



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 161—2016
代替 JG 161—2004

无粘结预应力钢绞线

Unbonded prestressing steel strand

2016-11-15 发布

2017-05-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JG/T 161—2004《无粘结预应力钢绞线》，与 JG 161—2004 相比，主要技术内容变化如下：

- 修改了术语和定义、符号(见 3, 2004 年版的 3)；
- 增加了“一般要求”(见 5)；
- 删除了“材料”(见 2004 年版的 5.1)；
- 修改了防腐润滑涂层的要求(见 6.4, 2004 年版的 5.1.2)；
- 修改了护套的性能和试验方法(见 6.5 和 7.4, 2004 年版的 5.1.3 和 6.3)；
- 修改了摩擦系数的取值和试验方法(见 6.6 和附录 B, 2004 年版的 5.2 和 6.4)；
- 修改了检验分类(见 8.1, 2004 年版的 7.1)；
- 修改了检验项目(见 8.2, 2004 年版的 7.2)；
- 删除了原材料组批、抽样及判定规则(见 2004 年版的 7.3)；
- 修改了组批、抽样及判定规则(见 8.3, 2004 年版的 7.4)；
- 修改了贮存(见 10.2, 2004 年版的 8.4)；
- 删除了附录“进场验收及应用说明”(见 2004 年版的附录 A)；
- 增加了附录“护套拉伸性能试验方法”(见附录 A)。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国建筑科学研究院、天津冶金集团中兴盛达钢业有限公司、柳州欧维姆机械股份有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、柳州市邱姆预应力机械有限公司、江苏新筑预应力工程有限公司、杭州浙锚预应力有限公司、天津圣文预应力机械有限公司、开封强力集团锚固技术股份有限公司、建研(北京)结构工程有限公司、天津市津冠润滑脂有限公司、安徽金星预应力工程技术有限公司、河南红桥锚机有限公司、中铁电气化局集团北京建筑工程有限公司、福建省凯源市政园林有限公司、福建森正建设有限公司。

本标准主要起草人：朱莹、陈茜、毛爱菊、黄芳玮、刘航、栾文彬、梅治乾、李金岭、骆玉智、林志成、董建伟、王文喜、彭继民、陈宜强、刘新乐、耿臣、雷明珠、张建太、张延吉。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JG 3006—1993；
- JG 161—2004。

无粘结预应力钢绞线

1 范围

本标准规定了无粘结预应力钢绞线的术语和定义、符号、标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志、包装及质量证明文件、运输和贮存。

本标准适用于后张预应力混凝土结构中使用的无粘结预应力钢绞线。

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 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 11115 聚乙烯(PE)树脂

GB/T 17200 橡胶塑料拉力、压力和弯曲试验机(恒速驱动) 技术规范

JG/T 430 无粘结预应力筋用防腐润滑脂

3 术语和定义、符号

下列术语和定义、符号适用于本文件。

3.1 术语和定义

3.1.1

无粘结预应力钢绞线 unbonded prestressing steel strand

表面涂敷防腐润滑涂层,外包护套,与护套之间可永久相对滑动的预应力钢绞线。

3.1.2

预应力钢绞线 prestressing steel strand

由冷拉光圆钢丝捻制的钢绞线。

3.1.3

防腐润滑涂层 anticorrosion lubricating coating

涂敷于预应力钢绞线表面,用以防腐和减小钢绞线与护套之间摩擦的涂层。

3.1.4

护套 sheathing

包裹在预应力钢绞线和防腐润滑涂层外,用以保护预应力钢绞线不受腐蚀,并防止其与周围混凝土之间发生粘结的套管。

3.1.5

拉伸屈服应力 tensile stress at yield

拉伸过程中,试样出现应力不增加而应变增加时的最初应力。

3.1.6

拉伸断裂标称应变 nominal tensile strain at break

拉伸过程中,试样在屈服后断裂时,两夹具之间距离单位原始长度的增量,用百分数(%)表示。

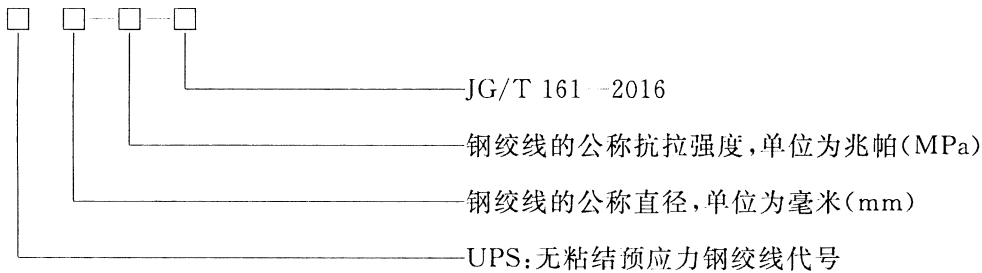
JG/T 161—2016

3.2 符号

- κ —— 考虑无粘结预应力钢绞线护套壁(每米)局部偏差对摩擦的影响系数;
- μ —— 无粘结预应力钢绞线中钢绞线与护套壁之间的摩擦系数。

4 标记

无粘结预应力钢绞线的标记由产品名称代号、钢绞线的公称直径、钢绞线的公称抗拉强度和标准号组成:



示例:
公称直径为 15.20 mm,公称抗拉强度为 1 860 MPa 的无粘结预应力钢绞线标记为:
UPS15.20 1860 JG/T 161 2016

5 一般要求

- 5.1 预应力钢绞线、防腐润滑涂层材料和护套材料应经检验合格后方可用于制作无粘结预应力钢绞线。
- 5.2 防腐润滑涂层材料的涂敷及护套的制作应一次连续完成,护套制作应采用挤塑机挤出成型。
- 5.3 每盘无粘结预应力钢绞线应由一根连续的钢绞线组成,不应有死弯。
- 5.4 无粘结预应力钢绞线生产厂应具备完整的可追溯性质量管理体系文件,其内容应包括:原材料采购及检验记录、生产工艺、生产过程记录、产品检验记录。
- 5.5 当用于体外预应力时,宜根据使用要求对无粘结预应力钢绞线采取有效的防护措施。

6 要求

6.1 规格和性能

无粘结预应力钢绞线的主要规格和性能应符合表 1 的规定。

表 1 无粘结预应力钢绞线的规格和性能

钢绞线			防腐润滑脂 的含量 g/m	护套厚度 mm	κ	μ
公称直径 mm	公称横截面积 mm ²	公称抗拉强度 MPa				
9.50	54.80	1 720	≥32	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1 860				
		1 960				

表 1（续）

钢绞线			防腐润滑脂 的含量 g/m	护套厚度 mm	κ	μ
公称直径 mm	公称横截面积 mm ²	公称抗拉强度 MPa				
12.70	98.70	1 720	≥43	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1 860				
		1 960				
15.20	140.00	1 720	≥50	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1 860				
		1 960				
15.70	150.00	1 720	≥53	≥1.0	≤0.004	≤0.09
		1 860				
		1 960				
注：经供需双方协商，也可生产供应其他强度和直径的无粘结预应力钢绞线。						

6.2 外观

无粘结预应力钢绞线的护套表面应光滑、无凹陷、无可见钢绞线轮廓、无气孔、无机械损伤、无裂缝、无明显折皱。

6.3 钢绞线

6.3.1 钢绞线应符合 GB/T 5224 或国家现行其他类型钢绞线相关标准的规定，钢绞线生产厂应提供质量证明文件及检测报告。

6.3.2 钢绞线在运输和贮存期间应进行妥善防腐保护，涂油包塑前其表面不应锈蚀及沾染腐蚀介质或其他杂物。

6.4 防腐润滑涂层

6.4.1 防腐润滑涂层应具有良好的化学稳定性，对周围材料无侵蚀作用，能阻水防潮和抗腐蚀，润滑性能好，在规定温度范围内高温不流淌，低温不变脆。

6.4.2 宜采用防腐润滑脂制作防腐润滑涂层，防腐润滑脂应符合 JG/T 430 的规定，防腐润滑脂生产厂应提供质量证明文件及检测报告。

6.4.3 防腐润滑脂应沿钢绞线全长连续涂敷并充足饱满，防腐润滑脂的含量应符合表 1 的规定。

6.4.4 当需方有要求时，也可采用其他材料作为防腐润滑涂层，涂层材料的性能应符合 JG/T 430 或其他国家现行标准的规定。

6.5 护套

6.5.1 应采用密度在 0.942 g/cm³～0.965 g/cm³ 范围内的高密度聚乙烯树脂制作护套，性能应符合 GB/T 11115 的规定。护套原料生产厂应提供质量证明文件及检测报告。

6.5.2 护套原料中不应掺加其他影响护套性能的填充料。

6.5.3 护套颜色宜根据需方要求确定，但添加了色母料的护套应满足护套性能的要求。

6.5.4 无粘结预应力钢绞线的护套厚度应均匀，并符合表 1 的规定。

JG/T 161—2016

6.5.5 护套的拉伸性能应符合表 2 的规定。

表 2 护套的拉伸性能

拉伸屈服应力/MPa	拉伸断裂标称应变/%
≥15	≥400

6.6 摩擦系数

- 6.6.1 κ 和 μ 应符合表 1 的规定。
- 6.6.2 当 $\kappa < 0.003$ 或 $\mu < 0.04$ 时,生产厂应提供 κ 和 μ 的实测数值。
- 6.6.3 表 1 中未列出规格的无粘结预应力钢绞线的 κ 和 μ 应根据实测数据确定。

7 试验方法

7.1 外观

外观可采用目测法检验。

7.2 钢绞线

- 7.2.1 钢绞线的表面是否有锈蚀及沾染杂物可采用目测法检验。
- 7.2.2 钢绞线的公称直径测量、力学性能试验和伸直性检验应按 GB/T 5224 的规定执行。

7.3 防腐润滑涂层

- 7.3.1 当采用防腐润滑脂制作防腐润滑涂层时,防腐润滑脂的性能试验应按 JG/T 430 的规定执行。
- 7.3.2 检测防腐润滑脂含量时,取 1 m 长的无粘结预应力钢绞线,用精度不低于 1.0 g 的量具称量其质量 W ,然后除净钢绞线及护套上的防腐润滑脂,并称量钢绞线的质量 W_1 和护套的质量 W_2 ,每米长无粘结预应力钢绞线中防腐润滑脂的质量 W_3 应按式(1)计算:

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

式中:

- W ——每米长无粘结预应力钢绞线的质量,单位为克每米(g/m);
- W_1 ——每米长无粘结预应力钢绞线中除净护套和防腐润滑脂后的钢绞线的质量,单位为克每米(g/m);
- W_2 ——每米长无粘结预应力钢绞线中除净防腐润滑脂后的护套的质量,单位为克每米(g/m);
- W_3 ——每米长无粘结预应力钢绞线中防腐润滑脂的质量,单位为克每米(g/m)。

7.4 护套

- 7.4.1 测量护套厚度时,取防腐润滑脂含量检测试验中除净防腐润滑脂后的护套,用精度不低于 0.02 mm 的量具在护套每端截面上选取目测最薄的位置测量厚度各一次,取其最小值。
- 7.4.2 护套拉伸屈服应力、拉伸断裂标称应变的测定应按附录 A 的规定执行。

7.5 摩擦系数

κ 和 μ 的测定应按附录 B 的规定执行。

8 检验规则

8.1 检验分类

- 8.1.1 无粘结预应力钢绞线的检验分为出厂检验和型式检验。
- 8.1.2 每批产品出厂前应进行出厂检验,需方可按出厂检验的规定进行检查验收。
- 8.1.3 凡属下列情况之一时,应进行型式检验:
- a) 新产品鉴定或老产品转厂生产时;
 - b) 正式生产后,如原料、工艺及设备有较大改变,可能影响产品性能时;
 - c) 正常生产时,每 3 年进行一次检验;
 - d) 停产 1 年后,恢复生产时。

8.2 检验项目

出厂检验和型式检验项目应符合表 3 的规定。

表 3 检验项目

序号	检验项目		出厂检验	型式检验	要求	试验方法
1	外观		√	√	6.2	7.1
2	钢绞线	表面质量	√	√	6.3.2	7.2.1
3		公称直径	√	√	6.3.1	7.2.2
4		整根钢绞线最大力	√	√		
5		%0.2 屈服力 $F_{p0.2}$	√	√		
6		最大力总伸长率	√	√		
7		伸直性	√	√		
8	防腐润滑脂	工作锥入度		√	6.4.2	7.3.1
9		滴点		√		
10		腐蚀		√		
11		盐雾试验		√		
12		相容性		√		
13		防腐润滑脂含量		√	√	6.4.3
14	护套	厚度	√	√	6.5.4	7.4.1
15		拉伸屈服应力	√	√	6.5.5	7.4.2
16		拉伸断裂标称应变	√	√		
17	摩擦试验			√	6.6	7.5
注 1: %0.2 屈服力 $F_{p0.2}$ 为非比例延伸率。						
注 2: “√”表示必检项目。						

8.3 组批、抽样及判定规则

8.3.1 组批

出厂检验应按批验收,每批产品由同一公称抗拉强度、同一公称直径、同一生产工艺生产的无粘结

JG/T 161—2016

预应力钢绞线组成,每批产品质量不应大于 60 t。

8.3.2 抽样

8.3.2.1 出厂检验时,应从同一批产品任意盘卷的任意一端端部 1 m 后的部位截取不同试验所需长度的试样,抽样数量应符合下列规定:

- a) 外观:逐盘卷检验;
- b) 钢绞线公称直径检验、力学性能试验和伸直性检验:3 件/批;
- c) 防腐润滑脂含量和护套厚度:3 件/批;
- d) 护套拉伸性能:5 件/批,可从其他出厂检验项目所用试样的护套上截取,每件护套拉伸性能试样应取自不同的无粘结预应力钢绞线试样。

8.3.2.2 型式检验时,应从由同一公称抗拉强度、同一公称直径、同一生产工艺生产的产品中任意盘卷的任意一端端部 1 m 后的部位截取不同试验所需长度的试样,抽样数量应符合下列规定:

- a) 外观:逐盘卷检验;
- b) 钢绞线公称直径检验、力学性能试验和伸直性检验:3 件;
- c) 防腐润滑脂性能:在同一牌号、同一生产工艺的防腐润滑脂原材料中随机取样 2.0 kg;
- d) 防腐润滑脂含量和护套厚度:3 件;
- e) 护套拉伸性能:5 件,可从其他型式检验项目所用试样的护套上截取,每件护套拉伸性能试样应取自不同的无粘结预应力钢绞线试样。

8.3.3 判定规则

8.3.3.1 当全部出厂检验项目均符合要求时,判定该批产品合格;当检验结果有不合格项目时,则该盘卷无粘结预应力钢绞线不合格,并应从同一批产品中未经试验的无粘结预应力钢绞线盘卷中重新加倍取样进行不合格项目的复检,如复检结果全部合格,判定该批产品余下盘卷合格;否则判定该批产品不合格。

8.3.3.2 当全部型式检验项目均符合要求时,判定型式检验合格;当检验结果有不合格项目时,对不合格项目应从未经试验的无粘结预应力钢绞线盘卷中重新加倍取样复检,如复检结果全部合格,则判定型式检验合格;否则判定型式检验不合格。

9 标志、包装及质量证明文件

9.1 标志

无粘结预应力钢绞线盘卷应拴挂金属标牌,并应注明以下内容:

- a) 生产厂名称、地址、电话;
- b) 产品名称、公称抗拉强度、公称直径、净重、盘卷编号;
- c) 执行标准号;
- d) 生产日期或生产批号。

9.2 包装

9.2.1 产品宜成盘卷包装或用轮轴包装,并应采取有效措施防止正常搬运中的损坏。

9.2.2 产品盘径不应小于 1.0 m。

9.3 质量证明文件

生产厂应提供质量证明文件,并应包括以下内容:

- a) 生产厂名称、需方名称；
- b) 产品名称、公称抗拉强度、公称直径、净重、件数、执行标准号；
- c) 检测报告、检测出厂日期、质量检验部门印记；
- d) 合格证。

10 运输和贮存

10.1 运输

产品宜成盘运输。在运输、装卸过程中,应采用专用吊装带,避免产品受到机械损伤。

10.2 贮存

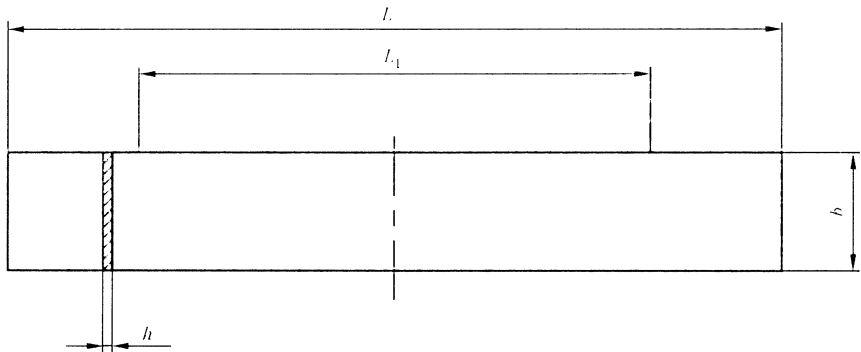
产品在成品堆放期间,应按不同规格分类堆放在通风良好的仓库中;露天堆放时,不应放置在受热影响的场所,不宜直接与地面接触,并应覆盖防雨布;成盘叠加堆放时,最下盘无粘结预应力钢绞线之上堆放的钢绞线不应超过 4 000 kg。

附录 A
(规范性附录)
护套拉伸性能试验方法

A.1 试样的制备

- A.1.1 试样制备时,应将护套上的防腐润滑脂清洗干净,并适度压平。
- A.1.2 试样应采用切割或冲切方法制备,试样边缘应光滑无缺口。采用切割方法时,应使用剃刀刀片、切纸刀、手术刀或其他适宜的工具切割试样,使其长边边缘平整,两边平行且无缺口、毛刺等可见缺陷;采用冲切方法时,应确保冲切试样边缘整齐。
- A.1.3 试样形状应为长条形,试样的纵向应平行于护套的轴线,宽度为 15 mm,长度不小于 150 mm,如图 A.1。

单位为毫米



- 说明:
- b —— 宽度:15 mm±0.5 mm;
 - h —— 厚度;
 - L —— 试样总长度:≥150 mm;
 - L_1 —— 夹具间的初始距离:100 mm±5 mm。

图 A.1 护套拉伸性能试样

- A.1.4 试样应无扭曲,表面和边缘应无划痕、空洞、凹陷和毛刺。宜使用低倍数放大镜检查试样有无缺陷。应剔除有上述任何一项缺陷的试样。
- A.1.5 当试样在夹具内出现滑移或在距任一夹具 10 mm 以内断裂,或由于明显缺陷导致过早破坏时,应另取相同数量的试样重新进行试验。

A.2 试样横截面积的计算

- A.2.1 宜使用千分尺或游标卡尺测量试样的宽度和厚度。测量试样中部不同位置的宽度和厚度,宽度测量结果应精确至 0.1 mm,厚度测量结果应精确至 0.02 mm,并计算宽度和厚度测量值的算术平均值。
- A.2.2 护套拉伸试样的原始截面积应按式(A.1)计算,所得结果应保留两位有效数字。

$$A = b \times h \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

A ——护套拉伸试样的原始截面积,单位为平方毫米(mm^2);

b ——护套拉伸试样宽度测量值的算术平均值,单位为毫米(mm);

h ——护套拉伸试样厚度测量值的算术平均值,单位为毫米(mm)。

A.3 拉伸试验

A.3.1 试验机应符合 GB/T 17200 的规定。

A.3.2 试验前应 将试样置于 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的环境中进行状态调节,时间应不少于 $1\text{ h} \pm 5\text{ min}$ 。

A.3.3 试样安装在试验机上时,应使试样的长轴线与拉伸应力的方向一致。

A.3.4 试验夹具不应伤害护套拉伸试样,夹持试样时应防止试样相对夹具滑移。

A.3.5 试验用拉伸系统应采用计算机控制,自动绘制应力-应变曲线图直至试样断裂。试验速度应为 $(100 \pm 10)\text{mm/min}$ 。

A.3.6 试验过程中,应记录试样断裂时夹具间的距离 L_2 ,并根据应力-应变曲线获取试样屈服时承受的拉力 F_y 。

A.3.7 每个试样的拉伸屈服应力应以试样的原始截面积为基础,按式(A.2)计算。

$$\sigma_y = \frac{F_y}{A} \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中:

σ_y ——拉伸屈服应力,单位为兆帕(MPa);

F_y ——试样屈服时承受的拉力,单位为牛顿(N)。

A.3.8 试样的拉伸断裂标称应变应按式(A.3)计算。

$$\epsilon_{\text{tB}} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

ϵ_{tB} ——拉伸断裂标称应变, (%);

L_1 ——夹具间的初始距离,单位为毫米(mm);

L_2 ——试样断裂时夹具间的距离,单位为毫米(mm)。

A.3.9 分别计算每个试样的拉伸屈服应力和拉伸断裂标称应变,取所有计算结果的算术平均值作为试验结果。

附 录 B
(规范性附录)
摩擦系数测定试验方法

B.1 摩擦系数测定试验可在混凝土构件上进行,构件长度不应小于 5 m。构件内应布置直线无粘结预应力钢绞线及曲率半径分别为 2 m、4 m、6 m 的三种曲线(圆弧)无粘结预应力钢绞线。每种线形的无粘结预应力钢绞线均不应少于 3 根,且曲线无粘结预应力钢绞线在构件内部分的长度不宜小于 4 m,两端切线的夹角不宜小于 60°。

B.2 在无粘结预应力钢绞线的两端分别安装精度不低于 0.5%FS、量程不大于 300 kN 的压力传感器。

B.3 在无粘结预应力钢绞线的任意一端安装工具锚,在另一端进行分级张拉,张拉控制应力分别为公称抗拉强度的 50%和 75%。每根无粘结预应力钢绞线应调换张拉端和固定端各做 1 次试验,测量并记录张拉端拉力和固定端拉力。

B.4 κ 采用直线无粘结预应力钢绞线的测量数据按式(B.1)计算, μ 采用曲线无粘结预应力钢绞线的测量数据和计算所得 κ 按式(B.2)计算。

$$\kappa = \frac{-\ln(F_2/F_1)}{x} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\mu = \frac{-\ln(F_2/F_1) - \kappa x}{\theta} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

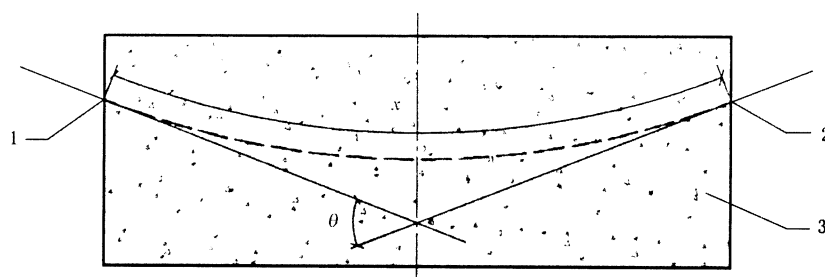
式中:

F_1 ——张拉端拉力的实测值,单位为千牛顿(kN);

F_2 ——固定端拉力的实测值,单位为千牛顿(kN);

x ——无粘结预应力钢绞线从张拉端至固定端的曲线长度,见图 B.1,单位为米(m);

θ ——无粘结预应力钢绞线从张拉端至固定端的曲线部分切线的夹角,见图 B.1,单位为弧度(rad)。



说明:

1——张拉端;

2——固定端;

3——混凝土构件。

图 B.1 预应力孔道摩擦损失计算示意

B.5 对直线无粘结预应力钢绞线在相同张拉控制应力下计算所得的所有 κ 取算术平均值,作为该级张拉控制应力对应的 κ 。根据不同张拉控制应力对应的 κ ,计算曲线无粘结预应力钢绞线在对应张拉控制应力下的 μ 。试验测得的所有 κ 和 μ 均应符合 6.6 的规定。