

2009年，矮塔斜拉桥开始在美洲地区建造投入使用，加拿大的The North Arm Bridge（图1.13）、美国的Q Bridge（图1.14）、玻利维亚的The Triplets Bridge桥（图1.15）的相继建成，标志着矮塔斜拉桥已经在全球范围内得到了应用。



图 1.13 The North Arm Bridge (北桥大桥)



图 1.14 Q Bridge (珍珠港纪念桥)



图 1.15 The Triplets Bridge (三兄弟大桥)

矮塔斜拉桥施工技术

AITA XIELAQIAO SHIGONG JISHU



图 1.10 Pyung-Yeo 2 Bridge (平荣 2 桥)



图 1.11 Gum-ga Grand Bridge (高 GA 大桥)



图 1.12 Cho-rack Bridge (巧克力桥)



图 1.8 Sunniberg 桥

随后，矮塔斜拉桥这种新兴发展起来的桥型受到许多国家桥梁工程师的关注，美国、韩国、克罗地亚、加拿大等国先后修建了矮塔斜拉桥。

2006 年，韩国修建了第一座矮塔斜拉桥Kack-hwa第一桥（图1.9），该桥位于韩国光州，桥梁全长270 m，跨径为（55+115+100）m，桥面宽31.1 m。2007年、2008 年，韩国相继建成了 Pyung-Yeo 2 Bridge（平荣 2 桥，图 1.10）、Gum-ga Grand bridge（高GA大桥，图 1.11）、Cho-rack Bridge（巧克力桥，图 1.12），2006—2009 年 4 年的时间，韩国建成多座矮塔斜拉桥，矮塔斜拉桥的设计水平和施工技术日渐成熟。



图 1.9 Kack-hwa 第一桥



图 1.7 日见桥

矮塔斜拉桥在第一座建成后的十几年时间里得到了快速的发展。日本已建成这种桥型的桥几十座，其中木曾川（Kiso）桥跨度最大，达到了 275 m，桥面宽达到了 33 m，波形钢腹板箱梁和预应力混凝土钢梁的应用，丰富了桥梁的结构类型。日本不仅在本国大量建造此桥型，还积极将其推广到国外，日本援建菲律宾的麦克坦大桥、老挝的巴色桥等多座矮塔斜拉桥，取得了很好的社会和经济效益。

1996 年，瑞士甘特大桥的设计师 Christian Menn 又设计了另一座高架矮塔斜拉桥，即位于瑞士阿尔卑斯山 Kloster 镇的 Sunniberg 桥（图 1.8）。该桥于 1998 年建成，仅用时两年。其结构形式为五跨四塔连续双索面曲线矮塔斜拉桥，全长 526 m，跨径为 $(59+128+140+134+65)$ m，最大跨径为 140 m，平曲线半径为 503 m，桥宽为 12.378 m，主梁采用肋板式，跨中板高 0.32 m，塔根处板高 0.4 m，两边肋高 0.8 m，梁高与主跨之比只有 1/175，主梁受力更接近于传统意义上的斜拉桥。桥梁建成后，巨大的平曲线、超大跨径穿越峡谷、与环境更协调的矮塔，使得整桥极具桥梁美学效果，Sunniberg 桥也为当地旅游增添了一处绝佳的景致。这种刚性塔加柔性梁的组合也极大地丰富了矮塔斜拉桥的结构形式，并为矮塔斜拉桥灵活多变的设计风格开辟了新的道路。



图 1.5 木曾川(Kiso)桥

法国学者 Pierre Thrivans 提出的一种新型、更为合理的波形钢腹板预应力混凝土桥由于自重可减轻25%~30%，因此出现后在法国和日本很快得到了应用。矮塔斜拉桥和波形钢腹板预应力混凝土桥在 2004 年建造的栗东桥和日见桥中相互结合了起来，栗东桥是世界上第一座设计采用波形钢腹板的矮塔斜拉桥，日见桥为第二座。

栗东桥（图 1.6）大阪方向桥梁全长 555.0 m，跨径为（67.5+115+170+137.5）m，桥宽 16.5 m，采用双幅、单塔、单箱三室截面波形钢腹板 PC 箱；日见桥（图1.7）全长 365 m，跨径为（92.5+180+92.5）m，桥宽 12.95 m，采用的是双索面、波形钢腹板 PC 箱梁。

栗东桥是日本第二名神高速公路中的一座桥梁，桥位处于非常陡峭的山地上，山上有珍稀的植物。设计师考虑到地形限制和植被保护，不宜在山坡上设墩而应以大跨度跨越，因此考虑采用矮塔斜拉桥。该矮塔斜拉桥主梁采用波形钢腹板，有利于减轻主梁的自重、增大跨径、减小地震反应，同时又有利于施工的合理化、缩短工期、降低工程成本，也便于今后的运营维护。



图 1.6 栗东(Ritto)桥