

中国工程建设标准化协会团体标准

T/CECS ×××—201X

建筑幕墙用背栓

Back bolt for curtain wall

(征求意见稿)

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类和标记 2

 4.1 分类和代号 2

 4.2 标记方法 2

 4.3 标记示例 2

5 通则 2

6 要求 4

 6.1 外观、尺寸及允许偏差 4

 6.2 背栓锚固受拉承载力 4

 6.3 背栓组件受拉承载力 5

 6.4 背栓锚固受剪承载力 6

 6.5 背栓组件受剪承载力 8

 6.6 变幅脉动拉伸荷载性能 8

 6.7 冻融循环抗拉性能 9

 6.8 浸水抗拉性能 9

7 试验方法 9

 7.1 外观、尺寸及偏差 9

 7.2 背栓锚固受拉承载力 10

 7.3 背栓组件受拉承载力 12

 7.4 背栓锚固受剪承载力 13

 7.5 背栓组件受剪承载力 13

 7.6 变幅脉动拉伸荷载试验 14

 7.7 冻融循环试验 15

 7.8 浸水试验 15

8 检验规则 15

 8.1 检验分类 16

 8.2 检验时机与项目 16

 8.3 组批与抽样 16

9 产品使用说明书 16

10 包装、运输、贮存 17

 10.1 包装 17

 10.2 运输 17

 10.3 贮存 17

附录 A（规范性）	试验数据处理.....	18
附录 B（规范性）	滑移系数的计算.....	19
附录 C（资料性）	计算示例.....	20
附录 D（规范性）	钢基材试验工装.....	22

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020和GB/T 20001.10-2014给出的规则起草。

本标准按中国工程建设标准化协会《关于印发2016年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字〔2016〕085号）的要求制定。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理。

本标准负责起草单位：中国建筑标准设计研究院有限公司

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

本标准审查人：

建筑幕墙用背栓

1 范围

本标准规定了建筑幕墙用背栓的分类和标记、要求、试验方法、检验规则、产品使用说明书、包装、运输及贮存。

本标准适用于建筑幕墙面板支承连接用背栓。

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 192-2003 普通螺纹 基本牙型
- GB/T 193-2003 普通螺纹 直径与螺距系列(ISO 261)
- GB/T 196-2003 普通螺纹 基本尺寸
- GB/T 197-2003 普通螺纹 公差
- GB/T 3098.6-2014 紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.15-2014 紧固件机械性能 不锈钢螺母
- GB/T 3280-2015 不锈钢冷轧钢板和钢带
- GB/T 9966.2 天然石材试验方法 第2部分:干燥、水饱和、冻融循环后弯曲强度试验方法
- GB/T 15756-2008 普通螺纹 极限尺寸
- GB/T 18601-2009 天然花岗石建筑板材
- GB/T 28703 圆柱螺纹检测方法
- GB/T 34327-2017 建筑幕墙术语
- JG/T 217-2007 建筑幕墙用瓷板

3 术语和定义

GB/T 34327界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑幕墙用背栓 back bolt for curtain wall

与建筑幕墙面板背面锥形盲孔连接装配形成机械锁键的螺纹联接锚固件。

3.2

外螺纹背栓 externally threaded back bolt

螺杆型背栓

套筒压入/旋入式背栓

由锥头螺杆与后装入的套筒（光面套筒/螺纹套筒）及扩张件或扩张套筒形成机械锁键的背栓。

3.3

内螺纹背栓 internal threaded back bolt

螺母型背栓

螺杆旋入式背栓

由锥头螺母及扩张件或扩张锥头螺母与后旋入的螺杆形成机械锁键的背栓。

- 3.4 锚固深度
与背栓装配连接受力的背栓孔深度方向的面板基材（不包括背纹）有效厚度。
- 3.5 厚板型背栓
锚固深度不于小12mm的背栓。
- 3.6 薄板型背栓
锚固深度小于12mm的背栓

4 分类和标记

4.1 分类和代号

- 4.1.1 按背栓适用的面板类型划分：
 - a) 天然石材背栓，代号为 S；
 - b) 人造板材背栓，代号为 R；
 - c) 玻璃背栓，代号为 G.
- 4.1.2 按背栓使用板材厚度划分：
 - a) 厚板型背栓，代号为 H；
 - b) 薄板型背栓，代号为 B.
- 4.1.3 按背栓锁键零件螺纹类型划分：
 - a) 外螺纹背栓，代号为 W；
 - b) 内螺纹背栓，代号为 N。
- 4.1.4 按背栓螺杆套筒或螺母尾端与面板的相对位置划分：
 - a) 齐平式背栓，代号 Q；
 - b) 间距式背栓，代号 J。

4.2 标记方法

产品名称、标准编号、企业自定代号、适用板厚类型代号、锁键零件螺纹类型代号、套筒或螺母尾端与面板相对位置类型代号、螺纹公称直径×锚固深度、材质组别及力学性能等级。

4.3 标记示例

石材用、厚板型、外螺纹、间距式、企业自定代号AAA、螺纹公称直径8mm、锚固深度15mm、背栓材质组别及抗拉强度为A4-700MPa的背栓，其标记为：

背栓 T/CECS-XXX-202X-AAA S-H-W-J-M8×15-A4-70

5 通则

- 5.1 背栓螺纹应符合 GB/T 192、GB/T 193、GB/T 196、GB/T 197、GB/T 15756 及 GB/T 3098.6 的相关要求。
- 5.2 背栓螺母应符合 GB/T 3098.15、GB/T 15756 的相关要求。
- 5.3 背栓扩压件应当符合 GB/T 3280 的相关要求。
- 5.4 背栓的螺杆、螺母和扩压件应采用奥氏体不锈钢制作，其化学成分含量应符合表 1 的规定。

表1 背栓不锈钢的化学成分

组别	背栓不锈钢的化学成分 (除已经标明者外，均为最大值)
----	----------------------------

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
A4	0.08%	1%	2%	0.045%	0.03%	10~15%	16~18.5%	2~3%

注：不考虑铜含量。

5.5 背栓螺杆的力学性能应符合表 2 和表 3 的规定。

表2 背栓螺杆的力学性能

奥氏体钢的组别	性能等级	抗拉强度 R_m /MPa (最小值)
A4	50	500
	70	700
	80	800

^a 按螺纹公称应力截面积计算。

表3 背栓螺杆的最小破坏扭矩

螺纹规格 d	破坏扭矩 M_B , min. / (N.m)		
	性能等级		
	50	70	80
M6	9.3	13	15
M8	23	32	37

5.6 背栓螺母的力学性能应符合表 4 的规定。

表4 背栓螺母的力学性能

组别	等级	保证应力 SP /MPa min
A4	50	500
	70	700
	80	800

5.7 用于天然石材的背栓，埋深和底扩孔直径应当满足下列要求：

- 设计埋深 $h_s \geq 10\text{mm}$ ；
- 扩孔直径 $\geq$ 直孔直径 + 1.5mm。

5.8 背栓系统应满足相关抗震性能要求。

5.9 背栓锚固承载力测试用基准面板材料应满足以下要求：

- 厚板型背栓采用基准花岗岩进行测试，薄板型背栓采用基准瓷板进行测试。
- 基准花岗岩：应符合 GB/T 18601-2009 中优等品石材的相关要求，宜采用弯曲强度较低的花岗岩，弯曲强度标准值宜为（8-11）MPa 左右。采购基准花岗岩时，应对每批基准花岗岩进行编号，按 GB/T 9966.2 测试其干燥弯曲强度，按附录 A.1 求其标准值；在进行其它试验时，应同时记录基准花岗岩的编号。

- c) 基准瓷板：应符合 JG/T 217-2007 中普形板的要求，弯曲强度标准值宜为（27-28）MPa 左右。采购基准瓷板时，应对每批基准瓷板进行编号，按 GB/T 9966.2 测试其弯曲强度，按附录 A.1 求其标准值；在进行其它试验时，应同时记录基准瓷板的编号。

6 要求

6.1 外观、尺寸及允许偏差

- 6.1.1 背栓的螺杆、螺母和扩压件等应经过清洁和抛光，表面不得有裂纹、结疤、划伤和麻点等。
- 6.1.2 背栓螺杆的公称直径一般为 6mm 和 8mm，不宜小于 6mm。背栓的螺纹公差等级不宜低于 GB/T 197-2003 中的 7H/6g。

6.2 背栓锚固受拉承载力

- 6.2.1 按照规定的安装方法，将背栓固定于指定基准板材试块中，进行受拉承载力测试。厚板型背栓采用基准花岗岩进行测试，薄板型背栓采用基准瓷板进行测试。
- 6.2.2 厚板型背栓锚固受拉承载力
- a) 其破坏模式应为花岗岩锥体破坏。
 - b) 受拉承载力的标准值 $N_{RK,0}^t$ 应按附录 A.1 方法求得，其值应不小于表 5 规定的最小受拉承载力，其滑移系数 $\gamma_{N,0}$ 和对数变异系数 $\nu_{N,0}$ 应满足下列要求：

$$\gamma_{N,0} \geq 0.8 \tag{1}$$

$$\nu_{N,0} \leq 0.15 \tag{2}$$

$$N_{RK,0}^t \geq N_{0,min} \tag{3}$$

其中：

γ 为滑移系数，按附录B；

ν 为变异系数，是从对数测试值求得的标准差与平均数的比值。

表5 厚板型背栓锚固最小受拉承载力

规格	最小受拉承载力 $N_{0,min}$ (N)		
	背栓埋深 h_{ef} , mm	测试用石材 厚度, mm	基准花岗石板材 (推荐采用弯曲强度标准值 8-11N/mm ² 左右的花岗岩)
M6	12 或 13	25	$N_{0,min}$ 按下列公式计算 $N_{0,min} = 11 \cdot (f_{flex,k}^t)^{0.6} \cdot h_{ef}^{1.7} \tag{4}$
	15	30	
M8	15	30	其中 h_{ef} 为背栓埋深(mm)， $f_{flex,k}^t$ 为石材的干燥弯曲强度标准值(MPa)，按附录 A.1 计算，算例可按附录 C.1。
	21/25	50	

6.2.3 薄板型背栓锚固受拉承载力

- a) 其破坏模式应为瓷板锥体破坏。
b) 受拉承载力的标准值 $N_{RK,0,cb}^t$ 应按附录 A.1 方法计算求得，其值应不小于表 6 规定的最小受拉承载力，其滑移系数 $\gamma_{N,0,cb}$ 和对数变异系数 $\nu_{N,0,cb}$ 应满足下列要求：

$$\gamma_{N,0,cb} \geq 0.8 \tag{5}$$

$$\nu_{N,0,cb} \leq 0.15 \tag{6}$$

$$N_{RK,0,cb}^t \geq N_{0,min,cb} \tag{7}$$

表6 薄板型背栓锚固最小受拉承载力

规格	最小受拉承载力 $N_{0,min,cb}$ (N)		
	背栓埋深 h_{ef} , mm	测试用瓷板 厚度, mm	基准瓷板 (推荐采用弯曲强度标准值 27-28N/mm ² 左右的瓷板)
M6	6	12	$N_{0,min,cb}$ 按下列公式计算 $N_{0,min,cb} = 6 \cdot (f_{flex,k}^t)^{0.6} \cdot h_{ef}^{1.7} \tag{8}$
	7		
	8	15	其中 h_{ef} 为背栓埋深(mm)， $f_{flex,k}^t$ 为瓷板的干燥弯曲强度标准值(MPa)，按附录 A.1 计算。
	9		

6.3 背栓组件受拉承载力

6.3.1 按照规定的安装方法，将背栓固定于钢基材上，进行受拉承载力测试。

6.3.2 背栓组件受拉测试结果应符合以下要求：

- a) 破坏模式应为背栓拔出破坏（扩压片屈服变形或部分断裂），不应发生螺杆穿出破坏，不应发生螺杆断裂破坏，不应发生固定螺母与螺杆的滑丝破坏，内螺纹型背栓不应发生螺杆与内螺纹之间的滑丝破坏。
b) 受拉承载力标准值 $N_{RK,0,S}^t$ 应按附录 A.1 计算求得，其值应不小于表 7 规定的最小受拉承载力，其滑移系数 $\gamma_{N,0,S}$ 和对数变异系数 $\nu_{N,0,S}$ 应满足下列要求：

$$\gamma_{N,0,S} \geq 0.9 \tag{8}$$

$$\nu_{N,0,S} \leq 0.05 \tag{9}$$

$$N_{RK,0,S}^t \geq N_{0,min,s} \tag{10}$$

表7 背栓组件最小受拉承载力

规格	最小受拉承载力 $N_{0,min,s}$ (N)		
	钢材上背栓埋深	测试用钢材尺寸	钢材 (按附录 D)
M6 或 M8	按附录 D	按附录 D	$N_{0,min,s}$ 按下列公式计算 当 $6\text{mm} \leq h_{ef} \leq 9\text{mm}$ 时(对应薄板背栓): $N_{0,min,s} = 100 \cdot (h_{ef})^{1.7} \tag{11}$ 当 $12\text{mm} \leq h_{ef} \leq 15\text{mm}$ 时: $N_{0,min,s} = 80 \cdot (h_{ef})^{1.7} \tag{12}$ 当 $h_{ef} = 21\text{mm}$ 时: $N_{0,min,s} = 65 \cdot (h_{ef})^{1.7} \tag{13}$ 当 $h_{ef} = 25\text{mm}$ 时: $N_{0,min,s} = 50 \cdot (h_{ef})^{1.7} \tag{14}$ 其中 h_{ef} 为背栓设计埋深(mm)。

6.4 背栓锚固受剪承载力

6.4.1 按照规定的安装方法，将背栓固定于指定基准板材试块中，进行受剪承载力试验。厚板型背栓采用基准花岗岩进行测试，薄板型背栓采用基准瓷板进行测试。

6.4.2 厚板型背栓锚固受剪承载力应符合以下要求：

- a) 破坏模式应为石材断裂破坏或螺杆剪断破坏。
- b) 基于指定石材的受剪承载力标准值 $V_{RK,0}^t$ 应不小于表 8 规定的最小受剪承载力，其对数变异系数 $\nu_{V,0}$ 应满足下列要求：

$$\nu_{V,0} \leq 0.15 \tag{15}$$

$$V_{RK,0}^t \geq V_{0,min} \tag{16}$$

其中受剪承载力标准值 $V_{RK,0}^t$ 应按下列方法求得：

- 1) 当 10 个样品全部为石材断裂破坏时，按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0}^t$ ；
- 2) 当 10 个样品全部为螺杆剪断破坏时，按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0}^t$ ；
- 3) 如果 10 个测试中同时有石材断裂破坏和螺杆剪断破坏：对数量大于 5 的破坏模式，按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0}^t$ ，且应按该破坏模式下的实际样品数量 n 选用系数 k_s 。对数量小于 5 的破坏模式，则取测试值的最小值代表 $V_{RK,0}^t$ 。

表8 厚板型背栓锚固最小受剪承载力

规格	最小受剪承载力 $V_{0,min}$ (N)		
	背栓埋深 h_{ef} , mm	测试用石材宽度、 厚度, mm	基准花岗石板材 (推荐采用弯曲强度 8-11N/mm ² 左右的花岗岩)
M6	12 或 13	b _{xh} =200x25	1) 如果是石材断裂破坏, 则按下列公式计算: $V_{0,min} = 0.07 \cdot f_{flex,k}^t \cdot b \cdot h \quad (17)$ 其中 b 为测试用石材宽度(200mm), h 为石材厚度, $f_{flex,k}^t$ 为石材干燥弯曲强度标准值(MPa)。
	15	b _{xh} =200x30	
M8	15	b _{xh} =200x30	2) 如果是螺杆剪断破坏, 则按下列公式计算: $V_{0,min} = 0.5 \cdot A_s \cdot f_{stk}^t \quad (18)$ 其中 A_s 为螺纹公称应力截面积 mm ² , f_{stk}^t 为背栓螺杆的 极限抗拉强度标准值(MPa), 按螺杆的 R_m 取值。
	21/25	b _{xh} =200x50	

- 6.4.3 薄板型背栓锚固受剪承载力应符合以下要求:
- a) 破坏模式应为瓷板断裂破坏或螺杆剪断破坏。
 - b) 受剪承载力标准值 $V_{RK,0,cb}^t$ 应不小于表 9 规定的最小受剪承载力, 其对数变异系数 $v_{V,0,cb}$ 应满足下列要求:

$$v_{V,0,cb} \leq 0.15 \quad (19)$$

$$V_{RK,0,cb}^t \geq V_{0,min,cb} \quad (20)$$

其中受剪承载力标准值 $V_{RK,0,cb}^t$ 应按下列方法求得:

- 1) 当 10 个样品全部为瓷板断裂破坏时, 按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0,cb}^t$;
- 2) 当 10 个样品全部为螺杆剪断破坏时, 按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0,cb}^t$;
- 3) 如果 10 个测试中同时有瓷板断裂破坏和螺杆剪断破坏: 对数量大于 5 的破坏模式, 按附录 A.1 求受剪承载力标准值 $V_{RK,0,cb}^t$, 且应按该破坏模式下的实际样品数量 n 选用系数 k_s 。对数量小于 5 的破坏模式, 则取测试值的最小值代表 $V_{RK,0,cb}^t$ 。

表9 薄板型背栓锚固最小受剪承载力

规格	最小受剪承载力 $V_{0,min,cb}$ (N)		
	背栓埋深 h_{ef} , mm	测试用瓷板 宽度和厚 度, mm	基准瓷板 (推荐采用弯曲强度标准值 27-28N/mm ² 左右的瓷板)

M6	6	b×h=200x12	1) 如果是瓷板断裂破坏，则按下列公式计算： $V_{0,min,cb} = 0.03 \cdot f_{flex,k}^t \cdot b \cdot h$ (21) 其中 <i>b</i> 为测试用瓷板宽度(200mm)， <i>h</i> 为瓷板厚度， <i>f_{flex,k}^t</i> 为瓷板干燥弯曲强度标准值(MPa)。
	7		2) 如果是螺杆剪断破坏，则按下列公式计算： $V_{0,min,cb} = 0.5 \cdot A_s \cdot f_{stk}^t$ (22) 其中 <i>A_s</i> 为螺纹公称应力截面积 mm ² ， <i>f_{stk}^t</i> 为背栓螺杆的极限抗拉强度标准值(MPa)，按螺杆的 <i>R_m</i> 取值。
	8	b×h=200x15	
	9		

6.5 背栓组件受剪承载力

- 6.5.1 按照规定的安装方法, 将背栓固定于钢基材上, 进行受剪承载力试验。
- 6.5.2 背栓组件受剪测试结果应符合以下要求。

a) 破坏模式应为螺杆剪断破坏。

b) 受剪承载力标准值 $V_{RK,0,S}^t$ 应按附录 A. 1 求得, 其值应不小于表 10 规定的最小受剪承载力, 其对数变异系数 $v_{N,0,S}$ 应满足下列要求:

$$v_{N,0,S} \leq 0.05$$

(23)

$$V_{RK,0,S}^t \geq V_{0,min,s}$$

(24)

表10 背栓组件最小受剪承载力

规格	最小受剪承载力 $V_{0,min,s}$ (N)		
	钢基材上 背栓埋深	测试用 钢基材尺寸	钢基材 (按附录 D)
M6 或 M8	按附录 D	按附录 D	最小受剪承载力 $V_{0,min,s}$ 按下列公式计算: $V_{0,min,s} = 0.5 \cdot A_s \cdot f_{stk}^t \quad (25)$ 其中 A_s 为螺纹公称应力截面积 mm ² , f_{stk}^t 为背栓螺杆的极限抗拉强度标准值(MPa), 按螺杆的 R_m 取值。

6.6 变幅脉动拉伸荷载性能

6.6.1 将背栓固定于指定基准板材试块中，按指定方法进行脉动荷载下的受拉测试。在完成指定的加载循环后，背栓应当卸载，然后进行拉力试验。

6.6.2 变幅脉动拉伸测试结果应满足下列要求。

a) 测试过程中位移幅度的变化量应趋于零。

b) 循环加载后的剩余抗拉承载力系数 α_1 ，滑移系数 γ_1 ，对数变异系数 ν_1 应符合下列要求：

$$\alpha_1 = \frac{N_{RK,1}^t}{(N_{RK,0}^t) \text{ 或 } (N_{RK,0,cb}^t)} \geq 0.8 \quad (26)$$

$$\gamma_1 \geq 0.8 \quad (27)$$

$$\nu_1 \leq 0.15 \quad (28)$$

其中：

α_1 为变幅脉动拉伸试验后测得的抗拉承载力标准值与基本抗拉承载力标准值的比；

$N_{RK,1}^t$ 为变幅脉动拉伸试验后测得的抗拉承载力标准值。

6.7 冻融循环抗拉性能

6.7.1 本测试为可选项目，可根据项目特点、项目所在地气候条件等因素，由业主或设计单位确定是否安排测试。

6.7.2 将背栓固定于指定基准板材试块中，然后进行冻融循环试验。在完成循环以后，再进行拉力试验。

6.7.3 冻融循环后的抗拉能力系数 α_2 ，滑移系数 γ_2 ，对数变异系数 ν_2 应符合下列要求：

$$\alpha_2 = \frac{N_{RK,2}^t}{(N_{RK,0}^t) \text{ 或 } (N_{RK,0,cb}^t)} \geq 0.8 \quad (29)$$

$$\gamma_2 \geq 0.8 \quad (30)$$

$$\nu_2 \leq 0.15 \quad (31)$$

其中：

α_2 为冻融循环后测试测得的抗拉承载力标准值与基本抗拉承载力标准值的比；

$N_{RK,2}^t$ 为冻融循环后测得的抗拉承载力标准值。

6.8 浸水抗拉性能

6.8.1 将背栓固定于指定基准板材试块中，然后将测试样品浸入水中，达到设定的时间。在完成以上操作后，进行拉力试验。

6.8.2 浸水试验后的抗拉能力系数 α_3 ，滑移系数 γ_3 ，对数变异系数 ν_3 应符合下列要求：

$$\alpha_3 = \frac{N_{RK,3}^t}{(N_{RK,0}^t) \text{ 或 } (N_{RK,0,cb}^t)} \geq 0.8 \quad (32)$$

$$\gamma_3 \geq 0.8 \quad (33)$$

$$\nu_3 \leq 0.15 \quad (34)$$

其中：

α_3 为浸水试验后测得的抗拉承载力标准值与基本抗拉承载力标准值的比；

$N_{RK,3}^t$ 为浸水试验后测得的抗拉承载力标准值。

7 试验方法

7.1 外观、尺寸及偏差

- 7.1.1 外观目视检测。
- 7.1.2 尺寸及偏差按 GB/T 28703 的规定进行。

7.2 背栓锚固受拉承载力

7.2.1 试验基本要求

- 7.2.1.1 每一批基准面板材料样品都应编号，并测试其干燥弯曲强度，测试方法按 GB/T 9966.2。
- 7.2.1.2 背栓孔应采用与背栓配套的专用钻孔机械进行加工；背栓孔不得有损坏或崩裂现象，孔内应洁净；背栓孔加工尺寸允许偏差应符合表 11 的要求。

表11 背栓孔加工尺寸允许偏差 (mm)

项目	直孔孔径 d_0	扩孔孔径 d_1	孔深 h_1	孔中心到端边距离
允许偏差	-0.2 ~ +0.4	+/-0.3	-0.1 ~ +0.4	-1.0 ~ +5.0

- 7.2.1.3 背栓孔内不应注胶。
- 7.2.1.4 背栓安装扭矩应符合背栓供应单位的规定，或参考表 12 的要求。

表12 背栓安装扭矩

背栓规格	厚板型背栓 M6	厚板型背栓 M8	薄板型背栓 M6
压入式背栓安装扭矩(Nm)	5 ~ 8	8~13	3 ~ 4
旋转式背栓安装扭矩(Nm)	5 ~ 8	8~13	3~ 4

7.2.2 试验设备及用具

- 7.2.2.1 拉伸反力支撑架应牢固、耐腐蚀、可承受连续平稳的加载；荷载应通过铰接传递给背栓；支撑架的支撑环直径大小应符合测试要求；如果拉拔仪不能自动记录位移变化，则支撑架应留有一定空间来安放位移计，以保证位移的测量。

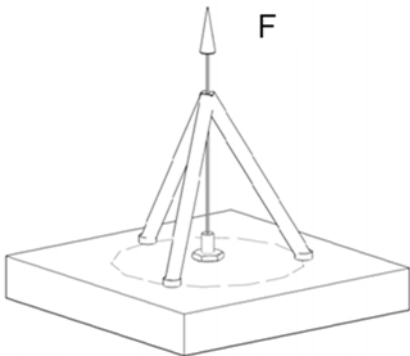


图1 拉伸试验设备示意图

- 7.2.2.2 拉力机或拉拔仪的量程宜为 50kN，试验力测量精度宜为 ±0.5%，分辨率 0.1kN，且拉伸速度可调。位移测量设备的测量精度宜为 ±0.5%，分辨率 0.02mm。
- 7.2.3 试样及数量

7.2.3.1 拉伸试验基准花岗岩面板试样尺寸为 300mm x 300mm，厚度 25、30 或 50mm，尺寸允许偏差±0.5mm。基准瓷板试样尺寸为 300x300mm，厚度 12 或 15mm，尺寸允许偏差±0.5mm。背栓应安装于面板试样的中心点上，安装边距 150mm。每组试件为 10 个。

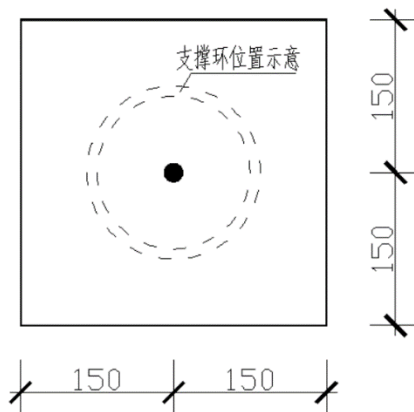


图2 基本拉伸试验背栓安装示意图

7.2.3.2 面板材料干燥弯曲强度测试试样：花岗岩的测试应按 GB/T 9966.2-2001，试样尺寸可采用 50x550x100mm，每组试件 10 个。瓷板的测试也应按 GB/T 9966.2-2001，试样尺寸按该标准的 3.1 条的规定，每组试件 10 个。

7.2.4 背栓安装

7.2.4.1 根据要求进行钻孔，背栓孔应采用与背栓配套的专用钻孔机械进行加工，加工完成后，背栓孔不得有损坏或崩裂现象，孔内应洁净；应采用游标卡尺测量直孔直径和钻孔总深度，以及采用专门的底扩孔检测工具进行底扩孔直径的测量；背栓孔加工尺寸允许偏差应符合本标准的要求。背栓孔内不应注胶。

7.2.4.2 根据背栓供应商的安装手册将背栓植入到板材中。

7.2.4.3 将测试用连接件与背栓连接，并根据背栓供应商提供的安装扭矩对背栓进行拧紧固定。

7.2.5 试验步骤

7.2.5.1 选用合适的拉伸反力支撑架，支撑环直径应符合表 13 的规定；

7.2.5.2 将反力支撑架就位，并将试样安装到合适的拉力机上，对背栓进行垂直加载，加载应连续平稳，从开始加载经过（1- 3）min 荷载到达最大值直到破坏。

7.2.5.3 记录每个试样破坏时的拉力值及荷载-位移曲线，并记录背栓的破坏形式。如果出现石材劈裂破坏，应重新测试。

表13 受拉承载力测试时的支撑环直径

背栓规格	背栓埋深 h_{ef} (mm)	基准花岗岩或瓷板厚度(mm)	支撑环直径推荐值(mm)	说明
M6	6 或 7	12（瓷板）	75	1) 宜先采用推荐支撑环直径进行试拉确认，确认原则：支撑环直径的大小，应保证测试时破坏模式是基准花岗岩或基准瓷板的锥体破坏，而不是板材的受弯破坏。 2) 不应出现整体拔出破坏或螺杆穿出破
	8 或 9	15（瓷板）	100	
	12 或 13	25	150	

	15	30	150	坏。
M8	15	30	150	
	21/25	50	225	

7.2.6 试验结果

按附录A.1计算求得背栓的抗拉承载力标准值 $N_{Rk,0}^t$ 或 $N_{Rk,0,cb}^t$ ，精确至0.01kN。

7.3 背栓组件受拉承载力

7.3.1 试验基本要求

- 7.3.1.1 钢基材抗拉测试工装见附录D。
- 7.3.1.2 钢基材上背栓安装孔加工精度不得超过 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

7.3.2 试验设备及用具

- 7.3.2.1 测试工装见附录D。
- 7.3.2.2 拉伸装置应牢固、耐腐蚀、可承受连续平稳的加载；如果拉拔仪不能自动记录位移变化，则支撑架应留有一定空间来安放位移计，以保证位移的测量。
- 7.3.2.3 拉力机或拉拔仪的量程宜为50kN，试验力测量精度宜为 $\pm 0.5\%$ ，分辨率0.1kN，且拉伸速度可调。位移测量设备的测量精度宜为 $\pm 0.5\%$ ，分辨率0.02mm。

7.3.3 试样及数量

钢基材抗拉测试工装见附录D，钢基材可重复利用。每组背栓数量为5个。

7.3.4 背栓安装

- 7.3.4.1 钢基材上背栓孔不得有损坏现象，孔内应洁净；安装前应采用游标卡尺测量直孔直径、底扩孔直径和钻孔总深度等；钢基材上背栓孔加工尺寸精度应符合附录D的要求。
- 7.3.4.2 根据背栓供应商的安装手册将背栓固定到钢基材中。
- 7.3.4.3 将钢基材抗拉测试专用连接套筒与背栓连接，并按背栓供应商提供的石材或人造板材安装扭矩值对背栓进行拧紧固定。

7.3.5 试验步骤

- 7.3.5.1 将钢基材试样安装到合适的拉力机上，对背栓进行垂直加载，加载应连续平稳，加载速度为3.0mm/min左右，或从开始加载经过1~2分钟荷载到达最大值直到破坏。
- 7.3.5.2 记录每个试样破坏时的拉力值及荷载-位移曲线，并记录背栓的破坏形式。

7.3.6 试验结果

按附录A.1求得背栓的钢基材抗拉承载力标准值 $N_{Rk,0,s}^t$ ，精确至0.01kN。

7.4 背栓锚固受剪承载力

7.4.1 基本试验要求

同 7.2.1。

7.4.2 试验设备及用具

- 7.4.2.1 配套支撑架及连接件等应牢固、耐腐蚀、可以承受连续平稳的加载；荷载应通过铰接传递给背栓；如果测试仪不能自动记录位移变化，则配套支撑架应留有一定空间来安放位移计，以保证位移的测量。测试样品宜水平放置。
- 7.4.2.2 拉力机的量程宜为 50kN 左右，试验力测量精度宜为±0.5%，分辨率 0.1kN，且拉伸速度可调。
- 7.4.2.3 位移测量设备的测量精度宜为±0.5%，分辨率 0.02mm。

7.4.3 试样及数量

剪切试验花岗岩面板试样尺寸为200mm x 400mm，厚度25、30或50mm，尺寸允许偏差±0.5mm。瓷板试样尺寸为200x400mm，厚度12或15mm，尺寸允许偏差±0.5mm。背栓安装边距100mm。每组试件数量为10个。

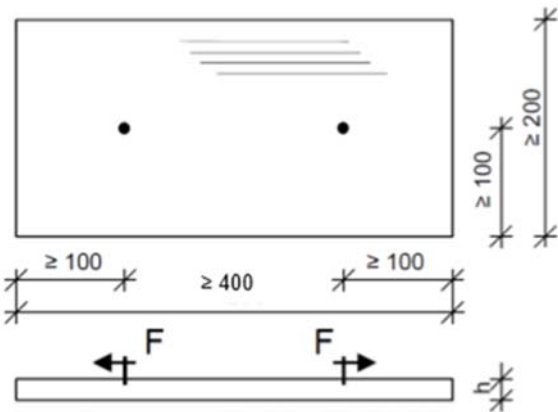


图3 基本剪切试验试样示意图

7.4.4 背栓安装

同7.2.4。

7.4.5 试验步骤

将试样安装到合适的拉力机上，以(5±1)mm/min的拉伸速度，对背栓进行受剪加载，加载应连续平稳，从开始加载经过(1-3)min荷载到达最大值直到破坏。记录每个试样破坏时的力值及荷载-位移曲线，并记录测试的破坏形式。

7.4.6 试验结果

按规定求出背栓的抗剪承载力标准值 $V_{Rk,0}^t$ 或 $V_{Rk,0,cb}^t$ ，精确至0.01kN。

7.5 背栓组件受剪承载力

7.5.1 基本试验要求

- a) 钢基材抗剪工装见附录 D。
- b) 钢基材上背栓孔加工精度不得超过 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

7.5.2 试验设备及用具

同7.3.2。

7.5.3 试样及数量

钢基材抗剪测试工装见附录D，钢基材可重复利用。每组背栓数量为5个。

7.5.4 背栓安装

7.5.4.1 钢基材上背栓孔不得有损坏现象，孔内应洁净；安装前应采用游标卡尺测量直孔直径、底扩孔直径和钻孔总深度等；钢基材上背栓孔加工尺寸精度应符合附录 D 的要求。

7.5.4.2 根据背栓供应商的安装手册将背栓固定到钢基材中。

7.5.4.3 将钢基材抗剪测试专用连接板与背栓连接，并按背栓供应商提供的石材或人造板材安装扭矩值对背栓进行拧紧固定。

7.5.5 试验步骤

7.5.5.1 将钢基材试样安装到合适的拉力机上，对背栓进行抗剪加载，加载应连续平稳，加载速度为 3.0mm/min 左右，或从开始加载经过1~2分钟荷载到达最大值直到破坏。

7.5.5.2 记录每个试样破坏时的拉力值及荷载-位移曲线，并记录背栓的破坏形式。

7.5.6 试验结果

按规定求背栓的钢基材抗剪承载力标准值 $V_{\text{Rk},0,s}^t$ ，精确至 0.01kN 。

7.6 变幅脉动拉伸荷载试验

7.6.1 基本试验要求

同7.2.1。

7.6.2 试验设备及用具

参考7.2.2，本试验应采用可自动调控力值、幅度的机械或液压加载设备。

7.6.3 试样及数量

同7.2.3。每组试件数量为10个。

7.6.4 背栓安装

同7.2.4。

7.6.5 试验步骤

7.6.5.1 对安装好的背栓施加按正弦变化的拉伸脉动荷载，频率 $2\text{Hz}-6\text{Hz}$ ，循环次数5万次。拉力荷载上限 $F_{\text{max}} = 50\% * N_{\text{Rk},0}^t$ （或 $N_{\text{Rk},0,\text{cb}}^t$ ），拉力荷载下限 $F_{\text{min}} = 20\% * N_{\text{Rk},0}^t$ （或 $N_{\text{Rk},0,\text{cb}}^t$ ）。

7.6.5.2 测试过程中应记录其在下列循环数时的位移变化：1，10，100，1000，10000，50000。

7.6.5.3 完成以上脉动荷载试验后，随即按7.2.5进行拉力测试。

7.6.6 试验结果

按附录A.1求得背栓的抗拉承载力标准值 $N_{Rk,1}^t$ ，精确至0.01kN。

7.7 冻融循环试验

7.7.1 基本试验要求

同7.2.1。

7.7.2 试验设备及用具

同7.2.2。

7.7.3 试样及数量

同7.2.3。每组试件数量为10个。

7.7.4 背栓安装

同7.2.4，注意要先将拉伸测试用连接件与背栓连接，并施加预紧扭矩，然后开始冻融循环。

7.7.5 试验步骤

7.7.5.1 共进行25次冻融循环，过程中试样应垂直放置。冻融循环条件如下：

- 在室温水浸泡16h后取出，用湿毛巾擦去表面明水；
- 在(1~2)h内在空气中降温到 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，并保持2h；
- 然后放入水中，在(1~2)h内升温到 $+20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保持2h。

7.7.5.2 冻融循环结束后，随即进行外观检查，并按7.2.5进行拉力测试。

7.7.6 试验结果

按附录A.1求得背栓的抗拉承载力标准值 $N_{Rk,2}^t$ ，精确至0.01kN。

7.8 浸水试验

7.8.1 基本试验要求

同7.2.1。

7.8.2 试验设备及用具

同7.2.2。

7.8.3 试样及数量

同7.2.3。每组试件数量为10个。

7.8.4 背栓安装

同7.2.4，注意要先将拉伸测试用连接件与背栓连接，并施加预紧扭矩，然后开始浸水。

7.8.5 试验步骤

7.8.5.1 把试样浸入室温水中（宜为 $+20\pm 4^{\circ}\text{C}$ ），24h后取出，过程中试样应当垂直放置。

7.8.5.2 随即按7.2.5进行拉力测试。

7.8.6 试验结果

按附录A.1求得背栓的抗拉承载力标准值 $N_{Rk,3}^t$ ，精确至0.01kN。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

8.2 检验时机与项目

每批产品均应进行出厂检验，检验项目包括外观、尺寸偏差（包括螺纹公差）；有下列情形之一时，应进行型式检验，型式检验项目为第6章的全部要求项目。

- a) 新产品的定型鉴定；
- b) 正常生产时，每年进行一次型式检验；
- c) 产品的原料改变、工艺有较大变化，可能影响产品性能时；
- d) 产品转厂生产或产品停产半年后恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与型式检验结果有较大差异时。

8.3 组批与抽样

8.3.1 组批

8.3.1.1 出厂检验

以相同品种、相同材质、相同规格的产品5000套为一批，不足5000套的按一批计算。

8.3.1.2 型式检验

以相同品种、相同材质、相同规格的产品50000套为一批，不足50000套的按一批计算。

8.3.2 抽样

出厂检验从同一检验批中随机抽取10套；型式检验从同一检验批中随机抽取XX套。

8.3.3 判定

检验结果全部符合要求时，判该批产品合格。若有不符合项，应再从该批产品中抽取双倍样品对不符合项进行一次复检，复检结果全部符合要求时判定该批产品合格，否则判定该批产品不合格。

9 产品使用说明书

9.1 在背栓包装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；

9.2 产品使用说明书应包含以下内容：背栓材质和适用板材；背栓规格和尺寸及其安全载荷等信息；对应规格的打孔的规定，参考以下示例：

- 规格，尺寸
 - 1) 产品的规格型号；
 - 2) 产品的主要尺寸，如背栓的直径、埋深、总长等信息；还有关键尺寸
- 背栓主要金属件的机械性能参数
 - 1) 屈服强度、抗拉强度；
 - 2) 主要零件的材质，等级，应力截面积等；
- 性能参数（对不同基材的抗拉、抗剪承载力平均值，如果数值不同分别列出）
 - 1) 抗拉承载力平均值，抗剪承载力平均值等；
 - 2) 适用基材类型和厚度范围；
- 安装要求
 - 1) 开孔的直径、深度、拓孔尺寸等；
 - 2) 安装步骤和注意事项（宜用图解）；
 - 3) 安装工具，如钻头尺寸，敲击或扭紧工具等；
- 其它

- 1) 制造厂名, 商标, 厂址;
- 2) 产品图示;
- 3) 其它一些必要措施。

10 包装、运输、贮存

10.1 包装

10.1.1 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。

10.1.2 包装箱、盒等外表应印有如下内容:

- a) 厂址、商标、联系方式;
- b) 产品型号;
- c) 产品数量或净重;
- d) 生产日期或批号。

10.1.3 包装箱或包装盒内应有产品合格证、产品使用说明书。

10.2 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。

10.3 贮存

应贮存于正常环境条件的室内。

附录 A
(规范性)
试验数据处理

A.1 根据试验值求背栓的承载力标准值 F_{RK}^t （抗拉时为 N_{RK}^t 、抗剪时为 V_{RK}^t ）、石材的弯曲强度标准值 $f_{flex,k}^t$ 时，应采用极限荷载的 5%分位值，采用对数正态分布求出。

$$F_{RK}^t = F_{in5\%} = F_{RK,m,in(x)} - k_s \cdot S_{in(x)} \tag{A.1}$$

其中 样品数量 n=5 : ks=2.463;

n=6 : ks=2.336;

n=7 : ks=2.250;

n=8 : ks=2.188;

n=9 : ks=2.141;

n=10 : ks=2.104;

$F_{in5\%}$ = 根据对数测试值计算得到的极限荷载的 5%对数分位值;

$F_{RK,m, in(x)}$ = 根据对数测试值计算得到的极限荷载的平均数;

k_s = 系数;

$S_{in(x)}$ = 根据对数测试值求得的标准差。

附录 B
(规范性)
滑移系数的计算

- B.1 测试时得到的荷载-位移曲线应当显示为稳定的增长，参考图 B.2 的曲线 1。
- B.2 如果荷载位移曲线出现水平或近似水平段，且水平段或近似水平段的荷载为 N_{sl} ，滑移系数可按下列式进行计算：

$$\gamma = \frac{N_{sl}}{N_{Ru}} \tag{B.1}$$

其中 N_{Ru} = 在一个单项测试中的极限拉力；
 N_{sl} = 在该单项测试中出现不可控滑移时的拉力。当荷载-位移曲线上出现大于最大荷载下位移 10%的水平段时，或出现大于最大荷载 5%的短暂荷载下降段时，如果没有其它干扰影响可判断背栓出现了滑移，记录水平段对应的荷载或短暂荷载下降前最大荷载为 N_1 。参考下图的曲线2。

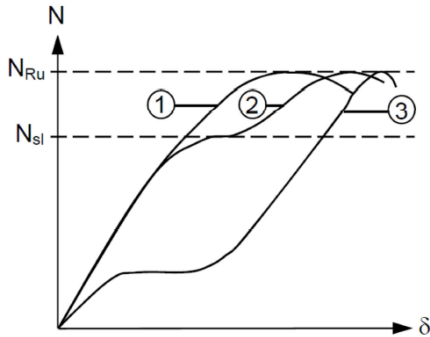


图 B.2 荷载-位移曲线的要求
(曲线1和2-可以接受；曲线3-不能接受)

附录 C
(资料性)
计算示例

C.1 石材干燥弯曲强度标准值计算示例。

石材名称	福建海沧白，国标代号 G3523				
石材批次编号	20210805-01				
石材干燥弯曲强度测试值 X_i (MPa)	10.11	11.48	9.14	10.01	11.09
	9.13	10.02	11.08	11.47	10.12
测试值的对数 $\ln(X_i)$	2.31	2.44	2.21	2.30	2.41
	2.21	2.3	2.41	2.44	2.31
测试值对数的平均值 $X_{m,\ln}$	2.34				
测试值对数的标准差 $S_{\ln}$	0.09				
测试值对数的标准值 $X_{m,\ln} - k_s \cdot S_{\ln}$	2.16 (参看附录 A)				
石材弯曲强度的标准值 $f_{flex,k}^t$ (MPa)	8.64				

C.2 背栓基本受拉承载力标准值计算示例。

测试采用的石材编号	20210805-01				
石材弯曲强度标准值(MPa)	8.64				
背栓代号	HSU-R M6X15				
背栓螺纹直径(mm)	M6				
背栓设计埋深 h_{ef} (mm)	15				
测试用石材厚度(mm)	30				
受拉承载力测试值 X_i (KN)	9.17	10.12	8.79	8.1	9.47
	8.78	8.11	9.48	9.16	10.11

破坏模式	石材锥体破坏（附照片）				
测试值的对数 $\ln(X_i)$	2.22	2.31	2.17	2.09	2.25
	2.17	2.09	2.25	2.22	2.31
测试值对数的平均值 $X_{m,in}$	2.21				
测试值对数的标准差 S_{in}	0.08				
测试值对数的标准值 $X_{m,in} - k_s \cdot S_{in}$	2.04				
基本受拉承载力的标准值 $N_{RK,0}^t$ (kN)	7.72				
对数变异系数 $v_{N,0}$	0.04				
滑移系数 $\gamma_{N,0}$	1.0（按附录 B 由荷载位移-曲线得出）				
最小受拉承载力标准值 $N_{0,min}$ (kN)	4.0 (按公式 6.2.2-4)				

附录 D
(规范性)
钢基材试验工装

D.1 钢基材材料要求

钢基材工装材料的硬度应介于45-60HRC之间,宜采用45#钢调质处理,也可采用Cr12MoV淬火处理或65Mn钢等。

D.2 钢基材上背栓安装孔开孔要求

钢基材上背栓安装孔不得有损坏,孔内应洁净。其中直孔直径应取上差直径,扩孔直径应取下差直径。压入式石材背栓和旋进式石材背栓的孔径及加工允许偏差应符合表D. 1的要求。

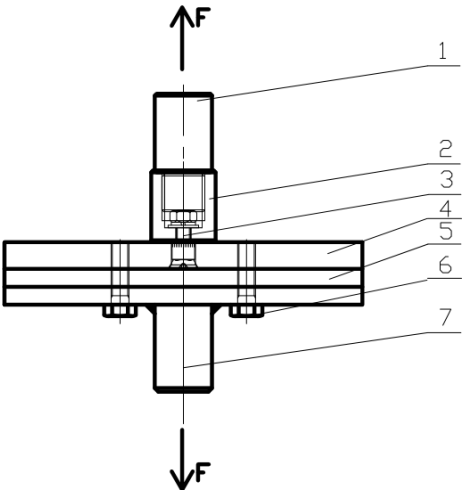
表D. 1 钢基材上背栓安装孔孔径及允许偏差要求

	压入式背栓		旋进式背栓	
背栓螺杆外径, mm	6	8	6	8
背栓开孔直孔内径, mm	11.4	13.4	7.7	9.7
背栓开孔扩孔内径, mm	13.2	15.2	9.2	11.2
钢基材背栓孔加工尺寸允许偏差, mm	-0.05 ~ +0.05			

D.3 拉伸试验工装

D.3.1 拉伸试验工装应保证荷载垂直传递给背栓、测试能连续平稳地加载、加载速度可控。

D.3.2 拉伸试验工装整体可参考图D 1,其中背栓拉伸杆及接头可参考图D 2,背栓拉伸安装板可参考图D. 3。



- 1—拉伸连接杆;
- 2—拉伸连接杆接头;
- 3—背栓;
- 4—背栓安装板;
- 5—背栓安装底板;
- 6—M10 螺栓;
- 7—带底板连接杆;
- N—背栓受拉力方向

图 D. 1 钢基材拉伸试验工装整体示意图

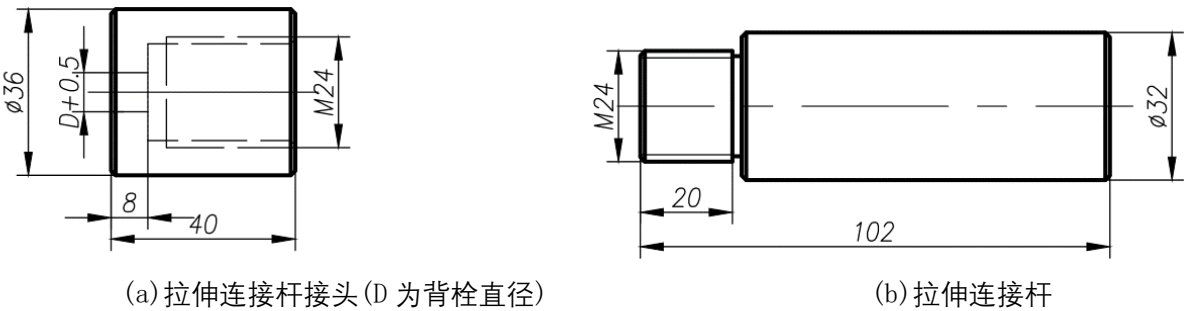


图 D. 2 拉伸连接杆及接头示意图

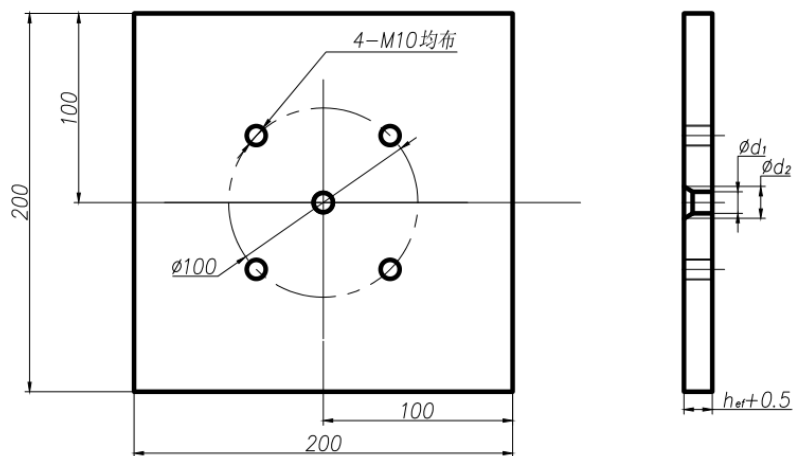
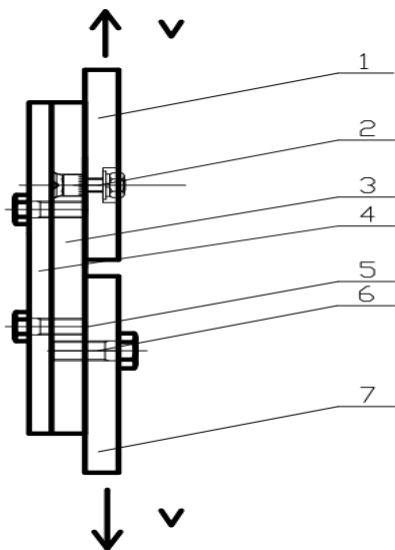


图 D.3 背栓安装板示意图（拉伸）

注： d_1 为背栓直孔直径上差直径， d_2 为背栓扩孔直径下差直径， h_{ef} 为背栓设计埋深。

D.4 剪切试验工装

- D.4.1 剪切试验工装应保证荷载垂直传递给背栓侧面、测试能连续平稳地加载、加载速度可控。
- D.4.2 剪切试验工装整体可参考图D.4，其中背栓剪切安装板可参考图D.5，背栓剪切板可参考图D.6，剪切板最小厚度宜不小于背栓直径，剪切孔边缘应倒0.4mm圆角。
- D.4.3 剪切试验时，应确保剪切板在整个试验过程中不发生翘起，且不应引入过大的摩擦阻力。



1—剪切板; 2——背栓; 3—背栓安装板; 4—背栓安装板底板; 5—M10 螺栓;

6—M12 螺栓; 7—剪切板底板; V—背栓受剪力方向。

图 D.4 钢基材剪切试验工装整体示意图

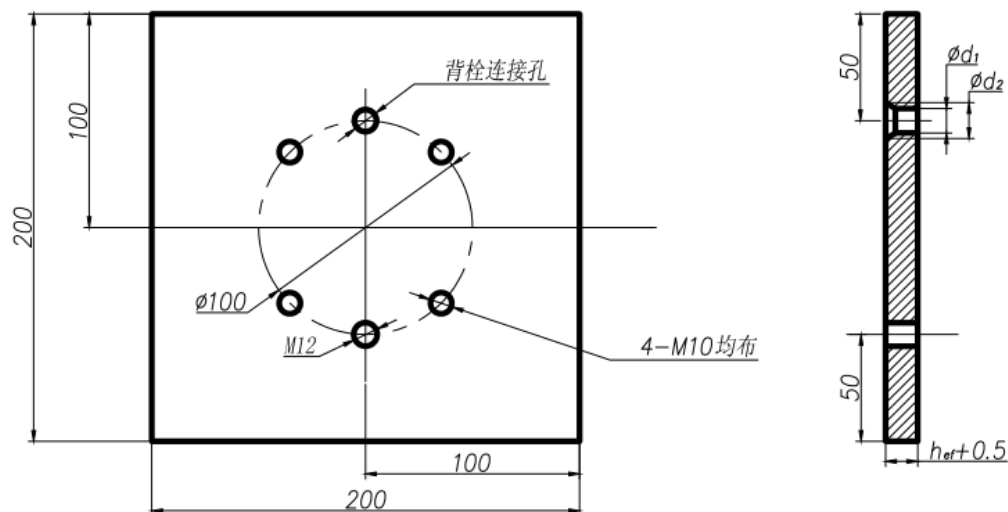


图 D.5 背栓安装板示意图 (剪切)

注: d_1 为背栓开孔直孔直径上差直径, d_2 为背栓扩孔直径下差直径, h_{ef} 为背栓埋深。

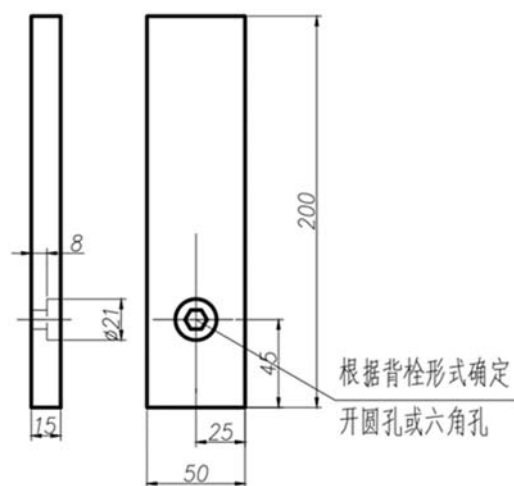


图 D.6 背栓剪切板示意图

注：齐平式背栓开圆形通孔，孔径为背栓直径+0.5mm；旋进式背栓开六角形孔。