	○	○		○
JIS B8240—1986	○	○	○	○	○		
JIS B8250—1983	○	○		○			
AD	W2—87		W6/2—88	W6/1—82			
BS5500—1991	○	△	△	○	△		
CODAP—1990	○	○	○	○	○	○	
前苏联	ГОСТ 14249—89	OCT26-01 —858—88	ГОСТ 26158—84	ГОСТ 26158—84	OCT26-11 —06—85, PД24-200- 17—90		

注：“○”表示规范中已有内容。

“△”表示正在考虑将此内容放入规范。

整的固定式有色金属容器的国家标准和行业标准（部标）。JB1580—75《铝制焊接容器技术条件》虽为机械行业标准，但其中没有包含设计内容，只有制造与检验内容。其他有色金属容器标准均为移动式容器标准、局批标准、企业标准、地方标准或专用装置的容器标准，详见表 1-2。

大部分国家的容器规范将上述特种材料容器的内容和碳素钢、低合金钢容器的内容放在同一个容器规范中，如美、日、德、英、法等。前苏联将钢制容器和有色金属容器订成不同的容器规范。我国现在只有钢制容器规范，铝、钛制容器的规范正在分别制订。将来也有可能将各种材料的容器包含在一个规范中。

压力容器用材和一般通用材料相比有不少特殊技术要求。碳钢和低合金钢除通用材料标准外，一般都制订有压力容器专用的材料标准。高合金不锈钢也有一些压力容器专用材料标准，如英、法、ISO 均有压力容器专用材料标准（主要是板材），美、日和我国只有不锈钢锻件才有压力容器专用材料标准。有色金属材料标准中多为通用材料标准，少数为压力容器专用材料标准，如美国的 SB—96《压力容器用铜硅合金中厚板和薄板技术条件》、SB—402《压

力容器用铜镍合金中厚板和薄板技术条件》等。在没有压力容器专用材料标准的情况下，压力容器用材只能依托通用材料标准，因此应当要求这些通用材料标准大体上能满足压力容器用材的基本要求，必要时，才在材料标准以外附加技术要求。

表 1-2 我国现有的特种材料容器规范

NO.	标 准 号	名 称	备 注
1	GB150—89	钢制压力容器	包含高合金不锈钢、耐热钢
2	GB151—89	钢管壳式换热器	包含高合金不锈钢、耐热钢
3	GB9842—88	尿素合成塔技术条件	包含不锈钢，专用设备
4	GB9841—88	尿素高压洗涤器技术条件	包含不锈钢，专用设备
5	GB10479—89	尿素高压冷凝器技术条件	包含不锈钢，专用设备
6	GB10477—89	尿素二氧化碳汽提塔技术条件	包含不锈钢，专用设备
7	GB11640—89	铝合金无缝气瓶	移动式容器
8	GB10479—89	铝制铁道罐车技术条件	移动式容器
9	JB1580—75	铝制焊接容器技术条件	无设计内容
10	JB1035	铜制空气分离设备技术条件	专用设备
11	JB2549	铝制空气分离设备技术条件	专用设备
12	JB/TQ711—88	空气分离设备用有色金属焊接压力容器设计规定	局批标准，专用设备
13	CD130A7—85	铝制焊接容器设计技术规定	局批标准
14	CD130A8—87	钛制设备设计技术规定	局批标准
15	CD130A9—87	钛制设备技术条件	局批标准
16	陕 DB3464—86	钛制焊接压力容器技术条件	陕西省标准
17	陕 DB3465—86	钛制列管式换热器技术条件	陕西省标准
18	HGJ29—90	铝衬里设备	化工部工程建设标准

大部分容器规范都具体推荐了材料牌号(和状态、尺寸)，本手册主要介绍这些推荐材料。有的国家还没有某种材料的容器规范，或在容器规范中没有推荐具体材料牌号(如 CODAP 中没有具体推荐有色金属牌号)，这时，本手册只能介绍通用材料标准中的内容。

有的容器规范中推荐的材料形状包括有板、管、棒、型、丝、锻件、铸件、焊接材料等，有的容器规范中只推荐了压力容器用材的主要形状如板、管、锻件。

由于这些特种材料的压力容器和压力容器用的特种材料，我国都有较多的引进，因此本手册中除介绍了我国的这些特种材料外，还介绍了美、日、德、英、法、前苏联及 ISO 的压力容器用特种材料，以及瑞典的不锈钢材料。

手册主要列出实用规范性数据，尽量减少叙述和说明。材料性能数据包括牌号、状态、化学成分、力学性能、许用应力、物理性能、主要工艺性能、耐腐蚀性能等。耐腐蚀性能主要列出腐蚀图，没有列腐蚀率数据。

作为压力容器承压部件用材的验收技术要求，必须保证化学成分、热处理状态、抗拉强度和屈服强度下限值(有时也要求上限值)、伸长率等。压力容器用特种材料一般韧性很好，因而多不要求检验冲击韧性。一些压力容器用材要求检验弯曲、压扁、扩口等工艺性能，还要求进行无损探伤、水压试验、气密试验等。在耐腐蚀性能中，目前只把不锈钢、镍合金、铝的晶间腐蚀敏感性检验作为材料验收技术要求。其他腐蚀形态的试验大多不作为验收技术条件，而仅作为设计、制造和使用的参考依据。

第二章 压力容器用高合金不锈钢、耐热钢

一、概况

压力容器大量用作化工过程设备，在许多情况下要接触有腐蚀性的化工介质。由于压力容器具有承压、承温、介质的腐蚀性往往较强、对安全性的要求较高等特点，因而在解决耐腐蚀的问题中现在极少采用表面保护、电化学保护等防蚀措施，而主要靠采用耐蚀金属材料。在压力容器采用的耐蚀金属材料中，最主要的还是采用不锈钢、耐热钢。

近年世界上不锈钢、耐热钢（镍）的年产量约为 10000kt^[1]。我国约超过 300kt，如 1988 年钢锭产量 339kt，钢材产量 213kt。我国仍需进口较多的不锈钢、耐热钢材和容器设备，因此需经常接触国外主要国家的压力容器用不锈钢、耐热钢。

世界镍产量的 40%、铬产量的 80% 用于生产不锈钢、耐热钢。由于世界镍资源不足，节约用镍是不锈钢、耐热钢一直应遵循的原则。70 年代以前我国镍产量很少，进口不易，使国内不锈钢、耐热钢的发展和应用受到了限制。近年我国的镍产量已能基本满足国内需要，为国产不锈钢、耐热钢的生产提供了良好的条件。

我国现行的不锈钢、耐热钢标准系列基本上参照日本 JIS 的标准系列。绝大部分钢号和世界各国相一致，与各国的相应钢号相互代用比较容易。

不锈钢、耐热钢的质量性能除与化学成分和热处理状态密切相关外，与是否精炼关系很大。现在国外 90% 以上的不锈钢、耐热钢都采用炉外精炼技术，主要是氩氧脱碳精炼（AOD）法和真空脱碳精炼法（VOD），可以用较低的成本降低钢中的夹杂如碳、硫、磷、氧等，明显提高钢的纯净度，大大提高钢的耐腐蚀性能，尤其是提高耐局部腐蚀性能。我国过去不锈钢、耐热钢主要靠电弧炉冶炼，质量较低，80 年代以来，国内的主要特钢厂都建立了 AOD 炉和 VOD 炉，容量 15~150t 的精炼炉已有 25 座以上，越来越多的不锈钢、耐热钢都采用了炉外精炼。因此我国现在的不锈钢、耐热钢的内在质量和性能与国际水平基本上是一致的。

由于炉外精炼较易脱碳^[2]，所以已不推荐采用 1Cr18Ni9Ti、1Cr18Ni12Mo2Ti 等碳含量较高的不锈钢。而这些钢，尤其是 1Cr18Ni9Ti 的产量一直占国内不锈钢产量的 80% 以上。现在完全有条件采用低碳级（ $C \leq 0.08\%$ ）和超低碳级（ $C \leq 0.03\%$ ）的不锈钢来取代稳定化不锈钢。美国的稳定化不锈钢只有低碳级的 321 和 347 两种型号，其中绝大部分为 321。但美国 321 的产量大约只占不锈钢产量的 1.3%，而且相当的部分用作耐热钢。因此，稳定化不锈钢已处于被淘汰的地位。国内压力容器用不锈钢应当积极改变习惯于使用稳定化不锈钢、尤其是高碳稳定化不锈钢 1Cr18Ni9Ti 和 1Cr18Ni12Mo2Ti 的落后状态。

压力容器用钢，尤其是承压元件的用钢应有较大的塑性储备、较高的韧性、较好的成型性能和焊接性能。因此在不锈钢、耐热钢中，压力容器绝大多数场合都采用奥氏体钢。表 2-1 列出了各国（或组织）的压力容器规范或压力容器专用钢标准所推荐的不锈钢、耐热钢的类型。所有规范与标准都推荐奥氏体不锈钢、耐热钢，本手册也以介绍奥氏体钢为主。由于其它类型的钢也有应用，因此也介绍了一些国家其它类型的钢。文中以介绍压力容器规范和压力容器专用钢材标准中推荐的钢号为主，必要时也介绍了某些通用标准中的牌号。

表 2-1 各国规范和标准推荐的压力容器用不锈钢、耐热钢类型

国家或组织	压力容器规范	压力容器专用的不锈钢、耐热钢标准	奥氏体钢	复相钢	马氏体钢	铁素体钢	析出硬化钢
中国	GB150—1989 GB9842—1988 GB9843—1988	JB 4728—1994 (锻件)	○		○		
美国	ASME—1992	SA-240, SA-479 SA-213 SA-249	○	○	○	○	○
日本	JIS B8243—1981 JIS B8240—1986	JIS G3214—1988 (锻件)	○	○	○	○	○
德国	AD 规范, W2 (1987)	—	○				
法国	S. N. C. T. T. I —1969 (1974 修改)	NFA36—209(1990) NFA36—218(1988) NFA36—607(1984)	○	○			
英国	BS5500—1991	BS1501—1973 BS1503—1980 BS1504—1976 BS1506—1986 BS1502—1982	○		○		
瑞典	瑞典压力容器规范	NGS001—1987 NGS002—1987 NGS010—1987 NGS011—1987 NGS012—1987 NGS015—1987	○		○		
前苏联	ГОСТ14249 —1989	—	○	○			
国际标准组织	—	ISO2604/I~V —1975 或 1978 (E)	○		○		

注：○表示标准中有的钢类型。

二、中国高合金不锈钢、耐热钢

GB150—1989《钢制压力容器》规范中给出了 12 个牌号的许用应力。其中 0Cr13 板与管可用到 500℃，锻件用到 400℃。2Cr13 螺栓用到 350℃。0Cr18Ni9 板与螺栓、0Cr18Ni10Ti 板与管、1Cr18Ni9Ti 锻件与钢材、0Cr17Ni12Mo2 板与螺栓、0Cr19Ni13Mo3 板、0Cr18Ni12Mo2Ti 板以及 0Cr18Ni12Mo3Ti 板可用到 700℃。0Cr18Ni12Mo2Ti 钢材用到 500℃。00Cr19Ni10 板与管可用到 425℃。00Cr17Ni14Mo2 板与管、00Cr19Ni13Mo3 板与管可用到 450℃。规范中允许使用国内外其他标准的奥氏体和奥氏体-铁素体钢。

GB10476—89《尿素高压冷凝器技术条件》、GB10477—89《尿素二氧化碳汽提塔技术条件》、GB9842—88《尿素合成塔技术条件》和 GB9843—88《尿素高压洗涤器技术条件》这几个尿素专用容器标准中列出了 00Cr17Ni14Mo2 改良型和 00Cr25Ni22Mo2 两种不锈钢，对其特殊技术要求作出了规定。

JB4728—94《压力容器用不锈钢锻件技术条件》是压力容器专用材料标准，GB 13296—91 为热交换器用换热管专用标准，其他高合金钢标准均为通用标准。其化学成分、力学性能、物理与工艺性能列于表 2-2~表 2-13。

按 GB150—89 的规定，奥氏体不锈钢一般不按抗拉强度考虑安全系数，而按屈服强度来考虑， $n_s \geq 1.5$ 。当容器的设计温度未达蠕变温度范围，且允许有较大永久变形时，许用应力值可适当提高，但不超过 $0.9\sigma_s'$ ，这样使许用应力值最多可提高约 35%。

正在起草的 GB150—94 (草案) 中增加了 00Cr18Ni5Mo3Si2 钢板。

表 2-2 中国锅炉、热交换器用不锈钢无缝管力学性能(GB13296—91)

组织类型	牌 号	推荐热处理制度(℃)	$\sigma_b \geq$ (MPa)	σ_s 或 $\sigma_{0.2} \geq$ (MPa)	$\sigma_s \geq$ (%)	密度 ρ (kg/dm ³)
奥氏体型	0Cr18Ni9	1010~1150, 急冷	520	205	35	7.93
	1Cr19Ni9	1010~1150, 急冷	520	205	35	7.93
	00Cr19Ni10	1010~1150, 急冷	480	175	35	7.93
	2Cr23Ni13	1030~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	0Cr23Ni13	1030~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	2Cr25Ni20	1030~1180, 急冷	520	205	35	7.98
	0Cr25Ni20	1030~1180, 急冷	520	205	35	7.98
	0Cr17Ni12Mo2	1010~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	1Cr17Ni12Mo2	$\geq 1040^\circ\text{C}$, 急冷	520	205	35	7.98
	00Cr17Ni14Mo2	1010~1150, 急冷	480	175	40	7.98
	0Cr19Ni13Mo3	1010~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	00Cr19Ni13Mo3	1010~1150, 急冷	480	175	35	7.98
	1Cr18Ni9Ti	1000~1100, 急冷	550	205	40	7.90
	0Cr18Ni10Ti	920~1150, 急冷	520	205	35	7.93
	1Cr18Ni11Ti	冷轧 $\geq 1095^\circ\text{C}$, 急冷 热轧 $\geq 1050^\circ\text{C}$	520	205	35	7.93
	0Cr18Ni11Nb	980~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	1Cr19Ni11Nb	冷轧 $\geq 1095^\circ\text{C}$, 急冷 热轧 $\geq 1050^\circ\text{C}$	520	205	35	7.98
	0Cr18Ni13Si4	1010~1150, 急冷	520	205	35	7.98
	0Cr18Ni12Mo2Ti	1000~1100, 急冷	530	205	35	8.0
	1Cr18Ni12Mo2Ti	1000~1100, 急冷	540	215	35	8.0
	1Cr18Ni12Mo3Ti	1000~1100, 急冷	540	215	35	8.1
奥氏体-铁素体型	0Cr26Ni5Mo2	950~1100, 急冷	590	390	18	
铁素体型	1Cr17	780~850, 空冷或缓冷	410	245	20	7.7
	00Cr27Mo	900~1050, 快冷	410	245	20	
	(1Cr25Ti)	700~800, 空冷	440	245	17	7.7

注: 热挤压管的 σ_b 可降低 20MPa。

表 2-3 中国高合金不锈钢与耐

类型	牌 号	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Ni	Cr	Mo	Cu
奥氏体	1Cr17Mn6Ni5N	0.15	1.00	5.50~7.50	0.060	0.030	3.50~5.50	16.00~18.00		
	1Cr18Mn8Ni5N	0.15	1.00	7.50~10.00	0.060	0.030	4.00~6.00	17.00~19.00		
	1Cr17Ni7	0.15	1.00	2.00	0.035	0.030	6.00~8.00	16.00~18.00		
	1Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00		
	Y1Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.20	0.15	8.00~10.00	17.00~19.00	≤0.60	
	Y1Cr18Ni9Se	0.15	1.00	2.00	0.20	0.060	8.00~10.00	17.00~19.00		
	0Cr18Ni9	0.07	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	17.00~19.00		
	00Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00		
	0Cr19Ni9N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	7.00~10.50	18.00~20.00		
	0Cr19Ni10NbN	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	7.5~10.50	18.00~20.00		
	00Cr18Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.50~11.50	17.00~19.00		
	1Cr18Ni12	0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	10.50~13.00	17.00~19.00		
	0Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00		
	0Cr25Ni20	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00		
	0Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.50	2.00~3.00	
	(0Cr18Ni12Mo2Ti)	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	1.80~2.50	
	00Cr17Ni14Mo2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00~15.00	16.00~18.00	2.00~3.00	
	0Cr17Ni12Mo2N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	
	00Cr17Ni13Mo2N	0.03	1.00	2.00	0.035	0.030	10.50~14.50	16.00~18.50	2.00~3.00	
	0Cr18Ni12Mo2Cu2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	17.00~19.00	1.20~2.75	1.00~2.50
	00Cr18Ni14Mo2Cu2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00~16.00	17.00~19.00	1.20~2.75	1.00~2.50
	0Cr19Ni13Mo3	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	
	00Cr19Ni13Mo3	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	
	0Cr18Ni16Mo5	0.040	1.00	2.00	0.035	0.030	15.00~17.00	16.00~19.00	4.00~6.00	
	(1Cr18Ni9Ti)	0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	17.00~19.00		
	0Cr18Ni10Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00		
	0Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~13.00	17.00~19.00		
	0Cr18Ni9Cu3	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.50~10.50	17.00~19.00		3.00~4.00
	0Cr18Ni13Si4	0.08	3.00	2.00	0.035	0.030	11.50~15.00	15.00~20.00		
			5.00							
	5Cr21Mn9Ni4N	0.48	0.35	8.00~10.00	0.040	0.030	3.25~4.50	20.00~22.00		
		0.58								
	Y5Cr21Mn9Ni4N	0.48	0.35	8.00~10.00	0.040	0.040	3.25~4.50	20.00~22.00		
		0.58				0.090				
	2Cr22Ni11N	0.15	1.00	1.00~1.60	0.035	0.030	10.00~12.00	20.50~22.50		
		0.25								

热钢材的化学成分(%)

N	其 他	GB1220 —84 不锈钢	GB1221 —84 耐热棒	GB4327 —84不 锈钢热 轧板	GB3280 —84不 锈钢冷 轧板	GB4238 —84 耐热板	GB2270 —80 不锈钢	GB9948 —88不 锈钢裂 化管	GB13296 —91不 锈钢换 热管	GB4228 —84 不锈钢 锻件	JB4728 —94 不锈钢 锻件
≤0.25		○		○	○						
≤0.25		○		○	○						
		○									
		○		○	○		○		○	○	
	Se≥0.15	○									
		○	○	○	○	○			○		
		○		○	○		○		○	○	
0.10~0.25		○		○	○						
0.15~0.30	Nb≤0.15	○		○	○						
0.12~0.22		○		○	○						
		○		○	○						
		○	○	○	○	○			○		
		○	○	○	○	○			○	○	
		○		○	○				○		
	Ti5×C%~0.70	○		○	○		○		○		
		○		○	○		○		○	○	
0.10~0.22		○		○	○						
0.12~0.22		○		○	○						
		○		○	○						
		○	○	○	○	○			○		
		○		○	○		○		○	○	
	Ti5×(C%~0.02) ~0.80	○	○	○	○	○	○		○	○	○
	Ti≥5×C%	○	○	○	○	○	○		○	○	
	Nb≥10×C%	○	○	○	○	○			○	○	
		○									
	必要时加其它	○	○	○	○	○			○		
0.35~0.50			○								
0.35~0.50			○								
0.15~0.30			○								

类型	牌 号	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Ni	Cr	Mo	Cu
奥氏体	3Cr20Ni11Mo2PB	0.25 } 0.35	1.00	1.20	0.18 } 0.25	0.030	10.00~12.00	19.00~21.00	1.80~2.50	
	2Cr23Ni13	0.20	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00~15.00	22.00~24.00		
	2Cr25Ni20	0.25	1.50	2.00	0.035	0.030	19.00~22.00	24.00~26.00		
	1Cr16Ni35	0.15	1.50	2.00	0.035	0.030	33.00~37.00	14.00~17.00		
	0Cr15Ni25Ti2Mo -A1VB	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	24.00~27.00	13.50~16.00	1.00~1.50	
	1Cr22Ni20Co20Mo3 -W3NbN	0.08 } 0.16	1.00	1.00~2.00	0.035	0.030	19.00~21.00	20.00~22.50	2.50~3.50	
	0Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	
	4Cr14Ni14W2Mo	0.40 } 0.50	0.40	0.70	0.035	0.030	13.00~15.00	13.00~15.00	0.25~0.40	
	3Cr18Mn12Si2N	0.22 } 0.30	1.40	10.50~12.50	0.060	0.030		17.00~19.00		
	2Cr20Mn9Ni2Si2N	0.17 } 0.26	1.80	8.50~11.00	0.060	0.030	2.00~3.00	18.00~21.00		
	1Cr18Ni9Si3	0.15 } 3.00	2.00	2.00	0.035	0.030	8.00~10.00	17.00~19.00		
	00Cr17Ni13Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	10.50~14.50	16.50~18.50	2.00~3.00	
	(1Cr18Ni12Mo2Ti)	0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	1.80~2.50	
	(1Cr18Ni12Mo3Ti)	0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	2.50~3.50	
	(0Cr18Ni12Mo3Ti)	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~14.00	16.00~19.00	2.50~3.50	
	2Cr13Mn9Ni4	0.15 } 0.25	1.00	8.00~10.00	0.060	0.030	3.70~5.00	12.00~14.00		
	1Cr17Ni7	0.15 } 0.25	1.00	2.00	0.035	0.030	6.00~8.00	16.00~18.00		
	1Cr17Ni8	0.03 } 0.12	1.00	2.00	0.035	0.030	7.00~9.00	16.00~18.00		
	1Cr22Ni20Co20 -Mo3W3NbN	0.08 } 0.16	1.00	1.00~2.00	0.035	0.030	19.00~21.00	20.00~22.00	2.50~3.00	W2.00~3.00 Co18.50~21.00
	1Cr20Ni14Si2	0.20 } 2.50	1.50	1.50	0.035	0.030	12.00~15.00	19.00~22.00		
	1Cr25Ni20Si2	0.20 } 2.50	1.50	1.50	0.035	0.030	18.00~21.00	24.00~27.00		
	1Cr19Ni9	0.04 } 0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~20.00		
	1Cr19Ni11Nb	0.04 } 0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~13.00	17.00~20.00		
	0Cr19Ni9	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~10.00	18.00~20.00		

类型	牌 号	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P ≤	S ≤	Ni	Cr	Mo	Cu
奥氏体	1Cr19Ni10	0.04 }	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00~11.00	18.00~22.00		
	1Cr17Ni12Mo2	0.10 0.04 }	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	
	1Cr19Ni11Ti	0.10 0.04 }	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00~13.00	17.00~20.00		
奥氏体-铁素体	0Cr26Ni5Mo2	0.08	1.00	1.50	0.035	0.030	3.00~6.00	23.00~28.00	1.00~3.00	
	1Cr18Ni11Si4AlTi	0.10 }	3.40 }	0.80	0.035	0.030	10.00~12.00	17.50~19.50		
	00Cr18Ni5Mo3Si2	0.18 0.03 }	4.00 1.30 }	1.00~2.00	0.035	0.030	4.50~5.50	18.00~19.50	2.50~3.00	
	(1Cr21Ni5Ti)	0.09 }	2.00 0.80	0.80	0.035	0.030	4.80~5.80	20.00~22.00		
铁素体	0Cr13Al	0.08	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.50~14.50		
	00Cr12	0.03	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.00~13.00		
	1Cr17	0.12	0.75	1.00	0.035	0.030	≤0.60	16.00~18.00		
	Y1Cr17	0.12	1.00	1.25	0.060	0.15	≤0.60	16.00~18.00	≤0.60	
	1Cr17Mo	0.12	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	16.00~18.00	0.75~1.25	
	00Cr30Mo2	0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	≤0.50	28.50~32.00	1.50~2.50	≤0.20
	00Cr27Mo	0.010	0.40	0.40	0.030	0.020	≤0.50	25.00~27.50	0.75~1.50	≤0.20
	2Cr25N	0.20	1.00	1.50	0.040	0.030	≤0.60	23.00~27.00		≤0.30
	0Cr13Al	0.08	1.00	1.00	0.040	0.030	≤0.60	11.50~14.50		
	00Cr12	0.03	1.00	1.00	0.040	0.030	≤0.60	11.00~13.00		
	1Cr17	0.12	0.75	1.00	0.040	0.030	≤0.60	16.00~18.00		
	1Cr15	0.12	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	14.00~16.00		
	00Cr17Mo	0.025	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	16.00~19.00	0.75~1.25	
	00Cr18Mo2	0.025	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	17.00~20.00	1.75~2.50	
	00Cr12	0.030	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.00~13.50		
	00Cr17	0.030	0.75	1.00	0.035	0.030	≤0.60	16.00~19.00		
	1Cr19Al3	0.10	1.50	1.00	0.035	0.030	≤0.60	17.00~21.00		
	0Cr11Ti	0.08	1.50	1.00	0.035	0.030	≤0.60	10.50~11.75		
	2Cr25N	0.20	1.50	1.50	0.035	0.030	≤0.60	23.00~27.00		≤0.30
	(1Cr25Ti)	0.12	1.00	0.80	0.035	0.030		24.00~27.00		
马氏体	1Cr12	0.15	0.50	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.50~13.00		(≤0.30)
	1Cr13	0.15	1.00	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.50~13.50		(≤0.30)
	1Cr13Mo	0.08 }	0.60	1.00	0.035	0.030	≤0.60	11.50~14.00	0.30~0.60	

续表

N	其 他	GB1220 —84 不锈钢棒	GB1221 —84 耐热棒	GB4237 —84 不 锈钢热 轧板	GB3280 —84 不 锈钢冷 轧板	GB4238 —84 耐热板	GB2270 —80 不锈钢管	GB9948 —88 不 锈钢裂 化管	GB13296 —91 不 锈钢换 热管	GB4228 —84 不锈钢坯	JB4728 —94 不锈钢件
	Ti4×C%~0.60								○	○	
<0.10	必要时可加其它 Al0.10~0.30 Ti0.40~0.70 Ti5(C%—0.02) ~0.80	○ ○ ○		○ ○ ○	○ ○ ○		○		○	○	
≤0.015	Al0.10~0.30 Ni+Cu≤0.50	○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○			○		
≤0.015	Ni+Cu≤0.50	○		○	○				○		
≤0.25	Al0.10~0.30		○ ○ ○ ○								
≤0.025	Ti+Nb+Zr 8(C%+N%)~0.8			○ ○ ○	○ ○ ○						
≤0.025	Ti+Nb+Zr 8(C%+N%)~0.8			○ ○ ○	○ ○ ○						
≤0.25	Ti 或 Nb0.10~1.00 Al2.00~4.00 Ti6×C%~0.75 Ti5×C%~0.80				○ ○ ○	○ ○ ○			○		
		○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○			○ ○ ○	