××××-××-××实施

××××-××-××发布

中国工程建设标准化协会 发布

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线

High-viscosity impermeability retard-bonded prestressing steel strand

（征求意见稿）

(提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上

T/CECS XXXXX—××××

团体标准

**ICS**

**CCS**

# 目 次

[前 言 II](#_Toc179881626)

[1 范围 1](#_Toc179881627)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc179881628)

[3 术语和定义 1](#_Toc179881629)

[4 标记 3](#_Toc179881630)

[5 要求 5](#_Toc179881631)

[6 试验方法 7](#_Toc179881632)

[7 检验规则 9](#_Toc179881633)

[8 标志、包装、质量证明书、贮存、运输 11](#_Toc179881634)

[9 使用 11](#_Toc179881635)

[附录A（规范性） 高温锥入度检验方法 13](#_Toc179881636)

[附录B（规范性） 抗压强度检验方法 14](#_Toc179881637)

[附录C（规范性） 拉伸剪切强度检验方法 16](#_Toc179881638)

[附录D（规范性） 快速固化拉伸剪切强度检验方法 18](#_Toc179881639)

[附录E（规范性） 固化后耐久性能检测方法 19](#_Toc179881640)

[附录F（规范性） 标准固化时间检验方法 21](#_Toc179881641)

[附录G（规范性） 粘抗渗护套表面水滴接触角检验方法 23](#_Toc179881642)

[附录H（规范性） 渗性能检验方法 24](#_Toc179881643)

[附录I（规范性） 擦系数测定方法 26](#_Toc179881644)

# 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》和GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》给出的规则起草。

本文件根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2024年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2024〕15号）的要求制定。

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这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会提出。

本文件由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会归口。

本文件负责起草单位：中国建筑技术集团有限公司

本文件参加起草单位：

本文件主要起草人：

本文件主要审查人：

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线

# 1 范围

本文件规定了高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的术语、定义、标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、质量证明书、贮存、运输和使用。

本文件适用于土木工程领域后张预应力混凝土结构中使用的高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线。

# 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 269 润滑脂和石油脂锥入度测定方法

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第一部分D型

GB/T 1040 塑料拉伸性能的测定

GB/T 2793 胶粘剂不挥发物含量的测定

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 7124 胶粘剂拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）

GB/T 11115 聚乙烯（PE）树脂

GB/T 14518 胶粘剂pH值的测定

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

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

GB/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法

GB/T 30693 塑料薄膜与水接触角的测量

GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JG/T 237 混凝土试模

JG/T 249 混凝土抗渗仪

T/CECS 10097 大直径缓黏结预应力钢绞线

T/CECS 10327 预应力混凝土用超高强钢绞线

# 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

## 3.1

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线 High-viscosity impermeability retard-bonded prestressing steel strand

表面涂敷缓凝粘合剂，外包带肋高粘抗渗护套，缓凝粘合剂固化后与结构混凝土之间永久粘结咬合为一体的高强度低松弛预应力钢绞线。

## 3.2

缓粘结预应力钢绞线专用粘合剂 High-viscosity impermeability special adhesive for retard-bonded prestressing steel strand

由环氧树脂、固化剂、添加剂和填料组成，涂敷在预应力钢绞线外，高粘抗渗护套内，按预定时间固化的胶凝材料，简称缓凝粘合剂。

## 3.3

热固型缓凝粘合剂 thermoset-type adhesive

缓凝粘合剂的固化剂为热固型，通过吸收热量，按预定时间逐渐固化的胶凝材料。

## 3.4

湿气型缓凝粘合剂 moisture-type adhesive

缓凝粘合剂的固化剂为湿气型，通过吸收水分，按预定时间逐渐固化的胶凝材料。

## 3.5

高粘抗渗护套 High viscosity and impermeable sheath

包裹预应力钢绞线和缓凝粘合剂的外形带肋的高粘抗渗聚乙烯套管。

## 3.6

标准强度 standard strength

缓凝粘合剂配制完成，经过固化，邵氏硬度达到80D时的抗压强度。

## 3.7

有效强度 strength for adhesive property

缓粘结预应力钢绞线配置于混凝土结构中，缓凝粘合剂逐渐固化，当邵氏硬度达到50D时，缓粘结预应力钢绞线与混凝土共同工作，成为有粘结预应力混凝土结构，此时缓凝粘合剂抗压强度为有效强度。

## 3.8

标准固化期 standard curing time

在25℃环境温度条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，邵氏硬度达到80D时经历的时间（d）。

## 3.9

实际固化期 practical curing time

在实际环境条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，邵氏硬度达到80D时经历的时间（d）。

## 3.10

标准有效强度期 standard curing time for strength for adhesive property

在25℃环境温度条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，邵氏硬度达到50D时所经历的时间（d）。

## 3.11

实际有效强度期 practical curing time for strength for adhesive property

在实际环境温度条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，邵氏硬度达到50D时所经历的时间（d）。

## 3.12

标准张拉适用期 standard tensioning period limit

在25℃环境温度条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，全尺寸锥入度降至120（0.1mm）时所经历的时间（d）。

## 3.13

实际张拉适用期 practical tensioning period limit

在实际环境条件下，缓凝粘合剂从配制完成，经过固化，全尺寸锥入度降至120（0.1mm）时所经历的时间（d）。

# 4 标记

## 4.1 代号

4.1.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的产品代号为：RPSRI。

4.1.2 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线按结构形式分为以下三类，结构代号为：

a）用七根钢丝捻制的标准型钢绞线 1×7

b）用十九根钢丝捻制的1+9+9西鲁式钢绞线 1×19S

c）用十九根钢丝捻制的1+6+6/6瓦林吞式钢绞线 1×19W

## 4.2 标记

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的标记由产品代号、技术参数和标准序号组成。

 VRPS -□-□ □ □- □ □

标准号

标准固化期（d）

钢绞线抗拉强度标准值（MPa）

钢绞线公称直径（mm）

结构代号

缓凝粘合剂类型：H表示热固性，M表示湿气型

产品代号

示例：结构代号为1×19S，公称直径为21.80mm，强度等级为1860MPa，标准固化期为540d的热固型高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线标记为：

VRPS-H-1×19S 540 21.80-1860 标准号

## 4.3 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的构造

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的构造见图1。

单位为毫米



（a）副纵肋剖面示意



（b）主纵肋剖面示意



（c）局部构造剖面示意

标引序号说明：

1——预应力钢绞线；

2——缓凝粘合剂；

3——高粘抗渗护套；

4——主纵肋；

5——副纵肋；

6——横肋；

*h*——横肋高，横肋的最高点到横肋根部在垂直于高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线轴线方向上的距离；

*h*c——横肋槽高，横肋内表面最高点至最低点在垂直于高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线轴线方向上的距离；

*a*——横肋宽，高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线横肋在半个肋高处的宽度；

*l*——横肋间距，高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线轴线方向上相邻两横肋之间的距离；

*h*z——主纵肋高，主纵肋的最高点到横肋最高点在垂直于高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线轴线方向上的距离；

*hf*——副纵肋高，副纵肋的最高点到副纵肋最低点在垂直于高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线轴线方向上的距离。

图1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线构造

# 5 要求

## 5.1 预应力钢绞线

5.1.1 制作高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线用预应力钢绞线规格及性能应符合GB/T 5224和T/CECS 10327的规定。

5.1.2 涂敷前，预应力钢绞线表面应无锈蚀及污物，表面应清洁干净。

5.1.3 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线成品每盘应由一根连续预应力钢绞线组成，不应有接头或死弯。

## 5.2 缓凝粘合剂

## 5.2.1 缓凝粘合剂性能指标

缓凝粘合剂性能指标应符合表1的规定。

表1 缓凝粘合剂性能指标

|  |  |
| --- | --- |
| 性能项目 | 指标 |
| 外观 | 质地均匀、无任何杂质 |
| 不挥发物含量/% | ≥98 |
| PH值 | 7～8 |
| 初始锥入度（0.1mm） | 220～300 |
| -15℃低温锥入度（0.1mm） | ≥120 |
| 高温锥入度检验 | 95℃、72小时（0.1mm） | ≤150 |
| 固化后力学性能 | 抗压强度（MPa） | ≥55 |
| 拉伸剪切强度（MPa） | ≥12 |
| 快速固化拉伸剪切强度 | 拉伸剪切强度（MPa） | ≥12 |
| 固化后耐久性能 | 耐湿热老化性能 | 拉伸剪切强度下降率≤15% |
| 高低温交变性能 | 拉伸剪切强度下降率≤15% |

## 5.2.2 常用缓凝粘合剂标准固化时间及适用范围

常用缓凝粘合剂标准固化时间及适用范围应符合表2的规定。

表2 常用缓凝粘合剂标准固化时间及适用范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 缓凝粘合剂类型 | 施工时（周）平均环境温度*T*（℃） | 标准张拉适用期（d） | 标准有效强度期（d） | 标准固化期（d） |
| A | 28<*T*≤35 | 300，±30 | 500，±50 | 720,±75 |
| B | 20<*T*≤28 | 220，±25 | 380，±40 | 540,±55 |
| C | 10<*T*≤20 | 180，±20 | 300，±30 | 430,±45 |

当施工期间（周）平均环境温度低于10℃时，应采用抗冻凝缓凝粘合剂。常用抗冻凝缓凝粘合剂标准固化期和适用范围符合表3规定。

表3 常用抗冻凝缓凝粘合剂标准固化时间及适用范围

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗冻凝缓凝粘合剂类型 | 施工时（周）平均环境温度*T*（℃） | 标准张拉适用期（d） | 标准有效强度期（d） | 标准固化期（d） |
| *KA* | -10<*T*≤10 | 220，±25 | 380，±40 | 540,±55 |
| *KB* | 180，±20 | 300，±30 | 430,±45 |
| *KC* | 150，±15 | 250，±25 | 360,±36 |
| 注：工程中可根据需要配制其它类型缓凝粘合剂。 |

5.2.3 缓凝粘合剂应沿预应力钢绞线全长连续涂敷且均匀饱满。

## 5.3 高粘抗渗护套

5.3.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的高粘抗渗护套尺寸应符合表3的规定。

5.3.2 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的高粘抗渗护套颜色宜为黑色，也可根据需方要求确定。

5.3.3 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的高粘抗渗护套应采用亲水性聚乙烯树脂，其高粘抗渗护套表面水滴接触角不应大于60°，拉伸屈服应力不应小于13MPa，拉伸断裂标称应变不应小于300%。

## 5.4 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线

5.4.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的护套横肋应规则有序，无气孔、和损伤，表面应无破损、飞边、毛刺、油污。

5.4.2 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的主要规格和性能应符合表4的规定。

表4 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的主要规格和性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 钢绞线 | 缓凝粘合剂 | 高粘抗渗护套 | 高粘抗渗缓粘结钢绞线 |
| 公称直径*D*nmm | 公称截面积mm2 | 公称抗拉强度MPa | 每延米理论质量g/m | 厚度mm | 横肋高mm | 横肋槽高mm | 横肋宽mm | 横肋间距mm | 副纵肋高mm | 主纵肋高mm | 每延米理论质量g/m |
| 15.20 | 140 | 1860 | 200 | 0.8~1.3 | ≥1.5 | ≥1.2 | 7~9 | 12~14 | 1.0~1.25 | 2.0~2.5 | 1420 |
| 1960 |
| 2160 |
| 2230 |
| 2360 |
| 17.80 | 191 | 1860 | 235 | ≥1.8 | ≥1.6 | 1.50~1.75 | 1950 |
| 1960 |
| 2160 |
| 2230 |
| 21.80 | 313 | 1860 | 330 | ≥2.0 | ≥1.8 | 1.8~2.0 | 3000 |
| 1960 |
| 2160 |
| 2230 |
| 25.40 | 421 | 1860 | 380 | 4000 |
| 1960 |
| 2160 |
| 2230 |
| 28.60 | 532 | 1860 | 430 | 4900 |
| 1960 |

5.4.3 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线考虑护套每米长度局部偏差的摩擦系数*κ*≤0.006，预应力钢绞线与护套壁之间的摩擦系数*μ*≤0.12。

5.4.4 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线混凝土试件的抗渗等级不应低于P6。

# 6 试验方法

## 6.1 预应力钢绞线

6.1.1 预应力钢绞线公称直径、力学性能应按GB/T 5224和T/CECS 10327的规定进行检验。

6.1.2 预应力钢绞线的外观质量可采用目测法检验。

6.1.3 弹性模量

预应力钢绞线弹性模量的测定应按GB/T 21839的规定进行。

## 6.2 缓凝粘合剂

## 6.2.1 缓凝粘合剂用量检测方法

取1m长的高粘抗渗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*，然后除去高粘抗渗护套及缓凝粘合剂称预应力钢绞线质量*W*1，再称量除净缓凝粘合剂的高粘抗渗护套质量*W*2，则每延米缓凝粘合剂质量*W*3应按公式（1）计算：

*W*3*＝W－W*1*－W*2……………………………………（1）

式中：

*W*——每延米缓粘结预应力钢绞线质量，单位为克每米（g/m）；

*W*1——除去高粘抗渗护套及缓凝粘合剂的每延米预应力钢绞线质量，单位为克每米（g/m）；

*W*2——除净缓凝粘合剂的每延米高粘抗渗护套质量，单位为克每米（g/m）；

*W*3——每延米缓凝粘合剂质量，单位为克每米（g/m）；

取三个样品测量值的平均值为检测结果，检验结果应符合5.4.2的规定且三个测量值均不应超过平均值的±10%。

## 6.2.2 外观质量

应在自然光或等效光源下，距离0.5m采用目测法进行检查。

## 6.2.3 不挥发物含量

应按GB/T 2793规定的方法检测。

## 6.2.4 pH值

应按GB/T 14518规定的方法检测。

## 6.2.5 初始锥入度

缓凝粘合剂拌合完成后，制做3个全尺寸锥入度试样，在25℃温度条件下养护24小时，按照GB/T 269规定的方法检验。取3个测量值的平均值为检测结果，检验结果应符合5.2.1的规定且三个测量值均不应超过平均值的±10%。

## 6.2.6 -15℃低温锥入度

抗冻凝缓凝粘合剂拌合完成后，制做三个全尺寸锥入度试样，在-15℃温度条件下养护48小时，按照GB/T 269规定的方法检验。检验时室温不得高于20℃。锥入度试件从-15℃温度箱取出至锥入度测试完成时间不得超过10s。

## 6.2.7 高温锥入度检验

应按附录A规定的方法检验。

## 6.2.8 抗压强度

应按附录B规定的方法检验。

## 6.2.9 拉伸剪切强度

应按附录C规定的方法检验。

## 6.2.10 快速固化拉伸剪切强度

应按附录D规定的方法检验。

## 6.2.11 固化后耐久性

应按附录E规定的方法检验。

## 6.2.12 标准固化时间

应按附录F规定的方法检验。

## 6.3 高粘抗渗护套

## 6.3.1 拉伸屈服应力及拉伸断裂标称应变

应按照T/CECS 10097中的规定的方法检验。

## 6.3.2 厚度、横肋高、横肋槽高、横肋宽、主纵肋高、副纵肋高和横肋间距

取0.5m长高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线，选取6个点用精度不低于0.02mm的游标卡尺测量护套厚度、横肋宽、横肋高、横肋槽高、主纵肋高、副纵肋高及横肋间距，去掉最大值与最小值后，取其平均值。

## 6.3.3 表面水滴接触角

应按附录G规定的方法检验。

## 6.4 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线

## 6.4.1 成品外观检查

目测法检查。检查时，应在自然光或等效光源下，距离样品0.5m处检查。

## 6.4.2 延米质量

取1米长的高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线，用精度不低于1g的天平称量其质量，取三个样品测量结果的平均值。

## 6.4.3 抗渗等级

应按附录H规定的方法检验。

## 6.4.4 摩擦系数

应按照附录I规定的方法检验。

# 7 检验规则

## 7.1 检验分类

产品检验分为型式检验和出厂检验。

## 7.2 检验项目

7.2.1 型式检验及出厂检验应符合表5的规定。

7.2.2 在下列情况之一时，应进行型式检验：

a）新产品或产品转产生产的试制定型鉴定；

b）正式生产后，如原材料来源或工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c）正常生产时，3年进行1次型式检验；

d）停产1年后，恢复生产时；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f）国家质量技术监督机构提出型式检验要求时。

表5 型式检验和出厂检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 型式检验 | 出厂检验 | 要求 | 试验方法 | 抽样数量 |
| 1 | 预应力钢绞线 | 外观 | √ | √ | 5.1.2 | 6.1.2 | 全数 |
| 2 | 公称直径 | √ | √ | 5.1.1 | 6.1.1 | 3件 |
| 3 | 整根钢绞线最大拉力 | √ | √ |
| 4 | 0.2%屈服力 | √ | √ |
| 5 | 最大力下总伸长率 | √ | √ |
| 6 | 伸直性 | √ | √ |
| 7 | 弹性模量 | — | √ | 6.1.3 |
| 7 | 缓凝粘合剂 | 每延米质量 | √ | √ | 5.4.2 | 6.2.1 | 3件 |
| 8 | 外观 | √ | √ | 5.2.1 | 6.2.2 |  |
| 9 | 不挥发物含量 | √ | — | 6.2.3 |  |
| 10 | pH值 | √ | — | 6.2.4 |  |
| 11 | 初始锥入度 | √ | √ | 6.2.5 | 4500g |
| 12 | 抗压强度 | √ | — | 6.2.7 | 5000g |
| 13 | 拉伸剪切强度 | √ | — | 6.2.8 | 500g |
| 14 | 快速固化拉伸剪切强度 | √ | √ | 6.2.10 | 100g |
| 15 | -15℃低温锥入度 | √ | √ | 6.2.6 | 4500g |
| 16 | 高温锥入度 | √ | √ | 6.2.7 | 2000g |
| 17 | 标准固化时间 | √ | — | 5.2.2 | 6.2.11 | 5000g |
| 18 | 固化后耐久性 | √ | — | 5.2.2 | 6.2.10 | 500g |
| 19 | 护套 | 厚度 | √ | √ | 5.4.2 | 6.3.2 | 1件 |
| 20 | 横肋高 | √ | √ |
| 21 | 横肋槽高 | √ | √ |
| 22 | 横肋宽 | √ | √ |
| 23 | 横肋间距 | √ | √ |
| 24 | 副纵肋高 | √ | √ |
| 25 | 主纵肋高 | √ | √ |
| 26 | 拉伸屈服应力 | √ | — | 5.3.3 | 6.3.1 | 5件 |
| 27 | 拉伸断裂标称应变 | √ | — |
| 28 | 表面水滴接触角 | √ | √ | 6.3.3 | 1件 |
| 29 | 缓粘结预应力钢绞线 | 外观 | √ | √ | 5.4.1 | 6.4.1 | 全数 |
| 30 | 延米质量 | √ | √ | 5.4.2 | 6.4.2 | 3件 |
| 31 | 摩擦系数 | √ | — | 5.4.3 | 6.4.3 | 3件 |
| 32 | 抗渗等级 | √ | — | 5.4.4 | 6.4.4 | 3件 |
| 注：抗冻凝缓凝粘合剂需要进行-15℃低温锥入度检验。 |

## 7.3 组批和抽样

## 7.3.1 组批

由同一标准固化期缓凝粘合剂、同一生产工艺生产、同一规格和同一公称抗拉强度的高粘抗渗缓粘结钢绞线质量不超过110t组成一批。

## 7.3.2 抽样

7.3.2.1 出厂检验时，外观质量应全数检查；其他检验项目取样时，应从同一批产品任意盘卷的任意一端端部1m后的部位截取不同试验所需长度的试样，抽样数量应符合表5的规定。

7.3.2.2 型式检验时，外观质量应全数检查；其他项目检验取样时，应从同一公称抗拉强度、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1m后的部位截取不同试验所需长度的试样，抽样数量应符合表5的规定。高粘抗渗缓凝粘合剂性能检验时，应在同一牌号、同一生产工艺的高粘抗渗缓凝粘合剂原材料中随机取样。

## 7.3.3 判定规则

7.3.3.1 当全部出厂检验项目均符合要求时，则判定该批为合格；当检验结果有不合格项时，应从未经抽样的盘卷中重新加倍取样复验，若复验合格，则判定该批为合格；若仍不合格，加倍抽样的盘卷应判定为不合格，并对未经抽样的产品逐盘抽样检验不合格项，若检验合格，则被抽样盘卷合格，若检验不合格，则被抽样盘卷质量不合格。

7.3.3.2 当全部型式检验项目均符合本标准的技术要求时，则判定型式检验为合格；当检验结果有不合格项时，对不合格项目应从未经试验的盘卷中重新加倍取样复验，若复验合格，则判定型式检验为合格，否则判定为不合格。

# 8 标志、包装、质量证明书、贮存、运输

## 8.1 标志

每盘高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线应有明显标牌，标牌上应注明：

a）制造企业名称、地址、电话；

b）产品名称、牌号；

c）标记、商标；

d）生产日期、批号；

e）净重。

## 8.2 包装

8.2.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线应采用柔性绑扎带捆扎结实，每盘捆扎不少于8道。轻微损伤的护套应采用外包聚乙烯带或热熔胶棒进行修补。

8.2.2 每盘卷高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的重量不宜小于1000kg，盘卷内径不宜小于1000mm。

8.2.3 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线的端头应采用专用保护套封闭。

## 8.3 质量证明书

每一合同批产品应附有质量证明书，应包括：供方名称、产品名称、标记、预应力钢绞线规格、预应力钢绞线强度级别、护套表面水滴接触角、缓凝粘合剂标准固化期、批号、执行标准号、重量及件数、需方名称、试验结果、发货日期、质量检验部门印记。

## 8.4 贮存

8.4.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线应按规格、强度和标准固化期分类堆放。

8.4.2 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线存放温度不应高于40℃，且应远离热源，严禁太阳直接照射。

## 8.5 运输

高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线宜成盘运输，宜采用尼龙吊索轻装轻卸。

# 9 使用

9.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线应根据项目的施工进度确定订购计划，并分批生产进场。每批高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线应连续生产。

9.2 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线从生产、制作、安装直至完成混凝土浇筑的时间不宜超过50d。

附 录 A
（规范性）
高温锥入度检验方法

## A.1 试件制作

A.1.1 取同批次缓凝粘合剂任意取样不少于2000g。

A.1.2 将缓凝粘合剂分别装填于3个相同的耐高温硬质工作器。工作器的尺寸需符合GB/T 269中全比例尺寸润滑脂工作器的规定。

A.1.3 装填缓凝粘合剂时需不停地振动工作器，以除去缓凝粘合剂中混入的空气，随后用刮刀沿工作器边缘将缓凝粘合剂表面刮平整。

## A.2 试件养护及测试

A.2.1 将装填好缓凝粘合剂的3个工作器置于95℃温度箱内养护72h后取出并恢复至25℃。

A.2.2 将试件在25℃环境下静置24h后，按照GB/T 269中润滑脂全比例尺寸锥体方法中的不工作锥入度的试验步骤对工作器内的缓凝粘合剂进行锥入度的测定。

A.2.3 测定时设定锥体的下落时间为5.0s±0.1s。

## A.3 测试结果

A.3.1 锥入度的单位为0.1mm。

A.3.2 锥入度值记为3个测量结果的算术平均值且3个测量值均不应超过平均值的±10%。

附 录 B
（规范性）
抗压强度检验方法

B.1 试件制作

B.1.1 取制作高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线同批次的缓凝粘合剂不少于5000g。

B.1.2 试模应采用40mm×40mm×160mm的棱柱体试模，质量应符合GB/T 17671的规定。制作时，应在试模内表面涂上一薄层机油或模型油后，装填缓凝粘合剂时应不停振动试模，并用刮刀沿试模边缘将缓凝粘合剂表面刮平。

B.2 试件养护及测试

B.2.1 热固型缓凝粘合剂试件养护条件为：将制好的9个试件置于温度为25℃温度箱中，每3h将温度箱中温度升高10℃，直至65℃。试件在65℃温度箱中的养护时间t（d）为缓凝粘合剂标准固化期的1/3。

B.2.2 湿气型缓凝粘合剂试件养护条件为：将制好的9个试件置于温度为25℃、相对湿度为70%温湿度箱中，每1h将温湿度箱中温度升高10℃，直至65℃。试件在温度为65℃、相对湿度为70%温湿度箱中的养护时间t（d）为缓凝粘合剂标准固化期的1/3。

B.2.3 达到养护时间t后，将65℃的温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）每1h降低10℃，直至温度为25℃。在25℃下养护24h，然后将其中一个硬度试件取出后脱模，按照GB/T 531.1标准的规定对试件进行邵氏硬度测量。

B.2.4 表面硬度测量，将试件每一40mm×160mm侧面等分为40mm×40mm的4部分，将各部分侧面的中心点作为表面测点（见图B.1），采用邵氏D型硬度计进行测量，并将4个测点测量值的算术平均值记为表面硬度。

单位为毫米



图B.1 试件表面测点分布示意图

B.2.5 当测得的表面硬度不小于80D时，应进行内部硬度测量。将硬度测量试件沿等分线切割为40mm×40mm×40mm的4部分，取每部分取切割面的中心点为内部测点（见图B.2）。采用邵氏D型硬度计进行测量，并将6个测点测量值的算术平均值记为内部硬度。

单位为毫米



图B.2 试件内部测点分布示意图

B.2.6 当硬度测量试件测得的表面硬度或内部硬度小于80D时，试件需继续在温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）中养护，温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）需从25℃每隔1h升温10℃直至65℃，试件在65℃温度箱（湿气型试件为温度65℃、相对湿度为70%）中养护0.1t（d），再重复B.2.3~B.2.6直至表面硬度和内部硬度均不小于80D。

B.2.7 当表面硬度和内部硬度均不小于80D时，方可进行抗压强度试验。将6个抗压强度试件从温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）中取出后脱模，再按照GB/T 17671的规定对试件进行抗压强度试验，并记录试件破坏时的最大荷载。

B.3 测试结果

B.3.1 测试结果以6个棱柱体上得到的6个抗压强度测量值的算术平均值为检测结果。计算公式见式（B.1）和式（B.2）：

 ……………………………………（B.1）

 ……………………………………（B.2）

式中：

*Rci*——第*i*个试件抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

*A* ——第*i*个试件受压面积（40mm×40mm=1600mm2）；

*Fci*——第*i*个试件破坏时最大荷载，单位为牛（N）；

*N* ——试件个数；

*Rc*——缓凝粘合剂抗压强度，单位为兆帕（MPa）。

B.3.2 当六个测量值中有一个超出六个平均值的±10%，应剔除该测量值，以剩下五个测量值的平均数为结果。若剩余五个测量值中再有超出它们平均值±10%的，则此组结果作废。

附 录 C
（规范性）
拉伸剪切强度检验方法

C.1 试件加工

C.1.1 取同批次的缓凝粘合剂不少于500g。

C.1.2 按照GB/T 531.1的规定制作3个硬度试件。试件的厚度6mm~10mm，表面圆形直径50mm~80mm，试件内部及表面不应有气泡，且表面在一定范围内应平整，上下平行。

C.1.3 按照GB/T 7124标准的规定制备5个拉伸剪切强度试件。两金属试片的叠合位置应进行喷砂或打磨处理以适宜粘结，缓凝粘合剂应均匀地涂抹在两金属试片的叠合位置，确保两被粘结试片精确对齐，尽可能使缓凝粘合剂胶层厚度均匀、一致。缓凝粘合剂粘接过程中应采用夹具夹持两金属试片的叠合位置，使两试片夹持牢固，不得产生位移。

C.2 试件养护及测试

C.2.1 热固型缓凝粘合剂试件养护条件为：将制好的3个硬度试件和5个拉伸剪切强度试件置于温度为25℃温度箱中，每1h将温度箱中温度升高10℃直至65℃。试件在65℃温度箱中的养护时间t（d）为缓凝粘合剂标准固化期的1/3。

C.2.2 湿气型缓凝粘合剂试件养护条件为：将制好的3个硬度试件和5个拉伸剪切强度试件置于温度为25℃、相对湿度为70%温湿度箱中，每1h将温度箱中温度升高10℃直至65℃。试件在温度65℃、相对湿度70%温湿度箱中的养护时间t（d）为缓凝粘合剂标准固化期的1/3。

C.2.3 达到养护时间t后，将65℃温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）每1h降低10℃直至25℃，在25℃下养护24h后，将温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）中一个硬度试件取出，按照GB/T 531.1标准的规定对试件进行邵氏硬度测量。在试件表面不同位置进行5次测量，将5个测量值的中值记为该试件邵氏硬度值。使用邵氏D型硬度计测量时测点位置距试件任一边缘的距离不应小于12mm。

C.2.4 当硬度测量试件测得的邵氏硬度值小于80D时，试件需继续在温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）中养护，温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）需从25℃每隔1h升温10℃，直至温度为65℃，试件在65℃温度箱（湿气型试件需使用温湿度箱）中养护0.1t（d）后，再重复C.2.2。

C.2.5 当测得的试件邵氏硬度值不小于80D时，将5个拉伸剪切强度试件从温度箱中取出，按照GB/T 7124标准的规定对试件进行拉伸剪切强度试验，记录试样剪切破坏的最大荷载。

C.3 试验结果

去除测试结果中最大值及最小值后，按式（C.1）和式（C.2）计算剩余3个测试结果的算术平均值作为缓凝粘合剂的拉伸剪切强度，且剩余三个测试结果均不应超过平均值的±10%。

 ……………………………………（C.1）

 ……………………………………（C.2）

式中：

*τi*——第i个试件剪切强度，单位为兆帕（MPa）；

*Ai*——第i个试件剪切面积，单位为平方毫米（mm2）；

*Fi*——第i个试件破坏荷载，单位为牛（N）；

*n*——试件个数；

*τ*——缓凝粘合剂拉伸剪切强度，单位为兆帕（MPa）。

附 录 D
（规范性）
快速固化拉伸剪切强度检验方法

D.1 试件制作

D.1.1 取3根长度不小于500mm的高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线，并从3根缓粘结预应力钢绞线的中部刮取总计为100g的缓凝粘合剂。

D.1.2 在缓凝粘合剂中添加DMP-30作为固化促进剂，所添加DMP-30的质量为缓凝粘合剂质量的1%。

D.1.3 将固化促进剂与缓凝粘合剂混合均匀后按GB/T 7124的规定制成5个拉伸剪切试件。

D.2 试件养护及测试

D.2.1 将制好的试件在25℃环境下静置24h，再将试件放置于80℃的温度箱内养护24h后取出并恢复至25℃。

D.2.2 将试件在25℃环境下放置5h，再按GB/T 7124的规定对试件进行拉伸剪切强度试验，记录试样剪切破坏的最大荷载。

D.3 测试结果

去除测试结果中最大值及最小值后，按式（C.1）和式（C.2）计算剩余3个测试结果的算术平均值作为缓凝粘合剂的快速固化拉伸剪切强度，且剩余三个测试结果均不应超过平均值的±10%。

附 录 E
（规范性）
固化后耐久性能检测方法

E.1 试件制作和养护

E.1.1 取同批次的缓凝粘合剂不少于600g。

E.1.2 按照C.1.2的要求制作3个硬度试件。

E.1.3 按照C.1.3的要求制作30个拉伸剪切强度试件。

E.1.4 按照C.2的要求对3个硬度试件和30个拉伸剪切强度试件进行养护。

E.2 耐湿热老化性能试验

E.2.1 试验条件应符合下列规定：

1. 恒温温度：℃；
2. 相对湿度：95%~100%；
3. 恒温、恒湿时间：从试验箱内的温度、湿度均达到规定值算起，时间不应少于2000h；
4. 试验箱所置环境温度应保持在5℃~35℃；
5. 试验箱内的空气流速应保持在0.5m/s~1.0m/s；
6. 试验箱内水滴不能落在试件上。

E.2.2 升温、恒温及降温过程应符合下列规定：

1. 升温过程，在1.5h~2.0h内，试验箱内温度从25℃连续、均匀地升至℃。相对湿度不低于95%；
2. 恒温、恒湿过程，试验箱内的温度、湿度应符合E.2.1中的规定，并在规定的试验时间内保持均匀；
3. 降温过程，在连续恒温达到规定时间时立即开始降温，在1.5h~2.0h内试验箱的温度应从50℃连续、均匀地降至（25±2）℃。相对湿度应始终保持在95%以上。

E.2.3 试验步骤应符合下列规定：

1. 取10个固化后的拉伸剪切强度试件，按GB/T 7124的规定测试初始拉伸剪切强度；
2. 将10个固化后的拉伸剪切强度试件放入试验箱内，试件之间、试件与箱壁之间不应接触。试件与箱壁、箱底和箱顶的距离不应小于150mm；
3. 老化试验的温度、湿度控制应按E.2.1和E.2.2的要求进行；
4. 试验过程中需要取、放试件，开启试验箱门的时间应短暂，防止试件表面出现凝结水珠；
5. 达到测试时间后即刻将试件取出放于密闭容器中，与室温一致，继续放置48h后，按GB/T 7124的规定测试老化后拉伸剪切强度。

E.3 高低温交变性能试验

E.3.1 试验条件应符合下列规定：

a） 高低温交变环境温度为（-25±2）℃~（35±2）℃；

b） 高低温交变终了时，试件中心温度应分别控制在（-25±2）℃和（35±2）℃，任意时刻试件中心温度不应高于37℃，也不应低于-27℃；

c） 循环次数不应少于50次；

d） 每次高低温循环时间应符合图E.1的要求；

e） AB段均匀升温和CD段均匀降温用时均为0.8±0.1小时；

f） BC恒温段和DE恒温段持续时间均为0.4±0.1小时。



B

C

E

D

A

图E.1 高低温交变试验温度循环控制示意图

E.3.2 试验步骤应符合下列规定：

1. 取E2.3.（a）检测值作为初始力学性能；
2. 将高低温交变试验的10个拉伸剪切强度试件放入试验箱内，试件之间、试件与箱壁之间不应接触。试件与箱壁、箱底和箱顶的距离不应小于150mm；
3. 高低温交变试验的控制应按E.3.1的要求进行；
4. 试验过程中需要取、放试件，开启试验箱门的时间应短暂，防止试件表面出现凝结水珠；
5. 达到测试时间后即刻将试件取出放于密闭容器中，与室温一致，继续放置48h后，按GB/T 7124的规定测试高低温交变后拉伸剪切强度。

E.4 结果计算

取E.2.3.a）的10个试件测试结果平均值，作为初始拉伸剪切强度。取E.2.3.e）的10个试件测试结果平均值，作为耐湿热老化拉伸剪切强度。取E.3.2.e）的10个试件测试结果平均值作为高低温交变拉伸剪切强度。

附 录 F
（规范性）
标准固化时间检验方法

F.1 试件制作

F.1.1 取不少于5000g缓凝粘合剂，并将缓凝粘合剂分别制作至少9个锥入度试件和18个硬度试件。

F.1.2 制作锥入度试件时应采用硬质工作器，工作器的尺寸应符合GB/T 269中全尺寸润滑脂工作器的规定。装填缓凝粘合剂时应不停振动工作器，并用刮刀沿工作器边缘将缓凝粘合剂表面刮平。

F.1.3 缓凝粘合剂锥入度试件工作器采用壁厚1.0mm~1.2mm高密度聚乙烯材料制作并加盖。

F.2 试件养护及测量

F.2.1 将热固型缓凝粘合剂试件始终静置于温度25℃环境下。将湿气型缓凝粘合剂试件始终静置于温度25℃、相对湿度60%环境下。

F.2.2 根据缓凝粘合剂的类型预估标准张拉适用期、标准有效强度期与标准固化期，确定测量锥入度和硬度的时间：

1. 标准张拉适用期测量锥入度具体时间：第1次，预估标准张拉适用期（d）×0.8，此后分别以预估标准张拉适用期（d）×0.85、0.90、0.95、1.00、1.05等时间测量锥入度，至检测锥入度值120（0.1mm）为止；
2. 标准有效强度期测量硬度具体时间：第1次，预估标准有效强度期（d）×0.8，此后分别以标准有效强度期（d）×0.85、0.90、0.95、1.00、1.05等时间测量硬度，至检测邵氏硬度值50D为止；
3. 标准固化期测量硬度具体时间：第1次，预估标准固化期（d）×0.8，此后分别以标准固化期（d）×0.85、0.90、0.95、1.00、1.05等时间测量硬度，至检测邵氏硬度值80D为止。

F.2.3 按照GB/T 269中润滑脂全尺寸锥体方法中不工作锥入度的试验步骤进行锥入度测定。按GB/T 531.1的规定进行邵氏硬度测量，其测点位置距试件任一边缘的距离不应小于12mm，测定时设定锥体的下落时间为5.0s±0.1s。

F.2.4 每次锥入度和硬度的测量取1个试件。

F.3 测定结果

当锥入度降至120（0.1mm）、邵氏硬度达到50D和邵氏硬度达到80D时，从缓凝粘合剂制备完成开始计算的对应时间分别为该缓凝粘合剂的标准张拉适用期、标准有效强度期和标准固化期。

附 录 G
（规范性）
高粘抗渗护套表面水滴接触角检验方法

G.1 试件制作

G.1.1 高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线生产10天后，取1根长度不小于500mm的高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线。

G.1.1 试件横肋的最高点作为水滴接触点，如图1所示。选择试验的10个水滴接触点应平整干净。



标引序号说明：

1——纵肋；

2——横肋最高点。

图G.1 护套表面水滴接触角检测示意图

G.2 试验过程

G.2.1 接触角测量仪和试验步骤应符合GB/T 30693的规定。

G.2.2 试件应按图1所示置于接触角测量仪的试样台上，确保试样不转动。

G.2.3 试验用水应使用蒸馏水或者超纯水（如高效液相色谱用水），并贮存于干净的容器中。

G.3 测定结果

G.3.1 水滴接触角单位取度（°）。

G.3.2 水滴接触角记为10个测量结果的算数平均值，10个测量值均不超过平均值的±10%。

# 附 录 H（规范性）抗渗性能检验方法

H.1 试件制作

H.1.1 取高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线6根，长度145mm。

H.1.2 采用符合JG/T 237规定的混凝土抗渗试件试模6个，试模下部开口处，设置一定位横条用于固定高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线，定位横条与试模粘接，定位横条采用硬质塑料或木条等材料。高粘抗渗缓粘结预应力筋在试件上口圆直径的三等分点处竖向布置，如图H.1所示。

H.1.2 根据GB/T 50081的规定浇筑抗渗等级为P12的混凝土，试件成型后24h拆模，用钢丝刷刷净两端面水泥浆膜，同时将横条拆除，标准养护龄期为28d。

单位为毫米



标引序号说明：

1——高粘抗渗缓粘结预应力钢绞线；

2——试模；

3——定位横条。

图H.1 抗渗等级试件示意图

H.2 试验设备

H.2.1 混凝土抗渗仪应符合JG/T 249的规定。

H.2.2 试模应采用上口内部直径为175mm、下口内部直径为185mm和高度为150mm的圆台体。

H.2.3 密封材料宜用石蜡加松香或水泥加黄油等材料，也可采用橡胶套等其他有效密封方式。

H.3 试验步骤

H.3.1 试件到龄期后取出，擦净表面，待表面干燥后，在试件侧面滚涂一层熔化的密封材料，然后立即在螺旋加压器上压入经过烘箱或电炉预热过的试模中，使试件底面和试模底平齐，待试模变冷后，即可解除压力，装在渗透仪上进行试验。试件密封也可以采用其他更可靠的密封方式。

H.3.2 试验时，水压从0.1MPa开始，每隔8h增加水压0.1MPa，并随时注意观察试件端面情况，一直加至6个试件中有3个试件表面发现渗水，记下此时的水压力，即可停止试验。

当加压至设计抗渗等级，再经8h后第三个试件仍不渗水，表明混凝土已满足设计要求，即

可停止试验。

H.3.3 在试验初期加压过程中，如水从试件周边渗出，说明密封不好，应停止试验，重新密封，待密封后可继续加压试验。

H.4 测试结果

高粘抗渗缓粘结钢绞线混凝土试件的抗渗等级应以每组6个试件中有4个试件未出现渗水时的最大水压力乘以10来确定。抗渗等级应按下式计算：

 ………………………………（H.1）

式中：

*P*——缓粘结钢绞线混凝土试件抗渗等级；

*H*——6个试件中有3个试件渗水时的水压力，单位为兆帕（MPa）。

# 附 录 I（规范性）摩擦系数测定方法

I.1 摩擦系数检验步骤

I.1.1 摩擦系数测定试验可在混凝土构件上进行，值采用直线布置的缓粘结钢绞线测定，混凝土构件长度不应小于8m，高粘抗渗缓粘结钢绞线不应少于3根。

I.1.2 *µ*值采用曲率半径分别为4m的圆弧曲线布置的高粘抗渗缓粘结钢绞线测定，圆弧两端切线的夹角不应小于π/3(rad)，混凝土构件长度不应小于5m，每种线型的缓高粘抗渗粘结钢绞线不应少于3根，高粘抗渗缓粘结钢绞线在构件内部的长度不宜小于4m。

I.1.3 在高粘抗渗缓粘结钢绞线的两端分别安装精度不低于0.5%FS，量程不大于1000kN的压力传感器。

I.1.4 在高粘抗渗缓粘结钢绞线的任意一端安装工具锚，在另一端进行分两级张拉，张拉控制应力为公称抗拉强度的50%和75%。张拉端张拉时测量张拉端拉力和固定端拉力，每根高粘抗渗缓粘结钢绞线调换张拉端和固定端各做一次试验。

I.2 数据处理

I.2.1 考虑高粘抗渗缓粘结钢绞线套壁（每米）局部偏差对摩擦的影响系数

*κ*值应根据直线缓粘结钢绞线实测数据按公式（B.1）计算：

** ……………………………（I.1）

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*——考虑高粘抗渗缓粘结钢绞线套壁（每米）局部偏差对摩擦的影响系数；

——高粘抗渗缓粘结钢绞线张拉端至计算截面的曲线长度，单位为米（m）。

对直线布置的高粘抗渗缓粘结钢绞线在相同张拉控制应力下计算所有*κ*取算术平均值，作为该级张拉控制应力对应的*κ*。试验测得的所有*κ*均应符合5.4的规定。

I.2.2 高粘抗渗缓粘结钢绞线中钢绞线与护套内壁之间的摩擦系数

*µ*值应根据曲线高粘抗渗缓粘结钢绞线实测数据及直线高粘抗渗缓粘结钢绞线得到的值按公式（I.2）计算，*µ*值取每根高粘抗渗缓粘结钢绞线计算所得*µ*值的算术平均值。

** ……………………………（I.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*——考虑高粘抗渗缓粘结钢绞线套壁（每米）局部偏差对摩擦的影响系数；

——高粘抗渗缓粘结钢绞线张拉端至计算截面的曲线长度，单位为米（m）；

*θ*——高粘抗渗缓粘结钢绞线张拉端至计算截面曲线各部分切线的夹角之和，单位为弧度（rad）；

*μ*——高粘抗渗缓粘结钢绞线中钢绞线与护套内壁之间的摩擦系数。

根据不同张拉控制应力对应的*κ*，计算所有曲线布置的高粘抗渗缓粘结钢绞线在对应张拉控制应力下的*μ*，对所有*μ*取算术平均值，作为该级张拉控制应力对应的*μ*。试验测得的所有*μ*均应符合本文件5.4的规定。