

交通运输行业标准
《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》

编写说明

(征求意见稿)

《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》编写组

2017年6月

目录#

1 工作简况.....	3
1.1 任务来源.....	3
1.2 协作单位.....	3
1.3 主要工作过程.....	3
1.4 标准主要起草人及其所做的工作.....	4
2 标准编制原则和标准编制详细说明.....	5
2.1 标准编制原则.....	5
2.2 标准编制详细说明.....	5
3 预期效益.....	11
4 采用国际或国外先进标准的程度.....	12
5 与现行法律法规和强制性国家标准的关系.....	12
6 重大分歧意见的处理经过和依据.....	12
7 其它应该说明的事项.....	13

1 工作简况

1.1 任务来源

根据交通运输部《交通运输部关于下达 2014 年交通运输标准化计划的通知》，《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》（计划编号 JT 2014-143）已列入制定计划，由中国公路学会桥梁结构工程分会归口管理，真势兴技术股份有限公司等单位负责起草，计划完成时间 2016 年。

1.2 协作单位

本标准主要编制单位为：真势兴技术股份有限公司, 天津市交通运输工程质量安全监督总站、天津鑫坤泰预应力专业技术有限公司、交通运输部公路科学研究院、深圳市市政设计研究院有限公司、东南大学、江苏省交通科学研究院有限公司、天津市市政工程设计研究院、天津城建设计院有限公司、江西省公路科研设计院。

1.3 主要工作过程

2014 年 9 月~2014 年 10 月：成立起草小组，前期调研，收集资料和数据。其中日本、欧洲等国家将缓粘结预应力技术广泛应用于桥梁等各种混凝土结构中。尤其适用于预应力混凝土桥梁竖向、横向预应力及跨度小于 40m 桥梁纵向预应力，起到优异的效果。

2014 年 11 月~2014 年 12 月：召开标准大纲评审会，明确标准起草的主要章节内容和各个起草小组的分工；按照小组分工，每位起草人开始进行相关部分标准编制工作。主要起草人每个月对各个起草人的工作进度和工作内容进行协调。

2015 年 1 月~2017 年 3 月：在经历了沈丘颍河大桥、云南金沙江大桥、黑龙江木兰松花大桥等多个项目的实际使用验证，和各个性能指标多次试验的基础上，主要起草人统筹各起草人，完成了《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》征求意见稿。

2017 年 3 月 28 日：全国交通工程设施（公路）标准技术委员会在北京召开了《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》征求意见会，并形成征求意见会会议纪要。

2017年4月~2017年5月：按照征求意见会会议纪要的要求修改完成征求意见稿在行业内征求意见。

1.4 标准主要起草人及其所做的工作

各起草人负责的工作如下表所示：

姓名	起草单位	分工内容
牛坡	真势兴技术股份有限公司	1、统筹协调标准内容的编制。 2、规划安排标准编制所需试验的开展 3、统稿，提交相关标准文件
张永明	天津市交通运输工程质量安全监督总站	1、编写缓粘结预应力钢绞线及锚具的检验规程。 2、缓粘结钢绞线及锚具的试验检测。
金庆波	天津鑫坤泰预应力专业技术有限公司	1、缓粘结预应力钢绞线实际应用情况汇编。 2、现场安装问题收集解决。
高俊元 李明	交通运输部公路科学研究院	1、编写缓粘结预应力钢绞线及锚具的检验规程。 2、缓粘结钢绞线及锚具的试验检测。
何晓晖	深圳市市政设计研究院有限公司	1、缓粘结预应力钢绞线实际应用情况汇编。 2、桥梁相关设计问题收集、解决。
冯健	东南大学	1、缓粘结钢绞线及锚具的试验检测。
张建东	江苏省交通科学研究院有限公司	1、缓粘结钢绞线及锚具的试验检测。
刘旭锴	天津市市政工程设计研究院	1、缓粘结预应力钢绞线实际应用情况汇编。 2、桥梁相关设计问题收集、解决。
韩振勇	天津城建设计院有限公司	1、缓粘结预应力钢绞线实际应用情况汇编。 2、桥梁相关设计问题收集、解决。
吴义林	江西省公路科研设计院	1、缓粘结预应力钢绞线实际应用情况汇编。 2、桥梁相关设计问题收集、解决。

2 标准编制原则和标准编制详细说明

2.1 标准编制原则

(1) 本标准根据我国预应力混凝土桥梁用缓粘结预应力钢绞线特点，按结构形式、型号与规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等方面进行编制。

(2) 各项技术指标以各类桥梁工程特点及技术要求为依据提出，其中力学性能、制造要求、试验方法、检验项目是在大批量生产、施工建设的基础上确定的。

(3) 充分考虑国家预应力混凝土桥梁用缓粘结预应力钢绞线发展的趋势，使产品满足桥梁建设所需。

2.2 标准编制详细说明

本标准及产品标准，特指缓粘结预应力钢绞线及锚具这一产品。

2.2.1 目的和范围

本标准编制的目的是规范预应力混凝土桥梁用缓粘结预应力钢绞线的结构形式、型号与规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等，为缓粘结预应力钢绞线的生产以及检验验收提供依据。

本标准适用于预应力混凝土桥梁的竖向预应力束、横向预应力束及跨径小于40m纵向预应力束，其它混凝土结构，可参考使用。

2.2.2 规范性引用文件

本标准中规范性引用文件的名称及适用范围如下表所示：

引用标准号	引用标准名称	在本标准中适用范围
GB/T 197	普通螺纹公差	锚具检测
GB/ T230. 1	金属洛氏硬度试验第 1 部分：试验方法	锚具检测
GB/ T699	优质碳素结构钢	锚具检测
GB/T709	热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差	锚具检测
GB/T1804	一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差	锚具检测
GB/T 5224	预应力混凝土用钢绞线	缓粘结钢绞线检测
GB/T 11116	高密度聚乙烯树脂	护套检测

引用标准号	引用标准名称	在本标准中适用范围
JT/T 329	公路桥梁预应力钢绞线用锚具、夹具和连接器	锚具检测
JT/T529	预应力混凝土桥梁用塑料波纹管	护套检测
JG/T 369	缓粘结预应力钢绞线	缓粘结钢绞线检测
JG/T 370	缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂缓粘结预应力钢绞线	缓粘结钢绞线检测
JG/T 5011.8	建筑机械与设备锻件通用技术条件	锚具检测
JG/T 5011.9	建筑机械与设备热处理件通用技术条件	锚具检测
JG/T 5011.10	建筑机械与设备切削加工件通用技术条件	锚具检测

2.2.3 技术要求

2.2.3.1 外观

- (1) 缓粘结预应力钢绞线热挤护套外形尺寸应符合表 1 中的要求。
- (2) 低回缩锚具外观应符合表 2 中的要求，不得有裂纹。
- (3) 缓粘结预应力钢绞线热挤护套壁厚应均匀，表面横肋分明，且无气孔，无明显裂纹和损伤。
- (4) 缓凝粘结剂厚度应涂抹均匀。
- (5) 缓粘结预应力钢绞线端头处应包裹严实，防止缓凝粘合剂渗漏。

2.2.3.2 材料

(1) 预应力钢绞线

制作缓粘结预应力钢绞线用钢绞线应符合 GB/T 5224 的规定。缓凝粘合剂涂敷前，预应力钢绞线表面不应生锈及沾染杂质。

(2) 锚具

锚环和螺母用钢不应低于 45 号钢，应符合 GB/T699 的规定。锚垫板应采用锻钢或板材，不应采用铸件。其板厚和不平度允许偏差应符合 GB/T709 的规定。

(3) 护套

缓粘结预应力钢绞线护套材料宜采用原始粒状原料，不允许使用再生料。高密度聚乙烯 (HDPE) 应符合 GB/T 11116 的规定。护套颜色可根据需方要求确定，但添加的色母粒不应降低护套的性能。

(4) 缓凝粘合剂

缓凝粘合剂性能指标见表 3，并应符合 JG/T 370 的规定。

2.2.3.3 工艺要求

(1) 零件毛坯锻造应符合 JG/T5011.8 的规定，锻件不应有锻造裂纹、过烧、折叠和局部晶粒粗大等缺陷。

(2) 零件热处理应符合 JG/T 5011.9 规定，不应产生裂缝、过烧和脱碳。所采用热处理工艺及设备应保证零件工作表面和芯部的硬度和金相组织要求，并且产品质量均匀一致。

(3) 螺纹标注未注明精度等级，不低于 GB/T 197 中 7H/8g，有特殊要求按设计要求执行。

(4) 锚垫板平面度公差不应大于 0.5mm，锚垫板下方应预埋螺旋筋，螺旋筋不应小于 6 圈，螺旋筋直径不小于 8mm；

(5) 低回缩锚具锚固后预应力钢绞线回缩量小于 2mm；

说明：本项指标是在实际施工中，统计较好施工效果的数据。

(6) 锚具（包括锚环、螺母、锚垫板）表面应防锈处理。

(7) 缓凝粘合剂应沿预应力钢绞线全长连续填充且均匀饱满涂敷，护套热挤出成型及表面横肋的压制应一次连续完成。

(8) 护套挤压时受力平均，防止预应力钢绞线直接贴到护套上。

2.2.3.4 力学性能

(1) 张拉适用期内摩擦系数

缓粘结预应力钢绞线与护套内壁之间摩擦系数 μ 0.14~0.17，缓粘结预应力钢绞线每 m 长度局部偏差摩擦系数 (l/m) κ 0.004~0.015；

张拉适用期内早期张拉时摩擦系数宜取最小值，后期张拉时摩擦系数宜取最大值。

说明：此项技术条款采用 JG/T 369 缓粘结预应力钢绞线标准内容。并且经过实际拉伸试验论证，此数据满足施工使用要求。

(2) 粘结锚固

粘结长度取 75 mm，自由端滑移量 0.20 mm 时的拉力 F20 和极限荷载 Fu 应符合表 1 中的要求：

表 1 粘结锚固性能指标

缓粘结预应力钢绞线直径(mm)	拉力 F20 ≥ (kN)	极限荷载 Fu ≥ (kN)
-----------------	------------------	-------------------

21.8	6	22
28.6	8	25

说明：此项技术指标是按照附录 1 所述试验规程，实际试验统计，选取多重规格产品最大值。

(3) 护套的灰分含量、氧化诱导时间和抗老化性能应符合 JT/T529 中的规定。

说明：此项条款为防止采用再生料或者掺杂过多碳酸钙等，破坏材料性能。

(4) 锚环和螺母表面硬度不应小于 HB251；工作夹片表面硬度不应小于 HRA81；锚垫板表面硬度不应小于 HRC20

(5) 缓粘结预应力钢绞线配套锚具组装性能，包括静载锚固性能、疲劳载荷性能、周期载荷性能应符合 JT/T329 中的规定。

2.2.4 试验方法

2.2.4.1 外观

(1) 在自然光源或等效光源条件下，用目测和触摸直接检查缓粘结预应力钢绞线的表面外观。

(2) 护套内径、横肋宽度、肋间距及肋高的检测方法：取 0.5 m 长缓粘结预应力钢绞线，分别选取 3 个点用精度不低于 0.02 mm 的游标卡尺测量肋宽、肋间距及肋高，取其最小值和最大值。

(3) 护套厚度检测方法：取 0.5 m 长除去缓凝粘合剂的护套，用精度不低于 0.02 mm 的游标卡尺进行检测。分别选取凹处 3 个点及横肋上 3 个点测量厚度，取其最小值和最大值；

(4) 锚具检测方法：用精度不低于 0.02 mm 的游标卡尺进行检测，每个尺寸位置选择 3 个点，取其最小值和最大值；

2.2.4.2 材料

(1) 钢绞线

钢绞线应按 GB/T 5224 的规定进行。目测检查缓粘结预应力钢绞线的表面外观。

(2) 锚具

锚具应按 GB/T709 中的规定进行。

(3) 护套

护套原材料应按 GB/T 11116 规定的方法进行检测,严格控制再生料的使用。

(4) 缓凝粘合剂

缓凝粘合剂应按 JG/T 370 中的规定进行。

2.2.4.3 工艺性能检验

(1) 缓凝粘合剂质量检测方法:

取 1m 长缓粘结预应力钢绞线,用精度不低于 1g 的天平称量其质量 W,除去护套及缓凝粘合剂称钢绞线质量 W1,再称除净缓凝粘合剂的护套质量 w2,则每延米缓凝粘合剂质量应按式(1)计算:

$$W_3 = W - W_1 - W_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

W 一每延米缓粘结预应力钢绞线质量,单位为克每米(g/m)

W1 一除去护套及缓凝粘合剂的每延米钢绞线质量,单位为克每米(g / m);

W2 一除净缓凝粘合剂的护套质量,单位为克每米(g / m);

W3 一每延米缓凝粘合剂质量,单位为克每米(g/m)

(2) 低回缩锚具锚固后预应力钢绞线的回缩量检测应按 JT/T 329 的规定进行检测;

2.2.4.4 力学性能检验

(1)摩擦系数测定方法:κ 值采用直线布筋测定,混凝土试件长度不应小于 8m,预应力筋不应少于 3 根;μ 值采用曲线布筋测定,构件长度不应小于 5m,转角不应小于 π/3(rad),预应力筋不应少于 3 根。在张拉端及固定端分别安装精度不低于 0.5%、量程不大于 300 kN 压力传感器,张拉时测量张拉端拉力 F1 和固定端拉力 F2,每根缓粘结预应力钢绞线调换张拉端各作 1 次,共 2 次,取算术平均值。

a) κ 值根据直线筋实测数据应按式(2)计算:

$$\kappa = \frac{-Ln(F_2 / F_1)}{x} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

F_1 —张拉端拉力，单位为牛(N)；

F_2 —固定端拉力，单位为牛(N)；

κ —考虑缓粘结预应力护套（每 m）局部偏差对摩擦的影响系数；

χ —从张拉端至计算截面的直线长度，单位为米(m)；

b) μ 值根据曲线筋实测数据及直线筋得到的 χ 值应按式(3)计算：

$$\mu = \frac{-\ln(F_2 / F_1) - \kappa x}{\theta} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

F_1 —张拉端拉力，单位为牛(N)；

F_2 —固定端拉力，单位为牛(N)；

κ —考虑缓粘结预应力筋护套（每 m）局部偏差对摩擦的影响系数

χ —从张拉端至计算截面的直线长度，单位为米(m)；

θ —从张拉端至计算截面曲线部分切线夹角的总和，单位为弧度(rad)；

μ —缓粘结预应力筋与护套臂之间的摩擦系数。

(2) 粘结锚固性能测定方法：对固化后缓粘结预应力钢绞线应按附录 A 要求进行。进行三次试验，取算术平均值。可采用对试件加热或在缓凝粘合剂中加入促进剂的方法使缓凝粘合剂快速固化。

(3) 护套的灰分含量、氧化诱导时间和抗老化性能应按 JT/T529 的规定进行，检测用护套为抽出钢绞线，并除干净缓凝粘合剂的护套。

(4) 锚具硬度检测应该按 GB/ T230.1 中的规定进行；

(5) 缓粘结预应力钢绞线配套锚具组装性能，包括静载锚固性能、疲劳载荷性能、周期载荷性能等应按 JT/T329 中的要求进行。

2.2.5 检验规则

本标准对缓粘结预应力钢绞线及锚具的检验进行了分类，具体分为“型式检

验”和“出厂检验”。出厂检验是每根缓粘结预应力钢绞线和每套锚具在出厂前必须进行的检验项目，包括外观、规格、工艺性能等。型式检验则又包括了缓粘结预应力钢绞线摩擦系数、锚具疲劳载荷试验等，这些试验可根据用户需求，选择性的进行检验，但标准中规定了某些情况下应进行型式检验，具体情况见本标准中“7.2”表5。

3 预期效益

缓粘结预应力钢绞线主要应用于预应力混凝土桥梁竖向、横向预应力及跨度小于 40m 桥梁的纵向预应力，缓粘结预应力钢绞线作为预应力的新技术产品，由预应力钢绞线、缓粘结剂和护套组成，护套内采用一定厚度的缓粘结剂填充并紧密封裹于具有表面凹凸波纹的护套和预应力钢绞线之间。缓粘结剂前期相当于无粘结的防腐油脂，随时间推移，缓粘结剂逐渐固化，与预应力钢绞线产生粘结力，缓粘结剂在固化后具有比混凝土更高的强度，并与预应力钢绞线成为一体，通过波纹状表面的嵌固锚固作用使预应力钢绞线与混凝土之间不能滑移，与混凝土之间的粘结性能更好。

目前国内预应力混凝土桥梁竖向、横向预应力及跨度小于 40m 桥梁的纵向预应力张拉后灌浆很难达到密实，不能满足公路桥涵施工技术规范（JTG/T F50-2011）的要求，对桥梁的耐久性和安全性埋下了很大的隐患，使桥梁的使用寿命大大的降低。缓粘结钢绞线与钢筋绑扎在一起，浇筑梁体混凝土，按照无粘结的施工方法，达到比有粘结更好的效果，从而解决了竖向、横向管道灌浆不密实的问题，导致国内大部分混凝土桥出现裂纹和病态，需要维修加固维修。采用缓粘结钢绞线达到了管道的密实和预应力度，保障了桥梁安全耐久。

缓粘结钢绞线所用的缓粘结剂代替无粘结所用的防腐油脂，缓粘结剂的材料属于玻璃钢材料，这种材料随时间的推移可以固化，不会渗漏，使之与钢绞线、混凝土结合为一体，从而更安全、耐久环保、低碳、节能。

缓粘结预应力钢绞线的建筑工业行业标准（JG/T 369-2012）和缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂（JG/T 370-2012）已经由中华人民共和国住房和城乡建设部于 2012 年发布实施。由于建筑行业施工规范和交通行业差别较大，因此亟待制定适合交通部桥梁建设采用的缓粘结预应力钢绞线标准。

从经济角度考虑，采用缓粘结预应力钢绞线，一方面钢绞线规格较大，一根

21.8 或者 28.6 钢绞线可以抵传统 15.2 钢绞线 2-3 根用量。一般横向预应力筋采用 1 根缓粘结钢绞线即可满足设计要求，配套的锚具规格也相应变小。另一方面，不用预埋波纹管 and 后续的穿束和二次灌浆等施工，大大降低了施工成本。根据已有项目施工统计，采用缓粘结预应力钢绞线的成本比传统横向预应力施工整体成本低 10%-20%。具有极大的市场推广前景。

4 采用国际或国外先进标准的程度

本标准的编制结合近年来缓粘结预应力钢绞线的特点以及客户的要求，部分参照了 2 项国内最新标准：

- 1) JG/T 369-2012 《缓粘结预应力钢绞线》
- 2) JG/T 370-2012 《缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂》

5 与现行法律法规和强制性国家标准的关系

本标准不违反现行法律、法规和强制性标准。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

(1) 缓粘结预应力钢绞线用钢绞线的规格

缓粘结预应力钢绞线的建筑工业行业标准（JG/T 369-2012）中规定缓粘结预应力钢绞线用钢绞线的规格为 15.2mm，而本标准最终采用的规格为 21.8 和 28.6 两种规格。

依据：桥梁横向筋用钢绞线多采用 3-4 根 15.2mm 钢绞线。如果缓粘结预应力钢绞线的规格还采用 15.2，那么一处横向筋则需要 3-4 根缓粘结钢绞线。成本增加很多，而采用大规格的 21.8 和 28.6 则可以替代 3-4 根 15.2mm 钢绞线，每处横向筋采用 1 根大规格缓粘结钢绞线。现有日本桥梁中采用的缓粘结钢绞线多为 28.6mm。

(2) 缓粘结预应力钢绞线专用锚具的规格种类。

缓粘结预应力钢绞线张拉端采用低回缩锚具，固定端采用普通锚具。

依据：相比于 15.2mm 预应力钢绞线，21.8 和 28.6 的钢绞线由于张拉力较大，采用普通锚具时回缩量很大，而且不易控制。针对桥梁横向筋一般为水平布置，特别适合低回缩锚具的应用，并可以将张拉回缩量控制在较小范围内。

7 其它应该说明的事项

本标准规定的技术要求以及试验方法等,均以国内实际工程为背景进行过试验论证且可实施,建议贯彻实施中进一步总结经验、收集相关实践材料,以完善和改进标准内容。

《桥梁用缓粘结预应力钢绞线及专用锚具》编写组

2017年6月