

陸、非破壞性檢驗

三、液滲檢驗

講解討論

講解討論時數：1 小時

參考資料：

- 一、技令 33B-1-1，第六篇
- 二、中國國家標準液滲檢驗通則
- 三、中華民國非破壞檢測協會訓練教材
- 四、美國非破壞檢測協會訓練教材
- 五、軍用標準 MIL-I-6866
- 六、美國電力研究學會非破壞性檢驗訓練教材

講解內容：

壹、概論：

液滲檢驗為非破壞性檢驗方法之一，主要用於檢查固態、非多孔性材料，且於表面具有開口之缺陷。由於此操作簡單、易學、費用低廉，且缺陷指示直接顯示於物件表面，對於物件評估方面具有客觀及可靠性，因此，目前航空工業仍廣泛使用於飛機結構及零附件之檢驗。

貳、基本原理：

如圖6-3-1所示，將一端密封之毛細管插入液體中，封閉端朝上，此

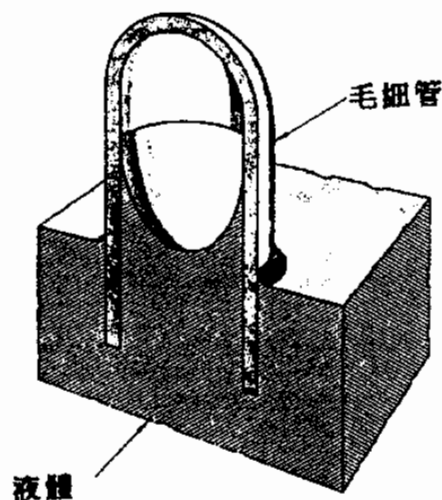


圖 6-3-1 毛細管作用現象

時可發覺毛細管內之液面較槽內液面為高，此種現象稱之為毛細作用現象。液滲檢驗時，被檢物表面之裂縫相當於一毛細管，而施加於被檢物表面之滲透劑則有如液體槽，藉毛細作用，滲透劑會逐漸滲入裂縫內，如將被檢物表面多餘之滲透劑擦拭乾淨，並施加顯像劑，將滲透劑由裂縫內吸附回表面，即形成可視之顯示。

參、分類及適用範圍：

一、分類：

液滲檢驗一般分為螢光、色比與複合（螢光／色比）等三

類；另依滲透劑去除之方式，
每類又可分為下列三種方法：

- (一) 水 wash 法。
- (二) 後乳 化 法。
- (三) 溶 劑 清 除 法。

二、適用範圍：

(一) 水 wash 法：

- 適用於檢驗大量小件物品。
- 適用於檢驗粗糙表面。
- 適用於檢驗螺紋及鍵槽。
- 適用於液氧系統之檢驗。

(二) 後乳 化 法：

- 適用於對細微缺陷之檢驗。
- 適用於大型組件之檢驗。
- 適合檢驗寬淺缺陷。
- 適用於試漏檢驗。

(三) 溶 劑 清 除 法：

- 適用於無水電供應場所之檢驗。
- 適宜現場檢驗。
- 適用於大型組件之局部檢驗。
- 適合陽極化處理表面之檢驗。
- 物件可反覆檢驗。

肆、檢驗步驟：

各類液滲檢驗步驟說明如下：

一、螢光類：

(一) 水 wash 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→
水洗→ [] → 乾燥→施加乾式/非水性顯像劑 []
(註1) [] → 施加水性顯像劑→乾燥 []
→顯像→檢視(註1)→後清潔處理(註2)

(二) 後乳 化 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→
水洗→ [] → 乾燥→施加乾式/非水性顯像劑 []
(註1) [] → 施加水性顯像劑→乾燥 []
→顯像→檢視(註1)→後清潔處理(註2)

(三) 溶 劑 清 除 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→除去多餘滲透劑→施加濕像劑→顯像→檢視(註1)→後清潔處理(註2)

二、色比類：

(一) 水 wash 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→
水洗→ [] → 乾燥→施加乾式/非水性顯像劑 []
[] → 施加水性顯像劑→乾燥 []
→顯像→檢視→後清潔處理

(二) 後乳 化 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→乳 化
水洗→ [] → 乾燥→施加乾式/非水性顯像劑 []
[] → 施加水性顯像劑→乾燥 []
→顯像→檢視→後清潔處理(註2)

(三) 溶 劑 清 除 法：

前清潔處理(含乾燥)→施加滲透劑→滲透→除去多餘滲透劑→施加→顯像劑→顯像→檢視→後清潔處理(註2)

三、複合類：

複合類可視需要依螢光類或色比類的檢驗步驟執行檢驗。

註1：須使用黑光燈檢視。

註2：檢驗後除非殘留液滲材料會干擾後續處理工作或運轉要求，否則不強制要求作後清潔處理。但殘留液滲材料對被檢物有腐蝕之虞時，則必須作後清潔處理。

伍、檢驗之實施：

一、前清潔處理：

檢驗前，各零件之前清潔處理對於檢驗結果具有重大之影響。選擇不當之清理方法、材料或程序除可能造成受檢表面或零件受損外，更可能影響檢驗結果。

二、施加滲透劑：

(一) 可採用浸入、塗刷、靜電噴塗、噴灑等方式施加(如圖6-3-2、6-3-3、6-3-4、6-3-5)。

(二) 小物件大都裝於籃子裡用浸入法施加滲透劑，須注意物件表面不可有氣泡以免妨礙滲透作業。

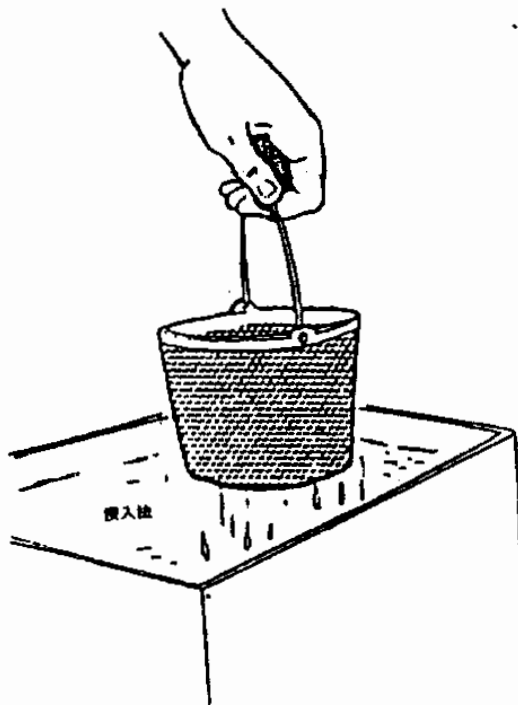


圖 6-3-2 浸入法圖

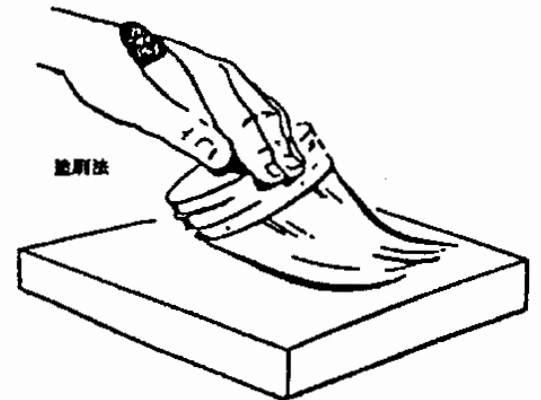


圖 6-3-3 塗刷法

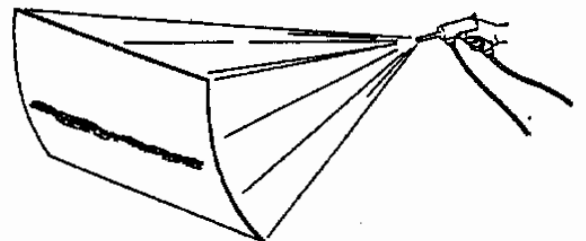


圖 6-3-4 靜電噴塗

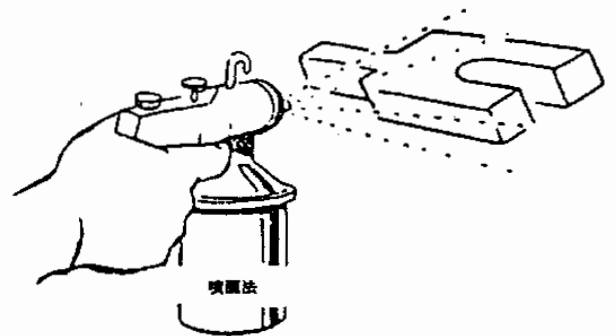


圖 6-3-5 噴灑法

(三) 大物件無法浸入，可採用塗刷或噴灑法，但要注意滲透劑須能完全覆蓋被檢物表面。

(四) 滲透劑最短駐留時間可參閱表 6-3-1 之程序實施。

三、滲透劑之清除：

材料	物件型態	瑕疵形式	駐留時間(分)
鋁、鎂、黃銅、青銅、鋼、鈦及高溫合金	鑄件、鑄道	氣孔、冷斷、融合不良、	5
		裂痕(各種形式)	10
	鍛件、槽型件、板件	疊裂、裂痕(各種形式)	5
塑膠	各種型態	裂痕(各種形式)	5
陶器	各種型態	裂痕(各種形式氣孔)	5

表 6-3-1 滲透劑之最短駐留時間

(一) 水洗滲透劑：

採用穩定之粗噴霧水流沖洗，水壓不得超過40psi，水溫範圍在60°F至100°F之間為宜。

(二) 後乳化滲透劑：

須經乳化程序，始可用水清洗，乳化劑之施加可採用噴灑法或浸入法，但不可使用塗刷法，以免造成乳化不均勻；乳化時間依表面粗度、檢驗瑕疵和乳化劑之種類而定，一般乳化時間應避免超過5分鐘；乳化完成可採用前項方式直接用水清洗。

(三) 溶劑清除滲透劑：

應使用清潔、不掉纖維且具吸收性之布或紙沾清潔劑擦拭被檢物，不得使用清潔劑直接沖洗。

四、乾燥：

(一) 施加乾式或非水性顯像劑前，被檢物表面應乾燥或以溫熱空氣乾燥，唯被檢物表面溫度不得超過125°F；施加

水性顯像劑被檢物表面乾燥，顯像後僅能以溫熱空氣乾燥。

(二) 溶劑滲透檢驗之乾燥可用正常之蒸發、擦拭或強力通風。

五、顯像：

(一) 乾式顯像劑：乾式顯像劑通常使用球形粉罐、噴槍或其他方法將粉末均勻灑在被檢物表面。

(二) 濕式顯像劑：

● 水性顯像劑可使用浸入、靜電噴塗、塗刷、噴灑等方式。非水性顯像劑除非顧及安全與健康時可使用塗刷法外僅可使用噴灑法；施加顯像劑應適量，避免蒙蔽缺陷顯示。

● 使用濕式顯像劑應先完全攪拌均勻。

六、檢視：

(一) 螢光類：

須採用黑光燈執行檢視，並須達到下列要求：

- 室內愈暗，黑光愈，其檢視效果愈佳。
- 檢視者經過適當的暗室適應，將有助於檢視。
- 避免黑光燈直接照射眼睛，以免視覺疲勞。
- 若於室外檢視，需有檢視罩或於夜間進行。

陸、結論

- 一、液滲檢驗方法操作簡單、易學、費用低廉，且缺陷指示直接顯示於物件表面，對物件評估具客觀及可靠性，因此，目前仍廣泛被採用。
- 二、液滲檢驗工作程序中所使用之滲透劑通常可依所含染料種類、清除方式、靈敏度等形式分類，每一種類及方式均有其優、缺點、適用範圍。因此，檢驗人員對於各分類之優缺點應有所理解，方能選用適當方法執行檢驗工作。

習題：

- 一、液滲檢驗可分為那幾種方法？
- 二、後乳化法通用於何種對象？
- 三、液滲檢驗如何實施？
- 四、使用黑光燈之要領為何？