

彩色涂层钢板质量的提高

张凤珍¹,张代儒¹,张 瑜²

(1. 昆明钢铁集团公司镀锌彩涂板厂,昆明 650302;2. 昆明钢铁集团技术中心,昆明 650302)

摘要:本文从影响彩色涂层钢板质量的涂料、生产工艺控制等方面着手,探讨了彩色涂层钢板的质量缺陷及成因,提出了相应的控制措施。

关键词:彩涂板;涂料;固化;质量缺陷

中图分类号:TQ 639 **文献标识码:**A **文章编号:**0253-4312(2006)12-0041-04

Improvement of the Quality of Precoated Coil Metal Sheet

Zhang Fengzhen¹, Zhang Dairu¹, Zhang Yu²

(1. Galvanizing and Coating Factory of Kunming Iron & Steel Co., Ltd., Kunming 650302, China;

2. Technology Center of Kunming Iron & Steel Co., Ltd., Kunming 650302, China)

Abstract: This article has discussed the quality defects and the causes of precoated coil metal sheet, in terms of the coil coatings and production management, and suggested some effective measures for control of the quality defects of the coated end-products.

Key Words: precoated metal; coatings; production; quality defects

0 引言

彩色涂层钢板(彩涂板)一般是以成卷的镀锌钢板、冷轧钢板、铝板三种基材为主进行表面脱脂清洗、化学涂敷处理,在基板表面形成一层化学转化膜之后涂敷涂料并烘烤而成的一种预涂有机涂层的产品。彩色涂层钢板兼有钢板的机械强度、加工性能,高分子材料的力学性能、耐腐蚀性、装饰性,因此广泛应用于建筑、家电、家具、汽车工业等。彩涂板是冶金和化工相结合的表面处理工程的重要产品,彩色涂层钢板作为表面技术处理产品,其产品质量不仅仅局限于产品的理化性能(膜厚、光泽、柔韧性、耐反向冲击性、耐溶剂性、耐腐蚀性、耐候性等),还包括彩涂板产品的涂层表面质量。彩涂板产品的理化性能、涂层表面质量两者相结合共同决定了彩涂板产品的综合质量。本文结合昆钢彩涂板产品的原料、生产工艺控制技术对彩涂板产品质量进行了一些探讨。

1 涂 料

涂料作为彩色涂层钢板的主要原料,是集防锈、防腐、装饰等多种功能为一体的精细化工产品。彩色涂层钢板涂料常用的树脂为聚酯树脂、环氧树脂、聚氨酯树脂。树脂性能主要由其结构决定。以聚酯树脂为例可以分为线型和支链型树脂,两种树脂的结构及性能比较见表1。

表1 线型与支链型聚酯树脂的比较

Table 1 Comparison between linear and branched polyester

项目	线型聚酯树脂	支链型聚酯树脂
相对分子质量	相对较大	相对较小
—OH 位置	末端	末端及侧链
交联数	相对较少	相对较多
交联密度	相对较小	相对较大
加工性能(柔韧性)	相对较好	存在局限性
硬度	相对较软	相对较高

注:假设线型和支链型有相同的玻璃化温度。

相对而言,线型结构的聚酯相对分子质量大,—OH含量低,漆膜固化所需固化剂较少,对漆膜的柔韧性有利,此时涂膜性能主要取决于树脂的单体品种和用量。而带支链的树脂相对分子质量一般比线型的小,羟基含量相对较高,交联密度大,对漆膜的硬度有利,但对柔韧性不利。聚酯树脂的羟基含量越高,漆膜的交联密度就越大,对漆膜的硬度、保光性和耐水汽凝聚性有利。另外,漆膜的硬度和玻璃化温度与交联度密切相关,树脂漆膜交联度大、玻璃化温度高,漆膜的硬度相对较高;反之亦然。随着玻璃化温度的升高,漆膜的硬度、耐候性及耐湿性提高而柔韧性和耐冲击性下降。漆膜的机械性能、耐溶剂性、耐沾污性和耐久性主要取决于树脂的相对分子质量、羟基含量和玻璃化温度。

生产线根据市场需求,基板自身状况、生产工艺条件及彩

作者简介:张凤珍(1974—),女,工程师,主要从事检验和新涂层钢板的技术应用及研究。

涂板的最终用途对涂料品种合理选择是提升彩涂产品质量的关键。通过一段时间的生产实践,根据市场状况及使用要求选择了适合的涂料产品:普通建筑板采用环氧底漆,面漆及背漆采用聚酯品种,涂膜弯曲性能(T弯)2T~4T,光泽控制为中等光泽。

2 彩涂板生产工艺控制技术及产品缺陷

彩色涂层钢板的产品质量不仅由基材和涂料的基本性能

决定,还取决于生产工艺及操作控制技术。操作控制技术对彩涂板产品的物理性能、表面质量影响较大,从生产工艺分析生产控制技术重点应包括清洗处理、化涂处理、涂装(含初涂、精涂)、固化4个环节。昆钢彩涂板生产采用两涂两烘生产工艺,流程见图1。

为了保证彩涂产品涂层质量,需要在涂敷之前对基材表面进行除油、除尘、除锈等前期处理工作,这是保证涂装工艺的第一步,也是保证彩涂板产品质量的基础工作。处理的目的

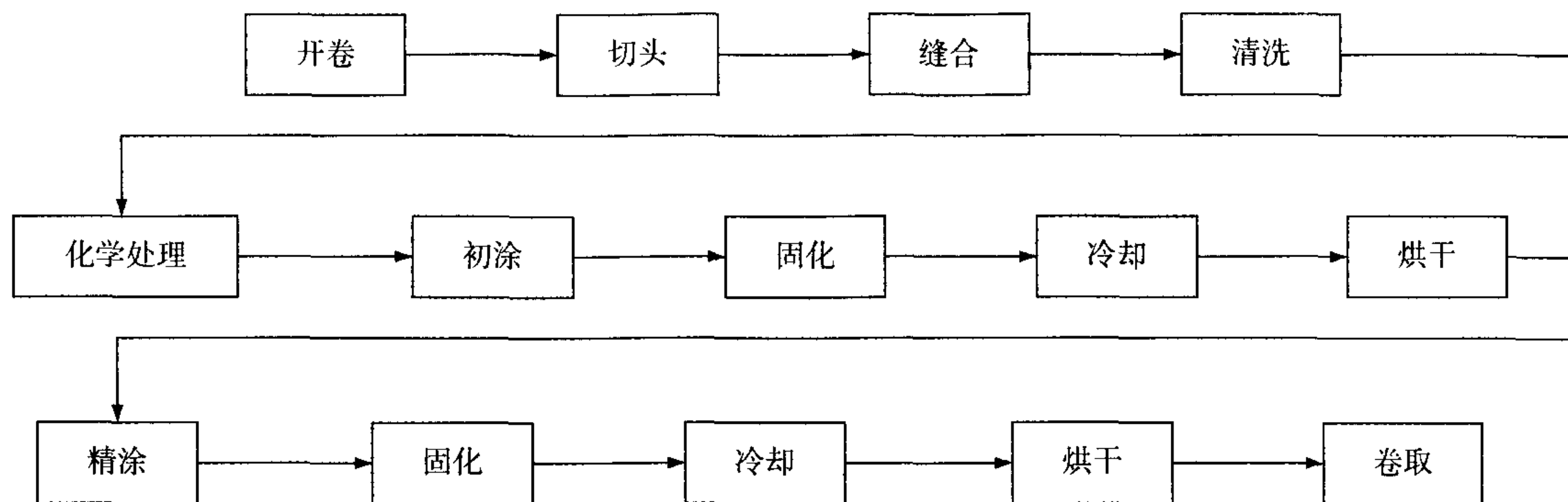


图1 两涂两烘生产工艺流程
Fig. 1 Technical flow of 2-coating and 2-baking process

就是在除去基材表面附着的防锈油、锈斑、灰尘等后,在清洁的基材表面进行化学涂敷处理,形成以 Cr^{6+} 和 Cr^{3+} 为基本骨架的网状化学转化膜,以此增加基材与涂层之间的附着性,提高基材的防腐性和涂层的耐久性。前处理(清洗及化涂)工作质量决定着涂装质量的好坏,并直接影响涂层的柔韧性能、耐冲击性能等物理指标。决定了彩涂板产品的涂层附着性。初涂、精涂、固化的目的是将涂料涂敷于基材板面并采用加热方式使涂料有机溶剂挥发,令有机涂层与基材紧密结合。涂装、固化直接影响着彩涂板的外观质量和物化性能,是生产控制的重点环节。

2.1 清洗处理及缺陷

清洗脱脂处理主要是利用工业化学清洗液的溶解、皂化、乳化、润湿、渗透和机械(刷洗)等作用去除基板表面的油污、杂质颗粒。目前,大多数生产线都采用工业化学清洗剂进行板面的清洗脱脂。彩涂生产线所用的化学清洗液基本由络合剂、表面活性剂、氢氧化钠、氢氧化钾、聚磷酸等成分组成,为碱性溶液。清洗脱脂效果主要取决于清洗液的浓度、温度以及钢带的清洗时间。清洗过程中必须注意控制清洗液的浓度及温度。清洗液浓度过低,基材表面油污清洗不干净,导致后面化涂处理存在缺陷从而影响涂层质量;浓度过高,镀锌板(镀铝板)所含锌、铝属于两性金属,在热碱溶液中锌、铝层表面容易形成锌酸盐,造成严重腐蚀,从而影响后面化学涂敷效果。化学清洗剂一般含有表面活性剂,各种表面活性剂发挥效能的最佳温度有差异。温度过高,表面活性剂稳定性降低,会降低清洗液去除油污能力;温度过低,皂化反应速度较慢不能将油污清除完全,同时会产生较多泡沫影响清洗效果。此外清洗液温度过高会加快强碱溶液对锌、铝层的腐蚀。因此

清洗液的浓度、温度应尽量控制在清洗液厂家建议的控制范围内。在清洗过程中的涮洗、漂洗主要是借助机械力将油污从金属板面去除,基材板面清洗干净后必须使用去离子水或自来水将板面残留的清洗剂和盐分洗净并保证板面干燥,否则残存物质将影响化涂处理效果。

清洗效果检查:用白绸布或滤纸擦拭基板表面,若白绸布或滤纸洁白无污染,则清洗效果较好;反之清洗效果不佳。或用压敏胶带贴粘基板表面,然后与标准图谱比较来评定清洗效果。

2.2 化涂处理(化学预处理)

化学预处理一般采用辊涂方式,使铬酸盐化学预处理液在基材表面形成的 $-\text{Cr}^{6+}-\text{Cr}^{3+}$ 为基本骨架的网状结构有机膜层(化学转化膜)。化学转化膜的网状结构增加了涂层的耐久性、耐碱性、耐腐蚀性,增加了基材与涂层间的附着力。同时,化学转化膜避免了活泼金属锌(铝)与涂料中的基料发生反应形成锌皂对锌层与涂层结合力造成破坏;另外一方面也增加了表面粗糙度,增大了涂层与基材表面的接触面和附着力。图2为Cr含量与彩涂板T弯等性能的关系。

从图2中可以看出化学转化膜中铬的附着量对彩涂板弯曲性能、耐刮伤性能起到非常重要的作用,目前昆钢生产线化学转化膜铬含量控制为 $30\sim 35\text{ mg/m}^2$ 。

化学转化膜(铬含量)取决于化涂液浓度、化涂机各辊的辊速比及辊间压力。在化涂处理过程中必须注意加强对化涂液、化涂机、化学涂敷层烘烤的管理。化涂液在使用过程中不可避免地混入一些杂质,这些杂质成为晶核将加快化涂液中晶体的形成,晶粒在化涂机辊面上停留使化涂膜出现空隙,导致涂层上出现细小的点状脱落。因此每次停线后必须清洗化

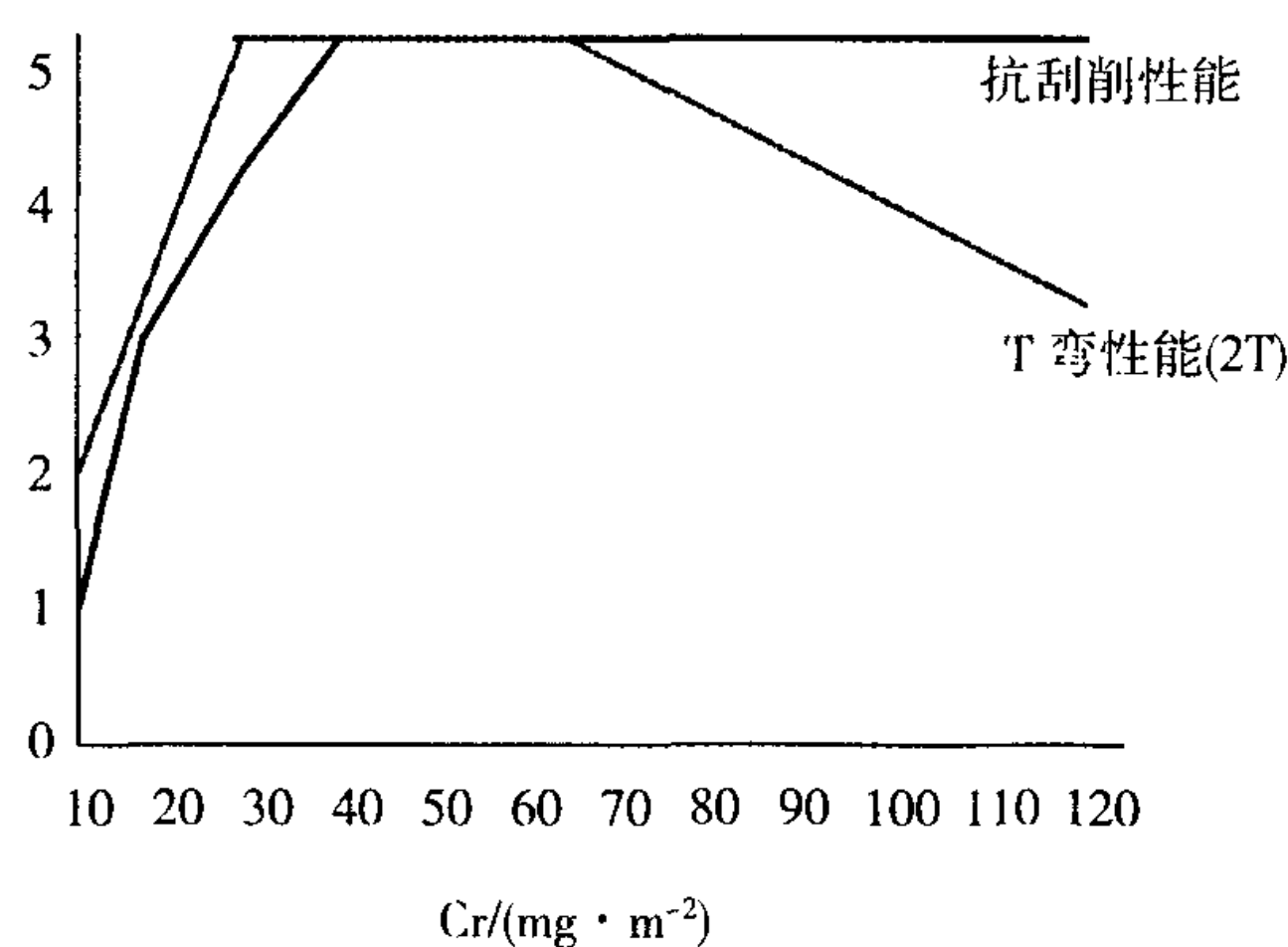


图2 彩涂板T弯性能、抗刮削性能与Cr附着量的关系
Fig.2 T-bending and scratch resistance vs. Cr content

涂箱和涂机。昆钢在生产过程中曾出现过烘干炉炉内循环不好,炉温过高导致化涂液水分蒸发过快并在炉内凝聚,回滴到已成膜的板面,形成明显水滴状化涂漏涂斑点,甚至大面积化涂留痕,在该区域涂层柔韧性性能出现3T、5T、7T性能不均现象,降低化涂烘干炉炉温后该现象消失。因此在生产过程中也必须对化涂板面质量的检查,避免缺陷产生。检查方法:在生产过程中在卷头、卷尾留少量化涂板对板面化涂质量进行表面检查,定期取板送化涂液厂家检测化涂膜铬含量,还可采用X射线荧光、衍射、等离子、原子吸收或化学分析法方法测定铬含量。

2.3 涂装(初涂、精涂)

涂装即利用辊涂机将底漆、面漆、背漆涂敷于基材板面并采用加热固化方式使涂料有机溶剂挥发,令有机涂层与基材紧密结合。涂装、固化质量直接影响着涂料各项性能的发挥及

彩涂板的涂层外观质量。在涂装过程中涂料黏度、涂机涂辊辊间压力及辊速比决定了涂层厚度和涂层表面质量。涂层厚度直接影响到产品的光泽、色差、耐MEK、柔韧性。

涂料在上机前必须调整黏度至规定上机黏度并充分搅拌均匀,生产过程中也必须不断进行搅拌保证其均匀性。涂料黏度调整及涂敷过程中必须注意环境温度的影响。涂料及环境温度过低,涂料流动性和流平性会变差,若加入过量稀释剂会使单位质量(体积)成膜物质减少(涂料的总固体保持不变),稀释剂在固化过程中全挥发造成稀释剂浪费令生产成本增加;同时,在同等涂机工艺参数下操作,将导致涂层实际膜厚偏低,容易产生气泡。若涂料及环境温度过高,稀释剂蒸发加快,同等工艺条件下涂层实际膜厚偏厚容易造成橘皮等现象;因此在操作过程中必须注意对涂层室、涂料搅拌间进行恒温控制,以保证涂料黏度稳定。另外,必须保证涂料搅拌室、涂层室环境的洁净,否则灰尘、杂质容易被带入涂料造成涂层表面缩孔、颗粒、脱漆等表面质量缺陷。在涂料上机后必须注意涂机辊间压力、辊速的控制,以保证涂膜厚度和涂层表面质量,防止辊纹、横向条纹、发花等表面质量缺陷。此外,在涂装室也应保证合理的湿度及通风,这些细小环节都将影响涂料的流平,严重时会产生针孔等表面质量缺陷。可以说涂层的表面质量基本决定于涂机的控制。在生产过程中准确测量湿膜厚度尤为关键,因为湿膜厚度与涂料体积固体分相结合可以快速准确预测涂层干膜厚度。湿膜厚度可以通过梳规、轮规两种湿膜仪进行测量。

常见涂装质量缺陷、产生原因及解决方法见表2。涂层厚度对色差、光泽影响见表3。

表2 涂装易见质量缺陷
Table 2 Typical defects during the coating process

质量缺陷	缺陷原因	解决方法
发花(原料混入)、涂层厚度变化并造成色差、光差异	涂料搅拌不均匀或前后两批上机涂料黏度差别大引起涂层厚度变化	搅拌稀释过程中少量多次加入稀释剂,保证环境温度恒定
气泡或厚边、漏涂	涂辊损伤、涂料黏度低、湿膜厚,辊速度不当	保证上机涂料黏度,调整辊速比、调整线速度,更换涂覆辊
辊纹、横纵向条纹	涂料黏度高,流平不利;辊速比不当;涂辊硬度高或辊面凹凸不平;涂料盘涂料液面过高;基材和涂辊抖动	调整黏度、调整辊速比、辊间压力,涂料中加入流平剂
污点、缩孔、粒子、拉丝、星点脱漆、附着力下降	涂料受到污染、涂敷辊粘有杂质、档泡板不合适或稀释剂加入过多,稀释剂挥发速率快,涂料来不及流平	加强涂层室、搅拌室管理消除污染源,控制搅拌室温湿度
橘皮、色差,光泽偏差	涂膜较厚或较薄,或涂料流平不好	调整黏度、调整辊速比、辊间压力,涂料中加入流平剂
微泡或针孔	涂料搅拌过度,微泡残留涂料中,涂料贮存温度过低	搅拌不要过激防止气泡产生,涂料搅拌放置一定时间再上机
漏涂	基板不平整或受污染;涂辊不平、受损或粘有异物	检查基板,换辊或消除异物
起粒,涂层表面粗糙	涂料产生凝胶或结皮未搅拌均匀,上机未过滤处理;涂料搅拌加错稀释剂产生凝胶	充分搅拌,上机时进行过滤处理;加强搅拌管理
耐划伤性差	涂层厚度不恰当	调整涂层厚度
气泡	基材表面粗糙存在小孔,涂料未将孔眼填实,固化过程中孔眼中空气受热膨胀形成气泡	轻微时调整辊速比、涂辊压力;表面较粗糙基材严禁上线生产

表3 涂层厚度对光泽色差影响

Table 3 Influence of film thickness on color difference

面漆厚度/ μm	色差				光泽
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
12	-0.66	-0.01	-0.30	0.72	40.2
15	+0.07	-0.29	-0.15	0.34	50.9
20	+0.05	-0.02	-0.01	0.06	58.4

从表2、表3可见彩色涂层钢板的质量控制主要取决于涂层段的控制技术,在生产过程中控制涂料温度、上机黏度,准确测量湿膜厚度,合理调整涂机参数,从而严格控制涂层的湿膜厚度是保证涂层表面质量的关键。

2.4 固化

固化直接影响了彩涂产品的使用性能和表面质量,在实际生产中合理设置炉温达到涂料固化所需的最高金属板温,令有

表4 固化易见质量缺陷

Table 4 Typical defects during the curing process

质量缺陷	缺陷原因	控制方法
针孔	蒸发区(进口)炉温过高,溶剂挥发过快,或底漆干燥不充分	降低蒸发区炉温,调整炉温分布
气泡,严重的表现为爆孔,特别在厚膜厚时柔韧性差(T弯下降),耐有机溶剂差,色差、光差明显	涂层表干,但漆膜中还残存溶剂,欠固化或过度固化	降低蒸发区炉温,调整炉温分布
粘卷	欠固化	调整炉温或生产线速度,达到允许的PMT。
耐划伤性差	欠固化或过度固化	

表5 PMT对色差、光泽的影响

Table 5 Influence of PMT on color difference and gloss

PMT/ $^{\circ}\text{C}$	色差				光泽
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
216~224	+0.35	-0.01	-0.11	0.37	54.3
224~232	+0.20	+0.02	+0.02	0.20	58.4
232	+0.13	+0.01	+0.01	0.14	58.9
241~249	-0.36	-0.10	-0.23	0.44	57.6

注:面漆厚度18~20 μm ,面漆技术要求PMT为(232 \pm 5) $^{\circ}\text{C}$

通过表4、表5分析可见固化是彩色涂层钢板成型的关键工序,生产过程中按照涂料固化技术要求合理设定温度将对降低产品表面质量缺陷,提高产品各项性能具有决定作用。

3 其他缺陷

上述质量缺陷只是彩涂板生产过程中的典型问题,生产过程中还可能面临其他质量问题,其产生的具体原因较多,需要仔细认证逐步排查后消除。例如色差的产生可能与基板的表面光泽、锌花大小等有关。涂装后各张力辊、传向辊间存在异物将造成规律性划伤;收卷张力控制不当或不稳定,轻者产生彩涂卷张脱,重者产生卷取变形(鸡心卷或椭圆卷);漂洗水、冷却水更换不及时会产生水质污染或其他影响基材表面张力的因素;板面表面张力不均匀将影响涂料的流平而出现缩孔;涂料存放时间过长会产生软性树脂粒子在涂辊上滚动

机溶剂以合理速度完全逸出,涂层完全固化。保证产品性能和表面质量是控制重点,合理设置并保持炉温可以提升涂膜性能,保持涂层质量稳定。涂层固化过程一般分为蒸发、固化、冷却干燥3个阶段,蒸发阶段为溶剂挥发重要阶段,关系到涂层表面质量;固化阶段必须达到最高金属板温保证涂层性能,一般情况下生产线固化炉第一、二区为蒸发区,三、四区为固化区;冷却区采用水冷(有的生产线风冷和水冷相结合)和热风干燥。

在固化炉控制过程中必须注意热风压力以及热风流量的影响,这不仅关系到固化炉的安全运行同时还影响着涂料溶剂的挥发速率及产品表面质量。当基板厚度发生变化时应及时多次测量金属板温(PMT),防止固化炉控制温度调整后炉内温度变化滞后,造成过度烘烤(过固化)或固化不完全,造成批量性残次品。固化常见质量缺陷见表4,PMT对色差、光泽的影响见表5。

产生不规律划伤;固化炉炉内存在灰尘或其他污染源,也会产生麻点等表面质量缺陷。

4 结语

彩涂板产品的理化性能、表面质量共同决定了彩涂板的最终产品质量。影响产品质量的因素较多,对各种缺陷的理解也各不相同,但总体可以分为基材质量不良、涂层表面张力的改变、前处理不当、固化缺陷、涂装缺陷及划伤。彩涂板的生产过程是连续的,一旦出现质量缺陷,就需要全线密切配合逐步排查,找出缺陷原因加以解决。因此正确理解涂料及生产工艺、合理调整工艺参数、实行全线质量管理、责任到人、不断提高生产和技术人员技能是提高彩涂板产品质量的必要途径。

参考文献

- [1] 肖佑国,祝福军. 预涂金属卷材及涂料[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [2] 曹京宜,付大海. 实用涂装基础及技巧[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [3] 张开. 成都科技大学等合编. 高分子物理学[M]. 北京:化学工业出版社,1988.

收稿日期 2006-09-11(修改稿)