

说明书

筒状复合材料桥梁防撞装置

技术领域

本发明涉及一种桥梁或码头防撞装置，尤其是一种利用复合材料制造的成本低、弹性大、耐腐蚀的防撞装置，具体地说是一种适用于各类桥梁的桥墩以及码头、水上（海洋）建筑如采油平台等用以减轻船舶（浮冰）撞击灾害的筒状复合材料桥梁防撞装置。

背景技术

船撞桥事故在世界各地一直在不断地发生，船撞桥事故的频率远比我们想象的更高。由船撞桥事故所导致的人员伤亡、财产损失以及环境破坏是惊人的。很多船撞桥事故轻则损失数万元，重则人员伤亡、损失以数百万、数千万甚至数十亿美元计，大量的间接损失更是难以计算。

许多事实表明，桥梁事故的发生主要是由于桥梁下部结构的破坏，因此，需要提高桥墩的抗撞性能，具体可以分为两个方面，即主动抗撞和被动抗撞。主动抗撞是通过桥梁结构设计来提高桥墩自身的抗撞击能力，往往需要将桥墩设计的硕大无比，既不经济美观，也影响了航道的通航能力；被动抗撞是通过设置防撞保护系统来提高桥墩的抗撞击能力，由于其灵活性比较大，可以根据实际情况采用多种方案综合比较，是应用比较广泛的防撞手段。

经过多年的研究应用，国内外出现了多种类型的桥墩防撞设施，但其基本原理是基于能量吸收、动量缓冲而设计的，每种防撞设施都有其特点和使用条件。但目前常用的桩群方式、薄壳筑沙围堰方式、人工岛方式等，一般适用于水浅、地质情况较好的场合，虽然一劳永逸，但会影响航道，且常常因为造价太高或者条件不具备而放弃。而钢结构套箱消能设施利用钢材塑性变形破损消能，但其通常承受单次撞击，撞损后维修较困难；同时碰撞时船体易受损伤；另外钢材常年在水中易锈蚀，维护费用较高，鉴于目前常用防撞设施存在的诸多弊端，本专利拟将纤维增强复合材料结构的耐撞性能引入到桥梁防撞领域中。

发明内容

本发明的目的是针对现有的桥梁防撞装置存在的防撞效果差、成本高、修复难度大等问题，提供一种成本低、弹性大、耐腐蚀并能充分吸收撞击能量、延缓撞击时间、能承受多次撞击的筒状复合材料桥梁防撞装置。

本发明的目的是通过以下技术方案解决的：

一种筒状复合材料桥梁防撞装置，包括防撞单元，防撞单元由筒体和填充在筒体内的填充材料体构成，所述的防撞单元包括直筒形防撞构件和弯筒形防撞构件，不相邻的直筒形防撞构件通过连杆串联或者并联构成条状防撞装置，相邻且相互连接的直筒形防撞构件之间或者直筒形防撞构件和弯筒形防撞构件之间或者弯筒形防撞构件之间通过设置在筒体上的法兰采用螺栓固定相连构成环状或C型防撞结构；所述防撞单元的内侧设有移动装置。

所述的筒体由外筒体构成或者由外筒体、内筒体与外筒体、内筒体之间的填充材料体构成或者由外筒体、中间筒体、内筒体与外筒体、内筒体之间的填充材料体构成。

所述的筒体上设有沿其端部圆周方向设置的法兰，所述的法兰位于外筒体和/或内筒体的内侧和/或外侧。

所述相邻且相互连接的法兰的外侧设有沿筒体的圆周方向设置的套箍。

所述的筒体上设有灌注孔，所述的灌注孔沿筒体的径向设置。

所述的筒体为轻木或泡沫复合材料夹芯管、复合材料夹砂管、塑料、表层缠绕复合材料的金属骨架中的一种；所述的筒体采用玻璃纤维布、碳纤维布、玄武岩纤维布、芳纶纤维布中的一种与树脂制成，其中玻璃纤维布为双轴向布、多轴向布、网格布或纤维毡中的一种，树脂为不饱和聚酯、乙烯基树脂、酚醛树脂、环氧树脂或无机树脂中的一种。

所述的填充材料体为缓冲耗能材料或者缓冲耗能材料与空心装置的结合或者混凝土、空腹格构体中的一种。

所述的缓冲耗能材料为聚氨酯泡沫、聚氨酯弹性体、聚苯泡沫、PVC泡沫、PMI泡沫、聚酰亚胺泡沫、砂、聚苯颗粒泡沫与砂混合料、聚苯颗粒砂浆、橡胶粒、橡胶块、陶粒、石子、煤矸石粉、泡沫铝、液体、加气泡沫混凝土、泡沫、管材、圆球或毛竹中一种或几种；所述的空心装置为封闭的钢管、复合材料缠绕管、复合材料拉挤管、塑料管、毛竹、塑料空心球、复合材料空心球、金属空心球的一种。

所述的连杆包括索、不锈钢链、缆绳、钢绞线；所述的螺栓包括金属螺栓、四氟螺栓、塑料螺栓和复合材料螺栓；所述的移动装置包括万向轮、尼龙或金属滚轮、聚四氟乙烯滑板。

所述的直筒形防撞构件包括等截面直筒形防撞构件和变截面直筒形防撞构件。

本发明相比现有技术有如下优点：

1、本发明的筒体采用了强耐腐蚀、力学特性优越的纤维增强复合材料，可适应江水、海水等各种恶劣环境，减小了维护费用；使用时若船舶正对桥墩撞击，因为筒型截面的筒体为弹性复合材料，具有较大的变形能力，能压缩 1/2 直径而不破坏。

2、本发明的筒体根据情况可设置单层、双层或多层，即只设置外筒体或设置外筒体与内筒体的结合或者在外筒体和内筒体之间设置一道或多道中间筒体，外筒体和内筒体之间还设有填充材料体，紧密安装的填充材料体具有一定的缓冲吸能和粘结能力，可将外筒体、内筒体粘结为一个整体，能发生大变形，缓冲性能好；设置的中间筒体能将撞击荷载有效分散，且能对泡沫缓冲材料形成三向约束，实现多级设防。

3、本发明筒体内的填充材料体具有较大的刚度，可保证内筒体不发生较大变形，从而进一步限制外筒体的变形，保证其不会破裂；填充材料体主要为砂、陶粒等颗粒材料，通过摩擦消耗大量能量。

4、本发明独立的防撞单元之间通过法兰和螺栓连成整体，安装快捷方便，单个单元损坏更换方便；具有自浮能力强、缓冲性能好、弹性模量低等特点，同时结构简单、制造成本低，安装维护方便，因此可有效保护船舶不至于局部受损。

附图说明

附图 1 为本发明的防撞单元连接剖面示意图，其中图 1（a）为具有外筒体、内筒体和中间筒体的防撞单元连接剖面示意图，图 1（b）为具有外筒体、内筒体的防撞单元连接剖面示意图，图 1（c）为单层筒体的防撞单元连接剖面示意图；

附图 2 为本发明的防撞单元横断面结构示意图，其中图 2（a）为具有外筒体、内筒体和中间筒体且填充有缓冲耗能材料的防撞单元横断面结构示意图，图 2（b）为具有外筒体、内筒体且填充有缓冲耗能材料的防撞单元横断面结构示意图，图 2（c）为单层筒体内只填充缓冲耗能材料的防撞单元横断面结构示意图，图 2（d）为单层筒体内填充缓冲耗能材料和直径较大的空心管的防撞单元横断面结构示意图，图 2（e）为单层筒体内填充缓冲耗能材料和若干直径较小的空心管或空心球的防撞单元横断面结构示意图；

附图 3 为本发明的防撞单元结构示意图，图 3（a）为具有外筒体、内筒体和中间筒体且填充有缓冲耗能材料的防撞单元剖面结构示意图；图 3（b）为带有灌注孔的多层直筒形防撞构件结构示意图，图 3（c）为单层筒体外侧带有承插式法兰的直筒形防撞构件

结构示意图，图 3（d）为多层弯筒形防撞构件结构示意图，图 3（e）为单层筒体外侧带有承插式法兰的弯筒形防撞构件结构示意图；

附图 4 为本发明的防撞单元连接结构示意图，其中图 4（a）为防撞单元水平安装结构示意图，图 4(b) 为防撞单元竖直安装结构示意图；

附图 5 为本发明的防撞单元在桥梁墩柱或承台上安装使用状态示意图，其中图 5（a）为等截面防撞构件安装结构俯视图，图 5（b）为 C 型防撞构件安装结构俯视图，图 5（c）为变截面防撞构件安装结构俯视图，图 5（d）为 120 度转角等截面防撞构件安装结构俯视图，图 5（e）为带有灌注孔的多层防撞单元安装结构俯视图，图 5（f）为双层防撞单元安装结构示意图；

附图 6 为本发明的多组防撞单元构成组合防撞体的示意图，其中图 6（a）为多组防撞单元安装在桥梁承台周围的正视剖视图，图 6（b）为 3 根防撞单元竖直排列构成组合防撞体正视剖视图，图 6（c）为组合防撞体安装俯视图。

其中：1—防撞单元；2—筒体；3—填充材料体；4—直筒形防撞构件；5—弯筒形防撞构件；6—连杆；7—法兰；8—螺栓；9—移动装置；10—外筒体；11—内筒体；12—中间筒体；13—套箍；14—灌注孔；15—缓冲耗能材料；16—空心装置；17—复合材料夹板；18—承台。

具体实施方式

下面结合附图与实施例对本发明作进一步的说明。

如图 1-所示：一种筒状复合材料桥梁防撞装置，包括防撞单元 1，防撞单元 1 由筒体 2 和填充在筒体 2 内的填充材料体 3 构成。筒体 2 由外筒体 10 构成或者由外筒体 10、内筒体 11 与外筒体 10、内筒体 11 之间的填充材料体 3 构成或者由外筒体 10、中间筒体 12、内筒体 11 与外筒体 10、内筒体 11 之间的填充材料体 3 构成，筒体 2 上设有沿其端部圆周方向设置的法兰 7，法兰 7 位于外筒体 10 和/或内筒体 11 的内侧和/或外侧。当筒体 2 只有外筒体 10 时，此时法兰 7 一般为承插式法兰且位于筒体 10 的外侧；当筒体 2 为双层或多层时，即具有外筒体 10、内筒体 11 或者还具有中间筒体 12 时，法兰 7 则位于内筒体 11 的外侧和外筒体 10 的内侧，此时可在相互连接的法兰 7 的外侧设有沿外筒体 10 的圆周方向设置的套箍 13，为方便填灌填充材料体 3，还可在筒体 2 上设置沿筒体 2 径向设置的灌注孔 14。筒体 2 可选用轻木或泡沫复合材料夹芯管、复合材料夹砂管、塑料、表层缠绕复合材料的金属骨架中的一种制备而成，也可选用玻璃纤维布、碳纤维布、玄武岩

纤维布、芳纶纤维布中的一种与树脂制成，其中玻璃纤维布为双轴向布、多轴向布、网格布或纤维毡中的一种，树脂为不饱和聚酯、乙烯基树脂、酚醛树脂、环氧树脂或无机树脂中的一种。填充材料体 3 为缓冲耗能材料 15 或者缓冲耗能材料 15 与空心装置 16 的结合或者混凝土、空腹格构体中的一种，缓冲耗能材料 15 为聚氨酯泡沫、聚氨酯弹性体、聚苯泡沫、PVC 泡沫、PMI 泡沫、聚酰亚胺泡沫、砂、聚苯颗粒泡沫与砂混合料、聚苯颗粒砂浆、橡胶粒、橡胶块、陶粒、石子、煤矸石粉、泡沫铝、液体、加气泡沫混凝土、泡沫、管材、圆球或毛竹中一种或几种的混合物，当采用液体作为缓冲耗能材料 15 时，可在筒体 2 的表面设有一定数量的灌注孔 14，以方便缓冲耗能材料 15 进出筒体 2，当缓冲耗能材料 15 不能充满筒体 2 时，可采用封闭的筒体 2；当缓冲耗能材料 15 的密度大于水时，可在缓冲耗能材料 15 的内部填充空心装置 16，空心装置 16 为封闭的钢管、复合材料缠绕管、复合材料拉挤管、塑料管、毛竹、塑料空心球、复合材料空心球、金属空心球的一种。

防撞单元 1 包括直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5，不相邻的直筒形防撞构件 4 通过连杆 6 串联或者并联构成条状防撞装置，连杆 6 选用索、不锈钢链、缆绳、钢绞线的一种；相邻且相互连接的直筒形防撞构件 4 之间或者直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5 之间或者弯筒形防撞构件 5 之间通过设置在筒体 2 上的法兰 7 采用螺栓 8 固定相连构成环状或 C 型防撞装置，沿法兰 7 的圆周方向间隔设置的螺栓 8 为金属螺栓、四氟螺栓、塑料螺栓和复合材料螺栓。因为完整的防撞装置需与桥墩等被防护装置接触，并随水位的变化而变化，为实现防撞装置的上下浮动，在防撞单元 1 的内侧设有移动装置 9，该移动装置 9 包括万向轮、尼龙或金属滚轮、聚四氟乙烯滑板。另外考虑到桥墩各侧所受船撞的风险不同，直筒形防撞构件 4 可制成等截面直筒形防撞构件和变截面直筒形防撞构件，并且其横截面的截面形状可为圆形，也可为椭圆形、半圆形、多边形等适合采用缠绕工艺的截面形状。

实施例 1

本发明的筒状复合材料桥梁防撞装置，如图 1(a) 所示。防撞单元 1 的筒体 2 由外筒体 10、内筒体 11 和两层中间筒体 12 构成，筒体 2 的各部分均为玻璃纤维与不饱和聚酯树脂制成，其中直筒形防撞构件 4 通过缠绕工艺制备，弯筒形防撞构件 5 采用手糊工艺制备；外筒体 10 和内筒体 11 之间灌注聚氨酯泡沫作为两者之间的缓冲耗能材料 15，使筒体 2 的各部分粘结为整体；待防撞装置在桥墩周围安装完毕后，通过灌注孔 7 往内筒体 11 内填充陶粒作为缓冲耗能材料 15；采用螺栓 8 连接内筒体 11 外侧的法兰 7 和外筒体

10 内侧的法兰 7，然后在外筒体 10 连接处的外侧用手糊工艺粘结成光滑的筒体。

实施例 2

本发明的筒状复合材料桥梁防撞装置，如图 1（b）所示。防撞单元 1 的筒体 2 由外筒体 10 和内筒体 11 构成，筒体 2 的各部分均为玻璃纤维与乙烯基树脂制成，其中直筒形防撞构件 4 通过缠绕工艺制备，弯筒形防撞构件 5 采用将直筒形防撞构件 4 按角度切割拼装后通过手糊工艺制备；外筒体 10 和内筒体 11 之间灌注煤矸石粉混合聚氨酯发泡材料作为缓冲耗能材料 15；内筒体 3 内预先填灌好砂粒与陶粒的混合料作为缓冲耗能材料 15；采用螺栓 8 连接内筒体 11 外侧的法兰 7，外筒体 10 的连接处设置环形套箍 13，并手糊纤维布将套箍 13 的两侧与外筒体 10 的接触处糊制为光滑的筒体 2。

实施例 3

本发明的筒状复合材料桥梁防撞装置，如图 4（a）所示。单层的直筒形防撞构件 4 的筒体 2 采用玄武岩纤维布与乙烯基酯树脂通过缠绕工艺制备形成复合材料管，两端为圆球状，外筒体 10 内填充无数个直径较小的 PE 空心球作为空心装置 16，外筒体 10 与空心装置 16 之间紧密填充回收的橡胶粒作为缓冲耗能材料 15，然后通过连杆 6 将若干根复合材料直筒形防撞构件 4 串接为水平防撞体，尤其适用于码头防撞需要等。

实施例 4

本发明的筒状复合材料桥梁防撞装置，如图 5（a）所示。筒体 2 采用玻璃纤维与不饱和聚酯树脂制备而成，其中直筒形防撞构件 4 通过缠绕工艺制备，弯筒形防撞构件 5 采用手糊工艺制备；均为单层筒体 2 的直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5 内皆填充聚苯泡沫砂浆作为缓冲耗能材料 15；此时可将多段直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5 采用承插式的法兰 7 和螺栓 8 围绕桥墩承台 18 的周围连接成长方形环状结构，且多段直筒形防撞构件 4 与桥墩承台 18 接触的内侧设置尼龙滚轮作为移动装置 9，承插式法兰 7 与桥墩承台 18 接触的内侧安装聚四氟乙烯滑板作为移动装置 9。

实施例 5

本发明的筒状复合材料桥梁防撞装置，如图 6 所示。单层的筒体 2，即外筒体 10 采用玻璃纤维布、夹砂布与环氧树脂制备形成复合材料夹砂管，其中直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5 都通过缠绕工艺制备而成，外筒体 10 内填充直径较大、两端封闭的复合材料缠绕管作为空心装置 16，空心装置 16 与外筒体 10 之间紧密填充中粗砂作为缓冲耗能材料 15，采用承插式的法兰 7 和螺栓 8 将变截面的直筒形防撞构件 4 和弯筒形防撞构件 5 围绕桥墩承台 18 的周围连接成一个完整的变截面长方形环状结构，然后采用泡桐木

夹芯复合材料夹板 17 将多根防撞装置竖直排列构成组合防撞体。

本发明的复合材料桥梁防撞装置采用缠绕成型工艺制备，具体流程举例如下：

a. 制备一套大型木、钢或玻璃钢模具，在模具上采用真空导入工艺或手糊工艺制备连接法兰；

b. 制备一套筒状模具，在模具上采用缠绕工艺将浸过不饱和聚酯树脂胶液的连续玻璃纤维布带按照一定角度缠绕到芯模与两端法兰上，然后经固化、脱模，获得带有法兰的不同直径的筒状制品；

c. 将部分直筒形防撞构件切割成 3 段带有角度的部件，将部件拼在一起，在内侧和外侧同时缠绕或手糊玻璃纤维布，形成弯筒形防撞构件；

d. 在直筒形构件和弯筒形构件上安装移动装置，同时在直筒形防撞构件和弯筒形防撞构件上开孔；

e. 将直径较小的筒体作为内筒体插入至直径较大的筒体内，并在两层筒体之间灌注泡沫作为缓冲耗能材料；

f. 将两端密闭的直筒形防撞构件和弯筒形防撞构件运至现场，在岸上或浅滩区预拼装成一个完成的环状防撞圈，然后拆成 1/2 圆防撞单元，围绕桥墩四周，采用内筒外法兰和螺栓连成整体的复合材料防撞系统，同时可在相邻外筒体的连接处采用套箍和糊制方式连接为光滑的筒体；

g. 从灌注孔往内筒体内填灌陶粒等填充材料，作为压重以及摩擦耗能颗粒材料。

本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

- 1、一种筒状复合材料桥梁防撞装置，包括防撞单元（1），防撞单元（1）由筒体（2）和填充在筒体（2）内的填充材料体（3）构成，其特征在于所述的防撞单元（1）包括直筒形防撞构件（4）和弯筒形防撞构件（5），不相邻的直筒形防撞构件（4）通过连杆（6）串联或者并联构成条状防撞装置，相邻且相互连接的直筒形防撞构件（4）之间或者直筒形防撞构件（4）和弯筒形防撞构件（5）之间或者弯筒形防撞构件（5）之间通过设置在筒体（2）上的法兰（7）采用螺栓（8）固定相连构成环状或C型防撞结构；所述防撞单元（1）的内侧设有移动装置（9）。
- 2、根据权利要求1所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的筒体（2）由外筒体（10）构成或者由外筒体（10）、内筒体（11）与外筒体（10）、内筒体（11）之间的填充材料体（3）构成或者由外筒体（10）、中间筒体（12）、内筒体（11）与外筒体（10）、内筒体（11）之间的填充材料体（3）构成。
- 3、根据权利要求1或2所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的筒体（2）上设有沿其端部圆周方向设置的法兰（7），所述的法兰（7）位于外筒体（10）和/或内筒体（11）的内侧和/或外侧。
- 4、根据权利要求1所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述相邻且相互连接的法兰（7）的外侧设有沿筒体（2）的圆周方向设置的套箍（13）。
- 5、根据权利要求1所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的筒体（2）上设有灌注孔（14），所述的灌注孔（14）沿筒体（2）的径向设置。
- 6、根据权利要求1所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的筒体（2）为轻木或泡沫复合材料夹芯管、复合材料夹砂管、塑料、表层缠绕复合材料的金属骨架中的一种；所述的筒体（2）采用玻璃纤维布、碳纤维布、玄武岩纤维布、芳纶纤维布中的一种与树脂制成，其中玻璃纤维布为双轴向布、多轴向布、网格布或纤维毡中的一种，树脂为不饱和聚酯、乙烯基树脂、酚醛树脂、环氧树脂或无机树脂中的一种。
- 7、根据权利要求1所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的填充材料体（3）缓冲耗能材料（15）或者缓冲耗能材料（15）与空心装置（16）的结合或者混凝土、空腹格构体中的一种。
- 8、根据权利要求7所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的缓冲耗能材料（15）为聚氨酯泡沫、聚氨酯弹性体、聚苯泡沫、PVC泡沫、PMI泡沫、聚酰亚胺泡

沫、砂、聚苯颗粒泡沫与砂混合料、聚苯颗粒砂浆、橡胶粒、橡胶块、陶粒、石子、煤矸石粉、泡沫铝、液体、加气泡沫混凝土、泡沫、管材、圆球或毛竹中一种或几种；所述的空心装置（16）为封闭的钢管、复合材料缠绕管、复合材料拉挤管、塑料管、毛竹、塑料空心球、复合材料空心球、金属空心球的一种。

- 9、根据权利要求 1 所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的连杆（6）包括索、不锈钢链、缆绳、钢绞线；所述的螺栓（8）包括金属螺栓、四氟螺栓、塑料螺栓和复合材料螺栓；所述的移动装置（9）包括万向轮、尼龙或金属滚轮、聚四氟乙烯滑板。
- 10、根据权利要求 1 所述的筒状复合材料桥梁防撞装置，其特征在于所述的直筒形防撞构件（4）包括等截面直筒形防撞构件和变截面直筒形防撞构件。