

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
E01D 11/04 (2006.01)



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820210078.6

[45] 授权公告日 2009年9月30日

[11] 授权公告号 CN 201317908Y

[22] 申请日 2008.10.28

[21] 申请号 200820210078.6

[30] 优先权

[32] 2007.12.27 [33] CN [31] 200720077481.1

[73] 专利权人 上海市政工程设计研究总院

地址 200092 上海市中山北二路901号

[72] 发明人 颜爱华 邓青儿 邵长宇 孔德军  
盛勇

[74] 专利代理机构 上海世贸专利代理有限责任公司

代理人 李浩东 陈颖洁

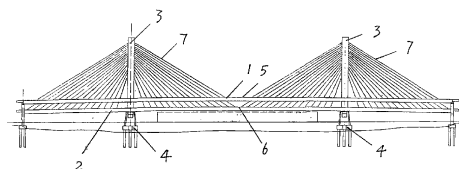
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

### [54] 实用新型名称

一种分离式双层桥面斜拉桥

### [57] 摘要

本实用新型涉及一种分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于它包括上层主梁、下层主梁，与上、下层主梁同时连接的主塔，位于主塔下的主塔基础，上层主梁设有上层桥面，下层主梁设有下层桥面，上、下层主梁分别设斜拉索与主塔连接。上、下层主梁可根据需要分别采用钢箱梁、混凝土箱梁或叠合梁，不但减少了用钢量，而且下层桥面视线通透，避免了钢桁梁杆件对行车视线的干扰，方便了运营管理与养护维修。本实用新型提出一条与钢桁加劲梁体系完全不同的双层桥设计思路，在适用性、经济性、桥梁景观、行车舒适性等诸方面均有较高推广价值，对今后类似工程具有开拓意义。



1、一种分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于它包括相互独立的上层主梁、下层主梁，与上、下层主梁同时连接的主塔，位于主塔下的主塔基础，上层主梁设有上层桥面，下层主梁设有下层桥面，上、下层主梁分别设斜拉索与主塔连接。

2、如权利要求1所述的分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于上、下层主梁分别采用钢箱梁、混凝土箱梁或叠合梁。

3、如权利要求1所述的分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于上层桥面与下层桥面采用独立的拉索布置，拉索索型采用单索面、双索面或单双索面的组合。

4、如权利要求1或2所述的分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于主塔与上层独立主梁之间设置0号斜拉索，桥塔与下层独立主梁之间通过塔柱横梁或牛腿设置纵向滑动支座，上下两层主梁纵向漂浮，塔、梁之间设置横向限位装置。

## 一种分离式双层桥面斜拉桥

技术领域：

本实用新型涉及桥梁的桥型方案设计领域，具体涉及一种分离式双层桥面斜拉桥。

背景技术：

双层（桥面）桥梁国内较为少见，国际上也为数不多；当然高架桥中常见的小跨径双层桥不包括在内。早期我国的双层桥梁基本为跨越长江的公路、铁路两用桥梁，在2000年左右修建了一些双层公路或上层公路，下层运行城市轨道交通的双层桥梁。我国有代表性的双层桥梁见下表：

序号	桥名	桥型方案	主梁构造	荷载	最大跨径
1	武汉长江大桥	连续梁	钢桁梁	公路、铁路	128m
2	南京长江大桥	连续梁	钢桁梁	公路、铁路	160m
3	九江长江大桥	拱加劲连续梁	钢桁梁	公路、铁路	216m
4	芜湖长江大桥	斜拉桥	钢桁梁	公路、铁路	312m
5	香港青马大桥	悬索桥	钢桁梁	公路、城市轨道交通	1377m
6	杭州钱塘江四桥	拱桥	纵、横梁体系	公路、公路	190m
7	澳氹三桥	斜拉桥	混凝土箱梁	公路、城市轨道交通	180m

在已建双层桥梁中，桥型方案有连续梁、拱桥、斜拉桥、悬索桥，但在主梁构造形式上以钢桁梁居多，也有混凝土箱梁，但基本采用整体式横断面。

纵观世界范围内的桥梁，钢桁梁的应用范围不广，以钢桁梁结构为基础的方案，其优点是杆件规模有限，结构自重轻，起吊重量轻，但其缺点也是明显的：杆件、节点类型多，制造不易；下层桥面通透性差；防腐、养护维修难度大；工程投资规模大；景观上类似铁路桥。

因为钢桁梁的加工、制造、安装、维护更换均为专业成套技术，国内从业单位相对较少，总之以上因素决定了钢桁梁造价较高。双层大桥若采用混凝土箱梁，因下层桥面净空要求，梁高较大，施工难度大，且箱梁显得较重。在跨径的适应性方面，钢桁梁的适用跨径范围较大，而混凝土箱梁适用于中等跨径。在从行车视野上分析，上层桥面行车与常规桥梁相同，但下层桥面行车受钢桁梁腹杆或混凝土箱梁腹板的限制，行车视野及舒适性大受影响；钢桁梁的通透性相对较好，混凝土箱梁就犹如隧道，不适合公路行车。

实用新型内容：

本实用新型的目的在于提供一种分离式双层桥面斜拉桥，具有较高的适用性、经济性、桥梁景观、行车舒适性。

为了实现上述目的，本实用新型的技术方案如下：一种分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于它包括上层主梁、下层主梁，与上、下层主梁同时连接的主塔，位于主塔下的主塔基础，上层主梁设有上层桥面，下层主梁设有下层桥面，上、下层主梁分别设斜拉索与主塔连接。上、下层主梁可分别采用钢箱梁、混凝土箱梁或叠合梁。

上、下层桥面分别采用钢箱梁及混凝土箱梁，不但减少了用钢量，而且下层桥面视线通透，避免了钢桁梁杆件对行车视线的干扰，方便了运营管理与养护维修。经过结构的动、静力计算分析研究，既满足使用功能要求，又有良好的景观效果，桥型结构新颖。本实用新型提出一条与钢桁加劲梁体系完全不同的双层桥设计思路，在适用性、经济性、桥梁景观、行车舒适性等诸方面均有较高推广价值，对今后类似工程具有开拓意义。

附图说明：

图 1 为本实用新型的桥式布置图

图 2 为上层钢箱梁的结构示意图

图 3 为下层混凝土箱梁的结构示意图

图 4 为主塔的结构示意图

图 5 为图 4 的侧视图

图 6 为桥梁施工示意图

具体实施方式：

下面结合附图和背景工程例对本实用新型作详细说明。

钢桁梁是双层桥合理构造基本结构形式。上、下弦分别布置桥面，通过选择合理桥面结构形式，使得上、下层桥面结构参与主桁整体受力。以钢桁梁结构为基础的方案，其优点是杆件规模有限，结构自重轻，起吊重量轻，但其缺点也是明显的：杆件、节点类型多，制造不易；下层桥面通透性差；防腐、养护维修难度大；工程投资规模大；景观上类似铁路桥。针对钢桁梁方案的缺点，构思中央单索面斜拉桥，

上、下层桥面分别采用独立箱梁，共用主塔和基础，下层桥面所需的斜拉索从上层预留钢套管穿过，斜拉索保持相同的斜率，全桥具有最好的通透性和独特的景观效果。另外，根据上下层桥面宽度和桥塔形式的不同，上、下层桥面各自独立的拉索体系可以灵活采用单索面、双索面或单双索面的组合等不同形式，产生多种景观效果。

因此本实用新型的分离式双层桥面斜拉桥，其特征在于它包括上层主梁 1、下层主梁 2，与上层主梁 1 和下层主梁 2 同时连接的主塔 3，位于主塔 3 下的主塔基础 4，上层主梁 1 设有上层桥面 5，下层主梁 2 设下层桥面 6，上层主梁 1 和下层主梁 2 分别设斜拉索 7 与主塔 3 连接。上、下层主梁可根据需要分别采用钢箱梁、混凝土箱梁或叠合梁。

下面以某桥方案设计为工程背景，桥型方案采用跨径为 120+240+120m 的三跨双层主梁中央索面斜拉桥，全长 480m，上层主梁采用钢箱梁，下层主梁采用混凝土箱梁，主塔为钢筋混凝土结构，斜拉索面扇形布置，每个主塔 3 两侧各 8 对斜拉索与上层钢箱梁 1 连接，每个主塔 3 两侧各设 15 对斜拉索与下层混凝土箱梁 2 连接，除了最外侧一对斜拉索外，上层钢箱梁 1 和下层混凝土箱梁 2 的斜拉索 7 在立面布置上完全重合，视觉上简洁。梁上标准索距，上层钢箱梁约 12m，下层混凝土箱梁 7.2m，全桥共 94 对，188 根。主塔基础为钢筋混凝土钻孔灌注桩，直径 2.5m。

上层钢箱梁 1 与主塔 3 之间设置 0 号斜拉索，下层混凝土箱梁 2 与主塔 3 之间设置纵向滑动支座，主梁纵向漂浮，塔、梁之间设置横向限位装置；边墩均设置纵向滑动支座提供竖向约束，设置横向挡块；为了克服负反力，在边墩顶附近主梁内进行压重，上、下层压重分别为 300 和 600 吨左右，该技术属于现有技术，在此不再赘述。

#### 1) 上层钢箱梁 1

钢梁断面采用展翅型箱形断面，主梁横向两侧悬臂板为开口断面，其余形成一闭合钢箱梁，梁中心线处高 3.5m，顶板宽 35.2m，底板宽 14.0m。顶板厚 14mm，底板厚 14~16mm，钢梁材质 Q345qD。箱梁顶、底板采用 U 形闭。

劲肋，顶、底板 U 形加劲肋高 260mm，板厚为 8mm。主梁每 3.0m 设置一道横隔梁。斜拉索在钢箱梁上采用拉板式锚固方式。钢箱梁节段工地连接采用栓焊结合方式。

#### 2) 下层混凝土梁 2

主梁采用和上层钢箱梁 1 外形类似的倒梯形箱截面展翅梁构造，梁高 3.5m。顶宽 35.2m，底宽 14m。断面为单箱三室截面，两侧悬臂板长 4.5m。横梁间距 3.6m，有索处两边室横梁厚度 26cm，中室因锚固斜拉索的需要，厚度增加至 43cm，无索横梁厚度均为 26cm。主梁

混凝土为 C50 级。

### 3) 主塔 3

主塔 3 为独柱，塔高 86.0m。主塔顺桥向中、上塔柱截面为矩形，顺桥向塔宽 7.0m，横桥向塔宽 4.0m，主塔锚固区横向塔壁厚 1.5m，纵向塔壁厚 0.7m，中塔柱为实心塔柱；下塔柱为六边形断面，横桥向底宽 11.0m，顺桥向底宽 13.0m。下塔柱顶部设置承托以放置竖向支座。为景观需要，在上塔柱设置有装饰结构。主塔混凝土为 C50 级。主塔锚固区采用环向预应力锚固方式。在本实施例中设置了两个主塔 3。

### 4) 斜拉索 7

本桥共 188 根斜拉索 7，采用平行钢丝斜拉索体系。塔柱两侧共 23 对索，其中锚固于下层砼主梁 15 对，锚固于上层钢箱梁 8 对，同时在上层钢箱梁塔、梁间设置横向稳定索。除最外侧一对索外，锚固在钢箱梁 1 上的其余 7 对索和锚固于下层混凝土箱梁 2 的斜拉索在立面上重合。锚固在下层混凝土箱梁 2 上的斜拉索穿过上层钢箱梁 1 的通道用钢导管进行成孔。

全桥斜拉索 7 共分为 10 种类型，分别由 127、139、151、163、187、199、211、223、241、283 根  $\phi 7\text{mm}$  高强度、低松驰镀锌钢丝组成，钢丝抗拉标准强度为 1670MPa。为了防止风雨振，斜拉索外表设螺旋线或压花护套。

上层钢箱梁 1 与下层混凝土箱梁 2 拥有各自独立的斜拉索，即上层桥面和下层桥面采用独立的拉索布置，根据上下层桥面宽度和主塔形式的不同，拉索索型可以灵活采用单索面、双索面或单双索面的组合等不同形式。

### 5) 主塔基础 4

采用钻孔桩基础，每个主塔墩共 13 根钻孔桩，桩径 2.5m，桩长 17m，承台尺寸为长 29m，宽 16.5m，厚 4m。考虑低水位时不露出桩基，承台顶标高定为 +3.0m。

在具体实施中，主塔基础 4 采用钻孔桩，插打钢护筒搭设平台进行钻孔施工；承台采用套箱围堰施工，主塔采用常规方法翻模爬升施工，主塔分段浇注。

上层钢箱梁 1 采用工厂预制，预制长度 12m，驳船运输就位。钢箱梁共 41 个节段，其中塔下 0#、1# 节段在主塔 3 旁设支架小块拼装，其余节段利用架梁吊机悬臂吊装。

下层混凝土箱梁 2 在主塔 3 附近 33.6m 长的梁段采用支架现浇，其它部位主梁采用预制场预制，预制节段长 3.6m，宽 33.7m，预制节段共 113 个。预制梁吊段重量控制在 220t 以内，预制节段采用运输船运输，桥面吊机吊装。节段吊装就位后利用环氧树脂胶拼。主梁拼

装完成后，滞后 30m 现浇两侧 0.75m 悬臂板。总工期 18 个月。

经研究分析，上层钢箱梁载汽车活载一侧满载的最不利工况下最大扭转角为 0.007rad，相当于 0.7%横坡，下层混凝土箱梁最大扭转角为 0.003rad，相当于 0.3%横坡。结构体系有良好的抗扭刚度，能很好的满足行车要求。经研究分析，双层主梁斜拉桥方案抗风安全性等级较高。双层主梁斜拉桥在风荷载作用下安全。计算表明，结构的动力性能良好，结构各部位的地震响应均在设计允许范围之内，结构具有较高抗震能力，设计安全可靠。

本说明书中所涉及的钢箱梁、混凝土箱梁、叠合梁，以及拉索布置形式，拉索索型形式等具体的结构均属现有技术，在此不再赘述。

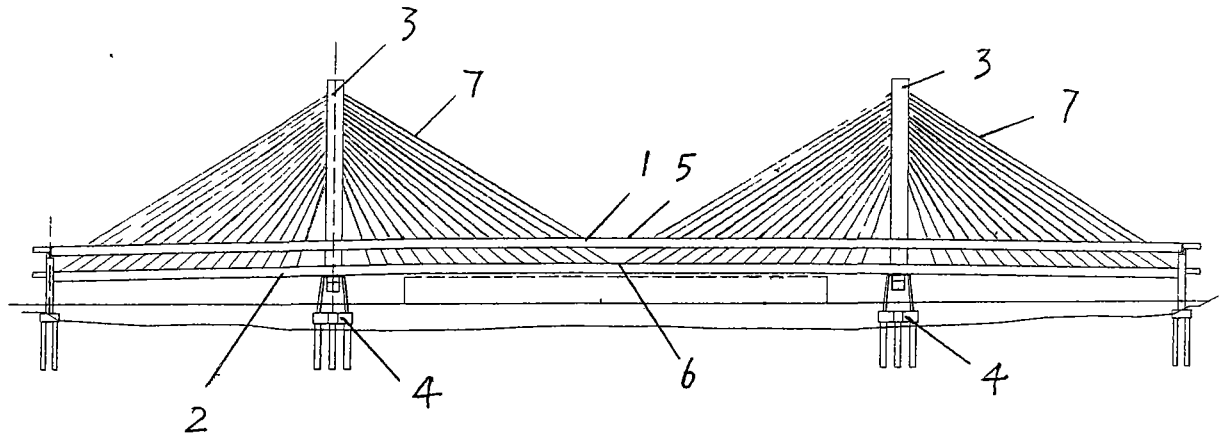


图 1

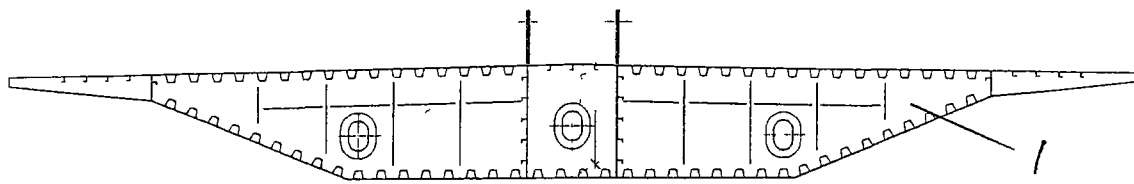


图 2

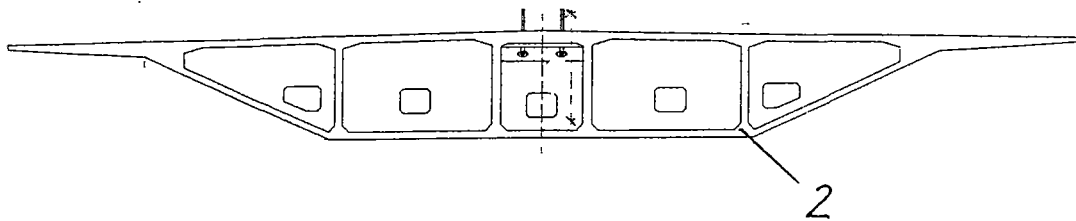


图 3



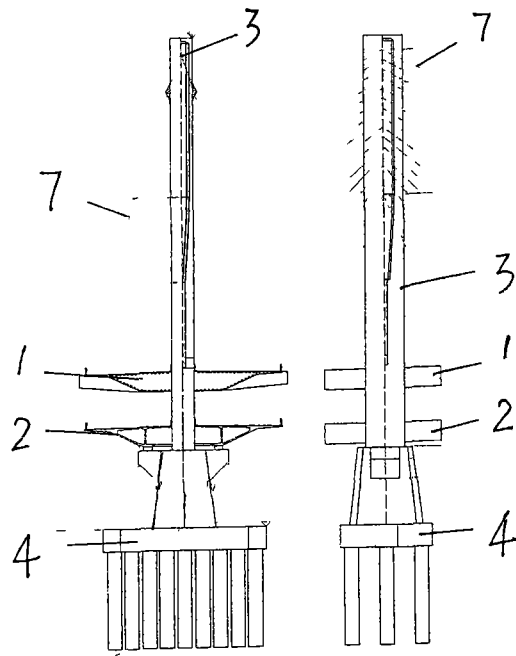


图 4

图 5

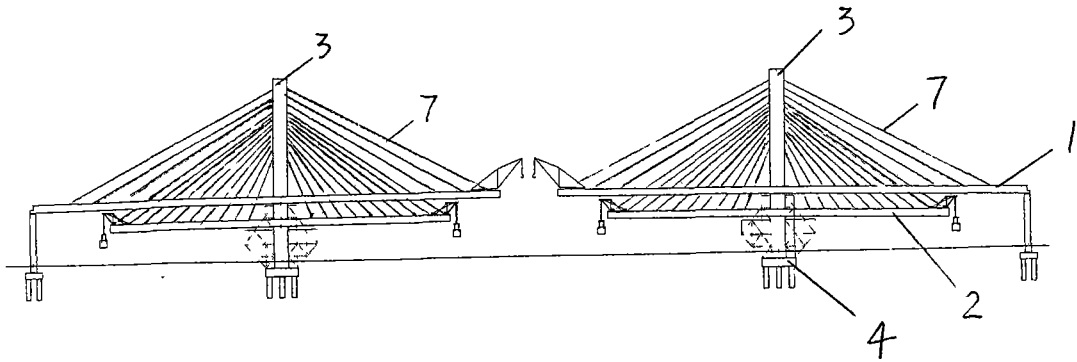


图 6