

**Q1：**如何在壓鑄產品設計當中，降低壓鑄孔隙的發生率。

**A1：**使用壓鑄製造零件能夠確實產生出色的表面質量和精密公差，但仍然存在在零件內可能形成孔或空隙的風險；因此，每個產品設計師和工程師都需要了解孔洞或孔隙的形成以及可以採取的措施。

孔隙率是指壓鑄件中的任何孔或空隙，根據鋁、鋅、鎂等選用材料不同，缺陷的原因可能略有不同。孔隙度可能的原因是由鑄造金屬中的雜質，環境汙染或模具內的油和水分子引起的，這些只能通過使用正確的材料和質量控制流程來控制。

另一個常見的原因則是由氣體引起。空氣可能被困在模具內，必須通過模具中的通風口排出，當空氣逸出時，熔融金屬被加壓以填充空腔；然而，有可能一些空氣分子被懸浮在金屬內部。

此外，在靠近工具壁的表面，金屬快速冷卻並固化而具有細紋理，而遠離較冷的工具壁，熔融金屬則要更長的時間來固化，在這個較長的冷卻循環期間，金屬緩慢收縮的過程會產生微小的空隙，在這些空隙中，鋁中的氫分子遷移到空隙中並變成氣態而形成孔隙。

那麼，我們要如何控制產品設計中的孔隙度，大致分為幾個大項：

- **薄壁：**首先要理解的是，熔湯的部分首先在表面上凝固，冷卻向內延伸到較厚的部分。較薄的外層，最大約 0.5mm，是細粒度的，具有很小的孔隙率，並且可以比較厚的芯部分更強。從設計師的角度來看，這意味著許多需要更大強度的區域才可以實現這一目標，而無需添加更多材料。

- **機械應力較小的區域允許孔隙度：**孔隙率並不總是對部分功能有害。可以設計零件和模具，使得更大的孔隙區域集中在具有較小機械應力的區域中或者不會損害功能性的區域中。在許多情況下，最好不要單獨留下這些區域，而不是使用昂貴且耗時的複雜模具配置。

- **一致的壁厚：**目前孔隙率最常見的原因是腔體內部件的冷卻不均勻，這是不同壁厚所導致；因此，防止這種情況最簡單和最便捷的方法是盡可能保持一致的壁厚。

- **圓角：**應盡可能避免銳角、90°角。圓角將在模具中更快地填充，並且將避免熱點和冷點，而不會影響強度或功能。

如果沒有昂貴的專業加工設備，包括循環冷卻或使用保形冷卻通道，或者在工業中常用的真空壓鑄製程以有效地針對熔湯進行除氣的動作降低孔隙率，幾乎不可能防止某種孔隙。

相對於前述的補救措施，在產品設計時可以評估孔隙的位置並相應地規劃其設計，控制壓鑄件的孔隙率來提高產品的良率，減少不必要的額外加工時間及成本，才是更明智的作法。

本文由海洋大學機械系研究生王昱傑同學摘錄，摘自：Porosity in Pressure Die Casting and How To Control It，出自 Star Rapid。