

燃气渦輪用耐热金屬材料

本文所講的是供制造在高于 550°C 下工作的噴气發动机零件用的金屬材料。

工作时受热至 550°C 的零件，应采用含鉻約 12% 的純鉄体 + 奧氏体之模鍛鋼及含硅或不合硅的奧氏体 18-8 型鉻鎳鋼制造。鉻鎳鋼于 1050~1100°C 在水中或空气中淬火，然后在 750~800°C 下时效，这样可提高其强度性能，可使其組織穩定。

在 700~750°C 下工作的材料，需补加合金元素。加入的合金元素有：鎳、鉻、鈦及其他元素。鎳可以提高耐热性能及抗腐蝕性能；鉻能提高抗氧化性能，因为，鉻本身在鋼的表面形成一層薄而稠密的氧化鉻薄膜，它可以阻止氧化膜繼續加厚；鈦能組成使鋼的蠕变極限增加，使延伸率降低的金屬間化合物。含鈦的鉻鎳鋼的延伸率仅为 5%，如不含鈦，則延伸率增加至 40%。

工作溫度高于 700~750°C 时，应采用含鉬、鈮、鎢、鉍及鉍的純鉄体基的碳化物鋼，此种鋼为粗大晶粒組織、性脆并难于变形。

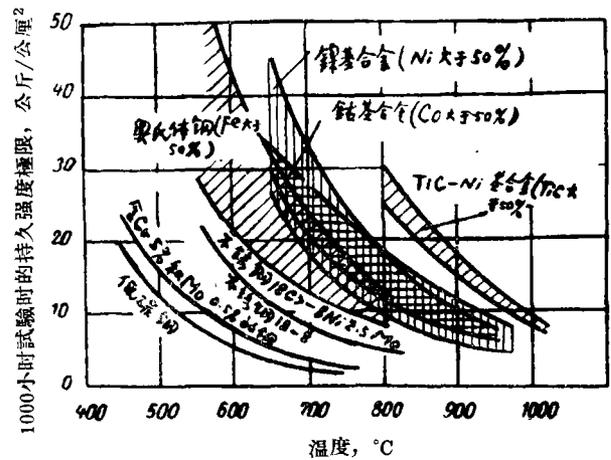
此外，制造在高温下工作的零件时，尚应采用鎳基、鈷基及鎳鈷混合基的各种合金。这些合金的特点是抗腐蝕性能非常高。上述合金的抗氧化性能与其含鉻量有关。含鉻 20% 左右的合金，在 1000°C 时的抗氧化性能仍然良好。含鉻大于 25%，合金在 1200°C 下仍保持这种性能。溫度超过 1200°C 后，上述合金即迅速氧化。

鎳鉻基合金一般作为燃燒室的材料。

鎳基合金的工作溫度接近其熔点溫度。这些合金中鎳的含量介于 75 和 50% 之間，鉻約为 25%。鎳基合金中經常加入能引起彌散硬化的元素——鈦及鋁。含鈦的鋁合金能經受高温下的極大的瞬时載負。以鉍代替鉻会降低合金的抗氧化性能，但能提高 900°C 以下的强度性能。

鈷合金具有相当高的且使其难于形变的含

碳量，它主要作鑄造合金用，这类合金可以在 800°C 以上的溫度下使用。例如，在 950°C 下經 1000 小时試驗时，其持久强度極限不小于 8.5 公斤/公厘²。下圖是各种耐热合金的性能与試驗溫度的关系曲綫。



各种耐热合金的持久强度極限与溫度之关系圖

合金的使用溫度范圍决定于其中最易熔化的組成成分的熔点。熔点最高的元素是鉍 (2600°)，但鉍由 1000°C 起即开始强烈的氧化，因为产生揮發的氧化物，合金即發脆。鉻 (熔点 1950°) 也很脆，所以不适于制造形状复杂的零件。其他高熔点的金屬，如鎢、鎳、鉍，目前尚不能作为耐热合金的基金屬。因为这些金屬不是性脆，就是抗氧化性能低。

采用鎳基和鈷基的耐热合金时，要求制定一系列新的工艺方法，如真空熔煉和澆鑄、熔模鑄造、保护气体的电弧焊、高压对头焊、无毛边模鍛和精密模鍛等。

为了滿足更高的工作溫度下所需的材料，必須研究及發展具有良好工艺性能的金屬陶瓷材料，即耐热性能及硬度与韌性配合适当的金屬陶瓷材料。

李云盛譯自苏联“金相学和热处理快报”

1958.2 朱之琴校