

珠寶鑑定與識別雲端專家作業系統之研發

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 101-2632-M-276 -001 -

執行期間：101年1月1日至101年10月31日

執行機構及系所：美和科技大學 珠寶系

計畫主持人：陳平夷

共同主持人：陶志行、黃瑞齡、呂全斌

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：李瑞彬

講師級-兼任助理人員：謝宜蓉

大專生-兼任助理人員：張庭瑜

大專生-兼任助理人員：周建華

大專生-兼任助理人員：王煜翔

大專生-兼任助理人員：林洋民

大專生-兼任助理人員：林欣儀

博士班研究生-兼任助理人員：陳淑娟

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 \_ 份：

移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

# 目 錄

壹、前言.....	4
貳、研究目的.....	4
參、文獻探討.....	5
肆、研究方法.....	8
伍、結果與討論（含結論與建議）.....	13
陸、參考文獻.....	82
柒、計畫結果自評.....	86
捌、附錄(已發表文獻).....	86

## 中文摘要：

由於珠寶貴金屬商品兼具時尚飾品、藝術文化、商務流通等功能，大部分均為高單價之交易商品。同時，珠寶材料之人工合成、優化等科技發展迅速，交易之中常常真假難辨，存在極大之風險。致使目前台灣之珠寶產業經營者雖然資金雄厚，然而市場缺乏規範與秩序。行銷方式仍維持傳統區域性保守之行銷模式，致使國內珠寶交易逐漸蕭條冷淡，無法有效擴展國際市場。同時，於此行動資訊網路主流時代之中，為規範珠寶商品之交易秩序，首先必須建立一套對於業家與消費者更具便利之公正、公開、公平商品資訊的雲端平台將是非常重要的。本計畫在於建立完整之珠寶鑑定與識別資料庫並透過雲端網路系統架設與行動終端伺服器平台等達成珠寶商品標準化之規範與活化行銷機能。珠寶產業相關人員亦可由此系統得到所有珠寶公開之訊息，以及珠寶鑑定專業之訓練、認證與學習，業者與消費者更可藉由明確之珠寶身分歷程紀錄資料庫，加速行銷效能，降低交易之風，險活化珠寶產業。此研究計畫若能經由學校結合國科會與台灣珠寶業者之人力、物力資源完成系統之建立將是台灣珠寶市場上的一大突破。

珠寶鑑定與辨識雲端專家系統包含以下兩部分：

- 一、**是珠寶身分歷程之雲端資料庫**：由市場流通之珠寶商品或精緻化原料所建構之材料相關物性鑑定資料庫(如密度、光譜…等)及商品完整與局部之特徵影像型貌辨識檢索(如巨觀表面、淺層內含物、解理…分布等)系統。
- 二、**珠寶身份歷程管制、授證之專家系統**：流通之珠寶商品或精緻化原料之產出與交易歷程進出登錄控管系統(包含建立管制序號與經歷更新、提供商品不同等級輸出資料…等)，落實公平公正公開之珠寶交易，建立珠寶規格與規範之市場秩序；以及珠寶專業教育之人才培訓、各級珠寶鑑定實務考照等。

本整合計畫擬於計畫完成後，將以技轉或成立法人之「**台灣地區珠寶鑑定與識別檢測中心**」持續建構與商業服務運轉，俾利台灣珠寶產業之國際化與蓬勃發展。

**關鍵詞**：珠寶、珠寶鑑定、影像辨識、雲端、資料庫、專家系統、天然寶石、貴金屬珠寶、人工寶石、優化寶石

## 英文摘要：

Precious metals and gems, mostly high valued, are used in ornaments, arts, and currency circulation. Today the progress in imitation technology has increased the risk in jewelry trading. Moreover, jewelry industry in Taiwan, despite its abundant capital, is still in recession and unable to expand its global market effectively due to its conservative marketing strategies and the lack of standardized market orders. In the era of electronic commerce, it is essential to develop the industry's self-regulation as well as set up a cloud platform between suppliers and consumers for a fair and transparent trading environment. This project aims at creating a complete database in jewelry identification and activating marketing performance under the service of cloud network system and mobile terminal server platform. Jewelry industry personnel can consult the system for information updates, appraisal training, and further certification acquirement. Individual jewel ID and record in database reduce trading risks for consumers and suppliers. It will be a breakthrough for Taiwan jewelry industry if this system is established in cooperation with National Science Council.

The cloud of jewelry appraisal and identification expert system consists of the following two parts:

### 1. Cloud database of jewelry identification records

There are one material property data bank for jewelry products or refined raw materials (such as density, spectrum etc.) and an identification search system in which a jewel's features are displayed in both full and partial images (such as Macroscopic surface, Shallow inclusions, Cleavage, etc).

### 2. Expert system for identification, record control, and appraisal of individual jewel:

A registry control system keeps track of the output and trading record of each refined raw material or jewel, which includes setting up serial number control, updating every trading record, and providing output data of different class merchandise. It aims at establishing a fair and transparent trading environment, setting up criteria and market orders, nurturing talents in jewelry education, and conducting tests for jewelry appraisal certificate.

After finishing this integrated project, the technical achievements will be transferred to the "Taiwan Jewelry Appraisal and Identification Test Center" to keep constructing and the business service operating.

**Keywords:** Jewel, appraisal of jewel, image identification, cloud computing, database, expert system, natural gemstone, precious metal, artificial gem, Optimization gem



## 壹、前言：

目前台灣之寶石鑑定尚缺規範化，相關之寶石鑑定人才，僅能透過美國寶石學院等相關單位之短期訓練，無法扎根研究。本研究計畫欲整合寶石傳統檢測及高階的鑑定結果，提供足夠的相關寶石資料庫，透過雲端網路系統架設強而有力的寶石鑑定資料庫。不但可供從事珠寶產業之相關人員快速查詢寶石知識，同時可建立寶石鑑定的系統化規範及標準化之鑑定流程。是寶石市場上的一大突破。計畫執行年限為期三年，第一年執行於民國 101 年 08 月 01 日至民國 102 年 07 月 31 日止。主計畫由四個子計畫所架構而成。第一年重點在於執行設備採購與第二子計畫雲端專家平台之架設為主，其他自計畫執行為輔，詳細內容可參閱各部分之子計畫。

總計畫名稱：珠寶鑑定與辨識雲端專家系統研發

主持人：陳平夷(原溫紹炳教授去職)，珠寶系助理教授兼系主任

子計畫一：珠寶鑑定雲端電子資料庫與珠寶鑑識專家系統之應用與推廣教學

主持人：呂全斌(原溫紹炳教授去職)，資訊科技系助理教授兼系主任

子計畫二：珠寶鑑定雲端電子資料庫與珠寶鑑識專家系統之建置

主持人：陶志行，資訊管理系副教授

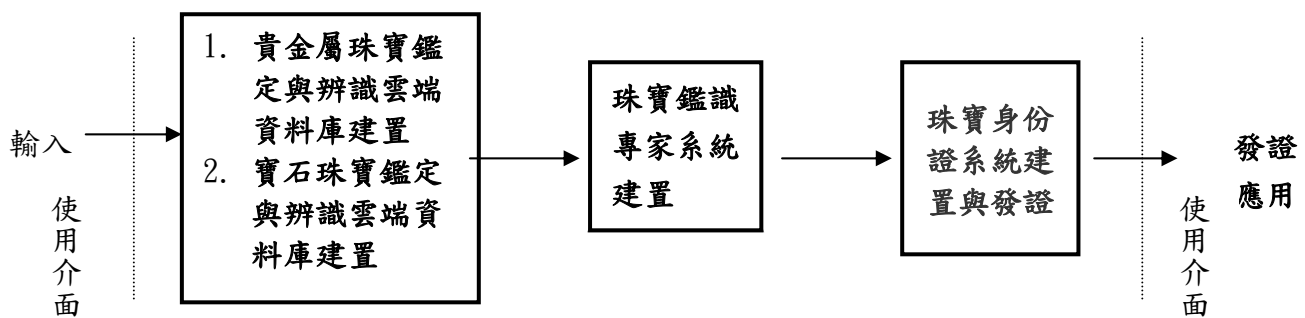
子計畫三：人工寶石與貴金屬鑑定資料庫與鑑識專家系統之建置

主持人：陳平夷，珠寶系助理教授

子計畫四：天然及優化處理寶石資料庫之鑑定及識別比對系統研發

主持人：黃瑞齡(原黃恩萍助理教授去職)，生物科技系副教授兼系主任

## 總體目標：



圖一：整合型計畫總體目標運作流程圖

## 貳、研究目的：

- 一、採用電腦與網路科技之軟、硬體強大記錄與雲端運算功能運用在珠寶鑑定與辨識。建立台灣地區第一套珠寶商品雲端資料庫平台，因應未來網路交易商貿發展。
- 二、運用雲端專家系統所建立的珠寶鑑定結果記錄歸檔資料庫，建立珠寶身份證系統與發證。規範珠寶商品的交易秩序，保障消費者權益。
- 三、推廣珠寶認證與教學，以特色教學與證照教育推廣本珠寶鑑定系統於市場使用，達成珠寶身份證之流通，以及珠寶專業教育之推廣。

### 參、文獻探討：

#### 一、美國珠寶學院(Gemology Institute of American GIA)與台灣分校評述

美國珠寶學院創辦於 1930 年，是以珠寶教育為主要目標的機構，一般人學習珠寶生涯的起點。也是研究珠寶標準的機構，有許多珠寶的現行標準，都是由 GIA 所創立，例如鑽石顏色分級(1953 年)、寶石優化(1961-1994)、合成鑽石鑑定(1995)等十幾項重要創新成員。GIA 台灣分校是 GIA 第三個美國海外分校，以教育為主要營運項目，延續 GIA 累積超過 75 年的教學經驗，提供大部份與美國校本部完全一致的課程內容，並以中文授課，透過專業教師的指導、理論與實務兼顧。是台灣珠寶業者、寶石愛好者學習寶石學課程的場合，有完善的教育設備和堅強的師資陣容。

GIA 在臺灣已經營多年，所頒授的各式各樣證照包括珠寶鑑定證書等數量龐大，臺灣珠寶界成員大陸部份都有此證照，但是因為 GIA 設置的目標比較傾向商業應用，除非是已經有珠寶相關知識背景的學者，繼續努力於珠寶研究，很難以 GIA 所學知識進行珠寶學術研究。

#### 二、臺灣珠寶社團評述

臺灣珠寶金飾研究會、聚英寶石學學會林立，各式職業工會與職業公會也是遍佈全臺，總數不下百個，每個團體都是區域性，規模不大，任務簡單，大部份以商業行為為主要目標，學術水準有限，要組成有能力研究的群體，擔任創造性改革性的珠寶研究議題，更是不可能，也沒有足夠的公信力，唯有跳脫這種由業者及利益關係者的範圍，才足以擔此重任。

結論是：臺灣珠寶社團林立，要有如美國 GIA 類似的機構成立並進行珠寶教育與證照發行難如登天，只有由珠寶教育學術界，美和科大珠寶系難以卸責，只能免力擔此重任。

#### 三、鑽石等珠寶鑑定評述

鑽石的價格決定於「顏色」(color)、「重量」(carat)、「淨度」(clarity)與「車工」(cutting)四個「C」開頭的英文字表示。顏色越白越稀有，最好的顏色定為 D，再來 EFGHIJKLMN 等依次類推。重量以克拉為單位，淨度是用十倍放大鏡為觀察，以標準 IF 之全無瑕，VVS 之極微瑕，VS 之微瑕及較明顯之 SI、I 等分級。車工等級是優質的切磨工可以充分折射光線車工關鍵著鑽石的光芒，不完美標準的車工比較沒有美感，太厚或太薄的車工都不夠優美。顏色以目視就可分辨，如果鑲白色座台配白一些的顏色，如為黃色座台採用稍有一些顏色亦可。其他各種珠寶的品質類似鑽石，都有描述各種品質的指標。這也顯示珠寶價格不是單一行價而是和品質有密切關係，更顯出珠寶身份證的市場需求。

#### 四、專家系統的參考資料評述

專家系統係由知識庫、推論引擎及介面為基礎而組成的電腦化系統，其目的在對於某一特定領域的問題作判斷、解釋及認知，但由於此特定領域可大可小，且對認知的定義亦有不同的解釋，故可有小如某些汽車專家系統只能依照外型等特徵辨認十餘種車，亦有大如某些醫學專家系統可依據十二萬個不同的醫學表徵分辨八千餘種疾病。此系統所能處理的問題，其複雜性、對專業知識的需求、以及其執行的信度及效度足可與專家相相比，因此稱為專家系統。而由於專家系統能夠提供智慧型的決策與輔助、解決問題、並對求解的過程做某種程度的解釋，因而也可以稱為「智慧型知識庫系統」。

由此即可以判斷專家系統十分適用於珠寶鑑定之應用，因此本群體計畫目標之一就是要創設「珠寶鑑定專家系統」。

#### 參考資料

- [1] 張雅芳, 周宗毅, 漫步雲端, 嶄新未來, 2010.

- [2] 經濟部商業司, 電子商務答客問, 經濟部出版, 2000
- [3] 余千智, 電子商務中的消費者導向決策支援, 第二屆資訊管理發展研討會論文, 台北, pp. 1-8, 1999.
- [4] 劉文良, 電子商務與網路行銷, 棋峰資訊, 2005.
- [5] 余朝權, 林聰武, 王政忠, 網路行銷類別與時機之初步分析, 1997年企業管理國際研討會, 1997.
- [6] 周冠中, 林佩璇, 陳世偉, 建構企業網路與網路行銷應用, 博碩文化股份有限公司, 1999.
- [7] 羅家德, EC大潮: 電子商務趨勢, 社會科學文獻出版社, 2001.
- [8] 林蓬榮, 滿足顧客新思維, 客製化策略行得通, 管理雜誌 341 期, 第45-48頁, 2002.
- [9] 林仲威, 我國金融從業人員對金融證照認知之研究—以理財規劃人員專業能力測驗為例, 實踐大學企業管理研究所碩士論文, 2003.
- [10] 莊靜宜, 資訊職業訓練對社會地位取得之影響: 以資訊軟體人才培訓專案受訓者為例, 資訊社會研究 (2), 頁59-92, 2002.
- [11] 林博文, 徐志明, 如何培養國際化知識創新能耐, 科技發展政策報導 SR9009, 頁680~688, 2001.
- [12] 康自立, 陳俊源, 施能仁, 鍾瑞國, 商業性服務業拓展技能檢定之可行性及技能檢定實施方式與職業證照制度推動程序, 勞工委員會職業訓練局委託研究報告, 1995.
- [13] 胡瑕玉, 加強技能檢定建立技術士職業證照實施計畫之剖析與實踐, 中國勞工, 910期, 頁16-18, 1992.
- [14] 康龍魁, 追求另一張技職文憑: 淺談商業類職業證照制度之現況與展望, 技術及職業教育雙月刊, 第十七期, 頁13, 1993.
- [15] 簡建忠, 正視人力資源的意義與價值, 人力發展月刊, 第三十九期, 1997.
- [16] 林宜宏, 台灣省技能檢定實務工作及其困境探討, 勞工之友, 580期, 頁20-22, 1999.
- [17] 徐明輝, 我國技能檢定制度改革之研究, 國立暨南國際大學教育政策與行政研究所碩士論文, 2002.
- [18] 吳亮錦, 珠寶的知覺價值與購買意願之研究-以台灣珠寶業之例, 中國科學技術大學, P.74, 2006
- [19] 吳亮錦, 傅利葉紅外光譜鑑定寶石之初步研究, 國立成功大學地球科學系 (碩士在職專班) 碩士論文, 2009.
- [20] 洪榮昭, E-learning 的發展與運用, 臺灣教育, 2-10 頁, 2005.
- [21] 教育部, 大專院校網路學習發展現況, 教育部網路學習推動員會大專院校組 90 年 12 月訪視報告摘錄, 2001.
- [22] 葉平、鄭大慶、胡師賢, 自由軟體總藍圖, 軟體自由協會, 2001 年 8 月14 日.
- [23] 薛理桂, 專家系統在圖書館的應用, 國立中央圖書館台灣分館館訊, 5 期, 頁 10, 1991.
- [24] 曾繁綸, 專家系統淺論, 李德竹編著, 資訊科學與技術專題論輯, 文華書館管理, 頁289, 1997.

#### 英文文獻

- [25] Kalakota, R., Whinston, A., "Electronic Commerce: A Manager's Guide", Reading, MA, Addison-Wesley, 1997.
- [26] Hoffman, D.L. and Novak, T.P., "Marketing in Hypermedia Computer Mediated Environments; Conceptual Foundations", Journal of Marketing, Vol.60, p50-p68, 1995.
- [27] Hoffman, D.L., Novak, T.P., & Chatterjee, P., "Commercial Scenarios for the Web: Opportunities and Challenges", Journal of Computer-Mediated Communication, No. 3, Vol. 3, 1995.
- [28] Andersen, D.G., "The journey toward professionalism: Accreditation, licensure, and certification", National Forum, 73(4), pp. 11-14, 1993.
- [29] Sprinthall, N.A., Reiman, A.J., & Thies\_Sprinthall, L., "Teacher Professional Development", In J. Sikula (Ed.), Handbook of Research on teacher education. New York, NY, pp.666-703, 1996.
- [30] Collis, R., "The Credential Society: An Historical Sociology of Education and Stratification", New York, Academic Press, 1979.
- [31] Friedman M., "Occupational licensure, Capitalism and Freedom", pp.137-149, 1982.
- [32] Ryan, S., "Is Online Learning Right for You?" American Agent & Broker, 73(6), pp. 54-58, June 2001.
- [33] Hall, B., "E-Learning Across the Enterprise", E-Learning, 27-34, 2000.

- [34] Adams, G.L., "Why Interactive?" *Multimedia & Videodisc Monitor*, 10(20), March 1992.
- [35] Chute, A.B., Thompson, M.M. & Hancock, B.W., "The handbook of distance learning", NY: McGraw-Hill, 1999.
- [36] Bielawski, Larry.; Metcalf, David. "Blended E-learning : Integrating Knowledge, Performance, Support, and Online Learning" Amherst, Mass HRD Press, 2003.
- [37] Ralph Alberico and Mary Micco, "Expert Systems for Reference and Information Retrieval", London: Meckler, pp. 23-25, 1990.
- [38] Beverly K. Duval and Linda Main, "Expert Systems: What is an Expert System?" *Library Software Review*, Vol. 13, No. 1, pp46, Spring 1994.
- [39] Susan B. Ardis, "What is an expert system?", *Online* Vol. 14, pp61, March 1990.
- [40] Frederick Hayes-Roth, "Knowledge Systems: An Introduction", *Library Hi Tech.*, Vol. 10, No. 1-2, pp. 15-16, 1992.
- [41] Anne Morris, "The Application of Expert Systems in Libraries and Information Centres", London: Bowker-Saur, pp. 10-11, 1992.

### 網路資源

- [42] 資料來源：[http://trac.nhc.org.tw/attachment/wiki/jazz/10-06-02\\_The\\_trend\\_of\\_Cloud\\_Computing\\_and\\_Virtualization.pdf](http://trac.nhc.org.tw/attachment/wiki/jazz/10-06-02_The_trend_of_Cloud_Computing_and_Virtualization.pdf)
- [43] 資料來源：<http://technorati.com/technology/cloud-computing/article/cloud-computing-to-grow-1200-by/>
- [44] 資料來源：[http://files.dotblogs.com.tw/jimmyyu/0912/CloudComputing\\_12C12/](http://files.dotblogs.com.tw/jimmyyu/0912/CloudComputing_12C12/)
- [45] Livingstone, D.W., *Beyond Human Capital Theory: The Underemployment Problem*, 2000. (資料來源：<http://www.oise.utoronto.ca/~dlivingstone/beyondhc/>)
- [46] 陳鈺婷報導 2007/02/06 建立職能標準及認證制度是就業市場新趨勢，資料來源：[http://media.career.com.tw/epaper/enews/center\\_news.asp?no3=29819&page=1&keyword=證照&mpage=1&bpge=1](http://media.career.com.tw/epaper/enews/center_news.asp?no3=29819&page=1&keyword=證照&mpage=1&bpge=1).
- [47] Hall, "FAQs About E-Leaming", accessed August 15, 2003. 資料來源：<http://www.brandonhall.com/public/faqs2/faqs2.htm>.
- [48] 蔡德祿, "淺談 e-Learning 與 SCORM 標準", 2003 年, *資訊與電腦*, 276, accessed June 16, 2005, 資料來源：[http://www.iii.org.tw/ICmagazine/cs\\_276/cs\\_276\\_1.htm](http://www.iii.org.tw/ICmagazine/cs_276/cs_276_1.htm).
- [49] [http://elearning.uline.net/guestbook/dir\\_show.asp?File=451&mana=0&page=6&area=1](http://elearning.uline.net/guestbook/dir_show.asp?File=451&mana=0&page=6&area=1)
- [50] 資料來源：SCORM1.2 手冊
- [51] 資料來源：Martin, Moodle document, 2003, <http://moodle.org/doc/>
- [52] 李友專, 醫學診斷專家系統, 資料來源：[http://li.tmc.edu.tw/Diag\\_Dec\\_Supp/mdss.htm](http://li.tmc.edu.tw/Diag_Dec_Supp/mdss.htm), 1998.
- [53] 劉昭復, 蔡昌均, 蔡定谷, 專家系統發展簡史, 資料來源：<http://cindy.cis.nctu.edu.tw/AI/ai3/es2.html>, 1998.
- [54] 資料來源：<http://technoshf.blogspot.com/2011/04/about-databases.html>
- [55] 資料來源：<http://www.runpc.com.tw/content/content.aspx?id=105324>

### 網站資料

[http://www.liangher.com/product\\_detail.php?seq=1589](http://www.liangher.com/product_detail.php?seq=1589)

<http://tw.page.bid.yahoo.com/tw/auction/c62044035?u=Y8920777528>

<http://blog.udn.com/rosylovesyou/5055572>

<http://mypaper.pchome.com.tw/chin168/post/1305388452>

行政院國家科學委員會(2009)。國科會科教處九十九年度各學門研究計畫徵求書。

行政院(2009)。六大新興產業：創意台灣－文化創意產業發展方案。

中華民國全國工業總會(2004)。珠寶產業透視。工業雜誌, 93(2)。

- 賀冬美(2002)。珠寶產業的國際行銷策略研究—「S」公司前進澳洲市場之行銷策略研究。國立中山大學企管系碩士論文。
- 江韶瑩 (2003)。為工藝產業再造春天：文化人創意觀點。今藝術，131，84。
- 李均(2010)。珠寶產業透視。網路資料，取自：<http://dcee.tmu.edu.tw/article/new/jsee.htm>
- 黃淑卿 (1995)。珠寶製品業。產業經濟，171，146-150。
- 林玉体(1978)。西洋教育史。台北：教育文物出版社。
- 國家文化總會 (2009)。總統文化創意產業園桌論壇結論報告。
- 教育部 (2009)。技職教育再造方案構想。高教技職，31，2010年2月1日，取自<http://www.news.high.edu.tw/news031/2009070901.asp?c=0200>。
- 林玉体 (1998)。教育概論。台北市：師大書苑。
- 雲端參考資料
- 專家系統參考資料
- 1、李友專，「醫學診斷專家系統」，(URL: [http://li.tmc.edu.tw/Diag\\_Dec\\_Supp/mdss.htm](http://li.tmc.edu.tw/Diag_Dec_Supp/mdss.htm), Accessed: May 25, 1998)
  - 2、薛理桂，「專家系統在圖書館的應用」，國立中央圖書館台灣分館館訊 5 期 (民國 80 年 7 月)：頁 10。
  - 3、曾繁絹，「專家系統淺論」，李德竹編著，資訊科學與技術專題論輯(台北市：文華書館管理，民國 86 年)，頁 289。
  - 4、劉昭復、蔡昌均、蔡定谷，「專家系統發展簡史」，(URL: <http://cindy.cis.nctu.edu.tw/AI/ai3/es2.html>, Accessed: May 25, 1998)
  - 5、吳琮璠、謝清佳合著，資訊管理理論與實務(台北市：吳琮璠、謝清佳發行，民國 85 年)，頁 16-3。
  - 6、Beverly K. Duval and Linda Main, "Expert Systems: What is an Expert System?" Library Software Review 13, no. 1 (Spring 1994): 46.
  7. Ralph Alberico and Mary Micco, Expert Systems for Reference and Information Retrieval(London: Meckler, 1990), 23-25
  8. Susan B. Ardis, "What is an expert system?" Online 14 (March 1990): 61.
  9. Frederick Hayes-Roth, "Knowledge Systems: An Introduction," Library Hi Tech 10, no. 1-2 (1992): 15-16.
  10. Anne Morris, The Application of Expert Systems in Libraries and Information Centres (London: Bowker-Saur, 1992), 10-11.
- Briggs, L. J. & Wager, W. W. (1981). Handbook of procedures for the design of instruction. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic Books.
- Goodlad, J. I. (1969). Curriculum: The State of the Field, Review of Educational Research, 39(3), 367-375.
- John L. Scott (1996). Overview of Vocational and Applied Technology Education, p.30.
- U. S. Department of Education Office of Vocational and Adult Education (1993). Vocational—Technical Education.

## 肆、研究方法：

本計畫第一年以第二子計畫之資訊管理系主任陶博士執行珠寶鑑定雲端電子資料庫與鑑識專家系統之建置開發為主，應用於貴金屬、人工寶石與天然寶石之鑑定辨識以及珠寶鑑定辨識之認證與實

務操作教學，各系統建置之構想如下：

### 1.1 雲端系統

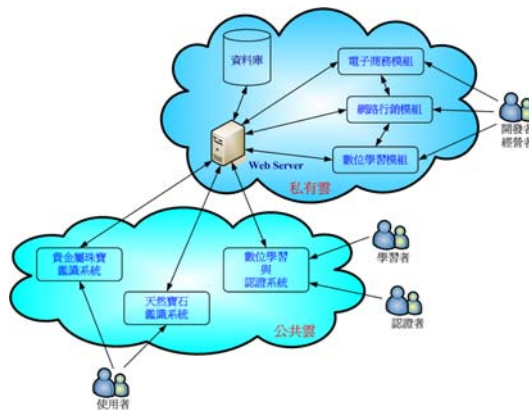


圖 1.1-1 雲端資料庫系統

### 1.2 資料庫系統

資料庫系統架構如圖 1.2-1，此架構說明珠寶鑑定資料庫中包含了二個系統— Web Server 提供網站管理資料交換、Database Server 提供資料庫之資料定義、資料表、新增、修改、刪除、查詢等管理、File Server 用以管理及記錄檔案。此外並擴充架構與其他系統的連結，目前以專案開發網站為主，並保留未來與其他資料庫系統合作的彈性。

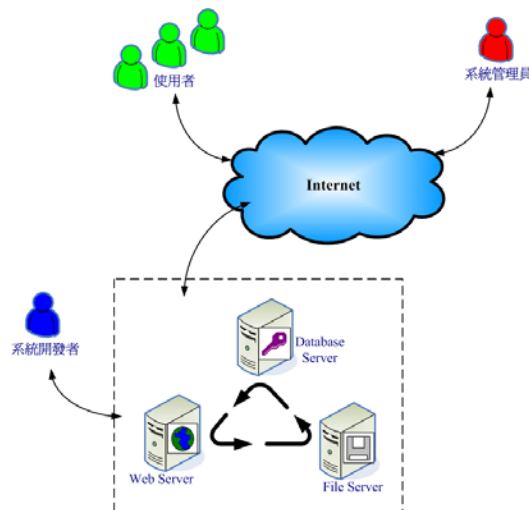


圖 1.2.1 資料庫系統架構圖

### 1.3 寶石鑑識演算法（專家系統）

寶石具有特殊魅力，兼具裝飾與保值的雙重內涵，一直為古今中外常勝不衰的裝飾品、收藏品和鑑賞品。面對五光十色，琳琅滿目的珠寶飾品，不論是銷售者還是購買者都很想知道寶石的真假偽劣及品質。如果在選購寶石首飾時稍有不慎，就會造成巨大的經濟損失。因此，各種鑑定方法及分析儀器應運而生。就目前台灣之寶石鑑定尚缺規範化，相關之寶石鑑定之人才，僅能透過美國寶石學院（Gemological Institute Of America 簡稱 GIA）等相關單位之短期訓練，快速教授簡單的鑑定方法，大多是利用寶石的物理性質以非破壞性的檢測為主，包括：外觀形狀、顏色、透明度、內部構造的觀察及利用比重液或精密天平量測寶石的比重值，再加上檢驗寶石的折射率、偏光性、多色性及螢光反應等光學性質。最後，將所測得的綜合數據，經互相比對，繼而判斷出最佳的「解」，此部分之傳統鑑定方法，在此歸納為低階鑑定方式，並不難進行，透過簡單的查



詢便可容易收集到寶石的資訊。

#### 1.4 珠寶鑑定資料庫之建置

珠寶都有基本性質與特徵，把這些珠寶連同性質特徵一齊以一個檔案放置在資料庫裏面，就可以運用來對比一顆未經確認的珠寶分析結果，鑑定出來珠寶的真正身份。這個資料庫的各別檔案必須包含所有可能運用於鑑定珠寶的基本性質與特有性質，才足以應付各種對比需求，包含有低階鑑定的顏色、比重、折光率、雙折射、螢光性質等物理性質與化學成份、致色元素、內含物等化學性質，同時也要有高階鑑定的 X-光繞射圖譜、拉曼光譜、紅外紫外可見光圖譜等。資料庫就是將包含這些珠寶特性的檔案收集成庫，有如圖書館收集各式圖書成庫一般，稱為珠寶鑑定資料庫。庫中存放越多種類的珠寶檔案，使用起來就越得心應手。這都要依賴現代化電腦系統之強大記錄功能。子計畫一就是建置本群體研究要使用到的各種資料庫內容的取捨標準及珠寶身份證系統之內容項目與系統建置發展之教育推廣。子計畫二就是建置本群體研究要使用到的電腦硬體及應用軟體。子計畫三及四就是建置群體研究要使用到的電腦資料庫。

##### A.珠寶鑑定雲端資料庫應用與鑑識專家系統

珠寶鑑定資料庫應用於珠寶鑑定需要有一個對比的步驟，這個步驟可以用專家的人力行之，有如以往的指紋比對，這個步驟可以用電腦來取代對比的專家，速度快而結果準確，故稱為「專家系統」，珠寶專家系統係由珠寶鑑定資料庫、推論引擎及介面為基礎而組成的電腦化系統，其目的就是對某一個珠寶的分析結果作判斷、解釋及認知，得到鑑定成果及可信度。（註4）由於珠寶鑑定專家系統能夠提供智慧型的決策與輔助、解決鑑定問題，並對鑑定的過程做某種程度的解釋，因而也可以稱為「珠寶智慧型知識庫系統」（Gemology Intelligent Knowledge-Based System, GIKBS）。

##### B.珠寶專家系統的特性

珠寶鑑定專家系統與一般珠寶鑑定的異同特性可以用下表來表示：

表一：珠寶專家系統與一般珠寶鑑定之比較

系統	珠寶鑑定專家系統	一般珠寶鑑定
功能	進行判斷與決策解決並解釋珠寶鑑定結果	由專家經驗與分析研判得到珠寶鑑定結果
處理能力	強、快速、不受時間限制、有依據	鑑定專家稀少且昂貴，處理能力受限
鑑定問題種類	依建置之資料庫結構並可處理不確定的鑑定結果	屬人為判斷、鑑定結果與專家經驗能力而異
操作成本	開發建置成本高、使用成本低	專家人力成本特高
結果	一致性高	常因專家而異
後續利用	容易傳遞複製存檔調閱及製造珠寶身份證	局限於鑑定證書

C.而與珠寶鑑定專家相比，珠寶鑑定專家系統則具備了以下主要特性：

- (a).不受時間限制：珠寶鑑定專家的工作時間有限，但珠寶鑑定專家系統是恆久，一旦開發完成，可隨時使用，並可二十四小時持續運作。
- (b).操作成本低：珠寶鑑定專家稀少且昂貴，雖然珠寶鑑定專家系統的在起步發展時必須花一筆不小的經費，但日常操作的成本比起珠寶鑑定專家便宜許多。因此在專家不在或經濟上請珠寶鑑定專家

不合算的情況下，利用珠寶鑑定專家系統仍能處理與專家相等水準的工作。

- (c).易於傳遞及複製：珠寶鑑定專家與專家知識是稀有的資源，在知識密集與日新月異，珠寶鑑定專家需要作長時間培訓，而關鍵的珠寶鑑定知識隨著人事變動而不能儲存，在傳承起來耗時費力。但珠寶鑑定專家系統則能輕易地將知識傳遞或複製。
- (d).具有一致性：珠寶鑑定專家在判斷決策的結果常會因時或因人而異，而珠寶鑑定專家系統對於所處理的問題則具有一致性的結果。
- (e).可處理費時及複雜的問題：由於珠寶鑑定專家系統具有既定的知識庫與嚴謹的推理程序，因此往往比人類專家還能勝任一些執行起來較費時、複雜度較高的工作，如需要龐大記憶對比問題。珠寶鑑定內容重複性很高，專家系統尤其能比人類專家有更佳的表現。
- (f).特別適用於珠寶鑑定領域：由於珠寶鑑定資料庫建構種類、內容及數量並不太多，推理規則建構的則稍有困難，因此珠寶鑑定專家系特別適用於這種小範圍的珠寶鑑定特定知識領域。

### 1.5 運用珠寶鑑定與識別結果記錄歸檔資料庫建立珠寶身份證檢索與發證系統

珠寶鑑定專家系統的建立步驟首先要確認珠寶鑑定要解決的問題，根據這些特定的鑑定需求找出相關的鑑定知識，將這鑑定知識加以組織整理成一個有系統的知識結構並初步形成一個知識庫。接下來就必須訂定一些涵蓋上述知識的規則，這其中包含了推論技術與演算法的選擇、轉譯、推演等程序。必須特別注意的是要強調經由測試而往前回饋的循環，測試可以指出在前面的各個階段的缺失，而在發展的過程中，需求、概念、組織結構與規則經常變動的，不斷地重新組織。

鑑定知識專家系統的開發通常是由一群珠寶鑑定領域專家、程式設計師知識工程師所組成，其中珠寶鑑定專家在系統的建立中扮演著中樞角色，經由訪問專家及其他方法，以決定系統內之決策法則與知識，並不斷測試、修正，以開發出一個有效的珠寶鑑定專家系統。許多經驗指出：撰寫專家系統的最困難的部分就在於知識工程的層面，包括知識取得及知識表示。知識不但需要有知識工程的專業知識、各方面廣泛的背景知識，同時亦應具備良好的溝通協調能力。

#### A. 珠寶身份證

一個沒有身份證的國家如何辨認國家裏面的每一個人？在古早時期人的活動範圍局限一個有限區域時，用人的姓名加上面貌就認出一個人，這就是身份證的起源，再加上出生日、父母親與配偶、住址和一個英文 9 個數字的序號就是現代化的身份證，每人一張，各個都有身份，行使權利、義務都有依據，成為一個有組織的國家社會。

現在的珠寶市場像是一個沒有身份證的原始部落。身外之物未必需要身份，但是現在的工業產品例如汽車、冰箱、電腦、手機都會有一個廠牌和生產序號，數量眾多、散佈全球還是有條不紊。其中最需要身份證的應該是珠寶，因為珠寶流通常會面臨「買回」的場合，例如買黃金戒指配戴，那天缺錢就拿去典當或賣回原店，這是買珠寶順便投資理財所必需，那也是黃金在珠寶市場中一枝獨秀的原因。否則鑽石漲價一倍但買了的鑽石卻不能賣出變現，只有單向的賣方市場引不起市場榮景。

建立可以買回的珠寶市場機制就是要推動「珠寶身份證」，每一個珠寶有了身份證就有了權利義務賣出買回價值等的依據，讓投資珠寶像買股票一樣，就可以形成建全的珠寶市場，澈底改變珠寶市場給一般人的負面印象。

#### B. 珠寶身份證內容

包含有可以辨認珠寶的特徵資料，

表二、珠寶身份證(鑑定證書)與身份證之比較表

證明內容	人的身份證	珠寶身份證(鑑定證書)	差異
1. 名稱	姓名	珠寶名稱	



2. 外貌	上半身大頭照片	有珠寶特色處所的照片	無法定於特定面
3. 內掛資料	生日 住址 生父母 配偶	製造或鑑定日期 製造或鑑定地址 製造廠(人) 所有人	
4. 鑑定特徵	膚色 眼球 指紋	各式低階鑑定結果如： 顏色 比重 折光率等等	
5. 外掛資料	醫療記錄 存放款記錄 遷徙記錄 犯罪記錄	各式高階鑑定結果如： 化學成份 X光繞射分析結果 光譜分析結果等等	
6. 重量與大小	身高 體重	大小尺寸 重量	形狀加上量測尺寸
7. 編碼	字母 1 數字 9 共 10 字元碼	研商中	在條碼或面碼可顯示之範圍

### C. 珠寶身份證書與發證

可以發珠寶身份證的單位要有類似發身份證的戶政單位，要有身份資料庫與戶政資料的增減，要有印製不易被仿造的證書。珠寶身份證與之十分類似，要有公信力的珠寶鑑定機構來發行，這個單位要有包含珠寶特徵與鑑定結果的資料庫，所以一定要與前面所發展的「珠寶鑑定專家系統」掛鉤，專家系統所鑑定的結果就是珠寶身份證的基本資料與發證基礎。這個有公信力的發證單位最好就是類似學校的學術單位，可以不受市場商務之影響而秉公發證，又可以屏除公務單位的複雜手續而方便行事。

### D. 珠寶鑑定發證程序

珠寶鑑定身分證建置以後，就要進行發證作業，這個作業要配合珠寶市場運行，除了由初始「珠寶鑑定專家系統」建置的資料庫以外，每進行一次鑑定作業就增加一筆檔案資料，逐漸的可以累積越來越多的資料，系統也就越為發揮功能。

發證單位也可以透過教育訓練程序來推動這個系統在社會上流通，由已經具備有珠寶鑑定基本知識的人士，再經過系統的認識與實務課程，參加鑑定考試，通過者頒授「珠寶鑑定士」之丙級、乙級證照並取得使用專家系統資格，如此不但可以推廣珠寶鑑定專家系統，也可以廣為推動珠寶鑑定在珠寶界流通，開創新的珠寶市場機制。

#### 1.6 以特色教學與證照教育推廣本系統於市場使用達成珠寶身份證之流通。

珠寶鑑定與發證系統建置完成後，必須推廣運用以流通於珠寶市場才能發揮功效。本群體計畫以一個子計畫執行以「珠寶鑑定士」、「珠寶鑑定師」證照之型式進行特色教育與證照考試方式推廣。其工作包含：

1. 以本系統建置之「珠寶鑑定」理論基礎與「鑑定分析之試驗標準流程」教材編撰。
2. 以本珠寶鑑定系統組成內容與實務操作之「珠寶鑑定標準作業流程」教材編撰。

3. 以本珠寶發證系統之組成內容與實務操作之「珠寶證照標準作業流程」教材編撰。
4. 本珠寶鑑定學科、術科考試範圍、試題題庫考場設置標準。
5. 本珠寶鑑定之發證單位軟硬體設置標準與發證規範。

**第一年：建置珠寶鑑定與辨識雲端資料庫與專家系統之硬體與軟體(已執行完畢)**

採用電腦科技之硬體強大記錄與雲端運算功能運用在珠寶鑑定與辨識。

**第二年：珠寶鑑定與辨識雲端資料庫與專家系統之應用與測試**

用難得的珠寶鑑定結果記錄歸檔建立珠寶身份證系統。

**第三年：珠寶鑑定與辨識雲端資料庫與專家系統之珠寶身份系統建置推廣應用教學**

以證照教育推廣本系統於市場使用達成珠寶身份證之流通。

**伍、結果與討論：**

**[總計畫]**

本年度以第二子計畫建立珠寶鑑定與識別雲端專家系統為主，其他子計畫之執行為輔。

- 1.完成購置伺服器軟硬體與週邊測試平板電腦，初步完成雲端專家系統之架設。
- 2.完成高階寶石檢測儀器之購置(如富利葉鴻外光譜分析；FTIR)與工具採購(如礦物專用採樣鑽孔取樣工具)，以及影像檢測軟硬體之採購。
- 3.初步完成貴金屬基礎檢測分析與寶石內含物檢測分析資料庫。
- 4.完成學生共同參與計畫實驗與研究討論，提升學生對珠寶鑑別與辨識能力。
- 5.各子計畫初步完成第一年計畫之相關實驗與理論驗證，提供基本資料庫備便。
- 6.與高雄金銀樓公會實際連結，執行 101 年度經濟部專家輔導中小企業科技關懷計畫「高雄地區金銀珠寶產業經營創新與行銷提升計畫」，實質提升南部地區珠寶產業之競爭能力。並規畫相關珠寶商品於此平台上架測試。
- 7.規劃下鄉以珠寶義診方式，提升百姓珠寶嘗試認知並擴充建置資料庫。
- 8.初步完成珠寶影像辨識系統之影像快速檢索搜尋系統之運算建構。
- 9.研究方法與目標進度：(如表一)

表一：研究方法與目標

年度	研究方法	研究目標
第一年	雲端資料庫系統專案需求規劃	考量珠寶系學生對應的珠寶鑑定產業相關應用課程之教育目標與認證需求以及珠寶系發展寶石鑑定特色以及未來成立教學鑑定認證中心與珠寶諮詢鑑定技術中心需求規劃雲端電子資料庫系統所需之軟、硬體設備及功能需求。(完成)
	雲端資料庫系統系統分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 軟、硬體需求規格分析(完成)</li> <li>▪ 系統功能分析(大致完成)</li> <li>▪ 電子商務與網路行銷系統分析(大致完成)</li> <li>▪ 數位教學及認證評量系統分析(大致完成)</li> </ul>
	貴金屬、人工寶石及天然寶石 Domain Knowledge Survey	寶石知識(外形、內部結構、性質、...)、寶石介紹、寶石鑑定。(初步完成，逐年進行中)
	珠寶鑑定分析試驗標準教材編撰	雲端與專家系統及珠寶鑑定為內容。(進行中)

年度	研究方法	研究目標
	設備採購	中階伺服器、作業系統、資料庫系統、多媒體製作相關軟體、數位相機、行動瀏覽裝置、網路行銷模組、電子商務模組、...。(完成)
	網站開發	規劃(需求、資料素材蒐集與整理、網站架構圖)、網頁製作(網頁元件、網頁版面設計、網頁內容模組化)、測試。(完成)
	資料庫建置	架構、欄位定義、正規化處理、新增、修改、刪除、查詢測試。(完成)
第二年	貴金屬與寶石材料資料庫建置	貴金屬與寶石材料人工處理鑑識樣本電子資料庫建置。 貴金屬與寶石材料鑑識演算法建置。 貴金屬與寶石材料人工處理鑑識比對。
	天然寶石資料資料庫建置	天然寶石資料圖庫鑑識樣本電子資料庫建置。 天然寶石資料圖庫鑑識演算法建置。 天然寶石資料圖庫鑑識比對。
	珠寶鑑定與辨識作業教材編撰	珠寶辨識身份證系統內容與運作。
	資料庫系統運轉測試	雲端資料庫系統運轉測試。
第三年	電子商務模組建置	電子商務模組建置、運轉、測試。
	網路行銷模組建置	網路行銷模組建置、運轉、測試。
	數位評量模組建置	數位學習評量模組建置、運轉、測試。
	台灣地區珠寶鑑定與識別雲端電子資料庫系統平台	台灣地區珠寶鑑定與識別雲端電子資料庫系統平台上線運轉、維護。
	珠寶諮詢鑑定技術中心	籌備成立美和科技大學珠寶諮詢鑑定技術中心。
	建立認證題庫	線上評量題庫建立。
	教學鑑定認證中心	籌備成立教學鑑定認證中心。
導入珠寶系鑑定相關及實務專題課程提供教師認證輔導與學生實務實習。	導入珠寶系鑑定相關及實務專題課程提供教師認證輔導與學生實務實習。	

## [第一子計畫]

### 執行重點：珠寶鑑識專家系統之應用與推廣教學之影像辨識檢索研究

基於系統之效率與功能完備考量，本子計畫的研究方法針對寶石基礎外觀影像處理辨識特徵分析為目標：針對三類有色寶石（如紅寶石、藍寶石、祖母綠）研發一電腦視覺為基礎之影像處理演算法，研發有色寶石外觀顏色、形狀進行識別與比對之演算法；顏色是有色寶石最重要的評價指標，由於寶石外觀皆有不同光源反射特性，因此，必須訂定出取像環境標準與顏色標準，如影像放大倍率、光源類型、光源強度、投光方向、俯視 2D 形狀、側視 2D 形狀、顏色分級，外觀決定寶石的賣相與價值。

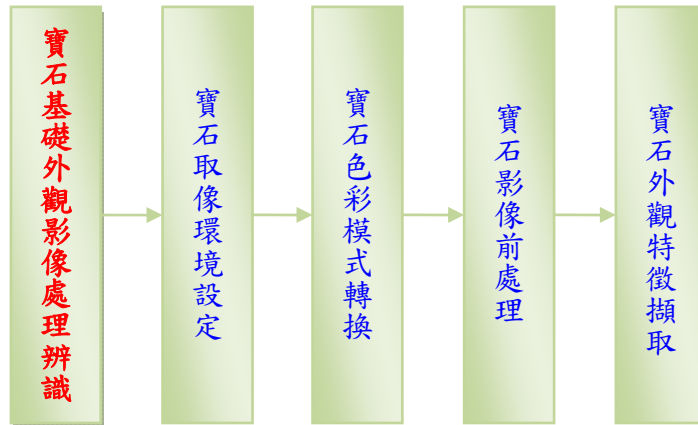


圖 1、寶石外觀影像辨識處理流程圖

在我們的方法中，使用 4 個步驟來進行寶石外觀影像特徵擷取，4 個步驟分別為：寶石取像環境設定、寶石色彩模式轉換、寶石影像前處理、寶石外觀特徵擷取。

寶石價值決定於外觀的色澤與完整度，完整度可藉由物理性處理如浸油、上蠟與拋光，來提高寶石的賣相，但這些處理並不能改變寶石本身的顏色，而「顏色」是所有寶石評等最重要的指標，寶石的顏色決定了價格，因此，考慮寶石價值時，顏色是第一優先評估的重點與關鍵，其次才是寶石的重量、淨度與車工；為此，我們將應用電腦視覺影像量測與處理技術，來進行寶石基礎外觀影像的分析與辨識，透過此技術可以取代人眼感官的估測，以 RGB(或 HSI)色彩模式[2]的色彩值(Gray Level)來代替「色彩詞彙」，以特徵—形狀簽名(Shape Signature)的數據來代替「形狀詞彙」。

#### ■ 寶石色彩模式的轉換

人的眼睛所能接受的可見光波長約 380 至 780 奈米之間，若利用數位化科技來對顏色進行量化分析，以常見 RGB 色彩模式 24 位元色彩為例，色彩數共有 1677 萬多的顏色，而目前所使用或能表達的顏色詞彙不到 50 個(如圖 2 所示)，即使配合 10 種明亮度的組合描述也仍然嚴重不足；除此之外，由於感官神經的不同，每個人對顏色的認定上皆會有些差異，這樣的差異使得寶石鑑定從業人員無法客觀的來評定寶石的顏色。因此，為了取得寶石的色彩值，我們將使用多種色彩模式評估寶石色彩，如 RGB、HSI、YUV、LAB 等色彩模式[2]。透過數位攝影機的取像基本的色彩模式為 24 位元 RGB(Red 紅、Blue 藍、Green 綠)，RGB 是三個獨立的 8 位元元素所組成的，可由一個三維的矩形立體空間來表示(如圖 3(a))，其灰階值的範圍為 0~255，三個元素的組合共有 16777216 色，每個顏色都代表該像素的色彩值與明亮度，這樣的色彩值具有絕對性的表象，以電腦視覺而言，RGB 色彩模式是最適合表現影像的模式。HIS(Hue 色相、Intensity 亮度、Saturation 彩度)色彩模式則適合人的感官知覺(如圖 3(b))，該色彩模式可由一三維的圓柱體來表示，該圓柱體的中心軸取值為自底部的黑色到頂部的白色而在它



們中間是的灰色，繞這個軸的角度對應於 Hue，到這個軸的距離對應於 Saturation，而沿著這個軸的高度對應於 Intensity；此色彩模式經常被使用在寶石的鑑定上，因為此模式適合人對珠寶顏色的描述，寶石的 Intensity 表示寶石本身的明暗度，明暗度適中其價值越高，至於寶石的 Hue 則依據寶石類型來評等，如 紅寶石就以紅色系 (0°,1,1) 為評等中心、藍寶石以藍色系 (240°,1,0.5) 為評等中心，而祖母綠以綠色系 (120°,0.5,1) 為評等中心。寶石的 Saturation 的數值則是越高越好。將可見光波轉換至數位訊號並於以量化，並用於寶石顏色的評定信賴度大增，其技術建立後，未來寶石顏色的鑑定將不會有任何模糊空間。YUV 色彩模式是一種顏色編碼方法(如圖 3(c))，YUV 是編譯真實色彩顏色空間的種類，有許多類似的專有名稱如 Y'UV, YUV, YCbCr, YPbPr 等都可以稱為 YUV，彼此有重疊。Y 表示 Luminance 明亮度(亮度向量)，U 和 V 則是 Chrominance(色差向量)，YCbCr 與 YPbPr 則是用來描述數位的影像訊號。其他色彩模式如 LAB、YIQ...等，也將會嘗試應用於寶石顏色的呈現，試圖找出最佳的色彩模式。



圖 2、紅寶石 Ruby 顏色評估詞彙(此圖摘錄於參考文獻[1])

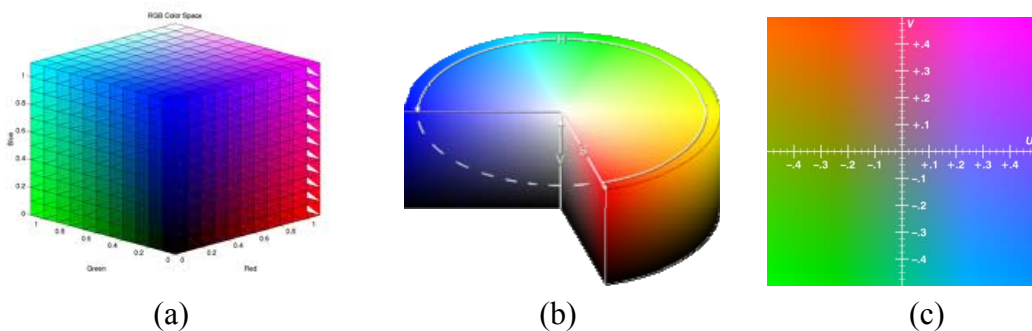


圖 3、色彩模式(a)RGB; (b) HIS; (c)YUV. (此圖摘錄於參考文獻[2])

由於一般數位攝影機所取得的影像數據為 RGB 色彩值，為了使用其他色彩模式來評估寶石顏色，因此 RGB 色彩值需要透過轉換式來取得其他色彩模式的數值，因篇幅有限於此僅列出 HIS 與 YUV 的轉換公式。

#### A. RGB 轉換色彩至 HIS [2]

以 RGB 色彩表示的影像為例，要獲得色調 H 成份的 RGB 像素可由下列方程式獲得：

$$\text{色調 } H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{其中 } \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G) + (R-B)(G-B)]^{0.5}} \right\}$$

$$\text{飽和度 } S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R,G,B)] \quad (2)$$

$$\text{強度 } I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (3)$$

假設 RGB 的值被正規化(Normalize)到範圍[0, 1]之間，且角度 $\theta$ 是相對於於 HIS 空間的紅色軸所測量而得的，則色調 H 值除上 360 度則可將色調正規化至[0, 1]的範圍。如果所給的 RGB 值是已經在[0, 1]之間，則其他兩個 HIS 成份已經在這個範圍內。

### B. HIS 轉換色彩至 RGB

已知在[0, 1]範圍內的 HIS 值，我們現在想要求在相同範圍內所對應 RGB 的值，可適用的方程式與 H 值有關，RGB 分量值要轉換至 HIS 值的依據主要與 H 值有關，轉換上我們將 H 值分為三個區域，這三個區域的區間角度為 120 度，因此 H 角度範圍為 $[0^\circ, 360^\circ]$ 。

#### ■ RG 扇形( $0^\circ \leq H < 120^\circ$ )

當 H 在這個扇形內時，RGB 成份可由下式來求得：

$$B = I(1 - S) \quad (4)$$

$$R = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$G = 1 - (R + B)$$

#### ■ GB 扇形( $120^\circ \leq H < 240^\circ$ )

當 H 在 $120^\circ$ 與 $240^\circ$ 之間時，H 必須先剪去 $120^\circ$ ，

$$H = H - 120^\circ$$

而 RGB 成份可由下式來求得：

$$R = I(1 - S) \quad (5)$$

$$G = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = 1 - (R + G)$$

#### ■ BR 扇形( $240^\circ \leq H < 360^\circ$ )

當 H 在 $240^\circ$ 與 $360^\circ$ 之間時，H 必須先剪去 $240^\circ$ ，

$$H = H - 240^\circ$$

而 RGB 成份可由下式來求得：

$$G = I(1 - S) \quad (6)$$

$$B = I \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$R = 1 - (B + G)$$

### C. RGB 轉換色彩至 YUV [1]

為了方便將 RGB 色彩轉換至 YUV，矩陣型態應用在下述的轉換式上。其中公式中 Y 的加權值代表人眼對相同的 RGB 值的反應，對於 RGB 三值相等的全白光，U 與 V 的值皆為 0，這也是所謂的無色差。

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.14713 & 0.28886 & 0.436 \\ 0.615 & 0.51498 & 0.10001 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (7)$$

### D. YUV 轉換色彩至 RGB

(8)

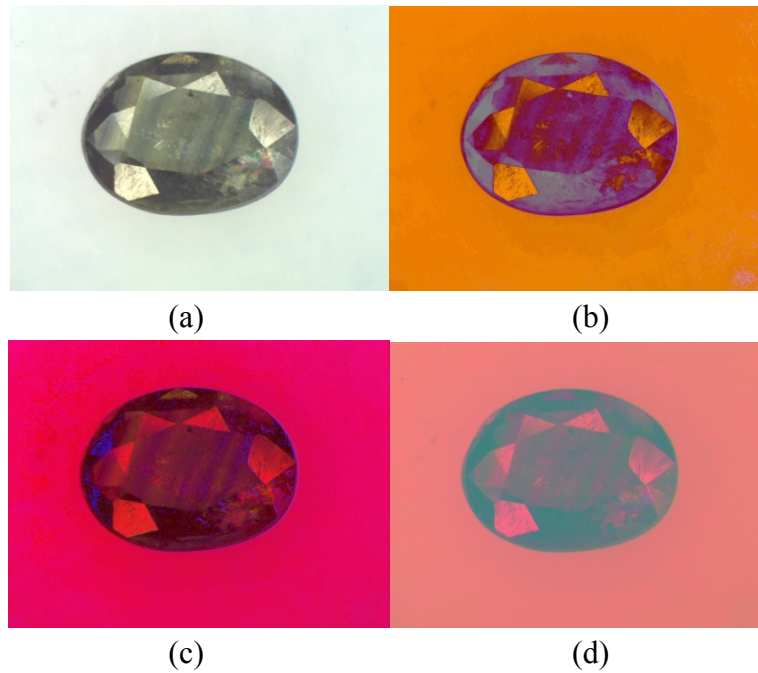


圖 4、四種色彩模式下的藍寶石影像(a)RGB (b) VHS (c) HIS (d) YUV

透過實驗的進行與結果分析，於數位影像中的寶石色彩模式仍是 RGB 色彩模式較為適合處理與分析，因此本計畫採 RGB 色彩模式做為影像處理基礎。

#### ■ 寶石取像環境設定

由於光源可以將物體的色彩反射至人眼或攝影機的感光晶片上，光源類型與打光方式決定了寶石顏色的呈現，如何正確的選擇光源類型與打光方式是個很重要的程序；除此之外，環境光線的干擾也會影響到寶石顏色鑑定，因此寶石影像擷取需要在低光源環境底下進行，而取像光源則需使用冷光源，在低光源環境中的顯微鏡載物台下架設冷光源，進行取像可獲得最佳的效果。冷光源採用螢光燈管，而螢光燈管具有少量波長短的色光，其光源顏色為白色，不會有干擾寶石顏色的問題；而暖光源所散發的黃色光則會影響到寶石自身的顏色，因此不適合使用。

光源的選擇及使用上還有下列幾點注意事項：

##### I. 光源的色溫

只要是彩色取像對色純度有絕對的要求時，攝影機在選擇燈源上都應選用白光，偏黃或偏其它顏色的光源都會導致色偏的問題。另外表面易有反射的待測物體應使用波長較長的偏紅光源或冷光燈源，波長較短的白光(例如：同軸落射光源或金屬燈源)易讓反射問題更嚴重。

##### II. 光源的均勻度

Area-scan 常會使用的 LED 燈源通常會作一些外緣形狀的排列(例如：環形或矩形)，同時當排列角度及安裝位置或距離不一樣時，LED 所交錯出來的光源強度及位置也會有所不同。

##### III. 燈源的生命週期

一般的燈泡或燈管都會有生命週期從數千小時到上萬小時的都有，在使用上要注意何時應更換燈泡或燈管，依據特性不一樣例如：鹵素燈源在生命週期的末期是亮度漸漸變暗，但是有些金屬燈源例如：金屬鹵素(Metal Halid)或氙氣(Xenon)燈泡到生命週期末則可能是突然完全不亮，因此在選擇及使用上時都應注意燈源的生命週期以避免影響系統的取像運作。

在取像設備上，本計畫是使用一般常見的多功能光學顯微鏡配合面掃描數位攝影機來進行取像。使用一般光學顯微鏡的原因是現階段許多珠寶經銷商為了進行初步珠寶外觀鑑定都會配置之設備，使

用光學顯微鏡的主要目的是為了要將微小的寶石影像放大以利看清楚寶石的色澤與透明度；本計畫為了要能讓一般珠寶經銷商或消費者能夠在不使用高階設備的情況下與現階段相同的辨識環境下來進行，所以也同樣使用這樣的設備來進行取像。由於顯微鏡設備鏡筒與可視鏡之間的工作距離並不容易計算，因此我們直接以該設備的 3 倍放大倍率來進行實驗，並直接以影像量測方式計算出樣本影像的解析度，若要找出取像標準，我們認為只要能夠完整的取到珠寶的整體外觀，而空間影像解析度(Spatial Resolution)能夠維持在 1 mm/pixel 以上即可。以下為本計畫中實驗的空間影像解析度

$$\text{空間影像解析度} : 0.78\text{cm}/650\text{pixels} = 12 \times 10^{12} \text{ mm/pixel}$$

※空間解析度為一種物理長度與像素點的比值（例如：0.1mm/pixel），可利用影像解析度與場景(FOV, Field of View)的尺寸對比求得。

一般常見光學顯微鏡接配置黃光之底部燈源，且採直射式方向打光，這對一般生物實驗或其他實驗是適合的，但對具透光性之寶石而言則非常的不適當，光源的選擇對寶石的取像而言是個難題，這是因為透光性寶石在不同光源下會有不同的光線反射效果，能呈現出多面相的效果，依據一般傳統珠寶鑑定文獻推薦光源仍以白光最為適當[1]，而白光屬於全波長。此外，為了減少反光現象，我們使用全向性 LED 環形白光做為光源，這樣的環形光源可以以 360 度進行打光，並採 45 度方向投射到取像物上，可有效減少陰影的出現。所取得的影像如圖 5 所示，由於一般寶石都有切割面，容易造成反光，經過實驗的分析，全向性 LED 環形白光能夠得到較佳的影像品質。



圖 5、頑火輝石影像

另外，載物台的顏色設定與型態也很重要，不同的載物台所呈現出背景顏色會直接影響到取像效果，以下是我們利用不同顏色的載物台所取得的珠寶影像，如圖 6 所示，光源固定且取像軟體設定為開啟曝光與白平衡功能，由圖中可以發現，在深色載物台上之頑火輝石其色彩對比度會比淺色載物台來得高，外觀細節容易顯現，但也有過度曝光的情況出現，而使用淺色載物台所取得的影像則較不會有過度曝光的現象。





(a)

(b)

圖 6、頑火輝石影像(a) 背景為淺色之載物台 (b) 背景為深色之載物台

## ■ 寶石影像前處理

此階段包含「環境光線干擾去除」與「目標物與背景影像標記」兩項工作，其相關敘述如下所說明。

### I. 環境光線干擾去除

於影像去環境光線雜訊處理上，環境光線的干擾去除在我們方法中將使用 Yang 與 Toh [3]所提出的適應性模糊多層中值濾波器(Adaptive Fuzzy Multilevel Median Filter/AFMMF)來去除影像中的雜訊，此方法是結合模糊關聯記憶法(Fuzzy Associative Memory)，所提出的修正式的多層中值濾波器，該濾波器克服了傳統多層中值濾波器(A Multilevel Median Filter/MLMF)的一些缺點，此方法於保留影像內容物的邊緣資訊能有更好的效果。因為適應性模糊多層中值濾波器的基礎為傳統多層中值濾波器，我們在此敘述多層中值濾波器方法如下：

若  $3 \times 3$  的視窗為影像像素  $\{p_1, p_2, \dots, p_9\}$ ，而  $M_i$  為像素  $A_i$  的中值，我們可以以像素  $p_5$  為中心將  $3 \times 3$  的視窗表示成四組中值：

$$\begin{aligned}
 M_1 &= med(A_1), \quad A_1 = \{p_4, p_5, p_6\} \\
 M_2 &= med(A_2), \quad A_2 = \{p_1, p_5, p_9\} \\
 M_3 &= med(A_3), \quad A_3 = \{p_3, p_5, p_7\} \\
 M_4 &= med(A_4), \quad A_4 = \{p_2, p_5, p_8\}
 \end{aligned} \tag{9}$$

$3 \times 3$  的視窗可得到一多層中值濾波的結果  $Y$  為：

$$\begin{aligned}
 Y_{\max} &= \max\{M_1, M_2, M_3, M_4\} \\
 Y_{\min} &= \min\{M_1, M_2, M_3, M_4\} \\
 Y &= med\{Y_{\max}, Y_{\min}, p_5\}
 \end{aligned} \tag{10}$$

多層中值濾波無法移除如小短線類型的影像雜訊，小短線類型的雜訊經常會出現在影像光源不均的情況中，這些突波雜訊有時會存留在  $p_5$  中，或者同時也發生在  $Y_{\max}$  與  $Y_{\min}$  中，因此 AFMMF 使用了模糊推論的方式來去除這類型的雜訊。

適應性模糊多層中值濾波器主要是解決傳統多層中值濾波器存在小短線類型影像雜訊的問題，此濾波器使用模糊關聯記憶來解決小短線雜訊的問題。Fuzzy 關聯  $(U_i, V_i)$  所表示的邏輯規則為「IF  $X$  is  $U_i$ . THEN  $Y$  is  $V_i$ .」， $U_i$  是為  $X$  的模糊集合(Fuzzy Set)， $V_i$  為  $Y$  的模糊集合，而模糊規則可以由資料的空間群集的乘積結果來設計出，於適應性模糊多層中值濾波器中所使用的模糊規則如下(以上述  $3 \times 3$

的像素視窗 $\{p_1, p_2, \dots, p_9\}$ 來表示)：

- A. 考慮四個中間值 $M_i (i=1,2,3,4)$ ， $M_i$ 的信用度(Credibility)可由 $M_i$ 與 $M_i$ 相關的三個像素 $p_i$ 的絕對差值 $D_i$ 計算出，如 $M_1$ 的絕對差值 $D_1$ 為 $|M_1 - p_4| + |M_1 - p_5| + |M_1 - p_6|$ ，以影像像素灰階為256(8 bits)而言，若 $M_1$ 與相關的三個像素 $p_i$ 絕對差值大於30以上時， $M_1$ 則處於低信用度的情況下，這種情況表示著此處可能存在著突波雜訊。
- B. 若 $M_i$ 與 $M_i$ 相關的三個像素 $p_i$ 的絕對差值小於10時， $M_i$ 則同樣處於低信用度的情況，這種情況表示著 $p_i$ 附近可能存在著小短線類型影像雜訊。
- C. 若 $M_i$ 與 $M_i$ 相關的三個像素 $p_i$ 的絕對差值介於於10與20之間時(灰階為256)， $M_i$ 則具有非常高的信用度。

模糊觀念下的信用度可依據模糊歸屬函數(Fuzzy Membership Function)[4]來進行定義，VL(Very Low)表示信用度低，而VH(Very High)表示信用度高。依據模糊語意規則(Fuzzy Heuristic Rules)，我們可以將於 $A_i$  (Subset)中的像素計算出相對應的信用度，則信用度 $C_{ix}$ 於梯型的模糊歸屬函數 $F$ 下為：

$$C_{ix} = F_{VH} \times w_H + F_{VL} \times w_L \quad (11)$$

公式中的 $w_H (=0.8)$ 與 $w_L (=0.2)$ 為信用度的權重值(Weight)，每組 $A_i$ 的信用度(Credibility) $C_i$ 的計算式如下：

$$C_i = \sum_{p \in A_i} C_{ix} \quad (12)$$

若有一 $D_{jx}$ 的值經計算為22.5，其相較下的 $F_{VH}$ 為0.75且 $F_{VL}$ 為0.25，則信用度 $C_{ix}$ 為 $0.25 \times 0.1 + 0.75 \times 0.8 = 0.625$ 。取最大模糊信用度的中值是AFMMF方法的重點，假設從 $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$ 與 $M_4$ 中找出前兩個最大模糊信用度的中值為 $Y_{f1}$ 與 $Y_{f2}$ ，在一些情況下，有時 $Y_{f1}$ 與 $Y_{f2}$ 會和 $Y_{\max}$ 與 $Y_{\min}$ 相同，則AFMMF的輸出值則為：

$$Y = med\{Y_{\max}, Y_{\min}, p_5, Y_{f1}, Y_{f2}\} \quad (13)$$

## II. 目標物與背景影像標記

由於攝影機的感光元件(CCD或CMOS Image Sensor)為矩形，寶石形狀則為並非為矩形，取像完成後，影像中的寶石被稱之為目標物(Object Target)，其餘部分我們稱為背景影像(Background Image)，為了分析寶石影像，背景影像需要被標記或去除。在顯微鏡取像的環境下，一般觀察寶石大都使用暗場照明，這是因為此種照明類型最適合用來檢查透光性寶石的內部與光線折射效果，在暗場照明中，經常是使用不反光的黑色檔板，當然我們可以自行設定檔板顏色以利背景影像標記(原則上，檔板顏色需與寶石顏色有明顯差異皆可)。在獲得去雜訊之影像後，接下來，則需進行目標物與背景影像標記，於此我們可以透過二值化處理與標記法來取得目標物與背景影像像素。

### ● 二值化處理

在這樣取像架構的設計中，我們可預計影像的統計灰階分佈圖將會呈現出兩個波峰(Peaks)，這兩個波峰分別代表目標物與背景影像，只要透過一個適當的影像門檻值(Threshold)，就可以將這兩個區域分割開，因此我們利用統計式門檻值決定法來決定影像門檻值，統計式門檻值決定法是由Otsu所提出的方法[5]，假設前景區域是為 $A$ 而背景區域是為 $B$ ，區域 $A$ 與 $B$ 可由 $\bar{T}$ 來分割出，在此方法中有

兩個條件必須被滿足，一為 $\bar{T}$ 的決定會滿足 $A$ 內的變異數加上 $B$ 內的變異數之和 $\sigma_1$ 為最小，二為 $\bar{T}$ 的決定會滿足區域 $A$ 與 $B$ 之間的變異數(Between-variance) $\sigma_2$ 為最大。簡單的說，第一個條件是讓區域 $A$ 與 $B$ 分的最開，而第二個條件則是讓區域 $A$ 或 $B$ 內像素的灰階值最接近(為同一物體或背景內的像素)。

若影像大小為 $N$ ，灰階 $g$ 為 256 階(像素灰階介於 0~255)， $n_g$ 為灰階值 $g$ 的像素個數，其機率可以表示成

$$P(g) = n_g / N, \quad \sum_{g=0}^{255} P(g) = 1 \quad (14)$$

區域 $A$ 內的機率總和 $P_A$ 與區域 $B$ 內的機率總和 $P_B$ 為( $P_A + P_B = 1$ )

$$P_A = \sum_{g=0}^{\bar{T}} P(g), \quad P_B = \sum_{g=\bar{T}+1}^{255} P(g) \quad (15)$$

上述的兩個條件， $A$ 與 $B$ 的變異數和 $\sigma_1$ 以及 $A$ 與 $B$ 之間的變異數和 $\sigma_2$ 為

$$\sigma_1^2 = P_A \sigma_A^2 + P_B \sigma_B^2, \quad \sigma_2^2 = P_A (m_A - \tilde{m})^2 + P_B (m_B - \tilde{m})^2 \quad (16)$$

其中 $m_A$ 與 $m_B$ 分別為區域 $A$ 與 $B$ 的像素平均值， $\tilde{m}$ 則為整體影像的像素平均值，這兩個條件存在著這樣的關係： $\sigma_1^2 + \sigma_2^2 = \tilde{\sigma}^2$  ( $\tilde{\sigma}$ 為整體影像的像素變異數)，由於 $\tilde{\sigma}$ 為固定值，因此 $\sigma_1$ 的最小化同等於 $\sigma_2$ 最大化的問題，所以我們只要求得其中一個條件，即可獲得相同的結果，因此我們在這裡直接考慮找到一個 $\bar{T}$ 能夠獲得最小的 $\sigma_1$ 值，該 $\bar{T}$ 值即為最佳的門檻值。 $\bar{T}$ 值的決定在 Otsu 方法上，必須從 0~255 灰階之間逐一尋找最小的 $\sigma_1$ ，這樣的方法必須經過 256 次計算才能獲得結果，為了加快整體的運算速度，於此我們在此計畫中提出一個減少 $\bar{T}$ 搜尋次數的簡單方式，此方式即為先行計算出整張影像像素的平均值 $\tilde{m}$ ，並以該平均值為中心尋找左方 $A$ 與右方 $B$ 區域的平均灰階值 $m'_A$ 與 $m'_B$ ，並且將這兩個區域的平均灰階值 $m'_A$ 與 $m'_B$ 用作為最佳門檻值的搜尋範圍( $m'_A \sim m'_B$ )。影像去雜訊與去背景二值化影像結果如圖 7 所示，由圖 7(c)與 7(d)比較不難發現，使用同樣的二值化處理方式，經過多層中值濾波器處理後，可有效降低光照方向不均的問題，獲得較佳的去背景結果。

## ● 標記處理

我們使用區域成長演算法將切割後的區域做一標記，快速標記法 (Fast Connected-component Labeling Algorithm)(He 等人, 2009[6])開始時設定一個或多個種子點(Seed)，接著尋找鄰近之像素是否有相同屬性(如灰階值、紋理)，若為相同屬性則給予種子點相同的標記，使其區域進行成長。此演算法必須選擇種子、定義像素屬性及設定停止條件，種子點的選擇是由影像的起始點( $\zeta(1,1)$ )開始搜尋，但不能是邊界像素(灰階值為 255)，若該像素灰階值未有任何標記、未曾被搜尋過與鄰近像素未有標記的條件下，則該像素即被當作種子點。灰階值的屬性設定"False"做為判斷值，停止條件則設定於水平方向搜尋到邊界像素時則必須停止，並往下一列像素開始搜尋，搜尋動作持續進行直到影像中除邊界像素外的所有像素都被搜尋並標記過，整個演算法運算停止。我們以 $\zeta$ 中邊緣像素作為各個區域的邊界，對灰階值為 0 的各區域進行區域成長運算，並將結果予以標記處理，最後將這些獲得的特殊屬性區域，在下一步驟中進行寶石形狀特徵分析與比對。

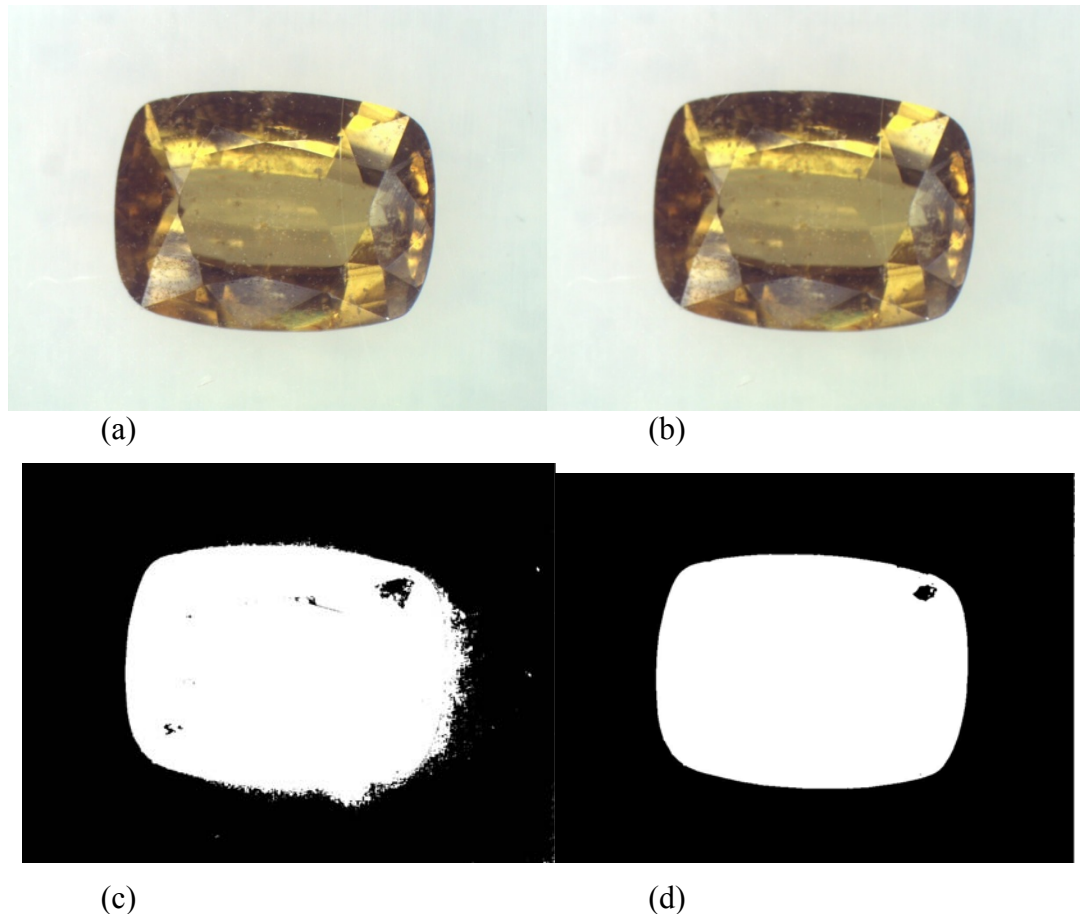


圖 7、頑火輝石影像去雜訊與去背景二值化影像 (a)原影像 (b)去雜訊影像 (c)原影像去背景二值化影像 (d)去雜訊影像去背景二值化影像

## ■ 寶石外觀特徵擷取

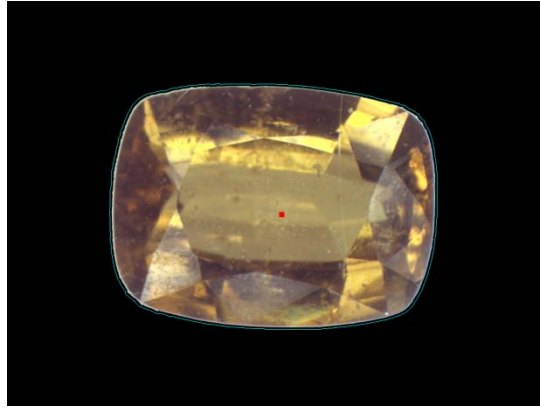
### 甲、珠寶外觀幾何特徵擷取

獲得寶石影像區域後，我們再藉由梯度演算法，找出寶石輪廓(如圖 8 中的綠色輪廓線)，其結果如圖 8 所示。取得寶石的輪廓後，接下來則是計算輪廓特徵，我們是利用一維的簽名(signature)[2]來做為特徵值，並且從輪廓所有的點  $\mathbf{q} (= \{q_1, q_2, \dots, q_H\})$  中，最左邊的像素點  $q_1(x_{q_1}, y_{q_1})$  做為起始點，然後以逆時針的方向逐一計算每個像素點離輪廓中心點  $C(x_c, y_c)$  的距離  $r$  (如圖 8 中的紅點)，距離  $r(n)$  的定義如下：

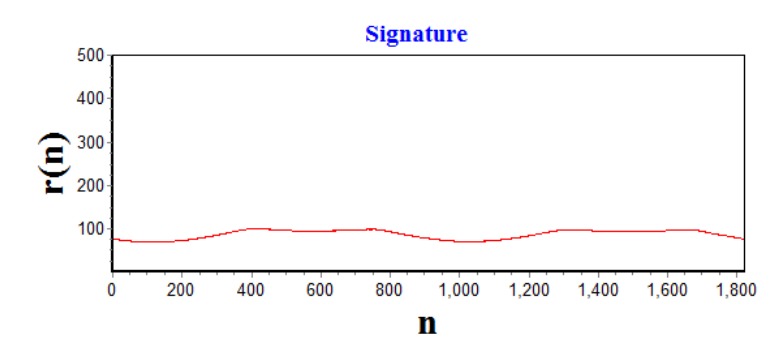
$$r(n) = \sqrt{(x_c - x_{q_n})^2 + (y_c - y_{q_n})^2}, \quad n = 1 \sim H, \quad (17)$$

$(x_{q_n}, y_{q_n})$  為第  $n$  個像素  $q_n$  的座標值， $H$  是輪廓上的像素點總數，除此之外， $r(n)$  需要從新調整至 0~100 範圍之間，簽名特徵表示於圖 8 中。接下來，經由  $r(n)$  計算出的平均值  $\mu$  與變異數  $\rho^2$ ，我們獲得的特徵向量  $\mathbf{v} = (\mu, \rho^2)^T$  則是所謂的寶石幾何形狀特徵。

$$\mu = \frac{1}{H} \sum_{n=1}^H r(n), \quad \rho^2 = \frac{1}{H} \sum_{n=1}^H (r(n) - \mu)^2. \quad (18)$$



(a)




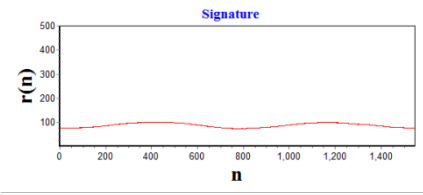
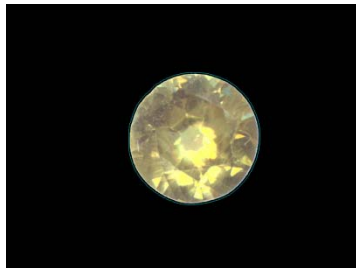
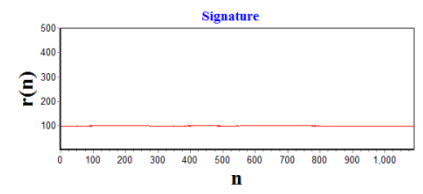

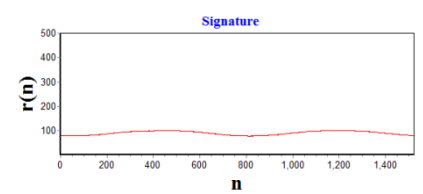
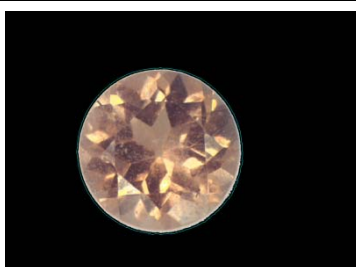
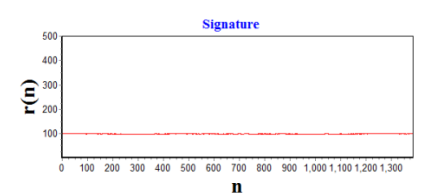

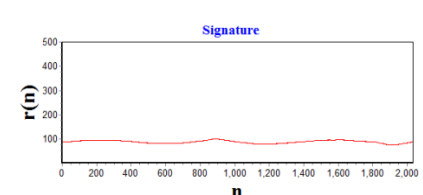
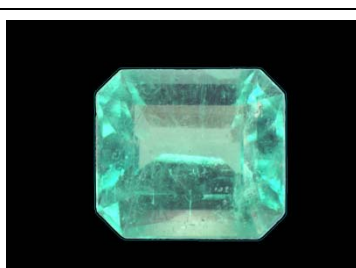
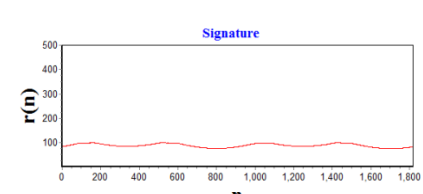
(b)

圖 8、寶石外觀幾何特徵擷取 (a) 寶石外觀幾何外觀輪廓線 (b) 寶石外觀幾何簽名特徵


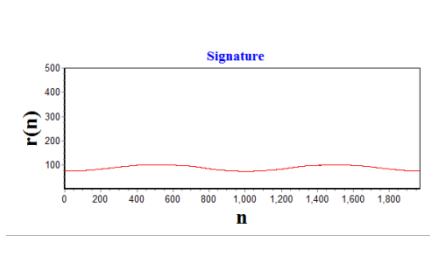
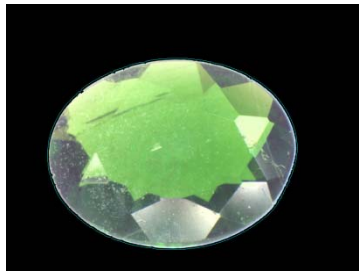
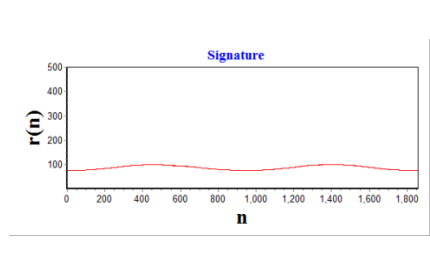
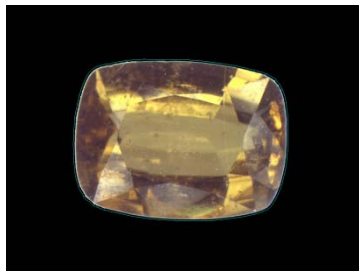
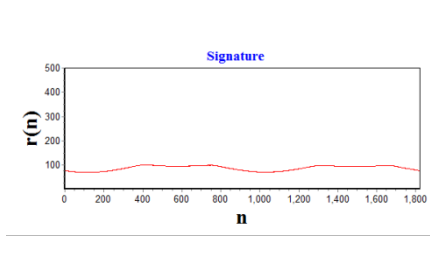
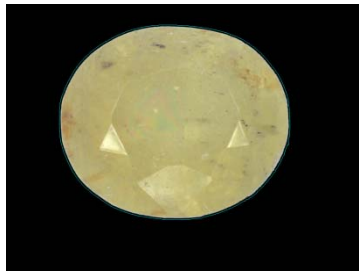
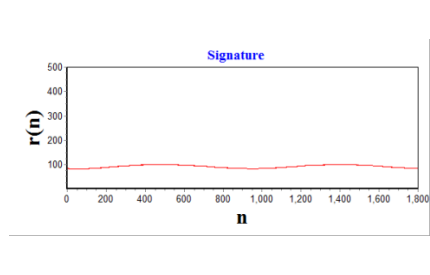
$$\mathbf{v} = (87.08, 105.06)^T$$

表 1 為各種不同有色寶石外型幾何特徵列表，我們由實驗結果很容易判斷出形狀的相似度。

表 1、有色寶石外型幾何特徵

寶石類型	外觀幾何簽名	簽名特徵
		$\mathbf{v} = (87.54, 78.93)^T$
		$\mathbf{v} = (98.51, 0.53)^T$
		$\mathbf{v} = (89.79, 61.47)^T$
		$\mathbf{v} = (98.06, 0.15)^T$
		$\mathbf{v} = (88.14, 35.06)^T$
		$\mathbf{v} = (88.32, 55.76)^T$



		$\mathbf{v} = (87.92, 86.80)^T$
		$\mathbf{v} = (87.21, 73.17)^T$
		$\mathbf{v} = (87.08, 105.06)^T$
		$\mathbf{v} = (91.95, 34.63)^T$

除此之外，在面對影像的數量非常龐大的情況時，人工定義關鍵文字的耗時與可能過度主觀的問題，皆會嚴重考驗檢索結果的可信度與效能。有鑑於此，“內容導向影像檢索”的技術被提出，此技術可以解決關鍵文字描述的問題，有許多以影像為本質的資料查詢系統皆改使用影像檢索系統。內容導向影像檢索技術主要是藉由萃取的影像特徵 如形狀特徵來進行資料庫樣本的比對，而使用的比對方法則以相似度來進行比較，假設  $p$  定義為檢索樣本， $q$  定義為資料庫樣本，而  $p \in \{p_i\}$ ,  $q \in \{q_i\}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ， $n$  為特徵數量， $d(p, q)$  則為  $p$  與  $q$  的相似度；相似度的計算則可使用以下四種方式找出相似度數值。

i. Euclidean Distance:

$$d(p, q) = \left( \sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2 \right)^{0.5} \quad (19)$$

ii. Manhattan Distance:

$$d(p, q) = \sum_{i=1}^n |p_i - q_i| \quad (20)$$

iii. Mahalanobis Distance:

$$d(p, q) = \left( \sum_{i=1}^n \frac{(p_i - q_i)^2}{\sigma^2} \right)^{0.5}, \quad \sigma \text{ 為標準差} \quad (21)$$

iv. Bhattacharyya Distance:

$$d(p, q) = (1 - \eta(p, q))^{0.5}, \quad \eta(p, q) = \int (pq)^{0.5} di \quad (22)$$

## 乙、珠寶顏色特徵擷取

顏色是有色寶石最重要的評價指標，由於寶石外觀皆有不同光源反射特性，因此，外觀決定寶石的賣相與價值。一般物體經過光反射後，可以呈現出本體顏色，而這些顏色並非僅有單一色彩值(Gray Level)，即使物體本身只有一個顏色，經過光照並透過攝影機內的感光晶片的訊號轉換，物體在影像中的所有的色彩值不會是同樣的數值，而是呈現出色彩的分佈，即便影像看起來只有單一顏色，這對寶石而言更是如此。大部分的寶石具有透光性，也是因為寶石的透光性與反光性，才能讓寶石閃閃發亮，也由於這樣的特性反而增加了寶石鑑定人員在顏色辨識上的困難，對我們所要研發的辨識技術也是一大挑戰，既然寶石的色彩是以分佈型態(Color Distribution)呈現，我們該如何決定寶石的代表性顏色?在此方法中，我們將試著採用色彩量化方法(Color Quantization)來評估寶石的主要代表性顏色，並透過單一特徵來決定該寶石的代表性顏色。

影像的色彩量化技術被應用在許多地方，如影像切割、影像壓縮、美工特效，主要的觀念是針對單一影像找出具有代表性的調色盤(Color Palette)，也就是說以較少數量與具代表性的顏色來從新描繪該影像，其目的為降低影像檔案容量。另一用途則是應用在影像切割上，這用途較為特殊，對於影像內容較不複雜的情況下，為了要將影像中的物體或區域做一獨立識別，則會使用影像量化方法來達到此目的。最後一種用途則是用於美工特效上，有許多影像美工軟體都會使用這樣的技巧，但此應用並無嚴謹的定義或演算法來運算。於此，我們使用色彩量化部分的用途於藥錠與膠囊主要顏色的評估，這也是色彩量化技術首次被應用在藥物顏色特徵的分析上，此方法比簡單的將色彩取平均(如文獻[64]所使用的顏色特徵)來得更為精確。色彩量化演算法大致上分為兩類，第一類為分群演算法(Clustering Algorithm)與分裂演算法(Splitting)；分群演算法的優點為可以獲得較佳與較精確的量化結果，但相對的，其計算時間也較多，分裂演算法恰好相反，如圖 9 所示，計算速度較快但量化品質較不如分群演算法，為了獲得較佳的量化結果，我們將採用分群演算法。分群演算法又以 Fuzzy C-means 演算法(簡稱 FCM)最為著名，FCM 演算法在 2002 年被 Ozdemir 和 Akarun 所提出[7]。在 FCM 演算法裡，每個數據點都有屬於其隸屬度的群集。由於影像中的圖像和色彩顏色群集的顏色空間是不規則的，因此使用 FCM 技術來進行色彩分析來說是較合適的，但 FCM 初始叢集中心的選擇會影響到量化的結果，我們將使用自行設計的中值預估法(Median Clustering Center Estimation) [8]來解決此問題。

### ★FCM 演算法：

在 FCM 演算法中，假設有  $n$  個向量被分割為  $c$  群顏色。影像中的每一像素都具有一個歸屬值  $u_{ij}$ ，該歸屬值是為像素對於每一個叢集中心之間的相似度，歸屬值總和為一，符合以下公式：

$$\sum_{i=1}^c u_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, n \quad (23)$$

FCM 的目標函數(Objective Function)  $J$  被定義如下式，其中  $\mathbf{x}_j$  被表示為單一像素的色彩值  $(r_j, g_j, b_j)$ ， $\mathbf{y}_j$  為叢集中心， $m$  為模糊參數：

$$J = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ij}^m d(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_i), \quad (24)$$



其中  $d(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_i)$  為 2 norm 的距離，定義如下

$$d(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_i) = \|\mathbf{x}_j - \mathbf{y}_i\|^2 \quad (25)$$

透過 Lagrange Multipliers 來找尋歸屬函數  $u_{ij}$  的最小化結果

$$u_{ij} = \left( \frac{1/d(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_i)}{\sum_{k=1}^c d(\mathbf{x}_j, \mathbf{y}_k)} \right)^{\frac{1}{(m-1)}} \quad (26)$$

其更新函數為

$$\mathbf{y}_j = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^m \mathbf{x}_i}{\sum_{i=1}^n u_{ij}^m} \quad (27)$$

### ▲ 中值預估法演算步驟

- Step 1. 切完第一次後(1st), 得到  $\mathbf{y}_1^{(1)}$  與  $\mathbf{y}_2^{(1)}$ , 因為要切割六個顏色, 所以繼續切割  $\mathbf{y}_1^{(3)}$ 。
- Step 2. 由於  $W_1 > W_2$ , 所以先切  $W_1$  區域(2nd), 得到  $\mathbf{y}_3^{(2)}$  與  $\mathbf{y}_4^{(2)}$ , 接著再比較  $W_2$ 、 $W_3$ 、 $W_4$ , 發現  $W_2$  比較大, 所以在  $W_2$  區域進行切割(3rd), 得到  $\mathbf{y}_1^{(3)}$  與  $\mathbf{y}_2^{(3)}$ , 但仍未切割到六個顏色, 但此時進行  $\mathbf{y}_1^{(3)}$ 。
- Step 3.  $W_3 > W_4 > W_5 > W_6$ , 繼續切  $W_3$ (4th), 得到  $\mathbf{y}_5^{(4)}$  與  $\mathbf{y}_6^{(4)}$ 。
- Step 4.  $W_4 > W_5 > W_6 > W_8 > W_7$ , 繼續切  $W_4$ (5th), 得到  $\mathbf{y}_3^{(5)}$  與  $\mathbf{y}_4^{(5)}$ 。
- Step 5. 已經得到需要的六個顏色, 所以停止切割  $\{\mathbf{y}_1^{(3)}, \mathbf{y}_2^{(3)}, \mathbf{y}_3^{(5)}, \mathbf{y}_4^{(5)}, \mathbf{y}_5^{(4)}, \mathbf{y}_6^{(4)}\}$ , 此結果做為 FCM 演算法的初始叢集中心。

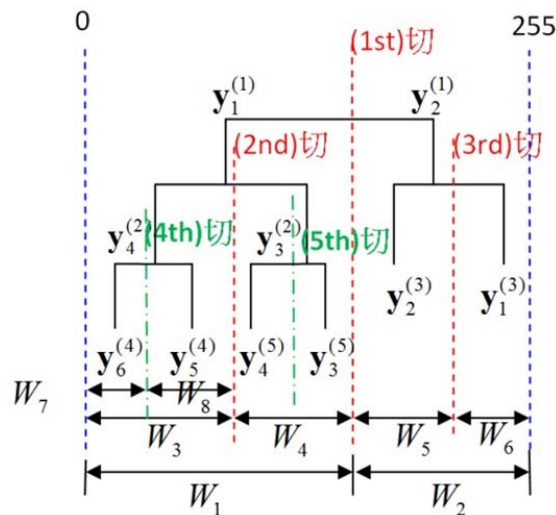


圖 9、分裂演算法示意圖

### ▲ FCM Algorithm 演算步驟

- Step 1. 開始: 設定  $n, c, m, \mathbf{y}_1^{(0)}, \dots, \mathbf{y}_c^{(0)}, u_{ij}^{(0)}, i = 1, \dots, c, j = 1, \dots, n$ .

- Step 2. 透過公式(1)進行  $u_{ij}^{(k)}$  歸一化
- Step 3. 使用公式(5)，重新計算  $y_i^{(k)}$
- Step 4. 使用公式(4)，重新計算  $u_{ij}^{(k)}$
- Step 5. 重複上述程序直到  $y_i^{(k)}$  與  $u_{ij}^{(k)}$  的改變不多
- Step 6. 計算  $y_i^{(k)}$  的像素數目  $N_i^{(k)}$
- Step 7. 傳回  $y_1^{(k)}, \dots, y_c^{(k)}$
- Step 8. 結束

其中  $k$  是疊代次數索引值，於此設定符號  $\{\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_c\}$  為色彩量化後的代表性顏色。 $c$  群顏色的設定為：寶石 ( $c_c = 6$ )。代表性顏色篩選擇以最多像素數量  $\psi$  的色彩區塊(選擇最多像素的顏色  $\tilde{y}_c \in \text{Max}\{\psi_1, \dots, \psi_c\}$ )。如圖 10 寶石色彩量化示意圖所示，從圖 10 中不難看出，寶石因光線折射影響而四周的顏色偏暗，而部分偏亮，中間部分較能表示寶石顏色，而此部分的色彩區塊也較大，佔大部分區域，因此經過色彩量化處理與色彩區域大小判定後，顏色(160,139,96)為代表性顏色，如圖 10(c) 與 10(d)區域。我們使用表格 2 中的實驗來展現出此方法的結果。

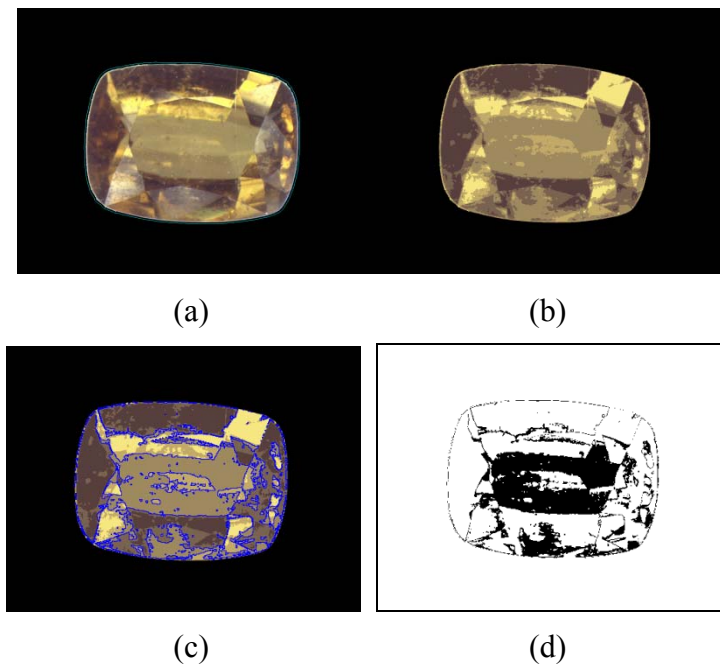
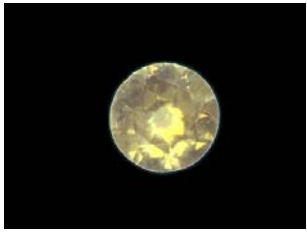


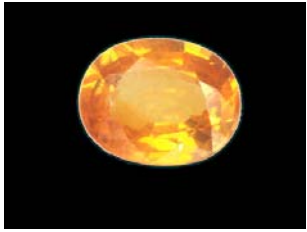
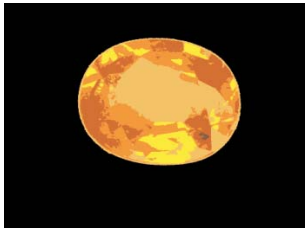







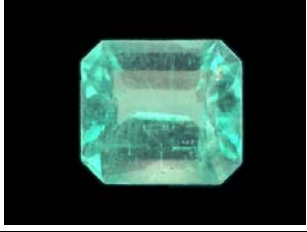
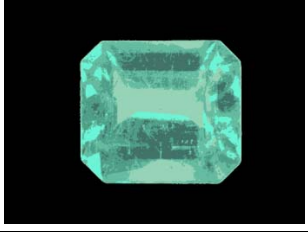
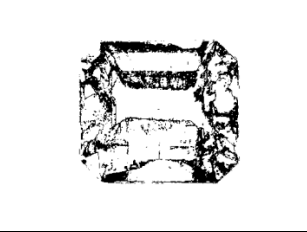


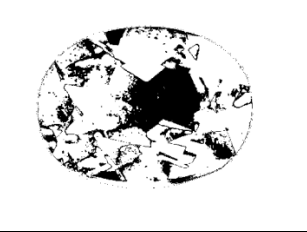
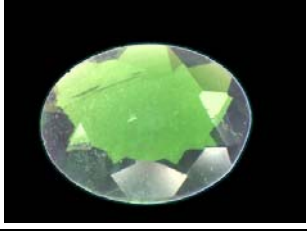


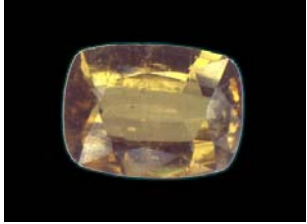
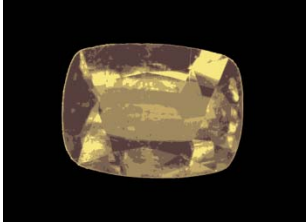

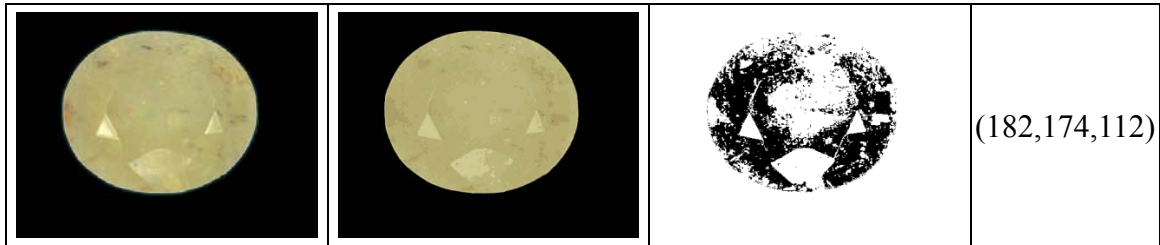


圖 10、寶石色彩量化示意圖(a)原始影像 (b)色彩量化影像(6 個顏色) (c)代表性顏色區域範圍(藍色框線) (d)代表性顏色(160,139,96)區域(黑色部分)

表 2、寶石顏色特徵擷取

寶石影像	色彩量化	代表性顏色區域	代表性顏色 (R,G,B)
			(122,126,110)

			(160,150,105)
			(245,194,103)
			(167,133,114)
			(199,108,54)
			(101,188,161)
			(114,85,142)
			(123,196,98)
			(160,139,96)



## 結論

臺灣珠寶產業從 1970 年代的代工製造、1980 年代的設計研發，至 1990 年代邁向自創品牌的趨勢，文獻中指出未來臺灣珠寶產業需引進商業管理技術能力以及資訊技術研發與應用能力，提昇珠寶鑑定技術與人才能力，以利珠寶行銷與珠寶設計製造之服務。基於上述原因，本子計畫主要是針對珠寶外觀初步鑑定建立以數位影像處理基礎之資訊技術，透過科學數據的呈現方式來描述珠寶外觀物性，以精確的數據來代替模糊少量的形容詞；透過此技術的建立，未來鑑定人員再進行寶石外觀初步檢驗時，可以透過電腦視覺自動化比對系統，判斷出該寶石的量化形狀與量化顏色，使用精確的數字來替代模糊的形容詞。本計畫於第一階段是研發一電腦視覺為基礎之影像處理演算法，針對寶石外觀顏色與形狀找出能量化之特徵。在此計畫中，我們使用 4 個步驟來進行寶石外觀影像特徵擷取，4 個步驟分別為：寶石取像環境設定、寶石色彩模式轉換、寶石影像前處理、寶石外觀特徵擷取。研究中所獲得的幾何特徵向量與色彩特徵，在 10 種不同類型的有色寶石中可明確表達出差異，找出的特徵相當的強健與成功；若要嚴格的找出問題，吾等認為寶石的外觀磨損是唯一影響特徵判斷準確性的最大因素，外觀的磨損會破壞外型輪廓的完好度與寶石表面顏色呈現的均一性。在此計劃下一個階段，將針對寶石的內含物(Inclusion)與透明度評估來進行研究；第三階段則以先前兩階段的成果做為基礎，開發有色寶石影像檢索技術。

## [第二子計畫]

### 執行重點：珠寶鑑定與識別雲端專家系統網站架構

計畫時程自 101 年 08 月 01 日至 102 年 07 月 31 日，雲端資料庫系統專案需求規劃及建置「珠寶鑑定與識別雲端平台」包括雲端資料庫系統系統分析，涵蓋：1. 軟、硬體需求規格分析；2. 系統功能分析；3. 網路行銷與電子商務系統分析；4. 數位教學評量系統分析及其功能架構。珠寶鑑定與識別雲端平台內容及功能規劃工作項目如下：

#### (一) 需求分析

1. 專案需求及規劃

#### (二) 雲端平台建置及設計涵蓋以下資訊：

##### 1. 首頁

- (1) 最新消息
- (2) 認證訊息
- (3) 行動條碼使用說明

##### 2. 關於計畫

- (1) 何謂雲端運算
- (2) 何謂雲端資料庫系統
- (3) 何謂專家系統

##### 3. 寶石知識

- (1) 寶石介紹
- (2) 寶石鑑定

##### 4. 數位學習

##### 5. 電子商務

##### 6. 認證系統

##### 7. 網站導覽

#### (三) 網頁功能測試

#### (四) 上線運作及維護

#### (五) 第一年結案：網站架構如圖 14 所示。

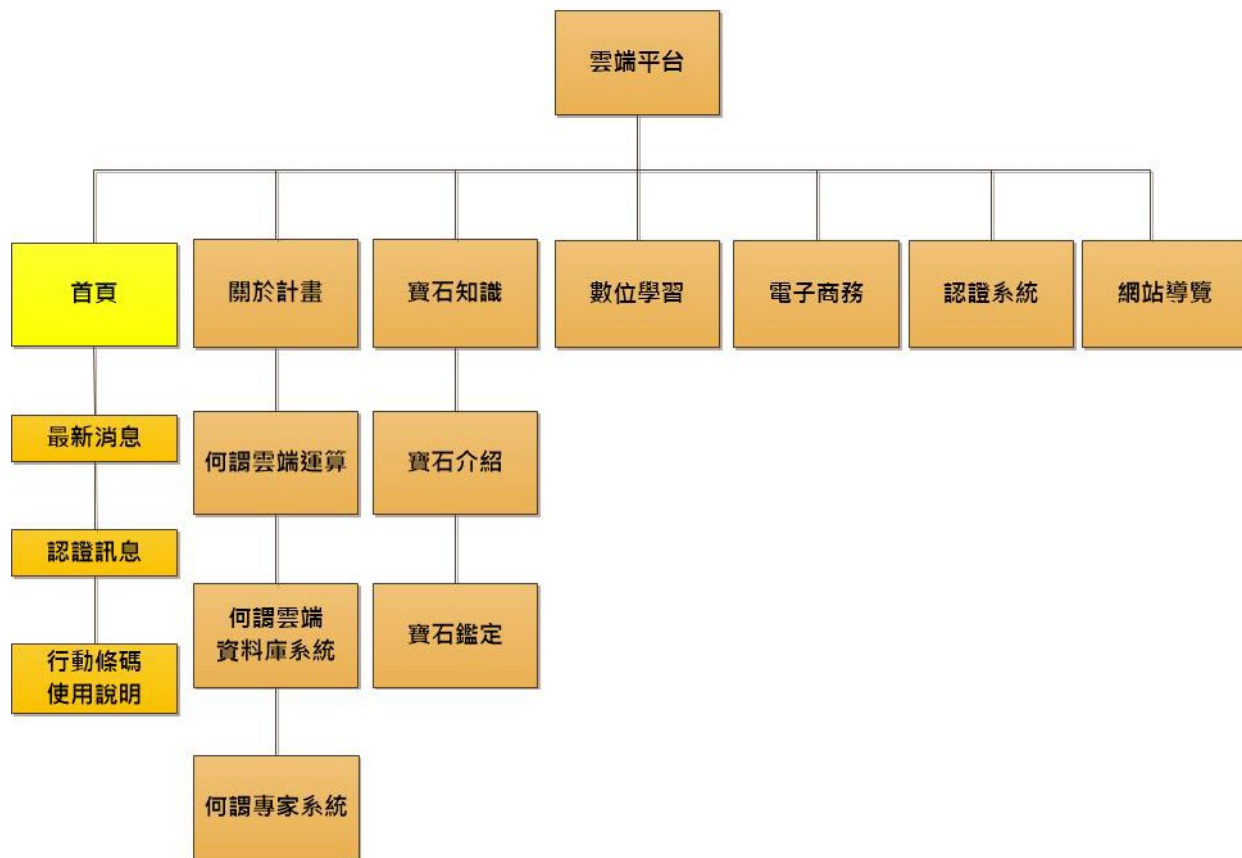


圖 14. 雲端平台架構圖



軟體/網路架構圖展示「珠寶鑑定與識別雲端平台」的有關各項軟體組件間關係，詳見圖 15 所示。



圖 15. 雲端系統架構圖

架構圖主要為說明「珠寶鑑定與識別雲端平台」雲端整體架構之模組及各模組間交互作用情形。整體架構概覽圖由五個模組組合而成，分別為 SaaS、PaaS、IaaS、服務管理、與資訊安全。珠寶鑑定與識別雲端 PaaS 與 IaaS 主要包含資訊基礎元件，這些元件包括主機及伺服器、儲存與備份、網路、SOA 與中介軟體、資料庫、資訊安全、系統管理與使用者端資訊使用環境等規劃。

#### 4. 整體建置執行情形

本計畫執行主要分為兩大部份，專案需求規劃及雲端平台建置與考量珠寶系學生對應的珠寶鑑定產業相關應用課程之教育目標與認證需求以及珠寶系發展寶石鑑定特色以及未來成立教學鑑定認證中心與珠寶諮詢鑑定技術中心需求規劃雲端電子資料庫系統所需之軟、硬體設備及功能需求。

整體而言，雲端平台架構及功能已趨近完整，雲端平台開發方面：規劃（需求、資料素材蒐集與整理、雲端平台架構圖）、平台製作（平台元件、平台版面設計、平台內容模組化）、測試，並可透行動載具瀏覽雲端平台；資料庫建置方面（架構、欄位定義、正規化處理、新增、修改、刪除、查詢測試），然資料庫中尚缺珠寶知識、寶石介紹、數位學習、電子商務、認證系統資料，且資料庫亦尚缺相關資料，應於該計畫之第二年執行。整體建置情形及網頁畫面，茲述如下：

1. 雲端平台網址：<http://210.60.147.4/jewel>
2. 電腦版平台、行動載具平台及平板版平台，如圖 16、17、18 所示。



圖 16. 電腦版平台首頁





圖 17. 行動載具平台畫面



圖 18. 平板電腦版平台畫面

3. 螢幕解析度以 1280\*768 為最佳顯示解析度，並於首頁下方顯示該資訊，點 QR Code 圖示即可進入 QR Code 簡介畫面，如圖 19、20 所示。

**珠寶鑑定與識別雲端平台**

首頁 | 關於計畫 | 寶石知識 | 數位學習 | 電子商務 | 認證系統 | 網站導覽

您目前位置：首頁 > 行動條碼使用說明  
點閱數：197

行動條碼使用說明：

你知道什麼是QR code嗎？  
智慧型照相手機不是只能照相，還能掃描條碼，讓網路參考資訊攜帶更加方便！  
QR code (Quick Response Code) 也就是所謂的行動條碼，透過二維條碼即可儲存的資料比傳統一維條碼多更多，可以輕鬆將龐大的資訊帶著走。  
只要手機有具備照相功能，就可以掃描行動條碼，馬上獲取相關資訊。您可以馬上體驗行動條碼的便利性，掃描「珠寶鑑定與識別雲端平台」網站上的二維條碼，就可以馬上連結上網，不需要輸入網址，透過手機解碼後，就可馬上瀏覽「珠寶鑑定與識別雲端平台」最新的資訊了。先準備可上網的Android智慧型手機，並且在「Google Play」中找到免費程式「Barcode Scanner」。

教您使用QR CODE：

▲登入「Google Play」。

▲第一個就是要找的軟體「Barcode Scanner」。

使用方法：

1. 先下載「Barcode Scanner」安裝後即可開始使用。
2. 拿起手機開啟行動條碼掃描功能。
3. 對準行動條碼後開始掃描。
4. 掃描完成後即可馬上點選網址馬上瀏覽資料。

Copyright©2012-2013 美和科技大學 著作權所有，並保留一切權利。  
地址：91202 屏東縣內埔鄉美和村屏光路235號 美和東校區南學大樓5F  
瀏覽：使用IE8.0、Firefox3.5、Opera 10.1、Safari 4.1以上版本  
網站管理：美和科技大學 資訊系 建議以最佳顯示：1280x768  
電話：08-7799821 轉8660~8662 Email: img@meiho.edu.tw  
網站製作及維護：許毓璇 Email: winterhyme3617@hotmail.com

圖 19. QR Code 簡介畫面



圖 20. 瀏覽器及最佳解析度宣告

4. 網站版面風格(前台及後台)如圖 21、22 所示：



圖 21. 雲端平台前台版面風格





圖 22. 雲端平台後台版面風格

5. 功能區及導覽列均提供「首頁」、「關於計畫」、「寶石知識」、「數位學習」、「電子商務」、「認證系統」、「網站導覽」下拉式選單選項按鈕讓瀏覽者選擇，功能區及導覽列如圖 23 所示。



圖 23. 功能區與導覽列選項按鈕

6. 「首頁」網頁可超連結至「最新消息」、「認證消息」、「行動條碼使用說明」之頁面。  
 「關於計畫」網頁可超連結至「何謂雲端運算」、「何謂雲端資料庫」、「何謂專家系統」之頁面。  
 「寶石知識」網頁可超連結至「寶石介紹」、「寶石鑑定」之頁面。  
 各網頁如圖 24～圖 30 所示。



圖 24. 首頁選項





圖 25. 關於計畫選項

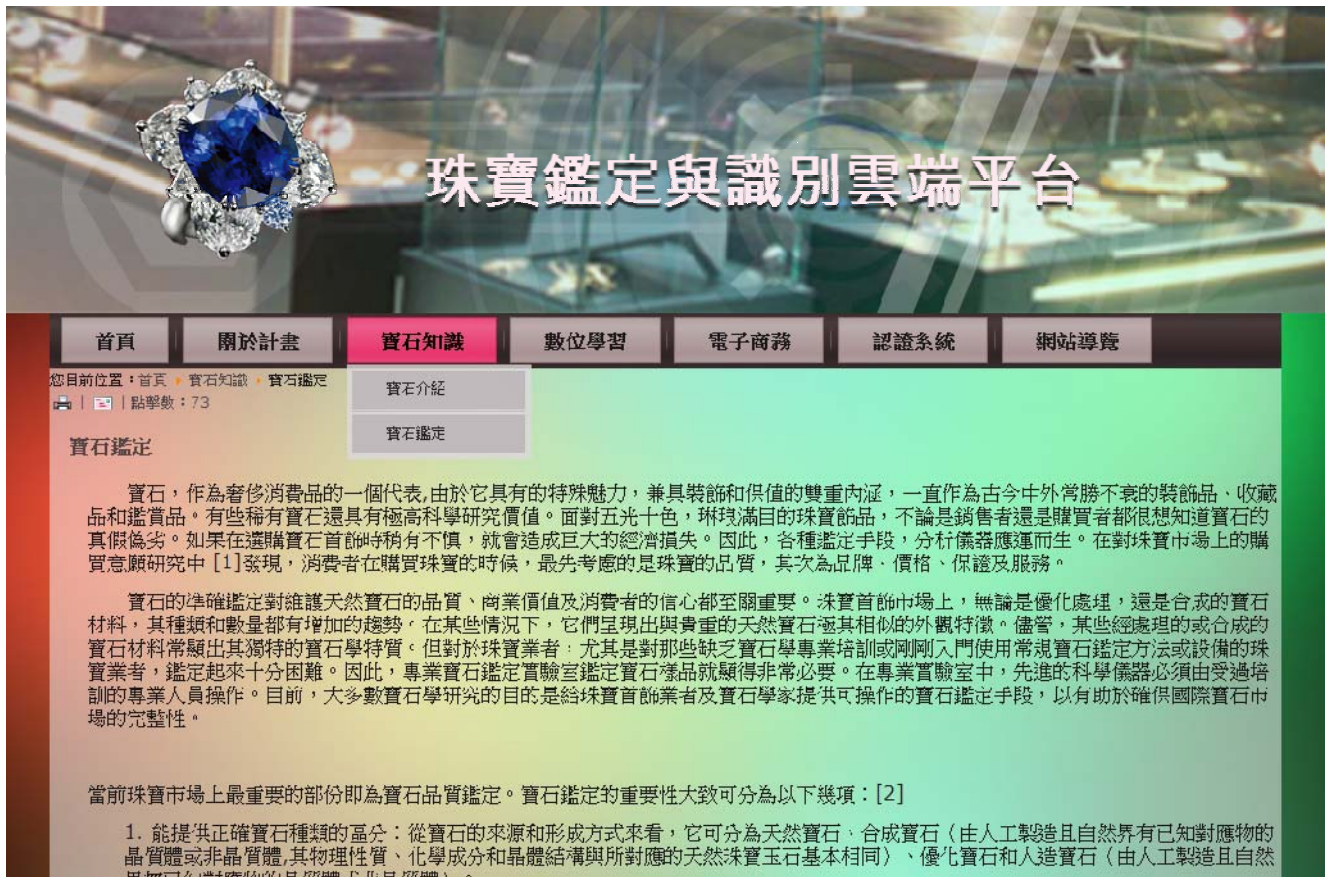


圖 26. 寶石知識選項

# 珠寶鑑定與識別雲端平台

首頁
關於計畫
寶石知識
數位學習
電子商務
認證系統
網站導覽

您目前位置：首頁 > 數位學習

## 雲端教學平台

虛擬學習中心

歡迎，在此登入！

colour :

正體中文 (zh\_tw) ▼

雲端教學平台

首頁

導覽 ☰ ☲

首頁

▶ 課程

珠寶鑑定與識別雲端平台

Calendar ☰ ☲

◀ 2013年 09月 ▶

日	一	二	三	四	五	六
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

您尚未登入。(登入)

Copyright©2012-2013 美和科技大學 著作權所有，並保留一切權利。  
 地址：91202 屏東縣內埔鄉美和村屏光路23號 美和東校區商學大樓5F  
 瀏覽器：使用IE8.0、Firefox3.5、Opera10.1、Safari 4.1以上版本  
 網站管理：美和科技大學 資管系 建議以最佳解析度：1280x768  
 電話：08-7799821轉8660~8662 Email：img@meiho.edu.tw  
 網站製作及維護：許毓麟 Email：winterrhyme3617@hotmail.com

圖 27. 數位學習選項





圖 28. 電子商務選項



圖 29. 認證系統選項

# 珠寶鑑定與識別雲端平台

首頁
關於計畫
寶石知識
數位學習
電子商務
認證系統
網站導覽

您目前位置：首頁 > 網站導覽

※當本網站項目頁籤無法以滑鼠點選時，您可利用以下鍵盤操作方式瀏覽資料 ← → or ↑↓：按左右鍵或上下鍵移動標籤順序。  
 Home or End→：可直接跳至標籤第一項或者最後一項。  
 Tab：停留於該標籤後，可利用Tab鍵跳至內容瀏覽該筆資料，遇到radio按鈕時請配合使← → or ↑↓鍵移動項目順序。  
 Tab + Shift：按Tab + Shift可往回跳至上一筆資料；當跳回至標籤項目時您可繼續利用← → or ↑↓鍵移動標籤順序。

- ▶ 首頁
  - ▶ 最新消息
    - ▶ 102年度珠寶鑑定與識別雲端平台網站啟用公告
- ▶ 關於計畫
  - ▶ 何謂雲端運算
  - ▶ 何謂雲端資料庫系統
  - ▶ 何謂專家系統
- ▶ 寶石知識
  - ▶ 寶石介紹
  - ▶ 寶石鑑定
- ▶ 數位學習
- ▶ 電子商務
- ▶ 認證系統
- ▶ 網站導覽

Copyright©2012-2013 美和科技大學 著作權所有，並保留一切權利。  
 地址：91202 屏東縣內埔鄉美和村屏光路23號 美和東校區商學大樓5F  
 瀏覽器：使用IE8.0、Firefox3.5、Opera10.1、Safari 4.1以上版本  
 網站管理：美和科技大學 資管系 建議以最佳解析度：1280x768  
 電話：08-7799821轉8660~8662 Email：img@meiho.edu.tw  
 網站製作及維護：許毓麟 Email：winterrhyme3617@hotmail.com

圖 30. 網站導覽選項

## [第三子計畫]

### 執行重點：貴金屬與寶石加溫優化加工檢測分析

#### A、貴金屬檢測

隨著個人風格、生活品味、流行趨勢、市場需求...等因素考量，使設計加工的貴金屬首飾款式繁多、五花八門。基於貴金屬首飾設計、加工成形、佩戴使用...等考量，而有金、銀、鉑...貴金屬及不同組成成份的合金搭配。

根據國外醫學研究報告，金屬對人體過敏分析顯示，過敏發生率最高者，主要為鎳、鉻、鈷、銅...等。金屬材質表面含量過多的鎳、鉻、鈷、銅，且與人體接觸時間過久，產生過敏的機率會比較高。雖然有些金屬雖然對人體產生過敏的機率很低，但對少數人配戴者仍然還是會產生過敏現象。

金屬首飾中若含有多量鎳金屬，皮膚表層的汗酸，會溶解金屬首飾中的鎳，因而釋出鎳離子。這些鎳離子會深入皮膚，與人體某些蛋白質組合而導致過敏反應。鎳金屬微粒會使皮膚產生紅疹、局部發炎、濕疹、搔癢，甚至潰爛。銅於人體蓄積過量無法排出，將導致腦病變及肝硬化。鉛進入人體，對於成人會危害造血系統、引發貧血。對於胎兒及嬰幼兒對腦部會引起鉛腦症。化妝保養品，若含有鉻、鎂、汞，長期使用將造成皮膚過敏，甚至影響損傷肝功能。

選擇貴金屬首飾，首先需考慮其目的、對象、價位，接著再進行挑選與評價。各種以假亂真的假首飾，混雜其他卑金屬加工製造，或於外層鍍上一層金、銀、鉑...等貴金屬，以欺騙顧客消費者的事件層出不窮。在選購貴金屬首飾時，為避免被騙，除慎選優質商店外，在檢驗鑑別時，可應用精密儀器及各種習知金屬特性常識...等檢測鑑別，否則極容易誤判。

#### 一、物理性質檢測鑑別

應用貴金屬的色澤、密度、硬度、延展性、高溫氧化...等物理性質，可協助檢測鑑別貴金屬的真偽與純度。

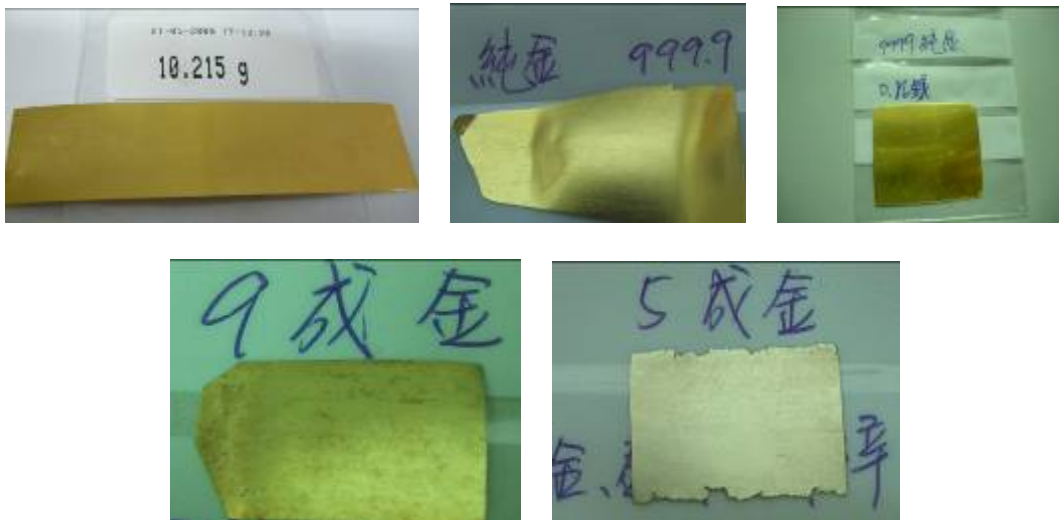
##### (一)金檢測鑑別

應用色澤、密度、強度、硬度、高溫氧化...等金屬特性，進行檢測鑑別。

##### 1.色澤

黃金呈現獨特美麗的金黃色色澤，置於強光照射下，會散發閃耀的光芒。純金呈現金黃色色澤，細看之下略顯紅色透出，仿間以赤金來表示足金之意。

依金的試片所呈現的色澤，可鑑別金的含量(%)。赤黃色：金含量 95%、正黃色：金含量 80%、青黃色：金含量 70%、黃白略帶灰色：金含量 50%。早期仿間流傳口訣：七青(金含量 70%)、八黃(金含量 80%)、九紫(金含量 90%)、十赤(金含量 100%)。



照片 1-1 純金及 K 金試片色澤



## 2. 密度

純度與密度、比重有直接的關係，純金的密度  $19.32(\text{g}/\text{cm}^3)$  較其他卑金屬為重，將金試樣置於手掌，會有沉沉重重的感覺。金的密度 (19.32) 大於銀(10.5)、銅(8.9)、汞(13.6)、鉛(11.4)、鐵(7.2)、鈦(4.5)... 等金屬，同樣的體積，各種金屬所呈現的質量是不一樣的。以相同大小的體積  $10 \times 10 \times 10 \text{cm} = 1000 \text{cm}^3$ ，金的重量約 19.32 公斤、銀的重量約 10.5 公斤。因此可應用密度比重法，檢測試樣的重量，利用各種金屬定性的測試方法，對於純金屬的鑑別是可行的。

## 3. 延展性硬度

純金的感覺，就是柔軟、延展性佳，具有較高韌性與較低硬度的綜合表現。金的純度越高，則越柔軟，應用純金的柔軟、展性、延性、強度... 等特性，憑手感彎折試樣，了解金屬的軟硬、強度，作為鑑別黃金純度的方法之一。

純金的戒指、耳環、項鍊、手鐲... 等，在首飾的開口處、搭接處，利用手指輕輕彎折扳動，若係純金一定非常柔軟，可輕易彎折扳動，其金的純度至少在 95% 以上，而黃銅、K 金... 等金屬首飾，則是不易彎折扳動。

金比重大、質地柔軟、硬度較低，因此於金試片自然落於磁磚時，聲音較為低沉有聲而無餘韻。反之，仿品或純度低的試樣，因硬度較高，自然落下時，會發出清脆尖長響聲，而且聲有餘音，落於磁磚時會彈跳較大。

將金戒指置於高度 30cm 使其自然落於磁磚，真金的彈跳一般約 1~2 下，若彈跳超過 3 下，則有可能金戒指的純度不純、造假。一般而言，純金少彈力，K 金、混金有彈力，彈力越大，成色純度則越低。

靠彎折扳動、聲音、彈跳... 等檢測鑑別黃金的純度、真假，需要經驗的累積，才能有準確的判斷。

## 2. 銀檢測鑑別

各種以假亂真的假銀，混用其他金屬加工製造、鋸半充填、鑽孔灌填、澆注投塊... 等方式，或於表面外鍍一層銀，用以欺騙顧客。在鑑別銀錠、銀首飾時，若檢驗的只是表層的一部份，反而因內部裡層充填其他金屬，或外表面鍍上一層薄薄的 999 銀、925 銀，而被誤判鑑別為 999 足銀、925 銀的銀飾。因此鑑別銀錠、銀首飾時，宜裡外兼顧。銀首飾基於不同的用途考量，種類、形狀繁多、純度複雜，影響銀首飾的鑑別。應用色澤對、理性質判斷鑑別，可協助試樣的檢測鑑別。

### 2-1 色澤

觀察銀試片的色澤，純銀具有閃亮耀目的銀白色，俗稱白銀。隨著金、銅含量的增加，顏色逐漸變黃。採用色澤對比的方法，進行鑑別。將欲鑑別的金屬首飾與標準試片，若二者的色澤相同，即可鑑別首飾與標準試片的純度相同。

表面色澤潔白光滑，銀的純度約 98%。表面色澤白潤不潔淨，銀的純度約 90%。表面色澤不光滑，銀的純度約 80%。表面色澤清白，銀的純度約 70%。表面色澤黑灰或黃紅，銀的純度約 60%。表面色澤青灰、黑灰、鐵灰等色澤，銀的純度  $< 50\%$ ，其情況較複雜，需多次測試判斷。



照片 1-2 銀試片色澤

### 2-2 密度

純銀密度  $10.5(\text{g}/\text{cm}^3)$  較一般卑金屬為重，銅(8.9)、鐵(7.2)、鈦(4.5)... 等金屬，用手掂掂銀試樣的輕重，依據外型體積大小，可概估是否與白銀的質量相當。

### 2-3 強度、硬度

應用金屬的延展特性，利用彎折可檢驗其硬度。銀的純度高，質地柔軟、硬度較低，自然落於磁磚時柔弱有聲、無餘韻、彈跳不大，其純度約 96%。純度較次者，稍有堅硬性。純度越低的白銀，聲音越尖、越高、有餘韻，其硬度越高、越有彈力。仿間流傳的口訣：高銀綿，次銀堅，不高不次微顯彈。銀質柔、鉛質軟、銅質既彈又堅硬。

手感柔軟銀的純度約 98%。手感稍硬銀的純度約 90%。手感很硬，銀的純度約 80%。手感堅硬銀的純度約 70%。手感剛硬其銀的純度約 60%。難以折彎銀的純度 < 50%，其情況較複雜，需多次測試判斷。

#### 2-4 破斷面

依據金屬試樣破斷面的外觀，可判斷銀首飾真假與純度。

斷面粉白、粒粗而柔，銀的純度約 98%。斷面灰白微紅，銀的純度約 90%。斷面淡紅、黃白、黃灰色，銀的純度約 80%。斷面青灰色，銀的純度約 70%。斷面為黃或微紅帶黑色，銀的純度約 60%。斷面為青灰、黑灰、鐵灰等色澤，其銀的純度 < 50%，其情況較複雜，需多次測試判斷。

#### 2-5 造型工藝

銀首飾純度直接與製作工藝粗細有關，圖案複雜、造型高雅、加工精細...等銀首飾，其銀純度越高。若純度不足，其延展性、可塑性、硬度、光澤...等特性，會影響加工成形而達不到金屬工藝的要求。因此造型越高雅、圖案越複雜、工藝水平越高，銀首飾的純度則越高。



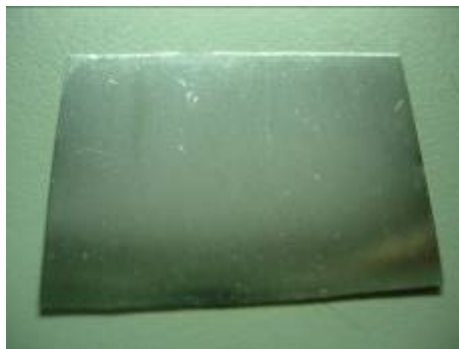
照片 1-3 銀首飾

### 3. 鉑

鉑(白金)價格高，許多人喜愛做為結婚戒指，期待堅貞和永恆，但必須小心鉑(白金)的品質。有些白金純度只有六七成，其餘組成大部份都混了鈀金屬，光靠外表，根本難以辨識。從質地上看，鈀金屬輕、易脆裂，佩戴一段時間顏色會變暗。鉑(白金)則不會出現上述問題。高價鉑是否添加多量的低價鈀來混充，利用現有精密分析儀器檢驗鑑別就知道。

#### 3-1 色澤

觀察鉑(白金)首飾色澤，呈現青白微灰色。呈現青白微黃色，係白金內含有金、銅成份，其純度次之。呈現白銀色，係白金內含有較多的銀成份。



照片 1-4 鉑-鈷合金試片色澤

#### 3-2 密度

鉑(白金)密度較一般常見的金屬為重，純鉑密度約  $21.45 \text{ g/cm}^3$ ，比金重約 10%。依據外形體積大小，用手掂掂鉑試片、首飾的輕重感覺，再配合外觀色澤可鑑別鉑金屬純度。

### 3-3 強度、硬度

利用彎折可檢驗其延展性，鉑(白金)與金一樣，具有很好的延展性。純度較高的鉑(白金)，於敲擊時會有托托的長聲，有聲無餘韻。純度越低的白金，會有叮鈴較尖的聲音，有聲有餘韻。

## 二、相關證明鑑別

購買貴金屬首飾，務必要求業者在保證書上標明品名和重量，做為確認保障。白色貴金屬光看外表都很像，白金首飾飾品上打印上 PT，白 K 金首飾飾品打印上 K，銀首飾飾品，只會有數字，如 925 字樣。選擇信賴的店家，認明標章及保證書，就能安心選購。

### 1. 金：

目前社會上不肖份子，常用仿製戳記、以其他卑金屬冒充真金。因而鑒別黃金首飾要根據現況，進行綜合檢測鑑別判斷。

24K 金、18K 金、14K 金...等金首飾，會於適當的部位，將相關的字樣打印呈現。若無打印字樣，初判則可視為偽品，10K 以下者則無需打印。

對金塊、金條、貴金屬首飾飾品...等，金的純度(Fineness)所佔的重量成份，以千分之幾表示。含金量千分數不小於 999，稱為千足純金(1000 Fineness)，係 100%金。含金量千分數不小於 990 稱為足金。商場交易的金條，其純度至少 99.5%或更高。

K (Karat)係國際上常用來衡量黃金純度的表示方法。1K=4.1666%，24 K=99.99%為理論純度，其理論含金量为百分之百。以 1/24 表示其純度，24 K 金，係千足純金，10K 金係 10/24 含金量(41.7% 金)。

包金(填金) (Gold-filled)製品，必須標示包覆合金重量的比例及金合金的 K 數。如十分之一 12K 包金(Gold-filled)，係卑金屬表面有一層或多層 12K 金合金，其金合金重量為全部組件重量的 10%，此一物品則含有 5%黃金。包金(填金) (Gold-filled)製品，有戳記字樣，則限於包覆層重量至少須為總重量十分之一的物品上。

包金箔 (Rolled Gold Plate)係比例低於十二分之一的物品，要用包金箔 (Rolled Gold Plate)戳記字樣，此等品質標記不得用於低於 10K 合金。



照片 2-1 黃金首飾於適當部位，呈現打印字樣





照片 2-2 貴金屬首飾購買憑單證明

## 2. 銀

銀首飾含銀量千分數不小於 990 稱為足銀，千足純銀(1000 Fineness)，係 100%銀。Sterling 銀純度為 925，即銀 925 (92.5%)、銅 75 (7.5%)。925 代表銀的純度，這是銀器的最高純度，如同 999 黃金的純度一樣。

## 3. 鉑族金屬

貴金屬首飾鉑的純度規定，鉑合金首飾中鉑含量的規定，鉑和鈀的總含量不得少於 950‰。美國政府規定，交易商品標有鉑者，須含鉑系金屬 98.5%以上，而鉑以外之其他鉑系金屬含量不得超過 5%，鉑含量至少 93.5%。在歐洲常以鉑鈀合金，來代替珠寶用純鉑。美國規定鉑的純度，必須至少含有 50%的鉑，以及總共 95%的鉑族金屬。

鉑首飾以純度千分數冠以鉑或 Pt。鉑(Pt)組合不同的金屬成份，會有不同的壓印，以示其身份，印上「PLAT」表示含最少有 90%的鉑，「IRID」代表銱、「PALL」代表鈀、「RUTH」代表鈷、「RH」代表銠，「OSMI」化表銱，若印有這些字樣，則表示佔有最少 90%該金屬成份。常用的鉑打印標記：Pt1000(鉑含量 100%)、Pt950 (鉑含量 95%)、Pt900 (鉑含量 90%)、Pt850 (鉑含量 85%)。



照片 2-3 白金首飾於適當部位，呈現打印字樣

### 三、化學性質檢測鑑別

應用高溫氧化、溶液滴定...等化學性質反應，進行金、銀、鉑...貴金屬的鑑別。

#### 金

##### 1. 高溫氧化

真金不怕火，可顯示黃金不易氧化的化學穩定性。應用此特性，利用乙炔火焰，將金試樣燒紅後自然冷卻。觀察顏色變化，如表面仍呈原來黃金色澤，則是純金；若色澤變暗或不同程度變黑，則可能是純金而係K金。一般成色越低，色澤越濃黑，可說明是純度不足或假金飾品。



照片 3-1 純金及 K 金試片高溫加熱後色澤變化

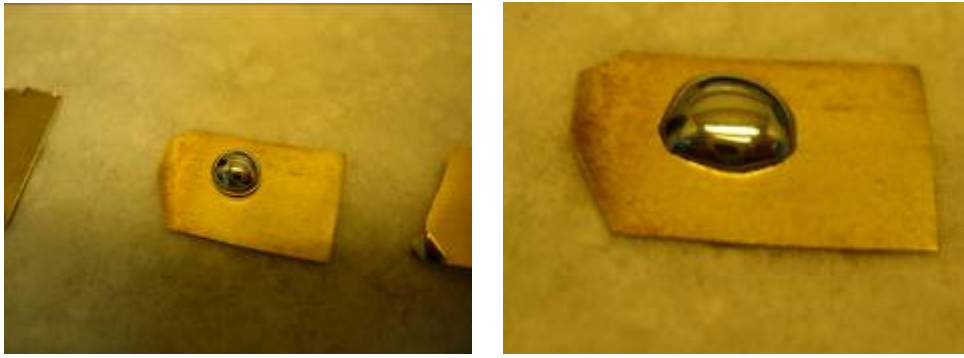
##### 2. 溶液滴定反應

###### 2-1. 水銀滴定

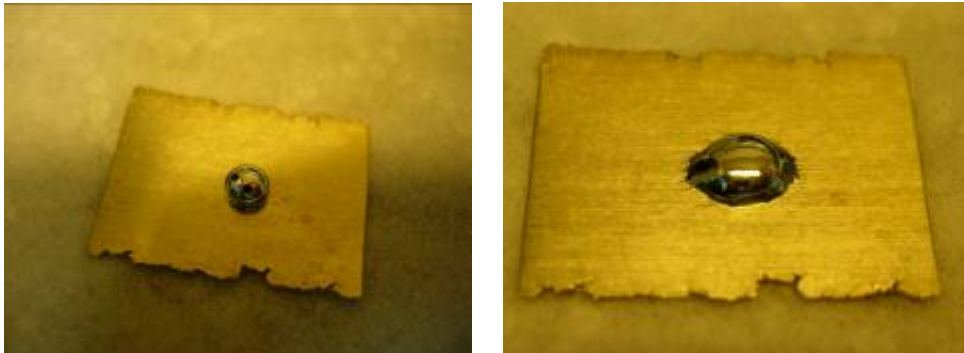
在常溫狀態下，應用黃金與銀會吸收水銀，白金不吸收水銀的特性。利用水銀滴定於貴金屬試片表面，若不會被吸收，則是純的白金。若水銀被吸收，則可能添加混有黃金或白銀。



照片 3-2 水銀滴定於純金試片



照片 3-3 水銀滴定於 22K 金試片

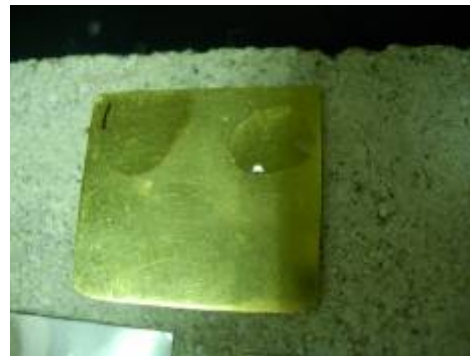
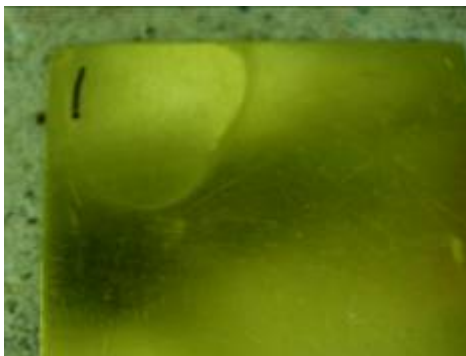


照片 3-4 水銀滴定於 12K 金試片

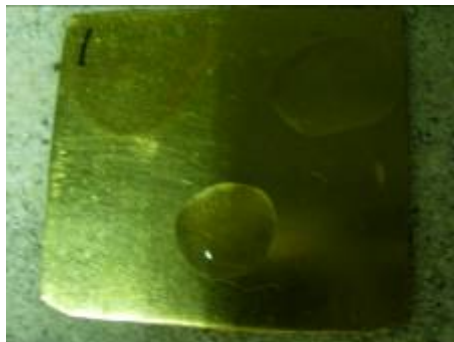
### 2-2. 酸性溶液滴定

硝酸( $\text{HNO}_3$ )、鹽酸( $\text{HCl}$ )、硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )是鑑別黃金的最佳化學溶液。由於金的化學性質非常穩定，在任何狀態下都不易被氧化、非常穩定。黃金難溶於任何一種單一的酸，因此硝酸、鹽酸、硫酸對黃金的腐蝕也就無能為力。

應用此特性，利用玻璃棒沾上少許硝酸、鹽酸、硫酸，滴定於被測貴金屬首飾的表面上。若貴金屬首飾的材質係黃金，於滴定硝酸溶液後，金屬首飾表面安然無恙，不會變色。若貴金屬首飾含有較多的銀，則會變黑色。貴金屬首飾含有較多的銅，則會產生綠色泡沫。



照片 3-5 硝酸滴定於純金試片 照片 3-6 鹽酸滴定於純金試片



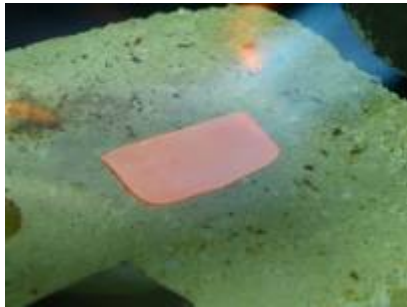
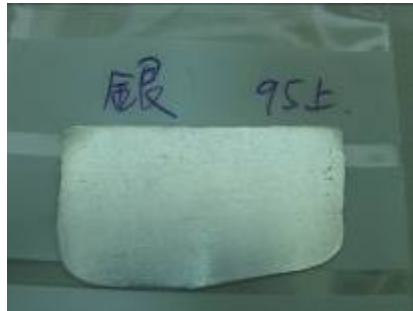
照片 3-7 硫酸滴定於純金試片



## (二)銀

### 1.高溫氧化

利用乙炔火焰、高溫加熱爐，將銀試樣燒紅後自然冷卻。觀察顏色變化，如表面仍呈原來銀白色澤，則是純銀。若顏色變暗或不同程度變黑，則可能不是純銀。一般成色越低，顏色越濃，全部變黑，可說明銀的純度不足。



照片 3-8 銀試片高溫加熱後色澤變化

### 2.溶液滴定反應

#### 2-1 水銀滴定

在常溫狀態下，應用黃金與銀會吸收水銀，白金不吸收水銀的特性。利用水銀滴定塗抹於貴金屬試樣表面，若不會被吸收，則是真白金。若水銀被吸收，則可能添加混有黃金或白銀。





照片 3-9 水銀滴定於 95 銀試片

## 2-2.酸性溶液滴定

硝酸( $\text{HNO}_3$ )、鹽酸( $\text{HCl}$ )、硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )是鑑別銀的最佳化學溶液，銀是貴金屬中耐蝕性最差的金屬。在潮濕空氣中，它容易被硫及硫化物腐蝕，生成硫化銀。加熱時溶於鹽酸、硫酸、硝酸、王水。

應用此特性，利用玻璃棒沾上少許硝酸、鹽酸、硫酸，滴定於被測金屬首飾的表面上。若金屬首飾的材質係銀，於滴定硝酸溶液後，若金屬首飾含有較多的銀，則會變黑色。

應用銀與硝酸反應形成硝酸銀溶液，再將硝酸銀溶液與氯化鈉( $100\text{g/L}$ )反應，會產生乳白色的氯化銀沉澱物。若產生乳白色氯化銀沉澱物越多，則表示銀純度越高，反之乳白色氯化銀沉澱物越少，則表示銀純度越低，這是一種簡單又科學的鑑別方法。

乳白色的氯化銀沉澱物帶綠色，表示銀的純度約 80%。

乳白色的氯化銀沉澱物帶綠色越濃，表示銀的純度約越低。

無乳白色的氯化銀沉澱物，則可鑑別係假銀。

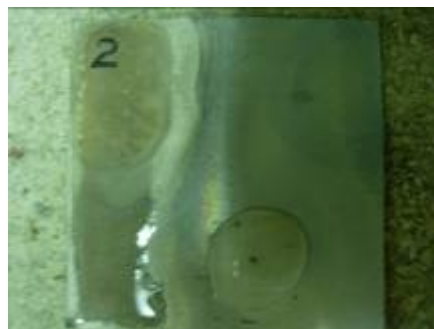
應用此化學滴定鑑別需特別注意，因為鉛也會與硝酸反應形成硝酸鉛，再與氯化鈉( $100\text{g/L}$ )反應，也會產生乳白色的氯化鉛沉澱物，與氯化銀非常相似。



照片 3-10 硝酸滴定於銀試片



照片 3-11 鹽酸滴定於銀試片



照片 3-12 硫酸滴定於銀試片

## (三)鉑

### 1.高溫氧化

將鉑(白金)試片置於乙炔火焰或高溫加熱爐內，加熱燒紅再使其自然冷卻後，觀察色澤。若顏色更加純白光澤、亮麗奪目，白金純度約在 95%。

若顏色光澤不變，越燒越亮，白金純度約在 90%。

若顏色稍變黑色，白金純度約在 70%。



照片 3-13 鉑銱試片高溫加熱後色澤變化

## 2. 溶液滴定反應

### 2-1 水銀滴定反應：

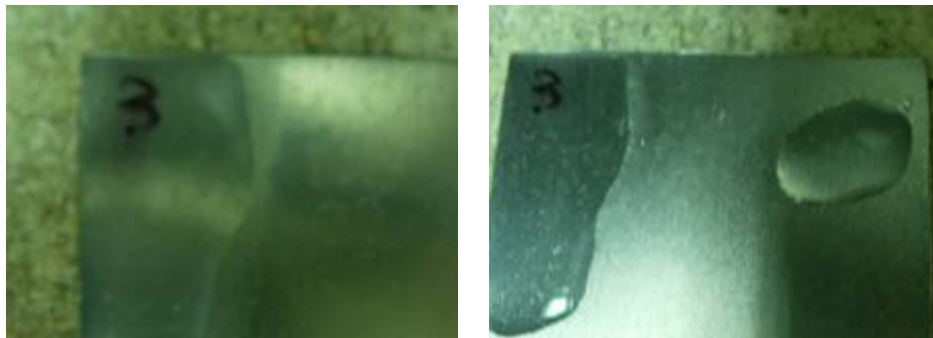
在常溫狀態下，應用黃金與銀會吸收水銀，白金不吸收水銀的特性。利用水銀滴定塗抹於貴金屬試片表面，若不會被吸收，則是真鉑(白金)、鈀。若水銀被吸收，則可能係黃金或白銀配置的。



照片 3-14 水銀滴定於鉑-銱試片表面

### 2-2 酸性溶液滴定

鉑在室溫下耐酸、氯化鐵腐蝕，但能被王水緩慢腐蝕，鹽酸只有加入氧化劑時才能腐蝕鉑，氫溴酸在室溫下也能腐蝕鉑，在高溫下鹵素都能腐蝕鉑，熔融的氰化鉀（鈉）能強烈腐蝕鉑。鉑溶於沸騰的王水和硫酸。







照片 3-17 硫酸滴定於鉑鈱試片

將鉑(白金)於試金石上磨劃出條痕，加少許的氯化鈉於條痕的表面，再逐漸滴定硝酸，使其完全反應後 15 分鐘，用逆滲透清水沖洗。

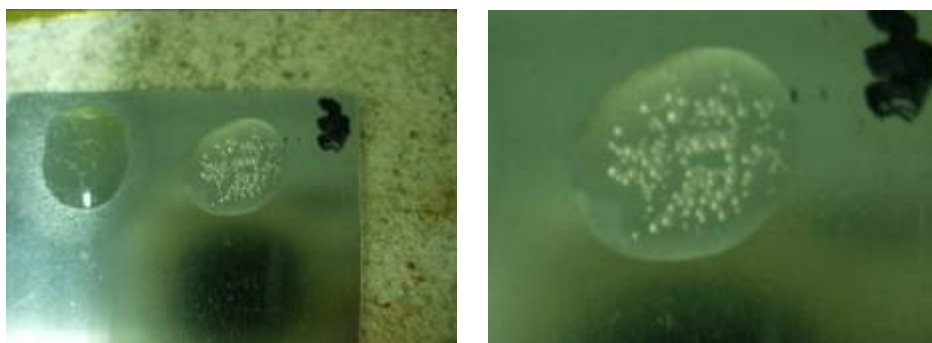
條痕顏色未變，則白金純度約 95%。

條痕顏色有點變化且略顯模糊，則白金純度約 90%。

條痕顏色變黑且被腐蝕，則白金純度約 70%。

### 2-3 雙氧水滴定

將粉末狀的鉑(白金)，加入雙氧水中，若產生白浪翻滾，分解出大量氧氣，則初步鑑別是鉑(白金)。若沒有產生氣體反應，則可能純度不足。



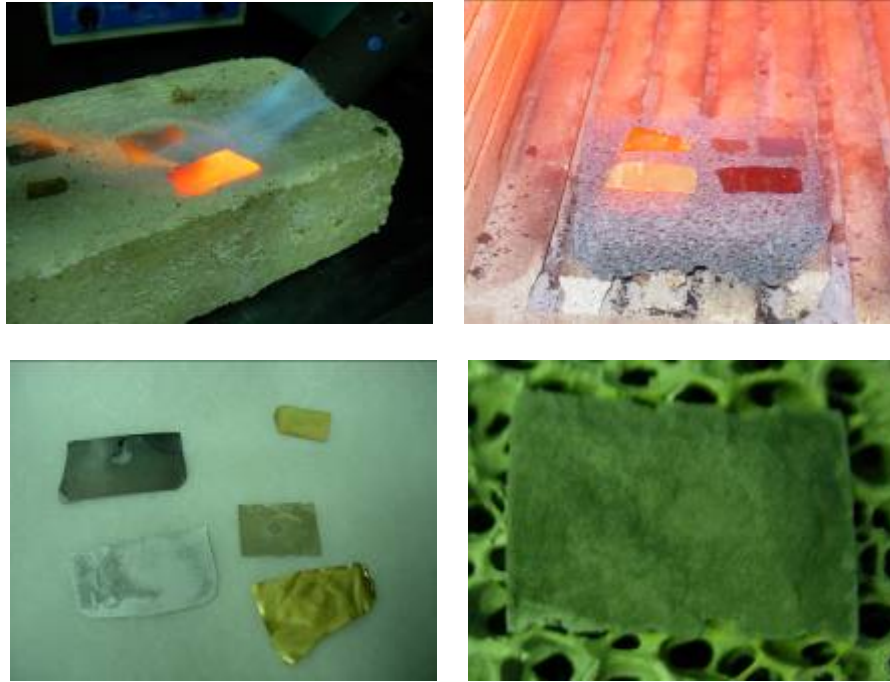
照片 3-17 雙氧水滴定於鉑鈱試片

## (四) 鈱

### 1. 高溫氧化：

利用乙炔火焰、高溫加熱爐，將金試樣燒紅後自然冷卻。觀察顏色變化，如表面仍呈原來銀白色澤，則是純鈱；若顏色變暗或不同程度變黑，則可能純度不足。一般成色越低，顏色越濃，全部變黑，可說明是鈱的純度不足。



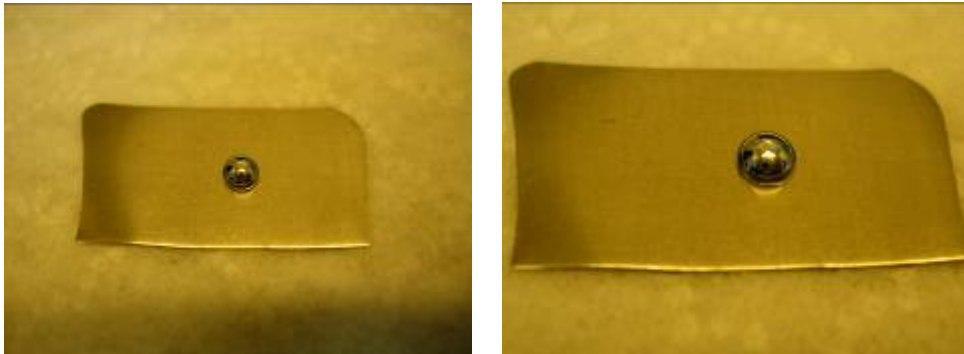


照片 3-18 鈀試片高溫加熱後色澤變化

## 2. 溶液滴定反應

### 2-1 水銀滴定

在常溫狀態下，應用黃金與銀會吸收水銀，鉑、鈀不吸收水銀的特性。利用水銀滴定於貴金屬試片表面，若不會被吸收，則是鉑(白金)、鈀。若水銀被吸收，則可能係添加多量的金或白銀。



照片 3-19 水銀滴定於 95 鈀試片表面

### 2-2 酸性溶液滴定

鈀耐硫化氫腐蝕，常溫下表面不晦暗。氫氟酸、高氯酸、磷酸、醋酸於常溫下不腐蝕鈀。但鹽酸、硫酸、氫溴酸可輕微腐蝕鈀。硝酸、氯化鐵、次氯酸鹽和濕的鹵素會快速腐蝕鈀。



照片 3-20 鹽酸、硫酸、硝酸滴定於鈀試片

#### 四、非破壞檢測鑑別

以 X 光金屬檢測儀分析貴金屬成分為現階段貴金屬成分分主要非破壞性檢測儀器，可執行貴金屬表面成分檢測分析，對於小物件之貴金屬可有效執行，然而 X 光對於包覆或深層電度之金屬則無法穿透，需考量超音波檢測。

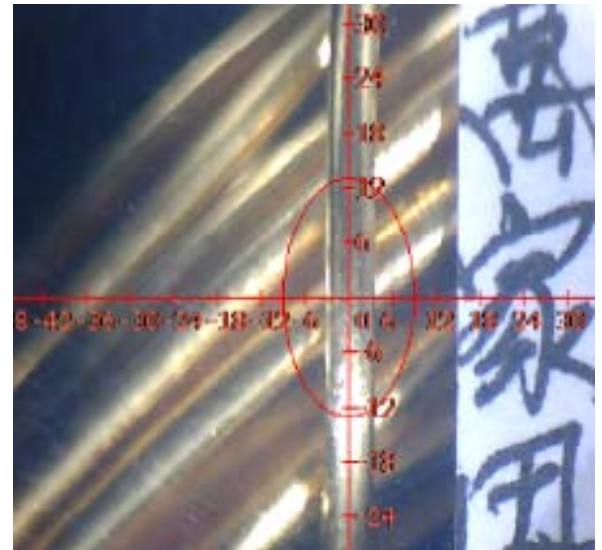
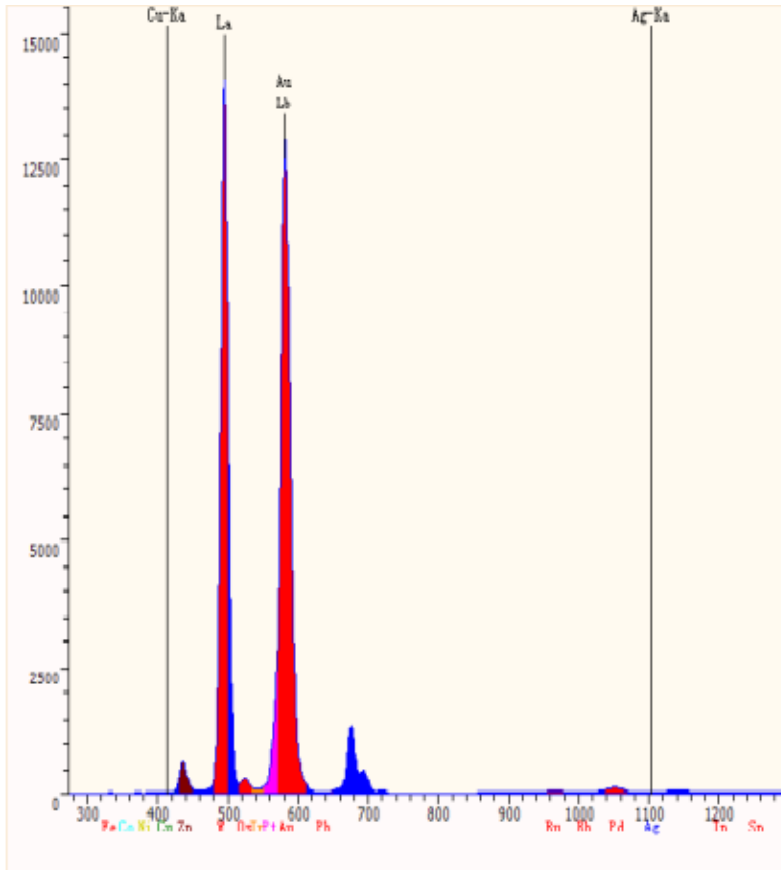
機型：EDX3000 定性分析



物品重量：63.39 TL
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期： 年 月 日
檢測員：

樣品編號：01

次数	Au(%)	Ni(%)	Cu(%)	Zn(%)	Co(%)	Ru(%)	Rh(%)	Pd(%)
1	99.6842	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	99.8818	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag(%)	In(%)	W(%)	Os(%)	Ir(%)	Pt(%)	Pb(%)	Fe(%)	Sn(%)
0.0229	0.0000	0.0000	0.0000	0.2817	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0115	0.0000	0.0000	0.0000	0.0966	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



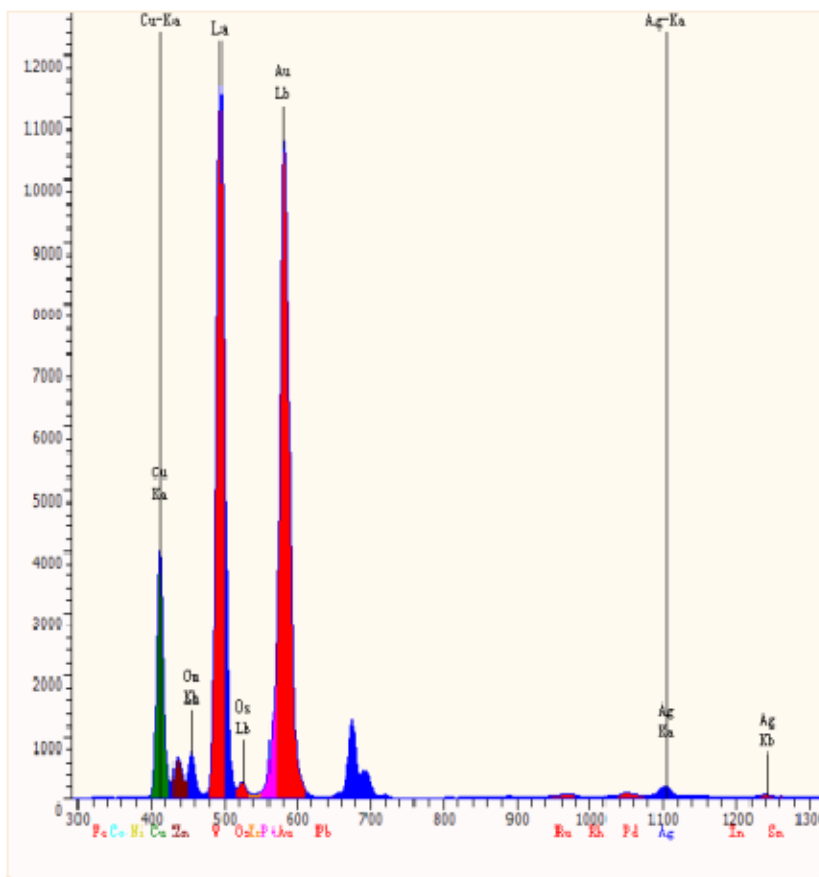
物品重量：63.39 TL
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期： 101 年 09 月 30 日
檢測員：

樣品編號：02-1(同伴不同位置)

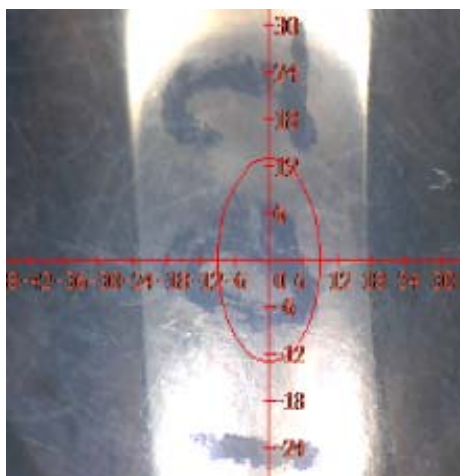
次数	Au(%)	Ni(%)	Cu(%)	Zn(%)	Co(%)	Ru(%)	Rh(%)	Pd(%)
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1	81.5150	0.0000	16.8221	0.3493	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	81.5263	0.0000	16.8052	0.3694	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag(%)	In(%)	W(%)	Os(%)	Ir(%)	Pt(%)	Pb(%)	Fe(%)	Sn(%)
1.0065	0.0000	0.0000	0.0000	0.2970	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.0377	0.0000	0.0000	0.0000	0.2515	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

谱图



样品图



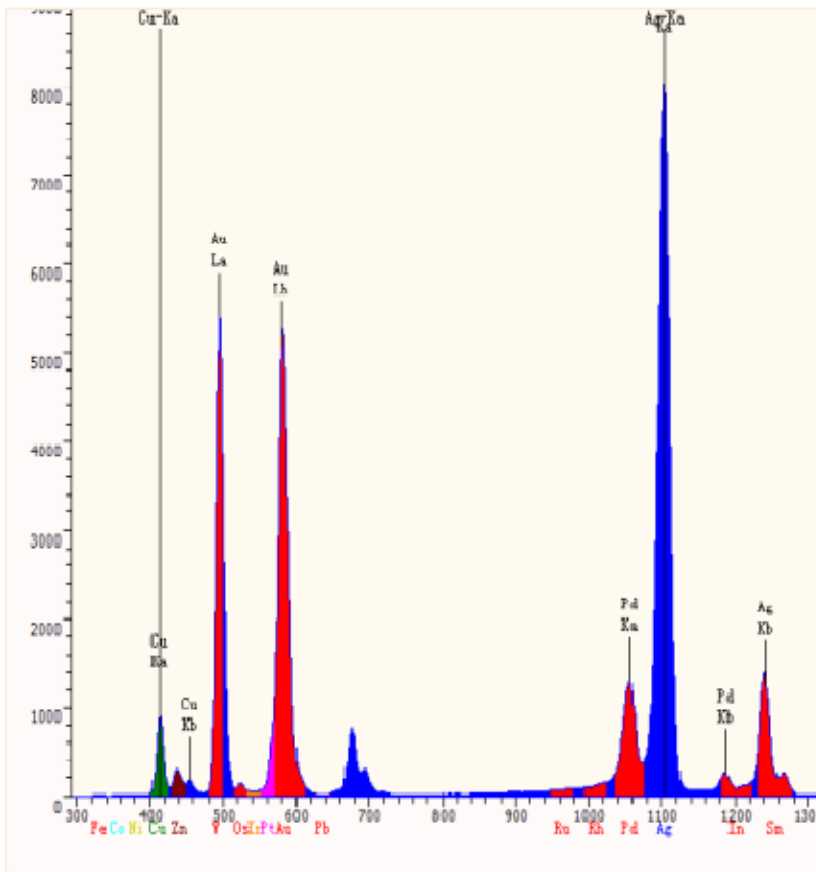
物品重量： 0.542 TL
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期： 101 年 11 月 27 日
檢測員：



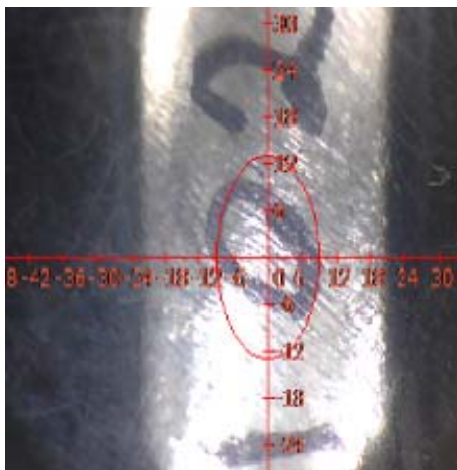
樣品編號：02-2(同伴不同位置)

次數	Au(%)	Ni(%)	Cu(%)	Zn(%)	Co(%)	Ru(%)	Rh(%)	Pd(%)
1	41.5059	0.0000	5.4656	0.0000	0.0000	0.0168	0.0000	2.4990
2	41.6060	0.0000	5.4498	0.0000	0.0000	0.0245	0.0000	2.5082
Ag(%)	In(%)	W(%)	Os(%)	Ir(%)	Pt(%)	Pb(%)	Fe(%)	Sn(%)
50.5027	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50.4014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

谱图



样品图



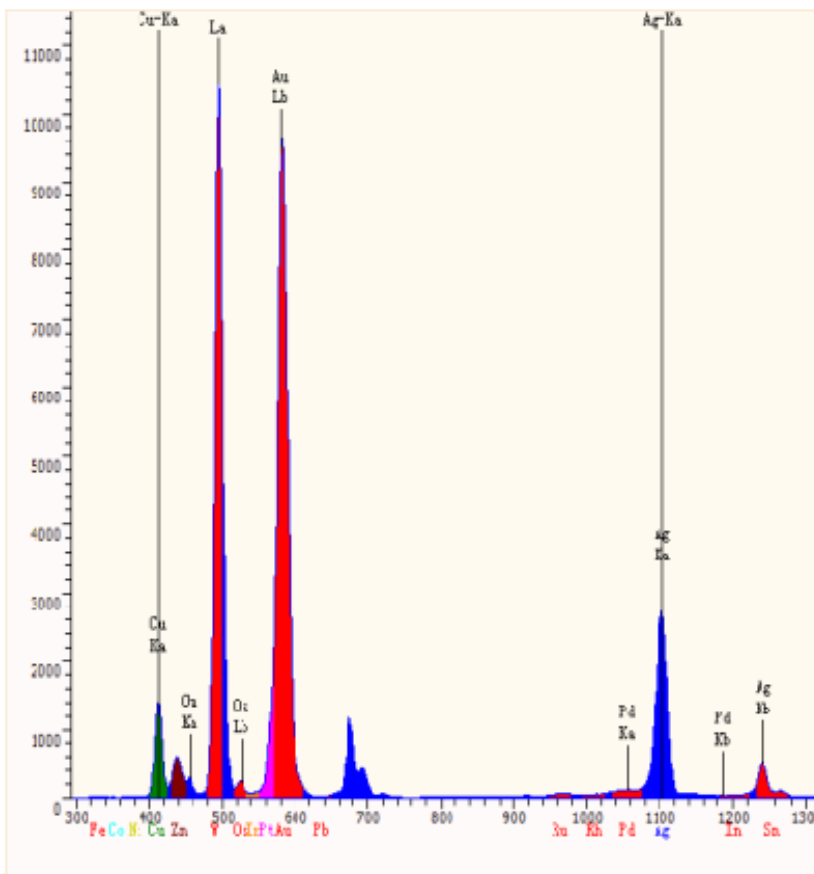
物品重量： 0.495 TL
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期: 101 年 11 月 27 日
檢測員：



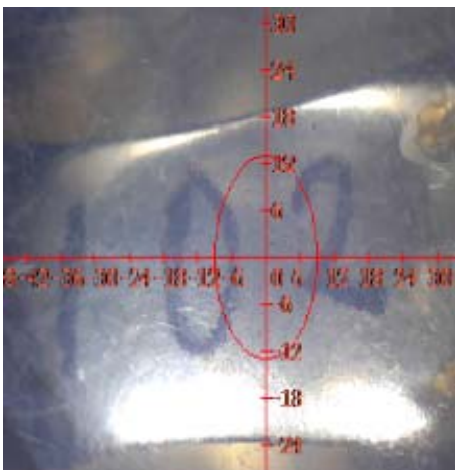
樣品編號：02-3(同伴不同位置)

次數	Au(%)	Ni(%)	Cu(%)	Zn(%)	Co(%)	Ru(%)	Rh(%)	Pd(%)
1	75.7401	0.0000	6.9213	0.5847	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	75.5629	0.0000	6.9846	0.5897	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ag(%)	In(%)	W(%)	Os(%)	Ir(%)	Pt(%)	Pb(%)	Fe(%)	Sn(%)
16.7440	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16.8528	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

谱图



样品图

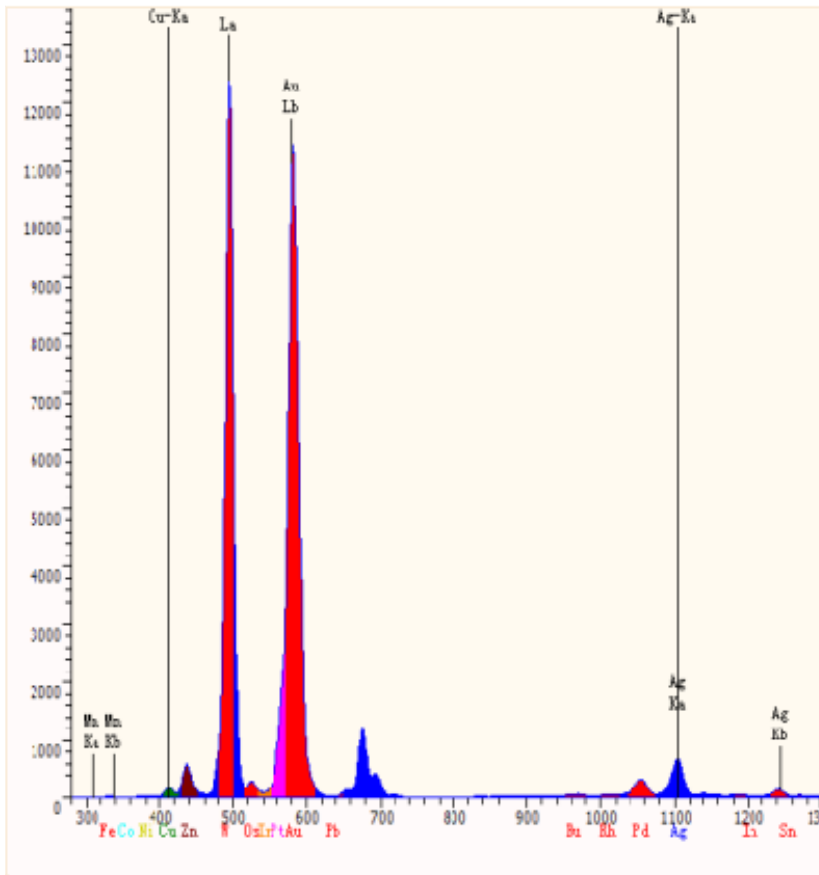


物品重量： 0.582 TL
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期： 101 年 11 月 27 日
檢測員：

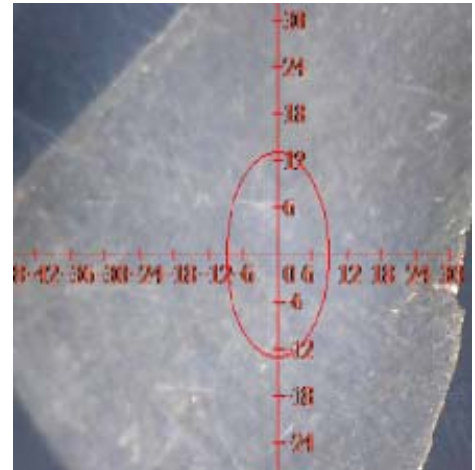
樣品編號：03

次数	Au(%)	Ni(%)	Cu(%)	Zn(%)	Co(%)	Ru(%)	Rh(%)	Pd(%)
1	88.7876	0.0000	0.8103	0.2474	0.0000	0.0000	0.0000	1.5081
Ag(%)	In(%)	W(%)	Os(%)	Ir(%)	Pt(%)	Pb(%)	Fe(%)	Sn(%)
4.1681	0.0000	0.0000	0.0000	2.6965	1.7720	0.0000	0.0000	0.0000

圖 譜



樣品圖



物品重量： TL
寶石重量：
設備型號 EDX3000 定性分析
登記字 2010933 號
輻安訓字第 1010004
檢測日期： 年 月 日
檢測員：

## B. 寶石加溫優化處理分析

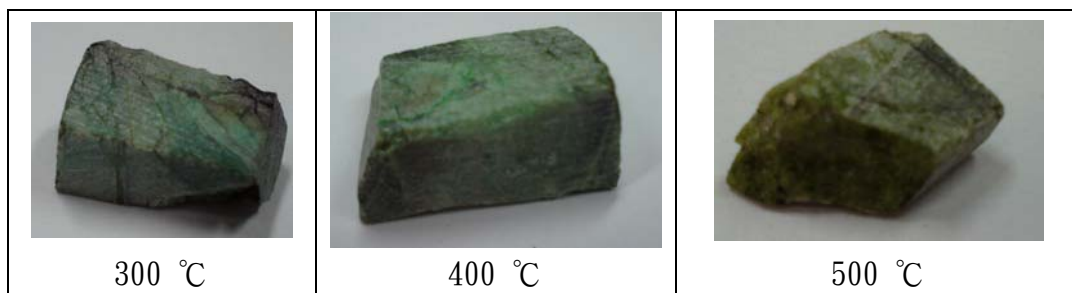
本年度計畫針對矽孔雀石(Chrysocolla)、電氣石(碧璽)(Tourmaline)、黃玉髓(Chalcedony)及紅寶石(Ruby)等寶石標本進行高溫熱處理實驗，升溫速率為每小時 300°C，每上升 100°C 時先持溫 5 分鐘，之後紀錄標本的變化及進行拉曼光譜量測。目前將實驗所獲得的結果報告如下：

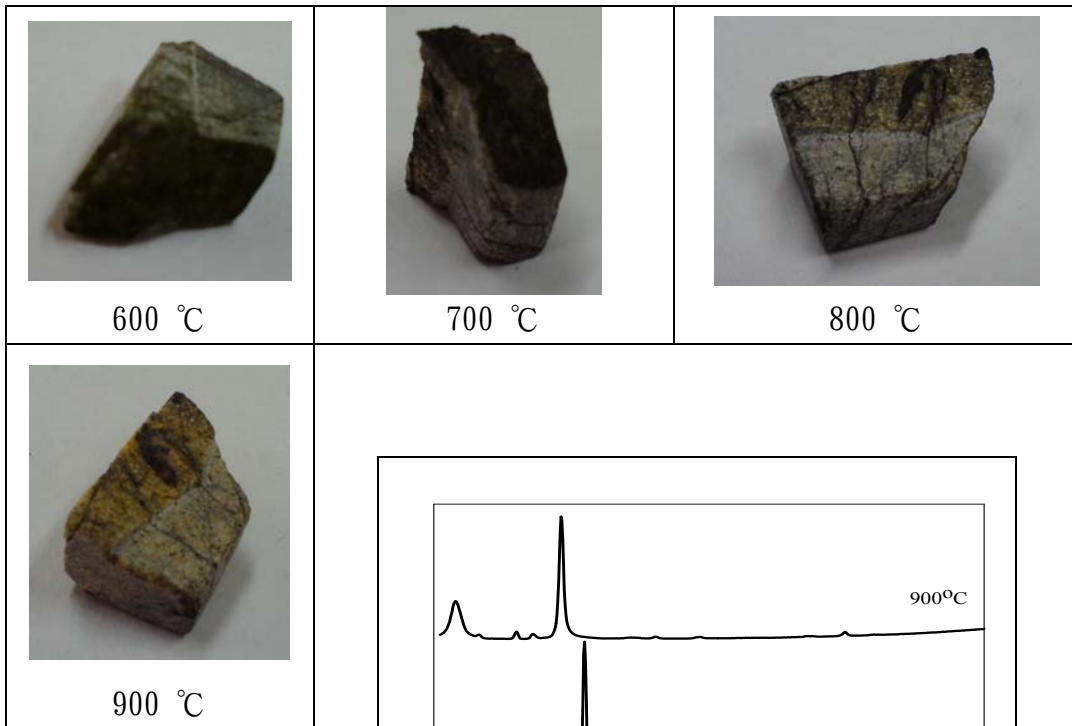
### 1. 矽孔雀石-

矽孔雀石之實驗結果紀錄於表一。觀察到矽孔雀石於 300°C 後開始改變顏色，其特徵如(圖一)，大致將矽孔雀石隨著不同溫度的顏色變化，描述如下：顏色加深(300°C) → 淺綠色(400°C) → 墨綠色(600°C) → 黑色(700°C) → 白灰色(800°C) → 土色、粉末狀。由矽孔雀石隨不同溫度之拉曼光譜發現(圖二)，標本隨溫度增高，雖改變顏色，然而礦物結構，並未改變，且由拉曼光譜上判斷此標本可能包含兩種礦物相。根據指認 400°C 及 900°C 之光譜，最明顯之特徵峰出現在  $463\text{cm}^{-1}$  左右之礦物應為石英類玉髓，另一種礦物相，300°C、600°C、700°C 及 800°C 特徵峰出現在  $520\text{cm}^{-1}$  左右，較接近長石類礦物，然長石類礦物能否與矽孔雀石共生，須再進一步檢驗及討論。

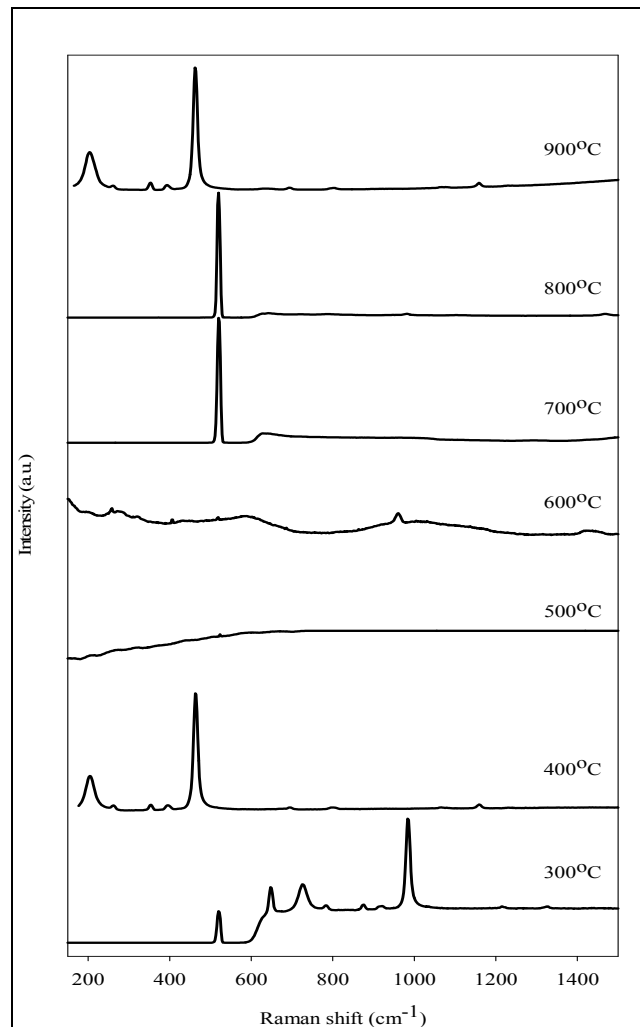
表一：矽孔雀石標本之高溫實驗結果。

矽孔雀石 (chrysocolla)	
溫度 (°C)	外觀變化
室溫	介於淺藍-淺綠色
100	No change
200	No change
300	有部分變黑，其他顏色漸漸變深
400	顏色變得更深，有一小部分變黑，主要還是淺綠色。
500	顏色變更綠，開始轉變的變成有一點深綠。
600	開始呈現墨綠色，有些地方顏色太暗，看起來像黑色，其實是很深的綠色。
700	變黑色的區塊多於墨綠色，墨綠色區變得很少，大部分是黑色跟黑灰色。
800	依舊有黑色的部份，但面積變小，大部分的區塊開始轉為白灰色。
900	出現土色區塊，變的很脆，粉末狀。





圖一：矽孔雀石標本之高溫實驗的照片。



圖二：矽孔雀石標本之高溫實驗的拉曼光譜。

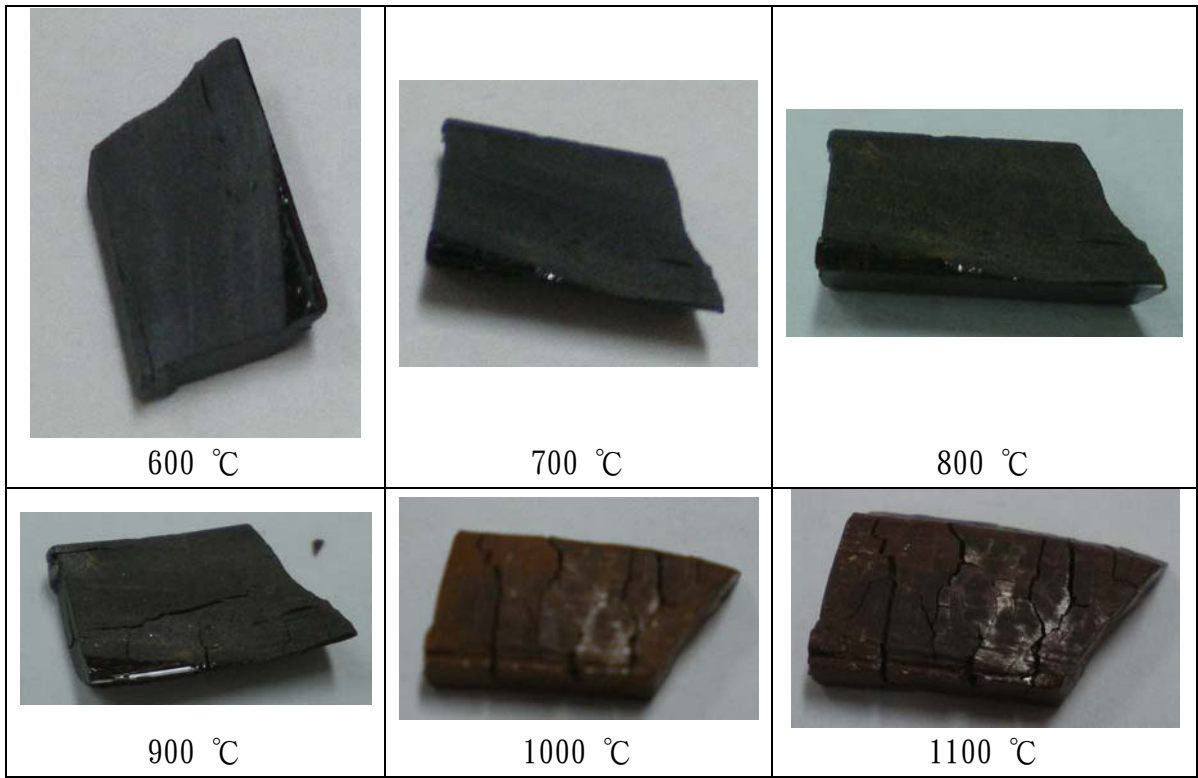
## 2. 電氣石-

電氣石原為黑色，經加熱至 800°C 後，開始出現變化，表面浮出棕色條紋，像一層薄膜附於其上(圖三)。同時也於拉曼光譜中觀察到結晶水振動模的改變(圖四)。加溫至 1000°C 時，已偵測不到結晶水訊號且標本產生裂痕，表示電氣石於此溫度已達到完全脫水。

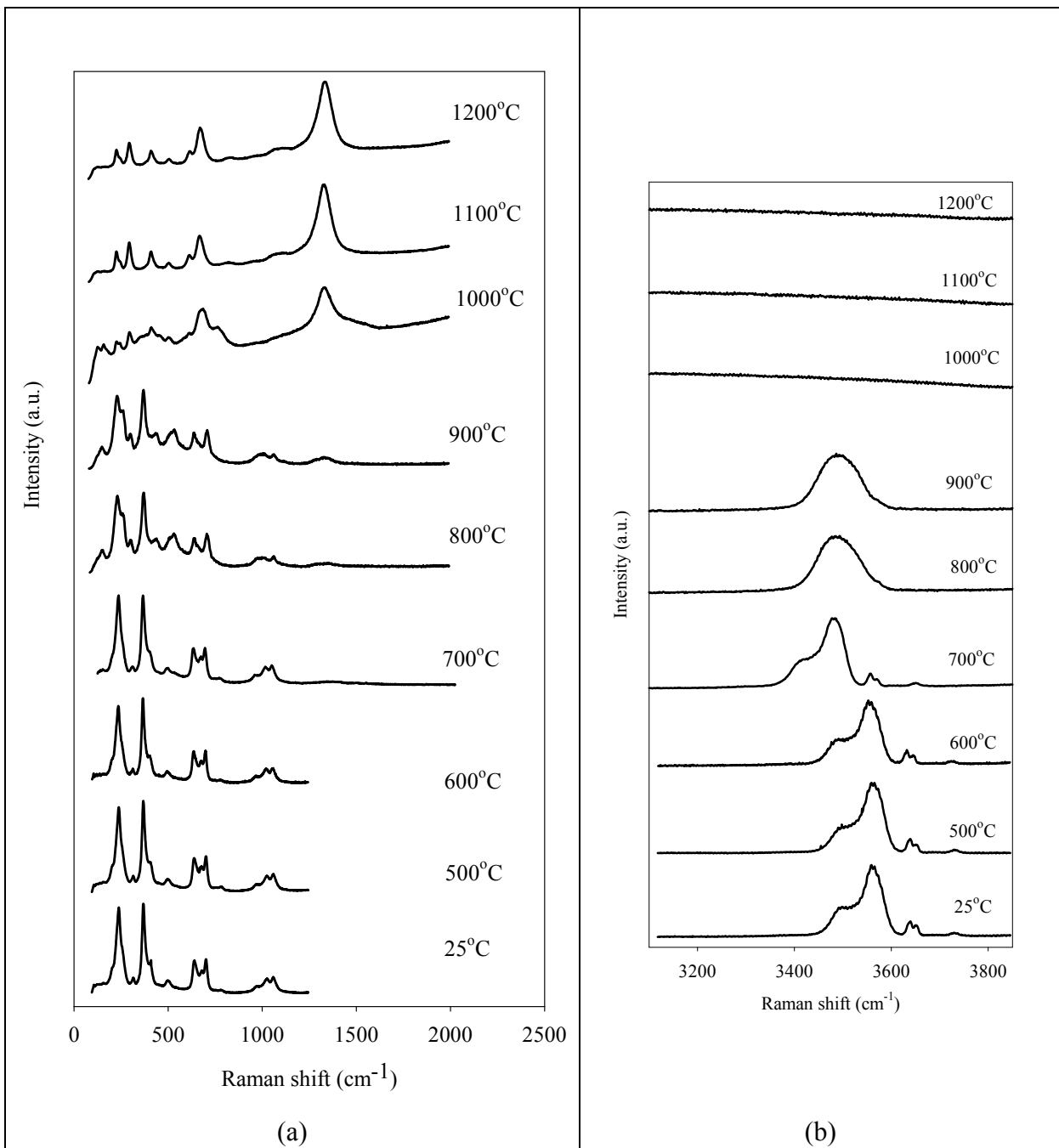
## 3. 黃玉髓-

本實驗用之黃玉髓標本，常溫常壓下為黃棕色。加溫至 600°C 時，顏色轉為紅棕色，700°C 後開始出現裂痕且標本邊緣漸漸變為乳白色(圖五)，然而拉曼光譜並無明顯變化，直至 1200°C 時由拉曼光譜發現，黃玉髓標本已相變至另一種鱗石英(tridymite)礦物相。

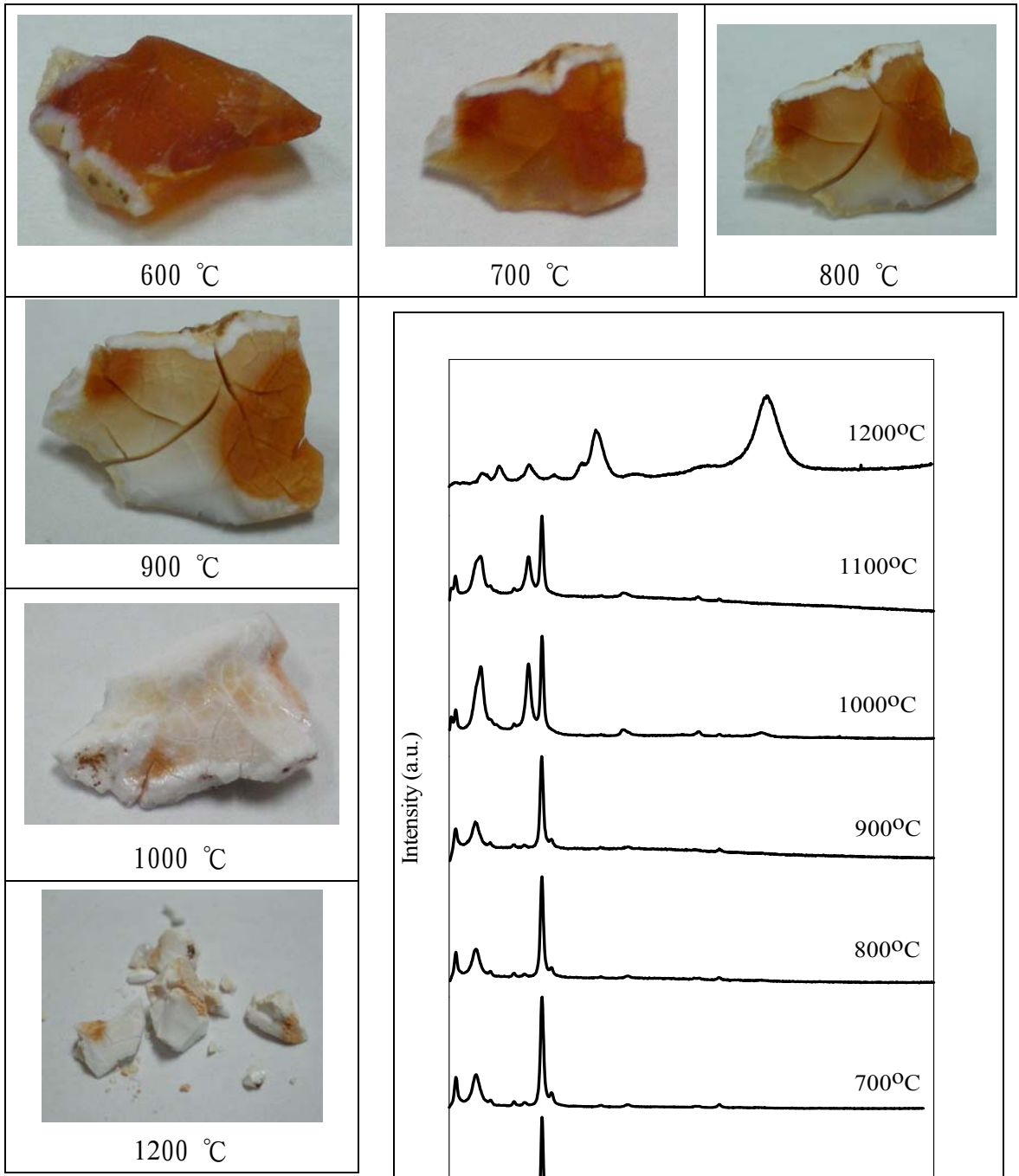




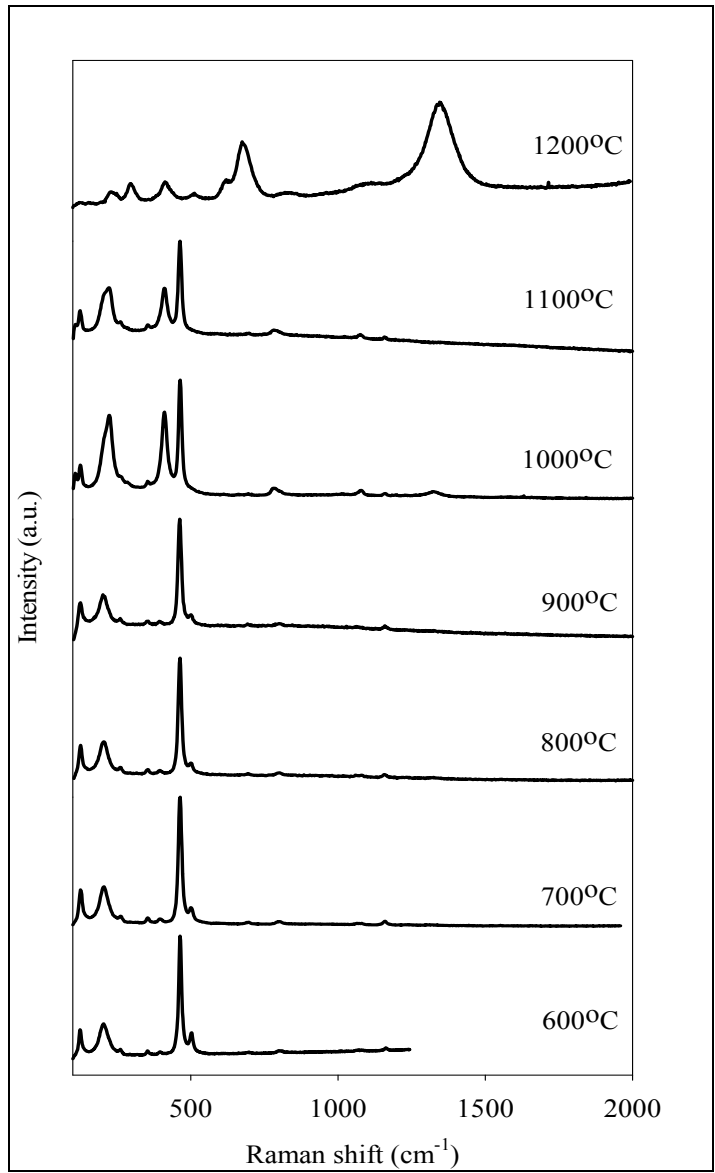
圖三：電氣石標本之高溫實驗的照片。



圖四：电气石標本之高溫實驗的拉曼光譜(a)為低頻譜 (b)為高頻譜，  
由高頻譜可知电气石 1000°C時，已達到完全脫水。



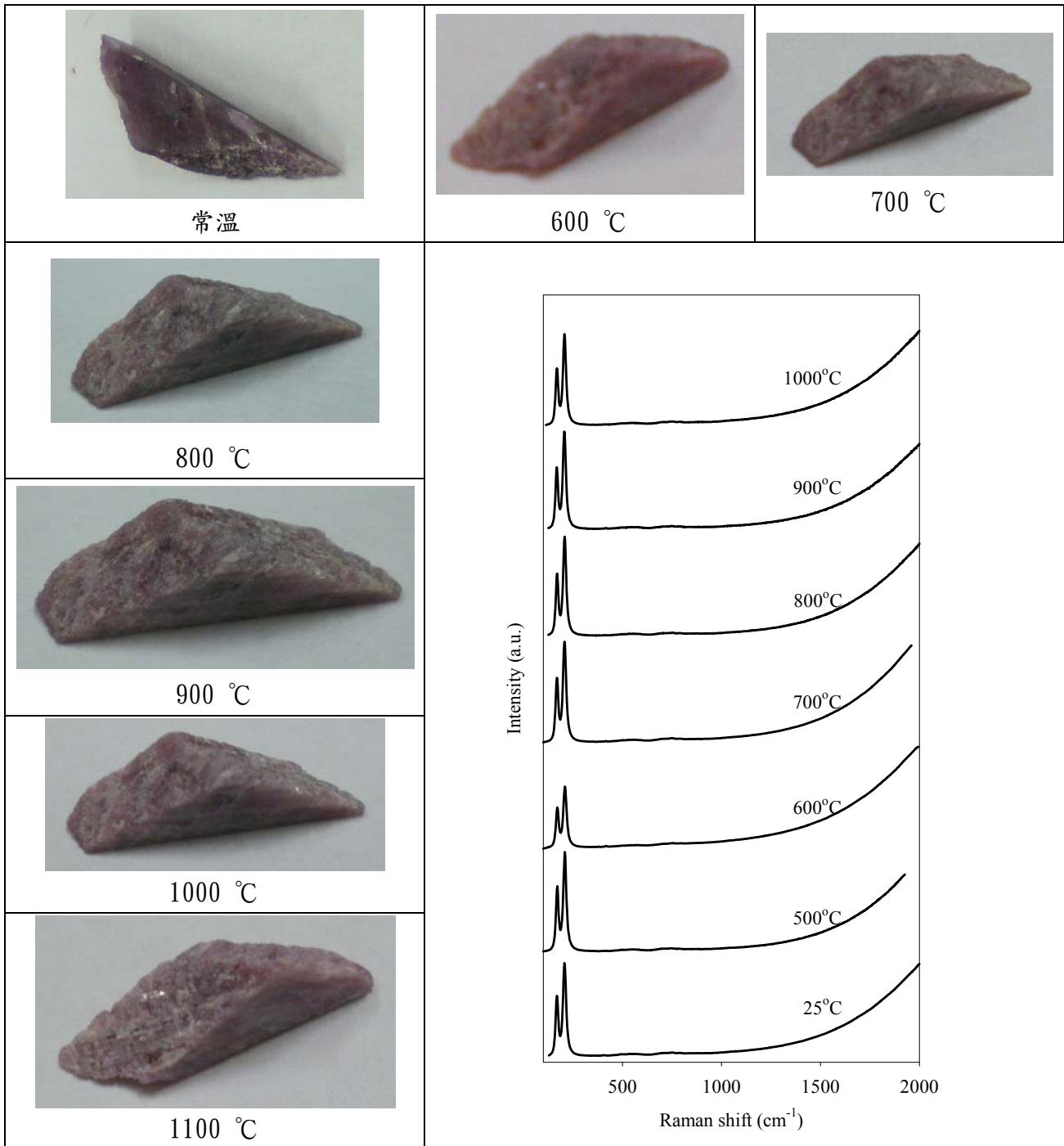
圖五：黃玉髓標本之高溫實驗的照片。



圖六：黃玉髓標本之標本之高溫實驗的拉曼光譜。

#### 4. 紅寶石-

紅寶石高溫實驗，發現由原本的暗紅紫色，隨溫度增高至 600°C 後顏色愈淡。拉曼光譜也無明顯變化。



圖七：紅寶石標本之高溫實驗的照片。

圖八：紅寶石標本之標本之高溫實驗的拉曼光譜。



## [第四子計畫]

### 執行重點：寶石物性基礎檢測與古玉器質地光譜分析

#### A. 寶石物性基礎檢測

全球資訊化作業系統逐漸普及，雲端與專家系統已是未來資訊發展趨勢，各種資訊化資料服務將提供更為廣大群眾使用，並使珠寶商業市場蓬勃發展。有鑒於珠寶產業的龐大商機，而珠寶材料與市場之區分明顯，材料價格差距很大。市場價格混亂與又存在真偽貨品充斥，國內部分商品雖有國際上流通證卡(如GIA等)但充其量只是九牛一毛，加上人為鑑別上又有其差異與困難，致使國內珠寶產業在交易流通時糾紛不斷，無法蓬勃發展。為避免不肖業者魚目混珠欺騙消費者，設立台灣地區珠寶鑑定與辨識雲端專家系統，建立產品標準化與規格化刻不容緩，以高階檢測儀器與標準化實驗之數據建立一套完整珠寶材料資料庫與鑑識系統，為國內珠寶材料標準化之首當之務。

基於上述研究背景與研究動機，為提升國內珠寶產業相關產品競爭力，建立認證珠寶產品的規格化與標準化為當首要務，而其基礎就在於國內必須有一套完整的珠寶材料或商品的身分鑑定與識別雲端架構，將收集所有市面流通之珠寶相關商品的材料之物理與化學特徵為比對基礎資料，其次並對進入本系統之珠寶物品經建定與識別後編定識別序號。所有資訊與數據透過雲端專家資料庫的系統以營運作業模式與珠寶業者以及訓練單位提供服務。其資料庫籌建應涵蓋所有珠寶(天然與人工、優化寶石等)與貴金屬材料，整個系統架構稱為珠寶鑑定與識別雲端專家作業系統，如圖2。目的在於重整國內珠寶市場秩序，擴大珠寶市場交易流通。其中心運作模式為國內珠寶相關產業與學校、投資客個人結合提供服務，任何貴重珠寶相關商品經登錄進入本系統後，均能經由系統資料庫數據比對或鑑識後，由本系統統一認證編號建檔，經認證編碼有序號之商品均可於國內、外市場流通，並提供商品諮詢與品保機制。

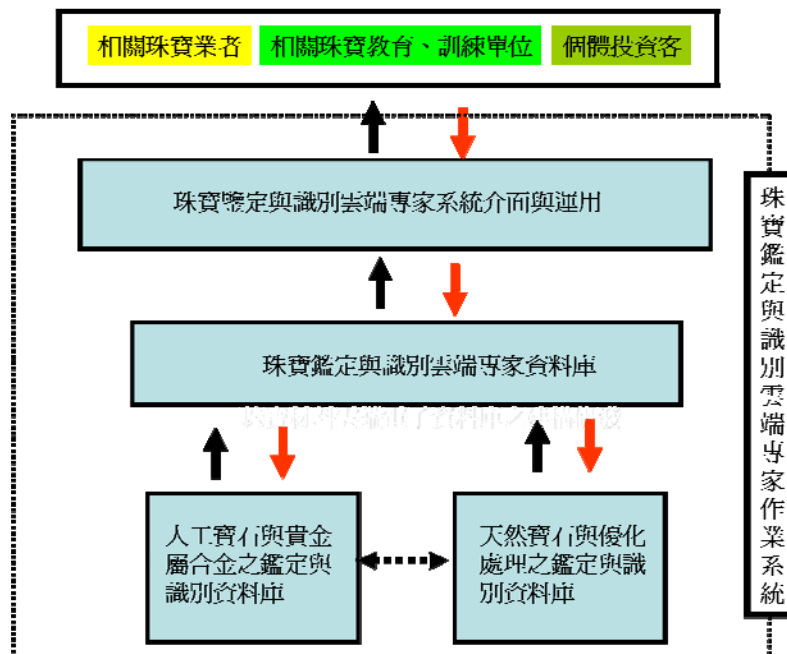






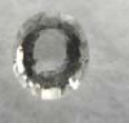



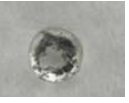



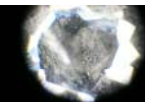







圖 2 珠寶鑑定與識別雲端專家系統架構，以本總計劃下涵蓋四個子系統組成：第一為雲端專家資料庫系統與外界溝通、服務之營運操作系統，第二為雲端資料庫整合系統，整合旗下第三與第四所有珠寶資料庫與建檔編力序號控管系統。

有色寶石檢測樣本共 95 顆，初步以執行寶石內含物特徵為主

	名稱	顏色	形狀	比重	折射率	光學性質	內含物		
11	天然藍色鋯石	淡藍色	橢圓形	4.6	1.92	DR	無		
12	海藍寶石	淡藍色	橢圓形	2.7	1.57-1.585	DR	無		
13	海藍寶石	淡藍色	圓形	2.7	1.57-1.585	DR	固體包裹體		
14	天然藍色鋯石	淺藍色	橢圓形	4.6	1.92	DR	無		
15	藍色綠柱石	淺藍綠色	矩形	2.7	1.57-1.585	DR	無		
16	海藍寶石	透明無色	橢圓形	2.7	1.57-1.585	DR	針狀物		
17	無色黃玉	透明無色	圓形	3.5	1.61-1.62	DR	液體包裹體		
18	水晶	透明無色	圓形	2.65	1.54-1.55	DR	液體包裹體		
19	白色拓帕石	透明無色	橢圓形	3.5	1.61-1.62	DR	無		
110	無色黃玉	透明無色	橢圓形	3.5	1.61-1.62	DR	液體包裹體		
111	無色剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.77	DR	無		
112	水晶	透明無色	方形	2.65	1.54-1.55	DR	無		
113	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.77	DR	液體包裹體		
114	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.77	DR	無		

115	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.77	DR	固體包裹體		
116	藍色月光石	透明無色	橢圓形	2.7	1.55-1.56	DR	短針狀物		
117	水晶	透明無色	橢圓形	2.65	1.54-1.55	DR	短針狀物 液包體		
118	藍色月光石	透明無色	橢圓形	2.7	1.55-1.56	DR	短針狀物、藍色暈彩		
119	透明剛玉	透明無色	圓形	4	1.76-1.77	DR	固體包裹體		
120	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.69	DR	固體包裹體		
121	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.69	DR	無		
122	透明剛玉	透明無色	方形	4	1.76-1.77	DR	無		
123	透輝石	淺綠色	橢圓形	3.3	1.67-1.72	DR	液體包裹體		
124	彩色剛玉	黃綠色	橢圓形	4	1.76-1.769	DR	液體包裹體		

	名稱	顏色	形狀	比重	折射率	光學性質	內含物		
21	紫色CZ	紫色	矩形	5.7	2.18	DR	無		
22	紫水晶	紫色	橢圓形	2.6	1.54-1.55	DR	指紋狀物		
23	紫水晶	淡紫色	矩形	2.6	1.54-1.56	DR	無		
24	天然紅寶石	棕紅色	橢圓形	4	1.76-1.769	DR	解理		
25	粉色托帕石	粉紅色	三角形	3.5	1.61-1.62	DR	none		
26	粉晶	淡粉紅色	矩形	2.6	1.54-1.55	DR	短針狀物		
27	兔毛髮晶	淺橘色	矩形	2.6	1.54-1.57	DR	短針狀物		
28	火蛋白石	橘色	橢圓形	2	1.37	SR	無		
29	髮晶	棕色	矩形	2.6	1.54-1.55	DR	束狀針狀物		
210	髮晶	淡棕色	矩形	2.6	1.54-1.56	DR	固包體 針狀物		
211	黃色CZ	黃色	圓形	5.7	2.18	SR	無		
212	綠色CZ	黃綠色	方形	5.7	2.18	SR	無		
213	葡萄石	淡綠色	矩形	2.9	1.61-1.64	DR	解理		
214	綠色髮晶	淺灰色	矩形	2.6	1.54-1.55	DR	液包體 綠絲狀物		
215	藍色CZ	藍色	心形	5.7	2.18	SR	無		



本檢測資料共計 96 筆，將建置於雲端資料庫內。作為標準比對樣品，並持續建立光譜數據於資料庫內，俾利資料庫之完整。

## B. 古玉器檢測分析

古玉器的鑑定是一門非常專業、非常嚴謹的學問。鑑別古代玉器，分為兩個層面，一是對材料質地的鑑別，二是對製造年代的鑑別。

專業人士鑑定多從斷代開始，有所謂五看：一看器形，二看紋飾，三看琢治特點，四看玉質，五看沁色[1]。事實上斷代難度極大，其原因在於製造玉器所用材料為礦物，用化學或物理方法，檢測出的是礦物的成分或生成年代，而不是器物雕琢成型的年代，此外仿古玉、贗品製造歷史長，方法多，技藝精湛，難分真偽[2]。

本論文進行古玉器材料質地的鑑別研究，「玉」的定義可分為廣義與狹義，廣義的「玉」，依據東漢許慎《說文解字》的說法是「石之美者」，即漂亮的石頭就是玉。但漂亮的標準因人而異，根據古墓出土的「玉」至少超過二十幾種礦物，有角閃石族的閃玉，蛇紋石族的岫玉、石英、綠松石、葉臘石等，甚至能找到由岩石構成的古玉，例如北京故宮的漢白玉就是大理岩。狹義的「玉」，指的就是「真玉」，清朝乾隆之前，「真玉」僅指角閃石玉，俗稱軟玉，但近代西方礦物學東傳以後，輝石族中含鈉的輝玉也被認定是真玉，俗稱硬玉。以礦物學而言，軟玉屬於雙鏈狀矽酸鹽類，是角閃石族中的鈣鎂矽酸鹽，所以軟玉又稱為角閃玉或閃玉。而硬玉屬於單鏈狀矽酸鹽類是輝石族中的鈉鋁矽酸鹽，所以硬玉又稱為輝石玉或輝玉。輝玉有著隱約的水晶結構，具有玻璃的光澤，清澈瑩潔，相較之下，角閃玉的色澤比較接近於油蠟的凝脂美[3-4]。由於斷代難，因此鑑別古代玉器，先從第一個層面開始，對古代玉器材料質地進行鑑別。

本論文利用有系統的科學分析方法，使用拉曼光譜及 X 光粉末繞射分析法(XRD) [4]，進行市售 10 件古玉器材質分析及成分鑑定。

### 1.材料與方法

#### 1.1 樣品準備與鑑別

本研究選取十件購自台北建國玉市的古器物作為研究樣品(如照片一至照片十)，根據玉器樣品的紋飾及器形，分析、從玉器的品種、玉質、形制、雕工、紋飾及工藝等特徵，進行初步的鑑別[5-8]。



照片一 樣品 1 古蟬



照片二 樣品 2 飾龍胎圭



照片三 樣品 3 雕龍佩飾



照片四 樣品 4 龍形袖飾舞人



照片五 樣品 5 龍鈕印



照片六 樣品 6 胖 C 型龍



照片七 樣品 7 瘦 C 型龍



照片八 樣品 8 岩壁



## 1.2 阿基米德原理測定比重

阿基米德原理：浸在流體中的物體（全部或部分）受到向上的浮力，其大小等於物體所排開流體的重量。其公式為

$$F \text{ 浮力} = G \text{ 排開液體。}$$

浸在靜止流體中的物體受到流體作用的合力，等於該物體排出的流體重，方向垂直向上，這個合力稱為浮力。古希臘學者阿基米德首先提出這一原理，並用它來確定王冠上的金銀含量。 **比重值 = 質量/體積 (比重 = 物質密度/4 度 C 水的密度 = 質量/體積)**

## 1.3 拉曼光譜儀之測定及分析

本論文使用國立屏東教育大學應用物理系拉曼光譜儀，進行古玉器樣品之測定與分析。拉曼光譜儀與紅外光吸收光譜原理類似，均與物質中原子與分子的振動有關。例如以造岩礦物中常見矽氧四面體，根據晶格動力學的群論計算，瞭解矽氧鍵結的振動情況。

當頻率為  $u_0$  的單色光進入物質內部，大部份散射光的頻率與入射光  $u_0$  同。乃處於基態的分子或原子被激發到不穩定位態，再由不穩定位態返回基態的過程，稱為瑞利散射(Rayleigh scatter)，屬於一種彈性散射。如果處於基態的分子或原子被激發到不穩定位態，再由不穩定位態返回第一位態而非基態，是一種光在物質中產生的非彈性散射現象，此時散射光之能量( $u_0 - \Delta u_1$ )低於入射光之能量，稱為斯托克斯線(Stokes line)；有時亦有可能產生其它位態的斯托克斯線。此為 1928 年印度物理學家拉曼(C.V. Raman)首先在液體介質中觀察到此一效應，稱為拉曼效應，也因此而獲得 1930 年諾貝爾獎[3-4]。

## 1.4 X 光粉末繞射分析法(X-ray Diffraction ; XRD)











本論文使用國立屏東教育大學應用物理系 X 光粉末繞射儀，進行古玉器樣品 X 光粉末繞射分析。使用 X 光粉末繞射分析法(X-ray Diffraction ; XRD)進行礦石化學組成份之測定及分析，首先將古玉磨成粉末，透過 X 光繞射，測得礦物結構因子(d 值)之後，將所得 d 值與國際繞射資料中心(International Center for Diffraction Data ; ICDD)出版之粉晶繞射圖譜資料庫比對。

## 2. 古玉檢測分析

### 2.1 運用阿基米德原理測定十種樣品之比重值，結果如下表一：

表一、十種樣品之比重值測定與計算結果

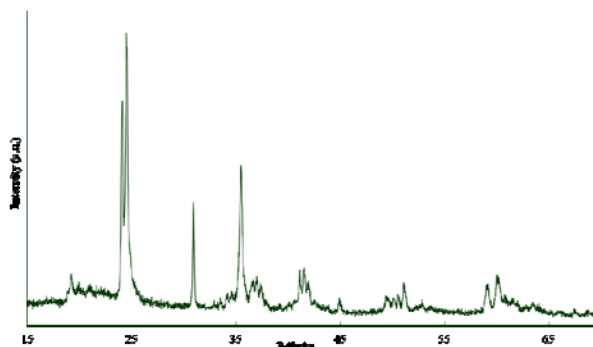
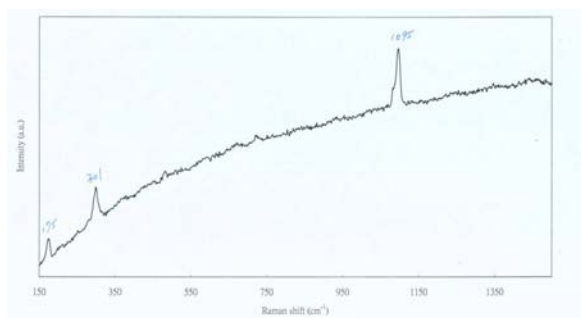
樣品	質量(g)	同體積水重(g) (n=3)	比重值 Mean ± S.D.

1		2100	740.1; 729.8; 736.6	2.86±0.02
2		400	134.0; 137.1; 133.0	2.97±0.05
3		42	15.6 ; 14.9 ; 16.2	2.70±0.12
4		1200	364.7; 370.0; 374.4	3.25±0.04
5		185	72.2 ; 71.9 ; 74.1	2.54±0.04
6		45	15.2 ; 14.4 ; 13.8	3.12±0.15
7		39.6	12.2 ; 12.4 ; 11.9	3.26±0.07
8		390	125.8; 120.0; 116.3	3.23±0.10
9		1020	325.9; 314.3; 310.4	3.22±0.08
10		550	170.3; 182.4; 175.4	3.13±0.11

其中樣品 2、4、6、7、8、9、10 等七個樣品，比重值大於 2.90，樣品 1、3、5，比重值小於 2.90。初步勘驗比重值大於 2.90 的樣品，可能為閃玉，而比重值小於 2.90 者，則為其他種類玉石。

## 2.2 十種樣品之拉曼光譜與 XRD 分析圖，如下圖一至十。

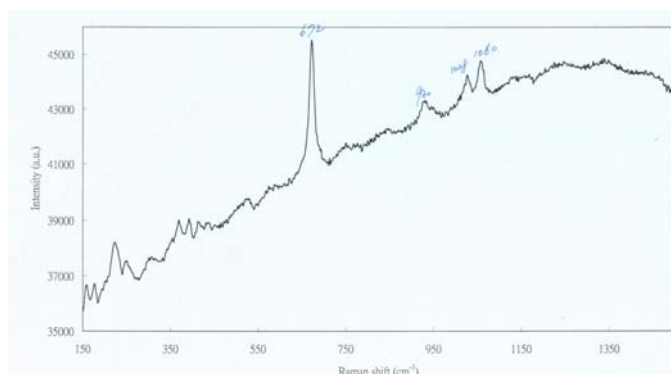
2.2.1 樣品 1：古蟬，拉曼光譜分析結果為白雲石(Dolomite)；XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為白雲石(Dolomite)礦物 (如圖一)。





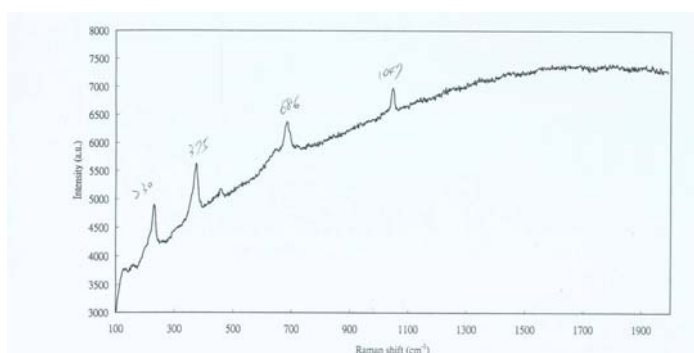
圖一 樣品 1 之拉曼光譜與 X 光粉末繞射分析圖

2.2.2 樣品 2：飾龍胎圭，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；未使用 XRD 粉末繞射分析（如圖二）。



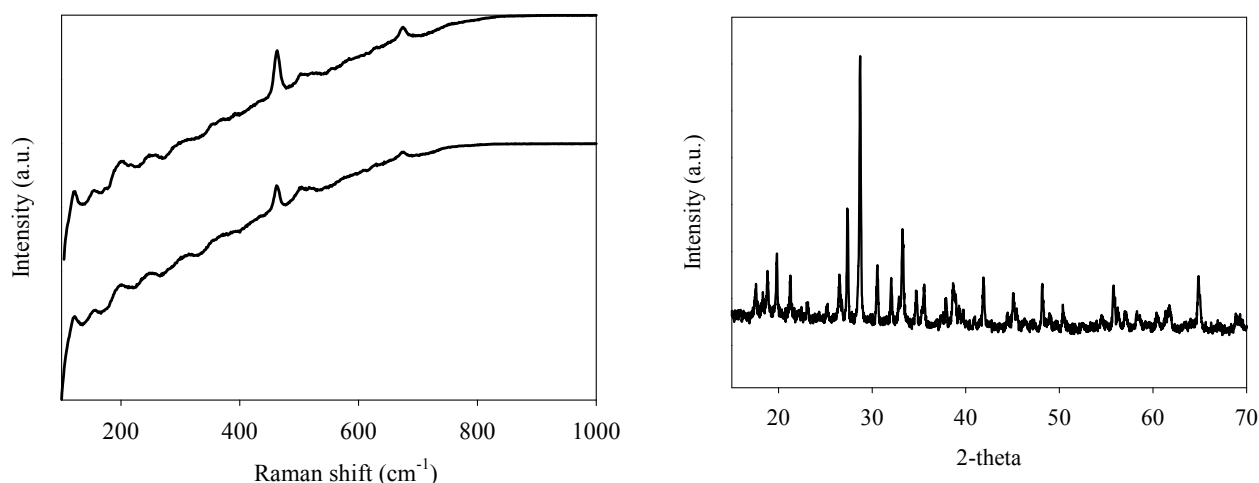
圖二 樣品 2 之拉曼光譜分析圖

2.2.3 樣品 3：雕龍佩飾，拉曼光譜分析結果為蛇紋石(Serpentine)；未使用 XRD 粉末繞射分析（如圖三）。



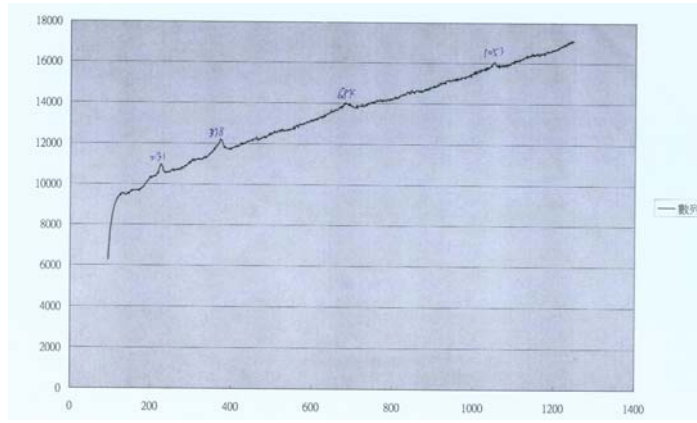
圖三 樣品 3 之拉曼光譜分析圖

2.2.4 樣品 4：龍形袖飾舞人，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為閃玉(Nephrite)礦物（如圖四）。



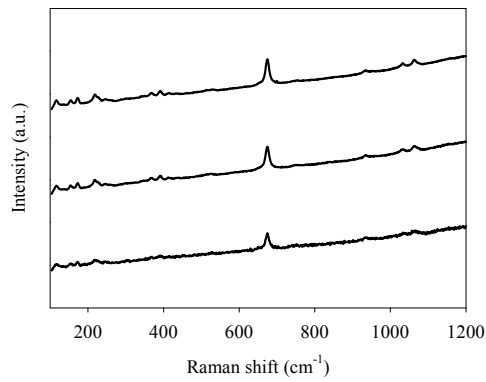
圖四 樣品 4 之拉曼光譜與 X 光粉末繞射分析圖

2.2.5 樣品 5：龍鈕印，拉曼光譜分析結果為蛇紋石(Serpentine)；未使用 XRD 粉末繞射分析（如圖五）。



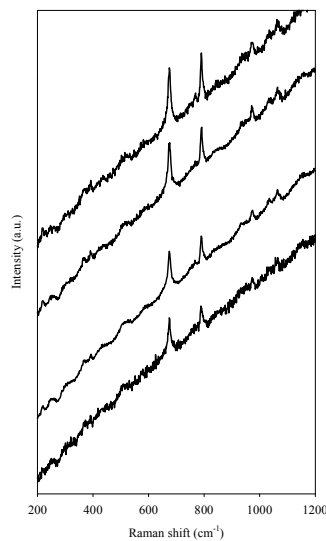
圖五 樣品 5 之拉曼光譜分析圖

2.2.6 樣品 6：胖 C 型龍，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；未使用 XRD 粉末繞射分析 (如圖六)。



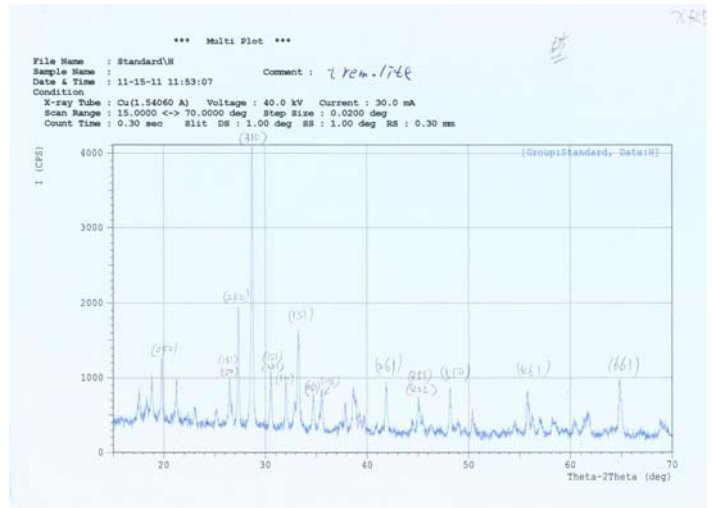
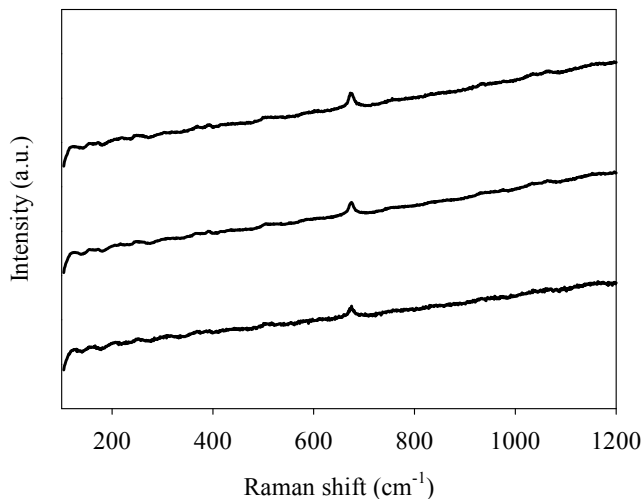
圖六 樣品 6 之拉曼光譜分析圖

2.2.7 樣品 7：瘦 C 型龍，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；未使用 XRD 粉末繞射分析 (如圖七)。



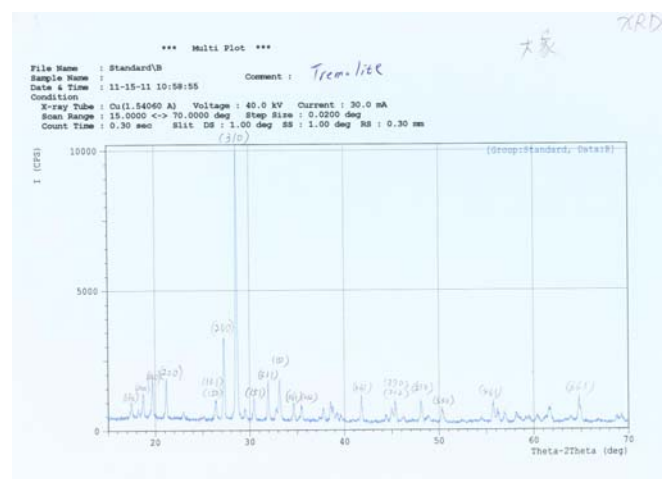
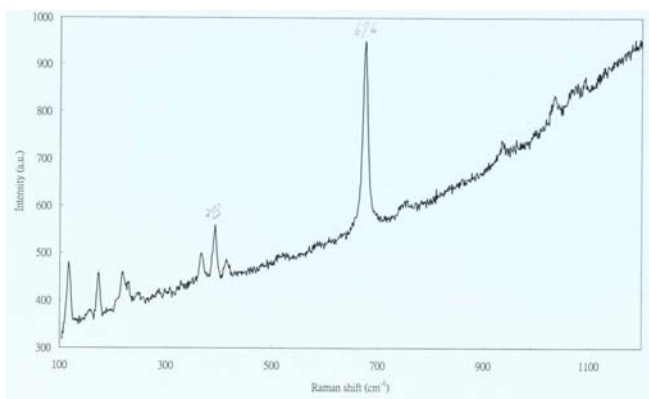
圖七 樣品 7 之拉曼光譜分析圖

2.2.8 樣品 8：岩壁，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為閃玉(Nephrite)礦物 (如圖八)。



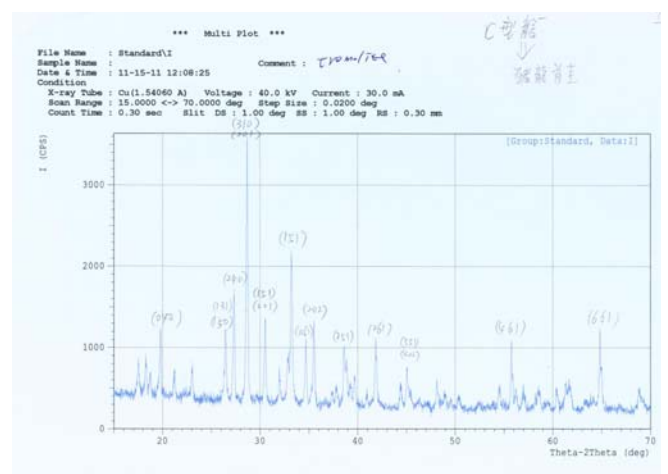
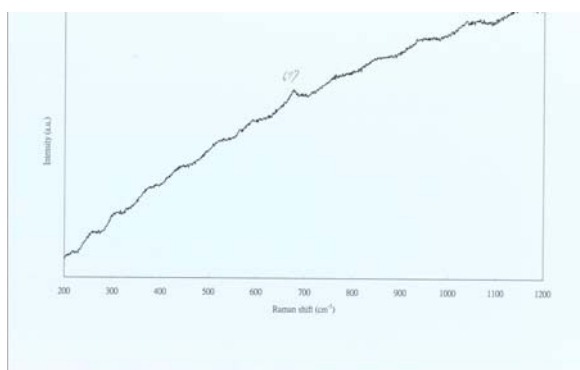
圖八 樣品 8 之拉曼光譜與 X 光粉末繞射分析圖

3.2.9 樣品 9：雙象形器，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為閃玉(Nephrite)礦物 (如圖九)。



圖九 樣品 9 之拉曼光譜與 X 光粉末繞射分析圖

3.2.10 樣品 10：龍首圭，拉曼光譜分析結果為閃玉(Nephrite)；XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為閃玉(Nephrite)礦物 (如圖十)。



圖十 樣品 10 之拉曼光譜與 X 光粉末繞射分析圖

### 3.分析結果

- a.以阿基米德原理測定比重，結果顯示：樣品分為兩類，樣品 2（飾龍胎圭）、4（龍形袖飾舞人）、6（胖 C 型龍）、7（瘦 C 型龍）、8（岩壁）、9（雙象形器）及 10（龍首圭）比重高於 2.9；樣品 1（古蟬）、3（雕龍佩飾）、5（龍鈕印）屬於比重低於 2.9。
- b.屬於比重低於 2.9 的樣品 1（古蟬），拉曼光譜分析結果為白雲石(Dolomite)，XRD 粉末繞射測定結果，比對 ICDD 資料庫證實為白雲石(Dolomite)礦物；樣品 3（雕龍佩飾）及樣品 5（龍鈕印）拉曼光譜分析結果為蛇紋石(Serpentine)。
- c.屬於比重高於 2.9 的樣品 2、4、6、7、8、9 及 10，X-ray 繞射與拉曼光譜結果，顯示均為閃玉，X-ray 繞射與拉曼光譜結果是吻合的。證實比重的代表意義可做為初步鑑別，至於高階珠寶鑑識儀器 X-ray 粉末繞射與拉曼光譜，可做為進一步的鑑別，特別是拉曼光譜，屬於非破壞性檢測，對於古文物及古玉器是非常重要的。
- d.本次初步進行 X-ray 粉末繞射與拉曼光譜在古玉器鑑定原理與範例之探討，顯示具有重大意義。

## 陸、參考文獻：

### [第一子計畫]

- [1] 賴泰安, 寶石內含物鑑定學, 1900, 賴泰安寶石顧問有限公司, ISBN: 9579943907.
- [2] Gonzalez, Rafael C., Woods, Richard E. 2002. Digital Image Processing. Second Edition, Prentice-Hall.
- [3] Yang X., Toh P. S., 1995, "Adaptive Fuzzy Multilevel Median Filter," IEEE Trans. On Image Processing, Vol. 4(5), pp.680-682.
- [4] Zimmermann H. J., Fuzzy Set Theory and Its Applications, Kluwer Academic Pub., New York, 1991.
- [5] Ostu N., 1978, "A Threshold Selection Method Form Gray Level Histogram," IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics, SMC-8, pp. 62-66.
- [6] He, L., Chao, Y., Suzuki, K., Wu, K., 2009, Fast Connected-component Labeling, Pattern Recognition, Vol. 42, pp. 1977-1987.
- [7] Ozdemir, D., Akarun, L., 2002, A Fuzzy Algorithm for Color Quantization of Images, Pattern Recogn. Vol. 35, pp.1785-1791.
- [8] Lu, C.-P., Chuang, M.-H., Yeh, T.-H., 2012, Urine Color Automatic Identification Device Based on Microcontroller Framework and Color Quantization Algorithm, Machine Vision and Applications, (Accepted)

### [第二子計畫]

#### 中文文獻

- [1] 張雅芳, 周宗毅, 漫步雲端, 嶄新未來, 2010.
- [2] 經濟部商業司, 電子商務答客問, 經濟部出版, 2000
- [3] 余千智, 電子商務中的消費者導向決策支援, 第二屆資訊管理發展研討會論文, 台北, pp. 1-8, 1999.
- [4] 劉文良, 電子商務與網路行銷, 棋峰資訊, 2005.
- [5] 余朝權, 林聰武, 王政忠, 網路行銷類別與時機之初步分析, 1997年企業管理國際研討會, 1997.
- [6] 周冠中, 林佩璇, 陳世偉, 建構企業網路與網路行銷應用, 博碩文化股份有限公司, 1999.
- [7] 羅家德, EC大潮: 電子商務趨勢, 社會科學文獻出版社, 2001.
- [8] 林蓬榮, 滿足顧客新思維, 客製化策略行得通, 管理雜誌 341 期, 第45-48頁, 2002.
- [9] 林仲威, 我國金融從業人員對金融證照認知之研究—以理財規劃人員專業能力測驗為例, 實踐大學企業管理研究所碩士論文, 2003.
- [10] 莊靜宜, 資訊職業訓練對社會地位取得之影響: 以資訊軟體人才培訓專案受訓者為例, 資訊社會研究 (2), 頁59-92, 2002.
- [11] 林博文, 徐志明, 如何培養國際化知識創新能耐, 科技發展政策報導 SR9009, 頁680~688, 2001.
- [12] 康自立, 陳俊源, 施能仁, 鍾瑞國, 商業性服務業拓展技能檢定之可行性及技能檢定實施方式與職業證照制度推動程序, 勞工委員會職業訓練局委託研究報告, 1995.
- [13] 胡瑕玉, 加強技能檢定建立技術士職業證照實施計畫之剖析與實踐, 中國勞工, 910期, 頁16-18, 1992.
- [14] 康龍魁, 追求另一張技職文憑: 淺談商業類職業證照制度之現況與展望, 技術及職業教育雙月刊, 第十七期, 頁13, 1993.
- [15] 簡建忠, 正視人力資源的意義與價值, 人力發展月刊, 第三十九期, 1997.
- [16] 林宜宏, 台灣省技能檢定實務工作及其困境探討, 勞工之友, 580期, 頁20-22, 1999.
- [17] 徐明輝, 我國技能檢定制度改革之研究, 國立暨南國際大學教育政策與行政研究所碩士論文,



2002.

- [18] 吳亮錦,珠寶的知覺價值與購買意願之研究-以台灣珠寶業之例,中國科學技術大學,P.74 ,2006
- [19] 吳亮錦,傅利葉紅外光譜鑑定寶石之初步研究,國立成功大學地球科學系(碩士在職專班)碩士論文,2009.
- [20] 洪榮昭,E-learning 的發展與運用,臺灣教育,2-10 頁,2005.
- [21] 教育部,大專院校網路學習發展現況,教育部網路學習推動員會大專院校組 90 年 12 月訪視報告摘錄,2001.
- [22] 葉平、鄭大慶、胡師賢,自由軟體總藍圖,軟體自由協會,2001 年 8 月14 日.
- [23] 薛理桂,專家系統在圖書館的應用,國立中央圖書館台灣分館館訊,5 期,頁 10,1991.
- [24] 曾繁綱,專家系統淺論,李德竹編著,資訊科學與技術專題論輯,文華書館管理,頁289,1997.

#### 英文文獻

- [25] Kalakota, R., Whinston, A., "Electronic Commerce: A Manager's Guide", Reading, MA, Addison-Wesley, 1997.
- [26] Hoffman, D.L. and Novak, T.P., "Marketing in Hypermedia Computer Mediated Environments; Conceptual Foundations", Journal of Marketing, Vol.60, p50-p68, 1995.
- [27] Hoffman, D.L., Novak, T.P., & Chatterjee, P., "Commercial Scenarios for the Web: Opportunities and Challenges", Journal of Computer-Mediated Communication, No. 3, Vol. 3, 1995.
- [28] Andersen, D.G., "The journey toward professionalism: Accreditation, licensure, and certification", National Forum, 73(4), pp. 11-14, 1993.
- [29] Sprinthall, N.A., Reiman, A.J., & Thies\_Sprinthall, L., "Teacher Professional Development", In J. Sikula (Ed.), Handbook of Research on teacher education. New York, NY, pp.666-703, 1996.
- [30] Collis, R., "The Credential Society: An Historical Sociology of Education and Stratification", New York, Academic Press, 1979.
- [31] Friedman M., "Occupational licensure, Capitalism and Freedom", pp.137-149, 1982.
- [32] Ryan, S., "Is Online Learning Right for You?" American Agent & Broker, 73(6), pp. 54-58, June 2001.
- [33] Hall, B., "E-Learning Across the Enterprise", E-Learning, 27-34, 2000.
- [34] Adams, G.L., "Why Interactive?" Multimedia & Videodisc Monitor, 10(20), March 1992.
- [35] Chute, A.B., Thompson, M.M. & Hancock, B.W., "The handbook of distance learning", NY:McGraw-Hill, 1999.
- [36] Bielawski, Larry.; Metcalf, David. "Blended E-learning : Integrating Knowledge, Performance, Support, and Online Learning" Amherst, Mass HRD Press, 2003.
- [37] Ralph Alberico and Mary Micco, "Expert Systems for Reference and Information Retrieval", London: Meckler, pp. 23-25, 1990.
- [38] Beverly K. Duval and Linda Main, "Expert Systems: What is an Expert System?" Library Software Review, Vol. 13, No. 1, pp46, Spring 1994.
- [39] Susan B. Ardis, "What is an expert system?", Online Vol. 14, pp61, March 1990.
- [40] Frederick Hayes-Roth, "Knowledge Systems: An Introduction", Library Hi Tech., Vol. 10, No. 1-2, pp. 15-16, 1992.
- [41] Anne Morris, "The Application of Expert Systems in Libraries and Information Centres", London: Bowker-Saur, pp. 10-11, 1992.

#### 網路資源

- [42] 資料來源：[http://trac.nchc.org.tw/attachment/wiki/jazz/10-06-02\\_The\\_trend\\_of\\_Cloud\\_Computing\\_and\\_Virtualization.pdf](http://trac.nchc.org.tw/attachment/wiki/jazz/10-06-02_The_trend_of_Cloud_Computing_and_Virtualization.pdf)
- [43] 資料來源：<http://technorati.com/technology/cloud-computing/article/cloud-computing-to-grow-1200-by/>
- [44] 資料來源：[http://files.dotblogs.com.tw/jimmyyu/0912/CloudComputing\\_12C12/](http://files.dotblogs.com.tw/jimmyyu/0912/CloudComputing_12C12/)
- [45] Livingstone, D.W., Beyond Human Capital Theory: The Underemployment Problem, 2000. (資料來源：<http://www.oise.utoronto.ca/~dlivingstone/beyondhc/>)
- [46] 陳鈺婷報導 2007/02/06 建立職能標準及認證制度是就業市場新趨勢, 資料來源：[http://media.career.com.tw/epaper/eneews/center\\_news.asp?no3=29819&page=1&keyword=證照&mpage=1&bpage=1](http://media.career.com.tw/epaper/eneews/center_news.asp?no3=29819&page=1&keyword=證照&mpage=1&bpage=1).

- [47] Hall, "FAQs About E-Learning", accessed August 15, 2003. 資料來源：  
<http://www.brandonhall.com/public/faqs2/faqs2.htm>.
- [48] 蔡德祿, "淺談 e-Learning 與 SCORM 標準", 2003 年, 資訊與電腦, 276, accessed June 16, 2005,  
 資料來源：[http://www.iii.org.tw/ICmagazine/cs\\_276/cs\\_276\\_1.htm](http://www.iii.org.tw/ICmagazine/cs_276/cs_276_1.htm).
- [49] [http://elearning.uline.net/guestbook/dir\\_show.asp?File=451&mana=0&page=6&area=1](http://elearning.uline.net/guestbook/dir_show.asp?File=451&mana=0&page=6&area=1)
- [50] 資料來源：SCORM 1.2 手冊
- [51] 資料來源：Martin, Moodle document, 2003, <http://moodle.org/doc/>
- [52] 李友專, 醫學診斷專家系統, 資料來源：[http://li.tmc.edu.tw/Diag\\_Dec\\_Supp/mdss.htm](http://li.tmc.edu.tw/Diag_Dec_Supp/mdss.htm), 1998.
- [53] 劉昭復, 蔡昌均, 蔡定谷, 專家系統發展簡史, 資料來源：<http://cindy.cis.nctu.edu.tw/AI/ai3/es2.html>, 1998.
- [54] 資料來源：<http://technoshf.blogspot.com/2011/04/about-databases.html>
- [55] 資料來源：<http://www.runpc.com.tw/content/content.aspx?id=105324>

### [第三子計畫]

- [1] 周國平主編. 寶石學. 中國地質大學出版社. 1989
- [2] 李姪莉、薛秦芳編著. 寶石學基礎教程. 地質出版社 2002年 (第2版)
- [3] 陳鐘惠等譯. 英國寶石協會《寶石學鑽石教程》. 中國地質大學. 1999
- [4] Emmanuel Fritsch and Benjamin Rondeau, "Gemology: The Developing science of gems", *J. elements* 5, (2009).
- [5] David D. Awschalom, Ryan Epstein, Ronald Hanson, "鑽石級量子電腦", *科學人* 期刊, (2007)
- [6] 沈德忠中國國家院士, 清華大學演講稿, (2009)
- [7] 侯印春, "光功能晶體", 北京：中國計量出版社(1991)
- [8] 閔乃本, "探索新晶體--光電功能材料的結構、性能、分子設計及製備過程的研究", 長沙：湖南科學技術出版社(1998)
- [9] 蔣民化, "晶體物理", 濟南：山東科學技術出版社(1980)
- [10] 張克從, "晶體生長科學與技術", 北京：科學出版社(1997)
- [11] <http://www.coema.org.cn/bbs/dispbbs.asp?BoardID=24&replyID=3236&id=1838&skin=1>
- [12] 全球寶石珠寶網址：<http://www.wgic.com.tw/>
- [13] 台灣美國寶石學院網址：<http://www.giataiwan.com.tw/index.aspx>
- [14] 吳照明寶石教學鑑定網址：[http://fga-dga-gem.com/index\\_down.php](http://fga-dga-gem.com/index_down.php)
- [15] 林書弘 (2011) 天然寶石與人造寶石(下)。地球科學電子報第7期。
- [16] 祖恩東, 陳大鵬, 張鵬翔 (2002) 一些天然, 合成及仿造寶石的顯微拉曼光譜鑑別。光散射學報, 14, 63-68.
- [17] 何恭算、鍾坤煒 (2003) 大地瑰寶：認識寶石之美。鄉宇文化, 38-41。
- [18] 黃怡禎 譯 (2002) 礦物學。地球科學文教基金會, 共 686 頁。
- [19] 呂新彪、李珍 (1995) 天然寶石人工改善及檢驗的原理與方法。中國地質大學出版社, 共107頁。
- [20] 張雋 (1999) 寶石的合成與鑒定: 怎樣購買寶石不受騙。經史子集出版社, 共214 頁。
- [21] 許樹恩、吳泰伯 (1996) X 光繞射原理與材料結構分析。中國材料科學學會, 第 3-4 頁。
- [22] 陳陵援、吳慧眼 (2010) 儀器分析。三民書局, 共348頁。
- [23] 黃茂坤 (1996) 工業用超音波檢測實務彙編。華欣綜合印製工業股份有限公司, 第1-15頁。
- [24] Liang, Q., Chih-shiue Yan, Yufei Meng, Joseph Lai, Szczesny Krasnicki, Ho-kwang Mao, Russell J. Hemley (2009) Recent advances in high-growth rate single-crystal CVD diamond. *Diamond & Related Materials*, 18, 698-703.

- [25] Feng, Z.B., A. Chayahara, Y. Mokuno, H. Yamada, S. Shikata (2010) Raman spectra of a cross section of a large single crystal diamond synthesized by using microwave plasma CVD. *Diamond & Related Materials*, 19, 171-173.
- [26] Fadini, A. and Schnepel, F. M. (1989) *Vibrational Spectroscopy-Methods and Applications*, Ellis Horwood Limited. England, 205pp.
- [27] McMillan, P. F. (1985) *Vibration spectroscopy in the mineral sciences*. Mineral. Soc. Of Am., 14, 9-63. Nesse, W. D. (1991) *Introduction to Optical Mineralogy*. Oxford University. 335pp.

#### [第四子計畫]

- [1]古玉辨偽五點必看 摘自中國文博網綜合 [胡雪姣](http://www.wenbo.cc/html/wbkj_jd/1112201528505FEF5.asp)編輯日期： 11-12-20  
網址 [http://www.wenbo.cc/html/wbkj\\_jd/1112201528505FEF5.asp](http://www.wenbo.cc/html/wbkj_jd/1112201528505FEF5.asp)
- [2]玉文化論叢(1) 規律性認識與古玉辨偽 楊建芳師生古玉研究會編著 P273-P294
- [3] 譚立平、黃怡禎、徐濟安、陳其瑞、沈俊生 (1998) 中國古玉鑑-製作方法及礦物鑑定，錢憲和、譚立平主編，地球科學出版社 P23-P39
- [4] 黃恩萍、溫紹炳 (2012) 珠寶高階鑑定技術 科學發展 475 期 P62-P67
- [5] 張廣文著 (1993) 玉器史話 眾文圖書股份有限公司
- [6] 古方著 (2007) 中國古玉器圖典 文物出版社
- [7] 張儁著 (1999) 古玉紋飾器形 經史子集出版社
- [8] 張儁著 (1999) 翡翠與古玉 經史子集出版社
- [9] 周國平主編，寶石學，中國地質大學出版社，1989。
- [10] 李姪莉、薛秦芳編著，寶石學基礎教程。地質出版社，2002年（第2版）。
- [11] 陳鐘惠等譯。英國寶石協會，寶石學鑽石教程，中國地質大學，1999。
- [12] Emmanuel Fritsch and Benjamin Rondeau, "Gemology: The Developing science of gems", *J. elements*, 5, (2009).
- [13] David D.Awschalom, Ryan Epstein, Ronald Hanson, "鑽石級量子電腦", *科學人期刊*, (2007)
- [14] 沈德忠中國國家院士，清華大學演講稿，2009。
- [15] 侯印春，光功能晶體，北京：中國計量出版社，1991。
- [16] 閔乃本，探索新晶體--光電功能材料的結構、性能、分子設計及製備過程的研究，長沙，湖南科學技術出版社，1998。
- [17] 蔣民化，晶體物理，濟南，山東科學技術出版社，1980。
- [18] 張克從，晶體生長科學與技術，北京，科學出版社，1997。
- [19] 資料來源：<http://www.coema.org.cn/bbs/disppbbs.asp?BoardID=24&replyID=3236&id=1838&skin=1>
- [20] 全球寶石珠寶網址：<http://www.wgic.com.tw/>
- [21] 台灣美國寶石學院網址：<http://www.giataiwan.com.tw/index.aspx>
- [22] 吳照明寶石教學鑑定網址：[http://fga-dga-gem.com/index\\_down.php](http://fga-dga-gem.com/index_down.php)
- [23] 林書弘，(2011)，天然寶石與人造寶石(下)，地球科學電子報，第7期。
- [24] 祖恩東、陳大鵬、張鵬翔，(2002)，一些天然，合成及仿造寶石的顯微拉曼光譜鑑別，光散射學報，14, 63- 68。
- [25] 何恭算、鍾坤煒，(2003)，大地瑰寶：認識寶石之美，鄉宇文化，38-41。
- [26] 黃怡禎 譯，(2002)，礦物學，地球科學文教基金會，共686頁。
- [27] 呂新彪、李珍，(1995)，天然寶石人工改善及檢驗的原理與方法，中國地質大學出版社，共107頁。
- [28] 張儁，(1999)，寶石的合成與鑒定：怎樣購買寶石不受騙，經史子集出版社，共214 頁。
- [29] 許樹恩、吳泰伯，(1996)，X光繞射原理與材料結構分析，中國材料科學學會，第3-4頁。
- [30] 陳陵援、吳慧眼，(2010) 儀器分析，三民書局，共348頁。

- [31] 黃茂坤, (1996), 工業用超音波檢測實務彙編, 華欣綜合印製工業股份有限公司, 第1-15頁。
- [32] Liang, Q., Chih-shiue Yan, Yufei Meng, Joseph Lai, Szczesny Krasnicki, Ho-kwang Mao, Russell J. Hemley, (2009), Recent advances in high-growth rate single-crystal CVD diamond. *Diamond & Related Materials*, 18, 698-703.
- [33] Feng, Z.B., A. Chayahara, Y. Mokuno, H. Yamada, S. Shikata, (2010), Raman spectra of a cross section of a large single crystal diamond synthesized by using microwave plasma CVD. *Diamond & Related Materials*, 19, 171-173.
- [34] Fadini, A. and Schnepel, F. M., (1989), *Vibrational Spectroscopy-Methods and Applications*, Ellis Horwood Limited, England, 205pp.
- [35] McMillan, P. F., (1985), *Vibration spectroscopy in the mineral sciences*, Mineral. Soc. of Am., 14, 9-63.
- [36] Nesse, W. D., (1991), *Introduction to Optical Mineralogy*, Oxford University, pp.335.

## 柒、計畫結果自評：

「珠寶鑑定雲端電子資料庫與珠寶鑑識專家系統之建置」研究計畫，主要是透過對貴金屬、人工寶石及天然寶石鑑定之 Domain Knowledge 之 Survey，運用資訊技術研究規劃建置出符合學術與業界鑑定需求之專家系統，第一年工作主要是以採購本計畫所需之軟、硬體設備為主，並將整體系統平台介面建置起來，待未來各研究子計畫逐年產出之實驗樣本資料匯入雲端資料庫中，做為專家辨識系統比對之依據，經比對後之珠寶飾品即可建立其外觀以及物性檢測結果之身分證明，資料庫紀錄累積至一定數量即可供數位教學訓練、人員認證系統以及從事電子商務與網路行銷的創新創業模式供經營者採用參考。本年度之計畫亦進用學生參與實務開發工作，透過網站建置之專案需求規劃，可以讓學生學習到業界網頁設計實務經驗，獲得許多難得的珠寶鑑定知識以及最新雲端運算發展技術之經驗。期望後續能逐一實現計畫草創之初所欲達成之目標，為珠寶產業建立創新制度、培育人才，進而活絡珠寶產業發展。

本計畫實施之初因溫紹炳教授與黃恩萍助理教授兩位共同主持人殷生涯規劃去職，由呂全斌助理教授與黃瑞齡副教授替代擔任第一與第四計畫主持人，經奉核備完成繼續計畫之執行。第二年計畫於102年初提出，因行政程序失誤退文，無法連續執行，致使研究中斷。然而第一年計畫均依計畫完成，其成果均以期刊或研討會發表，多數學生參與實驗計畫之執行亦能增進相關領域之研究能力。

## 捌、附錄(已發表論文)：

計畫執行期間以第一作者或通訊作者，共計發表 SCI 期刊論文兩篇，國內期刊四篇，國內外研討會論文共計七篇。

### I. SCI listed paper

1. Chia-Yao Lo, **Peng-Yi Chen\***, "Three-dimensional Simulation and Experiment on Micro-floating Zone of LHPG with Asymmetrical Perturbation," *J. Cryst. Growth* 362, 45-51(2013).(SCI)
2. **Peng-Yi Chen**, En-Ping Huang and Chia-Yao Lo\*, "Three-dimensional simulation and analysis for heat transfer and flow field on micro-floating zone of LHPG with asymmetrical perturbation," *J. Cryst. Growth* 360, 111-118(2012).(SCI)

### II. 國內期刊

1. 陳平夷, 陶志行, 呂全斌, 黃瑞齡, "以 LHPG 法生長 Cr,Nd:YAG 之偏析實驗與模擬分析," *鑛冶季刊*,

57 卷 2 期, (2013).

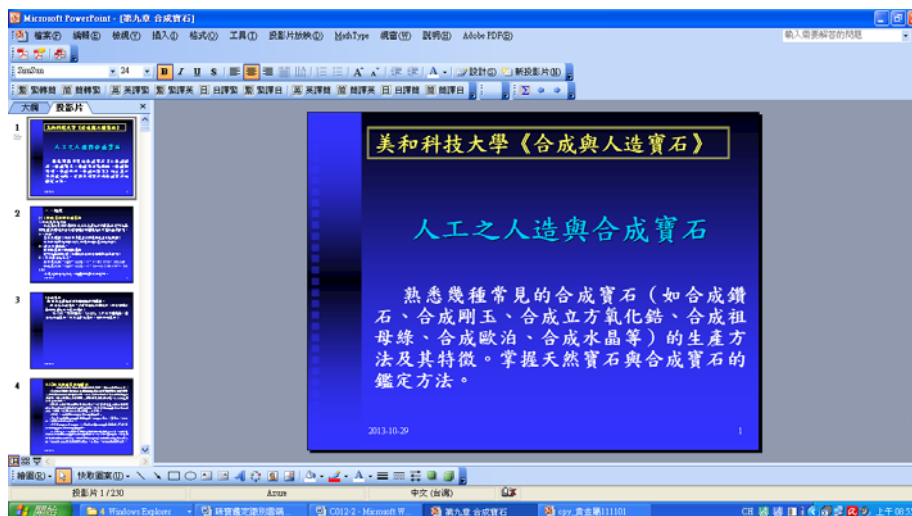
2. 黃瑞齡, 陳平夷, 黃恩萍, “X-ray 粉末繞射與拉曼光譜在古玉器鑑定原理與範例之探討,” 美和學報, 32 卷 1 期, (2013).
3. 陳平夷, 黃恩萍, 羅家堯, “LHPG 晶纖生長方法之空間微非對稱模擬分析,” 鑛冶季刊, 56 卷 4 期, (2012).
4. 黃恩萍, 黃怡禎, 陳平夷, “有色寶石熱處理之初步研究,” 鑛冶季刊, 56 卷 2 期, (2012).

### III. Conference & proceeding paper:

1. 陳平夷, 張哲源, 羅家堯, 黃, 陳淑娟 “LHPG 法生長 Cr;Nd:YAG 晶體光纖之偏析實驗與模擬分析,” 中國鑛冶工程年會 101 年年會, 臺北, 台灣(2012).
2. 陳平夷, 張哲源, 羅家堯, 黃, 陳淑娟 “高品質 YAG 人造寶石之偏析實驗與模擬,” 2012 美和珠寶研討會, 屏東, 台灣(2012).
3. 溫紹炳, 陶志行, 陳平夷, 溫雅蘭 “珠寶鑑定與識別雲端專家作業系統之研發,” 中國鑛冶工程年會 100 年年會, 臺北, 台灣(2012).
4. 陳平夷, 張哲源, 羅家堯, 黃, 陳淑娟 “Dopants concentration in crystal growth by Laser Heated Pedestal Growth(LHPG),” 2012 國際珠寶學術年會暨中國地質大學(武漢)珠寶學院二十周年研討會, 大陸地區, 武漢(2012).
5. 陳平夷, 張哲源, 羅家堯, 黃, 陳淑娟 “雷射加熱基座法(LHPG)晶體生長之摻雜濃度探討,” 2012 國際珠寶研討會, 武漢, 大陸(2012).
6. 溫紹炳, 陶志行, 陳平夷, 溫雅蘭 “珠寶鑑定與識別雲端專家作業系統之研發,” 中國鑛冶工程年會 100 年年會, 臺北, 台灣(2012).
7. 陳平夷, 羅家堯, 黃恩萍 “LHPG 晶纖生長方法之空間微非對稱性實驗與模擬分析,” 中國鑛冶工程年會 100 年年會, 臺北, 台灣(2011).

### IV. 教材編制:

#### 1. 人工之人造與合成寶石講義製作





Microsoft PowerPoint [第九章 合成寶石]

Slide 66: 合成藍寶石

合成藍寶石

Microsoft PowerPoint [第九章 合成寶石]

Slide 34: 各種合成剛玉的致色元素

合成剛玉	原料 $Al_2O_3$ , 另加致色元素如下
合成紅寶石	$Cr_2O_3$ , 1-3%
合成藍寶石	Fe, Ti; 0.3-0.5%
合成黃色藍寶石	Ni, Cr
合成紫色藍寶石	Cr, Fe, Ti
合成變色藍寶石	$Cr_2O_3$ , $V_2O_5$ , 3-4%
合成星光紅寶石	$TiO_2$ 0.1-0.3% , $Cr_2O_3$ 1-3%
合成星光藍寶石	$FeO+TiO_2$ : 0.3-0.5% ; $TiO_2$ : 0.1-0.3%

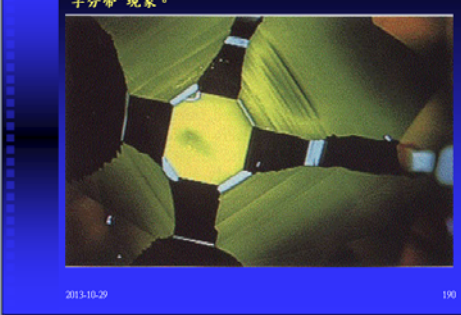
Microsoft PowerPoint [第九章 合成寶石]

Slide 33: 合成立方氧化鋁晶體顏色及著色劑

摻質成分	佔總量百分比	晶體顏色
$Ce_2O_3$	0.15	紅色
$Pb_2O_3$	0.1	黃色
$Nd_2O_3$	2.0	紫色
$Ho_2O_3$	0.13	淡黃色
$Er_2O_3$	0.1	粉紅色
$V_2O_5$	0.1	黃綠色
$Cr_2O_3$	0.3	橄欖綠色
$Co_2O_3$	0.3	深紫色
$CuO$	0.15	淺綠色
$Nd_2O_3+Ce_2O_3$	0.09+0.15	玫瑰紅色
$Nd_2O_3+CuO$	1.1+1.1	淡藍色
$Co_2O_3+CuO$	0.15+1.0	紫藍色
$Cr_2O_3+V_2O_5$	0.08+0.08	棕色

Microsoft PowerPoint - [第九章 合成寶石]

合成鑽石在紫外光下特徵的螢光分帶現象，即“馬爾他十字分帶”現象。



2013-10-29 190

Microsoft PowerPoint - [第九章 合成寶石]

1) 合成歐泊的過程：


A. 形成二氧化矽膠球體：  
 一般是用某些高純度的有機矽化物（可用蒸餾法製取），如四乙基正矽酸酯（ $(C_2H_5O)_4Si$ ），透過有控制的水解作用生成單色二氧化矽球體。通常使  $(C_2H_5O)_4Si$  以小滴形式分散在乙醇的水溶液中，加入氨或其他弱鹼並攪拌，使其轉化為含水的二氧化矽球體，反應式為：  
 $(C_2H_5O)_4Si + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 4C_2H_5OH$   
 反應過程中必須小心控制攪拌速度和反應物濃度，以使製備的二氧化矽球體具有相同的尺寸。按所要求得到的歐泊的種類不同，球體直徑為200nm、300nm不等。

B. 二氧化矽球體的沈澱  
 使分散的二氧化矽球體在控制酸鹼度的溶液中沈澱。這一過程可能要超過一年的時間。一旦沈澱，這些球體便會自動呈現最緊密排列的形式。

2013-10-29 203

Microsoft PowerPoint - [第九章 合成寶石]

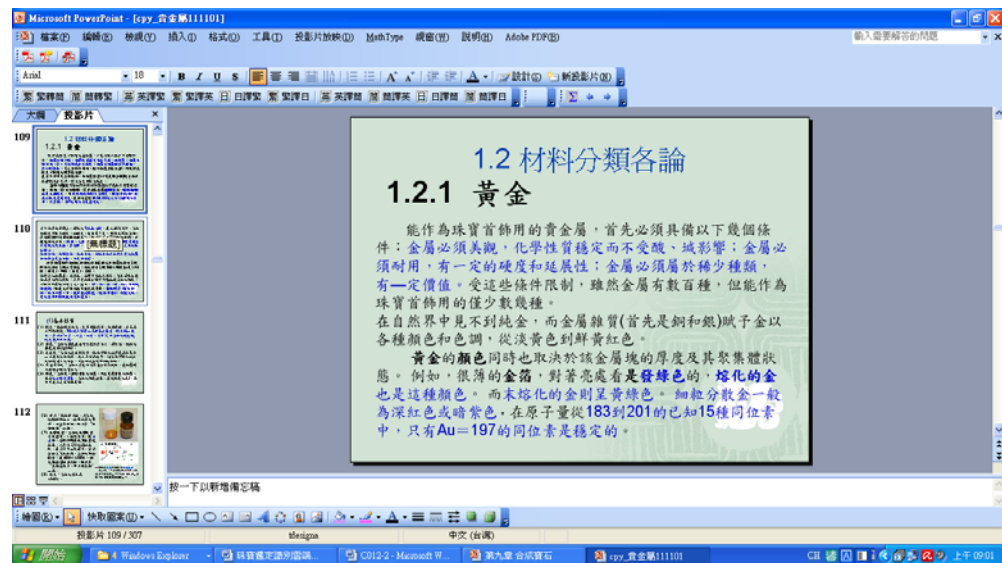
F. 星影玻璃  
 一般為褐色，用來仿日光石。偶見深藍色品種用於仿青金岩。在放大鏡下可見大量不透明的三角形、六邊形等規則形態的金屬銅片。這些銅片在反射光下顯強的金屬光澤，透射光下不透明。而日光石中的棕色內含物赤鐵礦是半透明的。這些銅片是加在玻璃中的加入的氧化銅在隨後的退火過程中被還原形成的。



玻璃鑲嵌的蜂窩狀結構

2013-10-29 229

## 2. 貴金屬材料與加工講義製作



Microsoft PowerPoint - [ppy\_貴金屬111101]

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 投影片放映(D) Help(H) 說明(S) Adobe PDF(P)

18

大綱 投影片

136

137

138

139

鉑金(催化)-完全燃燒



按一下以新增備忘稿

投影片 137 / 307

Windows Explorer 網頁畫定簿列圖檔 C012-2 - Microsoft W 第九章 合成寶石 ppy\_貴金屬111101 上午 09:04

Microsoft PowerPoint - [ppy\_貴金屬111101]

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 投影片放映(D) Help(H) 說明(S) Adobe PDF(P)

195

196

197

198

199

10.215 g 純金 999.9

九成金 五成金

金片 色澤

照片 1-1 純金及K金試片色澤



按一下以新增備忘稿

投影片 197 / 307

Windows Explorer 網頁畫定簿列圖檔 C012-2 - Microsoft W 第九章 合成寶石 ppy\_貴金屬111101 上午 09:05

Microsoft PowerPoint - [ppy\_貴金屬111101]

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 投影片放映(D) Help(H) 說明(S) Adobe PDF(P)

304

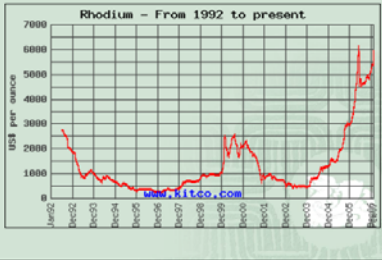
305

306

307

Rh Price

Rhodium - From 1992 to present



按一下以新增備忘稿

投影片 305 / 307

Windows Explorer 網頁畫定簿列圖檔 C012-2 - Microsoft W 第九章 合成寶石 ppy\_貴金屬111101 上午 09:05