

镀锡薄板

〔英国〕W·E·何勒 E·S·海吉士 著

中国工业出版社

35.1

鍍 錫 薄 板

〔英國〕 W·E·何勒 E·S·海吉士 著

方錫恩譯 吳詩惇校

中 國 工 業 出 版 社

本书译自英国1946年出版的“Tinplate”一书。书中主要介绍热镀锌薄板的生产工艺、生产设备和检验方法。二十年来，热镀锌方法已逐渐为电镀锌方法所取代，但是本书主要部分仍不失为前一方法有用的参考资料。

原书第一章追述了镀锌薄板的发展历史，其中暴露了殖民主义者的侵略本质和发家经历，同镀锌薄板的生产技术毫无牵连，译本中已做了删节。原书第二章前两节简单地讲述了钢的冶炼方法，同本书主要内容关系不大，译本中已经删除。原书还附有大量统计资料，诸如世界各国钢产量、英美等国镀锌薄板的产量、出口量、价格、等等，这些资料大都是1943年以前的，当前参考价值已经不大，译本中没有收录。

原书目录和正文标题未经统一，为了便于读者查找，译本中略加变动，以求统一。原文各章节的体例安排比较混乱，译本中除了个别地方做了调整以外，基本上保留了原书的叙述顺序。

书中难于理解的一些技术名词，经各方面努力，以译者注、校者注和编者注的形式做了解释，不恰当的地方，欢迎读者批评指正。

W.E.Hoare E.S.Hedges

TINPLATE

Edward Arnold & Co. London 1946

* * *
镀锌薄板
方锡恩译
吴诗惇校

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊编辑室编辑（北京灯市口71号）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙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·各地新华书店经售

*
开本787×1092¹/₁₆·印张14⁵/₈·插页6·字数278,000

1965年10月北京第一版·1965年10月北京第一次印刷

印数0001—1500·定价（科六）1.90元

*
统一书号：15165·4068（冶金-633）

TG 335.1/1
12295

序 言

鍍錫薄板的生產是一個巨大的、正在發展的工業。它每年要用掉三百萬至四百萬噸的鋼及六萬噸左右的錫。鍍錫薄板主要用來作各種食品的包裝材料，此外它還是制罐及罐藏食品工業的原材料。而制罐及罐藏食品工業在食品貯藏這種生活上必需的問題中具有十分巨大而且日益增長的重要意義。鍍錫薄板除了大約總產量的半數以上用於保存食品而外，也用來包裝很多非食品產品，並且還用來製造大量需要輕巧、強固和耐用的產品和構件。

世界鍍錫薄板的產量從1900年的不足一百萬噸到1939年增長到四百萬噸以上。在1939年，美國的產量接近總產量的60%，英國的產量約占20%。德國、法國及日本的產量占剩餘數中的大部分。印度、西班牙、加拿大、意大利、挪威、波蘭、捷克斯洛伐克、比利時、蘇聯及羅馬尼亞也有少量生產。

雖然這種工業的規模很大，鍍錫薄板的產品很廣泛，而且為人們所熟悉，但是，奇怪的是，至今還沒有一本專門講述鍍錫薄板的書籍。在編寫這本書的時候，我們準備討論到它的各个方面，包括生產方法、用途、性能、組織、試驗方法及抗蝕性。

希望這本書對鍍錫薄板的生產者及使用者都能有用。在編寫錫層組織、鍍錫薄板的試驗方法以及抗蝕性各章時特別注意了制罐及罐藏工業方面的問題。除了討論了變形對組織及抗蝕性的影響以外，沒有涉及到鍍錫薄板的加工；這是因為我們認為鍍錫薄板的加工，包括金屬盒的製造在內，值得專門來寫一本書。

為了能從實踐觀點來論述生產方法，我們在可能時盡量提出促使出現比較新的發展的研究背景。為此，我們在每一章的後面，列出了本書所引用的許多參考書目。在很多情況下，還提出了附加參考書目作為進一步的參考。全書所列举的參考書目達400種左右。有幾章中還包括了一些尚未發表的原作內容。

本書是在全世界的鍍錫薄板產量中大部分是用新的連續冷軋方法來生產的時候寫的。用連續冷軋方法來生產鍍錫薄板，這樣一個重要的變革是發生在過去的二十年間。現在，用電鍍的鍍錫方法來代替傳統的热鍍方法也已經進入到鍍錫薄板的領域之中。為了適應這種情況，我們還加入了《電鍍錫薄板》一章，雖然這種方法還处在它的初期階段。

(下略)

W. E. 何 勒

E. S. 海吉士

目 录

序 言

第一章 鍍錫薄板生产的历史 (略)	1
第二章 鍍錫薄板的鋼基	1
鎮靜鋼与沸騰鋼鋼錠	1
鋼的成分	2
鋼錠的初軋	3
第三章 热送軋	5
軋制程序	5
軋制工艺与設備	7
加热 除鉄鱗 軋制 折迭及剪切 掀板	
薄板的厚度变化	14
板坯 加热 軋制	
第四章 連續热軋	17
四輥軋机	17
板坯的准备	20
板坯的加热	20
軋制工艺	20
連續式軋机	23
操作方法 軋輥及传动裝置 帶鋼溫度 控制	
斯蒂克尔(Steckel)热軋机	25
成品帶鋼	26
第五章 酸洗	29
氧化鉄鱗的組成	29
酸洗理論	30
酸洗溶液	30
阻止剂	31
酸洗中的吸氢現象	33
酸洗操作	34
第一次酸洗操作 第二次酸洗操作	
酸洗設備	35
薄板酸洗机組 連續式帶鋼酸洗机組 旋轉式鋼卷酸洗机 半連續式帶鋼酸洗机	
电解酸洗	40
废酸洗液的排除	40
酸洗缺陷	41
第六章 冷軋	46
軋制及退火对組織的影响	46

鍍錫薄板的組織	18
碳的作用 时效硬化	
熱送軋操作中的冷平整	53
冷平整機 冷平整操作 冷平整中的延伸	
減厚冷軋	56
軋機類型 冷軋操作 冷軋潤滑劑及冷卻劑	
○ 電解清洗	65
平整冷軋	68
第七章 退火	76
退火設備	76
室狀或隧道式爐 隧道式連續退火爐 移動罩式爐	
帶鋼的連續退火	82
常化	83
退火溫度	85
退火中的表面反應	87
退火粘板	89
第八章 鍍錫	92
錫	92
熱鍍錫	95
鍍錫車間 鍍錫操作	
鍍錫機組	100
雙鍋式鍍錫機組 單鍋式鍍錫機組 二次鍍錫機組 大張炭煉鍍錫薄板鍍錫機組	
錫鍋的加熱	111
煤氣加熱	
油鍋的加熱	112
鍍錫溫度	112
鍍錫機的驅動	113
鍍錫操作的原理	116
鐵—錫反應 熔劑的作用 附加劑的影響 錫渣 從錫渣中回收錫	
棕櫚油	122
來源 成分及特性 鍍錫薄板生產用的棕櫚油	
油鍋輓的作用和鍍層的厚度	127
鋼板表面質量的影響 溫度的影響	
清刷操作	129
麥麸拋光機 濕清刷機 再除塵器	
第九章 錫層的組織	135
金相學及結晶組織	135
鐵—錫合金層	136
模紋	138
錫合金的數量	139
鍍層厚度的變化	140

VI

在同鋼生产中不同薄板間的厚度变化 同張薄板上的厚度变化 局部缺陷及周期性影响	
检查方法	142
磁性法 干涉条纹法 迭加条纹法 反射法 部分脱錫法	
周期性缺陷	150
錫脉綫 油斑及油綫	
灰斑	155
孔隙度	157
孔隙度的生成原因 孔隙度的意义	
第十章 鍍錫薄板的試驗	165
分类	165
废品分析 厚度規号及鍍层厚度	
取样	173
机械試驗	175
硬度試驗 弯曲試驗 杯突試驗	
錫层厚度的測定	184
化学分析 脱錫法	
測定錫层上的孔隙度	186
热水試驗法 改进的热水試驗法 硫氰酸盐試驗 氢气发生試驗 氰鉄酸盐試驗 氰鉄酸盐試紙試驗	
电解試驗	
鍍錫薄板的化学分析	193
第十一章 鍍錫薄板的腐蝕	197
錫—鉄电偶	197
氢臌	198
罐藏成分的影响 漆膜的影响 鋼基成分的影响	
罐头内部的硫化黑斑	202
漆膜保护 氧化膜保护	
空气中的腐蝕	206
外部腐蝕 外部保护	
洗滌水及冷却水造成的腐蝕	207
液体燃料的腐蝕	208
第十二章 电鍍錫薄板	215
电鍍錫操作	217
錫酸盐鍍槽(碱性鍍槽) 硫酸亚錫鍍槽(酸性鍍槽) 生产电鍍錫薄板的鍍槽选择	
电鍍錫薄板的生产	218
鋼基的准备 帶鋼的电鍍錫 精整处理	

第一章 鍍錫薄板生产的历史

(略)

第二章 鍍錫薄板的鋼基

鍍錫薄板按重量計，一般 98% 以上是鋼，因此它主要是一种鋼的产品。鍍錫薄板的真正制造过程是从高炉及熔錫炉开始的，但是通常都从鋼錠热轧成板坯的操作算起。生产过程中所用的基本原料是鋼錠和精炼錫。

这里不准备对炼鋼过程作詳細的介紹，因为它已包括在这类题目的专业书籍中。但是应当提到制造鍍錫薄板常用的鋼种及成分。对制造鍍錫薄板所用鋼种的基本要求是，它能够軋到較薄的規格，其制成品应有良好的韌性，容易鍍上錫，有适当的强度和抗蝕性。低碳鋼就具有这些特点，因而它被普遍地用来制造鍍錫薄板。

鎮靜鋼与沸騰鋼鋼錠

鍍錫薄板的鋼基可以用鎮靜鋼、半鎮靜鋼或沸騰鋼軋制，然而使用后者制造鍍錫薄板和薄板的数量与比例正在增加。在浇鑄鎮靜鋼时要控制鋁、硅等还原剂的加入量，以还原鋼水包中的金属；对某些特殊品种尚須加入鈦。鋼水在冷凝过程中沒有因化学反应而产生气体，因而凝固时十分平靜；在鋼錠的頂部形成正常的縮孔。在軋鋼操作时这个縮孔必須切除。采用某些方法可以减少必須切除的数量，但是常常它仍然是可觀的，因而从炼鋼观点来看，这是鎮靜鋼的主要缺点。因为对一定的軋材产量來說，它比沸騰鋼要浇鑄更多的金属，而沸騰鋼的切除数量要少得多。鎮靜鋼的含氧量自然比沸騰鋼低，而且一般含碳量要高一些。

沸騰鋼在浇鑄时是处于部分氧化状态，在鋼中的碳与氧化物之間尚有反应发生，放出一氧化碳气体。这种气体的放出是从鋼錠在底部及邊緣一凝固就开始的，它們使熔鋼沸騰，并且气体在錠模中上升。鋼水在冷却时在鑄錠的邊緣形成一层純度很高的固体金属外壳，而杂质則仍处于熔融状态的中心部分偏析。当鋼錠的頂部表面凝固时，由于鋼錠内部的收縮与气泡的逸出是交織在一起进行的，因此不能形成鎮靜鋼錠的那种縮孔。当其頂部表面凝固以后，进一步的收縮就产生内部气泡，但是这种气泡很“清洁”，因而在軋制时焊合起来，只要对这些气泡的大小与分布控制得当，对于成品的性能并无有害影响。

沸騰这个術詞一般适用于所有的非鎮靜鋼，包括沒有完全脫氧的鋼 (rising steel) 及真正的沸騰鋼。沸騰鋼又可以称为紧緣鋼。紧緣鋼这个名詞的由来是由于：鋼水在錠模頂部凝結以前，发生微量的收縮，致使預先凝固的金属壳的頂部突起在錠的頂部，形成一圈邊緣 (紧緣)。沸騰鋼的鋼錠常常用来作鍍錫薄板。沸騰鋼的生产，包括仔細地控制氧化程度、炉渣情况、含碳量、溫度、浇鑄速度等在內，是炼鋼方法中的最重要的成就。

可以看出，由于在沸騰鋼上的縮孔相对來說是不存在的，因而就減少了軋制前必須切除的金属数量，这是操作上的一項重要的節約。另外，生成在鋼錠表面上的一層很純的金属外壳，使軋制成品有較好的表面质量，这在軋制薄板与鍍錫薄板时也是很重要的。

鋼的成分

在鍍錫薄板的鋼中一般并不有意加入合金元素，虽然近来研究指出，有意加入少量的合金元素将成为未来的发展方向。例如：加入少量的銅，可以增加鋼的抗蝕性（第十一章）。加入能生成炭化物的元素来控制时效（第六章）。然而，这些方向尚未得到普遍应用，因此鍍錫薄板的鋼基主要还是沒有合金化的低碳鋼。

鋼的化学成分按照冶炼方法和最后对成品的物理性能的要求不同而有所变化。含碳量一般在 0.04 至 0.13% 之間变化，平均約为 0.09%。在沸騰鋼中一般比在鎮靜鋼中要低一些。含磷量的經常变化范围是 0.01 至 0.10%。冷軋鋼基的含磷量較低，約在 0.005 至 0.02% 之間。热送軋鋼的含磷量較高，約在 0.04 至 0.08% 之間。酸性炉鋼的含磷量一般比碱性炉鋼稍高。平炉冶炼的热送軋鋼的含磷量按照用途及成品鍍錫薄板的厚度不同而有所不同。因此极薄鍍錫薄板^①的含磷量可在 0.10% 以上；而具有深冲能力的薄板比普通质量的薄板含磷量要低。含硫量在 0.02 至 0.08% 之間变化，平均約为 0.045%。酸性炉鋼的含硫量常比碱性炉鋼的要稍高一些。在热送軋鋼中的含硫量也比在冷軋鋼中要高一些。含錳量一般約为 0.35%。含硅量按鋼錠是鎮靜鋼或沸騰鋼而不同，由最高量約 0.08% 低到沸騰鋼中的极微小的含量。鎳、錫、鉻、及銅可能有少量存在，通常是由平炉使用的废鋼中引入的。由于这些元素是在外加废鋼时引入的，因此它的含量是不定的，而 0.05% 鎳、

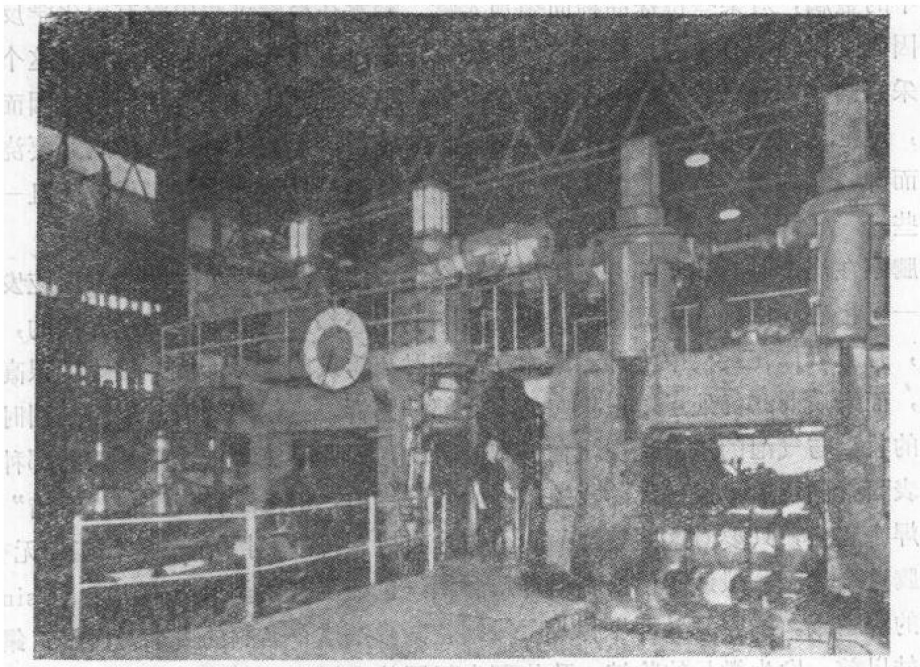


图 5a 鍍錫薄板的板坯軋机。粗軋及精軋机座

① 极薄鍍錫薄板(tagger plate)系指厚度在0.2毫米以下的即每基准箱不超过 55 磅的鍍錫薄板。基准箱 (Basis box) 是鍍錫薄板的計量单位，相当于 112 张 20 吋×14 吋鍍錫薄板的面积，即 31360 吋²。——譯、校者注

0.01%錫、0.02%鉻及0.1%銅可以看作是它的近似的平均含量。由于在战时使用的废鋼数量較多，这些元素的含量也有所增加，例如有时鎳及銅的含量可达0.2%以上。

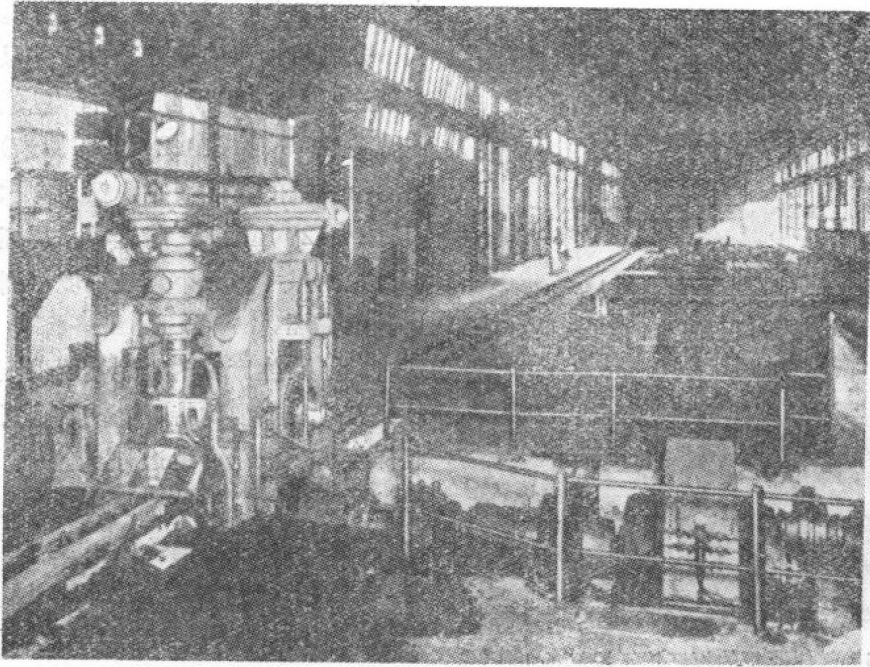


图 5b 鍍錫薄板的板坯軋机。三輥式精整軋机座及堆料场

鋼錠的初軋

热送軋用的鋼錠重量一般在15至30英担^①（762公斤至1525公斤）之間；用于軋制帶鋼的要大得多，甚至可达到7吨。在均热炉中再加热之后，鋼錠軋制成热送軋制用的鍍錫薄板的板坯（图5a^②及b）或軋制成热轧帶鋼軋机用的扁鋼坯。

軋机可以是二輥可逆式或三輥式。为了軋制鍍錫薄板的板坯，有时把鋼錠先在可逆式开坯机上粗軋，然后再用連續式軋机軋制。一般采用二步軋制，这时，鋼錠先粗軋成6吋×10吋（152.4×254毫米）断面的大鋼坯，最后在精軋机座上軋成約0.5吋（17.7毫米）厚、8至12吋（203.2至304.8毫米）寬的长条（图6）。然后，为了使运输到鍍錫薄板工厂比較方便，将这种长条切成約15呎（4.58米）的較短尺寸。此时用自动称重方法来检查每呎的重量。鍍錫薄板的板坯規格常用每呎的磅重来表示，常用的規格是每呎6~25磅（每米8.93~37.2公斤），这是按照成品的鍍錫薄板的尺寸及热送軋制的操作方法來决定的。一个近代化的板坯軋机示于图5a及5b中。这种軋机实际上是一种万能軋机，因为它装有改善板坯成品质量的立輥。粗軋与精軋机座都是二輥式的〔粗軋軋輥直径32吋×83吋（81.28×210.82厘米），精軋軋輥直径30吋×71吋（76.2×180.34厘米）〕，精軋机座

① “英担”（Hundredweight, cwt）是重量单位，相当于一吨的二十分之一；在英国等于112磅，在美国等于100磅。——譯者注

② 本书中譯本刪节了原书第一章《鍍錫薄板生产的历史》和第二章有关鋼的冶炼的两节，中譯本的图从本章的图5a开始仍保持了原文本的順序。——編者注

是三輥式的〔直径 24 吋 (60.96 厘米), 14 吋 (35.56 厘米), 24 吋 (60.96 厘米) $\times$ 32 吋 (81.28 厘米)〕。后者还装有特殊的除鳞机, 它与压力达到 1,000 磅/吋² (~ 70 公斤/厘米²) 的高压水一起共同去除铁鳞。

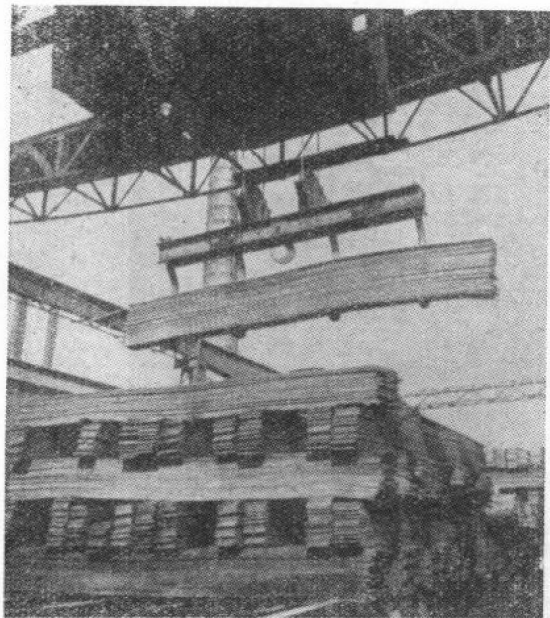


图 6 镀锡薄板的板坯堆于堆料场上

热轧带钢用的钢锭, 由于其尺寸较大, 必须在重型轧机上轧成扁坯。轧成的扁坯厚度常为 4~5 吋 (10.2~12.7 厘米), 宽度则按照冷轧机的宽度而定, 经常是 30~50 吋 (76.2~127 厘米)。将这种长扁坯切头和切成较短的尺寸。一个钢锭可以得到 8 根或者更多的扁坯。

为了使生产出的轧制镀锡薄板钢基用的坯料具有所需要的特性, 前面几道粗轧或预轧操作必须很小心地进行。必须仔细控制均热炉的操作, 以便获得加热均匀的钢锭及所需要的铁鳞性质。清除铁鳞在轧机上是用喷射高压水来达到的。最后几道轧制时的轧辊情况必须能能保证生产出尽可能好的坯料表面。在坯轧机上应当有最后一道轻轧的精整操作 (图 5 b), 这样, 可以获得光洁而致密的坯料表面并且可以改善板坯的断面尺寸。这种热轧中的精整操作, 特别是钢的冶炼技术的不断进步, 对于镀锡薄板生产者极为重要的。因为镀锡薄板生产的顺利进行以及镀锡薄板的性质在很大程度上取决于供应的板坯具有正确的成分及组织、良好的表面情况以及均一的重量与尺寸。

本章参考文献

〔1〕 “Statistics of the Iron and Steel Industries”, British Iron and Steel Federation (London, 1937).

补充参考文献

“The Making, Shaping and Treating of Steel”, J. M. Camp and C. B. Francis (Carnegie-Illinois Steel Corporation, United States Steel Corporation Subsidiary, Pittsburgh, Pa. and Chicago, Ill. Fifth Ed. 1940).

“Metallurgy of Iron and Steel”, B. Stoughton (McGraw Hill Book Co., New York).

“Sheet Steel and Tinplate”, R. W. Shannon (Chemical Catalog Co., N. Y., 1930).

“Tin Plate and Tin Cans in the United States” (*Internat. Tin Res. and Dev. Council*, Bulletin № 4, October, 1936).

“The Metallurgy of Steel”, F. W. Harbord and J. W. Hall (Griffin, London).

“The Manufacture of Steel Sheets”, E. S. Lawrence (Penton Publishing Co., Ohio, 1930).

第三章 热 送 軋

按照热轧的方法不同，即热送軋制还是連續帶鋼軋制的方法，可以生产出不同的热轧产品。热送軋制的产品是接近于成品尺寸而只需要进一步表面冷光軋就可以得到規定尺寸的薄板。連續帶鋼軋制的产品可能是平均厚度为 $1/10$ 至 $1/16$ 吋（2.54 至 1.59 毫米）的帶鋼；对它还需要进行較大的冷轧才能达到所需要的成品尺寸。虽然在特殊情况下，可以在帶鋼热轧机上直接軋到 28 号的薄板；但是直接用热轧法生产的鍍錫薄板鋼基經常是用热送軋法来得到的。

軋 制 程 序

在热送軋制过程中，包括五个主要操作步驟。

板坯切断 包括将长条的鍍錫薄板板坯切成較短的长度，其长度等于成品鍍錫薄板的寬度或其倍数。

加热 包括将鍍錫薄板的板坯或迭板加热到热轧所需要的适宜溫度。

軋制 按几个阶段进行。在每个阶段之前要进行再加热。

折迭 这是在鍍錫薄板或薄板軋制中将单张或成迭薄板折迭起来的操作并且用夹平机将其压紧。

剪切 在热送軋制过程中，于两个主要地方采用剪切，这两个地方是：1. 为了整修迭板的“废鋼端”（“scrap” end），切除迭板的一端；2. 将已軋成的八张迭板切到規定的尺寸。

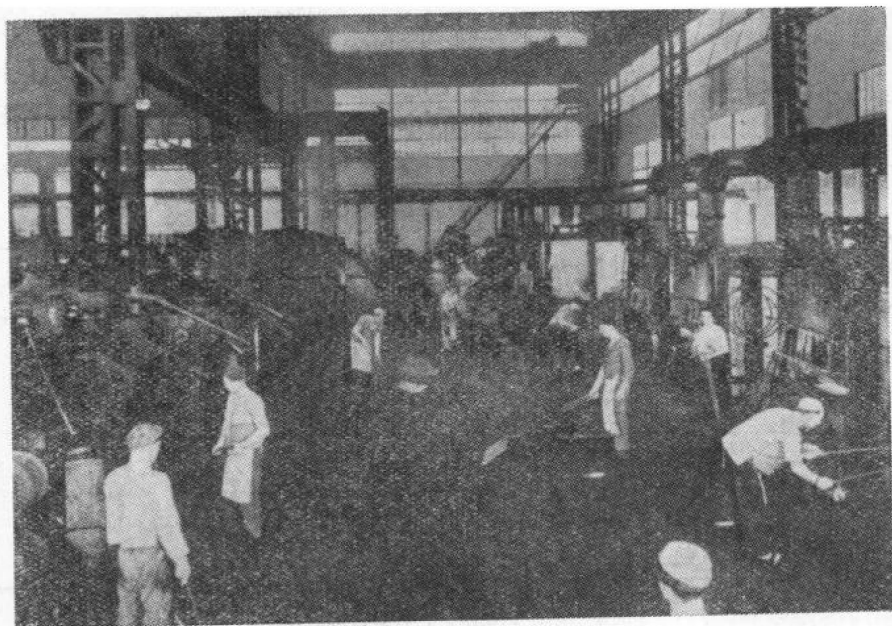


图 7 鍍錫薄板的热送軋制車間的概貌

在鍍錫薄板工厂中，材料通过热轧机的工艺路线有很多种，其中三种有代表性的例子列于表4中^①。不同的工艺路线，都有它自己的优点。因为在工艺路线中，加热、轧制、双合、折迭及剪切等操作的排列次序不同，结果厚度的均匀性、迭轧板中各张板间的厚度差、操作的方便与否、速度以及成本等各方面也就不同。大概可以这样肯定，迭轧成品的

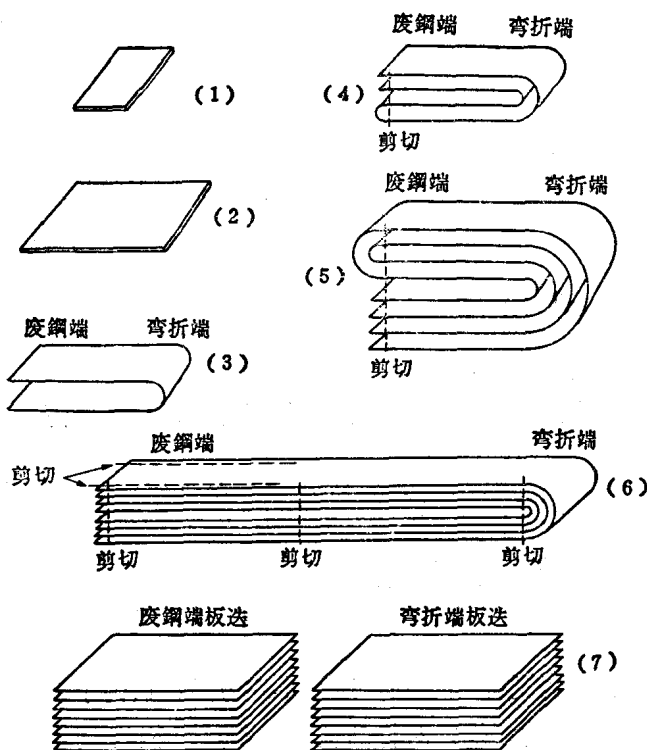


图8 热迭轧制生产中的操作步骤（五部生产制）

将板坯（1）横向轧成“单张板”（2）；将“单张板”加热，轧制后折迭成（3）；再将“双迭板”加热、轧制、折迭，然后剪切成（4）；将“四迭板”再加热、轧制、折迭后，剪切成（5）；将“八迭板”再加热后轧到成品厚度（6）。（7）轧成的“八迭板”经剪切后掀开，得到十六张准备粗酸洗的经过剪切与掀开的薄板

性能以及生产是否顺利，一方面取决于所采用的工艺路线，另一方面也同样取决于设备的质量、轧钢工人的技术以及工人在工作中是否小心。图7是一个鍍錫薄板的热迭轧制车间的概貌。

图8示出五部生产制的操作程序示意图。当单张钢板经过充分的压缩以后，进行折迭、重新加热，然后再进行轧制。这样的操作一直重复进行到八张迭板具有所需要的厚度时为止。迭轧过程中的薄板是否已达到所需要的厚度，可以在轧制中用尺测量它的长度来决定。在采用双合操作时，两块板坯先分开轧制，然后再合成一起轧制。当轧制成品的厚度较大，而且必须用单块板坯轧制时，就需要采用双合方法轧制。有时为了要得到更薄的鍍錫薄板，可以将八张迭板再进行折迭，轧成十六张迭板。在康特一戴维操作法中，使用了较宽的板

表4 鍍錫薄板热迭轧制中的操作程序

五部生产制		三部生产制 (双合法)		四部生产制		五部生产制		三部生产制 (双合法)		四部生产制	
加	热	加	热	加	热	折	迭	四张迭轧		折	迭
除	铁	除	铁	除	铁	剪	切	折迭迭		剪	切
单片轧	制	两张合	轧	两张合	轧	加	热	剪切热		加	热
加	热	加	热	加	热	四张迭	轧	加	热	四张迭	轧
单张轧	制	双	合	单张轧	制	折	迭	八张迭	轧	四张迭板	双合
折	迭	轧	制	折	迭	剪	切			八张迭	轧
加	热	折	迭	加	热	加	热				
二张迭	轧	加	热	两张迭	轧	八张迭	轧				

^① 本书中译本删节了原书第一章《鍍錫薄板生产的历史》和第二章有关钢的冶炼的两节，中译本的表从本章的表3开始仍保持原文本的顺序。——编者注

坯，因此可以将轧成的迭板切成三部分，这样生产出来的就不是像在普通五部生产制中只生产十六张薄板，而是生产二十四张薄板。

轧制工艺与设备

把运进来的镀锡薄板的坯料切成长度比成品的镀锡薄板宽度稍大一些，也就是留出余量，这个余量一般是 $\frac{1}{4}$ 吋至 $\frac{3}{8}$ 吋 (6.35 毫米至 9.525 毫米)；即把它切成适合于横向轧制。这样，在热迭轧机上轧制的方向就与开坯轧机上轧制的方向互成直角。在某些情况下，特别在美国，有时用经过粗轧的热轧带钢代替镀锡薄板的板坯作为热迭轧制的原材料。换句话说，就是材料的第一次轧制或开坯是在连续热轧机上进行的 (参阅第 17 页)；此后，中间产品转到迭板轧机上轧到成品的厚度。

加 热

对于剪切后的坯料的第一步操作就是加热。我们现在把这种坯料又称作多倍厚板 (multiples) 或厚板 (thick iron)。加热经常在用煤气或燃油加热的炉中进行。虽然看来这好像是十分简单的操作；但是，在某些情况下，它比热轧过程中其它任何一项操作对成品性能的影响都要大。

过去几年中，对热轧的加热炉设计有过相当的注意，特别在“推钢”式或传送带式的连续板坯加热炉，以及“步进式” (walking beam) 及辊式炉床的连续迭板加热炉等方面已经作出改进。

旧式的炉子都是小型的用煤加热的反射炉。后面有炉篦，前面有工作门，还有通向前面的上烟道或下烟道。最近在某一型式的炉子中对烟道的排列作了一些改进，它设有四个可以分别控制的烟道，以及避免火口附近过烧的一个补助拱顶。火焰在炉膛中的分布可

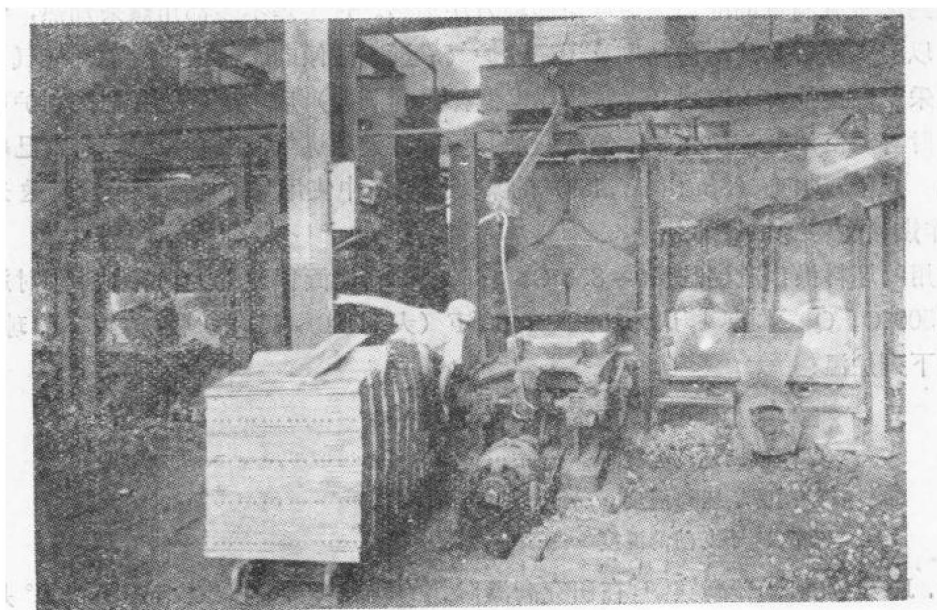


图 9 将板坯装到加热炉内

以用节气閘門来調节。在这种非連續式炉子中，板坯是在炉膛中放成矮堆，当操作者认为可以軋制时就將它們送到軋机上去。这样的加热方法当然是有缺点的。它的主要缺点是板坯的过烧及氧化，这是由于板坯有較多的表面积与炉中气氛相接触以及为了使操作連續而加热偶然过强的結果。加热不均匀也是其缺点之一。其它如沒有加热溫度及時間的控制也会发生一些困难。

連續式加热炉的发展克服了上述的很多困难，并且提高了加热的經濟效果。按照Q. 本特^[1]的估計，在使用連續式加热炉后，加热一吨鋼材要節約800000英热单位(B. T. U.)

(相当于 201,600 仟卡)的热量。某些型式的炉子具有帶槽的生鉄炉床，在其上的板坯是靠設在炉外的推鋼机来推动的。这样的优点是加热均匀而且板坯可以均匀而連續地向前传送。然而，板坯的全部面积仍然与火焰接触，而且如炉温过高，也会引起生鉄炉床的损坏。

在另一种式样的炉子中，板坯在水平堆放状态下装入炉內，这样只有边缘部分与火焰相接触，所以可以减少表面的氧化(图9)。推鋼机將板坯从自动炉門沿着炉床上的耐热滑軌推入炉內。炉床稍有一些傾斜，以使板坯向后靠住推鋼机。滑軌則須排列得能使火焰完全从板坯的周围通过。这种式样的炉子具有工作連續而均匀的优点。当然，总有一定重量的板坯要經常留在炉內；在某种情况下，这也可以算是个小缺点。在具有耐热鍊条或机械化炉床的連續式板坯加热炉內，板坯是平臥通过炉內的。对这种炉內的气氛控制，比起坯料堆放只露出边缘，能够减少氧化的加热法常常需要作更多的工作。

連續式迭板加热炉(图10 a 及 10 b)可以作为一般的热迭軋制設備的一部分，也可以作为連續热轧帶剪切后的加热炉。这样的炉子，长度在50呎(15.25米)以上，可以在軋机端設置按鈕式出炉装置。迭板用重力輥道传送到机座。这种炉子与退火及正火用的耐热輥式炉床及其它机械化炉床的炉子設計是相似的。

鍍錫薄板軋制車間的加热炉可用各种方法加热。过去差不多都用煤来加热，常用还原火焰，以便得到所需的均匀加热及还原性炉气。近来則傾向于使用燃料油、煤气及粉煤来加热。采用溫度的自动控制(經常用热电偶操纵的閘門)后，有可能完全控制炉中气氛。人們有时喜欢使用发生炉煤气，但是輕油、重油、天然气及混合煤气等也都已經使用得很成功。在南威尔士(South Wales)的某大型工厂中使用附近炼油厂用管道送来的副产油-气作燃料也得到很好的效果。

常用的坯料操作溫度是700~850°C；有时因坯料表面积过大，到軋制終了时迭板溫度会降到500°C。Q. 本特^[1]认为1350~1400°F(大約730~760°C)較好，G. J. 琼斯^[2]认为可用下列炉溫：

在反射炉的火桥基底处	810°C；
炉門口板坯的溫度	770°C；
炉門旁板坯的溫度	800°C；
在入口导板前的溫度	620°C。

W. J. 貝盖特和F. 高宾^[3]在研究高溫时鋼的韌性資料后断定：770°~800°是在每道軋制中可以获得最高伸长率的最适宜溫度。軋制中用光学高溫計观测結果是780及800°C。

每次板坯的装炉量（一炉）根据炉子式样不同而有所不同。在固定式的炉中一次可以加热 20 至 50 个板坯。

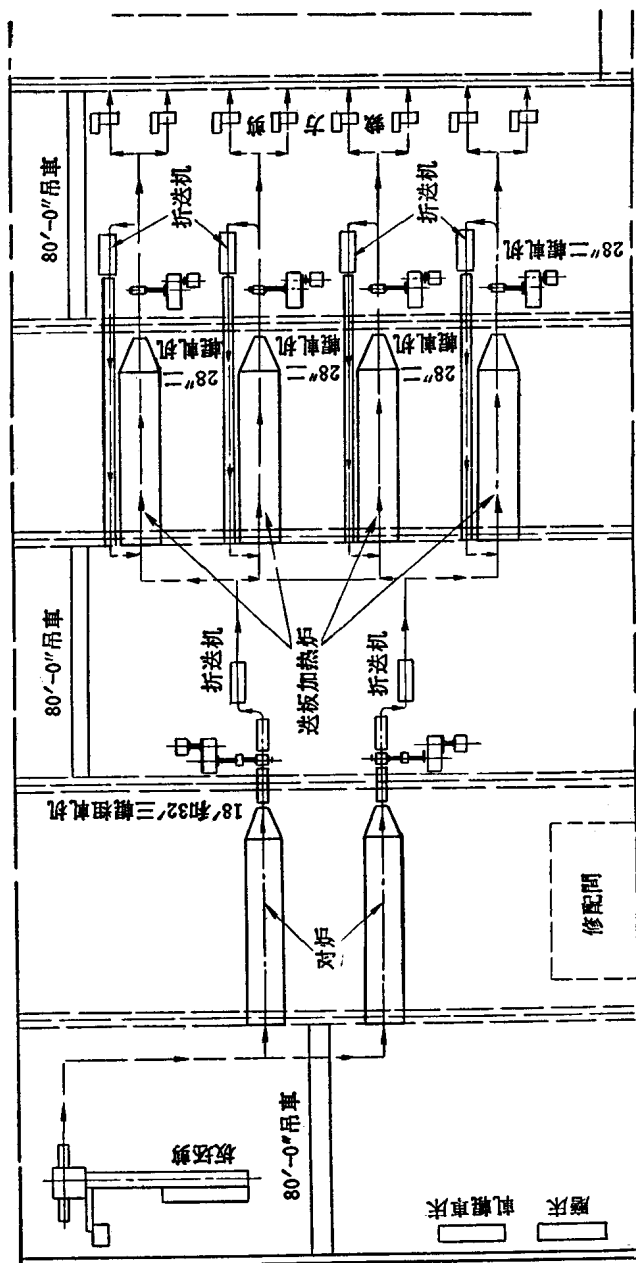


图 10 a 連續式双板加热炉及迭板加热炉的平面布置图

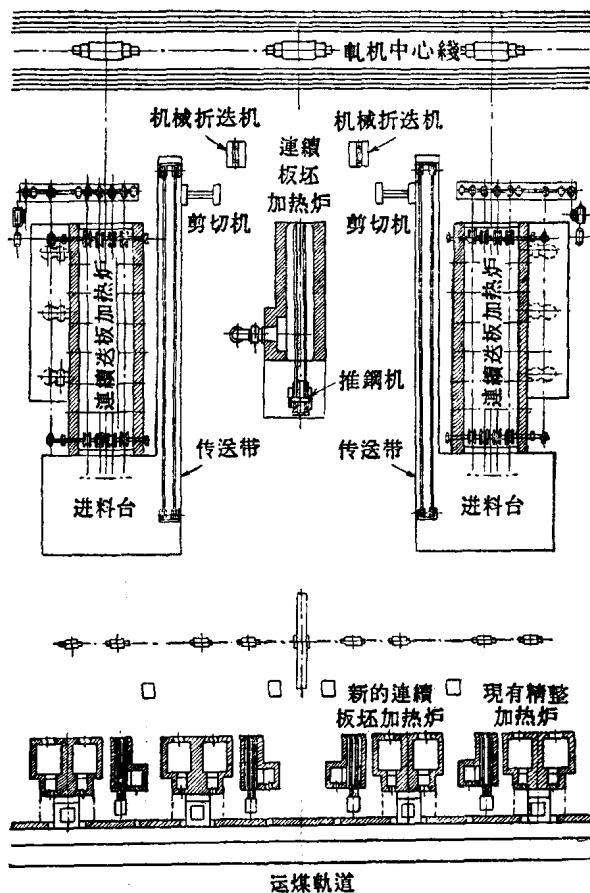


图 10b 某南威尔士镀锡薄板厂安装連續加热炉后更新的设备布置图 (1931年)

除 铁 鳞

鍍錫薄板板坯加热后要进行除鉄鳞的操作。这个操作就是用机械或人工的方法将板坯浸入水槽中。除鉄鳞机有好几种，例如托馬斯—戴維斯式、格列費斯式及戴尼逊式。这种机器常常具有翻轉板坯和刷洗两面的机构。这种操作可以从板坯表面除去鉄鳞并且具有使板坯温度均匀的作用。除去鉄鳞的鋼板立即进入热轧机中，并按照表 4 所示的程序进行以后的操作。

轧 制

按照所采用的工艺路线，热轧車間的设备包括数台用蒸汽或电动机传动的二輥式机座。軋輥是用冷硬鑄鉄作的，其冷硬深度約为 $\frac{5}{8}$ 至 1 吋 (16 至 25.4 毫米)。机架是鑄鋼的，装有一个或两个压下螺絲。由于上軋輥是活动的，它可以在压下螺絲的調量之內向上移动。具有双压下螺絲的軋机可以調节得更精密些，而单压下螺絲的軋机則較易

操作。三輥式軋机在粗軋中用得較多，但是在鍍錫薄板軋机中不如在迭板軋机中用得普遍。軋机大都不是可逆的，回送工 (catcher) 将軋制件从上軋輥上面送回原位，以便再軋下一道。据客士威^[4]称，軋輥圓周綫速度平均为 210 呎/分 (64 米/分) [按直径为 22 吋 (55.88 厘米) 的鍍錫薄板軋輥計算为 36 轉/分]。实际的軋制操作示于图 11 中。在此图中操作者正在将八张迭板軋制最后的厚度。

近来对热迭軋制操作的机械化方面曾作过很多研究，尤其是为了要与热带軋机作竞争。自动化加热炉对机械化程度的提高有相当大的作用。可以用传送设备把加热炉与自动除鉄鳞机联接起来并且可以继续与軋机旁的活动接料台及喂料台相接。連續迭板加热炉的炉內及炉外常均装有传送设备，它可将折迭后剪切的板送到装料的地方。折迭机位于軋机机座接料的一边，剪切机位于传送装置的前端。在双炉膛的机械化加热炉上可以装有操纵台。在板坯加热炉与粗軋机座之間的传送装置示于图 12。

除了操作过程机械化以外，在車間内部各机组之間的合理布局以及自动记录 and 自动控制代表的使用方面 (图 12 a 及 12 b) 也得到很大的进步。最好的布局一般必須要有足够的天車及运送燃料原料入厂及成品废料出厂的有軌車。它們必須合理地布置在需要利用它們