

國立高雄應用科技大學
模具系碩士班

碩士論文

非軸對稱型變形補償法在射出成型塑膠
光學鏡片模具之研究

Anaxisymmertric error compensating in injection mold
for plastic optical lens

研究生：陳勇志

指導教授：黃俊欽教授

中華民國 九十五 年 八 月

應用非軸對稱收縮補償法於塑膠光學鏡片精密成型之研究

Application of Anaxisymmertric shrinkage compensating on precision
molding of the plastic optical lens

研究生：陳勇志
指導教授：黃俊欽教授

國立高雄應用科技大學
模具系碩士班
碩士論文

A Thesis
Submitted to
Institute of Mold and Die Engineering
National Kaohsiung University of Applied Sciences
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Engineering
in
Mold and Die Engineering

June 2006
Kaohsiung, Taiwan, Republic of China
中華民國九十五年八月

博碩士論文電子檔案上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在 國立高雄應用科技大學 模具工程系碩士班
_____組 95 學年度第二 學期取得 碩士 學位之論文。

論文題目：應用非軸對稱收縮補償法於塑膠光學鏡片精密成型之研究

指導教授：黃俊欽

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文(含摘要)，非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

- 讀者基非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人：陳勇志

簽名：



中華民國 95 年 08 月 26 日

國立高雄應用科技大學
研究所碩士班
論文指導教授推薦書

本校 模 具 工 程 研究所 陳 勇 志 君

所提論文 應用非軸對稱收縮補償法於塑膠光學鏡片精密

成型之研究

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授

黃俊欽

95年 8 月 20 日

國立高雄應用科技大學研究所學位論文考試審定書

本校 模具工程 系(所) 碩士班
 博士班

研究生 陳勇志 所提之論文

應用非軸對稱收縮補償法於塑膠

光學鏡片精密成型之研究 (題目)

合於 碩士 博士 資格水準，業經本委員會評審認可。

學位考試委員會

召集人 吳政憲 簽章
委員 吳政憲 _____
 黃俊欽 _____
 王珉秋 _____

指導教授 黃俊欽 簽章

研究所所長 楊慶煜 簽章

中華民國 年 月 日

保存期限：永久

表單編號：

應用非軸對稱收縮補償法於塑膠光學鏡片精密成型之研究

學生：陳勇志

指導教授：黃俊欽教授

國立高雄應用科技大學模具碩士班

摘要

光學鏡片在光學系統中扮演非常重要的角色，但往往因為鏡片的厚度不均，在成型製造過程中易產生收縮變形，造成尺寸偏差，而使光學品質一落千丈，可謂「失之毫釐，差之千里」，因此針對鏡片的變形進行補償修正是精密成型中非常重要的工作。本論文以折射式望遠鏡的物鏡及目鏡為例，首先探討光學系統，並修正鏡片的設計分析，嘗試得到較佳的光學品質。其次進行鏡片的射出成型分析及模具設計，來開發射出成型模具，探討以射出成型條件對鏡片尺寸的變形影響。首先以普通軸對稱的球面模仁進行射出成型實驗，並利用模流分析配合實際射出成型的結果來觀察射出成型鏡片的非對稱性的變形結果，並且引入非對稱性的收縮補償方法，將塑膠鏡片的變形量補償回模仁上，藉此得到一非軸對稱型的新模仁。最後進行射出成型實驗，並且由表面輪廓儀量測鏡片的曲面尺寸及輪廓，以驗證非軸對稱收縮補償法的補償效果更為貼近設計值。

由研究結果發現，鏡片的變形確實有非軸對稱的現象發生，且利用 CAE 模擬結果與真實射出成型的結果趨勢相符合，因此應用非軸對稱收縮補償法將分析的結果補償回模仁可以修正鏡片的非軸對稱收縮而使鏡片更接近球面，塑膠射出光學鏡片得以更符合設計值並提高其光學品質。

關鍵字：光學鏡片、塑膠鏡片、射出成型、模仁補償法

Application of Anaxisymmertric shrinkage compensating on precision molding of the plastic optical lens

The optical lens was the most important part in the optical system, but always because the thickness of lens was not uniformly. The lens will easily shrink after molding, and cause the dimensions difference and optical quality become low, it just like “a miss is as good as a mile”, therefore to counter to proceed the compensating emendation lenses deformed was the important point of whole process. In this paper, we used the object and eyepiece lens of refracting telescope for instance, at first we conferred the optical system design analyze, and emended the and try to get better optical quality. At second, we proceed the injection molding analyze and mold design of lens, to develop the mold of injection molding, and confer the dimensions difference of lens by injection molding. At first we used the sphere mold of normal symmetrical axis to proceed the experiment of injection molding, and also used the mold flow analyze to operated with the practical injection molding result to observed anaxisymmertric deformed result of injection molding lens, furthermore we used anaxisymmertric shrink compensating method, and get the deformed quantity to compensating it back to the mold, therefore we got a anaxisymmertric mold. At last proceed injection molding , and used the Form Surf measure the surface curved rate of lens, therefore it proved the effect of anaxisymmertric shrink compensating method was closely to the design.

As the result shows that, anaxisymmertric truly happened when the lens deforming; the trend of injection molding result was conform to the simulate result of CAE, therefore using anaxisymmertric shrink compensating method to **compensate it back to the mold can fix the surface of lens and male the lens be more closely to sphere; the lens which made by plastic injection will be more conform to design value and also enhance the optical quality.**

誌 謝

在兩年辛苦的耕耘之後，總算是得到了收穫，過程中有苦也有甜，曾為了解決問題想破頭皮苦思不得其解，也曾因為突然而來的靈感而雀躍不已。而人生中總是會有一些貴人相助，讓我可以突破一關又一關的考驗，而逐漸的成長進化，首先要感謝我的指導老師黃俊欽老師，肯這樣栽培我這塊朽木，總是給我一次又一次的機會，不厭其煩的引導我前進的方向，不管是學業或是人生都帶給我極大的影響。還有董光雄老師，謝謝你總是支援我的需要，還有模具系中有教過我的每個任課老師，此外更要感謝我的父母，沒有你們的體諒我實在無法如此無後顧之憂的完成碩士學業，還要感謝我的學長們黃啓賢學長，蔡俊欽學長，陳明達學長黃皇齊學長還有黃彥文學長以及施漢昇學長，感謝你們常常和我討論功課，論文，人生甚至是產業界的發展現況讓我在無形中吸收了不少知識及常識，以及觸發我思考解決問題的方法，還要感謝我的同學們小龜，宏文，鴻展...等感謝你們的陪伴陪我度過研究所兩年的光陰，還有同研究室的宋昱廷雖然發生了一些事，但卻也讓我對人生有了新的體悟，還有碩士班學弟楊明峰，陳信瑋，黃品翰感謝你們在我做論文時還有口試時分擔我的事務，最後還要感謝我最愛的學弟學妹群們讓我這兩年過的有聲有色，感謝大家。

目 錄

中文摘要	-----	i
英文摘要	-----	ii
誌謝	-----	iii
目錄	-----	iv
表目錄	-----	vi
圖目錄	-----	vii
一	導論 -----	1
1.1	前言 -----	1
1.2	研究動機 -----	1
1.3	望遠鏡簡介 -----	3
1.3.1	折射式望遠鏡 -----	3
1.3.2	反射式望遠鏡 -----	3
1.3.3	折反射式望遠鏡 -----	4
1.4	光學像差簡介 -----	6
1.5	文獻回顧 -----	10
二	光學模擬與分析 -----	11
2.1	光學模擬簡介 -----	11
2.2	光學基礎理論 -----	12
2.2.1	折射率 -----	12
2.2.2	折射定律 -----	12
2.2.3	成像公式 -----	13
2.2.4	造鏡者公式 -----	14
2.3	望遠鏡規格設定及光學模擬分析 -----	16
三	光學鏡片的模具設計與成形分析 -----	23
3.1	模流分析簡介 -----	23
3.2	模具設計 -----	24

	3.3 模流分析 CAE -----	25
四	鏡片的收縮補償與逆向鋪面 -----	34
	4.1 非軸對稱性收縮補償法簡介 -----	34
	4.2 補償量計算 -----	35
	4.3 逆向曲面處理 -----	35
	4.4 曲面的加工問題 -----	36
五、	光學鏡片成形實驗與檢測 -----	41
	5.1 實驗流程 -----	41
	5.2 射出成形實驗 -----	41
	5.2.1 實驗材料及設備 -----	41
	5.2.2 實驗準備及成形參數 -----	42
	5.3 鏡片輪廓檢測 -----	42
六、	結果與討論 -----	48
	6.1 收縮變形的非軸對稱 -----	48
	6.2 模流分析與真實射出成形的趨勢差異 -----	54
	6.3 補償後模流分析結果與設計值誤差 -----	57
七、	結論 -----	61
參考文獻	-----	62
附錄 1	-----	64
附錄 2	-----	72
附錄 3	-----	96
自傳	-----	

表 目 錄

表 2.1	望遠鏡設計規格表-----	16
表 2.2	望遠鏡設計-----	17
表 3.1	平凸透鏡模擬之成形參數-----	26
表 3.2	雙凹透鏡模擬之成形參數-----	26
表 5.1	Panlite AD-5503 物性表-----	43
表 5.2	Panlite AD-5503 成形加工建議條件-----	44
表 5.3	Sodick-TR30EH 射出成型機規格表-----	44
表 5.4	表面輪廓儀規格表-----	45
表 6.1	平凸透鏡 X 方向上的觀測點資料-----	49
表 6.2	平凸透鏡 Y 方向上的觀測點資料-----	49
表 6.3	雙凹透鏡母模曲面 X 方向上的觀測點資料-----	49
表 6.4	雙凹透鏡公模曲面 X 方向上的觀測點資料-----	50
表 6.5	雙凹透鏡母模曲面 Y 方向上的觀測點資料-----	50
表 6.6	雙凹透鏡公模曲面 Y 方向上的觀測點資料-----	50
表 6.7	收縮補償前模擬結果與實際射出比較(X 方向) -----	55
表 6.8	收縮補償前模擬結果與實際射出比較(Y 方向) -----	55
表 6.9	雙凹母模面誤差表(X 方向) -----	57
表 6.10	雙凹母模面誤差表(Y 方向) -----	58
表 6.11	雙凹公模面誤差表(X 方向) -----	58
表 6.12	雙凹公模面誤差表(Y 方向) -----	58

圖目錄

圖 1.1	實驗規劃流程圖-----	2
圖 1.2	伽利略折射式望遠鏡-----	4
圖 1.3	刻卜勒折射式望遠鏡-----	4
圖 1.4	牛頓反射式望遠鏡-----	5
圖 1.5	卡塞德林反射式望遠鏡-----	5
圖 1.6	史密特像機-----	5
圖 1.7	球差(spherical aberration)示意圖-----	6
圖 1.8	慧差(coma aberration)示意圖-----	7
圖 1.9	像散(astigmatism)示意圖-----	7
圖 1.10	場曲(curvature of field)示意圖-----	8
圖 1.11	畸變(distortion)示意圖-----	8
圖 1.12	有色光經過菱鏡的偏折角度差異現象-----	9
圖 2.1	光的折射與反射-----	18
圖 2.2	折射角與折射率的關係-----	19
圖 2.3	物點成像示意圖-----	19
圖 2.4	造鏡者公式推導示意圖-----	19
圖 2.5	造鏡者公式推導 step 1-----	20
圖 2.6	造鏡者公式推導 step 2-----	20
圖 2.7	造鏡者公式推導 step 3-----	20
圖 2.8	鏡片資料列表-----	21
圖 2.9	光學模型-----	21
圖 2.10	光扇圖-----	22
圖 3.1	2.5D/3D 模型說明示意圖-----	27
圖 3.2	模流分析步驟流程圖-----	27
圖 3.3	平凸透鏡的實體網格模型-----	28
圖 3.4	平凸透鏡的實體網格模型彩現-----	28

圖 3.5	雙凹透鏡的實體網格模型-----	29
圖 3.6	雙凹透鏡的實體網格模型彩現-----	29
圖 3.7	模仁的定向機構-----	30
圖 3.8	噴泉式冷卻水路-----	30
圖 3.9	平凸鏡片模擬模型	31
圖 3.10	雙凹鏡片模擬模型	31
圖 3.11	平凸鏡片流動波前圖	32
圖 3.12	雙凹鏡片流動波前圖	32
圖 3.13	平凸鏡片射出過程壓力-時間圖	33
圖 3.14	雙凹鏡片射出過程壓力-時間圖	33
圖 4.1	收縮、補償與設計值關係示意圖	36
圖 4.2	平凸透鏡觀測點位置	37
圖 4.3	雙凹透鏡母模面觀測點位置	37
圖 4.4	雙凹透鏡公模面觀測點位置	37
圖 4.5	平凸透鏡補償後點資料逆向曲面	38
圖 4.6	平凸透鏡補償後曲面與控制點的誤差分析	38
圖 4.7	雙凹透鏡母模面補償後點資料逆向曲面	39
圖 4.8	雙凹透鏡母模面補償後曲面與控制點的誤差分析	39
圖 4.9	雙凹透鏡公模面補償後點資料逆向曲面	40
圖 4.10	雙凹透鏡公模面補償後曲面與控制點的誤差分析	40
圖 5.1	實驗用模具	45
圖 5.2	Sodick-TR30EH 射出成型機	46
圖 5.3	表面輪廓儀	46
圖 5.4	表面輪廓儀收錄器構造圖	47
圖 6.1	平凸透鏡之收縮不對稱現象	51
圖 6.2	雙凹透鏡之 X 軸曲率關係圖	52
圖 6.3	雙凹透鏡之 Y 軸曲率關係圖	53
圖 6.4	射出成形平凸鏡片	54

圖 6.5	鏡片包風示意圖	55
圖 6.6	平凸鏡片模擬值曲線與真實值曲線比較圖	56
圖 6.7	補償後雙凹鏡片母模面與設計值誤差(X 方向)	59
圖 6.8	補償後雙凹鏡片母模面與設計值誤差(Y 方向)	59
圖 6.9	補償後雙凹鏡片公模面與設計值誤差(X 方向)	60
圖 6.10	補償後雙凹鏡片公模面與設計值誤差(Y 方向)	60



一、導論

1.1 前言

光學鏡片是光學系統中不可或缺的重要零件，應用的層面也非常廣泛，例如相機鏡頭，望遠鏡，影印機的鏡片，投影機鏡頭...等等。在國內目前以製作數位像機鏡頭為大宗。這種產品生命週期短且口徑偏小的鏡片，傳統以研磨方式加工鏡片的製程受到考驗。我國不管在研磨鏡片或是射出鏡片，都已經累積了相當的經驗，而所做出來的品質也已經能夠媲美日、美...等先進國家的品質，而如何搭配資訊產品來快速大量的生產小口徑的鏡片會對我國光學鏡片業有舉足輕重的影響。[1]

好的光學系統會利用光學分析模擬軟體來進行專業的光學設計，讓鏡頭得到理論的最佳化設計，之後再依照光學設計的結果來生產所需要的零件、鏡片。以數位像機來說，消費者對於成像品質以及輕薄短小的要求日漸提高，因此非球面鏡的優點也就被突顯了出來，但不管是利用球面鏡或是非球面鏡所構築的光學系統，影響成像品質最主要的因素就是鏡片曲率、鏡片的厚度以及鏡片與鏡片之間的距離。所以曲率的準確及其尺寸精確與否對於光學系統的品質是有所關聯性的。此外由於塑膠具有質量輕、加工容易並利於進行大量生產的特性，再加上因為科技發展而開發出各式各樣的光學塑膠材料，因此利用射出成型製程來大量生產光學鏡片，特別是用來生產非球面的塑膠光學鏡片具有非常大的競爭力。

1.2 研究動機

傳統鏡片加工是以研磨的方式進行加工，材質多為水晶或是玻璃為主，但是隨著科技的日新月異，材料的發展越來越多樣化，隨著光學塑膠的出現，射出成型的方法則被用來大量製造鏡片，比起過去利用研磨加工的鏡片速度快許多，且塑膠具有質量輕的特性，且射出成型是以「加法」的情況加工，所以對於非球面鏡片的加工更有其優越之處，但是塑膠射出本身是以固態的塑膠粒經過熔融之後轉變成液態的熔膠射入模具內，待塑膠冷卻，而將熔膠轉變成固態的塑膠鏡片，因為狀態的轉換會造成密度的變化，

所以塑膠射出成型會有收縮的問題，加上其他如：翹曲、模仁加工誤差...等問題，都會造成成型的塑膠鏡片的曲率和原始設計的鏡片曲率有所差異，而這些變形問題在一般的射出成形都是很常見的，但是因為光學鏡片的肉厚不均特點而使這些問題被突顯了出來，再加上這些變形常常會因為射出成型的參數改變也會隨之變化，因此造成鏡片在成形尺寸上控制的困難。

以凸透鏡為例，一般認為中央最大厚度的收縮會是最嚴重的地方，因此大多認為只要將中間厚度的變化量做到最小則周圍肉厚較薄處自然就會改善，而傳統的改善方式則是不斷的重複的試模與補償塑膠鏡片收縮的變化量，進而達到鏡片最大厚度的變化量達到最小，但是精密的光學鏡片要求的不只中心最大厚度，應該還要包含鏡面曲率的精確度，所以應嘗試建立一套方法來快速修正鏡片曲率的誤差以改進這個繁複的傳統補償工序。

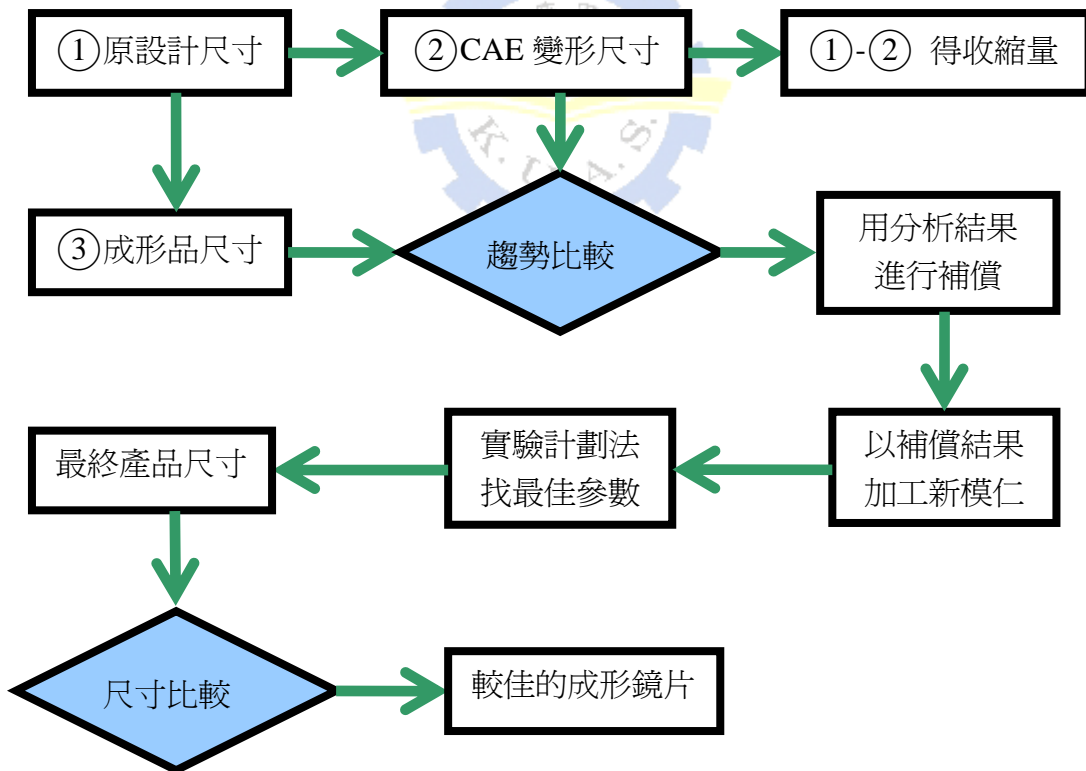


圖 1.1 實驗規劃流程圖

實驗的規劃流程如圖 1.1 所示，首先先以設計尺寸進行模流分析及模具

設計，並將設計好的模具先進行試模，成形的塑膠鏡片以表面輪廓儀進行鏡片表面輪廓的量測，然後將模擬的結果輪廓與成形的塑膠鏡片輪廓情況的結果做一個比較，看是否具有相同的變形趨勢，再藉由非軸對稱補償法將模擬出來的變形量補償回模仁的尺寸，因此可以得到一個新的模仁曲率，再將這個新的模仁加工出來，並進行第二次的鏡片射出成形實驗，再導入實驗計畫法找尋射出鏡片的最佳參數，並對最終的鏡片進行尺寸檢測，希望能得到品質較佳的塑膠射出鏡片。

1.3 望遠鏡簡介

1.3.1 折射式望遠鏡

一般認為望遠鏡是 1609 年由荷蘭的一位鏡片製造工利普謝所發明的，他無意間發現將兩片透鏡放在一起，可以將遠處的事物放大的好像近在眼前一樣，這個發現傳到義大利物理學家伽利略的耳中，於是伽利略很快的就作出一架自己的望遠鏡，這也是世界上第一架折射式的天文望遠鏡，折射式望遠鏡結構如圖 1.2 所示，但是伽利略式的望遠鏡有筒長且成像是倒立像的缺點，因此德國科學家刻卜勒又改進伽利略式望遠鏡的目鏡成為新的折射式望遠鏡，其結構如圖 1.3 所示，結構上鏡筒已經縮短了很多，且成像也從倒反的像變成正立的像。

1.3.2 反射式望遠鏡

由於每一種顏色的光具有不同的波長，經過折射之後每種光波的折射角度都不一樣，這種現象稱之為色差，由於兩種折射式的望遠鏡都具有相當嚴重的色差，因此英國科學家牛頓利用了反射面鏡來解決這個色差的問題，因為反射沒有這樣的問題，因此牛頓發明了第一架的反射式望遠鏡，結構就像圖 1.4 所示利用鏡桶的後方的一面拋物面的主鏡將光反射到橢圓形的平面副鏡上再經過平面副鏡的偏折到觀測的目鏡，後來經過陸續的改良 1672 年法國人卡塞德林發展出卡塞德林型的反射式望遠鏡，這一型的反射型望遠鏡就是以一面雙曲面的副鏡取代牛頓型的平面副鏡，如圖 1.5 所示，由於經過這一面副鏡的二次放大，所以可以在較短的鏡筒下得到很大的放大率。

1.3.3 折反射式望遠鏡

德國人史密特在 1938 年製作了第一部的折反射式望遠鏡，結構如圖 1.6 所示，史密特研磨了一片中央凸、周邊凹、形狀複雜的波浪狀修正透鏡，將這片修正透鏡置於鏡筒最前端，讓光線進入後不是聚焦，而是向外產生曲折，然後經後方的球面主鏡反射聚焦。如果在此主鏡聚焦的焦點位置上放置底片，那就成爲天文專用的史密特像機，若是再利用一平面副鏡將光線偏折，使光線反射到主鏡後方的開孔就成爲史密特－卡賽格林式望遠鏡。當望遠鏡的倍率越高，則其視野範圍就會相對的減少這類的望遠鏡就如同廣角的望遠鏡，其目的在於希望能夠將一大片區域的每個小細節都能清楚的顯示出來。

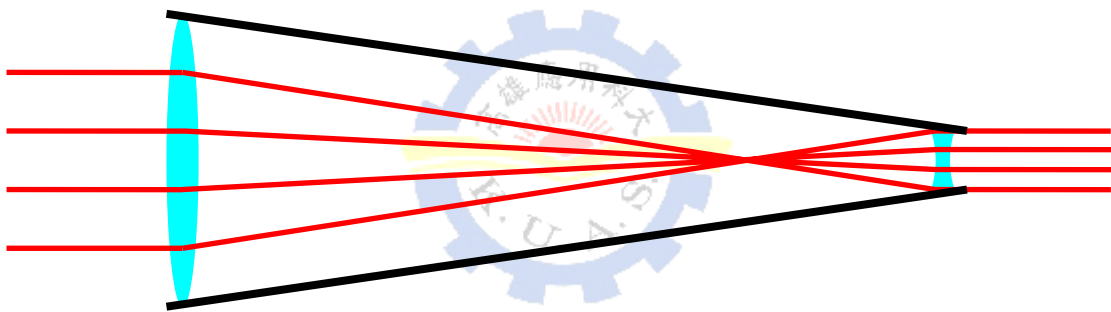


圖 1.2 伽利略折射式望遠鏡

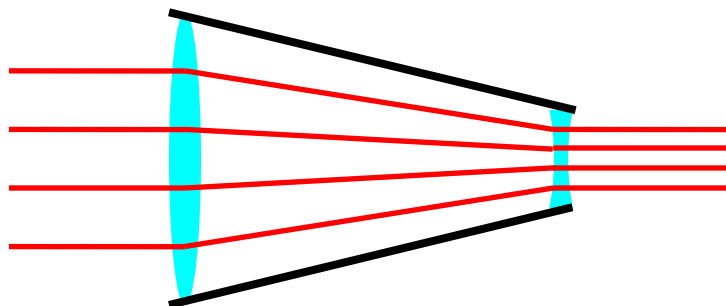


圖 1.3 刻卜勒折射式望遠鏡

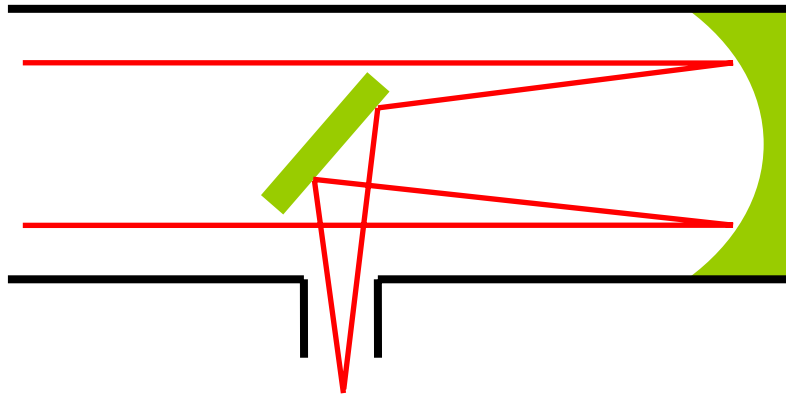


圖 1.4 牛頓反射式望遠鏡

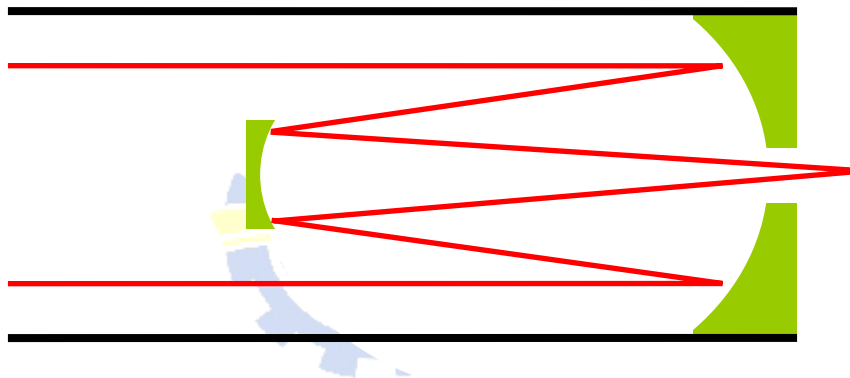


圖 1.5 卡塞德林反射式望遠鏡

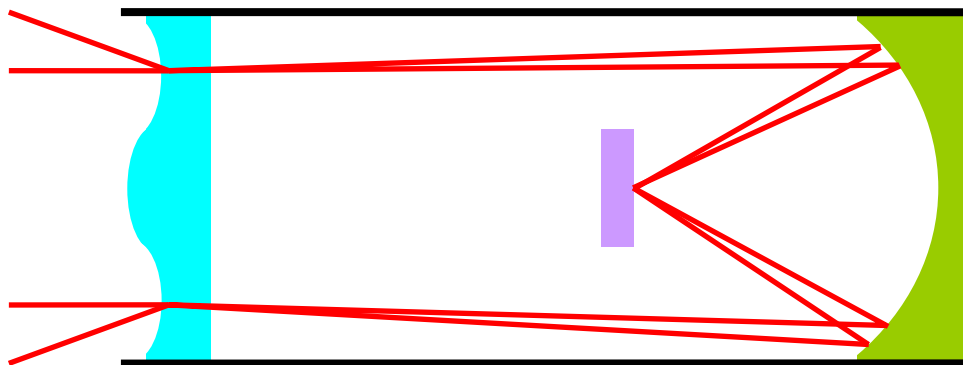


圖 1.6 史密特像機

1.4 光學像差簡介

再成像系統中以真實光線的幾何光學結果像差是代表成像時所造成的誤差，其中包含了塞德五像差：球差(spherical aberration)、慧差(coma aberration)、像散(astigmatism)、場曲(curvature of field)、畸變(distortion)，此外還有因光波長造成的色差(chromatic aberration)

球差(spherical aberration)是指平行光軸的光線在不同的高度下入射系統，通過系統後無法聚焦在一個點上的差異現象，如圖 1.7 所示光線射在球面上不同的地方所會聚的點並不相同，最主要造成球差的因素是鏡片的造型因素（曲率半徑），通常都以改變鏡片的外型，如鏡片的其中一面或雙面採用非球面，或是組合多塊球面鏡，使各鏡片的正負球差互相彌補，而令系統的總誤差降低。

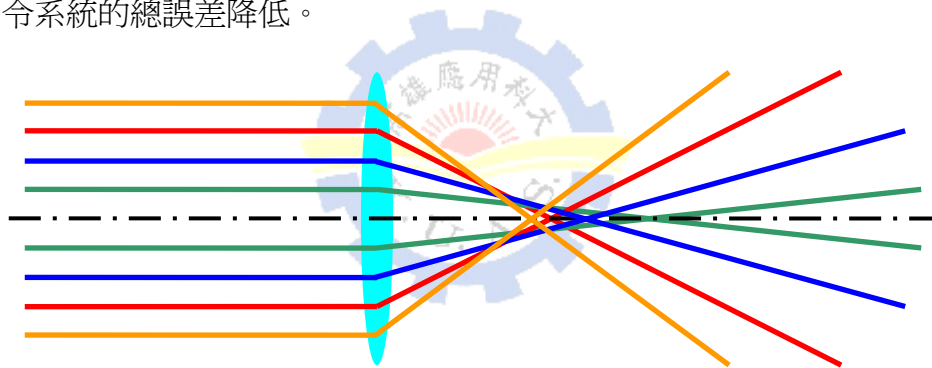


圖 1.7 球差(spherical aberration)示意圖

慧差(coma aberration)是平行光傾斜於透鏡光軸而入射，而各高度的光線對系統的成相放大率不同而產生的像差。在高斯成像點為成像面的位置會發現，像會以高斯成像點為頂點而其他的成像圓向下排列，如圖 1.8 所示，因這種像差呈現的形狀好像拖著長尾巴的彗星所以稱為慧差，慧差和球差一樣都是受到鏡片造型的影響最為顯著，因此要有效的改善慧差，也得跟球差的解決方法一樣，利用非球面的光學面或是利用多塊球面鏡的組合來使系統的慧差總誤差量降低。

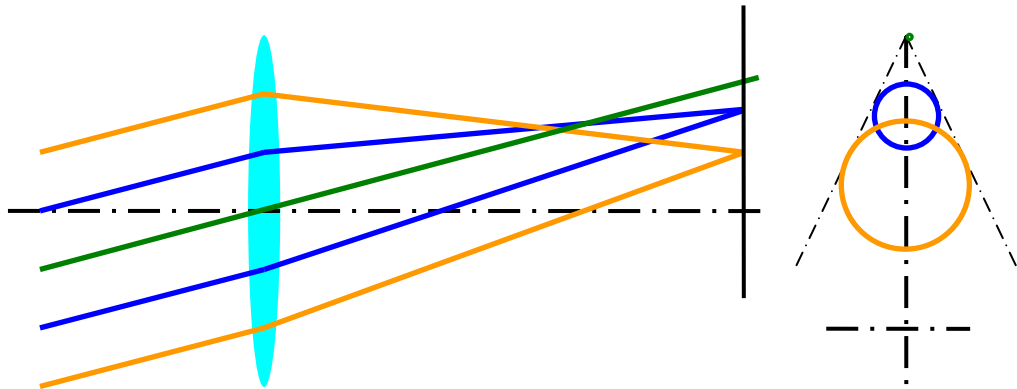


圖 1.8 慧差(coma aberration)示意圖

像散(astigmatism)是離軸較遠的物點，因成像位置不同而造成的成像差異現象，如圖 1.9 所示當離軸物點 S 發出的光線，經過鏡片系統，而其子午方向光線的成像位置(S_T)和弧矢方向光線的成像位置(S_S)沒有重合在同一個位置上，所以對一個點物件來說，成像便不再是以一個點，在 S_T 上會成爲一個水平線；而在 S_S 上則會成爲垂直線，至於其他位置上會成爲圓形會橢圓形的像。通常當物點在軸時，不會有像散發生，而當物點離軸越遠， S_T 及 S_S 的差異也會越明顯。由於像散是因離軸的距離所造成，所以可以選擇適當的透鏡形狀和適當的鏡片間距來消除像散。

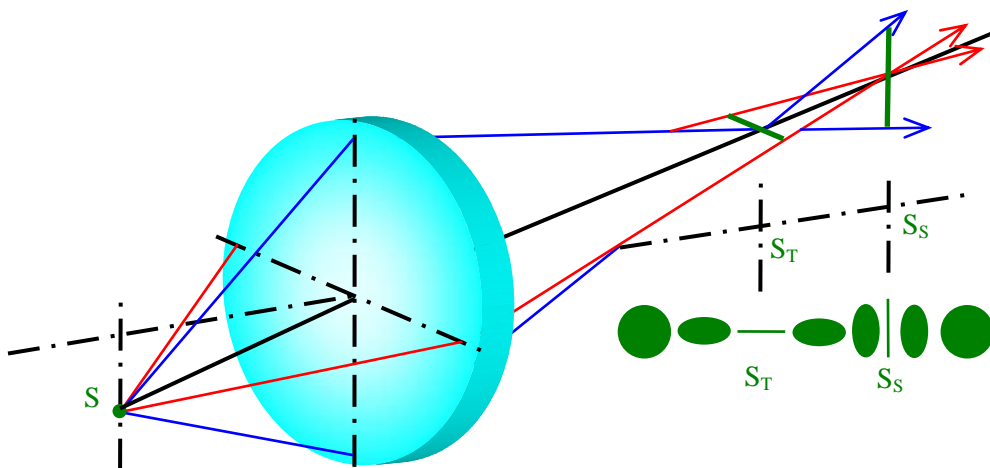


圖 1.9 像散(astigmatism)示意圖

場曲(curvature of field)是指成像可以完美的聚焦，也就是說系統已經將上述的三種像差都修正為零了，但是聚焦處卻不是發生在一個平面上，而是發生在彎曲的面上，這種現象稱之為場曲。如圖 1.10 所示

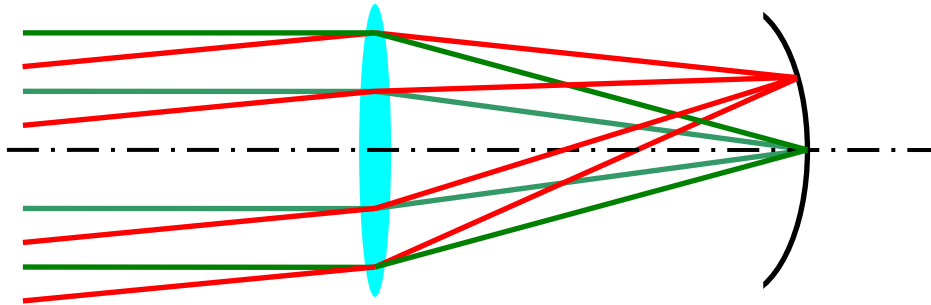


圖 1.10 場曲(curvature of field)示意圖

當點物成像，球差、慧差、像散的誤差都已經修正為零，且聚焦視場也已調整為平視場，但是這樣並不代表成像就已經是完美的狀態了，因為真正的情況，物並不是一個點，我們暫且把真實情況的物看成是很多點團聚成的，而點跟點之間的關係有可能會發生變化，因為這種變化所造成的像差，就稱為畸變(distortion)。像的畸變是因為透鏡和光軸的位置關係，使得各位置的橫像放大率不同，而把原來方型的物成像時造成像的變形，如圖 1.11 所示，若離軸越遠放大率越小，則會造成如圖 1.11-(b)的桶形畸變，反之若是離軸越遠放大率越大的話，則會造成如圖 1.11-(c)的枕形畸變。

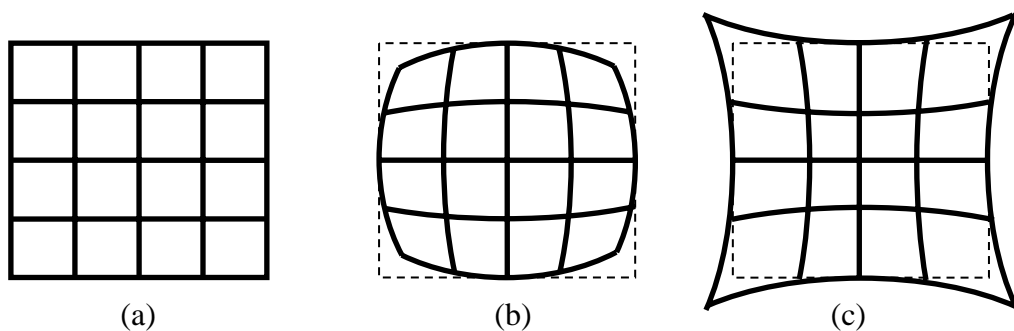


圖 1.11 畸變(distortion)示意圖

上述的塞德五像差都是基於單色光的幾何光學所成的結果，有別於這五種像差，還有另外一種是因為光通過第二界質，因為波長的不同而造成偏折角度不同，因此而形成像差，這種像差我們就稱之為色差(chromatic aberration)。圖 1.12 則是說明我若是利用菱鏡來使可見光偏折，可見光的波段從紅光(770 nm)到紫光(380 nm)當這些光合在一起就是日生活中所稱的白光，白光經過菱鏡的偏折而各波段的偏折角度各不相同，因此產生了一道彩虹。

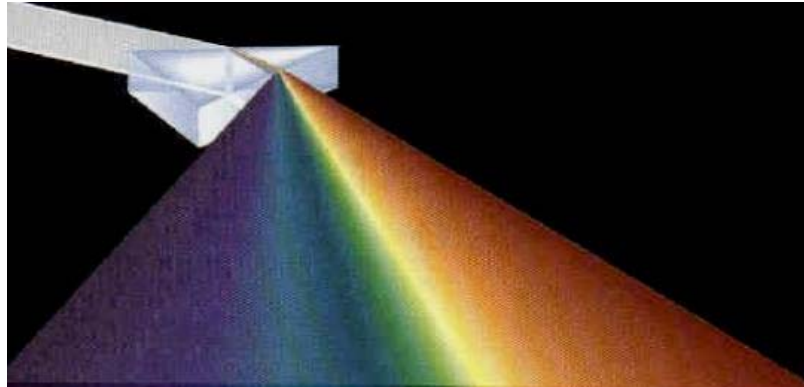


圖 1.12 有色光經過菱鏡的偏折角度差異現象

1.5 文獻回顧

1992 年 Son, Junji 等人[2]認為，因為鏡片上各個位置的冷卻過程不盡相同，若是以相同的收縮率對塑膠光學鏡片的模仁進行收縮補償的工作，難以作出形狀精度高的塑膠鏡片，因此利用模仁和成形的塑膠鏡片來反估收縮率。其實驗結果顯示，塑膠鏡片的表面輪廓誤差可以達到 $0.3 \mu\text{m}$ 。

1994 年林賢樑[3]探討成形條件對壓克力凸透鏡鏡片的性質以及殘留應力的影響，研究中發現提高保壓壓力有利於改善鏡片收縮的情形和控制尺寸的穩定性，較高的模溫則會改善鏡片的扭曲，較高的熔膠溫度可以降低剪應力。

1998 年 K.M.B.Jansen、D.J.Vandijk 與 M.H.Husselman[4]分析成形參數對七種塑膠材料(PC、PS、ABS、HIPS、PBT1505、PBT3235、HDPE)的收縮影響，其研究指出保壓壓力與材料料溫對上述的材料收縮的影響較大且具有相同的趨勢，而射出速率及模具溫度的影響較小且其趨勢無一致性。

2001 年 Tao C. Chang[5]應用田口方法來研究成形參數對 HDPE、GPS、ABS 三種塑膠料的收縮影響程度，研究指出模溫、膠溫、保壓壓力以及保壓時間對此三種材料的收縮影響較為顯著。Xuehong Lu, Lau Soo Khim [6]以 PC 作為光學射出鏡片的材料進行統計實驗，實驗結果顯示：模具溫度是影響鏡片輪廓最重要的因子而保壓壓力則是其中影響最輕微的因子，此外射出速度會影響殘留應力的分佈狀況，而利用兩段式保壓，其射出鏡片的表面輪廓複製性較好。

2004 年許財得[7]利用 Moldflow 來對非球面射出鏡片進行模擬分析並配合田口方法研究成型條件對於非球面鏡片收縮的影響，研究中指出保壓壓力、充填時間以及澆口尺寸對於鏡片的體積收縮率有明顯的影響，進行多段保壓及使用較慢的流率有助於體積收縮率的降低。

2005 年劉昭宏[8]先利用 Moldflow 配合田口方法找出使鏡片中心厚度收縮量最小的成型參數組合，再利用最佳參數的收縮結果對鏡片模型進行動態收縮補償，在誤差比對後發現動態收縮補償確實能夠有效降低輪廓誤差，改善鏡片的品質。

二、光學模擬與分析

2.1 光學模擬簡介

光學模擬對於光學系統的設計，扮演著極為重要的角色。因為鏡片模具的製作成本都比較高，在製作之前先進行光路模擬，可以在還沒有進行加工之前，預估鏡頭的光學特性，以及縮短模具開發的時程。光學模擬分為兩種模式：

(1) 序列式描光：

依據光學面的前後順序，模擬光通過一個光學面到達下一個光學面，並計算通過每一個光學面之後的新路徑直到最後一個面，這種方法可以不必先以亂數的方式決定每一光線初始的方向，可以比較快速的得到結果，但是在自然界中光並不可能這麼理想化，因此比較不符合於自然界的真實情況。

(2) 非序列式描光：

光的路徑與方向不以固定順序加以演算，完全以亂數的方式來決定光的方向，所以光達到光學面的順序並不一定會一樣，因此比較接近實際的情況。但是需要逐一決定每一條的光線方向，因此所需要的運算時間比較長。

上述這兩種方式各有其優劣之處，所以其所運用的地方也有所不同，序列式描光法大多用在照相機、數位相機、望遠鏡、光碟機讀取器...等光學系統的初期曲率的設計，而非序列式描光法則大多使用在燈具、背光模組以及像機，數位像機的後期成像分析及鬼影、雜散光部分的分析。

2.2 光學基礎理論

光學的基礎理論可以分為幾何光學、物理光學、量子光學等，其中幾何光學(Geometrical Optic)是將光束視為光線和光線的集合，光線條、物點以及像點的概念來表示的光學理論。物理光學(Physical Optic)即為將光視為電磁波來處理的光學理論，又可稱為波動光學(Wave Optic)。量子光學(Quantum Optic)則主要利用量子的觀念來說明光粒子的本質及其應用的光學[9]。而本文中做為載具的刻卜勒式的折射望遠鏡的光學設計主要是應用幾何光學理論中的折射定理

2.2.1 折射率

在光學中，折射率是一個非常重要的量，通常習慣上使用符號 n 來表示。光的速率為 3×10^8 m/s 介質折射率的大小則是定義成光在真空的速率與光在介質中速率的比值。然而對於任一介質而言，折射率也可說是其光學密度(optical density)，因此對於介質的折射率較大者，可以說這個介質具有較高的光學密度，一般稱之為光密介質(optical dense medium)，相反的如果介質的折射率較小者，就會說這個介質具有較低的光學密度，一般則稱之為光疏材料(less dense medium)，但光密介質與光疏介質都只是一個相對的量而不是絕對值。折射率公式如下：

$$n \text{ (折射率)} = \frac{c \text{ (真空中的光速)}}{v \text{ (介質中的光速)}} \quad (1)$$

空氣的折射率 $n=1.0003$ 一般視為 $n=1$ ，而水的折射率 $n=1.333$ ，一般的光學玻璃的折射率 n 約為 1.5。

在本文中所採用的光學塑膠為 PC 其折射率 $n=1.523454$

2.2.2 折射定律

如圖 2.1 所示，當光由折射率為 n 的介質射入折射率為 n' 的介質中時，在兩介質的介面會發生兩種現象，一種現象是會有光線反折回同樣為 n 的介質中，這種現象稱為反射(Reflection)。而另一種現象則是光線會通過兩介質的介面而進入到 n' 的介質中，而因為介質的改變而有偏折的現象，這種

現象就稱為折射(Refraction)。折射的現象必須遵守 Snell's Law，Snell's Law 對於折射光線非常的重要，其決定了光線行進的方向

折射的定律可以歸納為以下三點

- (1) 入射光、折射光和法線都在入射面上。
- (2) 入射光、折射光在法線的兩側。
- (3) 入射角以及反射角的關係必須遵守 Snell's Law。

$$n \sin \theta_i = n' \sin \theta_t \quad (\text{Snell's Law}) \quad (2)$$

如圖 2.2(a)所示，當光線從光密介質到光疏介質時，折射角 θ_t 將會大於入射角 θ_i ，相反的則如同 2.2(b)所示，光線從光密介質到光疏介質時，折射角 θ_t 將會小於入射角 θ_i 。

2.2.3 成像公式

圖 2.3 為在介質 n_1 一物點經過曲率為 R 的介面，且在介質 n_2 結成點像。由圖 2.3 中可看出 θ_1 為 $\triangle OPC$ 的外角； φ 為 $\triangle PCI$ 的外角，所以可知：

$$\begin{cases} \theta_1 = \alpha + \varphi \\ \theta_2 = \varphi - \alpha' \end{cases}$$

根據 Snell's law

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

又假設此為近軸光學法線幾乎可視為和光軸平行其 θ 、 α 、 α' 、 φ 的角度極小，則可視 $\sin \theta \cong \tan \theta \cong \theta$ 所以

$$n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$$

因此可以得到

$$n_1(\alpha + \varphi) = n_2(\varphi - \alpha')$$

因為假設為近軸光學，也就是光點、光線非常接近光軸的關係，因此可以把式子中的角度用 \tan 來看而且，所以圖中的 \overline{VQ} 小的可以將其忽略所以可以得到：

$$n_1 \left(\frac{h}{s} + \frac{h}{R} \right) = n_2 \left(\frac{h}{R} - \frac{h}{s'} \right)$$

將 h 約分掉後經過移項可得到

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (3)$$

此公式則為成像公式

2.2.4 造鏡者公式

如圖 2.4 所示光線由介質 n 通過介質 n_L 的物體到介質 n' ， n 與 n_L 之間的介面曲率為 R_1 ； n_L 與 n' 之間的介面曲率為 R_2 ，以薄透鏡而言，物在焦點上必結像在無窮遠處。

因為是近軸所以 $\alpha \cong \tan \alpha$ 由 $\Delta fHH'$ 中可以得到

$$\alpha_1 = \frac{h_2}{f_1} \quad \text{因此} \quad \frac{1}{f_1} = \frac{\alpha_1}{h_2}$$

(1) 光線從焦點發出通過厚透鏡的第一個面，如圖 2.5 所示，由成像公式(3)可以得到

$$\frac{n}{s} - \frac{n_L}{s_L} = \frac{n_L - n}{R_1}$$

由 $\Delta P_1 f Q_1$ 和 $\Delta P_1 I Q_1$ 中可以得到 $\tan \alpha_1 = \frac{h_1}{s}$ ， $\tan \alpha_L = \frac{h_1}{s_L}$

又因為是近軸光學，所以 $\sin \alpha \cong \tan \alpha \cong \alpha$ 我們可以得到

$$\begin{cases} \alpha_1 = \frac{h_1}{s} \\ \alpha_L = \frac{h_1}{s_L} \end{cases} \implies \begin{cases} s = \frac{h_1}{\alpha} \\ s_L = \frac{h_1}{\alpha_L} \end{cases}$$

所以帶回原式後得到

$$\frac{n\alpha_1}{h_1} = \frac{n_L\alpha_L}{h_1} + \frac{n_L - n}{R_1} \implies n\alpha_1 = n_L\alpha_L + \left(\frac{n_L - n}{R_1} \right) h_1 \quad (4)$$

(2)光線通過厚透鏡，從第一個面射到第二個面

由圖 2.6 中 h_1h_2 的關係，我們可以知道： $h_2 = h_1 + t(\tan \alpha_L)$

又因為是近軸光學，所以 $\sin \alpha \cong \tan \alpha \cong \alpha$ 我們可以得到

$$h_2 = h_1 + t\alpha_L \implies h_1 = h_2 - t\alpha_L \quad (5)$$

(3)光線從通過第二個面，以平行光射出如圖 2.7 所示，由成像公式得到

$$\frac{n_L}{s'_L} + \frac{n'}{s'} = \frac{n' - n_L}{R_2}$$

因為光從焦點通過鏡片，在另一側必定變成平行光，因此式中的 $S' = \infty$ 且 R_2 為負，因此可以得到

$$\frac{n_L}{s'_L} = -\frac{n_L - n'}{R_2}$$

由 $\triangle P_2IQ_2$ 中可以得到 $\tan \alpha_L = \frac{h_2}{s'_L}$

又因為是近軸光學，所以 $\sin \alpha \cong \tan \alpha \cong \alpha$ 我們可以得到

$$\alpha_L = \frac{h_2}{s'_L} \implies s'_L = \frac{h_2}{\alpha_L} \text{ 帶回原式後得到}$$

$$n_L \alpha_L = -\left(\frac{n_L - n'}{R_2}\right)h_2 \quad (6)$$

將式(5)轉變為 $h_1 = h_2 - \frac{\alpha_L n_L}{n_L} t \quad (7)$

再將第(6)式分別帶入(4)(7)可得到

$$n\alpha_1 = \left(\frac{n_L - n}{R_1}\right)h_1 - \left(\frac{n_L - n'}{R_2}\right)h_2 \quad (8)$$

$$h_1 = h_2 - \frac{(n_L - n')}{n_L R_2} h_2 t \quad (9)$$

再將(8)式帶入(7)式後得到

$$n\alpha_1 = \left(\frac{n_L - n}{R_1}\right)h_2 - \left(\frac{n_L - n'}{R_2}\right)h_2 - \frac{(n_L - n')(n_L - n)}{n_L R_1 R_2} t h_2$$

整理後可以得到

$$\frac{1}{f} = \frac{\alpha_1}{h_2} = \frac{n_L - n}{nR_1} - \frac{n_L - n'}{nR_2} - \frac{(n_L - n')(n_L - n)}{nn_L R_1 R_2} t \quad (10)$$

因為是利用薄透鏡系統因此 $t=0$ ，而且透鏡是放在空氣中使用的話， n 以及 n' 就是空氣的折射率也就是 $n=n'=1$ ，因此我們可以把公式簡化成

$$\frac{1}{f} = (n_L - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (11)$$

而(10)式就是著名的造鏡者公式了

2.3 望遠鏡規格設定及光學模擬分析

在進行光學系統的光學設計之前，最重要的就是必須先把系統的需求以及規格先行列出，再將這些需求以及規格考慮進光學系統的設計之中，本研究中以刻卜勒式的折射式望遠鏡為例子來進行望遠鏡光學系統的設計規劃。在開始設計之前，首先必須先了解這個光學系統的特性。望遠鏡是用來觀察遠處景象的光學系統，在空氣中使用，遠處的物傳到望遠鏡可以視為是平行光傳入光學系統中，再以平行光離開光學系統，所以我們稱望遠鏡是為一個無焦系統。了解望遠鏡的特性之後，就可以開始把系統的需求以及規格條列出來，本研究中所設定的望遠鏡規格如表 2.1 所示。

表 2.1 望遠鏡設計規格表

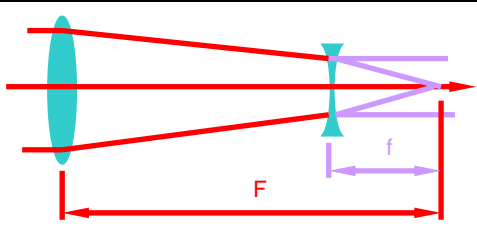
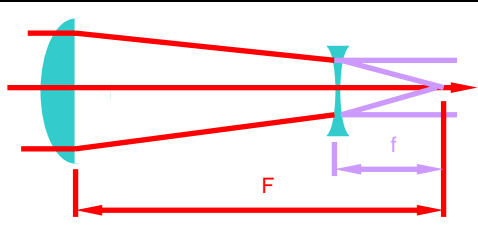
倍率 M	口徑 D	視徑 d	筒長 L	Fov
2×	40	20	100 以內	$\pm 1^\circ$

放大倍率可以先設定物鏡以及目鏡的焦距 F 以及 f ，因此設定物鏡焦距 $F=100$ mm的凸透鏡、目鏡焦距 $f=50$ mm的凹透鏡，鏡片距離 50 mm

$$M = \frac{F}{f} = \frac{100}{50} = 2 \quad (12)$$

表 2.2 是本研究中所提出的兩種設計型式，並利用造鏡者公式先計算鏡片的各個曲率，爲了方便起見双凸或双凹鏡片 R_1 跟 R_2 皆爲相等

表 2.2 望遠鏡設計

設計 1	設計 2
	
物鏡(双凸透鏡)	物鏡(平凸透鏡)
$\frac{1}{100} = (1.523454 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{-R_2} \right)$ <p style="text-align: center;"><i>Let : $R_1 = R_2 = R$</i></p> <p style="text-align: center;">$R = 104.69$</p>	$\frac{1}{100} = (1.523454 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{\infty} \right)$ <p style="text-align: center;">$R = 52.345$</p>
目鏡(双凹透鏡)	目鏡(双凹透鏡)
$\frac{1}{-50} = (1.523454 - 1) \left(\frac{1}{-r} - \frac{1}{r} \right)$ <p style="text-align: center;"><i>Let : $r_1 = r_2 = r$</i></p> <p style="text-align: center;">$r = 52.345$</p>	$\frac{1}{-50} = (1.523454 - 1) \left(\frac{1}{-r} - \frac{1}{r} \right)$ <p style="text-align: center;"><i>Let : $r_1 = r_2 = r$</i></p> <p style="text-align: center;">$r = 52.345$</p>

當取得這些資料之後即可以開始進行光學模擬分析的動作，本研究中所採用的光學模擬軟體爲 ZEMAX，ZEMAX 是由 ZEMAX Software Inc.發展的光學設計軟體，可建立反射、折射、繞射等光學模型，並結合優化、公差等分析功能，並可以使用序列式描光也可使用非序列式描光分析。首先我們就必須先建立光學模型，圖 2.8 以及圖 2.9 爲在 ZEMAX 中所建立的光學模型，由於望遠鏡的光學分析是使用序列式描光的模組，因此不需藉由其他 CAD 專業電腦輔助軟體進行光學模型的繪製，而直接在 ZEMAX 中的 Lens Data Editor

中編輯各鏡片的資料並輸入其他相關的邊界條件以及環境條件即可。圖 2.8(a) 為設計 1 的鏡片資料列表，圖 2.9(a) 為設計 1 的光學模型，圖 2.8(b) 為設計 2 的鏡片資料列表圖 2.9(b) 為設計 2 的光學模型，我們要以光學分析來判斷光學系統的優劣。

在經過光線追跡之後，就可以利用 ZEMAX 中的光學特性圖表，進行光學系統性能的比較。在本研究所提出的這兩種望遠鏡的設計其光學性能其實差異不大，由於我們採用的是折射式的望遠鏡且鏡片皆是採用球面的鏡片，因此像差會比較嚴重，我們利用光扇圖(Ray fan)來作為這個系統評比的標準，其圖形的意義代表在觀測面上的光線與主光線的誤差，我們從光扇圖中可以清楚的看出，設計 1 在邊緣的光線球差較嚴重，設計 2 利用平凸透鏡作為目鏡可以稍微降低系統的球差。

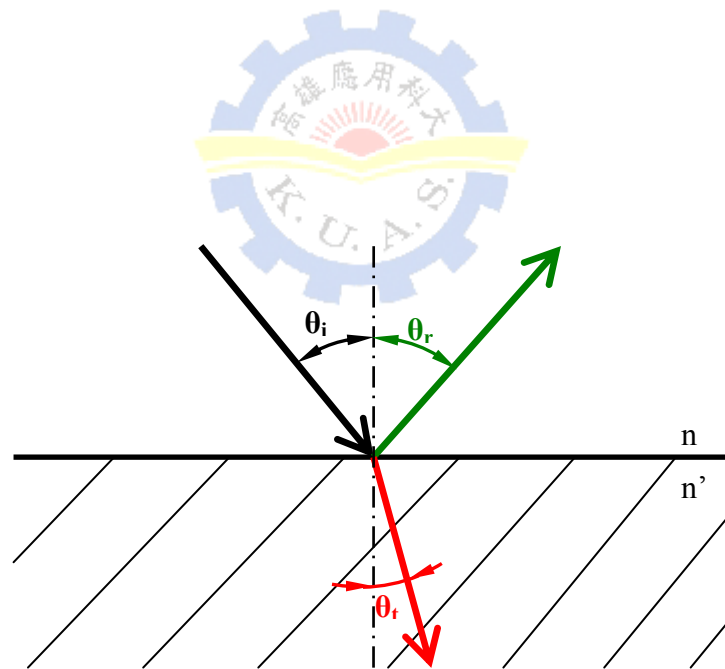
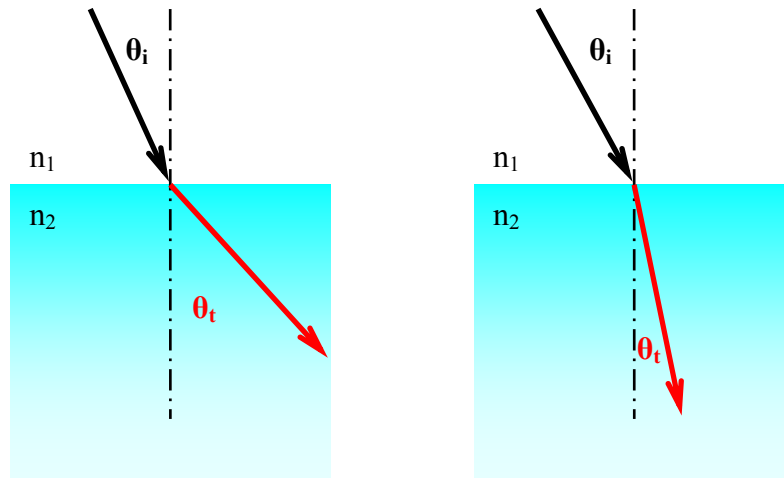


圖 2.1 光的折射與反射



(a) $n_1 > n_2$

(b) $n_2 > n_1$

圖 2.2 折射角與折射率的關係

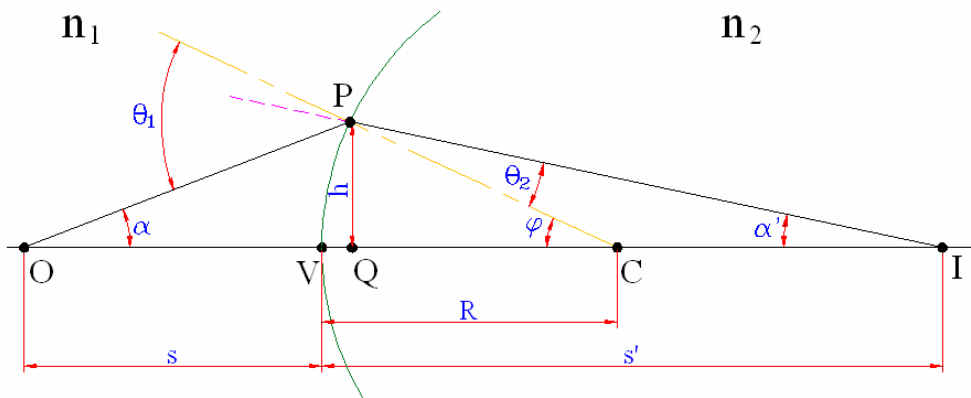


圖 2.3 物點成像示意圖

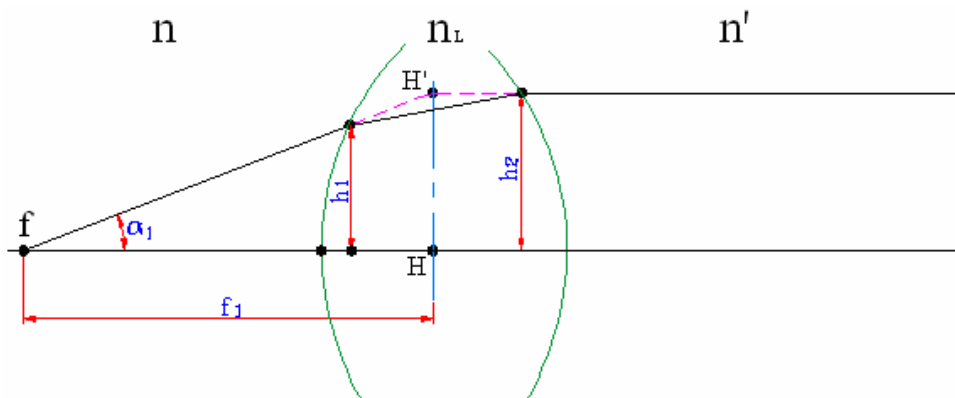


圖 2.4 造鏡者公式推導示意圖

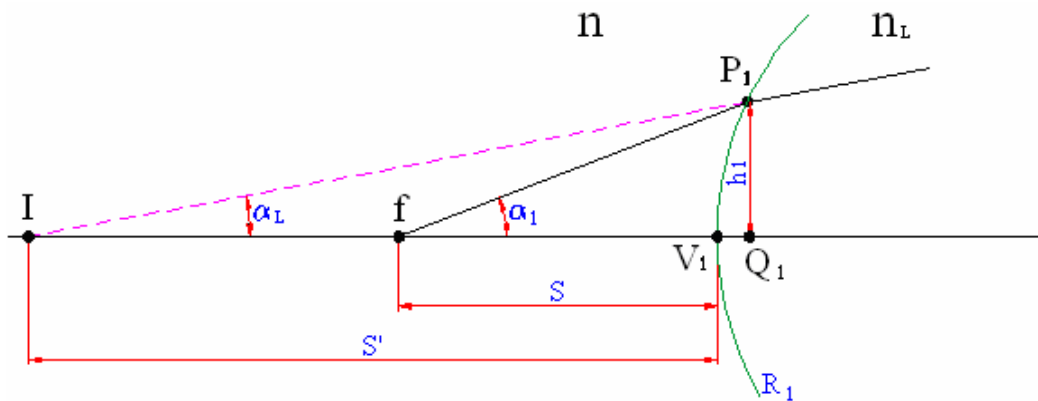


圖 2.5 造鏡者公式推導 step 1

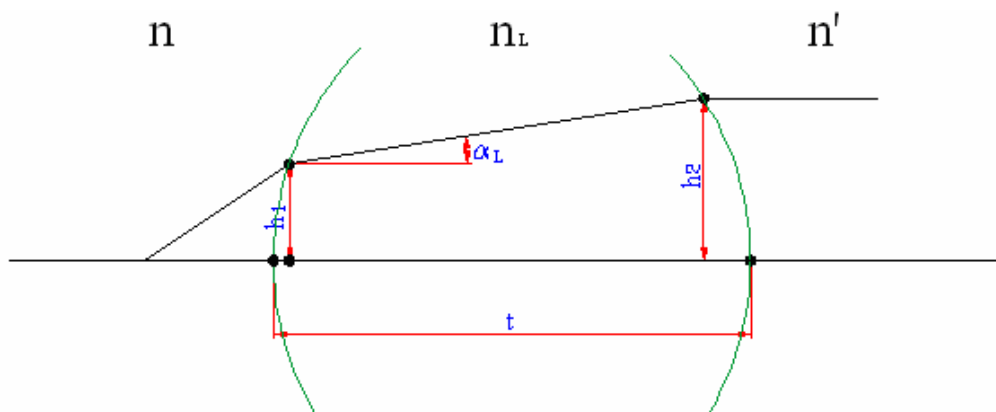


圖 2.6 造鏡者公式推導 step 2

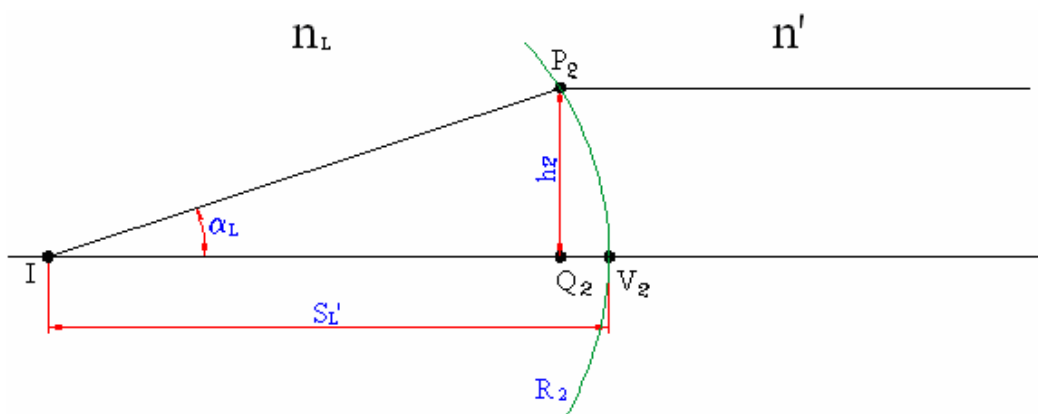


圖 2.7 造鏡者公式推導 step 3

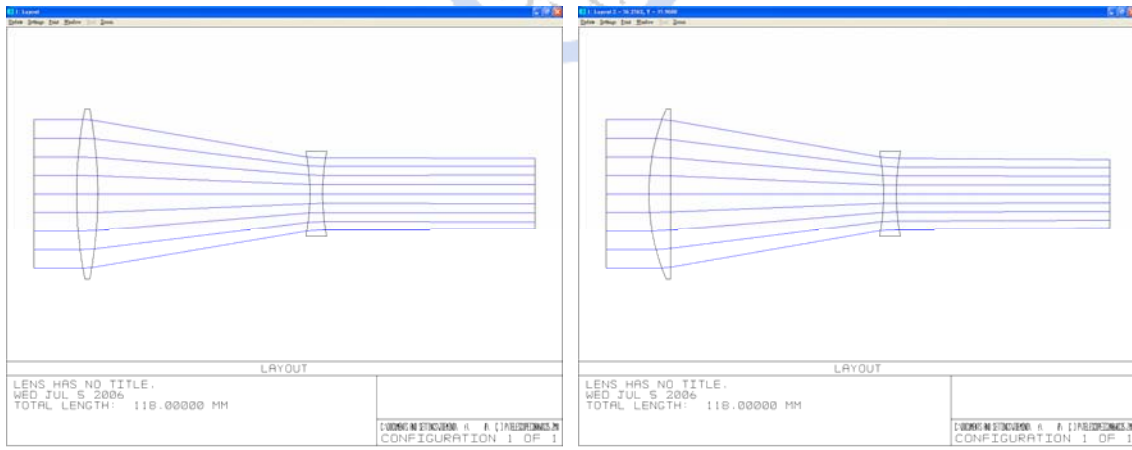
Surf: Type	Comment	Radius	Thickness	Class	Semi-Diameter	Conic	Par 0 (unused)
OBJ	Standard	Infinity	Infinity		0.000000	0.000000	
1	Standard	Infinity	10.000000		17.500000	0.000000	
ST0*	Standard	104.690000	5.000000	PMMA	20.000000 U	0.000000	
3*	Standard	-104.690000	50.000000		20.000000 U	0.000000	
4*	Standard	-52.345000	3.000000	PMMA	10.000000 U	0.000000	
5*	Standard	52.345000	50.000000		10.000000 U	0.000000	
IMA	Standard	Infinity			8.350352	0.000000	

(a)設計 1 Lens Data Editor

Surf: Type	Comment	Radius	Thickness	Class	Semi-Diameter	Conic	Par 0 (unused)	Par 1 (unused)	Par 2 (unused)
OBJ	Standard	Infinity	Infinity		0.000000	0.000000			
1	Standard	Infinity	10.000000		17.500000	0.000000			
ST0*	Standard	52.345000	5.000000	PMMA	20.000000 U	0.000000			
3*	Standard	Infinity	50.000000		20.000000 U	0.000000			
4*	Standard	-52.345000	3.000000	PMMA	10.000000 U	0.000000			
5*	Standard	52.345000	50.000000		10.000000 U	0.000000			
IMA	Standard	Infinity			8.123745	0.000000			

(b)設計 2 Lens Data Editor

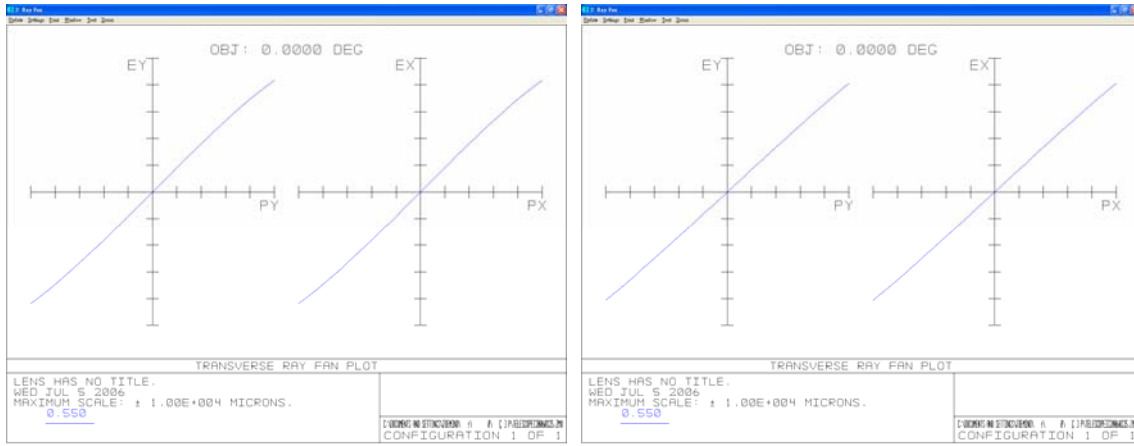
圖 2.8 鏡片資料列表



(a)設計 1 光學模型

(b)設計 2 光學模型

圖 2.9 光學模型



(a)設計 1 Ray fan

(b)設計 2 Ray fan

圖 2.10 光扇圖



三、 光學鏡片的模具設計與成形分析

3.1 模流分析簡介

在開始製造模具之前，我們可能無法知道所設計的模穴、流道以及水路等等，會不會產生什麼缺陷，縫合線位置影響大不大，包風的情況嚴不嚴重？除非是經驗老到的模具師父，可以憑著數年累積下來的實務經驗預估這些缺失，否則在設計時實在很難發現這些問題，因此利用模流分析來預先發現這些問題，並在設計端就先把這些問題解決，如此可以節省模具開發的時間與成本。模流分析是以有限元素法為基礎的運算方法，大致上依所建構的模型可以分為 2.5D 以及 3D 的模擬，這兩種模擬方式各有其優劣之處，將在以下說明：

(1)2.5D 模擬：

2.5D 的模型是為一種簡化後的模型，由於射出成形件絕大部分都是薄殼狀的產品，也就是表面和厚度的比例較大，因此 2.5D 的模擬主要就是把薄殼狀的成形品簡化成一個曲面，因為有經過簡化的動作所以計算結果會有些微的誤差存在，但是這些誤差為小到可以忽略。圖 3.1(a)為一個方盒的真實情況，也就是 3D 的方盒，而將它建構成 2.5D 的型式就如同圖 3.1(b)所示。2.5D 模型最大的優點就是其網格數量遠比 3D 模型的網格數量來的少，因此花費在計算結果的時間遠比 3D 模擬所需的時間短，對於電腦硬體的需求也比較沒那麼高。

(2)3D 模擬：

3D 的模型是直接以三維的實體網格所堆疊起來的，所以沒有網格簡化的誤差存在，但是為了維持模擬計算的解析度常常需要用上較多的網格數目，網格量一多，所需要用在運算的時間相對也就加長了許多，因此對於要用來執行 3D 模擬的電腦硬體需求也就比較高。但因為沒有簡化模型的誤差存在，因此計算的結果也會比 2.5D 來的準確，甚至有一些現象只有在 3D 的模擬才會顯現出來。

一般進行模流分析都依據圖 3.2 的分析流程圖在進行分析，首先先以前處理器先建立模擬的網格模型，之後再定義一些限制的參數以及操作的參數進入分析軟體，在這個階段可以導入最佳化的概念來搜尋成形的最佳參數，最後也是最重要的就是判讀軟體後處理出來的結果，結果可能是彩色圖、可能有曲線圖甚至是數據，我們要從這些後處理的結果中判斷出可能發生的問題或是發生問題的原因，並加以擬定解決的方案，若是可以從參數來解決就回到第二階段來定義新參數，若是得要從模具下手則要回到第一階段重建立網格。在本論研究中所要進行模擬的是光學鏡片，光學鏡片的最大特色就是肉厚不均，因為肉厚不均的緣故，鏡片難以用一個曲面完全代表它，所以在這邊我們不適合採用 2.5D 的模型來進行模流分析，而必須使用 3D 的模型來進行實驗的模流分析。圖 3.3 以及圖 3.5 即為用在本論文中平凸透鏡的實體網格模型，圖 3.4 以及圖 3.6 則為雙凹透鏡的實體網格。

3.2 模具設計

望遠鏡的光學分析結束之後，接著要進行的是模具的設計與製造，以搭配射出機進行光學鏡片的射出成形實驗，實驗採一模一穴，澆口則使用扇形澆口，希望塑膠流可以均勻穩定的流入模穴內。由於光學鏡片不能在光學曲面上設置頂出銷，因此在模穴的尾端加設一個溢料部，一方面讓模穴內的空氣再射出的時候，有可以排出的地方，另一方面則是可以将頂出銷設置於此。

模具則是採兩板模的形式，模座採用富得巴的標準模座，模仁採嵌入式的組裝方式，並在嵌入的模仁上設計一定向的插銷，目的在於防止未來裝置非軸對稱模仁時安裝的方向錯誤，圖 3.7 中就是設計的模仁，圈內就是為了做模仁定向功能所加工的溝槽。在冷卻系統的部分，本研究中所採用的冷卻水路為噴泉式的冷卻水路，圖 3.8 即為本研究中所採用的噴泉式冷卻水路圖，選擇噴泉式的冷卻水路主要的目的是希望以中心軸為對稱中心，讓因為溫度的不對稱而造成的變形不對稱能夠減少。詳細的模具圖請見附錄 1。

3.3 模流分析 CAE

在本研究中所採用的模流分析軟體為 Moldex3D，如同前面章節所說，因為鏡片的肉厚不均，所以本研究中採用 3D 的實體網格來進行模擬實驗，整個模型包括流道系統，模穴，冷卻系統以及模座如同圖 3.9、3.10 所示，在建立好網格模型後，就開始輸入射出成形的成形參數，成形參數如表 3.1 以及表 3.2 所示，選用的射出機為 Sodick-TR30EH 油電複合式射出成形機，塑料選用帝人化工光學級 PC，料號為 Panlite AD-5503。由分析結果的流動波前圖，圖 3.11 以及圖 3.12 中我們可以發現塑膠很平穩的向前流動，沒有噴流的狀況，且在圖 3.12 雙凹透鏡的流動波前圖中也沒有因為中間肉厚相對薄而產生的包風和縫合線的問題，而射出過程的壓力曲線如圖 3.13 以及 3.14 所示，由判圖過程中發現澆口在保壓時間到達兩秒的時候已經完全到達膠料的凍結溫度，這代表澆口在保壓兩秒後已經完全凝固了，射出機這時給再多的壓力或再長的保壓時間，壓力也已經無法傳遞到模穴內部，因此在這邊模具的保壓時間設定為 2 秒，最後可得到翹曲變形的分析資料。

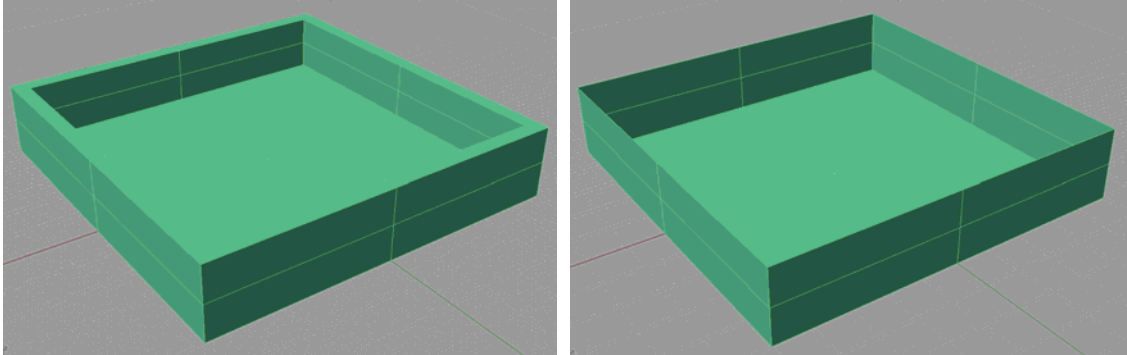


表 3.1 平凸透鏡模擬之成形參數

成形條件	參 數
料 溫	290°C
模 溫	90°C
冷 卻 液	油冷
冷卻液溫度	90°C
充填速度	50 mm/s
保壓壓力	50 Mpa
保壓時間	2 sec
冷卻時間	40 sec

表 3.2 雙凹透鏡模擬之成形參數

成形條件	參 數
料 溫	290°C
模 溫	90°C
冷 卻 液	油冷
冷卻液溫度	90°C
充填速度	50 mm/s
保壓壓力	32 Mpa
保壓時間	2 sec
冷卻時間	40 sec



(a)3D 模型

(b)2.5D 模型

圖 3.1 2.5D/3D 模型說明示意圖

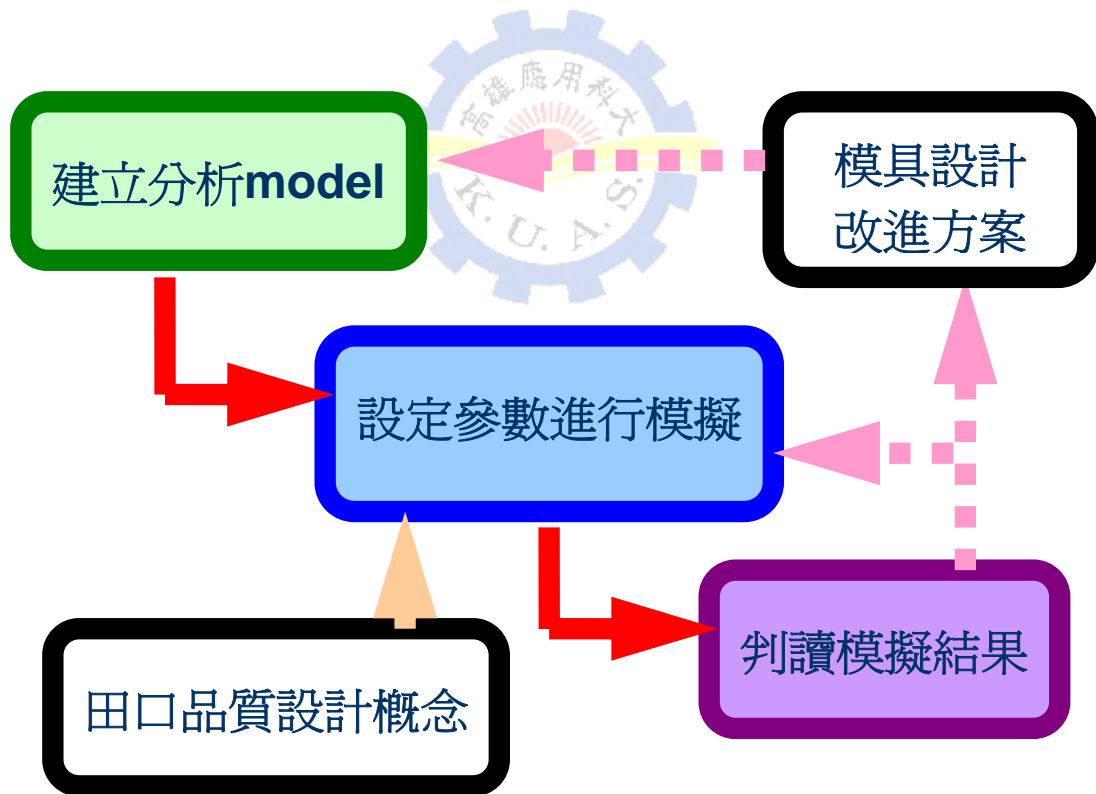


圖 3.2 模流分析步驟流程圖

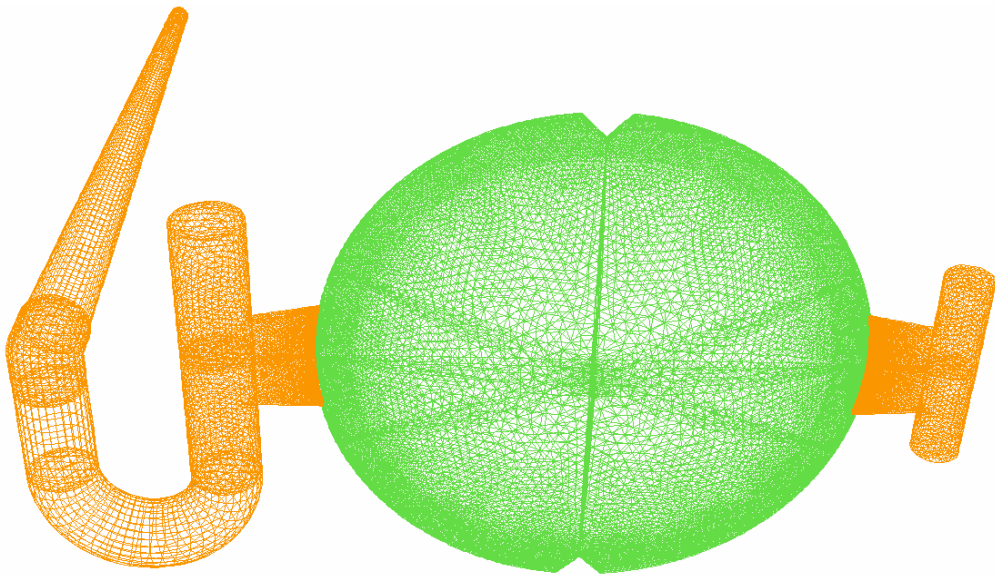


圖 3.3 平凸透鏡的實體網格模型

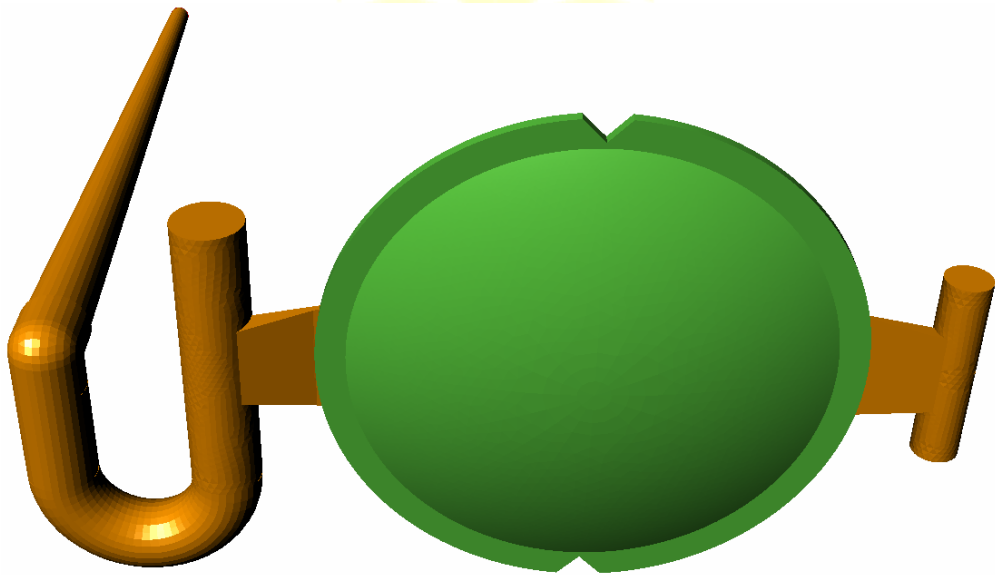
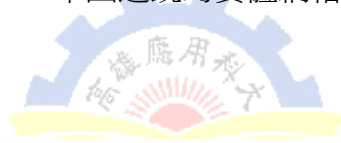


圖 3.4 平凸透鏡的實體網格模型彩現

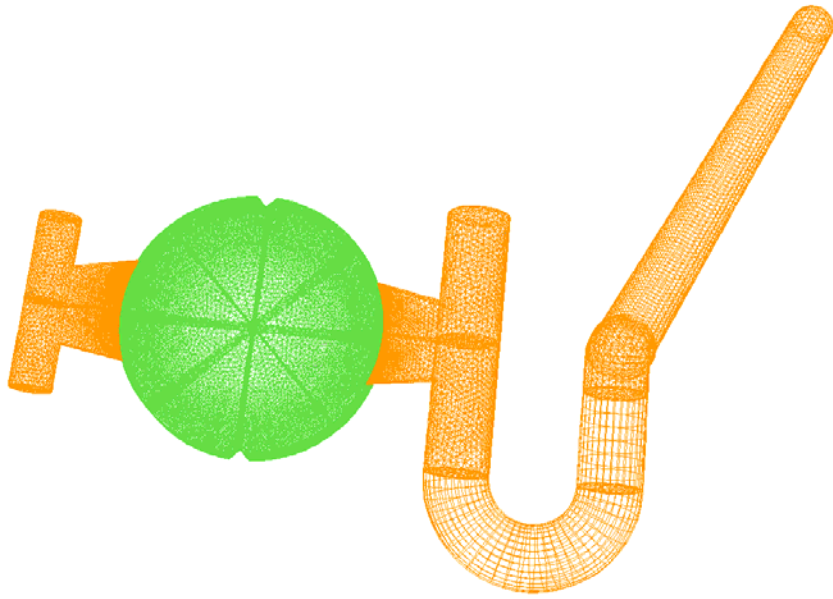


圖 3.5 雙凹透鏡的實體網格模型

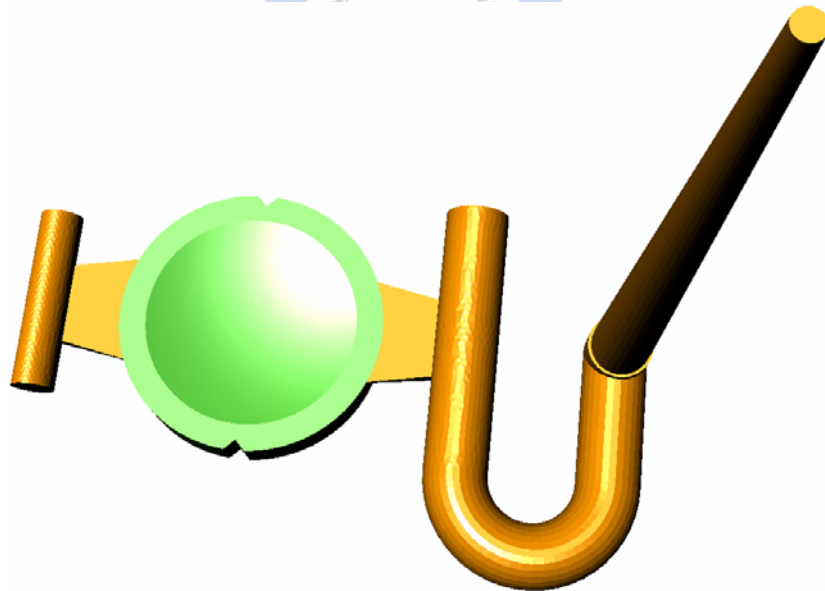


圖 3.6 雙凹透鏡的實體網格模型彩現

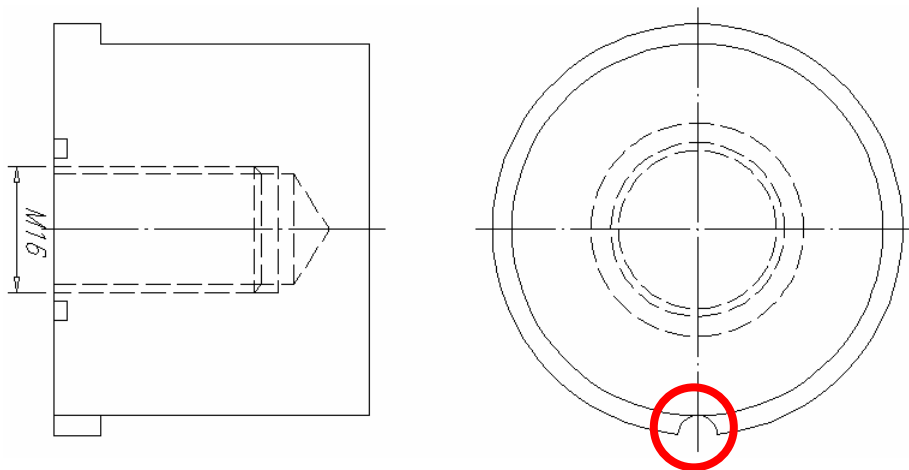


圖 3.7 模仁的定向機構

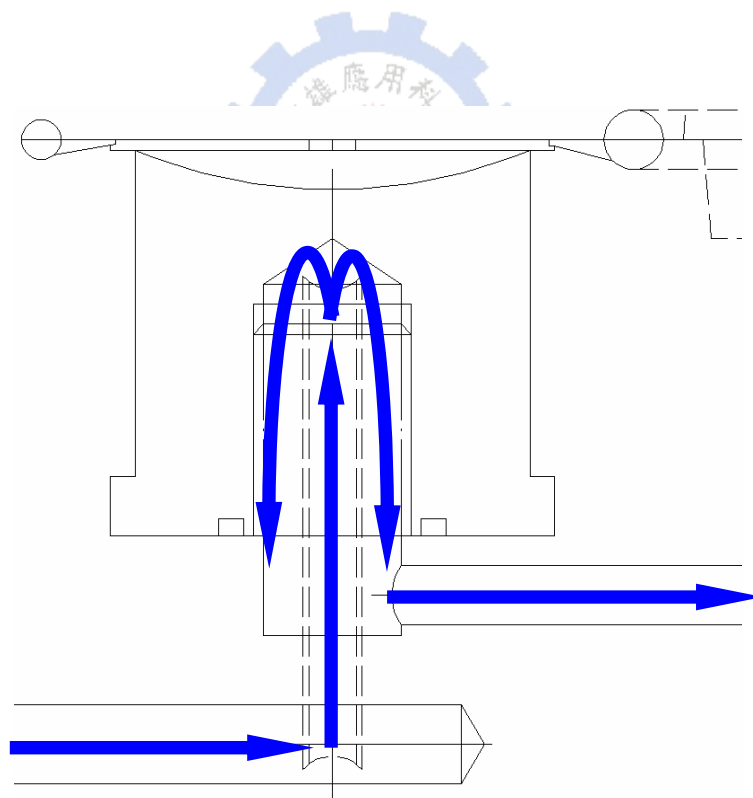


圖 3.8 噴泉式冷卻水路

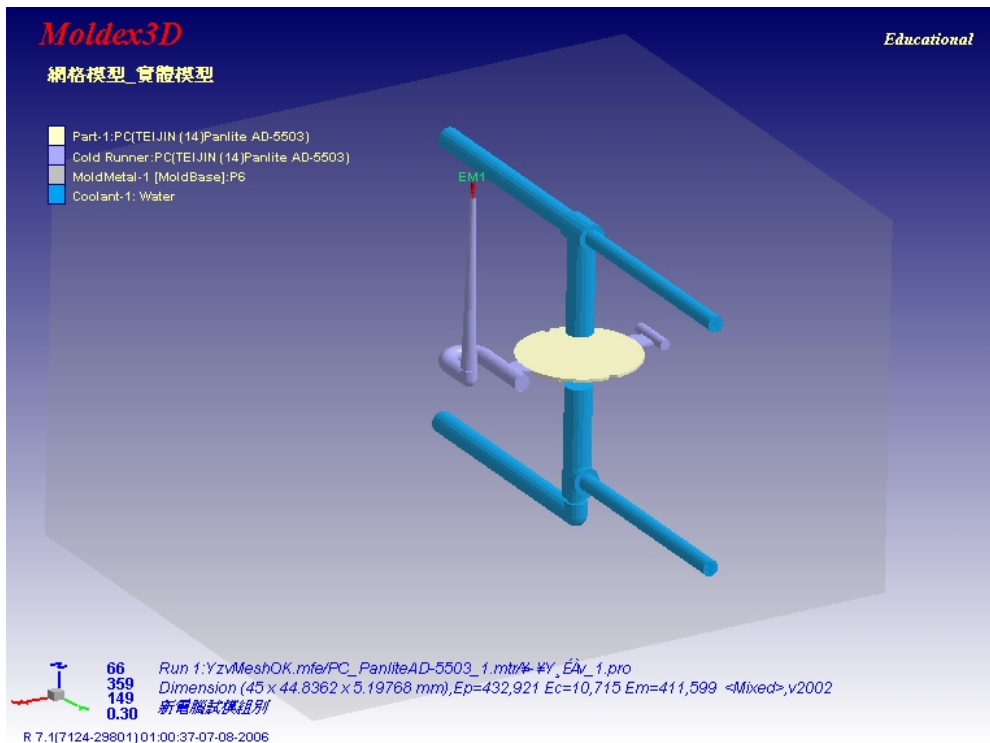


圖 3.9 平凸鏡片模擬模型

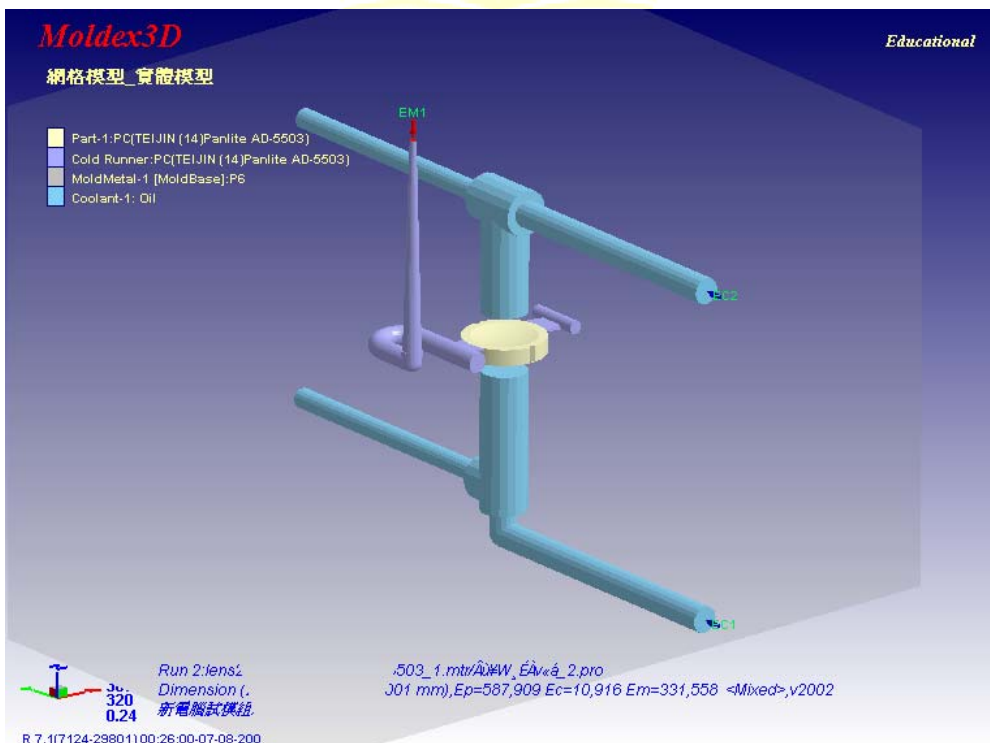


圖 3.10 雙凹鏡片模擬模型

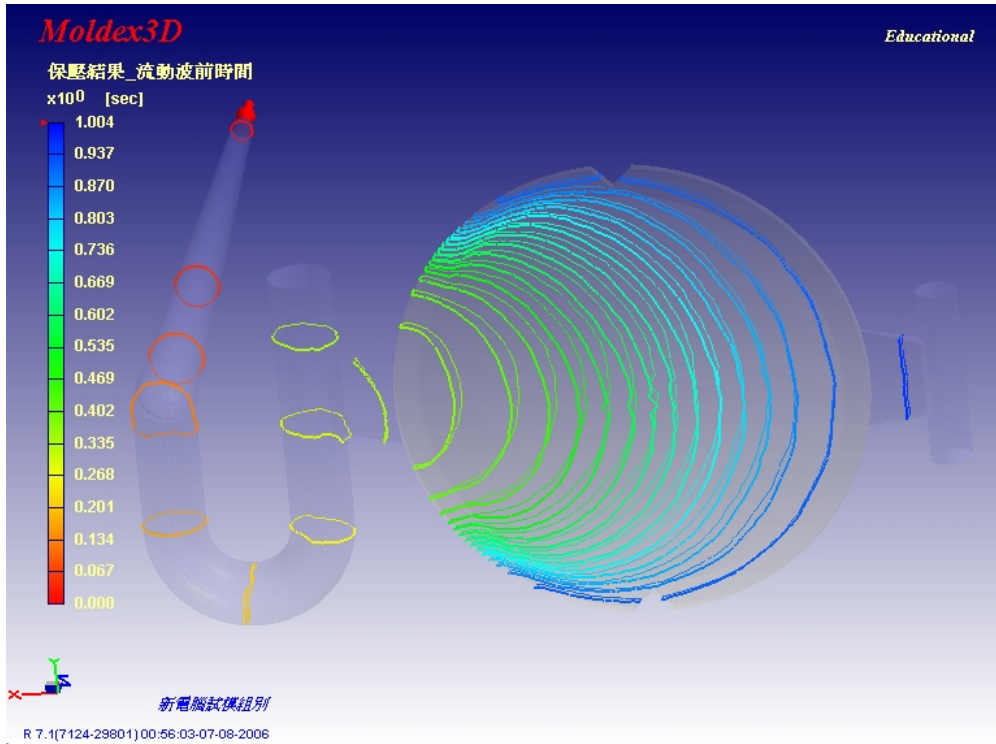


圖 3.11 平凸鏡片流動波前圖

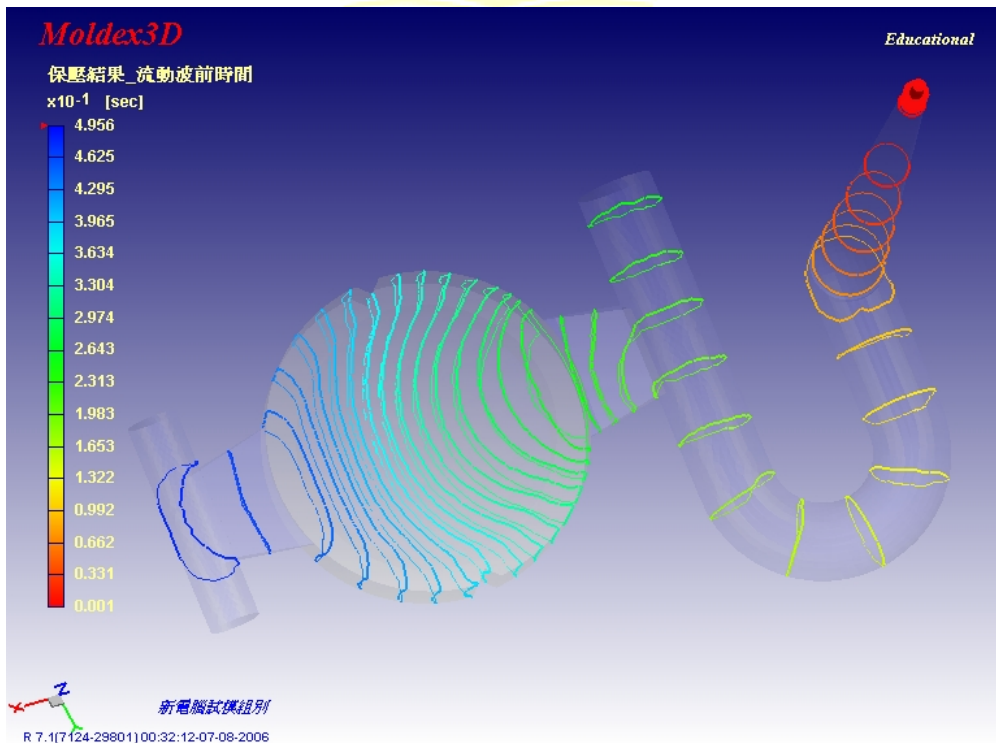


圖 3.12 雙凹鏡片流動波前圖

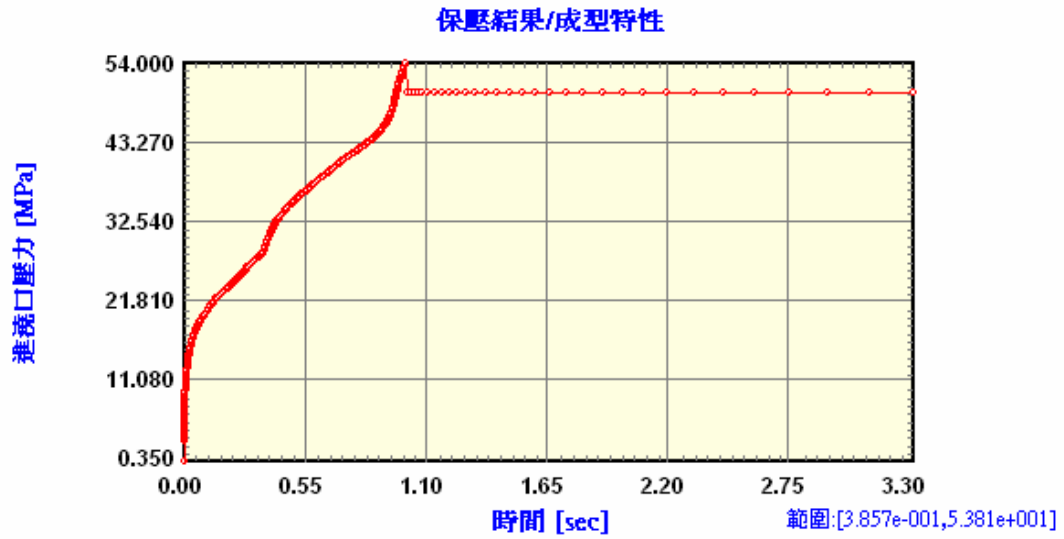


圖 3.13 平凸鏡片射出過程壓力-時間圖

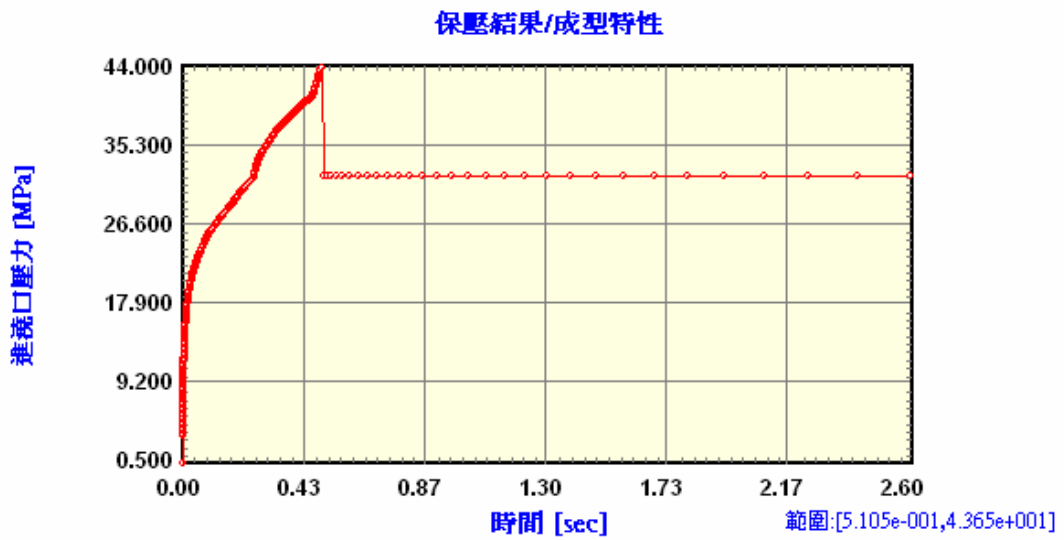


圖 3.14 雙凹鏡片射出過程壓力-時間圖

四、鏡片的收縮補償與逆向鋪面

4.1 非軸對稱性收縮補償法簡介

在射出成形的領域中，成形品的收縮是一定會發生的問題，一般處理收縮的問題不外乎兩種，一種是以成形條件來調整，使射出成形的成形品貼近於設計值，而另一種則是把收縮預先補償回模具，在這邊通常會將成形品的收縮率假設為一致，但是成型品會因為以下的因素造成非對稱性的收縮情況

(1)澆口的位置：

因為壓力的傳遞是由澆口傳到模穴裡面，因此當進行保壓的過程中靠近澆口的位置會得到較充足的保壓壓力來抵抗收縮，而造成澆口附近的收縮量較離澆口遠處小。

(2)塑膠的流向：

塑膠的流動方向會致使鏈狀的塑膠分子呈現有方向性的排列，我們可以把鏈狀的高分子想像成一根一根的彈簧，當塑膠高速流動的時候會產生剪切力，這個剪切力會把彈簧狀的鏈狀高分子拉開，而高分子亦想回復到自然存在的狀態，而因此產生收縮。而當塑膠高分子具排向性時，其收縮的程度就會比不具排向性或是垂直於分子排向的方向來的嚴重。

(3)成品的厚薄變化：

成品的肉厚不均，會造成成品收縮量的不均勻，所以在一般的成品設計中，有時會為了成品品質而盡量將成型品的肉厚調整到相差不多的程度，但是在光學鏡片除了菲涅爾鏡片(Fresnel lens)以外中是無法避免肉厚不均的現象。

綜合上述的情況，射出鏡片會在各部分造成不一的收縮量，甚至是收縮率都不會成一個定值存在，若還是以均一的收縮率對鏡片來進行補償，是絕對不可能會得到曲率正確的鏡片[2]，所以補償收縮應該針對各部分的真實情況來加以補償，這就是非軸對稱性補償法的概念。圖 4.1 顯示出設計尺寸與收縮後尺寸以及補償後模具尺寸的相關位置關係，在原先設計曲面上的某點 P_1 因為成形品的收縮變形而跑到了 P_2 ，因此 P_2 點所在的曲線正代表成形品經過收縮變

形之後的新位置，所以經過補償處理後得到一個 P_3 的點位置，希望經過收縮之後 P_3 可以變到 P_1 的位置，因為收縮是以空間向量的關係收縮，所以補償的方向不應該單針對厚度的方向或是任何單一的方向來補償，應該以空間向量的關係來補償回去。

4.2 補償量計算

本研究在實體模型網格建立時，在每個曲面上預先規劃 401 個觀測節點的位置，平凸透鏡上的位置分布如圖 4.2 所示，而雙凹透鏡上的位置分布如圖 4.3 及圖 4.4 所示，當模流分析結束之後，可以輕易的取得各節點上的位置變化以及變化後的新座標，得到這些資料後即可利用(13)式來估算各觀測點位置的真正收縮率，其中 T_M 為觀測點在原設計表面上的x、y、z方向的肉厚， T_m 則是收縮後鏡片曲面上觀測點的x、y、z方向肉厚。得到各點的收縮率後即可利用式(14)來進行補償後位置的計算，其中 T_M' 代表的就是加上補償量後新模穴曲面上觀測點的x、y、z方向肉厚。各觀測點的詳細資料請見附錄 2。

$$\alpha\% = \frac{T_M - T_m}{T_M} \quad (13)$$

$$T_M' = T_M(1 - \alpha\%) \quad (14)$$

4.3 逆向曲面處理

由於經過補償後的資料，全部都是各觀測點的點資料，因此必須採用逆向方法，把這些已知的資料點鋪成新的曲面，也就是完成補償之後的結果，再將這新的曲面加以重新模擬和加工程新的模仁，本論文採用 Imageware 這套曲面處理軟體來重鋪補償後的新曲面。如圖 4.5 所示就是將平凸透鏡觀測點資料重新鋪成曲面的結果，圖 4.7 及 4.9 則是雙凹透鏡觀測點資料重新鋪成曲面的成果，因為逆向的曲面是一種近似的曲面所以和觀測點間，可能會有一些近似誤差存在。圖 4.6 及 4.8 還有 4.10 就是曲面鋪設完後對控制點，也就是散佈在鏡片上的觀測點，以及鋪好的曲面進行誤差分析的結果圖。

4.4 曲面的加工問題

以目前的加工技術，球面的模仁大多以車床車削再以研磨拋光的方式來進行，甚至是使用超精密加工機來加工，不過這都是主要可以用再軸對稱的模仁上，若是經過非軸對稱的補償之後，這種軸對稱的加工法已經無法支援本研究中非軸對稱的補償方式，因此在本研究中以 CNC 銑床來進行加工，當然也無法進行研磨拋光的手續，對於之後對實際射出成形品進行檢測時可能有刀痕的表面粗糙度影響量測的結果，未來再以探針的探頭形式來改善。

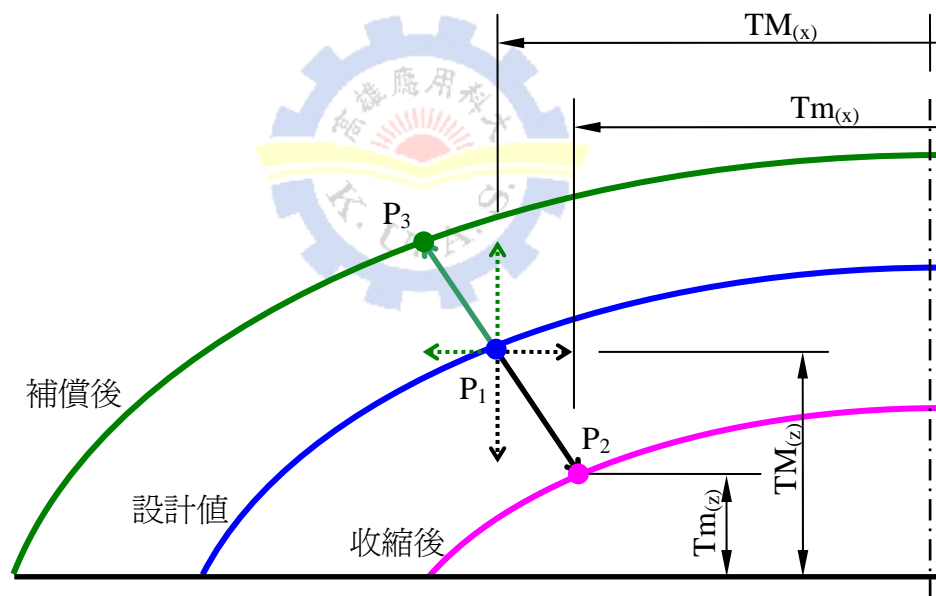


圖 4.1 收縮、補償與設計值關係示意圖

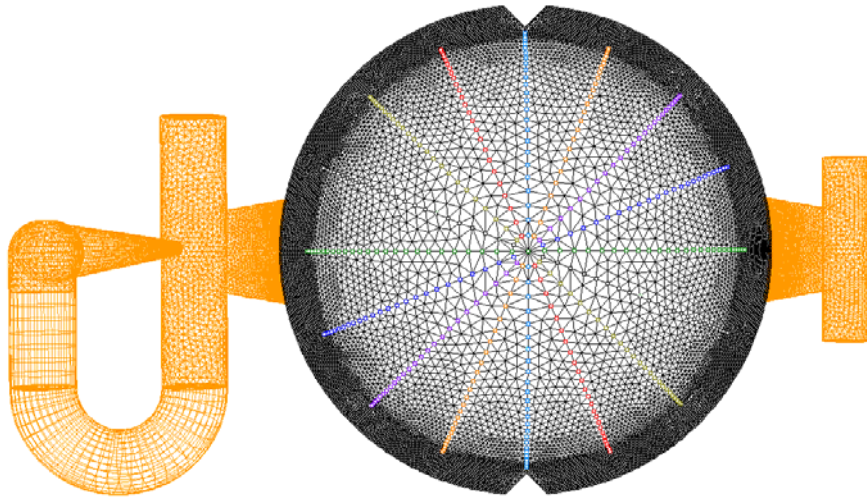


圖 4.2 平凸透鏡觀測點位置

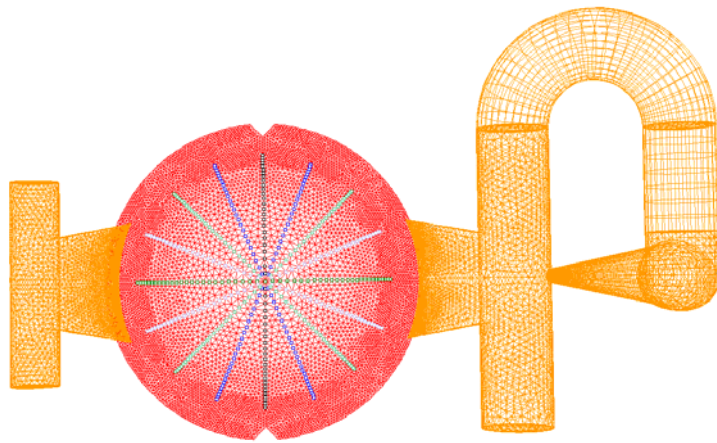


圖 4.3 雙凹透鏡母模面觀測點位置

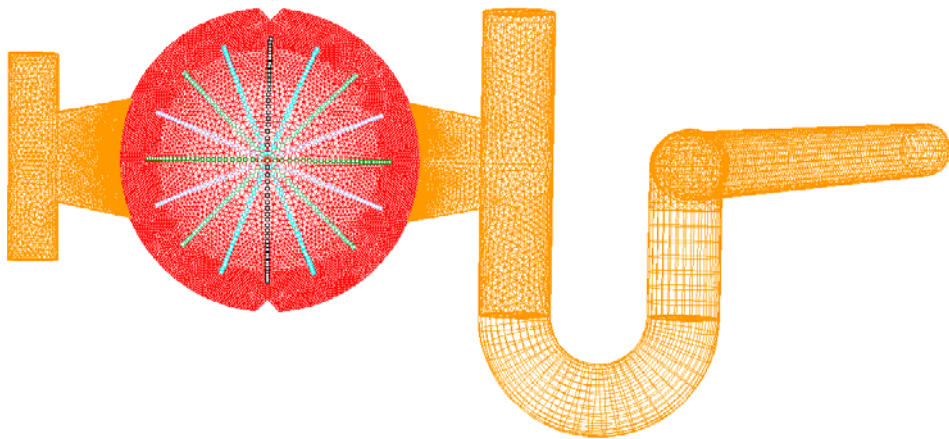


圖 4.4 雙凹透鏡公模面觀測點位置

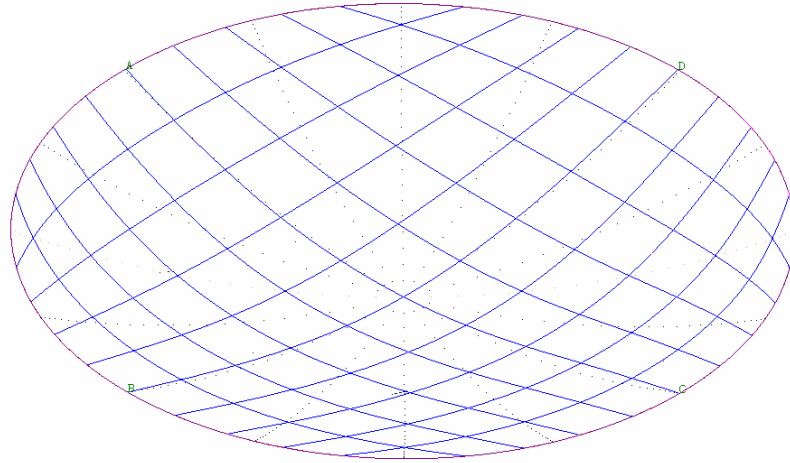


圖 4.5 平凸透鏡補償後點資料逆向曲面

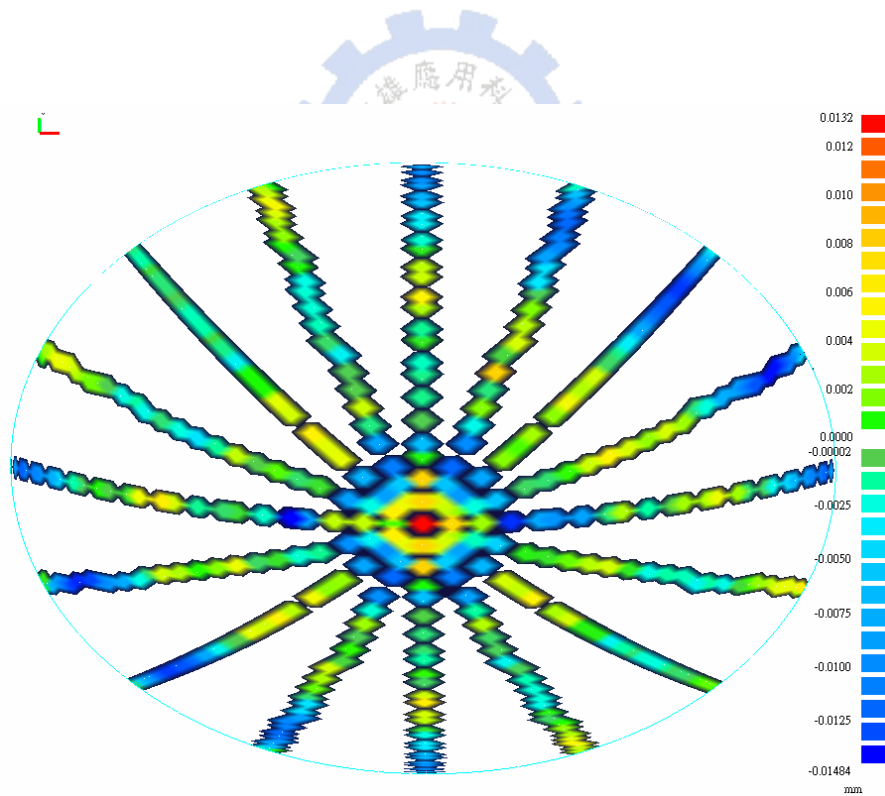


圖 4.6 平凸透鏡補償後曲面與控制點的誤差分析

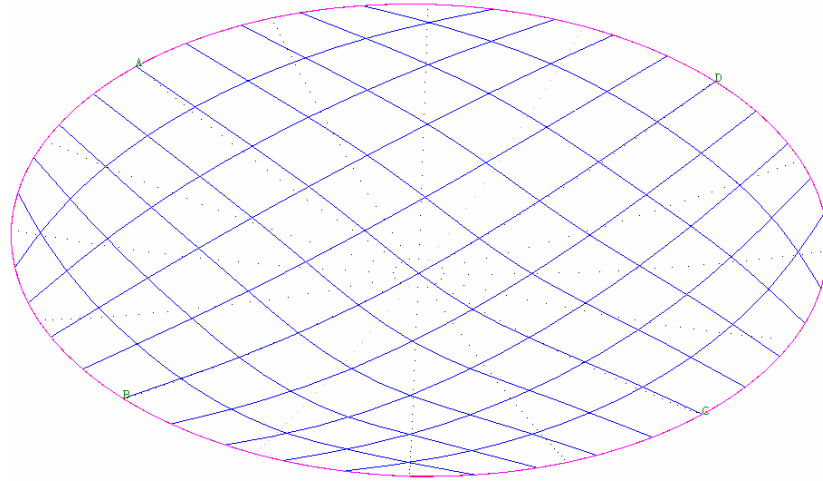


圖 4.7 雙凹透鏡母模面補償後點資料逆向曲面

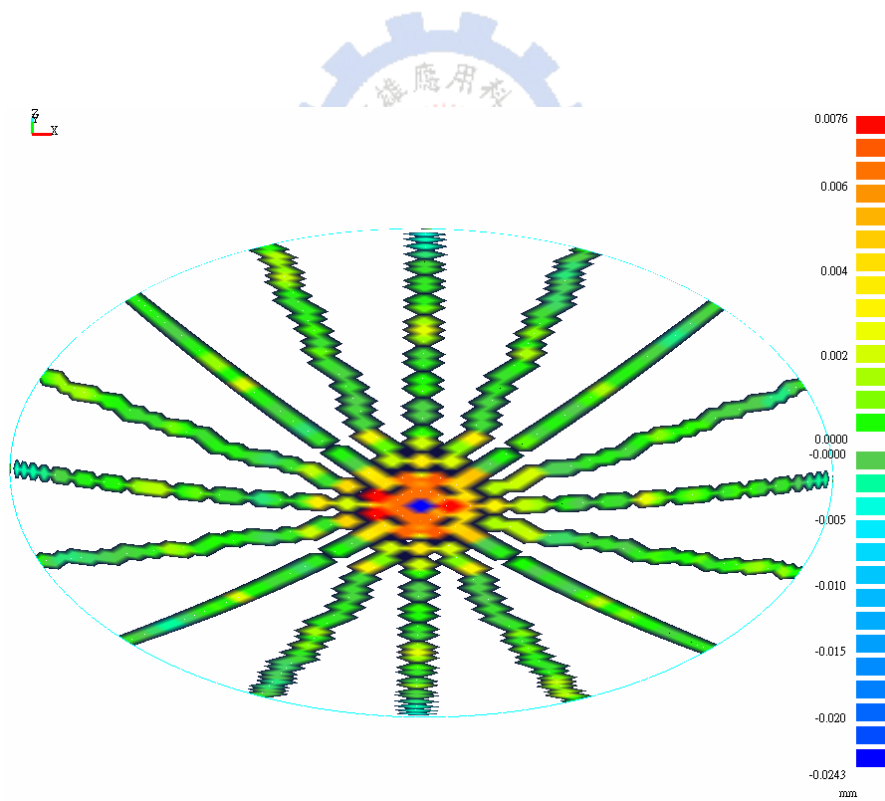


圖 4.8 雙凹透鏡母模面補償後曲面與控制點的誤差分析

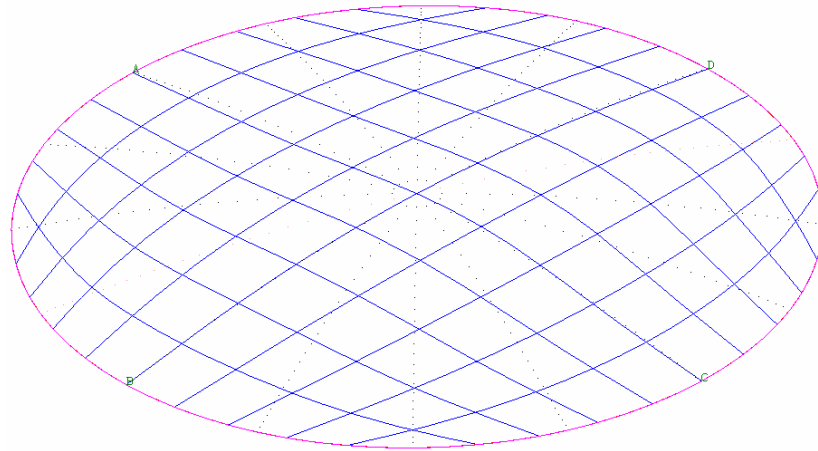


圖 4.9 雙凹透鏡公模面補償後點資料逆向曲面

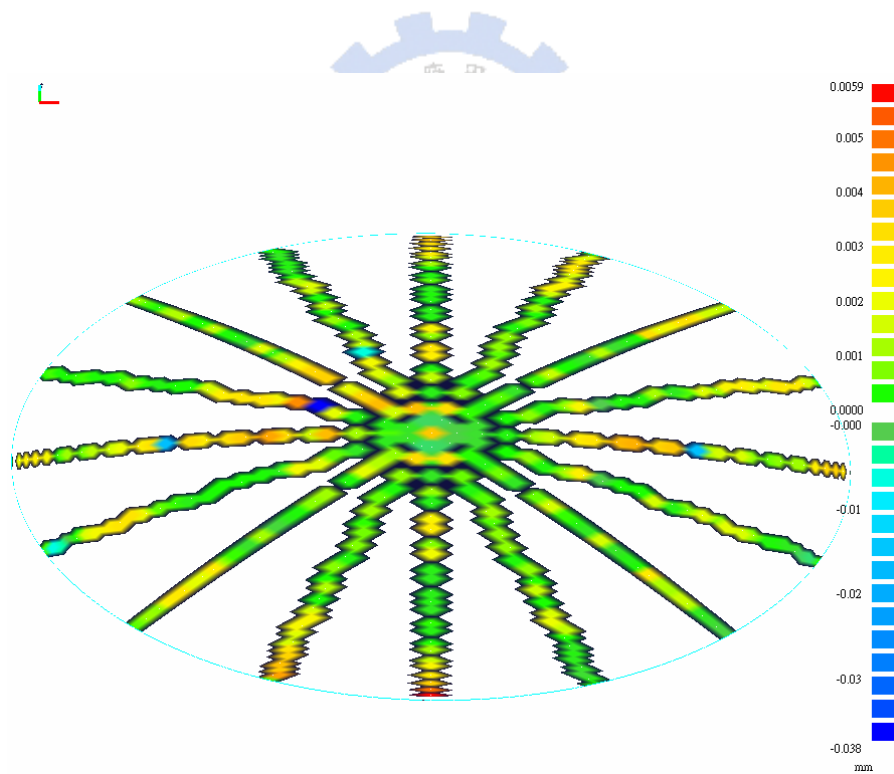


圖 4.10 雙凹透鏡公模面補償後曲面與控制點的誤差分析

五、光學鏡片成形實驗與檢測

5.1 實驗流程

本文中以刻卜勒式折射望遠鏡的物鏡和目鏡作為研究的標的，首先對望遠鏡進行光學分析以及性能評估，再來利用模流分析對於模具進行設計以及檢討，並利用實際的射出成形法進行射出實驗，並用表面輪廓儀量測出塑膠鏡片的真實輪廓，並和模擬的輪廓進行比較，趨勢若相同則利用模擬結果來補償回模仁，並另外加工一套補償處理後的模仁，並重新利用新的模仁再進行新的射出成形實驗，最後再以輪廓儀檢測成形品的輪廓，並和設計值的球面進行誤差比對，看球面曲率偏差可以改進到什麼地步。本章節中將會介紹到再進行各實驗時所使用的儀器。

5.2 射出成形實驗

5.2.1 實驗材料及設備

本研究中實驗所採用的塑膠材料為帝人化工的光學級 PC，料號為 Panlite AD-5503，表 5.1 即為這支塑膠材料的物性表，表 5.2 為建議的材料加工溫度範圍及其他建議值。由於這支材料的透光率高達 90% 光學性質相當好因此採用它來進行本研究的實驗。

本實驗中所使用的實驗用模具如同第三章所說明的設計特點以及附錄 1 的模具圖，圖 5.1 為本實驗所使用的實驗用模具照片

射出成型機採用 Sodick-TR30EH 這台射出成型機，表 5.3 是其規格表，而圖 5.2 則為成型機的相片，這台射出成形的最大特色就是其注塞-螺桿式的射出單元，注塞主射出，可以精確的計量及射出不會有塑膠料從螺桿溝紋逆流的問題；螺桿主塑化功能，可以使塑膠料均勻的加熱。而本實驗主要選擇這台射出成型機的原因還是因為塑膠光學鏡片需要精準的計量，若是每模間計量的差異太大，將會難以控制鏡片的品質。

5.2.2 實驗準備及成形參數

在進行射出成形實驗前，先將塑膠材料以烘料筒 110°C 預烘 5 個小時，由於 PC 是一種很容易受潮的塑膠材料，若是材料含有水氣，在射出成形時成形品內會有氣泡產生，所以烘料的目的是要烘乾 PC 以免上述的缺陷產生。模溫則由模溫機控制，模溫機通熱煤油，油溫控制在 90°C，而成形的參數和模擬時所使用的參數一樣，見表 4.1 以及 4.2，每次連續射出 10 模成功後第 11 模開始取樣，取樣後放置在常溫下靜置 10 個小時待其性質穩定之後才開始進行量測的動作。

5.3 鏡片輪廓檢測

在輪廓檢測的部分我們採用 Taylor Hobson 公司的 Form Talysurf PGI 635 其規格如表 5.4 所示，而外形如圖 5.3 所示，由於輪廓儀的檢測是屬於接觸式的量測法，以鑽石探針和待測物接觸，而探針和一收錄器相連接，當探針往 X 方向緩緩移動時，探針會隨著待測物的輪廓外形上下移動，而其收錄器便會紀錄下這 Z 軸的上下移動，收錄器的構造如圖 5.4 所示，因此在檢測的能力上，輪廓儀一次只能量測一條路徑，所以當初在進行產品的產品設計時預先設計的兩個 V 形槽就是為了在產品量測時，具有定位以及定向的功能，如此一來才能定義我們要檢測的位置所在，而完成收縮補償處理的模仁所射出的光學鏡片則改採用隨機方式檢測鏡片的輪廓。

表 5.1 Panlite AD-5503 物性表

特性	單位	試驗方法	測試條件	光學用
				AD-5503
熔融體積流量	cm ³ /10min	ISO 1133	300°C負荷 1.2kg	54
密度	kg/m ³	ISO 1183	-	1200
吸水率	%	ISO 62	放置在 23°C水中 24h	0.2
透光率	%	ASTM D1003	試樣厚度 3mm	90
折射率	-	ASTM D542	-	1.585
拉伸模量	MPa	ISO 527-1 and ISO 527-2	1 mm/ min	2450
拉伸屈服應力	MPa		50mm/ min	63
拉伸屈服伸長率	%		50mm/ min	6
拉伸斷裂公稱伸長率	%		50mm/ min	>50
彎曲模量	MPa	ISO 178	2mm/ min	2400
彎曲強度	MPa		2mm/ min	96
懸臂梁衝擊強度	kJ/m ²	ISO 179	沒缺口	NB
			帶缺口	3
熱撓曲溫度	°C	ISO 75-1 and ISO 75-2	1.80MPa	124
			0.45MPa	138
維卡特軟化點	°C	ISO 306	50°C/h 50N	143
成型收縮率	%	本公司製訂的測定法	平行方向	0.5~0.7
			垂直方向	0.5~0.7
線膨脹系數	X10 ⁻⁴ /°C	ISO 11359-2	平行方向	0.7
			垂直方向	0.7

表 5.2 Panlite AD-5503 成形加工建議條件

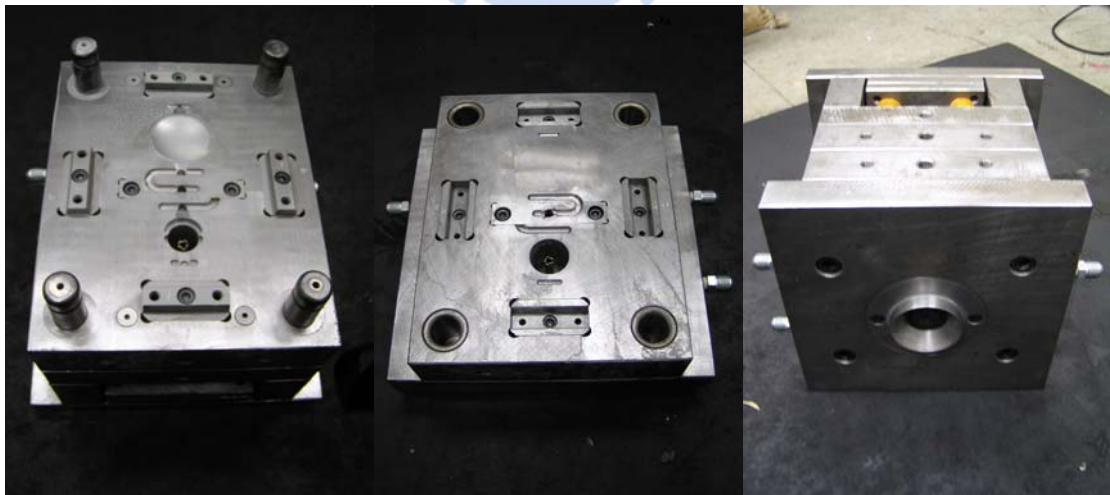
Processing Information	
Injection	Nominal Value Unit
Drying Temperature	212 to 248 °F
Drying Time	5.0 hr
Suggested Max Moisture	0.015 %
Processing (Melt) Temp	500 to 644 °F
Mold Temperature	176 to 248 °F

表 5.3 Sodick-TR30EH 射出成型機規格表

合模裝置	
合模方式	直壓式油電混合鎖模裝置
最大合模力 kN(tf)	294 (30)
連桿間隔 (橫×縱) mm	260 × 260
壓板尺寸 (橫×縱) mm	390 × 390
間隙 mm	400
最小/最大模具厚度 mm	150 / 300
頂出方式	電動伺服球形螺絲驅動
頂出力 kN(tf)	7.3 (0.74)
頂出行程 mm	50
塑化射出裝置	
塑化射出方式	螺桿預塑、柱塞射出
螺桿直徑 mm	18
柱塞直徑 mm	16
最大射出壓力 MPa(kg/cm ²)	262(2679)
理論射出容積 cm ³	14(0.5oz)
射出率 cm ³ /sec	100
柱塞行程 mm	70
最大射出速度 *1 mm/sec	500
最大螺桿旋轉速度 rpm	400
溫度控制區數	4
射出裝置移動行程 mm	230

表 5.4 表面輪廓儀規格表

Form Talysurf PGI 635	
量測長度[X 軸] Max/Min	120 mm/0.1 mm
橫向[X 軸]解析度	0.125 μm
量測範圍[Z 軸]	6 mm
解析度[Z 軸]	3.2 nm
量測速度	10 mm/s Max - 0.1, 0.25, 0.5, 1 mm/s
主軸真直度	0.5 $\mu\text{m}/120\text{ mm}$
標準校正物	R=22 mm 陶瓷標準球
校正精度(22 mm 標準球)	Pt 小於 0.15 μm
校正報告	UKAS 英國國家實驗室認證報告



(a)公模

(b)母模

(c)模具組立圖

圖 5.1 實驗用模具



圖 5.2 Sodick-TR30EH 射出成型機

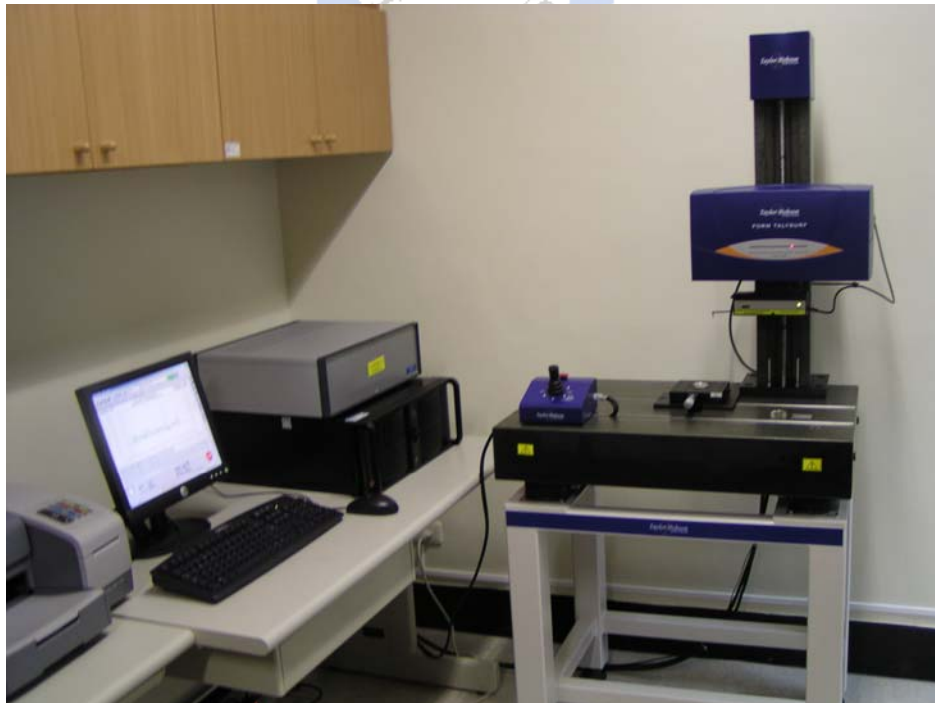


圖 5.3 表面輪廓儀

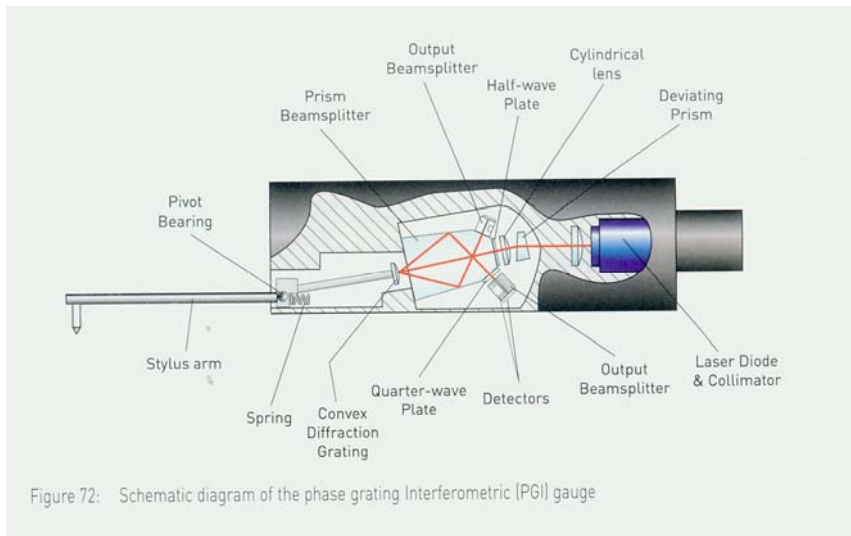


圖 5.4 表面輪廓儀收錄器構造圖



六、 結果與討論

6.1 收縮變形的非軸對稱

這是由模流分析模擬出來的結果，如圖 6.1 所示，這是平凸透鏡上的曲率不對稱情況，表 6.1 以及表 6.2 分別是 X 方向以及 Y 方向上的 51 個點座標中擷取出來的七個點資料，* 字號等同於圖 6.1 中的原設計值曲線上的點資料，+ 字號等同於圖 6.1 中的收縮變形曲線上的點資料，而 x 字號則等同於圖 6.1 中收縮補償曲線上的點資料。從圖中可以輕易的發現在兩方向上的變形情況完全不一樣，其中 X 方向代表了平行流動波前的方向，而 Y 方向則代表了垂直流動波前的方向，因此發現鏡片的收縮不對稱受到流動方向造成分子配向的影響比較嚴重，而從 X 方向曲線關係的圖跟表中也可以發現，以中心點為軸點，兩側的變化量差異不大，這表示鏡片的收縮不對稱性受到澆口位置的影響不大，沒有預期中的嚴重。

而圖 6.2 為雙凹透鏡的 X 方向各曲線的關係圖，圖 6.3 則為雙凹透鏡的 Y 方向各曲線的關係圖，表 6.3、表 6.4 是代表公母模曲面上 X 方向的七個觀測點，而表 6.5、表 6.6 則是代表公母模曲面上 Y 方向的七個觀測點，由兩個方向上的曲線關係圖中，可以看出因為流動波前造成分子配向的收縮不對稱情況似乎沒有平凸透鏡來的嚴重，這是因為雙凹透鏡的外圍較中心部份的肉厚來的厚，在澆口冷卻後鏡片本身還可以有足夠的時間調整鏡片邊緣分子配向的情況，所以因為流動波前所造成的不對稱收縮就沒那麼嚴重了。反而由圖 6.2(a) 以及表 6.3 中發現凹透鏡母模的曲率受到澆口位置的影響而造成的收縮不對稱情況變嚴重了，其中由於的模具的設計，雙凹鏡片的澆口比較靠近母模側，因此澆口對於靠近的地方保壓效果比較好，所以會造成這種不對稱的影響。

由此可知如果模具造型還是以球面的模仁來進行射出，就算成形條件調整的再好，鏡片也不會變成優良的球面鏡，所以才需要用這種非對稱式的補償方式來提高塑膠光學鏡片的品質。

表 6.1 平凸透鏡 X 方向上的觀測點資料

x *	-24.711	-28.088	-34.631	-44.5	-54.369	-60.912	-64.289
z *	-1.115	-2.361	-4.061	-5	-4.061	-2.361	-1.115
x +	-25.0236	-28.4009	-34.857	-44.5627	-54.1412	-60.5728	-63.9457
z +	-1.14236	-2.33266	-3.93613	-4.8178	-3.92113	-2.3274	-1.1442
x x	-24.5535	-27.93	-34.5167	-44.4373	-54.4842	-61.0834	-64.4622
z x	-1.0883	-2.38968	-4.18983	-5.18909	-4.20586	-2.39509	-1.08655

表 6.2 平凸透鏡 Y 方向上的觀測點資料

y *	-19.789	-16.412	-9.869	0	9.869	16.412	19.789
z *	-1.115	-2.361	-4.061	-5	-4.061	-2.361	-1.115
y +	-20.1453	-16.7576	-10.101	-0.00014	10.10104	16.75769	20.14538
z +	-1.13975	-2.32108	-3.91708	-4.8178	-3.91712	-2.3211	-1.13972
y x	-19.4359	-16.07	-9.63971	-0.00014	9.6342	16.06263	19.42938
z x	-1.09079	-2.40161	-4.21021	-5.18909	-4.21016	-2.40159	-1.09082

表 6.3 雙凹透鏡母模曲面 X 方向上的觀測點資料

x *	24.68	26.801	30.071	34.5	38.929	42.199	44.32
z *	-0.036	-0.396	-0.777	-0.965	-0.777	-0.396	-0.036
x +	24.93336	27.0015	30.18657	34.51084	38.83507	42.01718	44.07329
z +	-0.07662	-0.44021	-0.81294	-0.99046	-0.81639	-0.45281	-0.09757
x x	24.42333	26.59785	29.9539	34.51084	39.02394	42.38299	44.56985
z x	0.004963	-0.35131	-0.74067	-0.93932	-0.73714	-0.3384	0.02636

表 6.4 雙凹透鏡公模曲面 X 方向上的觀測點資料

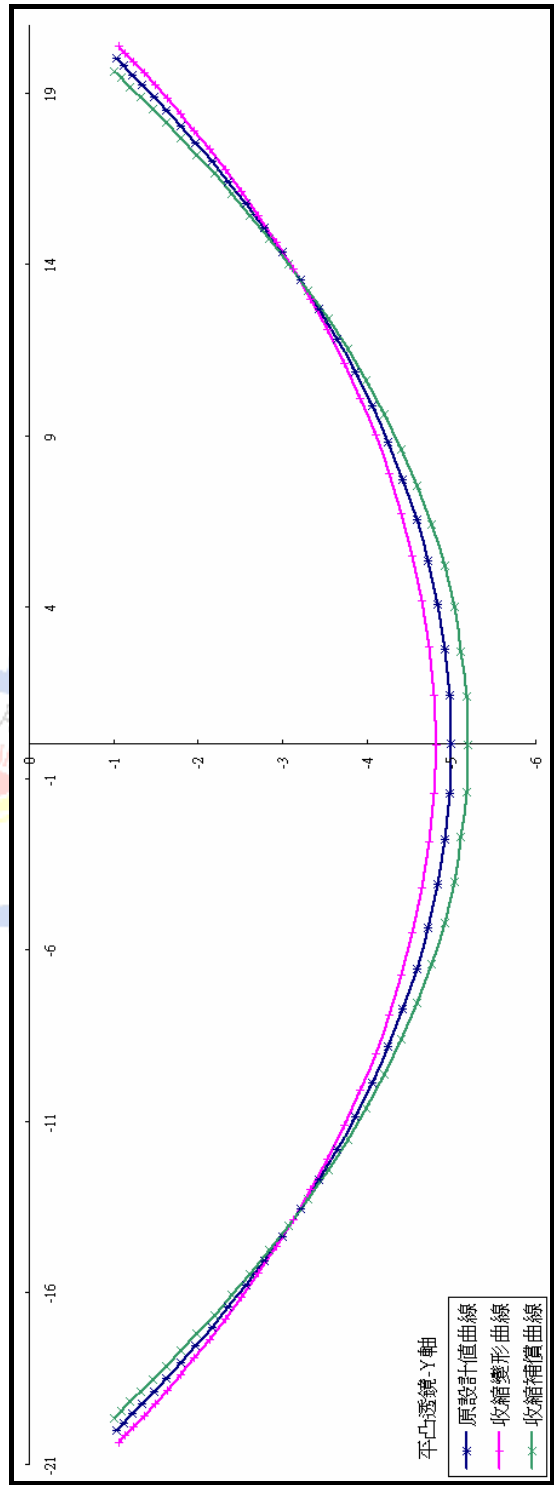
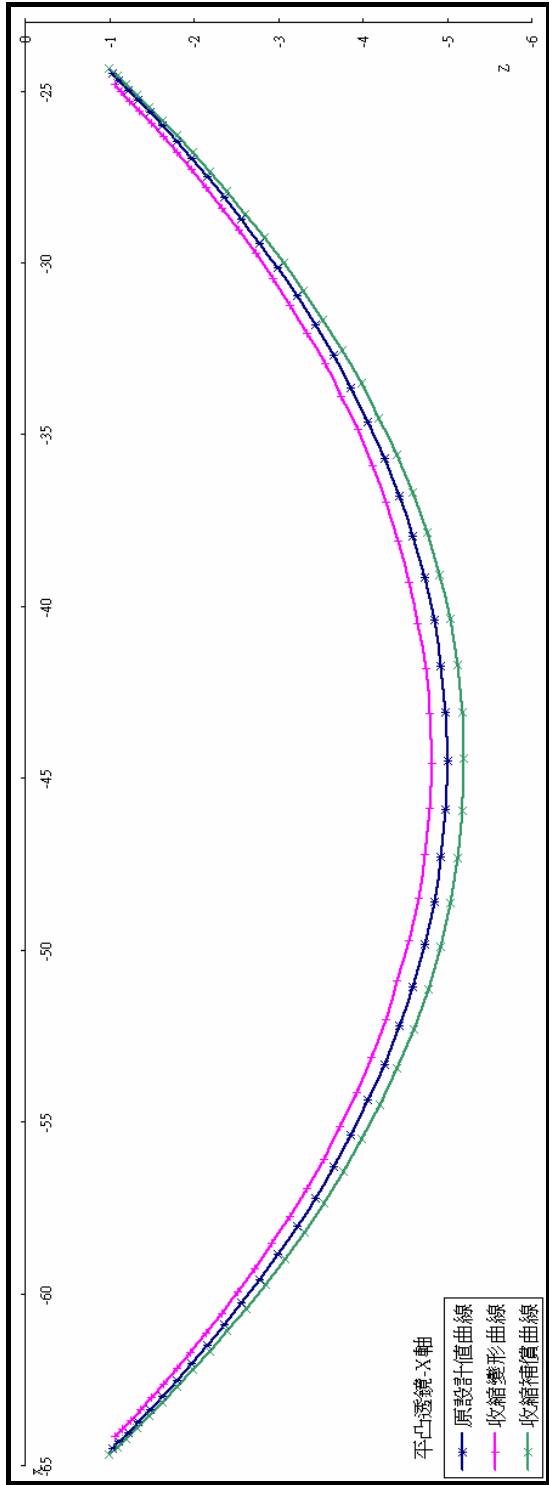
x *	24.68	26.801	30.071	34.5	38.929	42.199	44.32
z *	-4.894	-4.534	-4.153	-3.965	-4.153	-4.534	-4.894
x +	24.93683	27.00043	30.18554	34.51004	38.83503	42.01696	44.07409
z +	-4.83287	-4.47298	-4.10424	-3.92991	-4.1079	-4.47157	-4.82671
x x	24.41977	26.59895	29.95496	34.48996	39.02398	42.38322	44.56903
z x	-4.95591	-4.59593	-4.20247	-4.00051	-4.19871	-4.59739	-4.96224

表 6.5 雙凹透鏡母模曲面 Y 方向上的觀測點資料

y *	-9.82	-7.699	-4.429	0	4.429	7.699	9.82
z *	-4.894	-4.534	-4.153	-3.965	-4.153	-4.534	-4.894
y +	-9.55384	-7.50183	-4.32246	0	4.32244	7.50177	9.55377
z +	-4.83577	-4.47417	-4.10678	-3.92991	-4.10676	-4.47416	-4.83577
y x	-10.0898	-7.89873	-4.53684	0	4.536858	7.898789	10.08989
z x	-4.95294	-4.59471	-4.19986	-4.00051	-4.19988	-4.59472	-4.95294

表 6.6 雙凹透鏡公模曲面 Y 方向上的觀測點資料

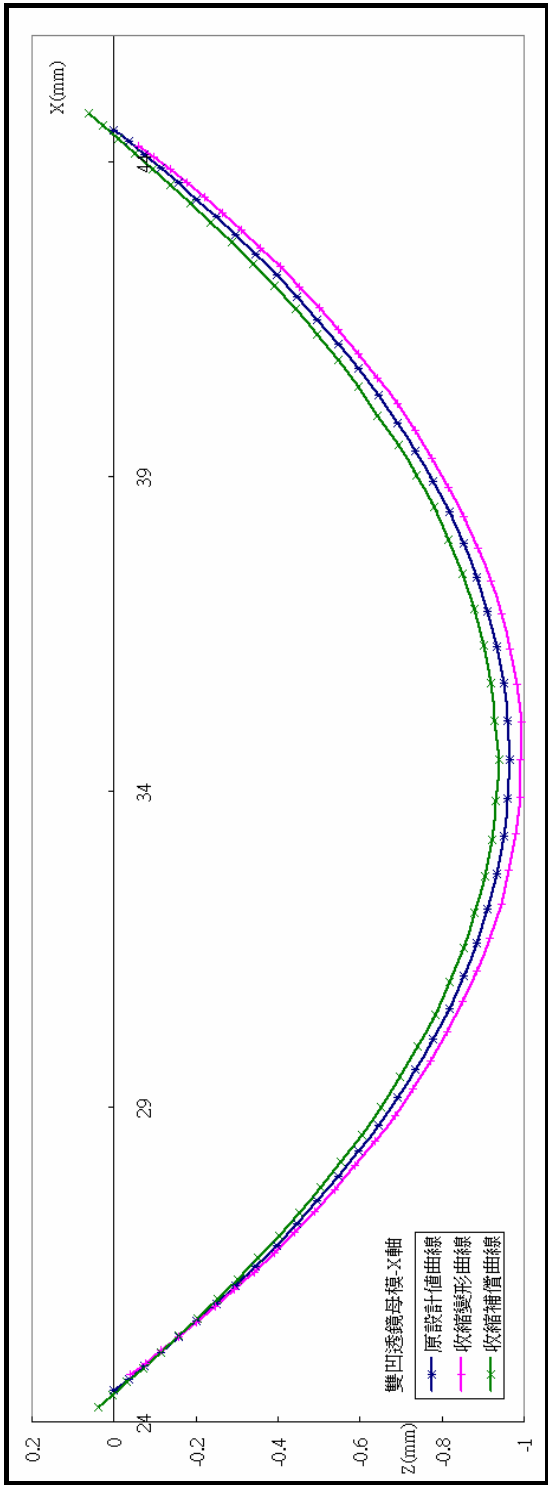
y *	-9.82	-7.699	-4.429	0	4.429	7.699	9.82
z *	-0.036	-0.396	-0.777	-0.965	-0.777	-0.396	-0.036
y +	-9.55767	-7.50412	-4.32447	0	4.32445	7.50408	9.55764
z +	-0.09591	-0.45376	-0.81814	-0.99046	-0.81815	-0.45378	-0.09595
y x	-10.0859	-7.89638	-4.53478	0	4.534799	7.896419	10.08591
z x	0.024658	-0.33742	-0.73535	-0.93932	-0.73534	-0.3374	0.024699



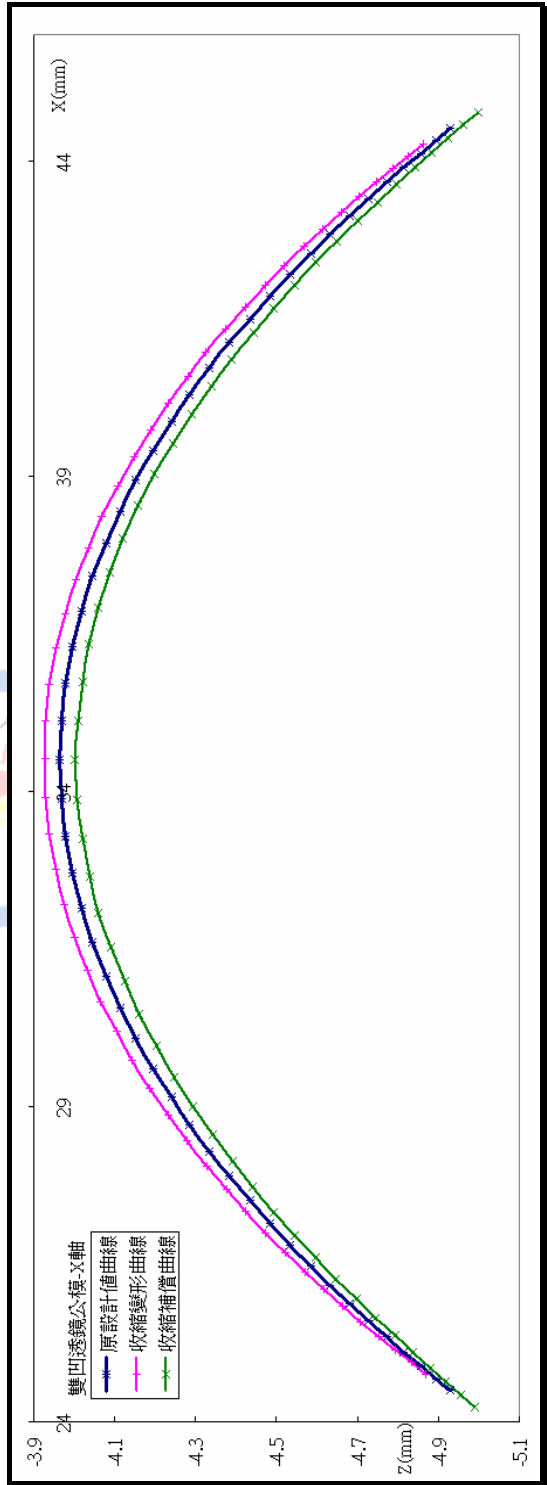
(a) X 軸曲率關係

(b) Y 軸曲率關係

圖 6.1 平凸透鏡之收縮不對稱現象

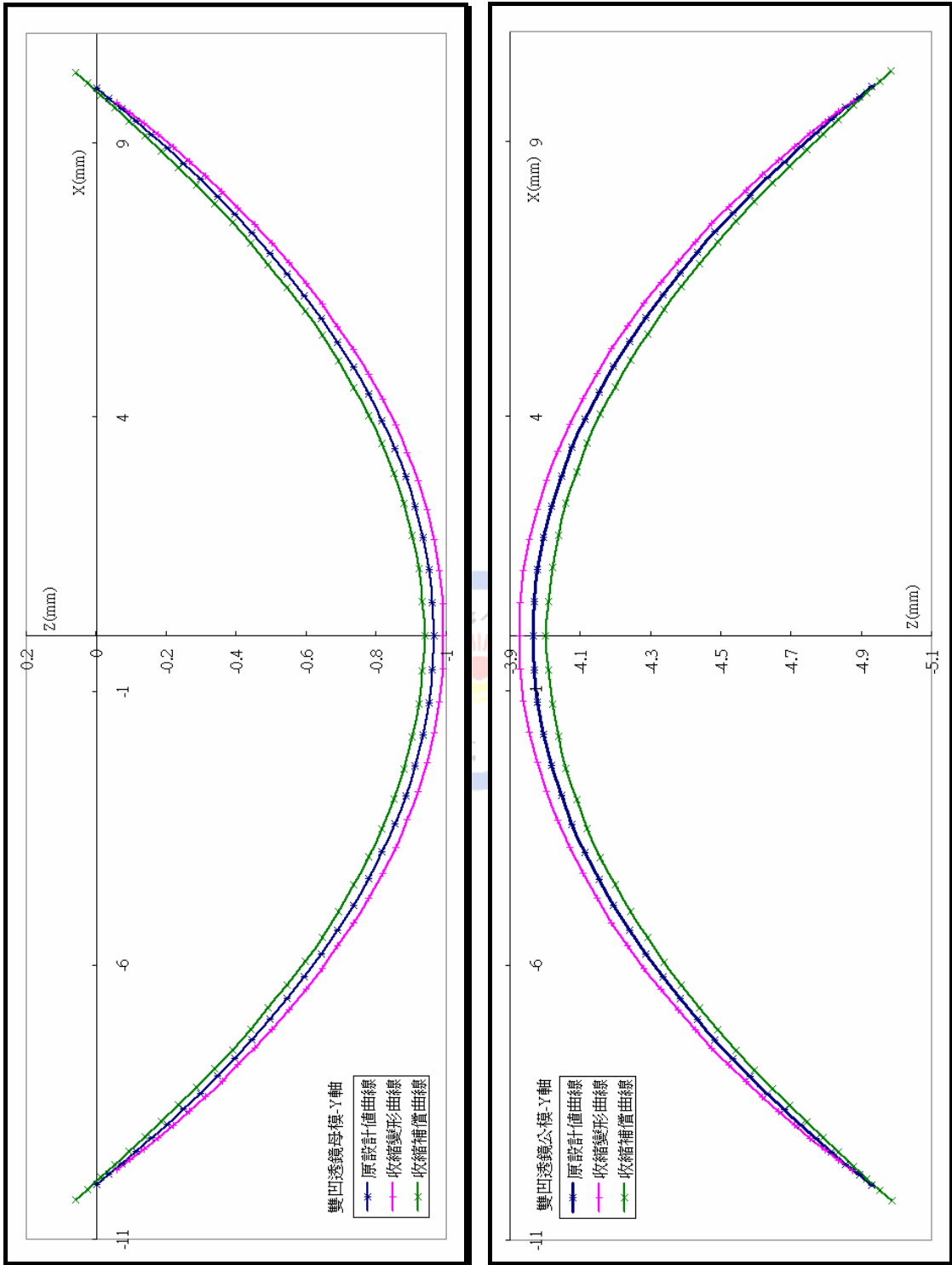


(a)母模 X 軸曲率關係



(b)公模 X 軸曲率關係

圖 6.2 雙凹透鏡之 X 軸曲率關係圖



(a)母模 Y 軸曲率關係

(b)公模 Y 軸曲率關係

圖 6.3 雙凹透鏡之 Y 軸曲率關係圖

6.2 模流分析與真實射出成形的趨勢差異

由真實的射出成形實驗中，可以利用輪廓儀取得射出鏡片的真實情況，在射出成形的過程中發現有一些情況在模流分析時無法被發現，一般認為要成形品表面要漂亮則流速就要慢，結果在實驗一開始便使用非常低的流速射出，鏡片表面反而產生波浪狀的流痕，這是因為流動的速率比不上鏡片表面溫度被帶走的速率而產生的缺陷，而這情況在模流分析的階段無法發現。圖 6.4 為在射出成形時採樣的塑膠鏡片，並且利用輪廓儀來量測塑膠鏡片的表面輪廓曲線並和模擬的輪廓曲線進行比較，圖 6.6 為兩曲線的比較圖，表 6.7 以及表 6.8 為圖 6.6 中擷錄的曲線資料表，結果發現其兩者的收縮趨勢大致相同，但是曲線中有一些部分有大幅度凹陷的現象而和模擬結果偏離，尤其是在 X 方向(平行進膠方向)，這可能是因為在射出時由於熔膠的流速快，在進膠附近的位置有空氣包風的現象，而由於光學鏡片的光學面上不能設置頂出銷，也沒有任何逃氣的設計，因而使的包夾的空氣無法排出而有包風的情況，圖 6.5 即是說明鏡片包風的現象，因為塑膠流經過澆口之後，前方的空間很寬闊而使流體有如同圖 6.5 的流動方式，直到充滿模穴空氣就已包夾在模穴內部而無法排出而造成表面輪廓的缺陷

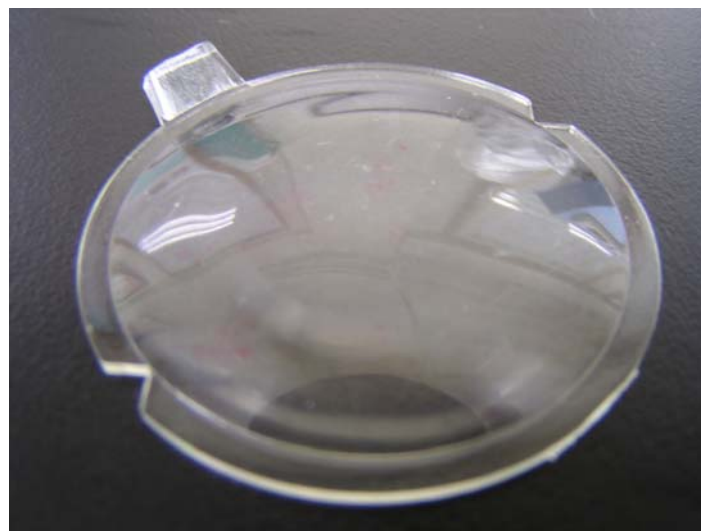


圖 6.4 射出成形平凸鏡片

表 6.7 收縮補償前模擬結果與實際射出比較(X 方向)

	1	2	3	4	center	6	7	8	9
X	-24.8117	-26.3341	-32.9448	-38.1092	-44.5627	-50.9087	-56.0746	-62.6336	-64.1580
CAE Z	-1.05935	-1.61098	-3.34518	-4.40085	-4.78236	-4.27821	-3.40867	-1.71752	-1.05146
True Z	-1.05935	-1.63663	-3.54681	-4.41966	-4.8178	-4.40641	-3.53590	-1.63596	-1.06116

表 6.8 收縮補償前模擬結果與實際射出比較(Y 方向)

	1	2	3	4	center	6	7	8	9
Y	-20.1453	-18.8386	-12.089	-6.71513	-0.00014	6.71514	12.0891	18.3929	19.5851
CAE Z	-1.1505	-1.61904	-3.47943	-4.4347	-4.84763	-4.38942	-3.20398	-2.53203	-1.03581
True Z	-1.13975	-1.63325	-3.5316	-4.41378	-4.8178	-4.41381	-3.53163	-1.7901	-1.35694

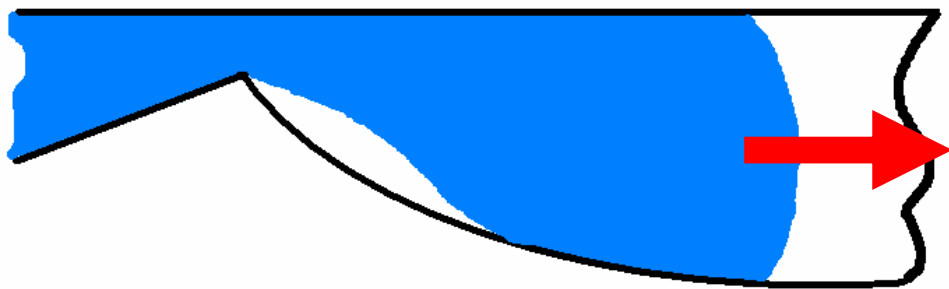


圖 6.5 鏡片包風示意圖

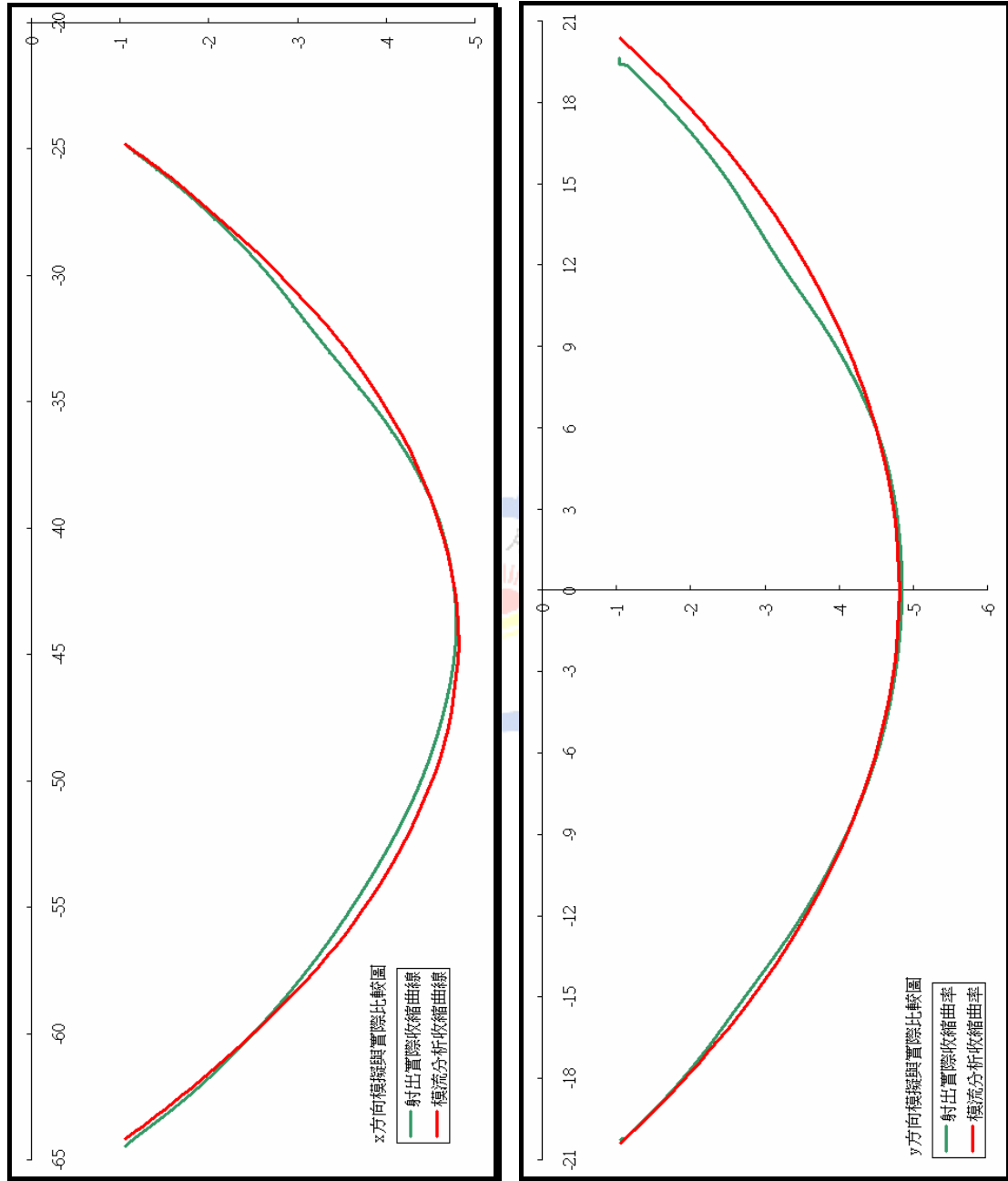


圖 6.6 平凸鏡片模擬值曲線與真實值曲線比較圖

6.3 補償後模流分析結果與設計值誤差

經過模流分析之後，取得收縮的資料點並加以補償得到補償後的位置點，將這些新資料點利用逆向方法重新鋪出一個新的曲面，並把這新的曲面重新建成模流分析的分析模型，並用與補償前相同的射出參數來重新進行模流分析，以目前對於鏡片曲率外型大多以 PT 值來說明外型曲率的精確程度，PT 值也就是鏡片曲率和設計曲率偏差的波峰波谷值。表 6.9、表 6.10、表 6.11 以及表 6.12 是對鏡片模仁做完非軸對稱收縮補償之後，進行第二次模流分析的結果，並和設計的真球面進行誤差比較的擷錄資料，完整的數據請見附錄 3，將這些資料整理成圖 6.7、圖 6.8、圖 6.9 以及圖 6.10、由圖中我們發現凹透鏡在 Y 軸方向的曲率已經很接近我們原先的設計值了，PT 值在 10 μ m，而在 X 方向曲線的趨勢代表曲率稍偏離原設計的曲率 R，但是由這些圖中我們都可以發現，在曲面邊緣的補正模擬結果都有誤差量偏高的現象，這是因為我們在非軸對稱收縮補償時是採用逆向方法，對數據點重新鋪設屈近的的曲面，當數據點的數量越多所鋪設出來的曲面將會越接近數據點位置，而本研究中只用僅 401 點來鋪設新曲面而在邊緣的數據點會散的比較開，因此在鋪設曲面時也會產生較大的誤差。

表 6.9 雙凹母模面誤差表(X 方向)

原設計	X	25.0342	27.0757	30.2268	34.5085	38.7483	41.8604	43.8618
球面座	Y	-0.0002	-0.0001	-0.0006	-0.0004	-0.0004	-0.0006	-0.0004
標位置	Z	-0.102	-0.4358	-0.7903	-0.965	-0.7923	-0.4475	-0.1258
結果曲	X	25.03418	27.07569	30.22676	34.50855	38.74831	41.86044	43.86181
面座標	Y	-0.0002	-8.8E-05	-0.0006	-0.00045	-0.0004	-0.00055	-0.0004
位置	Z	-0.07275	-0.42191	-0.78607	-0.96394	-0.78816	-0.43105	-0.0919
偏差	ΔZ	0.029251	0.013893	0.004231	0.001064	0.004144	0.016449	0.033902

表 6.10 雙凹母模面誤差表(Y 方向)

原設計	X	34.5135	34.5124	34.5097	34.5085	34.5104	34.5127	34.514
球面座	Y	9.4788	7.4438	4.29	-0.0004	-4.29	-7.445	-9.4793
標位置	Z	-0.0996	-0.433	-0.7889	-0.965	-0.7889	-0.4328	-0.0995
結果曲	X	34.51348	34.51242	34.5097	34.50855	34.51035	34.5127	34.51403
面座標	Y	9.478779	7.443815	4.290044	-0.00045	-4.29002	-7.445	-9.47931
位置	Z	-0.09048	-0.43268	-0.78685	-0.96394	-0.78606	-0.43232	-0.09032
偏差	ΔZ	0.009118	0.000318	0.002054	0.001064	0.002843	0.00048	0.009176

表 6.11 雙凹公模面誤差表(X 方向)

原設計	X	25.1322	27.1443	30.264	34.5083	38.7381	41.8404	43.8361
球面座	Y	-0.0002	-0.0005	-0.0001	0.0007	-0.0006	0.0003	-0.0006
標位置	Z	-4.8101	-4.4844	-4.1367	-3.9698	-4.1368	-4.4822	-4.8043
結果曲	X	25.13217	27.14429	30.264	34.50829	38.73805	41.84042	43.83605
面座標	Y	-0.00024	-0.00049	-0.00011	0.000698	-0.00058	0.00026	-0.00056
位置	Z	-4.8342	-4.49775	-4.143	-3.96958	-4.14018	-4.49318	-4.82729
偏差	ΔZ	-0.0241	-0.01335	-0.0063	0.000222	-0.00338	-0.01098	-0.02299

表 6.12 雙凹公模面誤差表(Y 方向)

原設計	X	34.5157	34.5137	34.51	34.5083	34.5103	34.5134	34.5152
球面座	Y	9.4953	7.4559	4.2958	0.0007	-4.2947	-7.4533	-9.4917
標位置	Z	-4.8334	-4.4987	-4.1416	-3.9698	-4.1415	-4.4984	-4.8328
結果曲	X	34.51571	34.51373	34.50998	34.50829	34.51028	34.51339	34.51522
面座標	Y	9.495246	7.455949	4.295766	0.000698	-4.29472	-7.45332	-9.49175
位置	Z	-4.83897	-4.4968	-4.14101	-3.96958	-4.14027	-4.49581	-4.83814
偏差	ΔZ	-0.00557	0.001903	0.000587	0.000222	0.001226	0.002589	-0.00534

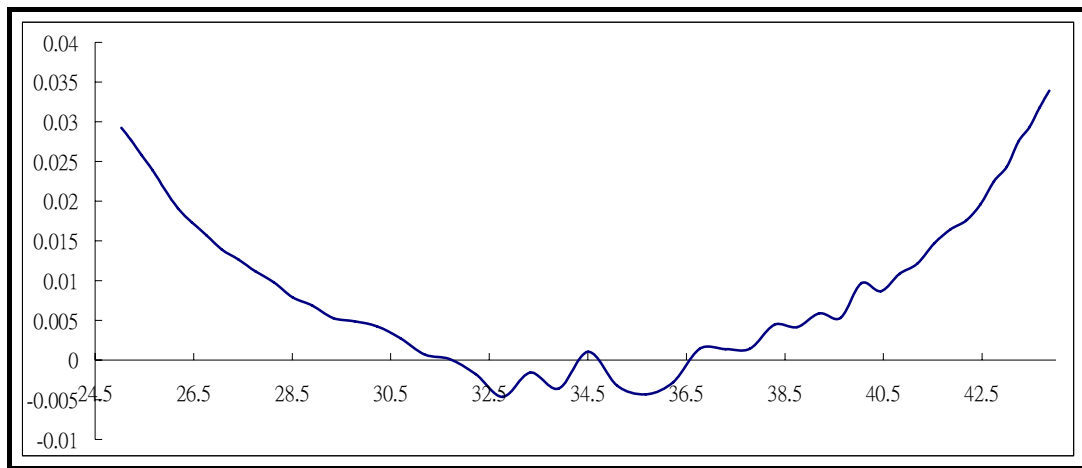


圖 6.7 補償後雙凹鏡片母模面與設計值誤差(X 方向)

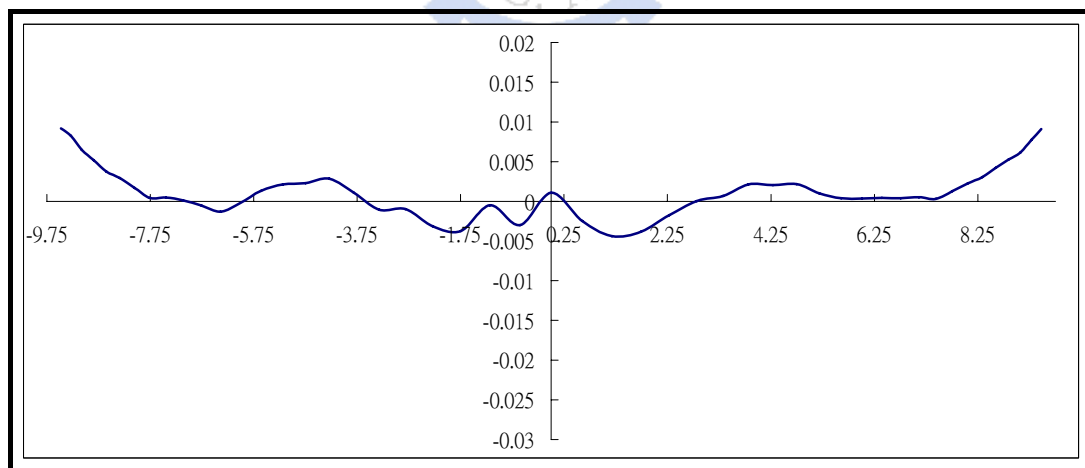


圖 6.8 補償後雙凹鏡片母模面與設計值誤差(Y 方向)

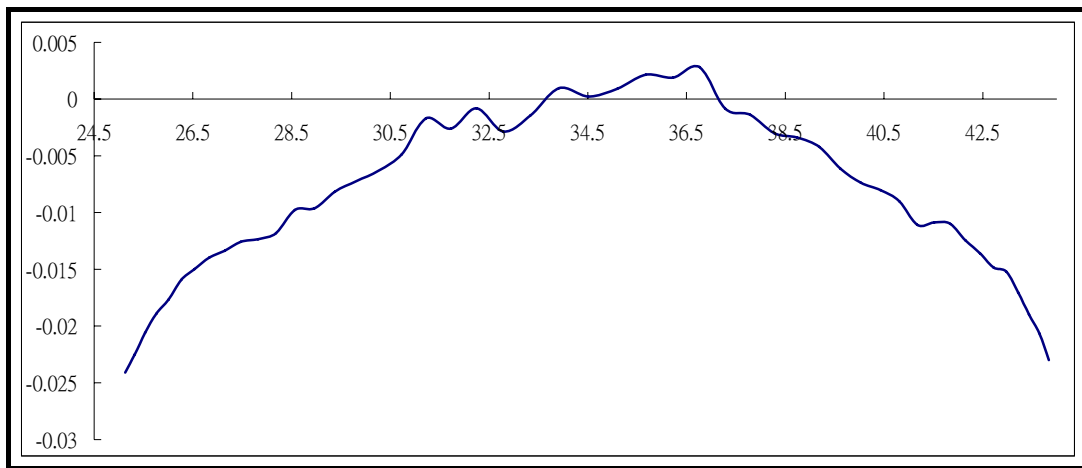


圖 6.9 補償後雙凹鏡片公模面與設計值誤差(X 方向)

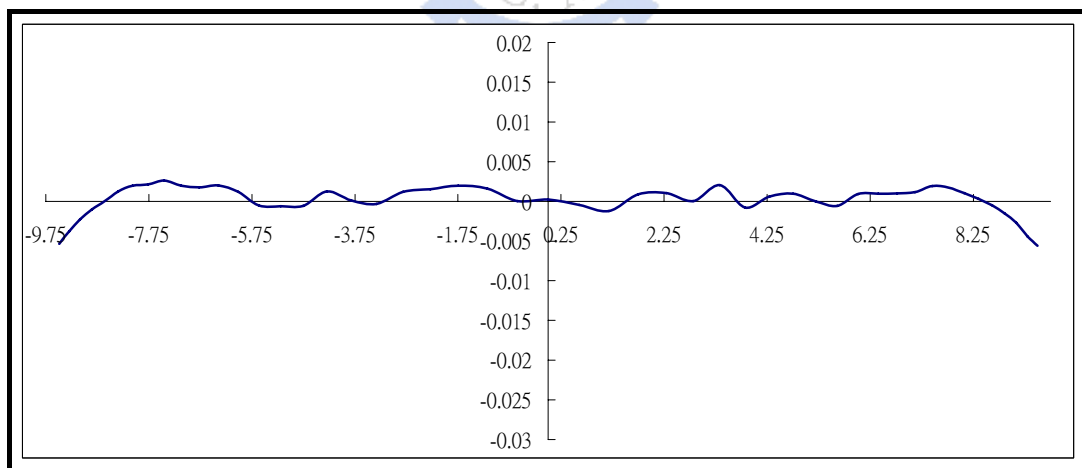


圖 6.10 補償後雙凹鏡片公模面與設計值誤差(Y 方向)

七、 結論

一個好的光學系統從光學設計一直到最後的生產階段各個階段都是環環相扣的，尤其是塑膠光學鏡片常常因為精度不夠，而使產品的性能降低，本文則順著製造一個光學系統的流程，並提出以非軸對稱的收縮補償方式來改善塑膠射出鏡片的精度

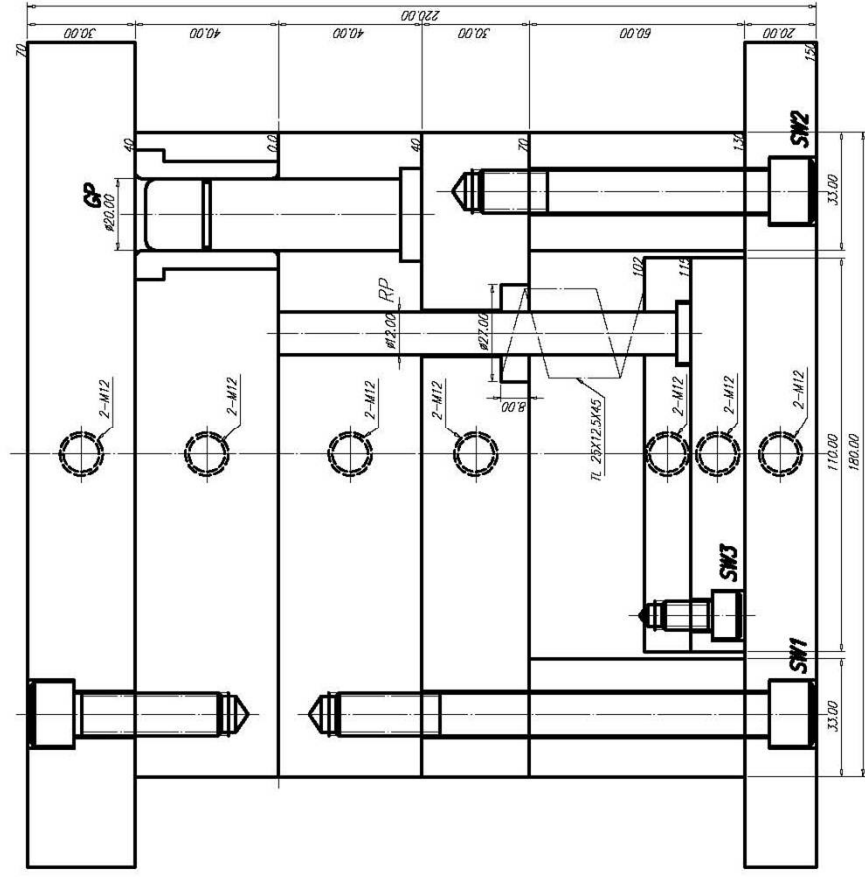
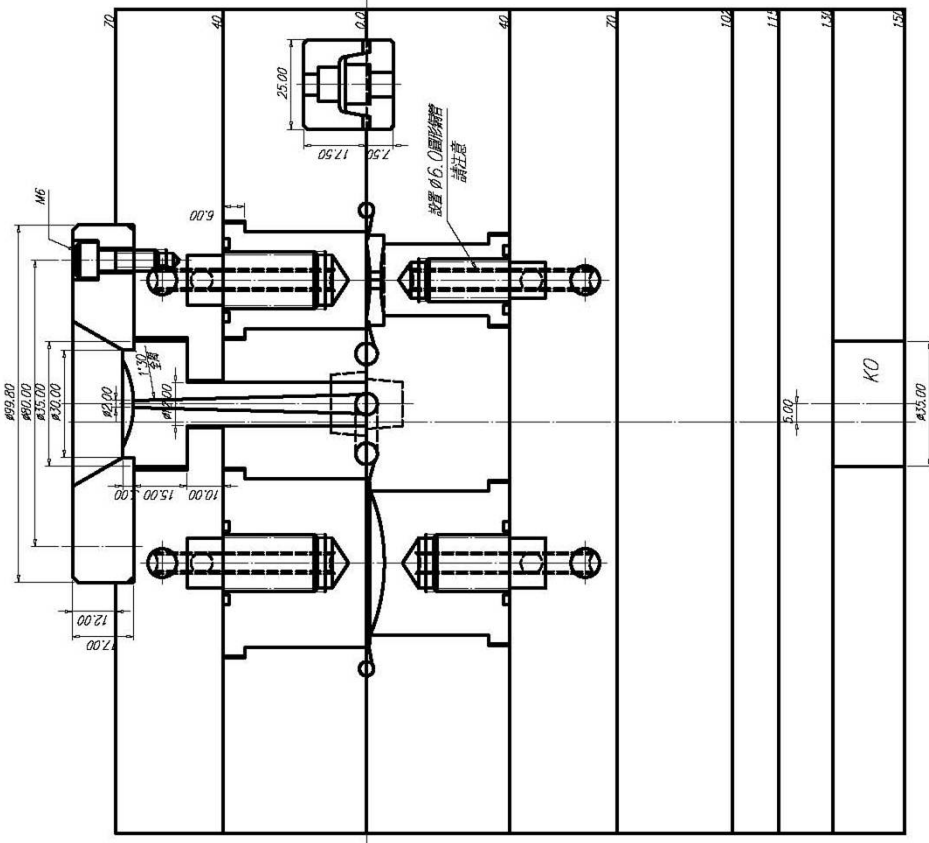
- (1)利用光學模擬來輔助光學系統確實有助於設計成本的節約，但是模擬結果不能得到一個”最好”的系統，而是在有限的條件下調整出”比較好”光學系統。
- (2)在模流分析我們知道了塑膠的收縮非軸對稱現象，但是其嚴重的情況則要視鏡片的外型而定，但是若是採用傳統單一收縮率的收縮補償法將得不到曲率優良的塑膠光學鏡片。
- (3)模流分析的結果和實際的射出情況有類似的趨勢，但是單靠模流分析還是會有一些情況是無法預估的，因此還是需要先做一副未補償前的模仁確認分析條件的種種意外因素，而補償也只適用於針對某一組成型條件下的成形結果，參數的改變可能會造成非軸對稱的情況有所改變而使得補償的結果有所差異。
- (4)補償後重新鋪設的曲面和原來的點會有所誤差，可以增加資料點的方式來改善偏差的程度。而從設計道生產需要經過多道手續，鋪設曲面有鋪設的誤差加工也有加工的誤差，甚至是在射出成形時，環境的因素也會造成鏡片精度的偏差，因此如何減少誤差的累積或是減少誤差的道次都有助於鏡片精度及穩定性的提升。
- (5)以模流分析的結果，可以改善塑膠光學鏡片的精度使曲率誤差 PT 值達到 $10\mu\text{m}$ 的程度

參考文獻

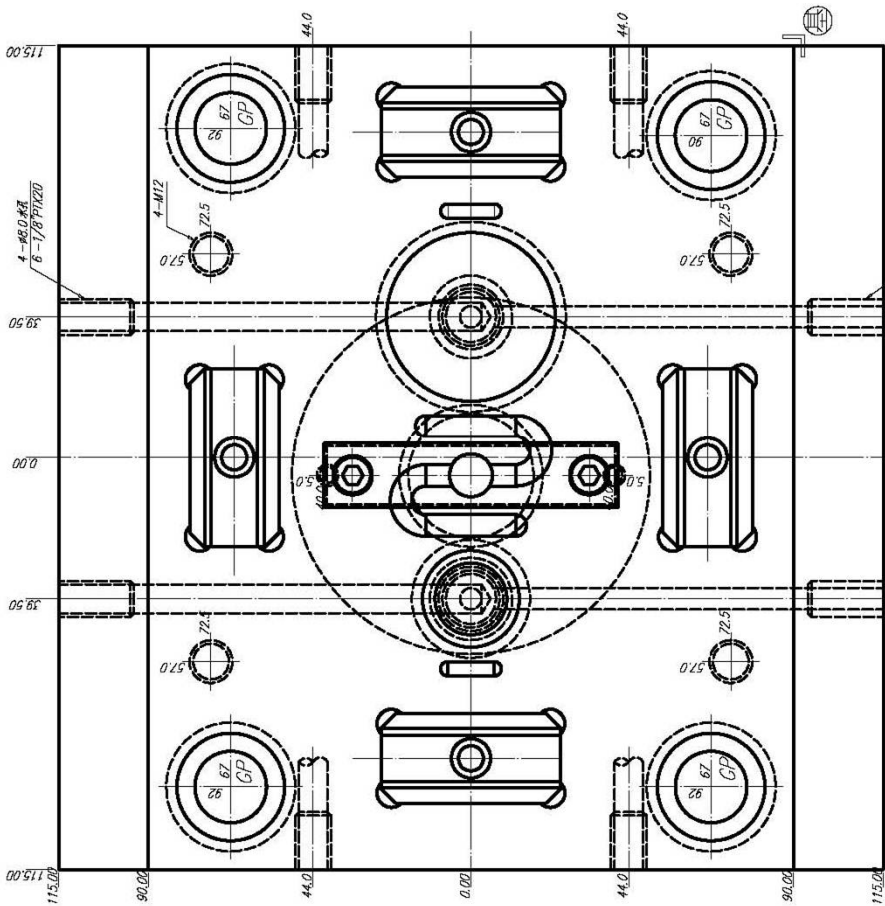
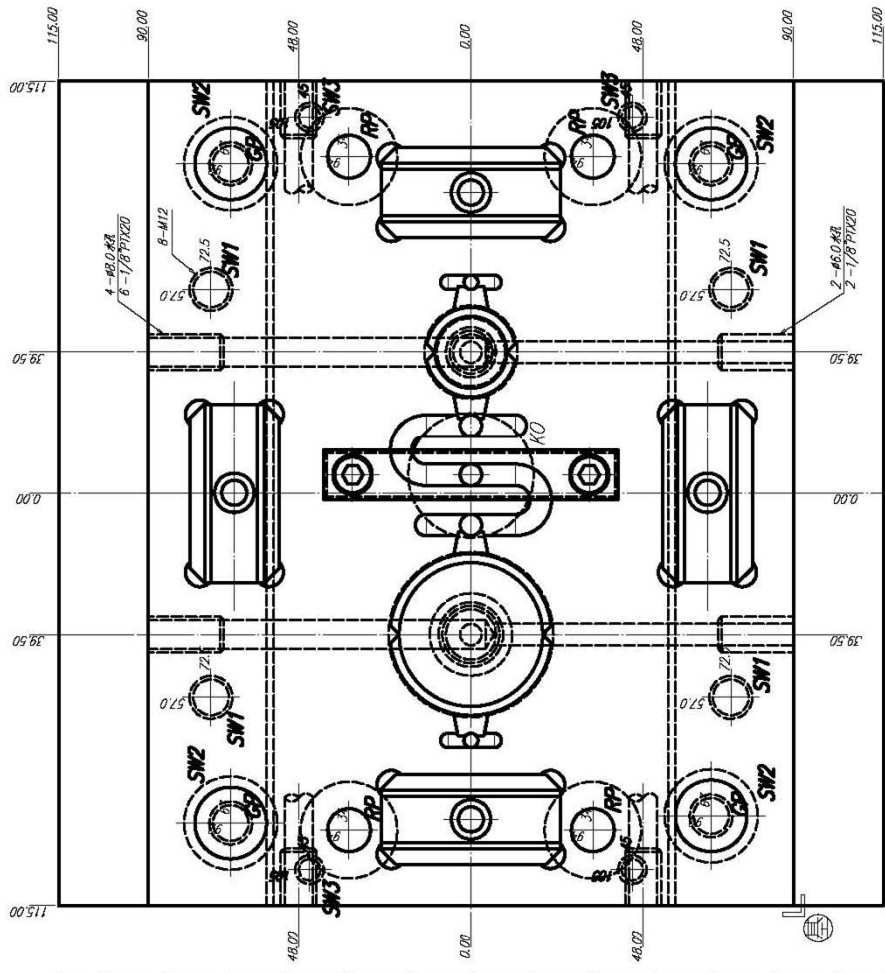
- [1] 蔡福森,「我國光學鏡片市場動向」,光連 12 期 1997 年 11 月
- [2] Sone, Junji,Ueda, Katsunobu,Kairiku, Yoshinori, 1992, “Shrinkage deformation correction for aspherical plastic lens's molds” , Journal of the Japan Society of Precision Engineering/Seimitsu Kogaku Kaishi , p253-258, v 58, n 2, Feb ,
Language: Japanese
- [3] 林賢樑, 1994, 壓克力鏡片之射出成型模擬及其殘留應力之探討, 國立台灣工業技術學院, 碩士論文
- [4] K.M.B.Jansen, D.J.Vandijk, M.H.Husselman, 1998, “Effect of processing condition on shrinkage in injection molding”, Polymer Engineering and science, p838-846, v 41, n5, May
- [5] T. C. Chang, 2001 “Shrinkage behavior and optimization of injection molded parts studied by the Taguchi method”, Polymer Engineering and Science, vol. 41, NO. 5, May
- [6] Xuehong Lu, Lau Soo Khim, 2001, “A statistical experimental study of the injection molding of optical lenses”, Journal of Materials Processing Technology, p189-195, Volume: 113, June 15
- [7] 許財得, 2004, 非球面塑膠光學透鏡射出成型之電腦模擬與最佳化之研究, 逢甲大學, 碩士論文
- [8] 劉昭宏, 2005, 非等厚塑膠光學元件收縮補償之模流分析, 國立台灣科技大學, 碩士論文
- [9] 黃彥文, 2005, 超薄形導光板光學設計與精密成型之研究, 國立高雄應用科技大學, 碩士論文
- [10]Lionel bender, 1993, 望遠鏡-看穿宇宙的千里眼, 吳春瑜譯, 彙豪國際, 台中
- [11]陳昭彰,劉昭宏,楊燦朴, 2002, 非球面塑膠鏡片模具收縮之研究, 模具技術資訊, p22-24, NO. 89, Aug 15

- [12]鄭穎聰,黃俊欽,黃登淵,黃登淵,李輝煌,2004,“塑膠光學鏡片翹曲變形與殘留應力之研究”,模具公會論文集, P108 ~ P116
- [13]Frank L. Pedrotti, S.J., Leon S. Pedrotti, 1993, Introduction To Optics, Prentice-Hall, United States of America
- [14]Joseph M. Geary, 2002, Lens Design, Willmann-Bell, United States of America
- [15]內田舜二, 1995, 實用塑膠透鏡, 復文書局
- [16]張榮語, 1995, 射出成形模具設計:模具設計, 高立圖書有限公司, 台北
- [17]張永彥, 1998, 實用塑膠模具學, 全華科技圖書有限公司, 台北
- [18]陳善明,「模造光學的加工技術」, 光訊第 39 期, p22-25, 1993 2 月
- [19]黃文治,龔大焜,「非球面模仁精密加工簡介」, 光訊第 67 期, p14-17, 1993 8 月

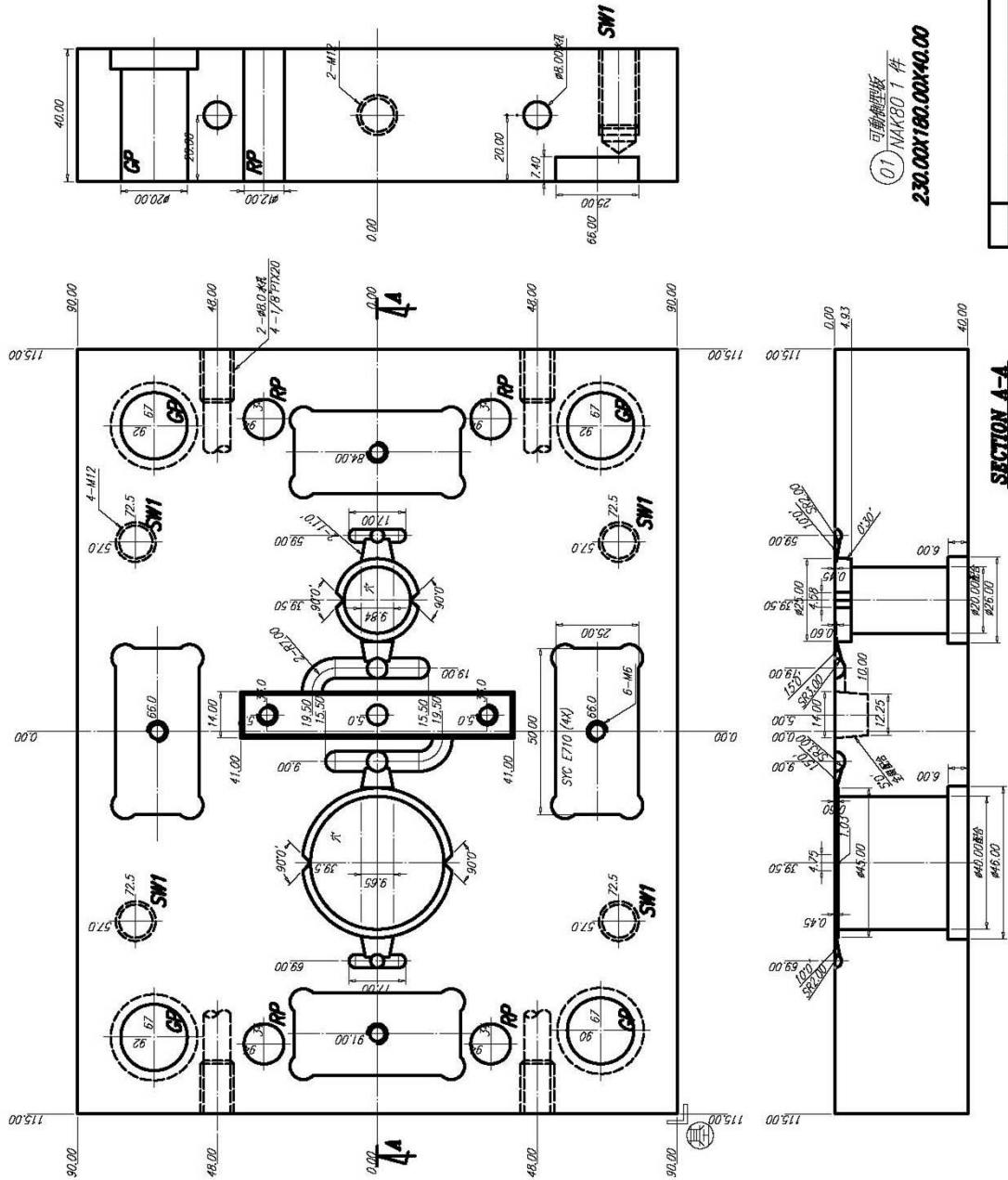




件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計	比例	1:1			
製圖	投影	第三角法			
審核	單位	mm			
					圖號
友裕有限公司					Y10859-C,DFC
					名
					金型組立圖
					0.0%

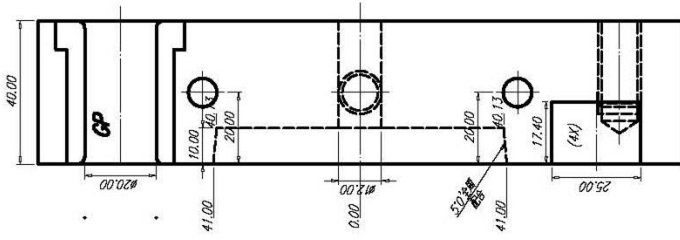
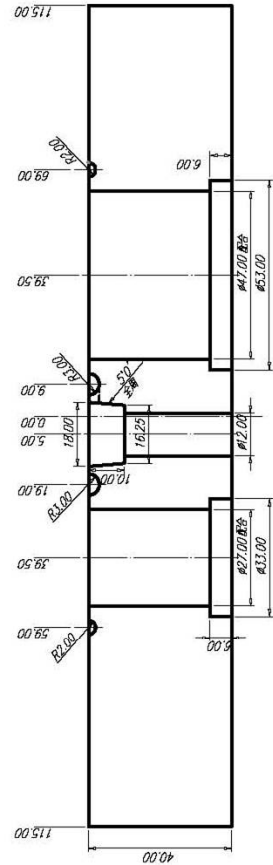
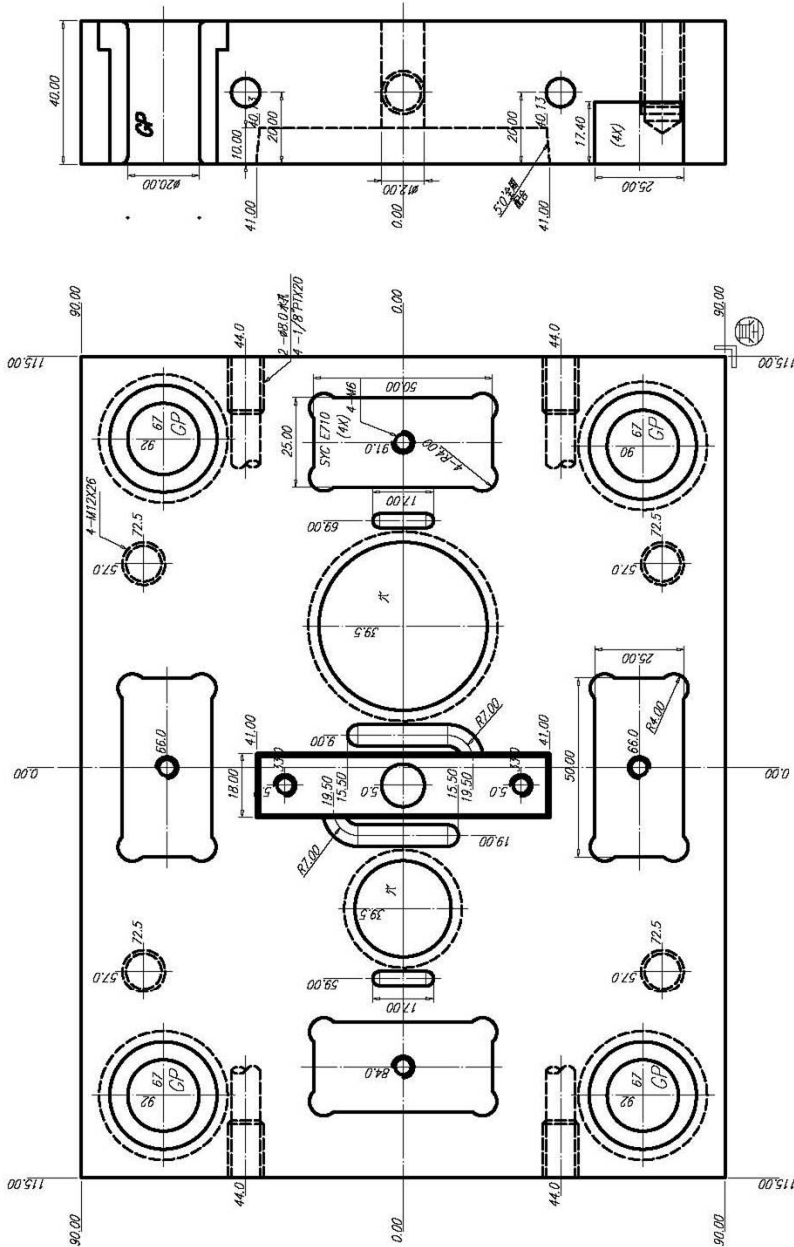


件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計	比例	1:1			
製圖	投影	第三角法			
審核	單位	mm			
友裕有限公司					圖號
					Y10859-A,BFC
					金型組立圖 0.0%



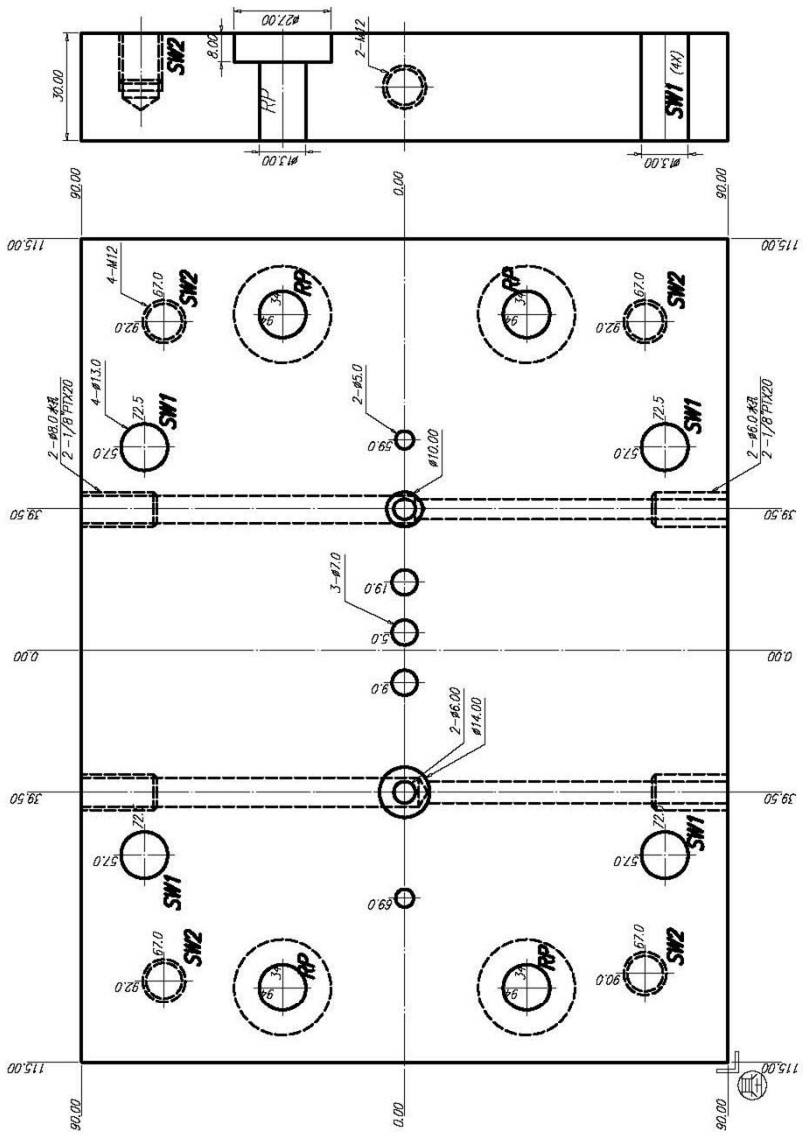
可動組裝板
 01 NAK80 1 件
 230.00X180.00X40.00

件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計	比例	1:1			
製圖	投影	第三角法			
審核	單位	mm			0.0%
					圖號
					Y10859-01
友 裕 有 限 公 司					

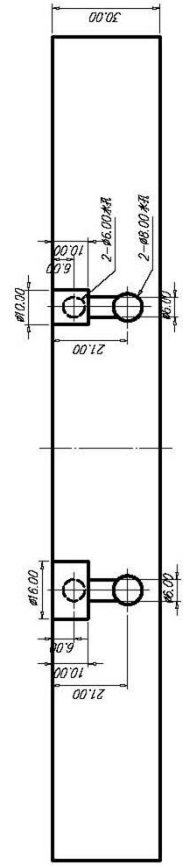


固定輪西版
 (02) NAK80 1件
 230.00X180.00X40.00

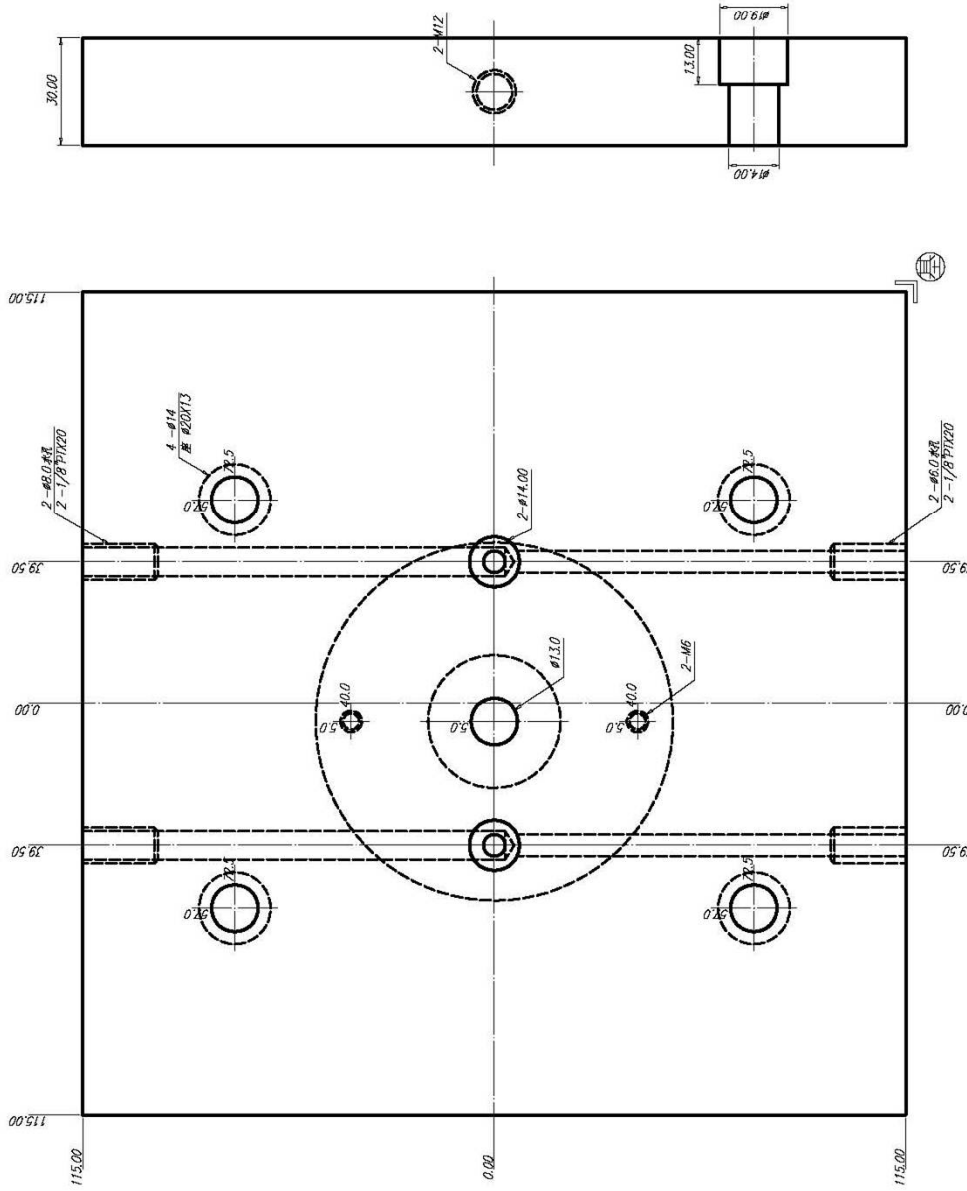
件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計	圖	比例	1:1		
製圖	投影	第三角法			
審核	單位	mm			0.0%
友裕有限公司					圖號
					YY0859-02



可動銅板
S55C 1 件
230.00X180.00X30.00

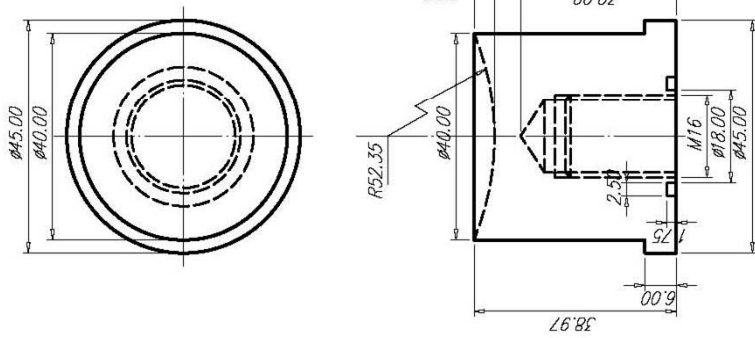


件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計		1/1			
取圖		第三角法			
審核		mm			
				圖名	金屬組立圖
				圖號	YY0859-03
友希有限公司					

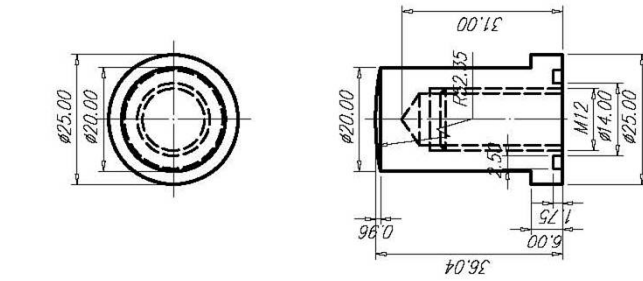


04 固定脚架
 S55C 1 件
 230.00X230.00X30.00

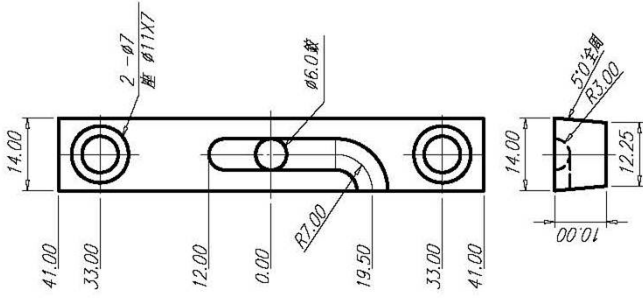
件號	零件名稱	材質	數量	重量	備註
設計		比例	圖		
製圖		投影	第三角法		
審核		單位	mm		
					圖號
					圖名
					金型組立圖
					0.0%
					圖號
					YY0859-04
友裕有限公司					



05 公模入子
NAK80 1件
φ40.00Xφ45.00X38.97

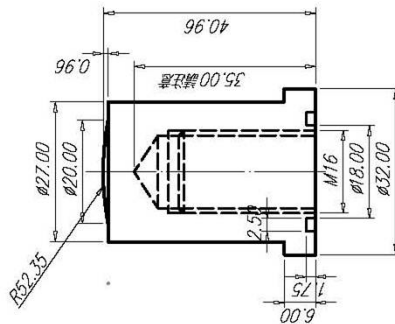
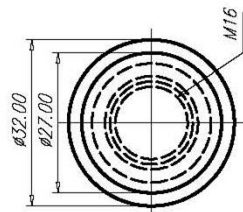
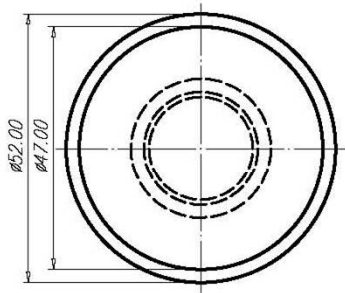


06 公模型梢
NAK80 1件
φ20.00Xφ25.00X36.04

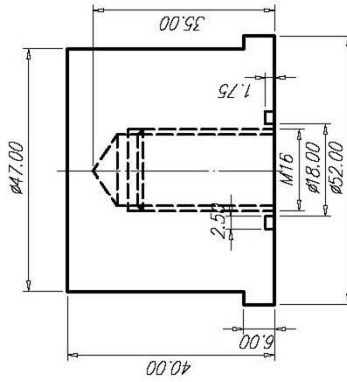


07 公模模仁
NAK80 1件
82.00X14.00X10.00

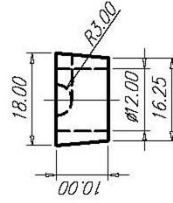
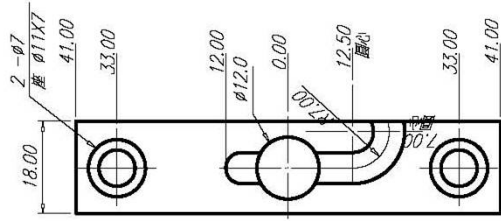
件號	零件名稱			材質	數量	重量	備註
設計	比例			1:1			
製圖	投影			第三角法			
審核	單位			mm			
友裕有限公司				圖名		金型組立圖 0.0%	
				圖號		YY0859-05~07	



母模模仁
08 NAK80 1#
 $\phi 27.00 \times \phi 32.00 \times 40.96$



母模模仁
09 NAK80 1#
 $\phi 47.00 \times \phi 52.00 \times 40.00$



母模模仁
10 NAK80 1#
 $82.00 \times 18.00 \times 10.00$

件號	零件名稱			材質	數量	重量	備註
設計				1:1			
製圖				第三角法			
審核				單位			
				友裕有限公司			
				圖名		金型組立圖 0.0%	
				圖號		YY0859-08~10	

NO.2 雙凹漆油公模組

Table with columns for '原座標' (Original Coordinates), '變形量' (Deformation), and '收縮膨脹' (Contraction/Expansion). It lists various coordinate points and their corresponding deformation values across multiple axes (x, y, z).

Table with columns for '原座標' (Original Coordinates), '變形量' (Deformation), and '收縮膨脹' (Contraction/Expansion). It lists various coordinate points and their corresponding deformation values across multiple axes (x, y, z).

NO. 5 雙口透鏡公模組

雙口透鏡公模組																
NO. 5																
頂座標	x	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
	x	-10.005	-9.82	-9.617	-9.396	-9.158	-8.902	-8.628	-8.336	-8.027	-7.699	-7.354	-6.999	-6.609	-6.209	-5.791
	y	-4.93	-4.894	-4.856	-4.815	-4.772	-4.681	-4.633	-4.584	-4.534	-4.484	-4.434	-4.384	-4.335	-4.286	-4.24
變形量	z	0.01771	0.01751	0.01729	0.01705	0.01678	0.0165	0.01627	0.01587	0.01553	0.01518	0.01481	0.01443	0.01405	0.01365	0.01326
	x	0.27136	0.26616	0.25966	0.25222	0.24408	0.23568	0.22643	0.21721	0.20746	0.19717	0.18703	0.17645	0.16597	0.15509	0.14399
	y	0.05589	0.05823	0.06	0.06167	0.06234	0.06254	0.06199	0.06128	0.06093	0.05983	0.05723	0.05641	0.05439	0.05291	0.05249
變形率	z	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.01361	0.01352	0.0135	0.013422	0.013326	0.013237	0.013122	0.013028	0.012923	0.012805	0.012716	0.012622	0.012556	0.012489	0.01238
	y	0.011763	0.011986	0.012547	0.013121	0.013511	0.013821	0.013987	0.014133	0.014377	0.014459	0.014473	0.014325	0.014171	0.014147	0.014142
收縮之膨脹	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
相償量	x	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.014724	0.028613	0.04221	0.057328	0.070608	0.0828787	0.096231	0.107858	0.120767	0.132714	0.143218	0.157992	0.166132	0.178757	0.18949
	y	-0.040899	-0.040761	-0.041413	-0.040995	-0.043254	-0.042934	-0.04442	-0.046882	-0.047399	-0.051064	-0.053268	-0.05368	-0.055182	-0.05724	-0.058063
新座標	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.631724	1.244613	1.83821	2.416328	2.974608	3.513787	4.035231	4.536858	5.022677	5.488714	5.936218	6.366699	6.777132	7.168757	7.54349
	y	-1.009899	-4.019761	-4.037413	-4.058953	-4.089254	-4.119934	-4.15702	-4.199882	-4.242359	-4.291064	-4.339268	-4.3868	-4.439182	-4.49124	-4.54263
	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
頂座標	x	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
	x	0.617	1.216	1.796	2.359	2.904	3.431	3.939	4.429	4.902	5.356	5.791	6.209	6.609	6.999	7.354
	y	-3.969	-3.979	-3.996	-4.018	-4.046	-4.077	-4.113	-4.153	-4.195	-4.24	-4.286	-4.335	-4.384	-4.434	-4.484
變形量	z	0.01015	0.01036	0.01053	0.01081	0.01109	0.01142	0.01174	0.0121	0.01247	0.01285	0.01324	0.01363	0.01403	0.01441	0.01479
	x	-0.01455	-0.02828	-0.04172	-0.05664	-0.06976	-0.0818	-0.09507	-0.10656	-0.11921	-0.13109	-0.14342	-0.15513	-0.16602	-0.1765	-0.18708
	y	0.04035	0.04022	0.04086	0.04042	0.04267	0.04237	0.04344	0.04624	0.04672	0.05034	0.0525	0.05292	0.0544	0.05642	0.05724
變形率	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.011791	0.011628	0.011615	0.012005	0.012011	0.011921	0.012068	0.01203	0.012159	0.012238	0.012383	0.012492	0.01256	0.012625	0.01272
	y	0.013414	0.013283	0.013344	0.013014	0.013495	0.013138	0.01318	0.013187	0.013503	0.01418	0.014415	0.01415	0.014174	0.014327	0.014461
收縮之膨脹	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
相償量	x	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.014724	0.028613	0.04221	0.057328	0.070608	0.0828787	0.096231	0.107858	0.120767	0.132714	0.143218	0.157992	0.166132	0.178757	0.18949
	y	-0.040899	-0.040761	-0.041413	-0.040995	-0.043254	-0.042934	-0.04442	-0.046882	-0.047399	-0.051064	-0.053268	-0.05368	-0.055182	-0.05724	-0.058063
新座標	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.631724	1.244613	1.83821	2.416328	2.974608	3.513787	4.035231	4.536858	5.022677	5.488714	5.936218	6.366699	6.777132	7.168757	7.54349
	y	-1.009899	-4.019761	-4.037413	-4.058953	-4.089254	-4.119934	-4.15702	-4.199882	-4.242359	-4.291064	-4.339268	-4.3868	-4.439182	-4.49124	-4.54263
	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
頂座標	x	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
	x	0.617	1.216	1.796	2.359	2.904	3.431	3.939	4.429	4.902	5.356	5.791	6.209	6.609	6.999	7.354
	y	-3.969	-3.979	-3.996	-4.018	-4.046	-4.077	-4.113	-4.153	-4.195	-4.24	-4.286	-4.335	-4.384	-4.434	-4.484
變形量	z	0.01015	0.01036	0.01053	0.01081	0.01109	0.01142	0.01174	0.0121	0.01247	0.01285	0.01324	0.01363	0.01403	0.01441	0.01479
	x	-0.01455	-0.02828	-0.04172	-0.05664	-0.06976	-0.0818	-0.09507	-0.10656	-0.11921	-0.13109	-0.14342	-0.15513	-0.16602	-0.1765	-0.18708
	y	0.04035	0.04022	0.04086	0.04042	0.04267	0.04237	0.04344	0.04624	0.04672	0.05034	0.0525	0.05292	0.0544	0.05642	0.05724
變形率	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.011791	0.011628	0.011615	0.012005	0.012011	0.011921	0.012068	0.01203	0.012159	0.012238	0.012383	0.012492	0.01256	0.012625	0.01272
	y	0.013414	0.013283	0.013344	0.013014	0.013495	0.013138	0.01318	0.013187	0.013503	0.01418	0.014415	0.01415	0.014174	0.014327	0.014461
收縮之膨脹	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
相償量	x	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.014724	0.028613	0.04221	0.057328	0.070608	0.0828787	0.096231	0.107858	0.120767	0.132714	0.143218	0.157992	0.166132	0.178757	0.18949
	y	-0.040899	-0.040761	-0.041413	-0.040995	-0.043254	-0.042934	-0.04442	-0.046882	-0.047399	-0.051064	-0.053268	-0.05368	-0.055182	-0.05724	-0.058063
新座標	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	0.631724	1.244613	1.83821	2.416328	2.974608	3.513787	4.035231	4.536858	5.022677	5.488714	5.936218	6.366699	6.777132	7.168757	7.54349
	y	-1.009899	-4.019761	-4.037413	-4.058953	-4.089254	-4.119934	-4.15702	-4.199882	-4.242359	-4.291064	-4.339268	-4.3868	-4.439182	-4.49124	-4.54263
	z	#D/X0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/	#D/Y0/
	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1</												

NO. 6

轉四季儲公積冊

原坐標	x	38.329	38.258	38.18	38.096	38.005	37.907	37.802	37.69	37.572	37.446	37.314	37.175	37.029	36.876	36.716	36.549	36.376	36.195	36.007	35.813	35.611	35.403	35.187	34.965	34.736	34.5
	y	-9.243	-9.072	-8.885	-8.681	-8.461	-8.224	-7.971	-7.702	-7.416	-7.113	-6.794	-6.458	-6.106	-5.736	-5.351	-4.948	-4.528	-4.092	-3.639	-3.169	-2.683	-2.18	-1.66	-1.123	-0.57	0
	z	-4.93	-4.894	-4.856	-4.815	-4.772	-4.727	-4.681	-4.633	-4.584	-4.534	-4.484	-4.434	-4.384	-4.335	-4.286	-4.24	-4.195	-4.153	-4.113	-4.077	-4.04	-4.006	-3.966	-3.929	-3.895	-3.865
變形量	x	-0.08443	-0.08271	-0.08044	-0.07777	-0.07502	-0.07213	-0.06911	-0.06571	-0.06239	-0.05896	-0.05553	-0.05167	-0.048	-0.0444	-0.04066	-0.03686	-0.03247	-0.02791	-0.02393	-0.01983	-0.01476	-0.00983	-0.00483	-0.00068	0.00503	0.01004
	y	0.24359	0.23945	0.23417	0.22815	0.22158	0.21448	0.20658	0.19843	0.18981	0.18143	0.17217	0.16278	0.15316	0.14273	0.13238	0.12156	0.11079	0.09945	0.08853	0.07759	0.06642	0.05518	0.04395	0.03278	0.02139	0.000003
	z	0.06302	0.06409	0.06533	0.06546	0.06561	0.06574	0.06561	0.06514	0.06464	0.06397	0.06384	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386	0.06386
變形率	x	0.011025	0.011005	0.010929	0.010813	0.010702	0.010586	0.010435	0.010299	0.010155	0.010007	0.009867	0.009658	0.00949	0.009343	0.009174	0.008951	0.008654	0.008233	0.007794	0.007294	0.006663	0.005443	0.003515	0.000731	0.010657	#DIV/0!
	y	0.013177	0.013197	0.013178	0.013141	0.013091	0.01304	0.012946	0.012882	0.012797	0.012753	0.012671	0.012603	0.012542	0.012442	0.01237	0.012284	0.012234	0.012152	0.012164	0.011926	0.011981	0.011807	0.011898	0.012146	0.011561	#DIV/0!
	z	0.012736	0.013193	0.013662	0.013928	0.01422	0.014451	0.014698	0.0147	0.014545	0.014492	0.014497	0.0144693	0.01427	0.014318	0.01427	0.014214	0.013861	0.013608	0.013717	0.013349	0.013046	0.0135313	0.012726	0.011962	0.01376	0.011697
收縮的膨脹	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
相償量	x	-0.01579	-0.02179	-0.02623	-0.03188	-0.03744	-0.04188	-0.044781	-0.04781	-0.05243	-0.05768	-0.06261	-0.06735	-0.07183	-0.07618	-0.08062	-0.08522	-0.08939	-0.09352	-0.09753	-0.10139	-0.10523	-0.10871	-0.11202	-0.1152	-0.11794	-0.12007
	y	0.013119	0.027636	0.040027	0.051582	0.064598	0.078514	0.093932	0.110543	0.121166	0.131834	0.142027	0.152296	0.161771	0.171016	0.180122	0.188572	0.196516	0.204695	0.212706	0.220695	0.228181	0.235166	0.24194	0.247304	0.25134	0.254334
	z	-0.04258	-0.03702	-0.04002	-0.04236	-0.04231	-0.04414	-0.052562	-0.04705	-0.04705	-0.05148	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436	-0.05436
新坐標	x	34.24821	34.01321	33.78677	33.56512	33.35156	33.14512	32.94519	32.75257	32.56632	32.38839	32.21665	32.05217	31.89482	31.74438	31.60078	31.46461	31.33448	31.21247	31.09661	30.98677	30.88629	30.79198	30.7048	30.62406	30.55093	30.48334
	y	0.583119	1.150636	1.700027	2.231982	2.747475	3.244693	3.727514	4.191321	4.638843	5.069166	5.482834	5.878027	6.258296	6.619771	6.965016	7.293122	7.604572	7.898874	8.175695	8.436706	8.680644	8.907189	9.117113	9.309304	9.48334	9.63934
	z	-4.01158	-4.01602	-4.03802	-4.06036	-4.08331	-4.12114	-4.16892	-4.20005	-4.24402	-4.29148	-4.33889	-4.38936	-4.43946	-4.49243	-4.54206	-4.59424	-4.64576	-4.6967	-4.74594	-4.79198	-4.837	-4.87966	-4.92033	-4.95688	-4.99163	-5.02334

NO. 7

雙山透鏡公模圖

頂座標	x	41.574	41.444	41.3	41.144	40.976	40.795	40.601	40.395	40.176	39.944	39.7	39.443	39.173	38.891	38.595	38.287	37.966	37.632	37.285	36.926	36.553	36.168	35.77	35.36	34.936	34.5
x	y	-7.074	-6.944	-6.8	-6.644	-6.476	-6.295	-6.101	-5.895	-5.676	-5.444	-5.2	-4.943	-4.673	-4.391	-4.095	-3.787	-3.466	-3.132	-2.785	-2.426	-2.053	-1.668	-1.27	-0.86	-0.436	0
y	z	-4.93	-4.894	-4.856	-4.815	-4.772	-4.727	-4.681	-4.633	-4.584	-4.534	-4.484	-4.434	-4.384	-4.335	-4.286	-4.24	-4.195	-4.153	-4.113	-4.077	-4.046	-4.016	-3.996	-3.979	-3.969	-3.965
變形量	x	-0.17142	-0.1681	-0.1642	-0.15995	-0.15404	-0.14864	-0.14293	-0.1366	-0.13008	-0.12327	-0.11602	-0.10927	-0.10273	-0.09634	-0.07901	-0.07103	-0.0624	-0.05416	-0.04528	-0.03699	-0.0286	-0.01962	-0.00977	0.00015	0.01004	
x	y	0.18743	0.18405	0.18	0.175905	0.16981	0.1645	0.15863	0.15219	0.14548	0.13874	0.13205	0.12625	0.12045	0.09301	0.08519	0.07652	0.0671	0.05779	0.0499	0.03889	0.02981	0.02026	0.01076	0.00000	0.00003	0.00000
y	z	0.00476	0.00566	0.00623	0.00702	0.00745	0.00653	0.00599	0.00538	0.00621	0.00833	0.005873	0.00591	0.00504	0.00506	0.00483	0.004564	0.004319	0.004254	0.004037	0.003998	0.003883	0.00387	0.003509	0.003509	0.003509	0.003509
變形率	x	0.012116	0.012104	0.012074	0.011984	0.011893	0.011806	0.011714	0.011586	0.011459	0.011362	0.011242	0.011053	0.010889	0.010744	0.010615	0.010432	0.010247	0.009962	0.0099724	0.009332	0.008087	0.0070724	0.00568	0.000172	#DIV/0!	#DIV/0!
x	y	0.003248	0.003252	0.00325	0.003174	0.003111	0.003066	0.003	0.002908	0.002815	0.002742	0.002697	0.002605	0.002543	0.002427	0.002387	0.002289	0.002216	0.002047	0.001911	0.001934	0.001658	0.0011736	0.00168	0.0011766	#DIV/0!	#DIV/0!
y	z	0.01242	0.013516	0.01385	0.01426	0.014619	0.014703	0.014664	0.0144839	0.015002	0.015007	0.014495	0.014914	0.014828	0.014717	0.013965	0.014242	0.013968	0.013519	0.013192	0.013392	0.013454	0.012997	0.013097	0.012824	0.012882	0.011697
收縮的膨脹	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新座標	x	41.74752	41.61416	41.46621	41.30518	41.13189	40.94542	40.74562	40.5332	40.30759	40.06913	39.81825	39.55349	39.27589	38.98637	38.68287	38.36684	38.03777	37.69937	37.35963	36.99717	36.59933	36.19684	35.78977	35.36983	34.92615	#DIV/0!
x	y	-7.26395	-7.13032	-6.98241	-6.8214	-6.64807	-6.46166	-6.26172	-6.04918	-5.82337	-5.58453	-5.33375	-5.0692	-4.79172	-4.5015	-4.19772	-3.88117	-3.55222	-3.20947	-2.85292	-2.48449	-2.10259	-1.70735	-1.3016	-0.88033	-0.44638	#DIV/0!
y	z	-4.992	-4.96056	-4.92316	-4.88299	-4.84045	-4.79452	-4.74696	-4.69835	-4.59705	-4.54339	-4.4982	-4.4477	-4.39086	-4.33758	-4.29129	-4.24401	-4.1927	-4.13706	-4.07891	-4.0251	-3.9677	-3.9051	-3.8381	-3.7667	-3.6915	-3.6127
變形量	x	0.02013	0.03013	0.03982	0.04982	0.05911	0.0671	0.07598	0.08487	0.09340	0.10187	0.11033	0.11878	0.12659	0.13407	0.14176	0.14889	0.15596	0.16286	0.16936	0.17554	0.18128	0.18667	0.19155	0.19586	0.19928	0.20185
x	y	-0.00987	-0.02007	-0.03013	-0.03916	-0.04853	-0.05667	-0.06573	-0.07449	-0.08255	-0.09	-0.09818	-0.10514	-0.11265	-0.11938	-0.12615	-0.13263	-0.13852	-0.14448	-0.1504	-0.1559	-0.16075	-0.16558	-0.16995	-0.17361	-0.17657	-0.17877
y	z	0.04016	0.03944	0.03984	0.04064	0.04299	0.04367	0.04484	0.04642	0.04889	0.05135	0.0511	0.05488	0.05572	0.05752	0.0583	0.06114	0.06254	0.06265	0.06326	0.06455	0.06537	0.06629	0.06637	0.06627	0.06624	0.06621
變形率	x	0.023085	0.017517	0.015559	0.014934	0.014396	0.013829	0.013641	0.013549	0.013562	0.01345	0.013496	0.013525	0.013545	0.013562	0.013631	0.013675	0.013739	0.013813	0.01388	0.013943	0.013996	0.014048	0.014085	0.014103	0.014103	0.014085
x	y	0.011319	0.011669	0.035512	0.011739	0.011819	0.01168	0.011801	0.011892	0.011909	0.011883	0.011988	0.011972	0.012053	0.012076	0.01213	0.012181	0.012202	0.012254	0.012326	0.012383	0.012411	0.012461	0.012496	0.012501	0.01248	0.01248
y	z	0.013351	0.013025	0.013011	0.013084	0.013396	0.013541	0.013604	0.01375	0.01413	0.014465	0.014051	0.014674	0.014518	0.014606	0.014438	0.014775	0.014449	0.0144273	0.014285	0.014168	0.013679	0.013231	0.012832	0.012416	0.012416	0.012416
收縮的膨脹	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新座標	x	34.04339	33.60933	33.18986	32.78142	32.38703	32.00596	31.63797	31.28196	30.9387	30.60974	30.29296	29.98859	29.69867	29.42109	29.15028	28.90505	28.66657	28.43986	28.22726	28.02698	27.84015	27.66667	27.50671	27.35734	27.22357	27.10280
x	y	0.445983	0.880307	1.365521	1.707625	2.10211	2.48334	2.851515	3.207386	3.549545	3.878082	4.194371	4.497414	4.787024	5.063839	5.327659	5.578266	5.816231	6.041272	6.253277	6.452853	6.63877	6.811669	6.972101	7.119808	7.252801	7.373801
y	z	-4.0097	-4.01896	-4.03637	-4.05918	-4.08958	-4.12127	-4.15846	-4.20007	-4.24459	-4.2921	-4.33783	-4.3907	-4.44054	-4.49237	-4.54315	-4.59606	-4.64748	-4.69657	-4.74518	-4.79248	-4.83831	-4.88018	-4.92012	-4.95715	-4.99198	-5.02501

頂座標	x	34.064	33.64	33.23	32.832	32.447	32.074	31.715	31.368	31.034	30.713	30.405	30.109	29.827	29.557	29.3	29.056	28.824	28.605	28.399	28.205	28.024	27.856	27.7	27.556	27.426	27.306
x	y	0.436	0.86	1.27	1.668	2.053	2.426	2.785	3.132	3.466	3.787	4.095	4.391	4.673	4.943	5.2	5.444	5.676	5.895	6.101	6.295	6.476	6.644	6.8	6.944	7.074	7.204
y	z	-3.969	-3.979	-3.996	-4.018	-4.046	-4.072	-4.113	-4.153	-4.195	-4.24	-4.286	-4.335	-4.384	-4.434	-4.484	-4.534	-4.584	-4.633	-4.681	-4.727	-4.772	-4.815	-4.856	-4.894	-4.93	-4.969
變形量	x	0.02013	0.03013	0.03982	0.04982	0.05911	0.0671	0.07598	0.08487	0.09340	0.10187	0.11033	0.11878	0.12659	0.13407	0.14176	0.14889	0.15596	0.16286	0.16936	0.17554	0.18128	0.18667	0.19155	0.19586	0.19928	0.20185
x	y	-0.00987	-0.02007	-0.03013	-0.03916	-0.04853	-0.05667	-0.06573	-0.07449	-0.08255	-0.09	-0.09818	-0.10514	-0.11265	-0.11938	-0.12615	-0.13263	-0.13852	-0.14448	-0.1504	-0.1559	-0.16075	-0.16558	-0.16995	-0.17361	-0.17657	-0.17877
y	z	0.04016	0.03944	0.03984	0.04064	0.04299	0.04367	0.04484	0.04642	0.04889	0.05135	0.0511	0.05488	0.05572	0.05752	0.0583	0.06114	0.06254	0.06265	0.06326	0.06455	0.06537	0.06629	0.06637	0.06627	0.06624	0.06621
變形率	x	0.023085	0.017517	0.015559	0.014934	0.014396	0.013829	0.013641	0.013549	0.013562	0.01345	0.013496	0.013525	0.013545	0.013562	0.013631	0.013675	0.013739	0.013813	0.01388	0.013943	0.013996	0.014048	0.014085	0.014103	0.014103	0.014085
x	y	0.011319	0.011669	0.035512	0.01																						

NO. 8

雙四邊鏡公模組

原坐標	43.743	43.572	43.385	43.181	42.961	42.724	42.471	42.202	41.916	41.613	41.294	40.958	40.606	40.236	39.851	39.448	39.028	38.592	38.139	37.669	37.183	36.68	36.16	35.623	35.07	34.5
x	43.743	43.572	43.385	43.181	42.961	42.724	42.471	42.202	41.916	41.613	41.294	40.958	40.606	40.236	39.851	39.448	39.028	38.592	38.139	37.669	37.183	36.68	36.16	35.623	35.07	34.5
y	-3.829	-3.758	-3.68	-3.596	-3.505	-3.407	-3.302	-3.19	-3.072	-2.946	-2.814	-2.675	-2.529	-2.376	-2.216	-2.049	-1.876	-1.695	-1.507	-1.313	-1.111	-0.903	-0.687	-0.465	-0.236	0
z	-4.93	-4.894	-4.856	-4.815	-4.772	-4.727	-4.681	-4.633	-4.584	-4.534	-4.484	-4.434	-4.384	-4.335	-4.286	-4.24	-4.195	-4.153	-4.113	-4.077	-4.046	-4.018	-3.996	-3.979	-3.969	-3.965
變形量	-0.23024	-0.22591	-0.22056	-0.2145	-0.20759	-0.20019	-0.19224	-0.18389	-0.17555	-0.16667	-0.15733	-0.14847	-0.13867	-0.12884	-0.11847	-0.10765	-0.09665	-0.08534	-0.07419	-0.06272	-0.05097	-0.03977	-0.02715	-0.0153	-0.00312	0.01004
x	0.10196	0.10023	0.09803	0.09555	0.09277	0.08957	0.08627	0.08278	0.07908	0.07512	0.07121	0.06726	0.06343	0.05952	0.05511	0.05075	0.04603	0.04155	0.0366	0.03162	0.02659	0.02227	0.01749	0.01259	0.00773	0.00303
y	0.06595	0.06708	0.06804	0.06892	0.06965	0.07028	0.07083	0.07131	0.07173	0.0721	0.07249	0.07284	0.07315	0.07344	0.07372	0.07399	0.07424	0.07448	0.0747	0.07491	0.07509	0.07524	0.07538	0.0755	0.07561	0.07569
z	0.05695	0.06708	0.06804	0.06892	0.06965	0.07028	0.07083	0.07131	0.07173	0.0721	0.07249	0.07284	0.07315	0.07344	0.07372	0.07399	0.07424	0.07448	0.0747	0.07491	0.07509	0.07524	0.07538	0.0755	0.07561	0.07569
變形率	0.01254683	0.012451	0.012412	0.012355	0.012267	0.012171	0.012059	0.011938	0.011816	0.011679	0.011529	0.011376	0.011215	0.011048	0.010878	0.010707	0.010534	0.010359	0.010183	0.010007	0.00983	0.009658	0.009486	0.009316	0.009148	0.008982
x	0.01315418	0.0131356	0.0131319	0.0131258	0.0131145	0.0131065	0.012975	0.012871	0.012799	0.012653	0.012572	0.012541	0.012525	0.012436	0.012266	0.012064	0.011822	0.011547	0.011229	0.010859	0.010433	0.009958	0.009435	0.008867	0.008356	0.007856
y	0.01222657	0.013808	0.014228	0.014511	0.014879	0.015076	0.015361	0.015378	0.015257	0.015122	0.014988	0.014953	0.014989	0.014468	0.014318	0.014179	0.013335	0.013488	0.013139	0.013008	0.013408	0.013444	0.013448	0.013444	0.013444	0.013444
z	0.01222657	0.013808	0.014228	0.014511	0.014879	0.015076	0.015361	0.015378	0.015257	0.015122	0.014988	0.014953	0.014989	0.014468	0.014318	0.014179	0.013335	0.013488	0.013139	0.013008	0.013408	0.013444	0.013448	0.013444	0.013444	0.013444
相償向量	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償量	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

原坐標	33.93	33.377	32.84	32.32	31.817	31.331	30.861	30.408	29.972	29.552	29.149	28.764	28.394	28.042	27.706	27.387	27.084	26.798	26.529	26.276	26.039	25.819	25.615	25.428	25.257	
x	33.93	33.377	32.84	32.32	31.817	31.331	30.861	30.408	29.972	29.552	29.149	28.764	28.394	28.042	27.706	27.387	27.084	26.798	26.529	26.276	26.039	25.819	25.615	25.428	25.257	
y	0.236	0.465	0.687	0.903	1.111	1.313	1.507	1.695	1.876	2.049	2.216	2.376	2.529	2.675	2.814	2.946	3.072	3.19	3.307	3.407	3.505	3.596	3.68	3.758	3.829	
z	-3.969	-3.979	-3.996	-4.018	-4.046	-4.077	-4.113	-4.153	-4.195	-4.24	-4.286	-4.335	-4.384	-4.434	-4.484	-4.534	-4.584	-4.633	-4.681	-4.727	-4.772	-4.815	-4.856	-4.894	-4.93	
變形量	0.02328	0.036	0.04821	0.06017	0.07255	0.08392	0.09471	0.10699	0.11762	0.12873	0.13892	0.14923	0.15945	0.16883	0.17782	0.18678	0.19531	0.20338	0.21125	0.21861	0.22563	0.2319	0.23755	0.24256	0.24671	
x	-0.00551	-0.0102	-0.01604	-0.02156	-0.02655	-0.03177	-0.03553	-0.03952	-0.0444	-0.04837	-0.05247	-0.05599	-0.05978	-0.06685	-0.06992	-0.07307	-0.0759	-0.07878	-0.08147	-0.08386	-0.08605	-0.08802	-0.08982	-0.09121	-0.0921	
y	0.04038	0.04178	0.04321	0.04358	0.04322	0.04493	0.04875	0.0487	0.05027	0.05165	0.05443	0.05619	0.05778	0.05975	0.06084	0.06191	0.06326	0.06445	0.06481	0.06506	0.06487	0.06443	0.06386	0.06263	0.06156	
變形率	0.02024205	0.016028	0.014521	0.0138	0.01352	0.013241	0.013013	0.013	0.012988	0.013008	0.012981	0.013008	0.012981	0.013008	0.013004	0.013087	0.013129	0.013168	0.013203	0.013251	0.013291	0.013334	0.013357	0.013368	0.013369	0.013346
x	0.01167373	0.010968	0.011674	0.011938	0.011949	0.012098	0.011788	0.011658	0.011834	0.011839	0.011782	0.011819	0.011836	0.011878	0.011867	0.011893	0.011897	0.011929	0.011956	0.011963	0.011959	0.011951	0.011951	0.011951	0.011951	0.01191
y	0.0134242	0.013798	0.014112	0.014031	0.026319	0.014791	0.014425	0.014529	0.014495	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.014961	0.014927	0.014927	0.014927	0.014964	0.014927	0.014964	0.014927	0.014927	0.014927	0.01487
z	0.0134242	0.013798	0.014112	0.014031	0.026319	0.014791	0.014425	0.014529	0.014495	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.015024	0.014961	0.014927	0.014927	0.014927	0.014964	0.014927	0.014964	0.014927	0.014927	0.014927	0.01487
收縮的膨脹	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
相償向量	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
z	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
相償量	-0.02376531	-0.03659	-0.04892	-0.06101	-0.07354	-0.08505	-0.09596	-0.10779	-0.11917	-0.13043	-0.14075	-0.1512	-0.16156	-0.17066	-0.18018	-0.18926	-0.19792	-0.2061	-0.21409	-0.22155	-0.22868	-0.23504	-0.24077	-0.24585	-0.25005	
x	0.00557508	0.010313	0.016229	0.02182	0.026871	0.032159	0.035954	0.039984	0.044932	0.048948	0.053099	0.056688	0.060694	0.065164	0.067654	0.07076	0.073949	0.076814	0.079731	0.082456	0.084875	0.087092	0.089065	0.090906	0.092509	
y	-0.04092945	-0.04236	-0.04383	-0.0444	-0.042871	-0.04556	-0.04948	-0.04941	-0.05101	-0.05241	-0.05526	-0.05705	-0.05866	-0.06177	-0.06589	-0.06987	-0.07378	-0.076814	-0.079731	-0.082456	-0.084875	-0.087092	-0.089065	-0.090906	-0.092509	
z	0.00557508	0.010313	0.016229	0.02182	0.026871	0.032159	0.035954	0.039984	0.044932	0.048948	0.053099	0.056688	0.060694													

NO. 2 轉四季備母數冊

原座標		25.257	25.428	25.615	25.819	26.039	26.276	26.529	26.798	27.084	27.387	27.706	28.042	28.394	28.764	29.149	29.552	29.972	30.408	30.861	31.331	31.817	32.32	32.84	33.377	33.93	34.5	
x	x	-3.829	-3.758	-3.68	-3.596	-3.505	-3.407	-3.302	-3.19	-3.072	-2.946	-2.814	-2.675	-2.529	-2.376	-2.216	-2.049	-1.876	-1.695	-1.507	-1.313	-1.111	-0.903	-0.687	-0.465	-0.236	0	
y	y	0	-0.036	-0.074	-0.115	-0.158	-0.202	-0.249	-0.297	-0.346	-0.396	-0.446	-0.496	-0.546	-0.595	-0.644	-0.69	-0.735	-0.777	-0.817	-0.852	-0.884	-0.912	-0.934	-0.951	-0.961	-0.965	
變形量		0.24427	0.24056	0.23529	0.22906	0.22465	0.21806	0.21113	0.20361	0.19599	0.18773	0.17948	0.17042	0.16066	0.1506	0.14012	0.12976	0.11904	0.10824	0.09645	0.08491	0.07336	0.06124	0.04875	0.03719	0.028	0.01084	
x	x	0.08459	0.08353	0.08227	0.08095	0.07888	0.07647	0.0731	0.06873	0.06589	0.06282	0.05961	0.05639	0.05251	0.04919	0.04542	0.0425	0.03841	0.03379	0.02996	0.02577	0.02199	0.01961	0.0166	0.0106	0.00527	0	
y	y	-0.04865	-0.04971	-0.05051	-0.05124	-0.05188	-0.0516	-0.05142	-0.05102	-0.05022	-0.04891	-0.04735	-0.04585	-0.04336	-0.04191	-0.0404	-0.03933	-0.03883	-0.03457	-0.03309	-0.03353	-0.02958	-0.03353	-0.02958	-0.03353	-0.02958	-0.03353	-0.02958
變形率		0.013214	0.013258	0.01328	0.013285	0.013276	0.013258	0.013244	0.013218	0.013214	0.013196	0.013209	0.013194	0.013156	0.013128	0.013093	0.013112	0.013145	0.013226	0.013252	0.013257	0.013251	0.013257	0.013252	0.013253	0.013251	0.013253	0.013252
x	x	0.011046	0.011114	0.011178	0.011206	0.01121	0.011224	0.011216	0.011196	0.011187	0.011183	0.011162	0.011142	0.011149	0.01105	0.011097	0.011083	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327	0.011327
y	y	0.009868	0.010233	0.010563	0.010902	0.011244	0.011403	0.011602	0.011767	0.01185	0.01182	0.011726	0.011643	0.011928	0.011594	0.011507	0.01138	0.011367	0.010909	0.010488	0.01026	0.010541	0.009459	0.01051	0.010971	0.01005	0.008487	
收縮或膨脹		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
y	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
z	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
相償向量		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
x	x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
y	y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
z	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
相償量		-2.4754	-2.4379	-2.3917	-2.3377	-2.2767	-2.2209	-2.1396	-2.20634	-1.9861	-1.9024	-1.8188	-1.727	-1.628	-1.526	-1.4198	-1.3148	-1.2063	-1.0969	-0.99775	-0.88606	-0.77438	-0.6621	-0.49498	-0.3782	-0.2431	#DIV/0!	
x	x	-0.08553	-0.08447	-0.0832	-0.0815	-0.07947	-0.07735	-0.07491	-0.07224	-0.06951	-0.06664	-0.06353	-0.06028	-0.05703	-0.0531	-0.04973	-0.04593	-0.04299	-0.03885	-0.03417	-0.03031	-0.02607	-0.02149	-0.01612	-0.01072	-0.00533	0	
y	y	0.009135	0.009022	0.009199	0.0091805	0.009247	0.0092195	0.0092024	0.0091627	0.0090822	0.0090995	0.0091291	0.0091633	0.0093869	0.0092398	0.0090865	0.0090982	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792	0.00909792
新座標		25.00946	25.18421	25.37583	25.58523	25.81133	26.05501	26.31504	26.59166	26.88539	27.19676	27.52412	27.8693	28.2312	28.6114	29.00702	29.42052	29.85137	30.29831	30.76325	31.24494	31.74262	32.2579	32.79052	33.33918	33.90569	34.51084	
x	x	-3.91453	-3.84247	-3.7632	-3.6753	-3.58447	-3.48435	-3.37691	-3.26224	-3.14451	-3.01264	-2.87575	-2.73528	-2.58603	-2.4291	-2.26573	-2.09493	-1.91899	-1.73385	-1.54117	-1.34331	-1.13707	-0.92449	-0.70312	-0.47572	-0.24133	0	
y	y	0.009135	0.014224	0.02295	0.03285	0.04303	0.05297	0.06294	0.07291	0.08288	0.09285	0.10282	0.11279	0.12276	0.13273	0.1427	0.15267	0.16264	0.17261	0.18258	0.19255	0.20252	0.21249	0.22246	0.23243	0.2424	0.25237	
z	z	0.009135	0.014224	0.02295	0.03285	0.04303	0.05297	0.06294	0.07291	0.08288	0.09285	0.10282	0.11279	0.12276	0.13273	0.1427	0.15267	0.16264	0.17261	0.18258	0.19255	0.20252	0.21249	0.22246	0.23243	0.2424	0.25237	

原座標		35.07	35.623	36.16	36.68	37.183	37.669	38.139	38.592	39.028	39.448	39.851	40.236	40.606	40.958	41.294	41.613	41.916	42.202	42.471	42.724	42.961	43.181	43.385	43.572	43.743
x	x	0.236	0.465	0.687	0.903	1.111	1.313	1.507	1.695	1.876	2.049	2.216	2.376	2.529	2.675	2.814	2.946	3.072	3.19	3.302	3.407	3.505	3.596	3.68	3.758	3.829
y	y	-0.0961	-0.0951	-0.0934	-0.0912	-0.0884	-0.0852	-0.0817	-0.0777	-0.0735	-0.069	-0.064	-0.0595	-0.0546	-0.0496	-0.0446	-0.0396	-0.0346	-0.0297	-0.249	-0.202	-0.158	-0.115	-0.074	-0.036	0
變形量		-0.00237	-0.01464	-0.02611	-0.03823	-0.05085	-0.06262	-0.07414	-0.08528	-0.09608	-0.10692	-0.11744	-0.12802	-0.13799	-0.14762	-0.15725	-0.16676	-0.1754	-0.18423	-0.19252	-0.20055	-0.20798	-0.21491	-0.22105	-0.22627	-0.23076
x	x	-0.00579	-0.01043	-0.01656	-0.0204	-0.02665	-0.03163	-0.03658	-0.04101	-0.04522	-0.05005	-0.05462	-0.05864	-0.06314	-0.0669	-0.07064	-0.07456	-0.07829	-0.08179	-0.0854	-0.08874	-0.09185	-0.09488	-0.09745	-0.09966	-0.10148
y	y	0.012267	0.011215	0.012052	0.011994	0.012045	0.012045	0.012097	0.012052	0.012213	0.012324	0.01234	0.012483	0.012505	0.012552	0.012654	0.012743	0.01282	0.012932	0.013023	0.013103	0.013192	0.01324	0.01326	0.013252	0.013235
z	z	0.0009817	0.0009944	0.0009716	0.010576	0.011078	0.010502	0.011223	0.011697	0.012118	0.012025	0.012732	0.012933	0.013121	0.013464	0.013868	0.013804	0.013966	0.01408	0.014046	0.013867	0.013691	0.01334	0.013045	0.012717	0.012335
收縮或膨脹		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償量		0.002375	0.014736	0.026317	0.038368	0.051336	0.065225	0.079493	0.086178	0.09711	0.108088	0.118743	0.129465	0.139567	0.149327	0.159091	0.168738	0.177699	0.18646	0.194819	0.203802	0.210568	0.217604	0.223834	0.229127	0.233667
x	x	0.005862	0.010548	0.016162	0.023063	0.030974	0.032016	0.036824	0.041512	0.045772	0.050669	0.055302	0.059937	0.063938	0.067747	0.071358	0.075516	0.079	0.082352	0.086519	0.089911	0.093069	0.096148	0.098758	0.100999	0.102843
y	y	0.029923	0.030412	0.030042	0.033201	0.034229	0.0374	0.039957	0.042444	0.044921	0.046968	0.049004	0.05103	0.053744	0.056788	0.059712	0.060028	0.061922	0.063137	0.065652	0.065047					

NO.3
轉四參頗母數組

頂座標	x	27.426	27.556	27.7	27.856	28.024	28.205	28.399	28.605	28.824	29.056	29.3	29.557	29.827	30.109	30.405	30.713	31.034	31.368	31.715	32.074	32.447	32.832	33.23	33.64	34.064	34.5
	y	-7.074	-6.944	-6.8	-6.644	-6.476	-6.295	-6.101	-5.895	-5.676	-5.444	-5.2	-4.943	-4.673	-4.391	-4.095	-3.787	-3.466	-3.132	-2.785	-2.426	-2.053	-1.668	-1.27	-0.86	-0.436	-0.965
變化量	z	0	-0.036	-0.074	-0.115	-0.158	-0.202	-0.249	-0.297	-0.346	-0.396	-0.446	-0.496	-0.546	-0.595	-0.644	-0.69	-0.735	-0.777	-0.817	-0.852	-0.884	-0.912	-0.934	-0.951	-0.965	
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
變形率	x	0.1985	0.19513	0.19086	0.18895	0.187524	0.18647	0.18568	0.18504	0.18456	0.18425	0.18403	0.18388	0.18378	0.18374	0.18375	0.18381	0.18387	0.18394	0.18401	0.18408	0.18416	0.18423	0.1843	0.18437	0.18444	
	y	0.16933	0.16639	0.16287	0.15824	0.15424	0.14963	0.14549	0.14181	0.13819	0.13541	0.13344	0.13216	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	0.13154	
	z	-0.0091	-0.0093	-0.06127	-0.06131	-0.06092	-0.006838	-0.05888	-0.05873	-0.05882	-0.0586	-0.0584	-0.05824	-0.05807	-0.0579	-0.05772	-0.05755	-0.05738	-0.05721	-0.05704	-0.05687	-0.0567	-0.05653	-0.05636	-0.05619	-0.05602	
收縮的膨脹	x	0.01403	0.01405	0.014034	0.013994	0.013962	0.013919	0.013889	0.01384	0.013793	0.013708	0.013649	0.013596	0.013560	0.013527	0.013515	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	0.013514	
	y	0.011968	0.011981	0.011976	0.011944	0.011909	0.011885	0.011873	0.011874	0.011874	0.011868	0.011674	0.011655	0.011609	0.011585	0.011609	0.011549	0.011448	0.011443	0.011355	0.011265	0.011176	0.011012	0.009882	0.008884	0.007978	
	z	0.012191	0.012536	0.012813	0.013045	0.013203	0.013335	0.013372	0.013215	0.013407	0.013436	0.013373	0.013139	0.012655	0.012888	0.012323	0.01189	0.011488	0.011318	0.010725	0.010509	0.010174	0.009382	0.008944	0.008531	0.008187	
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
變形率	x	-0.20132	-0.19791	-0.19358	-0.18889	-0.1834	-0.17771	-0.17186	-0.16546	-0.15877	-0.15132	-0.14391	-0.13626	-0.12891	-0.12109	-0.11231	-0.10376	-0.09511	-0.08746	-0.07852	-0.06808	-0.05594	-0.04512	-0.04173	-0.03264	-0.02134	
	y	-0.17183	-0.16841	-0.16484	-0.16063	-0.1561	-0.15143	-0.14612	-0.14099	-0.13575	-0.12972	-0.123	-0.11677	-0.11021	-0.10293	-0.09662	-0.08849	-0.08006	-0.07251	-0.06398	-0.05528	-0.04725	-0.03888	-0.03011	-0.02049	-0.0101	
	z	0.006842	0.0061673	0.0052065	0.00212	0.001735	0.001155	0.009159	0.005867	0.005792	0.005657	0.0054732	0.0052429	0.0049193	0.0048799	0.004544	0.0042718	0.0040312	0.0038647	0.0035733	0.003425	0.0032501	0.0029116	0.0031307	0.0029966	0.0025678	
收縮的膨脹	x	27.22468	27.35809	27.50642	27.66741	27.8406	28.02729	28.22714	28.43954	28.66523	28.90468	29.15609	29.42074	29.69809	29.98791	30.29269	30.6160924	30.93889	31.28054	31.63648	32.00592	32.38706	32.78078	33.18827	33.60736	34.04266	34.51084
	y	-7.24538	-7.11241	-6.96484	-6.80463	-6.6321	-6.44643	-6.24712	-6.03599	-5.81175	-5.57372	-5.323	-5.05977	-4.78321	-4.49393	-4.1912	-3.87549	-3.54606	-3.20451	-2.84898	-2.48128	-2.10025	-1.70688	-1.30011	-0.88049	-0.4461	0
	z	0.006842	0.005673	-0.01193	-0.05288	-0.09626	-0.14084	-0.18984	-0.23893	-0.28893	-0.33962	-0.39127	-0.44357	-0.49681	-0.54682	-0.59856	-0.64728	-0.69479	-0.73835	-0.78127	-0.81775	-0.8515	-0.88258	-0.90269	-0.92074	-0.93932	-0.95732
頂座標	x	34.936	35.36	35.77	36.168	36.553	36.926	37.285	37.632	37.966	38.287	38.595	38.891	39.173	39.443	39.7	39.944	40.176	40.395	40.601	40.795	40.976	41.144	41.3	41.444	41.574	
	y	0.436	0.86	1.27	1.668	2.053	2.426	2.785	3.132	3.466	3.787	4.095	4.391	4.673	4.943	5.2	5.444	5.676	5.895	6.101	6.295	6.476	6.644	6.8	6.944	7.074	
變化量	z	-0.0961	-0.951	-0.934	-0.912	-0.884	-0.852	-0.817	-0.777	-0.735	-0.69	-0.644	-0.595	-0.546	-0.496	-0.446	-0.396	-0.346	-0.297	-0.249	-0.202	-0.158	-0.115	-0.074	-0.036	0	
變形率	x	0.00063	-0.00093	-0.01833	-0.02822	-0.037	-0.04448	-0.05378	-0.06268	-0.07039	-0.07667	-0.08663	-0.0946	-0.10248	-0.10959	-0.11679	-0.12359	-0.1307	-0.13721	-0.14355	-0.14943	-0.15489	-0.1601	-0.16497	-0.16903	-0.1725	
	y	-0.01004	-0.01885	-0.02889	-0.03968	-0.04846	-0.05691	-0.06614	-0.07538	-0.08304	-0.09197	-0.09994	-0.10817	-0.11563	-0.12303	-0.1298	-0.1372	-0.14402	-0.15054	-0.15686	-0.16294	-0.16854	-0.17356	-0.17847	-0.18251	-0.186	
	z	-0.02942	-0.03062	-0.03293	-0.02979	-0.03318	-0.03611	-0.03751	-0.03992	-0.04114	-0.04192	-0.04622	-0.04856	-0.04956	-0.05258	-0.05503	-0.05708	-0.05915	-0.05974	-0.06065	-0.0625	-0.06281	-0.06305	-0.06246	-0.06224	-0.06128	
收縮的膨脹	x	0.000722	0.005773	0.007217	0.008459	0.009011	0.009167	0.009655	0.010006	0.010154	0.010387	0.010578	0.010772	0.010965	0.011085	0.01123	0.011351	0.011513	0.011638	0.011764	0.011869	0.011959	0.012048	0.01213	0.012171	0.012193	
	y	0.011514	0.010959	0.011374	0.011894	0.011802	0.011729	0.011874	0.012034	0.011979	0.012143	0.012203	0.012317	0.012445	0.012481	0.012601	0.012687	0.012768	0.012855	0.012942	0.012997	0.013061	0.013123	0.013142	0.013147	0.013147	
	z	0.009781	0.010112	0.010754	0.009591	0.010493	0.011197	0.01138	0.011825	0.01189	0.011808	0.012691	0.012984	0.012913	0.013352	0.013628	0.013794	0.013957	0.013778	0.013685	0.013812	0.013613	0.013415	0.013061	0.012812	0.01243	
相償向量	x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
變形率	x	0.00063	0.009888	0.018463	0.028461	0.037336	0.044892	0.054304	0.063314	0.071112	0.079496	0.087556	0.09563	0.103616	0.110818	0.118116	0.125009	0.132222	0.138826	0.144529	0.151125	0.156765	0.162052	0.166996	0.171113	0.174629	
	y	0.010157	0.0139059	0.029222	0.040158	0.049039	0.057585	0.066493	0.075628	0.084047	0.093101	0.101709	0.109519	0.117709	0.124528	0.131444	0.138851	0.145871	0.152487	0.158903	0.165076	0.170557	0.175857	0.180843	0.1848478	0.188478	
	z	0.029711	0.030933	0.033288	0.0300778	0.033952	0.026519	0.037942	0.046398	0.041635	0.042421	0.046814	0.049199	0.050208	0.053292	0.05579	0.057878	0.059987	0.060575	0.061491	0.063375	0.063907	0.063397	0.063048	0.062051	0.062051	
收縮的膨脹	x	34.93663	35.36999	35.78846	36.19646	36.59034	36.97089	37.3393	37.69531	38.03711	38.3663	38.68256	38.98663	39.27662	39.55382	39.81812	40.06901	40.30822	40.53383	40.74626	40.94622	41.13276	41.30605	41.467	41.61511	41.74863	
	y	0.446157	0.879059	1.299222	1.708158	2.102039	2.483585	2.851935	3.208238	3.550047	3.880101	4.196175	4.500519	4.790079	5.06758	5.33144	5.582951	5.821871	6.047887	6.259903	6.460076	6.64657	6.819857	6.980843	7.12894	7.262478	
	z	-0.93129	-0.92007	-0.90071	-0.88192	-0.85047	-0.81548	-0.77906	-0.7366	-0.69356	-0.64758	-0.59719	-0.5458	-0.49579	-0.44471	-0.39021	-0.33812	-0.28601	-0.23443	-0.18751	-0.13862	-0.09453	-0.05109	-0.01071	0.027048	0.062051	

NO.4 雙四邊鏡母模組

頂座標	30.671	30.742	30.82	30.904	30.995	31.093	31.198	31.31	31.428	31.554	31.686	31.825	31.971	32.124	32.284	32.451	32.624	32.805	32.993	33.187	33.389	33.597	33.813	34.035	34.264	34.5	
x	-24.3	-9.072	-8.885	-8.681	-8.461	-8.224	-7.971	-7.702	-7.416	-7.113	-6.794	-6.458	-6.106	-5.736	-5.351	-4.948	-4.528	-4.092	-3.639	-3.169	-2.683	-2.18	-1.66	-1.123	-0.57	0	
y	0	-0.036	-0.074	-0.115	-0.158	-0.202	-0.249	-0.297	-0.346	-0.396	-0.446	-0.496	-0.546	-0.595	-0.644	-0.69	-0.735	-0.777	-0.817	-0.852	-0.884	-0.912	-0.934	-0.951	-0.965	-0.965	0
z	0.11722	0.11514	0.11244	0.10939	0.10601	0.10265	0.09901	0.09516	0.09116	0.08713	0.08359	0.07946	0.07528	0.07069	0.06666	0.06205	0.05716	0.05249	0.04746	0.04292	0.03789	0.03298	0.02739	0.02221	0.01616	0.01084	0
x	0.23343	0.22946	0.22453	0.21868	0.21228	0.20546	0.19789	0.18929	0.18222	0.1737	0.16493	0.15585	0.14655	0.13699	0.12704	0.11674	0.10603	0.0954	0.08383	0.0736	0.06187	0.04996	0.03832	0.02512	0.01285	0	
y	-0.06413	-0.0649	-0.0659	-0.06597	-0.06581	-0.06524	-0.06441	-0.06294	-0.06092	-0.05874	-0.05636	-0.05441	-0.05203	-0.04943	-0.0467	-0.0439	-0.04201	-0.03908	-0.03776	-0.03455	-0.03385	-0.03175	-0.02993	-0.02925	-0.02546	0	
z	0.015307	0.015319	0.015277	0.01521	0.015123	0.015062	0.014992	0.014956	0.014902	0.01489	0.014853	0.014852	0.014883	0.014876	0.014905	0.015142	0.015233	0.015484	0.015747	0.016344	0.017052	0.018261	0.019934	0.023882	0.034257	#DIV/0!	0
x	0.012627	0.012647	0.012655	0.012595	0.012545	0.012491	0.012413	0.01236	0.012286	0.01221	0.012138	0.012066	0.012	0.011941	0.011873	0.011797	0.011657	0.011478	0.011158	0.011614	0.01153	0.011456	0.011542	0.011184	0.011272	#DIV/0!	0
y	0.013008	0.013359	0.013781	0.014036	0.014263	0.014418	0.014465	0.014377	0.014226	0.014195	0.013957	0.013817	0.013244	0.013217	0.012893	0.012223	0.012142	0.011576	0.011456	0.010713	0.011338	0.010222	0.009775	0.010733	0.010073	0.008487	0
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相位向量	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相位量	-0.11904	-0.11693	-0.11418	-0.11108	-0.10764	-0.1042	-0.10052	-0.09687	-0.09295	-0.08906	-0.08485	-0.08066	-0.07642	-0.07176	-0.06706	-0.063	-0.05804	-0.05332	-0.04822	-0.04363	-0.03855	-0.03359	-0.02795	-0.02275	-0.01673	#DIV/0!	0
x	-0.23642	-0.2324	-0.2274	-0.22147	-0.21498	-0.20806	-0.20038	-0.19277	-0.18449	-0.17585	-0.16696	-0.15775	-0.14833	-0.13865	-0.1286	-0.11813	-0.10729	-0.09653	-0.08481	-0.07447	-0.06259	-0.05044	-0.03877	-0.0254	-0.013	0	
y	0.064975	0.065779	0.066821	0.066909	0.066762	0.066194	0.065051	0.063249	0.061616	0.059586	0.057158	0.055172	0.051512	0.050092	0.047807	0.045927	0.042526	0.039538	0.038198	0.034924	0.036261	0.032078	0.030225	0.02853	0.030608	0.025678	0
z	30.55196	30.62507	30.70882	30.79292	30.88736	30.9888	31.09748	31.21313	31.33505	31.46694	31.60115	31.74434	31.89458	32.05224	32.21694	32.388	32.5696	32.75168	32.94478	33.14337	33.35045	33.5634	33.78505	34.01225	34.24727	34.51084	0
x	-9.47942	-9.3044	-9.1124	-8.90247	-8.67598	-8.43206	-8.17138	-7.89477	-7.60049	-7.28885	-6.96906	-6.61575	-6.25433	-5.87465	-5.4706	-5.06613	-4.65329	-4.18853	-3.72381	-3.24347	-2.74559	-2.23044	-1.69877	-1.1484	-0.583	0	
y	0.064975	0.029779	-0.00718	-0.04890	-0.09124	-0.13581	-0.18395	-0.23375	-0.28484	-0.33641	-0.38884	-0.44083	-0.49449	-0.54491	-0.59669	-0.64607	-0.69247	-0.73746	-0.778	-0.81708	-0.84777	-0.87092	-0.90377	-0.91815	-0.93039	-0.93922	0
z	0.064975	0.029779	-0.00718	-0.04890	-0.09124	-0.13581	-0.18395	-0.23375	-0.28484	-0.33641	-0.38884	-0.44083	-0.49449	-0.54491	-0.59669	-0.64607	-0.69247	-0.73746	-0.778	-0.81708	-0.84777	-0.87092	-0.90377	-0.91815	-0.93039	-0.93922	0

頂座標	34.736	34.965	35.187	35.403	35.611	35.813	36.007	36.195	36.376	36.549	36.714	36.876	37.029	37.175	37.314	37.446	37.572	37.69	37.802	37.907	38.005	38.096	38.18	38.258	38.329	38.399
x	0.57	1.123	1.66	2.18	2.683	3.169	3.639	4.092	4.528	4.948	5.351	5.736	6.106	6.458	6.794	7.113	7.416	7.702	7.971	8.224	8.461	8.681	8.885	9.072	9.243	9.403
y	-0.961	-0.951	-0.934	-0.912	-0.884	-0.852	-0.817	-0.777	-0.735	-0.69	-0.644	-0.595	-0.546	-0.496	-0.446	-0.396	-0.346	-0.297	-0.249	-0.202	-0.158	-0.115	-0.074	-0.036	0	0
z	0.0055	0.00008	-0.00473	-0.01013	-0.01473	-0.01946	-0.02362	-0.02824	-0.03346	-0.03688	-0.04038	-0.04451	-0.04846	-0.05228	-0.05593	-0.05956	-0.06298	-0.06639	-0.06965	-0.07278	-0.07578	-0.0788	-0.0815	-0.08389	-0.08567	-0.08567
x	-0.01277	-0.02997	-0.03858	-0.05038	-0.06284	-0.07493	-0.08652	-0.09746	-0.10848	-0.1196	-0.13035	-0.14069	-0.15068	-0.16039	-0.16988	-0.17904	-0.18793	-0.19645	-0.20428	-0.21216	-0.21926	-0.22594	-0.23204	-0.23719	-0.24137	-0.24137
y	-0.03051	-0.03301	-0.03051	-0.03239	-0.03652	-0.03853	-0.03959	-0.04246	-0.04375	-0.04698	-0.04961	-0.05089	-0.05435	-0.05619	-0.05844	-0.05985	-0.06177	-0.06343	-0.06444	-0.0649	-0.0649	-0.06496	-0.06479	-0.06537	-0.065285	-0.065285
z	0.011653	8.6E-05	0.003443	0.005609	0.006629	0.007411	0.007837	0.008833	0.008651	0.009	0.009111	0.009367	0.009609	0.009772	0.009938	0.010115	0.010251	0.010406	0.010533	0.010681	0.01081	0.010957	0.011073	0.011162	0.011187	0.011187
x	0.011202	0.011118	0.01162	0.011555	0.011711	0.011822	0.011979	0.011909	0.012086	0.01218	0.012264	0.012339	0.012418	0.012502	0.012585	0.012671	0.012753	0.012814	0.012899	0.012957	0.013013	0.013058	0.013073	0.013087	0.013087	0.013087
y	0.010143	0.010902	0.009964	0.010428	0.01155	0.010899	0.011629	0.011727	0.012324	0.0129	0.013265	0.013265	0.013801	0.013915	0.014123	0.014122	0.014246	0.014312	0.014241	0.014066	0.013821	0.013549	0.013112	0.012748	0.012748	0.012748
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相位向量	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
x	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相位量	0.005437	8E-05	0.004746	0.010187	0.014828	0.019605	0.023807	0.028477	0.032243	0.037215	0.040751	0.044931	0.049072	0.052796	0.056491	0.060209	0.063632	0.067088	0.0703	0.073566	0.076608	0.079673	0.082413	0.084837	0.086639	0.086639
x	0.012915	0.025251	0.039034	0.050609	0.063585	0.076855	0.088537	0.098853	0.109795	0.121063	0.131957	0.142437	0.152562	0.162407	0.172031	0.181322	0.190342	0.198988	0.206932	0.214932	0.222138	0.228919	0.23511	0.240332	0.244563	0.244563
y	0.008023	0.033374	0.050817	0.03273	0.036947	0.035537	0.038381	0.04006	0.042988	0.044296	0.047594	0.050277	0.051574	0.051111	0.056983	0.059277	0.060707	0.062563	0.064531	0.065371	0.065826	0.06587	0.06568	0.064546	0.063662	0.063662
z	34.74144	34.96508	35.19175	35.41319	35.62585	35.83261	36.03801	36.22348	36.40874	36.58821	36.76375	36.92993	37.07807	37.2278	37.37049	37.50621	37.63563	37.75709	37.8723	37.98037	38.08161	38.17567	38.26204	38.34284	38.41564	38.41564
x	-0.582915	1.148251	1.699034	2.220926	2.746585</																					

NO.7
雙四邊鏡母數組

原坐標												
x	41.574	41.444	41.3	41.144	40.976	40.795	40.601	40.395	40.176	39.944	39.7	39.443
y	-7.074	-6.944	-6.8	-6.644	-6.476	-6.295	-6.101	-5.895	-5.676	-5.444	-5.2	-4.943
z	0	-0.036	-0.074	-0.115	-0.158	-0.202	-0.249	-0.297	-0.346	-0.396	-0.446	-0.496
變形量												
x	-0.17246	-0.169	-0.16493	-0.16007	-0.15486	-0.14941	-0.14352	-0.13718	-0.13068	-0.12357	-0.11677	-0.10957
y	0.18602	0.18352	0.17848	0.17357	0.16835	0.16295	0.15687	0.15055	0.14402	0.13722	0.12981	0.12304
z	-0.06123	-0.06218	-0.06241	-0.063	-0.06276	-0.06245	-0.0606	-0.05969	-0.05911	-0.05704	-0.05599	-0.05255
變形率												
x	0.01219	0.012169	0.012127	0.012046	0.011956	0.011867	0.011762	0.011635	0.011512	0.011349	0.011228	0.011083
y	0.013148	0.013142	0.013124	0.013062	0.012998	0.012943	0.012867	0.012801	0.012769	0.012681	0.012482	0.012344
z	0.01242	0.0128	0.013051	0.013404	0.013602	0.013801	0.013673	0.013766	0.013948	0.013784	0.013618	0.013344
收縮的膨脹												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新坐標												
x	41.74859	41.61508	41.46695	41.30602	41.13273	40.9462	40.74623	40.53379	40.3082	40.06899	39.8181	39.5538
y	-7.2625	-7.12895	-6.98085	-6.81987	-6.64657	-6.46009	-6.25991	-6.0475	-5.82187	-5.58295	-5.33145	-5.06759
z	0.062	0.062986	0.063235	0.063585	0.063625	0.063324	0.06144	0.060523	0.059946	0.057837	0.055749	0.053261
原坐標												
x	34.064	33.64	33.23	32.832	32.447	32.074	31.715	31.368	31.034	30.713	30.405	30.109
y	0.436	0.86	1.27	1.668	2.053	2.426	2.785	3.132	3.466	3.787	4.095	4.391
z	-0.961	-0.951	-0.934	-0.912	-0.884	-0.852	-0.817	-0.777	-0.735	-0.69	-0.64	-0.595
變形量												
x	0.02083	0.03303	0.04107	0.05045	0.05909	0.06714	0.07744	0.08627	0.09383	0.10238	0.11082	0.11948
y	-0.00997	-0.02025	-0.02976	-0.03843	-0.04671	-0.05466	-0.06326	-0.07168	-0.07915	-0.08748	-0.09509	-0.10174
z	-0.02867	-0.02996	-0.03099	-0.02914	-0.03217	-0.03388	-0.03534	-0.0382	-0.03974	-0.0422	-0.04486	-0.04815
變形率												
x	0.023888	0.018622	0.016169	0.015123	0.014391	0.013838	0.013393	0.013772	0.013356	0.013517	0.013531	0.013605
y	0.011433	0.011773	0.011717	0.01152	0.011376	0.011265	0.011357	0.011443	0.011418	0.01155	0.011611	0.011585
z	0.009531	0.009894	0.010121	0.009382	0.010174	0.010505	0.010722	0.011315	0.011486	0.011887	0.012317	0.012874
收縮的膨脹												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新坐標												
x	34.0236	33.60736	33.18826	32.78078	32.38705	32.00592	31.63664	31.28053	30.93888	30.60922	30.29266	29.98787
y	0.446085	0.880491	1.300113	1.706878	2.100247	2.481283	2.848987	3.20451	3.54664	3.875502	4.191207	4.493932
z	-0.92305	-0.92074	-0.90269	-0.88258	-0.8515	-0.81776	-0.78128	-0.73836	-0.6948	-0.64729	-0.59858	-0.54622

原坐標												
x	34.064	33.64	33.23	32.832	32.447	32.074	31.715	31.368	31.034	30.713	30.405	30.109
y	0.436	0.86	1.27	1.668	2.053	2.426	2.785	3.132	3.466	3.787	4.095	4.391
z	-0.961	-0.951	-0.934	-0.912	-0.884	-0.852	-0.817	-0.777	-0.735	-0.69	-0.64	-0.595
變形量												
x	0.02083	0.03303	0.04107	0.05045	0.05909	0.06714	0.07744	0.08627	0.09383	0.10238	0.11082	0.11948
y	-0.00997	-0.02025	-0.02976	-0.03843	-0.04671	-0.05466	-0.06326	-0.07168	-0.07915	-0.08748	-0.09509	-0.10174
z	-0.02867	-0.02996	-0.03099	-0.02914	-0.03217	-0.03388	-0.03534	-0.0382	-0.03974	-0.0422	-0.04486	-0.04815
變形率												
x	0.023888	0.018622	0.016169	0.015123	0.014391	0.013838	0.013393	0.013772	0.013356	0.013517	0.013531	0.013605
y	0.011433	0.011773	0.011717	0.01152	0.011376	0.011265	0.011357	0.011443	0.011418	0.01155	0.011611	0.011585
z	0.009531	0.009894	0.010121	0.009382	0.010174	0.010505	0.010722	0.011315	0.011486	0.011887	0.012317	0.012874
收縮的膨脹												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
相償向量												
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
z	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新坐標												
x	34.0236	33.60736	33.18826	32.78078	32.38705	32.00592	31.63664	31.28053	30.93888	30.60922	30.29266	29.98787
y	0.446085	0.880491	1.300113	1.706878	2.100247	2.481283	2.848987	3.20451	3.54664	3.875502	4.191207	4.493932
z	-0.92305	-0.92074	-0.90269	-0.88258	-0.8515	-0.81776	-0.78128	-0.73836	-0.6948	-0.64729	-0.59858	-0.54622

NO. 8 雙四邊鏡母模組

頂座標	x	33.93	33.377	32.84	32.32	31.817	31.331	30.861	30.408	29.972	29.552	29.149	28.764	28.394	28.042	27.706	27.387	27.084	26.798	26.529	3.302	3.407	3.505	3.68	3.758	3.829	3.892	3.956	4.015	4.071	4.124	4.174	4.222	4.269	4.315	4.36	4.404	4.447	4.489	4.53	4.572	4.613	4.653	4.692	4.73	4.769	4.808	4.846	4.883	4.92	4.956	4.992	5.028	5.064	5.1	5.136	5.171	5.206	5.241	5.276	5.311	5.346	5.381	5.416	5.451	5.486	5.521	5.556	5.591	5.626	5.661	5.696	5.731	5.766	5.801	5.836	5.871	5.906	5.941	5.976	6.011	6.046	6.081	6.116	6.151	6.186	6.221	6.256	6.291	6.326	6.361	6.396	6.431	6.466	6.501	6.536	6.571	6.606	6.641	6.676	6.711	6.746	6.781	6.816	6.851	6.886	6.921	6.956	6.991	7.026	7.061	7.096	7.131	7.166	7.201	7.236	7.271	7.306	7.341	7.376	7.411	7.446	7.481	7.516	7.551	7.586	7.621	7.656	7.691	7.726	7.761	7.796	7.831	7.866	7.901	7.936	7.971	8.006	8.041	8.076	8.111	8.146	8.181	8.216	8.251	8.286	8.321	8.356	8.391	8.426	8.461	8.496	8.531	8.566	8.601	8.636	8.671	8.706	8.741	8.776	8.811	8.846	8.881	8.916	8.951	8.986	9.021	9.056	9.091	9.126	9.161	9.196	9.231	9.266	9.301	9.336	9.371	9.406	9.441	9.476	9.511	9.546	9.581	9.616	9.651	9.686	9.721	9.756	9.791	9.826	9.861	9.896	9.931	9.966	10.001	10.036	10.071	10.106	10.141	10.176	10.211	10.246	10.281	10.316	10.351	10.386	10.421	10.456	10.491	10.526	10.561	10.596	10.631	10.666	10.701	10.736	10.771	10.806	10.841	10.876	10.911	10.946	10.981	11.016	11.051	11.086	11.121	11.156	11.191	11.226	11.261	11.296	11.331	11.366	11.401	11.436	11.471	11.506	11.541	11.576	11.611	11.646	11.681	11.716	11.751	11.786	11.821	11.856	11.891	11.926	11.961	11.996	12.031	12.066	12.101	12.136	12.171	12.206	12.241	12.276	12.311	12.346	12.381	12.416	12.451	12.486	12.521	12.556	12.591	12.626	12.661	12.696	12.731	12.766	12.801	12.836	12.871	12.906	12.941	12.976	13.011	13.046	13.081	13.116	13.151	13.186	13.221	13.256	13.291	13.326	13.361	13.396	13.431	13.466	13.501	13.536	13.571	13.606	13.641	13.676	13.711	13.746	13.781	13.816	13.851	13.886	13.921	13.956	13.991	14.026	14.061	14.096	14.131	14.166	14.201	14.236	14.271	14.306	14.341	14.376	14.411	14.446	14.481	14.516	14.551	14.586	14.621	14.656	14.691	14.726	14.761	14.796	14.831	14.866	14.901	14.936	14.971	15.006	15.041	15.076	15.111	15.146	15.181	15.216	15.251	15.286	15.321	15.356	15.391	15.426	15.461	15.496	15.531	15.566	15.601	15.636	15.671	15.706	15.741	15.776	15.811	15.846	15.881	15.916	15.951	15.986	16.021	16.056	16.091	16.126	16.161	16.196	16.231	16.266	16.301	16.336	16.371	16.406	16.441	16.476	16.511	16.546	16.581	16.616	16.651	16.686	16.721	16.756	16.791	16.826	16.861	16.896	16.931	16.966	17.001	17.036	17.071	17.106	17.141	17.176	17.211	17.246	17.281	17.316	17.351	17.386	17.421	17.456	17.491	17.526	17.561	17.596	17.631	17.666	17.701	17.736	17.771	17.806	17.841	17.876	17.911	17.946	17.981	18.016	18.051	18.086	18.121	18.156	18.191	18.226	18.261	18.296	18.331	18.366	18.401	18.436	18.471	18.506	18.541	18.576	18.611	18.646	18.681	18.716	18.751	18.786	18.821	18.856	18.891	18.926	18.961	18.996	19.031	19.066	19.101	19.136	19.171	19.206	19.241	19.276	19.311	19.346	19.381	19.416	19.451	19.486	19.521	19.556	19.591	19.626	19.661	19.696	19.731	19.766	19.801	19.836	19.871	19.906	19.941	19.976	20.011	20.046	20.081	20.116	20.151	20.186	20.221	20.256	20.291	20.326	20.361	20.396	20.431	20.466	20.501	20.536	20.571	20.606	20.641	20.676	20.711	20.746	20.781	20.816	20.851	20.886	20.921	20.956	20.991	21.026	21.061	21.096	21.131	21.166	21.201	21.236	21.271	21.306	21.341	21.376	21.411	21.446	21.481	21.516	21.551	21.586	21.621	21.656	21.691	21.726	21.761	21.796	21.831	21.866	21.901	21.936	21.971	22.006	22.041	22.076	22.111	22.146	22.181	22.216	22.251	22.286	22.321	22.356	22.391	22.426	22.461	22.496	22.531	22.566	22.601	22.636	22.671	22.706	22.741	22.776	22.811	22.846	22.881	22.916	22.951	22.986	23.021	23.056	23.091	23.126	23.161	23.196	23.231	23.266	23.301	23.336	23.371	23.406	23.441	23.476	23.511	23.546	23.581	23.616	23.651	23.686	23.721	23.756	23.791	23.826	23.861	23.896	23.931	23.966	24.001	24.036	24.071	24.106	24.141	24.176	24.211	24.246	24.281	24.316	24.351	24.386	24.421	24.456	24.491	24.526	24.561	24.596	24.631	24.666	24.701	24.736	24.771	24.806	24.841	24.876	24.911	24.946	24.981	25.016	25.051	25.086	25.121	25.156	25.191	25.226	25.261	25.296	25.331	25.366	25.401	25.436	25.471	25.506	25.541	25.576	25.611	25.646	25.681	25.716	25.751	25.786	25.821	25.856	25.891	25.926	25.961	25.996	26.031	26.066	26.101	26.136	26.171	26.206	26.241	26.276	26.311	26.346	26.381	26.416	26.451	26.486	26.521	26.556	26.591	26.626	26.661	26.696	26.731	26.766	26.801	26.836	26.871	26.906	26.941	26.976	27.011	27.046	27.081	27.116	27.151	27.186	27.221	27.256	27.291	27.326	27.361	27.396	27.431	27.466	27.501	27.536	27.571	27.606	27.641	27.676	27.711	27.746	27.781	27.816	27.851	27.886	27.921	27.956	27.991	28.026	28.061	28.096	28.131	28.166	28.201	28.236	28.271	28.306	28.341	28.376	28.411	28.446	28.481	28.516	28.551	28.586	28.621	28.656	28.691	28.726	28.761	28.796	28.831	28.866	28.901	28.936	28.971	29.006	29.041	29.076	29.111	29.146	29.181	29.216	29.251	29.286	29.321	29.356	29.391	29.426	29.461	29.496	29.531	29.566	29.601	29.636	29.671	29.706	29.741	29.776	29.811	29.846	29.881	29.916	29.951	29.986	30.021	30.056	30.091	30.126	30.161	30.196	30.231	30.266	30.301	30.336	30.371	30.406	30.441	30.476	30.511	30.546	30.581	30.616	30.651	30.686	30.721	30.756	30.791	30.826	30.861	30.896	30.931	30.966	31.001	31.036	31.071	31.106	31.141	31.176	31.211	31.246	31.281	31.316	31.351	31.386	31.421	31.456	31.491	31.526	31.561	31.596	31.631	31.666	31.701	31.736	31.771	31.806	31.841	31.876	31.911	31.946	31.981	32.016	32.051	32.086	32.121	32.156	32.191	32.226	32.261	32.296	32.331	32.366	32.401	32.436	32.471	32.506	32.541	32.576	32.611	32.646	32.681	32.716	32.751	32.786	32.821	32.856	32.891	32.926	32.961	32.996	33.031	33.066	33.101	33.136	33.171	33.206	33.241	33.276	33.311	33.346	33.381	33.416	33.451	33.486	33.521	33.556	33.591	33.626	33.661	33.696	33.731	33.766	33.801	33.836	33.871	33.906	33.941	33.976	34.011	34.046	34.081	34.116	34.151	34.186	34.221	34.256	34.291	34.326	34.361	34.396	34.431	34.466	34.501	34.536	34.571	34.606	34.641	34.676	34.711	34.746	34.781	34.816	34.851	34.886	34.921	34.956	34.991	35.026	35.061	35.096	35.131	35.166	35.201	35.236	35.271	35.306	35.341	35.376	35.411	35.446	35.481	35.516	35.551	35.586	35.621	35.656	35.691	35.726	35.761	35.796	35.831	35.866	35.901	35.936	35.971	36.006	36.041	36.076	36.111	36.146	36.181	36.216	36.251	36.286	36.321	36.356	36.391	36.426	36.461	36.496	36.531	36.566	36.601	36.636	36.671	36.706	36.741	36.776	36.811	36.846	36.881	36.916	36.951	36.986	37.021	37.056	37.091	37.126	37.161	37.196	37.231	37.266	37.301	37.336	37.371	37.406	37.441	37.476	37.511	37.546	37.581	37.616	37.651	37.686	37.721	37.756	37.791	37.826	37.861	37.896	37.931	37.966	38.001	38.036	38.071	38.106	38.141	38.176	38.211	38.246	38.281	38.316	38.351	38.386	38.421	38.456	38.491	38.526	38.561	38.596	38.631	38.666	38.701	38.736	38.771	38.806	38.841	38.876	38.911	38.946	38.981	39.016	39.051	39.086	39.121	39.156	39.191	39.226	39.261	39.296	39.331	39.366	39.401	39.436	39.471	39.506	39.541	3
-----	---	-------	--------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---

簡 歷

姓名：陳勇志

性別：男

生日：71/08/26

聯絡電話：0956283803

E-mail：what4826@yahoo.com.tw

學經歷：

86~90 國立高雄應用科技大學 五專部 模具科

91~92 國立高雄應用科技大學 二技部 模具系

93~94 國立高雄應用科技大學 研究所 模研所

