

团体标准

T/TMAC XXX-2024

公路预应力混凝土桥梁用超高强钢绞线

Prestressed Concrete Highway Bridges Using Ultra-High-Strength Steel Strands

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

2024-X发布

2024-XX-XX实施

中国技术市场协会发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出制修订TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家、成员的同意，方可予以发布。

在本规程实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本规程版权归中国技术市场协会所有。除用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本规程。第三方机构依据本规程开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市丰台区万丰路 68 号银座和谐广场 1101B

邮政编码：100036

电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn

电子信箱：136162004@qq.com

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语 1

4 分类、代号与标记 1

5 技术要求 2

6 试验方法 4

7 检验规则 5

8 标志、包装、运输、贮存、加工 6

附录 A（规范性） 特征值检验规则 8

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。

本文件由中国技术市场协会交通运输专业委员会提出，由中国技术市场协会归口。受中国技术市场协会委托，由中国铁路设计集团有限公司负责具体解释工作，请有关单位将实施中发现的问题与建议反馈至中国铁路设计集团有限公司。（地址：天津市河北区中山路 10 号；联系电话：022-26179688；电子邮箱：zhiyanwustone@163.com），供修订时参考。

主编单位：中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心有限公司

参编单位：中交公路规划设计院有限公司、北京剑科交通科技有限公司、天津银龙预应力材料有限公司、中冶检测认证有限公司、河南红桥锚机有限公司、柳州市邱姆预应力机械有限公司、四川双建路桥机械有限责任公司、江苏法尔胜股份有限公司、山东省路桥集团有限公司、山东高速路桥集团股份有限公司。

主要起草人：朱尧于、冯良平、石红磊、沈昊、胡丰、钟文香、付佰勇、宋剑飞、张新、郭亚唯、马文朔、宋元印、吕荣、苗高峰、邵岩、张超、梅治乾、唐茂、唐成龙、耿臣、耿书岭、张建祥、高健、张仪军、王舟伟、张栖浩、周祝兵、万雨帆、高永青。

公路预应力混凝土桥梁用超高强钢绞线

1 范围

本文件规定了公路预应力混凝土桥梁用超高强钢绞线的术语、符号，分类、结构、型号，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输、贮存、加工；

本文件适用于公路预应力混凝土桥梁（包括梁、板、墩台等构件）中内置预应力结构、以七丝钢绞线为主的超高强预应力钢绞线的生产、检验与工程应用。

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/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法
- YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB/T 24238 预应力钢丝及钢绞线用热轧盘条

3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高强钢绞线
公称抗拉强度超过2000MPa的钢绞线。

3.2

稳定化处理
为减少应用时的应力松弛，钢绞线在一定张力下进行的短时热处理。

4 分类、代号与标记

4.1 分类与代号

用七根冷拉光圆钢丝捻制成的标准型钢绞线 1*7

4.2 标记

4.2.1 标记内容

按本文件交货的钢绞线，其标记表示如下。

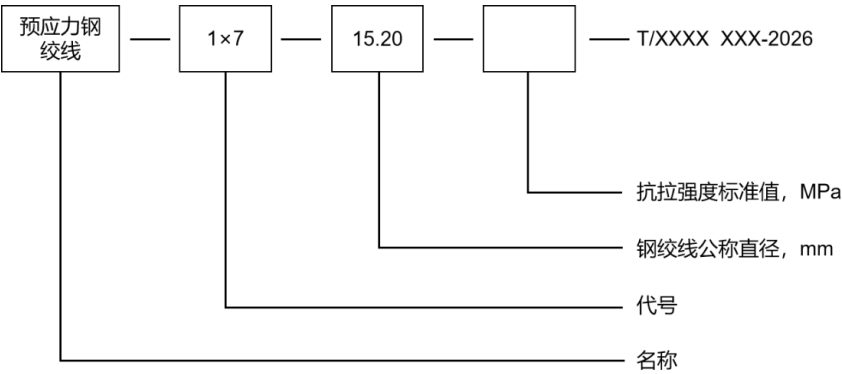


图 1 钢绞线标记

4.2.2 标记示例

示例 1:预应力钢绞线-1x7-15.20-2160-T/XXXX XXX-2026，表示抗拉强度为 2160Mpa 级的 15.20mm 超高强钢绞线。

5 技术要求

5.1 材料

钢绞线宜选用符合GB/T 24238规定牌号的盘条制造，生产厂可不提供化学成分。

5.2 制造工艺

- 5.2.1 盘条经表面处理冷拔后进行捻制，捻制后的钢绞线应进行连续的稳定化处理。
- 5.2.2 生产钢绞线用钢丝时，只允许保留拉拔前的焊接点。成品钢绞线在每 300m 内，只允许有 1 个拉拔前的焊接点。
- 5.2.3 钢绞线不应有折断、横裂和相互交叉的钢丝，成品钢绞线无绑扎切割后，钢丝应不松散离位或离位后可用手复原。
- 5.2.4 钢绞线的捻距应均匀，捻距应为其公称直径的 12 倍~16 倍。
- 5.2.5 如无特殊规定，钢绞线的捻向为左 (S) 捻，右 (Z) 捻应在合同中注明。

5.3 外形、尺寸、重量及允许偏差

5.3.1 钢绞线的外形见图 1,其尺寸、允许偏差及每米理论质量应符合表 1 的规定。

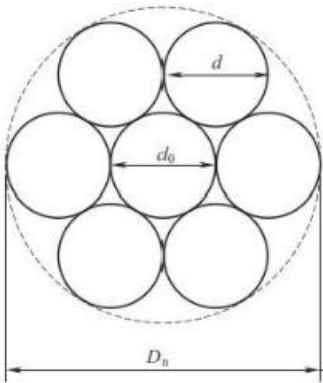


图 2 15.20mm 7 丝钢绞线外形示意图

- 标引序号说明：
- D_n -----钢绞线公称直径；
 - d -----钢绞线边丝直径；
 - d_o -----钢绞线中心丝直径。

表 1 15.20mm 7 丝钢绞线尺寸、允许偏差及每米理论质量

公称直径D。 mm	公称直径D允许偏差 mm	公称横截面积 S。 mm ²	每米理论质量 g/m	中心丝直径 d_o 加大范围
15.20	+0.25 -0.10	140	1101	≥2.5%

- 5.3.2 每盘卷钢绞线重量不低于 1200kg，整批钢绞线 10 卷以上时，允许有 10%的卷数钢绞线低于 1200kg，但不小于 600kg。
 - 5.3.3 每盘卷钢绞线，其盘内径不应小于 800 mm，卷宽为(800±50)mm。
- 5.4 钢绞线的伸直性

取一根长度为1m的钢绞线，放在平面上，其弦与弧内侧最大自然矢高不得大于15mm。

5.5 力学性能

5.5.1 钢绞线的力学性能应符合表 2 的规定。

表 2 15. 20mm 7 丝钢绞线的力学性能

公称抗拉强度 R_m/MPa	最大力 F_m/kN	最大力的最大值 $F_{m,max}/kN$	0.2%的屈服力 $F_{p0.2}/kN$	最大力总伸长率 ($L_0\geq 500mm$) $A_{gt}/\%$	应力松弛性能	
					初始负荷相当于实际最大力的百分数/%	1000h应力松弛率 $r/\%$
2160	≥ 302	≤ 330	≥ 266	4.5%	70 80	≤ 2.5 ≤ 4.5
2230	≥ 312	≤ 340	≥ 275			
2360	≥ 330	≤ 358	≥ 290			
如无特殊要求，只进行初始力为70%实际最大力 F_{ma} 的松弛试验，允许使用推算法进行120h松弛试验确定1000h 松弛率。						

5.5.2 2160MPa、2230 MPa、2360 MPa 级钢绞线弹性模量为（205±5）GPa，根据供需双方协商，可不作为交货条件。

5.5.3 钢绞线 0.2%屈服力 $F_{p0.2}$ 值应为整根钢绞线实际最大力 F_m 的 88%~95%。

5.5.4 钢绞线拉伸试验完成后，其单丝拉伸断口应为韧性断口。

5.5.5 钢绞线应能经受 2×10^6 次 ($0.7F_m - 0.7F_r$) ~ $0.7F_m$ 的疲劳荷载且不断裂。其中疲劳加载力变化幅 F_r 应满足公式(1)的要求。

$$F_r = s_n \times \Delta\sigma \dots\dots\dots (1)$$

F_r ——钢绞线的疲劳加载力变化幅，单位为牛 (N)；

S_n ——钢绞线的公称横截面积，取140 mm²；

$\Delta\sigma$ ——钢绞线的疲劳应力幅，取190 MPa。

5.5.6 钢绞线的偏斜拉伸系数 $D \leq 28\%$ 。

5.5.7 在实际最大力 F_m 的 80%时，其应力腐蚀性能应符合表 3 的规定，在密闭碱性环境条件下使用的钢绞线，可不进行应力腐蚀试验。

表 3 15. 20 mm 7 丝钢绞线的应力腐蚀性能

钢绞线公称抗拉强度/MPa	试验时间/h	
	最小值	中值
2160	2.0	5.0
2230	2.0	—
2360	2.0	—

5.6 表面质量

5.6.1 除非用户有特殊要求，钢绞线表面不应有油、润滑脂等物质。

5.6.2 钢绞线表面不应有影响使用性能的有害缺陷。允许存在轴向表面缺陷，但其深度应小于单根丝直径的 2%。

5.6.3 钢绞线表面可存在回火颜色。

5.6.4 钢绞线表面允许有轻微浮锈，但不应有目视可见的锈蚀凹坑。

6 试验方法

6.1 表面检验

表面质量用目视检查。

6.2 外形尺寸检验

6.2.1 测量钢绞线的直径应以横穿直径方向的相对两根外层钢丝为准。

6.2.2 测量钢绞线的直径，要围绕圆周的不同方向测量 3 次，3 次测量的平均值为钢绞线的实测直径。

6.2.3 计算钢绞线的中心钢丝直径加大比，应先测量钢绞线外层六根钢丝的直径，取平均值。中心钢丝的直径与平均值的差值除以平均值，该计算结果的百分数为中心钢丝直径的加大比。

6.3 每米公称重量偏差的测量计算

6.3.1 取 3 根长度不小于 1m 的钢绞线，试样应从钢绞线端部垂直切取，每根钢绞线长度测量精确到 1 mm。试样的一般规定应符合 GB/T 21839 的规定。

6.3.2 称量每根钢绞线的重量，精确到 1g，然后按式（2）计算钢绞线的每米重量。

$$M = \frac{m}{L} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——钢绞线每米重量，单位为克每米（g/m）；

m ——钢绞线重量，单位为克（g）；

L ——钢绞线长度，单位为米（m）。

6.3.3 实测单位重量取 3 个计算值的平均值。

6.3.4 计算每米公称重量偏差，应由试样实测单位重量的平均值与本文件中给出的对应的每米公称重量的差值，再除以对应的每米公称重量，该计算结果的百分数为每米公称重量偏差。

6.4 伸直性

钢绞线的伸直性的测量应按 GB/T 21839 的规定进行。

6.5 拉伸试验

6.5.1 通用要求

按照 GB/T 21839 的规定，不应使用预制场张拉钢绞线的锚夹具进行钢绞线拉伸试验。夹持装置的设计应确保在试验过程中，载荷沿着整个夹持长度分布，最小有效夹持长度应不小于钢绞线的一个捻距。如试样在夹头内或距钳口 2 倍钢绞线公称直径内断裂，达不到本文件性能要求时，试验无效，应补充样品进行试验，直至获取有效的试验数据。

6.5.2 最大力

整根钢绞线的最大力试验按 GB/T 21839 的规定进行。计算抗拉强度时取钢绞线的公称横截面积值。

6.5.3 屈服力

钢绞线屈服力采用引伸计标距（不小于一个捻距）的非比例延伸达到引伸计标距 0.2% 时所受的力（ $F_{p0.2}$ ）。为便于供方日常检验，也可以测定总延伸达到原标距 1% 的力（ F_{t1} ），其值符合本文件规定的 $F_{p0.2}$ 值时可以交货，但仲裁试验时测定 $F_{p0.2}$ 。测定 $F_{p0.2}$ 和 F_{t1} 时预加负荷为公称最大力的 10%。

6.5.4 最大力总延伸率

最大力总延伸率 A_{gt} 的测定按 GB/T 21839 的规定进行。使用计算机采集数据或使用电子拉伸设备的，测量延伸率时预加负荷对试样所产生的延伸率应加在总延伸内。

6.5.5 弹性模量

弹性模量的测定按 GB/T 21839 的规定进行。

6.6 应力松弛性能试验

- 6.6.1 钢绞线的应力松弛性能试验应按 GB/T 21839 的规定进行。
- 6.6.2 试验标距长度不小于公称直径的 60 倍。
- 6.6.3 试样制备后不应进行任何热处理和冷加工。
- 6.6.4 允许用至少 120h 的测试数据推算 1000h 的松弛率。推算松弛率的相关系数应不小于 0.98，如相关系数小于 0.98 时，允许用 240h 的测试数据推算，如相关系数仍小于 0.98 时，应将试验持续到 1000 h。

6.7 应力腐蚀试验

- 6.7.1 应力腐蚀试验按 GB/T 21839 规定进行。

6.8 疲劳试验

- 6.8.1 钢绞线的疲劳试验应按 GB/T 21839 规定进行。
- 6.8.2 疲劳试验所用试样应在成品钢绞线上直接截取。
- 6.8.3 试样长度应保证两夹具之间的距离不小于 500mm。

6.9 偏斜拉伸试验

- 6.9.1 钢绞线的偏斜拉伸试验应按 GB/T 21839 规定进行。

6.10 数值修约

- 6.10.1 检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T 081 的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

- 7.1.1 钢绞线的检验分为出厂检验、进场检验、型式检验和特征值检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检查和验收

产品的工厂检查由供方质量检验部门进行，需方可按本文件进行检查验收，应符合 GB/T 5224 的规定。

7.2.2 组批规则

钢绞线应成批检查和验收，每批钢绞线由同一牌号、同一直径、同一生产工艺捻制的钢绞线组成，每批重量不大于 100 t。

7.3 进场检验

7.3.1 钢绞线现场加工前、穿束前及切割后应进行外观检查；发现断丝应判为不合格并更换；钢绞线锈蚀达到肉眼可见点蚀时不得使用；对每盘（卷）钢绞线应确保可与相应出厂检验证书对应追溯，并应在使用前留取样品用于必要时复检。

7.3.2 使用单位在钢绞线进场使用前应进行产品质量的现场抽检。产品的现场抽检应符合表 4 的规定。

表 4 现场抽检项目及取样数量

序号	检验项目	取样数量
1	表面	逐盘卷
2	外形尺寸	逐盘卷
3	钢绞线伸直性	3 根/每批
4	整根钢绞线最大力	3 根/每批
5	0.2%屈服力	3 根/每批
6	最大力总伸长率	3 根/每批
7	弹性模量	3 根/每批

序号	检验项目	取样数量
8	应力松弛性能	不少于1根/每合同批

7.3.3 复验与判定规则

当检验结果出现不符合本文件规定时，应从同一批未经检验的钢绞线卷中取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验，复验结果均合格，则整批钢绞线予以交货；即使有一个试样不合格，则整批钢绞线不应交货，允许进行逐卷检验合格者交货。

对于复验结果均合格的整批次钢绞线，可以允许对首次检验出现的不合格卷，取双倍试样进行该不合格项的复验，如果复验结果均合格，则可随该批次钢绞线交货；如果有一个试样不合格，则该卷钢绞线不应交货。

7.4 型式检验

检验项目和取样数量要求如下：1000h 的应力松弛性能试验、轴向疲劳试验、偏斜拉伸试验、应力腐蚀试验只进行型式试验。只进行型式检验取样方法和试验方法应符合 GB/T 5224 的规定。符合下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品定型或产品转产鉴定时；
- b) 正式生产后，如原料、生产工艺、设备有较大改变，可能影响产品质量及性能时；
- c) 正产生产每满 2 年时；
- d) 产品停产 6 个月后，恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

只进行型式检验取样方法和试验方法应符合 GB/T 5224 的规定。

7.5 特征值检验

特征值检验适用于下列情况：

- a) 供方对产品质量控制的检验；
- b) 需方提出要求，经供需双方协商一致的检验；
- c) 第三方产品认证及仲裁检验。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 每盘（卷/轴）钢绞线出厂时应附产品质量证明书，并在每盘设置不少于两处耐久性标识（吊牌/标签），其中一处宜固定于盘内（或芯部）以避免运输过程中丢失，另一处应设置于盘外便于现场识别。

8.1.2 标识内容应至少包括：产品名称、执行标准编号、规格（公称直径）、强度等级/类别（松弛等级）、盘号（或卷号）/批号、长度或质量、制造商名称（及可追溯信息）。

8.2 包装

- 8.2.1 钢绞线盘卷/带轴盘的芯径不应小于 750 mm。
- 8.2.2 每盘卷钢绞线应捆扎结实，捆扎不少于 8 道。
- 8.2.3 包装应具备防潮防雨能力，并应采取抑制腐蚀措施（如在包装内放置缓蚀剂，或采用含缓蚀剂的包装材料等）；包装或外包装一旦破损，应及时修复或更换至原防护状态。

8.3 运输

8.3.1 预应力钢绞线宜成盘运输。在运输、装卸过程中应轻装、轻卸，采用尼龙吊索，避免机械损伤预应力钢绞线。

8.4 贮存

- 8.4.1 钢绞线在成品堆放期间，应按分类堆放于温度变化不大、通风良好的仓库中。存放应远离热源，严禁太阳暴晒。
- 8.4.2 钢绞线应离地存放于水平支架上，存放方式应避免材料损坏、变形或受到污染。

8.4.3 钢绞线贮存时不应使用任何会在卷筒底部积聚水分的包装或包裹材料。

附 录 A (规范性) 特征值检验规则

A.1 试验组批

试验批可依据实际要求决定，一般为产品批组成的合同批。

A.2 每批取样和检验数量

A.2.1 本附录规定的性能试验，应从不同卷钢绞线上取15个试样(如适用时为60个试样)进行拉力试验。

A.2.2 120h松弛试验取3个试样。

A.2.3 疲劳试验取2个试样。

A.2.4 偏斜拉伸试验取10个试样。

A.2.5 应力腐蚀试验取12个试样。

A.3 试验结果的评定

为检验规定的性能，如特征参数 F_m 、 $F_{p0.2}$ ，应确定以下参数：

a) 15个试样的所有单个值 x_i ($n = 15$)；

b) 平均值 m_{15} ($n = 15$)；

c) 标准偏差 S_{15} ($n = 15$)。

如果所有性能满足式 (A.1) 给定的条件，则该试验批符合要求。

$$m_{15} - 2.33 \times S_{15} \geq f_k \quad \text{..... (A.1)}$$

式中：

f_k ——要求的特征值；

2.33 —— 当 $n = 15$ ，90%置信水平，不合格率5%时验收系数 k 的值。

如果上述条件不能满足，系数 $k' = \frac{m_{15} - f_k}{S_{15}}$ 由试验结果确定。式中 $k' \geq 2$ 时，试验可继续进行。在此情况下，应从该试验批的不同卷钢绞线上切取45个试样进行试验，这样可得到总计60个试验结果 ($n = 60$)。

如果所有性能满足式 (A.2) 条件，则应认为该试验批符合要求。

$$m_{60} - 1.93 \times S_{60} > f_k \quad \text{..... (A.2)}$$

式中：

1.93——当 $n = 60$ ，90%置信水平 ($1 - \alpha = 0.90$)，不合格率 5% ($p = 0.95$) 时验收系数 k 的值。