

Discussion on the Development Situation of Steel-concrete Composite Beam Bridge

Yaqiang Zhao Ahui Han

The Engineering Design Academy of Chang'an University Co., Ltd., Xi'an City, Xi'an, Shaanxi, 710064, China

Abstract

Steel-concrete composite structure can make full use of various materials in composite structure, has superior mechanical properties. This combined structure not only saves the construction cost, but also makes the structure more beautiful in shape. In this paper, several commonly used steel - composite beams are briefly summarized and their development is prospected.

Keywords

steel-concrete composite structure; building materials; bridge engineering

钢—混组合梁桥发展现状

赵亚强 韩阿慧

西安长安大学工程设计研究院有限公司, 中国·陕西 西安 710064

摘要

钢—混组合结构可以充分利用组合结构中的各种材料, 有着优越的力学性能。这种组合结构不仅节约了建筑成本, 还使结构在外形上更加美观。论文对几种常用的钢—混组合梁进行了简要概述, 并对其发展进行了展望。

关键词

钢—混组合结构; 建筑材料; 桥梁工程

1 引言

随着社会经济的发展, 现代桥梁建设对材料的利用越来越高效、合理。桥梁建设中最常用的材料有钢材和混凝土等。普通混凝土以水泥为主要胶凝材料, 有着优异的抗压性能, 价格便宜, 但其自重大, 抗拉性能差。纯钢筋混凝土桥梁, 在桥梁正常运营阶段, 拉力承受区的混凝土有出现开裂的可能, 这种情况下受拉区混凝土, 不仅无法抵抗车辆行驶等所带来的外部活荷载, 桥梁本身的重量作为恒荷载的一部分, 也会给桥梁造成更多的荷载负担, 同时用于大跨度桥梁时, 其在耐久性、经济性等方面有着很大的不足, 同时施工速度也有所限制。钢材是一种轻质高强的材料, 优异的抗拉性能和自重小的特质使其在大跨度桥梁中成为主要的建筑材料, 其作为结构主梁在桥梁工程使用中常常被设计成薄壁构件, 而钢梁在缺少侧向约束的情况下, 薄壁构件这种设计方式极易使其容易使结构发生失稳破坏, 既有潜在的安全风险, 又大大降低了材料的利用率, 同时其后期养护成本较高, 抗风稳定

性不足, 其发展也受到了很大的限制^[1]。

为了解决纯钢筋混凝土桥梁和纯钢梁存在的不足, 其他国家学者首先提出用混凝土层来替代造价更为昂贵的钢桥面板。随后, 钢混组合梁桥在中国也得到广泛应用, 表1列举了国际上部分钢混组合梁桥实例。

表1 国际部分钢混组合梁桥实例

钢混组合桥梁名称	国家	年份	跨径布置	桥型
Kurt chümacher	德国	1972	287.04+146.41	独塔斜拉桥
Rande Bridge	西班牙	1977	147+400+147	双塔斜拉桥
生口桥	日本	1991	150+490+150	双塔斜拉桥
上海徐浦大桥	中国	1999	590	双塔斜拉桥
石板坡长江大桥	中国	2006	86.5+138 × 4+330+132.5	连续刚构桥
香港昂船洲大桥	中国	2009	1018	双塔斜拉桥
闵浦大桥	中国	2009	708	双塔斜拉桥
九江长江公路大桥	中国	2013	818	双塔斜拉桥

组合梁结构通过栓钉、型钢等剪力连接件将预制或者现浇混凝土板和钢梁连接成一个整体, 从而能够达到共同受力、相互协作。这一桥梁结构形式表现出更多的优势, 它既传承

【作者简介】赵亚强(1989-), 男, 中国甘肃庆阳人, 本科, 工程师, 从事桥梁工程研究。

了混凝土抗压性的优势，又集合了钢材料的抗拉性强、强度高、韧性好的优势，二者通过这些常见的抗剪连接件连接成一个整体，这样既避免了混凝土因抗拉性能差而出现开裂现象，也不会产生钢梁因受压而失稳破坏的状况，在安全性能、材料利用率等方面也得到了提升。加拿大的 Annacis 桥也采用了钢混组合梁斜拉桥的方案，桥梁跨度为 465 米，造价方面比混凝土方案低近 20%。从 Annacis 桥开始，钢混组合梁斜拉桥迅猛发展，这种主梁形式的所设计的斜拉桥一度成为跨径最大的斜拉桥形式^[2-4]。

钢—混组合梁结构发展至今，钢板组合梁桥、钢混组合箱梁桥、钢混组合桁架梁桥、波形钢腹板—混凝土组合梁桥是工程实践中考虑较多的四种组合形式的梁桥。论文对这四种常见的组合形式桥梁的发展进行概述和展望，以期望为钢混组合结构桥梁的发展与应用提供参考。

2 钢板组合梁桥

经过近几年装配化建筑的发展，中国的钢板组合梁技术已经日趋成熟。钢板组合梁通常由预制混凝土桥面板、钢主梁以及横向连系梁构成。由于钢主梁构造简单，多为工字型截面，如图 1 所示，用钢量相对其他形式组合梁较少，既有的双主梁钢板组合梁和多主梁钢板组合梁布置形式主要也是根据主梁分布间距来确定。这种构造相对简单的钢板组合梁的缺点较其他三种结构形式也相对明显，当主梁间距较大时，虽然极大减少了钢梁部分材料的用量，较为经济，但由于其钢板主梁间距较大，桥梁正向正应力分布不均匀，容易引起剪力滞效应。



图 1 钢板组合梁桥示意

3 钢—混组合箱梁桥

根据钢箱梁构造形式分类，钢—混组合箱梁桥可以分为开口截面箱梁、闭口截面箱梁和窄幅箱梁等。图 2 为钢—混组合箱梁示意图。钢—混组合箱梁桥由下部的钢梁和上部的混凝土桥面板通过栓钉等剪力键连接一个封闭组合的结构形式，具有良好的整体稳定性。组合箱梁桥具有很多优势，承载力更高，非常适用于当前城市道路规划中对于曲线线路桥梁的需求，并且因其具有良好的抗扭性能而在大跨径桥梁

中也有诸多实际应用；再从提高钢构件的耐久性和防腐蚀性的标准上来看，预制混凝土桥面板与钢箱梁构成封闭区间，阻断了钢主梁内表面与外界发生直接的不利接触，可达到延长使用周期的目的，对于后期钢混组合箱梁桥的保养维修费用也大大减少，提高了经济性。但是钢箱梁对于钢材料的使用量仍然较多，因此制作成本相对高，所以在进行跨度不大的钢—混组合箱梁桥设计时，采用箱型截面的设计方式是不经济的。同时，钢—混组合箱梁桥在使用过程中会产生剪力滞现象，导致梁截面的局部应力增大，进而使变形增大^[5]。



图 2 钢—混组合钢箱梁示意图

4 钢混组合桁架梁桥

钢混组合桁架桥是将实腹式钢梁和混凝土板组合替代为钢桁架，以混凝土桥面板作为主桁受压杆件的一部分，其他各杆件根据各自的受力特点设置不同类型杆件材料，即使混凝土抗压和钢材抗拉性能好的特点得到了充分发挥，也有效提高了桥梁的整体刚度和整体稳定性。但是因为钢桁架构造的复杂性，桁架节点设计要求颇高，在桥面板与腹杆连接节点的构造上特别体现出设计难度。

5 波形钢腹板钢混组合梁桥

波形钢腹板组合箱梁由波形钢腹板、混凝土底板、混凝土顶板等组成（如图 3 所示）。20 世纪 80 年代，法国首先提出并实施波形钢腹板组合箱梁桥，而中国引入波形钢腹板组合箱梁试件并不长，最早采用此设计方法的桥是郾城黄河公路大桥，为波形钢腹板组合箱梁桥在中国的推广做出了示范性贡献。此后，像南昌朝阳大桥、前山河特大桥、郑州新密溱水桥等桥梁的设计均参考采用了此种设计方法。

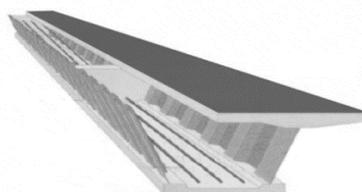


图 3 波形钢腹板组合箱梁示意图

普通的大跨度预应力混凝土箱梁桥在设计施工时常常选

择加大腹板厚度以满足预应力束的分布配置,这一设计选择方法常常因桥梁的较大自重而成为桥梁在运营阶段的负担。与普通混凝土箱梁结构相比,波形钢腹板组合箱梁用波纹钢板替代了混凝土腹板,其腹板自重大大降低,还可承担大部分剪力,同时由混凝土翼板来承受大部分弯矩,大大减少预应力在腹板位置的损失,还避免了混凝土的开裂现象,整个结构造型轻巧,受力更加合理^[6]。但波形钢腹板的纵向刚度较低,且成型工艺要求较高,制作成本及前期投入较大,这也成为该结构组合设计的一大劣势。

6 结语

论文介绍了钢混组合梁桥的发展,对板组合梁桥、钢混组合箱梁桥、钢混组合桁架梁桥、波形钢腹板—混凝土组合梁桥等四种工程实践中应用较多的组合形式梁桥的特点进行了归纳。钢混组合梁桥结构优势明显,发展前景广阔。同时,钢混组合梁桥中连接钢板和混凝土层的连接键以焊接栓钉连

接为主,但是栓钉连接会引入焊接残余应力,因此对连接键进行深入的研究会大大推动钢混组合梁桥的发展。

参考文献

- [1] 许大光.某钢混组合梁斜拉桥受力性能研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [2] 高光彬,华正阳.钢-混组合结构桥梁的技术特点与应用[J].公路,2017,62(1):112-115.
- [3] 赵君黎,刘晓娣.钢-混组合结构在桥梁中的应用综述[J].特种结构,2017,34(2):99-102+116.
- [4] 张钱贵,张善勇.钢-混凝土组合结构桥梁研究新进展[J].科技世界,2015(35):296.
- [5] 刘春.钢-混组合箱梁剪力滞及减隔震支座研究[D].重庆:重庆交通大学,2015.
- [6] 张永飞.钢-混组合箱梁的徐变与剪力滞效应分析[D].兰州:兰州交通大学,2018.

(上接第 69 页)

据当地的实际情况,对城市的污水治理系统进行合理规划,并且在城市建设过程中严格按照相关规定对污水治理系统进行建设,促进城市污水治理与城市建设规划结合,通过建立相应的城市污水治理系统,促进城市污水治理系统正常运行,还要设置污水治理应急机制,最大程度上推动和保障成熟污水治理工作顺利开展,保护中国的生态环境,促进中国的可持续发展^[9]。

5 结语

综上所述,中国的城市污水治理水平与一些发达国家的城市相比还存在一定的差距。为了提高中国的城市污水治理效果,应加强中国城市的污水治理力度,提高对污水治理工作的重视,加强对污水治理人才的培养工作,保护自然环境,

促进城市的可持续发展。

参考文献

- [1] 甘中东,余艳鸽.我国城市污水处理厂运行存在问题及解决对策研究[J].环保科技,2018,24(6):54-59.
- [2] 王超.城市污水处理面临的问题及解决对策[J].建筑工程技术与设计,2017(5):1783+1694.
- [3] 张立民.我国城市污水处理面临的问题及解决对策[J].城市建设理论(电子版),2015(9):4463-4464.
- [4] 崔波.城市污水处理费征收中存在的问题及解决对策[J].商品与质量,2020(48):252.
- [5] 李秀艳.城市污水处理面临的问题及解决对策[J].建筑工程技术与设计,2016(22):1711.