

钢铁厂技术培训参考丛书

带钢电镀锌

冶金工业出版社

一九九一年十月廿四日

7.821
241

钢铁厂技术培训参考丛书

带钢电镀锌

张 蕴 珊 译
梁 英 教
赵 魁 阁 校



冶金工业出版社

内 容 提 要

本书为钢铁厂技术培训参考丛书之一。教材部分以介绍实用的生产设备和工艺操作为主，只讲述了必要的理论，其余理论部分请参阅教学指导书。两部分各分七章，主要内容包括电镀设备、电镀工艺操作、电镀理论、质量标准和质量检查、应用技术，最后还讨论了带钢电镀发展的趋势。

此外，每章内容后还附有针对性很强的练习题。

本书可供从事本专业工作的科技人员、管理人员及技术工人使用。

钢铁厂技术培训参考丛书

带 钢 电 镀 锌

张 蕴 珊 译
梁 英 教
赵 魁 阁 校

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

787·1092 1/16 印张 5 字数 113 千字

1988年1月第一版 1988年1月第一次印刷

印数00,001~950 册

ISBN 7-5024-0131-X

IF·38 定价 0.85 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

前 言

表面处理技术的历史虽然悠久，但就其体系的形成和技术的较大发展而论，还是最近的事。今后，人们还要对一些基本的、目前尚未解决的问题继续进行细致研究，其中不少问题与电镀锌有关。

本书从上述背景出发，重点放在实际生产设备和工艺操作方面，只对特别必要的理论内容以附加的形式予以阐明，不足之处请参阅指导书。

另外，关于实际操作问题，各公司都有许多“诀窍”报道，希望读者把本书的内容作一般的例子理解，作为进一步学习的基础。

目 录

第1章 概论	1	第3章 制造方法	12
1. 电镀锌钢板的历史	1	1. 电镀母板	12
2. 电镀锌钢板的传统生产流程	3	2. 电镀操作	12
3. 电镀锌的目的	3	(1) 入口段操作	12
4. 电镀锌钢板的产品系列和用途	4	(2) 预处理操作	12
练习题	4	(3) 镀锌操作	23
第2章 电镀设备	5	(4) 后处理操作	27
1. 作业线的构成	5	(5) 出口段操作	35
2. 入口段设备	6	3. 包装	36
(1) 展卷机	6	练习题	36
(2) 夹送辊	6	第4章 电镀理论	37
(3) 剪切机	6	1. 电镀原理	37
(4) 焊机	6	(1) 镀锌的电极反应	37
(5) 开环器	6	(2) 阴极界面模型的推测	37
3. 预处理设备	6	(3) 阴极电位和电流的关系	38
(1) 洗涤机	6	(4) 关于电极表面的研究	38
(2) 脱脂设备	6	(5) 法拉第定律	39
(3) 酸洗设备	6	(6) 带钢电镀锌	40
4. 电镀锌设备	6	2. 腐蚀与防腐	40
(1) 电镀槽	7	练习题	42
(2) 电极	7	第5章 质量与检查	43
(3) 导电辊	7	1. 标准	43
5. 后处理设备	7	2. 检查	47
(1) 磷酸盐处理设备	7	3. 主要缺陷及产生原因	47
(2) 铬酸处理设备	7	(1) 缺陷的种类	47
(3) 干燥机	7	(2) 外观缺陷	47
(4) 涂油装置	7	4. 质量鉴定法	48
6. 出口段设备	8	(1) 耐蚀性试验	49
(1) 开环器	8	(2) 涂料附着性试验	49
(2) 检验台	8	练习题	50
(3) 剪切机	8	第6章 应用技术 (关于焊接)	51
(4) (带钢) 张力卷取机	8	练习题	53
(5) 码垛机	8	第7章 今后发展趋势	54
7. 废水处理设备	8		

教学指导书

第1章 概论	55	3-6 乳化作用.....	62
1. 学习目的.....	55	3-7 硬水的软化.....	62
2. 术语解释和补充说明.....	55	3-8 放射性同位素.....	62
1-1 伏打电池.....	55	3-9 表面张力.....	62
1-2 电化学.....	55	3-10 氢脆性.....	62
1-3 丹尼尔电池.....	55	3-11 钝化状态.....	62
1-4 不溶阳极.....	56	3-12 局部电池.....	63
1-5 锌渣.....	56	3-13 电导.....	63
1-6 阳极效率.....	56	3-14 极化曲线.....	63
1-7 阴极处理.....	56	3-15 极间距的意义.....	64
1-8 阳极处理.....	56	3-16 焦耳热.....	64
1-9 焦磷酸.....	56	3-17 光泽镀锌.....	64
1-10 均镀能力(分散能力).....	56	3-18 盐水喷雾试验.....	64
1-11 铬酸盐处理.....	57	3. 练习题解答.....	64
1-12 磷酸盐处理.....	57	第4章 电镀理论	66
3. 练习题解答.....	57	1. 学习目的.....	66
第2章 电镀设备	58	2. 术语解释和补充说明.....	66
1. 学习目的.....	58	4-1 标准电极电位.....	66
2. 术语解释和补充说明.....	58	4-2 界面双电层.....	66
2-1 脱脂法.....	58	4-3 电流效率.....	67
2-2 酸洗法.....	58	4-4 贱金属与贵金属.....	67
2-3 电阻焊接法.....	58	3. 练习题解答.....	67
2-4 静电涂油法.....	59	第5章 质量和检查	68
2-5 氢离子浓度(pH值).....	59	1. 学习目的.....	68
2-6 氧化剂和还原剂.....	59	2. 术语解释和补充说明.....	68
2-7 闭路系统.....	59	5-1 白垩试验.....	68
3. 练习题解答.....	59	5-2 缺陷自动检测器.....	68
第3章 制造方法	61	3. 练习题解答.....	69
1. 学习目的.....	61	第6章 应用技术	70
2. 术语解释和补充说明.....	61	1. 学习目的.....	70
3-1 油脂的种类.....	61	第7章 今后发展趋势	71
3-2 有机溶剂.....	61	1. 学习目的.....	71
3-3 冲击性.....	61	2. 术语解释和补充说明.....	71
3-4 皂化作用.....	61	7-1 真空蒸馏法.....	71
3-5 硅酸盐.....	62		

第 1 章 概 论

1. 电镀锌钢板的历史

自十九世纪广泛使用钢板以来，钢铁的防锈方法就成了重要的问题，为解决此问题用锌防锈已有一百多年的历史。

1829年由纽约的约翰 W. 里约尔博士送到国立历史文化馆的电镀锌针是第一个载入史册的制品。为证明锌膜对铁有优异的防蚀效果，从1827年开始，这根针就暴露在海风与海水之中。

1852年英国公布了关于电镀锌的第一个专利。在1852年由沃尔获得的951号英国专利中，记述了在铁表面施行电镀锌所用的溶液，并说明了电镀是用伏打电池（参见指导书1-1）进行的。

另外，其他著名的英国专利有：Person（1854年951号），Puls（1855年1276号），Brown（1857年1175号）。用电化学方法（参见指导书1-2）使锌在铁表面附着是这些专利的要点。

碱性氰化物镀锌液早在1855年就成了专利，但在1916年以后才在工业上使用。

美国的有关电镀锌的第一个专利是1862年提出的，但等到能给蓄电池充电的发电机发明后才得到实用。这是因为当时用的电池组是由六个丹尼尔电池串并联（参见指导书1-3）组成的，它在十小时之内仅能输出120安·小时的电量，此电量仅能镀136.1克锌。第一个实用的发电机是1880年左右出现的，但缺点很多，经过改进，二十世纪初才成为可供实用的发电机。

1880年至1903年间，英、德、法、美各国共提出了49项专利，其主要内容都是关于电镀液方面的。

二十世纪以来，电镀锌工业开始发展。例如：1905年发明了米克（Meaker）法。这种方法打破了以往认为“在酸洗中残留的杂质钢等可被电镀层遮盖起来，所以，预处理时只要粗略地进行酸洗即可”的想法，确立了把预处理的重要性和电镀液结合起来的所谓现代操作的一般方法。

1932年至1933年间发明了Tainton-Bethanizing法，这种方法使用银-铅不溶阳极电镀钢丝的电镀液（参见指导书1-4），焙烧含锌65%的矿石，然后将锌焙烧矿溶于硫酸中作为补充电镀液。线材电镀时采用高电流密度为10760~21530安/米²，镀层厚度由钢丝的输送速度调节。

第一个大规模镀锌工艺是德国的Langbein-Pfanhauser Works发明的Herman法。

这个方法是钢丝镀锌法。电流密度为538~1076安/米²，使用锌阳极。该法确定了适当的镀锌量和高度的制造技术，是最早具有商业基础的钢丝处理法。

到了1940年左右，发明了碱性电镀法——Hubbel-Weisberg法。

该法的特点是：可用锌渣等含杂质较多的物质作原料，使用石墨作不溶阳极。

十九世纪四十年代初期，Hanson-Van Winkle Co发明了用酸性电镀液的新型快速

镀锌法。

这种方法的电解液除了几种添加剂以外，是由氯化锌和醋酸锌构成的单一电镀液，电流密度为430~10760安/米²。用含铝的锌做阳极，阳极效率可达100%（参见指导书1-6）。

同时，在十九世纪四十年代初期，又介绍了Corrosizing 双层电镀法。这种方法是先镀镍，后镀锌或锡，在260℃以上加热六小时。具体温度根据基体金属的厚度决定。

此法的工序是：表面清理（阴极处理）（参见指导书1-7）→酸浸（阳极处理）→镀锌（酸洗电镀液）（参见指导书1-8）→后处理。

如上所述，在二十世纪的前半叶就已经发明了与近代电镀液相近的成分。可将它们分成两大类型。

一种是酸性电解液，另一种是碱性电解液。

前者是硫酸盐、硫酸盐-氯化物、氯化物、氯化物-醋酸盐及硼氟酸盐的溶液，它们是电镀液的主要成分。

碱性电解液以氰化物电镀液或锌的化合物与焦磷酸盐电镀液为代表（参见指导书1-9）。

与碱性电解液相比，酸性电解液的电镀速度高，作业成本低。然而，碱性电解液比酸性电解液具有优异的均镀能力（参见指导书1-10），各有优缺点。

虽然酸性电解液的均镀能力较差，但因可以高速电镀，且作业成本低，所以广泛地用于钢板和钢丝的电镀上。而碱性电解液则由于有优越的均镀能力，多用于镀各种形状的产品。

十九世纪二十年代末期，提供具有深冲性能的廉价钢板已成为可能，带钢电镀锌得到了飞跃发展。

继1927年发明连续热轧机之后，1927年又发明了带钢的冷轧法。由于这两项技术革新，大量宽幅带钢可以用到电镀锌及其他工艺上了，于是着手研究在连轧的带钢上施行镀锌的方法。最初，产品的幅宽在50厘米以下，大部分在30厘米以下。在三十年代，某钢铁厂就具有电镀较宽带钢的专用生产作业线，使用不溶阳极，利用低品位矿石和碎矿补充电解液中的锌，采用过滤和净化循环，从而维持电镀液的成分。

1939年，Weirton steel的镀锡作业线改用镀锌。在此采用了Hubble Weisberg 电镀液，并添加了氨合氯化锌络盐。

在战争中，弹药箱因为生锈而损坏，为使其具有耐腐蚀性，将镀锡作业线改为带钢电镀锌作业线。

这些作业线采用的电解液是由硫酸锌、硫酸钠、硫酸镁和硫酸组成的。

硫酸钠起导电作用，硫酸镁可使镀层表面光亮。

另外，自从弄清了锌的品位对电镀质量的影响以来，一般采用纯度为99.99%左右的锌作阳极。随着设置新的镀锌专用线、采用质量控制系统和完善的质量管理体制、自动化检测以及采用现代化设备与管理方式，现在才得以建立起大生产体制。

1953年，由新日铁（公司）八幡钢铁厂投入市场的用磷酸盐处理的镀锌防锈钢板是日本最早的电镀锌钢板。

这种钢板是把镀锌量约为3克/米²（单面）的钢板用磷酸盐进行后处理，使之生成磷酸盐保护膜，这样钢板就兼备了密实性和耐腐蚀性。以后，由于市场需要高耐腐蚀性钢板，在

1961年由新日铁（公司）广畑钢铁厂生产出名为Zincoat的电镀锌钢板，这种钢板的标准镀锌量大于10克/米²（单面）。随之，1966年日本钢管公司、1967川崎钢铁公司、1968年住友金属公司、1967年东洋钢板公司、1974年神户炼钢公司等竞相设置带钢专用的现代化电镀锌设备，由于汽车、电机、建材等需求量的增长，镀锌钢板的生产一直在飞跃发展。

2. 电镀锌钢板的传统生产流程

钢板镀锌可分为热浸镀锌和电镀锌两类。其传统生产流程中的热轧—冷轧工序都是相同的。有代表性的热浸镀锌工序是：钢板冷轧后直接通过连续式热浸镀锌作业线制得成品。电镀锌钢板的工序更长。冷轧后，进入退火工序（间歇或连续式退火）。从间歇式退火工序出来，经过平整工序进入电镀锌工序。另一方面，通过连续式退火工序的材料，利用该作业线上的平整机进行轧制处理，然后直接可进入电镀锌工序。经过这些工序的母板就是冷轧钢板，而热轧钢板要经过热轧、酸洗、平整再进入电镀锌工序。必须根据电镀锌钢板的用途充分注意成品的机械性能、形状、缺陷以及外观，分别制造。成品的用途可分为：一般用、冲压用、深冲用等。电镀锌板按其用途的不同，可改变炼钢成分、热轧条件、退火条件和平整条件，以生产出符合用户要求的成品。

作为电镀锌板要考虑零件的加工性。如制造汽车用的油罐等深冲件要用软质材料，而制造办公设备用的零件等则不需要那么大的加工性的软质材料，而对需要有一定强度的零件，用一般材料即可。镀锌量一般来说，对涂漆零件上为3~10克/米²（单面），不涂漆零件上为20~50克/米²。而且对不涂漆零件要进行最后处理，例如用浓络酸盐处理，使之具有耐蚀性。

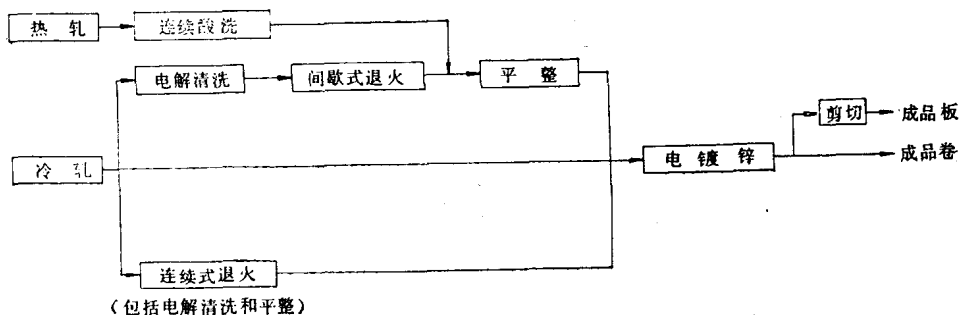


图 1 1 电镀锌钢板的传统生产流程

3. 电镀锌的目的

电镀锌钢板是在冷轧钢板或热轧钢板上镀上3~50克/米²（单面）的锌，比热浸镀锌的镀锌量60~305克/米²（单面）要少。且母板母材的加工性能仍可保持不变，所以广泛用在汽车、电器、建材、厨房用品等的涂漆部件上，或者用在耐蚀性要求较低的不涂漆部件上。

因电镀锌钢板的表面光洁度比热浸镀锌好得多，所以它最适宜制作外观重要的零件。又因为是电镀，所以镀锌量在长、宽方向上的波动范围仅在数克以内，因而镀锌质量稳定。在焊接方面，因为电镀锌量比热浸镀锌少得多，所以能很好地适应高效率焊接操作的要

求。

4. 电镀锌钢板的产品系列和用途

由于电镀锌钢板的镀锌量比热浸镀锌少，所以主要用于涂漆。

不作涂漆使用时，可在室内或各种器具的内部物体上。在这种情况下，一般用铬酸盐进行表面处理（参见指导书1-11）。对涂漆零件而言，在用户要求进行磷酸盐处理（参见指导书1-12）时，要用电镀后涂油的钢板制造。

按照用途的不同，决定用热轧钢板或用冷轧钢板，进而，根据是否要进行耐蚀性处理来决定电镀量。进行等厚电镀还是差厚电镀是决定商品价值的重要因素。

其次，关于电镀后表面处理的选择，要根据用户使用的零件的预处理方法来决定。若用户已经加工脱脂，工厂进行磷酸盐处理时，只需涂油即可，如已经简单涂漆，一般用铬酸盐处理即可，对于不涂漆使用的零件，要用浓铬酸盐处理。产品系列及其主要用途见图1-2。钢铁厂和加工厂必须在充分研究后，选择适当的材料。

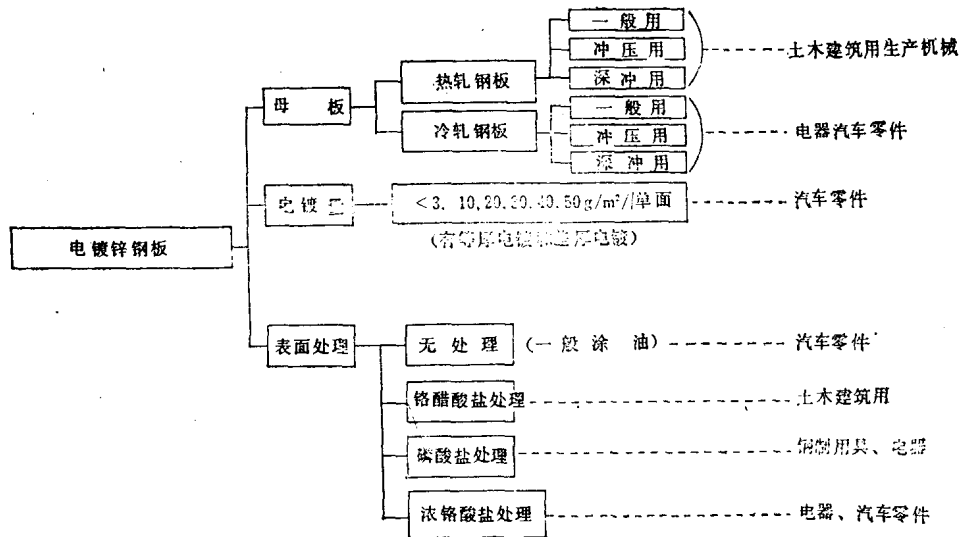


图 1-2 电镀锌钢板的产品系列和用途

练习题

- (1) 说明阳极处理与阴极处理的不同点。
- (2) 叙述酸性电镀液与碱性电镀液的优缺点。
- (3) 与热浸镀锌比较，说明电镀锌钢板的特点。
- (4) 简单说明下列术语：
 - (a) 不溶阳极。
 - (b) 阳极效率。

第2章 电 镀 设 备

1. 作业线的构成

电镀锌作业线见图2-1，大体可分为五个阶段。

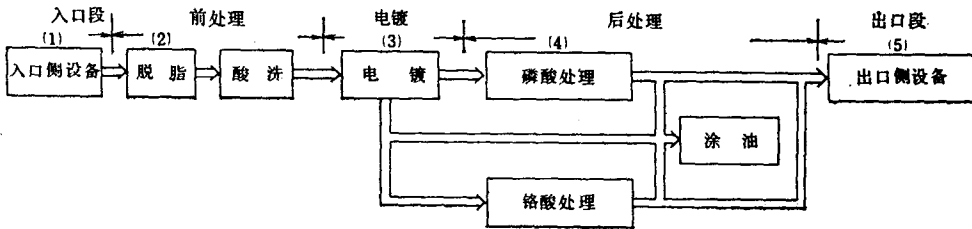


图 2-1 制造工艺示意图

具体设备流程见图2-2。

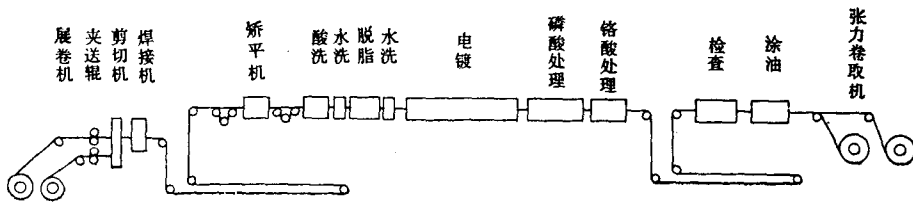


图 2-2 作业线的构成

入口段

设置一台或两台展卷机加工带钢卷。设有一台展卷机的作业线，在更换钢卷时，必须大大地放慢电镀速度，或设置庞大的开环器。

预处理

为了在电镀前得到清淨的金属表面，首先设置脱脂工序。在脱脂工序中，为洗掉母板上的压延油、防锈油、调质剂等，常采用碱液电解除脂法（参见指导书2-1）完全脱脂。在为获得优质镀层的重要工序中，还要用高压喷雾器和刷洗机类的设备。

在电镀前，已脱脂的母板还要通过酸洗工序，除去母板制造工序中，带钢表面生成的氧化薄膜。在脱脂工序中，把用物理方法形成的净化面变成化学净化面，这样电镀时电解析出的锌就能紧密地附着在基体钢上。酸洗有浸渍法和电解酸洗法（参见指导书2-2）。

一般采用酸性电镀液进行电镀。电镀作业有两种，即用可溶锌用作阳极的电镀和由溶解了锌的贮槽中供给含锌离子的溶液，而用铅-锡不溶阳极的电镀。

电镀槽的型式有：立式两面、卧式两面、卧式单面等，各有特点。

在电镀过程中，锌的析出量决定了镀层的厚度，而锌的电镀量与电量成正比，所以，镀层的厚度要由单位面积的电量，亦即由电流密度乘以处理时间来确定。若设备的长度一定，电流密度一定，则其电镀量与作业的速度成反比。为了得到优质镀层，必须严格控制

电镀液的组成、温度和搅拌状态。

后处理

镀锌以后，为了强化锌本身的耐蚀性和提高涂料的附着性，还要进行铬酸处理或磷酸盐处理。

铬酸处理有反应式、电解式和涂敷式等；磷酸盐处理有浸渍式、喷雾式和反应槽式等。上述作业线均采用独特的处理方法。

除进行化学处理外，还要进行涂油等处理。

出口段的设备根据钢板作业线和带钢卷作业线的不同而异。前者有开环器、检查设备和卷取装置；后者有开环器、剪切机、检查设备、分检传送带和码垛机。一般从提高生产效率的观点出发，多采用带钢卷作业线，切板工作在另外的专用剪切作业线上进行。

2. 入口段设备

该工段备有展开带钢卷，连续向预处理设备和镀锌设备输送带钢的装置。

(1) 展卷机

一般设置两台。在使用其中一台时，在另外一台上准备下一个钢卷。两台设备交替使用，保证作业连续。

展卷机可伸缩，并设有钢卷运送台车和减振辊等辅助设备。

(2) 夹送辊

这是把带钢卷夹住送出去或倒回来的设备。

(3) 剪切机

用于剪切钢卷或除去不合格的部分（厚度不均匀、有附着异物等的部分）。

(4) 焊接机

这是连接先行带钢和后行带钢的装置。可使用双缝焊接机和窄搭焊接机（参见指导书 2.3）。

(5) 开环器

这是为了在焊接时不降低电镀工序的速度而存放带钢的装置。从形式上可分成卧式和立式两种。

3. 预处理设备

该工段设有为改善锌镀层的附着性而净化带钢表面的设备。

(1) 洗涤机

它是水洗带钢的设备，设有喷雾器和辊刷等。

(2) 脱脂设备

它是清除带钢上的压延油、防锈油和调质剂的设备，设有喷雾器和挤干辊等。

(3) 酸洗设备

它是清除带钢表面氧化膜的设备，有浸渍式和喷雾式等，有时也设置电解酸洗装置。

4. 电镀锌设备

该工段设有对带钢镀锌的设备，由电镀槽、电极和导电辊构成。

(1) 电镀槽

槽的型式可分为立式和卧式两种。

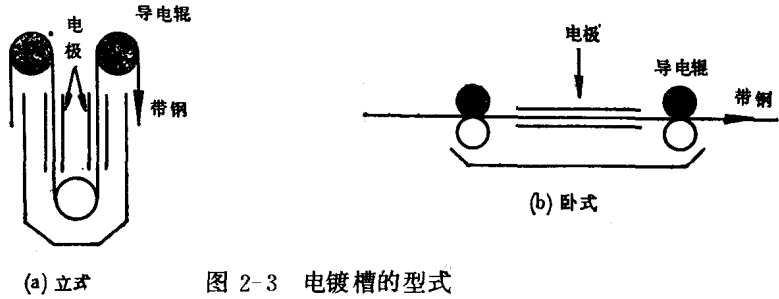


图 2-3 电镀槽的型式

(2) 电极

所有阳极有可溶阳极和不溶阳极两种，可溶阳极用锌制作，不溶阳极用 Pb-Sn、Ti-Pt 等制作。

(3) 导电辊

这是通电的辊子，由铜、不锈钢制作。

5. 后处理设备

(1) 磷酸盐处理设备

这是使电镀锌的钢板上形成磷酸盐被膜的设备，分成预处理、化学被膜生成处理和后处理等部分。从处理法来分，可分为浸渍式、喷雾式和反应槽式。

(2) 铬酸处理设备

这是为了提高镀锌钢板的耐蚀性而进行铬酸处理的装置。从处理方法来看，可分为浸渍式和喷雾式。拭擦方式有挤干辊式和气体拭擦式。

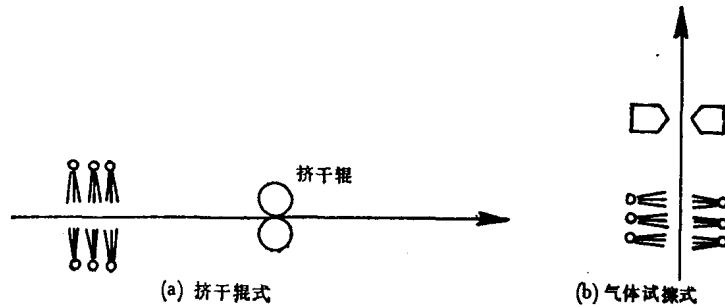


图 2-4 铬酸处理设备

(3) 干燥机

这是在磷酸盐处理和铬酸处理后干燥钢板的设备。有热风干燥式和直热式等。

(4) 涂油装置

为用户加工、脱脂后进行磷酸盐处理的带钢要涂油。涂油方法有辊涂法和静电涂油法。辊涂法是把油滴在钢板上面，用胶辊将其辗均的方法。静电涂油法（参见指导书2-4）是用高压电使雾化的油带电涂在钢板上的方法。因为一旦涂油不匀，成品长期放在库中，

锌就会被腐蚀，所以必须均匀地涂上防锈油。在现代镀锌作业线中，设置了精度良好的静电涂油装置。

6. 出口段设备

该工段设有把镀锌钢板按定货批量分开付出的设备。

(1) 开环器

这是为了在付出时不减慢镀锌工序的速度而预先存放钢板的设备。常用的型式有卧式和立式两种。

(2) 检验台

在检查成品地点，为了能看到带钢的两面，需要安上反射镜。

(3) 剪切机

剪切机是把移动的带钢按照定货批量剪断并切除质量不合格部分的装置。在切板作业线中设置快速剪切机。

(4) (带钢) 张力卷取机

通常设置两台。

在使用一台时，在另一台上展开应卷取的钢卷，准备下次卷取用。

带钢卷取机是可伸缩的，附属设备有皮带助卷器和钢卷运送台车。

因为有时定货的内径不同，所以还需准备橡胶套筒和配件。

(5) 码垛机

这是码垛板状成品的装置，分为次品码垛机和合格品码垛机。

7. 废水处理设备

日本的公害问题可以追溯到很久以前，如1887年足尾铜矿山的矿毒事件和1897年别子铜矿山的烟害事件。第一次世界大战以后，随着工业的迅速发展，噪音、煤烟、污水等已开始为害了，但公害问题尚未明显化时，就爆发了第二次世界大战。到了1955年前后，日本的经济飞速发展，随之，大气污染、水质污浊、噪音等在各地明显地出现了。

另外，由于人口急剧地集中于城市，以及生活消费的大幅度增长，产生了交通肇事、噪音、建设噪音和汽车废气等所谓城市公害。

同时，针对这些情况，限制公害的法制也开始完备起来了。1958年制定了《公用水源水质保护法和工厂排水等的限制法》。1967年又制定了《公害对策基本法》，开始明确了对公害采取措施的基本原则。但随着经济的迅速发展，公害的种类在增加，未限制的公害相继出现。1971年，为了统一管理公害设立了环境厅，对工厂排水也规定了如下排水标准（总理府令）。

对每日排水量平均为50米³以上的工厂和企业，规定了排入海水中的氢离子浓度（参见指导书2-5），pH限制在5~9的范围内。上述标准比各地区的条例，可能规定得更加严格些，要求各企业必须按规定的标准进行废水处理。

废水处理方法很多，重要的是应按废水中所含的有害物质来决定其处理方法。在此只介绍电镀废水的处理方法。

电镀废水主要来自脱脂工序、酸洗工序、电镀工序、后处理工序的洗涤水以及由各工

表 2-1 排水标准

有害物质的种类	允许限度
镉及其化合物	每升含镉0.1毫克
氰化物	每升含氰0.1毫克
有机磷化合物 (限于柏拉息昂、甲基柏拉息昂及E.P.N.)	每升1毫克
铅及其化合物	每升含铅1毫克
六价铬化合物	每升含六价铬0.5毫克
砷及其化合物	每升含砷0.5毫克
汞及烷基汞的其他化合物	不应检测出汞
烷基汞化合物	不应检测出汞

序不定期排出的废液。

这些废水的一般处理流程如下：

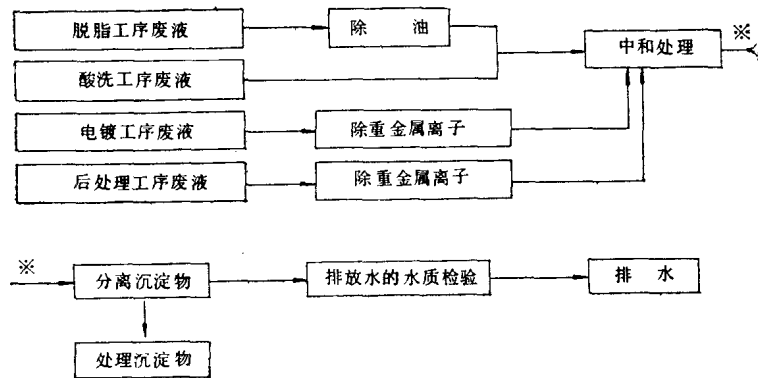


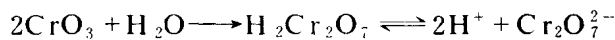
图 2-5 废水处理的一般流程

由于电镀废水中含有铬酸处理工序排出的六价铬化合物，这是必须处理的有害物质，下面研究它的处理方法。

六价铬化合物的化学性质

在一般的铬化合物中，铬的化合价有正三价和正六价两种，其中，六价铬化合物是有害物质，要严格控制排水中六价铬化合物在允许限度（0.5ppm）之内。

在六价铬化合物中，作为氧化物的有 CrO_3 ，与它有关的化合物有： $\text{M}\frac{1}{2}\text{CrO}_4$ （铬酸盐）、 $\text{M}\frac{1}{2}\text{CrO}_7$ （重铬酸盐）、 $\text{M}\frac{1}{2}\text{Cr}_n\text{O}_{3n+1}$ （多铬酸盐）等。三氧化铬（ CrO_3 ）是橙红色的酸性物质，溶于水中形成橙红色的重铬酸（ $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ）溶液。



加入碱后，下列平衡向右移动：

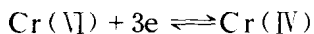


对此重铬酸根离子（ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ）将生成铬酸根离子（ CrO_4^{2-} ）。相反，如果加入酸，几乎全部变成重铬酸根离子，溶液呈现橙红色。

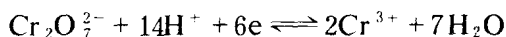
亦即，溶液的pH值决定是生成铬酸根离子还是重铬酸根离子，其结果，六价铬在酸性或碱性溶液都能以稳定的离子存在，因此，六价铬与其他的重金属不同，不能用简单的方法将其变成氢氧化物沉淀除去。

另一方面，铬酸盐和重铬酸盐都是强氧化剂（参见指导书2-6）。因此，如果在溶液中有还原剂存在，便容易被还原成 Cr^{3+} 。在废液中也常有与还原态物质相混合被还原成 Cr^{3+} 的情况。

铬的氧化还原体系一般用下式表示：



在酸中按下式还原：



酸性越强，铬酸的氧化能力也越强。

用作还原剂的物质见表2-2。

表 2-2 还原剂的种类

还原剂	反 应 式	还原 1 公斤 CrO_3 需要的药品量, 公斤	
		还原剂	硫酸
Fe	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$	0.56	2.94
$\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 6\text{FeSO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$	8.43	2.94
Na_2SO_3	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$	1.89	1.47
NaHSO_3	$4\text{H}_2\text{CrO}_4 + 6\text{NaHSO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ $= 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$	1.56	0.74
SO_2	$2\text{H}_2\text{CrO}_4 + 3\text{SO}_2 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	0.96	—

表2-2列的各种物质都可作还原剂，但考虑到经济效果和在中和及处理中产生的泥渣量，一般使用硫酸亚铁和亚硫酸钠作还原剂。

因为还原反应速度随pH值而改变，所以在加入药剂的同时还需注入酸，以控制pH值的变化，这是非常重要的。被还原剂还原成正三价的络离子在加入熟石灰等碱性物质生成氢氧化铬后沉淀分离除去：

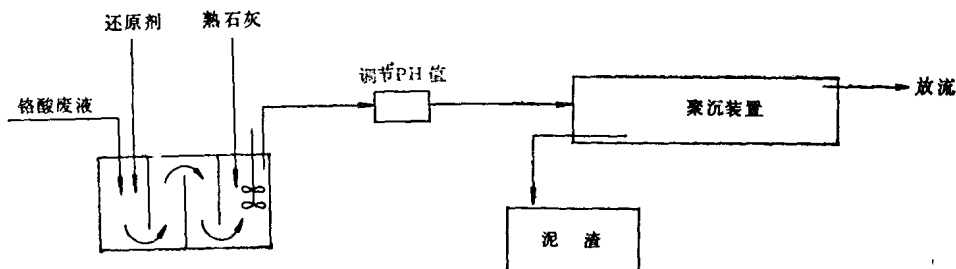
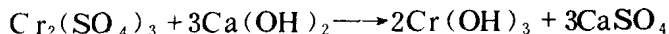


图 2-6 铬酸分离法