

中华人民共和国国家标准

GB/T 14370—2015
代替 GB/T 14370—2007

预应力筋用锚具、夹具和连接器

Anchorage, grip and coupler for prestressing tendons

2015-09-11 发布

2016-08-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	2
4 产品分类、代号与标记	3
5 一般要求	4
6 要求	5
7 试验方法	7
8 检验规则	12
9 标志、包装、运输和贮存	14
附录 A (规范性附录) 锚固区传力性能试验方法	16
附录 B (规范性附录) 低温锚固性能试验方法	21
附录 C (规范性附录) 内缩量试验方法	23
附录 D (规范性附录) 锚口摩阻损失试验方法	25

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准是对 GB/T 14370—2007《预应力筋用锚具、夹具和连接器》的修订,本标准与 GB/T 14370—2007 相比主要技术变化如下:

- 修改了范围(见第 1 章,2007 年版的第 1 章);
- 修改了术语和定义、符号(见第 3 章,2007 年版的第 3 章);
- 修改了产品分类、代号与标记(见第 4 章,2007 年版的第 4 章);
- 删除了“使用要求”(见 2007 年版的 5.1);
- 修改了零件锻造毛坯的要求(见 5.1.2,2007 年版的 5.3.4);
- 增加了锚垫板材料的性能要求(见 5.1.3);
- 增加了防锈处理的要求(见 5.2.5);
- 修改了静载锚固性能的要求和试验方法(见 6.1.1 和 7.3,2007 年版的 5.5.1 和 6.2);
- 修改了疲劳荷载性能的要求和试验方法(见 6.1.2 和 7.4,2007 年版的 5.5.2 和 6.3.1);
- 删除了周期荷载性能及其试验方法和相关检验规则(见 2007 年版的 5.5.3、6.4 和 7);
- 增加了锚固区传力性能的要求和试验方法(见 6.1.3 和附录 A);
- 增加了低温锚固性能的要求和试验方法(见 6.1.4 和附录 B);
- 增加了锚板强度的要求和试验方法(见 6.1.5 和 7.7);
- 修改了内缩量要求和试验方法(见 6.1.6 和附录 C,2007 年版的 5.5.4.1 和 6.6.1);
- 修改了锚口摩擦损失的要求和试验方法(见 6.1.7 和附录 D,2007 年版的 5.5.4.2 和 6.6.2);
- 修改了张拉锚固工艺的要求和试验方法(见 6.1.8 和 7.10,2007 年版的 5.5.4.3);
- 修改了夹具静载锚固性能的要求(见 6.2,2007 年版的 5.6);
- 修改了硬度检验的方法(见 7.2.3,2007 年版的 6.5.3);
- 增加了总伸长率的计算方法(见 7.3.5);
- 修改了产品检验项目的规定(见 8.2,2007 年版的 7.2);
- 修改了组批和抽样的规定(见 8.3,2007 年版的 7.3);
- 修改了检验结果的判定(见 8.4,2007 年版的 7.4);
- 修改了标志、包装、运输和贮存的规定(见第 9 章,2007 年版的第 8 章)。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国混凝土标准化技术委员会(SAC/TC 458)归口。

本标准起草单位:中国建筑科学研究院、歌山建设集团有限公司、柳州欧维姆机械股份有限公司、杭州浙锚预应力有限公司、天津冶金集团中兴盛达钢业有限公司、中交第一公路工程局有限公司、东南大学、安徽金星预应力工程技术有限公司、柳州市威尔姆预应力有限公司、成都市新筑路桥机械股份有限公司、开封强力集团锚固技术股份有限公司、柳州市邱姆预应力机械有限公司、天津圣文预应力机械有限公司、河南红桥锚机有限公司、天津市振华预应力技术有限公司、广东坚宜佳五金制品有限公司。

本标准主要起草人:冯大斌、陈茜、徐先俊、蒋业东、曾利、田克平、林居章、夏玉龙、梅治乾、汪昕、于滨、朱莹、王文喜、蒋国伟、李金岭、林志成、耿书岭、尚景朕、朱万旭、何岗、吴智深、毛爱菊、吕国玉、刘健民。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 14370—1993、GB/T 14370—2000、GB/T 14370—2007。

预应力筋用锚具、夹具和连接器

1 范围

本标准规定了预应力筋用锚具、夹具和连接器的术语和定义、符号、产品分类、代号与标记、一般要求、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于体内和体外配筋的有粘结、无粘结、缓粘结的预应力结构中和特种施工过程中使用的锚具、夹具、连接器及拉索用的锚具和连接器。

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 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 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性角度尺寸的公差

GB/T 5223 预应力混凝土用钢丝

GB/T 5223.3 预应力混凝土用钢棒

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 9439 灰铸铁件

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 12361 钢质模锻件 通用技术条件

GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分:总则

GB/T 16825.1 静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机 测力系统的检验与

校准

GB/T 16923 钢件的正火与退火

GB/T 16924 钢件的淬火与回火

GB/T 20065 预应力混凝土用螺纹钢筋

GB/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法

GB/T 26743 结构工程用纤维增强复合材料筋

JB/T 5000.8 重型机械通用技术条件 第8部分:锻件

JB/T 5000.9 重型机械通用技术条件 第9部分:切削加工件

JB/T 5000.10 重型机械通用技术条件 第10部分:装配

JB/T 5000.13 重型机械通用技术条件 第13部分:包装

JB/T 5000.15 重型机械通用技术条件 第15部分:锻钢件无损探伤

JG/T 330 建筑工程用索

JG/T 351 纤维增强复合材料筋

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

锚具 anchorage

用于保持预应力筋的拉力并将其传递到结构上所用的永久性锚固装置。

3.1.2

夹具 grip

建立或保持预应力筋预应力的临时性锚固装置,也称为工具锚。

3.1.3

连接器 coupler

用于连接预应力筋的装置。

3.1.4

预应力筋 prestressing tendon

用于建立预加应力的单根或成束的预应力钢材或纤维增强复合材料筋等受拉元件。

3.1.5

预应力钢材 prestressing steel

预应力结构用的钢丝、钢棒、钢绞线、钢丝绳、螺纹钢筋和钢拉杆等的统称。

3.1.6

纤维增强复合材料筋 fiber-reinforced composite bars

用连续纤维束按拉挤成型工艺生产的棒状纤维增强复合材料制品。

3.1.7

预应力筋-锚具组装件 prestressing tendon-anchorage assembly

预应力筋和安装在其端部的锚具组合装配而成的受力单元。

3.1.8

预应力筋-夹具组装件 prestressing tendon-grip assembly

预应力筋和安装在其端部的夹具组合装配而成的受力单元。

3.1.9

预应力筋-连接器组装件 prestressing tendon-coupler assembly

预应力筋和连接器组合装配而成的受力单元。

3.1.10

拉索 cable

由索体和锚具等零部件组成的,在工程结构中承受拉力的构件。

3.1.11

受力长度 tension length

预应力筋两端的锚具、夹具之间或锚具与连接器之间的净距离。

3.1.12

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区域。

3.1.13

锚垫板 bearing plate

后张预应力混凝土结构中,承受预加力并将其传递给结构的锚具部件。

3.1.14

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。

3.1.15

内缩 draw-in

预应力筋在锚固过程中,由于锚具各零件之间、锚具与预应力筋之间的相对位移和局部塑性变形所产生的预应力筋的回缩现象。

3.1.16

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

预应力筋在锚具及张拉端锚垫板喇叭口转角处由于摩擦引起的预应力损失。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

A_{pk} —— 预应力筋的公称截面面积,单位为平方毫米(mm^2);

F_{pm} —— 预应力筋单根试件的实测平均极限抗拉力,单位为千牛(kN);

F_{ptk} —— 预应力筋的公称极限抗拉力,单位为千牛(kN);

F_{Tu} —— 预应力筋-锚具、夹具或连接器组装件的实测极限抗拉力,单位为千牛(kN);

F_u —— 锚固区传力性能试验的实测破坏荷载,单位为千牛(kN);

$f_{ck,o}$ —— 允许施加全部预加力时混凝土构件应达到的特征抗压强度,单位为兆帕(MPa);

$f_{cm,e}$ —— 锚固区传力性能试验时同条件养护混凝土立方体试件的实测平均抗压强度,单位为兆帕(MPa);

$f_{cm,o}$ —— 允许施加全部预加力时同条件养护混凝土立方体试件应达到的平均抗压强度,单位为兆帕(MPa);

f_{ptk} —— 预应力筋的公称抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

n —— 预应力筋-锚具或连接器组装件中预应力筋的根数;

ε_{Tu} —— 预应力筋-锚具或连接器组装件达到实测极限抗拉力 F_{Tu} 时预应力筋受力长度的总伸长率, (%);

η_a —— 预应力筋-锚具组装件静载锚固性能试验测得的锚具效率系数, (%);

η_s —— 预应力筋-夹具组装件静载锚固性能试验测得的夹具效率系数, (%).

4 产品分类、代号与标记

4.1 产品分类

根据对预应力筋的锚固方式,锚具、夹具和连接器可分为夹片式、支承式、握裹式和组合式 4 种基本类型。

4.2 代号

锚具、夹具和连接器的代号如表 1 所示。

表 1 锚具、夹具和连接器的代号

分类代号		锚 具	夹 具	连 接 器
夹片式	圆形	YJM	YJJ	YJL
	扁形	BJM	BJJ	BJL
支承式	镦头	DTM	DTJ	DTL
	螺母	LMM	LMJ	LML
握裹式	挤压	JYM	—	JYL
	压花	YHM	—	—
组合式	冷铸	LZM	—	—
	热铸	RZM	—	—

4.3 标记

锚具、夹具和连接器的标记由产品代号、预应力筋类型、预应力筋直径和预应力筋根数 4 部分组成（生产企业的体系代号只在需要时加注）。



示例 1:

锚固 12 根直径为 15.2 mm 钢绞线的圆形夹片式群锚锚具表示为: YJM15-12。

示例 2:

锚固 12 根直径为 12.7 mm 钢绞线的挤压式锚具表示为: JYM13-12。

示例 3:

用挤压头方法连接 12 根直径为 15.2 mm 钢绞线的连接器表示为: JYL15-12。

示例 4:

锚固 1 根直径为 10 mm 碳纤维预应力筋的圆形夹片式群锚锚具表示为: YJMF10-1。

注: 特殊的或有必要阐明特点的新产品, 可增加文字或图样以准确表达。

4.4 拉索用锚具和连接器

拉索用锚具和连接器的分类、代号与标记按 JG/T 330 的规定执行。

5 一般要求

5.1 材料

5.1.1 产品所使用的材料应符合设计要求, 并有机械性能和化学成分合格证书、质量保证书。材料进场后应进行验收试验, 检验合格后方可使用。

5.1.2 零件锻造毛坯应符合 GB/T 12361 或 JB/T 5000.8 的规定。

5.1.3 锚垫板的材料采用灰口铸铁时不应低于 HT200,并应符合 GB/T 9439 的规定,采用球墨铸铁时应符合 GB/T 1348 的规定。

5.2 制造

5.2.1 产品应按技术文件要求进行加工,切削加工件应符合 JB/T 5000.9 的规定。

5.2.2 螺纹的未注精度等级不宜低于 GB/T 197 中的 7H/8g。有特殊要求的螺纹应符合技术文件的规定。

5.2.3 机械加工零件上未注公差尺寸的公差等级不应低于 GB/T 1804 中的 c 级。

5.2.4 产品热处理加工应按技术文件要求进行,并应符合 GB/T 16923 或 GB/T 16924 的规定。

5.2.5 锚具、夹具和连接器的零件表面宜做防锈处理,应优先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粘结性能的油漆或油脂。

5.2.6 产品装配应符合 JB/T 5000.10 的规定。

5.3 外观、尺寸及硬度

5.3.1 产品的外观应符合技术文件的规定,并应符合下列规定:

- a) 全部产品不应出现裂纹;
- b) 锚板和连接器体应进行表面磁粉探伤,并符合 JB/T 5000.15 的 II 级的规定。

5.3.2 产品的尺寸及偏差应符合技术文件的规定。

5.3.3 产品的硬度应符合技术文件的规定。

5.4 质量文件

锚具、夹具和连接器应有完整的设计文件、原材料的质量证明文件、制造批次记录、性能检验记录,该类文件应具有可追溯性。

5.5 其他要求

5.5.1 锚具

5.5.1.1 需要孔道灌浆的锚具或其附件上宜设置灌浆孔或排气孔。灌浆孔的孔位及孔径应满足灌浆工艺要求,且应有与灌浆管连接的构造。

5.5.1.2 用于低应力可更换型拉索的锚具,应有防松、可更换的装置。

5.5.1.3 体外预应力筋用锚具和拉索用锚具应有防腐蚀措施,且能符合结构的耐久性规定。

5.5.2 夹具

5.5.2.1 夹具应能重复使用。

5.5.2.2 夹具应有可靠的自锚性能、良好的松锚性能。

5.5.2.3 使用过程中,应能保证操作人员的安全。

5.6 拉索用锚具和连接器

拉索用锚具和连接器的一般要求可参考本标准的相关规定执行或符合国家现行相关标准的规定。

6 要求

6.1 锚具

6.1.1 静载锚固性能

6.1.1.1 锚具效率系数 η 和组装件预应力筋受力长度的总伸长率 ϵ_{Tu} 应符合表 2 的规定。

表 2 静载锚固性能要求

锚具类型	锚具效率系数	总伸长率
体内、体外束中预应力钢材用锚具	$\eta_s = \frac{F_{Ts}}{n \times F_{pm}} \geq 0.95$	$\epsilon_{Ts} \geq 2.0\%$
拉索中预应力钢材用锚具	$\eta_s = \frac{F_{Ts}}{F_{ptk}} \geq 0.95$	$\epsilon_{Ts} \geq 2.0\%$
纤维增强复合材料筋用锚具	$\eta_s = \frac{F_{Ts}}{F_{ptk}} \geq 0.90$	—

6.1.1.2 预应力筋的公称极限抗拉力 F_{ptk} 按式(1)计算:

$$F_{ptk} = A_{pk} \times f_{ptk} \quad \dots\dots\dots (1)$$

6.1.1.3 预应力筋-锚具组装件的破坏形式应是预应力筋的破断,而不应由锚具的失效导致试验终止。

6.1.2 疲劳荷载性能

6.1.2.1 预应力筋-锚具组装件应通过 200 万次疲劳荷载性能试验,并应符合下列规定:

- 当锚固的预应力筋为预应力钢材时,试验应力上限应为预应力筋公称抗拉强度 f_{ptk} 的 65%,疲劳应力幅度不应小于 80 MPa。工程有特殊需要时,试验应力上限及疲劳应力幅度取值可另定;
- 拉索疲劳荷载性能的试验应力上限和疲劳应力幅度应根据拉索的类型符合国家现行相关标准的规定,或按设计要求确定;
- 当锚固的预应力筋为纤维增强复合材料筋时,试验应力上限应为预应力筋公称抗拉强度 f_{ptk} 的 50%,疲劳应力幅度不应小于 80 MPa。

6.1.2.2 预应力筋-锚具组装件经受 200 万次循环荷载后,锚具不应发生疲劳破坏。预应力筋因锚具夹持作用发生疲劳破坏的截面面积不应大于组装件中预应力筋总截面面积的 5%。

6.1.3 锚固区传力性能

与锚具配套的锚垫板和螺旋筋应将锚具承担的预加力传递给混凝土结构的锚固区,锚垫板和螺旋筋的尺寸应与允许张拉时要求的混凝土特征抗压强度匹配;对规定尺寸和强度的混凝土传力试验构件施加不少于 10 次循环荷载,试验时传力性能应符合下列规定:

- 循环荷载第一次达到上限荷载 $0.8F_{ptk}$ 时,混凝土构件裂缝宽度不应大于 0.15 mm;
- 循环荷载最后一次达到下限荷载 $0.12F_{ptk}$ 时,混凝土构件裂缝宽度不应大于 0.15 mm;
- 循环荷载最后一次达到上限荷载 $0.8F_{ptk}$ 时,混凝土构件裂缝宽度不应大于 0.25 mm;
- 循环加载过程结束时,混凝土构件的裂缝宽度、纵向应变和横向应变读数应达到稳定;
- 循环加载后,继续加载至 F_{ptk} 时,锚垫板不应出现裂纹;
- 继续加载直至混凝土构件破坏。混凝土构件破坏时的实测破坏荷载 F_u 应符合式(2):

$$F_u \geq 1.1F_{ptk} \times \frac{f_{cm,e}}{f_{cm,o}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.1.4 低温锚固性能

非自然条件下有低温锚固性能要求的锚具应进行低温锚固性能试验并应符合下列规定:

- 低温下预应力筋-锚具组装件的实测极限抗拉力 F_{Ts} 不应低于常温下预应力筋实测平均极限

抗拉力 nF_{pm} 的 95%；

- b) 最大荷载时预应力筋受力长度的总伸长率 ϵ_{T_0} 应明示；
- c) 破坏形式应是预应力筋的破断，而不应由锚具的失效导致试验终止。

6.1.5 锚板强度

6 孔及以上的夹片式锚具的锚板应进行强度检验，并应符合下列规定：静载锚固性能试验合格并卸载之后的锚板表面直径中心的残余挠度不应大于配套锚垫板上口直径 D 的 $1/600$ 。

6.1.6 内缩量

采用无顶压张拉工艺时， $\phi 15.2$ 钢绞线用夹片式锚具的预应力筋内缩量不宜大于 6 mm。

6.1.7 锚口摩擦损失

夹片式锚具的锚口摩擦损失不宜大于 6%。

6.1.8 张拉锚固工艺

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

6.2 夹具

6.2.1 夹具的静载锚固性能应符合式(3)：

$$\eta_s = \frac{F_{Ts}}{F_{pk}} \geq 0.95 \quad \dots\dots\dots (3)$$

6.2.2 预应力筋-夹具组装件的破坏形式应是预应力筋的破断，而不应由夹具的失效导致试验终止。

6.3 连接器

张拉后永久留在混凝土结构或构件中的连接器，其性能应符合 6.1 的规定；张拉后还需要放张和拆卸的连接器，其性能应符合 6.2 的规定。

7 试验方法

7.1 一般规定

7.1.1 试验用预应力筋

7.1.1.1 试验用预应力钢材的力学性能应分别符合 GB/T 5223、GB/T 5223.3、GB/T 5224 和 GB/T 20065 等的规定，试验用纤维增强复合材料筋的力学性能应符合 GB/T 26743 或 JG/T 351 的规定，试验用其他预应力筋的力学性能应符合国家现行相关标准的规定。

7.1.1.2 试验用预应力筋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。

7.1.1.3 应在预应力筋有代表性的部位取至少 6 根试件进行母材力学性能试验，试验结果应符合国家现行标准的规定，每根预应力筋的实测抗拉强度在相应的预应力筋标准中规定的等级划分均应与受检锚具、夹具或连接器的设计等级相同。

7.1.1.4 试验用索体试件应在成品索体上直接截取，试件数量不应少于 3 根。

7.1.1.5 已受损伤或者有接头的预应力筋不应用于组装件试验。

7.1.2 试验用预应力筋-锚具、夹具或连接器组装件

7.1.2.1 试验用的预应力筋-锚具、夹具或连接器组装件由产品零件和预应力筋组装而成。

7.1.2.2 试验用锚具、夹具或连接器应采用外观、尺寸和硬度检验合格的产品。组装时不应在锚固零件上添加或擦除影响锚固性能的介质。

7.1.2.3 多根预应力筋的组装件中各根预应力筋应等长、平行、初应力均匀,其受力长度不应小于 3 m。

7.1.2.4 单根钢绞线的组装件及钢绞线母材力学性能试验用的试件,钢绞线的受力长度不应小于 0.8 m;试验用其他单根预应力筋的组装件及母材力学性能试验用的试件,预应力筋的受力长度可按照试验设备及国家现行相关标准确定。

7.1.2.5 静载锚固性能试验用拉索试件应保证索体的受力长度符合表 3 的规定,疲劳荷载性能试验用拉索试件索体的受力长度不应小于 3 m。

表 3 索体的受力长度

单位为毫米

索体的公称直径 d	索体的受力长度 l
≤ 100	$\geq 30 d$
> 100	$\geq 3\ 000$

7.1.2.6 对于预应力筋在被夹持部位不弯折的组装件(全部锚筋孔均与锚板底面垂直),各根预应力筋应平行受拉,侧面不应设置有碍受拉或与预应力筋产生摩擦的接触点(见图 1);如预应力筋的被夹持部位与组装件的轴线有转向角度(锚筋孔与锚板底面不垂直或连接器的挤压头需倾斜安装等),应在设计转角处加装转向约束钢环,组装件受拉力时,该转向约束钢环与预应力筋之间不应发生相对滑动。

7.1.3 试验设备及仪器

试验机的测力系统应按照 GB/T 16825.1 的规定进行校准,并且其准确度不应低于 1 级;预应力筋总伸长率测量装置在测量范围内,示值相对误差不应超过 $\pm 1\%$ 。

7.2 外观、尺寸及硬度检验

7.2.1 产品外观应用目测法检验;锚板和连接器体应按 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。

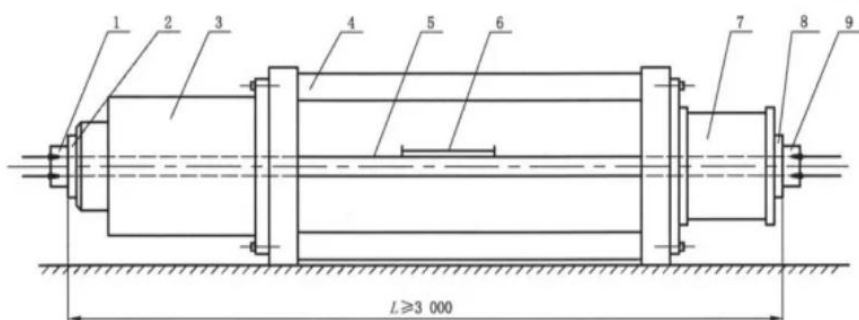
7.2.2 产品尺寸应用直尺、游标卡尺、螺旋千分尺和塞环规等量具检验。

7.2.3 硬度检验应根据产品技术文件规定的表面位置、硬度值种类、硬度范围,选用相应的硬度测量仪器,按 GB/T 230.1 或 GB/T 231.1 的规定执行。

7.3 静载锚固性能试验

7.3.1 预应力筋-锚具或夹具组装件可按图 2 的装置进行静载锚固性能试验,受检锚具下方安装的环形支承垫板内径应与受检锚具配套使用的锚垫板上口直径一致;预应力筋-连接器组装件可按图 3 的装置进行静载锚固性能试验,被连接段预应力筋(件 13)安装预紧时,可在试验连接器(件 8)下临时加垫对开垫片,加载后可适时撤除;单根预应力筋的组装件还可在钢绞线拉伸试验机上按 GB/T 21839 的规定进行静载锚固性能试验。

单位为毫米

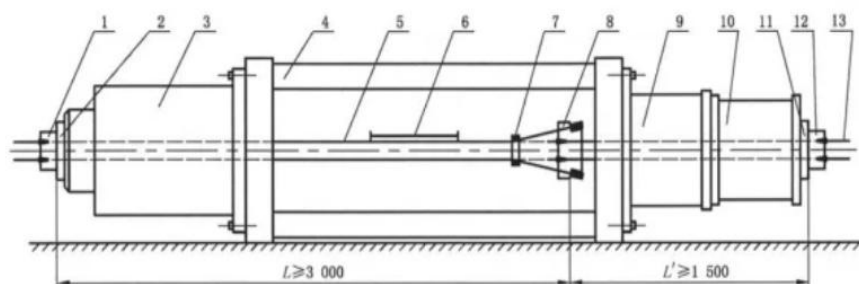


说明:

- 1、9——试验锚具或夹具;
- 2、8——环形支承垫板;
- 3——加载用千斤顶;
- 4——承力台座;
- 5——预应力筋;
- 6——总伸长率测量装置;
- 7——荷载传感器。

图2 预应力筋-锚具或夹具组装件静载锚固性能试验装置示意图

单位为毫米



说明:

- 1、12——试验锚具;
- 2、11——环形支承垫板;
- 3——加载用千斤顶;
- 4——承力台座;
- 5——续接段预应力筋;
- 6——总伸长率测量装置;
- 7——转向约束钢环;
- 8——试验连接器;
- 9——附加承力圆筒或穿心式千斤顶;
- 10——荷载传感器;
- 13——被连接段预应力筋。

图3 预应力筋-连接器组装件静载锚固性能试验装置示意图

7.3.2 受检预应力筋-锚具、夹具或连接器组装件应安装全部预应力筋。

7.3.3 加载之前应先将各种测量仪表安装调试正确,将各根预应力筋的初应力调试均匀,初应力可取

预应力筋公称抗拉强度 f_{pk} 的 5%~10%；总伸长率测量装置的标距不宜小于 1 m。

7.3.4 加载步骤应符合下列规定：

- a) 对预应力筋分级等速加载，加载步骤应符合表 4 的规定，加载速度不宜超过 100 MPa/min；加载到最高一级荷载后，持荷 1 h；然后缓慢加载至破坏；

表 4 静载锚固性能试验的加载步骤

单位为兆帕

预应力筋类型	每级应施加的荷载
预应力钢材	$0.20F_{pk} \rightarrow 0.40F_{pk} \rightarrow 0.60F_{pk} \rightarrow 0.80F_{pk}$
纤维增强复合材料筋	$0.20F_{pk} \rightarrow 0.40F_{pk} \rightarrow 0.50F_{pk}$

- b) 用试验机或承力台座进行单根预应力筋的组装件静载锚固性能试验时，加载速度可加快，但不宜超过 200 MPa/min；加载到最高一级荷载后，持荷时间可缩短，但不应少于 10 min，然后缓慢加载至破坏；
- c) 除采用夹片式锚具的钢绞线拉索以外，其他拉索的加载步骤应符合下列规定：由 $0.1F_{pk}$ 开始，每级增加 $0.1F_{pk}$ ，持荷 5 min，加载速度不大于 100 MPa/min，逐级加载至 $0.8F_{pk}$ ；持荷 30 min 后继续加载，每级增加 $0.05F_{pk}$ ，持荷 5 min，逐级加载直到破坏；
- d) 对于非鉴定性试验，试验过程中，当测得的 η_a 、 η_s 、 ε_{T_0} 满足 6.1.1 或 6.2 后可终止试验。

7.3.5 试验过程中应对下列内容进行测量、观察和记录：

- a) 荷载为 $0.1F_{pk}$ 时总伸长率测量装置的标距和预应力筋的受力长度；
- b) 选取有代表性的若干根预应力筋，测量试验荷载从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时，预应力筋与锚具、夹具或连接器之间的相对位移 Δa (图 4)；

单位为毫米

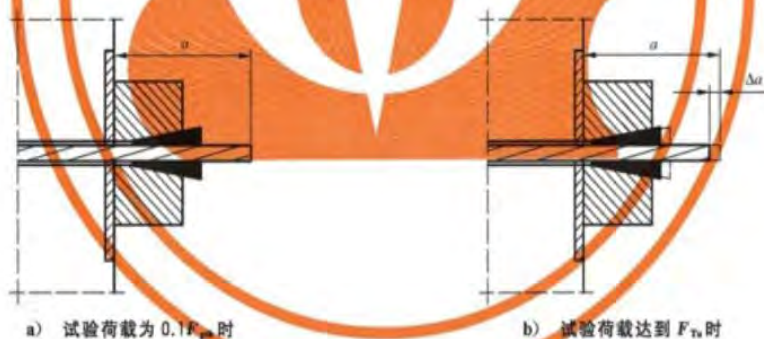


图 4 试验期间预应力筋与锚具、夹具或连接器之间的相对位移示意图

- c) 组装件的实测极限抗拉力 F_{T_0} ；
- d) 试验荷载从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时总伸长率测量装置标距的增量 ΔL_1 ，并按式(4)计算预应力筋受力长度的总伸长率 ε_{T_0} ；

$$\varepsilon_{T_0} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2}{L_1 - \Delta L_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔL_1 ——试验荷载从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时，总伸长率测量装置标距的增量，单位为毫米(mm)；

ΔL_2 ——试验荷载从 0 增长到 $0.1F_{pk}$ 时，总伸长率测量装置标距增量的理论计算值，单位为毫米(mm)；

L_1 ——总伸长率测量装置在试验荷载为 $0.1F_{pk}$ 时的标距,单位为毫米(mm)。

- e) 如采用测量加载用千斤顶活塞位移量计算预应力筋受力长度的总伸长率 ε_{T_0} ,应按式(5)计算;

$$\varepsilon_{T_0} = \frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 - \sum \Delta a}{L_2 - \Delta L_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

ΔL_1 ——试验荷载从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时,加载用千斤顶活塞的位移量,单位为毫米(mm);

ΔL_2 ——试验荷载从 0 增长到 $0.1F_{pk}$ 时,加载用千斤顶活塞位移量的理论计算值,单位为毫米(mm);

$\sum \Delta a$ ——试验荷载从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时,预应力筋端部与锚具、夹具或连接器之间的相对位移之和,单位为毫米(mm);

L_2 ——试验荷载为 $0.1F_{pk}$ 时,预应力筋的受力长度,单位为毫米(mm)。

- f) 组装件的破坏部位与形式应符合下列规定:夹片式锚具、夹具或连接器的夹片在加载到最高一级荷载时不允许出现裂纹或断裂;在满足 6.1.1 或 6.2 后允许出现微裂和纵向断裂,不应出现横向、斜向断裂及碎断;预应力筋激烈破断冲击引起的夹片破坏或断裂属正常情况;握裹式锚具的静载锚固性能试验,在满足 6.1.1 后失去握裹力时,属正常情况。

7.3.6 应进行 3 个组装件的静载锚固性能试验,全部试验结果均应作出记录。3 个组装件的试验结果均应符合 6.1.1 或 6.2 的规定,不应以平均值作为试验结果。

7.3.7 预应力筋为钢绞线时,如果钢绞线在锚具、夹具或连接器以外非夹持部位破断,且不符合 6.1.1 或 6.2 的规定,应更换钢绞线重新取样做试验。

7.3.8 检验报告除数据记录外,还应包括破坏部位及形式的图像记录,并有准确的文字述评。

7.4 疲劳荷载性能试验

7.4.1 预应力筋-锚具或连接器组装件的疲劳荷载性能试验应在疲劳试验机上进行,受检组装件宜安装全部预应力筋;当疲劳试验机能力不够时,预应力筋根数可减少,但不应少于实际根数的 1/2,且与预应力筋中心线偏角最大的预应力筋应包括在试验范围内。

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

7.4.3 加载频率不应超过 500 次/min。

7.4.4 拉索的疲劳荷载性能试验应按拉索的国家现行相关标准执行。

7.4.5 应连续进行 3 个组装件的疲劳荷载性能试验,试验过程中应对下列内容进行观察和记录:

- 试验锚具或连接器及预应力筋的疲劳损伤及变形情况;
- 疲劳破坏的预应力筋的断裂位置、数量及相应的循环次数。

7.5 锚固区传力性能试验

锚固区传力性能试验按附录 A 的规定执行。

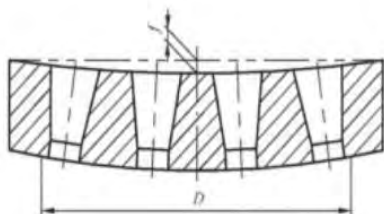
7.6 低温锚固性能试验

低温锚固性能试验按附录 B 的规定执行。

7.7 锚板强度检验

7.7.1 取通过静载锚固性能试验并合格的锚板按图 4 所示测量锚板表面中心的残余挠度 f 。

单位为毫米



说明:

 D —— 配套锚垫板上口的直径; f —— 锚板表面中心的残余挠度。

图 5 锚板表面中心的残余挠度测量示意图

7.7.2 每种型号锚板应测量 3 件。3 件锚板的强度检验结果均应符合 6.1.5 的规定。

7.8 内缩量试验

内缩量试验按附录 C 的规定执行。

7.9 锚口摩擦损失试验

锚口摩擦损失试验按附录 D 的规定执行。

7.10 张拉锚固工艺试验

7.10.1 根据预应力张拉锚固体系的构造,设计制作专门的钢筋混凝土构件作为试验平台,钢筋混凝土构件长度不应小于 3 m。也可在施工现场进行试验。

7.10.2 混凝土构件中应包含多种弯曲和直线孔道、锚垫板、螺旋筋等,各种预埋件均应埋入混凝土中。

7.10.3 试验时采用的张拉设备及附件应与锚具配套,限位板应使用锚具生产厂家的配套产品。

7.10.4 按 $0.2F_{pk}$ 、 $0.4F_{pk}$ 、 $0.6F_{pk}$ 、 $0.8F_{pk}$ 进行分级张拉,进行至少 3 次最大张拉力为 $0.8F_{pk}$ 的张拉、锚固和放松操作。

7.10.5 通过张拉锚固工艺试验观察:

- 本预应力体系是否具有临时锚固的可能性;
- 当张拉发生故障时,是否能将预应力筋全部或部分放松。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 锚具、夹具和连接器的检验分出厂检验和型式检验。

8.1.2 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品鉴定或老产品转厂生产时;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 正常生产时,每 3 年进行一次检验;
- 产品停产 2 年后,恢复生产时。

8.2 检验项目

出厂检验和型式检验的检验项目应符合表 5 的规定。

表 5 产品检验项目

锚具、夹具和连接器类别	检验项目	出厂检验	型式检验	要求	试验方法
锚具及永久留在混凝土结构或构件中的连接器	外观	✓	✓	5.3.1	7.2.1
	尺寸	✓	✓	5.3.2	7.2.2
	硬度	✓	✓	5.3.3	7.2.3
	静载锚固性能	✓	✓	6.1.1	7.3
	疲劳荷载性能		✓	6.1.2	7.4
	锚固区传力性能		✓	6.1.3	附录 A
	低温锚固性能(有低温锚固性能要求的锚具)		✓	6.1.4	附录 B
	锚板强度(夹片式锚具)		✓	6.1.5	7.7
	内缩量(夹片式锚具)		✓	6.1.6	附录 C
	锚口摩擦损失(夹片式锚具)		✓	6.1.7	附录 D
	张拉锚固工艺		✓	6.1.8	7.10
夹具及张拉后将要张拉和拆卸的连接器	外观	✓	✓	5.3.1	7.2.1
	尺寸	✓	✓	5.3.2	7.2.2
	硬度	✓	✓	5.3.3	7.2.3
	静载锚固性能	✓	✓	6.2	7.3

8.3 组批和抽样

8.3.1 出厂检验

8.3.1.1 出厂检验时,每批产品的数量是指同一种规格的产品,同一批原材料,用同一种工艺一次投料生产的数量。每个抽检组批不应超过 2 000 件(套),并应符合下列规定:

- 外观、尺寸:抽样数量不应少于 5% 且不应少于 10 件(套);
- 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);
- 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。

8.3.1.2 连续生产时,出厂检验可按月取样进行,并应符合下列规定:

- 外观、尺寸:抽样数量不应少于月生产量的 5%;
- 硬度(有硬度要求的零件):抽样数量不应少于月生产量的 3%;
- 静载锚固性能:同一规格锚具、夹具或连接器抽样数量每两月不应少于 3 个组装件的用量;
- 上述检验结果如质量不稳定,应增加取样。

8.3.2 型式检验

8.3.2.1 对同一系列的产品,应按下列规定分组,并在每组中各选用一种规格的有代表性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 孔及以上为大规格组。锚固区传力性能试验的分组应符合附录 A 的规定。

8.3.2.2 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组批数量不应少于 30 件(套),抽样数量应符合下列规定:

- a) 外观、尺寸及硬度(有硬度要求的产品):12件(套);
- b) 静载锚固性能:3个组装件的用量;
- c) 疲劳荷载性能:3个组装件的用量;
- d) 锚板强度:应在已通过静载锚固性能试验并合格的锚板中抽取3件;
- e) 内缩量、锚口摩擦损失、锚固区传力性能和张拉锚固工艺:各抽取3组试验的用量;
- f) 低温锚固性能:对有低温锚固性能要求的锚具,应抽取1个组装件的用量。

8.3.2.3 夹具及张拉后将要放张和拆卸的连接器的型式检验组批数量不应少于12件(套),抽样数量应符合下列规定:

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

8.4 检验结果的判定

8.4.1 出厂检验

8.4.1.1 外观

所有受检样品均应符合要求,如有1个零件不符合要求,则应对本批全部产品进行逐件检验,符合要求者判定该零件外观合格。

8.4.1.2 尺寸、硬度

所有受检样品均应符合规定,如有1个零件不符合规定,应另取双倍数量的零件重新检验;如仍有1个零件不符合要求,则应对本批产品进行逐件检验,符合要求者判定该零件该性能合格。

8.4.1.3 静载锚固性能

3个组装件中如有2个组装件不符合要求,应判定该批产品不合格;3个组装件中如有1个组装件不符合要求,应另取双倍数量的样品重做试验,如仍有不符合要求者,应判定该批产品出厂检验不合格。

8.4.2 型式检验

8.4.2.1 外观、尺寸、硬度、静载锚固性能、疲劳荷载性能、锚固区传力性能、低温锚固性能、锚板强度

以上项目中有任何一项不合格者,型式检验判为不合格。

8.4.2.2 内缩量、锚口摩擦损失

内缩量和锚口摩擦损失为测量数据的项目,不作合格性判定。

8.4.2.3 张拉锚固工艺

该项目为检验锚具对张拉工艺的适应性的项目,不作合格性判定。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

在夹片大端平面、锚板和连接器体锥孔大端平面、锚垫板大端平面应有企业标志和产品规格的标识。

9.2 包装

9.2.1 锚具、夹具和连接器出厂时应经防锈处理后成箱包装。

9.2.2 包装箱外壁明显位置上应标明：制造厂名、产品名称、规格、型号、产品批号和出厂日期。

9.2.3 产品出厂装箱时应附带下列文件，并装入防潮文件袋内：

- a) 产品合格证；
- b) 产品说明书；
- c) 装箱单。

9.2.4 产品合格证应包括以下内容：

- a) 型号和规格；
- b) 适用的预应力筋品种、规格、强度等级；
- c) 产品批号；
- d) 出厂日期；
- e) 有签章的质量合格文件；
- f) 厂名、厂址。

9.2.5 产品说明书的编制应符合 GB/T 9969 的规定，并应包括以下内容：

- a) 产品使用工艺；
- b) 产品对预应力筋的匹配要求；
- c) 产品应用技术参数；
- d) 允许施加全部预加力时混凝土构件应达到的特征抗压强度；
- e) 如产品为夹片式锚具，应说明在张拉过程中配套使用的限位板的标准限位距离即限位板凹槽深度，预应力筋直径有误差时限位距离的修正数据或计算方法；
- f) 内缩量(夹片式锚具)；
- g) 锚口摩阻损失(夹片式锚具)。

9.2.6 产品包装的其他技术条件应符合 JB/T 5000.13 的规定。

9.3 运输和贮存

9.3.1 在运输、贮存过程中，锚具、夹具、连接器、锚垫板和螺旋筋均应妥善保管，避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤或散失。

9.3.2 产品应存放在通风良好、防潮、防晒和防腐蚀的仓库内，临时性的防护措施不应影响安装操作的效果和永久性防锈措施的实施。

附录 A
(规范性附录)
锚固区传力性能试验方法

A.1 一般规定

A.1.1 对设计方法和材料相同的同一系列夹片式锚具产品,应选用 7 孔、12 孔、19 孔等规格的锚具及配套锚垫板和螺旋筋进行试验;19 孔以上的锚具及配套锚垫板和螺旋筋,应在工程应用时由设计单位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.1.3 其他形式的锚具可参照本附录进行试验。

A.2 混凝土构件制作

A.2.1 制作的混凝土棱柱体构件中所包含的锚垫板、螺旋筋和预应力筋孔道应与体系规格表或设计选用的产品相同,规格应配套,预埋时位置应对中。

A.2.2 混凝土构件的尺寸应符合下列规定:

a) 混凝土构件的截面积按式(A.1)计算:

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

式中:

A_c ——混凝土构件的截面积,单位为平方毫米(mm^2);

a, b ——锚具应用技术参数或设计给定的每个方向的锚具中心最小间距和锚具中心到构件边缘最小距离 2 倍的较小值,其中 $b \geq a$,单位为毫米(mm)。

b) 当 a 和 b 相差很大的时候,可以进行调整,调整后的混凝土构件边长 a' 和 b' 应满足式(A.2)、式(A.3)和式(A.4):

$$a' \leq a/0.85 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$b' \geq b/1.15 \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$A_c = a' \times b' = a \times b \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

a' ——调整后混凝土构件的短边边长,单位为毫米(mm);

b' ——调整后混凝土构件的长边边长,单位为毫米(mm)。

c) 混凝土构件的高度 h 应满足式(A.5):

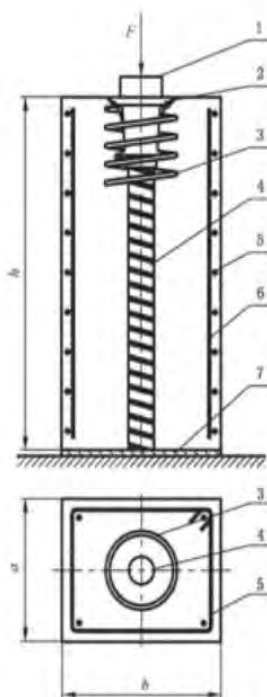
$$h \geq 2b \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

A.2.3 沿混凝土构件高度方向应均匀布置箍筋,每立方米混凝土内箍筋不应超过 50 kg;全部纵向钢筋总截面积不宜大于构件截面积 A_c 的 0.3%;箍筋的混凝土保护层厚度可为 15 mm。

A.2.4 构件混凝土应按体系允许施加全部预加力时应达到的混凝土特征抗压强度 $f_{ck,0}$ 进行配制,混凝土强度发展时间不宜少于 15 天;构件制作时应同时制备多组混凝土立方体试件,混凝土构件与混凝土立方体试件应同时拆模,同条件养护。

A.3 试验方法

A.3.1 锚固区传力性能试验可按图 A.1 的装置进行,加载方式可为压力机加载。



说明:

- 1——锚板;
- 2——锚垫板;
- 3——螺旋筋;
- 4——预应力筋孔道;
- 5——附加表层箍筋;
- 6——辅助纵向钢筋;
- 7——找平层。

图 A.1 锚固区传力性能试验示意图

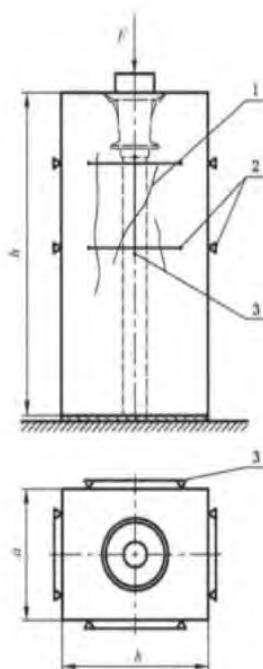
A.3.2 裂缝宽度测量仪器和应变测量位移计的分辨率不宜低于 0.01 mm; 测量装置安装方法如图 A.2 所示, 距锚垫板较近的横向应变测量装置距混凝土构件上表面的距离约为锚垫板高度的 1.1 倍, 垂直应变测量位移计的标距范围约为 $0.6b \sim 0.8b$ 。

A.3.3 同条件养护混凝土立方体试件的实测平均抗压强度 $f_{cm,e}$ 满足式(A.6)时可以开始试验。试验持续时间超过 10 h 时, 应在混凝土构件加载至破坏时重新测定混凝土立方体试件的强度 $f_{cm,e}$, 并用于判定 F_u 。

$$f_{cm,e} \leq f_{cm,0} + 4 \text{ MPa}, f_{cm,0} = 1.15 \times f_{ck,0} \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

A.3.4 加载时应确保混凝土构件受压端面受力均匀, 避免偏心、扭转和冲击; 加载速度不宜超过 100 MPa/min; 按 $0.2F_{pk}$ 、 $0.4F_{pk}$ 、 $0.6F_{pk}$ 、 $0.8F_{pk}$ 分级加载, 荷载达到 $0.8F_{pk}$ 后, 进行至少 10 次慢速循环加载, 上限荷载为 $0.8F_{pk}$, 下限荷载为 $0.12F_{pk}$; 循环加载后, 逐步增加荷载直至混凝土构件破坏 (图 A.3)。

单位为毫米



说明:

1——裂缝;

2——横向应变测量装置;

3——垂直应变测量装置;

图 A.2 应变测量装置安装示意图

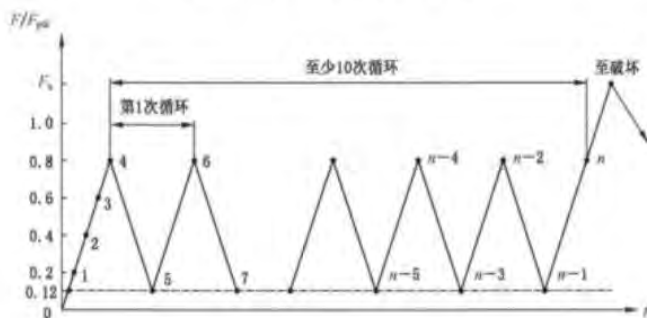


图 A.3 锚固区传力性能试验加载程序

A.3.5 循环加载过程中,每次加载到上限荷载和下限荷载时对混凝土构件的裂缝宽度和应变进行测量,循环加载的次数取决于裂缝宽度和应变的稳定性;当测得的裂缝宽度和应变达到满意的稳定状态后停止循环加载。

A.3.6 当裂缝宽度在荷载达到上限荷载时符合式(A.7),就可认定裂缝宽度已经稳定(图 A.4)。

$$w_n - w_{n-4} \leq \frac{1}{3} (w_{n-4} - w_0), n \geq 10 \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

式中:

w_n ——第 n 次加载达到上限荷载时混凝土构件的裂缝宽度,单位为毫米(mm);

w_{n-4} ——第 $n-4$ 次加载达到上限荷载时混凝土构件的裂缝宽度,单位为毫米(mm);

w_0 ——第 1 次加载达到上限荷载时混凝土构件的裂缝宽度,单位为毫米(mm);

n ——循环加载程序的循环次数。

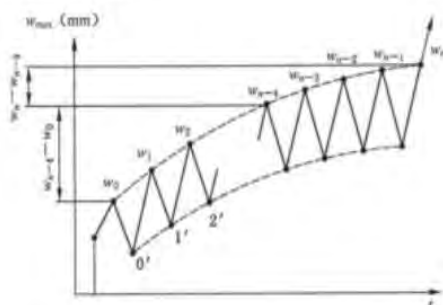


图 A.4 混凝土构件的裂缝宽度稳定性评估

A.3.7 当应变的增量在荷载达到上限荷载时符合式(A.8),就可认定纵向和横向应变已经稳定(图 A.5)。

$$\varepsilon_n - \varepsilon_{n-4} \leq \frac{1}{3} (\varepsilon_{n-4} - \varepsilon_0), n \geq 10 \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

ε_n ——第 n 次加载达到上限荷载时混凝土构件表面的纵向应变和横向应变, (%);

ε_{n-4} ——第 $n-4$ 次加载达到上限荷载时混凝土构件表面的纵向应变和横向应变, (%);

ε_0 ——第 1 次加载达到上限荷载时混凝土构件表面的纵向应变和横向应变, (%).

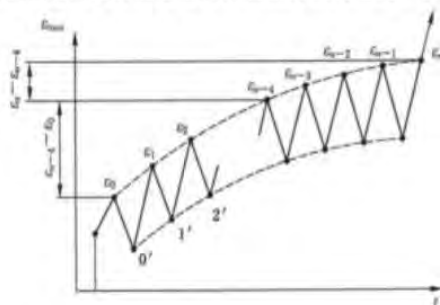


图 A.5 混凝土构件的应变稳定性评估

A.3.8 在试验过程中,应对下列内容进行量测、观察并记录:

- 混凝土构件侧面裂缝的发生、宽度及扩展情况;
- 实测极限荷载 F_u ;
- 锚垫板的变形和开裂;
- 混凝土构件的破坏位置和形式。

A.4 检验报告

锚固区传力性能试验的检验报告应包括下列内容:

- a) 试验基本情况:试验时间、委托单位、试验单位、记录人、审核人和批准人等信息;
- b) 锚具产品的基本情况:锚垫板型号、尺寸、重量以及螺旋筋的圈径、螺距、圈数和钢筋种类和直径等;
- c) 混凝土构件基本情况:构件尺寸,附加表层箍筋的钢筋种类、直径和间距,附加纵筋的钢筋种类、直径和布置情况,混凝土种类和试验时混凝土构件的抗压强度;
- d) 采用的试验方法和试验装置情况;
- e) 测量的裂缝和荷载数据;
- f) 相关的图片和照片;
- g) 检验的主要结论。

附录 B
(规范性附录)
低温锚固性能试验方法

B.1 一般规定

低温锚固性能试验宜选取工程用最大规格的锚具组成预应力筋-锚具组装件, 组装件应符合 7.1.2 的规定。

B.2 试验方法

B.2.1 可按图 B.1 的装置进行低温锚固性能试验, 并应符合下列规定:

- a) 温度传感器测温范围应满足 $-200\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求, 误差不应超过 $\pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 预应力筋的受力长度不应小于 3 m, 总伸长率测量装置的标距不应小于 1 m。

单位为毫米

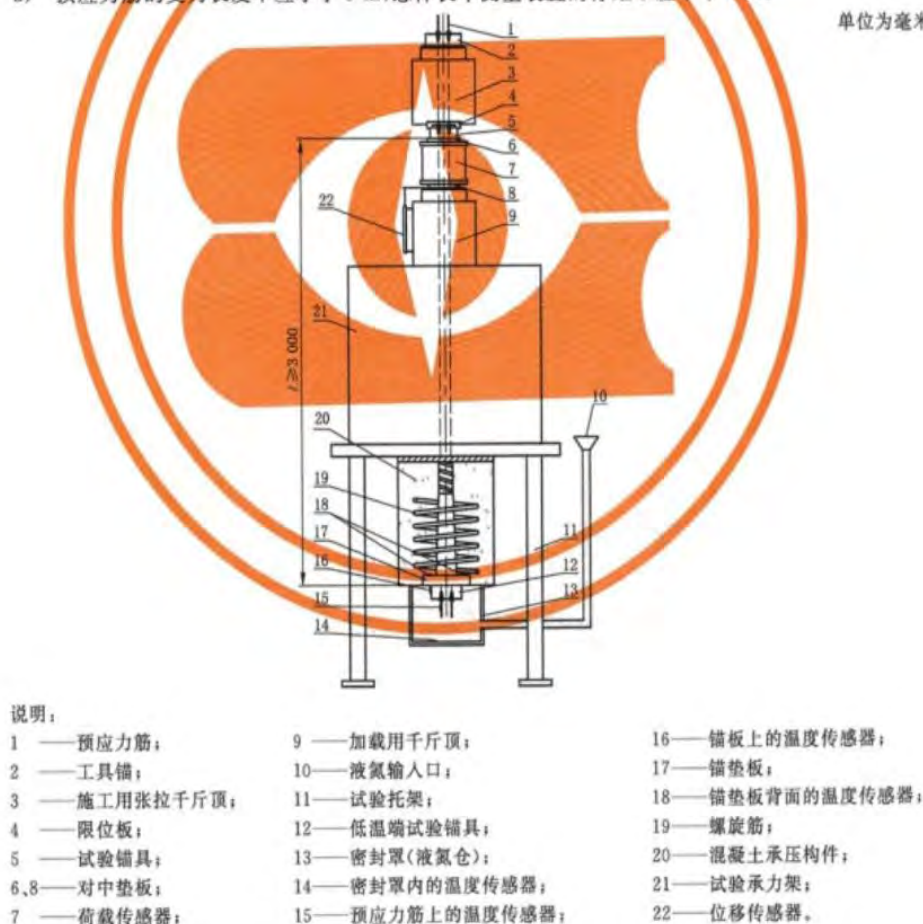
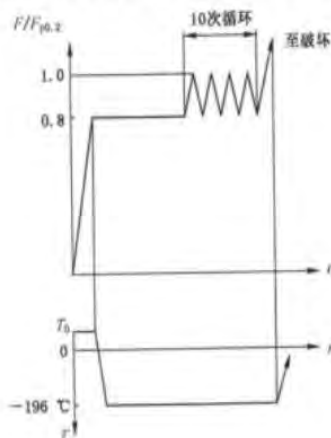


图 B.1 低温锚固性能试验装置示意图

B.2.2 试验加载步骤应符合下列规定：

- 采用施工用张拉千斤顶对组装件按 $0.2F_{pk}$ 、 $0.4F_{pk}$ 、 $0.6F_{pk}$ 、 $0.8F_{pk}$ 分 4 级等速加载，荷载达到 $0.8F_{pk}$ 后锚固，加载速度不宜大于 100 MPa/min ；
- 采用加载用千斤顶继续加载，荷载达到 $0.8F_{pk}$ 时持荷 1 h ；
- 随后将组装件下端的温度由室温 T_0 降低，直至锚板上的温度传感器所测温度达到 -196°C ，降温过程中荷载应保持在 $0.8F_{pk}$ 不变；
- 待锚垫板背面的温度传感器所测温度稳定后，应进行 10 次循环加载，循环加载时的荷载下限为 $0.8F_{pk}$ ，荷载上限为室温下预应力筋非比例延伸率为 0.2% 时的抗拉屈服力 $F_{p0.2}$ (图 B.2)；



说明：

F —— 预应力筋的试验荷载，单位为千牛 (kN)；

$F_{p0.2}$ —— 预应力筋非比例延伸率为 0.2% 时的抗拉屈服力，单位为千牛 (kN)；

T —— 锚板上的温度传感器所测温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

T_0 —— 试验开始时锚板上的温度传感器所测温度，单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)；

t —— 试验时间，单位为小时 (h)。

图 B.2 低温锚固性能试验的加载程序

- 循环加载结束后，采用加载用千斤顶继续加载直到试件破坏；当测得的 F_{T_0} 符合 6.1.4 后可终止试验。

B.2.3 试验时应量测、观察并记录下列内容：

- 根据荷载传感器和位移传感器的测量值，绘制组装件荷载-预应力筋伸长值曲线图；
- 预应力筋的张拉力为 $0.1F_{pk}$ 时总伸长率测量装置的标距；
- 实测极限拉力 F_{T_0} ；
- 张拉力从 $0.1F_{pk}$ 增长到 F_{T_0} 时总伸长率测量装置标距的增量，并按式 (2) 计算预应力筋受力长度的总伸长率 ε_{T_0} ；
- 组装件破坏的位置及形式。

附 录 C
(规范性附录)
内缩量试验方法

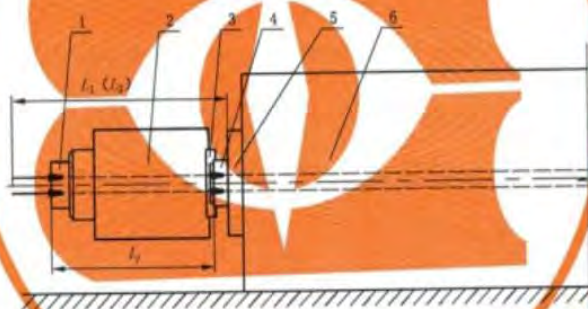
C.1 一般规定

- C.1.1 本项试验可在台座或混凝土承压构件上进行,台座或混凝土承压构件长度不应小于 3 m。
C.1.2 试验时采用的锚具、张拉机具及附件应配套,限位板应使用锚具生产厂家的配套产品。
C.1.3 锚具、千斤顶、荷载传感器、预应力筋应同轴对中。
C.1.4 预应力筋的内缩量可采用直接测量法或间接测量法进行测量。
C.1.5 试验中的张拉控制力 N_{con} 宜取 $0.8F_{pk}$ 。
C.1.6 同一规格的锚具应测量 3 套,并应取其平均值作为该规格夹片式锚具预应力筋的内缩量。

C.2 直接测量法

- C.2.1 可按图 C.1 的装置进行测量。

单位为毫米



说明:

- 1——工具锚;
2——施工用张拉千斤顶;
3——限位板;
4——试验锚具;
5——锚垫板;
6——台座或混凝土承压构件。

图 C.1 内缩量直接测量法试验装置示意图

- C.2.2 张拉力达到 N_{con} 并持荷待伸长稳定后,测量预应力筋在锚垫板外的长度 L_1 、预应力筋在工作锚与工具锚之间的长度 L_j ;当千斤顶回油至油压为 1 MPa 时,测量预应力筋在锚垫板外的长度 L_2 。
C.2.3 应按式(C.1)和式(C.2)计算预应力筋的内缩量。

$$a = L_1 - L_2 - \Delta l \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

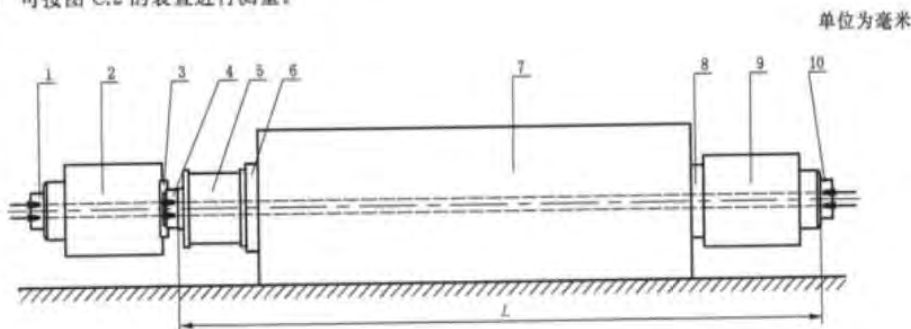
$$\Delta l = \frac{N_{con} \times L_j}{E_p \times A_p} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- a —— 预应力筋的内缩量,单位为毫米(mm);
- L_1 —— 在张拉控制力下,预应力筋在锚垫板外的长度,单位为毫米(mm);
- L_2 —— 当千斤顶回油至油压为 1 MPa 时,预应力筋在锚垫板外的长度,单位为毫米(mm);
- Δl —— 在张拉控制力下,工作锚和工具锚之间预应力筋的理论伸长值,单位为毫米(mm);
- N_{con} —— 张拉控制力,单位为牛(N);
- L_f —— 零应力状态下预应力筋在工作锚和工具锚之间的长度,近似取为张拉控制力下预应力筋在工作锚和工具锚之间的长度,单位为毫米(mm);
- E_p —— 预应力筋的弹性模量,单位为牛每平方米(N/mm^2)。

C.3 间接测量法

C.3.1 可按图 C.2 的装置进行测量。



说明:

- 1,10 —— 工具锚;
- 2 —— 施工用张拉千斤顶;
- 3 —— 限位板;
- 4 —— 试验锚具;
- 5 —— 荷载传感器;
- 6,8 —— 钢垫板;
- 7 —— 台座或混凝土承压构件;
- 9 —— 加载用千斤顶。

图 C.2 内缩量间接测量法试验装置示意图

C.3.2 安装时应先将加载用千斤顶的活塞伸出适当长度并关闭回油腔。启动施工用张拉千斤顶,当张拉力达到 N_{con} 并持荷待伸长稳定后,记录荷载传感器读数 P_1 ;当施工用张拉千斤顶回油至油压为 1 MPa 时,记录荷载传感器读数 P_2 。

C.3.3 应按式(C.3)计算预应力筋的内缩量。

$$a = \frac{(P_1 - P_2) \times L}{E_p \times A_p} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- P_1 —— 在张拉控制力下,荷载传感器的读数,单位为牛(N);
- P_2 —— 当施工用张拉千斤顶回油至油压为 1 MPa 时,荷载传感器的读数,单位为牛(N);
- L —— 零应力状态下预应力筋的受力长度,近似取为张拉控制力下预应力筋的受力长度,单位为毫米(mm)。

附录 D

(规范性附录)

锚口摩阻损失试验方法

D.1 一般规定

D.1.1 试验用混凝土承压构件锚固区配筋及构造钢筋应符合 A.2 的要求,混凝土构件的高度 h 不应小于构件截面的长边边长 b 。

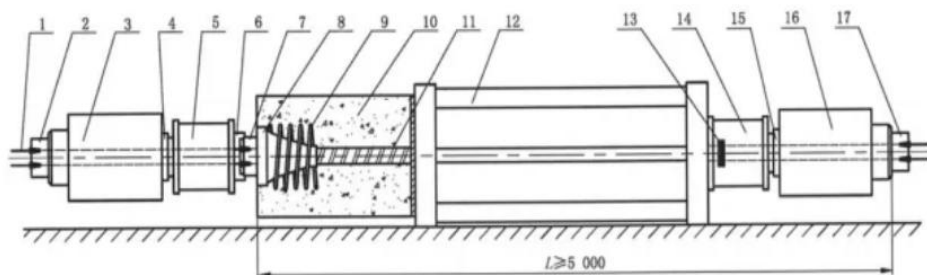
D.1.2 试验采用的张拉机具、锚具、锚垫板及附件应配套并安装齐备,限位板应使用锚具生产厂家的配套产品,锚具、千斤顶、荷载传感器、预应力筋应同轴对中,混凝土承压构件内管道应顺直。

D.1.3 同一规格产品应取 3 个组装件进行试验。

D.2 试验方法

D.2.1 可按图 D.1 的装置测定锚口摩阻损失,预应力筋的受力长度不宜小于 5 m。

单位为毫米



说明:

- 1 —— 预应力筋;
- 2、17 —— 工具锚;
- 3 —— 施工用张拉千斤顶;
- 4、15 —— 对中垫圈;
- 5 —— 主动端荷载传感器;
- 6 —— 限位板;
- 7 —— 试验锚具;
- 8 —— 锚垫板;
- 9 —— 螺旋筋;
- 10 —— 混凝土承压构件;
- 11 —— 预应力筋孔道;
- 12 —— 台座;
- 13 —— 钢质约束环;
- 14 —— 被动端荷载传感器;
- 16 —— 加载用千斤顶。

图 D.1 锚口摩阻损失试验装置示意图

D.2.2 试验应符合下列规定:

- a) 试验时应避免预应力筋在管道处产生摩擦,预留管道的内径应比锚垫板小口内径稍大;
- b) 应避免预应力筋在被动端产生摩擦,被动端的钢质约束环内径应比锚垫板小口内径稍小;
- c) 试验加载速度不宜大于 200 MPa/min;
- d) 试验时应分别按 $0.75F_{pk}$ 和 $0.8F_{pk}$ 进行分级张拉,每级持荷时间不应少于 1 min,每级持荷时均应测量两端荷载传感器的读数。

D.2.3 应按式(D.1)分别计算荷载为 $0.75F_{pk}$ 和 $0.8F_{pk}$ 时的锚口摩阻损失率,取其平均值作为该组装件的锚口摩阻损失率:

$$\delta = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\% \quad \text{.....(D.1)}$$

式中:

δ —— 锚口摩阻损失率;

P_1 —— 主动端荷载传感器的读数,单位为牛(N);

P_2 —— 被动端荷载传感器的读数,单位为牛(N)。

D.2.4 应取 3 个组装件的锚口摩阻损失率的平均值作为该规格锚具的锚口摩阻损失率。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 14370—2015

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

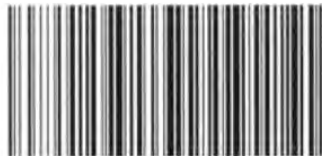
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销三月

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 54 千字
2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月第一次印刷

书号: 155066·1-52581 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 14370—2015