

一种锌铝镁镀层钢板及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种钢材及其制造方法，尤其涉及一种镀层钢板及其制造方法。

背景技术

目前，为了制备出使用寿命更长的钢板产品，市场和用户对于钢材的耐蚀性要求也越来越高，锌铝镁镀层钢板因其自身所具有的优异的耐蚀性受到了市场的认可。

近年来，市场上出现了镀层中铝含量较高的锌铝镁镀层钢板产品，其具有提升的耐蚀性。但是，这种锌铝镁镀层钢板产品在生产、储存、运输或使用过程中易出现“黑变”，即钢板的表面容易发黑，影响钢板产品的外观和使用。

目前国内外生产制备锌铝镁镀层钢板的技术路径存在差异。国外锌铝镁镀层钢板表面涂覆的后处理膜主要采用两步法工艺，即先对镀层表面进行钝化，而后再在镀层表面涂覆所需的膜，其最终所制备的锌铝镁镀层钢板的耐黑变性能较好。而国内在生产制备锌铝镁镀层钢板时，其后处理膜采用了一步法工艺，即在镀层表面一次涂覆所需的膜。这种一次涂覆工艺十分高效，不仅减少了设备投入，还可节省成本，具有良好的经济效益和应用前景。

但是，目前这种后处理膜的开发和涂覆工艺控制在实践中遇到了一些问题，上述一次涂覆工艺所生产的锌铝镁镀层钢板易发黑，尤其是在湿热、堆垛、雨水冲刷等条件下更容易发生黑变。

发明内容

为了解决现有技术存在的上述问题，本发明提供一种锌铝镁镀层钢板，其具有优良的耐黑变性能，且其在湿热条件下的耐黑变性能更加显著，能够克服现有的锌铝镁镀层钢板产品容易黑变问题，以确保钢板在长期使用过程中具有良好的外观、满足用户的使用需求。

本发明的第一方面提供一种锌铝镁镀层钢板，包括钢基板以及在钢基板上的镀层，所述镀层表面还涂覆有耐指纹膜；镀层中各成分的质量百分含量为：Al: 45%-65%，Mg: 0.2%-5.0%，Si: 0.1%-3.0%，Zr: 0.001%-0.15%，Ca: 0.001%-0.15%，余量为 Zn 和其他不可避免的杂质。

已知钢基板表面上所镀覆的镀层的质量会直接影响镀层钢板的耐黑变性能。因此，在本发明中，发明人对镀层的化学成分做了优化设计。

在本发明的锌铝镁镀层钢板的镀层中，各化学元素的设计原理如下所述：

Al: Al 元素极易氧化，且氧化膜非常致密，其所形成的富铝相氧化膜可以赋予镀层非常好的保护能力，从而赋予镀层优异的耐腐蚀性能。因此，为发挥 Al 元素的有益效果，在本发明中，将镀层中 Al 元素的质量百分含量控制在 45%-65%之间。

Mg: Mg 元素能够与 Zn 同时腐蚀形成腐蚀产物，且 Mg 的腐蚀产物更致密，较纯 Zn 的腐蚀产物有更好的保护作用，可提升镀层的耐腐蚀性能。因此，为确保镀层的耐腐蚀性能，在本发明中，将镀层中 Mg 元素的质量百分含量控制在 0.2%-5.0%之间。

Si: 在本发明所述的锌铝镁镀层钢板的镀层中，添加适量的 Si 元素可以在镀层形成过程中减轻基板与液态熔融镀液中 Al 的反应，从而保证基板的平整和镀层的均匀性。基于此，在本发明中，将镀层中 Si 元素的质量百分含量控制在 0.1%-3.0%之间。

Zr: 在本发明所述的锌铝镁镀层钢板的镀层中，还需添加适量的 Zr 元素，在镀层的形成过程中，熔融的镀层合金冷却时，Zr 元素能够与 Al 元素配合形成 Al_3Zr 粒子，以参与包晶反应使得钢板表面的富铝相细化、表面的富铝相增多，提升镀层表层的 Al/Zn 比，从而提高镀层的耐腐蚀性能。因此，为了发挥 Zr 元素的有益效果，在本发明中，将镀层中 Zr 的质量百分含量控制在 0.001%-0.15%之间。

Ca: Ca 元素的作用在于抑制液态熔融镀液表面上的氧化物生成，减少产渣量，进而减少因镀液氧化物和渣引起的镀层钢板表面质量缺陷。因此，为了发挥 Ca 元素的有益效果，在本发明中，将镀层中 Ca 的质量百分含量控制在 0.001%-0.15%之间。

优选地，在本发明所述的锌铝镁镀层钢板中，镀层中各成分的质量百分含

量满足如下中的至少一个：

Al: 50%-60%，

Mg: 1.0%-3.0%，

Si: 1.0%-2.0%，

Zr: 0.01%-0.1%，

Ca: 0.01%-0.1%。

优选地，在本发明所述的锌铝镁镀层钢板中，所述镀层的厚度为 8-38 μm 。

在本发明上述技术方案中，本发明将镀层的厚度控制在 8-38 μm 。当镀层厚度低于 8 μm 时，镀层的耐腐蚀性性能不良，对于基板的保护性不佳，且镀层均匀覆盖基板性降低，要获得表面质量优良的镀层钢板将对基板和镀层厚度控制设备的要求会很高，导致生产困难。而当镀层厚度高于 38 μm 时，则对镀层厚度控制设备要求会非常高，镀层的均匀性难以保证，难以生产出表面质量较好的锌铝镁镀层钢板。

优选地，在本发明所述的锌铝镁镀层钢板中，所述耐指纹膜的厚度为 0.5-2.5 μm 。在本发明的方案中，并不特别限制耐指纹膜的组成，可以是现有技术中常用的水溶性树脂，例如丙烯酸树脂、聚氨酯树脂等。也不特别限制耐指纹膜的涂覆方式，可以采用喷涂、辊涂、电泳等方式形成。耐指纹膜可以提升镀层钢板的耐蚀性并改善钢板的外观。

在本发明上述技术方案中，本发明将镀层表面涂覆的耐指纹膜的厚度控制在 0.5-2.5 μm 之间。当耐指纹膜的厚度低于 0.5 μm 时，耐指纹膜对镀层钢板的覆盖性降低，会造成局部漏涂，影响镀层钢板的耐腐蚀性、耐黑变性、成型性等性能。而当耐指纹膜的厚度高于 2.5 μm 时，则对膜厚控制设备要求会非常高，耐指纹膜的均匀性也难以保证，对后续加热烘烤固化工艺的要求也会非常高，而且耐指纹皮膜的导电性等性能也会劣化。

更优选地，在本发明所述的锌铝镁镀层钢板中，耐指纹膜的厚度为 1.0-2.0 μm 。

优选地，在本发明所述的锌铝镁镀层钢板中，锌铝镁镀层钢板在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 $\Delta E < 3$ ，其中 ΔE 为锌铝镁镀层钢板叠片湿热处理前表面明度值与湿热处理 24 小时后表面明度值的差值。

本发明所述的技术方案中，叠片湿热处理是将钢板堆叠在一起，钢板处于

较高温度（50℃）、较高湿度（95%）的条件。在该种条件下，堆叠的钢板之间存在微小的间隙，在水汽、氧气的共同作用下，钢板会发生电化学腐蚀，若钢板的耐黑变性能较差，钢板的表层会被腐蚀，钢板局部或整体发黑，出现黑变问题。

发明人发现，若钢板的耐黑变性能较差，则钢板在放置或使用过程中，在有水汽、雨水、结露的条件下也会发生黑变，但这是一个长期缓慢的过程，需要较长时间才能发现钢板的黑变问题。此外，发明人还发现，叠片湿热条件是比较严苛的条件，既有较高的温度、较高的湿度和水汽，又有叠片创造的微小的间隙，利于形成电化学腐蚀的条件，加剧钢板表层的腐蚀；若钢板的耐黑变性能较差，则在叠片湿热条件下 24 小时即可发现钢板的黑变问题，监测到钢板的黑变风险。

另外，发明人还发现，当钢板发生黑变，则钢板表面的明度值会降低，在本发明中，色差 ΔE 为钢板湿热处理前表面明度值与湿热处理 24 小时后表面明度值的差值， $\Delta E \geq 3$ 表明肉眼可见黑变现象，尤其钢板局部发生黑变时现象更为明显。

本发明所设计的锌铝镁镀层钢板在湿热条件下具有十分优异的耐黑变性能，该锌铝镁镀层钢板在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 $\Delta E < 3$ ，即未出现肉眼可见的黑变现象。

相应地，本发明的另一目的在于提供一种用于制造上述锌铝镁镀层钢板的方法，该方法工艺简单，采用该方法可以有效制备上述的锌铝镁镀层钢板。

本发明涉及一种用于制造锌铝镁镀层钢板的方法，包括依次进行的以下步骤：

- （1）对钢基板进行预处理；
- （2）预处理后的钢基板进入镀液池，在镀液中进行热浸镀，获得镀层钢板；
- （3）镀层钢板离开镀液，进行如下分段冷却：其中第一段进行风冷，将钢基板冷却到 300℃ 以下，第一段的冷却速率为 10-60℃/s；第二段进行辊冷或者辊冷+风冷，将钢板冷却到 100℃ 以下，辊冷的冷却速率为 60-100℃/s；第三段在淬水槽进行水冷至室温，钢板进入淬水槽时的板温低于 100℃；可选地之后对钢板进行挤干和烘干；

(4) 在镀层钢板表面涂覆耐指纹膜并在 100-160°C 下加热烘烤将其固化；

(5) 将镀层钢板冷却至室温；

(6) 将镀层钢板卷曲成成品卷。

在上述制造方法中，步骤（1）中的预处理可以包括：清洗钢基板，去除钢基板表面的脏污和油脂，然后对清洗脱脂后的钢基板进行还原退火，去除钢基板表面的氧化物。

在上述步骤（2）中，将钢基板送入镀液池中进行热浸镀，其中，镀液的化学成分与钢基板镀层成分基本相同，通过对镀液的化学元素控制能够实现对钢基板镀层的化学元素的控制。

在上述步骤（3）中，镀层钢板离开镀液后，可以首先经过气刀，通过吹氮气，将钢板的镀层厚度控制在生产要求的范围内，同时镀层得到一定程度的冷却。之后，需要对镀层钢板进行分段冷却，其中：

第一段通过风箱进行风冷，以将钢板温度冷却到 300°C 以下，冷却速率为 10-60°C/s；

第二段采用辊冷或辊冷+风冷，其中辊冷的冷却速率为 60-100°C/s，第二段将钢板冷却至 100°C 以下，以使得其后续进入淬水槽时的板温低于 100°C；

在钢板冷却到 100°C 以下后，进行第三段冷却，即进入淬水槽中进行水冷。

当钢板进入淬水槽时的板温为 100°C 以上时，钢板表面镀层会与水反应，造成镀层表面腐蚀，影响后续耐指纹膜的涂覆效果，且成品钢板更易在湿热条件下出现黑变的问题。因此要控制其进入淬水槽时的板温低于 100°C。

优选地，分段冷却之后对钢板进行挤干和烘干。

此外，在本发明所述制造方法的步骤（4）中，可通过辊涂在镀层钢板表面涂覆耐指纹膜，耐指纹膜的厚度可以根据生产要求进行具体控制；在钢板表面涂覆耐指纹膜后，可以通过电磁感应加热，在 100-160°C 下进行加热烘烤以固化耐指纹膜。

在本发明中需将加热烘烤温度控制在 100-160°C 之间。当加热烘烤温度低于 100°C 时，对耐指纹膜烘烤固化可能不充分，耐指纹膜内部交联固化程度不彻底，隔水性能和其他性能劣化，外界水汽更容易穿过耐指纹膜与膜下的镀层接触发生反应致使镀层表面被腐蚀，造成镀层钢板发黑。尤其在钢卷进水或结露、压型板堆垛进水、叠片湿热等条件下更容易发生黑变问题。而当加热烘烤

温度高于 160°C 时，耐指纹膜可能被过烘烤，造成耐指纹膜性能的劣化。而且，加热烘烤温度过高对加热烘烤后的冷却段设备要求很高，也会导致能耗较高，提高生产成本。

优选地，在本发明所述的制造方法中，在步骤（2）中，镀液的温度为 570-610°C。作为一种实施方式，在步骤（3）中，第二段进行辊冷+风冷，其中辊冷的冷却速率为 60-100°C/s，风冷的冷却速率为 20-30°C/s。

当镀液温度高于 610°C 时，钢基板进入镀液池后，钢基板中的 Fe 与镀液中 Al 的反应会加剧，其导致镀层与钢基板界面位置生成的主要成分 Al、Fe 的合金层厚度加厚，造成镀层钢板的加工成型性劣化。而且，当镀液温度过高时，钢基板中的 Fe 在镀液池中溶解加剧，炉鼻子内 Zn 的蒸发也加剧，导致镀液池中底渣、面渣增多，炉鼻子内锌灰增加，造成镀层钢板的表面质量降低、锌耗增加和生产成本升高。此外，镀液温度过高时，镀液对冷却辊的腐蚀也会加剧，减少了辊系设备的寿命，也增加了生产的风险。

当镀液的温度低于 570°C 时，镀液的流动性会降低，镀层厚度控制变得困难，进而使得镀层均匀性和表面质量难以保证。而且，镀液温度过低时，钢基板进入镀液池中后，基板中的 Fe 与镀液中的 Al 反应生成的镀层基板界面合金层不完整或较薄，从而影响镀层的附着性或镀层钢板的成型性。因此，考虑到镀液温度的影响，在本发明的制造方法中，优选将镀液池的温度控制在 570-610°C 之间。

优选地，在本发明的制造方法中，在步骤（4）中，加热烘烤在 110-140°C 下进行。

优选地，在本发明所述的制造方法中，在步骤（4）中，加热烘烤通过电磁感应加热进行。

优选地，在本发明所述的制造方法中，在步骤（5）中，冷却通过风冷进行，其中，镀层钢板的冷却速度为 5-20°C/s。

在步骤（5）的冷却过程中，优选将钢板的冷却速度控制在 5-20°C/s。当冷却速度高于 20°C/s，对冷却设备的要求很高，生产难以实现。另外，风冷冷却速度过高时，风机流量很大，带钢抖动明显，无法实现对耐指纹膜膜厚的准确测量，不利于对膜厚的稳定控制。而当冷却速度低于 5°C/s 时，耐指纹膜不能够充分冷却，不利于膜层的老化，导致耐指纹膜性能劣化。

相较于现有技术，本发明的锌铝镁镀层钢板及其制造方法具有如下所述的优点以及有益效果：

本发明提供了一种新的耐黑变性能优良的锌铝镁镀层钢板，该锌铝镁镀层钢板的钢基板表面镀覆有成分经优化设计的镀层，且镀层表面还涂覆有耐指纹膜，其在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 $\Delta E < 3$ ，具有优异的耐黑变性能，且能够克服现有的锌铝镁镀层钢板产品的黑变问题。本发明的锌铝镁镀层钢板在长期使用过程中具有良好的外观，能够进一步提升用户的使用体验和促进锌铝镁镀层钢板产品的良性发展。

除了具有上述优点外，本发明还对锌铝镁镀层钢板制造方法进行了优化设计，其工艺简单，通过后处理涂覆膜工艺、加热烘烤工艺和冷却工艺的控制，可以有效提升钢板的耐黑变性能，以确保所制备锌铝镁镀层钢板具有优异的耐黑变性能。

具体实施方式

下面将结合具体的实施例对本发明所述的锌铝镁镀层钢板及其制造方法做进一步的解释和说明，然而该解释和说明并不对本发明的技术方案构成不当限定。

实施例 A1-A9 和对比例 B1-B4

实施例 A1-A9 的锌铝镁镀层钢板采用以下步骤（1）-（6）制得：

（1）对钢基板进行预处理：采用 0.6mm 厚的冷轧硬钢板作为基板，经清洗脱脂处理后，在 770°C 的 N_2 -5 体积% H_2 气氛保护下退火 2min。

（2）预处理后的钢基板进入镀液池中，在镀液中进行热浸镀：将钢基板浸入镀液中进行热浸镀，并控制镀液池的温度为 570-610°C，浸镀 3s 后，获得镀层钢板；其中，各实施例和对比例所采用的镀液的化学成分详见表 1。

（3）镀层钢板离开镀液，经过气刀，并通过控制气刀吹扫强度从而控制镀层厚度，随后进行分段冷却：其中第一段通过风箱进行风冷以将钢板冷却到 300°C 以下，钢板的冷却速率为 10-60°C/s；第二段进行辊冷或者辊冷+风冷，以将钢板冷却到 100°C 以下，辊冷的冷却速率为 60-100°C/s，风冷的冷却速率为 20-30°C/s；第三段在淬水槽中进行水冷，钢板进入淬水槽时的板温低于 100°C，终冷温度为室温。需要说明的是，对比例 B1-B3 只进行风冷和水冷。

对比例 B4 的工艺符合本发明的限定。

(4) 镀层钢板通过辊涂机涂覆耐指纹膜，通过控制辊涂机的转速和辊间距从而控制耐指纹膜的厚度；在镀层钢板表面涂覆耐指纹膜后，钢板经过感应加热器，利用电磁感应加热在 100-160℃下对耐指纹膜进行加热烘烤固化。

(5) 钢板经过风机进行风冷冷却至室温，控制钢板的冷却速度为 5-20℃/s。

(6) 钢板冷却至室温或接近室温时卷曲成成品钢卷。

上述工艺的具体参数列于表 2 中。

需要说明的是，本发明对钢材所采用的钢基板并不做特殊限定，在实际应用时，本领域技术人员可以根据需求选取，例如是常用的 DC51、S350 钢板等。钢基板的具体类型与其表面形成的镀层的优良耐黑变性能无直接关联。

表 1 列出了实施例 A1-A9 的锌铝镁镀层钢板和对比例 B1-B4 的对比钢材所采用的镀液及所形成的镀层的化学元素质量百分配比。在本发明中，镀层由镀液冷却形成，其成分与镀液成分基本保持一致。

表 1. (wt.%, 余量为 Zn 和其他不可避免的杂质)

编号	Al	Mg	Si	Zr	Ca
A1	54	2.0	1.5	0.028	0.047
A2	55	2.4	1.6	0.037	0.021
A3	60	4.0	3.0	0.016	0.01
A4	65	5.0	2.0	0.01	0.062
A5	50	1.0	1.4	0.058	0.1
A6	45	0.2	0.1	0.1	0.074
A7	48	0.5	1.0	0.15	0.001
A8	53	1.5	0.7	0.001	0.15
A9	56	3.0	1.6	0.073	0.035
B1	55	2.1	1.2	<u>0</u>	<u>0</u>
B2	54	1.9	1.6	<u>0</u>	<u>0</u>
B3	57	1.2	2.4	<u>0</u>	<u>0</u>
B4	55	1.2	1.3	<u>0</u>	<u>0</u>

表 2 列出了实施例 A1-A9 的锌铝镁镀层钢板和对比例 B1-B4 的对比钢材在上述工艺步骤 (1) - (6) 中采用的具体工艺参数。

表 2.

序号	镀液温度 (°C)	镀层厚度 (μm)	分段冷却第一段风冷速率 (°C/s)	分段冷却第一段终冷温度 (°C)	分段冷却第二段辊冷速率 (°C/s)	分段冷却第二段辊冷后的风冷速率 (°C/s)	入淬水槽板温 (°C)	耐指纹膜厚度 (μm)	加热烘烤温度 (°C)	步骤(5)冷却速度 (°C/s)
A1	595	20	43	280	70	30	95	1.4	140	15
A2	590	38	38	287	95	0	92	1	125	10
A3	605	25	51	240	60	20	90	0.5	100	5
A4	585	15	40	265	85	0	89	1.7	145	17
A5	580	30	43	274	69	28	87	2	160	20
A6	570	8	30	291	90	0	87	1.5	150	18
A7	575	15	10	298	72	25	85	1	110	8
A8	610	20	60	186	79	0	80	2.5	130	12
A9	590	20	42	284	100	22	78	1	125	10
B1	595	20	41	296	0	45	155	1.4	125	15
B2	585	20	45	261	0	43	123	2	137	13
B3	590	20	49	239	0	38	109	1	120	10
B4	595	20	40	289	72	32	99	1.6	105	14

注：表 2 中“分段冷却第二段辊冷后风冷速率”不为“0”，表示在第二段冷却过程中采用了辊冷和风冷，“分段冷却第二段辊冷后风冷速率”为“0”，表示在第二段冷却过程中仅采用了辊冷。

将得到的实施例 A1-A9 和对比例 B1-B4 的成品钢卷分别取样，并控制各实施例和对比例钢卷样品在相同条件下同时进行耐湿热性能试验，将钢板叠片在湿热条件下处理 24 小时，并将试验前后各实施例和对比例的镀层钢板表面的明度值和色差 ΔE 列于表 3 之中。

耐湿热性能试验的具体操作如下：试验前测量待测钢板表面的明度值，然后将钢板叠放在一起，施加 30 牛米（N·m）的预紧力夹紧固定叠放的钢板，将固定后的钢板放入湿热箱中，湿热箱中温度为 50°C、湿度为 95%，在湿热箱中放置 24h，取出叠放的钢板，再次测量钢板表面的明度值。采用该试验，可以有效检测获得实施例 A1-A9 和对比例 B1-B4 在叠片湿热处理 24 小时试验前后的钢板表面明度值变化。

此外，在上述试验后，还进一步地对各实施例和对比例的钢板表面进行目视观察，以确认钢板的表面是否发黑，即是否发生“黑变”：若发生了“黑变”，则记为“是”；若没有发生“黑变”，则记为“否”，表明钢板在湿热条件下仍具有良好的耐黑变性能，相关结果列于下表 3 中。

表 3 列出了实施例 A1-A9 和对比例 B1-B4 的成品钢卷的耐湿热试验结果。

表 3.

序号	叠片湿热 24 小时 试验前明度	叠片湿热 24 小时 试验后明度	色差 ΔE	是否黑变
A1	70.84	68.49	2.35	否
A2	72.1	70.28	1.82	否
A3	71.51	70.02	1.49	否
A4	72.04	70.92	1.12	否
A5	69.75	69.17	0.58	否
A6	70.25	69.41	0.84	否
A7	72.6	72.08	0.52	否
A8	71.18	70.87	0.31	否
A9	71.32	71.16	0.16	否
B1	70.5	61.13	<u>9.37</u>	<u>是</u>
B2	72.35	64.16	<u>8.19</u>	<u>是</u>
B3	71.1	67.48	<u>3.62</u>	<u>是</u>
B4	70.9	67.59	<u>3.31</u>	<u>是</u>

注：在表 3 之中，ΔE 为钢板叠片湿热前表面明度值与叠片湿热条件 24 小时后表面明度值的差值。

从表 3 可以看出，在相同条件下，完成耐湿热试验后，本发明的锌铝镁镀层钢板相较于对比钢板具有更高的明度值，其耐湿热试验后的钢板表面明度值在 68.49-72.08 之间。并且，实施例 A1-A9 的锌铝镁镀层钢板在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 ΔE 在 0.16-2.35 之间，均<3，且表面均未出现发黑现象。

而对比例 B1-B4 在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 ΔE>3。并且，对比例 B1-B4 的对比钢板在耐湿热试验后，钢板的表面发黑，出现黑变问题。对比例 B1-B4 均未使用本发明的镀液形成钢板镀层，从而具有较差的耐湿热性和耐黑变性。

综上所述，采用本发明的技术方案所制备的锌铝镁镀层钢板具有十分优异的耐黑变性能，尤其是在叠片湿热条件下具有优良的耐黑变性能。本发明的锌铝镁镀层钢板适用范围广泛，可以有效满足当前市场和用户的需求，并具有良好的推广前景和应用价值。

需要说明的是，本案中各技术特征的组合方式并不限本案权利要求中所记载的组合方式或是具体实施例所记载的组合方式，本案记载的所有技术特征可以以任何方式进行自由组合或结合，除非相互之间产生矛盾。

还需要注意的是，以上所列举的实施例仅为本发明的具体实施例。显然本

发明不局限于以上实施例，随之做出的类似变化或变形是本领域技术人员能从本发明公开的内容直接得出或者很容易便联想到的，均应属于本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种锌铝镁镀层钢板,其包括钢基板以及在钢基板上的镀层,其特征在于,所述镀层表面还涂覆有耐指纹膜;所述镀层中各成分的质量百分含量为:
Al: 45%-65%, Mg: 0.2%-5.0%, Si: 0.1%-3.0%, Zr: 0.001%-0.15%,
Ca: 0.001%-0.15%, 余量为 Zn 和其他不可避免的杂质。
2. 如权利要求 1 所述的锌铝镁镀层钢板,其特征在于,所述镀层中各成分的质量百分含量满足下述各项的至少一个:
Al: 50%-60%,
Mg: 1.0%-3.0%,
Si: 1.0%-2.0%,
Zr: 0.01%-0.1%,
Ca: 0.01%-0.1%。
3. 如权利要求 1 所述的锌铝镁镀层钢板,其特征在于,所述镀层的厚度为 8-38 μm 。
4. 如权利要求 1 所述的锌铝镁镀层钢板,其特征在于,所述耐指纹膜的厚度为 0.5-2.5 μm 。
5. 如权利要求 4 所述的锌铝镁镀层钢板,其特征在于,所述耐指纹膜的厚度为 1.0-2.0 μm 。
6. 如权利要求 1-5 中任一项所述的锌铝镁镀层钢板,其特征在于,锌铝镁镀层钢板在叠片湿热条件下处理 24 小时前后表面色差 $\Delta E < 3$,其中 ΔE 为锌铝镁镀层钢板叠片湿热处理前表面明度值与湿热处理 24 小时后表面明度值的差值。
7. 用于制造权利要求 1-6 中任一项所述的锌铝镁镀层钢板的方法,其特征在于,所述方法包括依次进行的以下步骤:
 - (1) 对钢基板进行预处理;
 - (2) 预处理后的钢基板进入镀液池,在镀液中进行热浸镀,获得镀层钢板;
 - (3) 镀层钢板离开镀液,进行如下分段冷却:其中第一段进行风冷,将钢板冷却到 300 $^{\circ}\text{C}$ 以下,第一段的冷却速率为 10-60 $^{\circ}\text{C/s}$;第二段进行辊冷或

者辊冷+风冷,其中辊冷的冷却速率为 60-100°C/s;第三段在淬水槽进行水冷,镀层钢板进入淬水槽时板温低于 100°C;

(4) 在所述镀层钢板表面涂覆耐指纹膜并在 100-160°C下加热烘烤将其固化;

(5) 将镀层钢板冷却至室温;

(6) 将镀层钢板卷曲成成品卷。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,在步骤(2)中,所述镀液池的温度为 570-610°C;和/或在步骤(3)中,第二段进行辊冷+风冷,其中辊冷的冷却速率为 60-100°C/s,风冷的冷却速率为 20-30°C/s。
9. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,在步骤(4)中,加热烘烤在 110-140°C下进行。
10. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,在步骤(4)中,加热烘烤通过电磁感应加热进行。
11. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,在步骤(5)中,冷却通过风冷进行,镀层钢板的冷却速度为 5-20°C/s。