

试验方法标准
用胶带试验测定附着力¹
Standard Test Method for
Measuring Adhesion by Tape Test¹

本标准以固定标准号 D 3359 发布，紧接在标准号后面的数字表示最初实施的年份。如经修订，则指最后一次修订的年份。括号内的数字表示最后重新确认的年份。标在右上角的希腊字母(ε)表示自最后修订或重新确认以来作了编辑性的修改。

本标准已经批准可供国防部所属各机构使用。

ε¹:注——脚注 5 和第 5.2 条在 2010 年 6 月进行了编辑性修改。

ε²:注——脚注 5 和第 5.2 条在 2010 年 7 月进行了编辑性修改，并变为第 5.3 条的注 4。

1 范围*

1.1 本试验方法通过在漆膜上切口处贴上压敏胶带并撕下该胶带来评定漆膜对金属底材的附着力。

注 1: 本试验方法已被报道用于测量软底材(例如,木材和塑料)上有机涂层的附着力。与塑料底材料有关的问题在附录 X1 中指出。一种相似的方法,ISO 2409 允许在软底材(例如,木材和塑料)上进行试验。后者缺少精密度和偏差数据。本试验方法的研究是基于金属底材的,在软底材上同样缺少精密度和偏差数据的支撑。

1.2 试验方法 A 主要适用于施工现场,而试验方法 B 更适用于实验室。同样方法 B 也不适用于超过 5 密耳(125 μm)膜厚的漆膜。

注 2: 如果切割间距变宽,经供需双方同意,试验方法 B 也可用于较厚的漆膜。

1.3 用这些试验方法来确定涂层对底材的附着力是否能满足通常要求的水平。它们不能用来对较高附着力水平的漆膜进行区分,对这种区分需要采用更完善的测定方法。

注 3: 涂层表面粘附力的差异对具有相同内在附着力的涂层的测试结果会有很大的影响。

1.4 本试验方法与 ISO 2409 内容相似(但非技术上相同)。

1.5 在多涂层体系中,涂层之间也会出现附着破坏的情况,这样就无法测定涂层体系对底材的附着力。

1.6 以国际单位制(SI)单位表示的数值是标准值,在圆括号内给出的数值仅供参考。

1.7 本标准无意论及与其使用有关的(如有的话)所有安全问题。因此,在使用本标准之前,制定合适的安全和卫生措施,并确定其规章的适用范围是使用本标准人员的责任。

2 引用标准

2.1 ASTM标准²:

D 609 测试色漆、清漆、转化型涂料和相关涂料产品用冷轧钢板处理的推荐方法标准

D 823 在试板上制备色漆、清漆和相关产品均匀厚度漆膜的方法标准

D 1000 用于电气及电子设备的涂有压敏胶粘剂的胶带的试验方法

D 1730 涂漆用铝和铝合金表面处理的推荐方法标准

D 2092 涂漆用镀锌钢板表面处理的导则³

D 2370 测试有机涂层拉伸性能的试验方法

D 3330/D 3330M 测试压敏胶带剥离附着力的试验方法

D 3924 测试色漆、清漆、喷漆和相关材料及状态调节用环境的规范标准

D 4060 用 Taber 摩耗试验仪器测定有机涂层耐磨性的试验方法

2.2 其他标准

ISO 2409 色漆和清漆—划格试验⁴

3 试验方法摘要

3.1 试验方法 A——在漆膜上作出一个穿透涂层直至底材的 X 形切口,将压敏胶带贴在切口上,然后,撕下,按照 0~5 的等级,定性地评定附着力。

3.2 试验方法 B——在漆膜上,作出在每个方向上有六条或十一条切口的格子图形,切割要穿透涂层直至底材,将压敏胶带贴在格子形切割上,然后撕下,通过文字说明和图示说明作对比的方法来评定附着力。

4 意义和用途

4.1 如果涂层要达到保护或装饰底材的作用,在预期使用期限内它必须能粘附在底材上。因为底材及其表面处理(或不经过表面处理)对涂层的附着力影响很大,因此一种用来评价同一种涂层对不同底材或经过不同表面处理后的底材的附着力或不同涂层对相同底材及经过相同表面处理的底材的附着力的方法在行业上非常有用。

4.2 在使用本标准前应意识到在所有附着力测试方法的局限性和本试验方法特殊的局限性在于只适用于测定较差的附着力(见 1.3)。本试验方法的实验室间和实验室内的精密度与其他已被广泛接受的对涂漆底材进行试验的试验方法(如

试验方法 D 2370 和试验方法 D 4060)的精密是相似的, 但本方法对于附着力的比较不够灵敏, 除非附着力差别很大。为避免产生认为该方法有较高灵敏度的误解, 仅采用 0~5 的有限的分度等级。

试验方法 A——X—切口胶带试验

5 仪器和材料

5.1 切割工具——锋利的剃须刀、手术刀、小刀或其他切割装置。刀刃必须完好, 这一点特别重要。

5.2 切割导向器——确保能得到直线切口的钢质或其他硬金属直尺。

5.3 胶带——25mm(1.0 英寸)宽, 半透明的压敏胶带⁵, 具有经供应商与使用者协商同意的粘结强度。由于每批与每批之间胶带的粘结强度不同且其粘结强度会随时间而改变, 这就要求在不同实验室进行试验时使用同一批次的胶带。如果这点无法实现, 本试验方法将只能用于一系列试验涂层的分等。

注 4: 以前认为适合本标准的 Permace1 P99 胶带自 2009 年 7 月起不再生产。目前市场上 Permace1 P99 胶带供应商的现有产品适用期至 2010 年 7 月结束。D01.23 分技术委员会正在对其它备选胶带进行评定并计划在 2010 年进行实验室间研究。可以购得规格与 Permace1 P99 胶带类似的备选胶带。使用备选胶带的用户应检查备选胶带是否能给出与 Permace1 P99 胶带相似的结果。如果需要了解更多有关 D01.23 分技术委员会正在评定的胶带的信息, 请咨询 D01 主管经理。

5.4 橡皮擦——在铅笔顶端。

5.5 照明——光源对于检查所做的切口是否切透漆膜到达底材是非常有用的。

6 试验样板

6.1 本试验方法在现场使用时, 要评定附着力的样板应是涂漆构件或涂漆制品。

6.2 实验室使用时, 要把待试验的材料涂在板上以测定附着力, 板的材质和表面状况应符合附着力测定的要求。

注 4: 推荐方法标准 D609、D1730 和 D2092 中, 介绍了适用的试板和表面处理方法。

注 5: 涂料施涂应按照推荐方法标准 D823 或供需双方商定的方法进行。

注 6: 若有要求或规定, 在进行胶带试验之前, 涂漆的试验样板可先进行浸水、盐雾或高湿的初步暴露试验。试验的条件和时间取决于涂层的最终用途或由供需双方商定。

7 操作步骤

7.1 挑选一个没有缺陷或有较少表面缺陷的区域。对于现场试验, 要确保表面清洁并干燥。温度或相对湿度过高过低都可能影响胶带或涂层的附着力。

7.1.1 对已经浸泡过的样板来说: 浸泡之后, 用不会破坏涂层完整性的合适溶剂

来擦干净表面。然后干燥或者处理表面或两者兼有，这需经供需双方都同意。

7.2 在涂膜上做两道切口，每道约 40mm(1.5 in)长，两道切口以 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 较小的夹角在靠近其中点处相交。做切口时，使用直尺并以一次稳定的操作切透涂层至底材。

7.3 可以通过检查切口处光从金属底材上的反射情况来确定漆膜是否已经被切透。如果没有切透到底材，应在另一个不同的位置另做一个“X”切口，不能试图加深原来的切口，因为这样会影响切口周围的附着力。

7.4 在测试的每一天，试验前，从卷筒上撕下整整两圈压敏胶带并扔掉，再以均匀的速度(即不要猛的一拉)撕下另外一长段胶带，并割下约 75mm(3in)长的一段。

7.5 把胶带的中心放在切口的交点上，并沿着与较小的角同一方向延伸。在切口区域用手指将胶带弄平，然后用铅笔顶端上的橡皮擦平稳地摩擦。透明胶带下的颜色可以用来表明胶带与涂膜是否已完全粘牢。

7.6 在粘贴后(90 ± 30)秒内，拿住胶带没有粘着的一端，并将其快速往回拉下(不是猛的一拉)，使其翻转到与其本身尽可能接近 180° 角的位置上。

7.7 检查 X一切口区域处，涂层从底材或从前一道涂层上脱离的情况，并按照下面的等级评定附着力：

5A 没有剥落或脱离，

4A 沿着切口或在交叉点上有少许剥落或脱离，

3A 沿着切口在有锯齿状脱落，任何一边最高达 1.6mm(1/16in)，

2A 在大部分切口处的任一边有锯齿状脱落，最高达 3.2mm(1/8in)，

1A 胶带下的“X”区域大部分涂层脱落，

0A 在“X”区域外涂层脱落。

7.8 在每一块试板上的另外两个位置上重复试验。对于大的构筑物，为了确保附着力测定对整个表面都具有代表性，应做足够的试验。

7.9 做了几次切割以后，要检查刀刃，如果必要的话，在再次使用前，在细油石上轻轻磨掉不锋利的点或卷边。如切割刀具有能撕裂漆膜的缺口或其他缺陷，则应丢弃。

8 试验报告

8.1 报告试验次数、平均值及测试值的范围，对于配套涂层体系，要说明破坏出现的位置，即是第一道涂层与底材之间，还是上道涂层与下道涂层之间，等等。

8.2 对于现场试验，要说明被试验的构筑物或制品的情况，测试时的位置和环境条件。

8.3 对于试板，要报告所用的底材、涂层的类型、固化方法和测试时的环境条件。

8.4 如果已按试验方法 D1000 或 D3330/D3330M 测定了胶带的粘结强度, 则用附着力等级来表示试验结果。如果胶带的粘结强度未经测定, 则报告所使用的胶带规格及其生产厂。

8.5 如果试验是在浸泡之后做的, 应该注明浸泡条件和样品处理的方法。

9 精密度和偏差⁶

9.1 在本试验方法的实验室之间的研究中, 由六个实验室的操作人员对具有较宽附着力范围的三种涂层中的每一种涂层在各三块样板上做同一个附着力测定, 实验表明: 同一实验室内的标准偏差为 0.33, 不同实验室之间的标准偏差为 0.44。基于这些标准偏差, 可利用下述准则, 在置信度为 95%的情况下判定结果的可接受性。

9.1.1 重复性——假设整个一个大的表面上的附着力是均一的, 那么由同一个操作者所得的结果, 若两次测量的值相差大于一个等级, 应予以怀疑。

9.1.2 再现性——由不同的操作者得到的两个结果, 每个结果都为重复三次测定的平均值, 如果它们的差值大于 1.5 个等级, 应予以怀疑。

9.2 对于本试验方法, 偏差尚未确定。

试验方法 B——划格胶带试验

10 仪器和材料

10.1 切割工具⁷——具有 15° ~ 30° 的刀刃角的锋利的剃须刀、手术刀、小刀或其他切割装置, 可以一次切出单一切口或同时切出几条切口。刀刃必须完好这一点特别重要。

10.2 切割导向器——如果进行手工切割(与机械装置不同), 则用钢质或其他硬金属直尺或型板以确保得到直线切口。

10.3 尺——测量各条切口用的, 分度为 0.5mm 的经过回火的钢尺。

10.4 胶带, 如 5.3 中所规定的。

10.5 橡皮擦, 在铅笔顶端。

10.6 照明, 如 5.5 中所规定的。

10.7 放大镜——在做各条切口的切割和检查试验区域时, 要用照明放大镜。

11 试验样板

11.1 试验样板如第 6 章中的所规定的。然而需要注意的是, 只有在足够平整的试验区域上, 使所有刀刃以相同深度切至底材, 多刃刀具才能给出理想的结果。可用直边如回火的钢直尺(10.3)的直边来检查试板的平整度。

12 步骤

12.1 如果需要或经商定, 在进行胶带试验之前, 可对样板先做初步试验(见注 4)。在涂层干燥或试验之后, 在 D3924 规定的室温条件下进行胶带试验, 除非需采用

D3924 中的标准温度或温度要经过双方同意的。

12.1.1 对已经浸泡过的样板来说：浸泡之后，用不会伤害涂层完整性的合适溶剂来擦干净表面。然后干燥或者处理表面或两者兼有，这需经供需双方都同意。

12.2 挑选一个没有缺陷或表面缺陷较少的区域，将试板放在稳固的基座上，在照明放大镜下，按下述作平行切口：

12.2.1 对于干膜厚度为 2.0 密耳(50 μ m)及以下的涂层，除非另有商定，以 1mm 的间隔进行切割，做 11 条切口。

12.2.2 对于干膜厚度在 2.0 密耳(50 μ m)至 5 密耳(125 μ m)之间的涂层，以 2mm 的间隔进行切割，做 6 条切口。对于膜厚超过 5 密耳涂层，则要使用方法A⁹。

12.2.3 所做的所有切口长约 20mm(3/4in)。对切割工具要用力恰当，使刀刃恰好能接触到底材，以一次稳定的操作，切透涂膜至底材。借助导向仪做随后的单次切割时，要把导向仪放在未切割的区域。

12.3 做好所要求的切口后，用软刷或棉纸轻轻地刷扫涂膜，以除去涂层上脱落下来的碎片或小条。

12.4 检查切割刀刃，如果必要的话，要在细油石上轻轻磨掉不锋利的点或卷边。在沿着与原切口成 90°角的方向，做另外几条切口，其中心在原切割线上。

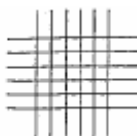
12.5 如前所述，刷扫切口区域，并利用光从底材的反射情况来检查切口。若没有接触到金属表面，则需要不同的位置上进行另外的格状切割。

12.6 在测试的每一天，在试验前，撕下整整两圈胶带并扔掉。用均匀的速度(即不要猛的一拉)撕下另外一长段胶带，剪下长约 75mm(3 英寸)的一段。

12.7 将胶带的中心部位放在网格上，并用手指将其在划格区铺平。为确保与漆膜很好地接触，用铅笔顶端上的橡皮擦平稳地磨擦胶带。胶带下的颜色可以用来表明胶带与涂膜是否很好地接触。

12.8 在粘贴后(90±30)秒内，拿住胶带没有粘着的一端，并将其快速拉下(不是猛的一位)，使其翻转到与其本身尽可能接近 180°角的位置上。

12.9 用照明放大镜检查网格区域涂层从底材或从上一道涂层脱落的情况，按图 1 中的下述等级说明来评定附着力：

附着力试验结果的分级		
等级	脱落面积百分比	以六条平行切割线为例，在划格区域出现脱落的面积百分数和附着力等级
5B	0%(没有)	


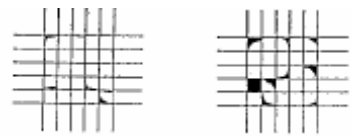
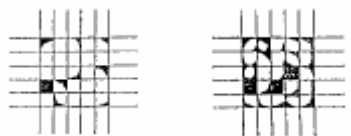
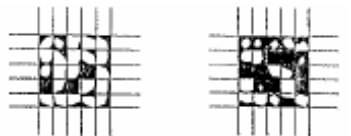
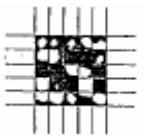
4B	小于 5%	
3B	5~15%	
2B	15~35%	
1B	35~65%	
0B	大于 65%	

图 1 附着力试验结果的分级

5B 切口边缘完全平滑，网格处没有一格脱落。

4B 在交叉点上有小的片状涂层脱落，受损区域小于 5%。

3B 沿着切口的边和交叉点，有小的片状涂层脱落，受损区域为总格的 5%~15%。

2B 沿着切口的边和方格部分有涂层脱落，受损区域为网格的 15%~35%。

1B 沿着切口的边，涂层有长条式的剥落并且有整个方格脱落，受损区域为网格的 35%~65%。

0B 剥落和脱落的程度比 1 级还差。

12.10 在每一块试验样板的另外两个位置上重复试验。

13 报告

13.1 报告试验次数、平均值及测试值范围，对于配套涂层体系，要说明出现破坏的位置，即是第一道涂层与底材之间，还是上道涂层与下道涂层之间，等等。

13.2 说明所用的底材、涂层的类型、固化方法。

13.3 如果已按试验方法 D1000 或 D3330/D3330M 测定了胶带的粘结强度，则用附着力等级来表示结果。如果胶带的粘结强度未经测定，则报告所使用的胶带规格及其生产厂。

13.4 如果本测试是在浸泡之后做的，应该注明浸泡条件和样品处理的方法。

14 精密度和偏差⁶

14.1 以该方法的两组实验室之间的试验为基础，在其中的一组中，由六个实验

室内的操作人员对具有较宽附着力范围的三种涂层中的每一种涂层的各三块样板上做一次附着力测定；另外一组中，由六个实验室内的操作人员对将四种不同的涂料涂在其它两种涂层上的每一种各两块样板上进行三次测定。实验表明：同一实验室内和不同实验室之间的综合标准偏差分别是 0.37 和 0.7。基于这些标准偏差，可利用下述准则，在置信度为 95%的情况下判定结果的可接受性。

14.1.1 重复性——假设整个一个大的表面上的附着力是均一的，那么由同一操作者两次测定所得的结果，若两次测量值的差值大于一个等级，应予以怀疑。

14.1.2 再现性——由不同的操作者得到的两个结果，每个结果为二次或三次重复测定的平均值，如果它们的差值大于两个等级，应予以怀疑。

14.2 对于本试验方法，偏差尚未确定。

15 关键词

15.1 附着力 (adhesion)；划格附着力试验方法 (crosscut adhesion test method)；胶带 (tape)；胶带附着力试验方法 (tape adhesion test method)；X-切口附着力试验方法 (X-cut adhesion test method)

附录
(非强制性信息)

X1 注解

X1.1 引言

X1.1.1 对于一个复杂的附着过程，其附着力能够测定吗？正如Mittal(1)¹⁰，答案是附着力可以测定也可以是不能测定。目前还没有试验能够精确地评定粘附键的实际物理强度，这种说法是合理的。但是也有种说法认为能够获得相对附着性能情况。

X1.1.2 附着力试验方法通常有两类：“间接的”和“直接的”。“间接的”试验包括压痕或划痕方法，磨擦试验或磨耗试验。在用这些方法定量测试粘附键强度时，就出现了对这些方法的各种批评言论，但是定量测试粘附键强度不是这些方法的测试目的。“间接的”试验应用于评定涂层在实际使用条件下的性能。另一方面，“直接的”测试明确表示是用于测量附着力的，目前正在研究这种类型有意义的试验，主要是因为其结果是以一单一的离散数值表示，而该数值代表了在规定条件下使涂层/底材键断裂所需力的大小。直接的测定包括采用 Hesimeter 测定仪和附着力测定仪(2)进行测定。与这些直接测定方法相接近的常用的方法有剥离试验，搭接剪切试验及拉伸试验。

X1.2 试验方法

X1.2.1 实际上曾试图应用众多类型的通过用不同方式引起键断裂的试验来评定附着力的。对于一种试验为保证其被广泛的接受认为以下准则是必须的：使用一直接的、明确的方法；与其潜在的用途有关联性；重复性和再现性；可定量测定性包括用于评估性能的一种有意义的评定等级。

X1.2.2 适用于金属上的涂层的试验方法是：剥离附着力或“胶带试验”；Gardner 冲击柔韧性试验；附着连接试验，包括剪切(搭接)和直接拉伸(对接)试验。虽然这些试验没有完全满足列举的所有准则的要求，但是在大多数情况下这些试验所用的仪器/设备是容易获得的或以合理的价位得到的。

X1.2.3 在近几年中，已经研究出了多种的试验方法来测定附着力(1-5)。然而要将这些试验与基本的附着现象相关联起来通常是困难的。

X1.3 胶带试验

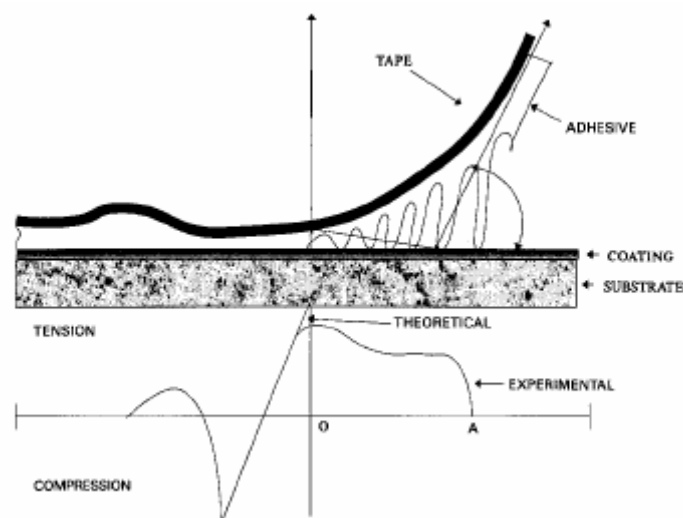
X1.3.1 到目前为止，用来评定涂层“附着力”最常用的试验是胶带剥离试验，这个试验从 20 世纪 30 年代起就被使用。最简单的方法是将一段胶粘带压在漆膜上，当胶带被拉开时就可评定涂膜的耐剥离性和被剥离的程度。然而由于完整的涂膜附着力很大，涂膜通常不能被剥离，通常贴上胶带和胶带撕去之前在漆膜上划“X”形或者正交格型图案来提高试验的恶劣性。通过将脱去的涂膜与已建立

的评定等级进行比较来评定附着力。如果一个完整的漆膜能被胶带完全地拉开，或者如果涂层仅在切割而没有施加胶带的情况下就分离，在这种情况下可简单将附着力评为差或很差，针对这些漆膜的更精确的评定不在本试验方法的范围内。

X1.3.2 现行的、广泛使用的版本最初颁布于 1974 年，在这个标准中包括了两种试验方法。这两种试验方法都用来确定涂层对底材的附着力是否足够，但是它们不能对附着力较好的涂层进行区分，这种情况需要采用更复杂的测试方法。胶带试验最大局限性在于它的低灵敏度，它仅限用于具有相对低键能的涂层，并且在仅测试底漆的附着力时如果破坏发生在单一涂层内或多层体系的涂层内或涂层间时，此方法就能测定涂层与底材的附着力。对于多涂层体系，如果在涂层间或涂层内发生附着失败，此方法就不能测定涂层体系对底材的附着力。

X1.3.3 这两种测定金属底材上的涂层附着力方法的重复性值都在一个单位等级内，再现性值为 1~2 个单位值。胶带试验被广泛使用，并且被认为是既简单、成本又低的方法。应用于金属底材上，此方法既经济又适用于工作现场操作，更重要的是，经过数十年的使用，人们对此方法仍感觉比较满意。

X1.3.4 当将一韧性的粘性胶带粘贴在一已涂漆的硬底材表面上并随后再将它撕去时，这个撕去的过程被称为“剥离现象”。如图 X1.1 所示。



TAPE——胶带	COATING——涂层
ADHESIVE——粘合剂	SUBSTRATE——底材
TENSION——拉力	THEORETICAL——理论值
COMPRESSION——压力	EXPERIMENTAL——实验值

图 X1.1 剥离纵剖面图(6)

X1.3.5 剥离过程开始于齿状最前端(在右侧)，然后沿着涂层/粘合剂界面或涂层

/底材界面进行，这取决于相对的粘结强度。假设当后者界面产生的张力（这是背衬材料及胶粘剂层材料流变作用的结果）大于涂层—底材界面的粘结强度（或涂层的内聚力），会出现涂层剥离现象。然而实际上这个力是分布在图 X1.1 中一段离散的距离(0-A)上（它反映了与涂层性能的直接联系），而不是如理论上的张力集中在图 X1.1 中的“0”上——尽管在两种情况下起点处的张力都最大。胶带背衬材料被拉伸时，会产生显著的压力。因此，在附着力胶带试验中同时包括了拉力和压力这两种力。

X1.3.6 通过对胶带试验的详尽研究并考虑所使用的胶带的性质及试验方法本身的某些方面，指出了若干影响因素，它们中的每一个或几个组合在一起对试验结果都会有显著的影响(6)。

X1.4 在塑料底材上的剥离附着力试验

X1.4.1 当胶带试验用于除了金属外的其它底材（如塑料）上时备受谴责。主要问题是在塑料上试验时的再现性较差而且与预期的应用不能相关联。对这两个问题已经有了较好的研究发现：较差的精密度是所用底材及试验方法本身所固有的若干因素的直接结果。最重要的是，在这个例子里所进行的试验已经超出了它本身的范围。这些试验方法仅适用于施涂在金属底材上的具有相对韧性的涂层，而不适用于施涂在塑料部件(7)上的涂层（通常是脆性的）。在实际应用中，对在塑料底材上具有独特功能要求的涂层测定其附着性能时采用常用的胶带试验，结果一般是不令人满意的。

X1.5 有关胶带的讨论

X1.5.1 撤销了最初规定的使用 3M NO. 710 型胶带的规定，目前的试验方法都不再指定专门的胶带。所使用胶带的不同可能会导致不同的结果，因为胶带背衬材料的硬度和胶粘剂的流变性的微小变化会导致抗拉面积的大变化。生产的一些商用胶带只能满足极少数标准。可能有许多胶带优于这些标准的要求，因而适合在市场上销售，但是这些胶带可能会成为评估附着力产生严重的、不希望有的误差的来源。一套从市场上买到的胶带试验套装包括一种胶带（其粘结强度的改变不超过制造商要求的粘结强度值 50%的范围）。同样，因为在贮存中胶带会变化，胶带的粘结强度在整个贮存期间有可能随时间而变化(7, 8)。

X1.5.2 虽然现在有一些胶带能给出恒定的结果，但是这种给定的胶带并不是都能很好地粘结到所有涂层上。例如，较早 D01.23.10 任务组采用 3M NO. 710 胶带用七种不同的电磁干扰/射频干扰(EMI/RFI)涂层测定胶带的剥离力（从涂层上）以制订方法的精密度时，发现对于一给定的涂层，剥离情况真正一致时，涂层附着力数值的最大值和最小值之间变化不超过 25%。导致这些不同的原因包括涂层的组成及拓扑结构等因素：因而，没有一种胶带可以适用于测试所有的涂层。更

进一步说，胶带试验没有给出粘结键断裂所需力的一个绝对数值，只是暗示粘结强度符合或超出要求的最低值(7, 8)。

X1.6 操作方法的若干问题

X1.6.1 胶带试验与操作者密切相关。通过设计使其操作以尽可能简单和需要最少量满足某些规格要求的专门的设备及材料进行。试验的准确性和精密度很大程度上取决于操作者的技能及操作者在整个试验过程中的手法的一致程度。最能直接反应操作者技能水平的关键步骤包括除去胶带的角度及速度和对被测样板的目视评定。不希望因不同的操作者而可能得到不同的测试结果(7, 8)。

X1.6.2 剥离角度和速度：本标准要求拿着胶带的悬空端以尽可能接近 180° 的角度快速撕去胶带。如果剥离角度及速度有变化，可能会造成撕去胶带所需力发生很大的变化。据观察，当剥离角度从 135° 至 180° 间变化时，会引起剥离力以线性速率增长，接近 100%，可以预期当剥离速度变化时，剥离力也同样会发生很大的变化。这些效应是关联的，因为它们反应了胶带背衬材料及胶粘剂分子状态时的某些流变性能。撕拉速率与剥离角度的变化对试验数据可造成很大的差异，因此必须使其变化最小以确保方法的再现性(9)。

X1.6.3 目视判定：试验的最后一步是目视判定从样板上脱落的涂层，由于它具有主观性，因此，在评定同一试板时，人与人之间结果有可能不同(9)。

X1.6.3.1 胶带试验的结果是以脱落涂层的数量与标准描述的等级相比较为基础的。底材暴露除了受涂层附着力影响外，还受涂层切割要求所引起的因素的影响，(因此类似于划格法附着力试验)。切割步骤是合理的，因为通过切割提供了一个无需克服涂层内聚力就能进行剥离的切口。

X1.6.3.2 对于施工在金属底材上的涂层切割可能是合适的，但是对于施工在塑料或木材上的涂层，由于特殊的界面区域，切割过程会给出附着力差的误导。对于施工在软底材上的涂层，问题还包括应该切割多深？是否可能刚好切割到界面？

X1.6.3.3 如果将附着力试验样板用显微镜观察，通常可以很清晰地看出涂层从底材上脱落是由于界面处或界面以下的底材破坏而引起的，而不是由于涂层和底材之间附着失败而引起。也可以经常观察到涂膜的内聚破坏。然而，用胶带试验很少看到底材或各涂层内的破坏，这是因为胶带的胶粘剂强度远不如一般底材和有机涂层的内聚力大。尽管一些相当脆的涂层可以表现出内聚破坏，但是胶带附着力试验法对于附着破坏的位置没有给出规定的条款(7, 8)。

X1.6.4 在施工现场使用该试验方法，由于温度、湿度的变化及它们对胶带、涂层、底材的影响将会导致试验结果的不同。

X1.6.5 试验方法 B 可以较好地应用于一些漆膜厚度为 2.0 密耳($50\mu\text{m}$) 及以上的

卷材涂层，以 2mm 间距进行切割，对试验结果没有影响。这需要经供需双方同意，因为在 14.1 中给出的精密度数据不能应用，这些数据是基于 1mm 切割间距的。

X1.6.6 使用一种合适的机械装置将胶带粘到涂膜上(见 7.5 和 12.7)和从涂膜上除去胶带(见 7.6 和 12.8)，可以有效地将此过程中的变化减至最小，因为机械装置在使用过程中可以保持胶带上的压力一致并确保翻转 180°角¹¹。

X1.7 结论

X1.7.1 抛开所有这些问题，如果在标准要求的范围内使用这些试验方法，并且认真仔细地进行操作，可得到近似的，相对的附着力等级。

参考文献

- 1) Mittal, K. L. 著“附着力测定法：近期进展，未解决问题及展望”、“薄涂膜、厚涂膜及堆积涂层的附着力测定法”，ASTM STP 640, ASTM, 1978, 第 7~8 页。
- 2) Corcoran, E. M. 著“附着力”，在第 13 版的涂料测试手册第 5.3 章，ASTM STP 500, ASTM, 1972 年，第 314~332 页。
- 3) 摩尔多瓦 Bethesda 的加纳尔实验室(Gardner Laboratory)的 Gardner, H. A 和 Sward, G. G. 合著：涂料测试手册，第 12 版，第 7 章，第 159~170 页。
- 4) Mittal, K. L., 《附着力科学与技术期刊》第 1 卷，第 3 册，1987 年，第 247~259 页。
- 5) Stoffer, J. O 和 Gadodia, S. K., 《美国涂料及涂装期刊》第 70 卷，第 50 及 51 册，1991 年，页码分别为第 36~40 页及第 36~51 页。
- 6) 美国纽约 Marcel Dekker 有限公司的 Souheng, Wu, 《聚合物界面及其附着力》，1982 年，第 531 页。
- 7) Nelson, G. L., Gray, K. N., 及 Buekley K. E., 《现代涂料及涂装》第 75 卷，第 10 册，1985 年，第 160~172 页。
- 8) Nelson, G. L. 和 Gray, K. N. 在 1986 年 2 月 5~7 日新奥尔良的第 13 卷《水性及高固体份涂料论坛文集》上发表《塑料底材上的涂层附着力》进展文章，第 114~131 页。
- 9) K. L. Mittal 编著“聚合物涂层的附着力状况论坛”会刊，电化学协会，1981 年，第 569~582 页。

差异摘要

D01 委员会给出了会影响到本标准使用而所做的与前版(D 3359-08)的改动的位置。(2009 年 6 月 1 日批准)

- (1) 在附录 X1 中增加了 X1.6.6。
- (2) 增加了关于仪器来源的脚注 11。

D01 委员会给出了会影响到本标准使用而所做的与前版(D 3359-07)的差异。
(2008 年 2 月 1 日批准)

- (1) 在附录 X1 中增加了 X1.6.5。

郑国娟 译
彭菊芳 校