

钢结构在桥梁上的应用及实例分析

赵天野 赵博文

辽宁省交通运输事业发展中心

摘要: 目前, 钢结构的应用在世界建筑领域上得到了广泛的发展, 诸如应用在工业厂房、大跨结构、轻型结构、与混凝土结构组合结构等。钢结构以其重量轻、造价低、制作简单、施工工期短等优点在桥梁工程中也得到了广泛的应用。

关键词: 钢结构; 大跨结构; 桥梁工程

引言

钢结构因为其独特的优点被广泛的应用于现代桥梁工程建设中, 如跨海大桥、人行天桥等, 据兰格钢铁研究中心测算, 公路钢结构桥梁占比每提升10%, 高性能桥梁年用钢量将增加 $8.36 \times 10^6 \text{t}$, 这表明我国的钢结构桥梁发展势头迅猛^[1]。

一、钢桥的特点

钢材是一种抗拉、抗压、抗剪强度高的匀质材料, 承受拉、弯、压、剪均可, 钢材容重大、强度高做成的结构却比较轻, 与混凝土材料相比自重小, 结构的轻质性可以用材料的质量密度 Q 和强度 f 的比值 a 来衡量, a 值越小, 结构相对越轻。建筑钢材的 a 值为 $1.7 \times 10^{-4} \text{m} \sim 3.7 \times 10^{-4} \text{m}$; 木材为 $5.4 \times 10^{-4} \text{m}$; 钢筋混凝土约为 $18 \times 10^{-4} \text{m}$, 所以钢桥具有很大的跨越能力。当桥梁跨度非常大、荷载非常重, 采用别的材料来造桥将遇到困难时, 一般采用钢桥, 由于钢材的可加工性能好, 可用于复杂桥和景观桥。

另外钢结构作为桥梁上的材料也有其他的一些优点:

(1) 钢桥的构件最适合用工业化方法来制造, 准确度和精度都比较高。

(2) 韧性、延性好、可提高抗震性能。

(3) 钢桥在受到破坏后, 易于修复和更换。

(4) 旧桥可回收, 资源可再利用, 有利于环保。

当以钢结构作为桥梁的主要结构时, 也应该考虑钢材的一些缺点和应该注意的一些问题, 比如钢材的主要缺点是易于腐蚀, 需要经常检查和按期涂油漆; 铁路钢桥行车时噪声与振动均比较大; 为了提高截面效率, 钢桥一般做成薄壁结构, 应力计算应该考虑剪力滞、扭转、翘曲等影响; 钢桥结构刚度小, 稳定问题突出, 作为薄壁结构, 为了防止板件的局部失稳需要设置加劲肋和限制板件的宽厚比; 钢材的疲劳特性以及钢桥部件的连接部位的一些不利影响; 钢材耐热但不耐火。钢材受热, 当温度在 200°C 以内时, 其主要性能(屈服点和弹性模量)下降不多。温度超过 200°C 后, 材质变化较大, 不仅强度总趋势逐步下降, 还有冷脆和徐变现象, 当温度达 600°C 时, 钢材进入塑性状态已不能承载。因此, 设计规定钢材表面温度超过 150°C 后即需加以隔热防护, 对有防火要求者更需按相应规定采取隔热保护措施。

二、桥梁工程上钢结构的选择初衷及应用实例

在桥梁设计上, 因为地质方面的原因, 钢结构往往是首选的材料, 我们知道主墩基础是控制全桥工期与投资的关键结构, 比如湛江海湾大桥在最初设计时, 考虑到桥址区域地质条件较差, 所以应尽可能选择轻型高强的上部结构, 以减轻主墩基础反力, 为减小基础规模创造条件。而桥址区域地震烈度高, 上部结构轻型化, 有利于提高结构的抗震性能。

上海闵浦大桥采用主跨跨径708m的双层桥面斜拉桥, 跨径大, 桥面宽, 车道数量大是该桥的显著特点, 最初选择主梁的结构形式正是考虑到砼结构和钢-砼结构的自重大, 都需要较大的边跨予以平衡, 基础规模大, 且主梁悬拼施工时需现浇混凝土, 施工速度较慢, 因此该桥中跨主梁采用全钢结构。



图1 上海闵浦大桥

为适应双层桥面的需要, 闵浦大桥主梁结构采用钢桁梁形式, 并且是一种板桁结合钢箱梁, 正交异性钢桥面板与主桁共同参与总体受力, 具有以下优点:

(1) 钢桥面板相当于增加了主桁弦杆的面积, 可显著降低主桁的用钢量;

(2) 斜拉桥是以轴压力为主的结构体系, 特别适合于钢桥面板与主桁共同受力;

(3) 钢桥面板与主桁连为一体, 增加了钢桁梁的总体刚度, 减小了各杆件的受力程度;

(4) 上下弦杆与钢桥面板相连后, 提高了弦杆的压屈稳定性, 相应地降低了弦杆的刚度要求, 从而节省了用钢量、降低了造价;

因此, 本桥采用了板桁结合钢桁梁的结构形式。

钢结构在拱桥中的应用也比较多, 比如世界上跨径最大的拱桥—重庆朝天门长江大桥就采用了全钢结构^[2], 主桥采用中承式连续钢桁系杆拱桥, 南北引桥均为预应力混凝土连续箱梁桥。钢结构的使用减轻了主梁的自重, 同时也增加了跨越能力, 并且设计出的桥型美观, 与周围的景色相映衬, 因此朝天门长江大桥也成了重庆的又一道亮丽的风景线。



图2 朝天门长江大桥

钢桁系杆拱桥作为国内一种新兴的桥梁结构, 具有外形雄伟壮观、跨越能力大、承载能力高等优点。钢桁架拱桥和钢斜拉桥相比, 它的刚度更大, 稳定性和抗震性均更好。钢桁架拱桥是一种传统的桥梁结构。它以其刚劲的桁拱与柔细的吊杆构造组合, 形成刚柔相济, 相得益彰的建筑效果, 具有较佳的建筑景观。

三、钢桥防火设计

钢结构虽然优点较多, 但存在耐火性较差, 因此在钢桥设计中一定要考虑防火设计, 以免突发的火灾对桥梁产生不利影响, 常用的防火设计的方法有: 防火板隔离法、膨胀漆覆盖法、水泥砖块填充法、充水法、喷涂法等。

上海闵浦大桥的主梁设计上就采用了防火措施, 桥梁主跨采用钢桁梁, 为大型双层结构, 在有效实行交通功能的同时, 也带来了双层公路大桥特有的防火问题, 即如果下层车辆发生火灾, 将对上层桥面钢结构以及两侧钢杆件形成威胁。尤其值得注意的是, 大桥西侧靠近上海吴泾化工区, 将有可能有油罐车、危险化学品车辆经过, 因此, 闵浦大桥的双层主梁结构需要考虑火灾的不利影响。闵浦大桥在上下层均设置了较完善的交通监控系统, 并针对突发交通事故, 火灾事故等设置了事件自动检测、报警的功能。这种火灾检测报警系统的建立可以在第一时间消除隐患的发生, 避免桥梁受到更大的伤害。因此, 防火的设计是极其重要的。

四、结语

综上所述, 钢结构还是因为其优点而广泛的应用于土木工程中。尤其是钢结构材料强度高、重量轻的优点, 在大跨度桥梁结构中尤为突出, 因为结构跨度越大, 恒载效应在全部荷载效应中所占的比重越大, 减轻恒载, 特别是减轻自重可以获得明显的经济效果。总体上来讲, 随着钢结构的计算原理以及新技术的发展, 促进了桥梁钢结构的发展与应用。

参考文献

- [1] 韩二阳等. 钢结构桥梁中钢箱梁制造工艺[J]. 工艺与装备, 2017(12): 147-149.
- [2] 刘清远. 装配式技术在国内钢桥上的应用和展望[J]. 技术探讨, 2017.