

ICS 93.040

P 28

备案号:

JT

# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T XXXX—XXXX

代替JT/T 876-2013

## 填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束

External prestressing tendons of filled epoxy-coated strand

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国交通运输部 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、符号 .....	2
4 产品结构、分类与型号 .....	3
5 技术要求 .....	6
6 试验方法 .....	9
7 检验规则 .....	10
8 标志、包装、运输和贮存 .....	11
附录 A（规范性附录）转向装置静载试验 .....	13
附录 B（规范性附录）转向装置疲劳试验 .....	15
附录 C（规范性附录）体外束可更换性能试验 .....	17
附录 D（规范性附录）体外束分级张拉锚固性能试验 .....	19

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准代替了 JT/T 876-2013《填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束》，与 JT/T 876-2013 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了范围的描述（见 1）；
- 修改了规范性引用文件（见 2）；
- 修改了填充型环氧涂层钢绞线和防腐填充料的材料要求（见 5.2.1 和 5.2.6）；
- 增加了锚具组件、转向装置和减振装置的表面处理要求（见 5.2.1 和 5.2.6）；
- 修改了检验试验方法（见 6）；
- 修改了检验分类，增加了判定规则（见 7）

本标准由全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会（SAC/TC 223）提出并归口。

本标准起草单位：江阴法尔胜住电新材料有限公司、中交公路规划设计院有限公司、浙江省交通规划设计研究院、广东省公路建设有限公司、柳州豪姆机械有限公司。

本标准主要起草人：赵军、吴玉刚、王昌将、金平、宋神友、史方华、刘双友、费汉兵、魏巍巍、滕德霖、单继安、刘晓娣、翟慧娜、秦超。

本标准历次版本发布情况为：

- JT/T 876-2013。

# 填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束

## 1 范围

本标准规定了填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束的产品结构、分类与型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于新建预应力梁式桥和已建桥梁结构维修和加固，中、下承式拱桥的系杆和其它结构可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197 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(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度 第1部分：试验方法

GB/T 264 石油产品酸值测定法

GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB/T 269 润滑脂和石油脂锥入度测定法

GB/T 512 润滑脂水份测定法

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 714 桥梁用结构钢

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2361 防锈油脂湿热试验法

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 4162 锻轧钢棒超声波检验方法

GB/T 4929 润滑脂滴点测定法

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 4985 石油蜡针入度测定法

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 5574 工业用橡胶板

GB/T 5796 (所有部分) 梯形螺纹

GB/T 7325 润滑脂和润滑油蒸发损失测定法

GB/T 8026 石油蜡和石油脂滴熔点测定法

GB/T 8162 结构用无缝钢管

GB/T 9349 灰铸铁件

GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定

GB/T 13663 给水用聚乙烯管材  
GB/T 18365 斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝束技术条件  
CJ/T 297 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料  
JB/T 3999 钢件的渗碳与碳氮共渗淬火回火  
JB/T 4730.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测  
JB/T 5000.13 重型机械通用技术条件 第13部分：包装  
JB/T 5936 工程机械 机械加工件通用技术条件  
JB/T 5944 工程机械 热处理件通用技术条件  
JG/T 430 无粘结预应力筋用防腐润滑脂  
JT/T 329 公路桥梁预应力钢绞线用锚具、夹具和连接器  
JT/T 737 填充型环氧涂层钢绞线  
NB/SH/T 0324 润滑脂分油的测定 锥网法  
NB/SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法  
SH/T 0081 防锈油脂盐雾试验法  
SH/T 0325 润滑脂氧化安定性测定法  
SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1.1

**体外预应力束 external tensile tendon components**

位于构件截面之外，由体外束束体、锚具组件、转向装置及减振装置等的集合，简称体外束。

##### 3.1.2

**体外束束体 external prestressing tendon**

位于构件截面之外，施加预应力的钢束及其防腐和保护的组合体，简称束体。

##### 3.1.3

**锚具组件 anchorage components**

用于锚固钢束并将张拉力传递到结构的装置。

##### 3.1.4

**导管 guide pipe**

位于锚固块内，与锚具组件连接，用于引导束体的预埋管道。

##### 3.1.5

**转向装置 deviator**

使钢束转向、改变束力方向的装置。

##### 3.1.6

**减振装置 anti-vibration device**

减小体外束振动幅度、改变束体自振频率的装置。

## 3.1.7

**集束式 integrated**

钢束按自然叠置状态排列。

## 3.1.8

**散束式 distributed**

钢束通过特定的分散装置按规定分布状态排列。

## 3.1.9

**转向段 deviator zone**

位于转向装置内的体外束节段。

## 3.1.10

**锚固段 anchorage zone**

位于锚具组件内的体外束节段。

## 3.1.11

**过渡段 transition zone**

自由段与锚固段之间的体外束节段。

## 3.1.12

**自由段 free length**

锚固段、转向段及过渡段之外的体外束节段。

## 3.2 符号

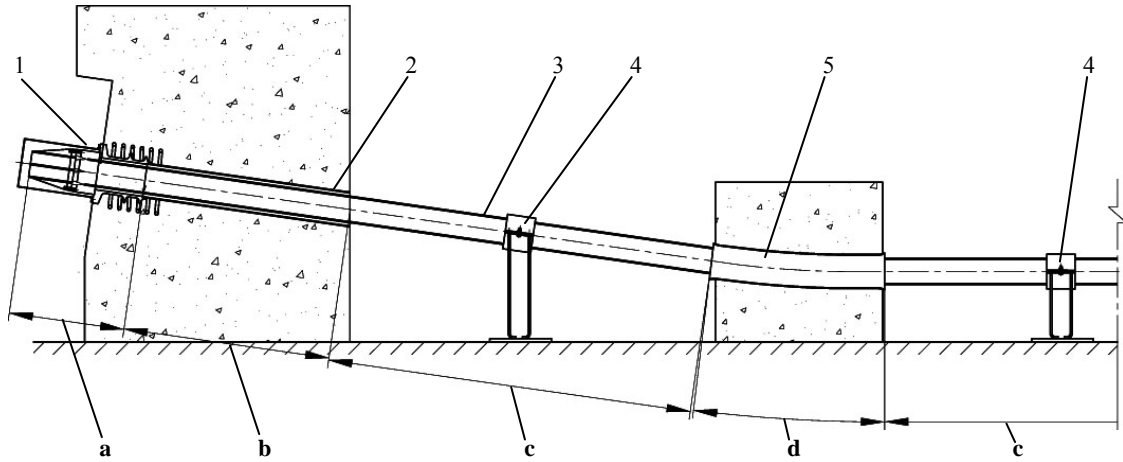
下列符号适用于本文件。

- $A_{pk}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线的特征（公称）截面面积，单位为平方毫米（ $\text{mm}^2$ ）；
- $A_{pm}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线的实测截面面积平均值，单位为平方毫米（ $\text{mm}^2$ ）；
- $F_{pk}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线的特征极限拉力标准值，单位为牛（N）， $F_{pk}=A_{pk}\times f_{ptk}$ ；
- $F_{pm}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线的实测极限拉力平均值，单位为牛（N）， $F_{pm}=A_{pm}\times f_{pm}$ ；
- $F_{Tu}$  —— 体外束试验中填充型环氧涂层钢绞线的实测极限拉力，单位为牛（N）；
- $F_{max}$  —— 疲劳试验中钢束的上限荷载，单位为牛（N）；
- $F_{min}$  —— 疲劳试验中钢束的下限荷载，单位为牛（N）；
- $f_{ptk}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线的抗拉强度标准值，单位为兆帕（MPa）；
- $f_{pm}$  —— 试验用填充型环氧涂层钢绞线（截面以 $A_{pm}$ 计）的实测极限抗拉强度平均值（不小于三根试件），单位为兆帕（MPa）；
- $n$  —— 静载试验和疲劳试验中钢束内的最大预应力钢绞线总根数；
- $n'$  —— 静载试验和疲劳试验中选取的代表性预应力钢绞线的最小根数；
- $\eta_a$  —— 填充型环氧涂层钢绞线-锚具组装件静载试验测得的锚具效率系数；
- $\varepsilon_{Tu}$  —— 填充型环氧涂层钢绞线-锚具组装件达到实测极限拉力 $F_{Tu}$ 时钢绞线的总应变；
- $\Delta\sigma_p$  —— 疲劳试验的应力变化范围，单位为兆帕（MPa）。

## 4 产品结构、分类与型号

#### 4.1 产品结构

填充型环氧涂层钢绞线体外束由束体、锚具组件、转向装置、导管及减振装置等组成，代号为：TW，见图1。



说明：

- |         |         |        |
|---------|---------|--------|
| 1—锚具组件； | 4—减振装置； | b—过渡段； |
| 2—导管；   | 5—转向装置； | c—自由段； |
| 3—束体；   | a—锚固段；  | d—转向段。 |

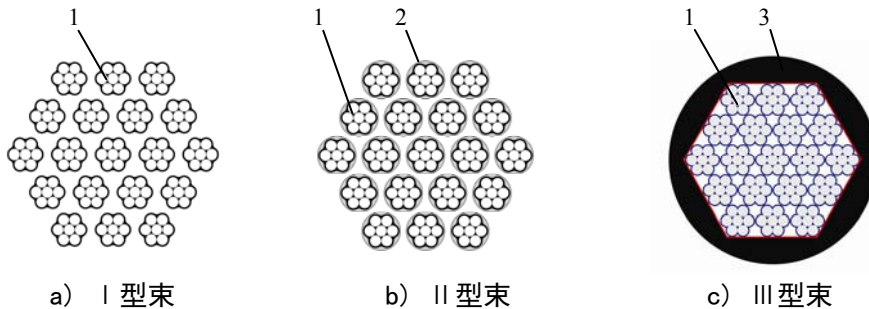
图1 填充型环氧涂层钢绞线体外束结构示意图

#### 4.2 产品分类

##### 4.2.1 束体分类

按构造型式分为：

- I型束，由多根无PE护层的填充型环氧涂层钢绞线组成，代号为：S，见图2a)；
- II型束，由多根外包PE护层的填充型环氧涂层钢绞线组成，代号为：P，见图2b)；
- III型束，由多根无PE护层的填充型环氧涂层钢绞线，经 $2^{\circ}$ ~ $4^{\circ}$ 扭绞后缠包高强聚酯带，并热挤外层HDPE护套制成，代号为：H，见图2c)。



说明：

- 1—填充型环氧涂层钢绞线；
- 2—PE护层；
- 3—热挤HDPE护套。

图2 填充型环氧涂层钢绞线束体截面构造示意图

##### 4.2.2 锚具组件分类

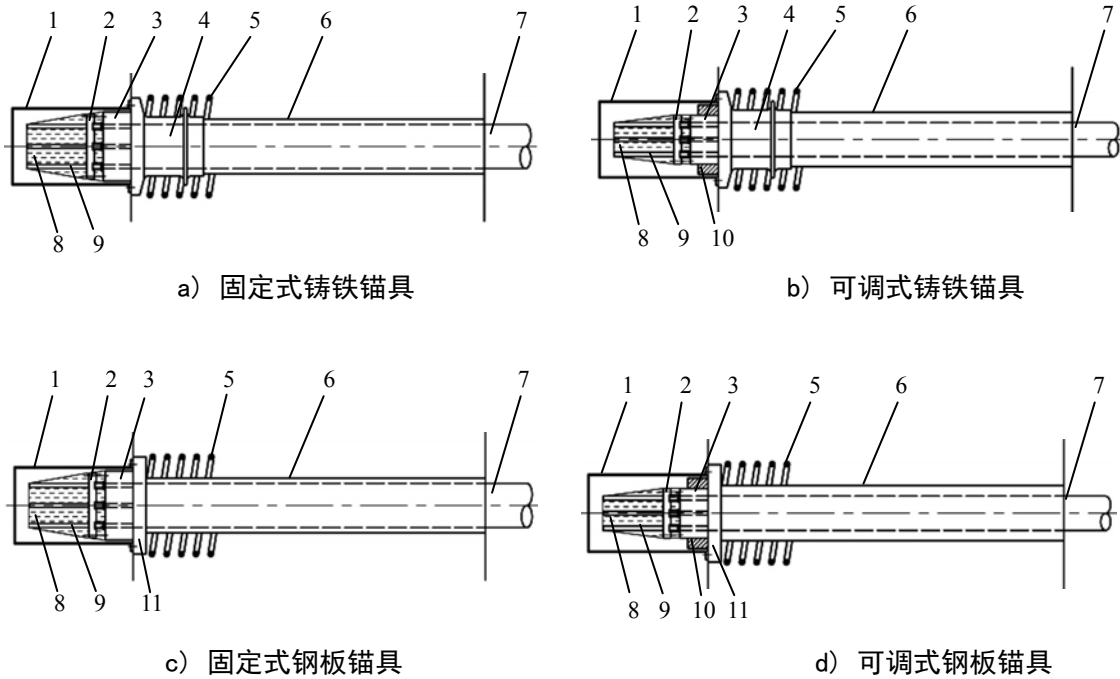
锚具组件由保护罩、防松装置、夹片、锚板、锚垫板、螺旋筋和（或）螺母等组成。

4.2.2.1 按束力可否调整分为：

- a) 固定式锚具，束力不可调整，锚板外无螺母，代号为：G，见图3a)、c)；
- b) 可调式锚具，束力可调整，锚板外有螺母，代号为：T，见图3b)、d)。

4.2.2.2 按锚垫板材料分为：

- a) 铸铁锚具，锚垫板材料为铸铁，代号为：Z，见图3a)、b)；
- b) 钢板锚具，锚垫板材料为钢板，代号为：B，见图3c)、d)。



说明：

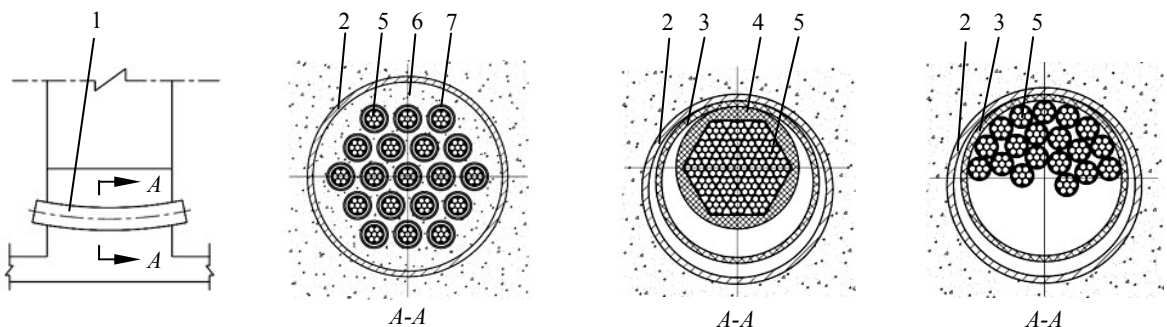
- |          |          |          |           |
|----------|----------|----------|-----------|
| 1—保护罩；   | 4—铸铁锚垫板； | 7—束体；    | 10—螺母；    |
| 2—防松装置；  | 5—螺旋筋；   | 8—防腐填充料； | 11—钢板锚垫板。 |
| 3—夹片及锚板； | 6—导管；    | 9—张拉预留段； |           |

图3 体外束锚具组件示意图

4.2.3 转向装置分类

按束体在转向钢管内的布置分为：

- a) 散束式转向装置，用于 I 型束和 II 型束，见图4b)；
- b) 集束式转向装置，用于 III 型束，见图4c)；用于 I 型束和 II 型束，见图4d)。



- a) 转向装置      b) I、II 型束散束式布置      c) III 型束集束式布置      d) I、II 型束集束式布置

说明：

- |         |               |        |
|---------|---------------|--------|
| 1—转向装置； | 4—HDPE 护套；    | 7—分丝管。 |
| 2—转向钢管； | 5—填充型环氧涂层钢绞线； |        |



3—塑料衬管；

6—砂浆体；

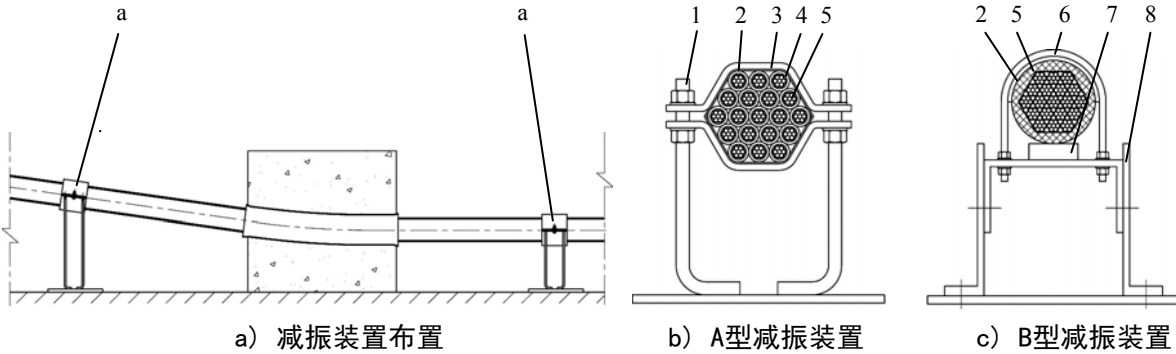
图4 束体在转向钢管内布置示意图

#### 4.2.4 减振装置分类

按定位支架类型可分为：

a) A型减振装置，用于I型束和II型束，见图5b)；

b) B型减振装置，用于III型束，见图5c)。



说明：

1—可调螺杆；

4—衬套管；

7—橡胶支撑块；

2—橡胶垫层；

5—束体；

8—钢支架；

3—束箍；

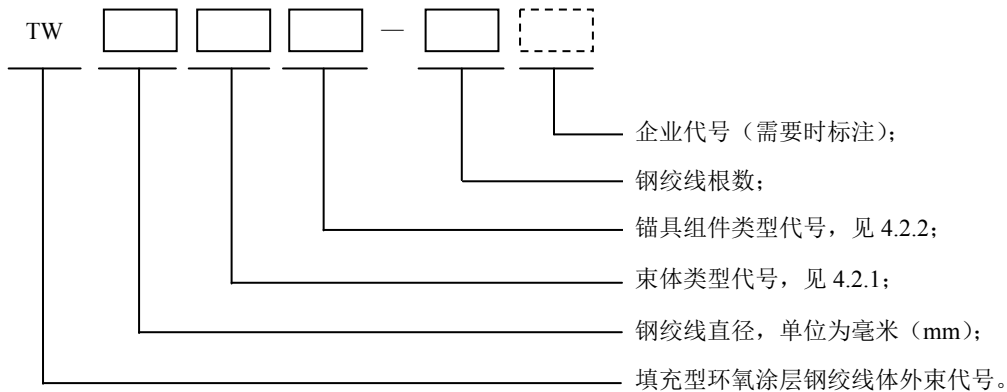
6—U型扣；

a—减振装置。

图5 体外束减振装置示意图

#### 4.3 产品型号

填充型环氧涂层钢绞线体外束型号表示方法如下：



示例1：

由19根 $\phi$ 15.20mm填充型环氧涂层钢绞线组成的I型束体，采用固定式铸铁锚具进行锚固的体外束，型号表示为：

TW15SDZ-19。

示例2：

由19根 $\phi$ 15.20mm填充型环氧涂层钢绞线组成的III型束体，采用可调式钢板锚具进行锚固的体外束，型号表示为：

TW15HTB-19。

### 5 技术要求

#### 5.1 外观、尺寸及硬度

5.1.1 I型束和II型束，表面应光滑，无破损、裂纹和机械损伤。

- 5.1.2 III型束的HDPE护套，外观应无破损，厚度均匀，外表面不应有深于1mm的划痕。
- 5.1.3 转向装置的外露表面涂层应完好无损，标识应清晰醒目。
- 5.1.4 锚具组件和减振装置的外露表面涂层或镀层应完好无损。
- 5.1.5 产品尺寸应符合设计文件要求，锚具硬度应符合产品设计文件或JT/T 329的规定。

## 5.2 材料

### 5.2.1 填充型环氧涂层钢绞线

- 5.2.1.1 用于制作填充型环氧涂层钢绞线的光面钢绞线，抗拉强度不宜低于1860MPa，应符合GB/T 5224的规定。
- 5.2.1.2 填充型环氧涂层钢绞线的涂层厚度和技术性能应符合JT/T 737的规定。

### 5.2.2 PE护层和HDPE护套

- 5.2.2.1 II型束PE护层材料应符合CJ/T 297的规定，厚度不应小于0.5mm。
- 5.2.2.2 III型束HDPE护套材料应符合CJ/T 297的规定，厚度不应小于4.0mm或参照GB/T 18365的规定。

### 5.2.3 锚具组件

- 5.2.3.1 填充型环氧涂层钢绞线用锚板和夹片的技术性能应符合JT/T 329的要求。
- 5.2.3.2 锚具夹片、锚板和调节螺母等主要受力构件，采用合金结构钢，应符合GB/T 3077的规定。
- 5.2.3.3 锚具防松装置、密封筒等其它构件，采用Q235碳素结构钢或45优质碳素结构钢，应符合GB/T 700或GB/T 699的规定。
- 5.2.3.4 铸造锚垫板采用不低于QT450-10的球墨铸铁，或HT200灰铸铁，应符合GB/T 1348或GB/T 9349的规定。
- 5.2.3.5 钢板锚垫板采用Q345低合金高强度结构钢，或Q345q桥梁用结构钢，应符合GB/T 1591或GB/T 714的规定。
- 5.2.3.6 锚具导管采用Q235无缝钢管，壁厚不小于4mm，应符合GB/T 8162的规定。
- 5.2.3.7 锚具保护罩采用Q235碳素结构钢，应符合GB/T 700或GB/T 699的规定。

### 5.2.4 转向装置

- 5.2.4.1 转向钢管采用Q235无缝钢管，应符合GB/T 8162的规定。
- 5.2.4.2 集束式转向装置的塑料衬管采用PE管，应符合GB/T 13663的规定。
- 5.2.4.3 散束式转向装置的分丝管采用PE管，应符合GB/T 13663的规定。

### 5.2.5 减振装置

- 5.2.5.1 定位部件、束箍、钢支架等采用Q235碳素结构钢，应符合GB/T 699或GB/T 700的规定。
- 5.2.5.2 衬套管采用PE管，应符合GB/T 13663的规定。
- 5.2.5.3 橡胶垫层和橡胶支撑块采用氯丁橡胶，应符合GB/T 5574的规定。

### 5.2.6 防腐填充料

- 5.2.6.1 锚具的防腐填充料可采用防腐油脂或防腐蜡油。
- 5.2.6.2 防腐油脂技术性能应符合表1的规定。
- 5.2.6.3 防腐蜡油技术性能应符合表2的规定。

表1 防腐油脂性能指标

项 目	性能指标	
工作锥入度 (1/10mm)	220~320	
滴点 /℃	≥160	
水分 /%	≤0.1	
钢网分油量 (100℃, 50h)/%	≤4.0	
腐蚀试验 (45号钢片, 100℃, 24h)	合格	
蒸发量 (99℃, 22h) (质量分数) /%	≤2.0	
低温性能 (-40℃, 30min)	合格	
湿热试验 (45号钢片, 30d) /级	≤B	
盐雾试验 (45号钢片, 30d) /级	≤B	
氧化安定性 (99℃, 100h, 75.8×10 <sup>4</sup> Pa)	氧化后压力降 /Pa	≤7×10 <sup>4</sup>
	氧化后酸值 /mg KOH/g	≤1.0

表2 防腐蜡油技术性能

项 目	技术 指 标
滴点(℃)	≥77
运动黏度 (100℃) (mm <sup>2</sup> /s)	>20
石蜡针入度 (25℃,1/10mm)	110~170
钢网分油量 (40℃, 7d) (%)	≤0.5
腐蚀试验 (45号钢片, 100℃, 24h)	合格
盐雾试验 (45号钢片, 30d) (级)	≤B
氧化安定性 (99℃, 100h) (MPa)	≤0.03

### 5.3 工艺性能

#### 5.3.1 机械加工

- 5.3.1.1 零件机械加工应符合JB/T 5936的规定。
- 5.3.1.2 梯形螺纹副应符合GB/T 5796的规定，普通螺纹应符合GB/T 196和GB/T 197的规定。
- 5.3.1.3 未注公差尺寸的公差等级，应符合GB/T 1804中c级的要求。

#### 5.3.2 热处理及探伤

- 5.3.2.1 夹片应进行热处理，表面硬度不小于57HRC（或79.5HRA）。夹片热处理后，应无氧化脱碳现象，同批次夹片硬度差不大于5HRC，同件夹片硬度差不大于3HRC。其他要求应符合JB/T 5944和JB/T 3999的规定。
- 5.3.2.2 锚板和调节螺母宜经调质处理或锥孔强化处理。若采用调质处理，则表面硬度不小于225HB（或20HRC），其他要求应符合JB/T 5994的规定。
- 5.3.2.3 锚板和调节螺母应逐件进行超声波探伤和磁粉探伤，并应达到GB/T 4162中B级和JB/T 4730.4中Ⅱ级质量的规定。

#### 5.3.3 表面处理

- 5.3.3.1 锚具组件和减振装置的所有外露金属表面应采用镀锌表面处理。电镀锌层的厚度为10μm~20μm，电镀锌后应做脱氢处理；热镀锌层的厚度不应小于80μm。

5.3.3.2 预埋在混凝土内部的锚具组件和转向装置的金属表面宜采用油漆防护，漆膜厚度不应小于40 $\mu\text{m}$ 。

## 5.4 力学性能

### 5.4.1 锚具静载锚固性能

锚具静载锚固性能应符合JT/T 329的规定。

### 5.4.2 锚具疲劳性能

5.4.2.1 钢绞线-锚具组装件应满足循环次数为200万次的疲劳性能试验。试验应力上限取钢绞线抗拉强度标准值 $f_{pk}$ 的65%，应力变化范围为80MPa。

5.4.2.2 试件经200万次循环荷载后，锚具零件不应发生疲劳破坏，钢绞线因锚具夹持作用发生疲劳破坏的面积不应大于原试件总面积的5%。

5.4.2.3 疲劳试验后对原试件进行静载拉伸试验，应满足下列要求：

- a) 实测极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 不应低于 $0.92F_{pm}$ 或 $0.95F_{pk}$  (取两者中的较大值)；
- b) 达到极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 时钢束的总应变 ( $\varepsilon_{Tu}$ ) 不应低于1.5%。

### 5.4.3 锚下荷载传递性能

锚下荷载传递性能应符合JT/T 329的规定。

### 5.4.4 转向装置组合静载性能

5.4.4.1 散束式转向装置组合静载性能应满足下列要求：

- a) 极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 不应低于 $0.95F_{pm}$ ；
- b) 达到极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 时钢束试验段的总应变 ( $\varepsilon_{Tu}$ ) 不应低于2%；
- c) 达到极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 时，应由钢绞线的断裂，不应由锚具或转向装置的失效而导致试验中止。

5.4.4.2 集束式转向装置组合静载性能应满足下列要求：

- a) 极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 不应低于 $0.95F_{pk}$ ；
- b) 达到极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 时钢束试验段的总应变 ( $\varepsilon_{Tu}$ ) 不应低于1.5%；
- c) 达到极限拉力 ( $F_{Tu}$ ) 时，应由钢绞线的断裂，不应由锚具或转向装置的失效而导致试验中止。

### 5.4.5 转向装置组合疲劳性能

5.4.5.1 转向装置应满足循环次数为200万次的疲劳性能试验。试验应力上限取钢绞线抗拉强度标准值 $f_{pk}$ 的65%，应力变化范围为50MPa。

5.4.5.2 试件经200万次循环荷载后，应满足下列要求：

- a) 锚具零件不应发生疲劳破坏；
- b) 钢绞线因锚具夹持作用发生疲劳破坏的面积不应大于原试件总面积的5%；
- c) 试验完成后 I 型束和 II 型束转向段的填充型环氧涂层钢绞线，其表面环氧涂层的最小残余厚度不应小于初始厚度的50%。

### 5.4.6 体外束可更换性能

体外束应进行可更换性能试验，其性能应满足下列要求：

- a) 试验过程中，锚具部件和转向装置不应发生破坏；
- b) 试验后锚具的静载性能应满足： $\eta_a \geq 0.95$ ； $\varepsilon_{Tu} \geq 2\%$ 。

### 5.4.7 体外束分级张拉锚固性能

体外束应进行分级张拉锚固性能试验，其性能应满足下列要求：

- a) 试验过程中，锚具部件和转向装置不应发生破坏；
- b) 试验完成后 I 型束表面环氧涂层最小残余厚度不应小于初始厚度的50%；
- c) 试验完成后 II 型束和 III 型束不应露出其内的环氧涂层；
- d) 试验完成后的锚具静载性能应满足： $\eta_a \geq 0.95$ ； $\varepsilon_{Tu} \geq 2\%$ 。

## 6 试验方法

### 6.1 外观、尺寸

#### 6.1.1 束体

束体外观用目测检查，尺寸用游标卡尺和钢卷尺测量。

#### 6.1.2 锚具组件

6.1.2.1 锚具组件外观用目测检查，外形尺寸用游标卡尺测量，螺纹用螺纹规测量。

6.1.2.2 锚具镀锌层厚度检验按GB/T 4956的规定方法进行。

6.1.2.3 锚具表面漆膜厚度检验按GB/T 13452.2的规定方法进行。

#### 6.1.3 转向装置

6.1.3.1 转向装置外观用目测检查，尺寸用游标卡尺测量。

6.1.3.2 转向装置表面漆膜厚度检验按GB/T 13452.2的规定方法进行。

#### 6.1.4 减振装置

6.1.4.1 减振装置外观用目测检查，尺寸用游标卡尺测量。

6.1.4.2 减振装置镀锌层厚度检验按GB/T 4956的规定方法进行。

### 6.2 材料

#### 6.2.1 束体

6.2.1.1 束体用填充型环氧涂层钢绞线的技术性能检验按JT/T 737规定的方法进行。

6.2.1.2 II 型束和 III 型束的PE护层或PE护套的技术性能检验按CJ/T 297规定的方法进行。

#### 6.2.2 锚具组件

6.2.2.1 锚具各部件机械性能和化学成分按GB/T 3077、GB/T 699、GB/T 700、GB/T 1348、GB/T 9439、GB/T 1591、GB/T 714和GB/T 8162的规定进行。

6.2.2.2 锚板和螺母超声波探伤检测和磁粉探伤检测按GB/T 4162和JB/T 4730.4规定的方法进行。

6.2.2.3 锚具硬度检验按GB/T 230.1和GB/T 231.1规定的方法进行。

#### 6.2.3 转向装置

6.2.3.1 转向钢管机械性能和化学成分按GB/T 8162规定的方法进行。

6.2.3.2 集束式转向装置的塑料衬管和散束式转向装置的分丝管的材料性能按GB/T 13663规定的方法进行。

#### 6.2.4 减振装置

6.2.4.1 减振装置各钢部件的机械性能和化学成分按GB/T 699和GB/T 700规定的方法进行。

6.2.4.2 衬套管的材料性能按GB/T 13663规定的方法进行。

6.2.4.3 橡胶垫层和橡胶支撑块的材料性能试验方法按GB/T 5574规定的方法进行。

### 6.2.5 防腐填充料

6.2.5.1 防腐油脂性能检验按表3的规定方法进行。

表3 防腐油脂性能指标

项 目		试验方法
工作锥入度 (1/10mm)		GB/T 269
滴点 /°C		GB/T 4929
水分 /%		GB/T 512
钢网分油量 (100°C, 50h)/%		NB/SH/T 0324
腐蚀试验 (45号钢片, 100°C, 24h)		NB/SH/T 0331
蒸发量 (99°C, 22h) (质量分数) /%		GB/T 7325
低温性能 (-40°C, 30min)		JG/T 430 附录A
湿热试验 (45号钢片, 30d) /级		GB/T 2361
盐雾试验 (45号钢片, 30d) /级		SH/T 0081
氧化安定性 (99°C, 100h, 75.8×10 <sup>4</sup> Pa)	氧化后压力降 /Pa	SH/T 0325
	氧化后酸值 /mg KOH/g	GB/T 264

6.2.5.2 防腐蜡油性能检验按表4的规定进行。

表4 防腐蜡油试验方法

项 目	试 验 方 法
滴点(°C)	GB/T 8026
运动黏度 (100°C) (mm <sup>2</sup> /s)	GB/T 265
石蜡针入度 (25°C, 1/10mm)	GB/T 4985
钢网分油量 (40°C, 7d) (%)	NB/SH/T 0324
腐蚀试验 (45号钢片, 100°C, 24h)	SH/T 0331
盐雾试验 (45号钢片, 30d) (级)	SH/T 0081
氧化安定性 (99°C, 100h) (MPa)	SH/T 0325

## 6.3 力学性能

### 6.3.1 锚具静载锚固性能

锚具静载锚固性能试验按JT/T 329的规定进行。

### 6.3.2 锚具疲劳性能

钢绞线-锚具组装件疲劳性能试验和疲劳试验后的静载拉伸试验, 按JT/T 329的规定进行。

### 6.3.3 锚下荷载传递性能

锚下荷载传递性能试验按JT/T 329的规定进行。

### 6.3.4 转向装置组合静载性能

转向装置组合静载性能试验按附录A的要求进行。

### 6.3.5 转向装置组合疲劳性能

转向装置组合疲劳性能试验按附录B的要求进行。

### 6.3.6 体外束可更换性能

体外束可更换性能试验按附录C的要求进行。

### 6.3.7 体外束分级张拉锚固性能

体外束分级张拉锚固性能试验按附录D的要求进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

体外束产品检验分为型式检验和出厂检验。

#### 7.1.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 正式生产后，当结构、材料、工艺等有改变，影响产品性能时；
- 需方提出要求，经供需双方协议一致时；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出型式检验的要求时。

#### 7.1.2 出厂检验

出厂检验为生产单位在每批产品出厂前进行的产品质量控制性检验。

### 7.2 检验项目

#### 7.2.1 型式检验

型式检验项目和取样数量应符合表5的规定。试验用样本应在同一批次产品中随机抽取。

表5 体外束产品型式检验项目及取样规定

检验项目	技术要求	试验方法	体外束规格和取样数量			
			1根~12根钢绞线	13根~26根钢绞线	27根~37根钢绞线	合计
填充型环氧涂层钢绞线性能	5.2.1	6.2.1	1			1
防腐填充料性能	5.2.6	6.2.5	1			1
锚具静载锚固性能	5.4.1	6.3.1	2	1	2	5
钢绞线-锚具组装件疲劳性能	5.4.2	6.3.2	1	1	1	3
锚下荷载传递性能	5.4.3	6.3.3	1	1	2	4
转向装置静载性能	5.4.4	6.3.4	0	0	1	1
转向装置疲劳性能	5.4.5	6.3.5	0	0	1	1
体外束可更换性能	5.4.6	6.3.6	1			1
体外束分级张拉锚固性能	5.4.7	6.3.7	1			1

### 7.2.2 出厂检验

出厂检验项目和取样数量应符合表6的规定。试验用样本应在同一批次产品中随机抽取。

表6 体外束产品出厂检验项目及取样规定

检验项目		技术要求	试验方法	取样数量
束体	外观	5.1.1	6.1.1	10%
		5.1.2		
	PE护层/护套厚度	5.2.2	6.1.1	逐盘卷
	环氧涂层厚度	5.2.1	6.2.1	逐盘卷
	机械性能	5.2.1	6.2.1	每 100t 3 根
锚具组件	外观	5.1.4	6.1.2.1	10%
	硬度	5.3.2.1	6.2.2.3	100%
		5.3.2.2		
	外形尺寸	5.1.5	6.1.2.1	10%
	超声波探伤	5.3.2.3	6.2.2.2	100%
	磁粉探伤	5.3.2.3	6.2.2.2	100%
螺纹	5.3.1.2	6.1.2.1	100%	
钢绞线-锚具组装件	静载锚固性能	5.4.1	6.3.1	1个组件
转向装置	外观	5.1.3	6.1.3	10%
	外形尺寸	5.1.5	6.1.3	10%
减振装置	外观	5.1.4	6.1.4	10%
	外形尺寸	5.1.5	6.1.4	10%

### 7.3 判定规则

7.3.1 型式检验项目均应符合本标准要求。

7.3.2 当出厂检验项目均符合本标准要求时，该批产品为合格品；当检验结果有不合格项目时，对不合格项目重新加倍取样进行复检，若复检结果仍不合格，则该批产品不合格。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

8.1.1 体外束产品应在显著位置标明产品型号、规格和批号。

8.1.2 每件转向装置上应有体外束束号、转向装置编号、安装方位等与转向装置定位安装有关的显著标志。

### 8.2 包装

#### 8.2.1 锚具

锚具出厂时应成箱包装，并符合JB/T 5000.13的规定。包装箱内应附有产品合格证、装箱单。产品合格证内容包括：规格型号、名称、出厂日期、质量合格签章、厂名、厂址。

#### 8.2.2 束体



8.2.2.1 I型束和II型束应盘卷包装，盘内径不应小于1100mm。每盘钢绞线应捆扎结实，捆扎不得少于六道。

8.2.2.2 III型束应盘卷包装，其盘绕内径一般不小于20倍体外束外径，且不小于1600mm，最大外形尺寸应满足相应的运输条件。

### 8.2.3 转向装置和减振装置

转向装置和减振装置应采用合适的包装方式，防止装卸和运输过程中碰伤。

## 8.3 运输和贮存

8.3.1 体外束产品在运输和装卸过程中，应小心操作，防止碰伤，不得受到划伤、抛甩、剧烈撞击及油污和化学品等污染。

8.3.2 体外束产品宜贮存在库房中，露天储存时应加遮盖，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤和散失。

8.3.3 防腐油脂和防腐蜡油应贮存在库房中，并远离火源、热源，温度不超过40℃。

附 录 A  
(规范性附录)  
转向装置组合静载试验

### A.1 试件与试验装置

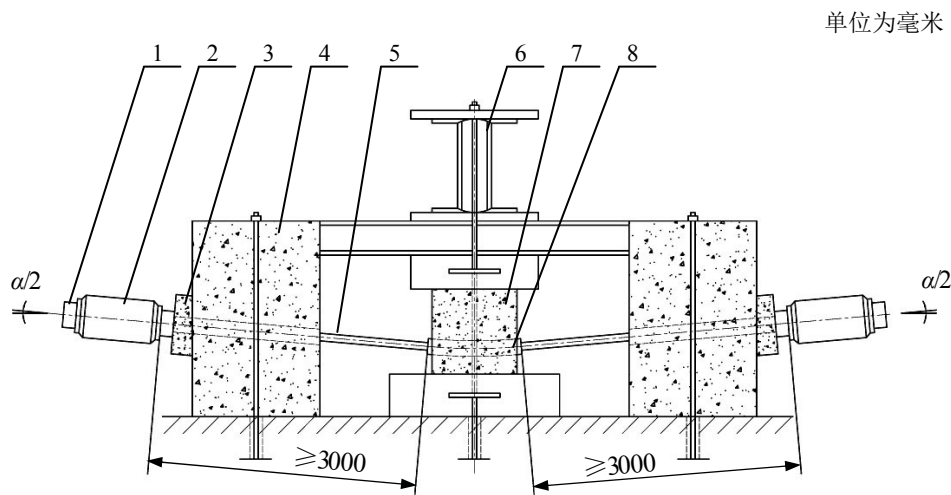
A.1.1 试件为一混凝土柱体，其内设预埋转向装置，转向装置内安装钢束等组件。试验用转向装置和填充型环氧涂层钢绞线应随机选取。若同型号转向装置含多种抗拉强度级别的钢绞线，则应采用抗拉强度等级最高的钢绞线试件。

A.1.2 试验用转向装置的转向角度 $\alpha \geq 10^\circ$ ，转向半径为实际工程中该规格钢束的最小弯曲半径。

A.1.3 从转向装置出口处至锚固点之间的钢束自由长度不应小于3000mm。

A.1.4 混凝土柱体应选择较高的混凝土强度等级并配筋加强，以避免试验过程中过早失效或破碎。

A.1.5 试验装置见图A.1所示。在满足试件要求的前提下，试验装置的具体构造可根据试验室条件做适当调整。



说明：

- |        |          |
|--------|----------|
| 1—锚板；  | 5—束体；    |
| 2—千斤顶； | 6—垂直调整架； |
| 3—斜垫板； | 7—混凝土柱；  |
| 4—支撑块； | 8—转向装置。  |

图A.1 转向装置组合静载试验用典型试验装置示意图

### A.2 试验步骤

按以下步骤进行试验：

- a) 将含转向装置的混凝土柱体安装在试验装置上，并将钢束穿过转向装置，两侧锚固；
- b) 各类测量仪表在加载前安装调试正确。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 $f_{ptk}$ 的5%~10%；
- c) 按钢绞线抗拉强度标准值 $f_{ptk}$ 的20%、40%、60%、80%，分四级在钢束两端进行对称等速加载，加载速度宜100MPa/min左右。钢束加载至 $0.8f_{ptk}$ 后，持荷1h，然后降至 $0.7f_{ptk}$ ；
- d) 继续以0.002/min的应变速率对钢束进行加载，直至失效。

### A.3 测量、观察和记录

试验时应进行下列各项测量和观察，并记录结果：

- a) 检查试验用填充型环氧涂层钢绞线和锚具等试件的材料、外形尺寸、表观和硬度等；
- b) 测量加载过程中钢束与转向装置间的相对位移、钢束两端的张拉力和伸长值；
- c) 试验后观察转向装置的情况、破坏位置和形式，并记录图像；
- d) 观察转向装置内分丝管和其内填充型环氧涂层钢绞线的损伤程度，并记录图像；
- c) 实测极限荷载 $F_{Tu}$ 。

附 录 B  
(规范性附录)  
转向装置组合疲劳试验

### B.1 试件与试验装置

B.1.1 试件采用转向装置、钢束和锚具等组件。若同型号转向装置含多种抗拉强度级别的钢绞线，则应采用抗拉强度等级最高的钢绞线试件。

B.1.2 试验用转向装置的转向角度 $\alpha \geq 10^\circ$ ，转向半径为实际工程中该规格钢束的最小弯曲半径。

B.1.3 试验用锚板轴线与自由段束体间应有 $0.6^\circ$ 的偏转角。

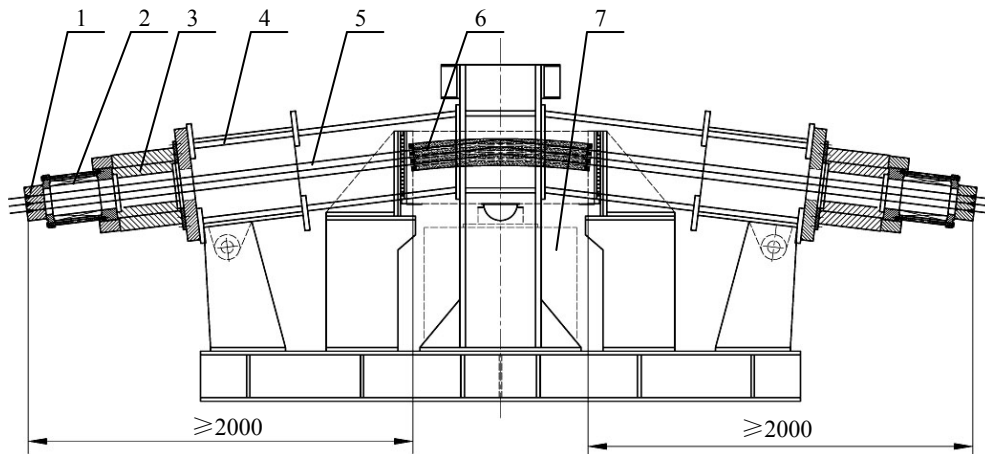
B.1.4 当疲劳试验机吨位受限时，根据转向装置和锚板中钢绞线的分布情况，可将钢绞线根数适当减少，对转向半径最小的钢绞线应进行试验，减少后的钢绞线根数 $n'$ 应符合以下规定：

- 当钢绞线根数 $n \leq 12$ 时，试验钢绞线根数 $n' \geq n/3$ ；
- 当钢绞线根数 $n \geq 12$ 时，试验钢绞线根数 $n' \geq 4 + (n-12)/4$ 。

B.1.5 疲劳试验用液压油缸的持续脉冲加载频率不宜超过10Hz。

B.1.6 试验装置见图B.1。在满足试件要求的前提下，试验装置的具体构造可根据试验室条件做适当调整。

单位为毫米



说明：

- |            |         |
|------------|---------|
| 1—锚板；      | 5—钢束；   |
| 2—传感器；     | 6—转向装置； |
| 3—轴向加载千斤顶； | 7—液压油缸。 |
| 4—试验架；     |         |

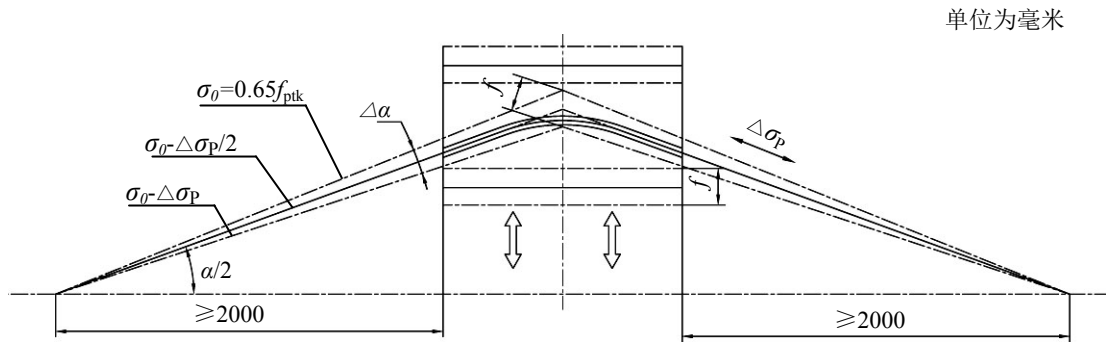
图B.1 转向装置疲劳试验用典型试验装置示意图

### B.2 试验步骤

按以下步骤进行试验：

- a) 将转向装置安装在试验装置上，并将钢束穿过转向装置、安装轴向加载千斤顶和传感器，两侧锚固；
- b) 各类测量仪表在加载前安装调试正确。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 $f_{ptk}$ 的5%~10%；

- c) 利用轴向加载千斤顶，将钢束对称等速加载至抗拉强度标准值 $f_{ptk}$ 的65%，加载速度宜100MPa/min左右；然后将载荷降至下限值 $F_{min}$ ；
- d) 向液压油缸加载，使钢束加载至抗拉强度标准值 $f_{ptk}$ 的65%，测量并记录千斤顶位置；
- e) 以载荷上限 $F_{max}$ 为 $0.65F_{pk}$ ，应力变化范围 $\Delta\sigma_p$ 为50MPa，利用液压油缸对转向装置进行脉冲循环加载，见图B.2，循环次数不小于200万次。



图B.2 疲劳加载示意图

### B.3 测量、观察和记录

试验时应进行下列各项测量和观察，并记录结果：

- a) 检查试验用转向装置、束体和锚具试件的材料、外形尺寸、表观和硬度等；
- b) 不少于三根填充型环氧涂层钢绞线母材的检验；
- c) 试验装置及试验步骤的描述；
- d) 疲劳试验过程中，观察钢束受荷变化情况，钢束在转向装置端部的位移和破坏情况，包括断裂位置和数量，以及失效时的加载循环次数；
- e) 疲劳试验结束后，通过解剖转向装置，检查转向装置内分丝管和填充型环氧涂层钢绞线表面环氧涂层或PE护套的损伤程度；
- f) 检验单位应向受检单位提出完整的检验报告，其中包括破坏部位及形式的图像记录，并有准确的文字评述。



JT/T XXXX—XXXX

- e) 拆卸后体外束组件的检查结果；
- f) 检验单位应向受检单位提出完整的检验报告，包括图像记录，并有准确的文字评述。

附 录 D  
(规范性附录)  
体外束分级张拉锚固性能试验

### D.1 试件与试验装置

D.1.1 本试验适用于III型束和相应的集束式转向装置及锚具等组件，或I型束、II型束和相应的散束式转向装置及锚具等组件。

D.1.2 试验用转向装置的转向角度 $\alpha \geq 6^\circ$ ，转向半径为实际工程中该规格钢束的最小弯曲半径。

D.1.3 试验装置同图C.1。

### D.2 试验步骤

按以下步骤进行试验：

- a) 安装体外束；
- b) 按钢绞线抗拉强度标准值 $f_{pk}$ 的20%、40%、60%、80%，分四级在钢束一端进行分级张拉并锚固，加载速度宜100MPa/min左右。每次锚固后的持荷时间不少于10min，最后一级锚固后的持荷时间不小于1h；
- c) 先张拉的一端最后一级锚固后持荷时间达到1h以上时，在钢束的另一端用千斤顶以0.002/min应变速率对钢束进行加载，直至失效。

### D.3 测量、观察和记录

试验时应进行下列各项测量和观察，并记录结果：

- a) 检查试验用转向装置、填充型环氧涂层钢绞线和锚具试件的材料、外形尺寸、表观和硬度等；
- b) 试验装置及试验步骤的描述；
- c) 钢束安装、张拉的记录；
- d) 每级张拉的时间、载荷、钢束伸长值和千斤顶行程的记录；
- e) 试验过程中，填充型环氧涂层钢绞线上的夹片刻痕分布和钢束滑移情况的记录；
- f) 钢束最大张拉力 $F_{Tu}$ 和达到 $F_{Tu}$ 时试验段钢束的总伸长率 $\varepsilon_{Tu}$ ；
- g) 失效的位置和模式；
- h) 检验单位应向受检单位提出完整的检验报告，包括图像记录，并有准确的文字评述。