

(苏联) Ф·А·克 先祖 克 著
Н·А·特罗申科夫

不锈钢的 轧制与精整



335-1

10-2

本书旨在叙述不锈钢板的生产工艺过程；介绍热轧不锈钢和冷轧不锈钢用的各种现代轧机的性能；阐述钢锭和板坯在轧制以前的各种准备方法；说明不锈钢的类别与主要性能，以及它们与热处理制度和冷轧制度的关系；介绍有关带钢冷轧、热处理和酸洗的现代工艺。对于各种缺陷及其防止办法，书中也作了分析和说明。

本书可供不锈钢板轧制车间工程技术人员、工长、高级熟练工人使用，对于设计人员和高等学校学生也可能有所裨益。

本书由马仲范、柳鸿元和彭石之合译，彭石之校对，并经潘继庆工程师对全部译稿进行了技术校订。

296/2

Ф.А.Ксензук, Н.А.Троценков
ПРОКАТКА И ОТДЕЛКА ПОЛОСОВОЙ
НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ МОСКВА—1963

* * *

不锈钢带的轧制与精整

馬仲范 柳鴻元 彭石之 合譯

*

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊编辑室編輯

(北京灯市口71号)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $6^{3/16}$ ·字数157,000

1964年11月北京第一版·1964年11月北京第一次印刷

印数0001—4,760·定价(科六)1.00元

*

统一书号: 15165·3325(冶金-548)

前 言

为了建立巩固的物质技术基础，必须大力发展电力、化学、机械制造和仪表制造等主要工业部门。因此，有必要大大增加不锈钢轧材的生产，特别是各种牌号的不锈钢薄板的生产。

要想增加热轧不锈钢薄板的生产，只有使用高效率的连续式和半连续式轧机，以及带炉内卷取机的轧机；要想增加冷轧不锈钢薄板的生产，只有使用可逆式四辊轧机和多辊轧机。

目前，苏联已经掌握了多种不锈钢钢板的生产（成卷生产法），并且正继续针对若干新的不锈钢种（其中包括无镍不锈钢种）轧制工艺进行广泛研究。

在不锈钢薄板生产工艺过程中，钢锭的加热，以及板坯的冷却和精整，是十分重要的环节。成品钢板的质量，在很大程度上取决于这些作业的精细程度。

为了改善带钢在连续式轧机和半连续式轧机上的热轧条件，近来都在精轧机架前方设置预热炉。对于轧制难变形的奥氏体-铁素体铬镍钢以及铁素体-马氏体钢等，这一措施更是必须。如果不进行中间预热，在精轧机组中轧制这些钢种时，带钢边缘会产生破裂现象。

不锈钢板（带钢）品种，可以作如下分类：

钢板（带钢）	厚度，毫米	宽度，毫米
热轧钢板·····	3~6	700~1500
冷轧钢板·····	0.5~2.5	700~1500
冷轧薄带钢·····	0.15~0.5	700~1000
冷轧极薄带钢·····	0.05~0.15	1000以下

随着电子技术的发展，对不锈钢和硬质合金轧制的薄带钢和极薄带钢的需要量增加了。所以，苏联近来正在设计和安装多辊轧机，其中主要是20辊轧机。

帶鋼的熱處理和酸洗，都是在高速連續式機組中進行，這樣的機組對於軋件的外表和機械性能，都能保證較高的質量。

薄帶鋼和極薄帶鋼（厚度小於 0.5 毫米）的精整是十分困難的作業。對於這類帶鋼的精整，用一般的淬火、酸洗作業是不適宜的，因為在這類機組中所採用的運送裝置，會損傷帶鋼表面，甚至在帶鋼移動時會使帶鋼破裂。所以，薄帶鋼和極薄帶鋼的熱處理，是在有保護氣體的塔式爐內進行的。塔式爐內沒有輥子，而且帶鋼拉力極小，这样就保證了帶鋼表面的質量。在塔式爐內經過處理的帶鋼，就不必進行酸洗了。

不銹鋼板和帶鋼的生產工藝有許多獨特之處，需要在每一具體情況下加以考慮。

目 录

前 言

第一章 不銹鋼的类别、性能和应用	1
1. 鉻鋼	2
2. 鉻鎳鋼	3
第二章 鋼錠和板坯在軋制以前的准备工作	8
1. 鋼錠的形状、尺寸和重量	8
2. 鋼錠的缺陷以及对鋼錠的要求	9
3. 鋼錠缺陷和板坯缺陷的清理	11
第三章 鋼錠和板坯的加热	20
1. 加热装置	20
2. 加热制度	23
第四章 鋼錠的軋制	30
1. 軋制制度	30
2. 不銹鋼在高温状态下的机械性能	35
3. 軋件切成板坯	36
4. 板坯的冷却	36
5. 板坯的低倍組織和显微組織檢驗	38
6. 板坯的缺陷	39
第五章 热轧	43
1. 軋机设备的布置及軋机簡要性能	43
2. 軋机在軋制前的准备工作	54
3. 連續式和半連續式軋机的調整	55
4. 軋制中氧化鉄皮的清除	58
5. 連續式和半連續式薄板軋机的軋制工艺和軋制制度	59
6. 带炉內卷取机的薄板軋机的軋制工艺和軋制制度	65
7. 热轧带鋼的缺陷	68
第六章 冷轧	77
1. 四輥可逆式軋机的軋制	77

2. 連續式軋机的軋制	90
3. 多輥軋机的軋制	92
4. 軋輥的輥型、表面状态与操作	101
5. 軋輥的工艺潤滑剂和軋輥的冷却	107
6. 冷硬鋼生产	114
7. 平整和矫直	123
8. 鋼卷的剪切	131
9. 冷軋帶鋼的缺陷	134
第七章 热处理	137
1. 热处理方式和制度	137
2. 热处理炉	145
3. 热处理对鋼的各种性能的影响	153
4. 淬火缺陷	157
第八章 帶鋼表面氧化鉄皮的清除	159
1. 氧化层的成分和結構	159
2. 連續酸洗法	161
第九章 研磨和拋光	177
1. 金属准备	177
2. 研磨机和拋光机	178
3. 研磨工艺和拋光工艺	182
4. 制造研磨輪(帶)和拋光輪(帶)用的材料	184
5. 拋光表面质量的检查	186
第十章 复合不銹鋼板生产	187
1. 双层复合板的复板和板坯的計算	187
2. 不銹鋼复板的制造	189
3. 复板的准备和双层鋼錠的浇鑄	189
4. 双层鋼錠的加热和軋制	190
第十一章 技术經濟指标	195
附录 冷軋压下率对不銹鋼机械性能的影响	197
参考文献	201

第一章 不銹鋼的类别、性能和应用

不銹鋼軋成的产品品种甚多，从厚 0.005 毫米的极薄带鋼，到厚 160 毫米的厚板。

軋成薄板的不銹耐蝕和耐热鋼的化学成分，ГОСТ 5632-61 已有所規定。

在工业上使用方面，不銹鋼分为两大类：（1）耐蝕鋼，（2）耐热鋼。

能够抵抗大气腐蝕和土壤腐蝕的鋼，以及在各种侵蝕介质中具有高度抗蝕性的鋼，称为耐蝕鋼。

在温度超过 550°C 的气体介质中有化学耐蝕性的鋼，称为耐热鋼。

按鋼板鋼中的主要元素的差异，不銹鋼有下列名称：

鋼的名称	鋼号
鉻鋼	0X13, 1X13, 2X13, 3X13, 4X13, X17等
鉻鈦鋼	X25T, 0X17T 等
鉻鎳鋼	X18H10, X18H9, 2X18H9 等
鉻鎳硅鋼	X20H14C2, X25H20C2
鉻鎳鈦鋼	X18H10T, 0X21H5T, 1X21H5T
鉻鎳鈮鋼	0X18H12B
鉻錳鎳鋼	2X13H4Г9, X14Г14H
鉻鎳鉬鈦鋼	0X21H6M2T, 0X23H28M2T, X17H13M2T, X17H13M3T
鉻鎳鋁鋼	X15H9Ю
鉻錳鎳鈦鋼	X14Г14H3T

根据经过最終热处理的鋼的組織差别，不銹鋼可分为下列几类：

鋼的类别	鋼号
馬氏体鋼	2X13, 3X13, 4X13, 1X17H2

馬氏体-鉄素体鋼1X13

鉄素体鋼0X13, X17, 0X17T, X25T, X25, X28

奥氏体-馬氏体鋼2X13H4Г9, X15H9Ю

奥氏体-鉄素体鋼X20H14C2, 0X21H5T, 1X21H5T,
0X21H6M2T, X28AH

奥氏体鋼X14Г14H, X14Г14H3T, X17Г9AH4,
X17H13M2T, X17AГ14, 0X18H10,
X18H10T, X18H9, 0X18H12B等

不銹鋼板的机械性能和表面质量, 必須符合ГОСТ 5582-61的規定和技术条件的要求。

鋼板的机械試驗, 按照ГОСТ 7564-55的規定进行; 鋼板試样的拉伸試驗, 按照ГОСТ 1497-61的規定进行。晶間腐蝕試驗, 按照ГОСТ 6032-58的規定进行。作化学分析的鋼板取样, 按照ГОСТ 7564-55的規定进行。

关于鋼板的品种(尺寸和允許公差), ГОСТ 3680-57有所規定。

1. 鉻鋼

根据化学成分和組織的不同, 含鉻不銹鋼分为三类: 馬氏体类, 馬氏体-鉄素体类, 鉄素体类。鋼中含鉻量超过13%时, 即构成鉄素体类鋼(在相图中, γ -区域为封閉区域)。在含碳的情况下, 使 γ -区域封閉以及使鋼維持鉄素体組織所必需的含鉻量便需要增加。

鉄素体类鋼沒有相变, 其塑性也次于奥氏体不銹鋼。鉄素体类鋼的再結晶能力較高, 因此, 当軋件終軋溫度很高时, 就会成为粗晶粒的(在这种情况下, 热处理不会使鋼恢复正常的晶粒度)。

鉄素体类鋼和馬氏体-鉄素体类鋼沒有橫列結晶傾向性, 而馬氏体类鋼虽然略有这种傾向性, 但是远远不及奥氏体类鋼。

鉄素体类鋼和馬氏体-鉄素体类鋼, 由于粗晶粒組織的緣故(这种組織往往是极高溫浇鑄的結果), 在热轧时极容易破裂。

軋制馬氏體-鐵素體鋼時，為了避免晶粒極度增長，在最後幾道軋制中，壓下量要大，而且終軋溫度應尽可能低一些。馬氏體類鋼的終軋溫度不得超過 850°C。

現將幾個主要鋼種的某些情況分述於下。

1X13 號鋼在室溫下對硝酸、醋酸等酸類有耐蝕性。這種鋼在大氣條件下和在河水中也同樣有耐蝕性。因此，常用來製造透平葉片、水壓機、閥門和非切割用的外科醫療器械。

2X13 號鋼含碳量高於 1X13 號鋼，強度也較大。這種鋼系用來生產上述的用 1X13 號鋼製造的制件。

3X13 號鋼，硬度高，可以製造能經受高機械負荷和侵蝕介質作用的零件，例如滾珠軸承、彈簧、刃具和外科醫療器械等。

如果對 1X13 號鋼、2X13 號鋼和 3X13 號鋼制的零件進行表面拋光，便具有最高的耐蝕性。

X17 號鋼和 0X17T 號鋼用於食品工業，以及製造在硝酸介質中使用的設備。為了使 X17 號鋼具有抗晶間腐蝕能力，可在這種鋼中加鈦，鈦的加入量不低於含碳量的 5 %〔1〕。

X25 號鋼和 X28 號鋼可以製造在氣體介質中、在發煙硝酸中、在含硫量甚高的爐氣中、以及在其它侵蝕性介質中使用的設備。這兩種鋼的缺點是，在加熱高於 900°C 時，晶粒急劇長大，從而使金屬產生脆性。因此，軋制這兩種鋼的鋼錠，極為困難。

X25T 號鋼的用途與 X25、X28 號鋼相同。但是，摻入一定量的鈦以後，可以減小晶粒增長的傾向性，提高熱變形和冷變形時的塑性，增進抗氣體腐蝕的能力。

2. 鉻鎳鋼

鉻鎳奧氏體鋼具有高度耐蝕性、高強度和高塑性，在常溫下的塑性變形能力也較高，而且具有良好的焊接性。在高溫下，鉻鎳鋼的強度也相當高。

0X18H10、X18H10T、X18H9、2X18H9、X18H9T、0X18H12B 和 X18H12T 等鋼種，均為無磁性鋼，具有一種帶有少

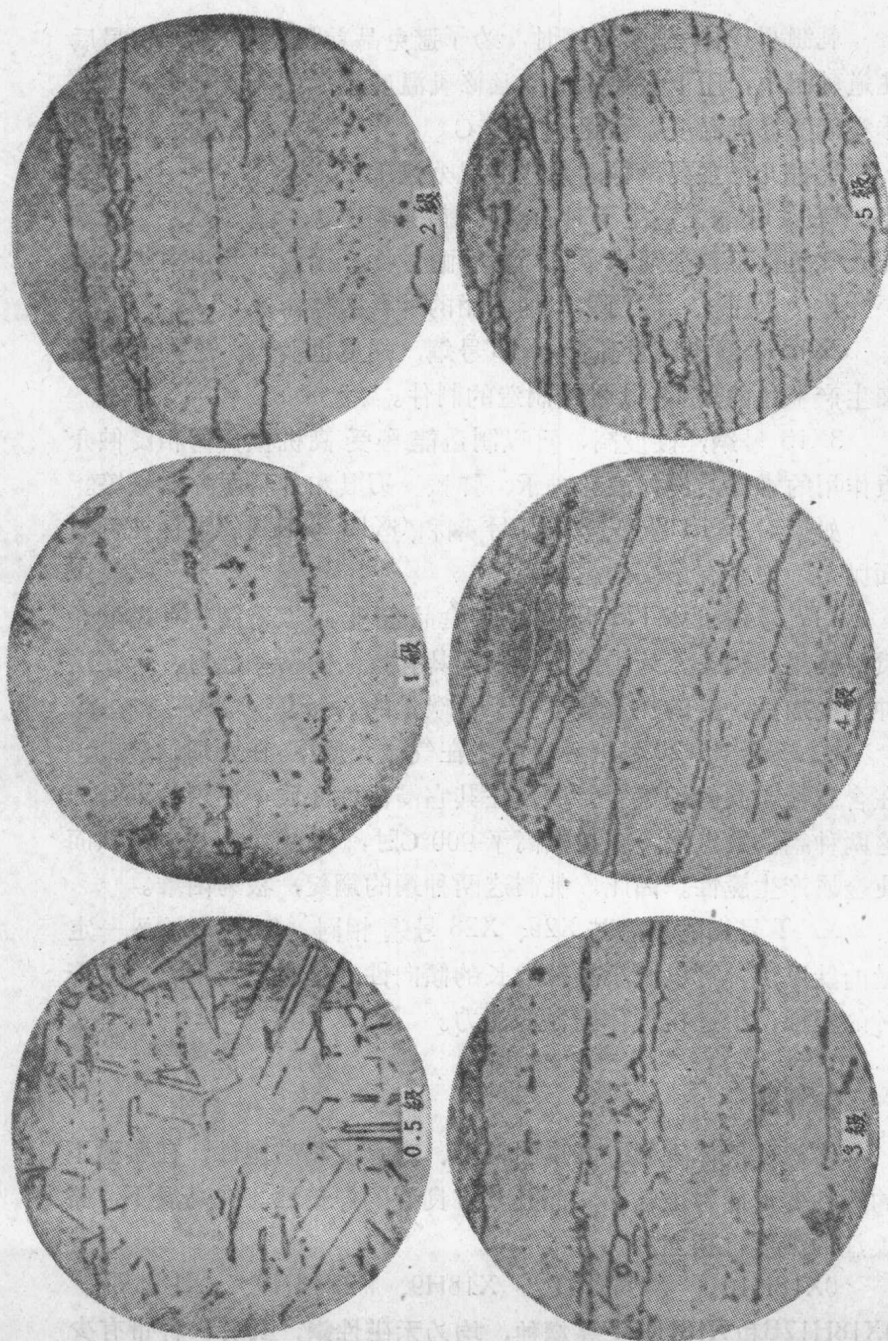


图 1 查波罗什鋼鉄厂編制的奥氏体鋼 α -相比較图

量碳化物和鉄素体相的奥氏体組織 (0X18H10 号鋼中无鉄素体相)。这些鋼种一般用来制造在 750°C 以下的溫度下使用的制件。

鉄素体部分对鋼的耐蝕性沒有影响，但却能提高抗晶間腐蝕能力；另外，由于奥氏体相和鉄素体相变形能力之不同，鉄素体部分会使热态鋼的塑性下降。鉄素体部分的含量，可以通过金相檢驗或者用磁性法加以确定。进行金相檢驗时，鉄素体相的数量可根据五級比較图（图 1）測定。

X18H10T 号鋼从高溫迅速冷却时，具有奥氏体組織，而且具有最高的塑性。这类鋼有晶間腐蝕傾向性。为了提高鋼的耐蝕性，通常往鋼中加入少量鈦、鉕或鉬。鋼中加入这些元素，有助于鉄素体相形成。

鋁、硅、鉬、鎢、钒也能促使鉄素体相形成。碳、鎳、錳、氮和銅，都是形成奥氏体的元素。为了节省鎳，通常将氮作为急剧促使奥氏体形成的物质加入 18-8 号鋼內。

关于几种最常用的奥氏体鋼的某些情况，简单介绍于下^[1,2]。

0X18H10 号鋼含碳量低，在許多侵蝕性介质中不产生晶間腐蝕。这种鋼用来焊接不作热处理的设备，以及作为焊接材料使用。

X18H9 号鋼和 2X18H9 号鋼广泛地用于航空工业和食品工业。这两种鋼的耐蝕性极高。全部制件在焊接以后必須淬火。

X18H10T 号鋼用于制造不作热处理的焊接设备。鋼中的鈦能防止晶間腐蝕。

0X18H12B 号鋼和 X18H9 号鋼一样，也是用来制造不作热处理的焊接设备。鋼中的鉕是奥氏体形成元素，能使鋼具有防晶間腐蝕的性能。

X17H13M2T 号鋼和 X17H13M3T 号鋼可以制造在高活性介质中使用的焊接设备。鋼中所含的鉬，正如鈦一样，是一种鉄素体形成元素，能提高鋼在热醋酸、乳酸、蚁酸以及其它侵蝕性介质中的耐蝕性，并且能降低鋼的点状腐蝕傾向性。

X23H13 号鋼和 X23H18 号鋼，在高溫下强度高，而且在

1000°C以下的溫度下具有良好的抗气体腐蝕性。在气体高溫分解和氢化过程等情况下使用的制品，可以用这两种鋼制造。

X25H20C2号鋼属于奥氏体类，由于它含硅，在1000~1100°C以下的溫度中不生成氧化鉄皮。这种鋼可用来制造在高溫下承受負荷的零件。

不銹鋼的物理性能 [1,3]

表 1

鋼 号	比 重 克/厘米 ³	熔 点 °C	耐氧化 溫 度 °C	在20°时的 比热 卡/克·度	导 热 率 卡/厘米·秒·度	在 20° 时的 电 阻 欧·毫米 ² /米
0X13	7.7	1500	800	0.11	0.06	—
1X13	7.75	1500	800	0.11	0.07	0.53
2X13	7.75	1500	800	0.11	0.06	0.53
3X13	7.76	1500	800	0.117	0.05	0.60
4X13	7.68	1470	—	0.11	0.06	0.46
X17	7.68	1500	850	0.11	0.063	0.56
0X17T	7.70	1500	850	0.11	0.06	—
X17H2	7.67	1500	800	0.11	0.06	0.72
X17M2T	7.7	1480	—	0.11	0.07	0.50
X18H	7.9	1400	850	0.13	—	0.76
X25	7.55	1500	1100	0.11	0.058	0.70
X25T	7.6	1500	1100	0.11	0.04	0.67
X28	7.6	1500	1100	0.11	0.04	0.70
X28AH	7.6	1500	1100	0.11	0.06	0.70
0X18H9	7.9	1410	880	0.12	0.039	0.73
X18H9	7.9	1410	900	0.12	0.039	0.73
X18H10T	7.9	1400	900	0.12	0.04	0.73
2X18H9	7.9	1400	900	0.12	0.039	0.73
X17H13M2T	7.95	1400	900	0.12	0.03	0.72
X17H13M3T	7.9	1440	900	0.12	—	0.72
X23H13	7.9	1440	950	0.12	0.045	0.86
X23H18	7.9	1410	1150	0.12	0.033	0.90
X20H14C2	7.8	1400	1100	0.12	0.031	0.76
X25H20C2	7.8	1400	1100	0.11	—	0.77
X13H4Г9	7.9	1400	—	—	—	—
0X21H3T	7.6	1500	—	—	0.04	—
1X21H5T	7.8	1500	—	—	0.04	—
0X21H6M2T	7.7	1500	—	—	0.03	—

某些鋼种的物理性能，詳見表 1。

鉻鎳奧氏体-鐵素体鋼的机械性能高于 18-9 号和 18-10 号純奧氏体鋼；在 1070~1100°C 水淬以后，其屈服点不低于 40 公斤/毫米²，强度极限不小于 65~70 公斤/毫米²，而延伸率不低于 18~20%。

奧氏体-鐵素体鋼，通常含鉻量高，因而能提高它对侵蝕性介质的耐蝕性。实际上，这类鋼是不会受到晶間腐蝕的。奧氏体-鐵素体鋼常用于焊接結構；用它焊接的焊缝，非常坚固，而产生的裂紋也少于焊接奧氏体鋼时所产生的裂紋〔4〕。

近来，为了节约鎳，正愈来愈广泛地使用含錳、硼、鉬、鋁的鋼。属于这类鋼的鋼种有 X17T、X14Г14H3T、2X13H4Г9、X14Г14H、1X18H2AГ5、X28AH、X28T 号鋼。

X17T 号鋼有良好的机械性能和工艺性能，对于許多侵蝕性介质有高度耐蝕性，而且沒有晶間腐蝕傾向。这种鋼非常适于冷軋。例如，这种鋼在 1680 毫米可逆式軋机上經過 7~9 道，便从厚 3.5 毫米軋成厚 0.8 毫米，而且不必进行軟化退火和中間退火。

X28T 号鋼具有高度耐酸耐热性能，既适于热态也适于冷态下压力加工，并且具有良好的焊接性能。这种鋼可以代替鉻鎳鋼成功地用于許多工业部門。

含氮的 X28AH 号鋼，在室溫下的机械性能，与 X18H10T 号不銹鋼没有什么差別。这种鋼的屈服点远远高于 X18H10 号鋼，只是延伸率比它略低一些。这种鋼的耐热性，不次于 X18H10T 号鋼。

X28AH 号鋼在許多场合下可以代替 X18H10T 号不銹耐酸鋼。

含氮的 1X18H2AГ5 号鋼，属于奧氏体-鐵素体类不銹鋼；它除了含极少量鎳以外，并不含稀缺的合金成分。这种鋼在室溫下的机械性能，与目前所知道的所有各类不銹鋼种都有显著的差別；它的强度极限和屈服点比 X18H10T 号鋼高一倍。

上述各鋼种，大多数能够連續軋制成鋼板。掌握无鎳不銹鋼板的生产工艺，无疑地，对国民經济是非常有利的，因为在許多工业部門可以用它来代替昂貴的 X18H10T 号鉻鎳鋼。

第二章 鋼錠和板坯在軋制

以前的准备工作

1. 鋼錠的形狀、尺寸和重量

用功率大的軋機生產不銹鋼板，選擇鋼錠的形狀和尺寸非常重要。鋼錠質量必須優良，將它軋成規定的尺寸所花費的時間和電力應當最少。

選擇扁鋼錠的形狀和重量，系根據鋼錠寬度 B 與厚度 H 之比以及鋼錠高度（長度） L 與平均截面厚度 $H_{\text{平均}}$ 之比進行的。根據積累的經驗，澆鑄的不銹鋼扁錠，應符合下列尺寸比率：

$$\frac{B_{\text{下}}}{H_{\text{下}}} = 1.8 \sim 2.5$$

和

$$\frac{L}{H_{\text{平均}}} = 2.5 \sim 4.0。$$

為了使脫錠容易，鋼錠模有 $0.7 \sim 1.5\%$ 錐度。由於鋼錠的錐度和其它參數對鋼錠的結晶和內部組織有很大的影響，因此，這些參數必須加以選擇，而且要根據鋼種、鑄錠方法、軋機類型等具體情況進行審定。

為了避免鋼錠的稜角過熱，以及軋制時出現裂紋，必須將稜角倒圓。圓角半徑為 $30 \sim 50$ 毫米。

矩形截面的鋼錠（扁鋼錠）最适于生產不銹鋼板。例如，某廠的不銹鋼錠是在一種上寬下窄的矩形無底鋼錠模內澆鑄的。鋼錠具有這樣的形狀，能保證在板坯初軋機上以最小的總壓下率進行軋制。

鋼錠的主要尺寸和重量詳見表 2。

在美國某工廠，不銹鋼錠的最大重量為 16 噸，軋成的板坯最大寬度為 1550 毫米。

用板坯初軋机軋制的不銹鋼錠的主要尺寸和重量

表 2

鋼錠截面, 毫米		高度, 毫米		鋼錠重量 吨
頂面	底面	收縮头以下的 鋼錠部分	收縮头	
640 × 990	580 × 942	2200	450	10.8
640 × 1100	580 × 1065	2200	450	12.1
640 × 1220	580 × 1195	2200	450	12.8
640 × 1340	580 × 1305	2200	450	14.8

2. 鋼錠的缺陷以及对鋼錠的要求

鋼錠的缺陷

不銹鋼錠的质量与炼鋼、鑄錠諸因素有关。

最常見到的不銹鋼扁錠的缺陷有以下几方面。

縮孔 这是每个鋼錠都不可避免的缺陷。当鋼水凝固时, 鋼水体积縮小, 于是金属收縮, 形成空洞。这样的空洞一般位于鋼錠頂部中心綫上。縮孔及其延續部分——疏松, 有时可能分布到很深的地方。

为了减小縮孔和疏松的分布深度, 并且使鋼錠組織密实, 必須使收縮头部分的金属維持液体状态的时间尽可能延长一些。为此, 采用上寬下窄的鋼錠模、事先預热的有內衬的保温帽和鋁热剂。

此外, 一些工厂还将鋼錠收縮头部分进行电預热, 这样便可以減少鋼錠切头金属量。采取上鑄法时, 降低鋼水溫度和浇鑄速度, 也能减小縮孔、疏松的分布深度。

結疤 鋼錠上的結疤, 是粘附在鋼錠上的、已氧化的金属薄片。这是在采用上鑄法, 特別是在鋼水流沒有对正鋼錠模中心浇鑄时发生的溅沫所造成的。

在快速鑄錠时, 靠近鋼錠模壁的鋼水沸騰, 也可能形成結疤 [5]。

皮下气泡 (孔隙) 鋼錠模清理不干淨, 在內表面上还有附

着物、鉄锈或未被除尽的涂料烧剩残渣，就会出现这种缺陷〔5〕。

鋼中加鈦，易于产生皮下气泡，因为鋼中摻了鈦，会产生大量氮化物和氧化物。皮下气泡分布在距鋼錠表面达 70 毫米的深处。

М.И.祖耶夫、B.C.庫尔提金、B.П.弗兰佐夫和 H.A.什里亚耶夫在他們的著作〔6〕中說明，鋼水飞溅、翻流和飞溅沫，都是鋼錠产生孔隙的主要原因。

在 X18H10T 号鋼和 X17H13M3T 号鋼鑄錠以前，先将鋼錠模内表面涂以四氯化碳。在鋼水注入鋼錠模时，鋼水中产生四氯化碳蒸汽，能有效地防止金属氧化。

目前浇鑄不銹鋼錠，使用石蜡油非常有效，它能大大提高鋼錠表面质量。某些不銹鋼在氩保护气氛中进行浇鑄。軋制时，鋼錠表面的皮下气泡在板坯上造成发裂和裂紋。

夹渣（非金属夹杂物） 这种缺陷是耐火材料、泥土等微粒被夹入金属的結果。鑄錠时，熔渣未浮到鋼水表面上，而仍留在鋼錠体内，也会产生夹渣缺陷。

重皮 当鋼水浇鑄溫度过低或浇鑄速度慢，都会产生重皮。鋼錠模涂料不好，也可能产生这种缺陷。

为了消除这种缺陷，应提高鋼水浇鑄速度。在鋼水浇鑄和鋼錠模准备都合乎規定的情况下，已产生的氧化皮处于鋼水表面中心位置，它与鋼錠模壁之間被“洁淨的边緣鋼水”所隔离。

軋制带有这种缺陷的鋼錠，会在有缺陷的地方产生裂縫。

纵向裂紋 纵向裂紋是在浇鑄高溫鋼水，特别是在高速浇鑄的情况下产生的。这种缺陷在奥氏体类不銹鋼鋼錠上很少見到。

橫向裂紋 产生橫向裂紋，主要是鋼錠模内挂錠的緣故。其所以挂錠，可能是鋼水流入鋼錠模和保溫帽之間的縫隙，以及鋼錠模内表面粗糙不平和有裂縫所致。

对鋼錠的要求

供应的热不銹鋼錠和冷不銹鋼錠，表面上不得有凸緣、裂紋、

深結疤、鱗片、重皮、大氣孔、非金屬夾雜物。

縮孔和疏松，只能分布在鋼錠头部；不得有夾層和砂眼。

在冷鋼錠上，所有表面缺陷必須仔細地加以清除，清除缺陷所造成的平緩的斜度不小於1:5。

熱鋼錠在裝入均熱爐以前，事先進行檢查；對冷板坯還要進行最後檢查。

供應的冷鋼錠，都用洗不掉的淺色顏料在端面上標明鋼水爐號、鋼號和工廠標志。

每一爐鋼都填寫證明書，隨同該爐鋼鑄成的鋼錠一併提交。

供應的熱鋼錠，也填寫爐前化驗單和成品單，在成品單上註明爐號、鋼號、鋼錠規格、鋼錠數量和重量。

3. 鋼錠缺陷和板坯缺陷的清理

保證不銹鋼板表面質量優良，只有在每道清整工序將所發現的缺陷完全清除的情況下才有可能。因此，鋼錠、鋼坯、帶鋼和鋼板的精整作業是極為重要的。

採取熱裝法將鋼錠（特別是大鋼錠）裝入加熱設備，然後將板坯上的所有表面缺陷進行清除，這種方法曾經得到最廣泛的運用。

國外（例如美國）某些工廠為了對熱鋼錠進行清理，採用一些專門的機器〔7〕。這種機器將熱鋼錠四面加以銑切，用少量加工代價就能保證鋼錠具有必需的表面質量。在這項加工過程中，鋼錠溫度下降40~90℃。機器的切削速度約8.5米/秒；生產能力為每小時13個鋼錠。

蘇聯廣泛使用火焰清理法清除X18H10T號不銹鋼鋼錠的表面缺陷。對這種鋼錠採取火焰清理法，使板坯質量大有提高，清除板坯缺陷的困難有所減少，而切削的金屬量也大為降低。

清除不銹鋼鋼錠和板坯的缺陷（裂縫、結疤、皮下氣泡、裂紋、發裂等），主要採用下列幾種聯合方法：

1. 鉋削或銑切鋼錠 + 鉋削或銑切板坯 + 研磨清理板坯；