

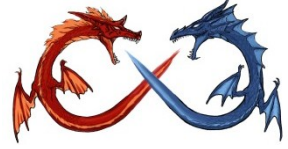
如何撰寫科技研究報告－基礎篇

王啟川，PhD

國立交通大學機械工程系教授

Fellow ASME, Fellow ASHRAE

April 28, 2011



Outline

- 技術報告之結構
- 技術報告結構內容之撰寫
 - 摘要
 - 前言介紹
 - 研究方法
 - 結果討論
 - 結論
- 結語



Profile

- 1978.9~1989.6 交通大學機械系
 - 1982 (BS)、1984 (MS)、1989 (PhD)
- 1989.10~2010.1 工業技術研究院
 - 研究員 (1989)、正研究員 (1998)、資深正研究員 (2005)
- 2010.2~ 交通大學機械系教授
- 2006.1 Fellow ASHRAE
- 2008.12 Fellow ASME
- Associate Editors of 2 SCI Journals
- Over 200 SCI/EI papers (up to 2011)



研究報告的內容

- 圖表目錄
- 題目
- 作者
- 摘要 (執行摘要)
- 前言 (背景介紹，現有文獻分析)
- 研究方法與步驟
- 結果
- 討論 (可與結果合併)
- 結論
- 符號說明
- 致謝
- 參考文獻
- 附錄



研究報告 (Report) 的內容

- 題目

- 題目 (Title)：用簡短一句話說明該研究的主要成果或發現
 - 不要太貪心，僅需究報告內容忠實的反映，不要誇大
- 精簡提綱挈領



作者

- 只有對研究有重要貢獻的人才能在研究報告上列名。建議依貢獻度排序；通常貢獻最多的人為第一作者，其他的則按貢獻的多少，以次排列。
- 何謂「重要」參與人員？
 - 負責這些工作人是對研究有重要貢獻的人
 - 形成研究問題或研究假設、實驗設計、資料分析、判斷研究結果、與文章撰寫。
- 寫作者名字，不要寫頭銜。例如，不要寫「王一教授」「李二主任」「陳三博士」，只要寫「王一」「李二」「陳三」。
- 記得寫下作者單位、地址、聯絡電話、e-mail等資料



摘要撰寫

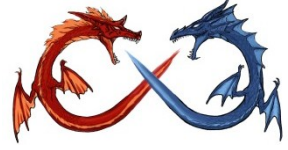
■ 摘要

- 摘要的目的是讓讀者能夠在最短的時間內，瞭解研究的重點。
- 以最重要的內容來凝縮執行摘要，(Abstract/Summary)：用有限的字寫下整份報告。
- 通常報告的執行摘要建議在500字上下，如果是濃縮的論文格式可能需限縮在200~300字間。



摘要的撰寫重點

- 一個好的摘要應該具有以下五個特點。
 - 正確。摘要應該是報告的精簡版，所以它的內容不應該超過文章內容的範圍。
 - 獨立。摘要是一篇獨立的文章，所以一些可能讓讀者讀不懂的東西不要放在摘要中；如果一定要放一些讀者讀完摘要還可能不懂的東西時，作者應該在摘要中加以解釋。例如，如果摘要中含有一些冷僻、不常見的專有名詞，則作者應該在摘要中說明名詞的定義，這樣才不會讓讀者感到生澀難懂。不要引用其他資料。



摘要撰寫

- 報導事實。不要在摘要中評價研究的發現。
- 可讀性高。「可讀性」這個詞有兩個意思：「文章很有趣、很吸引人」、以及「文章寫得很淺顯、流暢、易懂」。科學報導最重要的目的是傳達信息，所以在這裡，指的是「可讀性」的第二種意思。作者應該進量的用常見的字彙、合乎中文文法的清晰筆調撰寫文章。
- 精簡。



Example...

海水取之不盡，為未來解決淡水資源不足的重要途徑之一，因此海水淡化的技術日漸受到重視。直接接觸薄膜蒸餾法(DCMD)應用於海水淡化系統，由於設備簡易且可使用較低階能源做為加熱熱源，這些皆顯示其開發價值之處。

本研究主要目的有三，分別為理論值模擬、特殊流道之測試以及低濃度食鹽水(3.5wt%)之試做。模擬部分顯示預測效果良好，平均誤差在10%左右。特殊流道部分包含了兩種形式流道之測試，分別為加裝渦流產生裝置之流道以及非直線型之流道，共六種特殊流道被實驗測試。實驗結果顯示，裝置渦流產生器的最大蒸餾增益比值(特殊流道與直線流道之蒸餾量比值)皆比非直線流道好，而若再考量到增益效率(蒸餾增益比值除上流道壓差比值)，則以突縮突擴流道表現效果最佳，渦流裝置流道效果次之。若以泵功耗(*pumping power*)為主要考量，則渦流裝置之流道皆能有好的效益。最後，為達海水淡化之終極目標，嘗試以食鹽水為進料工作流體進行實驗，除了食鹽水溶液本身對蒸餾量的影響外，還必須考量到溶液與系統內部管件所發生的化學反應，於測試端內部產生的化學沉澱物之因素，整體而言，食鹽水溶液的蒸餾量比純水少了約5~8%。



建議修正

本研究藉由理論值模擬、特殊流道之測試以及低濃度食鹽水(3.5wt%)之試做來探討直接接觸薄膜蒸餾法(DCMD)應用於海水淡化系統。模擬部分結果與實驗的平均誤差在10%左右。特殊流道部分包含了兩種形式流道之測試，分別為加裝渦流產生裝置之流道以及非直線型之流道，共六種特殊流道被實驗測試。實驗結果顯示，裝置渦流產生器的最大蒸餾增益比值皆比非直線流道好，而若再考量到增益效率（蒸餾增益比值除上流道壓差比值），則以突縮突擴流道表現效果最佳，渦流裝置流道效果次之。若以泵功耗(*pumping power*)為主要考量，則渦流裝置之流道皆能有好的效益。實驗部分最後以食鹽水為進料工作流體進行實驗，發現食鹽水溶液本身對蒸餾量的影響外，還必考量到溶液與系統內部管件所發生的化學反應，於測試端內部產生的化學沉澱物之因素，整體而言，食鹽水溶液的蒸餾量比純水少了約5~8%。



前言（背景介紹，現有文獻分析）

- 最主要的目的在於導引讀者，在最短的時間內了解該報告想要討論的問題與相關背景，以及本分報告的目的。
- 無關的不要拿進來，不要太扯。
- 先大後小最後聚焦。但應以聚焦的內容來說明。



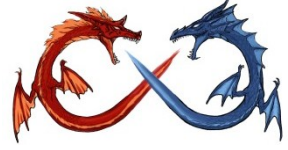
前言 (背景介紹，現有文獻分析)

- 內容應包含:
 - 問題的背景與緣起
 - 說明問題的影響層面，多引用別人的講法
 - 拿出大帽子..
 - 在這個大問題中有那些小問題？
 - 不要貪心，你的研究報告通常是針對其中一兩項問題的澄清或近一步的探討
 - 研究的動機
 - 說明你想研究某項問題的重要性
 - 為甚麼你要進行這項工作
 - 與主計畫的連結?關鍵技術?...



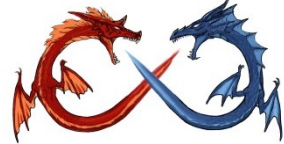
前言 (背景介紹，現有文獻分析)

- 基本物理化學現象必須重複說明，不要以為讀者都懂這些道理，例如你的研究是PEM fuel cell 的排水問題，就應說明何謂PEM fuel cell；又例如你是研究ORC (organic Rankine cycle)的流體選擇，就應該說明何謂ORC，一份報告(甚至是濃縮的期刊論文)，都應假設讀者都是第一次接觸
- 這些相關過去其他相關研究的簡述
 - 無關的不要拿進來討論說明
 - 如何收集與整理浩瀚的資料?
- 研究範圍的界定
 - 明確的說明自己研究的內容與範疇



前言 (背景介紹，現有文獻分析)

- 研究內容的分類 (初步分類)
 - 針對分類說明原理
- 選出與本研究有關的討論說明即可
- 相關研究之分類
 - 研究方法的差異 (理論、實驗、研究範圍、步驟...)
 - 說明不同研究方法的原理或解決問題的步驟程序
 - 解決問題的構想



資料收集與整理

- 資料收集與整理
 - 紙本、電子資源定期與不定期的收集
 - 收集包含現階段研究相關與你個人專長有關或與計畫技術有關與特殊有興趣的主題
 - 工具的使用
 - Quick overview if the topics you collected are currently relevant – even a quick view of the abstract/conclusions will help
 - 組織收集資源 (命名、Folder管理..)
 - 資料收集觀點
 - 寧爛勿缺
 - 廣泛的收集



收集與研讀是整理的前置工作

- 廣泛收集
 - 資料通常很多，但絕大部分是不太相關
- 仔細研讀該項技術的重要回顧文章
- 快速瀏覽「可能是次要」的資料
 - 留下印象
- 仔細瀏覽「極度相關」的資料

Quiz: 能否在5~10分鐘內把這項技術的重點與問題說明清楚(甚至說明與別種相關技術的比較)?



很多資料都是外文撰寫 (英文)..

- 語言閱讀是否是障礙?
- 若是，我應該如何改善我的語言與閱讀能力?
 - 沒有捷徑
 - 如何訓練提升你的語言與英文能力?
 - 與自己交談
 - 持續、有恆、提醒
 - the most difficult part



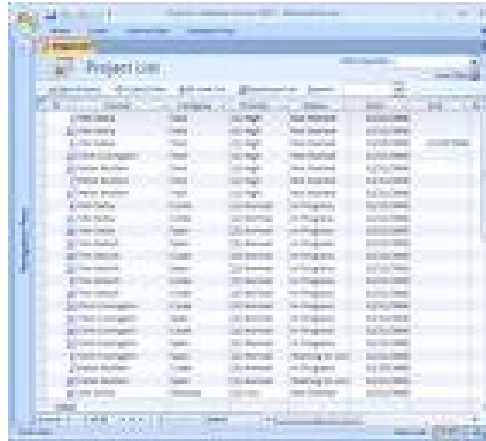
— 如何訓練自己與管理破碎時間

- 隨時提醒自己...
 - I want to be (10 or 5 years from now)
 - 如果只有15~30分鐘，我能做些什麼？
 - Listing what you can do, and remind yourself all the time when you have the time.
 - 開無聊會議時，我能做些什麼？
 - 上網閒逛或看八卦時，是否有其他“摸蛤蜊兼洗褲”的作法？
 - 等車坐車時，我能做些什麼？
 - 看電視或空閒時間時，我能做些什麼？

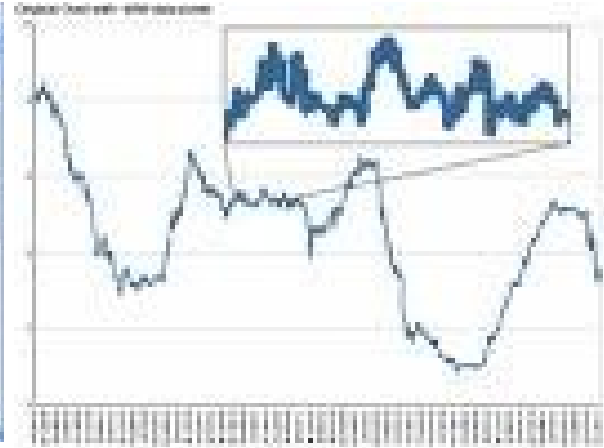


資料的初步整理流程

0. 從製程、實驗中擷取數據
1. 從數據到圖表



| Parameter | Value | Unit | Notes |
|----------------------------|--------|-------|-------|
| Temperature | 25.0 | °C | |
| Pressure | 101.3 | kPa | |
| Flow Rate | 1.0 | L/min | |
| Concentration | 0.1 | g/L | |
| pH | 7.0 | | |
| Reaction Time | 30 | min | |
| Yield | 85 | % | |
| Quality Index | 90 | | |
| Energy Consumption | 100 | kWh | |
| Material Cost | 50 | USD | |
| Waste Generation | 10 | kg | |
| Safety Incidents | 0 | | |
| Compliance Score | 100 | | |
| Customer Satisfaction | 95 | | |
| Employee Productivity | 120 | | |
| Equipment Downtime | 5 | h | |
| Supplier Reliability | 98 | | |
| Market Share | 15 | % | |
| Brand Recognition | 80 | | |
| Competitor Analysis | High | | |
| Regulatory Changes | Low | | |
| Technological Advancements | Medium | | |
| Environmental Impact | Low | | |
| Social Responsibility | High | | |
| Overall Performance | 85 | | |



2. 定性判定趨勢、參數的影響與特別現象
3. 趨勢是否符合習知之原理
(正確的數據才具有分析判斷的價值)
4. 造成某一趨勢或結果的可能的原因
5. 設計實驗去驗證這個可能的原因



思考.. (盡信書不如無書)

- 他們講什麼?
- 他們講得對嗎? 闡述是否合理?
 - 合理是否只是定性? 定量是否也OK?
- 這些說明的適用範圍?
- 這些研究是否一致?
- 將這些研究圖表化，更清晰的Highlight
出一致與不一致的地方
- 釐出差異的可能原因



文獻回顧主要目的

- 針對研究議題，提供讀者對過往的理論和實証研究必要的瞭解
- 說明過去研究之不足
- 說明如何在過往的理論和研究基礎上建構自己的研究
- 提出接續研究的做法的合理性與必要性(與重要性)



如何引用「相關文獻」

- 研究者在文章中引用其它的研究報告時，必需將該報告的作者及發表年分寫出來；這樣讀者才能在「參考文獻」中找到那篇文章的出處。例如，如果一個研究引用了一位叫做「王一郎」的人在「國民80年」的發現，則文章中可以這樣寫：
 - 例1：王一郎（民80）發現....。
 - 引用Imadit在1977年提出的X理論，則文章可以像下面這樣寫：
 - 例2：...X theory postulates that...(Imadit, 1977)



如何引用「相關文獻」

- 每次在文章中引用一個相關研究時，都應該將該研究的作者，及文章發表的年代寫出來。唯一可以例外的是，在同一段文章中連續引用同一個研究時，在不造成混淆的情形下，在第二次（以及第三次、第四次...等）引用時，不需要寫出研究的發表年代，只需要寫作者的名字即可。下面將按照各種可能的情形舉例說明。



如何引用「相關文獻」

- 常用的引用方法分為
 - 依年代引用
 - 例如 Wang et al. (1997)
 - 如果通一批作者同年度有多篇論文被引用，則於年代後加 a, b...
 - 如 Wang et al. (1997a)
 - 依引用次序
 - 依序引用，逐漸增加數目
 - 如 Wang et al. [4] and Lee et al. [5]...



如何引用「相關文獻」

■ 一位作者的研究

- 將作者的名字和研究發表的年代在文章中適當的地方寫出來。引用中文的研究時，要將作者的全名寫出；引用外文研究，只需寫作者的「姓」。
如下例：
- 例：李四(民70)提出李四並說明....
- 例：最近，一個研究發現 ..(李四，2011) ...
- 例：在民國63年，李四提出李四並認為
- 例：李四(1991)提出。
- 例：Smith(1992)提出



如何引用「相關文獻」

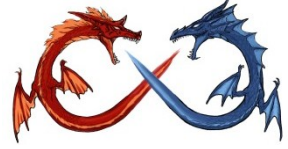
■ 兩名作者的研究

- 將作者的名字和研究發表的年代在文章中適當的地方寫出來。引用中文的研究時，要將作者的全名寫出；引用外文研究，只需寫作者的「姓」。在兩名作者間加入”和”（與）或“and”（&）；如下例：
 - 李四和王五 (2001) 提出 ...
 - Lee and Wang (2001) indicated that



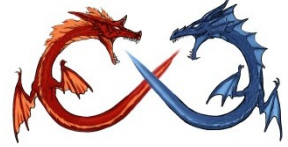
如何引用「相關文獻」

- 三名作者(含)以上的研究
 - 在文章中引用時，只需要引用第一作者的名字就好。當只寫第一作者的名字時，請在名字後加一個「等」或「et al.」。請見以下的例子：
 - 例：張三等（民79）提出....
 - 例：Smith et al. (1991) found....



文獻回顧注意事項

- 文獻回顧引用的文章必須有相當的關連性
- 文獻回顧避免“僅提及”而應“適度說明”
 - 例：池沸騰與潤滑油有很多的研究[2-10]指出潤滑油會降低熱傳性能...
 - 此種引用應盡量避免
 - 寧可將2-10中較為相關的文章進行較深入的說明
 - 文獻說明內容最好能與後續結果討論有適當的連結



研讀文獻資料的一些技巧

■ Some techniques...

- 選擇Review article作為踏入研究的第一步
 - 詳細與仔細的研讀
- 掌握研究內容的基本物理與化學原理
 - 方程式不是重點，但應確切清楚相關重要參數的定性影響
 - What are the most important parameters?
 - What do not have any influences?
 - What may be important but are unclear at this stage?
 - 抓住問題背後的Physics/Mechanisms
 - This is the most crucial part for you to become professional.



研讀文獻資料的一些技巧

- 需要耗上相當的時間將至些文獻資料給K完，這部分沒有捷徑，需要你費心地投入。沒有速成法，建議至少需研讀30~50篇以上的文章。重要文章建議看個兩三次。可先從文章的摘要結論看起，再切入結果討論內容瞭解細節，研究方法可先略過(除非在開始階段要複製或重複其結果)
- 確認自己對研究的基本理論有充分的認知與理解
- 記得要將讀過文章”重點摘錄”



文獻回顧注意事項

- 文獻回顧最後要引出差異
 - 那裡一致，那裡不一致，那裡缺一角?...
 - 建議用表格將回顧文獻進行細部整理，表格內容包含年代、作者、研究方法、研究範圍、重要參數、主要結果與論點...
 - 從上述表格中清楚釐出
 - 拼圖中的缺角 – 所以為什麼要進行研究
 - 這些研究彼此是否有一些不一致性 – 所以要進一步確認
 - 研究方法的差異是否造成不一的結論
 - 與基本理論是否有差異 – 所以要知道這些基本理論的適用範圍...



Example...

Table 1 Summary of experimental conditions of previous studies

| Year | Author | Fluid | Geometry | D_h (mm) | Re | Re_{cr} |
|------|------------------------|----------|-------------|-------------|------------|----------------|
| 1991 | Choi and Barron [15] | Nitrogen | Rectangular | 0.003–0.081 | 30–3000 | ≈ 2000 |
| 1994 | Peng et al. [18] | Water | Rectangular | 0.133–0.367 | 50–4000 | 200–700 |
| 1994 | Wang and Peng [19] | Water | Rectangular | 0.311–0.747 | 80–3000 | 1000–1500 |
| 1995 | Peng and Peterson [20] | Water | Rectangular | 0.311–0.646 | 200–2500 | 400–1000 |
| 1996 | Peng and Peterson [21] | Water | Rectangular | 0.133–0.367 | 450–4000 | 70–400 |
| 1996 | Yang and Webb [22] | R12 | Rectangular | 1.56–3.25 | 2500–23000 | — |
| 1998 | Adams et al. [14] | Water | Circular | 0.76–1.09 | 2600–23000 | — |
| 1999 | Harms et al. [23] | Water | Rectangular | 0.4–1.92 | 173–12900 | ≈ 500 |
| 1999 | Mala and Li [24] | Water | Rectangular | 0.05–0.254 | 100–2000 | ≈ 500 |
| 1999 | Yan and Lin [25] | R134a | Circular | 2.00 | 400–10000 | ≈ 2000 |
| 2001 | Garimella et al. [16] | Glycol | Rectangular | 1.74–3.02 | 118–10671 | 800–2000 |
| 2001 | Hegab et al. [26] | R134a | Rectangular | 0.112–0.210 | 1200–13200 | 2000–4000 |
| 2002 | Ohwaib and Palm [2] | R134a | Circular | 0.8–1.7 | 1000–16000 | — |
| 2002 | Celata et al. [27] | R114 | Circular | 0.130 | 100–8000 | 1880–2480 |
| 2002 | Agostini et al. [28] | R134a | Rectangular | 0.77–1.17 | 320–12691 | ≈ 2000 |
| 2003 | Agostini et al. [1] | R134a | Rectangular | 2.01 | 242–7356 | ≈ 2000 |



Example

Table 1 Collected database for saturated flow boiling heat transfer at low liquid Reynolds number

| Symbol | Reference | Fluid/ Orient. †/Geom. ‡ | D_h (mm) | p (MPa) | G (kg/m ² s) | Re_f (-) | Re_g (-) | q (kW/m ²) | No. of Data | Mean Deviation*/rms (%) |
|--------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|---------------|------------------------------|---------------|--|-----------------------------|----------------|-------------------------------|
| ○ | Sumith et al. [10] | Water/V/C | 1.45 | 0.101 | 23.4 – 153 | 68.1 – 772 | 125 – 9.49×10 ³ | 10.3 – 715 | 214 | 25.3/34.8 |
| ◇ | Yu et al. [15] | Water/H/C | 2.98 | 0.200 | 103 | 442 – 1222 | 1.70×10 ³ – 1.59×10 ⁴ | 50 – 163 | 34 | 11.1/13.3 |
| ▽ | Kureta et al. [25] | Water/V/C | 6.00 | 0.101 | 100 | 658 – 1993 | 3.12×10 ³ – 3.45×10 ⁴ | 645 – 803 | 21 | 25.0/26.1 |
| ◁ | Bao et al. [16] | R11/H/C | 1.95 | 0.294 – 0.470 | 167 – 560 | 503 – 1924 | 1.98×10 ³ – 4.64×10 ⁴ | 55.0 – 125 | 16 | 21.5/23.0 |
| ⊙ | Tran et al. [13,14] | R12/H/R | 2.40 (1.70×4.06) | 0.825 – 0.845 | 54.6 – 354 | 222 – 1942 | 1.36×10 ³ – 4.10×10 ⁴ | 4.10 – 33.7 | 64 | 16.0/20.2 |
| □ | Tran et al. [14] | R12/H/C | 2.46 | 0.825 | 63.3 – 264 | 369 – 1898 | 2.24×10 ³ – 2.30×10 ⁴ | 7.50 – 59.4 | 48 | 10.7/13.5 |
| ⊕ | Lee and Lee [9] | R113/H/R | 0.780 (0.400×20.0) | 0.101 | 104 – 209 | 52.3 – 264 | 2.03×10 ³ – 1.03×10 ⁴ | 2.98 – 10.0 | 89 | 16.1/17.3 |
| △ | Lee and Lee [9] | R113/H/R | 1.90 (1.00×20.0) | 0.101 | 51.6 – 208 | 69.1 – 650 | 2.25×10 ³ – 2.59×10 ⁴ | 2.95 – 15.0 | 171 | 19.9/21.9 |
| ⊖ | Wambsganss et al. [12] | R113/H/C | 2.92 | 0.124 – 0.160 | 50.0 – 300 | 118 – 1994 | 587 – 4.54×10 ⁴ | 8.80 – 90.8 | 82 | 17.7/21.2 |
| ▷ | Lee and Lee [9] | R113/H/R | 3.64 (2.00×20.0) | 0.101 | 51.7 – 182 | 121 – 1065 | 3.43×10 ³ – 3.11×10 ⁴ | 4.52 – 15.8 | 169 | 16.1/19.4 |
| Total | | Water,R11,R12, R113/V,H/C,R | 0.780 – 6.00 | 0.101 – 0.853 | 23.4 – 560 | 52.3 – 1998 | 125 – 4.64×10 ⁴ | 2.95 – 803 | 929 | 19.1/24.3 |

†Orientation V: Vertical, H: Horizontal; ‡Geometry C: Circular, R: Rectangular

* Mean Deviation: $(1/N) \sum |(h_{tp,cal} - h_{tp,exp}) / h_{tp,exp}| \times 100\%$.

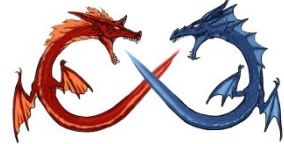


TABLE 2
Membranes Used for Research of Membrane Distillation

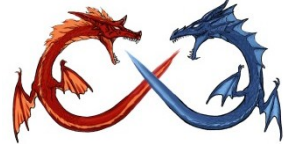
| Membrane type | Origin | Polymer | Pore size (μm) | Thickness (μm) | Porosity (%) | Reference |
|---------------|------------|--------------|----------------|----------------|--------------|--------------------|
| Flat | Enka | PP | 0.1 | 100 | 75 | 7 |
| Flat | Enka | PP | 0.2 | 140 | 75 | 7, 18 |
| Flat | Gelman | PTFE | 1.0 | 178 | 80 | 4, 10, 17, 35, 43 |
| Flat | Gelman | PTFE | 0.45 | 178 | 80 | 27, 35, 44 |
| Flat | Gelman | PTFE | 0.2 | 178 | 80 | 9, 10, 17, 45 |
| Flat | Gelman | PTFE | 0.2 | 60 | 60 | 21, 34, 42, 44, 46 |
| Flat | Taflen | PTFE | 0.8 | 60 | 50 | 4, 47 |
| Flat | Vladipor | | 0.25 | 120 | 70 | 48 |
| Flat | Millipore | PVDF | 0.45 | 110 | 75 | 3, 7, 18, 44 |
| Flat | Millipore | PVDF | 0.11 | 140 | 75 | 14 |
| Flat | Millipore | PTFE | 0.2 | 130 | 70 | 15, 32 |
| Flat | Millipore | PTFE | 0.5 | 175 | 85 | 9, 45 |
| Flat | Teknokrama | PTFE | 0.2 | | 80 | 8 |
| Flat | Teknokrama | PTFE | 0.5 | | 80 | 8 |
| Flat | Teknokrama | PTFE | 1.0 | | 80 | 8 |
| Flat | | PTFE | 0.1 | 178 | 80 | 15, 33, 50 |
| Flat | | PTFE | 0.2 | 178 | 80 | 15, 33, 50 |
| Flat | | PTFE | 0.45 | 178 | 80 | 15, 33, 50 |
| Flat | | PTFE | 0.2 | 178 | 70 | 15, 50 |
| Flat | | PTFE | 0.2 | 80 | 75 | 15, 28, 50 |
| Flat | | PVDF | 0.22 | 80 | 75 | 33 |
| Flat | | PTFE | 0.3 | 80 | | 51 |
| Flat | | Silicone | Dense | 250 | Nonporous | 37 |
| Flat | | Fluorocarbon | Dense | 130 | Nonporous | 38 |
| Capillary | Enka | PP | 0.43 | 150 | 70 | 20, 52 |
| Capillary | Enka | PP | 0.2 | | 70 | 2 |
| Capillary | Accurel | PP | 0.5 | 150 | 66 | 4 |
| Capillary | Accurel | PP | 0.6 | 400 | 74 | 4 |
| Capillary | Accurel | PP | | 155 | 75 | 49 |
| Capillary | | PP | 0.2 | 150 | | 19 |
| Capillary | | PP | 0.25 | 800 | 75 | 24 |
| Capillary | | PP | 0.5 | 300 | 70 | 24 |
| Capillary | | PVDF | 0.03 | 100 | 81 | 45 |
| Capillary | | PP | 0.45 | 100 | 70 | 3 |

Example



整理參考文獻撰寫

- 忠於原味，不要故意遺漏或誤導或偏袒
 - 這部份很困難，因為研究人員通常很執著
- 可從相關文獻的摘要或結論中濃縮
- 如果可能，適度的整理分析現有文獻的資料內容，以圖表方式讓讀者有更清晰的概念與圖像



研究方法與步驟

- 欲達成目的的研究方法
 - 基本理論與解析方法
 - 數值方法
 - 假設與驗證
 - 統御方程式
 - 邊界條件
 - 格點精確度分析
 - 實驗方法
 - 實驗器材
 - 校正與誤差傳遞



研究方法與步驟

- 我的研究是否有麼不一樣的地方
 - 創新點 (新的idea, 新的方法, 老方法但有不同的程序...)
 - 此部分可在研究方法上較為詳細的說明
- 我的研究或許沒有特別的創新點, 但卻
是計畫執行上必須克服的難題 (偏工程應用問題)
 - 說明這部分的必要性, 以及我解決此一問題的
工程作法, 可藉由經濟分析來輔助



研究方法 – 實驗篇

■ 實驗規劃

- 說明如何藉由本實驗來達成所要確認的創新點與計畫目標

■ 實驗方法

- 如何進行實驗，詳細說明本實驗方法的基本原理 (研究報告應充分說明，若論文則僅需精簡說明)
- 較複雜的實驗可能必須搭配數種方法，應一併說明
- 如果是自創的實驗方法，更應鉅細靡遺的說明



研究方法 – 實驗篇

- 實驗設備
 - 主要設備
 - 說明設備製作公司、操作範圍、控制精度...
 - 量測裝置 (壓力計、溫度計、流量計...)
 - 說明設備製作公司、量測準確度
 - 主要量測裝置應在實驗進行前完成校正
 - 可提供校正報告於附錄 (研究報告)
 - 主要量測裝置應進行不準度分析，量測的導出量應進行誤差傳遞分析
 - 實驗數據應提供完整的不準度說明



研究方法－實驗篇 進行實驗階段

目的：獲得實驗數據 (Collect data)

- 按研究的步驟進行實驗
 - 儀器/材料是否齊備?
 - 時間安排是否能掌控?
 - 指導者及合作夥伴的配合是否良好?
- 由初步數據/結果 (Preliminary data/results) 開始做判斷
 - 實驗方法是否要修正? (是否有再現性)
 - 假說是否應修正?
 - 與目前的認知是否有出入?
- 繼續資料蒐集與分析

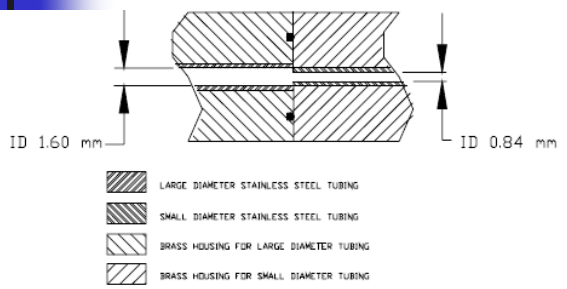


實驗段

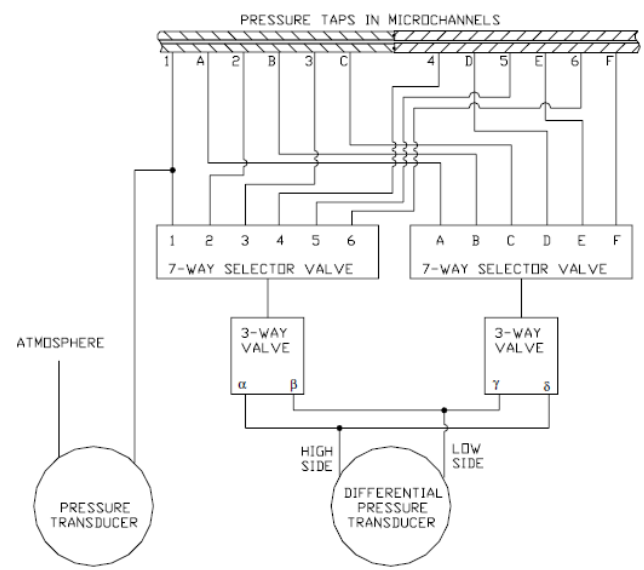
- 實驗設備可用Block diagram (schematic) 來顯示實驗系統的連結，實驗段建議放大圖示加強說明
- 細部實驗段設計必須詳細說明
- 說明量測儀器的擺設位置
- 操作條件與限制亦應說明



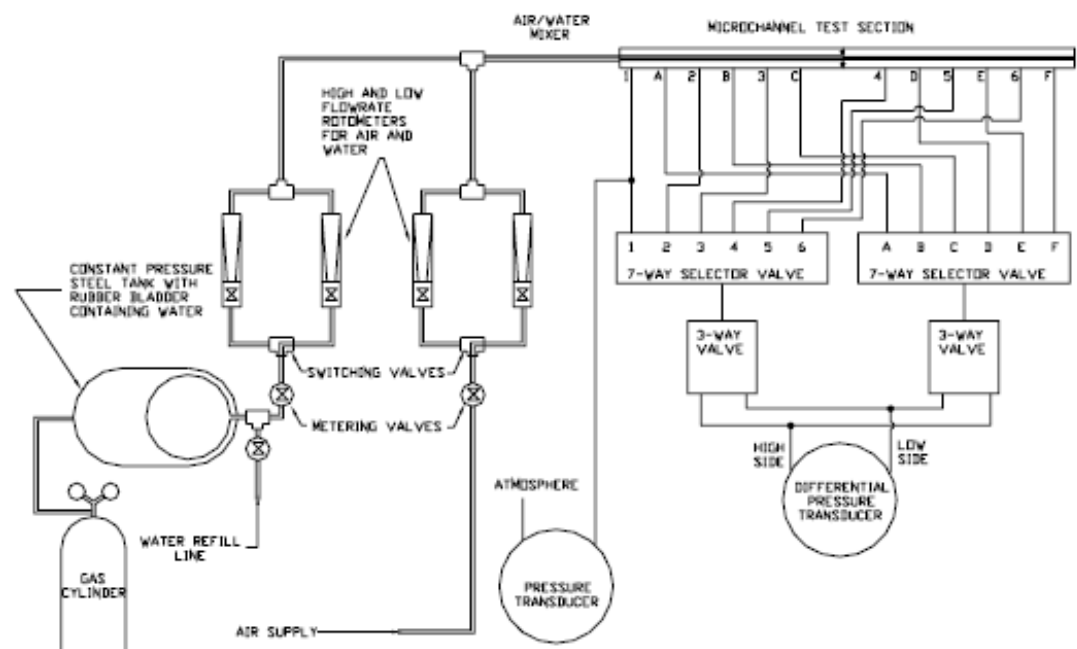
Example...



CLOSE-UP OF SINGULARITY
Fig. 3. Test section cross-section details.



SELECTOR VALVE ARRANGEMENT
Fig. 4. Pressure measurements in the test section.



SCHMATIC OF MICROCHANNEL TWO-PHASE PRESSURE DROP TEST FACILITY
Fig. 2. Schematic of the experimental apparatus.



數據分析與整理

■ 分析數據

■ 分析基本方法

- 基本理論如果過於繁雜，可置於附錄說明，否則建議仍應條列說明

■ 分析步驟 (計算流程)

- 詳列過程與程序，以及遇到錯誤或岔路時的處理原則

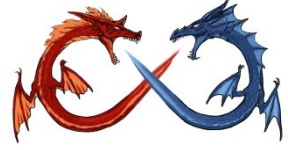
■ 數據整理

- 藉由軟體協助，減少人為誤差，最好有 model problem 可確認分析無誤
- 數據必須進行誤差傳遞分析



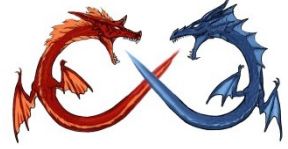
基礎測量與誤差傳遞分析

- 凡測量必有誤差，一般而言，誤差可以分為系統誤差(systematic error)與隨機誤差(random error)。



基礎測量與誤差傳遞分析

- 系統誤差(systematic error)
 - 如果測量工具本身，因為校正時的疏失、或因為環境的因素(例如溫度或濕度)改變、即因為人為不正確的操作或觀察方式等等因素，都有可能形成系統誤差的來源；至於某些非直接測量的物理量，也可能因為實驗時無法充分滿足原理所假設的狀況，或根本設計原理就有所失誤，而造成系統誤差。
 - 通常「系統誤差」會使得所有測量值都過高或過低的偏差，偏差量大致相同，不含機率分佈的因素。



基礎測量與誤差傳遞分析

■ 隨機誤差(random error)

- 實驗的基本方法，總會希望能找出控制變因，以找出物理量受個別變因的影響。因此，在實驗時會控制所有影響的變因，一次只讓一種變因變化。但是，在實際操作時並不能盡如人意，這些不易控制(或根本無法控制)的小變因，就會產生如隨機分布的誤差。
- 通常「隨機誤差」會有如常態分佈般，有時測量值會過高，有時則會稍低。



基礎測量與誤差傳遞分析

- 因為系統誤差的成因並非不可控制的，所以要降低的方法，就要從正確的誤差來源下手：
 - 儀器造成的 → 設法改良儀器。
 - 環境造成的 → 設法控制實驗環境。
 - 操作不良的 → 加強訓練自己！
- 而改善隨機誤差的方法，可以藉由統計的方法，增加測量次數來有效降低。



準確度與精密度

- 精密度(precision)
 - 精密度則是指實驗結果可重複的程度。在相同條件下重複做多次測量，實驗數據是不可能完全重複的，因此，精密度也可以說是：重複多次測量，各個結果的差異程度，差異越小，精密度越高。
- 準確度(accuracy)
 - 準確度的定義是「測量值與真值（或公認值）的偏差程度。」換句話說，準確度是指實驗值與待測物理量的真正值之差。



某一六面體，三邊邊長分別為 $a(12.8\text{cm} \pm 0.4\text{cm})$ ， $b(7.2\text{cm} \pm 0.2\text{cm})$ ， $c(4.7\text{cm} \pm 0.3\text{cm})$ ，試計算其表面積及誤差。

$$\begin{aligned}\text{表面積 } \bar{A} &= 2\bar{a}\bar{b} + 2\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{c} \\ &= 2 \times 12.\underline{8} \times 7.\underline{2} + 2 \times 7.\underline{2} \times 4.\underline{7} + 2 \times 4.\underline{7} \times 12.\underline{8} \\ &= 184.32 + 67.68 + 120.32 \\ &= 372.32 = 370\end{aligned}$$

因為在 abc 相乘的過程中，有效位數要取最小的，所以有效位數只有兩位，然後在接下來的相加過程中，有效位數要取到最前面的，也就是取到十位數，所以最後 $\bar{A} = 370\text{cm}^2$ 。

然後是計算誤差傳遞：

$$\begin{aligned}\left(\frac{\sigma_{2ab}}{2\bar{a}\bar{b}}\right)^2 &= \left(\frac{\sigma_a}{\bar{a}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_b}{\bar{b}}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{\sigma_{2ab}}{184.32}\right)^2 = \left(\frac{0.4}{12.8}\right)^2 + \left(\frac{0.2}{7.2}\right)^2 \\ &\Rightarrow \sigma_{2ab} \approx 7.70662\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\left(\frac{\sigma_{2bc}}{2\bar{b}\bar{c}}\right)^2 &= \left(\frac{\sigma_b}{\bar{b}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_c}{\bar{c}}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{\sigma_{2bc}}{67.68}\right)^2 = \left(\frac{0.2}{7.2}\right)^2 + \left(\frac{0.3}{4.7}\right)^2 \\ &\Rightarrow \sigma_{2bc} \approx 4.71135\end{aligned}$$

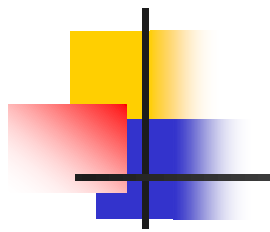
$$\begin{aligned}\left(\frac{\sigma_{2ac}}{2\bar{a}\bar{c}}\right)^2 &= \left(\frac{\sigma_a}{\bar{a}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_c}{\bar{c}}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{\sigma_{2ac}}{120.32}\right)^2 = \left(\frac{0.4}{12.8}\right)^2 + \left(\frac{0.3}{4.7}\right)^2 \\ &\Rightarrow \sigma_{2ac} \approx 8.55102\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\bar{A}}^2 &= \sigma_{2ab}^2 + \sigma_{2bc}^2 + \sigma_{2ac}^2 \Rightarrow \sigma_{\bar{A}}^2 = 7.70662^2 + 4.71135^2 + 8.55102^2 \\ &\Rightarrow \sigma_{\bar{A}} \approx 12.4381\end{aligned}$$

因為 \bar{A} 取有效位數到十位數，所以 $\sigma_{\bar{A}}$ 最後也是要取到十位數，所以最終答案為：

$$\bar{A} = 370\text{cm}^2 + 10\text{cm}^2$$

誤差傳遞





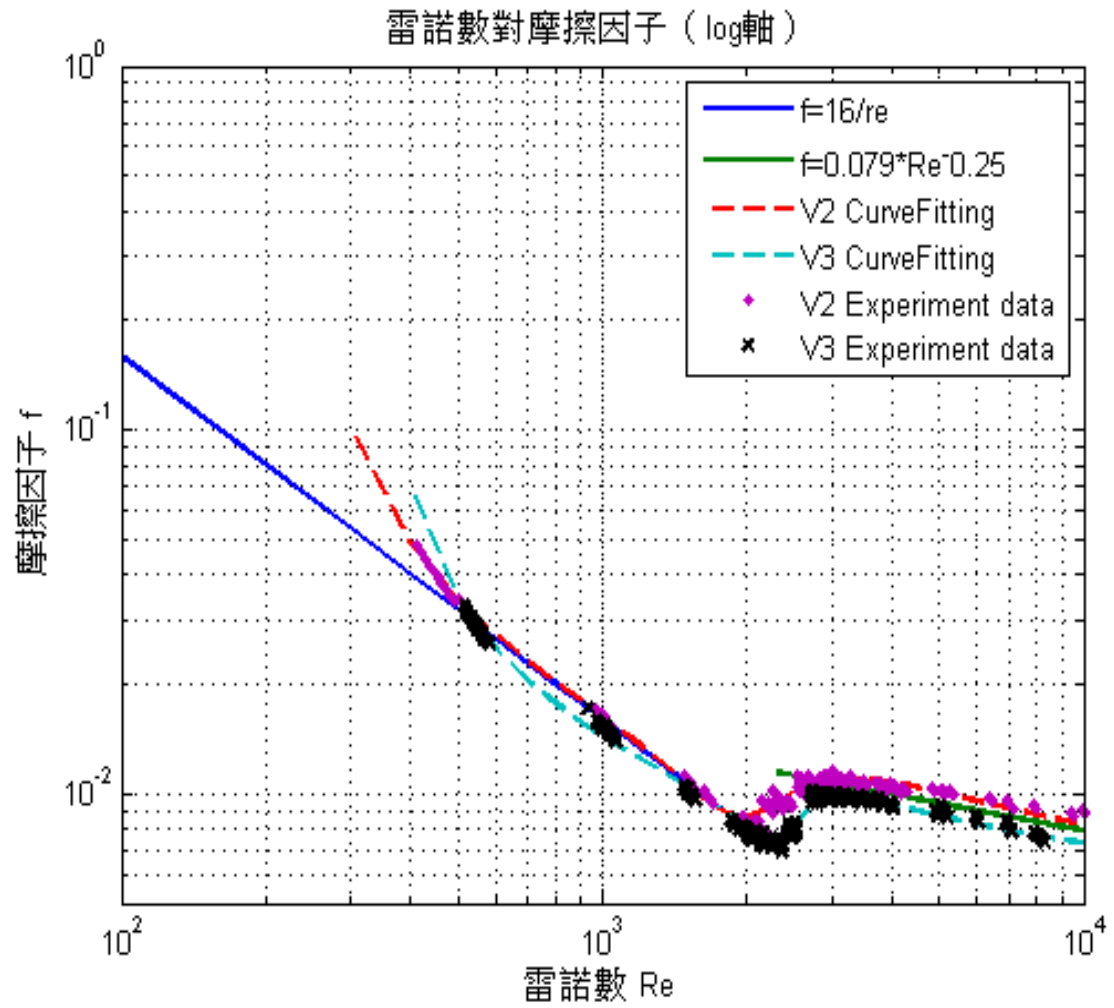
如何設計實驗、觀察與紀錄？

- 實驗設計
 - 儘所有的能力控制你能控制的變因，剩下的為探討對象
 - 變因理論上愈少愈好，多從“一個”開始
 - 多次重覆、善用“對照組”
- 觀察與紀錄
 - 小心
 - 儘量詳盡(尤其是早期的實驗)



確認實驗設備與實驗結果應該 正確無誤

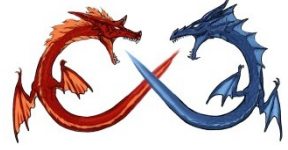
- 進行實驗前，應先確認量測數據的合理性，這部分可從習知的結果的比對來確認，比對資料應放入報告中讓讀者對你隨後的數據有信心。





如果數據與基本對照有明顯偏差

- 9成9的機會是我們錯了
- 錯在那裡?
 - 實驗設備
 - 設定範圍錯誤，操作不當，訊號轉換錯誤...
 - 實驗方法
 - 實驗條件
 - 分析錯誤
- 必須反覆實驗，直到找出錯誤修正為止!



結果與討論

- 進行結果討論前，應對自己的研究的材料基本物性有充分的認識
 - 例如研究某一節能材料在一系統應用，本項材料的重要性質，例如熱傳導係數、電阻率、機械性質等等都應該事先列表，最好與溫度及壓力間的關係都知道，這些資訊對未來數據的變化應能提供一些判別；不僅研究的材料物性要列表，最好連類似或相關應用對照的材料性質也應列表來比對。



Example...

TABLE 2a
Thermodynamic Properties of the Refrigerants Evaluated at $T_s = 20^\circ\text{C}$

| Refrigerant | M $\frac{\text{kg}}{\text{kmole}}$ | i_{fg} kJ/kg | k_l $\frac{\text{mW}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | k_v $\frac{\text{mW}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | μ_l $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$ | μ_v $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$ | Cp_l $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ | Cp_v $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ | ρ_l kg/m^3 | ρ_v kg/m^3 | P_r |
|-------------|---|----------------------------|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| R-22 | 86.47 | 185.2 | 87.25 | 11.28 | 180.8 | 12.65 | 1.265 | 0.87 | 1210 | 38.91 | 0.1823 |
| R-134a | 102.03 | 182.5 | 83.69 | 13.66 | 222.2 | 11.84 | 1.404 | 0.982 | 1225 | 27.76 | 0.1406 |
| R-123 | 152.93 | 173.5 | 81.25 | 9.392 | 441.3 | 10.14 | 1.014 | 0.686 | 1477 | 4.916 | 0.0206 |
| R-410A | 72.56 | 198.91 | 105.6 | 12.67 | 136.7 | 16.53 | 1.653 | 1.217 | 1087 | 55.56 | 0.291 |
| R-407C | 86.2 | 194 | 92.35 | 13.16 | 170.5 | 15.13 | 1.513 | 1.081 | 1163 | 43.76 | 0.222 |
| R-125 | 120.02 | 115.5 | 64.28 | 13.98 | 154.4 | 13.52 | 1.374 | 1.04 | 1219 | 77.83 | 0.3321 |
| R-32 | 52.02 | 282.5 | 137.3 | 13.60 | 125.0 | 12.36 | 1.886 | 1.342 | 981.7 | 40.7 | 0.2547 |

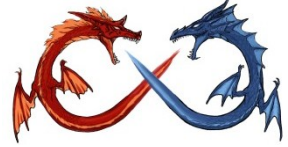
TABLE 2b
Thermodynamic Properties of the Refrigerants Evaluated at $T_s = 0^\circ\text{C}$

| Refrigerant | M $\frac{\text{kg}}{\text{kmole}}$ | i_{fg} kJ/kg | k_l $\frac{\text{mW}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | k_v $\frac{\text{mW}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ | μ_l $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$ | μ_v $\mu\text{Pa}\cdot\text{s}$ | Cp_l $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ | Cp_v $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ | ρ_l kg/m^3 | ρ_v kg/m^3 | P_r |
|-------------|---|----------------------------|--|--|--|--|--|--|-----------------------------|-----------------------------|--------|
| R-22 | 86.47 | 202.4 | 96.71 | 10.01 | 219.4 | 11.66 | 1.194 | 0.7614 | 1210 | 21.4 | 0.1 |
| R-134a | 102.03 | 198.7 | 93.89 | 11.85 | 287.9 | 10.92 | 1.335 | 0.8834 | 1225 | 14.42 | 0.072 |
| R-123 | 152.93 | 181.4 | 86.8 | 8.341 | 564.9 | 9.596 | 0.99 | 0.6508 | 1477 | 2.241 | 0.0089 |
| R-410A | 72.56 | 222.6 | 117.6 | 11.48 | 177.8 | 11.82 | 1.531 | 1.014 | 1087 | 30.21 | 0.161 |
| R-407C | 86.2 | 215.6 | 103.7 | 11.87 | 222.7 | 11.67 | 1.422 | 0.9472 | 1163 | 23.83 | 0.1215 |
| R-125 | 120.02 | 132.8 | 71.63 | 12.25 | 202.4 | 12.27 | 1.261 | 0.8951 | 1219 | 42.11 | 0.1849 |
| R-32 | 52.02 | 317.3 | 151.8 | 12.37 | 159.6 | 11.41 | 1.748 | 1.099 | 981.7 | 21.98 | 0.1404 |



結果與討論

- 善用圖表來說明
 - 盡量用客觀的資料來說明，相片，可視化為非常重要的輔助工具，所謂眼見為憑
 - 切忌用大量的圖表而無詳細的說明，基本上每一張圖表都要說明－詳細的說明。可以將多張單調的圖表以控制參數的方式集中在一張圖表上說明，但也要避免圖表太複雜讓讀者有霧裡看花的誤解
 - 切忌這樣的簡單說明“結果如圖**所示”而無進一步的討論，一張圖表少說都要一段話



Example...

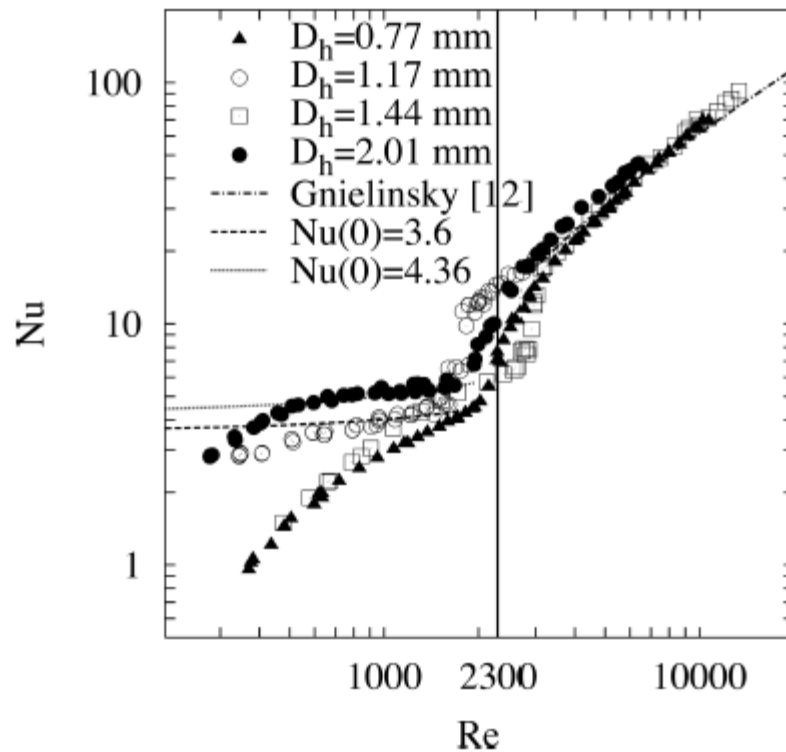


Figure 8 Averaged Nusselt number versus averaged Reynolds number. $Nu(0)$ is the asymptotic theoretical prediction from [7] when $Re \rightarrow 0$; uncertainties are in Table 3.

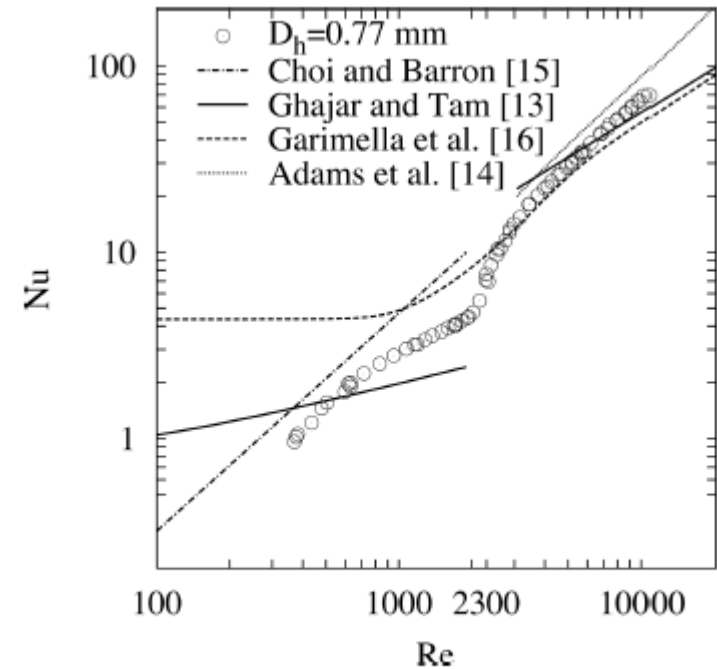


Figure 9 Comparison of averaged Nusselt number versus averaged Reynolds number with some recent correlations (tube 4).



Example... (graph may be too busy)

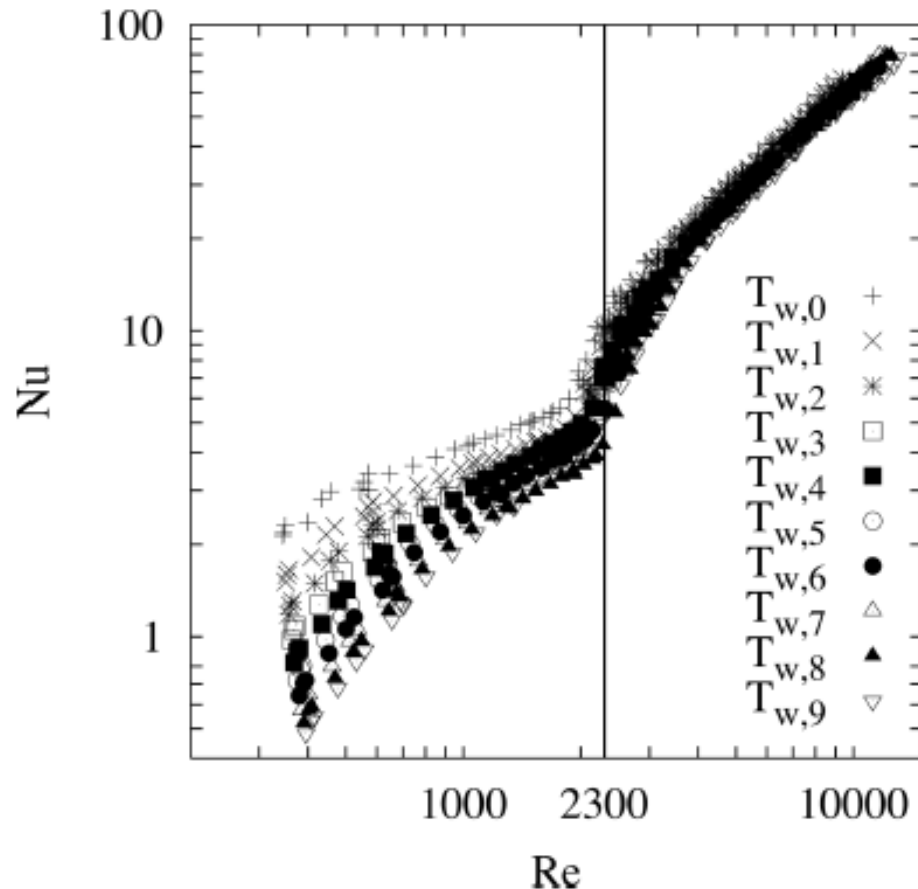
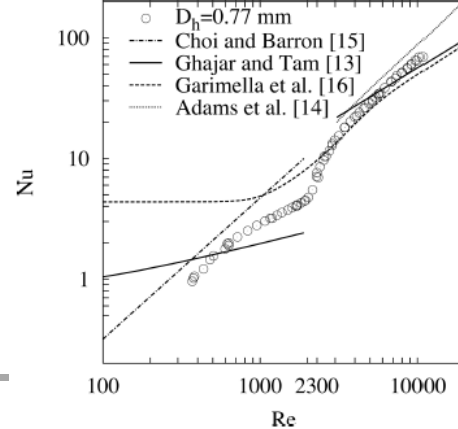


Figure 12 Local Nusselt number versus local Reynolds number (tube 4); uncertainties are in Table 3.



結果與討論



- 圖表呈現時經常會在無意中誤導讀者
 - 注意刻度的呈現
 - 我是要刻意呈現差異嗎?
 - 如果差異在量測誤差範圍內，這個差異並無實質意義
 - 如果差異代表某一參數的效應，建議適度放大刻度集中說明
 - 如果數據範圍涵蓋數個級數，應使用 LOG plot
 - 符號大小要適中
 - 通常數值計算結果(或經驗式)不須使用符號，標線即可



結果與討論 - 數據呈現

- 以圖表來說明，數據明確不要讓讀者誤解與困擾
- 先做定性描述 (可先用流水帳的說明)
 - “當溫度升高時，熱傳量也逐漸升高”
- 明確說明數值
 - “當溫度升高到 140°C 時，熱傳量達到 100 kW ”
- 加上原因
 - “這是因為輻射效應的貢獻”
- 加上細部的說明
 - “輻射效應可由Stefan-Boltzmann Law 的計算...”



結果與討論 - 數據呈現

- 說明數據變化的幅度
 - 例如上升是否變得更劇烈或緩和或線性
 - 數據變化是否有極值
 - 數據變化趨勢是否有反轉現象
 - 數據變化與控制變數間的關係
 - 說明特別現象的可能原因
 - 說明必須佐以驗證，驗證可由自己的研究也可引用別人的研究（所以要多看別人的研究）



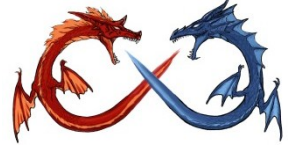
結果與討論

- 不能只是定性的說明數據趨勢
- 理出可能的機制與數據間的關聯
 - 證明 (at least use scale analysis) 你的說法應該無誤
 - 這部分需要作者對物理化學現象的理解，因此前置工作(閱讀相關文獻)就會顯得非常重要；再次提醒，事前讀個30~50篇論文是絕對必要的。我們的研究工作絕對不會沒有類似相近的參考文獻。



結果與討論

- 如果合理說明可能的機制與數據間的關聯...
 - 確認在目前的實驗數據的再現性無誤 (不代表實驗數據正確無誤，只能說在目前的實驗狀態下的結果，也許實驗方法與實驗設備並不適合擷取這部分的數據[也許有其他變因的影響])
 - 必須忠實說明
 - 是否有其他的想法與做法可於後續的研究工作來驗證
 - 真的都沒有想法與做法，可交代說明現階段不清楚



結果與討論 - 數據的呈現

Graphics

Figures and tables are **the most effective way to present data.**

BUT :

- Neatness counts -- graphics should look pretty.
- You need to design your figures carefully.
- As a general rule, a figure should be deleted if it can be replaced with one or two sentences in the text and a few numbers.



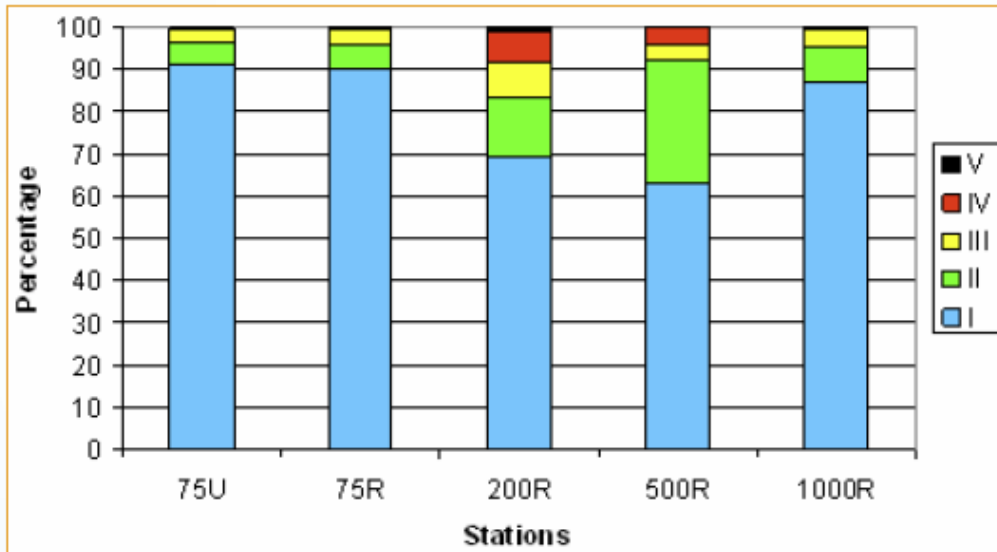
Graphics

Five rules for making figures

- Design your figures carefully and make them in the final size you desire in the published paper.
- Make all your figures uniform -- same line style, same font and font sizes, etc.
- No unnecessary text in the figures.
- Use color only when it is essential.
- If a colleague cannot immediately tell what is shown in a figure, you probably need to redesign it.



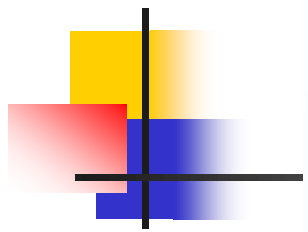
Graphics



The figure and table show the same information, but the table is more direct and clear and uses less space.

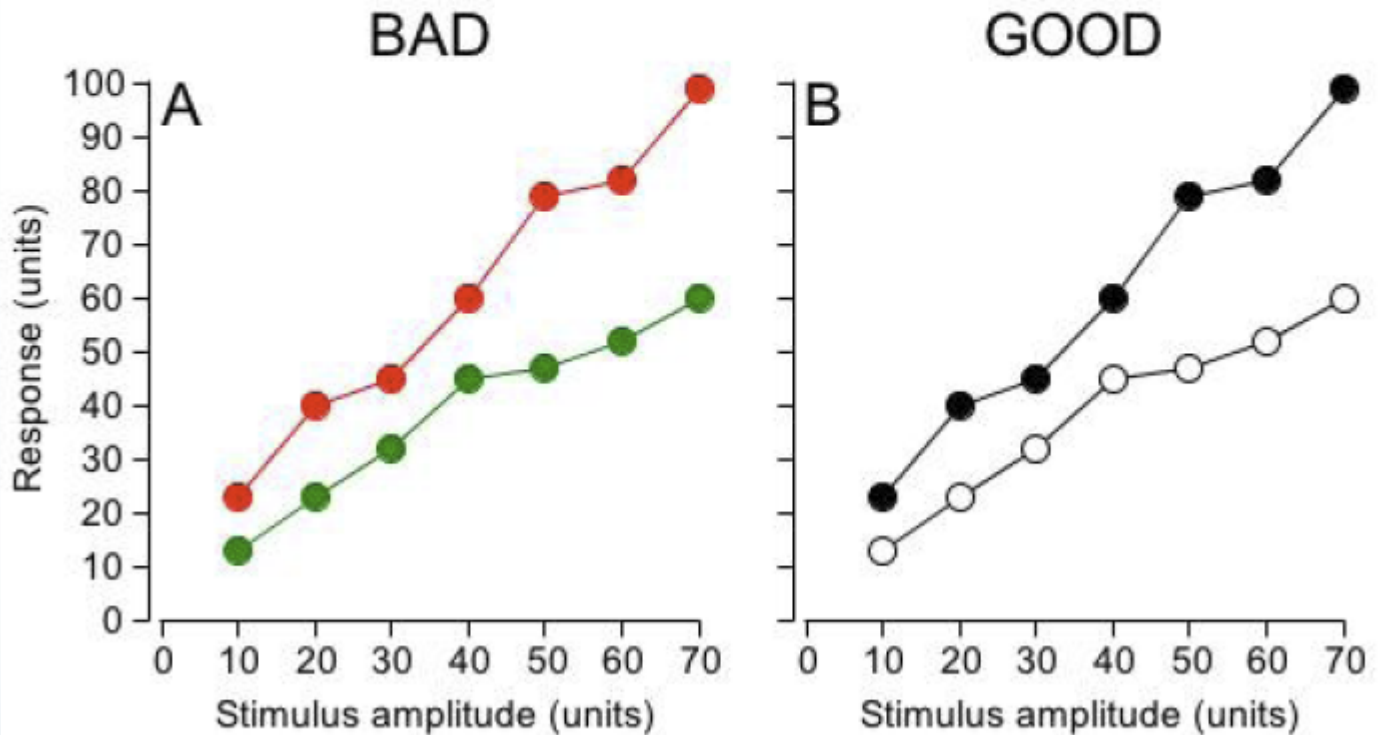
| ECOLOGICAL GROUP | | | | | |
|------------------|------|------|-----|-----|-----|
| Station | I | II | III | IV | V |
| 75U | 91.3 | 5.3 | 3.2 | 0.2 | 0.0 |
| 75R | 89.8 | 6.1 | 3.6 | 0.5 | 0.0 |
| 200R | 69.3 | 14.2 | 8.6 | 6.8 | 1.1 |
| 500R | 63.0 | 29.5 | 3.4 | 4.2 | 0.0 |
| 1000R | 86.7 | 8.5 | 4.5 | 0.2 | 0.0 |

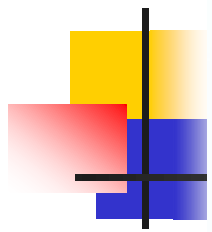




Graphics

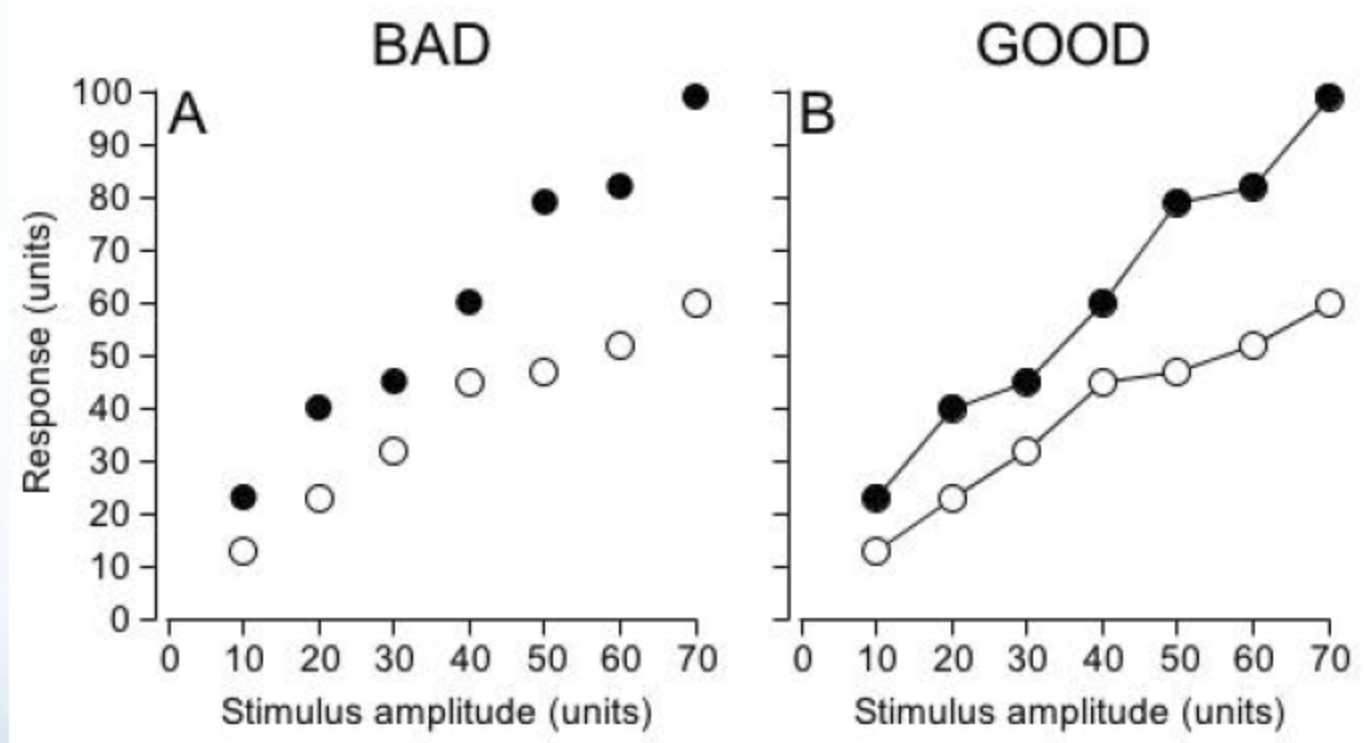
Use color only when it adds to the presentation.





Graphics

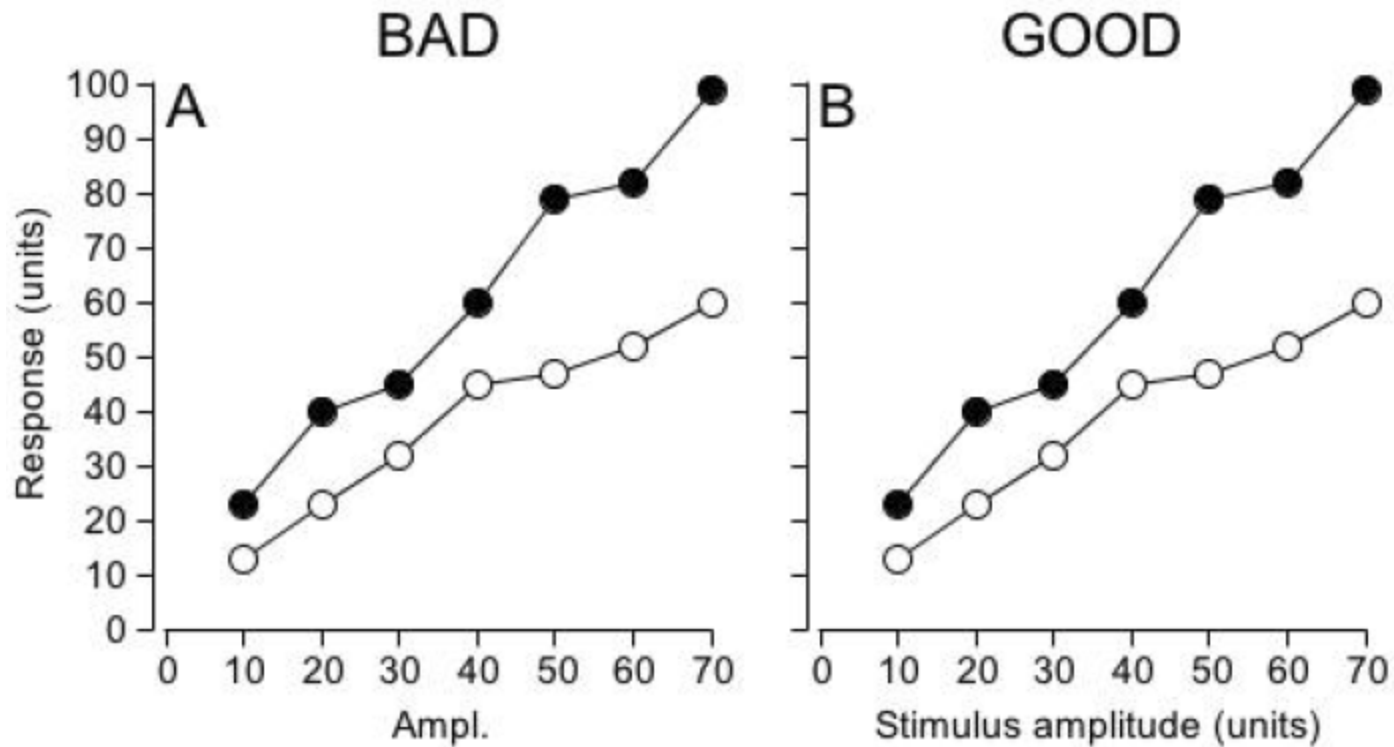
Connecting the dots makes the graph easier to read





Graphics

Use axis labels and legends that are as descriptive as space allows





結果與討論

- 原始數據的再加工
 - 原始數據通常僅是基本食材，適度的再加工往往能呈現論文報告的價值
 - 例如將原始數據無因次化 (速度轉成雷諾數，熱傳係數轉成紐賽數...)
 - 將原始數據轉成重要參數 (未必是無因次參數)，每個領域都有需多重要的參數 (如 Figure of Merit)，可將數據適度整理重現，藉此瞭解我的數據的落點。



結果與討論

- 比較多少有差異，沒差異不代表沒問題
- 沒差異要講，有差異更應提出說明
 - 差異的來源?(方法、條件...)
 - 定性的差異說明(就可能的物理現象造成的差異)先前文獻一定有一些與我們接近的研
 - 定量的差異說明，藉由一些輔助工具、經驗式、基本方程式等說明差異的原因
 - 如果真的無法說明差異的原因，建議至少要提出可能的原因，雖然在這個階段無法證實，但至少可以提供下一步如何探討。



結果與討論

■ 比較方式

- 比較一些廣為人知的數據，將數據重製後和我們的數據放在圖表上比較
- 比較一些經驗方程式
- 比較基本理論計算結果 (或解析方程式)
 - 可直接引用其他研究的結果
 - 說明比較的差異性與可能差異來源
 - 如果可以從差異中找出影響參數並具體量化此一參數的影響 – Bravo! You make significant contribution!
 - 如果此一差異參數有實質物理意義 – Even Better!



結果與討論

- 客觀說明，盡量用證據說話，避免主觀獨斷式的說明，證據大可引用別人的(越多越好)

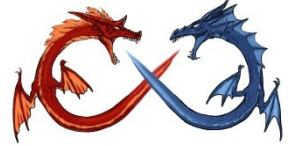
- 數據的多面向

- 可能的話，從不同的面向來看數據
- 譬如說某一實驗發現 A 材料性能最好，但 A 材料可能是和操作的區間在 $200\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 間，但應用上，可能會在 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近操作，因此 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 附近可能有另外的可能選擇。
- 總之，我們的研究都有一定的範圍，明確指出應用範圍是很重要的



結果與討論

- 如果可能，整理出可能的方程式或關係式說明數據的分布（經驗式、半經驗、或者是適用的理論方程式）
 - 儘量使用與機制有關的參數來整理回歸數據
 - 經驗式可以讓論文與報告的能見度與引用率增高，加強引響程度
- 比較你提出的方程式與別人的比較，指出可能的範圍與限制，如果能從物理面說明此一限制更好。



結果與討論

- 重複說明你的主要發現、看法；加深讀者的印象
- 避免獨斷性的說詞，儘量利用你的研究結果作客觀的說明佐證，並同時引用一致的文獻來說明你的結果
- 釐清重要參數的影響，說明差異的來源與適用範圍



結論與建議

■ 結論

- 簡短說明問題與本研究的作法與目標
- 扼要說明研究結果與適用範圍與相關機制，（可適度說明這幾個結果的重要性）
- 清楚的說明最重要的幾個發現與結果，通常不需要詳細說明物理化學機制
- 不要誇大



結論與建議

- 說明研究設備的缺失或研究範圍較窄可能造成的問題
- 說明本研究不足的地方，與未來可能可以持續探討的方向
- 建議未來理論或實驗方法設備可以如何加強改進



致謝

- 資助單位
 - 能源局、國科會、工業局、經濟部...
- 老闆、同事、研究生、家人...
 - Boss, colleagues who assist you (even it is not so straightforward). At least they did not get in the way.



符號說明

- 一般符號、特殊符號、上標、下標分開
- 按ABC字母排序
- 特殊符號仍須按ABC排列

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | : | ; | < | = | > | ? | @ | A | B | C | D | E | F | G |
| H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | [|
| \ |] | ^ | _ | ` | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o |
| p | q | r | s | t | u | v | w | x | y | z | { | | } | ~ | | i | ¢ | £ | ¤ |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | : | ; | < | = | > | ? | ≡ | A | B | X | Δ | E | Φ | Γ |
| H | I | ∑ | K | Λ | M | N | O | Π | ⊕ | P | Σ | T | Υ | ζ | Ω | Ξ | Ψ | Z | [|
| ∴ |] | ⊥ | _ | | α | β | χ | δ | ε | φ | γ | η | ι | φ | κ | λ | μ | ν | ο |
| π | θ | ρ | σ | τ | υ | ω | ω | ξ | ψ | ζ | { | | } | ~ | □ | □ | □ | □ | □ |



參考文獻

- 本文沒有引用的不要列入
- 格式必須完整統一
 - 先瞭解報告是否有明文的規定格式
 - 決定“格式”(依單位規定)
 - 內容多包括：
 - 作者(一個或多個，依原順序)
 - 發表(印行)年份
 - 論文題目/書名
 - 登載論文的期刊名稱、卷(期)、及頁碼
- 無論有無規定，格式一定要統一
- 如無規定，以儘量詳盡為準
- 一定要和內文相符
- 英文作者的名子僅需簡寫



參考文獻 - 錯誤示範

- [1] M.S. El-Bourawi , Zhong Ding , R. Maa,, M. Khayet, “A framework for better understanding membrane distillation separation process”, *Journal of Membrane Sci.* 285 (2006) 4–29.
- [2] Khayet, M., T. Matsuura, J.I. Mengual, “Porous hydrophobic/hydrophilic composite membranes: Estimation of hydrophobic-layer thickness” *J. Membr. Sci.*, Vol. 266 p. 68–79, 2005.



建議撰寫順序

- 先讀完重要研究文獻 (至少30~50 篇)
- 製作圖表→完成討論與比較→理論架構/實驗設備方法→介紹→結論→摘要→通常討論與比較部需要非常久的時間 (iterations needed)
- 報告完成後，最後加入致謝與圖表目錄



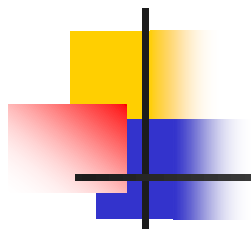
附錄

- 一些有用的細節可放在附錄，例如
 - 一些細部的分析方法的推導
 - 實驗不準度的分析與誤差傳遞
 - 數值模擬的格點分析
 - 重要儀器的詳細規格
 - ...



簡短總結

- 一份好的研究報告需要投入相當的心力，撰寫的目的在讓自己不斷成長成為高度專業
- 整理、歸納、濃縮、客觀、合理化說明
- 撰寫前應先讀完必要文獻
- 研究報告必須忠實反映研究結果，應說明研究範疇，不須誇大自我膨脹也不需自我設限
- 研究工作是長期投入的心力，必須秉持長期投資的心態



Thank you