

ICS 27.140

P 55

备案号: J1936—2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL / T 5703 — 2014

水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂 技 术 规 程

Technical specification for cement anchoring agent for
prestressed anchor of hydropower and water
conservancy engineering

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂
技 术 规 程

Technical specification for cement anchoring agent for
prestressed anchor of hydropower and water
conservancy engineering

DL/T 5703 — 2014

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2015 年 3 月 1 日

中国电力出版社

2015 北 京

中华人民共和国电力行业标准
水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂
技 术 规 程

Technical specification for cement anchoring agent for
prestressed anchor of hydropower and water
conservancy engineering
DL / T 5703 — 2014

★

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

★

2015 年 6 月第一版 2015 年 6 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.125 印张 24 千字
印数 0001—3000 册

★

统一书号 155123·2318 定价 10.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

本标准是根据国家能源局《关于下达 2010 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技（2010）320 号）的要求制定的。

本标准在制定过程中，编制组经过广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，最后经审查定稿。

本标准的主要技术内容是：技术要求、使用要求、试验方法。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由中国电力水电施工标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准主编单位：中国水利水电第七工程局有限公司

本标准主要起草人：向 建 吴星奎 甘莉芬 胡建立

吴 勇 熊海华 张兴德 杨 森

吴 旭 赵海洋 刘正树 李学峰

刘世坚 向国剑 汪 娟 杜世翠

王绍华 尚俊杰

本标准主要审查人：吴国如 许松林 汪 毅 周厚贵

宗敦峰 梅锦煜 毛亚杰 郑 平

孙来成 郑桂斌 楚跃先 郭光文

余 英 张建华 蔡启光 常焕生

罗维成 王鹏禹 席 浩 吴高见

张祖义 陈 茂 朱明星 吕芝林

康明华

本规程在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（地址：北京市白广路二条一号，邮编 100761）。

目 次

前言 I

1 总则 1

2 术语 2

3 技术要求 3

4 使用要求 5

5 试验方法 7

 5.1 一般规定 7

 5.2 细度 7

 5.3 稠度 7

 5.4 凝结时间 8

 5.5 抗压强度 11

 5.6 锚固力 13

 5.7 膨胀率 15

本标准用词说明 18

引用标准名录 19

附：条文说明 21

Contents

Preface	I
1 General provisions	1
2 Terms	2
3 Technical requirements	3
4 Operating requirements	5
5 Test methods	7
5.1 General requirement	7
5.2 Fineness	7
5.3 Consistency	7
5.4 Setting time	8
5.5 Compressive strength	11
5.6 Anchoring force	13
5.7 Expansion rate	15
Explanation of wording in this code	18
List of reference standard	19
Addition: Explanation of provisions	21

1 总 则

- 1.0.1** 为了规范水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂技术要求、使用要求、试验方法，制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂。
- 1.0.3** 预应力锚杆用水泥锚固剂除应符合本标准外，尚应符合国家、行业有关规程规范的要求。

2 术 语

2.0.1 预应力锚杆 prestressed anchor

由锚头、预应力筋、锚固体组成，利用预应力筋自由段（张拉段）的弹性伸长，对锚杆施加预应力，以提供所需的主动支护拉力的锚杆。

2.0.2 水泥锚固剂 cement anchoring agent

以普通硅酸盐水泥或特种水泥为基材，掺以混合材料及外加剂的粉状混合物，经水化作用能够产生锚固作用的水硬性胶凝材料。

3 技 术 要 求

3.0.1 预应力锚杆用水泥锚固剂所用原材料均应符合国家、行业规程规范要求。

3.0.2 细度

细度以筛余百分数表示,其80 μ m方孔筛筛余量不宜大于10.0%。

3.0.3 稠度

水胶比为0.3的锚固剂净浆,稠度宜为60mm~120mm。

3.0.4 凝结时间

锚固剂凝结时间宜符合表3.0.4的规定,若工程有特殊要求,由供需双方协商确定。

表 3.0.4 锚固剂凝结时间

锚固剂类型	凝结时间	
	初凝	终凝
速凝型	$\geq 30\text{min}$	$\leq 100\text{min}$
缓凝型	$\geq 8\text{h}$	$\leq 24\text{h}$

3.0.5 抗压强度

不同品种的锚固剂,水胶比为0.3时,其不同龄期的抗压强度应符合表3.0.5的规定。

表 3.0.5 锚固剂抗压强度

锚固剂类型	抗压强度(MPa)	
	5h	28d
速凝型	≥ 20	≥ 35
缓凝型	—	≥ 35

3.0.6 锚固力

速凝型锚固剂与杆体配套安装后,5h 的锚固力不小于 150kN。

3.0.7 膨胀率

速凝型锚固剂试件 5h 和 28d 膨胀率应不小于 0,缓凝型锚固剂试件 28d 膨胀率应不小于 0。

3.0.8 袋装锚固剂每袋净含量宜为 25kg,包装袋质量应符合《水泥包装袋》GB 9774 的规定;卷式锚固剂采用透水性纸包装,单支净含量宜为 250g,直径宜为 30mm。以 25 支为一包,用塑料薄膜包裹装箱,每箱 4 包,共计 100 支。

3.0.9 包装袋(箱)上应标明生产厂家名称和地址、出厂日期、执行标准、产品名称、型号、出厂编号、包装日期、净含量、防潮标志等。

3.0.10 进场的每一批锚固剂,应有生产厂家的出厂合格证和质量检验报告。

3.0.11 锚固剂在运输和储存过程中不得受潮和混入杂物,不同类型的锚固剂在运输时应避免混杂。储存期限从生产日期计不宜超过 3 个月,超过 3 个月后应重新进行检验,检验合格后方可使用。

4 使用要求

4.0.1 水泥锚固剂浆体水胶比应通过试验确定，满足设计技术指标和施工要求。

使用卷式水泥锚固剂，预应力锚杆施工宜采用“先塞卷后插杆”的程序。

使用袋装水泥锚固剂，预应力锚杆施工宜采用“先插杆后注浆”的程序。

4.0.2 袋装水泥锚固剂宜采用机械拌制，浆液应拌制均匀，用注浆机注入锚孔。

4.0.3 卷式水泥锚固剂在使用前应放在洁净水中浸泡，待锚固剂表面无气泡逸出时及时取出装入孔内。每孔的锚固剂应同时浸泡，可采用手工或风送方式一次连续装入孔内，装完后应立即将杆体插入孔内并固定。

4.0.4 使用卷式锚固剂时，宜在锚固段充填水泥锚固剂并将锚杆固定后，对自由段进行注浆。

4.0.5 使用袋装锚固剂时，在注浆过程中，不同类型的锚固剂浆体不得混杂，宜在自由段与锚固段交界面设止浆环。

4.0.6 注浆完毕后，应对孔口进行封孔处理。

4.0.7 在锚固段浆体结石强度未达到设计要求之前，不得敲击、碰撞或扰动锚杆。锚固段浆体结石达到设计要求后且自由段浆体初凝前，应进行锚杆张拉，张拉完成后按设计要求对外锚头进行保护。

4.0.8 锚固剂进场后应进行取样检验，经检验合格后方可使用。取样应符合以下规定：

1 同厂家、同品种、同批号的锚固剂每 20t 为一取样单位，

不足 20t 也作为一取样单位。

2 每一批号锚固剂，随机抽取不少于 10 袋（箱），并在其各袋（箱）中抽取等量样品；少于 10 袋（箱）时每袋（箱）取样。样品总量不少于 20kg。

4.0.9 样品分为试验样和封存样，封存样保存 40d。

4.0.10 锚固剂的检验按本标准细度、稠度、凝结时间、抗压强度、锚固力、膨胀率相应的试验方法进行。

4.0.11 抗压强度、锚固力、膨胀率检验结果符合规定的，为合格品；其中任意一项不符合规定的，应加倍抽样检验，若检验结果仍有不符合规定的，为不合格品。

5 试 验 方 法

5.1 一 般 规 定

5.1.1 试验样品均应通过 0.9mm 方孔筛后充分混合均匀,用四分法将样品缩分至相关试验项目所需要的数量。

5.1.2 拌和及养护用水均宜采用自来水。

5.1.3 水泥锚固剂试样、拌和用水、仪器和用具的温度应与试验室内温度一致。

5.2 细 度

按《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345 中负压筛析法进行。

5.3 稠 度

5.3.1 目的及适用范围:检验水泥锚固剂浆体的稠度,用于评定其流动性,适用于各种类型的水泥锚固剂。

5.3.2 环境条件:试验室温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,相对湿度应不低于 50%。

5.3.3 仪器设备:

1 水泥胶砂搅拌机,应符合《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 中的规定。

2 砂浆稠度仪,应符合《水泥混凝土试验规程》DL/T 5150 中有关砂浆稠度仪及配套用具的规定。

3 天平,最大称量不小于 2000g,分度值不大于 1g。

5.3.4 操作步骤:

1 试样制备

- 1) 用水泥胶砂搅拌机搅拌, 搅拌锅和搅拌叶片先用湿布擦拭。
- 2) 将 450g 拌和水倒入搅拌锅内, 然后在 5s~10s 内将称好的 1500g 锚固剂加入水中, 防止水和锚固剂溅出。
- 3) 拌和时, 先将锅放在搅拌机的锅座上, 升至搅拌位置, 启动搅拌机, 搅拌速度采用控制器的自动控制程序。
- 4) 先低速搅拌 60s 后, 接着高速搅拌 30s, 停拌 90s, 在第 1 个 15s 内用刮具将叶片和锅壁上的浆体刮入锅中间, 再高速搅拌 60s。
- 5) 各个搅拌阶段, 时间误差应在 ± 1 s 以内。

2 稠度测定。

- 1) 圆锥筒和试锥表面用湿布擦干净, 用少量润滑油擦拭滑杆, 使滑杆能够自由滑动。
- 2) 将拌和好的锚固剂浆体一次装入容器, 使浆体表面低于圆锥筒口约 10mm, 用捣棒自圆锥筒中心向边缘插捣 25 次, 然后轻轻地将容器摇动或敲击 5 次~6 次, 使浆体表面平整, 随后将容器置于稠度测定仪的底座上。
- 3) 拧开试锥滑杆制动螺钉, 向下移动滑杆, 当试锥尖端与浆体表面刚接触时, 拧紧制动螺钉, 使齿条测杆下端刚接触滑杆上端, 并将指针对准零点。
- 4) 拧开制动螺钉, 同时计时, 经 10s 立即拧紧制动螺钉, 将齿条测杆下端接触滑杆上端, 从刻度盘上读出试锥下沉深度即为锚固剂的稠度值 (准至 1mm)。

5.3.5 结果处理: 以单次测值为试验结果 (准至 1mm)。

5.4 凝 结 时 间

5.4.1 目的及适用范围: 检验水泥锚固剂浆体的凝结时间, 适用

于各种类型的水泥锚固剂。

5.4.2 环境条件:

- 1 试验室温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%。
- 2 湿气养护箱内温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 90%。

5.4.3 仪器设备:

- 1 天平，最大量程不小于 1000g，分度值不大于 1g。
- 2 水泥净浆搅拌机，符合《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 中的规定。
- 3 标准法维卡仪和有关配套用具，符合《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 中的规定。

5.4.4 操作步骤:

1 试样制备。

- 1) 用水泥净浆搅拌机搅拌，搅拌锅和搅拌叶片先用湿布擦拭。
- 2) 将 150g 拌和水倒入搅拌锅内，然后在 5s~10s 内将称好的 500g 锚固剂加入水中，防止水和锚固剂溅出。
- 3) 拌和时，先将锅放在搅拌机的锅座上，升至搅拌位置，启动搅拌机，先低速搅拌 120s，停止 15s，同时将叶片和锅壁上的浆体刮入锅中间，接着高速搅拌 120s，停机。
- 4) 搅拌结束后，立即取适量锚固剂浆体一次性装入已置于玻璃底板上的试模中，浆体超过试模上端，用宽约 25mm 直边刀轻轻拍打超出试模部分的浆体 5 次，以排除浆体中的孔隙，然后在试模上表面约 1/3 处，略倾斜于试模分别向外轻轻锯掉多余浆体，再从试模边沿轻抹顶部一次，使浆体表面光滑。
- 5) 在锯掉多余浆体和抹平的操作过程中，注意不要压实浆体；抹平后迅速将试模和底板放入湿气养护箱中。

- 6) 记录锚固剂全部加入水中的时间作为凝结时间的起始时间。

2 凝结时间测定。

- 1) 调整凝结时间测定仪的试针接触玻璃板时, 指针对准零点。
- 2) 速凝型锚固剂试件在湿气养护箱中养护至 15min (从起始时间计) 时进行第一次测定, 缓凝型锚固剂试件在湿气养护箱中养护至 7h (从起始时间计) 进行第一次测定。
- 3) 测定时, 从湿气养护箱中取出试模放至试针下, 降低试针与浆体表面接触。拧紧螺钉, 突然放松, 试针垂直自由地沉入浆体, 记录试针停止下沉或释放试针 30s 时指针的读数。
- 4) 当试针沉至距底板 $4\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 时, 为锚固剂达到初凝状态; 锚固剂全部加入水中至初凝状态的时间为锚固剂的初凝时间。
- 5) 完成初凝时间测定后, 立即将试模连同浆体以平移的方式从玻璃板取下, 翻转 180° , 直径大端向上, 小端向下放在玻璃板上, 再放入湿气养护箱中继续养护。
- 6) 测定时, 当试针沉入浆体 0.5mm 时, 即环形附件开始不能在浆体上留下痕迹时, 为锚固剂达到终凝状态, 锚固剂全部加入水中至终凝状态的时间为锚固剂的终凝时间。

3 测定注意事项。

- 1) 在最初测定的操作时应轻轻扶持金属柱, 使其徐徐下降, 以防试针撞弯, 但结果以自由下落为准; 在整个测试过程中试针沉入的位置至少要距试模内壁 10mm 。
- 2) 速凝型锚固剂临近初凝时每隔 3min (或更短时间) 测定一次, 临近终凝时每隔 5min (或更短时间) 测

定一次；缓凝型锚固剂临近初凝时每隔 5min（或更短时间）测定一次，临近终凝时每隔 15min（或更短时间）测定一次。

- 3) 到达初凝时应立即重复测一次，当两次结论相同时才能定为到达初凝；到达终凝时，需要在试体另外两个不同点测试，确认结论相同才能确定到达终凝状态。
- 4) 每次测定不能让试针落入原针孔，每次测试完毕须将试针擦净并将试模放回湿气养护箱内，整个测试过程要防止试模受振。

5.4.5 结果处理：以复测确定的时间为试验结果，速凝型锚固剂的凝结时间用“min”表示，缓凝型锚固剂的凝结时间用“h:min”表示。

5.5 抗 压 强 度

5.5.1 目的及适用范围：检验水泥锚固剂浆体结石的抗压强度，适用于各种类型的水泥锚固剂。

5.5.2 环境条件：

- 1 试验室温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%。
- 2 湿气养护箱内温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 90%。
- 3 脱模后的试件应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中养护。

5.5.3 仪器设备：使用的仪器设备应符合《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671 中关于试模、振实台、抗折强度试验机、抗压强度试验机、抗压夹具及有关配套用具的规定。

5.5.4 操作步骤：

- 1 试样制备。按 5.3.4 “试样制备”的规定制备浆体。
- 2 成型。将试模和模套固定在振实台上，用浆体一次装满试模，每个试模内装入的浆体大致相同，然后振实 60 次。移走模套，从振实台上取下试模，用一金属刮刀以近似 90° 的角度架在试模

模顶的一端，然后沿试模长度方向以横向锯割动作慢慢向另一端移动，一次将超过试模部分的浆体刮去，并用同一刮刀以近似水平的角度将试件表面抹平。去掉留在试模四周的浆体，立即做好标记。

3 试件脱模与养护。

1) 脱模前的养护。将做好标记的带模试件放入湿气养护箱的水平架上养护，湿空气应能与试模各边接触，养护时不应将试模放在其他试模上。一直养护到规定的脱模时间时取出试件进行编号，速凝型锚固剂试件在编号时应分在两个龄期。

2) 脱模。速凝型锚固剂宜在成型后 $3\text{h} \pm 10\text{min}$ 脱模，缓凝型锚固剂宜在成型后 $48\text{h} \pm 2\text{h}$ 脱模。脱模时应避免试件损坏。若在规定时间脱模，会对试件造成损坏时，可以适当延迟脱模时间，但在试验报告中应予以说明。

3) 脱模后的养护。

——将做好标记的试件立即水平或竖直放入 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 水中养护，水平放置时刮平面应朝上。

——养护期间，试件放在不易腐烂的笄子上，彼此之间至少保持 5mm 间距，同时试件表面的水深不小于 5mm 。

——每个养护池（或容器）只养护同类型的水泥锚固剂试件。

——最初用自来水装满养护池（或容器），随后随时加水保持适当的恒定水位，不允许在养护期间全部换水。

——到龄期的试件应在试验（破型）前 15min 从水中取出，擦去试件表面沉积物，并用湿布覆盖至试验为止。

4) 养护龄期。从锚固剂加入水中搅拌开始计时。不同龄期强度试验应在下列时间范围内进行：

$5\text{h} \pm 10\text{min}$;

$28\text{d} \pm 8\text{h}$ 。

5.5.5 抗压强度测定:

1 采用符合《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T 17671 中规定的抗折试验机将试件折断, 折断后的试件立即用湿布覆盖。

2 将折断后的棱柱体放入已置于抗压试验机底板上的抗压夹具中, 受压面为试件成型时的两个侧面, 棱柱体中心与压力机压板受压中心差应在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内, 棱柱体露在压板外的部分约 10mm 。

3 在整个加荷过程中以 $2400\text{ N/s} \pm 200\text{ N/s}$ 的速率均匀地加荷直至破坏。

4 抗压强度应按下式计算:

$$R_c = \frac{P}{A} \quad (5.5.5)$$

式中: R_c ——抗压强度 (MPa);

P ——破坏荷载 (N);

A ——受压面积 (mm^2)。

5.5.6 结果处理:

以 3 个棱柱体折断后得到的 6 个抗压强度测定值的算术平均值作为试验结果。计算精确至 0.1MPa 。

如 6 个测定值中有一个超出 6 个平均值的 $\pm 10\%$, 应剔除该测定值, 而以剩下 5 个抗压强度测定值的算术平均值作为试验结果。如果 5 个测定值中再有超过它们平均值 $\pm 10\%$ 的, 则此组结果作废。

5.6 锚 固 力

5.6.1 目的及适用范围: 检验水泥锚固剂的锚固能力, 适用于速凝型水泥锚固剂。

5.6.2 环境条件:

1 试件制作试验室温度应在 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度应不低于 50% 。

2 锚固力测试试验室温度宜在 $10^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 范围内。

5.6.3 仪器设备:

1 测力设备：量程不小于 300kN 的万能材料试验机或者功能相当的测力装置，拉伸间距不小于 700mm，示值误差应不大于标准值的 $\pm 1\%$ 。

2 拉力架：拉力架结构示意图 5.6.3。

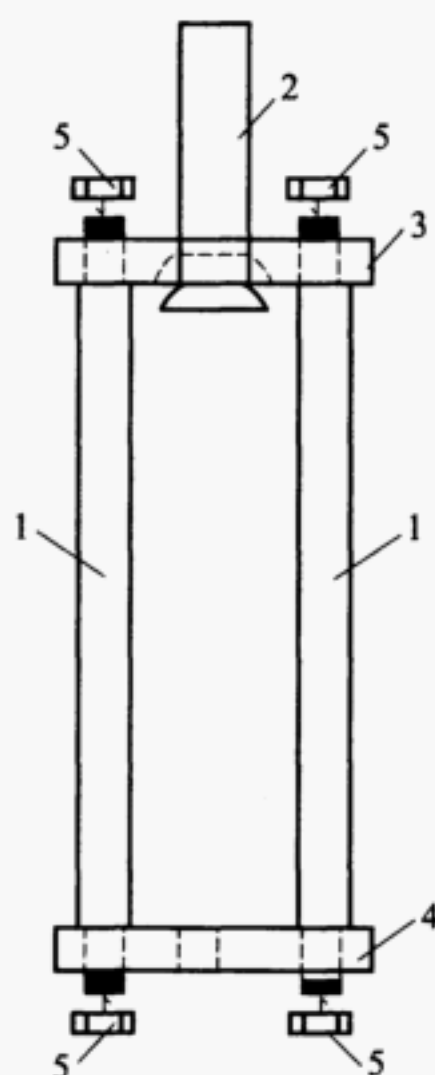


图 5.6.3 拉力架结构示意图

1—立柱；2—活动拉杆；3—顶板；4—底板；5—螺母

5.6.4 操作步骤：

1 采用无缝钢管作模拟孔，管壁厚度不小于 2mm，管内径不小于 50mm，长度为 400mm，一端管口封闭，另一端管口表面平整。

2 杆体采用钢筋混凝土用热轧带肋钢筋，牌号为 HRB335 或 HRB400，直径为 25mm，长度为 520mm。锚固长度为 400mm。

3 按 5.3.4 “试样制备”的规定制备浆体，制浆量通过计算确定。将拌制好的浆体一次性灌入模拟孔中。

4 将杆体插入已灌注锚固剂浆体的模拟孔中，直至孔底部。

杆体应位于模拟孔中心位置，轻敲孔壁周边，使锚固剂与杆体紧密结合，沿孔口刮去多余的锚固剂，使锚固剂浆体与孔口表面平齐。

5 将制备好的试件进行编号，竖直放置在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中进行养护。在养护过程中，应使试件不受振动且杆体始终位于模拟孔中心位置。

6 试件到龄期后，将试件外露钢筋部分穿过拉力架中心孔，再夹紧于试验机的下钳口中，拉力架的另一端活动拉杆应夹紧于试验机的对应上钳口中，加载速率为 $3\text{kN/s} \sim 5\text{kN/s}$ ，直至试件破坏或达到规定值。读数准确至 1kN 。

5.6.5 结果处理：

以 3 个试件为一组，3 个试件的锚固力均符合本标准要求时，则评定为合格。

如 3 个试件中有 1 个试件锚固力不符合要求，应重新制作 6 个试件进行复检，若复检试件全部符合要求，则评定为合格，如仍有 1 个试件不符合要求，则评定为不合格。

5.7 膨 胀 率

5.7.1 目的及适用范围：检验水泥锚固剂的膨胀性能，适用于各种类型的水泥锚固剂。

5.7.2 环境条件：

- 1 试验室温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 50%。
- 2 湿气养护箱内温度应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应不低于 90%。
- 3 脱模后的试件应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中养护。

5.7.3 仪器设备：

- 1 测长设备：基长不小于 300mm 、量程为 10mm 、测量分度值不大于 0.01mm 。
- 2 水泥胶砂搅拌机：符合《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671 中相关规定。

3 天平：最大量程不小于 2000g，分度值不大于 1g。

4 试模及钉头：符合《膨胀水泥膨胀率试验方法》JC/T 313 中相关规定。

5.7.4 试验步骤：

1 试件成型。

- 1) 成型前将试模擦净并组装好，内壁均匀地刷一薄层机油，然后将钉头插入试模端板上的小孔中，插入深度为 $10\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，松紧适宜。
- 2) 称取拌和用水 360g，锚固剂 1200g。
- 3) 用湿布将搅拌锅和搅拌叶片擦拭，然后将拌和用水全部倒入搅拌锅中，再加入锚固剂，装上搅拌锅，开动搅拌机，按自动程序进行搅拌（即慢拌 60s，快拌 30s，停 90s，再快拌 60s），用刮刀刮下黏在叶片上的锚固剂浆体，取下搅拌锅。
- 4) 将搅拌好的锚固剂浆体均匀地装入试模内，用刮刀插划使其填满试模的边角空间，再用刮刀以 45° 角由试模的一端向另一端压实锚固剂浆体约 10 次，然后再向反方向返回压实锚固剂浆体约 10 次，用刮刀在钉头两侧插实 3 次~5 次，这一操作反复进行 2 遍，每一条试件都重复以上操作。再将锚固剂浆体铺平。用手顶住试模的一端，用提手将试模另一端向上提起 30mm~50mm，使其自由落下，振动 10 次，用同样操作将试模另一端提起振动 10 次，用刮刀将试件刮平并编号。从锚固剂加入水中起 10min 内完成成型工作。

5) 将成型好的试件连同试模水平放入湿气养护箱中养护。

2 试件脱模、养护和测量。

- 1) 试件从锚固剂加入水中时开始计时，速凝型锚固剂宜在成型后 $3\text{h} \pm 10\text{min}$ 脱模，缓凝型锚固剂宜在成型后

48h±2h 脱模。

- 2) 将脱模后试件两端的钉头擦干净, 立即放入测长设备上测量试件的初始长度值 L_1 (记录至 0.001mm)。测长设备使用前应在试验室中放置 24h 以上, 并用校正杆进行校准, 确认零点 (零点是一个基准数, 不一定是零) 无误后才能用于试件测量。测量结束后, 应再用校正杆重新检查零点, 如零点变动超过 ±0.01mm, 则整批试件应重新测定。
- 3) 初始长度值测量完毕后, 立即将试件放入 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中养护。
- 4) 养护期间, 试件水平放置在不易腐烂的笄子上, 刮平面朝上, 彼此之间至少保持 5mm 间距, 同时试件表面的水深不小于 5mm, 以让水与试件的 6 个面接触。
- 5) 在水中养护至相应龄期后, 测量试件某龄期的长度值 L_x , 试件在测长设备中的位置应与初始测量时的位置一致。
- 6) 试件的养护龄期从测量试件的初始长度值时算起。

5.7.5 计算: 试件某龄期的膨胀率 E_x (%) 应按下式计算, 准至 0.001%。

$$E_x = \frac{(L_x - L_1)}{L} \times 100 \quad (5.7.5)$$

式中: E_x ——锚固剂试件某龄期的膨胀率 (%);

L_x ——试件某龄期长度读数 (mm);

L_1 ——试件初始长度读数 (mm);

L ——试件的基准长度 (250mm)。

5.7.6 结果处理:

以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的膨胀率试验结果, 如 3 个试件膨胀率最大极差大于 0.01% 时, 取相接近的 2 个试件膨胀率的平均值作为试件的膨胀率结果。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关规范执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《水泥细度检验方法 筛析法》GB/T 1345

《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T
1346

《水泥包装袋》GB 9774

《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671

《水工混凝土试验规程》DL/T 5150

《膨胀水泥膨胀率试验方法》JC/T 313

中华人民共和国电力行业标准

水电水利工程预应力锚杆用水泥锚固剂
技 术 规 程

DL/T 5703 — 2014

条 文 说 明

目 次

1 总则23

3 技术要求24

4 使用要求27

5 试验方法28

 5.3 稠度.....28

 5.4 凝结时间.....28

 5.5 抗压强度.....28

 5.6 锚固力28

1 总 则

1.0.1 预应力锚杆支护是地下和边坡工程中广泛采用的一种支护形式，施工中通常采用水泥锚固剂进行灌注，水泥锚固剂在我国长江三峡、龙滩、功果桥、向家坝、溪洛渡、大岗山等水电站已经成功应用，积累了较多的工程实践经验。由于我国尚未制定应用于水电水利工程的水泥锚固剂技术规范，影响了其在水电工程中的推广应用，为了指导并规范水电水利工程预应力锚杆使用的水泥锚固剂，特制定本标准。

本标准所称预应力锚杆的杆体通常采用热轧带肋钢筋。

1.0.2 该类型锚固剂是一种适用于水电水利工程预应力锚杆施工的专用锚固材料。水电水利工程预应力锚杆主要具有下列特点：

1 长度较长，施工工艺复杂。如：功果桥水电站引水发电系统预应力锚杆长度为 9.0m；溪洛渡水电站地下工程预应力锚杆长度有 9.0m 和 12.0m 两种。

2 在较短时间内应具有较高的锚固力。在工程实际应用中，锚固段使用速凝型锚固剂，龙滩水电站地下洞室预应力锚杆 4h~8h 张拉，锚固力达到 150kN；功果桥水电站引水发电系统预应力锚杆 6h~8h 张拉，锚固力达到 150kN。

3 技 术 要 求

3.0.2 水泥锚固剂的主要成分为水泥，因此参照水泥的细度指标。

3.0.3 水泥锚固剂只有在稠度相对固定时，才能在保证可灌性的情况下，确保锚固剂的凝结时间、抗压强度同时满足要求。

溪洛渡、向家坝、大岗山等多个工程实践表明，其稠度在60mm~120mm 范围内具有良好的可灌性。

3.0.4 规定速凝型锚固剂的初凝时间，是为了确保有足够的时间进行浆体灌注，规定终凝时间，是为了确保在较短的时间内浆体结石具有一定的强度，可以进行张拉。

长江三峡工程标准、溪洛渡水电站左岸地下厂房、郑州市兰瑞工程材料有限公司对锚固剂凝结时间的技术要求见表 1。

表 1 各工程锚固剂凝结时间的技术要求

工程名称/厂家	锚固剂类型	初凝时间	终凝时间
长江三峡工程标准	速凝型（卷装）	30min~50min	50min~100min
	速凝型（散装）	50min~60min	70min~100min
	缓凝型	9h~11h	11h~18h
溪洛渡水电站技术要求	速凝型	≥30min	≤100min
郑州市兰瑞工程材料有限公司技术要求	速凝型	≥30min	≤100min
	缓凝型	≥8h	≤38h

3.0.5 《水电工程预应力锚固设计规范》DL/T 5176 要求，预应力锚杆体中的内锚固段水泥浆胶结材料的抗压强度等级不应低于M35。收集长江三峡工程、溪洛渡水电站、大岗山水电站、水布垭水电站等工程资料，统计结果见表 2。

表 2 锚固剂抗压强度统计结果

工程名称/ 厂家	组数	统计 分析	速凝型抗压强度 (MPa)				缓凝型抗压强度 (MPa)		
			5h	6h	1d	28d	3d	7d	28d
长江三峡工 程标准	—	—	≥20	—	—	≥30	—	—	≥30
溪洛渡水电 站技术要求	—	—	—	≥20	≥25	≥35	—	—	—
郑州市兰瑞 工程材料有 限公司标准	—	—	—	≥20	—	≥35	—	≥30	≥40
大岗山水电 站检测结果	速凝型 11 组， 缓凝型 5 组	最大值	27.5	—	50.0	65.1	27.9	40.1	52.2
		最小值	19.4	—	33.5	40.5	23.6	29.1	45.0
		平均值	23.4	—	41.3	55.8	25.3	34.2	49.3
溪洛渡 水电站 检测结果	5	最大值	—	25.3	—	49.5	—	—	—
		最小值	—	20.2	—	41.3	—	—	—
		平均值	—	22.4	—	45.8	—	—	—

表 2 统计数据显示：速凝型锚固剂 5h 抗压强度在 19.4MPa～27.5MPa 之间，28d 抗压强度在 30.0MPa～65.1MPa 之间；缓凝型锚固剂 28d 抗压强度在 30.0MPa～52.2MPa 之间。因此本标准按表 3.0.5 选择。

3.0.6 我国水电水利工程预应力锚杆的设计锚固力通常在 100kN～150kN 范围内。例如：溪洛渡泄洪洞闸室设计锚固力为 100kN、120kN；向家坝设计锚固力为 110kN，大岗山厂房及尾水顶拱设计锚固力为 100kN、150kN。

为了制定锚固力的检验方法，采用不同直径的锚杆杆体、不同锚固长度等多种方法进行了 5h 锚固力试验研究，试验结果见表 3。

表 3 不同锚杆直径、不同锚固长度 5h 锚固力检测结果（速凝型）

序号	试样编号	钢筋直径 (mm)	锚固长度 (mm)	锚固力 (kN)
1	X-1	25	500	≥150
		25	500	
		25	500	
2	X-2	28	420	≥200
		28	420	
		28	420	
3	X-3	25	375	≥150
		25	375	
		25	375	
4	X-4	28	560	≥200
		28	560	
		28	560	
5	X-5	25	500	≥150
		25	500	
		25	500	
6	X-6	25	375	≥150
		25	375	
		25	375	
7	X-7	28	420	≥200
		28	420	
		28	420	
8	X-8	28	560	≥200
		28	560	
		28	560	

表 3 试验结果表明：不同锚杆直径、不同锚固长度 5h 锚固力检测结果均不小于 150kN。

4 使 用 要 求

4.0.1 水泥锚固剂浆体水胶比应通过试验确定，水胶比不宜大于0.3。卷式水泥锚固剂直径宜小于锚孔直径10mm~15mm。

4.0.3 卷式水泥锚固剂在洁净水中浸泡至表面无气泡逸出时，表明已浸泡充分，浸泡时间一般在1min~2min。

5 试 验 方 法

5.3 稠 度

为满足现场施工的需要，要求水泥锚固剂浆体具有一定的流动性，而按《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346 中标准法维卡仪测试浆体稠度，其试杆触及玻璃底板，不能测出稠度值，因此采用砂浆稠度仪进行测试。

采用水泥净浆搅拌机一次拌制的浆体不能满足砂浆稠度仪测试所需试样量的要求，因此采用水泥胶砂搅拌机拌制浆体。

5.4 凝 结 时 间

由于速凝型水泥锚固剂的凝结时间比通用水泥快，因此对初次测试时间及初凝、终凝时间测试间隔进行了调整；对缓凝型水泥锚固剂初次测试时间也进行了规定。

5.5 抗 压 强 度

由于水泥锚固剂与通用水泥的凝结时间相差较大，因此分别规定了速凝型与缓凝型水泥锚固剂的脱模时间。

5.6 锚 固 力

为了统一检验标准，规定杆体材料采用 25mm 直径的热轧带肋钢筋、锚固长度为 16 倍直径（400mm）进行试验。



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2318

定价：10.00 元

上架建议：规程规范/
水利水电工程/水利水电施工