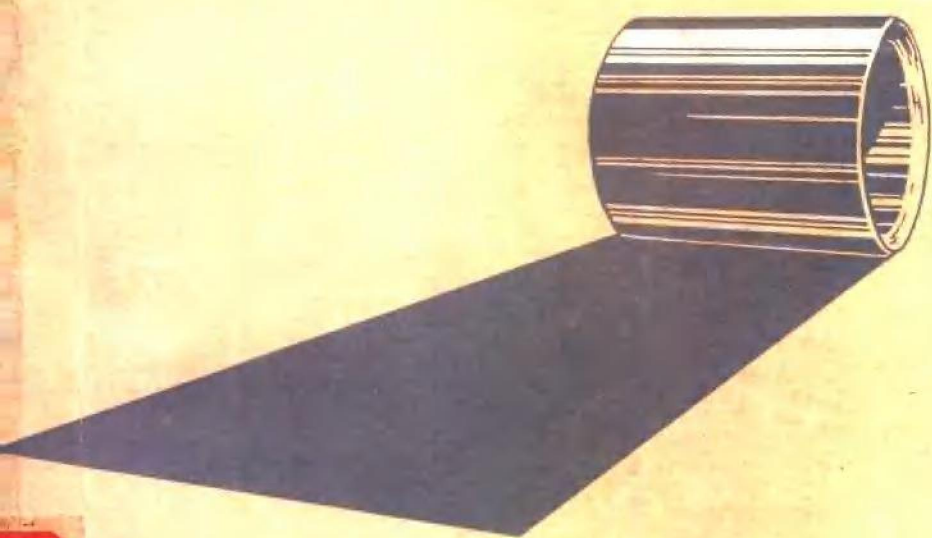


镀锡薄钢板



冶金工业出版社

镀锡薄钢板

日本东洋钢板公司 著

周其良 译

冶金工业出版社

镀 锡 薄 钢 板

日本东洋钢板公司 著

周 其 良 译

*

冶 金 工 业 出 版 社 出 版

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

冶 金 工 业 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

*

850 × 1168 1/32 印张 9 5/8 字数 255 千字

1977 年 3 月第一版 1977 年 3 月第一次印刷

印数 00,001~6,300 册

统一书号: 15062·3269 定价 (科三) 0.93元

译 序

本书原著是日本东洋钢板公司1970年出版的“ぶりきとティンフリー・スチール”(《镀锡板和无锡钢板》)。遵照毛主席关于“洋为中用”的教导,为我国镀锡薄钢板的生产和使用部门提供一些参考资料,现翻译了原著第一编《镀锡板》部分,省略了第二编《无锡钢板》部分。

书中叙述了镀锡板的生产方法、性能、检验方法、分类和用途等。第一、二章简略介绍镀锡板及其生产的发展历史。第三章以五机架冷连轧机和电镀锡作业线为中心叙述镀锡板的生产工艺、设备和操作。第四章以机械性能和耐蚀性为重点叙述镀锡板的性能及其影响因素,指出改善性能的途径和镀锡板的正确使用方法。第五、六章是对镀锡板的检验、包装、分类和用途的具体叙述。书末附有日本工业标准《镀锡板和镀锡原板》。

在原著中有关镀锡板生产历史的一章里,有不少宣扬资本主义的毒素和政治性错误,译者翻译时做了删节和改正。对原著其他编写方面的疏忽和排印错误,译者参考有关资料做了订正;个别章节顺序做了调整。

本书可供钢铁、罐头食品、印铁制罐、轻工包装等工业部门有关的工人、技术人员阅读。

一九七五年十二月

目 录

第一章 镀锡板概述	1
一、什么是镀锡板	1
二、镀锡板的特征	1
三、镀锡板的构造	2
四、镀锡板的生产顺序	3
第二章 镀锡板的生产	6
一、欧洲的镀锡板生产	6
二、美国的镀锡板生产	7
三、日本的镀锡板生产	10
四、镀锡板的需要和应用情况	14
第三章 镀锡板生产方法	19
第一节 原料	19
一、镀锡原板	19
二、锡	26
第二节 酸洗	29
一、酸洗工序的作用	29
二、氧化皮的性质	29
三、除去氧化皮的方法	30
四、酸洗设备和操作	31
第三节 冷轧	34
一、概要	34
二、冷轧设备（五机架连轧机）	37
三、冷轧润滑和轧辊冷却	40
四、冷轧操作	43
第四节 电解清洗	50
一、电解清洗工序的作用	50
二、电解清洗的机理	50
三、电解清洗的设备和操作	52
第五节 退火	54

一、退火工序的作用和退火机理	54
二、退火的方法	56
三、退火设备和操作	56
第六节 平整	67
一、概要	67
二、平整设备和操作	68
第七节 二次冷轧镀锡板	70
一、概要	70
二、生产方法	71
三、冷轧设备和操作	72
第八节 电镀锡	74
一、钢卷准备作业线	78
二、电镀锡作业线	79
第九节 热浸镀锡	91
一、间歇式酸洗（白酸洗）.....	91
二、电解酸洗	91
三、镀锡装置	92
四、湿式洗涤机	94
五、抛光机	95
第四章 镀锡板的性能	97
第一节 原板的性能	97
一、机械性能	97
二、成型性能.....	118
三、屈服现象和应变时效.....	121
四、方向性.....	130
五、耐蚀性.....	131
第二节 镀锡板的耐蚀性.....	133
一、镀锡板在空气中的腐蚀.....	133
二、镀锡板罐头内面的腐蚀.....	136
三、镀锡板的耐蚀性.....	145
第三节 镀锡板的表面性能.....	155
一、影响镀锡板表面性能的因素.....	155
二、涂饰性.....	167

三、锡焊性.....	185
第四节 使用时应注意的问题.....	188
一、不同用途时的使用注意事项.....	188
二、其他应注意的问题.....	190
三、使用中的缺陷实例.....	191
第五章 检验和包装.....	201
第一节 镀锡板的试验方法.....	201
一、试验目的.....	201
二、取样.....	201
三、机械性能试验方法.....	201
四、表面性能试验.....	210
第二节 检验.....	234
一、各生产工序中的检验项目.....	234
二、镀锡板的各项质量指标.....	236
三、表面缺陷.....	241
第三节 包装.....	261
一、对包装的具体要求.....	261
二、主要的包装样式.....	263
第六章 分类和用途.....	266
一、厚度和尺寸.....	266
二、镀锡量.....	269
三、表面精整.....	271
四、调质度.....	273
五、分类和用途.....	273
附录 日本工业标准JIS G 3303—1969 镀锡板和镀锡原板	278
参考文献.....	296

第一章 镀锡板概述

一、什么是镀锡板

镀锡板*是在薄钢板上镀锡而制成的产品。我们常见的果汁、蜜桔和其他许多食品罐头的铁罐，几乎都是用镀锡板制成的。

钢板本身如不加保护就会生锈，若接触食品，铁还会溶出而使食品变味，为了防止发生这些问题，在薄钢板上薄薄地镀一层锡，这样制成的就是镀锡板。

所以，罐头的美观金属光泽并不是钢的颜色而是金属锡的颜色。就是说，镀锡板是按下述想法制造出来的：由钢板提供为制作罐头等所需的加工性能和强度等机械性能，而由锡提供光泽度之类的优良表面性能。

可是，锡的价格比钢高 20~30 倍，而且性质柔软，强度很低，所以在生产镀锡板时，镀锡应尽可能薄，但还应使产品具有优良的表面性能，即良好的耐蚀性，光亮的外观，能够进行精美的印刷和涂饰等。

二、镀锡板的特征

镀锡板的主要特征可汇总为下列几点：

1. 镀锡板是薄钢板上镀锡而制成的；
2. 其表面的锡能够经久地保持非常美观的金属光泽；
3. 锡很不容易腐蚀，并且锡即使溶解而混入食品中，也几乎无害；
4. 锡是很柔软的金属，所以在对镀锡板进行加工制作罐头

* 镀锡板的全称是“镀锡薄钢板”。考虑到我国生产和使用单位的习惯，为方便起见，本书一律简称“镀锡板”。——译注

等之时，镀锡层不会裂开，也不会脱落；

5. 锡很容易镀到钢板上去，所以能够生产出廉价的制作罐头等用的镀锡板；

6. 镀锡板很容易进行锡焊，所以，用镀锡板制作罐头及其他器物就很容易；

7. 镀锡板上很容易进行涂饰和印刷；

8. 镀锡板的本体是由钢板制成的，所以很坚固，在罐头的运输中，或轻率粗鲁地搬动时，或者堆成高垛贮存时，都不会破损，十分安全。

三、镀锡板的构造

镀锡板虽然只是在钢板上镀一层锡制成的，但为了向罐头工业和其他用户提供尽可能优质廉价的镀锡板，也已经积累了大量的研究成果。为了说明镀锡板的构造，现将其断面示意图示于图 1。

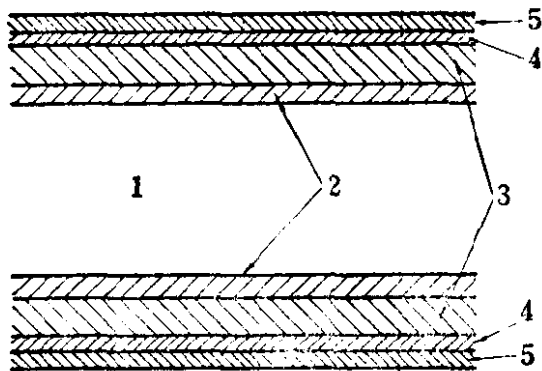


图 1 镀锡板断面图

1—钢基板；2—合金层；3—锡层；4—氧化膜；5—油膜

镀锡板断面各层的厚度非常薄，如表 1 所示。在钢基板和镀锡层之间，有一层很薄的由铁和锡化合而成的合金层。在锡层表面上还有极薄的氧化膜和油膜，这些表面层都对镀锡板的性能有影响。

为了对上述各层的厚度有一感性认识，表 1 中还列出了将镀锡板尺寸放大 400 万倍后各层厚度的比较数字。这时的一张镀锡

板（每边不到 1 米的正方形）就变成了差不多能将日本全部国土都覆盖起来的大小，板的厚度约 1 公里，镀锡层的厚度大约只有 5 米。至于锡层上的氧化膜和油膜非常薄，只分别相当于 1 厘米和 2 厘米。然而这些很薄的膜却都是决定镀锡板的耐蚀性和其他表面性能的因素，无论在生产方面和研究工作方面，都需要有高度的技术。

表 1 镀锡板上各表面层的厚度

	微吋(10^{-6} 吋)	Å (10^{-8} 厘米)	放大约 400 万倍后的比较 (0.1 微吋 = 1 厘米)
油 膜	0.2	5.0×10	2 厘米
氧 化 膜	0.1	2.5×10	1 厘米
锡 层	50	1.3×10^4	5 米
合 金 层	5	1.3×10^3	50 厘米
钢 基 板	10000(0.01吋)	2.5×10^6	1 公里
镀 锡 板 (每边长约30吋)	(30吋)	7.5×10^9	3000公里

构成镀锡板主体的钢基板，大约只有0.2毫米厚，也是非常薄的，而为了把它制成没有凹凸、形状平整、而且强度及表面等各种性能都非常好的薄板，要求有先进的生产技术。本书将逐章就这些问题进行详细说明。下面先对镀锡板的生产方法作一简略的叙述。

四、镀锡板的生产顺序

图 2 是目前一般采用的镀锡板生产工艺示意图。

原料 把低碳钢轧成板坯，然后通过热连轧机轧成厚度约 2 毫米，宽度约 900 毫米以内，长度达几百米的带钢，卷成卷状备用。

连续酸洗 由于原料是热轧成的带钢，因此其表面覆有一层氧化铁。用硫酸、盐酸等对热轧带钢进行酸洗，使之露出清净的钢表面。

冷轧 将原料钢卷高速度地一边开卷一边相继通过 5~6 座

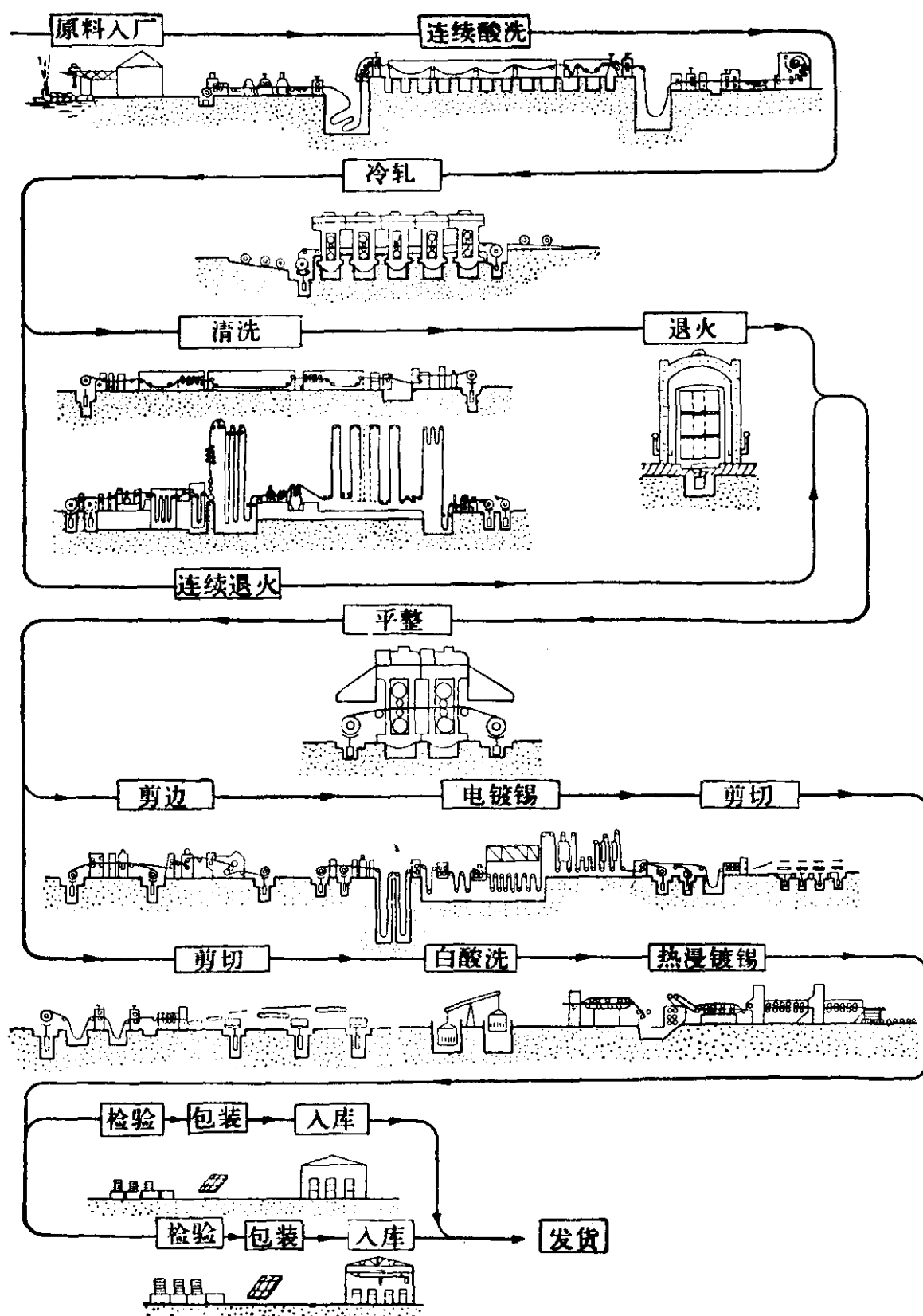


图 2 镀锡板的生产工艺

轧机进行冷轧，每座轧机各将带钢厚度减薄30~50%，在最后卷取时成为0.2毫米左右（即镀锡板的厚度）的带钢。

电解清洗 是下一步退火工艺的准备工序，在碱性溶液中对带钢进行电解清洗，把冷轧时沾附在表面上的油洗掉，使之露出清淨的钢表面。

退火 薄钢板在冷轧时受到深度的冷加工，变得很硬，一般用作镀锡板太硬了，必须进行退火使之变软而易于加工。为此，要把冷轧带钢加热到600°C以上的温度。退火的方法有两种，一种是把成卷的带钢攥起来进行退火的箱式退火法，一种是一边开卷一边连续地进行退火的连续式退火法。

平整 在前面的冷轧工序中是以轧薄为目的的，要向带钢上喷油；在平整时带钢的厚度减薄得很少而且不喷油，其目的是赋予镀锡板以适当的硬度和机械性能，此外，还能改善带钢表面形状，并使之具有适当的光洁度。

剪边 按照镀锡板宽度的要求将带钢边缘切齐。

电镀锡 带钢高速度地连续通过电镀槽，使电镀液中的锡离子因电化学反应而还原成金属锡镀于带钢上。在这个工序中，还包括在电镀前用酸和碱清洗带钢表面用的前处理槽，在镀锡后将带钢加热使表面的锡熔融产生金属光泽的软熔装置，改善表面性能用的钝化处理槽，以及在表面上涂油的装置等，带钢相继通过这些装置连续地进行处理。

剪切 将带钢剪切成规定的镀锡板长度，并堆积成垛。

热浸镀锡 是将钢板浸入熔融的锡内进行镀锡的方法。把已经切成镀锡板尺寸的钢板一张一张连续地浸入保持于约300°C以上的熔融的锡液内，进行镀锡。在镀锡之前钢板先通过以氯化锌为主要成分的熔剂层，使钢板表面净化。钢板从熔融的锡中出来后，立即用浸没在棕榈油中的镀锡辊将板上多余的锡挤掉，然后再将粘附在板上的多余的油除去，制成镀锡板成品。

第二章 镀锡板的生产

一、欧洲的镀锡板生产

大家知道，锡是自古以来人们所熟悉的金属之一。用锡覆盖在铁的表面上来保护铁的想法是自古就有的，当初主要是用于保护铁制器物。最早用锡镀覆在薄铁板上制成镀锡板的具体时间不太清楚，但一般认为大约是在十三世纪后半期起到十六世纪中叶为止的时期内。

当时的镀锡板制造工艺是这样的：把木炭生铁用搅炼炉炼成熟铁，再用人工锻打法或用水力锻锤锻打成薄铁板，用作镀锡原板。在没有轧钢机的时代，用这种方式制成的铁板价格当然非常高。然后，为了使铁板表面净化，将铁板浸在弱酸中进行酸洗。所用的酸通常是裸麦粉加水发酵制得的，铁板在其中甚至需浸泡数日之久。后来改用硫酸、盐酸进行酸洗，所需时间就缩短了。酸洗后的铁板用砂或纤维擦拭，在镀锡之前一直贮存在水中。镀锡槽是内部装有熔融的锡液的铁槽，锡液上面覆有一层牛油。铁板放入镀锡槽内静置数十分钟至一小时半后，再浸入另一个装有特别纯净的熔融锡液的槽内，然后又移入油脂槽使镀锡层表面光滑，最后将铁板下端多余的锡除去，用麦麸或纤维抛光，制成镀锡板。现代改进了的热浸镀锡设备中，也还可以看到这种镀锡方法的痕迹。

1697年，在英国的威尔士用水力驱动的轧钢机对铁板进行热轧获得成功，但用热轧薄钢板制造镀锡原板的最早记录是1730年。用轧钢机生产镀锡板，质量好，成本低，所以产量很快增加而满足了国内的需要，并且使英国成为输出镀锡板最多的国家。从1770年起又开始使用由用焦炭的炼铁炉生产的生铁制成的熟铁。从木炭生铁制成的熟铁称为“炭炼熟铁(charcoal iron)”，

质量较优；从焦炭生铁制成的熟铁称为“焦炼熟铁(coke iron)”，因带有焦炭中的杂质，质量稍次。十九世纪初，英国的镀锡板制造厂有11个，到十九世纪末增至90个。在此期间，生产技术有许多发展，例如，随着炼钢方法的发展，平炉钢或转炉钢淘汰了熟铁，还有，在镀锡设备中安装了各种辊子，提高了生产效率，等等。

在此期间，由于镀锡板被用来制作罐头食品的容器，对镀锡板的需要量急剧增加。直到十八世纪末为止，食品的贮存一直是靠盐腌、熏制、醋渍等手段，都会使食品变味，贮存中也常会腐败变质。1797年法国发明了将食品装入玻璃瓶内密封后再进行煮沸消毒的方法。这个发明也立即传到了英国。1810年，在英国开始用镀锡板制成的容器贮存食品。这个发明还传到了美国，并被推广作为广大平原地区农畜产品的保存手段。当初的罐头，其罐身和罐盖都是用剪刀剪出，然后由工人一个一个地锡焊制成。不久，发明了制罐机，美国罐头用的镀锡板需要量进一步增加，但制罐用的镀锡板都是从英国大量输入的。

二、美国的镀锡板生产

在美国，为生产镀锡板而进行的尝试迟迟未获进展。1858年在匹兹堡就已经生产出最初的镀锡板，但由于外国产品的廉价销售，当初开工的几个工厂全都过不多久就被迫关闭了。1890年，为了扶植本国的镀锡板工业，美国规定提高进口镀锡板的进口税。结果，在1891年中，就有约20个工厂开工生产镀锡板，另外还有十多个工厂在兴建中。

1891年美国镀锡板的产量只有1198吨，1892年增为21060吨，1893年又增加到61803吨。这样，美国的镀锡板生产得到顺利的发展，后来进口税虽然降低了，到1912年产量仍继续增加到100万吨，超过了英国的产量。在此期间，镀锡板的生产技术和制罐技术有着日新月异的进步，而其中最重要的则是采用冷轧钢板作为原板和用电镀法生产电镀锡板。

表 2 美国电镀锡板生产比率的增长情况

年 份	镀锡板总产量 (长吨)	电镀锡板产量 (长吨)	电镀锡板所占比率 (%)
1941	2877207	0	0
1942	2254904	73595	3.3
1943	1801070	294485	16.4
1944	2170880	577903	26.6
1945	2321667	779884	33.6
1946	2346270	800288	34.1
1947	3271199	1582221	48.4
1948	3416354	1746910	51.1
1949	3321890	1839807	55.4
1950	4088639	2426806	59.4
1951	3965223	2566831	64.7
1952	3618235	2452166	67.8
1953	4269543	3033723	70.9
1954	4305140	3138267	72.6
1955	4574193	3624864	79.4
1956	4860032	3961222	81.5
1957	4860558	4279624	88.0
1958	4567839	4176813	91.3
1959	4061620	3738452	91.6
1960	5249084	4885198	93.0
1961	5009118	4762239	95.0
1962	4790005	4611886	96.4
1963	4352704	4200263	96.6
1964	4841155	4699202	97.0
1965	5536659	5422880	98.0
1966	4780209	4735086	99.0
1967	5349400	5314899	99.4
1968	5548830	—	—
1969	4752400	—	—

用冷轧法生产薄钢板的方法，早在1926年就已实际应用了，这种方法是：将几台轧钢机排成一排，依次对加热的钢坯进行热轧制成热轧带钢，再以带钢的形式进行冷轧制成薄钢板。众所周

知，用这样的方法制造的镀锡板，在加工性能和耐蚀性等各方面都比原来用热轧薄板制造的镀锡板优良。

可是，改用冷轧方法生产镀锡板是逐渐进展的。1936年美国镀锡板生产能力中只有24%是用冷轧方法的，1939年增加到75%，到1943年，镀锡板全部用冷轧法进行生产。其后，镀锡板的需要量随着生活水平的提高和饮食生活对罐头的依赖程度的增长而逐年增加。美国镀锡板生产的增长情况示于表2，1968年的产量达到近555万吨。

从镀锡板的镀锡量看，当初1824年时是98克/米²（8.75磅/基本箱*），到1927年减少到30.2克/米²（2.71磅/基本箱），后来又由于采用了冷轧方法和选用了适用于镀锡板的高耐蚀性钢种，在1930年，镀锡板的标准镀锡量进一步减少到16.8克/米²（1.5磅/基本箱），而其耐蚀性基本上没有降低。

冷轧方法还为进一步采用连续电镀锡法和连续退火法创造了条件。1937年首次生产出镀锡量为5.59克/米²（0.5磅/基本箱）的电镀锡板。第二次世界大战后，电镀锡板的生产量和需要量迅速增长，现在镀锡板的平均镀锡量仅为1935~1939年的1/2左右，1966年电镀锡板产量达到镀锡板总产量的99%，到1968年，热浸镀锡板一项就从美国的统计中取消了（见表2）。

自从1942年开始用连续退火法代替原来的箱式退火法生产镀锡板以来，由于产品强度较高，而且在加工性能上还有某些特长，已经逐渐为制罐业界所认识，其产量有稳步的增长。1960年，为了同铝罐头竞争，又开始生产用二次冷轧法制造的镀锡板，主要用于汽水罐头和啤酒罐头等耐压罐头。在这类罐头领域中，现在已几乎全都为由二次冷轧的原板制造的镀锡板或无锡钢板**所取代了。

* “磅/基本箱”是欧美各国习用的表示镀锡板的厚度和镀锡量的单位，详见第六章。——译注

** 无锡钢板（Tin Free Steel）是一种表面经过化学处理的钢板，可用作镀锡板的代用品以节省昂贵的锡。目前一般公认指经过电解铬酸处理，表面覆有一层含铬的表面膜（这种膜由下层金属铬和上层铬的水合氧化物组成），具有一定耐蚀性的钢板。——译注

三、日本的镀锡板生产

日本镀锡板的生产，最初是在1921年，计划在当时的川崎造船公司生产国产镀锡板，但未达到实际应用阶段。后来，日本制铁公司（即以后的八幡制铁公司）在1922年试制成功，翌年起产品在市场上出售。这是日本镀锡板生产的起源。

1934年，东洋钢板公司开始生产镀锡板，后来1937年中山制钢公司、淀川制钢公司和扶桑钢业公司都开始生产，年产17万吨，达到了自给。第二次世界大战中产量降低，后来几乎完全停止生产。停战后，八幡制铁公司和东洋钢板公司很快恢复了镀锡板生产，并努力扩大产量和提高质量。1957年富士制铁公司，

表 3 日本各公司的镀锡板产量*（单位：吨）

	1965年	1966年	1967年	1968年	1969年
东洋钢板公司	207297	(176435) 227577	(213160) 255785	(257717) 299879	(334223) 376783
八幡制铁公司**	384079	(324689) 403023	(350985) 413019	(349994) 399879	(367585) 415567
富士制铁公司** (包括东海制铁公司)	162071	(187421) 222505	(228966) 248827	(229621) 254539	(243698) 268484
日本钢管公司	80135	(102153) 102153	(108902) 108902	(102348) 102348	(135564) 135564
川崎制铁公司	6780	5311	(3149) 9795	(34029) 36356	(78404) 78404
日本钢板公司	11819	8723	4527	—	—
尼崎制罐公司	6247	7863	8509	7910	8257
东京镀锡板公司	9751	8148	6921	7219	5855
东京电解公司	3222	2698	2660	—	—
高砂铁工公司	(1300)	(692)	—	—	—
合 计	(661444) 875704	(791390) 988693	(905162) 1058945	(973709) 1108129	(1159474) 1288915

* 括弧内为电镀锡板产量。

** 八幡和富士两公司已在1970年合并为新日本制铁公司。一译注