

铬镍奥氏体钢的焊接

第 二 版

〔苏联〕Б·И·密道瓦尔 著

成 山 译

中国工业出版社

77.7

77.7
I34

铬镍奥氏体钢的焊接

第 二 版

[苏联] Б. И. 密道瓦尔 著

成 译

中国工业出版社

本书叙述铬镍奥氏体钢电弧焊的冶金和金相方面的基本问题，讨论焊缝中形成热裂纹、气孔和晶间腐蚀的原因，焊缝金属化学成分、冷作和热处理对相变的影响。书中叙述了奥氏体和奥氏体-铁素体焊缝中出现 σ 相的条件，研究了保证焊缝金属具有优良机械性能及抵抗裂纹形成、晶间腐蚀和一般腐蚀的方法。书中还介绍应用最广的奥氏体耐酸钢和热强度钢埋弧自动焊工艺和技术。

本书可供焊接专业的科研工作者和工程师参考。

Б.И. Мелован

**СВАРКА ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ
АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ**

Издание Второе, Переработанное и Дополненное
МАШГИЗ, 1958, МОСКВА

* * *

铬镍奥氏体钢的焊接

第 二 版

成 山 译

*

机械工业出版社编辑部编辑(北京苏州胡同141号)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路西10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $11^{2/16}$ ·字数286,000

1965年3月北京第一版·1965年3月北京第一次印刷

印数0001—8,220·定价(科六)1.70元

*

统一书号: 15165·3445(一机-692)

第二版原序

鉻鎳奧氏體鋼創制得比較早，但它只是在近10~15年來才在工業上獲得廣泛應用。起先，奧氏體鋼主要應用於化學工業。目前越來越多的工業部門都要採用奧氏體鋼。用奧氏體鋼來製造的，有直徑大於4米、長數十米的巨大容器，建築上的藝術裝飾品，燃氣輪機轉子和特種儀器。

由於現代的化學工業、航空、動力、噴氣和火箭技術、原子能工業的高速度發展，高合金鉻鎳奧氏體鋼的應用規模不斷地擴大。具有所需要的特殊性能的新牌號的鋼料和合金不斷出現：如抗大氣腐蝕、液體腐蝕和氣體腐蝕的，熱強度的，在寬廣的溫度範圍內具有穩定的高強度和塑性的。

在製造奧氏體鋼的結構和製品時，熔焊法為主要的工藝過程之一；埋弧自動焊和電渣焊法也獲得了越來越多的應用（特別適用於較厚的金屬）。在用奧氏體鋼製造薄壁製品時，採用熔化電極和不熔化電極的氬弧焊比較合適。無疑地，奧氏體鋼用二氧化碳氣保護焊接法有很大的發展前途。

自《鉻鎳奧氏體鋼的焊接》第一版出版以來，奧氏體鋼電弧焊接問題，引起了蘇聯和許多其它國家的焊接工作者更大的注意。近五年（1953~1958年）以來，在本國和外國的文獻中，刊載了幾百篇闡述奧氏體鋼電弧焊的理論和實踐的著作。因此，作者除了敘述自己在榮獲勞動紅旗勳章的烏克蘭科學院巴東電焊研究所中所做的研究結果以外，還力圖闡明其它研究所的研究工作（其中包括莫斯科鮑曼工業大學、中央機器製造與工藝科學研究院、化工研究院、國營石油機械設計院、各大廠礦試驗室），以及在美國、英國、法國、瑞士、捷克斯洛伐克及其它國家所完成的研究工作。

本書包括七章。第一章介紹奧氏體鋼的成分和性能的一般知

識；第二章討論奧氏體鋼電弧焊的冶金特性與無氧焊劑新系統的研究；第三章闡述金相問題，在這一章中補充了關於組織轉變，特別是在焊縫中 $\delta \rightarrow \sigma$ 和 $\gamma \rightarrow \sigma$ 轉變的新的知識；第四章討論奧氏體鋼焊接時形成熱裂縫和氣孔的原因和防止這些缺陷的方法；第五章闡述了奧氏體鋼焊接接頭的抗蝕性，補充了關於在18-8型不銹鋼中刀狀腐蝕、在穩定奧氏體鋼中橫晶腐蝕和焊縫的氣體晶間腐蝕和一般腐蝕等各節；在第六章中列述奧氏體鋼焊縫機械性能的資料，其中包括 σ 相對奧氏體-鐵素體和穩定奧氏體焊縫機械性能影響的新資料；第七章——最后一章闡述奧氏體鋼電弧焊的工藝問題。

在本書第二版付印之際，作者謹向讀者的批評致謝，並特別向多勃羅霍托夫（Н.Н. Доброхотов）院士、科學技術副博士帕利丘克（Н.Ю. Пальчук）、卡津諾夫（Ю.И. Казеннов）、拉勃金（Д.М. Рабкин）、克魯季科夫（А.Н. Крутиков）和工程師辛培林（Син Пэй-Лин）所提出的寶貴意見、批評和期望致以深切的謝意。

作者在此向“電工鋼”廠（“Электросталь”）的工作人員科學技術副博士維諾格拉德（М.И. Виноград）和工程師庫爾蒂金（В.С. Култыгин）、工廠的焊接工程師云格爾（С.В. Юнгер）、布格里（Ф.С. Бутрий）和格拉西緬科（И.Н. Герасименко）、電焊研究所的同事們——科學技術副博士藍格爾（Н.А. Лангер）和工程師拉塔什（Ю.В. Латаш）在研究奧氏體鋼的焊接問題時所給予的寶貴幫助表示深切的謝意，同時也向實驗員別利亞夫則夫（Л.И. Белявцев）、索斯尼茨基（Б.И. Сосницкий）和梅士捷奇金（Н.Я. Местечкин）在準備和進行試驗工作中所給予的幫助致以深切謝意。

作者深深感謝烏克蘭科學院通訊院士巴東（Б.Е. Патон）在工作上的支持與經常的關懷。

奧氏體鋼的焊接問題是異常複雜的，自然，作者不敢說這一問題的各个方面都已經闡述得很完善；希望讀者賜與批評指正。

目 录

第二版原序

第一章 铬镍奥氏体钢的性质	1
1 铬镍奥氏体钢的化学成分和应用范围	1
2 奥氏体钢的组织、物理性能和抗蚀性能	7
3 铬镍奥氏体钢的机械性能	24
第二章 铬镍奥氏体钢焊接时冶金过程的特性	27
1 对焊接接头的要求	27
2 焊接铬镍奥氏体钢时, 焊缝金属掺合金的方法	29
3 铬镍奥氏体钢焊接时的冶金过程特性	31
第三章 铬镍奥氏体钢的焊缝组织	50
1 铬镍奥氏体钢焊接时的一次结晶和二次结晶	50
2 合金成分和气体对奥氏体钢焊缝的微观组织的影响	63
3 焊接条件对铬镍奥氏体钢焊缝组织的影响	80
4 热处理对铬镍奥氏体钢焊缝组织的影响	90
5 塑性变形和加热对铬镍奥氏体钢焊缝组织的影响	121
6 铬镍奥氏体钢焊接接头的近缝区组织	127
第四章 铬镍奥氏体钢焊接时的裂纹和气孔	134
1 奥氏体钢焊接时的裂纹分类	134
2 焊接铬镍奥氏体钢时形成热裂纹(晶间裂纹)的机理	140
3 一次结晶组织对焊缝金属抗热裂纹能力的影响	149
4 合金成分和气体对奥氏体钢焊缝抗热裂纹能力的影响	155
5 在铬镍奥氏体焊缝中防止晶间裂纹的冶金方法	194
6 铬镍奥氏体钢焊缝中的气孔	199
第五章 铬镍奥氏体钢焊接接头的抗蚀性	211
1 焊接接头腐蚀破坏形式的分类	211
2 铬镍奥氏体钢的晶间腐蚀现代理论	216
3 铬镍奥氏体钢焊缝的一次铁素体对抗蚀性的影响	222

4	提高鉻鎳奧氏體鋼焊縫抗蝕性的方法	228
5	合金元素對奧氏體鋼焊縫抗晶間腐蝕能力的影響	231
6	焊接條件和熱處理對奧氏體鋼焊縫抗晶間腐蝕能力的影響	240
7	冷作對奧氏體鋼焊縫抗晶間腐蝕能力的影響	248
8	在鉻鎳奧氏體鋼接头中的刀狀腐蝕	249
9	奧氏體鋼焊接接头在氧化性和非氧化性介質中抗一般 腐蝕能力	258
10	在穩定奧氏體鋼焊縫中的橫晶腐蝕	280
11	奧氏體鋼焊接接头的抗晶間氣體腐蝕和一般氣體腐蝕能力	285
第六章	鉻鎳奧氏體鋼焊接接头的機械性能	291
1	摻合金、微觀組織和試驗溫度對奧氏體鋼焊縫機械性能 的影響	291
2	熱處理對奧氏體鋼焊縫機械性能的影響	310
3	冷作對鉻鎳奧氏體鋼焊縫機械性能的影響	318
第七章	鉻鎳奧氏體鋼的焊接工藝問題	323
1	鉻鎳奧氏體鋼電弧焊接工藝和技術的主要特點	323
2	焊接奧氏體鋼時，防止熱裂縫的工藝措施	324
3	鉻鎳奧氏體鋼自動焊接用的焊劑和焊絲	327
4	最常用的18-8型鉻鎳奧氏體鋼在焊劑下焊接	336
5	用鉻鎳奧氏體鋼製造設備生產中的焊劑下焊接法	344
6	奧氏體鋼的電渣焊	346
7	奧氏體鋼氣保護電弧焊的若干問題	347
結 論		349
參考文獻		353



第一章 铬镍奥氏体钢的性质

1. 铬镍奥氏体钢的化学成分和应用范围

根据现行标准，铬镍奥氏体钢属于高合金钢一类。ГОСТ 5632-51规定含铬量较高（大于6~8%）的高合金钢和合金有三类：1）不锈钢和耐酸钢；2）不起皮钢和热强度钢；3）高电阻合金。

属于不锈钢一类的，只是含铬到15%而含镍不超过0.6%的高铬钢（1X13, 2X13, 3X13, 4X13, X14）。

含铬在15%以上，但含碳量较高（0.9~1.0%）的X18号钢也属于这一类。高铬不锈钢的主要特点是能抵抗所谓大气腐蚀，也就是说在空气中不致生锈。

属于高铬耐酸钢的有：含铬从16%~30%的高铬钢（X17, X25, X28）以及除了含铬以外还含有镍（到14%）的铬镍钢。标准规定制造的有下列几种铬镍耐酸钢：X17H2, 0X18H9, 1X18H9, 2X18H9, 1X18H9T, X18H11B, X13H4Γ9, X18H12M2T, X18H12M3T。高铬和铬镍耐酸钢的主要特点是：它们在各种不同的液态或气态酸介质作用下具有抗腐蚀的能力。同时，由于耐酸钢抗空气锈蚀的能力很高，严格地说来，这种钢也可叫做不锈钢。上述钢料之所以具有这种卓越的性能，是由于它们含有铬的缘故。某些耐酸钢的化学成分列于表1。

X17、X25、X28高铬钢具有铁素体组织，它们在焊接时不会硬化，但在近焊缝区有晶粒剧烈增大的趋向，而且用热处理也不能消除由于焊接所引起的晶粒扩大。

铬镍耐酸钢就是从高温中缓慢冷却下来也还保持着奥氏体组织，因此通常称它为奥氏体钢。奥氏体钢与其他牌号钢料的不同之处是，它在水中淬火后塑性变得非常好，而且较淬火前更为

柔軟。對於這些鋼料，在文獻中不僅採用標準的標志符號，而且採用較簡略的兩位數字符號：18-8，25-12 等等。其中第一位數字表示鋼中平均含鉻量，而第二位數字則表示含鎳量。18-8型奧氏體鋼極廣泛地應用於硝酸工業（用於製造硝酸的設備、熱交換器、管道），人造纖維工業（卡普隆、尼龍），合成酒精和橡膠等工業，航空工業（飛機結構、噴氣發動機），火箭技術，造船工業，煤炭和石油工業（礦井泵、煉油設備），食品工業（食品鍋，食品廠的設備，牛奶、魚類、蔬菜、水果加工的設備，發酵桶），輕工業和紡織工業（紗和織物的染槽，生產電影底片的設備等等），醫藥工業（青霉素工廠的設備，醫藥容器和工具）。這種鋼還用來做建築物的裝飾和艺术裝飾品等等的材料。大家都知道，莫斯科地下鐵道車站（如馬雅科夫斯卡雅站等）的裝飾是用奧氏體鋼製造的。在莫斯科全蘇農業和工業展覽會的入口處所設置的著名的“工人與女農莊莊員”的雕刻，就是由18-8型奧氏體鋼焊接成的。非磁性奧氏體鋼在儀器製造業中獲得了廣泛的應用。最後，鉻鎳奧氏體鋼在鍋爐和渦輪機製造業中以及在原子能工業中也都用得很多。當然，可以將奧氏體鋼稱為原子時代的金屬。

除上述鋼料以外，蘇聯的冶金工業還生產了具有特別高的抗腐蝕性能，並在硫酸、磷酸和磷肥料的生產中被用來代替鉛的新型高合金鋼。這些鋼的化學成分列於表 2。

X18H28M3Д3 (ЭИ530) 號鋼可使用於 20% 硫酸的沸騰溶液中，X23H23M3Д3 (ЭИ533) 號鋼和 X23H28M3Д3 (ЭИ629) 可用於 70~80% 硫酸的沸騰溶液中，X23H28M2T (ЭИ628) 號鋼可以在含有氟化物的磷酸中使用。類似成分的耐酸鋼在國外也有生產。

為了在鹼性介質中以及在醋酸中使用，製成含鎳量較低的奧氏體-鐵素體和鐵素體-奧氏體鉻鎳鋼。例如在瑞典使用下列成分的鋼：C 0.10%；Si 0.5%；Mn 1.5%；Cr 27%；Ni 4%；Mo 1.5%。經過在 760 °C 中時效六小時後，它具有特別高的

强度——不小于120公斤/毫米²。

在国外，特别是在美国，为了节约稀缺而昂贵的镍，试图用铬锰钢来代替铬镍奥氏体耐酸钢。

这类钢的一种化学成份如下：C 0.08%；Si 0.44%；Mn 10.5%；Cr 17.5%；Ni 1.9%；Ti 0.59%。在某些钢中，含铬16%，含锰量达16%。根据文献资料，这种钢在抗腐蚀性能方面远不如铬镍奥氏体钢。

在所谓不起皮钢和热强度钢的一类中，有在高温时对氧化（形成氧化皮）有较高的抵抗能力的铬钢和铬镍钢（不起皮钢），和在高温时能保持足够强度并且不起皮的钢（热强度钢）。在耐酸钢中，在1000~1100°C温度下不起皮的，是X25和X28铬钢。耐酸铬镍奥氏体钢也可用来作为热强度钢（1X18H9T钢在600~650°C温度以下和X18H12M3T钢在700~800°C温度以下）。某些不起皮的和热强度铬钢和铬镍钢的化学成分列于表3。美国和英国所生产的奥氏体钢的资料列于表4。

不起皮钢和热强度钢应用于化学、石油和煤气工业、航空业、现代的热电站和火箭技术中。

属于高电阻合金的，有所谓镍铬合金，即镍与铬的合金。两种镍铬合金的化学成份列于表5。

近几年来国外在超声速航空和火箭技术中，广泛地应用17-7PH、17-4PH等等（外国牌号）的高强度弥散硬化的铬镍钢作为结构材料。

17-7PH钢（表6）在适当的热处理以后（例如在980~1,070°C时在水中淬火，在760°C中退火0.5~3小时，再在485~550°C中退火1~8小时，随后在空气中冷却），它的极限强度不小于130公斤/毫米²，也就是说，较普通的18-8型奥氏体钢的强度高一倍多。经过上述热处理后，这种钢具有带铝-镍金属间相的高度分散杂质的奥氏体-马氏体组织。在17-4PH钢中加入铜为强化相的成分，在AMS5735钢中加入钛，而在V2B钢中则加入铜和复合钼。

表 3 不起皮和热强度铬钢和铬镍钢的化学成分 (%) (按「OCT 5632-51 规定」)

鋼料 類別	鋼 料 牌 号	碳	硅	錳	鉻	鎳	鈦	鉬	鋁	硫 磷	
										(不超過)	
不 起 皮 鋼	X12ЮC(ЭИ404)	0.07~ 0.12	1.2~2.0	不大于 0.7	11.5~ 14.0	不大于 0.5	—	—	1.0~1.8	0.030	0.035
	X25T(ЭИ439)	不大于 0.15	不大于 1.0	不大于 0.8	23.0~ 27.0	不大于 0.6	4C至0.8	—	—	0.030	0.035
	X23H13(ЭИ319)	不大于 0.20	不大于 1.0	不大于 2.0	22.0~ 25.0	12.0~ 15.0	—	—	—	0.030	0.035
	X23H18(ЭИ417)	不大于 0.20	不大于 1.0	不大于 2.0	22.0~ 25.0	17.0~ 20.0	—	—	—	0.030	0.035
	X25H20C2(ЭИ284)	不大于 0.20	2.0~3.0	不大于 1.5	23.0~ 27.0	18.0~ 21.0	—	—	—	0.030	0.035
熱 強 度 鋼	X5M(ЭX5M)	不大于 0.15	不大于 0.6	不大于 0.6	4.0~6.0	—	—	0.50~ 0.60	—	0.030	0.035
	X13H7C2(ЭИ72)	0.25~ 0.37	2.0~3.0	不大于 0.7	11.5~ 14.0	6.0~7.5	—	—	—	0.030	0.030
	1X14H14B2M(ЭИ257)	不大于 0.15	不大于 0.8	不大于 0.7	13.0~ 15.0	13.0~ 15.0	—	0.45~ 0.60	2.0~ 2.75	0.030	0.035
	X16H26M6①	0.15	0.3	2.0	16	26	—	6	—	—	—
	X16H35B①	0.15	0.3	1.5	16	35	—	—	3	—	—
	X16H13M①	0.15	0.3	2.5	16	13	—	2.5	—	—	—
	X14H18B5①	0.10	0.6	1.5	14	19	—	—	2.5	1.2Nb	—

① X16H26M6、X16H35B、X16H13M、X16H18B 热强度钢是按照专门的技术条件制成的，这里列出这些钢的大概成分。

表 4 美国和英国生产的奥氏体钢的化学成分

美国 AISI 钢号	C	Si	Mn	Cr	Ni	其他元素	相似成分的英国钢号
		(不超过)					
301	0.08~0.20	1	2	16~18	6~8	—	—
302	0.08~0.20	1	2	17~19	8~10	—	EN58A, BS1501--801A
302B	0.08~0.20	2~3	2	17~19	8~10	—	—
303	不大于0.15	1	2	17~19	8~10	—	EN58M
304①	不大于0.08	1	2	18~20	8~11	—	EN58E②, BS1501-801B
305	不大于0.12	1	2	17~19	10~13	—	—
308	不大于0.08	1	2	19~21	10~12	—	—
309	不大于0.20	1	2	22~24	12~15	—	—
310	不大于0.25	1.5	2	24~26	19~22	—	—
312	不大于0.20	1	2.5	25~27	9~11	—	—
314	不大于0.25	1.5~3.0	2	23~25	19~22	—	—
316①	不大于0.10	1	2	16~18	10~14	2~3MO	EN58H
317	不大于0.10	1	2	18~20	11~14	3~4MO	EN58J; BS1501--845B
321	不大于0.08	1	2	17~19	8~11	Ti=5C	EN58B, EN58C
347	不大于0.08	1	2	17~19	9~12	Nb=10C	EN58F; EN58G BS1501--821B

① 这些钢是降低含碳量制成的(含C 0.03%以内), 故用字母L来标记, 如AISI 316L。

② 英国的EN58E号钢相当于美国的AISI304L号钢。

表 5 铬镍合金的化学成分(%)

(ГОСТ 5632-51)

合 金 牌 号①	碳	硅	锰	铬	镍	铁	硫	磷
	(不超过)						(不超过)	
X15H60(ЭXH60)	0.15	1.0	1.5	15.0~ 18.0	55.0~ 61.0	余 量	0.025	0.035
X20H80(ЭXH80)	0.15	0.5	1.5	20.0~ 23.0	75.0~ 78.0	余 量	0.025	0.030
X20H80T3② (ЭИ437)	0.08	1.0	0.5	19.0~ 23.0	余 量	不大于 2.5	0.015	0.020

① 括弧中是表示以前的合金名称。

② 在X20H80T3(ЭИ437)合金中, 含Al 0.4~1.1%和Ti 2~2.9%。

表 6 弥散硬化铬镍奥氏体钢的化学成分 (%) [169, 224] ①

鋼 号	碳	硅	錳	鉻	鎳	鋁	銅
	(不大于)						
17-4PH(AMS5043)	0.07	1.0	0.6	15.5~ 17.5	3.9~ 5.0	无	3.0~4.0
17-7PH(AMS5528)	0.09	1.0	0.6	16.0~ 18.0	6.5~ 7.75	0.75~ 1.50	无
AMS5735	0.05	1.0	1.5	15~17	25~27	0.20	无
V2B	0.07	2.25~ 3.25	0.5~ 0.75	19.0~ 19.5	9.75~ 10.25	无	2%Cu; 3~3.5%Mo; 0.10~0.20Be

① 在括弧中的数字表示书末所列的参考文献，后同。

2. 奥氏体钢的组织、物理性能和抗蚀性能

铬镍奥氏体钢具有特别可贵的性能，首先是在腐蚀性最强的介质中有非常高的化学抗蚀能力。这种钢在宽广的温度范围内兼有足够的强度和非常高的塑性。这种钢的这些优越性能，其中尤其是热强度性能，是由两种主要的合金元素——铬和镍的同时作用所造成的。

高合金铬镍奥氏体钢与普通的碳钢和合金钢相反，它从高温迅速冷却时具有最小的硬度，也就是说，它不能淬硬。因此对上述钢料来说，“淬火”这个名词不是表示硬度的提高，而是由于奥氏体组织的固定下来而使硬度降低。

Fe-Cr-Ni 合金的三元状态图（图 1）表明，根据钢中铬和镍的含量多少，钢可能是奥氏体组织或奥氏体-铁素体组织。在 650~800°C 的温度范围内保温后，在铬镍钢中出现一种叫做 σ 相的脆性组织成分。

铬镍奥氏体钢大致可以分成两种主要类型：18-8型（含铬 16~20% 和镍 8~14%）和 25-20型（含铬 22~27% 和镍 16~21%）。

18-8型钢料属于能抵抗大气作用（“不锈钢”）和抵抗各种酸作用（“耐酸钢”）的一类钢。这类钢通常在温度不高于 700°~750° 中使用，只有在少数情况下，如果使用时间不是连

續(几百小时),才在較高的溫度下使用。25-20型鋼料属于不起皮的热强度鋼一类。它們通常是在溫度 $1,100\sim 1,150^{\circ}\text{C}$ 以下使用于气体介质中。18-8型鋼料在工业上应用最广,因此应作为重点討論。

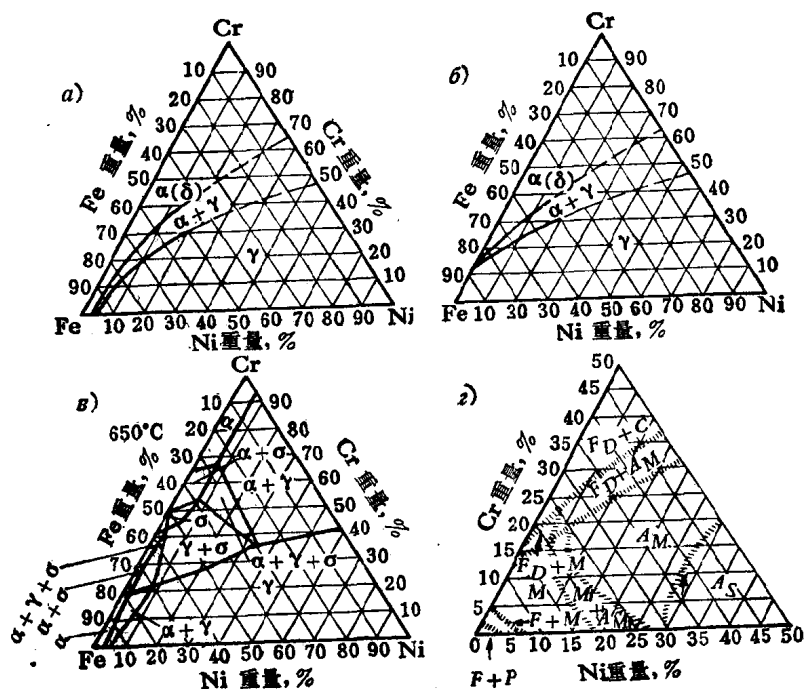


图 1 含C 0.1%的Fe-Cr-Ni合金的三元状态图

a—近凝固点; b—在 $900\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的溫度范围内(γ 相数量最大);

c—在 650°C 时; d—由 $900\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 溫度迅速冷却以后; A_M 、

A_S —介稳和稳定的奥氏体; F_D 和 F_M —一次和二次铁素体; M —馬

氏体; C —碳化物; P —珠光体

根据图 1 和图 2 上的状态图, 含Cr 18%、Ni 8%和Fe 74%的合金, 当含C为0.1%时, 应该是奥氏体組織。事实上18-8型鋼料常常含有各种不同的杂质, 这些杂质对鋼的組織有很大影响。早在20年以前, 涅亨德齐 (Ю. А. Нехендзи) 就已指出, 18-8型鋼料当含C为0.07%时, 在大型鑄件中的組織不是象平常所认为

的奥氏体組織，而是奥氏体-鉄素体組織。已經确定，在真空中熔炼并且含氮量小于 0.001% 的純粹 18-8 型鋼，甚至在淬火以后还具有鉄素体組織，而不是純粹奥氏体組織。但是同样成分的鋼，如果是在充滿氮的情况下熔炼出来的話，它就具有純奥氏体組織 [87]。这种情况說明，Fe-Cr-Ni 合金的三元状态图只是近似地表征 18-8 型鉻鎳奥氏体鋼的原始組織状态。至于第二类鋼 (25-20) 如果没有附加的合金元素，則它們在淬火后便具有单相純奥氏体組織。因此 25-20 型鋼料可以称为稳定奥氏体鋼。

就 Cr 18%-Ni 8% 的截面图来看，从图 2a~e 的 Fe-Cr-Ni-C 伪二元状态图上可以得到关于 18-8 型鋼料性质和組織的概念。注意一下从临界点往左移动的情况，E 点的含碳量为 0.5%，相当于鉄-碳状态图上的 1.7%；而共晶点 C 含碳为 0.7%，相当于鉄-碳状态图上的 4.5%。因此，含碳 0.5~0.7% 的 18-8 型鋼料已經是奥氏体-碳化物鋼，甚至是亚共晶或过共晶鑄鉄。上述状态图的另一特点是共晶点 C 的溫度升高到 1420°C，而对于不含鉻和鎳的合金來說，則为 1130°C (图 2, v)。

現在来討論含碳 0.1% 的 18-8 型鋼料在緩慢凝固和冷却时的情况 (图 2, d 上的 I-I 綫条)。当它达到液相綫上点 1 所示的溫度时，从熔液中开始析出成 δ -鉄的体心立方晶格的鉻鎳一次鉄素体晶体。繼續冷却时，在点 2 上，除了 δ -鉄的晶体以外，还开始析出成 γ -鉄的面心立方晶格的鉻鎳奥氏体晶体。Fe-Cr-Ni 合金的結晶特点在于 δ 和 γ 两相的混合結晶。当达到固相綫上的点 3 的时候，整个熔液都凝固， δ -鉄轉变成为 γ 鉄，而鋼便变成奥氏体組織。当溫度接近 900°C (点 4) 时，在緩慢冷却的情况下，由奥氏体晶粒 (主要是沿晶粒边緣) 开始析出碳化物。E-G 綫表示碳化物在奥氏体中的溶解极限。繼續緩慢地冷却，以及从凝固的溶液中繼續析出碳化物，会使奥氏体的稳定性降低，并形成二次鉄素体 (按 $\gamma \rightarrow \alpha$ 系轉变，点 5)。G-K 綫表示开始这一过程的溫度-浓度条件。低于 G-K 綫时，18-8 型鋼料在緩慢冷却情况下，其組織为沿晶粒边緣有二次碳化物和二次鉄素体的奥氏体組

