



第四章 材料和工藝



現在,我們已經為設計奠定了結構基礎,我們實際上將用「回歸基礎知識」來開始本章。我們已經討論了定義然後符合產品規範的必要性,但現在我們將回到設計的成本考慮。隨著這種設計的「試金石」的重建,我們將繼續使用更多的「積木」,供設計師使用,以確定其外殼部件的最佳材料和工藝。對組成裝配的各個部件的材料和工藝的選擇,設計師還將考慮產品的裝配和維修(這被佔用了 Chap。6)。

4.1 成本與時間與規格

本章將從回歸設計的基本考慮開始,強調成本是決定在設計過程中做出一個選擇的決定因素(最終)。

電子外殼的設計設計師在設計上面臨著某種"實用性",因為設計必須規模,以確保公司擁有者在財務上取得成功。會有某些設計將被視為"一次性",其中成本考慮不那麼重要,但我想解決那些設計,將生產元件(零件),在極少數。我在一個實驗實驗室工作過,那裡只生產一/個組裝體,但同樣,我不會處理那個案件。成本在"一次性"(如空間衛星)的情況下甚至非常重要,但失敗的代價可能主導著設計原理。在安全或公共衛生方面也是如此。

讓我們進一步探討上述成本重點對設計的重視。在某些情況下,需要開發最終設計所需的原型。這些「原型」是

©斯普林格國際出版股份公司,斯普林格自然 2019

59 的一部分

T. Serksnis, 設計電子產品外殼, https://doi.org/10.1007/978-3-319-69395-8_4

當然,成本敏感性降低,因為時間通常是這裡的關鍵因素。但是,即使原型本身可能沒有成本敏感性,但整個專案成本也會受到影響,因為成本犧牲只是在專案的原型部分,因為節省的時間(由"高成本"原型)導致產品在較短的時間內進行測試和批准生產,這通常轉化為整體成本較低的成本(對於專案)。

讓我舉一個例子,其中設計的某些方面最初被認為是 *cost* 最重要的,但事實證明,成本是#1 考慮。如果公司選擇「美學」,即產品對客戶的外觀和感覺,#1 考慮,下面是市場"發揮作用"的方式。選擇「美學」決定的實際上是一種選擇,說這些產品會賣得更多。因此,產品開發團隊對「美學」的投資實際上將給公司帶來更高的利潤(在"較少"強調美學的產品上)。

所以,當我在 *cost* 上述段落中說成本時,也可以認為是 *盈利能力* 或 (增加利潤),即成本更低=利潤更高。

時間對這個"成本圖"起很大作用。"上市時間"可能是 *huge* 產品開發的巨大推動力。也就是說,如果某個產品未在特定的時間範圍內發佈(如春季種植季節或假期前的電子展),則可能意味著產品總銷售額的巨大差異。因此,加上成本是時間的方面。這將導致某些方案可能在產品的生命週期中發揮為:

1. 在開發過程的早期階段強調材料/工藝/可製造性選擇的時間
2. 在開發過程的後期階段,可能會出現「高產量」和降低成本的產品發佈

所有這一切實際上仍然回到成本,因為它本來可以確定(由專案管理)總成本最小化的"兩階段"產品版本(上圖)。從產品發佈開始到產品壽命結束,整個銷售將採用這種方法增加。在《工程經濟》一節中探討了專案所需的工具概念,以及需要在什麼階段使用。1.

成本也可以細分為多個時間範圍,例如:

1. 開發成本(直到第一次發貨給客戶)
2. 產品的持續生產成本:材料/裝配/間接費用
3. 生產後的服務和保修成本
4. 使用壽命終止成本,如回收

the costs 將所有成本加在一起構成 *total* 總成本,因此,在一個產品階段中最小化成本不會將總成本降至最低。

"成本"不僅與單個部件或裝配的成本相關,還指開發(設計)成本。

成本仍然是專案#1 驅動因素的另一個範例是需要最小化重量才能成功的專案。這由以下邏輯合理化(對於此構成方案):

4.1 Cost 與時間與時間與規範

1. 產品的規格清楚地標明:

- 專案交付所需的時間(預期)
- 產品成本
- 產品重量目標(難以實現)

2. 產品設計。反覆運算#1 導致超過權重目標。

3. 設計是反覆運算的;反覆運算#2 導致(輕微)超過重量目標。

4. 此時已超出分配給交付產品的時間。

5. (由專案管理)對任一項做出決策:

A. 接受反覆運算#2(偏離原始規範)

B. 跳到反覆運算#3,完成所需的指定時間長度和超過原始交付時間的符號

上述問題在重量最小化方面有其「根源」,但解決方案實際上是時間問題(時間等同於成本)。項目預算的成本"超支"需要與產品裝運需求相平衡。

因此,同樣,由於時間與成本有關,產品設計人員必須將這兩個相關的專案方面(時間和成本)放在其設計"思維空間"的最前沿。這兩種方法,加上"符合性"(滿足或超過)規範,使成功設計的集成方法。

設計師,如果遇到任何問題/挑戰,必須始終詢問:

1. 設計的驗收標準是什麼?(我怎麼知道我成功了?)這通常是以規範的形式,可以是正式的,也可以是非正式的。設計應努力使驗收標準化,以便對專案團隊完全透明。
2. 設計的預算是多少?
3. 各個部件的項目計劃是什麼,因為它與整個產品有關,計劃中的「關鍵路徑」是什麼?如果估計完成任務的時間太短(時間不夠,則必須立即建議其他解決方案,如獲取更多資源。計劃的細節應使每次需要密集活動時都注意到,包括前進所需的設計評審和需要的潛在問題解決時間(第二次設計反覆運算)。

以上所有內容對於以下選擇非常重要:

- 各個零件的材料。
- 生產上述零件所需的工藝。
- 裝配所需的裝配程式,以裝配以上零件。
- 測試上述零件和元件所需的測試過程。
- 品質控制程式到位,以確保零件和元件的生產和組裝符合規格。
- 滿足服務(預期或意外)要求。

這將承擔重複一遍又一遍在章。4 和 5,所以我只需將代碼"成本 (Chpt4)"放在文本中(讀者可以根據需要將本一般性討論作為複習時間引用)。

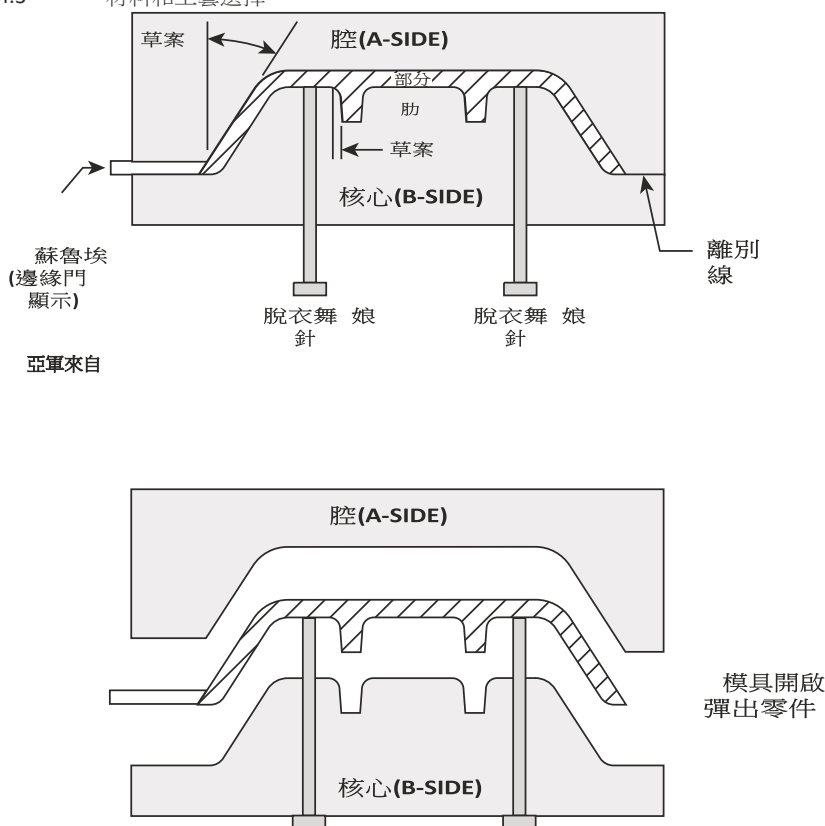


圖 4.1 注塑 + 模具示意圖

4.2 設計師的思維空間

設計師必須「提前思考」。當面對設計電子外殼時,下面是設計師心中浮現的一些事情,希望同時使用(成本(Chpt4)。我認為以下問題在設計師的頭腦中是「永遠存在」的,這就是為什麼我使用「設計師的思維空間」一詞來描述這些一直存在的問題:

- 多大?
- 達到目的需要多少部分?
- 以前做過這個(或稍有變化)嗎?在這裡,還是在另一家公司?競爭對手是如何實現產品目的的?
- 什麼是「用戶介面」,即客戶如何使用本產品(用於電源、輸入和輸出的按鈕/顯示器/燈/門/連接)?
- 我設計產品的這一部分,我(直接)不負責的其他部分是什麼?
- 我多久能提出一些能解決問題的想法?我多久可以原型這些想法來檢查想法的可行性?我還能集思廣益,用誰來批評這些想法?

- 一旦這個想法被審查,原型似乎工作,設計的哪些部分是:
- 風險最大的(可能無法按預期工作)?
- 最簡單的嗎?
- 零件預生產運行最長的引線專案,即專案完成「關鍵路徑」中的零件是什麼?

對於原型,它與生產版本有多近?什麼測試將決定原型是「成功」還是「失敗」,並且需要幾輪原型設計(每輪可能更接近生產版本)?項目團隊需要多少個原型?什麼時候?

我將如何向設計團隊的其他成員傳達專案進度或設計問題?誰需要在那裡進行設計評審?

4.3 材料和工藝選擇

一旦設計師設計了零件,設計師必須確定生產該零件的"最佳"成本 (Chpt4) 方法。每個元件要確定的一般專案 *each* 包括:

- 零件的材料。
- 零件所需的完成(請參閱下一節)。
- 零件所需的尺寸精度。
- 生產該部件的過程(可能是一個用於早期需求的流程、零件原型設計和預生產,以及零件成熟生產的不同流程)。
- 零件所需的數量(例如,每季度、每月、每年)。
- 零件所需的第二個操作(除精加工外)。
- 零件的成本要求。
- 此部件能否與設計中的另一部分結合使用?從本質上講,需要確定的是單個(組合)部件能否滿足單獨部件(成本 (Chpt4))的功能。
- 零件是否可以對稱(以便便於裝配)?幾乎對稱的零件是否應該成為一個更明顯的非對稱部分?這兩個問題涉及此部件的組裝以及以錯誤方式組裝的可能性。孔或凹槽(多餘的)可以添加到零件僅用於 **for the purpose of** 使該零件對稱。

確定零件材料選擇的注意事項:

設計人員應選擇滿足(滿足或超過)的材料:

1. 強度要求
2. 重量要求
3. 可靠性要求
4. 監管要求
5. 安全要求
6. 熱要求
7. 遮罩要求(EMI/RFI)

8. 金屬的相容性要求(電腐蝕)
9. 彈性要求(測速儀)
10. 導電(或絕緣)要求
11. 不透明性要求
12. 磨損要求
13. 美學要求(觸摸、視覺)
14. 聲學要求
15. 紫外線 (UV) 傳輸和電阻要求

讓我們通過幾個示例,看看上面的 15 個要求是如何確定的(成本 (Chpt4))。

範例 1 手機(外部)案例

在材料的選擇上,想到了兩個主要候選人;這要麼是金屬,要麼是塑膠。其中一個都可以滿足 15 個要求,並帶有以下符號:

1. 金屬將提供足夠的 EMI 遮罩,但可能難以製造。外殼需要光滑和優雅,對於金屬來說,這非常昂貴——即使是鑄件也需要許多"第二次操作"(如加工或研磨),這些操作可能耗費人力。
2. 塑膠(注塑成型)足以緩解"平滑度"和"優雅"標準,但需要額外的 EMI 遮罩方案。塑膠外殼必須「金屬化」,或者 nonaesthetic 需要在塑膠外殼下將另一個非麻醉部件添加到設計中,以充當 EMI 遮罩。我們還需要調查塑膠的一些安全問題(UL 法規為"火焰類")。塑膠外殼作為外部部件,完成所需的成本可能低得多(無需噴漆,至少這是希望)。
3. 如果重量(和大小)是一個因素(通常與手機),金屬和塑料應該更仔細地檢查,看看什麼可能更好。通常,肋骨可以添加到塑料設計,以增強強度。
4. 熱問題可能是材料選擇的一個因素。塑膠將充當絕緣體(保持熱量),而金屬會將內部熱量生成到環境空氣中,從而降低"外殼環境"溫度。但是,金屬外殼可能會感覺太熱觸摸。

在參考文獻 [1] 中,計算材料的等效剛度(或剛度 1)非常簡潔地顯示(溫度相關品質):

$T1 = \text{每立方體根 } ((E2/E1) = T2^3) = \text{材料厚度 } 1$

$E1 = \text{材料 } 1 \text{ 的彈性模量}$

$E2 = \text{材料的彈性模量 } 2$

$T2 = \text{材料厚度 } 2$

讓我們計算塑膠的等效厚度(例如,SABIC Cycolac)到

0.03 英吋厚鋁零件:

$$\text{塑性} = \text{立方體根 of } \left(\left(\frac{100}{4} \right) = (0.003) \right)^3 = 0.088 \text{ 英吋}$$

讓我們計算鈦的等效厚度與 0.03 英寸厚的鋁部分：

$$\text{Titanium} = \text{cube root of } \left((100 / 160) \times (0.03)^3 \right) = 0.026 \text{ inch}$$

現在,如果我們看一下強度(以上都是"等效"強度)與重量比(查看厚度與密度比):

$$\text{Plastic} = 0.088 / .004 = 22 \text{ in}^2 / \text{lb}$$

$$\text{Aluminum} = 0.030 / .010 = 3 \text{ in}^2 / \text{lb}$$

$$\text{Titanium} = 0.026 / .016 = 1.6 \text{ in}^2 / \text{lb}$$

因此,如果重量(同等強度)是一個問題,鈦將是一個更好的選擇(比鋁或塑膠)。這就是為什麼鈦在飛機中廣泛使用(成本(Chpt4);然而,鈦有一些固有的製造困難,這使得它非常昂貴,作為一個電子外殼的選擇。

關於塑膠成型的討論如下一章。

此處不會決定對外殼的外部外殼使用"金屬與塑膠"。已經提出了足夠的模稜兩可,以便進行更深入的分析,我們需要繼續使用另一個材料選擇的例子。蘋果 5s 手機外殼由(加工)鋁製成,而後來發佈的蘋果 5c 手機外殼由塑膠製成。塑膠符合 EMI 標準,在某些區域添加金屬化塗層,在其他地區添加金屬遮罩。塑膠版本被認為更容易「彎曲」在襯衫口袋裡,但不足以銷售。加工鋁是比成型塑膠更"早上市"的選擇,因為不需要長時間的提前加工。此外,由於修改工具和測試新更改所需的時間較長,因此使用加工件比模制零件可以更巧妙地進行更改。同樣,每個設計可能對於材料和工藝選擇都是獨一無二的,這是機械工程師(與公司其他團隊合作)對整體產品設計做出的例子。

塑膠和壓鑄件之間的最佳選擇需要仔細分析所有產品要求。

鋁、鎂、鋅和鋅鋁 (ZA) 壓鑄件通常優先於需要強度、剛度和最小包裝空間的電子外殼中的塑膠。它們通常無需插入接收螺紋緊固件。其導熱性通常消除了對冷卻風扇的需求,這在電池供電的攜帶型電子設備中至關重要。在需要強度和剛度的塑膠和在高溫下運行的大中型裝飾部件時,壓鑄件也更受青睞。

EMI 和 RFI(電磁干擾和射頻干擾)遮罩是模鑄件固有的,因為它們是金屬的。塑膠部件需要一層金屬遮罩,以提供 EMI/RFI 合規性。這些塑膠部件(油漆、塗層、樹脂填料、金屬屏障、多層無電鍍鍍)的遮罩添加物可能有性能問題和品質控制問題。

鋁壓鑄件在設計中經常選擇在受持續壓力(特別是在高溫下)的塑膠和需要最小重量、剛度和良好表面品質的鑽頭等手動工具上。鎂壓鑄件經常在需要最小重量與強度、剛度和最小包裝空間相結合的應用中選擇。高速印表機的

部件,需要以最小重量的剛度;需要安裝特徵、高品質表面和抗衝擊性的情況;裝飾裝飾件通常由鎂壓鑄產生。

承受連續載荷的塑膠部件(如用於環境密封的部件)通常需要金屬衝壓支撐才能形成剛度和蠕變阻力。

此外,應該注意的是,即使是"簡單"的材料,如鋁是更複雜的實際指定在工程圖紙。鋁的許多等級和合金都存在,無論是"通常"還是"異國情調",而本文並不能解決這種複雜性,只是說,應該給予很多關注,以實際指定材料的具體"等級"。選擇等級超過另一個等級是該特定等級的能力(成本 (Chpt4)) 的函數:

1. 具有設計的 14 個特性(如上文所述)。
2. 可供任何供應鏈成員使用,以便滿足交付時間。
3. 通過指定的品質控制措施,以可重複的方式進行製造。

例如,如果我想要一個零件由不鏽鋼製成,需要考慮的專案是:

1. 鉻鎳不鏽鋼(鉀)和直鉻不鏽鋼(鈦石)之間進行選擇。鉻鎳不鏽鋼類型為 20 倍,類型為 3XX。例如,類型 302 是 (從 參考文獻 #2]):
 - 基本 18%Cr. 8%Ni,分析,具有優良的耐腐蝕性許多有機和無機酸,並在普通溫度下的鹽。
 - 在高溫下具有良好的抗氧化性。
 - 碳鋼通常採用的所有方法都易於製造。
 - Cr-Ni 牌號在完全退火條件下無磁性,無法通過常規熱處理硬化。

在參考文獻 [2] 中,顯示了資訊表(用於各種等級的不鏽鋼):化學成分、物理數據和機械特性(在退火和熱處理狀態中)。

2. 必須考慮材料候選(選擇)的可用性。在此示例中,對於不鏽鋼,通過檢查參考(如參考文獻)=3+,302 型 is 不容易獲得。304、309、316 等型號有庫存(來自瑞爾森,不鏽鋼庫存的一大資源 stainless steel)。例如,類型 316(冷軋、退火、醃制、2B 和 3 表面處理)。規格:QQ-S-766,ASTM-A240,提供 16 儀錶 (0.060 厚)×30 英寸×96 英寸尺寸不鏽鋼板。
3. 材料選擇時應考慮到製造技術。如果設想將零件打開主軸機床(車床或銑床),則需要考慮自由加工等級。如果要焊接零件,則各種牌號可能非常可焊接,也可能不是非常可焊接的。
4. 與往常一樣,有關材料選擇的資訊可以使用以下方面的經驗:
 - 您自己的團隊(或其他公司資源)中的共同設計者,
 - 您的供應鏈製造商

做出材料選擇后,必須完全指定物料,即指定,以便在零件規範上明確。材料和表面處理通常指定為某些標準,如 ASTM、MIL 標準(美國政府)或 ISO/IEC 等國際標準。還必須採用一些方法,確保(通過標準品質控制程式)所指定的材料是製造到最終零件的材料。

範例 2 LED 的蓋板

讓我們舉一個例子,一個物質選擇和"思維過程",一個人會去通過,在候選材料中做出理性的選擇。

需要一個透明(光學透明)部分來覆蓋 LED 嗎?這部分設想是平的,不需要太多的結構強度,基本上支援自己的重量,並防止使用者"戳"LED 與他們的手指或鉛筆。現在讓我們將零件命名為"LED 視窗"該件將「密封」LED(來自濕氣),通常不可更換(必須在未維修的情況下延長產品使用壽命)。

設計師想到的即時問題是(成本(Chpt4)):

1. 生產多少,零件生產的時間表是什麼(原型/預生產/生產),一般成本是多少?成本通常不在設計中預先指定,也就是說,它可能是一些模稜兩可的東西,如"盡可能便宜"。隨著設計的進行,設計中的某些選擇可能會增加零件的成本,因此與備選方案的權衡通常會有所說明。
2. 它的設計是適合凹槽還是從外殼「脫穎而出」?窗戶離 LED 有多遠?這些是設計的一般"幾何"問題。視窗的考慮是什麼?
3. LED 的光線通過此部分照射。是否需要將光線(來自 LED)"擴散"- 在美學上,我們希望什麼樣的外觀?在「整體」設計中,這一部分的外觀如何?它是一直出現在用戶的視圖中還是只是偶爾?"清晰"是正確選擇顏色,還是需要其他顏色(紅色/綠色/琥珀色/藍色)?LED 的光是什麼顏色的?
4. 根據上述特性對材料的 15 個要求進行。例如,該部件(現在非金屬)將如何對 EMI 遮罩要求產生不利影響?這可能導致新零件盡可能小,為 EMI 創建最小孔。
5. 如何將 LED 視窗組裝到機櫃中?能否在沒有任何額外硬體的情況下組裝?裝配的候選者可以使用超聲波、膠帶或粘合劑將部件粘結到位。
6. 整體設計中是否有多個(多個)"視窗"?使用這些窗口尋找共性的可能性。
7. 材料候選項(有一些選擇問題):
 - 萊克桑塑膠:模制還是從板材切割?如果模制,我們能看到模具流線嗎?如果從板材上切割,它可能是平坦的(沒有其他幾何特徵),而成型允許添加設計特徵(如超聲波焊縫)。有多厚?是否有「防刮」或「防眩光」要求(如何解決?)如果模制,車窗 *window* 是否可以組裝到機櫃製造器的外殼上?塑膠有一些安全注意事項,如燒傷危險或邊緣鋒利。
 - 玻璃:最硬和最硬的材料候選物,可能是最昂貴的(成本(Chpt4))。
 - 聚酯薄膜作為標籤的一部分:通常厚度在 0.010 英寸以下。標籤可以在機櫃上包含其他資訊,包括識別 LED 功能。
8. 向專案團隊介紹任何需要的詳細資訊。這可能是價格/時間估計、原型或草圖,以為基礎,為材料設計選擇。

4.4 表面處理和塗層

選擇材料時所做的所有選擇(以前的選擇)與該材料的精加工選擇直接"耦合"。幾乎所有工程部件都需要表面處理。會有一些例外,例如,一個"雕塑"(藝術品)或建築立面,旨在腐蝕(和具有"腐蝕"的外觀)。設計器將同時 a material 指定材料及其設計的每個部件的完成。

表面處理(包括廣義塗料)需要:

1. 在存儲(從製造者、裝配工到客戶)或客戶最終使用中抑制腐蝕。
2. 當金屬與不同的金屬接觸時提供陽極保護。其基本性是,接觸中的不同金屬必須有足夠的保護,防止電腐蝕。這是通過插置惰性材料或與每種材料相容的材料來實現的。下表按組列出類似的金屬。一組材料與同一組另一組材料之間的接觸應視為類似。相反,每當不同組的材料處於親密接觸時,都會設置關鍵的電解階段(只需要濕度作為劑)。(當鎂或鋁(未受保護的)與不同組的其他金屬接觸時,這尤其不利(表 4.1)。

4.4 表面處理和塗層

表 4.1 材料組

第一組	第二組	第三組	第四組
鎂合金	鋁	鋅	銅
	鋁合金	鎳	銅合金
	鋅	鋼	鎳
	鎳	導致	鎳合金
	錫	錫	鉻
	不銹鋼	不銹鋼	不銹鋼
			黃金
			銀

請注意,鉛、鎳以及事實上所有精加工材料的使用都有著非常嚴重的環境問題。這些材料中有許多被各種立法法規和法律禁止或限制。請參閱 RoHS 要求,作為這些限制使用上述一種或多件飾面的國際法的一個示例。

3. 外觀(美學)。

- 在粘結連接的情況下,保護塗層實際上將被省略(遮罩)。對於此類區域,必須通過強制通風或適當密封來防止濕氣進入。

表面處理通常分為三種主要類型:(參見參考文獻 [4, 5])

- 化學品:金屬表面化學反應引起的表面表面表面的完成。
- 鍍電:那些表面處理,由沉積在電解作用基金屬上的薄膜或板組成。
- 有機:表面處理包括基材上的有機塗層,通常通過刷牙、浸漬或噴塗進行應用。

塗料可以通過:

- 噴塗金屬:一層薄薄的金屬被噴到表面上,用於多種用途。例如鋁用於耐腐蝕性和耐熱性,或用於導電性的銅。
- 粉末塗層:粉末顆粒直接塗覆表面,無需使用溶劑或水的乾漆過程。使用熱固性粉末或熱塑性粉末。零件是在室溫下噴灑靜電粉末,然後在粉末熔點上方加熱,達到熔融表面光潔度。
- 電沉積:薄塗層可以電沉積,以改善外觀,提高電氣品質,並提高耐磨、腐蝕或特定環境的耐磨性。
- 陶瓷、陶瓷和耐火材料:固定瓷釉質和耐火材料用作耐腐蝕塗層,還具有色彩吸引力和裝飾效果。
- 熱浸漬:這些塗層主要用於鋼、鑄鐵和銅,以低成本提供耐腐蝕性。使用的材料是鋁、鋅、鉛、錫和鉛錫。

- 浸入式:這些塗層可應用於大多數黑色和有色金屬,但有少數例外。使用的材料包括鎳、錫、銅、黃金、白銀和鉑金。使用示例包括電導性、焊接和釐焊。
- 擴散:這些塗層是在基礎材料與粉末或溶液接觸時通過加熱而產生的。大多數擴散塗層旨在獲得耐硬和耐磨的表面,並提高耐腐蝕性。
- 沉積的蒸汽:這是將蒸發的金屬沉積在真空室中,然後凝結在所有冷卻表面。大多數金屬和非金屬可用作塗層的基礎材料。例如鏡子和光學反射器、金屬化塑膠、透鏡塗層和儀器部件。
- 有機:這些由烷基、纖維素、環氧樹脂、酚類、矽膠、乙烯基、橡膠等組成。
- 化學轉換:這些化學塗層與基礎金屬發生反應,產生表面結構,可改善油漆粘接性、耐腐蝕性、裝飾性能和耐磨性。磷酸鹽、鉻酸鹽、陽極和氧化物塗層很常見。
- 防鏽:這些是油、石油衍生物和蠟,它們形成一種薄膜,主要來自工業和海洋大氣的攻擊。

應用於工程材料的飾面或塗層通常被調用在(部件)文檔中,帶有 MIL 規範 (MIL SPEC) 交叉參考。這主要因為大多數(常見)完成已經標準化並調用現有規範:

1. 節省已存在"普遍"接受的標準的時間。
2. 供應商已經具備了這些流程,以經濟地生產這些表面處理。
3. 可以使用可接受的就地品質控制程式檢查(由指定者驗證)表面完成。

例如,鋁化學薄膜可以按照 MIL-C-5541 調用,以符合化學薄膜。

物料與工件專案文件的標註範例包括:

- 材質: 16 Ga. (0.060) 1010 CRS(CRS 代表冷軋鋼,"1010"是 AISI M1010 鋼的縮寫)。AISI M1010 鋼是一種低碳、通用的商用優質鋼材,具有經濟性和可焊接性。
- 完成:鋅板透明鉻酸鹽每 QQ-Z-325。第 2 類,II 類(QQ-Z-325 是鋅的常見 MIL SPEC,對於最小厚度等屬性的"類"和"類型"特定選項)。

金屬最廣泛的表面處理之一是油漆。繪畫可能是一個複雜的過程。出現:

4.5 沖孔和成型金屬

- 表面準備
- 配色
- 臭測的識別與控制

參考[9]作為進一步資料包含在內。

工程文檔的材料和完成標註應明確說明。最好瞭解貴公司通常如何調用這些常見物料並完成,與供應商核實標註如何與其流程配合,以及"保證"材料和表面處理的品質控制程式將由供應商和進貨(到您的工廠)檢查處理。有時,使用供應商提供給進貨檢驗的材料/完成"認證"來處理。

4.5 沖孔和成型金屬

近年來,金屬被沖孔、凹槽、成型和彎曲的基本工藝發生了變化。舊製造技術,如(非 CNC)車床、銑床和鑽床,已降級為「車庫商店」或「快速周轉」原型店(過去)。當代製造在數控(計算機數控)多軸機床或高速條紋衝壓機上完成。您的 CAD 檔以電子方式傳輸到商店,商店將檔作為輸入"轉換為"其製造機器,機器創建零件(以指定數量為單位)。

脫衣舞沖壓機取一塊平片,將旋轉的炮塔(預裝式)定位為圓形沖孔、矩形沖孔(用於切割週邊),以及大約任何形狀的沖孔(定製或已在商店目錄中),用於該庫存。庫存駐留在 x 和 y 中的行動的表,以及塔旋轉以放置適當的沖孔。平片金屬可以在幾分鐘內用複雜的設計完全打孔。專門的「拳頭」,打孔和形式百葉窗也可以程式設計在脫衣舞。由於沒有「手動」設置的撥號、停止或機器饋送/速度,因此可以通過 CNC 進行非常嚴格的控制(我們將在下一節中擴展)。

多軸主軸機在當今的製造環境中很常見。術語「5 軸」通常是指 CNC 機床同時在五個不同軸上移動零件或工具的能力。3 軸加工中心在 2 個方向(X 和 Y)上移動零件,刀具上下移動 (Z)。5 軸加工中心可以旋轉兩個額外的旋轉軸 (A 和 B),這有助於切削刀具從各個方向接近零件。

與所有製造技術一樣,設計人員對機器和加工過程越熟悉,設計成本越好(Chpt4)。

我在附錄中包括了關於鈹金實踐的部分。這些顯示了金屬金屬的彎曲和沖孔的常見做法,這些金屬是金屬製造商使用,通常見於公司繪圖標準手冊。

4.6 成型塑膠

電子外殼的設計者必須具備對塑膠成型工藝以及如何設計塑膠部件的紮實知識。大多數工程學位並不重視這種技能,因此在工作期間,它很可能得到和磨練。文獻中有很多關於塑膠部件正確設計的文獻,我將提供有關這個主題的一些很好的參考,其中很多來自塑料供應商(生顆粒)本身。多年來,塑料供應商在樹脂的使用方面學到了很多東西,分享這一經驗對每個人都有好處。此外,參考[6],由葛蘭 L. Beall, 可以被視為一個"聖經" Beall 先生是該領域的知名專家.我將提供塑料設計"十大"指南的清單,但這些只是每個設計師可以添加到的廣泛清單的亮點。

塑膠零件設計人員可能#1 功能是瞭解用於其零件的工具,並瞭解注塑工具有哪些選項。通過瞭解注塑模具,以下六個概念將有助於注塑成型部件的設計(有關更多資訊,請參閱參考文獻 [7]): (見圖)。4.6)

1. 拔模的想法需要從模具中彈出零件。
2. 將塑膠"注入"模具的主門(或"雲杉")的位置。此門位置(以及隨後需要"去")將是該部件所需化妝品的一大考慮因素。澆注可以在模具的邊緣或芯(反向澆注)或型腔側進行。
3. "模具流動"的概念需要被很好地理解。需要半徑角,通常相同的厚度設計,和肋骨高度的限制被突出顯示。當熔體冷卻時,它會從粘性液體變成半固體,並最終變成固體部分。要填充離零件門最遠的部分區域更加困難。
4. 再次顯示條紋條的位置,突出顯示化妝品表面需求。
5. 如果零件需要"下切",則工具將顯示如何實現此目標(以及這會使模具複雜化多少)。

6. 模具中的模具"分型線"是 **is a reflection of** 零件設計的反映,因此顯示了這些設計的困難。

以上工具設計功能是從經驗中學到的。在所有情況下,零件設計都需要由工具設計器(通常是常駐或由模具設計師簽約)進行審查,零件設計人員應保證其設計是"可塑的",以簡單的方式進行。零件設計和工具都需要設計師和專案管理團隊的認真審查,因為模具工具具有:

1. 大資本開支(K\$)
2. 非常長的提前期(他們需要數週才能完成)
3. 艱難的(時間和資金)修訂過程

4.6 成型塑膠

模塑塑膠零件的最大優點之一是,它需要更少的第二次操作才能成為成品零件(與"類似"金屬零件相比)。通常,模塑塑膠部件不需要在外部進行化妝。大多數(客戶可見)塑膠部件最終外部採用模制紋理,通常通過蝕刻模具來實現。請注意,此模具紋理會導致零件的減切(這是通過向零件添加少量拔模來實現的)。

模製零件需要一些常見的第二次操作(這些操作是在成型操作之外進行的,通常由模具工(或由模具工外包)完成):

1. 模具本身被認為不可加工的零件所需的孔或切口 - 有時,通過第二次操作添加孔或切口更容易添加,而不是作為模具的一部分進行工具。因此,可以添加鑽孔或攻絲操作。
2. 如果門位於化妝品區域,則可能需要加工來修理"門標"。如果門區域不是表面(且該表面不需要加工),則門可能(手動)拆下)。
3. 刀片(金屬、螺紋緊固件)可以超聲波放置在零件中(或者這些刀片也可以模製)。
4. EMI 遮罩可應用於塑膠部件。這採取各種形式:
 - 繪畫
 - 電鍍
 - 金屬遮罩的黏接
5. 粘合操作(超聲波或粘合劑)可以將一個或多個模製部件熔合在一起。
6. 各種裝飾(絲綢篩選,繪畫)可以做。可以執行一些模內操作來以這種方式合併圖形。
7. 上述任何操作所需的所有固定需要明確標識、成本核算,並安排在負責的時程表上。

上述所有第二次操作都需要在已完成的零件文檔中明確調用,其中包括任何品質控制可接受性標準。這些第二個操作可以非常顯著的方式增加零件的計件價格 *significant*,因此它們需要成為整個設計過程的一部分,設計師會清楚地提出該設計的替代方案。需要與焊工深入討論第二個操作,以確保它們以最具成本效益的方式實現。

塑膠部件的選擇:設計師必須審查 **all of** 之前列出的所有 15 個特徵(對於任何 *any* 材料),以決定選擇哪種樹脂。蠕變數據(長期粘彈性行為)對塑膠也很重要。其他一些獨特方面包括:

1. 有許多成型工藝:注塑成型/吹塑/壓縮成型/熱成型(壓力或真空成型)/反應注入成型(RIM)。我一直在主要處理注塑工藝。
2. 卡扣適合需要具有壓力與應變特定限制的材料。
3. 與塑膠顆粒供應商共同選擇塑膠的數據存在(參見參考文獻 [8])。這些供應商還可以查看設計,並可能指示您的應用程式是否需要自定義解決方案。供應商是材料和成型資訊的一大庫。

正如之前"承諾"的,以下是我對正確塑膠零件設計的十大建議。大多數設計都可以通過駐留在內部或模具模具的填充"程式"進行分析。這些程式採用 CAD 幾何資料的設計,建議的材料,並確定一個優化過程,以正確填充模具:

1. 必須所有嘗試保持均勻的壁厚。較厚的區域可能會導致被稱為"水槽"的化妝品缺陷。帶大拔模的肋骨可能導致厚厚的壁部分,肋骨底部與主壁相接(這可以限制肋骨"高度")。這也是螺絲老闆的常見現象,因為老闆底座與主牆相接。螺釘凸台還會產生額外的複雜情況,因為凸台中央的刀片需要結構要求所需的壁厚。在似乎需要更大的(比標稱)壁厚的地方 - 尋找"核心"大面積與工具中的附加特徵,這將導致(更多)均勻的壁厚。始終以三個維度來考慮零件 *three*。通常,該設計是一系列用於實現目的的 2D 部分。但是,塑膠部件可以具有輪廓,導致彎曲區域,導致不均勻的壁厚區域。
2. 半徑所有過渡區域有幾個原因。使用這些半徑部分,熔體流量更容易。此外,銳角只能通過模具模具生產,模具本身是尖銳的。這些鋒利的邊緣很難在工具的使用壽命內保持。半徑內區域應「匹配」半徑區域外部,即半徑內半徑 = 標稱牆厚度 = 外部半徑(部分)。內部半徑與壁厚 (R/T) 的比率應盡可能高,以減少橫截面中的應力,建議 $R/T > 0.75$ 。塑膠零件圖紙上的一些註釋包括一個語句,如"半徑所有角 0.030 半徑或指定";但是,必須像任何旨在涵蓋繪圖上所有事件的註釋一樣小心謹慎。
3. 選擇刀具製造商/模具對 *critical* 零件的總體滿意度至關重要。此選擇中加入其他因素(除了"成本'enter into 之外),例如:
 - 刀具品質 - 選材和熱處理工具。
 - 工具的交貨時程表 - 第一件物品和生產數量零件。
 - 溝通路徑開放性 - 供應商與零件設計人員的溝通情況、有關零件設計的建議的溝通以及可能出現的任何持續問題。定期安排的里程碑發佈至關重要。面對面的討論可以幫助溝通,但互聯網也可以有效地使用。
 - 零件總成本 - 包括交付(模制/裝箱/裝運)、零件、二次操作和品質控制所需的任何固定。
 - 從當前批准的供應商中選擇的供應商 - 必須考慮"合格"新供應商的成本。此外,當前批准的供應商的問題已經為人所知,而未經批准的供應商可能意味著未知問題。

4.6 成型塑膠

4. 請減少零件所需的輔助操作量。查看工具幻燈片所涉及的權衡。通過將投影片添加到工具(或工具中的旋轉插入)可以生成的零件中的功能提供了一種減少第二次操作的方法。但是,這些

幻燈片或旋轉刀片使刀具更加昂貴,使成型操作複雜化。例如,如果零件中需要一個大螺紋,則可以通過包括工具的旋轉部分(從工具中刪除零件的"非線程")在工具內形成這些螺紋,從而消除(輔助)螺紋操作(在工具外部完成)。但是,將線程作為輔助操作點擊可能比將線程包含在更複雜的工具(具有"移動"部件)中的成本要低。零件的某些孔可以通過所謂的"交叉關閉"在工具中形成。此交叉關閉"刺穿"側壁與一個角度匹配的片段。但是,交叉關閉的負數是工具中的「階梯式」分段線,使工具稍微複雜化。同樣,與工具供應商/模具商的討論對於決定權衡選擇非常寶貴。

5. 拔模應盡量大方,同時不影響均勻的壁厚或設計。零草稿在某些領域是可能的 - 請與模老交談!(例如,文字實際上,如果零用草案允許零件「彈簧」,則實際上會產生不需要側拉的「下切」。所需的草稿量是:

- 材料
- 收縮
- 零件設計需求
- 紋理的粗糙度

肋骨上最小拔模允許更高的肋骨,同時保持相對均勻的壁厚,肋骨與壁相交。

6. 在設計中,對**鋼筋**的量保持自由。這是使用模制塑膠部件的優點之一,在部分加強肋骨可以添加,成本開銷很小。這些肋骨增加剛度和控制熔體流量。應探索肋骨的圖案,如圓形和矩形。相互連接的肋骨或側壁可增加零件的整體剛度。
7. 小心零件上「**焊接線**」的確切位置。當材料在零件內流動並滿足(自身)在塑膠最初進入零件(在工具門處)的對立面時,會發生焊接線。這些焊接線導致零件的結構薄弱區域(因為材料在兩個熔化路徑的這個關頭冷卻)。此外,焊接線在零件外部顯示為實際的"線",導致必須解決的美學問題。
8. 想想零件設計中產生的區域,這些區域會產生 **very** 工具本身非常薄的部分(甚至彎曲的芯銷)。這些薄刀具部分可能難以維護,破損可能導致零件成型延遲。始終尋找添加"部分"到模具,可以很容易地刪除。這些部份 (**工具插入**) 可用於以下任一:

- 易於維護
- 輕鬆產生另一個零件方差,例如,帶孔的零件和無孔的零件

例如,將零件修訂級別放在工具插入上是非常常見的,以便隨著修訂級別的更改,只需要修改(小型)插入。

9. 請考慮 **adding features** 在設計中添加有助於對齊(或結構說明)配合零件的要素。例如,在零件中添加圓形凹槽,該零件可以配合具有圓形正銷的零件,有助於這兩個零件的配合配對的整體設計。

10. 考慮將模具剝衣銷放置的位置,以及"多少"。脫衣銷將說明在零件凝固(大約)后將零件從模具中彈出。然而,他們通常會在(希望)非整容部分留下標記。這些位置應由設計人員審查,以確保它們處於最佳位置。例如,不應將剝衣銷放置在墊片在設計中的位置(因為墊片表面不會平坦)。
 11. (是的,前十名中的第 11 個上市。搜索文獻,查看其他塑膠部件以獲取知識。多年來,在以下領域獲得了許多"部落知識"
- 貼合設計
 - 用於塑膠部件的緊固過程(裝配方法)和緊韌體
 - 新材料混合
 - 模具內裝飾

一般塑膠設計過程遵循以下六個步驟:此處假定文檔的正確修訂控制 - 參見 Chap. 12 關於文檔。設計評審大致是指包括 **any and all** 單個部分和整個專案審查週期中的任何和所有人員(應包括內部審查員、承包商和供應商):

1. 零件設計。審查設計。
2. 放置工具出價。發送的 CAD 檔(視適用)。設計由模具供應商和樹脂製造商審查。將再次審查對設計的任何更改。同意工具開發和第一條文章運行的時程表。同意第一條接受計劃。同意已知部分的所有定價(包括需要固定)。
3. 最終設計獲得批准;工具採購訂單被放置在特定的(並同意)修訂級別。
4. 刀具製造商輸入 CAD 檔並添加正確的收縮係數(零件將從模具中收縮出來),以確保零件幾何體正確。
5. 定期安排會議,以審查項目里程碑。更新提供給專案管理。對零件和/或時程表的任何更改都明確廣播。
6. 製作並審閱了第一篇文章。考慮的修改包括對專案進度的影響。酌情計畫零件的預生產運行。

4.7 C 酸結金屬