

中华人民共和国铁路行业标准

TB/T 3193—XXXX  
代替 TB/T 3193—2016

铁路工程预应力部件 第1部分：预应力筋  
用夹片式锚具、夹具和连接器

Railway Engineering Prestressed Components Part 1: Anchorage, grip and coupler  
for prestressing tendons in railway engineering

（征求意见稿）

2026年8月11日

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家铁路局 发布



目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 代号和标记 ..... 3

5 技术要求 ..... 4

6 试验方法 ..... 10

7 检验规则 ..... 17

8 标志、包装、运输和储存 ..... 20

附录 A（规范性） 锚固区传力性能试验方法..... 22

## 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。

本文件是 TB/T 3193《铁路工程预应力部件》的第1部分。TB/T 3193 已经发布了以下部分：

——第1部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器。

——第2部分：预应力混凝土钢绞线。

本文件代替 TB/T 3193—2016《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器技术条件》，与 TB/T 3193—2016 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了本标准适用范围中钢绞线的强度级别（见第1章）。
- b) 修改了规范性引用文件（见第2章）。
- c) 修改了夹片式锚具、夹具和连接器的代号和标记，增加了钢锚垫板和铸铁锚垫板的标记要求（见第4章）。
- d) 修改了锚具生产厂应给出的限位板限位高度对应的钢绞线适用范围（见 5.1.8，2016年版的 5.1.3）。
- e) 修改了夹片约束圈的选用（见 5.2.6，2016年版的 5.1.8）。
- f) 增加了产品外观要求（见 5.4.1）。
- g) 增加了夹具和连接器的结构尺寸要求（见 5.4.6）。
- h) 增加了适应 2000MPa 级及以下钢绞线的锚板和夹片的加工工艺及表面硬度要求（见 5.4.7）。
- i) 增加了适应 2100MPa 级及以上钢绞线的锚板和夹片的加工工艺及表面硬度要求（见 5.4.8）。
- j) 增加了夹具锚板的加工工艺及表面硬度要求（见 5.4.9）。
- k) 增加了适应 2100MPa 级及以上锚具应与钢绞线强度等级匹配的要求（见 5.4.10）。
- l) 增加了适应 2000MPa 级及以下、2100 MPa 级及以上钢绞线的 3~27 孔锚具配套用钢锚垫板、铸铁锚垫板和螺旋筋的技术要求（见 5.2.3）。
- m) 增加了适应 2100MPa 级及以上钢绞线的锚垫板和螺旋筋的要求（见 5.4.4）。
- n) 增加了对锚垫板和螺旋筋的锚固区传力试验的要求（见 5.7.1）。
- o) 修改了产品所使用的材料要求（见 5.1.1, 2016年版的 5.6.1）。
- p) 修改了钢绞线的锚板所用的原材料强度及韧性性能指标要求（见 5.2.1, 2016年版的 5.6.2）。
- q) 修改了钢锚垫板用原材料的机械性能要求（见 5.2.2，2016年版的 5.6.3）。
- r) 增加了适应 2000MPa 级及以下、2100 MPa 级及以上钢绞线的铸铁锚垫板用原材料的机械性能要求（见 5.2.3）。
- s) 增加了螺旋筋用原材料的机械性能要求（见 5.2.4）。
- t) 增加了夹片用原材料的强度及韧性性能指标要求（见 5.2.5）。
- u) 增加了 2100MPa 级及以上钢绞线宜采用钢锚垫板的要求（见 5.1.7）。

- v) 增加了产品的制造要求（见 5.1.2）。
- w) 增加了切削加工件的要求（见 5.3.1）。
- x) 修改了螺纹的未注精度等级的要求（见 5.3.2，2016 年版的 5.7.2）。
- y) 修改了零件毛坯的锻造要求（见 5.3.4，2016 年版的 5.7.4）。
- z) 修改了零件热处理加工要求（见 5.3.5，2016 年版的 5.7.5）。
- aa) 增加了钢锚垫板各组成件之间焊接要求（见 5.3.6）。
- bb) 增加了锚板锥孔、夹片锥面和螺纹表面粗糙度要求（见 5.3.7）。
- cc) 增加了锚具、夹具和连接器的零件表面防锈处理要求（见 5.3.8）。
- dd) 修改试验方法中试验用钢绞线、试验用钢绞线-锚具、夹具或连接器组装件、试验设备及仪器的具体要求（见 6.1，2016 版的 6.1）。
- ee) 修改了锚板和夹片表面损伤检查要求（见 6.2.1，2016 年版的 6.1.9）。
- ff) 增加了锚固区传力性能试验要求（见 6.6、附录 A）。
- gg) 增加了生产厂在产品出厂前应进行产品质量的出厂检验要求（见 7.1.2）。
- hh) 修改了产品的形式检验要求（见 7.1.3，2016 年版的 7.1.2）。
- ii) 修改了产品出厂检验、型式检验的检验项目要求（见 7.2，2016 年版的 7.2）。
- jj) 修改了出厂检验具体抽样数量要求（见 7.3.1，2016 年版的 7.3.1）。
- kk) 增加了型式检验具体分组和抽样数量要求（见 7.3.2）。
- ll) 修改了检验结果的判定要求（见 7.4，2016 年版的 7.4）。
- mm) 修改了锚具、夹具和连接器出厂时包装要求（见 8.2，2016 年版的 8.2）。

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提出并归口。

本文件起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所，中国铁路经济规划研究院有限公司，中国铁路设计集团有限公司，中铁工程设计咨询集团有限公司，中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所，成都市新筑交通科技有限公司，杭州浙锚科技有限公司。

本文件主要起草人：石龙、马林、苏永华、温宗意、班新林、陈胜利、苏伟、陈海涛、吴国琦、董杰、李长乐。

本文件历次版本发布情况为：

本文件于 2008 年首次发布，2016 年为第一次修订，本次为第二次修订。

## 引 言

铁路工程预应力部件是铁路预应力混凝土工程中所采用的各类预应力筋和配套锚具的总称，广泛应用于铁路桥梁、站房等预应力混凝土结构之中，是其重要组成部分和关键承力部件。TB/T 3193 旨在规范铁路工程预应力部件的技术要求，为铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器，预应力钢绞线，预应力钢绞线成品束，缓粘结预应力钢绞线等的生产、销售和产品质量检验验收提供依据，由四个部分构成：

——第 1 部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器。目的在于规范铁路预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器的产品质量。

——第 2 部分：预应力混凝土钢绞线。目的在于规范铁路工程用预应力钢绞线的产品质量。

# 铁路工程预应力部件 第1部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器

## 1 范围

本文件规定了铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器的术语和定义，代号和标记，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和储存。

本文件适用于铁路预应力混凝土结构中使用的锚固公称直径为15.20mm，公称抗拉强度为1860MPa、2000MPa、2100MPa、2200MPa、2300MPa、2400MPa钢绞线的夹片式锚具、夹具和连接器。

## 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 197—2018 普通螺纹 公差

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 699—2015 优质碳素结构钢

GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 面粗糙度参数及其数值

GB 1499.1—2024 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 3077—2015 合金结构钢

GB/T 8162—2018 结构用无缝钢管

GB/T 9439—2023 灰铸铁件

GB/T 10610 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 16923 钢件的正火与退火

GB/T 16924 钢件的淬火与回火

GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分：总则

GB/T 34889 钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火

GB/T 37400.8 重型机械通用技术条件 第8部分：锻件

GB/T 37400.9 重型机械通用技术条件 第9部分：切削加工件

GB/T 37400.13 重型机械通用技术条件 第13部分：包装

GB/T 37400.15—2007 重型机械通用技术条件 第15部分：锻钢件无损探伤

JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**锚具 anchorage**

保持钢绞线的拉力并将其传递到结构上所用的永久性锚固装置。

#### 3.2

**夹具 grip**

建立或保持钢绞线预应力的临时性锚固装置。

#### 3.3

**连接器 coupler**

连接钢绞线的装置。

#### 3.4

**钢绞线-锚具组装件 steel strand-anchorage assembly**

钢绞线和安装在其端部的锚具组合装配而成的受力单元。

#### 3.5

**钢绞线-夹具组装件 steel strand-grip assembly**

钢绞线和安装在其端部的夹具组合装配而成的受力单元。

#### 3.6

**钢绞线-连接器组装件 steel strand-coupler assembly**

钢绞线和连接器组合装配而成的受力单元。

#### 3.7

**受力长度 tension length**

钢绞线两端的锚具、夹具之间或锚具与连接器之间的净距离。

#### 3.8

**锚固区 anchorage zone**

通过锚具和锚垫板将预加力传递给混凝土结构的局部承压区域。

#### 3.9

**锚垫板 bearing plate**



后张预应力混凝土结构中，采用铸铁或钢材制成，承受预加力并将其传递给结构的部件。

3.10

螺旋筋 spiral reinforcement

预应力混凝土结构中，置于锚固区中与锚垫板配合使用，用以提高锚固区混凝土抗裂能力和极限承载能力的锚具部件。

3.11

内缩 draw-in

钢绞线在锚固过程中，由于锚具各零件之间、锚具与钢绞线之间的相对位移和局部塑性变形所产生的钢绞线的回缩现象。

3.12

锚口摩阻损失 prestress loss due to friction at anchorage device

钢绞线在锚具及锚垫板喇叭口转角处由于摩擦引起的预应力损失。

4 代号和标记

4.1 代号

4.1.1 夹片式锚具、夹具和连接器的代号应符合表 1 的规定。

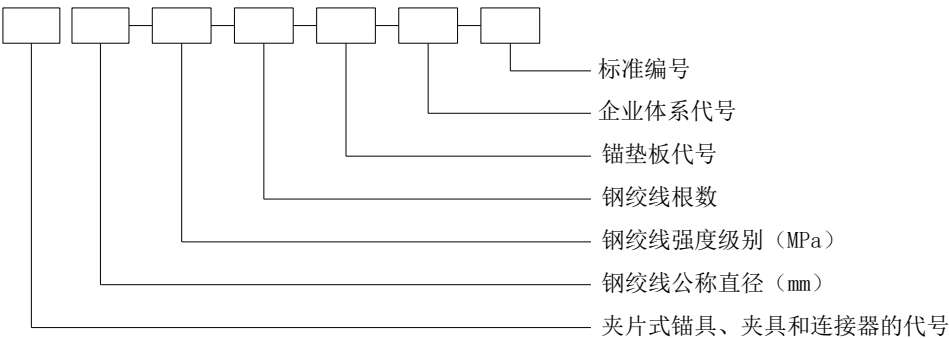
表 1 夹片式锚具、夹具和连接器的代号

| 类型 | 夹片式锚具 | 低回缩夹片式锚具 | 夹片式夹具 | 夹片式连接器 |
|----|-------|----------|-------|--------|
| 圆形 | YJM   | DSM      | YJJ   | YJL    |

4.1.2 钢锚垫板的代号为 GD，铸铁锚垫板的代号为 ZD。

4.2 标记

夹片式锚具、夹具和连接器的标记由产品代号、钢绞线公称直径、钢绞线强度级别（分为 1860MPa、1960MPa、2000MPa、2100MPa、2200MPa、2300MPa、2400MPa 各级）、钢绞线根数、锚垫板代号、企业体系代号和标准编号 7 部分组成。



示例：YJM15-2200-16-GD-A-TB/T 3193-2026，表示锚固 16 根公称直径为 15.2mm、强度级别 2200MPa 钢绞线的圆形夹片式锚具，配套采用钢锚垫板，企业体系代号为 A。

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 产品所使用的材料应符合设计要求，并有机机械性能和化学成分合格证书、质量证明书。材料进场后应进行验收试验，检验合格后方可使用。
- 5.1.2 产品应按本文件和专项设计图纸进行生产制造。
- 5.1.3 夹具的全部零件均应有重复使用性能，且应有良好的自锚性能、在  $0.8 f_{pk}$  时应有良好的松锚性能。
- 5.1.4 夹片式锚具的限位板和夹具应采用同一锚具生产厂的配套产品。
- 5.1.5 工作锚的锚板和夹片不应代替夹具使用。
- 5.1.6 生产厂应有完整的锚具、夹具和连接器的设计文件、原材料质量证明文件、制造批次记录、性能检验记录、产品合格文件，该类文件应具有可追溯性。
- 5.1.7 应用 2100MPa 及以上钢绞线时，宜采用钢锚垫板。
- 5.1.8 对夹片式锚具，锚具生产厂应给出钢绞线直径为 15.05mm~15.45mm 限位板的限位高度表，并按表 2 提供钢绞线直径每增加 0.1mm 时限位高度的具体参数 H1~H5。

表 2 钢绞线直径与限位板的限位高度对应表

| 序号 | 钢绞线直径<br>mm | 限位板的限位高度<br>mm |
|----|-------------|----------------|
| 1  | 15.05~15.10 | H1±0.1         |
| 2  | 15.11~15.20 | H2±0.1         |
| 3  | 15.21~15.30 | H3±0.1         |
| 4  | 15.31~15.40 | H4±0.1         |
| 5  | 15.41~15.45 | H5±0.1         |

- 5.1.9 用于低应力可更换型拉索的锚具，应有防松、可更换的构造措施。
- 5.1.10 锚垫板长度应保证钢绞线在锚具底口处的最大折角不应大于  $4.0^{\circ}$ 。
- 5.1.11 锚垫板下应设置螺旋筋。8 孔及以下铸铁锚垫板应设置一道加强肋，8 孔以上铸铁锚垫板应设置两道加强肋。
- 5.1.12 锚垫板底口直径与橡胶抽拔管直径配合间隙不宜大于 5mm。
- 5.1.13 锚垫板与锚板接触端面的平面度不应大于 0.5mm。
- 5.1.14 锚垫板端面应设置压浆孔，螺纹孔径为 G3/4。

5.2 原材料

- 5.2.1 适应 2000MPa 级及以下钢绞线的锚板所用的原材料强度及韧性性能指标不应低于 GB/T 699—2015 中 45 号钢的要求，适应 2100MPa 级及以上钢绞线的锚板所用的原材料强度及韧性性能指标

不应低于 GB/T 3077—2015 中 40Cr 号钢的要求。

5.2.2 钢锚垫板用原材料的机械性能不应低于 GB/T 699—2015 或 GB/T 8162—2018 中 45 号钢的要求。

5.2.3 适应 2000MPa 级及以下钢绞线的铸铁锚垫板用原材料的机械性能不应低于 GB/T 9439—2023 中铸铁 HT200 的要求，适应 2100MPa 级及以上钢绞线的铸铁锚垫板用原材料的机械性能不应低于 GB/T 9439—2023 中铸铁 HT250 的要求。

5.2.4 螺旋筋用原材料的机械性能不应低于 GB 1499.1—2024 中 HPB300 的要求。

5.2.5 夹片用原材料的强度及韧性性能指标不应低于 GB/T 3077—2015 中 20CrMnTi 号钢的要求。

5.2.6 夹片约束圈应采用耐油的弹性橡胶圈，不应使用再生橡胶圈及钢质约束圈。

5.3 制造

5.3.1 切削加工件应符合 GB/T 37400.9 的有关规定。

5.3.2 螺纹的未注精度等级不应低于 GB/T 197—2018 中的 7H/8g。

5.3.3 未注公差尺寸的公差等级不应低于 GB/T 1804—2000 中的 c 级。

5.3.4 零件毛坯的锻造应符合 GB/T 37400.8 的有关规定。锻件不应有锻造裂纹、过烧、折叠和局部晶粒粗大等缺陷。

5.3.5 零件热处理加工应按照产品设计图纸进行，并应符合 GB/T 16923、GB/T 16924、GB/T 34889 的有关规定，且不应产生裂缝、过烧和脱碳。

5.3.6 钢锚垫板各组成件之间焊接时应压贴紧密，不得存在缝隙，应连续焊接，焊缝高度不宜低于 3mm，焊渣和飞溅物等杂质应清除干净。焊缝表面质量等级应符合 JB/T 5943 中普通焊缝的规定。

5.3.7 锚板锥孔、夹片锥面和螺纹表面粗糙度应为 MRR Ramax1.6，其余表面粗糙度应为 MRR Ramax3.2，并符合 GB/T 1031、GB/T 10610 的规定。

5.3.8 锚具、夹具和连接器的零件表面宜做防锈处理，宜使用对环境危害小的防锈处理工艺。锚垫板和螺旋筋表面不应有影响其与混凝土结构粘结性能的油漆或油脂。

5.4 外观、尺寸、硬度及构造

5.4.1 产品外观应满足设计要求，并应符合下列规定：

- a) 全部产品不应出现裂纹；
- b) 锚板和连接器应进行表面磁粉探伤，并符合 GB/T 37400.15—2007 的 2 级的规定。

5.4.2 用于锚固直径 15.20mm 钢绞线的锚具，1~27 孔锚板最外侧锥孔大口外边缘到锚板边缘的最小尺寸应符合表 3 的规定；28 孔及以上锚板可参照设计文件执行。

表 3 1~27 孔锚板最外侧锥孔大口外边缘到锚板边缘最小尺寸

| 锚板孔数    | 1~5  | 6~12 | 13~17 | 18~21 | 22~27 |
|---------|------|------|-------|-------|-------|
| 最小尺寸 mm | 11.0 | 13.0 | 15.0  | 17.0  | 20.0  |

5.4.3 用于锚固直径 15.20mm 钢绞线的锚具，1~27 孔锚板的最小直径和最小厚度应符合表 4 的规定；28 孔及以上锚板可参照设计文件执行。

表 4 1~27 孔锚板最小直径和厚度

| 锚具<br>孔数 | 锚板尺寸<br>mm |      | 锚具<br>孔数 | 锚板尺寸<br>mm |      | 锚具<br>孔数 | 锚板尺寸<br>mm |       |
|----------|------------|------|----------|------------|------|----------|------------|-------|
|          | 直径         | 厚度   |          | 直径         | 厚度   |          | 直径         | 厚度    |
| 1        | 48.0       | 48.0 | 10       | 156.0      | 58.0 | 19       | 206.0      | 75.0  |
| 2        | 86.0       | 50.0 | 11       | 166.0      | 58.0 | 20       | 226.0      | 80.0  |
| 3        | 91.0       | 50.0 | 12       | 166.0      | 60.0 | 21       | 226.0      | 80.0  |
| 4        | 102.0      | 50.0 | 13       | 170.0      | 63.0 | 22       | 230.0      | 85.0  |
| 5        | 112.0      | 50.0 | 14       | 176.0      | 65.0 | 23       | 246.0      | 90.0  |
| 6        | 126.0      | 52.0 | 15       | 186.0      | 68.0 | 24       | 246.0      | 90.0  |
| 7        | 126.0      | 53.0 | 16       | 196.0      | 70.0 | 25       | 252.0      | 100.0 |
| 8        | 136.0      | 55.0 | 17       | 196.0      | 73.0 | 26       | 252.0      | 100.0 |
| 9        | 146.0      | 55.0 | 18       | 206.0      | 75.0 | 27       | 252.0      | 100.0 |

5.4.4 适应 2000MPa 级及以下钢绞线的 3~27 孔锚具配套用铸铁锚垫板和螺旋筋，构造尺寸应符合表 5、表 6 的要求；当采用钢质锚垫板时，构造尺寸应符合产品设计文件要求。

表 5 适应 2000MPa 级及以下钢绞线锚垫板主要结构尺寸及最小质量

| 锚板<br>孔数 | 端部尺寸<br>mm | 端板根部厚度<br>mm | 高度<br>mm | 上口直径<br>mm | 下口直径<br>mm | 壁厚<br>mm | 管道直径<br>mm | 质量<br>kg |
|----------|------------|--------------|----------|------------|------------|----------|------------|----------|
| 3 孔      | 140×140    | 18           | 80       | 65         | 60         | 9        | 55         | 3.3      |
| 4 孔      | 160×160    | 20           | 95       | 76         | 65         | 9        | 60         | 4.3      |
| 5 孔      | 180×180    | 20           | 120      | 81         | 70         | 9        | 65         | 5.5      |
| 6 孔      | 195×195    | 20           | 130      | 91         | 75         | 10       | 70         | 7.1      |
| 7 孔      | 210×210    | 22           | 130      | 91         | 75         | 10       | 70         | 8.5      |
| 8 孔      | 225×225    | 25           | 140      | 103        | 85         | 10       | 80         | 9.5      |
| 9 孔      | 240×240    | 25           | 155      | 110        | 90         | 10       | 85         | 10.9     |
| 10 孔     | 250×250    | 30           | 195      | 122        | 95         | 10       | 90         | 13.1     |
| 11 孔     | 265×265    | 30           | 255      | 130        | 95         | 11       | 90         | 16.6     |
| 12 孔     | 275×275    | 30           | 255      | 130        | 95         | 11       | 90         | 17.5     |
| 13 孔     | 285×285    | 32           | 255      | 130        | 100        | 11       | 95         | 18.8     |
| 14 孔     | 300×300    | 32           | 260      | 141        | 105        | 11       | 100        | 20.8     |

表 5 适应 2000MPa 级及以下钢绞线锚垫板主要结构尺寸及最小质量 (续)

| 锚板<br>孔数            | 端部尺寸<br>mm | 端板根部厚度<br>mm | 高度<br>mm | 上口直径<br>mm | 下口直径<br>mm | 壁厚<br>mm | 管道直径<br>mm | 质量<br>kg |
|---------------------|------------|--------------|----------|------------|------------|----------|------------|----------|
| 15 孔                | 310×310    | 32           | 280      | 151        | 105        | 11       | 100        | 22.2     |
| 16 孔                | 320×320    | 35           | 295      | 155        | 115        | 11       | 110        | 25.5     |
| 17 孔                | 330×330    | 35           | 295      | 155        | 115        | 11       | 110        | 26.9     |
| 18 孔                | 340×340    | 38           | 300      | 162        | 125        | 11       | 120        | 30.8     |
| 19 孔                | 345×345    | 38           | 300      | 162        | 125        | 11       | 120        | 31.3     |
| 20 孔                | 355×355    | 40           | 330      | 175        | 125        | 12       | 120        | 36.1     |
| 21 孔                | 365×365    | 40           | 380      | 175        | 125        | 12       | 120        | 38.6     |
| 22 孔                | 365×365    | 40           | 382      | 176        | 125        | 12       | 120        | 39.2     |
| 23 孔                | 370×370    | 42           | 440      | 188        | 130        | 12       | 125        | 44.6     |
| 24 孔                | 375×375    | 42           | 465      | 192        | 130        | 12       | 125        | 46.8     |
| 25 孔                | 375×375    | 42           | 465      | 192        | 130        | 12       | 125        | 46.8     |
| 26 孔                | 380×380    | 45           | 475      | 197        | 135        | 12       | 130        | 51.1     |
| 27 孔                | 380×380    | 45           | 475      | 197        | 135        | 12       | 130        | 51.1     |
| 注：下口直径为最大尺寸，其他为最小尺寸 |            |              |          |            |            |          |            |          |

表 6 适应 2000MPa 级及以下钢绞线螺旋筋结构尺寸

| 锚板<br>孔数 | 螺旋筋直径<br>mm | 螺距<br>mm | 钢筋直径<br>mm | 圈数 | 锚板孔数 | 螺旋筋直径<br>mm | 螺距<br>mm | 钢筋直径<br>mm | 圈数 |
|----------|-------------|----------|------------|----|------|-------------|----------|------------|----|
| 3 孔      | 180         | 40       | 10         | 3  | 16 孔 | 360         | 60       | 20         | 6  |
| 4 孔      | 195         | 40       | 10         | 4  | 17 孔 | 360         | 60       | 20         | 6  |
| 5 孔      | 215         | 50       | 12         | 4  | 18 孔 | 380         | 60       | 20         | 6  |
| 6 孔      | 230         | 50       | 12         | 4  | 19 孔 | 380         | 60       | 20         | 6  |
| 7 孔      | 250         | 50       | 12         | 4  | 20 孔 | 400         | 60       | 20         | 7  |
| 8 孔      | 265         | 55       | 16         | 5  | 21 孔 | 400         | 60       | 20         | 7  |
| 9 孔      | 275         | 55       | 16         | 5  | 22 孔 | 400         | 60       | 20         | 7  |
| 10 孔     | 275         | 55       | 16         | 5  | 23 孔 | 400         | 60       | 20         | 7  |

表 6 适应 2000MPa 级及以下钢绞线螺旋筋结构尺寸（续）

| 锚板<br>孔数 | 螺旋筋直径<br>mm | 螺距<br>mm | 钢筋直径<br>mm | 圈数 | 锚板孔数 | 螺旋筋直径<br>mm | 螺距<br>mm | 钢筋直径<br>mm | 圈数 |
|----------|-------------|----------|------------|----|------|-------------|----------|------------|----|
| 11 孔     | 300         | 55       | 16         | 5  | 24 孔 | 405         | 65       | 22         | 7  |
| 12 孔     | 300         | 55       | 16         | 6  | 25 孔 | 405         | 65       | 22         | 7  |
| 13 孔     | 310         | 55       | 16         | 6  | 26 孔 | 410         | 65       | 22         | 7  |
| 14 孔     | 335         | 55       | 16         | 6  | 27 孔 | 410         | 65       | 22         | 7  |
| 15 孔     | 335         | 60       | 20         | 6  | -    | -           | -        | -          | -  |

- 5.4.5 适应 2100MPa 级及以上钢绞线的 3~27 孔锚具配套用钢锚垫板、铸铁锚垫板和螺旋筋，应满足结构设计和产品设计文件要求。
- 5.4.6 夹具和连接器的结构尺寸应满足产品设计文件要求。
- 5.4.7 适应 2000MP 夹具 a 级及以下钢绞线的锚具，锚板应进行调质热处理（淬火加高温回火），其表面硬度应为 20 HRC~30HRC(质量裁定时 225 HB~286HB)；夹片应进行化学热处理，表面硬度应为 79 HRA~83HRA。
- 5.4.8 适应 2100MPa 级及以上钢绞线的锚具，锚板应进行调质热处理（淬火加高温回火），其表面硬度应为 26 HRC~36HRC(质量裁定时 257 HB~336HB)；夹片应进行化学热处理，表面硬度应为 81 HRA~85HRA。
- 5.4.9 夹具锚板应进行调质热处理(淬火加高温回火)，其表面硬度不应小于 26HRC (质量裁定时 257HB)；夹具夹片应进行化学热处理，表面硬度不应小于 81HRA。
- 5.4.10 适应 2100MPa 级及以上钢绞线的锚板、夹片、钢/铸铁锚垫板、螺旋筋，应与钢绞线强度等级匹配，并满足结构受力和产品设计要求。
- 5.4.11 锚垫板应设置灌浆孔或排气孔。灌浆孔的孔位及孔径应符合灌浆工艺要求，且应有与灌浆管连接的构造。采用封闭罩时，锚具应设置连接构造。

5.5 锚具力学性能

5.5.1 静载锚固性能

5.5.1.1 钢绞线-锚具组装件的静载锚固性能应同时满足锚具效率系数 $\eta_a \geq 0.95$  和伸长总应变 $\epsilon_{apu} \geq 2.0\%$ 两项要求。 $\eta_a$  按公式（1）计算：

$$\eta_a = \frac{F_{apu}}{F_{pm}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$F_{apu}$ —钢绞线-锚具组装件的实测极限拉力；

$F_{pm}$ —钢绞线的实际平均极限抗拉力，由钢绞线试件实测破断荷载平均值计算得出。

5.5.1.2 钢绞线-锚具组装件的破坏形式应当是钢绞线的断裂（逐根或多根同时断裂），锚具零件的变形不应过大或碎裂，且应按 7.2.2 的规定确认锚固的可靠性。

## 5.5.2 疲劳性能

5.5.2.1 钢绞线-锚具组装件，应满足循环次数为  $2 \times 10^6$  次的疲劳性能试验。

5.5.2.2 试验应力上限取钢绞线公称抗拉强度标准值  $f_{ptk}$  的 65%，疲劳应力幅度不应小于 100 MPa。

如工程有特殊需要，试验应力上限及疲劳应力幅度取值可以另定。

5.5.2.3 试件经受  $2 \times 10^6$  次循环荷载后，锚具零件不应疲劳破坏。钢绞线因锚具夹持作用发生疲劳破坏的截面面积不应大于试件总截面面积的 5%。

## 5.5.3 锚板强度

5.5.3.1 锚板强度静载承压试验中，在加载荷载达到钢绞线标准强度的 95% 之后释放荷载，锚板挠度残余变形不应大于 1/600。

5.5.3.2 在加载荷载达到钢绞线标准强度的 1.2 倍时，锚板不应有肉眼可见裂纹或破坏。

## 5.5.4 辅助性能

5.5.4.1 在钢绞线-锚具组装件张拉到  $0.8 f_{ptk}$  时，相邻两孔外露夹片间净距应大于或等于 5.0mm。

5.5.4.2 锚具张拉锚固后的钢绞线内缩量应小于或等于 6.0mm，低回缩锚具的回缩量应小于或等于 1.0mm。

5.5.4.3 锚具的锚口摩阻损失不宜大于 6%。

5.5.4.4 锚具应满足分级张拉、补张拉和放张等张拉工艺要求，张拉锚固工艺应易操作，加载力值均匀、稳定。

## 5.6 夹具和连接器力学性能

5.6.1 钢绞线-夹具组装件的静载锚固性能应同时满足夹具效率系数  $\eta_g \geq 0.92$  的要求。 $\eta_g$  按公式(2)计算：

$$\eta_g = \frac{F_{gpu}}{F_{pm}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$F_{gpu}$ —钢绞线-夹具组装件的实测极限拉力。

$F_{pm}$ —钢绞线的实际平均极限抗拉力，由钢绞线试件实测破断荷载平均值计算得出。

5.6.2 在钢绞线-夹具组装件达到实测极限拉力时，应由钢绞线的断裂，而不应由夹具的破坏所导致。

5.6.3 在先张法或后张法施工中，在张拉预应力后永久留在混凝土结构或构件中的连接器，应符合锚具的性能要求；在张拉后需放张和拆卸的连接器，应符合夹具的性能要求。锚具零件中采用挤压锚时锚具效率系数  $\eta_a \geq 0.90$ 。

## 5.7 锚固区传力性能

锚垫板和螺旋筋应与锚固区混凝土设计抗压强度相匹配，锚固区传力性能应满足以下条件：

a) 加载达到  $0.5 F_{ptk}$  持荷 10min 后，混凝土不应出现受力裂缝；

- b) 加载达到  $0.8F_{\text{ptk}}$  持荷 10min 后, 混凝土最大裂缝宽度不超过 0.20mm;
- c) 加载达到  $1.0F_{\text{ptk}}$  时, 锚垫板不出现裂缝;
- d) 试验极限荷载  $F_u$  应按公式 (3) 的要求进行:

$$F_u \geq 1.2F_{\text{ptk}} \times \frac{f'_{\text{cu}}}{f_{\text{cu,k}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$F_u$  —试验极限荷载值, 单位为牛 (N);

$f_{\text{cu,k}}$  —试件设计混凝土立方体抗压强度标准值, 单位为兆帕 (MPa);

$f'_{\text{cu}}$  —试验时同条件养护立方体试件的抗压强度实测平均值, 单位为兆帕 (MPa)。

## 6 试验方法

### 6.1 一般规定

#### 6.1.1 试验用钢绞线

6.1.1.1 试验用钢绞线应在有代表性的部位取至少 6 根试件进行母材力学性能试验, 其技术性能应符合 TB/T XXXX-XXXX《铁路预应力混凝土用钢绞线》的规定。

6.1.1.2 试验用钢绞线的直径公差应在受检锚具、夹具或连接器设计的匹配范围之内。

6.1.1.3 试验用钢绞线的实测抗拉强度平均值 ( $f_{\text{pm}}$ ) 在 TB/T XXXX-XXXX《铁路预应力混凝土用钢绞线》中的等级应与受检锚具、夹具或连接器的设计等级相同, 超过该等级时不应采用。

6.1.1.4 已受损伤或有接头的钢绞线不应用于组装件试验。

6.1.1.5 试验用钢绞线可由锚具生产厂或检验单位提供, 并应具有该批钢绞线的质量合格证明书。

#### 6.1.2 试验用钢绞线-锚具、夹具或连接器组装件

6.1.2.1 试验用钢绞线-锚具、夹具或连接器组装件由产品零件和钢绞线组装而成。试验用的锚具、夹具或连接器应是经过外观、尺寸和硬度检验合格的产品。

6.1.2.2 组装件试验时, 应保持锚固零件与实际使用状态一致, 不应在锚固零件上添加或擦除影响锚固性能的介质。

6.1.2.3 组装件中各根钢绞线应初应力均匀, 其受力长度应大于或等于 3m。

6.1.2.4 锚具静载锚固性能试验中, 试验荷载达到  $0.95f_{\text{ptk}}$  时, 应保持一端进入锚具处产生  $4.0^\circ \pm 0.2^\circ$  折角; 夹具静载锚固性能试验中, 应使钢绞线平行。

6.1.2.5 单根钢绞线的组装件试件及钢绞线母材力学性能试验用的试件 (不包括夹持部位) 的受力长度应大于或等于 0.8 m。

6.1.2.6 采用某一强度等级钢绞线的试验合格的锚具, 在实际工程中可用于低于或等于该强度等级的钢绞线, 不应用于高于该强度等级的钢绞线。



### 6.1.3 试验设备及仪器

试验用的测力系统精度不应大于 1.0%；测量总应变的量具，其标距的偏差不应大于标距的 0.2%，指示应变的精度不应大于 0.1%。

### 6.2 外观、尺寸和硬度检验

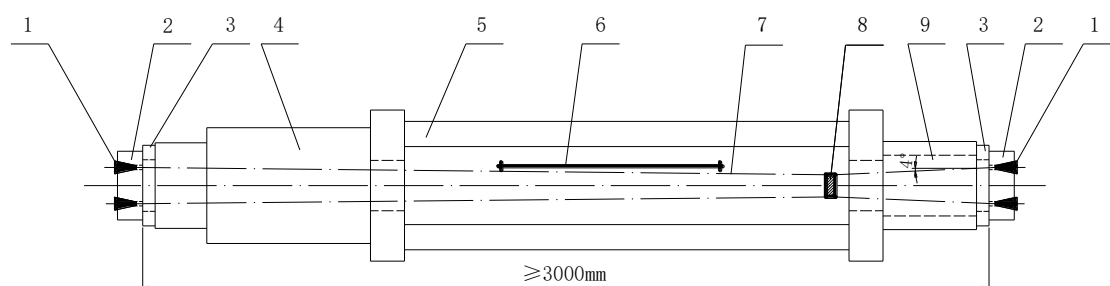
6.2.1 锚板和夹片应按 GB/T 15822.1 的规定进行表面磁粉探伤，其他零件表面可用放大镜检验。

6.2.2 锚板和夹片外形尺寸采用游标卡尺检测，其他锚固零件外形尺寸采用直尺、卷尺检测。产品表面粗糙度按 GB/T 10610 规定的方法进行检验。

6.2.3 产品硬度按 GB/T 230.1、GB/T 231.1 规定的方法进行试验。

### 6.3 静载锚固性能试验

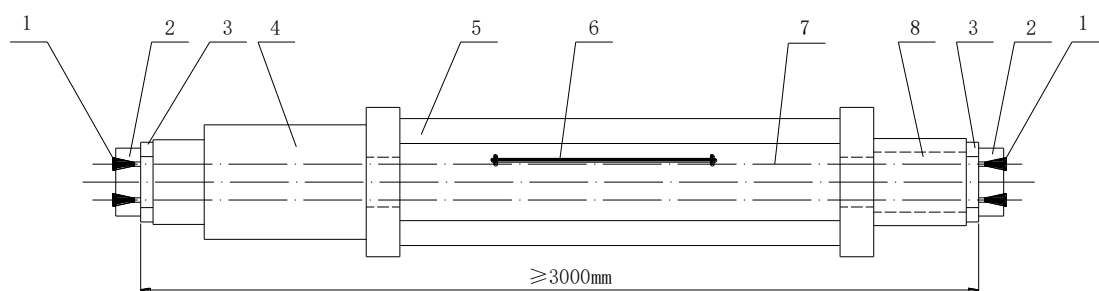
6.3.1 钢绞线—锚具组装件静载锚固性能试验装置应符合图 1 的规定；钢绞线—夹具组装件静载锚固性能试验装置应符合图 2 的规定；钢绞线—连接器组装件静载锚固性能试验装置应符合图 3 的规定。锚具、夹具或连接器在试验装置上的支承条件（方式、部位、面积等），应与工程实际情况一致。



标引序号说明：

- 1 — 试验夹片；
- 2 — 试验锚具；
- 3 — 对中垫圈；
- 4 — 穿心式千斤顶；
- 5 — 承力台座；
- 6 — 测量总应变的装置；
- 7 — 钢绞线；
- 8 — 约束环；
- 9 — 测力传感器。

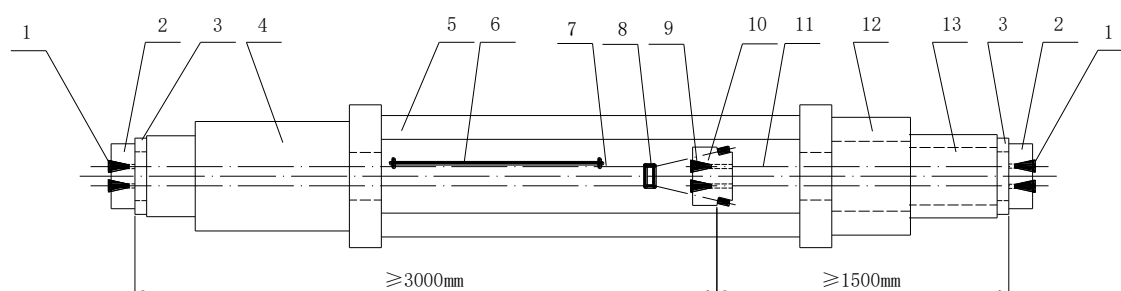
图 1 钢绞线—锚具组装件静载锚固性能试验装置



标引序号说明:

- 1 — 试验夹片;
- 2 — 试验夹具;
- 3 — 对中垫圈;
- 4 — 穿心式千斤顶;
- 5 — 承力台座;
- 6 — 测量总应变的装置;
- 7 — 钢绞线;
- 8 — 测力传感器。

图 2 钢绞线—夹具组装件静载试验装置



标引序号说明:

- 1 — 锚具（夹具）夹片;
- 2 — 锚具（夹具）;
- 3 — 对中垫圈;
- 4 — 穿心式千斤顶;
- 5 — 承力台座;
- 6 — 测量总应变的装置;
- 7 — 钢绞线;
- 8 — 约束钢圈;
- 9 — 试验夹片;
- 10 — 试验连接器;
- 11 — 续接钢绞线;
- 12 — 接长用承力环;
- 13 — 测力传感器。

图3 钢绞线—连接器组装件静载试验装置

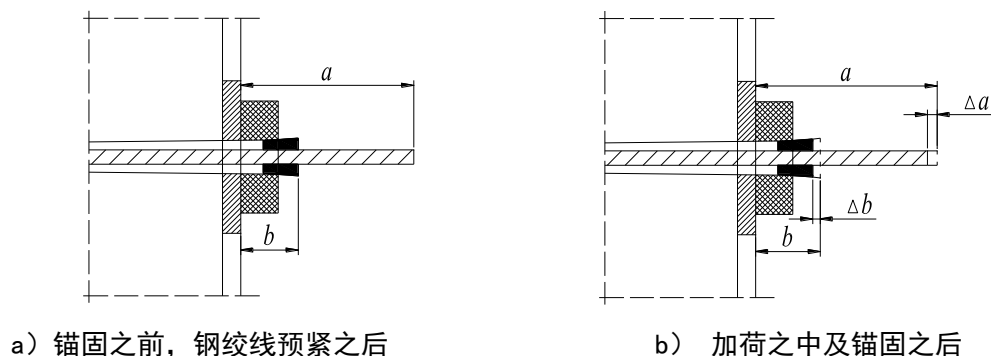
6.3.2 受检钢绞线—锚具、夹具或连接器组装件应安装全部钢绞线。

6.3.3 加载之前应先将各种仪表安装调试正确，各根钢绞线的初应力调试均匀，初应力可取钢绞线抗拉强度标准值  $f_{\text{ptk}}$  的 5%~10%。测量总应变  $\varepsilon_{\text{apu}}$  的量具标距不宜小于 1m。如采用测量加荷千斤顶活塞伸长量 ( $\Delta L$ ) 计算  $\varepsilon_{\text{apu}}$  时，应减去承力台座的弹性压缩、缝隙并紧量和试验锚具（夹具或连接器）的实测内缩量。钢绞线的计算长度为两端锚具（夹具或连接器）夹片小端起夹点之间的距离。

6.3.4 按钢绞线抗拉强度标准值  $f_{\text{ptk}}$  的 20%、40%、60%、80%，分 4 级等速加载，加载速度每分钟宜为 200MPa 左右；达到 80% 后，持荷时间不少于 30min；随后用较低加载速度缓慢加载至完全破坏时的最大值 ( $F_{\text{gu}}$ )，加载速度不应超过 100MPa/min。对于仅要求达到“合格”标准的试件，可以在  $\eta_a$ 、 $\varepsilon_{\text{apu}}$ 、 $\eta_g$  满足 5.5.1 或 5.6.1 后停止试验。

6.3.5 用试验机或承力台座进行单根钢绞线—锚具组装件静载试验，在应力达到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时，持荷时间可以缩短，但不应少于 10min；应力超过  $0.8 f_{\text{ptk}}$  后，加载速度不应超过 100MPa/min。

6.3.6 选取有代表性的若干根钢绞线，按施加荷载的前 4 级，逐级测量其与锚具（夹具、连接器）之间的相对位移  $\Delta a$ ，试验期间钢绞线及锚具零件的位移应符合图 4 的规定。 $\Delta a$  与钢绞线的受力增量如不成比例，应检查钢绞线是否失锚滑动。



标引序号说明：

$a$  — 钢绞线的初始外露量；

$b$  — 夹片的初始外露量；

$\Delta a$  — 钢绞线的回缩量（相对于锚板支承面）；

$\Delta b$  — 夹片的回缩量（相对于锚板支承面）。

图4 试验期间钢绞线及锚具零件的位移

6.3.7 选取锚具（夹具、连接器）若干有代表性的零件，按施加荷载的前 4 级，逐级测量其间的相对位移  $\Delta b$ （见图 4）。 $\Delta b$  与钢绞线的受力增量如不成比例，应检查相关零件是否发生了塑性变形。

6.3.8 在钢绞线应力达到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时，在持荷 30min 期间， $\Delta a$ 、 $\Delta b$  如不能稳定，表明已失去可靠锚固能力。

6.3.9 钢绞线—锚具组装件静载锚固性能试验中，试件加载至破断时，应记录极限拉力  $F_{\text{apu}}$  和钢绞线受力长度的总应变  $\varepsilon_{\text{apu}}$ ，该测定值应满足 5.5.1 的规定；钢绞线—夹具组装件静载锚固性能试验中，试件加载至破断时，应记录极限拉力  $F_{\text{gu}}$  和钢绞线受力长度的总应变  $\varepsilon_{\text{apu}}$ ，该测定值应满足 5.6.1 的规定。

6.3.10 夹片在钢绞线应力达到  $0.8 f_{pk}$  时不允许出现裂纹和破断；在满足 5.5.1 或 5.6.1 后允许出现微细纵向裂纹，不允许横向、斜向裂纹及碎断。因受钢绞线多根或整束破断的冲击引起夹片破坏或断裂属正常情况。

6.3.11 钢绞线-锚具组装件静载锚固性能试验中钢绞线在未达到 5.5.1 的要求之前发生破断时，或者钢绞线-夹具组装件静载锚固性能试验中钢绞线在 5.6.1 的要求之前发生破断时，如钢绞线存在对焊接口被拉断的情况，此试件均不做判定用，另补试件重做试验。

6.3.12 静载锚固性能试验应连续进行 3 个组装件的试验，全部试验结果均应做出记录。据此进行如下计算分析和评定：按公式（1）计算锚具（或连接器）的锚具效率系数  $\eta_a$ ；按公式（2）计算夹具效率系数  $\eta_g$ ；按第 5 章及 6.3.6~6.3.11 的要求进行评定；最后对试验结果做出是否合格的结论。3 个试验结果均应满足本文件的规定（不应进行平均）。

## 6.4 疲劳试验

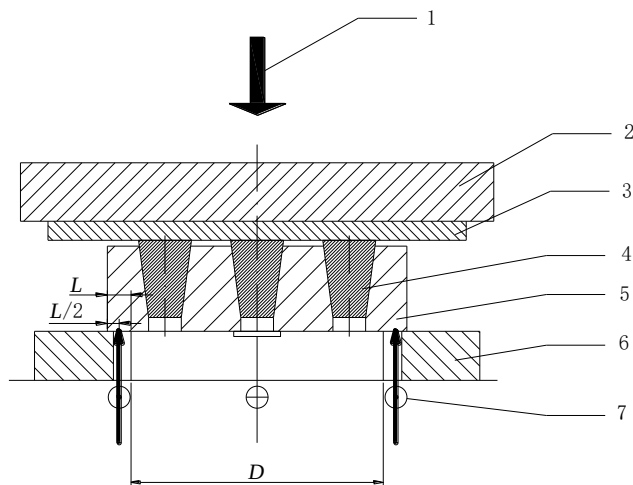
6.4.1 钢绞线-锚具或连接器组装件的疲劳试验应在疲劳试验机上进行。当疲劳试验机能力不够时，可按试验结果具有代表性的原则，在实际锚板上少安装钢绞线，或用本系列中较小规格的锚具组装成试验组装件，但钢绞线根数不应少于实际根数的 1/2。

6.4.2 以约 100 MPa/min 的速度加荷至试验应力上限值，在调节应力幅度达到规定值后，开始记录循环次数。

6.4.3 疲劳试验机的脉冲频率不应超过每分钟 500 次。

## 6.5 锚板强度试验

6.5.1 锚板强度试验加载应符合图 5 的规定。



标引序号说明:

- 1 — 试验荷载;
- 2 — 荷载传递钢板;
- 3 — 软钢板;
- 4 — 高强锥形塞;
- 5 — 试验锚板;
- 6 — 支承垫板;
- 7 — 位移计;
- $L$  — 锚板与支承垫板接触面圆环的宽度;
- $D$  — 配套锚垫板的上口直径。

图 5 锚板强度试验加载

6.5.2 支承垫板及辅助支承装置应具有足够的刚度。加载之前应先将测量挠度的仪表安装在锚板中心和支承垫板内径边缘两侧, 试验装置上的支承垫板内径应与受检锚板配套使用的锚垫板上口直径一致。

6.5.3 高强锥形塞的锥角应与锚板锥孔一致(由生产厂提供), 高强锥形塞的硬度不小于 45HRC。测试仪表的精度不应大于 0.5%。

6.5.4 每种型号锚板均需进行强度试验, 试验用的试件不应少于 3 个, 3 个试验结果均应满足 5.5.3 的规定(不应进行平均)。

## 6.6 锚固区传力性能试验

锚固区传力性能试验应符合附录 A 中的规定。

## 6.7 辅助性试验

### 6.7.1 钢绞线的内缩量试验

本项试验可在不小于 4m 长的台座或构件上张拉和放张钢绞线, 直接测得锚具夹片的回缩量(以 mm 计); 张拉应力为钢绞线的  $0.8 f_{\text{ptk}}$ 。也可用传感器测量锚固前后钢绞线拉力差值, 按公式(4)计算回缩量。试验用的试件不应少于 3 个, 取平均值。

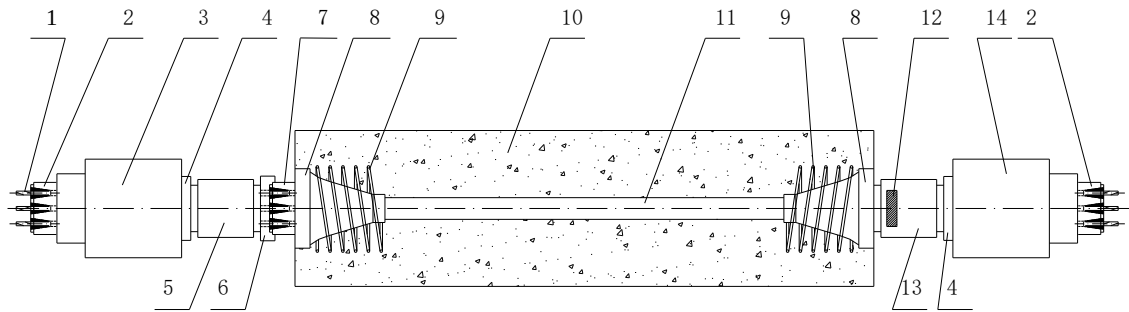
$$\Delta = \frac{(N_1 - N_2) \times L}{A \times E} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $\Delta$  — 钢绞线的内缩量, 单位为毫米(mm);
- $N_1$  — 张拉到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时传感器的荷载值, 单位为千牛(kN);
- $N_2$  — 张拉到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  并回油锚固后传感器的荷载值, 单位为千牛(kN);
- $A$  — 各根钢绞线面积总和, 单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ );
- $E$  — 钢绞线的弹性模量, 单位为千牛每平方毫米( $\text{kN}/\text{mm}^2$ );
- $L$  — 钢绞线自由长度, 单位为毫米(mm)。

### 6.7.2 锚口摩擦损失试验

本项试验可在混凝土试件或张拉台座（长度均不小于 4m）上进行，试验装置应符合图 6 的规定。混凝土试件锚固区配筋及构造钢筋按结构设计要求布置，锚垫板及螺旋筋应安装齐备，试件内管道应顺直。试件两端安装千斤顶及传感器，张拉力按钢绞线的  $0.8 f_{ptk} \cdot A_p$  取值，用两侧传感器测出锚具和锚垫板前后拉力差值即为锚具的锚口摩阻和喇叭口摩阻损失，以张拉力的百分率计，试验用的试件不应少于 3 个。每个锚具进行二次张拉测试，取平均值为测试结果。



标引序号说明：

- 1 — 钢绞线；
- 2 — 工具锚；
- 3 — 主动端千斤顶；
- 4 — 对中垫圈；
- 5 — 主动端传感器；
- 6 — 限位板；
- 7 — 工作锚；
- 8 — 锚垫板；
- 9 — 螺旋筋；
- 10 — 混凝土试件；
- 11 — 预埋管道；
- 12 — 钢质约束环（内径与管道直径一致，以避免钢绞线在固定端锚垫板处产生摩阻）；
- 13 — 固定端传感器；
- 14 — 固定端千斤顶。

图 6 锚口摩阻损失试验装置

6.7.3 张拉锚固工艺试验

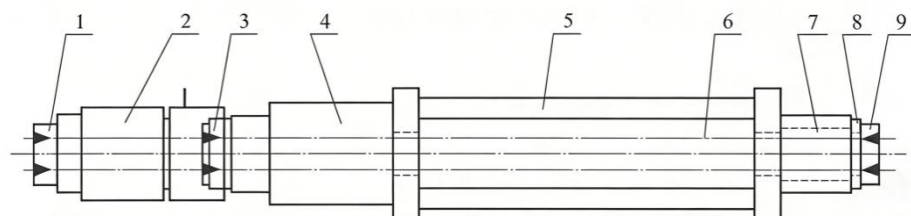
试验可在混凝土模拟试件或张拉台座上进行，混凝土模拟试件中应包含锚垫板、弯曲或直线孔道。用张拉设备进行分级张拉锚固、多次张拉锚固和放松操作。最大张拉力为钢绞线的  $0.8 f_{ptk} \cdot A_p$ 。通过张拉锚固工艺试验应能证明：

- a) 预应力体系具有分级张拉或因张拉设备倒换行程需要临时锚固的可能性；
- b) 经过多次张拉锚固后，同一束内各根钢绞线受力仍是均匀的；
- c) 在张拉发生故障时，有将钢绞线全部放松的措施。

6.7.4 低回缩夹片式锚具的回缩量测试。

试验的张拉力为预应力筋的  $0.8 f_{ptk}$ ，采用两次张拉锚固方法（需用配套的低回缩锚具专用千斤顶）

第一次张拉到预应力筋的  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时，回油夹片跟进锚固；第二次张拉到预应力筋的  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时，旋紧螺母后回油锚固。回缩量根据第二次张拉锚固前、后预应力筋拉力差值计算得出。试验用的试件不应少于 3 个，取平均值。组装件中预应力筋受力长度应大于或等于 3m。低回缩夹片式锚具的回缩量测试装置如图 7 所示。



标引序号说明：

- 1 , 9 — 夹具；
- 2 — 低回缩锚具专用千斤顶；
- 3 — 低回缩锚具；
- 4 — 卸载用穿心式千斤顶；
- 5 — 承力台座；
- 6 — 预应力筋；
- 7 — 测力传感器；
- 8 — 对中垫圈。

图 7 低回缩夹片式锚具的回缩量测试示意图

低回缩锚具回缩量可按公式 (5) 计算：

$$\Delta_d = \frac{(N' - N'') \times L}{A \times E} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $\Delta_d$  — 低回缩锚具回缩量，单位为毫米 (mm)；
- $N'$  — 第二次张拉到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  时传感器的荷载值，单位为千牛 (kN)；
- $N''$  — 第二次张拉到  $0.8 f_{\text{ptk}}$  并锁紧锚固螺母回油锚固后传感器的荷载值，单位为千牛 (kN)；
- $A$  — 各根钢绞线面积总和，单位为平方毫米 ( $\text{mm}^2$ )；
- $E$  — 钢绞线的弹性模量，单位为千牛每平方米 ( $\text{kN}/\text{mm}^2$ )；
- $L$  — 钢绞线自由长度，单位为毫米 (mm)。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

7.1.1 锚具、夹具和连接器的检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.2 生产厂在产品出厂前应进行产品质量的出厂检验。

7.1.3 符合下列情况之一时，应进行型式检验，型式检验应由有资质的第三方检测机构进行。

- a) 新产品投产或转场生产时；

- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变影响产品性能时；
- c) 正常生产满 2 年时；
- d) 停产 2 年恢复生产时。

## 7.2 检验项目

出厂检验、型式检验的检验项目应符合表 7 和表 8 的规定。

表 7 锚具及永久留在混凝土结构中的连接器的检验项目

| 序号 | 检验项目     | 出厂检验 | 型式检验 | 技术要求<br>对应条款            | 试验方法<br>对应条款 |
|----|----------|------|------|-------------------------|--------------|
| 1  | 外观       | √    | √    | 5.4.1                   | 6.2.1        |
| 2  | 尺寸       | √    | √    | 5.4.2、5.4.3、5.4.4、5.4.5 | 6.2.2        |
| 3  | 硬度       | √    | √    | 5.4.7、5.4.8             | 6.2.3        |
| 4  | 静载锚固性能   | √    | √    | 5.5.1                   | 6.3          |
| 5  | 疲劳性能     |      | √    | 5.5.2                   | 6.4          |
| 6  | 锚板强度     | √    | √    | 5.5.3                   | 6.5          |
| 7  | 内缩量      |      | √    | 5.5.4.2                 | 6.7.1        |
| 8  | 低回缩锚具回缩量 |      | √    | 5.5.4.2                 | 6.7.4        |
| 9  | 锚口摩阻损失   |      | √    | 5.5.4.3                 | 6.7.2        |
| 10 | 张拉锚固工艺   |      | √    | 5.5.4.4                 | 6.7.3        |
| 11 | 锚固区传力性能  |      | √    | 5.7                     | 6.6          |

表 8 夹具及张拉后需要拆卸的连接器的检验项目

| 序号 | 检验项目   | 出厂检验 | 型式检验 | 技术要求<br>对应条款 | 试验方法<br>对应条款 |
|----|--------|------|------|--------------|--------------|
| 1  | 外观     | √    | √    | 5.4.1        | 6.2.1        |
| 2  | 尺寸     | √    | √    | 5.4.6        | 6.2.2        |
| 3  | 硬度     | √    | √    | 5.4.9        | 6.2.3        |
| 4  | 静载锚固性能 | √    | √    | 5.6.1        | 6.3          |

## 7.3 组批与抽样

### 7.3.1 出厂检验

7.3.1.1 出厂检验时，每批产品的数量是指同一规格、同一批原材料、用同一种工艺一次投料生产的数量。每个检验组批不应超过 2000 件（套），并符合以下规定：

- a) 外观、尺寸：抽样数量不应少于 5%且不应少于 10 件（套）；
- b) 硬度（有硬度要求的零件）：抽样数量不应少于热处理每炉装炉量的 3%且不应少于 6 件（套）；



- c) 静载锚固性能：应在外观及硬度检验合格后的产品中按锚具、夹具或连接器的成套产品抽样，每批抽样数量为 3 个组装件的用量。
- d) 锚板强度：试验每批抽取 3 个样品。

7.3.1.2 大批量连续生产时，出厂检验可按月取样进行，并符合以下规定：

- a) 外观、尺寸：抽样数量不应少于月生产量的 5%；
- b) 硬度（有硬度要求的零件）：抽样数量不应少于月生产量的 3%；
- c) 静载锚固性能：同一规格每月不应少于 3 个组装件；
- d) 锚板强度：同一规格每月不应少于 3 个样品。
- e) 上述检验结果如质量不稳定，应增加取样。

### 7.3.2 型式检验

7.3.2.1 对同一系列的产品，应按下列规定分为三组，并在每组中各选用一种有代表性规格的产品进行型式检验：1~12 孔为小规格组，13~19 孔为中等规格组，20 孔以上为大规格组。锚固区传力性能试验应符合附录 A 的规定。

7.3.2.2 锚具及永久留在混凝土结构或构件中的连接器的型式检验抽样数量，每一规格产品不应少于 30 件（套），抽样数量应符合下列规定：

- a) 外观、尺寸及硬度（有硬度要求的零件）：每一规格 12 件（套）；
- b) 静载锚固性能：每一规格 3 个组装件的用量；
- c) 疲劳性能：大、中、小规格各 1 个组装件的用量或最大规格 3 个组装件的用量；
- d) 锚板强度：每一规格 3 个样品；
- e) 内缩量：每一规格 3 个样品；
- f) 锚口摩阻损失：每一规格 3 个样品；
- g) 张拉锚固工艺：每一规格 3 个样品。
- h) 低回缩锚具回缩量：每一规格 3 个样品。

7.3.2.3 夹具及张拉后将要放张和拆卸的连接器的型式检验抽样数量，每一规格产品不应少于 12 件（套），抽样数量应符合下列规定：

- a) 外观、尺寸及硬度（有硬度要求的零件）：每一规格 6 件（套）；
- b) 静载锚固性能：每一规格 3 个组装件的用量。

## 7.4 判定

### 7.4.1 出厂检验

#### 7.4.1.1 外观、尺寸

外观、尺寸检验时，受检样品的外观质量和外形尺寸应符合设计图纸规定。如有 1 件不合格，即应对本批全部产品进行逐件检验，合格者方可使用。

#### 7.4.1.2 硬度

所有受检样品硬度均应符合要求；如有 1 个样品不合格，允许另取双倍数量的样品重新检验，如全部样品合格，即可判定本批产品合格；如仍有 1 个样品不合格，则应对本批次产品进行逐件检验，合格者方可使用。

#### 7.4.1.3 静载锚固性能、锚板强度

所有受检样品均应符合要求；如有 1 个样品不合格，允许另取双倍数量的样品重新检验，如全部样品合格，即可判定本批产品合格；如仍有 1 个样品不合格，则该批产品不合格。

#### 7.4.2 型式检验

##### 7.4.2.1 外观、尺寸、硬度、静载锚固性能、疲劳性能、锚板强度、低回缩锚具回缩量

以上项目有任意一项不合格者，型式检验判为不合格。

##### 7.4.2.2 锚固区传力性能

所有受检样品均应符合要求；如有 1 个样品不合格，允许另取双倍数量的样品重新检验，如全部样品合格，即可判定型式检验合格；如仍有 1 个样品不合格，则型式检验不合格。

##### 7.4.2.3 内缩量、锚口摩阻损失、张拉锚固工艺

作为测定参数及检验工艺设备的项目，不做合格与否的判定。

### 8 标志、包装、运输和储存

#### 8.1 标志

锚具、夹具、连接器和锚垫板应有制造厂名、产品标记、制造日期或生产批号，在锚板正面、夹片大端面、连接器锥孔大端面和锚垫板大端平面应做出清晰的标志。

#### 8.2 包装

锚具、夹具和连接器出厂时应成箱包装，并应符合 GB/T 37400.13 的有关规定。包装箱内应附有产品装箱单；一批产品出厂时，应提供产品合格证和产品说明书。产品合格证内容包括：

- a) 型号和规格；
- b) 适用的钢绞线品种、规格、强度等级；
- c) 产品批号；
- d) 生产日期；
- e) 有签章的质量合格文件；
- f) 厂名、厂址。

产品说明书应注明使用工艺和限位板的限位高度与钢绞线直径的匹配要求。

#### 8.3 运输和储存

锚具、夹具、连接器、锚垫板和螺旋筋的运输、储存均应防尘、防水，避免锈蚀、沾污和遭受机械

损伤。产品应存放在通风良好、防潮、防晒和防腐蚀的仓库内，不应露天存放。

附录 A  
(规范性)  
锚固区传力性能试验方法

A. 1 一般规定

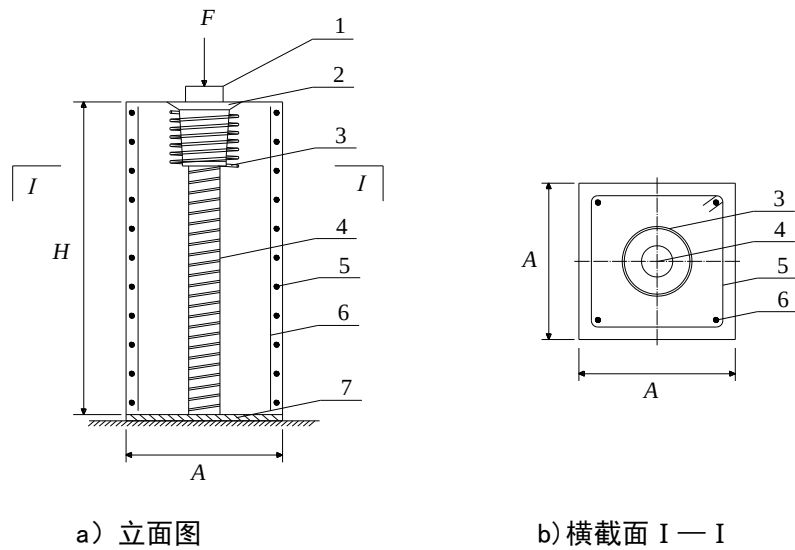
A. 1. 1 对设计方法、原材料和生产工艺相同的同系列产品，应选用 9 孔、15 孔、19 孔、23 孔规格的锚具、配套锚垫板和螺旋筋进行试验；其他规格的产品，应结合工程应用选定有代表性的规格进行试验。

A. 1. 2 同一规格产品应进行 3 个相同混凝土棱柱体构件的锚固区传力性能试验。

A. 2 混凝土构件的制作

A. 2. 1 制作混凝土棱柱体构件所采用的锚垫板、螺旋筋和预应力孔道应与产品设计相一致，规格应配套，预埋时位置应对中。

A. 2. 2 混凝土棱柱体构件的截面为正方形，示意见图 A. 1。9 孔、15 孔、19 孔、23 孔规格试件尺寸应符合表 A. 1、表 A. 2 的规定，其余规格试件尺寸按照结构及产品设计要求确定。



- 标引序号说明：
- 1 — 锚板；
  - 2 — 锚垫板；
  - 3 — 螺旋筋；
  - 4 — 预应力管道；
  - 5 — 箍筋；
  - 6 — 纵筋；
  - 7 — 找平层。

图 A. 1 混凝土棱柱体构件示意图

表 A.1 混凝土棱柱体构件尺寸示例一

单位为毫米

| 强度级别 | 1860MPa |      | 1960MPa 及 2000MPa |      | 2100MPa |      |
|------|---------|------|-------------------|------|---------|------|
|      | $A$     | $H$  | $A$               | $H$  | $A$     | $H$  |
| 9 孔  | 400     | 800  | 400               | 800  | 410     | 820  |
| 15 孔 | 450     | 900  | 450               | 900  | 465     | 930  |
| 19 孔 | 480     | 960  | 480               | 960  | 495     | 990  |
| 23 孔 | 500     | 1000 | 500               | 1000 | 515     | 1030 |

表 A.2 混凝土棱柱体构件尺寸示例二

单位为毫米

| 强度级别 | 2200MPa |      | 2300MPa |      | 2400MPa |      |
|------|---------|------|---------|------|---------|------|
|      | $A$     | $H$  | $A$     | $H$  | $A$     | $H$  |
| 9 孔  | 420     | 840  | 430     | 860  | 440     | 880  |
| 15 孔 | 480     | 960  | 490     | 980  | 500     | 1000 |
| 19 孔 | 505     | 1010 | 515     | 1030 | 530     | 1060 |
| 23 孔 | 530     | 1060 | 540     | 1080 | 550     | 1100 |

A.2.3 沿混凝土构件高度方向应均匀布置箍筋，箍筋直径为 16mm，箍筋间距应保证构件的配箍率在  $95 \sim 105 \text{ kg/m}^3$ 。4 根纵向钢筋直径均取 12mm。箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm。箍筋和纵筋均采用 HRB400 级钢筋。

A.2.4 构件采用的混凝土强度等级为 C50 级，混凝土强度发展时间不宜少于 15d。构件制作时应同时制备多组混凝土立方体试块，且与构件同时拆模、同条件养护。

### A.3 试验方法

A.3.1 制作锚固区传力性能试验可按图 A.1 的方式进行，加载方式为压力机加载。

A.3.2 试验用测力系统精度不应大于 1.0%，裂缝宽度测量仪器分辨率不应大于 0.01mm。

A.3.3 加载时应避免偏心，确保混凝土构件受压端面受力均匀。加载速度不宜超过 100MPa/min。

A.3.4 从 0 加载至  $0.5 F_{\text{pk}}$ ，持荷 10min；继续加载到  $0.8 F_{\text{pk}}$ ，持荷 10min；然后继续加载至构件破坏极限荷载  $F_u$ ，见图 A.2。

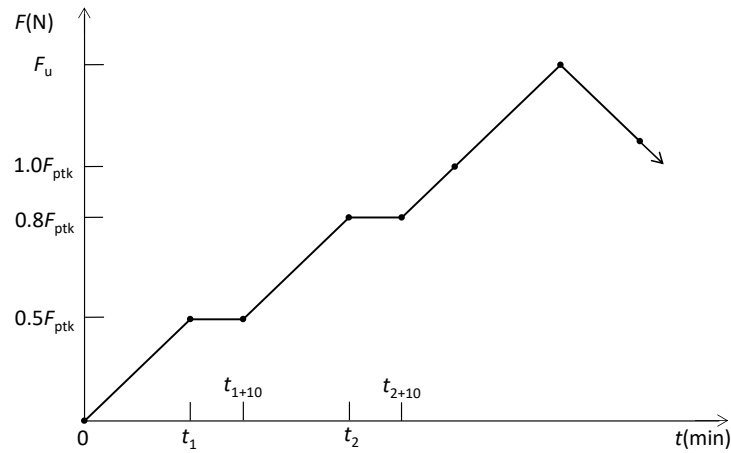


图 A. 2 锚固区传力试验加载流程

A. 3. 5  $F_{\text{ptk}}$  计算方法应按公式 (A. 1) 的要求:

$$F_{\text{ptk}} = f_{\text{ptk}} \times n \times A_{\text{p}} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

- $F_{\text{ptk}}$  —锚垫板传力试验中钢绞线束抗拉力标准值, 单位为牛 (N);
- $f_{\text{ptk}}$  —钢绞线公称抗拉强度标准值, 单位为兆帕 (MPa);
- $n$  —试验锚垫板对应的钢绞线根数;
- $A_{\text{p}}$  —单根钢绞线公称横截面积, 单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>).

A. 3. 6 试验过程中, 应对下列内容进行量测、观察并记录:

- a) 试件顶面、侧面裂缝的发生、宽度及扩展情况;
- b) 试件极限荷载值;
- c) 锚垫板的开裂和变形;
- d) 试件的破坏形式。

## 铁路行业标准《铁路工程预应力部件 第1部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器》

(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 2025 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2025〕80 号) 25T041 项目和《国家铁路局 2025 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2025〕122 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,并由中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所、中国铁路经济规划研究院有限公司、中国铁路设计集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、成都市新筑交通科技有限公司、浙锚科技股份有限公司共同起草《铁路工程预应力部件 第1部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器》。

本部分是对 TB/T 3193—2016《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器》的修订。

## 1.2 制订本文件的必要性

铁路行业标准《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器》(TB/T 3193—2016)自发布实施以来,在规范铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器的技术要求、试验方法、检验规则等方面发挥了重要作用。随着钢铁冶炼技术、钢绞线加工制造技术的发展,铁路工程用预应力钢绞线强度级别不断提高,2200MPa 强度等级的预应力体系已在铁路工程中开展了应用,亟待修订本标准以指导并规范行业发展。

2022 年国铁集团发布企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》(Q/CR 905—2022),纳入了 2100MPa~2400MPa 等级钢绞线,进一步明确了相关材料和技术要求,并在铁路工程中得到了应用。为提升铁路预应力体系的技术水平,适应技术发展需要,提高标准的可操作性和实用性,需要对该标准进行补充完善。

## 1.3 编制过程

在本部分的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作。本部分编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后,在归口单位组织下,中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所,中国铁路经济规划研究院有限公司,中国铁路设计集团有限公司等单位成立了标准起草组,对铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器的技术要求,试验方法与检验规则等情况进行了调研,收集了相关资料,在对前期工作深入讨论研究后,2026 年 3 月形成了本部分的征求意见稿。

(2) 本部分起草单位和起草人承担的起草工作见表 1。

表 1 《铁路工程预应力部件 第 1 部分：预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器》起草工作分工表

| 序号 | 起草单位                   | 起草人姓名             | 承担的工作                                                                                                                                            |
|----|------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所 | 石龙、马林、苏永华、班新林、陈胜利 | 石龙主持标准编制，负责第 1 章、第 3 章、5.1、5.5、6.3 的编制及全面协调工作；<br>马林负责第 5.4、附录 A（规范性附录）的编制；<br>苏永华负责 6.6、6.7 的编制；<br>班新林负责第 4 章、6.1 的编制；<br>陈胜利负责前言、5.6、5.7 的编制。 |
| 2  | 中国铁路经济规划研究院有限公司        | 温宗意               | 温宗意负责引言、第 2 章、7.1 的编制。                                                                                                                           |
| 3  | 中国铁路设计集团有限公司           | 苏伟                | 苏伟负责 6.2、8.1 的编制。                                                                                                                                |
| 4  | 中铁工程设计咨询集团有限公司         | 陈海涛               | 陈海涛负责 6.4、8.2、8.3 的编制。                                                                                                                           |
| 5  | 中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所 | 吴国琦               | 吴国琦负责 6.5、7.4 的编制。                                                                                                                               |
| 6  | 成都市新筑交通科技有限公司          | 董杰                | 董杰负责 5.2、7.2 的编制。                                                                                                                                |
| 7  | 杭州浙锚科技有限公司             | 李长乐               | 李长乐负责 5.3、7.3 的编制。                                                                                                                               |

## 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、保证运输安全，符合铁路行业发展需求。

## 3 主要内容

3.1 本部分规定了铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器的术语和定义，代号和标记，技术要求，试验方法，检验规则，标志、包装、运输和储存；适用于铁路预应力混凝土结构中使用的锚固公称直径为 15.20mm，公称抗拉强度为 1860MPa、2000MPa、2100MPa、2200MPa、2300MPa、2400MPa 钢绞线的夹片式锚具、夹具和连接器。

3.2 与 TB/T 3193—2016《铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器技术条件》相比，本部分主要技术变化为：

- a) 增加了本标准适用范围中钢绞线的强度级别（见第 1 章）。
- b) 修改了规范性引用文件（见第 2 章）。



c)修改了夹片式锚具、夹具和连接器的代号和标记,增加了钢锚垫板和铸铁锚垫板的标记要求(见第4章)。

d)修改了锚具生产厂应给出的限位板限位高度对应的钢绞线适用范围(见5.1.8,2016年版的5.1.3)。

e)修改了夹片约束圈的选用(见5.2.6,2016年版的5.1.8)。

f)增加了产品外观要求(见5.4.1)。

g)增加了夹具和连接器的结构尺寸要求(见5.4.6)。

h)增加了适应2000MPa级及以下钢绞线的锚板和夹片的加工工艺及表面硬度要求(见5.4.7)。

i)增加了适应2100MPa级及以上钢绞线的锚板和夹片的加工工艺及表面硬度要求(见5.4.8)。

j)增加了夹具锚板的加工工艺及表面硬度要求(见5.4.9)。

k)增加了适应2100MPa级及以上锚具应与钢绞线强度等级匹配的要求(见5.4.10)。

l)增加了适应2000MPa级及以下、2100MPa级及以上钢绞线的3~27孔锚具配套用钢锚垫板、铸铁锚垫板和螺旋筋的技术要求(见5.2.3)。

m)增加了适应2100MPa级及以上钢绞线的锚垫板和螺旋筋的要求(见5.4.4)。

n)增加了对锚垫板和螺旋筋的锚固区传力试验的要求(见5.7.1)。

o)修改了产品所使用的材料要求(见5.1.1,2016年版的5.6.1)。

p)修改了钢绞线的锚板所用的原材料强度及韧性性能指标要求(见5.2.1,2016年版的5.6.2)。

q)修改了钢锚垫板用原材料的机械性能要求(见5.2.2,2016年版的5.6.3)。

r)增加了适应2000MPa级及以下、2100MPa级及以上钢绞线的铸铁锚垫板用原材料的机械性能要求(见5.2.3)。

s)增加了螺旋筋用原材料的机械性能要求(见5.2.4)。

t)增加了夹片用原材料的强度及韧性性能指标要求(见5.2.5)。

u)增加了2100MPa级及以上钢绞线宜采用钢锚垫板的要求(见5.1.7)。

v)增加了产品的制造要求(见5.1.2)。

w)增加了切削加工件的要求(见5.3.1)。

x)修改了螺纹的未注精度等级的要求(见5.3.2,2016年版的5.7.2)。

y)修改了零件毛坯的锻造要求(见5.3.4,2016年版的5.7.4)。

z)修改了零件热处理加工要求(见5.3.5,2016年版的5.7.5)。

aa)增加了钢锚垫板各组成件之间焊接要求(见5.3.6)。

bb)增加了锚板锥孔、夹片锥面和螺纹表面粗糙度要求(见5.3.7)。

cc)增加了锚具、夹具和连接器的零件表面防锈处理要求(见5.3.8)。

dd)修改试验方法中试验用钢绞线、试验用钢绞线-锚具、夹具或连接器组装件、试验设备及仪器的具体要求(见6.1,2016版的6.1)。

ee)修改了锚板和夹片表面损伤检查要求(见6.2.1,2016年版的6.1.9)。

ff)增加了锚固区传力性能试验要求（见 6.6、附录 A）。

gg)增加了生产厂在产品出厂前应进行产品质量的出厂检验要求（见 7.1.2）。

hh)修改了产品的形式检验要求（见 7.1.3，2016 年版的 7.1.2）。

ii)修改了产品出厂检验、型式检验的检验项目要求（见 7.2，2016 年版的 7.2）。

jj)修改了出厂检验具体抽样数量要求（见 7.3.1，2016 年版的 7.3.1）。

kk)增加了型式检验具体分组和抽样数量要求（见 7.3.2）。

ll)修改了检验结果的判定要求（见 7.4，2016 年版的 7.4）。

mm)修改了锚具、夹具和连接器出厂时包装要求（见 8.2，2016 年版的 8.2）。

**3.3** 本部分符合法律、行政法规的规定。

**3.4** 本部分参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》（Q/CR 905—2022）等技术标准，结合铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器的应用实际编制。

**3.5** 本部分与国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》（Q/CR 905—2022）相比，无重要技术差异。

**3.6** 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 锚具、夹具和连接器的材料、外观、尺寸及硬度关键指标（本标准 5.2、5.4）**

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》（Q/CR 905—2022），规定了锚板、夹片、钢锚垫板、铸铁锚垫板、螺旋筋所用原材料的牌号及力学性能，并按照钢绞线强度等级 2000MPa 及以下与 2100MPa 及以上分别规定了锚板和夹片的表面硬度范围，保证不同强度等级钢绞线锚固体系的匹配性和承载能力。

### **4.2 锚具制造工艺关键指标（本标准 5.3）**

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》（Q/CR 905—2022），规定了零件毛坯的锻造要求、热处理工艺、钢锚垫板焊接质量、表面粗糙度及防锈处理等制造工艺要求，明确夹片约束圈应采用耐油弹性橡胶圈，从制造环节保障产品质量稳定性。

### **4.3 锚具静载锚固性能及疲劳性能关键指标（本标准 5.5.1、5.5.2）**

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》（Q/CR 905—2022），规定了钢绞线-锚具组装件的锚具效率系数不小于 0.95、最大力总伸长率不小于 2.0%、疲劳性能要求循环次数 200 万次、应力幅不小于 100MPa 等关键指标，确保锚具在铁路高速重载工况下的锚固可靠性和抗疲劳能力。

### **4.4 锚板强度及内缩量关键指标（本标准 5.5.3、5.5.4.2）**

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》(Q/CR 905—2022),规定了锚板在 95%标准强度卸载后残余变形不大于 1/600、在 1.2 倍标准强度下无可见裂纹,普通锚具内缩量不大于 6.0mm、低回缩锚具不大于 1.0mm,保证锚具在超载情况下的安全储备和张拉锚固效率。

#### 4.5 锚口摩阻损失及张拉锚固工艺关键指标 (本标准 5.5.4.3、5.5.4.4)

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》(Q/CR 905—2022),规定了锚口摩阻损失不宜大于 6%,锚具应满足分级张拉、补张拉和放张等工艺要求,保证预应力张拉施工的精确性和有效性。

#### 4.6 锚固区传力性能 (本标准 5.7、附录 A)

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》(Q/CR 905—2022),规定了锚固区传力性能试验中混凝土在 0.8 倍抗拉力下裂缝宽度不超过 0.20mm、极限荷载达到设计值的要求,确保高强预应力体系在混凝土锚固区的安全传递。

#### 4.7 检验规则关键指标 (本标准第 7 章)

参考国铁集团企业标准《铁路工程预应力钢绞线用夹片式锚具、夹具和连接器》(Q/CR 905—2022),将检验分为出厂检验、型式检验,区分了不同检验类别的项目、抽样数量和判定规则,明确了型式检验的分组抽样要求,保证了产品质量的可追溯性和一致性控制。

### 5 有无重大分歧意见

无

### 6 强制或建议、废止、公开建议

6.1 建议本部分作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别版权等相关知识产权问题,建议本部分公开。

6.3 本部分未识别出相关专利

### 7 实施标准的要求和措施建议

建议本部分在批准发布后 6 个月实施。

### 8 其他应予说明的事项

无

标准起草组

2026 年 8 月 11 日