

# 中华人民共和国建筑工业行业标准

JG 160—2004

---

## 混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓

Expansion and undercut building anchors for use in concrete

2004-03-29 发布

2004-08-01 实施

---

中华人民共和国建设部 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 定义、符号 .....	1
4 分类与标记 .....	3
5 要求 .....	4
6 试验方法 .....	5
7 检验规则 .....	8
8 标志、产品说明书 .....	9
9 包装、运输及贮存 .....	10
附录 A (规范性附录) 试验数据处理 .....	11
附录 B (规范性附录) 混凝土试件 .....	12
附录 C (规范性附录) 钻头和锚孔 .....	13
附录 D (规范性附录) 锚栓安装 .....	14
附录 E (规范性附录) 试验用仪器设备 .....	15
附录 F (规范性附录) 专项性能要求及试验方法 .....	17

## 前 言

本标准第 5 章中 5.4.1.1、5.4.1.2、5.4.1.4 和 5.4.4 为强制性条文，其余为推荐性条文。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 都是规范性附录。

本标准由建设部标准定额研究所提出。

本标准由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口。

本标准由中国建筑科学研究院负责起草，北京榆树庄构件厂、哈尔滨工业大学、慧鱼（太仓）建筑锚栓有限公司、喜利得（中国）有限公司参加起草。

本标准主要起草人：杨志、董世民、邹超英、萧雯、陶梦兰、李丽萍、潘景龙、王稚、洪婉儿。

# 混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓

## 1 范围

本标准规定了以普通混凝土为基材的膨胀型、扩孔型建筑锚栓的分类、要求、性能等级、试验方法、检验规则、标志及包装、运输和贮存。

本标准适用于金属材料制造的、用于开裂或者非开裂普通混凝土上锚固的锚栓。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 175 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥

GB/T 193 普通螺纹 直径与螺距系列

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197 普通螺纹 公差

GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002, eqv ISO 6892:1998)

GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱(GB/T 3098.1—2000, idt ISO 898-1:1999)

GB/T 3098.2 紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹(GB/T 3098.2—2000, idt ISO 898-2:1992)

GB/T 3098.6 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱(GB/T 3098.6—2000, idt ISO 3506-1:1997)

GB/T 3098.15 紧固件机械性能 不锈钢螺母(GB/T 3098.15—2000, idt ISO 3506-2:1997)

GB/T 5267.1 紧固件 电镀层

GB/T 5267.2 紧固件 非电解锌片涂层

GB/T 14684 建筑用砂

GB/T 14685 建筑用卵石、碎石

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法

CECS 03 钻芯法检测混凝土强度技术规程

## 3 定义、符号

### 3.1 定义

本标准采用下列定义。

#### 3.1.1

**锚栓 anchors**

将被连接件锚固到已硬化的混凝土基材上的锚固组件。

#### 3.1.2

**膨胀型锚栓 expansion anchors**

利用膨胀件挤压锚孔孔壁形成锚固作用的锚栓。

#### 3.1.3

**扩孔型锚栓 undercut anchors**

通过锚孔底部扩孔与锚栓扩张件之间的锁键而形成锚固作用的锚栓。

3.1.4

**扭矩控制 torque controlled**

通过对锚栓施加扭矩来控制锚固作用的方式。

3.1.5

**位移控制 displacement controlled**

通过敲击膨胀套或膨胀锥产生位移来控制锚固作用的方式。

3.1.6

**锚固区 anchorage area**

锚栓传递的荷载在混凝土中的作用区域。

3.1.7

**混凝土锥体破坏 concrete cone failure**

在拉力作用下锚固区混凝土呈锥体破坏的形式。

3.1.8

**拔出破坏 pull-out failure**

在拉力作用下锚栓整体向混凝土表面滑移,最后整体拔出的破坏形式。

3.1.9

**穿出破坏 pull-through failure**

在拉力作用下锚栓膨胀锥从膨胀套中穿出的破坏形式。

3.1.10

**劈裂破坏 splitting failure**

沿锚栓轴或若干锚栓轴的连线产生混凝土裂缝的破坏形式。

3.1.11

**锚栓破坏 anchor failure**

在拉力或剪力作用下锚栓钢件断裂的破坏形式。

3.1.12

**基材 base material**

承载锚栓的母体材料,本标准指混凝土。

3.2 符号

本标准采用下列符号。

$A_s$ ——锚栓应力截面积,  $\text{mm}^2$ ;

$A_{sv}$ ——锚栓受剪部位截面积,  $\text{mm}^2$ ;

$c_{cr,sp}$ ——抗拉混凝土边缘破坏临界边距(简称抗拉临界边距),在拉力作用下混凝土边缘破坏时抗拉承载力不降低的锚栓与混凝土试件边缘最小距离,  $\text{mm}$ ;

$c_{min}$ ——最小边距,安装锚栓时不引起混凝土边缘破坏的锚栓与混凝土试件边缘的最小距离,  $\text{mm}$ ;

$d$ ——锚栓外螺纹公称直径,  $\text{mm}$ ;

$D$ ——锚栓内螺纹公称直径,  $\text{mm}$ ;

$d_m$ ——中等磨损的钻头刃口直径,见附录 C,  $\text{mm}$ ;

$d_{max}$ ——新钻头最大容许正公差刃口直径,见附录 C,  $\text{mm}$ ;

$d_{min}$ ——严重磨损的钻头刃口直径,见附录 C,  $\text{mm}$ ;

$d_{nom}$ ——锚栓(锚固组件)外径,  $\text{mm}$ ;

$d_o$ ——锚孔直径,  $\text{mm}$ ;

$f_{cu}$ ——混凝土立方体抗压强度实测值,  $\text{MPa}$ ;

$f_{stk}$ ——锚栓钢材抗拉强度标准值,  $\text{MPa}$ ;

- $f_{yk}$ ——锚栓钢材屈服强度标准值,MPa;
- $h_{ef}$ ——有效锚固深度,混凝土表面到锚固作用点间最大距离,mm;
- $N_1$ ——滑移荷载,当荷载—位移曲线上存在位移变化而荷载不变的水平段时,水平段所对应的荷载值,N;
- $N_{Rk}^r$ ——非开裂混凝土上锚栓基本抗拉性能试验的抗拉承载力标准值,N;
- $N_{Rk}^o$ ——锚栓抗拉承载力,N;
- $N_{Rk}^t$ ——非开裂混凝土上锚栓基本抗拉性能试验的抗拉承载力,N;
- $N_{Rk,m}^o$ ——锚栓抗拉承载力平均值,N;
- $N_{Rk,m}^t$ ——非开裂混凝土上锚栓基本抗拉性能试验的抗拉承载力平均值,N;
- $s_{min}$ ——最小间距,安装锚栓时不引起混凝土边缘破坏的两只锚栓间的最小距离,mm;
- $T_{inst}$ ——锚栓安装扭矩,N·m;
- $V_{Rk,m}$ ——非开裂混凝土上锚栓基本抗剪性能试验的抗剪承载力平均值,N;
- $i$ ——下标,表示第*i*个样品;
- $\alpha$ ——抗拉锚固系数;
- $\gamma$ ——滑移系数;
- $v_N$ ——抗拉承载力变异系数;
- $v_V$ ——抗剪承载力变异系数。

#### 4 分类与标记

##### 4.1 构造

锚栓各零部件按功能和作用不同分为两部分:

- a) 锚固组件:在混凝土锚孔内产生锚固作用的零件组;
- b) 紧固组件:用于连接或紧固被连接件的零件组,通常为螺纹紧固件。

##### 4.2 分类

膨胀型锚栓和扩孔型锚栓有不同的锚固控制方式和扩孔方式,见表1。

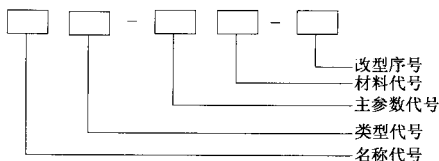
表 1 锚栓锚固控制方式和扩孔方式

	控制方式		扩孔方式	
	扭矩控制	位移控制	预扩孔	自扩孔
膨胀型锚栓	✓	✓	—	
扩孔型锚栓	✓	✓	✓	✓

##### 4.3 标记

###### 4.3.1 标记

锚栓完整的命名标记由下列部分组成:



- a) 名称代号,以汉语“锚栓”表示。
- b) 类型代号,以汉语拼音大写字母表示,见表 2。

表 2 类型代号

代 号	NK	WK	NP	WP
意义	扭矩控制 扩孔型锚栓	位移控制 扩孔型锚栓	扭矩控制 膨胀型锚栓	位移控制 膨胀型锚栓

- c) 主参数代号,锚栓主要尺寸;M 螺纹公称直径×有效锚固深度。
- d) 材料代号,无代号表示碳钢或合金钢,S 表示不锈钢。
- e) 改型序号,以 A、B、C、……表示。

4.3.2 标记示例

- a) 扭矩控制膨胀型锚栓,  $d=12\text{ mm}$ 、 $h_{ef}=60\text{ mm}$ 、碳钢制造,标记为:  
锚栓 NP-M12×60
- b) 位移控制膨胀型锚栓,内螺纹  $D=16\text{ mm}$ 、 $h_{ef}=80\text{ mm}$ 、不锈钢制造,首次改型,标记为:  
锚栓 WP-M16×80 S-A

5 要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 锚栓设计使用年限应不低于被连接件使用年限。
- 5.1.2 锚栓在安装和使用时,不应造成基材及被连接件的影响使用的损伤。
- 5.1.3 锚栓外径  $d_{nom}$  应与钻头公称直径相匹配,见附录 C。
- 5.1.4 有预紧要求的锚栓应能有效方便地实施预紧。

5.2 材料要求

锚栓金属零部件可由碳钢、合金钢或不锈钢制造,其中紧固组件材料的性能等级应分别符合 GB/T 3098.1、GB/T 3098.2、GB/T 3098.6 和 GB/T 3098.15 的规定,其他各零件材料的性能应与设计图纸相符且符合现行国家标准的规定。

5.3 制造要求

- 5.3.1 应按 GB/T 3098.1、GB/T 3098.2、GB/T 3098.6 和 GB/T 3098.15 规定的机械和物理性能要求制造锚栓的紧固组件,螺纹尺寸及公差应符合 GB/T 193、GB/T 196 和 GB/T 197 的规定;其他零件的机械性能、尺寸、公差及粗糙度应与设计图纸相符。
- 5.3.2 碳钢、合金钢零件表面应进行抗腐蚀处理,应与设计图纸相符且符合 GB/T 5267.1~5267.2 的规定。

5.4 锚固性能要求

5.4.1 基本锚固性能要求

- 5.4.1.1 用于非开裂混凝土的锚栓的基本抗拉性能应满足:  
 混凝土锥体破坏:  $N_{Rk,m}^t \geq 13.5 f_{cu}^{0.5} h_{ef}^{1.5}$ ;  $v_N \leq 0.15$ ;  $\gamma_i \geq 0.80$ ;  
 锚栓破坏:  $N_{Rk,m}^t > A_s f_{stk}$ ;  $v_N \leq 0.10$ ;  $N_{1,t} > A_s f_{sk}$ ;  
 穿出等其他破坏形式:  $N_{Rk,m}^t$  应与产品说明书的规定相符;  $v_N \leq 0.15$ ;  $\gamma_i \geq 0.80$ 。
- 5.4.1.2 用于非开裂混凝土的锚栓的基本抗剪性能应满足:  
 锚栓破坏:  $V_{Rk,m}^t > 0.5 A_{sv} f_{stk}$ ;  
 其他破坏形式:  $V_{Rk,m}^t$  应与产品说明书的规定相符;  $v_v \leq 0.15$ 。
- 5.4.1.3 用于非开裂混凝土的锚栓的长期荷载性能应满足:  
 在恒载作用下锚栓位移变化量趋于零;

剩余抗拉能力： $\alpha \geq 1.00$ ； $\nu_N \leq 0.20$ ； $\gamma_i \geq 0.80$ 。

5.4.1.4 用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓除应满足 5.4.1.1、5.4.1.2 外，还应满足裂缝混凝土上的抗拉性能： $\alpha \geq 0.70$ ； $\nu_N \leq 0.15$ ； $\gamma_i \geq 0.70$ 。

#### 5.4.2 安装性能要求

5.4.2.1 用于非开裂混凝土的锚栓的安装性能应满足： $\alpha \geq 0.80$ ； $\nu_N \leq 0.20$ ； $\gamma_i \geq 0.80$ 。

5.4.2.2 用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓的安装性能应满足： $\alpha \geq 0.56$ ； $\nu_N \leq 0.20$ ； $\gamma_i \geq 0.70$ 。

#### 5.4.3 间距、边距要求

5.4.3.1 以边距  $c_{cr,sp}$  安装锚栓，其抗拉承载力平均值应不低于  $0.95 N'_{Rk,m}$ 。

5.4.3.2 以最小间距  $s_{min}$  和最小边距  $c_{min}$  安装锚栓，不得造成混凝土出现裂缝。

#### 5.4.4 专项性能要求

对锚栓有疲劳性能要求或抗震性能要求时，应按附录 F 进行专项性能试验。

### 6 试验方法

#### 6.1 材料试验

依据现行国家标准 GB/T 228 对制造锚栓材料的屈服强度、抗拉强度及延伸率等进行检验，如果制造过程可能改变材料的力学性能，还应对锚栓成品进行力学性能检验。

#### 6.2 制造质量检查

对锚栓各零件按现行国家标准 GB/T 193、GB/T 196、GB/T 197 和 GB/T 5267.1~5267.2 及设计图纸规定的要求和试验方法进行制造质量检查。

#### 6.3 锚固性能试验

##### 6.3.1 试验准备

##### 6.3.1.1 混凝土试件

混凝土试件的制作应符合附录 B 的要求。

##### 6.3.1.2 钻头和锚孔

钻孔用钻头和锚孔应符合附录 C 的要求。

##### 6.3.1.3 锚栓安装

锚栓的安装应符合附录 D 的要求。

##### 6.3.1.4 试验用仪器设备

试验用仪器设备应符合附录 E 的要求。

#### 6.3.2 基本锚固性能试验

##### 6.3.2.1 试验项目和条件

基本锚固性能试验项目和条件见表 3。

表 3 基本锚固性能试验项目和试验条件

试验项目	安装锚栓后混凝土裂缝宽度	钻头直径	混凝土强度等级
基本抗拉性能试验	非开裂混凝土	$d_m$	C20~C25
基本抗剪性能试验	非开裂混凝土	$d_m$	C20~C25
长期荷载性能试验	非开裂混凝土	$d_m$	C20~C25
裂缝中抗拉性能试验	0.3 mm±10%	$d_m$	C20~C25

##### 6.3.2.2 抗拉性能试验

进行基本抗拉性能试验时应避免混凝土试件边缘破坏。锚栓与加载设备支撑点净距不小于  $2 h_{ef}$ ，荷载方向与锚栓保持同轴，加载应连续平稳，从开始加载经 1~3 min 荷载到达最大值，直至破坏。

以混凝土试件为参考，测量锚栓沿荷载方向上的位移，参考点与锚栓净距不小于  $1.5 h_{ef}$  应消除锚



栓倾斜和附加位移的影响。绘制荷载—位移曲线,记录破坏形式。

在裂缝中进行抗拉试验时,在锚栓的两边跨裂缝各设置一个位移计测量裂缝宽度,测试点与锚栓净距约为  $1.0 h_{ef}$ ,试验过程中裂缝宽度应始终控制在规定值  $\pm 10\%$  内。

6.3.2.3 抗剪性能试验

进行基本抗剪性能试验时应避免混凝土试件边缘破坏。在混凝土表面与剪切板之间垫一块不超过 2 mm 厚的聚四氟乙烯板,荷载与混凝土表面保持平行,连续平稳加载 1~3 min 荷载到达最大值,直至破坏。

以混凝土试件为参考,测量锚栓沿荷载轴线上的位移,应消除附加位移的影响,绘制荷载—位移曲线。

6.3.2.4 长期荷载性能试验

加恒定拉力荷载  $N=0.6 N_{rk}$  或  $0.8 A_s f_{yk}$  两者中较小值,偏差不大于  $\pm 5\%$ ,持续时间不少于 6 个月。以混凝土试件为参考,记录锚栓沿荷载轴线上的位移,绘制位移—时间曲线。

持荷结束后,进行抗拉试验。

6.3.3 安装性能试验

6.3.3.1 扭矩控制膨胀型锚栓安装性能试验项目和条件

试验项目和试验条件见表 4。不完全膨胀试验,按产品说明书规定的安装扭矩  $T_{inst}$  的 50% 安装锚栓,然后进行抗拉试验。小锚孔直径和大锚孔直径试验,分别以直径  $d_{min}$  和  $d_{max}$  钻头钻孔安装锚栓,然后进行抗拉试验。

表 4 扭矩控制膨胀型锚栓安装性能试验项目和试验条件

试验项目	用于非开裂混凝土的锚栓			用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓			
	混凝土强度等级	钻头直径	安装扭矩	混凝土强度等级	安装锚栓后混凝土裂缝宽度	钻头直径	安装扭矩
不完全膨胀	C20~C25	$d_m$	$0.5 T_{inst}$	C20~C25	$0.3 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_m$	$0.5 T_{inst}$
小锚孔直径	C50~C60	$d_{min}$	$1.0 T_{inst}$	C50~C60	$0.5 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_{min}$	$1.0 T_{inst}$
大锚孔直径	C20~C25	$d_{max}$	$1.0 T_{inst}$	C20~C25	$0.5 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_{max}$	$1.0 T_{inst}$

6.3.3.2 位移控制膨胀型锚栓安装性能试验项目和条件

试验项目和试验条件见表 5。不完全膨胀试验是按产品说明书规定的安装位移的 70% 安装锚栓,然后进行抗拉试验。

表 5 位移控制膨胀型锚栓安装性能试验项目和试验条件

试验项目	用于非开裂混凝土的锚栓			用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓			
	混凝土强度等级	钻头直径	安装位移	混凝土强度等级	安装锚栓后混凝土裂缝宽度	钻头直径	安装位移
不完全膨胀	C20~C25	$d_m$	70%	C20~C25	$0.3 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_m$	70%
小锚孔直径	C50~C60	$d_{min}$	100%	C50~C60	$0.5 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_{min}$	100%
大锚孔直径	C20~C25	$d_{max}$	100%	C20~C25	$0.5 \text{ mm} \pm 10\%$	$d_{max}$	100%

6.3.3.3 扩孔型锚栓安装性能试验项目和条件

试验项目和试验条件见表 6。不完全嵌入试验应根据产品型式和安装工具确定钻孔、扩孔和安装方法,使锚栓安装好后扩孔部分混凝土承载面积最小,然后进行抗拉试验。

表 6 扩孔型锚栓安装性能试验项目和试验条件

试验项目	用于非开裂混凝土的锚栓		用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓		
	混凝土强度等级	钻孔、扩孔和安装	混凝土强度等级	安装锚栓后混凝土裂缝宽度	钻孔、扩孔和安装
不完全嵌入	C20~C25	根据产品类型和安装工具确定	C20~C25	0.3 mm±10%	根据产品类型和安装工具确定

## 6.3.4 间距、边距试验

## 6.3.4.1 试验项目和条件

间距、边距试验项目和条件见表 7。

表 7 间距、边距试验项目和试验条件

试验项目	混凝土裂缝宽度	钻头直径	混凝土强度等级
抗拉临界边距	非开裂混凝土	$d_m$	C20~C25
最小间距、边距	非开裂混凝土	$d_m$	C20~C25

6.3.4.2 抗拉临界边距  $c_{cr,sp}$  试验

在非开裂混凝土试件的角上安装锚栓,锚栓轴与混凝土试件相邻两直角边等距,且等于  $c_{cr,sp}$ 。轴向加载进行抗拉试验,记录混凝土边缘破坏时的抗拉承载力。

注: $c_{cr,sp}$ 由厂家产品说明书给出。

6.3.4.3 最小间距  $s_{min}$ 、最小边距  $c_{min}$  试验

对扭矩控制膨胀型锚栓,以间距  $s_{min}$  和边距  $c_{min}$  将两个锚栓安装在与混凝土试件边缘平行的直线上,两个锚栓与其他锚栓的距离不小于  $3h_{ef}$ 。每个锚栓应使用独立的刚性方形锚板,锚板边长为  $6d_{nom}$ ,锚板中心孔径应符合附录 E 表 E.1 要求。

交替对两个锚栓施加扭矩,每次增加  $0.2T_{inst}$ ,当混凝土表面出现裂缝时扭矩值应满足:

$$T \geq 1.7 T_{inst} \quad (1)$$

对位移控制膨胀型锚栓和扩孔型锚栓,在以间距  $s_{min}$  和边距  $c_{min}$  安装锚栓时,不应出现混凝土裂缝或边缘破坏。

注:最小间距  $s_{min}$ 、最小边距  $c_{min}$ 、安装扭矩  $T_{inst}$  和混凝土试件最小厚度  $h_{min}$ ,由厂家产品说明书给出。

## 6.4 试验数据处理

6.4.1 记录所有必要的原始资料,应包括样品情况、混凝土试件情况和锚栓安装情况等。

6.4.2 各项试验的承载力数据,按附录 A 换算为混凝土抗压强度 20 MPa 时的承载力值。

## 6.4.3 试验数据处理

一项试验  $n$  个样品的试验数据按下面方法进行计算,当有几种不同的破坏形式时,应增加试验样品数,注明主要破坏形式和其他破坏形式:

a) 抗拉承载力平均值:基本抗拉性能试验  $N_{Ru,m}^i = \sum N_{Ru,i}^i / n$

$$\text{其他试验 } N_{Ru,m}^0 = \sum N_{Ru,i}^0 / n, (i = 1 \sim n) \quad (2)$$

b) 抗拉承载力变异系数:基本抗拉性能试验  $\nu_N = \sqrt{\sum (N_{Ru,i}^i - N_{Ru,m}^i)^2 / (n-1)} / N_{Ru,m}^i$

$$\text{其他试验 } \nu_N = \sqrt{\sum (N_{Ru,i}^0 - N_{Ru,m}^0)^2 / (n-1)} / N_{Ru,m}^0 \quad (3)$$

c) 滑移系数:基本抗拉性能试验  $\gamma_i = N_{1,i} / N_{Ru,i}^i$

$$\text{其他试验 } \gamma_i = N_{1,i} / N_{Ru,i}^0 \quad (4)$$

d) 抗拉锚固系数:  $\alpha = N_{Ru,m}^0 / N_{Ru,m}^i$   $(5)$

e) 基本抗拉性能试验的抗拉承载力标准值:  $N_{Rk}^i = N_{Ru,m}^i (1 - k \nu_N)$   $(6)$

$n=3, k=5.31; n=5, k=3.40; n=10, k=2.57; n=15, k=2.33$

f) 用剪切试验数据代入式(2)、式(3)计算  $V'_{R_{u,m}}$ 、 $\nu_V$ 。

6.5 高强度等级混凝土上的锚固性能试验

锚栓在高强度等级混凝土上的锚固性能,可按本试验方法在 C50~C60 强度等级的混凝土试件上进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类、项目

7.1.1 出厂检验

出厂检验项目见表 8。

表 8 出厂检验项目、数量

检验项目	要求	直径规格数	样品数量 $n$	试验方法
制造质量	5.3	所有规格	每个规格每个项目各检验 3 只	6.2
基本抗拉性能	5.4.1.1	所有规格	每个规格各检验 3 只	6.3.2.2

7.1.2 型式检验

型式检验由具有相应资质的质量监督检验机构进行,型式检验项目见表 9,用于非开裂混凝土的锚栓,可不做与开裂混凝土有关的检验,有专门要求时,还应进行专项性能检验。当遇到下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品定型鉴定;
- b) 正式生产后,产品的设计、材料、工艺、生产设备、管理等方面有较大改变;
- c) 正常生产后,每隔 5 年进行定期性检验,检验表 9 第 1、2、3、5 项;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异;
- e) 老产品转厂生产或产品停产一年以上恢复生产;
- f) 国家质量监督机构要求进行检验;
- g) 客户或合同要求进行检验。

表 9 型式检验项目、数量

序号	检验项目	要求	直径规格数	样品数量( $n$ )	试验方法
1	制造质量	5.3	3~5	每个规格每个项目各检验 3 只	6.2
2	基本抗拉性能	5.4.1.1	3~5	每个规格各检验 10 只	6.3.2.2
3	基本抗剪性能	5.4.1.2	3~5	每个规格各检验 5 只	6.3.2.3
4	长期荷载性能	5.4.1.3	中等 1 个规格	检验 3 只	6.3.2.4
5	裂缝中抗拉性能	5.4.1.4	3~5	每个规格各检验 10 只	6.3.2.2
6	安装性能	5.4.2	3~5	每个规格每个项目各检验 10 只	6.3.3
7	抗拉临界边距	5.4.3.1	3~5	每个规格各检验 5 只	6.3.4.2
8	最小间距、边距	5.4.3.2	3~5	每个规格各检验 5 组(两只一组)	6.3.4.3

7.2 组批规则

7.2.1 出厂检验组批

检验组批由相同材料、工艺、设备等条件下,生产的同型号、同规格的锚栓产品组成,在正常生产时,制造质量检验以 5 000 只为一个检验批,不足 5 000 只仍按一个检验批计算;基本抗拉性能检验以 2.5 万只为一个检验批,不足 2.5 万只仍按一个检验批计算,检验样品应随机抽取,取样数量见表 8。如

果制造质量检验连续 15 批一次检验通过,同时基本抗拉性能检验连续 3 批一次检验通过,可将制造质量检验批加大到 1 万只,基本抗拉性能检验批加大到 5 万只。

### 7.2.2 型式检验组批

7.2.2.1 在型号、材料、工艺和锚固组件几何形式相同而直径不同的系列中,以 5 万只为一个检验批,不足 5 万只仍按一个检验批计算。均匀选取 3~5 个直径规格的锚栓样品,直径规格少的可选取 3 个直径规格的锚栓,直径规格多的可选取 5 个直径规格的锚栓,但应包括最小和最大两个直径规格的锚栓,取样数量见表 9。如果同一直径规格的锚栓有不同的有效锚固深度,则两种有效锚固深度的锚栓都应抽取。

7.2.2.2 检验用锚栓样品应包括实际使用的所有附件,不随锚栓一起提供的配套零件(如螺栓、螺母、垫片),制造商应对其型号或质量做明确规定。

### 7.3 判定规则和复验规则

#### 7.3.1 出厂检验判定规则和复检规则

7.3.1.1 制造质量满足 5.3 要求,该项目合格;如果其中有一项指标不满足要求,应加倍取样复检,复检仍有项目不满足要求,则该批产品不合格;有两项或两项以上不满足要求,该批产品不合格。

7.3.1.2 基本抗拉性能满足 5.4.1.1 要求,该项目合格;如果其中有一项不满足要求,应加倍取样复检,复检仍有指标不满足要求,则该批产品不合格;有两项或两项以上指标不满足要求,该批产品不合格。

7.3.1.3 制造质量和基本抗拉性能都合格,则该批产品合格。

#### 7.3.2 型式检验判定规则和复检规则

型式检验所有项目都满足要求,该产品合格;如果有一项不满足要求,应加倍取样复检,复检仍有项目不满足要求,则该产品不合格;有两项或两项以上不满足要求,该产品不合格。

## 8 标志、产品说明书

### 8.1 标志

8.1.1 在锚栓包装或锚栓主体显著位置上应制作清晰的标志,标志应包括本标准规定的产品标记和制造商标识。

8.1.2 在每只锚栓相应位置上应制作清晰的最小埋入深度标志。

### 8.2 产品说明书

产品说明书应包括以下内容:

- a) 规格、尺寸
  - 1) 规格型号;
  - 2) 锚栓主要尺寸,如螺纹公称直径、外径、有效锚固深度、应力截面积、受剪部位截面积。
- b) 锚栓主要金属件机械性能参数
  - 1) 屈服强度、抗拉强度;
  - 2) 各零件材质、等级、镀层等。
- c) 锚固性能参数(对混凝土的不同强度等级、开裂或非开裂等情况,参数如果不同应分别给出)
  - 1) 抗拉承载力平均值、抗剪承载力平均值、变异系数;
  - 2) 抗拉临界边距、最小边距、间距;
  - 3) 最小混凝土厚度。
- d) 安装要求
  - 1) 安装尺寸,如钻孔深度、孔径、被连接件厚度;
  - 2) 安装要求,如安装扭矩或其他预紧方式、安装的步骤和注意事项(宜用图解);
  - 3) 安装工具,如钻具、钻头、力矩扳手及专用工具。

e) 其他

- 1) 制造厂名、商标、厂址；
- 2) 产品图示；
- 3) 其他一些必要信息。

9 包装、运输及贮存

9.1 包装

9.1.1 产品应清除污垢及金属屑后进行包装,在正常的运输和保管条件下,应保证产品不受损坏和便于使用。

9.1.2 包装箱、盒等外表应印有如下内容:

- a) 制造厂名、商标、厂址；
- b) 本标准规定的产品标记；
- c) 产品数量或净重；
- d) 制造或出厂日期或批号。

9.1.3 包装箱、盒内应有产品合格证、产品安装使用说明书(宜用图解)。

9.2 运输

运输过程中应避免雨雪直接淋袭和接触腐蚀性物质,防止机械损伤。

9.3 贮存

应贮存于正常环境条件的室内。

**附 录 A**  
(规范性附录)  
**试验数据处理**

A.1 混凝土锥体破坏或劈裂破坏,按公式(A.1)将锚栓在不同实测抗压强度的混凝土试件上的承载力试验值,换算为混凝土抗压强度为 20 MPa 时的承载力换算值:

$$F_u = F_{u, \text{test}}^o (20 \text{ MPa} / f_{\text{cu}, \text{test}})^{0.5} \quad (\text{A.1})$$

式中:

$F_u$ ——混凝土抗压强度为 20 MPa 时的承载力换算值;

$F_{u, \text{test}}^o$ ——混凝土实测抗压强度为  $f_{\text{cu}, \text{test}}$  时的锚栓承载力试验值。

式 A.1 适用于  $f_{\text{cu}, \text{test}}$  从 20 MPa 至 60 MPa。

A.2 锚栓穿出破坏时,由试验来确定混凝土强度对破坏的影响,如果缺乏试验资料,式(A.1)可作为近似公式。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**混凝土试件**

**B.1 混凝土用原材料****B.1.1 集料**

沙石集料应符合 GB/T 14684 和 GB/T 14685 的规定,石子的最大粒径为 20 mm。

**B.1.2 水泥**

采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,应符合 GB 175 的规定。

**B.2 混凝土配合比及强度等级**

**B.2.1** 混凝土水灰比应不超过 0.65,水泥用量应不少于  $240 \text{ kg/m}^3$ 。

**B.2.2** 锚栓试验使用 C20~C25 和 C50~C60 强度等级的混凝土试件,试件的混凝土强度依据同条件养护的混凝土立方体试块确定,每个试件的立方体试块不应少于两组,在锚栓试验的同时按 GB/T 50081 试压试块强度,如果锚栓试验持续时间较长,应在试验的开始和结束时分别试压试块强度。

**B.3 混凝土试件**

**B.3.1** 锚栓试验用混凝土试件分为非开裂和开裂两种。

**B.3.2** 非开裂混凝土试件宜为素混凝土,可适当配构造筋,但在锚固区内不得含有钢筋。

**B.3.3** 开裂混凝土试件的裂缝宽度在板厚方向上应大致相等,可在板的适当位置安装“裂缝形成片”,如图 B.1 所示,采用“楔型膨胀装置”撑开裂缝或张拉配筋(配筋应伸出板外)形成裂缝。可以适当配筋,但在锚固区内不得含有钢筋。

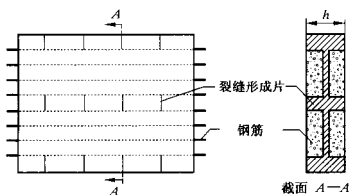


图 B.1 开裂混凝土试件配筋及裂缝形成片

**B.3.4** 混凝土试件最小厚度  $h_{\min}$  应符合产品说明书的要求,一般不小于  $1.5 h_{ef}$  且不小于 100 mm。试件长、宽尺寸依锚栓规格(直径、埋深)和试验设备情况而定,除边距、间距试验外,锚栓轴距试件边缘应大于  $2 h_{ef}$ ,相邻锚栓轴间距应大于  $4 h_{ef}$ 。

**B.3.5** 混凝土试件一般应水平浇筑,如果垂直浇筑,则混凝土浇筑的最大高度为 1.5 m,且应确保均匀致密。

**B.3.6** 如果怀疑试块强度的代表性,应在混凝土试件破坏区域之外钻取芯样,按 CECS 03 推定试件混凝土强度。

附录 C  
(规范性附录)  
钻头和锚孔

- C.1 钻头直径应符合表 C.1 给出的偏差要求,应在每完成 10 个钻孔后做一次直径检查。  
 C.2 锚孔应垂直于混凝土试件表面,偏差±6 度以内。孔壁整齐,孔径准确。  
 C.3 除某些试验特殊要求外,钻孔后应按产品说明书要求进行清孔。

表 C.1 钻头直径偏差范围

单位为毫米

公称直径	偏差范围		
	$d_{min}$	$d_m$	$d_{max}$
5	5.05~5.15	5.20~5.30	5.35~5.40
6	6.05~6.15	6.20~6.30	6.35~6.40
7	7.05~7.20	7.25~7.35	7.40~7.45
8	8.05~8.20	8.25~8.35	8.40~8.45
10	10.10~10.20	10.25~10.35	10.40~10.45
11	11.10~11.20	11.25~11.35	11.45~11.50
12	12.10~12.20	12.25~12.35	12.45~12.50
13	13.10~13.20	13.25~13.35	13.45~13.50
14	14.10~14.20	14.25~14.35	14.45~14.50
15	15.10~15.20	15.25~15.35	15.45~15.50
16	16.10~16.20	16.25~16.35	16.45~16.50
18	18.10~18.20	18.25~18.35	18.45~18.50
19	19.10~19.20	19.30~19.40	19.50~19.55
20	20.10~20.20	20.30~20.40	20.50~20.55
22	22.10~22.20	22.30~22.40	22.50~22.55
24	24.10~24.20	24.30~24.40	24.50~24.55
25	25.10~25.20	25.30~25.40	25.50~25.55
28	28.10~28.20	28.30~28.40	28.50~28.55
30	30.10~30.20	30.30~30.40	30.50~30.55
32	32.15~32.25	32.35~32.50	32.60~32.70
34	34.15~34.25	34.35~34.50	34.60~34.70
35	35.15~35.25	35.35~35.50	35.60~35.70
37	37.15~37.25	37.35~37.50	37.60~37.70
40	40.15~40.25	40.40~40.60	40.70~40.80
44	44.15~44.25	44.40~44.60	44.70~44.80
48	48.15~48.25	48.40~48.60	48.70~48.80
52	52.15~52.25	52.40~52.60	52.80~52.95



**附 录 D**  
**(规范性附录)**  
**锚 栓 安 装**

- D.1 锚栓应安装在平整的混凝土试件非浇筑面上。
- D.2 除某些试验特殊要求外,安装锚栓的间距  $s$  和边距  $c$  通常取  $s \geq 4 h_{ef}, c \geq 2 h_{ef}$ 。
- D.3 除某些试验特殊要求外,一般应按产品说明书规定的安装工具和安装要求安装锚栓。
- D.4 有安装扭矩要求的锚栓,除某些试验特殊要求外,按下面方法扭紧锚栓:
- a) 用力矩扳手施加规定的扭矩  $T_{inst}$ 。
  - b) 10 min 后将扭矩减小到  $0.5 T_{inst}$ 。
  - c) 锚板或被连接件表面应光滑平整。
- D.5 在开裂混凝土上试验时,锚栓应安装在裂缝平面内。锚栓安装好后,裂缝宽度应控制在要求宽度  $\pm 10\%$  内,且在试验过程中裂缝宽度平均值应符合要求的宽度。

**附录 E**  
(规范性附录)  
**试验用仪器设备**

**E.1 抗拉加载设备**

- E.1.1 设备应能连续平稳地加载,加载速度可调。  
E.1.2 锚栓与加载设备支撑点净距不小于  $2h_{ef}$ 。  
E.1.3 荷载应通过铰传递给锚栓,抗拉加载设备示意图见图 E.1。

**E.2 剪切加载设备**

- E.2.1 设备应能连续平稳地加载,加载速度可调。  
E.2.2 两支撑点净距应不小于  $4c_1$  ( $c_1$  为锚栓沿荷载方向的边距)。  
E.2.3 通过剪切板对锚栓施加荷载,加载设备与剪切板应通过铰连接。  
E.2.4 剪切板应能更换不同孔径的剪切套,配合应紧密无间隙。剪切套高度约等于被连接件厚度,与锚栓接触的内孔边缘应作半径  $0.4\text{ mm}$  的圆角,内孔直径应符合表 E.1 要求,试验过程中应及时更换已变形的剪切套或剪切板,剪切加载设备示意图见图 E.2。

**表 E.1 剪切套内孔直径**

锚栓受剪部位外径/mm	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
剪切套内径 $d_t$ /mm	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33

**E.3 长期荷载加载设备**

长期荷载试验装置应能保证长期稳定地加载。

**E.4 动载加载设备**

裂缝反复开合性能试验及疲劳荷载性能试验宜采用可自动稳压、稳幅的机械或液压加载设备;模拟地震低周反复拉力、剪力性能试验宜采用电液伺服加载设备,也可采用有稳压装置的其他加载设备。

**E.5 力值测量设备**

力值测量设备的系统误差不大于  $\pm 1\%$  F. S.,分辨率  $0.1\text{ kN}$ ,每年检定一次。

**E.6 位移测量设备**

位移测量设备的系统误差不大于  $\pm 0.5\%$  F. S.,分辨率  $0.02\text{ mm}$ ,每年检定一次。

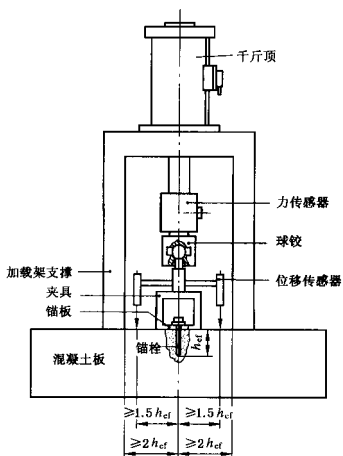


图 E.1 抗拉试验加载设备示意图

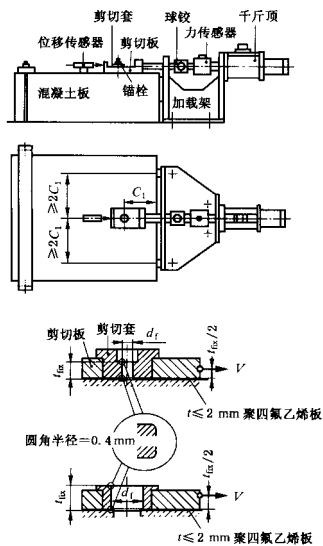


图 E.2 剪切试验加载设备示意图

**附录 F**  
(规范性附录)  
**专项性能要求及试验方法**

**F.1 专项性能要求**

- F.1.1** 用于混凝土受拉区或开裂混凝土的锚栓,进行裂缝反复开合试验应满足:  
裂缝反复开合 20 次时锚栓位移不大于 2 mm,反复开合 1 000 次时锚栓位移不大于 3 mm;  
剩余抗拉能力:  $\alpha \geq 0.63$ ;  $v_N \leq 0.20$ ;  $\gamma_f \geq 0.70$ 。
- F.1.2** 锚栓承受拉力疲劳荷载作用时应满足:  
疲劳试验过程中位移幅度的变化量应趋于零;  
剩余抗拉能力:  $\alpha \geq 0.80$ ;  $v_N \leq 0.20$ ;  $\gamma_f \geq 0.80$ 。
- F.1.3** 用于有抗震要求结构上的锚栓,承受模拟地震低周反复拉力荷载作用时应满足:  
剩余抗拉能力:  $\alpha \geq 0.50$ ;  $v_N \leq 0.25$ ;  $\gamma_f \geq 0.70$ 。
- F.1.4** 用于有抗震要求结构上的锚栓,承受模拟地震低周反复剪力荷载作用时应满足:  
剩余抗剪能力  $\geq 0.50 V_{Rn,m}$ ;  $v_v \leq 0.25$ 。

**F.2 试验方法**

**F.2.1 裂缝反复开合性能试验**

每一型号系列选取 3~5 个直径规格,每个直径规格选取 5 个试验样品。在 C20~C25 开裂混凝土试件上进行试验,裂缝自然闭合时,用  $d_{max}$  钻头在裂缝平面内钻孔,安装锚栓。控制裂缝宽度  $W_1 = 0.3$  mm 时施加恒定拉力荷载:

$$N = 0.35 N_{Rk}^t \quad (F.1)$$

控制裂缝宽度在  $W_1$  和  $W_2 = 0.1$  mm 之间反复变化 1 000 次,频率不大于 0.2 Hz,  $N$  偏差应在  $\pm 5\%$  以内。试验过程中,应保持  $W_1 - W_2 \geq 0.1$  mm 和  $W_1 = 0.3$  mm,记录锚栓位移变化。

完成裂缝反复开合试验后,在裂缝宽度 0.3 mm 情况下进行抗拉试验。

**F.2.2 锚栓拉力疲劳荷载性能试验**

每一型号系列选取 3 个直径规格,每个直径规格选取 3 个试验样品。在 C20~C25 非开裂混凝土试件上进行试验,用  $d_m$  钻头钻孔,安装锚栓。对安装好的锚栓施加按正弦变化的拉伸疲劳荷载,频率不大于 6 Hz,循环次数为 200 万次,上限荷载取  $0.50 N_{Rk}^t$ ,下限荷载取  $0.25 N_{Rk}^t$ ,记录锚栓位移变化。如工程有特殊要求,荷载上下限可另定。

完成拉力疲劳荷载性能试验后,进行抗拉试验。

**F.2.3 低周反复拉力荷载性能试验**

每一型号系列选取 3~5 个直径规格,每个直径规格选取 5 个试验样品。在 C20~C25 开裂混凝土试件上进行试验,裂缝自然闭合时,用  $d_m$  钻头在裂缝平面内钻孔,安装锚栓。裂缝宽度 0.5 mm 时,以 0.1 Hz~5.0 Hz 的频率施加单向正弦拉力循环荷载,幅度和循环次数如下:

第一阶段:零到  $N_s = 0.50 N_{f_{lim,m}}^t$ ,循环 10 次; (F.2)

第二阶段:零到  $N_s = 0.50 (N_s + N_m)$ ,循环 30 次; (F.3)

第三阶段:零到  $N_m = 0.25 N_{f_{lim,m}}^t$ ,循环 100 次。 (F.4)

低周反复拉力荷载试验波形见图 F.1。试验过程中记录峰值及相应锚栓位移。

完成低周反复拉力荷载试验后,保持试验后裂缝宽度进行抗拉试验。

#### F.2.4 低周反复剪力荷载性能试验

每一型号系列选取 3~5 个直径规格,每个直径规格选取 5 个试验样品。在 C20~C25 开裂混凝土试件上进行试验,裂缝自然闭合时,用  $d_m$  钻头在裂缝平面内钻孔,安装锚栓。裂缝宽度 0.5 mm 时,以 0.1 Hz~5.0 Hz 的频率施加对称正弦剪力循环荷载,剪力方向与裂缝平行,幅度和循环次数如下:

第一阶段: $V_s = \pm 0.50 V_{R_{s,m}}^+$ , 循环 10 次; (F.5)

第二阶段: $V_i = \pm 0.50 (V_s + V_m)$ , 循环 30 次; (F.6)

第三阶段: $V_m = \pm 0.25 V_{R_{s,m}}^+$ , 循环 100 次。 (F.7)

低周反复剪力荷载试验波形见图 F.2。试验过程中记录峰值及相应锚栓位移。

完成低周反复剪力荷载试验后,保持试验后裂缝宽度进行抗剪试验。

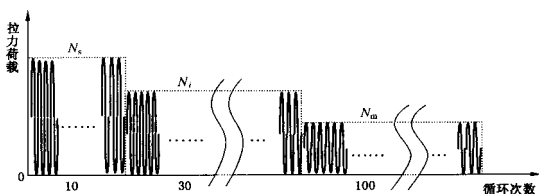


图 F.1 低周反复拉力荷载试验波形

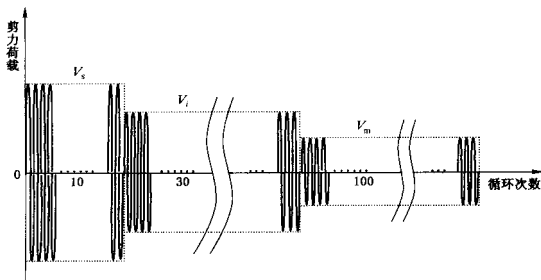


图 F.2 低周反复剪力荷载试验波形