

鋼結構發展之展望

【 2005-08-01 / 祕書處 編輯】

【問】：請問鋼結構的發展前途如何？

【答】：

根據鋼鐵工業和工程界的意向，對鋼結構的發展趨勢從下列幾個方面加以介紹：

一、高性能鋼材

鋼結構離不開鋼材，要改變鋼結構的面貌，給其注入新的活力，不僅要在鋼材的數量上，而且還應在鋼材的品質和種類上加以提高和擴充，這就需要發展高性能鋼材。

高性能鋼材是相對於普通鋼材的統稱，它包含的種類為低合金鋼材，熱強化鋼材，經濟截面鋼材，鍍層、塗層、複合等表面處理鋼材，冷加工鋼材，金屬製品等 6 類，而且和鋼結構均有密切關係，直接影響鋼結構的應用和發展。近年來，世界各產鋼國競相發展高性能鋼材，種類繁多，也給鋼鐵工業帶來了新的面貌，經濟效果頗為顯著。

(一)低合金鋼材

用低合金鋼代替普通碳素鋼，是利用添加少量合金元素提高鋼材的強度和改善其他一些性能，從而達到降低鋼材用量和延長鋼材使用壽命等目的，以達到良好的經濟效益。各產鋼國一般都結合其富有的合金資源大力開發，並已形成以釩、鈦、鋮和鉬的低合金鋼材系列，如 A572 系列及耐火鋼等系列。

耐候鋼（耐大氣腐蝕鋼）亦是低合金鋼中須大力發展的鋼種，由於耐候鋼暴露在大氣條件下時，表面可逐漸形成一層非常緻密且附著力很強的穩定鏽層，從而阻止外界腐蝕介質的侵入，減緩金屬繼續腐蝕的速度。因此，耐候鋼可大量節約塗漆和維護費用。一些國家的鐵路車輛、橋樑和房屋建築已較普遍

地採用低合金耐侯鋼，經濟效果顯著。如 JIS G3125 SPA-H、ASTM A709GR50W、A588 等。

(二)熱強化鋼材

熱強化鋼材係指經控制軋製（控制終軋溫度及壓下率，加大軋製壓力）、控制冷卻（包括軋後餘熱直接淬火）和熱處理（淬火、淬火加回火、球化等）的各類鋼材。由於經熱強化後，鋼材的內部組織經過調整，其強度、韌性等均有顯著提高，如鋼軌經熱強化後，壽命可較一般鋼延長 1~2 倍。如大陸九江長江大橋採用的 15MnVNq 鋼和高強度螺栓用鋼均屬熱處理鋼材，前者降伏強度高達 $y=411.6 \text{ N/mm}^2$ 。國外發展熱強化鋼材已達到最高水準，如美國 T-1 含硼高強度鋼，經熱處理後 $y=700 \text{ N/mm}^2$ 。控制軋製法的利用目前也較普遍，通過控軋控冷，鋼材強度約可提高一個等級，韌性也有所改善，能顯著地節約鋼材，如中鋼 TMCP 鋼板。

(三)經濟截面鋼材

經濟截面鋼材包括 H 型鋼、T 型鋼、異形型鋼、鋼管及冷彎型鋼、壓型鋼板等。由於截面形狀合理，故在用鋼量相等的情況下，其截面慣性矩可比一般截面型材的大，且使用方便，可高效能發揮鋼材的作用，節約金屬和降低鋼結構製造費用。

(四)鍍層、塗層、複合等表面處理鋼材

鍍層、塗層、複合等表面處理鋼材包括鍍保護金屬（鋅、鋁或鋅鋁合金）的鍍層鋼材（如鍍鋅鋼板等）、塗有機物（油漆和塑料）的塗層鋼材（如彩色塗層鋼板等）、表面（單面或雙面）複合不同鋼種的複合鋼材（如不鏽鋼複合鋼板等），它們亦可統稱為覆層鋼材。由於鋼材表面覆層後，防腐性能改善，可使鋼材使用壽命延長 2~5 倍，是節約用鋼的有效途徑。用覆層鋼板製造冷彎型鋼和壓型鋼板等經濟截面，配套用於輕型鋼結構或作維護結構用材，可減少維護費用，經濟效果更為顯著。

(五)冷加工鋼材

冷加工鋼材係指經冷軋、冷抽和冷擠型的鋼材。由於產生冷加工硬化，故其強度大為提高，且表面光亮，尺寸精確，不儘可用於特殊用途，也可代替部分熱軋鋼材。如用得較多的冷軋薄板，由於強度較高，使用厚度相對較薄，一般可節約鋼材約為 30%，而生產費用儘增加約 10%，故主要產鋼國家都在努力發展。

(六)金屬製品

金屬製品一般係指鋼絲、鋼絞線、鋼絲繩等。由於經冷抽的鋼絲及其製品鋼絞線、鋼絲繩等有極高的抗拉強度，可比普通線材大幅地節約鋼材。鋼絲、鋼絞線除用於預應力混凝土結構外，鋼絞線亦是鋼結構中的懸索屋頂結構和懸索橋樑的主要用材。懸索結構是能最充分有效地發揮鋼材性能特點的新型鋼結構，是節約鋼材的有效途徑。

二、新型（含其它）結構

(一)輕型鋼結構

發展輕型鋼結構能使同樣數量的鋼材發揮更大作用，具有減輕結構自重，降低工程造價的雙重意義。

輕型鋼結構除原有的圓鋼、小角鋼組成的形式外，應積極生產冷彎型鋼和壓型鋼板等高效經濟截面鋼材，並將其推廣使用予輕型鋼結構。

(二)空間結構

大跨空間結構在先進國家已有較大發展，尤其是近十年來，大陸各地興建了數以百計的各種類型的鋼網架結構，每年約 100~200 萬平方公尺，它標示著房屋建築由傳統的平面結構體系向空間結構體系邁進了一大步，節約了大量鋼材。今後除了可配合開發高性能鋼材，改進平板網架的設計外，還可開發更加省鋼的懸索結構。

懸索結構是一種造型美觀、對建築平面圖形適應性強的結構形式。由於主要承重構件受拉，因此可最大限度地發揮材料性能的特點，用鋼量很低（按國外資料約 10kg/m² 以下，比平板網架結構降低 60~70%）。國外對懸索結構的應用已相當普遍，台灣的高屏斜張橋、捷運士林站…等，都是精美的作品。懸索

結構在人們的印象中，一般均認為應該用在大跨度橋樑或大跨度公用建築的屋，以為這才是最經濟的選擇。然而，國外有相當多的資料表明，對較小跨度的結構，與框架體系比較，它亦不失為一種節約用鋼的較佳選擇。所以，在今後原材料能得到充足供應且價格降低的條件下，它可能也是值得推廣應用的。

(三)預應力鋼結構

預應力鋼結構通常是在結構體系中，採用增加少量高強度鋼材（鋼絲束、鋼絞線、鋼絲繩或圓鋼）的構件，並對其施加適當的預應力，從而增加結構的承載能力，達到節約用鋼的目的。現在國外的發展趨勢是不論平面結構還是空間結構（網架、懸索結構等）或塔桅結構，均廣泛施加預應力，以達到減輕結構自重、節約鋼材，同時對結構的剛度加以改善。

(四)組合結構

將鋼骨和混凝土組合起來共同受力，並充分發揮各自的長處，可有效地節約鋼材和模板，降低造價。如壓型鍍鋅鋼板與混凝土組成的組合樓蓋、鋼樑與混凝土組成的組合樑以及鋼管內灌混凝土的鋼管混凝土柱等，都是比較成熟的組合結構形式，在國內外的高層鋼結構和工業廠房中已得到廣泛採用，並有很大的發展前途。

組合結構中勁性鋼筋混凝土柱亦是具有開發價值的一種結構形式。它是用鋼構件作骨架再在外面包上鋼筋混凝土，亦稱 SRC 組合結構。SRC 柱在高層房屋建築中使用時可有效地節約用鋼，其強度、穩定性和抗震性能均較好。它可彌補全鋼結構用鋼過多和全混凝土結構截面過大的缺點。同時，其鋼骨架在施工時可先作為承重骨架，有利於開展工作面，加快施工進度。SRC 柱可視載重情況在高層建築中的某些區段使用，如地下和地面的地下幾層和局部區域，這樣可從上部全鋼結構逐步過渡到鋼筋混凝土的地下室和基礎。SRC 組合結構可有效地節約用鋼，在台灣和在日本，現在應用亦相當普遍。

以上所述的組合結構（柱、樑、板）雖然是由鋼骨和混凝土組合而成，但它的骨架以鋼骨為主，特性偏於鋼的方面，故應屬於鋼結構之範疇。