

.ICS 45. 040
S 13

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T XXXX-202X

铁路线桥防护 铁路桥梁防船舶撞击装置

Protection of railway lines and bridges — Devices protecting
railway bridges from vessel collision

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2024 年 9 月 25 日）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家铁路局 发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	2
4	规格、分类、型号及结构形式	3
5	技术要求	7
6	试验方法	11
7	检验规则	13
8	标志、包装、储存和运输	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口。

本文件起草单位：中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路设计集团有限公司、株洲时代新材料科技股份有限公司、中铁科工集团有限公司。

本文件主要起草人：高策、周勇政、郭辉、嵯一、蒋瑞秋、周航、王凯林、高峰、张程、孙大奇

铁路线桥防护 铁路桥梁防船舶撞击装置

1 范围

本文件规定了铁路桥梁防船舶撞击装置的术语和定义，规格、分类、型号和结构形式，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、储存和运输。

本文件适用于设防船撞力110MN及以下的铁路桥梁防船舶撞击装置（以下简称“防撞装置”）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 528—2009 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 706 热轧型钢

GB/T 709 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分 浸渍法、液体比重瓶和滴定法

GB/T 1040.1—2018 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则

GB/T 1040.3—2006 塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件

GB/T 1228 钢结构用高强度大六角头螺栓

GB/T 1231 钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件

GB/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB/T 1447 纤维增强塑料拉伸性能试验方法

GB/T 1448 纤维增强塑料压缩性能试验方法

GB/T 1449 纤维增强塑料弯曲性能试验方法

GB/T 1450.2 纤维增强塑料冲压式剪切强度试验方法

GB/T 1453 夹层结构或芯子平压性能试验方法

GB/T 1455 夹层结构或芯子剪切性能试验方法

GB/T 8810 硬质泡沫塑料吸水率的测定

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 2573 玻璃纤维增强塑料老化性能试验方法

GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱

GB/T 3398.1 塑料 硬度测定 第1部分：球压痕法

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 3854 增强塑料巴柯尔硬度试验方法

GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法

GB/T 5782 六角头螺栓

GB/T 7759.1—2015 硫化橡胶或热塑性橡胶压缩永久变形的测定 第1部分：在常温及高温条件下

GB/T 7762 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐臭氧龟裂 静态拉伸试验

GB/T 8810 硬质泡沫塑料吸水率的测定

GB/T 8813 硬质泡沫塑料 压缩性能的测定

GB/T 8924 纤维增强塑料燃烧性能试验方法 氧指数法

GB/T 7233.1 铸钢件 超声检测 第1部分：一般用途铸钢件定

GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯

GB/T 17431.2 轻集料及其试验方法 第2部分：轻集料试验方法

GB/T 25775 焊接材料供货技术条件 产品类型、尺寸、公差和标志

GB/T 31930—2015 金属材料 延性试验 多孔状和蜂窝状金属压缩试验方法

GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准

GJB 130.2—1986 铝蜂窝芯子密度测定方法

GJB130.6—1986 胶接铝蜂窝夹层结构和芯子平面剪切试验方法

GB/T 50082—2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

CB/T 257—2001 钢质海船船体密性试验方法

TB/T 3274 铁路混凝土梁配件多元合金共渗防腐技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防撞装置 collision prevention device

安装于铁路桥梁墩台，防止船舶直接碰撞桥梁墩台并在碰撞时通过自身变形，缓冲耗能、降低作用于桥梁墩台船撞力的装置。

3.2

固定式防撞装置 fixed collision prevention device

固定在桥梁墩台上的防撞装置。

3.3

浮动式防撞装置 floating collision prevention device

安装在桥梁墩台周围，且能随水位变化上下浮动的防撞装置。

3.4

组件 component

构成防撞装置主体的节段。

3.5

消能元件 energy absorption element

附着于防撞结构主体，具有延长碰撞时间、耗散碰撞能量和降低船撞力功能的元件。

3.6

耗能芯材 energy absorption core material

填充于防撞装置格构内部，用于耗散碰撞能量的材料。

3.7

活性粉末混凝土 reactive powder concrete, RPC

以水泥和矿物掺合料等活性粉末材料、细骨料、外加剂、高强度微细钢纤维和/或有机合成纤维、水等原料生产的超高强增韧混凝土，简称RPC。

4 规格、分类、型号及结构形式

4.1 规格

防撞装置按照设防船撞力分为21级：0.5MN、1MN、2MN、3MN、4MN、5MN、6MN、7MN、8MN、9MN、10MN、20MN、30MN、40MN、50MN、60MN、70MN、80MN、90MN、100MN、110MN。

4.2 分类

4.2.1 按附着形式，防撞装置可分为：

- a) 固定式防撞装置，代号为 GD；
- b) 浮动式防撞装置，代号为 FD。

4.2.2 按布置形式，防撞装置可分为：

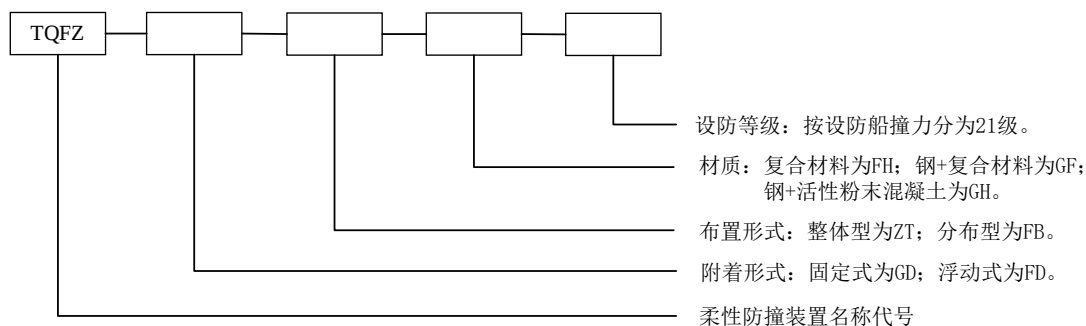
- a) 整体型防撞装置，代号为 ZT；
- b) 分布型防撞装置，代号为 FB。

4.2.3 按材质，防撞装置可分为：

- a) 复合材料防撞装置，代号为 FH；
- b) 钢+复合材料防撞装置，代号为 GF；
- c) 钢+活性粉末混凝土（RPC）防撞装置，代号为 GH。

4.3 型号

防撞装置型号表示方法如下：



示例：TQFZ-GD-ZT-GF-3，表示防撞等级为 3MN 的固定式钢+复合材料整体型防撞装置。

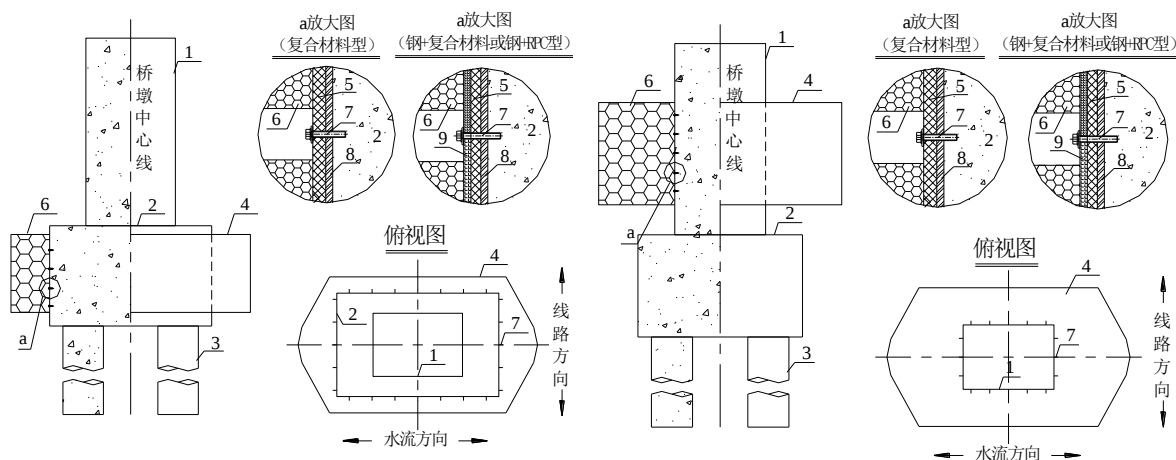
4.4 结构形式

4.4.1 防撞装置结构形式可分为固定式复合材料防撞装置、固定式钢+复合材料防撞装置、固定式钢+RPC 防撞装置、浮动式复合材料防撞装置和浮动式钢+复合材料防撞装置、浮动式钢+RPC 防撞装置。

4.4.2 固定式复合材料防撞装置主要由复合材料外壳、复合材料格构、耗能芯材和连接件组成，可分为整体型和分布型固定式复合材料防撞装置，其示意图见图 1、图 2。复合材料防撞装置内部构造可采用正交格构腹板、六边形格构腹板、圆形格构腹板或梯形格构腹板等形式，其示意图见图 3。

4.4.3 固定式钢+复合材料防撞装置主要由复合材料外壳、钢结构层、耗能芯材和连接件组成，可设复合材料格构，可分为整体型和分布型固定式钢+复合材料防撞装置，其示意图见图 1、图 2。外部构造可采用箱型板梁结构、劲性骨架结构或钢夹层结构等形式，其示意图见图 4。

4.4.4 固定式钢+RPC 防撞装置主要由 RPC 外壳、钢结构层、钢格构、耗能芯材和连接件组成，可分为整体型和分布型固定式钢+RPC 防撞装置，其示意图见图 1、图 2。内部构造可采用正交格构腹板、六边形格构腹板、圆形格构腹板或梯形格构腹板等形式，其示意图见图 3，外部构造可采用箱型板梁结构、劲性骨架结构或钢夹层结构等形式，其示意图见图 4。



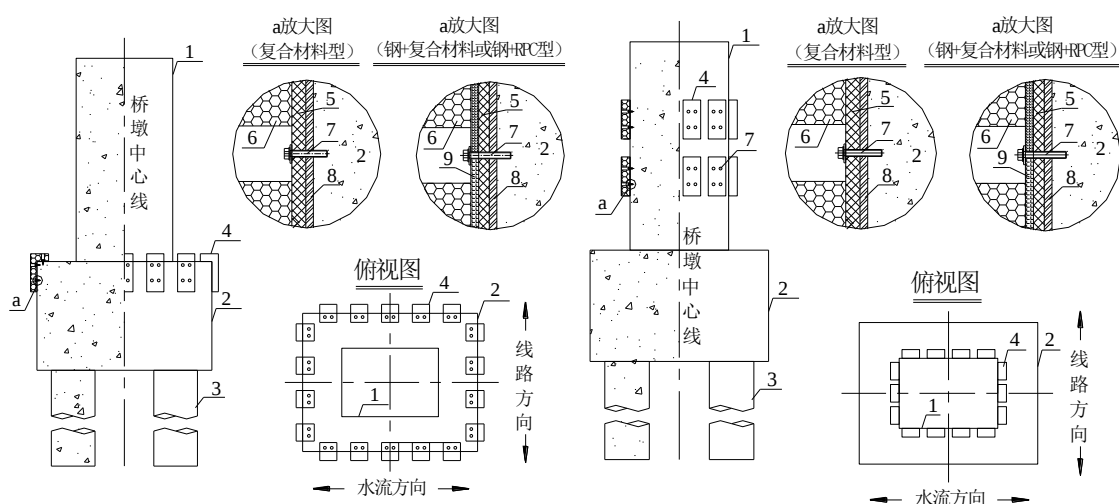
a) 布置于承台

b) 布置于桥墩

标引序号说明：

- 1——桥墩；
- 2——承台；
- 3——桩基；
- 4——防撞装置；
- 5——RPC 外壳或复合材料外壳；
- 6——格构及耗能芯材；
- 7——连接件；
- 8——桥墩或承台预埋件；
- 9——钢结构层。

图 1 整体型固定式防撞装置示意



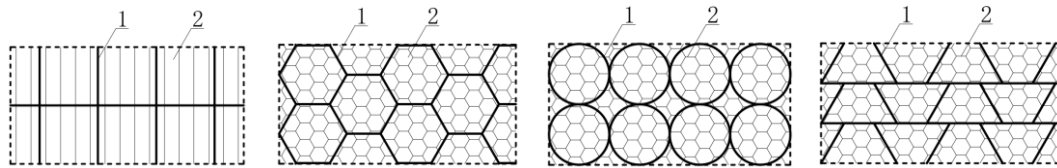
a) 布置于承台

b) 布置于桥墩

标引序号说明：

- 1——桥墩；
- 2——承台；
- 3——桩基；
- 4——防撞装置；
- 5——RPC 外壳或复合材料外壳；
- 6——格构及耗能芯材；
- 7——连接件；
- 8——桥墩或承台预埋件；
- 9——钢结构层。

图 2 分布型固定式防撞装置结构示意图



a) 正交格构腹板

b) 六边形格构腹板

c) 圆形格构腹板

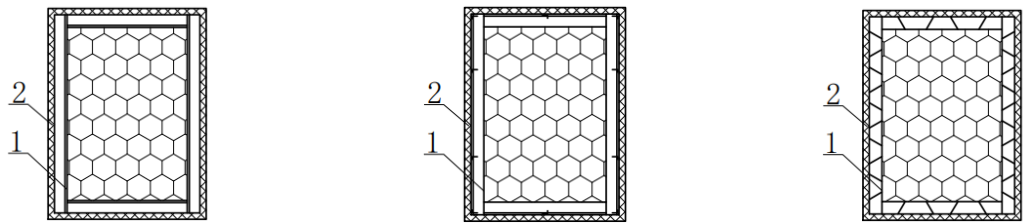
d) 梯形格构腹板

标引序号说明:

1——复合材料格构或钢格构;

2——耗能芯材。

图 3 防撞装置内部构造示意



a) 箱型板梁结构

b) 刚性骨架结构

c) 钢夹层结构

标引序号说明:

1——钢结构层;

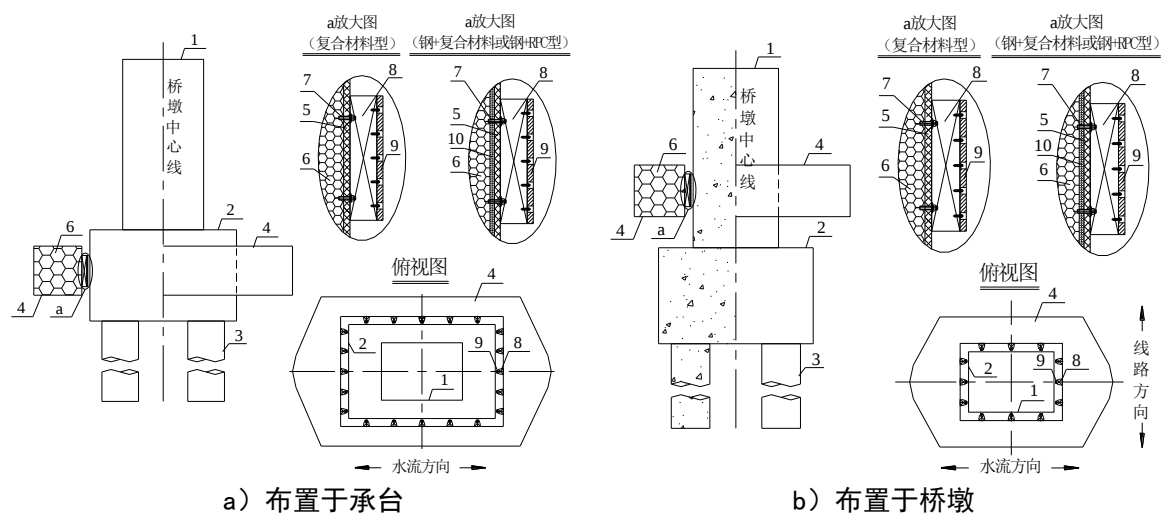
2——RPC 外壳或复合材料外壳。

图 4 钢+复合材料或钢+RPC 防撞装置外部构造示意

4.4.5 浮动式复合材料防撞装置主要由复合材料外壳、复合材料格构、耗能芯材和摩擦板组成,可设消能元件,摩擦板可设于消能元件上,也可直接设于复合材料外壳与桥墩直接接触的位置处,其示意图见图 5。内部构造可采用正交格构腹板、六边形格构腹板、圆形格构腹板或梯形格构腹板等形式,其示意图见图 3。

4.4.6 浮动式钢+复合材料防撞装置主要由复合材料防护层、钢结构层、耗能芯材、摩擦板组成,可设复合材料格构与消能元件,摩擦板可设于消能元件上,也可直接设于复合材料外壳与桥墩直接接触的位置处,其示意图见图 5。外部构造可采用箱型板梁结构、刚性骨架结构或钢夹层结构等形式,其示意图见图 4。

4.4.7 浮动式钢+RPC 防撞装置主要由 RPC 外壳、钢结构层、钢格构、耗能芯材和摩擦板组成,可设消能元件,摩擦板可设于消能元件上,也可直接设于 RPC 外壳与桥墩直接接触的位置处,其示意图见图 5。内部构造可采用正交格构腹板、六边形格构腹板、圆形格构腹板或梯形格构腹板等形式,其示意图见图 3,外部钢结构层可采用箱型板梁结构、刚性骨架结构或钢夹层结构等形式,其示意图见图 4。



标引序号说明:

- 1——桥墩;
- 2——承台;
- 3——桩基;
- 4——防撞装置;
- 5——RPC 外壳或复合材料外壳;
- 6——格构及耗能芯材;
- 7——连接件;
- 8——消能元件;
- 9——摩擦板;
- 10——钢结构层。

图 5 浮动式防撞装置示意

5 技术要求

5.1 总体要求

- 5.1.1 防撞装置的选择应综合考虑桥位、桥梁自身的抗撞能力、船撞力、墩台外形、水位变化、代表船型及通航净空等因素。
- 5.1.2 防撞装置应满足结构自身及其连接件的强度、稳定性和耐久性要求。
- 5.1.3 防撞装置宜采用模块化设计，模块化组件设计应便于运输安装，便于后期维修与更换。
- 5.1.4 防撞装置生产前应进行施工现场勘测，出厂前应完成试拼装。
- 5.1.5 防撞装置外表面应按相关规定采用警示色。
- 5.1.6 防撞装置外形宜有利于改变船舶撞击后的运动方向。
- 5.1.7 浮动式防撞装置密水性应可靠，不应出现渗水；沿墩台上下浮动功能应可靠顺畅。
- 5.1.8 浮动式防撞装置的首尾边中心和侧边中心应设置水尺标志。
- 5.1.9 防撞装置材料应满足相关环保要求。

5.1.10 防撞装置的船撞力削减率可按表 1 进行设计, 并采用动力数值仿真分析方法或冲击模型试验方法进行验证。

表 1 防撞装置船撞力设计削减率

类 别	附着形式		船撞力削减率
防撞装置	浮动式		$\geq 30\%$
	固定式	分布型	$\geq 15\%$
		整体型	$\geq 30\%$

5.1.11 防撞装置除满足本文件的要求外还应满足设计文件要求。

5.2 材料要求

5.2.1 钢板材

5.2.1.1 钢板材强度等级不应低于 Q235, 其力学性能应符合 GB/T 700、GB/T 1591 的规定。

5.2.1.2 钢板材厚度及允许偏差应符合 GB/T 709 的规定。

5.2.1.3 钢格构采用的钢板材力学性能、厚度及允许偏差应符合 5.2.1.1 与 5.2.1.2 的规定。

5.2.2 钢型材

5.2.2.1 钢型材强度等级不应低于 Q235, 其力学性能应符合 GB/T 700、GB/T 1591 的规定。

5.2.2.2 钢型材的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 706 的规定。

5.2.3 复合材料

5.2.3.1 复合材料外壳和复合材料格构的力学性能应符合表 2 的规定。

表 2 复合材料力学性能要求

项 目		性能要求	
		外壳	格构
拉伸强度	MPa	≥ 300	≥ 250
拉伸模量	GPa	≥ 15	≥ 15
拉伸断裂伸长率		$\geq 2\%$	$\geq 2\%$
压缩强度	MPa	≥ 200	≥ 150
弯曲强度	MPa	≥ 300	≥ 250
剪切强度	MPa	≥ 50.0	≥ 50.0
吸水率		$\leq 1\%$	$\leq 1\%$
巴氏硬度	HBa	≥ 45	≥ 45

5.2.3.2 复合材料的阻燃、耐老化性能应符合表 3 的规定。

表 3 复合材料的阻燃、耐老化性能要求

项 目		性能要求
阻燃性能	氧指数 LOI	$\geq 27\%$
耐老化性能	湿热和耐水性试验后, 拉伸强度和模量下降率	$\leq 20\%$
	紫外线耐久性试验后, 拉伸强度和模量下降率	$\leq 20\%$, 颜色无明显变化

5.2.4 RPC 外壳

5.2.4.1 RPC 外壳的力学性能应符合表 4 要求。

表 4 RPC 外壳的力学性能要求

项 目		RPC120	RPC140	RPC160	RPC180
抗压强度	MPa	≥ 120	≥ 140	≥ 160	≥ 180
抗折强度	MPa	≥ 14	≥ 18	≥ 22	≥ 24
弹性模量	GPa	≥ 40			

5.2.4.2 RPC 外壳的耐久性能应符合表 5 的要求。

表 5 RPC 外壳的耐久性能要求

项 目		RPC120	RPC140	RPC160	RPC180
抗冻性(快冻法)		$\geq F500$			
抗氯离子渗透性(电量法)	C	$Q \leq 100$			
抗硫酸盐侵蚀性		$\geq KS120$			
氯离子扩散系数	m^2/s	$\leq 0.02 \times 10^{-12}$			
抗渗等级		$\geq P35$			

5.2.5 耗能芯材

耗能芯材可采用聚氨酯闭孔泡沫或金属蜂窝，耗能芯材不应与复合材料或 RPC 发生化学反应，其材料的物理力学性能应符合表 6 的规定。

表 6 耗能芯材材料物理力学性能要求

材料	项 目	性能要求
聚氨酯闭孔泡沫	密度	kg/m^3 ≥ 30
	吸水率	$\leq 2.5\%$
	剪切强度	MPa ≥ 0.15
	压缩强度	MPa ≥ 0.15
金属蜂窝	密度	kg/m^3 ≥ 50
	剪切强度	MPa ≥ 0.3
	压缩强度	MPa ≥ 1.0

5.2.6 摩擦板

摩擦板应采用聚四氟乙烯板、改性聚四氟乙烯板或改性超高分子量聚乙烯板，其物理力学性能应符合表 7 的要求。

表 7 摩擦板物理力学性能要求

项 目	聚四氟乙烯板	改性聚四氟乙烯板	改性超高分子量聚乙烯板
密度 g/cm ³	2.14~2.20	2.0~2.10	0.93~0.98
拉伸强度 MPa	≥30	≥21	≥30
断裂拉伸应变	≥300%	≥300%	≥250%
拉伸弹性模量 MPa	—	—	680~1020
球压痕硬度 (H132/60) ^a MPa	23.0~33.0	26.4~39.6	26.4~39.6
^a 球压痕硬度中 H132/60 为荷载 132N、持荷 60s。			

5.2.7 消能元件

消能元件宜采用橡胶材料，其物理力学性能应符合表 8 的规定。

表 8 橡胶材料物理力学性能要求

项 目		性能要求
拉伸强度MPa		≥16
拉断伸长率		≥300%
压缩永久变形（70℃，24h）		≤30%
硬度（邵氏 A）		≤84
臭氧老化性能（40℃，48h，20%伸长率，0.00005%）		无龟裂
热空气老化性能(70℃，96h)	拉伸强度变化	≤20%
	断裂伸长率变化	≤20%
	硬度（邵氏 A）	增加不应超过 8

5.2.8 配套材料

5.2.8.1 钢结构焊接材料应与母材性能相匹配，其性能应符合 GB/T 25775 的规定。

5.2.8.2 钢结构焊接部位的技术要求应符合设计规定，无规定时，应符合 JB/T 5943 的要求。钢结构焊缝均应进行超声波探伤，关键焊缝不应低于 I 级质量等级要求，普通焊缝不应低于 II 级质量等级要求。

5.2.8.3 浮动式防撞装置宜采用不锈钢螺栓，螺栓性能应符合 GB/T 3098.6 的有关规定；采用高强度紧固螺栓时，螺栓性能应符合 GB/T 5782 和 GB/T 1228 的规定。除不锈钢螺栓外，螺栓应采用复合防腐层的方法进行防腐处理，防腐层的技术要求应符合 TB/T 3274 的相关规定。

5.2.8.4 钢结构表面应按 TB/T 3274 的规定根据适用环境及范围采取保护涂装体系进行防腐涂装，或采用其他符合设计要求的可靠的防护体系。

5.2.9 外观与尺寸

5.2.9.1 防撞装置外观质量应符合表 9 的规定。

表 9 外观质量

项 目	技术要求
外表面	外表面应完整、无裂缝，不应有明显的脱落、凹痕、龟裂、划伤、污迹、分层、发白、起鼓、皱皮、鼓泡等；表面涂层无漏涂、平顺、颜色均匀一致
表面标志	表面应设有清晰、牢固的警示和水尺标志
表面平整度 mm	±5.0

5.2.9.2 防撞装置构件尺寸极限偏差应符合表 10 的规定。

表 10 防撞装置构件尺寸极限偏差

单位为毫米

项 目	极限偏差
复合材料板厚	±0.5
RPC 板厚	±2
摩擦板厚度	±0.5
螺栓孔间距	±5
螺栓孔直径	+2 0

5.2.9.3 防撞装置整体尺寸极限偏差应符合表 11 的规定。浮动式防撞装置与桥墩间距极限偏差±100mm。

表 11 防撞装置整体尺寸极限偏差

单位为毫米

项 目	极限偏差
总长、总宽	±50
高度	±10 或高度的 0.1%取小者

5.2.10 整体性能

5.2.10.1 浮动式防撞装置应充气无渗漏。

5.2.10.2 浮动式防撞装置顶面与水平面夹角不应超过 2°，其自浮性应符合表 12 的规定。

表 12 浮动式防撞装置自浮性能要求

类 别	自浮性
复合材料防撞装置	$0.2h \leq H \leq 0.8h$
钢+复合材料防撞装置、钢+RPC 防撞装置	$0.3h \leq H \leq 0.8h$
注：h 为防撞装置高度；H 为防撞装置吃水深度。	

6 试验方法

6.1 外观与尺寸

6.1.1 外观质量目视检查。外形尺寸采用卷尺、直尺、游标卡尺、测厚仪等通用或专用量具进行测量。

6.1.2 复合材料板厚采用测厚仪测量，表面积大于 5m^2 的工件，每件测量 10 处厚度取平均值；表面积不大于 5m^2 的工件，每件测量 5 处厚度取平均值。测点应均匀分布。

6.1.3 钢板材厚度测定应按 GB/T 709 的规定进行，钢型材尺寸、外形及重量的测定应按 GB/T 706 的规定进行。

6.1.4 RPC 外壳厚度测定应按 GB 50204 的规定进行。

6.2 材料

6.2.1 钢板材、型钢材的力学性能测定应按 GB/T 288.1 的规定进行。

6.2.2 复合材料、RPC 和内部填充的耗能芯材的力学性能试验方法应符合表 13 的规定。

表 13 复合材料、耗能芯材和 RPC 的力学性能试验要求

材料类型	性能指标	试验方法
复合材料	拉伸强度	GB/T 1446、GB/T 1447
	拉伸模量	
	拉伸断裂伸长率	GB/T 2567
	压缩强度	GB/T 1446、GB/T 1448
	弯曲强度	GB/T 1446、GB/T 1449
	剪切强度	GB/T 1446、GB/T 1450.2
	吸水率	GB/T 8810
	巴氏硬度	GB/T 3854
耗能芯材-聚氨酯闭孔泡沫	密度	GB/T 17431.2
	吸水率	GB/T 8810
	剪切强度	GB/T 1455
	压缩强度	GB/T 1453、GB/T 8813
耗能芯材-金属蜂窝	密度	GJB 130.2—1986
	剪切强度	GJB130.6-86
	压缩强度	GB/T 31930—2015
RPC	抗压强度	GB/T 50081
	抗折强度	GB/T 50081
	弹性模量	GB/T 50081

6.2.3 复合材料氧指数测定应按 GB/T 8924 的规定进行。复合材料的湿热和耐水性能按 GB/T 2573 进行测试，试样浸泡周期取 1000h。复合材料的紫外线耐久性能按 GB/T 16422.3 进行测试，试验周期为 1000h，或循环次数不少于 84 次。

6.2.4 活性粉末混凝土(RPC)抗冻性(快冻法)应按 GB/T 50082—2009 第 4.2 条进行测试,抗氯离子渗透性(电量法)应按 GB/T 50082—2009 第 7.2 条进行测试,抗硫酸盐侵蚀性应按 GB/T 50082—2009 第 14 章的方法进行测试,氯离子扩散系数应按 GB/T 50082—2009 第 7.1 条进行测试,抗渗等级应按 GB/T 50082—2009 第 6.2 条进行测试。

6.2.5 摩擦板试验方法应符合下列规定:

- a) 密度测定应按 GB/T 1033.1 的规定进行;
- b) 拉伸强度和断裂拉伸应变的测定应按 GB/T 1040.3—2006 的规定进行,采用 5 型试样,厚度 $2\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$,试验拉伸速度为 50mm/min ;
- c) 拉伸弹性模量的测定应按 GB/T 1040.1—2018 的规定进行,试样与拉伸强度和断裂拉伸应变试样相同,试验速度为 1mm/min ;
- d) 球压痕硬度的测定应按 GB/T 3398.1 的规定进行。

6.2.6 消能元件试验方法应符合下列规定:

- a) 拉伸强度、拉断伸长率的测定应按 GB/T 528—2009 的规定执行,采用 1 型试样;
- b) 压缩永久变形的测定应按 GB/T 7759.1—2015 的规定进行,采用 A 型试样;
- c) 硬度的测定应按 GB/T 531.1 的规定进行;
- d) 臭氧老化性能的测定应按 GB/T 7762 的规定进行;
- e) 热空气老化性能的测定应按 GB/T 3512 的规定进行。

6.3 配套材料

6.3.1 焊材性能检测应按 GB/T 25775 的规定进行。

6.3.2 钢结构焊缝探伤检测应按 GB/T 7233.1 的规定进行。

6.3.3 连接螺栓性能试验方法应按 GB/T 5782、GB/T 1228 和 GB/T 1231 的规定进行,防腐层厚度试验方法应按 GB/T 4956 规定的方法进行。

6.3.4 不锈钢螺栓性能试验方法应按 GB/T 3098.6 的规定进行。

6.3.5 钢结构表面防腐涂装质量和涂层厚度试验方法应按 TB/T 3274 的规定进行。

6.4 整体性能

6.4.1 浮动式防撞装置充气试验应按 CB/T 257 的规定进行。

6.4.2 浮动式防撞装置的吃水深度应采用水尺或直尺测量。倾斜后,顶面与水平面夹角通过不同位置吃水深度计算确定。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 防撞装置检验分为原材料进厂检验、产品出厂检验和型式检验三类。

7.1.2 原材料进厂检验为防撞装置加工用的原材料进厂时进行的验收检验。

7.1.3 产品出厂检验为防撞装置生产厂在每批次产品交货前进行的检验。

7.1.4 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品定型生产时；
- b) 结构、材料、工艺等有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产每两年时；
- d) 产品停产一年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.2 检验项目

防撞装置原材料进厂检验、产品出厂检验和型式检验的检验项目应符合表 14 的规定。

表 14 检验项目

序号	项目		检验项目及频次			型式检验	技术要求对应条款	试验方法对应条款
			进厂检验项目	出厂检验项目	检验频次			
1	钢板材	力学性能	√	—	每批（不大于 30t）	√	5.2.1.1	6.2.1
2		厚度	√	—		√	5.2.1.2	6.1.3
3	钢格构	力学性能 厚度	√	—		√	5.2.1.3	6.1.3 6.2.1
4	钢型材	力学性能	√	—		√	5.2.2.1	6.2.1
5		外形、尺寸、重量	√	—		√	5.2.2.2	6.1.3
6	耗能芯材	物理力学性能	√	—		√	5.2.5	6.2.2
7	摩擦板	物理力学性能	√	—		√	5.2.6	6.2.5
8	消能元件	物理力学性能	√	—		√	5.2.7	6.2.6
9	螺栓	外形尺寸 防腐层厚度 ^a	√	—	每批（不大于 500 件）	√	5.2.8.3	6.3.3 6.3.4
10	复合材料外壳和格构	力学性能	—	√	每批抽 2 个	√	5.2.3.1	6.2.2
11		阻燃性能	—	√	每批抽 1 个	√	5.2.3.2	6.2.3
12		耐老化性能	—	—	—	√	5.2.3.2	6.2.3
13	RPC 外壳	力学性能	—	√	每批抽 2 个	√	5.2.4.1	6.2.2
14		耐久性能	—	√	每批抽 1 个	√	5.2.4.2	6.2.4
15	钢结构	焊材性能	—	√	每批抽 3 个	√	5.2.8.1	6.3.1
16		焊缝	—	√		√	5.2.8.2	6.3.2
17	防腐涂装	涂装质量 涂层厚度	—	√	每批抽 1 个	√	5.2.8.4	6.3.5
18	外观质量	外表面 表面标志 表面平整度	—	√	每批抽 3 个	√	5.2.9.1	6.1.1
19	构件尺寸	板厚 螺栓孔间距 螺栓孔直径	—	√	每批抽 3 个	√	5.2.9.2	6.1.1 6.1.2 6.1.4
20	成品防撞装置尺寸	总长、总宽、高度	—	√	全检	√	5.2.9.3	6.1.1
21	成品防撞装置	充气密性	—	√	全检	√	5.2.10.1	6.4.1
22	整体性能	自浮性 ^b	—	√	全检	√	5.2.10.2	6.4.2

^a 不锈钢螺栓不需检测防腐层厚度。

^b 仅浮动式防撞装置检验自浮性。

7.3 组批

7.3.1 原材料进厂检验组批应由同品种、规格和批次的材料组成。

7.3.2 出厂检验组批应由同一规格、同一结构形式的组件组成，每批不大于 20 个组件。

7.4 判定规则

7.4.1 原材料进厂检验项目全部合格，则该批次产品为合格。当检验项目中有不合格项时，应取双倍数量的试件进行复检，复检后仍有不合格项时，则该批次产品为不合格。

7.4.2 出厂检验项目全部合格，则该批次产品为合格。当检验项目中有不合格项时，应取双倍数量的试件进行复检，复检后仍有不合格项时，则该批次产品为不合格。

7.4.3 型式检验项目全部合格，则该次检验为合格。

8 标志、包装、储存和运输

8.1 防撞装置应有永久性标志，其内容应包括：产品名称、规格型号、生产厂名、执行标准号、生产日期等。

8.2 产品应包装牢固或按用户要求包装，便于运输，保证搬运安全。包装箱中应附有使用说明书、出厂合格证、装箱单等。

8.3 产品应储存在干燥、通风、无腐蚀性气体的场所，并远离热源场。

8.4 防撞装置运输过程中不应与酸、碱、有机溶剂等影响产品质量的物质相接触。

铁道行业标准《铁路线桥防护 铁路桥梁防船舶撞击装置》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2023 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2023〕72 号) 23T016 项目和《国家铁路局 2023 年第一批铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2023〕148 号)的要求,由铁路行业工务工程设备标准化技术归口单位归口,并由中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、株洲时代新材料科技股份有限公司、中铁科工集团有限公司共同起草《铁路线桥防护 铁路桥梁防船舶撞击装置》。

本标准为首次制定。

1.2 制修订本标准的必要性

铁路桥梁防船舶撞击装置是安装于铁路桥梁墩台,防止船舶直接碰撞桥梁墩台并在碰撞时通过自身变形,缓冲耗能、降低作用于桥梁墩台船撞力的装置。随着我国铁路建设的发展,跨越江河的铁路桥梁数量日益增多,据不完全统计,近年来我国发生了 20 余起造成桥梁倒塌、航线中断、人员伤亡等恶劣后果的重大船-桥相撞事故,现阶段降低桥梁船撞风险最常见的措施是设置桥梁防撞装置。为统一规范铁路桥梁防船舶撞击装置的结构形式、防撞等级、船撞力消减率、耐久性等要求,需要制定本标准。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作。本标准编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后,在归口单位组织下,经规院、铁科院铁建所等单位成立了标准起草组,对防撞装置结构类型、防撞等级、材料性能等情况进行了调研,收集了相关资料。2024 年 5 月 6 日,起草组召开了标准编制工作启动会,对标准编制范围、标准内容、编制原则等进行了讨论,形成了工作大纲。2024 年 7 月 26 日,起草组召开了标准编制工作会,对标准的主要内容、编制过程中存在的问题等进行了深入细致的讨论,形成了本标准的草案稿。

(2) 起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后,2024 年 9 月形成了本标准的征求意见稿。

2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范,符合 GB/T 1.1-2020 要求。

2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

3.1 本标准规定了铁路桥梁防船舶撞击装置的术语和定义，规格、分类、型号和结构形式，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、储存和运输；适用于设防船撞力 110MN 及以下的铁路桥梁防船舶撞击装置。

3.2 本标准的主要技术要求包括：（1）防撞装置结构形式可分为固定式复合材料防撞装置、固定式钢+复合材料防撞装置、固定式钢+RPC 防撞装置、浮动式复合材料防撞装置和浮动式钢+复合材料防撞装置、浮动式钢+RPC 防撞装置。（2）防撞装置的选择应综合考虑桥位、桥梁自身的抗撞能力、船撞力、墩台外形、水位变化、代表船型及通航净空等因素；（3）防撞装置应满足结构自身及其连接件的强度、稳定性和耐久性要求；（4）规定了防撞装置的船撞力削减率；（5）规定了防撞装置所用材料、外观尺寸、整体性能等。

3.3 本标准结合固定式钢+复合材料防撞设施、浮动式钢+复合材料防撞装置、浮动式钢+RPC 防撞装置的应用实际编制。

3.4 经起草组研究分析，没有与本标准主要技术内容相关联的现行国家标准、行业标准。

4 关键指标

4.1 最大船撞力的确定（4.1）

根据《长航局关于印发长江干线船舶碰撞桥梁隐患治理自查评估区段通航代表船型船队的通知》（长航函道 2021-84 号文），长江下游代表船型为 50000t 级；《中国沿海内河水域航行规则》规定，船舶通过桥梁航行速度为 4.5 m/s 左右，根据美国 AASHTO 规范计算的船撞力为 110 MN。因此本标准规定适用的最大船撞力为 110 MN。

4.2 防撞装置结构形式的确定（4.2.3）

本标准提出的防船舶撞击装置结构形式主要包括：固定式复合材料防撞装置、固定式钢+复合材料防撞装置、固定式钢+RPC 防撞装置、浮动式复合材料防撞装置、浮动式钢+复合材料防撞装置和浮动式钢+RPC 防撞装置。依托国铁集团科研课题《铁路桥梁防撞关键技术研究》（2017G004-B），课题组于 2019 年在沪苏通长江公铁大桥开展了桥梁被动防撞装置原位船撞试验，试验考虑了固定式防撞装置，包含固定式复合材料防撞装置、固定式钢+复合材料防撞装置两类，以及浮式防撞装置。现场船撞试验结果表明，不同防撞装置均具有较好的消能能力，可明显降低作用于桥墩的船撞力，其中船撞力降低最小为 63.4%（全复合材料防撞装置），最大为 86.4%（钢+橡胶阻尼浮式防撞装置）。中国铁设于 2021 年至 2024 年期间围绕钢+RPC 防撞装置形式开展了钢+RPC 组合结构的静态压缩及动态落锤冲击试验，结果表明，钢+RPC 防撞装置具有良好的消能能力。

由于钢+复合材料和钢+RPC 形式的防撞装置具有优良的抗撞性能和防腐抗锈蚀性能，结合近年来铁路桥梁防撞装置现场应用情况，本标准纳入了复合材料、钢+复合材料和钢+RPC 三种材质的防撞装置。

4.3 活性粉末混凝土 RPC 参数的确定（5.2.4）

起草组对活性粉末混凝土 RPC 进行了材料本构轴拉试验、抗压强度试验、动态劈裂试验、蜂窝结构压缩、剪切强度标定试验等，结果表明：活性粉末混凝土 RPC 具有优异的耐高温、耐磨、防腐性能，可在 450℃ 高温下保证强度不下降，磨耗系数（同条件下试件磨耗量和玻璃磨耗量的比值）为 1.3，抗渗等级可达到 P35，氯离子扩散系数可达 0.02×10^{-12} 。

5 采标情况

无

6 有无重大分歧意见

无

7 强制或推荐、废止、公开建议

7.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

7.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

7.2 本标准未识别出相关专利。

8 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

9 其他应予说明的事项

在本标准编制过程中，中国铁路设计集团有限公司负责编制了钢+RPC 防撞装置相关内容，建议将其纳入标准起草单位。

标准起草组

2024 年 9 月