

## 冷轧双零铝箔坯料翘边的产生原因及改进措施

李振来

滨州宏展铝业科技有限公司, 山东 滨州 256600

[摘要] 阐述了翘边缺陷对铝箔坯料质量的严重影响。结合生产实际, 从道次变形率分配、板型控制系统、切边工艺、卷取张力方面详细分析了铝合金带坯产生翘边的主要因素, 并由此提出了双零铝箔坯料翘边缺陷的预防措施。

[关键词] 铝箔坯料; 翘边; 道次变形率; 板型控制系统; 切边; 卷取张力

DOI: 10.33142/aem.v1i5.1151

中图分类号: TG249.9

文献标识码: A

### Causes and Improvement Measures of Edge Warping of Cold Rolled Double Zero Aluminum Foil Blank

LI Zhenlai

Binzhou Hongzhan Aluminum Technology Co., Ltd., Binzhou, Shandong, 256600, China

**Abstract:** The paper describes serious influence of edge warping on quality of aluminum foil blank. Combined with production practice, the main factors causing edge warping of aluminum alloy strip are analyzed in detail from aspects of pass deformation rate distribution, plate type control system, edge cutting process and coiling tension, so preventive measures for edge warping defects of double zero aluminum foil blank are put forward.

**Keywords:** aluminum foil blank; edge warping; pass deformation rate; plate type control system; edge cutting; coiling tension

翘边是铝板带材生产过程中的常规缺陷, 属于行业内的“老大难”问题。由于缺乏对其形成原因的深刻认识, 所以各铝板带企业一直未能有效控制此类缺陷。随着铝板带箔材市场竞争越来越激烈, 对此类缺陷的关注度也越来越高。但查阅相关文献发现, 关于此类工艺缺陷问题的研究报道极少, 仅在中国有色金属工业协会组织编写的“铝业职工读本”系列丛书《铝箔生产及深加工》<sup>[1]</sup>中, 对翘边问题进行了简略描述; 另外, 该书的作者之一关世彤曾在一次技术研讨会上谈到过此类缺陷问题<sup>[2]</sup>, 但没有展开进行深入讨论。本文结合作者所在企业的生产实际, 较系统地分析了冷轧双零铝箔坯料产生翘边缺陷的主要因素, 并提出切实有效的预防措施。

#### 1 翘边缺陷的特征与危害

翘边是指板带材经过轧制、切边和卷取后, 带材边部翘起<sup>[1]</sup>。在实际生产中通常表现为卷材两端或一端直径大于卷材沿宽度方向上中间部位的直径, 端部有明显朝上翘起的现象, 手触有凹凸感。如图 1 所示。

冷轧双零铝箔坯料带卷产生的翘边缺陷, 将严重影响后续加工及成品质量, 一般的客户对此项缺陷的要求为“不允许”。带有翘边缺陷的卷材在展开后, 带材边部呈荷叶边状, 后续冷轧时更容易产生起皱、条纹等缺陷; 而对于高精彩涂版板基来说, 翘边是一种致命的缺陷, 会造成边部滚涂不均, 致使后续工艺产生不合格品。



图 1 铝卷翘边缺陷<sup>[1]</sup>

#### 2 影响翘边的主要因素

翘边的产生是多种不良因素综合作用的结果, 是卷材外观质量表现的一种宏观缺陷。影响翘边的主要因素有: 轧制道次分配不合理、板型控制系统分段喷淋冷却系统部分功能缺失、重卷切边(拉伸弯曲矫直机)工序圆盘刀剪刀调整不当、卷取张力选用不当等等<sup>[3]</sup>。以下结合生产实际, 对翘边产生的原因进行详细分析。

##### 2.1 轧制道次分配

轧制道次变形率分配是铝箔轧制工艺过程的核心内容, 分配是否合理直接关系到箔材板形的好坏与生产效率的高低。根据作者所在企业生产情况, 按照成品厚度的不同, 冷轧变形一般分为 5-6 道次。双零铝箔在成品冷轧道次, 由于来料是退火态, 且压下量通常在 50%以上, 若继续增加压下量, 轧制过程中易超过工艺和设备允许极限, 因而发生不均匀变形, 易在铝箔边部产生起伏不平的现象, 形成边部波浪缺陷。边部波浪缺陷的存在使铝箔中间与两边卷取系数存在差异, 从而在卷取的过程中形成翘边缺陷。

然而, 在实际生产中, 为提高生产效率, 在保证板形品质, 且设备力能和工艺润滑等条件具备的情况下, 为了充分发挥铝材的塑性, 将在坯料均匀化退火后的第一道次一般采用 50%左右的道次变形率。实践表明, 第一道次是影响带

坯厚度均匀性和平整度的关键，同时轧制力的控制要求更加严格。初始道次轧制力的大范围波动，易在轧机出口侧发生厚料的大翘边。选用宽度为 1640mm、厚度为 3.7mm 的 1235 双零铝箔坯料，均匀化退火后，在第一道次分别采用不同轧制压下量(压下率 50%左右)，探究初始道次压下量对翘边量的影响，结果如表 1 所示。从表 1 可以看出，对于厚度为 3.7mm 的双零箔坯料，随着压下量的降低，翘边量降低，在初始压下量为 1.6mm 时，几乎不出现翘边缺陷。

表 1 初始压下量对翘边量的影响

Table 1 Effect of the first rolling reduction on the amount of edge warping

序号	轧后厚度(mm)	初始压下量 (mm)	翘边量 (mm)
1	1.7	2.0	4.0
2	1.9	1.8	2.6
3	2.1	1.6	无

注：翘边量：铝箔卷一端或两端翘起的高度。

### 2.2 喷淋控制系统

喷淋控制是铝箔生产中一种常用板形控制方法，通过控制局部冷却液流量，进而改变轧辊局部的热凸度来控制板形。但在喷淋冷却过程中，边部喷嘴的堵塞，易造成边部轧辊局部过热，使边部材料变形抗力降低，塑性增加，变形率增大，从而形成边部起浪，进而形成翘边缺陷。其影响原理与轧制道次分配相似，都为产生边部波浪缺陷引起卷取时边部与中间卷取系数不同，形成翘边。

### 2.3 切边工序圆盘剪重叠量和侧向间隙

切边工序圆盘剪重叠量和侧向间隙直接影响带材的剪切质量。切边工序对铝带坯和铝箔成品卷翘边的影响机理，与钢带卷取时翘边缺陷形成的机理类似<sup>[4]</sup>。如图 2 所示为带钢纵向切面示意图，由图 2 可知，剪切面一般由塌肩、切断面、撕断层(断裂面)和背面毛刺组成。塌肩、毛刺面积占比较小，而切断面和撕断层占据了绝大部分。剪切时，切断面因发生塑性变形从而产生加工硬化，使得带钢切断面变形抗力增大和塑性降低，在后续分切工序中出现边部波浪缺陷，故在卷取过程中出现翘边。铝箔坯料及成品带卷在切边工序，也会产生同样的切断面特征，因而容易在卷取时形成翘边缺陷。

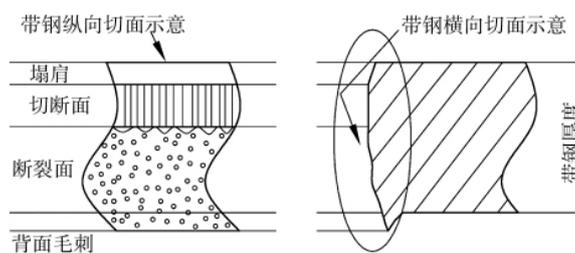


图 2 剪切断面示意图<sup>[4]</sup>

### 2.4 卷取张力

卷取张力是形成翘边的另一重要因素。在实际生产过程中，一般较好的理想板形通常为中厚边薄，即中间稍紧，两边存在轻微边浪。在较大的卷取张力作用下，易形成了中间卷紧系数大于两边部的卷紧系数的情况，从而出现翘边缺陷。

本文选用厚度为 0.24mm、宽度 1360mm 的 1235 双零铝箔坯料，通过重卷切边卷取机试验，探究不同卷取张力对翘边量的影响，结果如表 2 所示。从表 2 可以看出，随着总张力的降低，翘边量减小，当总张力为 900kg 时，基本不出现翘边现象。

表 2 卷取张力对翘边量的影响

序号	总张力 (kg)	翘边量 (mm)
1	1300	2
2	1100	1.5
3	900	无

### 3 改善翘边缺陷的预防措施

根据上述引起双零铝箔坯料翘边缺陷的主要原因,在实际生产中可采取相应措施进行合理控制。

#### 3.1 确定合理的轧制道次分配

表 3 为满足冷轧机设备性能的 1235 合金双零铝箔坯料轧制道次分配的试验数据,该方案将道次压下率控制在 50%~53%。可见,采用该轧制道次变形率分配方案生产的 1235 合金 0.24×1640mm 双零铝箔坯料端面良好,可以获得优良的产品质量,并得到了下游客户的肯定。

表 3 冷轧变形道次分配

道次	入口厚度 (mm)	出口厚度 (mm)
1	6.7	3.7
2	3.7	2.1
3	2.1	1.1
4	1.1	0.55
5	0.55	0.24

#### 3.2 检查喷淋控制系统

喷嘴的堵塞会造成轧辊冷却不均,产生边部波浪缺陷,最终形成卷取翘边。因此,在道次轧制前对喷射横梁的各个分区的喷嘴进行试喷实验,对于不喷或喷射流量不足或不能及时止喷的喷嘴,应及时进行拆卸维修或更换,将堵塞杂物取出,确保各个分区喷嘴均处于正常工作状态,有利于铝箔坯料的板形控制,减少翘边缺陷的产生。

#### 3.3 确定合理的切边重叠量和侧向间隙

切边重叠量的调整原则:被剪切带材厚度的 1/3~1/2。重叠量应保持在较小的范围内,以减少剪刀平面的磨损并保证剪切质量。侧向间隙的调整原则:一般为厚度的 7.5~10%。对于 0.07~0.2mm 的厚箔和 0.03~0.07mm 中厚箔,采用薄刃组合圆盘刀剪切方式。当剪切硬状态铝箔时,上、下刀刃重叠量为 0.5~1.0mm;当剪切软态铝箔时,上、下刀刃重叠量为 0.2~0.3mm;刀盘侧向间隙均调至无间隙状态剪切<sup>[1]</sup>。

#### 3.4 选用合适的卷取张力

轧制过程中出现的边部波浪缺陷,会在卷取过程中累积从而形成翘边缺陷。在实际生产中,通过控制边部波浪缺陷的产生和选择适宜的卷取张力有助于减少翘边缺陷的产生。

卷取张力的选用应遵循以下原则:在轧制工序中,在保证带材卷紧、卷齐的情况下,使用较低值;在精整切边工序中,在保证切边、卷紧、卷齐和后续生产需要的前提下,使用较低值。通常在轧制硬状态的带坯时卷取张力不宜大于 3.6kg/mm<sup>2</sup>,轧制退火料时,卷取张力应控制在 3.3kg/mm<sup>2</sup> 以下。切边工序应根据最终不同带材的厚度、硬度和下一工序的实际需要选择合理的卷取张力。卷取张力的大小不能因卷径的变化而发生变化。

### 4 结束语

轧制道次分配是否合理、板型控制系统分段喷淋冷却系统是否处于正常工作状态、精整切边工序圆盘刀的合理调整,以及所有生产工序卷取张力的选用,都对铝箔坯料卷取翘边缺陷的产生有重要影响。在生产过程中,严格控制好以上几个关键工艺环节,对预防翘边、提高铝箔产品质量起着至关重要的作用。

#### [参考文献]

[1]YS/T 417.3-1999. 变形铝及铝合金铸锭及加工产品缺陷(第 3 部分:变形铝及铝合金箔缺陷)[S].

[2]魏玉鹏,张晓伟.切边圆盘剪刀侧隙和重叠量的调整[J].一重技术,2012,1(04):03-07.

作者简介:李振来,性别:男,(1984-),毕业院校烟台南山学院,机电一体化专业,就职滨州宏展铝业科技有限公司,车间主任。