



钢铁厂技术培训参考丛书

# 带钢热镀锌

冶金工业出版社



## 内 容 提 要

本书是《钢铁厂技术培训参考丛书》之一。全书分两篇,共有十三章,第一篇为热镀锌,系统地介绍了热镀锌理论、作业线种类、生产设备、生产工艺、质量检验等。第二篇为涂层,系统地介绍了涂层板的种类及特点、涂层工艺、设备及质量检验等。为了便于读者学习和查阅,书中还附有教学指导书。

本书可供钢铁厂工人及干部阅读,也可供技工学校和中等专业学校师生参考。

钢铁厂技术培训参考丛书

带钢热镀锌

周 惠 娟 译

\*

冶金工业出版社出版发行

(北京灯市口74号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

\*

787×1092 1/16 印张 10 1/8 字数 239 千字

1984年2月第一版 1984年2月第一次印刷

印数00,001~2,500册

统一书号: 15062·4063 定价1.10元

## 出版说明

《钢铁厂技术培训参考丛书》(以下简称《丛书》)是为了适应我国钢铁企业开展职工技术培训工作的需要,由我社组织翻译的一套日本的技术培训教材,拟分册陆续出版,由我社内部发行,供钢铁企业开展技术培训时参考,也可以供具有初中以上文化程度的职工自学技术时参考。

这套《丛书》包括技术基础知识11本,专业概论8本,冶炼和轧钢专业知识46本(冶炼专业13本,轧钢专业33本),共计65本(具体书名见书末的《钢铁厂技术培训参考丛书》书目)。

这套《丛书》所介绍的工艺、设备和管理知识,取材都比较新,反映了日本钢铁工业的技术水平和管理水平。这套书在编写时,对理论方面的知识,作了深入浅出的表达;对设备方面的知识,配有大量的结构图,简明易懂;对工艺方面的知识,给出了较多的操作工艺参数,具体明确。这套《丛书》的编写特点可以概括为:新、广、浅,即所介绍的知识比较新,所涉及的知识面比较广,内容的深度比较浅。

为了便于教和学,书的每章都附有练习题,概括了该章的主要内容;每本书的后面都附教学指导书,既有技术内容的补充深化和技术名词的解释,又有练习题的答案。

根据我们了解,日本对这套书的使用方法是:技术基础知识部分和专业概论部分是所有参加培训学员的共同课程;冶炼和轧钢专业知识部分是供专业教学用的。由此可以看出,日本的职工技术培训,主要强调的是扩大知识面。强调现代钢铁厂的工人,应该具有广博的科技知识。这一点,对我们今后制订技工学校和职工技术培训的教学计划,是会有参考意义的。

我们认为这套《丛书》不仅适合钢铁企业技工学校和工人技术培训作教学或自学参考书,也可作中等专业学校编写教材的参考书,其中的技术基础知识部分和专业概论部分也可作各级企业管理干部的技术培训或自学参考书。

在翻译和编辑过程中,对原书中与技术无关的部分内容我们作了删节。另外,对于原书中某些在我国尚无通用术语相对应的技术名词,我们有的作为新词引进了;有的虽然译成了中文,但可能不尽妥当,希望读者在使用过程中进一步研讨。

参加这套《丛书》翻译、审校工作的有上海宝山钢铁厂、东北工学院、鞍山钢铁公司、北京钢铁学院、武汉钢铁公司、冶金部情报研究总所等单位的有关同志。现借这套《丛书》出版的机会,向上述单位和参加工作的同志表示感谢。

整套《丛书》的书目较多,篇幅较大,而翻译、出版时间又较仓促,书中错误和不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

一九八〇年二月

# 序 言

钢铁是廉价而又具有优良的物理性质和机械性能的金属。但是，由于它有易锈蚀的缺点，尽管在日常生活中应用得最多，但其中大多数需要进行某些表面处理。例如通过包覆锌、锡、铬、铝等异种金属和有机物质，使钢铁的外观漂亮而又防腐蚀。本书讲解了在钢铁表面处理中占主导地位的热镀锌制品和在其表面上涂敷各种涂料的涂层钢板的发展过程、生产设备、生产工艺、质量和检查方法等。同时，也想讲讲有关热镀锌及涂层的理论和实践。

过去，镀锌板主要用作建筑材料，如作屋顶、外墙皮、墙壁、围墙等。最近，由于改变了铁易锈蚀的习惯印象，开始采用冷轧钢板，包括采用有锌花的规则锌花钢板到微细锌花钢板，合金化处理（热镀锌层合金化处理）钢板，甚至彩色镀锌板，其种类繁多，应用也很广泛。

本书希望能在书中各章中介绍目前热镀锌及涂层的概要，找出问题的所在和今后的改进方向，以期对将来热镀锌的发展有所贡献。

# 目 录

## 第一篇 热 镀 锌

<b>第1章 概论</b> ..... 1	(1) 进料作业 .....27
1. 热镀锌钢板的历史..... 1	(2) 预处理作业 .....28
2. 热镀锌的目的..... 2	(3) 镀层作业 .....29
3. 热镀锌钢板的连续生产工序..... 2	(4) 矫形作业 .....29
4. 热镀锌钢板的制品分类和用途..... 3	(5) 最后处理工序 .....30
(1) 外观及加工 ..... 3	(6) 出口作业 .....30
(2) 锌附着量 ..... 3	4. 自动控制.....31
(3) 化学成分和机械性能 ..... 3	(1) 定心控制 .....31
(4) 用途 ..... 4	(2) 张力控制 .....33
练习题..... 5	(3) 速度控制 .....33
<b>第2章 生产设备</b> ..... 6	5. 捆包.....34
1. 发展过程..... 6	(1) 捆包重量 .....34
2. 镀锌线的种类和特征..... 8	(2) 捆包材料 .....34
(1) 分解氨热镀锌法 ..... 8	(3) 捆包式样 .....34
(2) 美国钢铁公司法 .....10	练习题.....35
(3) 惠林法 .....10	<b>第4章 热镀锌理论</b> .....36
(4) 赛拉斯法 .....10	1. 酸洗.....36
3. 作业线的基本规格及构成.....11	(1) 氧化铁皮的组成 .....36
(1) 产量和作业线速度 .....11	(2) 铁锈 .....37
(2) 作业线的构成 .....14	(3) 酸洗反应 .....37
(3) 作业线配置 .....14	(4) 酸洗条件 .....38
4. 单体设备.....15	2. 用保护气氛氧化还原.....38
(1) 进料设备 .....15	(1) 钢的氧化还原反应 .....38
(2) 预处理设备 .....16	(2) 无氧化预热炉的反应 .....39
(3) 退火炉 .....16	3. 溶剂.....40
(4) 核心设备 .....19	(1) 溶剂的性质 .....40
(5) 平整道次一带张力辊式矫直机 .....22	(2) 溶剂的反应 .....41
(6) 出口端设备 .....22	(3) 溶剂和浴中铝的反应 .....41
练习题.....24	4. 铁-锌系反应 .....42
<b>第3章 生产工艺</b> .....25	(1) 铁-锌系状态图.....42
1. 镀锌原板.....25	(2) 镀浴中的反应 .....43
(1) 原板种类 .....25	(3) 热镀锌层合金化处理 .....44
(2) 质量要求 .....25	(4) 锌对钢的侵蚀 .....44
2. 镀锌用原料、辅助材料.....26	5. 腐蚀与防腐蚀.....45
(1) 原料 .....26	(1) 腐蚀的电化学机理 .....45
(2) 辅助材料 .....27	(2) 电极电位 .....45
3. 镀层作业.....27	(3) 局部电池 .....46

(4) 腐蚀的类型 .....	47
(5) 防腐 .....	47
(6) 阳极镀层的镀锌 .....	48
练习题 .....	48
<b>第5章 质量和检查</b> .....	49
1. 标准 .....	49
(1) 日本工业标准 .....	49
(2) 美国标准 .....	51
(3) 各企业的标准 .....	52
2. 主要质量特性和检验方法 .....	53
(1) 表面特性 .....	53
(2) 锌附着量 .....	53
(3) 耐腐蚀性 .....	54
(4) 加工性能 .....	55

(5) 尺寸、形状 .....	56
3. 主要缺陷和产生的原因 .....	57
(1) 表面缺陷 .....	57
(2) 镀层粘附不佳 .....	58
(3) 加工不合 .....	58
练习题 .....	58

<b>第6章 热镀锌的发展动向</b> .....	61
1. 锌的资源问题 .....	61
(1) 镀锌铝钢板 .....	61
(2) 单面镀层 .....	61
(3) 均衡的质量 .....	61
2. 与有机物等材料的竞争和融合 .....	61
3. 开辟新销路, 研究新技术 .....	61

## 第二篇 涂 层

<b>第7章 概论</b> .....	63
1. 涂层钢板的历史 .....	63
2. 涂层目的 .....	65
(1) 节省劳力 .....	65
(2) 降低成本 .....	65
(3) 提高质量 .....	65
(4) 对公害的处理措施 .....	65
3. 涂层钢板的制造工序 .....	65
(1) 入口侧区段 (进料段) .....	66
(2) 预处理区段 .....	66
(3) 涂层烘烤段 .....	67
(4) 出口侧区段 (引出段) .....	68
4. 涂层钢板的制品种类和用途 .....	68
(1) 按原板分类 .....	68
(2) 按涂膜性能分类 .....	68
(3) 按艺术性分类 .....	68
(4) 按用途分类 .....	68
练习题 .....	69
<b>第8章 生产设备</b> .....	70
1. 生产线的种类和特点 .....	70
(1) 切板生产线 .....	70
(2) 切板、钢卷共用的生产线 .....	70
(3) 连续生产线 .....	70
2. 生产线的构成 .....	70
(1) 切板生产线 .....	70
(2) 连续作业线 .....	72
3. 单体设备 .....	73

(1) 入口侧区段的设备 .....	73
(2) 预处理设备 .....	76
(3) 涂层设备 .....	78
(4) 烘烤炉 .....	81
(5) 冷却器 .....	83
(6) 干燥器 .....	84
(7) 叠层装置 .....	84
(8) 花纹压印机 .....	85
(9) 出口侧设备 .....	85
练习题 .....	85

<b>第9章 生产工艺</b> .....	86
1. 涂层原板 .....	86
(1) 原板的种类 .....	86
(2) 对质量的要求 .....	86
2. 涂层用辅助原料 .....	86
3. 涂层操作 .....	87
(1) 入口侧操作 .....	87
(2) 预处理操作 .....	87
(3) 涂底层 .....	88
(4) 涂终饰层 .....	89
练习题 .....	90

<b>第10章 理论</b> .....	91
1. 耐腐蚀性和耐大气腐蚀性 .....	91
(1) 耐腐蚀性 .....	92
(2) 耐大气腐蚀性 .....	92
2. 涂料的种类和性能 .....	93
(1) 底涂料 .....	93

(2) 终饰层涂料 .....	93	(4) 涂料附着量的波动 .....	108
3. 预处理 .....	95	(5) 涂膜的粘附性能 .....	108
4. 涂层理论 .....	96	(6) 耐腐蚀性 .....	109
(1) 自然辊涂法 .....	97	(7) 耐大气腐蚀性 .....	109
(2) 反转辊涂法 .....	99	(8) 加工性能 .....	109
(3) 重力辊涂法 .....	100	(9) 尺寸、形状 .....	110
5. 烤花 .....	101	3. 主要缺陷及产生原因 .....	110
(1) 涂料及干燥形态 .....	101	(1) 表面缺陷 .....	110
(2) 涂料的干燥机理 .....	101	(2) 涂膜粘附不好 .....	111
(3) 烘烤干燥的要点 .....	102	练习题 .....	111
练习题 .....	104	<b>第12章 包装</b> .....	112
<b>第11章 质量与检查</b> .....	105	1. 包装重量 .....	112
1. 标准 .....	105	2. 包装材料 .....	112
(1) 日本工业标准 (JIS标准) .....	105	(1) 包装用纸 .....	112
(2) 各企业标准 .....	105	(2) 木材 .....	112
2. 主要质量特性及检查方法 .....	106	(3) 打包用窄带钢 .....	112
(1) 表面性状 .....	106	3. 捆包式样 .....	112
(2) 颜色 .....	106	<b>第13章 将来的动向</b> .....	114
(3) 光亮度 .....	107	1. 新的需要 .....	114
		2. 公害问题 .....	114

## 教学 指 导 书

### 第一篇 热 镀 锌

<b>第1章 概论</b> .....	115	2-3 生产构成比 .....	118
1. 学习目的 .....	115	2-4 自动调心 .....	118
2. 表面处理钢板的分类 .....	116	2-5 退火炉 .....	120
3. 用语解释及补充说明 .....	116	2-6 控制锌附着装置 .....	120
1-1 L.伽尔文内 .....	116	2-7 锌锅 .....	121
1-2 伏打系列, 伏打电池 .....	116	2-8 热镀锌层合金化处理炉 .....	122
1-3 阴极防腐 .....	116	2-9 焊接部分检测自动化 .....	122
1-4 表面外观及其改进 .....	117	3. 练习题解答 .....	123
1-5 锌附着量 .....	117	<b>第3章 制造方法</b> .....	124
4. 练习题解答 .....	117	1. 学习目的 .....	124
<b>第2章 制造设备</b> .....	118	2. 用语解释和补充说明 .....	124
1. 学习目的 .....	118	3-1 镀锌用的原板 .....	124
2. 用语解释及补充说明 .....	118	3-2 金属锌的制法 .....	125
2-1 典型镀层作业线 .....	118	3-3 圆盘式切边机 .....	126
2-2 对课文中表2-1中的各种镀层作 业线机能和特征的解释 .....	118	3-4 加热周期 .....	126
		3-5 辊挤压法 .....	127

3-6 气体吹拂法.....	127	<b>第5章 质量和检查</b> .....	132
3-7 定心装置.....	127	1. 学习目的.....	132
3. 练习题解答.....	128	2. 用语解释及补充说明.....	132
<b>第4章 热镀锌的理论</b> .....	129	5-1 镀层厚度的换算.....	132
1. 学习目的.....	129	5-2 重量计算方法.....	133
2. 用语解释及补充说明.....	129	5-3 各公司规格.....	134
4-1 硫酸.....	129	5-4 机械性能.....	134
4-2 盐酸.....	130	3. 练习题解答.....	134
4-3 平衡常数.....	130	<b>第6章 将来的动向</b> .....	135
4-4 溶剂.....	130	1. 学习目的.....	135
4-5 热镀锌层合金化处理.....	130	2. 用语解释及补充说明.....	135
4-6 电极电位.....	131	6-1 建筑用热镀锌钢板.....	135
4-7 腐蚀.....	131	6-2 单面镀层.....	135
3. 练习题解答.....	132		

## 第二篇 涂 层

<b>第7章 概论</b> .....	136	<b>第9章 制造法</b> .....	144
1. 学习目的.....	136	1. 学习目的.....	144
2. 用语解释及补充说明.....	136	2. 补充说明.....	144
7-1 二涂层二烘烤方式.....	136	3. 用语解释.....	145
7-2 铬酸系预处理.....	136	9-1 点.....	145
7-3 润湿性.....	137	9-2 沉淀槽.....	145
7-4 帘流涂料器.....	137	4. 练习题解答.....	145
7-5 电镀涂层.....	137	<b>第10章 理论</b> .....	146
7-6 喷雾式.....	138	1. 学习目的.....	146
7-7 修整刀.....	138	2. 补充说明.....	146
7-8 压印花纹.....	138	3. 用语解释.....	146
3. 练习题解答.....	138	10-1 粉化(白垩化).....	146
<b>第8章 制造设备</b> .....	139	10-2 游离基(游离基反应).....	147
1. 学习目的.....	139	10-3 锐钛矿型、金红石型.....	148
2. 补充说明.....	139	10-4 加热残分.....	148
3. 用语解释.....	143	10-5 构化粘度.....	148
8-1 挤压辊.....	143	10-6 触变性.....	150
8-2 压合辊.....	143	10-7 涂料的平坦性.....	150
8-3 板边矫直机.....	143	4. 练习题解答.....	151
8-4 滑轨式上卷方法.....	143	<b>第11章 质量和检查</b> .....	152
8-5 变阻器.....	144	1. 学习目的.....	152
4. 练习题解答.....	144	2. 练习题解答.....	152

<b>附:《钢铁厂技术培训参考丛书》书目</b> .....	153
--------------------------------	-----



# 第一篇 热 镀 锌

## 第 1 章 概 论

### 1. 热镀锌钢板的历史

热镀锌钢板，英文为“Hot Dip Galvanized Steel”，其中Galvanize（电镀）、Galvanic action（电镀作用）、Galvano meter（电流表）等都是大家所熟悉的，这是用意大利解剖学家、生理学家L.伽尔文内（1737~1798）（参见指导书1-1）的名字命名的。实际上是由意大利的物理学家A.伏打在伽尔文内发现的基础上，进一步研究发现当将锌和铜浸在稀硫酸中时，会因化学作用产生稳定电流。当时把它叫作电镀电流（伽尔文内电流）。并发现溶液存在异种金属间时产生电动势，接着伏打离子化序，伏打电池等也相继诞生了（参见指导书1-2）。

提到镀锌的发明，要先介绍比这稍早的1872年法国化学家P. J 马鲁温的发明。当想到十四世纪就能镀锡，人们或许会感到惊奇。其后，1786年英国发明了用氯化铵作浸镀法的熔剂，1800年，德国把用氯化铵镀锌的技术应用到工业上，这项技术当时在欧洲发展很快。自从1846年人们发明了将锌浴出口侧安装一对辊，用以控制锌附着量的方法以来，尽管在此基础上进行了种种改进，但在一百年间一直沿用这种方法。

在日本，以1906年国营八幡钢铁厂进行的实验性生产为始，1911年日新制钢的前身镀锌株式会社在大阪诞生，并开始进行生产。当时的钢板制造技术是用所谓递回式热轧机轧制的热轧薄板作镀制原板。1930年左右在美国出现了高效率生产薄钢板的带钢轧机，同时发明了连续镀锌的方法。

首先是波兰人森吉米尔（Sendzimir）发明的分解氨热镀锌法于1936年被美国阿姆科钢公司成功地应用于工业生产上，并于1938年获得专利。过去的熔剂法将在第4章做详细介绍，这种方法不形成铁锌合金层，因此锌的粘附性不好。但带钢在镀锌前于高温环境中进行氧化、还原处理，不用熔剂就可成功地进行镀层，这意味着在锌浴中可以添加铝，这样就能形成合金层，而且，可以在镀层原板的退火工序线内进行。所以，从既减少了工序，又降低了成本这点来看，可以说锌粘附性好的镀锌板的出现是具有划时代意义的发明。1953年，美国的惠林钢公司库库诺特曼法问世，这是通过干燥水溶性溶剂，使向锌浴中添加铝成为可能，因此也称为干燥剂方式（过去是湿溶剂）。这种方法具有可以自由选择作业线外退火的退火—平整轧制板、未退火材和热轧带钢等做原板的优点。

此外，美国钢铁公司法、赛拉斯（Selas）法等数种镀层线，将在第2章里详细讲解。

本世纪五十年代日本的连续镀锌线，已陆续建立起来了。五十年代后，不仅建筑材料需要镀锌板，汽车、家用电器的制造也都需要镀锌板。从此，镀锌板以其价格便宜而又不生锈的特点迅速发展起来，同时要求钢板质量要满足多种多样的需要，人们针对深冲性探讨了退火工艺，改进了原板成分。研究改进了薄镀制品和差厚镀制品的焊接性能。为了改进

涂层性能，象热镀锌层合金化处理那样，采取了形成铁锌合金层的措施，因此，过去的无锌花钢板也开始为人们所喜爱。无锌花镀锌钢板的外观改良试验等，与向六十年代的进一步发展密切相关。在建筑材料方面，从五十年代后半期开始，将涂料烘烤到镀锌板上的彩色树脂覆饰镀锌钢板，开始正式由连续作业线生产。屋顶、外墙皮、套窗、落水管、百叶窗等，一些过去需用镀锌板的地方，均被彩色树脂覆饰镀锌钢板代替。今后仍将采用把冷轧钢板加工成热镀锌钢板，乃至彩色树脂覆饰镀锌钢板的方法。只要有经济、省力、缩短工序、合理等社会经济背景，或许会继续采用上述方法。同时，新的制造方法将不断出现，质量也将日益改善。

## 2. 热镀锌的目的

锌在大气中有良好的耐腐蚀性，这可从热镀锌钢板很久前就被用作屋顶材料，长年大量使用的事实得知。锌具有良好的耐腐蚀性是由于它能形成极薄的氧化膜，隔绝了外部空气，保护了钢板的内部，并对铁形成了局部电池，起到了阴极防腐的作用。这在第4章将进一步详细说明。如图1-1所示，即使在镀层中有没镀到处或针孔、钢板部分外露，也能构成局部电池，或者牺牲锌使阴极的钢不被溶解腐蚀，或者稍有腐蚀就终止了。

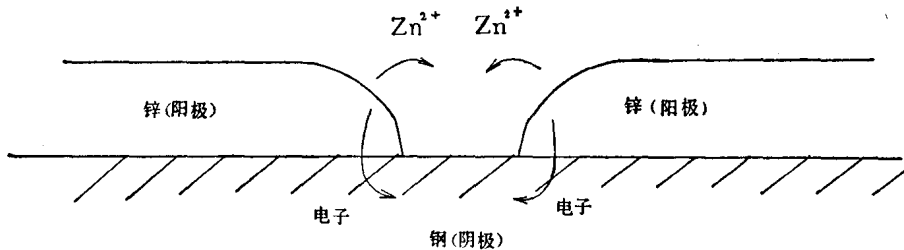


图 1-1 镀锌钢板的阴极防腐 (参见指导书1-3)

由此可见，热镀锌的目的是为了提高耐腐蚀性和耐大气腐蚀性，克服钢板易生锈的缺点，同时也有美观表面，增加艺术性的作用，热镀锌与电镀锌的区别在于锌的附着量不同。电镀锌时镀锌量越多，生产率越低，而热镀锌时，即使镀锌量增多，其生产率也几乎不变。相反，则很难得到薄附着量。其应用范围前者主要作涂层底板用于室内，后者大部分用于室外。锌附着量的界限是单面附着30克/米<sup>2</sup>，比这厚的用热镀，薄的用电镀。附着量为30~50克/米<sup>2</sup>左右的供不同用途的各种产品均有销售。

## 3. 热镀锌钢板的连续生产工序

热镀锌钢板的生产工序，根据不同的镀层作业线形式，有很大的差别，其设备将在第2章讲述，这里先概略地了解连续生产工序。表1-1是镀层作业线的方式和生产工序。热轧带钢镀层的生产工序因作业线上是否有退火炉而异。另外，由于最近作业线的高速化和设备的大型化，剪断有在另外作业线进行的趋势。

表 1-1 镀锌作业线的形式和制造工序

镀层方式		制 造 工 序	备 考
作业线外退火	切板镀层法 经济型	●热轧薄钢板→酸洗→镀层 ○热轧带钢→酸洗→轧制→电解清 洗→退火→调质轧制→剪断→镀层 →镀层	用递回式轧机热轧 未退火制品：电解清洗→剪断 →镀层 未退火制品：轧制→镀层
	惠林法 (Wheeling) 赛拉斯法	●热轧带钢→镀层 ○热轧带钢→酸洗→轧制→电解清 洗→退火→调质轧制→镀层	未退火制品：轧制→(电解清 洗)→镀层
作业线内退火	分解氨热镀锌法 无氧化炉法 美钢法	●热轧带钢→酸洗→镀层 ○热轧带钢→酸洗→轧制→镀层	(酸洗)除美钢法外均另设作业 线

注：●——热轧件；○——冷轧件。

#### 4. 热镀锌钢板的制品分类和用途

在日本工业标准 (JIS) 中，热镀锌钢板规定为G3302镀锌板。但是，JIS 以外的制品还有很多，以下根据各自的质量特点加以叙述。

##### (1) 外观及加工 (参见指导书1-4)

根据锌花的有无，若把有花纹的镀锌板作为规则锌花，那么无花纹的镀锌板可用微细锌花和无锌花加以区别，这在JIS中并没有规定。带钢镀层后马上在作业线中加热，铁锌合金层好的热镀锌层合金化处理钢板，锌花就完全消失，但它们是和无锌花处理钢板完全不同体系的产品，以各厂家名称出售。

##### (2) 锌附着量 (参见指导书1-5)

在JIS中，锌的附着量是以面向建材的产品为主要对象的。室内用品、设备部件、家用电器方面用材锌附着量都比JIS中规定的少，是按各厂家自己的规格生产的。另外，美国材料试验 (ASTM) 标准中也有比JIS锌附着量多的规定，如作电缆管道用材为610克/米<sup>2</sup>。

##### (3) 化学成分和机械性能

###### a. 化学成分

在JIS中，规定化学成分只作为机械性能的保证。有象ASTM标准 (A446) 中关于建筑用材性能那样的化学成分的规定。ASTM标准 (A444) 规定电缆管道用材中铜含量在0.20%以上。

###### b. 机械性能

把汽车、家用电器方面所需要的材料按成型情况分为一般用、加工用、冲压用、深冲用等。根据各厂家各自的生产技术，将其系列化。另外，作建材用料，其屈服点、抗拉强度越高越好。ASTM标准 (A446) 把机械性能划分为A~F6级。上述内容归纳为表1-2。

表 1-2 热镀锌钢板的制品分类

按标准分类	按外观、加工分类*	按锌附着量(两面的)分类	按机械性能分类	按化学处理分类
相当于JIS G3302镀锌板	○规则锌花制品 ○微细锌花制品 ○合金化处理制品	○183克/米 <sup>2</sup> ○244克/米 <sup>2</sup> ○305克/米 <sup>2</sup> ○381克/米 <sup>2</sup> 比JIS中规定 更高的610克/米 <sup>2</sup> 的产品等	○一般用 ○弯曲加工用 ○冲压用	*一般铬酸盐处理 *耐腐蚀铬酸盐处理 *涂层铬酸盐处理
JIS以外的热镀锌板	●规则锌花制品 ●微细锌花制品 ●合金化处理制品	●60克/米 <sup>2</sup> ●180克/米 <sup>2</sup> ●90克/米 <sup>2</sup> ●120克/米 <sup>2</sup>	◎深冲用 ○结构材料 ◎ASTM中把结构 材料分为A~F6级	*磷酸盐处理

○——相当于JISG3302的                      ●——不相当于JISG3302的  
◎——比JIS中规定更厚的高质量制品       \*——JIS中没规定的

(4) 用途

过去,镀锌板只作为屋顶,落水管等建筑材料及水桶、盆等轻度加工品。后来,随着连续镀锌线的发展,进一步加深了对耐腐蚀性和加工性的认识。开拓了作为一般制品的带有深研磨光泽的规则锌花制品、作为高级建材的镜面样微细锌花制品、在耐腐蚀性涂层底板的热镀锌层合金化处理制品等三个主要品种,并且出现了一个大量需要彩色镀锌钢板的市场。日本出口产品输出到美国、东南亚、中近东、欧洲等世界各地。据1973年统计日本的出口产品占很大比例,具体如表1-3所示。

表 1-3 日本1973年度生产量记录

	生 产 量 (万吨)			面向国内的厚度分类		
	国 内	输 出	合 计	0.3毫米以下	0.3毫米以上 1.0毫米以下	1.0毫米以上
镀锌板	83	94	177	26.5%	46.3%	27.2%
彩色镀锌板	100	6	106	48.3%	51.4%	0.3%

一般用途如下:

a. 建筑用

(a) 室外用: 屋顶、外壁、围墙、落水管、外墙皮、套窗、百叶窗、施工用临时围墙;

(b) 室内用: 厨房内镶板、壁橱内镶板、防火内衬;

(c) 设备: 管道、罩盖、通风机、烟囱、仓库;

(d) 结构材料: 台面板、轻型钢、脚手架用钢管。

b. 家庭用

容器: 保险柜、衣服箱、工具箱等, 也做成许多其他用品。

c. 汽车

地板、挡泥板、前溜板等, 也可做油箱。

跑海岸线用的汽车的外部装饰，如果是合金化处理制品，其涂层附着性和耐腐蚀性均好。

d. 运输机械

车辆的控制盘、顶棚等；船舶的内部装修、管道、控制盘、集装箱等。

e. 电气设备

除洗衣机外壳用合金化处理制品外，干燥机、冷却器、自动售货机、开关盒等也有用合金化处理制品的。

f. 土木用

栏杆、波纹管、瓦垄薄板、防雪护板、防沙土的棚、防落石的棚、隔音壁等。厚镀层产品也可用于建筑。

g. 农业用

地下仓、干燥炉嵌板、储藏室、料斗、容器、乙烯基建筑用嵌板、粮仓等。最近，由于农业的大型化，机械化，所以需要量也有很大增长。

### 练 习 题

(1) 试举出四例于切板镀锌之后发展起来的代表性作业线。

(2) 请在以下括号内填入适当的词。

a. 锌的良好耐腐蚀性是通过形成极薄的(①)把外部空气(②)，以保护内部，并对铁构成(③)，通过(④)起到防腐蚀作用。

b. 电镀锌时(①)越多，(②)越困难，但热镀锌时，即使(③)多，其(④)也几乎不变，相反，则难于得到(⑤)。

(3) 在以下热镀锌制品的应用中，哪些需要合金化处理？

a. 波纹管 b. 屋顶 c. 瓦垄薄板 d. 洗衣机外壳 e. 地下仓 f. 公共汽车外壳

## 第2章 生产设备

### 1. 发展过程

关于热镀锌的生产设备，在第1章中已有一些叙述。虽然带钢轧机已发展起来，镀锌在连续式生产设备出现之前还是用切板一张一张地进行镀锌的切板镀锌方式。至今，在日本仍约有二十一台这样的设备在运转。

切板镀锌设备如图2-1、图2-2所示。

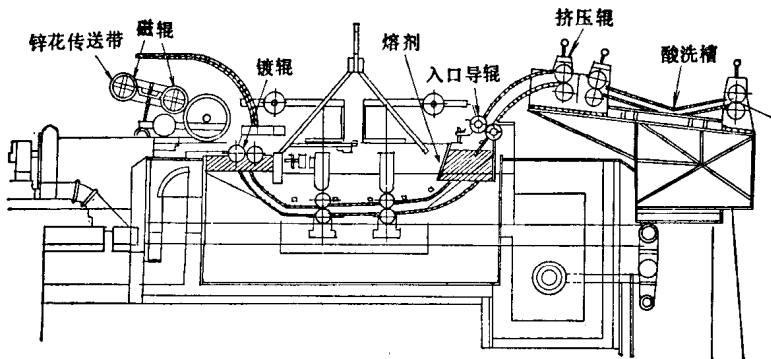


图 2-1 切板镀锌槽

过去，将递回式轧机热轧并在罩式炉中退火后的薄钢板作为原板，使其经过另一个酸洗槽、水洗槽，运送到镀层装置，经酸洗、水洗、溶剂预处理后，送入镀锌槽。现在主要是以冷轧后未退火的极薄板作原板来进行镀层，由于没有象热轧后那样的氧化铁皮，不需要另设酸洗槽。如图2-1所示，镀锌槽是铁制的，用油燃烧器加热铁槽中的铅浴，在入口侧，铅浴的上部安装着熔剂槽，在出口侧，熔融铅的上部有约300毫米的锌被熔融，它们由上下一对铁制导向器连接。钢板通过镀锌槽入口侧的输入导辊和熔剂箱后，由铁制的导向器输送到锌浴中，在浴面处设有挤压辊，用以控制锌的附着量。然后到达传送带，经后水冷、铬酸处理后堆放。为了使这些作业连续化，在入口侧有开卷机，出口侧有卷取机，或者再加一个剪切部分，这种类型的作业线叫经济型设备。虽然同时连续式，但和下述作业线不同，它的锌粘附性不太好，但可用以加工瓦垄板、方形波板、棱形波板。

如果是未退火（不退火镀锌瓦垄薄板）制品，由于材质不需要进行严格加工，只使其产生波形即可，因此用经济型作业线最合适。在图2-3、图2-4所示的装置中，是使用轧制后的钢卷。

以上介绍的设备是热镀锌的早期设备，连续式热镀锌设备也有其自身的发展过程。在分解氨热镀锌法的镀锌线中，或者把氧化炉改造成无氧化加热炉，或者把用辊控制锌附着量改为用气体喷射来控制锌的方法等。在设备合理化、省力化方面得到了进一步发展。速度高的大型作业线和制造宽1.83米钢卷的设备等已陆续建成。与此同时，对有关设备也进行了改造，如对入口侧钢卷的自动上卷、焊缝机的改进，使带钢能高速通过的定心控制技术

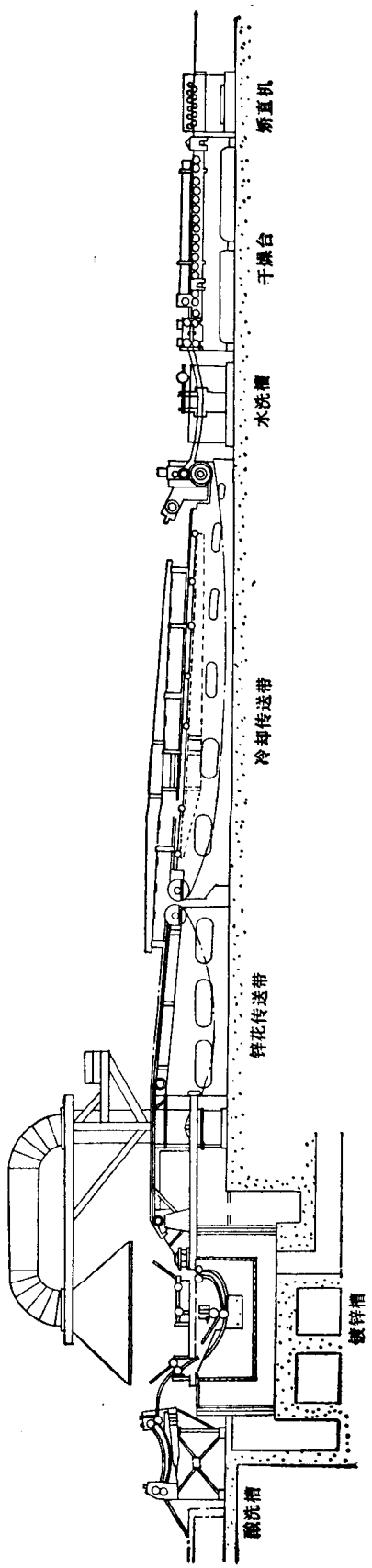


图 2-2 切板镀锌设备

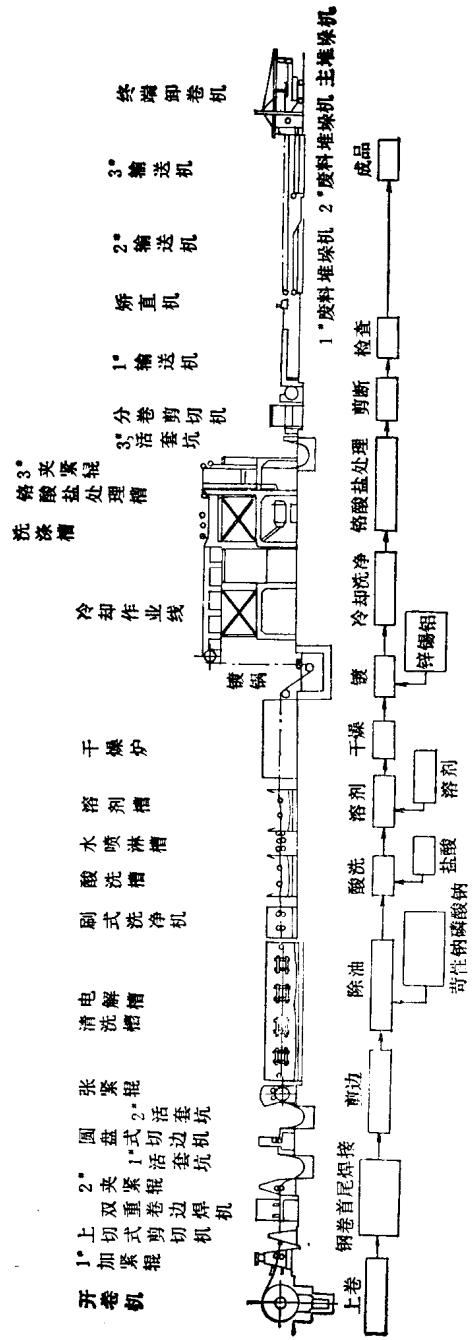


图 2-3 经济型镀锌线

的改进，大型低频熔化炉的研究，在作业线内进行平整的设备及其技术、镀锌线的技术革新等至今仍在进行着。

## 2. 镀锌线的种类和特征

如前章所述，根据有无退火炉，连续式镀锌线分为作业线内退火方式和作业线外退火方式。以下对作业线内退火方式将介绍分解氨热镀锌法及其改造后的无氧化加热炉法，美国钢铁法；对作业线外退火方式将介绍惠林法，赛拉斯法。图2-5是典型的连续热镀锌线，表2-1是对其特征的总结。

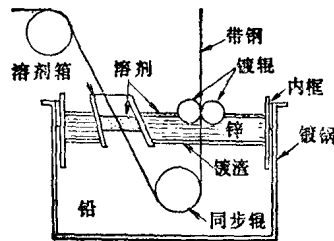


图 2-4 经济型镀锌槽

表 2-1 各种镀锌线的性能及其特征（参见指导书2-2）

作业线方式	有无退火	预 处 理	熔剂种类	锌槽及锌浴	特 征
切板镀	线外	脱脂→酸洗→熔剂处理	湿式熔剂	铅—锌方式	适合波纹板类的加工
经济型	线外	脱脂→酸洗→熔剂处理	湿式熔剂	铅—锌方式	同上
惠林法	线外	脱脂→酸洗→熔剂处理→干燥	干式熔剂	陶瓷镀槽Zn(Al) <sup>①</sup>	可以选择热轧、冷轧、未退火、深冲等各种材质
赛拉斯法	线外	脱脂→酸洗→赛拉斯加热炉	HNX气体	铁或陶瓷镀槽Zn(Al)	适合热轧材质镀层
分解氨热镀锌法	线内	氧化炉	AX气体	同上	可以省略退火工序，花费少
无氧化炉法	线内	无氧化炉	HNX气体	同上	可以快速加热，效率高
美国钢铁公司法	线内	电解清洗 (NaOH法)→(酸洗)	HNX气体	同上	和分解氨热镀锌法的预处理不同

① Zn(Al)表示能够向锌浴中加铝。

### (1) 分解氨热镀锌法

将冷轧后的未退火带钢，装入开卷机，把端部不合规格部分切掉，然后和上一卷的尾端用焊接机焊起来，经过活套车导入氧化炉。在这种氧化性气氛中，轧制油及其他钢板的污垢被烧掉。带钢可以预热到约300°C~450°C，在此阶段中，带钢表面产生一层薄的氧化膜，接着带钢进入长约30米的卧式炉中，由辐射管间接加热。在此一直加热到钢的再结晶温度以上，即700°C~850°C。同时，周围气氛是由氨气分解形成的氮为25%，氢为75%的还原性气氛，因此于氧化炉中氧化了的钢板表面要在被还原的同时进行退火。然后，带钢进入冷却炉，在有电热装置和风管的炉中以调定的冷却速度进行冷却，经下行辊导料器进入锌浴。带钢进入锌浴前的温度要控制在锌的熔融温度以上。



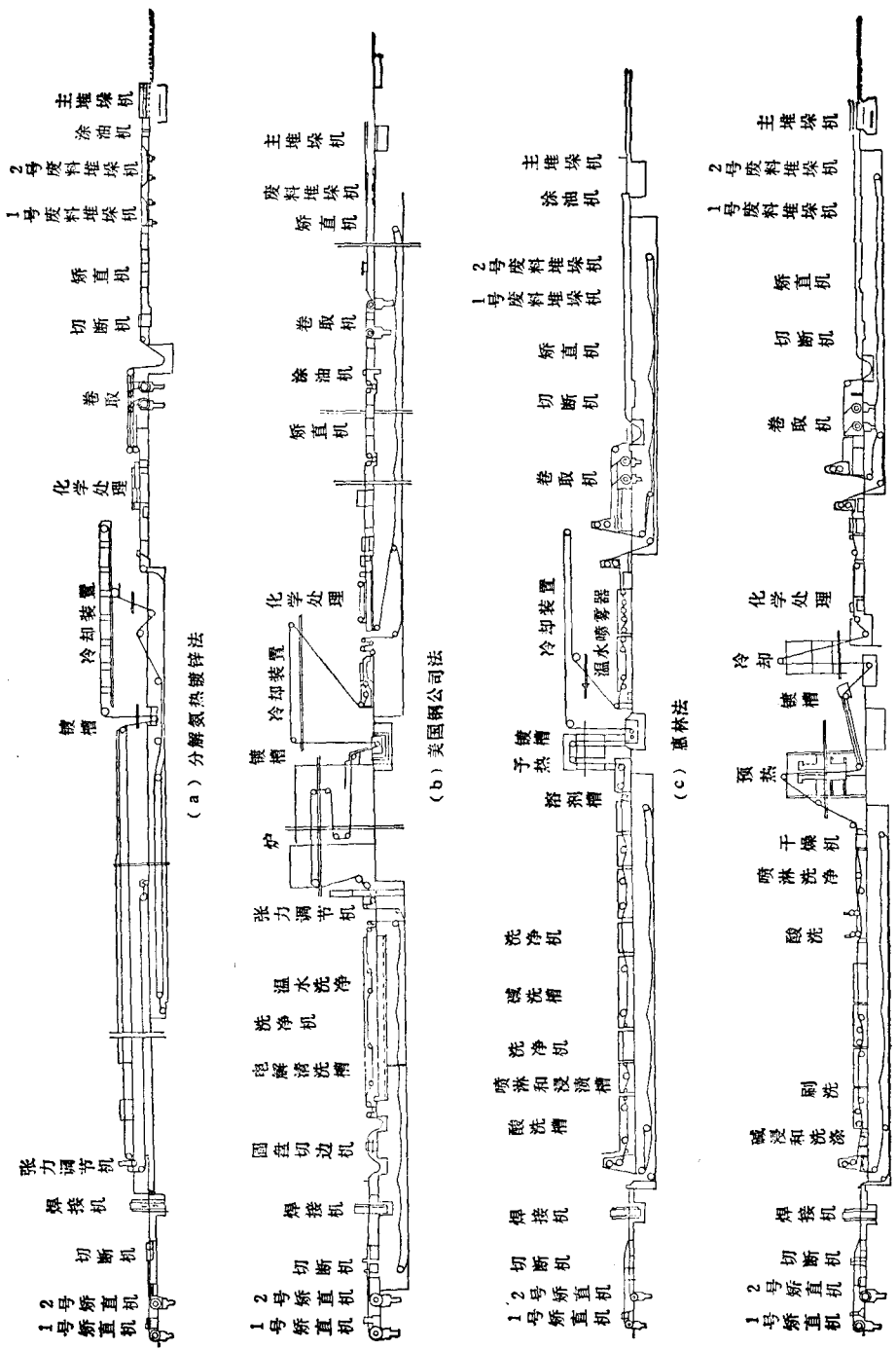


图 2-5 典型的镀锌线  
 (a) 作业线中有火焰除磷和退火炉的方式；(b) 作业线中有液体清洗装置和退火炉的方式；(c) 作业线中没有退火炉或溶剂清洗装置有液体清洗装置的方式；(d) 作业线中没有退火炉或溶剂清洗装置有液体清洗装置的方式