接下來我們介紹另一品質成本的主要指標，用來衡量 Formrob 公司 3D 列印機顧客滿意度的非財務性品質指標。

**決策重點**

品質成本方案的四種成本類別為何？

**試試看 20-1**

## 品質成本分析

Benson 公司生產戶外用的桌子。公司在過去的一年致力於提高品質，並希望評估其在品質成本 (COQ) 衡量方面的表現。以下是結果：

Benson 公司年度品質成本報告

| | 2019 年 | 2020 年 |
|---|---|---|
| 程序工程 | $ 11,000 | $ 9,500 |
| 殘料 | $ 19,000 | $ 10,300 |
| 售後保證維修成本 | $ 17,350 | $ 17,450 |
| 設計工程 | $ 7,850 | $ 10,450 |
| 檢驗 | $ 4,000 | $ 7,800 |
| 重做 | $ 20,340 | $ 12,340 |
| 總品質成本 | $ 79,540 | $ 67,840 |
| 總收入 | $900,000 | $1,050,000 |

1. 確定每個成本的 COQ 類別（預防、鑑定、內部失敗和外部失敗）。
2. 通過計算每個類別的品質成本，以及每個 COQ 類別對收入及總品質成本的比率，編製一份 COQ 報告。

著作權所有 侵害必究

# 使用非財務性衡量來評估及改善品質

許多公司（如聯合利華 (Unilever)、聯邦快遞與 U-Haul）使用非財務性衡量來管理品質。第一步是透過顧客的眼睛來檢視品質。管理人員接著將注意力轉向組織內部，發展程序來協助改善品質，並透過企業文化來維持品質。

**◀ 學習目標 2**

**發展非財務衡量**
……顧客滿意度衡量如顧客抱怨數，內部企業程序衡量如產品瑕疵率和重製產品的比率，和學習與成長衡量如員工學習與訓練

**和改善品質之方法**
……控制圖、柏拉圖圖和因果關係圖

華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

## 顧客構面：顧客滿意度的非財務性衡量

Formrob 公司的管理人員追蹤下列顧客滿意度的衡量：

- 顧客偏好及顧客對特定產品特徵滿意度之市場研究資訊（此係衡量設計品質）
- 市場占有率
- 高顧客滿意度之比率
- 運交顧客之瑕疵單位數占總配送產品之比率
- 顧客抱怨之數目（發生每一實際抱怨之顧客同時，企業估計尚約有 10 ～ 20 位之顧客對產品或勞務亦有過不佳的經驗，只是他們並未實際發出抱怨。）
- 產品配送給顧客後不久即發生故障之比率
- 平均延遲配送（計畫的配送日期與顧客要求日期不同）
- 準時配送率（在計畫配送日或之前送達之比率）

Formrob 公司的管理當局持續監控這些數據。高度的顧客滿意度帶來更高的顧客保留、忠誠度和口耳相傳的好口碑，可降低品質成本，並提升未來營業收入。低度的顧客滿意度則代表未來品質成本很可能會增加。接下來我們將探討並辨認顧客滿意度和企業內部程序的動因，分析品質問題，且企圖改善品質並提升顧客滿意度。

## 內部企業程序構面：分析品質問題與改善品質

相關三種常用於辨認與分析品質問題的技術：控制圖、柏拉圖圖及因果關係圖。

### 控制圖

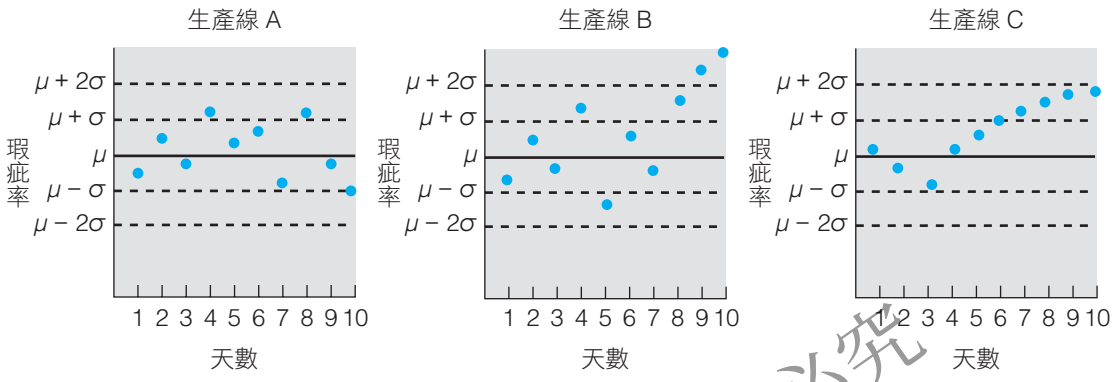
統計品質控制 (statistical quality control, SQC) 或稱統計程序控制 (statistical process control) 乃為區別作業程序之隨機與非隨機變異之正式方法。隨機變異的發生，例如，當機器速度偶然波動所導致之瑕疵品的出現，如 3D 列印機產出的物體上有小孔，或物體的顏色不均勻。非隨機變異的發生是當系統問題所致瑕疵品之出現，如錯誤的速度設定、有瑕疵的零件設計或部分零件的錯誤操作。控制圖 (control chart) 是一項主要的 SQC 工具，它是以固定的時間間隔對特定步驟、程序或作業進行的一系列連續觀察值繪製成圖。每個觀察值都是相對於特定的範圍來繪製的，這代表了觀察值預計會落在的範圍內。只有落在特定範圍外之觀察值才被視為值得進一步調查之非隨機項。

釋例 20-3 列示 Formrob 公司三條 3D 列印機生產線每日瑕疵率觀察之控制圖（瑕疵 3D 列印機除以總 3D 列印機生產數），各生產線前 60 天之瑕疵率，被用來作為計算每日瑕疵率分配之良好基礎。算術平均數 ($\mu$) 與標準差 ($\sigma$) 為釋例 20-3 控制圖中次數分配的二個參數。依據經驗，公司決定任何觀察值在 $\mu \pm 2\sigma$ 範圍外者必須加以調查。

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

例如，若平均瑕疵率 $\mu = 10\%$ 或 0.1，標準差 $\sigma = 2\%$ 或 0.02，當瑕疵率大於 14% [10% + (2 × 2%)] 或小於 6% [10% − (2 × 2%)] 時，公司將會調查所有觀察值。[1]

**釋例 20-3** 統計品質控制圖：Formrob 公司 3D 列印機之每日瑕疵率




生產線 A 的所有的觀察值均在平均數 $\mu \pm 2\sigma$ 範圍內，所以管理人員認為無需進行任何調查。而生產線 B，其最後發生的 2 個觀察值顯示 3D 列印機瑕疵率偏高，並未達到預期表現，代表可能因為非隨機或失去控制之可能性相當高，例如錯誤的速度設定或部分零件的錯誤操作。依據既定的 $\mu \pm 2\sigma$ 規則，此兩個觀察值應予調查。而生產線 C 則說明一種在 $\mu \pm 2\sigma$ 規則下雖不需立即調查，但卻可能失去控制的情形。為什麼呢？請注意其最後 8 個觀察值呈現向某個方向移動之情況：最後 7 天的觀察值可以看出 3D 列印機瑕疵率逐漸增高，且漸漸超出平均數。造成這些觀察值逐漸偏離平均值的趨勢，可能的原因有機器開始損耗，或是機器零件不良。隨著機器工具持續損耗，產生瑕疵 3D 列印機的機率會持續增高，直到整條生產線不再受統計控制。統計程序之發展即是使用趨勢和變異性以評估程序是否有失控情況。

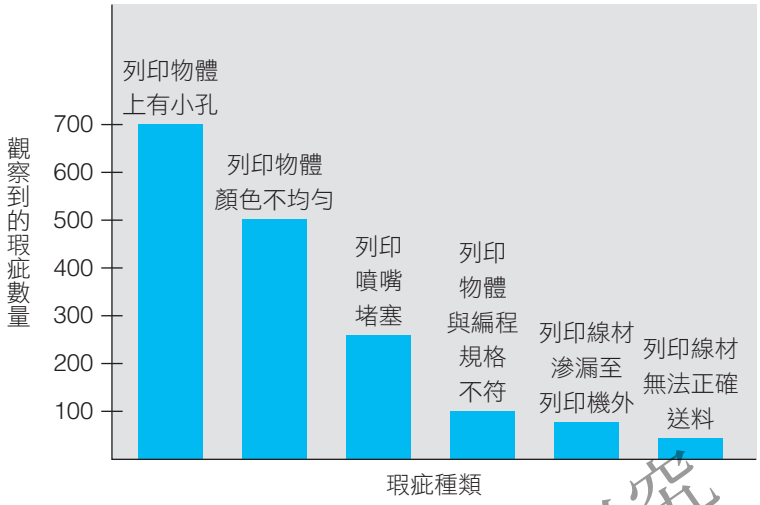
## 柏拉圖圖

柏拉圖圖之投入資料是那些失控之觀察值，**柏拉圖圖** (Pareto diagram) 是顯示各種失敗（瑕疵）之發生頻率，將之由最頻繁發生排序至最不常發生者。釋例 20-4 即列示 Formrob 公司在 2019 年之最後檢驗點所有品質問題落在控制值外之柏拉圖圖。其中 3D 列印機產出的物體上有小孔是發生頻率最高的問題，並造成高額的重做成本、重大的保證與修理成本，以及低顧客滿意度。

1 奇異、漢威公司 (Honeywell) 和摩托羅拉等公司的目標是將 $\mu$ 和 $\sigma$ 兩個值設為極小，以便他們可以使用 $\mu + 6\sigma$^ 的控制界限。將一個程序控制在「六標準差」(Six Sigma) 水準上，意指該生產程序下，每百萬個產品產出僅會有 3.4 個瑕疵品。

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

**釋例 20-4** Formrob 公司 3D 列印機之柏拉圖圖




## 因果關係圖

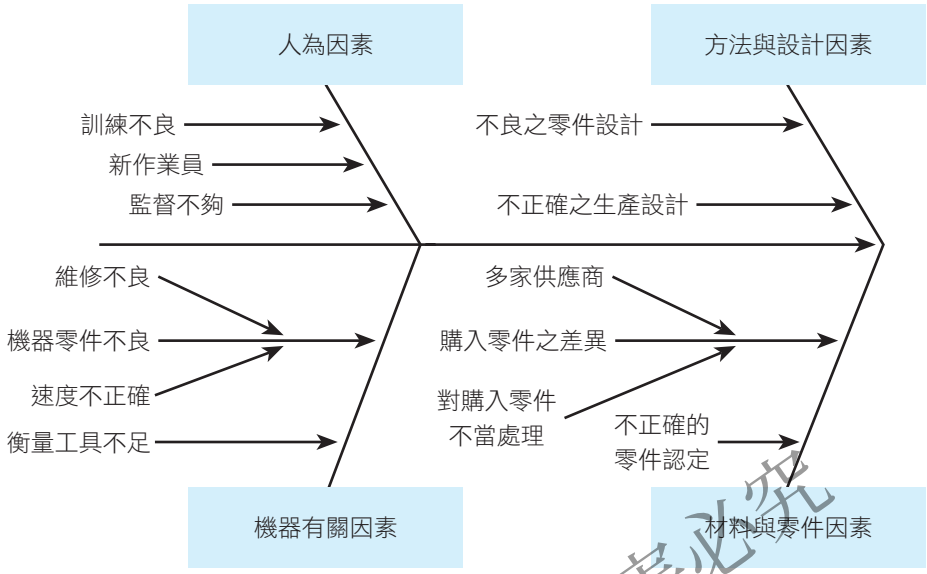
由柏拉圖圖找出發生最頻繁與成本最高之問題後，再根據因果關係圖辨認其原因。因果關係圖 (cause-and-effect diagram) 旨在辨認發生失敗或瑕疵之潛在原因，其圖形之一般外貌乍看之下類似魚骨（因此因果關係圖又稱**魚骨圖**）。[2] Formrob 首先需分析最頻繁失敗（列印物體上有小孔）之發生原因，釋例 20-5 即為表示此問題之因果關係圖。此圖的「主幹」顯示問題已被檢驗。最大的骨頭與骨幹分離，表示瑕疵潛在原因之主要種類。依據釋例分析，發生列印物體上有小孔的主要原因可分為四類：即人為因素、方法與設計因素、機器有關因素及材料與零件因素。造成各類瑕疵之可能原因再以額外之箭頭或骨頭表示之，為每一較高等級的原因提供更詳細的理由。Formrob 公司的工程師認定材料與零件因素是造成列印物體上有小孔的潛在性起因，可能原因是不正確零件規格與購入零件與規格有變異。工程師們很快就確定 Formrob 公司的零件規格是正確的。然後他們開始探索所購零件出現變異的原因。他們發現鋁製框架（用於支撐 3D 列印機數個零件如列印床、擠料機和馬達）在從製造商運送到廠區的過程中被不當地處理導致小幅彎曲，使得這些零件錯位，進而造成列印的物體上有小孔。

採用自動化之設備與電腦來記錄瑕疵之數量與種類，以及發生瑕疵當時之作業參數。輸入此類相關資訊，電腦程式可同步且疊代地編製出相關之控制圖、柏拉圖圖與因果關係圖，希望能達到持續減少瑕疵率的平均值 $\mu$ 和標準差 $\sigma$。

2 參閱 Timothy J. Clark, "Getting the Most from Cause-and-Effect Diagrams," *Quality Progress* 33:6 (June 2000)。

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

**釋例 20-5** Formrob 公司 3D 列印機的列印物上有小孔之因果關係圖




## 內部企業程序品質之非財務性衡量

公司會定期地使用非財務性指標來追蹤他們所做的品質改善成果。Formrob 的管理人員使用下列內部企業程序之衡量指標：

- 瑕疵產品比率
- 重做產品比率
- 使用控制圖、柏拉圖圖與因果關係圖分析不同瑕疵之種類數
- 設計與程序之變動次數，以改善設計品質或降低品質成本

Formrob 之管理人員相信透過這些衡量之改善，可導致較高之顧客滿意度、較低之品質成本與更佳之財務績效。

## 品質改善之學習與成長構面

改善內部企業程序品質之動因有哪些？ Formrob 的管理人員列出下列動因：(1) 聘任傑出設計工程師；(2) 給予員工品質管理技巧訓練；(3) 降低員工離職率；(4) 提高員工授權度和滿意度；和 (5) 創造一個品質至上的企業文化（辨認及根除造成瑕疵的原因）。Formrob 以下列衡量指標作為平衡計分卡學習與成長構面之因素：

- 設計工程師的經歷與資格
- 員工訓練（員工接受各種品質加強方法訓練之比率）

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

- 員工流動率（離職員工對所有員工之比率）
- 員工授權度（員工可自行決定而不用向上級請示的處理次數，對總處理次數的比率）
- 員工滿意度（於員工之調查中，員工表示高度滿意的數目對總調查數目之比率）

**決策重點**

管理當局可以使用何種非財務性衡量指標和方法來改善品質？

## 權衡改善品質之成本與利益

**◀ 學習目標 3**

**使用品質成本衡量進行決策**

……辨認攸關增額成本與利益，以及機會成本，以做權衡考量

回顧 Formrob 公司之因果關係圖發現 3D 列印機之鋁製框架在由供應商倉庫配送至 Formrob 工廠途中，遭到不當搬運，造成列印的物體上有小孔。框架必須符合精確的規格與寬容度，否則其他零件（例如印床、擠料機和馬達）將無法安裝在框架上。

工程小組提出二個解決方法：(1) 於鋼架運抵後立即實施框架之檢驗；或者 (2) 對於框架以及配送之裝箱加以重新設計並強化，使其較禁得起配送過程中之不當搬運。該公司 2020 年的成本結構預期與 2019 年的成本結構相同，如同釋例 20-2 所示。

為衡量不同選擇方案與保持原作法的差異，管理人員辨認 2020 年個別方案下之總攸關成本和總攸關收入。**在不同的選擇方案下總成本和總收入將如何變化？**攸關成本和攸關收入的分析忽略了所有分攤之成本（詳閱第 12 章）。

Formrob 公司僅以 1 年期間（2020 年）分析該決策，因為公司計畫在 2020 年底推出全新之 3D 列印機產品線。新產品線將大幅改變，故不論選擇檢驗或重新設計之方案，都不會對未來 3D 列印機之銷售有任何的影響。

釋例 20-6 顯示每一方案之攸關成本與利益。

1. 估計增額成本：檢驗方案為 $400,000；重新設計方案為 $660,000（其中程序工程為 $300,000，設計工程為 $160,000，鋼架為 $200,000）。
2. 由於較低之重做、顧客支援與修理所產生之成本節省：釋例 20-6 第 10 列顯示因重做之減少，每小時可節省 $40，而釋例 20-2 之 A 部分第 2 欄第 13 列顯示重做每小時之總成本為 $100，為何有此差異？因為當 Formrob 品質改善時只可節省每重做小時變動成本 $40，至於每重做小時固定成本 $60 並無法降低。釋例 20-6 第 10 列顯示如果 Formrob 公司選擇更嚴謹地檢驗鋼架之方案，預計可節省總成本 $960,000（每小時 $40 × 24,000 節省的重做小時），和 Formrob 公司選擇重新設計方案，則預計可節省總成本 $1,280,000（每重做小時 $40 × 32,000 節省的重做

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

小時）。釋例 20-6 同時也顯示於此兩方案下，顧客支援（第 11 列）、配送（第 12 列）與售後保證維修（第 13 列）預期可減少之變動成本。

3. **由於品質與績效之商譽建立，使銷量提高而有更多的邊際貢獻：**釋例 20-6 第 14 列顯示 Formrob 估計檢驗方案可與重新設計方案分別可增加 250 台與 300 台之 3D 列印機銷售，而使邊際貢獻分別增加 $1,500,000 與 $1,800,000。管理人員應隨時尋找透過品質之改善創造更高收入之機會，而非僅僅是降低成本。

**釋例 20-6** Formrob 公司 3D 列印機品質改進方案對品質成本效果之評估

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | 每一方案之攸關成本及利益 | | | | | | |
| 2 | | | | 加強檢驗鋼架 | | | | 占收入之比率 | | |
| 3 | 攸關項目 | 每單位攸關利益 | | 數量 | | 總利益 | | 數量 | | 總利益 |
| 4 | (1) | (2) | | (3) | | (4) | | (5) | | (6) |
| 5 | 額外檢驗與測試成本 | | | | | $ (400,000) | | | | |
| 6 | 額外程序工程成本 | | | | | | | | | $ (300,000) |
| 7 | 額外設計工程成本 | | | | | | | | | (160,000) |
| 8 | 額外鋼架成本，每座 $10 × 20,000 座鋼架 | | | | | | | | | (200,000) |
| 9 | | | | | | (2) × (3) | | | | (2) × (5) |
| 10 | 重做成本之節省 | $ 40 | 每小時 | 240,000 | 小時 | 960,000 | | 32,000 | 小時 | 1,280,000 |
| 11 | 顧客支援成本之節省 | $ 20 | 每小時 | 2,000 | 小時 | 40,000 | | 2,800 | 小時 | 56,000 |
| 12 | 修理零件配送成本之節省 | $ 180 | 每次 | 500 | 次 | 90,000 | | 700 | 次 | 126,000 |
| 13 | 保證維修成本之節省 | $ 45 | 每小時 | 20,000 | 小時 | 900,000 | | 28,000 | 小時 | 1,260,000 |
| 14 | 來自額外銷售產生之總邊際貢獻 | $6,000 | 每台 | 250 | 台 | 1,500,000 | | 300 | 台 | 1,800,000 |
| 15 | | | | | | | | | | |
| 16 | 成本節省淨額及額外邊際貢獻 | | | | | $3,090,000 | | | | $3,862,000 |
| 17 | | | | | | | | | | |
| 18 | 重新設計鋼架方案較佳之差異 (J16) − (F16) | | | | | | $772,000 | | | |

釋例 20-6 顯示不論採行檢驗或重新設計方案，都較保持原狀況可產生較高之淨利益。然而，根據價值工程、製造設計、Kaizen 或持續改善等強調消除瑕疵根源的方法，Formrob 預計重新設計方案比檢驗方案的淨利益高 $772,000。豐田也有著類似的理念，強調瑕疵預防（管頭 (front of pipe) 解決方案）比瑕疵檢驗（管末 (back of pipe) 解決方案）更為重要。

著作權所有 侵害必究
華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

請注意品質改善是如何影響品質成本。重新設計鋼架增加 Formrob 的預防成本（程序工程、設計工程及鋼架本身的成本），但減少公司內部失敗成本（重做）也降低了外部失敗成本（客戶服務、運輸成本及售後保證維修）。改善品質也可帶來銷售和邊際貢獻的增加，COQ 報告能提供品質改善的見解，使得管理人員可以隨著時間比較趨勢。在成功的品質計畫下，品質成本（尤其是內部及外部失敗成本）占收入百分比將會隨時間而遞減，諸多企業（如惠普）均進一步且相信應排除所有失敗成本並追求零瑕疵。

**決策重點**

管理人員如何辨認品質改善計畫的攸關成本與利益？

## 試試看 20-2

**品質改善、攸關成本、攸關收入**

Cell Glam 公司生產各品牌和型號的手機殼。Cell Glam 每年銷售 1,020,000 件產品，每件售價為 $8，邊際貢獻率為 20%。

一份針對 Cell Glam 顧客過去 12 個月滿意度的調查顯示，多數顧客對產品非常滿意，但也有部分顧客對購買的產品不吻合其手機感到失望，因此為退貨及更換感到困擾。由於目前為防止將品質不佳的產品交付顧客的品質控制做得並不好，Cell Glam 的管理人員希望修改其生產程序以發展產品更符合 Cell Glam 規格。

目前的品質成本如下：

| | |
|---|---|
| 預防成本 | $220,000 |
| 鑑定成本 | $ 50,000 |
| 內部失敗成本 | |
| 重做 | $440,000 |
| 殘料 | $ 20,000 |
| 外部失敗成本 | |
| 產品更換 | $319,000 |
| 顧客退貨造成銷貨損失 | $800,000 |

品質控制管理人員和會計長預測修改生產程序的額外成本如下：

| | |
|---|---|
| 改善 CAD 設計 | $140,000 |
| 改善機器對規格之校正 | $140,250 |

如果這些改善使得產品更換成本下降 30%，顧客退貨率減少 50%，對整體品質成本和公司的營業收益的影響為何？ Cell Glam 應如何選擇？請解釋之。

著作權所有 違者必究

華泰文化 HWA TAI PUBLISHING

## 評估公司之品質績效

◀ **學習目標 4**

**結合財務性與非財務性衡量評估品質績效**

……非財務性衡量為未來品質成本的領先指標

為了評估公司之品質績效，Formro 的管理人員同時使用財務性（品質成本）與非財務性的指標，因為這兩類衡量指標有著不同優點。

### COQ 衡量之優點

- COQ 衡量可將管理人員注意力集中在品質不良對營業利益的影響上。
- COQ 合計數幫助管理人員評估為消除內部失敗和外部失敗成本而產生的預防和鑑定成本之成本效益。
- COQ 衡量藉由比較不同品質改善方案之成本效益，以及建立降低成本之優先順序，來協助解決問題。

### 非財務性品質衡量之優點

- 非財務性之品質衡量通常易於量化且容易了解。
- 非財務性衡量直接引導對實體程序之注意，因而可使注意集中在需要改善之精確問題領域上。
- 非財務性衡量（如瑕疵數目）對品質改善之努力是否確實奏效，可提供立即性的短期回饋。
- 非財務性衡量（如顧客滿意度與員工滿意度之衡量）係長期品質績效之有效指標。

著作權所有 侵害必究

COQ 衡量與非財務性衡量乃互為補充。若無財務品質的衡量，企業將花費較多的金錢（高過其價值）在改善非財務性品質之衡量。若無非財務品質衡量，品質問題可能無法辨識，直到問題發生且已無法彌補。多數企業兼採財務性與非財務性之品質指標，以衡量其品質績效，也評估是否非財務性品質衡量的改善最終回饋至財務性指標。麥當勞會請所謂的「神祕顧客」，去各分店就其品質、清潔度及服務等方面加以評分。該公司使用這些分數來評估各分店在這些方面的表現，並與其他分店進行比較。

**決策重點**

管理人員如何使用財務性與非財務性衡量來評估品質呢？

華泰文化
HWA TAI PUBLISHING