



第 2 级

---

第 8 章

案例分析 **B**

“这一周每天都在下雨，”当 Butch Gofer 在 8 月 15 日星期五那天开车去上班时心里暗暗地想。“这个与 Loverboy Painting 公司的涂装合同工作，其结果肯定没有我当初预想的好；我从夏天开始，每个星期的周末都要工作，但到现在为止，这项工作还仍然没有一点竣工的迹象。我做了这么多额外的工作，应该得到一块奖牌。”他想。

当 Butch 到达 Blue Chip Fabricators 工地时，车间工头 Malcolm Bodger 与他打招呼。“看上去今天是一个进行涂装的好时机，”Malcolm 在停车区碰到 Butch 时高兴地说。“如果那个脖子像铅笔一样细的检查员不会带着一大堆不符报告出现就更好了，”Butch 说道。

“太晚了，”Malcolm 说，“他现在已经在那里了。”

Simon Peabody 已为 Impeccable Inspections Inc. 工作了将近五年，其一丝不苟关注细节的行为使他拥有很高的声誉。Impeccable Inspections Inc. 受雇于 Skinflint Pipeline, Ltd.，要求检查管道的质量控制；该管道现在在阿拉斯加州安装，预计 9 月底可完成。直径为 26 英寸的钢管采用 100% 固体含量的聚氨酯涂料进行涂装，膜厚为 25 密耳，涂装公司是 Loverboy Painting, Inc.，施工地点是西雅图的 Blue Chip Fabricators' yard。

Simon 走过来对 Butch 说：“也许你可以告诉我一下自从我上次检查以来你们的工作进度。”“我们所做的就是修补你上次不接受的地方，”Butch 说道，“这些天一直在下雨，我没能涂装一根管道，而且 Blue Chip's yard 是如此的拥挤，我都无法转身。”

“很好，相信在装船之前，一切都会好的，否则我们在阿拉斯加州就只剩下支付罚款的份了，”Simon 说道。

他们到达工地之后，Simon 开始检查管道，并在皮革包边儿的日志上记笔记。几分钟过后，他走近正在给船员分配当日工作的 Butch。“有关你所做的这些修补，我会写一个 NCR（不符报告），”Simon 说道。



“为什么？” Butch 问道。“唔，技术规格书在有关工艺的条款中要求，涂装表面不得有任何大流挂、小流挂或过喷。但在你做修补的每个地方都有过喷现象。而且，修补区域下的前道涂层已被磨光，使整个外观非常难看，这也是规格书所不允许的，” Simon 说道。

Butch 深深地吸了一口气，Simon 还在描述他的不符报告，Butch 的脸开始变得通红起来，最后他终于爆发了，“我到底应该怎么做，Simon？技术规格书规定我要磨光前一道涂层，而且所有的修补我都是喷涂的。如果你认为我能将每个修补的区域都能遮盖掉的话，那你倒是做给我看看。”

“Gofer 先生，我的工作不是向你演示应该怎样符合技术规格书的要求。我所知道的是它不符合规格书的要求，因而不能接受，” Simon 说道。“唔，有关这桩事情，我会去见 Malcolm 的，” Butch 一边气冲冲地走开，一边说道，“因为我要投诉！”

当 Simon 和 Butch 进入工地办公室时，Malcolm 正在喝着咖啡，与他的一位秘书 Sally 进行亲切的聊天。正当这时，电话铃响了。“是 Bert Stoud，他在一号线，” Sally 叫道。“我能猜到他要说什么事情，” Malcolm 一边拿起电话一边说。“我的管道在哪里？” Bert 喊道。“你答应我上周运出来的，但我知道到现在为止它还没有出货。”“你说的没错，Stoud 先生，” Malcolm 说道。“告诉你发生了什么事情，涂装承包商和检查员刚刚走进我的办公室，我让他们跟你说吧。”

听了几分钟后，Bert 不耐烦了。“我不想听到什么问题和不符报告，我所关心的是管道要及时运到我的工地。如果我因为缺乏管道而停工的话，Blue Chip 和 Loverboy 需支付所有因此而产生的费用。到下星期末为止，我一定要拿到一些可接受的管道，” Bert 说完后挂断了电话。

他们坐在那里，互相盯着看了几分钟，最后 Malcolm 问道，“好了，伙伴们，我们应该怎么解决这些分歧意见，从而能使有些管道顺利运出呢？”



## 团队练习概要:

1. 识别这里每个人所表现出来的行为风格并解释你为什么做出那些评价。使用类型符号。
2. 描述一下是什么人/材料/过程，造成了这样一个难以处理的情况。
3. 描述一下怎样更有效地处理这个问题或使它变得好处理一些。
4. 制定一个有4-6个行动步骤的用于该工作的计划，以更有效地与这里所展示的另外三种风格的人进行合作。
5. 向班级的其他人员演示1-4的答案，时间5-10分钟。





第 2 级

---

第 9 章

实用数学计算

## 让我们以公制单位来衡量

### 介绍

美国正逐渐地将他们测量英寸和磅的美制单位转向公制单位。有可能在下一代或再下一代，美国将全面采用公制单位，以英寸为单位的直尺将被以厘米为单位的直尺所取代。

大约 20 年前，人们曾试图转向公制单位，但由于缺少来自商业和工业的支持，该努力最终以失败而告终。

为促进该事件的发展，1991 年，国会通过了一项法律条款，强制要求美国政府在 1992 年后只可购买以公制单位标示的货物。该法律没有提到我们必须改成公制单位，它只是说政府不再购买任何东西，除非该东西是以公制单位标示的。

欧洲和英国也有类似的规章制度，因而，如果你想与欧洲和美国的政府有生意来往，你必须开始考虑公制单位。如果你在欧洲或世界各地的绝大多数其他国家做检查工作，你将需要知道公制单位并会使用它。

一些主要的美国行业，例如酒精饮料、药物和汽车行业，早已开始以公制单位生产货物。其他行业，如食品行业，会在他们的产品标签上同时列出美制单位和公制单位。美国的汽车亦有同时标有英里/小时和千米/小时的里程计。

公制单位使绝大多数美国人都感到紧张不安，因为通常他们都认为这太难了。实际上，公制单位，就像我们的美圆，是十进制的，因而在很多情况下都比我们的英寸、磅和华氏度更容易使用。

要学会使用公制单位，我们需要学会以公制单位思考——对用公制单位测量的物理尺寸数量**形成概念**，而不仅仅是**形象化**。我们可以将距离形象化，但我们不能将温度形象化，我们也不能将质量（重量）形象化。我们需要知道提起一定大小的重量感觉如何，如果太重了，提不起来，那么，我们需要另一个参考标准，且必须能将我们早已知道是重的某样东西形象化。



## 目标

在本练习中，我们想对公制单位有一个更好的感受。我们想：

- 看一下一些公制单位的度量和它们的符号
- 识别与公制单位一起使用的前缀
- 识别一些用于小距离的身体参考尺寸
- 列出我们身边许多普通物体的比较尺寸
- 探究一些简单的方法，快速地从一种单位换算至另一种单位，以获得近似值
- 使用不同的公制单位完成一些简单的练习

## 简化公制单位

公制单位以简化系统——SI（Système International d'Unités）为基础；约在 1960 年，世界各地的许多重要国际科研组织采纳该系统并把它应用于科学。1972 年，该国际协议再次得到了主要工业国的肯定和签署，其中包括美国。

## 公制单位和 SI 符号

下表给出了最常用的公制单位和 SI 符号（非缩写）。

表 9-1

| 物理量    | 单位  | SI 符号 |
|--------|-----|-------|
| 长度     | 米   | M     |
| 体积     | 公升  | L     |
| 重量（质量） | 克   | G     |
| 温度     | 摄氏度 | °C    |



## 前缀

公制单位对每个物理量，都有一个根，而且对每个有效的尺寸都有一个前缀。这些前缀可以告诉我们该数字比根大几倍或小几倍，也能使东西更容易从小到大排列，因而，有了它们，没有一个 SI 单位会出现太小或太大的情况。

每个前缀都是 10 的倍数，并能与每个根一起使用。前缀“千”的意思是千倍。“千”加在根“克”的前面就产生了 1000 克，也就是千克。“千”加在根“米”的前面，就生成了千米，也就是 1000 米。

下表给出了最常用的前缀和它们的符号。绝大多数以“i”结尾的前缀比根小，而以“o”或“a”结尾的前缀比根大。

表 9-2

| 前缀（变小） | 含义                | 符号 |
|--------|-------------------|----|
| deci   | 0.1 (十分之一)        | D  |
| centi  | 0.01 (百分之一)       | C  |
| milli  | 0.001 (千分之一)      | M  |
| micro  | 0.000 001 (百万分之一) | μ  |
|        |                   |    |
| 变大     |                   |    |
| hecto  | 百倍 (100)          | h  |
| kilo   | 千倍 (1000)         | k  |
| mega   | 百万倍 (1000 000)    | M  |

## 小距离的常用单位

在公制单位中，十分之一英尺和几码之间的距离通常用下列三种方式表示：

- 毫米 (mm)
- 厘米 (cm)
- 用小数表示的米 (m)

## 定义

- 米



在十八世纪，米，被定义为赤道和北极之间距离的千万分之一。现在，它被更精确地定义为同位素氮-86 的桔红色波长的 1,650,763.73 倍（或 39.37 英寸）。

- 质量（重量）单位：

有四种主要的质量（重量）单位：

- 毫克 (mg) （约一粒盐的重量）
- 克 (g)，（1毫升水的重量）
- 千克 (kg)
- 兆克 (Mg)

- 体积单位：

在美国，像干量夸脱和液量夸脱这样的单位是非常接近的，但又不完全一样。公制体积度量就简单多了，因为一套单位既适用于液量，也适用于干量。公制单位使用三种主要的单位来度量体积：

- 公升 (L)
- 毫升 (ml)
- 立方米 ( $m^3$ )

最常用的体积单位是公升，因为它非常接近夸脱（实际一公升比一夸脱多 5%）。根据定义，1 公升是 1 立方分米。每个边等于 1 分米（10 厘米）的立方体的体积即为 1 公升。

- 温度单位

温度基于摄氏温标。

范围是 100°，水沸腾的温度是 100°C，而结冰的温度为 0°C。如果是华氏度，范围则是 180°。

## 距离

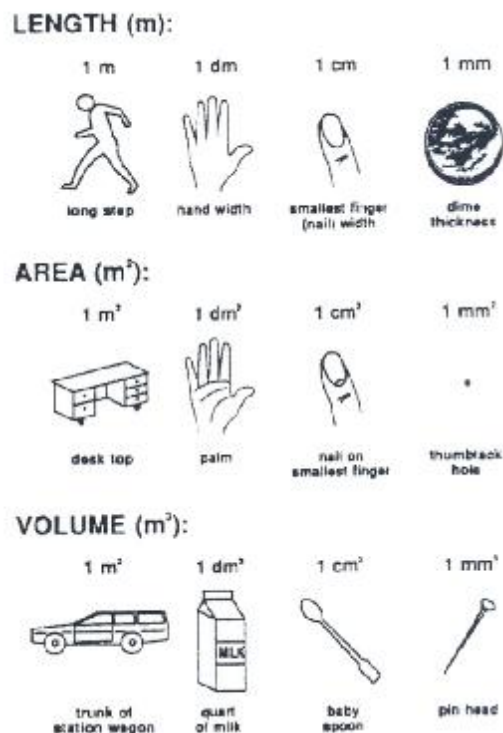
我们可以确定某些身体参考尺寸，从而可以用来估计一些小距离。下面是一些平均身体参考测量值：

- 最小手指的指甲宽度 10 mm



- 4根手指端并在一起 50 mm
- 从拇指关节到侧面的手的宽度 100 mm
- 左肩到最长的右手指端 1 m
- 从手肘到最长的手指端 500 mm
- 从手腕到最长手指端的手的长度 200 mm

图 9.1 显示了  $m$ 、 $m^2$  和  $m^3$  以及它们的次倍量与人体部位和一些常见物体的关系。



$dm^3$  (10 cm x 10 cm x 10 cm) 所代表的大小通常被称作为公升。符号  $cm^3$  通常用毫升表示，有时，在美国也被不正确地称作为 cc。在工程项目和所有的技术作品中，应仅使用 SI 符号( $m^3$ 、 $dm^3$ 、 $cm^3$ 、 $mm^3$  和  $km^3$  等)。

在工程制图方面，尺寸仅用毫米 (mm) 表示。除了体积，工程师通常都避免使用前缀 centi 和 deci。这些前缀，表 9-3 中显示的 centi 和 deci，能用前缀 m 替代，或根本无需前缀。在这种情况下，度量可变为：

- 一大步是： 1 m 或 1000 mm
- 手的宽度将从 1 dm 变为 100 mm
- 最小手指甲宽度从 1 cm 变为 10 mm

- 一角硬币的厚度仍为 1 mm
- 最小手指甲的面积从  $1 \text{ cm}^2$  变为  $100 \text{ mm}^2$

## 一些常见物体的度量

### • 距离——用米衡量

- 二角五分硬币的直径 25 mm
- 便士的直径 18 mm
- 可乐罐的直径 50 mm
- 铅笔的直径 8 mm
- 针的直径 1 mm
- 线的直径 0.3 mm
- 大树的直径 1 m
- 阿斯匹林药的直径 10 mm
- 可乐罐的高度 120 mm
- 妇女的平均身高 1.65 m
- 男士的平均身高 1.80 m
- 篮球运动员的身高 2.13 m
- 职业赛马骑师的身高 1.5 m
- Sears塔的高度 442 m
- 帝国大厦的高度 381 m
- 弗隆 200 m
- 本垒板离左外场墙的距离 100 m
- 投球区的土墩与本垒板的距离 19 m
- 足球场 90 m
- 奥林匹克跳高 2.25 m



- |           |        |
|-----------|--------|
| - 奥林匹克撑杆跳 | 5.60 m |
| - 11 人足球场 | 1 km   |



• 面积——用平方米衡量

- 办公室桌面 1 m<sup>2</sup>

在公制单位中，土地用公亩来表示。一公亩相当于 100 m<sup>2</sup>

(10 m x 10 m)。一公顷 (hecto = 100) 等于 10,000 m<sup>2</sup> 或 1 km<sup>2</sup>。它相当于 2.5 英亩或一个典型的棒球场地的面积。

• 体积——用公升来衡量

- 放大冰箱的箱子，或车站货车的平均车厢空间 1 m<sup>3</sup>
- 1 夸脱牛奶 1 dm<sup>3</sup> (1 公升)
- 婴儿调羹 1 cm<sup>3</sup> (1 毫升)
- 1 茶匙 5 ml
- 1 大汤匙 15 ml
- 1 满杯 250 ml
- 1 美加仑牛奶 3.8 L (公升)
- 10 cm x 10 cm x 10 cm 1 dm<sup>3</sup> 或 1 L
- 1 cm x 1 cm x 1cm 1 cm<sup>3</sup> 或 1 ml

• 重量——用克衡量

- 1 m x 1 m x 1m 的盒子相当于 1 m<sup>3</sup> 并能盛 1000 kg 水
- 1 公制吨 (tonne) 1000 kg
- 身材高大的男人 100 kg
- 一般的男人 80 kg
- 身材娇小的女士 50 kg
- 一般的女士 60 kg
- 重量级摔跤选手 125 kg
- 职业赛马骑师 45 kg
- 一个大苹果 100 g



|           |       |
|-----------|-------|
| - 1个新鲜的菠萝 | 1 kg  |
| - 大罐汤     | 500 g |
| - 电话接收器   | 300 g |
| - D电池     | 100 g |
| - 1个五分镍币  | 5 g   |
| - 1个地毯大头钉 | 1 g   |
| - 重的手提箱   | 25 kg |
| - 圣诞节火鸡   | 9 kg  |

• 温度——用摄氏度衡量

| 度           | <u>°F</u> | <u>°C</u> |
|-------------|-----------|-----------|
| - 水结冰       | 32        | 0         |
| - 水沸腾       | 212       | 100       |
| - 室内温度      | 70        | 20        |
| - 非常寒冷的天    | -22       | -30       |
| - 北达科他州的大冷天 | -40       | -40       |
| - 亚利桑那的大热天  | 113       | 45        |

身体温度

|             |       |      |
|-------------|-------|------|
| - 正常身体温度    | 98.6  | 37   |
| - 轻微感冒      | 99.5  | 37.5 |
| - 低热        | 100.5 | 38   |
| - 流感（流行性感冒） | 102   | 39   |
| - 病得很重      | 104   | 40   |
| - 令人担忧      | 105   | 40.5 |
| - 痉挛        | 106   | 41   |



## 不同性质的温度（近似）

|         |      |      |
|---------|------|------|
| – 铁熔化   | 4500 | 3000 |
| – 金熔化   | 1800 | 1000 |
| – 炽热的烤肉 | 480  | 250  |
| – 烘焙土豆  | 390  | 200  |
| – 烘焙蛋糕  | 375  | 190  |

## • 压强——用帕斯卡衡量

压强的定义是单位面积上所分布的力。它的 SI 单位是  $\text{N/m}^2$ ，为了纪念法国科学家帕斯卡，该单位以帕斯卡来命名。该单位的符号是公制 Pa。

帕斯卡取代了所有其它的压强单位，包括被称作为巴的单位（虽然巴这个单位仍经常被一些工程师所使用）。

在 SI 中，绝对压强、标准压强和真空压强必须用词语来说明，因为没有这些名称的特定符号。例如：

- 绝对压强为 150 kPa
- 标准压强为 80 kPa，高于大气压 85
- 低于大气压 85（通常避免使用术语真空）

压强单位是刻度和增量之间的差异会引起转换错误的一个单位；例如，大气压的含义经常不是很明显。由于现在存在两个标准化的参考大气压——*国际的* (101.325 kPa) 和 *技术的* (99.067 kPa)，因而刻度转换会变得很复杂。

参考大气压水平 *有望为工程学* 确定为 100 kPa，增量为帕斯卡。

一些常见的压强相当值包括：

- 1 psi 稍低于 7 kPa (实际的 6.895 kPa)
- 1 标准大气压正好为 100 kPa
- 1 MPa 是 10 倍大气压
- 1 bar （在使用的地方）正好是 100 kPa
- 1 英寸汞柱(Hg) 约为 3.5 kPa



• 速度——用千米/小时衡量

在公制单位中，速度以千米/小时(km/h)来表示，而对于科研工作，则以米/秒(m/sec)来表示。1 千米约为 1 英里的十分之六，因而，100 千米/小时相当于约 60 英里/小时；1 英里等于 1.609 千米，所以 100 英里/小时等于 161 千米/小时。

速度参考（近似）：

|                   |          |
|-------------------|----------|
| - 以适中的步伐走路        | 5 km/h   |
| - 慢跑              | 10 km/h  |
| - 在校区开车           | 32 km/h  |
| - 城市开车            | 55 km/h  |
| - 高速公路（收费公路）开车    | 113 km/h |
| - 在印第安纳波利斯高速公路上驾车 | 320 km/h |
| - 乘喷气式飞机旅行        | 965 km/h |

## 捷径

• 距离

可使用一些简单的转换方法获得近似的值，但如果用于精确的科学或工程工作，则必须使用精确的换算因数。经验法则很容易记住。其中有两个须记住。

- 当从较大单位换算至较小单位时，你会得到一个较大的数。

例如，当你想把 5 英寸换算至厘米时，用 5 乘以 2.5，得到 12.5。

|      |         |
|------|---------|
| 较大单位 | 较小单位    |
| 5 英寸 | 12.5 厘米 |

反过来是一样的：

- 当从较小单位换算至较大单位时，你会得到一个较小的数。

|       |        |
|-------|--------|
| 较小单位  | 较大单位   |
| 50 厘米 | 0.05 米 |

从英寸到厘米的换算因数是 2.54 或 2.5。你可以用英寸乘以 2.5 得到厘米，或为了得到近似的值，你可以将两倍的英寸再加上一半的英寸得到厘米。



例如:

为将 20 英寸换算至厘米, 两倍的 20 并加上一半, 或  $20 \times 2 = 40 + 10$ , 从而得到 50 厘米。

当将英里换算至千米时, 你可以将英里乘以换算因数 1.609 (千米)/英里或只是再加上 60%。例如, 100 英里/小时相当于 100 千米/小时 + 60 % 的 100 千米/小时或 160 千米/小时。

- 温度

从 °F 至 °C 的换算基于以下公式:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

为获得近似的 °C 值, 将 °F 值减半再减去 15, 具体如下:

$$^{\circ}\text{C} = \frac{1}{2} (^{\circ}\text{F}) - 15$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}\text{C} = (90 - 32) \times \frac{5}{9} = 32.2^{\circ}\text{C}$$

- 重量 (质量)

当将磅换算至千克时, 记住 1 磅比 1 千克小 (1 磅 = 0.45 千克)。为快速换算, 先算一半, 再减去剩下数字的 10%。

例如, 使用 90 磅:

$$\frac{1}{2} (90) = 45$$

$$10\% \text{ 的 } 45 \text{ 是 } 4.5, 45 - 4.5 = 40.5 \text{ kg。真正的值是 } 40.5 \text{ kg。}$$

- 体积

当使用公升时, 记住 1 公升大于 1 夸脱 (1 公升 = 1.057 夸脱)。如果你将 1 夸脱当作 1 公升, 其误差仅为 5%。

## 公制单位练习

1. 写出下面每一个的前缀名称以及相应符号:



- |                |       |       |
|----------------|-------|-------|
| a. 0.01        | _____ | _____ |
| b. 1,000,000 倍 | _____ | _____ |
| c. 1000 倍      | _____ | _____ |
| d. 0.1         | _____ | _____ |
| e. 0.000001    | _____ | _____ |
| f. 100 倍       | _____ | _____ |
| g. 0.001       | _____ | _____ |

2. 将下面的每一个量用其根的形式来表示，并列出相应的符号：

- |                 |              |       |
|-----------------|--------------|-------|
| a. 1 milligram  | _____ gram   | _____ |
| b. 1 kilometer  | _____ meters | _____ |
| c. 1 microgram  | _____ gram   | _____ |
| d. 1 centimeter | _____ m      | _____ |
| e. 1 micrometer | _____ meter  | _____ |
| f. 1 millimeter | _____ meter  | _____ |
| g. 1 centiliter | _____ liter  | _____ |

3. 为每一个单位写出公制符号：

- |               |       |
|---------------|-------|
| a. centiliter | _____ |
| b. kilometer  | _____ |
| c. centimeter | _____ |
| d. milliliter | _____ |
| e. deciliter  | _____ |
| f. micrometer | _____ |
| g. hectogram  | _____ |
| h. millimeter | _____ |



i. megagram \_\_\_\_\_

j. micron \_\_\_\_\_

4. 在没有回过头去看一些物体高度的情况下，完成以下练习：

a. 以毫米表示的你的身高是 \_\_\_\_\_ mm.

b. 职业赛马骑师用厘米表示大约为多高？ \_\_\_\_\_ cm.

c. 一般男人的身高约为 \_\_\_\_\_ cm.

d. 篮球运动员的身高约为 \_\_\_\_\_ cm.

e. 一个可乐罐的高度约为 \_\_\_\_\_ cm.

5. 在没有回过头去看的情况下，估计以下：

a.  $5 \text{ m}^3$  水以千克表示为多少？ \_\_\_\_\_ kg.

b. 你认为 200 磅的包裹重量是多少？ \_\_\_\_\_ kg

c. 1 公升牛奶的重量以克表示是多少？ \_\_\_\_\_ g 或 \_\_\_\_\_ kg

d.  $1 \text{ m}^3$  水重为多少？ \_\_\_\_\_ kg

e. 1 茶匙药是 \_\_\_\_\_ ml.

f. 1 夸脱牛奶约为 \_\_\_\_\_ liter.

6. 在没有回过头去看的情况下，估计以下：

a. 正常的体温 \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

b. 水沸腾 \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

c. 北达科他州的冬天 \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$ .

d. 室内温度 \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$



e. 100 千米约为 \_\_\_\_\_ miles.

f. 喷气式飞机飞行速度约为 \_\_\_\_\_ km/h.

# 7. 捷径

## a. 较大单位至较小单位

10 in. \_\_\_\_\_ centimeters

1 meter \_\_\_\_\_ inches

1 meter \_\_\_\_\_ centimeters

1 hectare \_\_\_\_\_ acres

1 liter \_\_\_\_\_ milliliters

1 kilometer \_\_\_\_\_ meters

## b. 较小单位至较大单位

100 centimeters \_\_\_\_\_ meter

1000 centimeters \_\_\_\_\_ meters

1000 meters \_\_\_\_\_ kilometer

1 acre \_\_\_\_\_ hectare

1000 kilograms \_\_\_\_\_ metric ton





## 第 2 级

---

### 第 10 章

# 非破坏性检测 仪器和方法

## 非破坏性检测仪器和方法

### 介绍

在本课程的第 1 级中，我们详细讨论了世界各地涂装检查员使用的许多基本涂装检测仪器。在现场实验室准备实践样板时和在最终的实践考试中，我们都使用了这些仪器。

本课程会涉及其它类型的涂料检查仪器和测试。这些仪器：

- 更精密和/或更复杂；也正是由于它们的这种特性，因而不经常使用。
- 是破坏性检测仪器类的一部分；只有在技术规格书要求或合同授权的情况下，才可使用破坏性检测仪器。

有待讨论的检查测试和仪器包括：

- 大气监测和安全
  - 溶剂蒸汽表
  - Drager 表
- 表面测试
  - pH计
  - 放大镜
  - 起泡评估
  - 湿气指示器
  - 水溶性化学盐测试

- 涂层完整性：非破坏性仪器
  - 类型 1 磁性拉伸式干膜测厚仪
  - 类型 2 电磁干膜测厚仪
  - 涡流干膜测厚仪

## 大气监测和安全

### 介绍

涂装检查员的许多工作环境很具有危险性，这种危险性要么来自现存的环境，要么来自与油漆相关的材料（主要是溶剂）所产生的有毒或易燃气体。

安全和大气监测设备的设计，是为了确保在“危险的”工作区域内获得一个安全的工作环境，下列工作区域通常被归为“危险的”：

- 生产或贮存石油和气体的设备
- 燃油贮存设备
- 污水处理厂/污水管道
- 化学品厂
- 铁路油槽车

如果是在密闭空间，例如液舱/储罐、铁路油槽车、管道或贮存容器内工作，这种情形会变得特别危险。

涂装检查员对自己的安全负有责任，除非技术规格书或个别合同要求，否则，检查员通常无需**监控、指导**或**强迫**服从安全规章制度。

由于这可能牵涉到法律问题，因而，即使有些方面的安全监控可能会成为受到雇佣的一个要求，检查员也应尝试将该责任限定在一定的范围内。

检查员有**关心义务**，如发现任何违反安全规定或进行不安全操作的行为，检查员应将其报告给他的主管。



## 溶剂蒸汽表

几种溶剂蒸汽表可用于监测大气中是否存在：

- 有毒气体（甲烷、硫化氢等）
- 易燃气体（绝大多数溶剂）
- 氧气缺乏（正常的氧气含量为 20%）

这种仪器能同时监测是否存在这三种情况，而且仪器很小、很轻，可随身携带用作个人监测器。绝大多数这种仪器有三个独立的传感器，可以使设备同时监测是否存在这三种情况。



图 10.1：溶剂蒸汽表 (Tritector)

通常，这些传感器是：

- 原电池，它通过产生与氧气含量水平成比例的电流来监测氧气含量。当电流达到预设的水平时，就会发出警报声。
- 氧化金属传感器，用于监测有毒和/或易燃气体水平。当存在这些气体时，氧化金属的电阻会发生改变。而电阻达到预设的水平时，就会发出警报声。

对于每一种牌子和型号仪器的操作和维修，必须向制造商作咨询，但一些通用的操作原理可包括：

- 阅读使用说明书。

- 按要求经常性地检查设备的校准情况，以确保获得准确的读数。
- 确保设备所用的电池是刚刚充足电的。
- 最初打开设备的时候，应允许它有一个热身/清理的时间段，以确保它稳定并提供准确的读数。

很重要的一点是，检查员应在实际进行的工作区域检测大气状况。

现在，许多公司提出要求，如果其工人在密闭空间内或附近工作，应携带个人监测器和应急空气包（个人 LEL 表和 10 分钟援救空气包）。



图 10.2: 个人监测器和 10 分钟空气包

监测设备有时必须使用标准化浓度的气体（甲烷、硫化氢等）进行校准。

在校准这些仪器时，检查员应仔细研究并遵循制造商的指示。

有些型号的仪器仅可用来监测一种气体或蒸汽，因而有必要知道正被测试的环境中可能含有什么气体或蒸汽。

## Drager 表和管

单一大气取样仪器的一个实例是 Drager 表。该设备装有风箱，可通过压缩和释放风箱来进行操作。抽吸

运动可使空气或其它气体流经内部预设有化学品指示器的玻璃管。

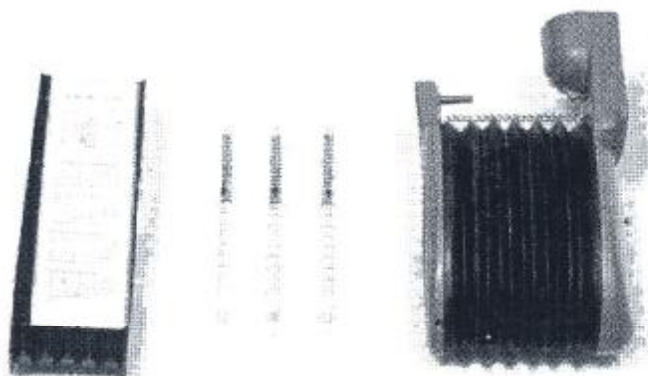


图 10.3: Drager 表和检测管

同时，该设备还随带一套玻璃管（约 250 根），每一根玻璃管含有一个单独的预设化学品测试反应物。每一根管子专门用于某种特定的化学蒸汽或气体，因此，检查员或测试者必须大概知道大气中可能含有何种气体或蒸汽，或知道具体测试什么气体或蒸汽。管子的每一端都是密封的，而且被设计地非常容易弄碎，从而使空气或蒸汽能进入。

操作时，测试者可选择用于测试大气中预期所含气体的管子，并打破管子的每一端。将管子正确地固定在 Drager 表上，对风箱进行适当次（通常 10 次）的抽动。

当蒸汽流过管子时，管内会发生颜色变化，指示被测试的气体含量水平。管内沿着它的长度标有渐进的刻度，以百万分之一（ppm）为单位指示气体（如有的话）的浓度。该读数可用于核对预先确定的可接受水平。



图 10.4: 插有管子的 Drager 风箱

## 表面测试

### 介绍

在 CIP 第 1 级课程中，我们将很多重点放在了表面处理上，包括：

- 观察或检查待涂装表面。
- 预清理，包括检查设计或制造缺陷，并在采取指定的纠正措施后进行重新评估。
- 清理操作。
- 在涂料施工之前评估清理过的表面，以及在每道涂层施工的前后评估涂装过的表面。

当讨论以下这些检查工具和测试时，强调表面处理的工作还会继续：

- pH 计
- 放大镜
- 起泡评估测试
- 湿气指示器
- 水溶性化学盐



图 10.5: 蒸馏水和酸碱度测试条

## pH 计

pH 计是用于实验室的一种特定测试仪器，通常不在现场使用。

正如第 1 级中所述，pH 水平显示了水溶液的酸碱度，pH 为 7.0 说明该溶液是中性的。0.0-7.0 之间的 pH 值是酸性的，7.0-14.0 之间的 pH 值是碱性的。

在使用时，将 pH 计的探头放入待测试的水溶液中。探头含有两节电池，这两节电池在溶液中会产生一个电压；然后，表的电路会将该电压转换成 pH 读数。



图 10.6: pH 计

pH 计需要在特定温度下，使用已知浓度的标准缓冲溶液进行校准。在测试待涂装表面水的酸碱度，或测试用来检测磨料是否含有污染物的水的酸碱度时，pH 计可用来替代 CIP 第 1 级中所描述的 pH 试纸。



图 10.7: 用 pH 刻度匹配 pH 指示条

## 放大镜

除了第1级中所提到的5倍表面比测器，其它类型的放大镜，有时可能对涂装检查员也非常有用。这些设备可用来检查表面是否含有：

- 污染
- 起泡
- 锈蚀
- 氧化皮
- 针孔

有各种可折叠的、易于携带的袖珍放大镜可供使用。它们对检查员来说是非常有用的。

### 30 倍表面放大镜

30 倍放大镜对现场使用来说，倍数已足够大，它可用来密切检查处理前后和涂装后的表面。这里所显示的放大镜特别有用，因为它不占空间，可折叠而且容易贮存，另外还可提供照明。



图 10.8: 30 倍表面放大镜

该放大镜由两根管子组成。其中一根管子含有 30 倍放大镜，另一根管子装有照明用的电池，可照亮表面。



## 双目显微镜

双目显微镜，也被称作为**体视显微镜**，可提供三维图象。这些显微镜的放大倍数可高达 500 倍。

## 起泡评估测试

起泡评估测试基于 ASTM D 714，即《评估油漆起泡程度的标准测试方法》。该测试通常用于评估起泡程度，该起泡可由于实验室条件下测试涂料，例如 Atlas 电池测试而产生。

在现场，检查员也经常使用这种测试方法评估构件涂层上发现的起泡程度。标准测试使用一系列检查员拍摄的有光黑白打印照片，通过起泡的大小和密集度来评估起泡的程度。

该测试方法主要设计用于金属表面，但它也可用于测试多孔表面涂层。

这里显示的是四种不同尺寸的起泡，最大的为#2，最小的是 #8。

起泡的密集度从密集到很少不等，具体如下：

- 密集 (D)
- 中等密集 (MD)
- 中等 (M)
- 很少 (F)

本幻灯片显示了起泡尺寸为#4 的四块板。

比确定起泡的大小和密集度更重要的，是了解为何出现起泡。起泡的常见原因包括：

- 在裸露或涂装底材上存在水溶性亚铁盐或吸湿性化学残留物（渗透起泡）。



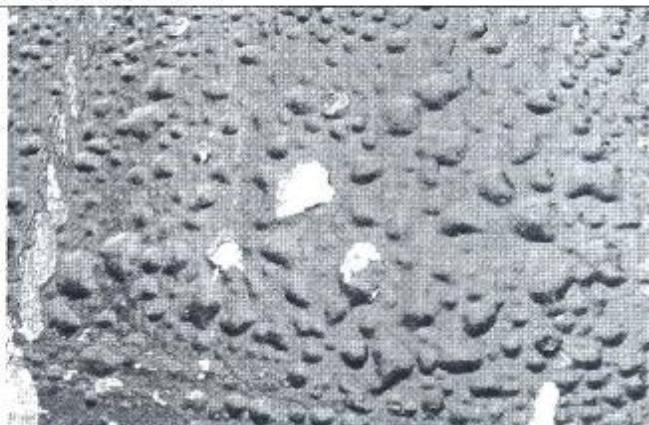


图 10.9: 由化学盐引起的渗透性起泡

- 溶剂滞留

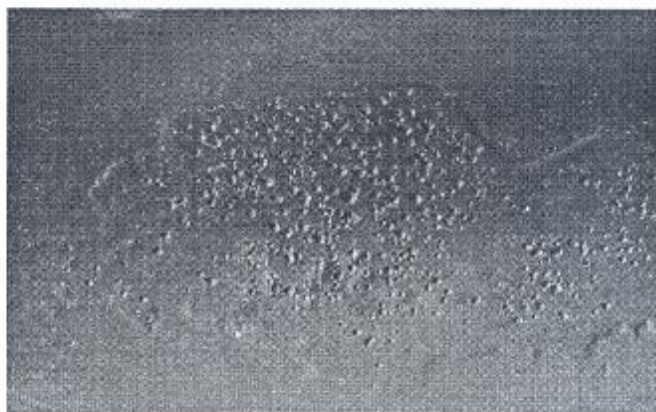


图 10.10: 由溶剂滞留引起的起泡



图 10.11: 液舱/储罐内有膜下腐蚀的破裂起泡

- 沿着漆膜有温度梯度
- 涂装材料不相容

- 化学侵蚀
- 过多的阴极保护电压

有关起泡的报告应详细说明以下项目：

- 大小
  - 较小的区域用平方英寸或平方厘米表示
  - 较大的区域用平方英尺或平方米表示
- 分布模式（点状、局部或全部）
- 起泡的形状

起泡的一些原因有（特别是多孔底材）：

- 底材中存在水分
- 底材中存在滞留的空气
- 由于温度和/或大气压的变化，空气和/或水分开始膨胀
- 涂层漆膜下存在吸湿盐

## 检测水分——指示器和测试

木头和石膏内的水分能用湿度计进行测量，湿度计会显示底材上与油漆有关的水分水平。

湿度计能用作混凝土内水分含量的定性指示器。

### 用于木头、石膏和混凝土的湿度计

湿度计是一种使用电池的非破坏性仪器，用于通过定性比较读数，确定石膏墙、砖块混凝土以及墙和屋顶保温材料内的湿气水平。在用于木头上时，可直接以干重量百分比读出木头的水分含量。



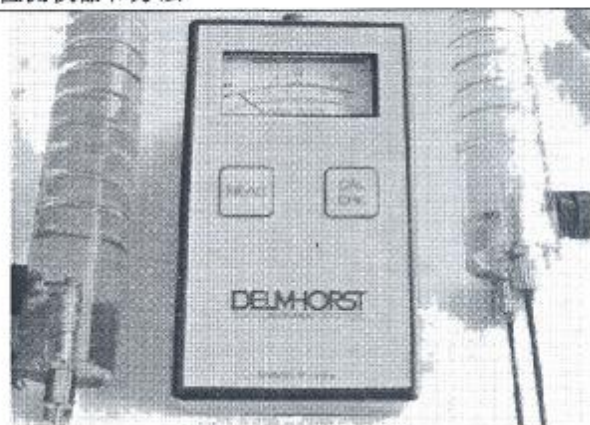


图 10.12: 湿度计

该湿度计有两个刻度，一个刻度用于“木头”，另一个刻度用于“石膏-混凝土”，读数参考刻度范围为0-100。当测试木头中的水分含量时，读取“木头”刻度上的读数，该读数以**水分含量百分比**来表示。

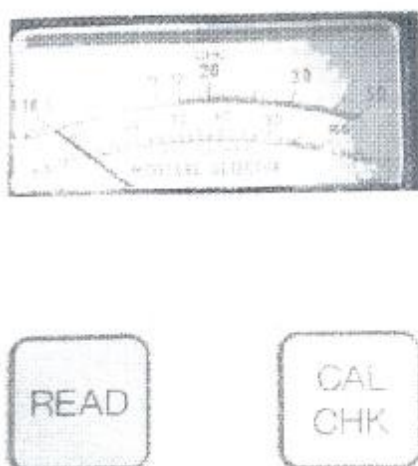


图 10.13: 湿度计——表面的特写镜头

当测试混凝土、石膏或砖时，应读取“石膏-混凝土”参考刻度上的读数。这些读数被认为是湿气水平的定性指示。刻度低端的读数显示的是“较干”的一种状态，而随着刻度的越来越大，其读数也逐渐地变得越来越“湿”。

建议先在“干的”可接受的材料样品上做测试，并将测得的读数用作标准或参考点，随后再将其余的读数与其做比较。

由于该试验装置根据电导率的原则进行操作，使用者应确保在“干的”样品上没有读数（或读数非常小）。如果材料在干的情况下，该装置的读数还是很高，则说明该材料本身就是导电的，因而仪器不起任何作用。

### 测试程序

首先，按一下“Cal Check”检查校准。指针应指向刻度盘上的“20”。如果它没有指向“20”，或固定在“20”的左边，换一下电池，然后再检查校准。将电极联向仪器。将电极插头插入待测试的材料。

**木头：**读取木头刻度的读数。将电极插头插入或推入木头，并直接从刻度上读取水分含量百分比。

**石膏：**将电极插头插入石膏。记下石膏刻度上的读数。“干”读数说明石膏足够干，可放心地进行油漆或粘合剂的施工。

“湿”读数则说明有过多的湿气，不适合做任何油漆。刻度盘“干”和“湿”之间的小的黄色部分，显示的是边界线状况。

当测试石膏和干墙的水分含量时，作为指导，绿色部分的读数显示湿气水平低于 4.5%，而红色部分的读数则显示湿气含量超过 6%。

**混凝土：**读取石膏/混凝土刻度。结果仅是定性的。

### 对混凝土需特别考虑的事项

水分检测器，例如 Delmhorst BD 类型，利用了吸湿材料中电阻和水分含量之间的关系。在某些情况下，这种关系的可靠程度能促使特定校准曲线的生成，使表可以直接以百分比的形式读取水分含量。

如果是混凝土、砖和保温材料，这种以百分比含量表示的仪器的校准是困难的，而且也是不可靠的。这主要是由于很多变量经常很难确定。



即使含有很少量的水分，混凝土也有很高的电导率。例如，如果木头中含有 3-4% 的水分，电阻类湿度计会无法检测出来，但在表内却会引起很大的指针偏离。正是这个原因，用于检测石膏和混凝土内水分的仪器，比那些用于检测木头内水分的仪器来得不敏感。

当检测混凝土板层，特别是等级品或中间等级品时，水分含量测试不仅要在表面上进行，而且也应在板层内部进行，以确定是否会有水分持续移向表面。

当有这种情况发生时，这种水分运动可能是非常缓慢的，当水分到达表面，水分会出现蒸发，因而进行表面测试时，得到的是一个“干”读数。在混凝土板层未予曝露的部分进行类似的测试，通常会得到一个较高的读数，说明存在湿气并会引起潜在的问题。

如果对该板层进行涂装，水分向上的运动还会继续，该运动会在“非呼吸”部分产生压力，从而引起涂料的分层。

### 混凝土测试程序

将两根相距 18 毫米（3/4 英寸）的硬质混凝土钉子敲入 3 毫米（1/8 英寸）深。使电极与钉子相接触。按下“读数”键，读取表的读数。如果表的读数为“湿”，说明混凝土不适合进行涂装。如果表的读数为“干”，则说明表面是干的。

为进行表面下的测试，挖两个直径为 6 毫米（1/4 英寸）的洞，两洞相距 18 毫米（3/4 英寸），洞的深度为 12 毫米（1/2 英寸）至 18 毫米（3/4 英寸）。将两根混凝土钉子在未接触洞的侧面的情况下放入洞的底部，并按上面描述的方法进行测试。如果表的读数为“干”，则说明表面适于涂装。

应该注意到的是，即使是在刻度盘红区内的读数，它所指示的混凝土内的水分含量也是相对较低的。例如，占据刻度盘 80-90% 范围的读数代表的水分含量仅为 2-4%。



## 表的校验工作

湿度计能进行校准吗？能。按下标有“Cal-Check”的键，指针应指向刻度盘上的“20”。如果它没有指向“20”，或它偏向“20”的左边，则应更换电池。当电极没有与任何材料接触时，仪器往左偏是很正常的现象。

你通过什么途径可以知道表不能正常操作了呢？如果该表被校准到了20，但当电极与湿表面接触时，它不出现任何提示，则说明该仪器不能正常使用。同时，如果新电池也无法将该仪器恢复到校准状态，那也说明该仪器不能正常使用了。

### 优点

便携式  
易于使用  
立即读数

### 缺点

不能用于金属  
当用于混凝土时  
结果只是定性的

### 安全问题

仪器本身不安全。

## 用于混凝土的其它水分测试

用于检查混凝土内是否存在水分的其它测试包括：

- ASTM D 4263 使用塑料薄片方法测试混凝土内水分的标准测试方法
- ASTM F 1869 氯化钙测试

### 塑料薄片方法的测试程序

将一块厚为4.0密耳(1.0毫米)、近似于18英寸×18英寸(457毫米×457毫米)见方的透明聚乙烯薄片粘在待测试的混凝土上，以牢牢密封住混凝土，使其免受大气和日光的影响，该测试条可允许存放至少16个小时。



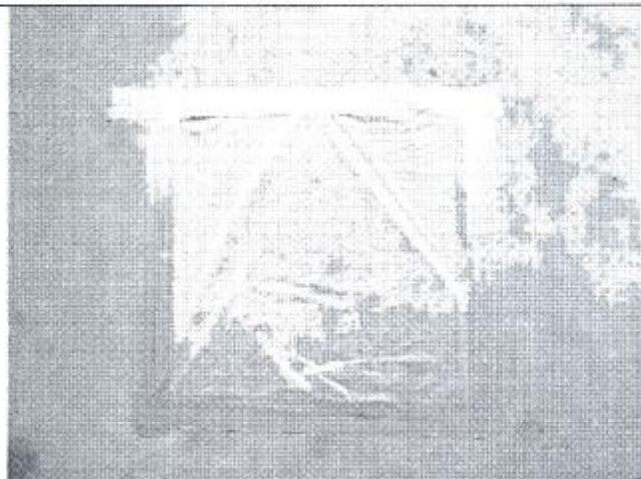


图 10.14: 混凝土地板上的塑料薄片测试

在允许时间段过后，将塑料薄片取走，并检查薄片的反面和贴有测试条的混凝土表面，看是否存在水气。

除非另有规定，否则地板、墙和天花板样品一般要求每 46 平方米（50 平方英尺）或表面区域的其中一部分进行一次测试。

推荐的习惯做法是：地板以上 300 毫米（12 英寸）的垂直表面，每升高 3 米（10 英尺），就应至少进行一次测试。

### 氯化钙测试程序——ASTM F 1869

将称过重量的吸湿氯化钙涂在面积已经测定过的混凝土表面上，并使它保持事先所同意的时间段。该时间段过后，取下氯化钙并重新称重。从湿氯化钙和干氯化钙重量的差别可以形成等级量表。该等级量表可用于评估涂装之前的混凝土表面状况。



图 10.15: 混凝土地板上氯化钙水蒸汽释放测试

如果混凝土内的水蒸汽释放水平被认为过高而无法进行涂装或密封, 地板承包商通常会使用该测试方法, 作为出具担保中“免责”条款的依据。

施工在地板上的涂料出现缺陷, 可能是由于混凝土板层含有过多的液体水分或有水蒸汽通过混凝土板层而引起。在对混凝土地板施涂涂料之前, 检查是否存在这两种情况是很重要的。

### 水溶性化学盐测试

以可溶亚铁离子和氯化物、硫酸盐、碳酸盐或其它离子形式出现的水溶性化学盐, 通常会在未予涂装的钢板表面上出现。

大气中的二氧化硫会与钢板上的水分发生反应, 生成亚硫酸和硫酸, 亚硫酸和硫酸与钢板发生反应, 会形成硫酸亚铁、水溶性铁。

氯离子会在靠近海洋环境或化学品厂的钢板表面上沉积起来。

任何水溶性盐, 如果在表面处理后仍残留在裸露底材上, 它会从大气中吸收水分并形成腐蚀电池。涂料施工后, 该电池在底材上可能还是很活跃, 从而可能导致早期涂料缺陷。

当钢板有严重的点蚀时，该状况会变得更加严重。在这种情况下，可能需要先采用湿磨料喷砂和高压水喷射进行清理，随后再采用干磨料喷砂清理，从而将表面上的污染物含量减少至令人满意的最小值。

作为涂层系统内的污染物，可溶盐的影响很久以来就已受到人们的公认。遗憾的是，行业至今都未能对污染物的可接受最低水平达成一致意见。

行业也未曾开发任何用于检测和评估这些可溶盐的标准程序。现在，NACE 正联合 SSPC 和 ISO 在开发一种标准测试方法。作为该合作努力的一部分，可溶盐污染物的可接受最低水平有望得到推荐。

### 水溶性亚铁盐的定性测试

水溶性亚铁盐（离子）的定性测试，仅设计用于检测钢板底材上是否存在该物质，而并不设计用于测量这些离子的数量。

### 亚铁离子测试程序

水溶性亚铁盐的定性测试包括：

- 使用准备好的试纸
- 用蒸馏水雾化表面
- 应用试纸

— 深蓝色说明存在可溶盐。

滤纸浸满 5% 的铁氰化钾并随后进行干燥。该试纸在市场上可以买到，但如果检查员有铁氰化钾的话，他也可以自己准备。

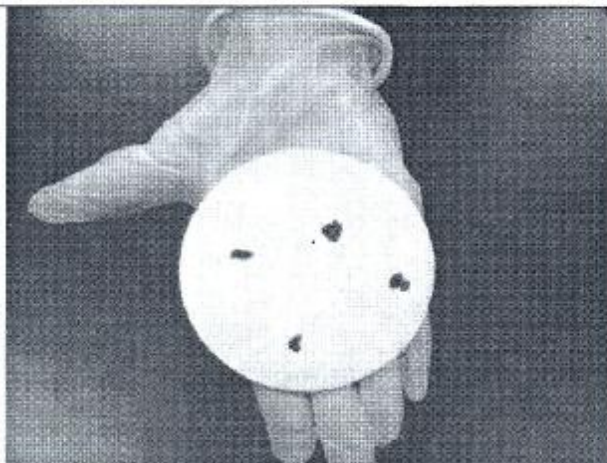


图 10.16: 铁氰化钾试纸指示存在可溶性亚铁盐

为进行该测试，先在钢板表面上喷薄薄的一层蒸馏水，并让水保留 30 秒，再把试纸按在湿润过的表面上，并保持约 5 秒。

表面上如存在任何可溶性亚铁盐，它会被吸入试纸，在与钢板表面受污染区域对应的纸上会出现蓝点。

这是一个敏感的测试，因而即使只有很少量的可溶性离子，也能检测到。如果试纸上显示有大量的蓝色，使用者可做进一步的测试，以试图对该离子进行定量检测。

该试纸是感光性的，且对水分敏感，因而应将其保存在干燥、黑暗、远离光线的区域，直至需要使用。铁氰化钾过一段时间后，也会出现消散，因此，所使用的试纸应是刚做的（保存期限约为三个月），从而使错误的读数减至最少。

### 水溶性亚铁离子的半定量测试

为了引入可行的、能在现场使用的亚铁离子定量测试，很多人付出了许许多多的努力。但是，这些努力并没有完全获得成功。下面描述的测试方法被归为**半定量**，而且它的准确性很大程度上取决于操作工的技术水平。

### 测试程序

- 在待测试的裸露底材上，划出一块 15 厘米×15 厘米（6 英寸×6 英寸）见方的区域。

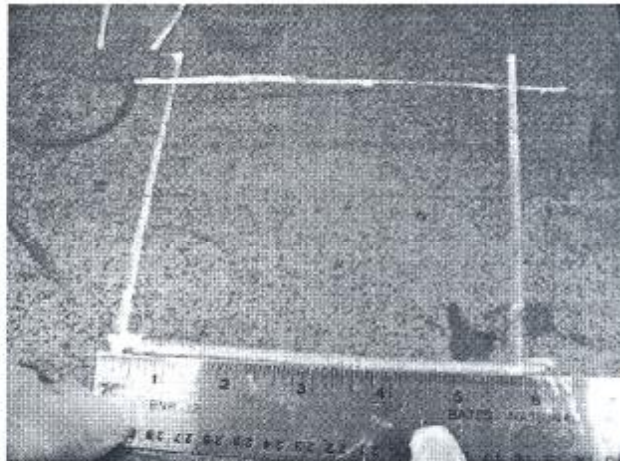


图 10.17: 水溶性盐的半定量测试——划出一块 15 x 15 厘米(6 x 6 英寸)见方的区域

- 在标有刻度的 100 毫升圆筒内加入两或三滴醋（稀醋酸），然后再在圆筒内注入蒸馏水或去离子水，直至到达 22.5 毫升的刻度线。



图 10.18: 水溶性盐的半定量测试——在标有刻度的圆筒内测量水

- 将该溶液倒入 100-150 毫升的大口杯。
- 选择一个高尔夫球大小的医用棉花球（也被称为**棉球**），并将它浸入溶液。
- 用浸湿的棉球，擦拭测试区域的表面，小心将水保持在划定的区域内。

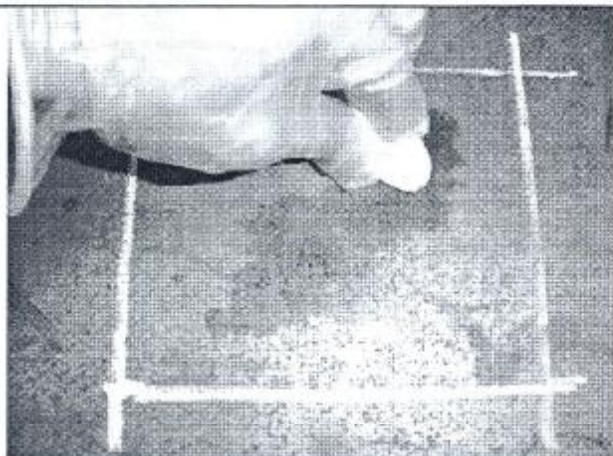


图 10.19: 水溶性盐的半定量测试——用医用棉球擦拭表面

- 将棉球放回装有洗液的大口杯。
- 再使用一个新的、干的棉球擦干测试区域。
- 将第二个棉球放入装有测试溶液的大口杯，并用新的棉球重复干燥过程，直至表面变干。
- 将大口杯内的东西（包括所有使用过的棉球）搅拌 20 秒。



图 10.20: 水溶性盐的半定量测试——将大口杯内的东西搅拌 20 秒

- 从试验纸条容器上撕下一条或两条试验条，小心不要接触到试纸区域。将试验条短暂地浸入溶液中（1-2 秒）。



图 10.21: 水溶性盐的半定量测试——将试验条浸入溶液 1-2 秒

- 在 20 秒内，将试纸区域与试验条容器边上的色标进行比较。

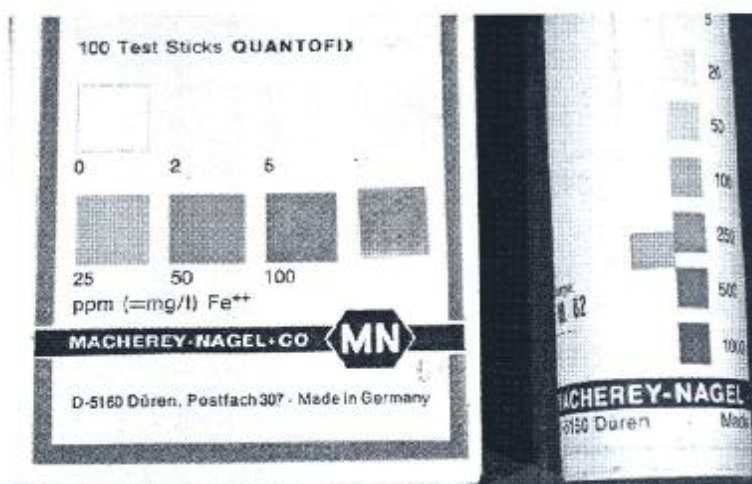


图 10.22: 水溶性盐的半定量测试——在 20 秒内，将试验条与色标进行比较

比色图表以毫克/公升（百万分之几）来表示浓度。浓度的读数是毫克，但写报告的时候应写毫克/平方米。该程序提供了水溶性亚铁离子的半定量测试方法。

## 贮存

避免将这些试验条暴露于太阳光和湿气。应将成套工具贮存在温度低于 30°C (90°F) 的干燥区域。

试纸有很多不同的类型。其中最感兴趣的是那些用于检测以下物质的试纸：

- 水溶性亚铁盐
- 卤化物，特别是通常以氯化钠形式存在的氯化物

本幻灯片中从左到右分别显示的是：

- 水溶性亚铁盐的定性检测试纸
- 可溶铁盐的半定量检测试纸
- 氯化物的半定量检测试纸



图 10.23: 不同的试纸

## 氯离子检测

可用检测可溶性亚铁盐的测试溶液检测氯化物，但应使用不同的测试条。

在某一特定的检测过程中，可使用氯化物检测范围在 30-600ppm (氯化钠含量为 0.005%-0.1%) 的滴定器测试条。

这些氯化物滴定器由一个薄薄的、化学惰性塑料外壳组成。在外壳内，有薄片状的浸满重铬酸银的测试条。当我们将滴定器测试条放入液体溶液时，液体就会通过毛细血管作用上升到测试条。

重铬酸银与氯化物发生反应，在测试条上生成一条白色的氯化银。测试条完全饱和后，测试条顶部的对水

分敏感的标志条会变成蓝色。测试条中白色条纹的长度与溶液中的氯离子浓度成正比。

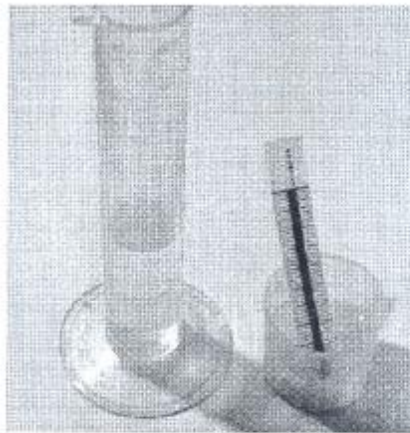


图 10.24: 溶液中的氯离子滴定器

测试按以下程序进行：

- 将滴定器的下端放入待测试溶液。（将测试条完全浸入溶液会引起错误的颜色变化。）
- 等待样品液体完全浸透测试条。
- 在标志条开始变成蓝色后 2-30 分钟内，以测量单位的形式确定白色条纹的高度。

测试条上会有圆锥体形状的变白区域。记录与变白区域顶部最接近的数字。

然后，将该数字与测试工具包随附的图表相比较。很重要的一点是：应仅使用批号相匹配的图表和测试条，以避免出现错误的读数。

氯化物的浓度以 ppm（毫克/公升）的形式表示。

用来检测可溶性盐的其它方法有：

### 方格取回方法 (Bresle™) ISO 8502-6

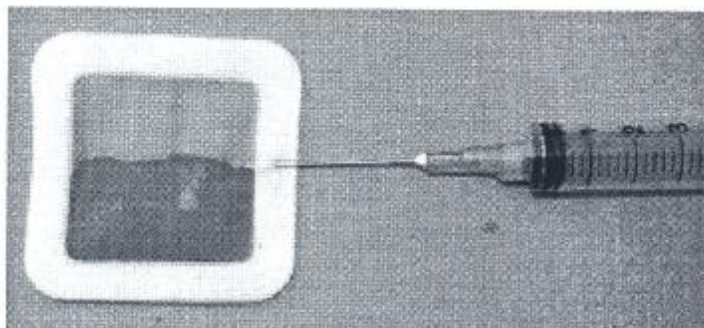


图 10.25: Bresle™ 贴片

使用 Bresle™ 方格的程序如下：

除去测试方格上的背衬和泡沫圈，并将方格紧紧地粘贴在待测试区域上。

将 5 mL 注射器的针头通过像海绵一样的泡沫插入方格。将活塞向后拉，以除去测试区域内的空气。

将所有反应物液体 (3 mL) 注入方格，小心使空气慢慢出来。确保无任何渗漏。

将注射器针头从方格的中心处移走，但应将针头留在海绵状的泡沫内，并轻轻地按揉方格顶部 10-15 秒。抽回并重新注入反应物液体至少三次。然后，用注射器抽回尽量多的液体，并将它注入一个清洁的小瓶或其它容器内。

然后，该溶液可利用 kitigawa 试管、quantab 方法、滴定器或传导性进行测试，以确定可溶性盐的浓度。

**套子方法。** 将事先已测定数量的溶液注入测试成套工具包中所提供的套子。通过套子的带粘性的边缘将套子粘附在表面上。举起套子，迫使溶液流到正被测试的表面上，操作者通过测试套子，按揉表面上的测试溶液，持续时间为 2 分钟。然后，将套子从表面除去，并将它放入测试成套工具箱盖子中所提供的洞口内。用所提供的金属按钮吧嗒一下取下滴定器试管的两端。将滴定器试管底部有较小数字和箭头的那一端

插入套子。约等 1½ 分钟或直至溶液通过毛细作用渗透至滴定器试管的顶部，当完全饱和时，滴定器试管顶部棉花的颜色会变至琥珀色，立即移走滴定器并读取试管上变色分界面处的读数。显示粉红色说明是正常的，而显示白色则说明存在氯化物。该读数的单位是微克/平方厘米或毫克/公升。



图 10.26: 套子测试成套工具——溶液、套子和滴定器试管

Chlor \* Test™ "CSN Salts" 成套工具，有分别用于测试氯化物、硫酸盐和硝酸盐的组件。该测试符合：

ISO 8502-5、NACE 出版物 6G186、和 SSPC-指导 15。



图 10.27: C-S-N 盐类测试成套工具

这是一个现场用的测试成套工具，我们会在本课程中使用到这些工具。

### 通过传导性进行氯化物检测

这是一种测试含有氯化物溶液传导性的方法。该测试先是使用电导计测量不含任何东西（无氯化物）的溶液，然后测量已知含有氯化物的溶液。电导率的增加可说明溶液中氯化物的含量。



图 10.28: 传导率测定器

在实验室受控制的条件下，也可进行其它测试。

注意这些并不是 NACE 国际正式推荐的测试方法。

有关这些测试，NACE 现在还没有标准的推荐习惯做法，因而用这些方法测得的数据仅作为信息参考。

以上所介绍的所有测试均有其各自的优缺点。其主要的限制是，取回效率随着测试方法和操作者的不同而发生变化。在进行这些测试之前，涉及各方应达成一致意见。

## 通过干膜测量法测定涂层的完整性

### 介绍

在第1级中，每一个学员都能详细地学习 *SSPC-PA 2* 《用磁性测厚仪测量干膜厚度的方法》，该方法描述了两种基本类型磁性测厚仪的使用：

- 类型1，磁性拉伸式干膜测厚仪
- 类型2，固定探头电磁干膜测厚仪

两种仪器都用于测定磁性（通常是铁）底材上非磁性涂层的干膜厚。

但是，经常会有非磁性和/或非导电性涂料被施涂在导电，但非铁的底材，例如铝、锌、铜、黄铜和一些不锈钢上。可使用涡流原理的测试仪器，来测定这些表面上非导电涂层的干膜厚。

### 类型1 磁性拉伸式干膜测厚仪

正如第1级中所描述的，类型1，磁性拉伸式干膜测厚仪使用弹簧将一小块永久磁铁从漆膜表面拉起。该仪器会将从表面拉离所需的力转化成涂层的厚度。磁铁吸附于表面的力会随着磁铁和钢板表面之间距离（也就是，漆膜的厚度）的不同而发生变化。

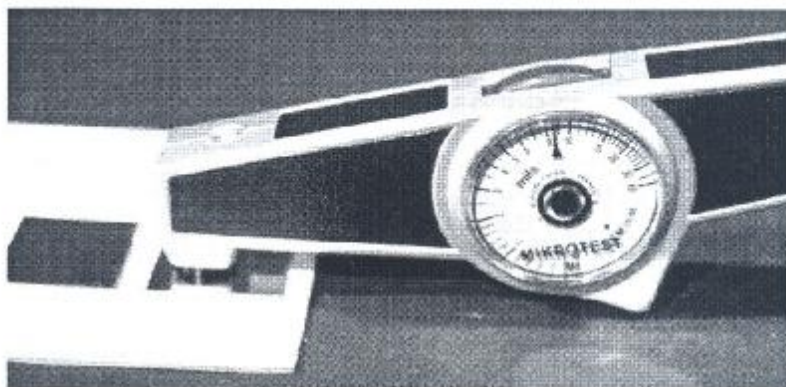


图 10.29: 类型1 刻度盘式干膜测厚仪

类型1 仪器应按照制造商的指示或技术规格书的要求进行校准。它也可按照这里解释的 *SSPC-PA 2* 中所描

述的校准程序进行校准。使用 PA 2 的目的是补充制造商的指示，而不是替代它们。

### 校准、校验和测量——类型 1 拉伸式测厚仪：

对于类型 1 仪器，使用带有非磁性涂层的测试块，该非磁性涂层应可追踪至合适的国家标准。（见 8.15 节）该标准必须足够大，以超过满足类型 1（拉伸式）磁铁发挥磁性作用所需的钢板的临界块。适用于校准类型 2（恒压探头）仪器的塑料薄片或非磁性金属，不应用于校准类型 1 仪器。（见 8.1.1 节）如果制造商的指示与本标准发生冲突，允许使用塑料或其它非磁性薄片对类型 1 仪器进行校准，合同各方必须注意到该事实，并对校准方法达成一致意见。

如果要使用业主所特有的厚度测试标准，在开始工作之前，合同各方应就该方法的使用取得一致的同意。

使用类型 1（拉伸式）仪器，不同的涂层厚度期望范围，可使用不同的校准标准块，校准完后再进行测量。为确保不会获得错误的读数，在工作一开始和每次轮班时，将该仪器与一个或多个标准进行核对。在轮班过程中，如果仪器掉落了，或怀疑仪器给出了不正确的读数，应重新检查仪器的校准情况。如果合同各方认为合适的话，应在一开始就对校验或校准的详细情况和频率等达成一致意见。记录校准数据和所使用的方法，以校验校准。如果在轮班结束时发现仪器未得到校准，那么，自上次校准以来所测得的所有数据都是值得怀疑的。

当仪器不再与标准一致时，检查端头的清洁度。如果端头脏了，按 8.5.1 节所描述的方法进行清洁。如果仪器还是与标准不一致，则说明该仪器需要修理或替换。有些仪器能调整至在设定的范围内给出正确的读数。基于给定的标准，将该仪器调整至能给出正确读数的状态。然后，在较高和较低厚度的标准上检查仪器，以确定仪器能准确测量的范围。所有的类型 1 仪器都有非线性的刻度，而任何调整则都是线性的，因而，在调整后，只有在给定的刻度范围内进行测量才能得到正确的读数。



在裸露底材上测定一系列的读数并获得一个具有代表性的平均值。该平均值是基础金属读数（BMR）。注意仪器并不是在裸露底材上进行校准的。

按第 5 节中所规定的，在干涂层上测定一系列的读数。

将仪器的读数减去基础金属读数（BMR），以获得涂层的厚度。

注意：如果仪器是那种不能进行调整的类型，那么，必须在干膜厚测量之前进行仪器的正确度确定。为确定仪器的正确度，测量与涂层期望厚度最相近的校准块的厚度，并对测得的一系列读数做平均。如果仪器读数偏高，那么，该错误因子必须与基础金属读数一起从干膜厚的测量读数中予以减除。如果仪器读数偏低，那么，在干膜厚的测量读数上必须加上该错误因子。基础金属读数一直是减的。当测量不同范围的膜厚时，必须重复该过程。

## 类型 2 电磁式干膜测厚仪

类型 2 固定探头电磁式仪器使用直流电来感应磁场，随后，磁场就如拉伸式仪器的永久磁铁一样，与底材的黑色金属相互作用。



图 10.30: 类型 2 固定探头电磁式仪器

类型 2 仪器的固定探头在测量过程中必须一直保持与漆膜相接触。当数字读数稳定时，读取该数字显示器上的读数。



图 10.31: 类型 2 固定探头电磁测厚仪与薄片

### 校准、校验和测量：类型 2 恒压探头仪

类型 2（恒压探头）仪器的不同制造商，遵循不同的校准或调节方法。按照制造商的指示校准仪器。

常用的方法，也是我们在本课程中采用的方法，是在已知厚度的塑料或非磁性薄片上对仪器进行校准。应根据待测量涂层的期望膜厚选择相应的薄片。薄片的厚度应用千分尺进行校验。将薄片放在一个清洁的磁性表面上，该表面的大小必须至少为 76×76×3 毫米（3 英寸×3 英寸×0.125 英寸）。将仪器校准至薄片的厚度。仪器应牢牢地紧靠薄片。应避免过大的压力：否则会在塑料上留下压痕，或如果是在喷砂过的底材上，则会在塑料薄片上印上粗糙度的尖峰。

使用正确校准过的仪器，按规定测量干膜厚。

## 电磁与涡流干膜测厚仪

通常使用电操作仪器来替代磁性类仪器，用以进行干膜厚的测量。使用这类仪器的优点包括：精确度更高；能在相对短的时间内测量许多点；并能采用计算机技术，例如：测量读数的打印和统计分析。

第一代电子仪器通常比现在的型号大一些，但和绝大多数电子技术一样，最新的仪器更小、更好，也更便宜。

通常，现在可以在市场上买到两种基于电磁或涡流测量技术的仪器。也有采用超声波技术的仪器和那些用于测量混凝土和其它非磁性表面上涂层厚度的仪器。

### • 电磁干膜测厚仪

基于电磁原理的仪器，用于测量黑色金属底材上非铁涂料的干膜厚。仪器探头使用一个振荡器来感应磁场，随后，磁场会与底材的黑色金属相互作用，其方式与拉伸式仪器的永久磁铁一样。底材影响的强度会在探头内自动检测到，而其产生的用电测量会转化成仪器屏幕或刻度盘上的厚度读数。

虽然电路的稳定性应确保仪器一旦经过校准，应在较长的一段时间（有时是几周）内保持稳定，但是，如想获得准确的测量读数，对仪器进行校准是非常必要的。作为检查员，明智的做法是每天应至少对仪器的正确度进行一次校准，并且当对仪器的准确度表示怀疑时，例如，当碰到异常的测量读数时，也应立即核对仪器的准确度。同样地，当技术规格书规定工作方法时，应遵循该规定。（注：SSPC-PAS 要求在同一天使用前对仪器进行校准）。

影响电磁仪器精确度的因素包括：

- 底材的磁性



为获得最佳的准确度，校准片应与正被测量的涂装件有同样的冶金成分。我们已经知道，不同的钢合金和在铸件上测量涂层的厚度会改变仪器的准确度，因而需要再次进行校准。

#### — 底材厚度

所需要的最小底材厚度会随着具体的仪器而发生改变。有些仪器需要的“磁块”比其它仪器更大，这样才能保持一致的准确度。

#### — 边缘

通常，如测量的点离任何边缘不到 25 毫米（1 英寸），就不能进行准确的测量。

#### — 弯曲表面

当在弯曲表面上使用这类仪器进行干膜厚测量时，应使探头垂直于表面，如可能的话，应在类似的弯曲表面上对仪器进行校准。

#### — 磁性涂层

对部分磁性涂层（例如，那些含有云母氧化铁颜料的涂料）进行干膜厚测量会有一些问题，在这种情况下，应征询制造商的推荐。

#### — 底材的构造

底材的特性，不管它是光滑的还是通过喷砂清理变粗糙了，它会影响测量的准确度。除非另外规定，否则，应在与涂装表面相类似的底材上进行校准。

在每一种情况下，都应仔细研究并遵循仪器制造商详细而精确的指示和推荐。

### ● 涡流干膜测厚仪

基于涡流原理的仪器，用于测量施涂在导电底材上非导电漆膜的干膜厚。通常，这些导电底材绝大多数是有色金属，例如，铝、铜、黄铜和不锈钢。该仪器可能看上去就像电磁仪器，但它会通过传至探头的交流电在底材内产生涡电流。



尽管能在任何导电金属上进行测量，但探头的形状和尺寸以及金属底材的导电性也是有影响的。应在待测量底材上或类似于正被涂装底材的表面上进行校准。

能同时运用电磁和涡流原理操作的仪器，通常针对每一种原理采用各自不同的探头。有些涡流仪器针对黑色金属和有色金属底材采用不同的探头。

涡流探头比电磁探头更专业，通常，它能用在较小范围的干膜厚测量上。

绝大多数涡流探头设计并校准用于铝底材，如在其它底材上进行测量，获得的结果相对不是很准确。

探头的设计是一个关键因素。制造商的意见看来一般都是这样的：只有在涡流仪器被用于测量铝底材的干膜厚时，才能得到统一的读数并确保获得较高的精确度。用于其它底材时，重新进行校准能改善精确度，但这种精确度通常无法保证。

影响涡流仪器测量精确度的因素包括：

- 底材的磁性和导电性

为获得最高的准确度，校准片应与正被测量的涂装件有同样的冶金成分。

- 底材厚度

所需要的最小底材厚度，会随着具体的仪器而发生改变。有些仪器能在厚度只有几密耳的底材上进行测量。

- 边缘

通常，如测量的点离任何边缘不到 25 毫米（1 英寸），就不能进行准确的测量。

- 弯曲表面

当在弯曲表面上使用这类仪器进行干膜厚测量时，应使探头垂直于表面，如可能的话，应在类似的弯曲表面上对仪器进行校准。



### — 涂层的导电性

对导电性涂层（例如，那些含有铝颜料的涂料）进行干膜厚测量几乎肯定存在问题，在这种情况下，应征询制造商的建议。

在每一种情况下，都应仔细研究并遵循仪器制造商详细而精确的指示和推荐。

### • 校准

- 一旦打开仪器，应允许其有一段预热和稳定的时间。
- 在校准仪器时，应使用已知厚度的塑料薄片。薄片的厚度应在待测量涂层的厚度范围内。（如果客户允许的话，也可使用 NIST 校准标准。）
- 将塑料薄片放在一块大小能使仪器充分发挥作用的底材上。大小低于3毫米（1/8英寸）的底材会对校准产生很大的影响。
- 应将有多种刻度的仪器设置成合适的测量刻度。
- 绝大多数仪器使用的校准技术，能使该仪器在裸露底材和有色金属（电磁）或导电（涡流）薄片上进行刻度盘上“零”到“最高”（选择的干膜厚）范围的测量。

仪器一旦经过校准，刻度范围之内的测量应相当准确，也就是说，在所使用的校准值之间的中间点应是准确的。

- 为获得准确的校准，可能必须重复进行测量过程，直至测量值保持稳定。特别是较老的仪器，可能需要“零/高/零/高……”这样的调节过程，直至获得一致的测量结果。

市场上有很多电子仪器，应总是遵循制造商的指示，以确保获得准确的测量读数。



应该注意的是，如果检查员想测量铜底材上铝粉颜料乳香涂层的干膜厚，他不能依赖使用电磁或涡流仪器所测得的结果。

检查员可通过施工涂层的湿膜厚来估计干膜厚，或使用托克仪测量干膜厚。



## 破坏性仪器和测试

### 介绍

至今所讨论到的检查测试和仪器都被分类为**非破坏性**，也就是说，仪器或测试并不会破坏涂层，或对涂层有任何负面影响。

正如在第 1 级中所讨论的，在某些情况下，如果电压过高的话，高压漏涂点检测仪会破坏涂层。但是，我们把该仪器认作是**非破坏性仪器**，而不是**破坏性仪器**。

用于进行某些检查测试或其他功能的一些仪器或测试，可能会损伤涂层的外观或破坏涂层部分。很明显，这些测试/仪器被归为**破坏性**。

涂装检查员不应在涂层上进行任何破坏性测试或使用任何破坏性仪器，除非：

- 技术规格书清楚要求进行特定的破坏性测试。
- 业主或业主代表要求或允许做这种测试。
- 在缺陷分析任务中要求进行此类测试。

