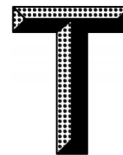


ICS 59.100.01  
CCS C 306



团 体 标 准

T/CI 1029—2025

# 高强度复合材料锚杆及附件

High-strength composite anchor rod and accessories

2025-05-26 发布

2025-05-26 实施

中国国际科技促进会 发布  
中国标准出版社 出版



## 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 产品结构 .....	2
5 技术指标 .....	2
6 试验方法 .....	3
7 检验规则 .....	6
8 标志、包装、运输和贮存 .....	8
附录A(资料性) 双剪测试工装装配图 .....	9
附录B(资料性) 锚杆抗扭性能测试 .....	13
附录C(资料性) 锚杆抗静电性能测试 .....	14



## 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》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由山东奥卓新材料有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：山东奥卓新材料有限公司、山东金利德机械股份有限公司、河北玖富工矿配件有限公司、商丘国龙新材料有限公司、洛阳恒诺锚固技术有限公司、山东斯福特实业有限公司。

本文件主要起草人：张旭锋、杨志刚、杨瑞衡、陈冰、肖智广、焦裕钊、肖杰、孙维。



# 高强度复合材料锚杆及附件

## 1 范围

本文件规定了高强度复合材料锚杆及附件的产品结构、技术指标、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于需锚杆支护用的高强度复合材料锚杆及附件。

## 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 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 10111 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

GB 16413—2009 煤矿井下用玻璃钢制品安全性能检验规范

MT/T 146.1—2011 树脂锚杆 第1部分:锚固剂

MT/T 1061 树脂锚杆 玻璃纤维增强塑料杆体及附件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**复合材料锚杆 composite anchor rod**

由连续纤维和树脂复合而成的锚杆。

### 3.2

**抗拉强度 tensile strength**

锚杆杆体在受到拉力作用时,所能承受的极限载荷。

### 3.3

**抗剪强度 shear strength**

锚杆杆体在受到剪切力作用时,所能承受的极限载荷。

### 3.4

**扭矩 torsion**

作用在锚杆杆体上的旋转力矩。

### 3.5

**锚固力 anchor capacity**

锚杆杆体或其锚固部分在拉拔试验时,所能承受的极限载荷。

### 3.6

**托盘承载力 pallet load capacity**

托盘受到作用力时,所能承受的极限载荷。

## 3.7

**螺母承载力 lag bolt load capacity**

螺母受到作用力时,所能承受的极限载荷。

## 4 产品结构

高强度复合材料锚杆主要包括锚杆杆体、托盘及螺母。其中锚杆杆体为全螺纹式,表面加工成螺旋状,结构如图1所示:

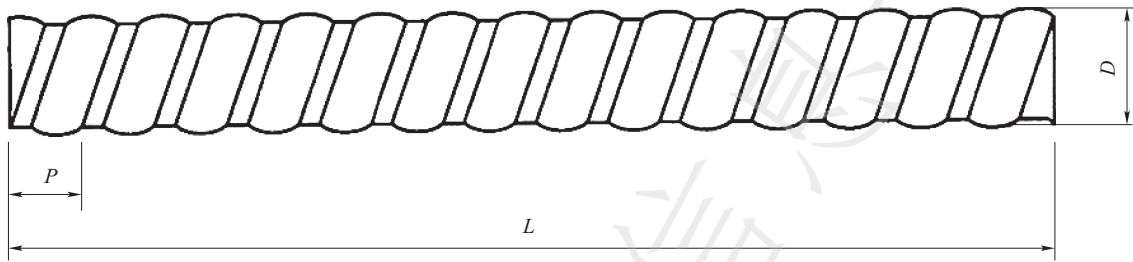


图1 高强度复合材料锚杆杆体

标引符号说明:

$L$ ——杆体长度;

$D$ ——杆体直径;

$P$ ——螺距。

## 5 技术指标

## 5.1 外观

杆体外观应质地均匀,无气泡、无裂纹及其他影响强度的缺陷。

## 5.2 几何尺寸及偏差

依据MT/T 1061,杆体的几何尺寸及偏差应满足表1的要求:

表1 杆体的几何尺寸及偏差要求

长度偏差/mm	直径偏差/mm	杆体直线度/( $\text{mm}\cdot\text{m}^{-1}$ )
$\pm 10$	$\pm 0.5$	$\leq 3$

## 5.3 杆体技术性能要求

## 5.3.1 一般要求

杆体的常规直径为 $\phi 22\text{ mm}$ 、 $\phi 27\text{ mm}$ 、 $\phi 32\text{ mm}$ ,其他直径的杆体力学性能可参考上述3种直径的性能进行要求。

## 5.3.2 杆体力学性能

杆体力学性能见表2。

表2 杆体的力学性能要求

杆体公称直径/mm	22	27	32
抗拉强度/MPa	≥700	≥700	≥700
抗剪强度/MPa	≥130	≥140	≥150
扭矩/(N·m)	≥100	≥180	≥200
锚固力/kN	≥150	≥180	≥210
尾部连接部位、尾部螺纹及螺母承载力/kN	≥150	≥180	≥210

### 5.3.3 抗静电性能

杆体应具有抗静电性能,试件表面的电阻值应不大于 $3 \times 10^8 \Omega$ (以测试所得算术平均值为准)。

### 5.3.4 阻燃性能

杆体应具有阻燃性。

试件作酒精喷灯燃烧试验时,当酒精喷灯移走后,每组6条试件的有焰燃烧时间总和不应超过30 s,其中任何一条试件的有焰燃烧时间不大于15 s,每组6条试件的无焰燃烧时间总和不应超过120 s,其中任何一条试件的无焰燃烧时间不大于60 s。

### 5.4 锚杆托盘

与杆体配套的托盘,承载力应不低于表3的规定,托盘的直径不小于140 mm,托盘整体厚度不小于40 mm。

表3 托盘承载力要求

杆体公称直径/mm	22	27	32
托盘承载力/kN	≥150	≥180	≥210

### 5.5 锚杆螺母

与杆体配套的螺母,承载力应满足表4的规定,螺母的高度不小于80 mm。

表4 螺母承载力要求

杆体公称直径/mm	22	27	32
螺母承载力/kN	≥150	≥180	≥210

## 6 试验方法

### 6.1 产品外观质量

外观质量用目测方法进行,应质地均匀,无气泡、无裂纹及其他影响强度的缺陷。

## 6.2 几何尺寸及偏差

### 6.2.1 杆体长度

每根杆体用最小分度值为 1 mm 的钢卷尺测量长度一次,计算结果以毫米为单位。

### 6.2.2 杆体直径

用分度值为 0.02 mm 的游标卡尺测量每根杆体(去掉锚头、锚尾,取中间直径较为均匀部分)的上部、中部、下部共测 3 个数(每个部位的测量值为在同一位置相互垂直方向测量 2 次取平均值),取 3 次测量数的平均值,计算结果以毫米为单位。

### 6.2.3 杆体直线度

将杆体截取一段长度为 1 m 的直杆置于平板上,沿轴方向转动,用量程为 0.02 mm~1.00 mm 的塞尺测量各方向的最大弯曲量,换算得到直杆部分直线度,每根测 1 次。

### 6.2.4 锚头、尾部螺纹段及托盘尺寸

用钢直尺、卡尺测量每根杆体锚头、尾部螺纹段和托盘尺寸 1 次,计算结果以毫米为单位。

### 6.2.5 杆体的横截面积

从待检测的同批次试件中,截取一段长度约 5 cm 的试件,用精度为 0.02 mm 的游标卡尺测量试件长度 3 次,每次测量旋转 120°,取算术平均值,精确到 0.1 mm,即为试件的长度  $L$ 。在试件浸入量杯之前测量液体的体积  $V_0$ ,浸入后再测量液体的体积  $V_1$ ,应避免试件表面将空气带入液体之中,并计算试件浸入前后的体积差  $\Delta V$ ,则试件的横截面积  $A$ (精确到 0.1 mm<sup>2</sup>)可按公式(1)计算:

$$A = \frac{\Delta V}{L} = \frac{V_1 - V_0}{L} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$\Delta V$  —— 试件浸入量筒前后的体积之差,即试件的体积,单位为毫升(mL);

$V_0$  —— 试件浸入量筒之前的液体体积,单位为毫升(mL);

$V_1$  —— 试件浸入量筒之后的液体体积,单位为毫升(mL);

$L$  —— 试件长度,单位为毫米(mm)。

根据计算所得的横截面积  $A$ ,计算试件的抗拉强度、抗剪强度。

## 6.3 抗拉强度

将杆体去掉锚头和锚尾,在杆体中间段随机截取  $40D$  的长度作为测试试件, $D$  为杆体最大直径,两端各用胶粘剂粘接在与之匹配的钢管内,使粘接强度大于杆体抗拉强度,其中钢管长度 300 mm~450 mm,钢管壁厚 5 mm~10 mm,钢管内径为锚杆最大直径增加 5 mm;钢管内孔表面加工 1 mm~2 mm 深的螺纹,以增加与杆体粘接强度,杆体与钢管粘接时应垂直放置于钢管孔中间。样品制作后存放 24 h,然后在万能材料试验机上以 3 kN/s 的加载速度进行抗拉强度测定。按公式(2)计算杆体抗拉强度。表 5 为试件和钢管的推荐尺寸。

$$f = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$f$  —— 抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

$F$  —— 拉伸载荷最大值,单位为牛(N);  
 $A$  —— 横截面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ )。

表5 试件和钢管的推荐尺寸

锚杆尺寸/mm	钢管长度/mm	钢管壁厚/mm	钢管最小内径/mm	试件总长/mm
$D < \phi 22$	300	5	$(D+5)\text{mm}$	$40D$
$\phi 22 \leq D < \phi 27$	350	8		
$\phi 27 \leq D < \phi 32$	400	8		
$D \geq \phi 32$	450	10		

#### 6.4 抗剪强度

将杆体去掉锚头和锚尾,在杆体中间段随机截取300 mm长的试件,将试件放入双剪测试工装中,测试工装结构图见附录A。将双剪测试工装固定在万能材料试验机试验台的中心,加载面与试件之间不应留有缝隙,以 $(20 \pm 2)\text{kN/min}$ 的加载速度进行测试,试验过程中试样不应被撞击,均匀加载直至试样被完全破坏,按公式(3)计算抗剪强度:

$$\sigma_{\text{剪}} = \frac{P}{2A} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$P$  —— 最大剪切力,单位为牛(N);  
 $A$  —— 横截面积,单位为平方毫米( $\text{mm}^2$ );  
 $\sigma_{\text{剪}}$  —— 抗剪强度,单位为兆帕(MPa)。

#### 6.5 扭矩

将杆体(全长)安装在锚杆扭矩试验台,锚尾与回转机构连接,锚头与扭矩和转速传感器连接,杆体中部加装托扶器,防止杆体产生弯曲变形,抗扭性能测试见附录B。将回转机构转速调至200 r/min~300 r/min,使杆体处于空负载旋转状态,调整加载装置,在8 s内使负载平稳升至规定扭矩并运转40 s,杆体不应产生断裂、严重变形等异常。

#### 6.6 锚固力

将杆体去掉锚头和锚尾,在杆体中间段随机截取 $40D$ 的长度作为测试试件, $D$ 为杆体最大直径;模拟锚孔的钢管长度300 mm~450 mm,壁厚5 mm~10 mm,内径为锚杆最大直径增加5 mm;钢管内孔表面加工出1 mm~2 mm深的螺纹,增加与杆体的粘接强度。用符合MT/T 146.1规定的树脂锚固剂锚固,先将锚固剂放入模拟锚孔钢管内,用煤电钻将杆体安装在锚孔中,保证杆体在孔的中心位置,搅拌时间按MT/T 146.1规定执行。锚固龄期达到MT/T 146.1规定的要求后,将杆体的另一端用胶粘剂粘接在与之匹配的钢管内,使粘接强度大于杆体的抗拉强度,样品制作后存放24 h,然后在万能材料试验机上以3 kN/s的加载速度加载至最大载荷,测试结果以千牛为单位,保留至小数点后一位。

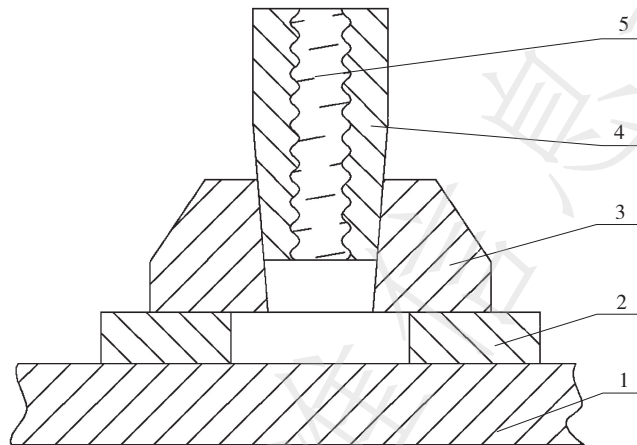
#### 6.7 尾部连接部位、尾部螺纹及螺母承载力

从杆体尾部截取杆体试件(含连接部位和尾部螺纹)不小于600 mm,将前端300 mm用胶粘剂粘接于与之匹配的钢管(钢管要求同6.3),使粘接强度大于尾部连接部位及螺纹承载力,24 h后在万能材料试验机上进行试验。试验时,将连接部位及螺纹段一端装入特制拉力架(拉力架符合MT/T 146.1—2011中6.6

的规定),将钢管端放入万能材料试验机上钳口中,以3 kN/s的加载速度加载至试件破坏。测试结果以千牛为单位,保留至小数点后一位。

### 6.8 托盘承载力

将锚杆杆体截成与螺母等高的试件后安装在螺母内,按图2所示的示意图组装在万能试验机上进行测试,组装试件固定在试验台的中心,螺母与试验台上部的加载装置接触,加载面与螺母之间不应留有缝隙,以3 kN/s的加载速度加载至试件破坏,测试结果以千牛为单位,保留至小数点后一位。



标引序号说明:

- 1——万能试验机试验台;
- 2——承压板(厚度50 mm、内孔径60 mm);
- 3——托盘;
- 4——螺母;
- 5——锚杆杆体。

图2 托盘承载力试验方法示意图

### 6.9 抗静电性能

按MT/T 1061中的相关规定,在测试杆体上直接截取长约300 mm的杆体6段作为试件。试验方法和步骤见附录C锚杆抗静电性能测试。

### 6.10 阻燃性能

在测试杆体上直接截取长360 mm的杆体6段作为试件,试验方法和步骤按GB 16413—2009中第4章的规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

### 7.2 检验项目

产品出厂检验和型式检验项目见表6。

表6 出厂检验和型式检验项目表

序号	检验项目	不合格品分类	技术要求	检验方法	检验类型	
					出厂检验	型式检验
1	产品外观	C	5.1	6.1	√	√
2	几何尺寸	C	5.2	6.2	√	√
3	抗拉强度	A	5.3	6.3	—	√
4	抗剪强度	A	5.3	6.4	—	√
5	扭矩	A	5.3	6.5	—	√
6	锚固力	A	5.3	6.6	√	√
7	尾部连接部位、尾部螺纹及螺母承载力	A	5.3	6.7	√	√
8	托盘承载力	A	5.4	6.8	√	√
9	抗静电性能	B	5.5	6.9	√	√
10	阻燃性	B	5.6	6.10	√	√

注：“√”表示需要检验的项目；“—”表示不需要检验的项目。

### 7.3 出厂检验

7.3.1 以同一批材料、同一配方、同一工艺、同一班人员生产的杆体为一批,随机抽取六根,按表5规定的出厂检验项目进行检验。

7.3.2 出厂检验项目全部合格,则判该批产品合格。

### 7.4 型式检验

7.4.1 有下列情况之一时,产品应进行型式检验:

- 产品转厂生产时;
- 正式生产的产品在结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 正常生产的产品,每年应进行一次型式检验;
- 产品停产一年以上,重新恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出要求时。

7.4.2 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中,按GB/T 10111的规定进行随机抽样。抽样检验采用GB/T 2829,抽样方案及有关数据见表7。

表7 型式检验抽样方案及有关数据

实验组别	不合格分类	不合格质量水平 RQL	判别水平DL	抽样方案类型	判定组数 [Ac, Ae]	样本量 <i>n</i>
1	A	30	I	一次	[0,1]	3
2	B	40	II	一次	[0,1]	4
3	C	50	III	一次	[0,1]	4

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

产品出厂时应随附产品说明书、质量检验合格证,并注明产品名称、规格型号、执行标准、生产日期、质检员代号、厂名、厂址。

### 8.2 包装

每根杆体至少配一只螺母,每10根杆体为一组,捆扎牢固,也可根据供货合同要求包装。

### 8.3 运输

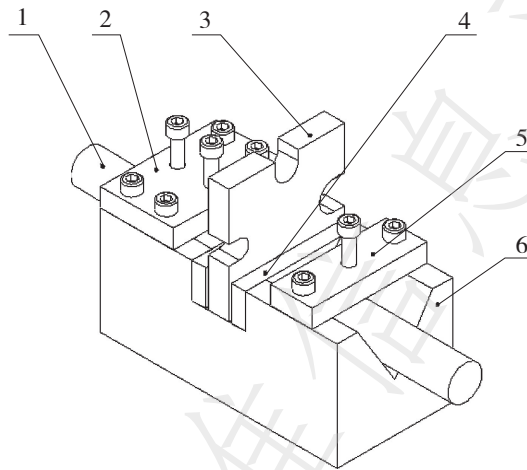
运输过程中,应注意杆体的外观不应有裂纹、折曲及肉眼可观的明显损伤。托盘、螺母表面不应有因运输过程中造成的磕碰、刚蹭等损伤。

### 8.4 贮存

杆体应贮存在干燥、无阳光直射的库房内,水平放置。不应露天存放,防止曝晒和老化,锚固段不应沾染油污。贮存期一般不超过一年,超过一年时,应重新评价其性能。重新评价时,应在同一批次锚杆杆体中随机选取5根、同一批次的托盘螺母中各选3个进行力学性能检测,按5.3.2杆体力学性能指标参数进行判定,全部力学性能指标满足要求判定为合格,其中一项指标不满足要求判定为不合格。

附录 A  
(资料性)  
双剪测试工装装配图

双剪测试工装装配图见图 A.1, 上刀片见图 A.2, 下刀片见图 A.3, 基座见图 A.4, 连接片见图 A.5。



- 标引序号说明：  
1——锚杆试样；  
2——连接片；  
3——上刀片；  
4——下刀片；  
5——连接片；  
6——基座。

图 A.1 双剪测试工装示意图

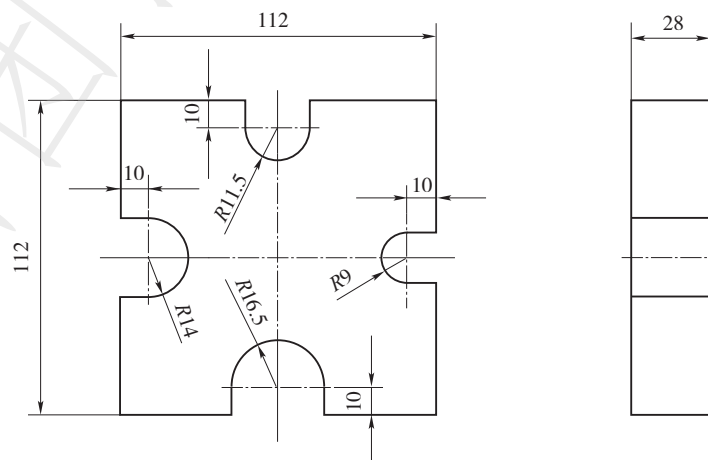
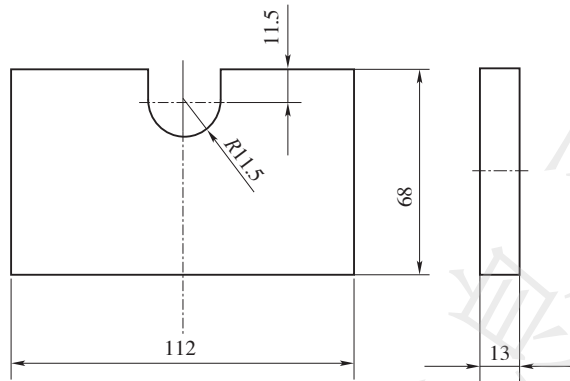
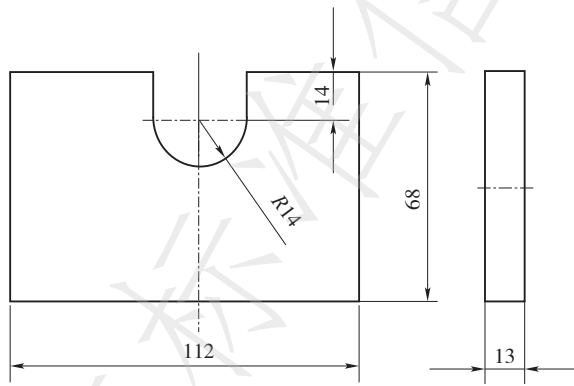


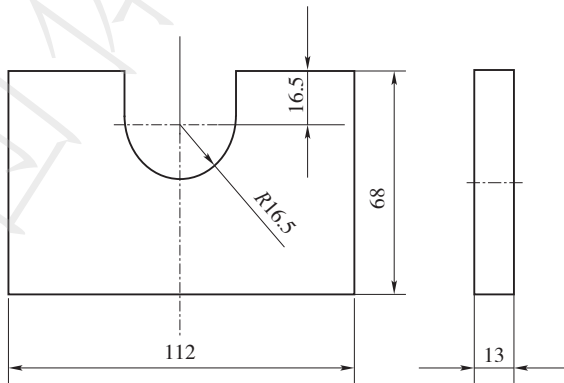
图 A.2 上刀片示意图



a)  $\phi 22$ 锚杆用下刀片示意图



b)  $\phi 27$ 锚杆用下刀片示意图



c)  $\phi 32$ 锚杆用下刀片示意图

图A.3 下刀片示意图

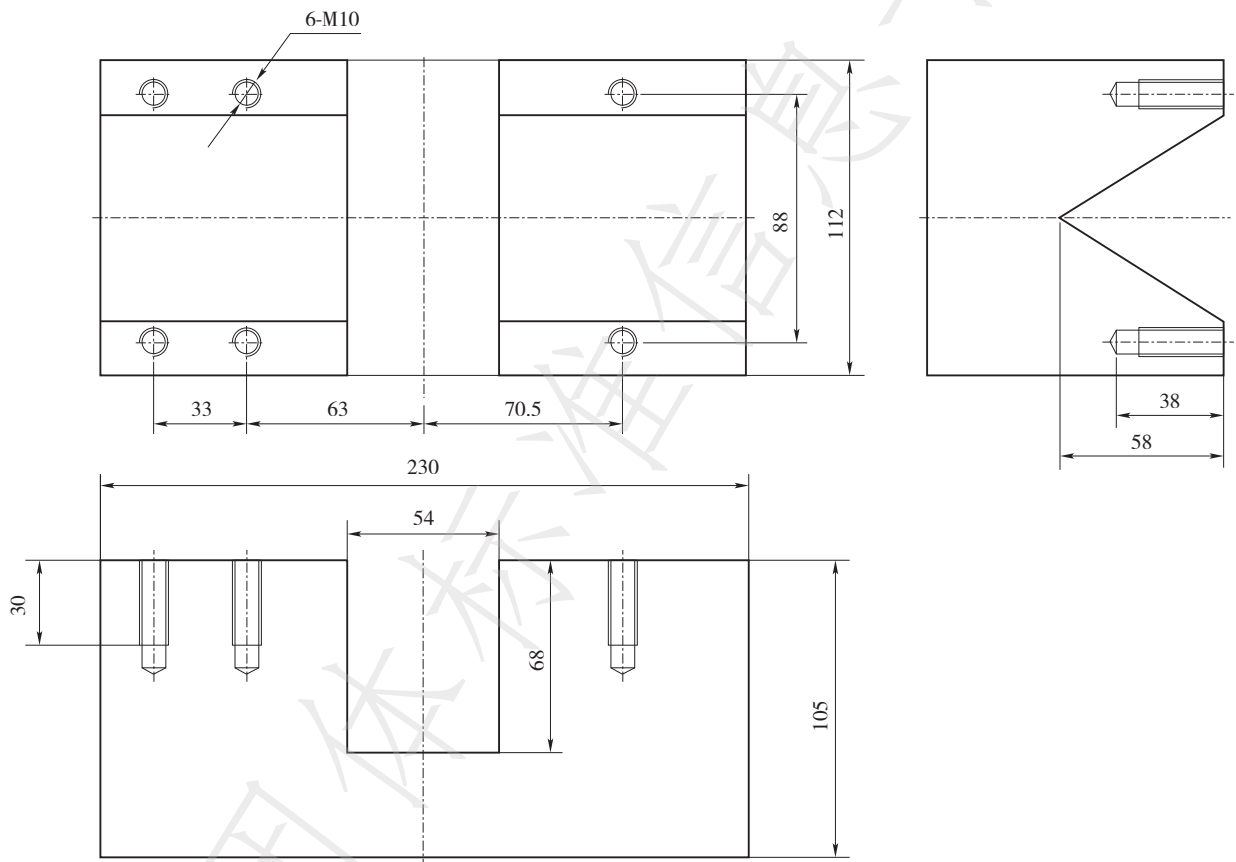
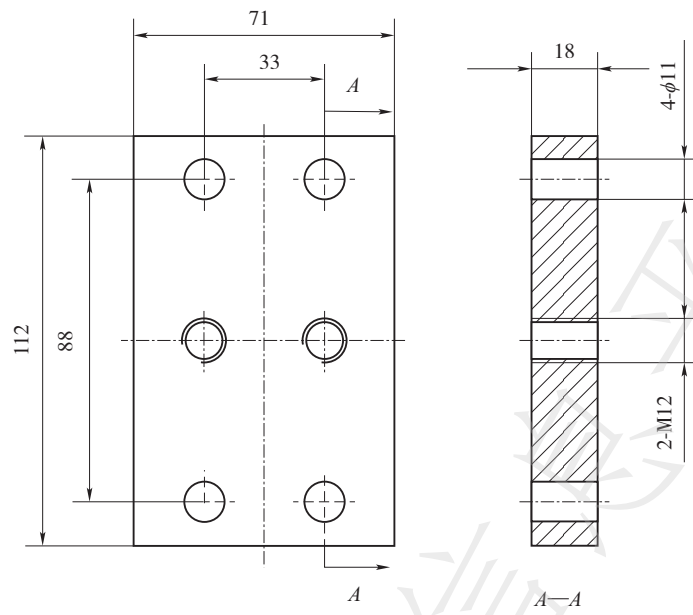
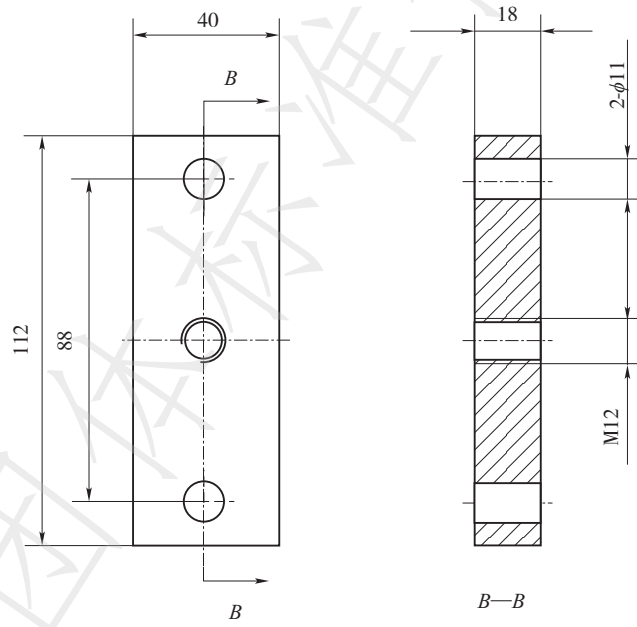


图 A.4 底座示意图



a) 连接片2示意图

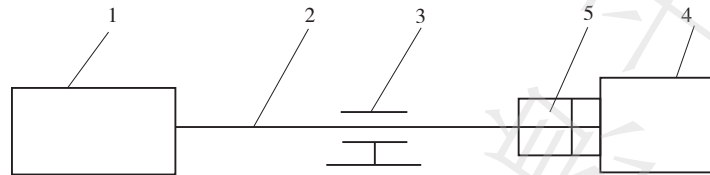


b) 连接片5示意图

图 A.5 连接片示意图

附录 B  
(资料性)  
锚杆抗扭性能测试

锚杆扭矩试验台加载系统如图 B.1 所示。



标引序号说明：

- 1——回转机构；
- 2——锚杆杆体；
- 3——托扶器；
- 4——加载机构；
- 5——扭矩、转速测试仪。

图 B.1 锚杆扭矩试验台加载系统示意图

附 录 C  
(资料性)  
锚杆抗静电性能测试

### C.1 原理

在相距 100 mm 的杆体试件上测量电阻值,测试杆体用绝缘试验机通 500 V 直流电,同时保证测试杆体上的电耗小于 1 W。

### C.2 仪器

用一台绝缘试验机,提供 500 V 直流开路电压。测量仪器的精度为 $\pm 5\%$ 。

### C.3 步骤

#### C.3.1 样品尺寸及数量

300 mm 长的杆体 6 根。

#### C.3.2 样品准备

用蘸有蒸馏水的干净棉布清洗试件后,用洁净的干布将试件擦干,放置在干燥处 24 h 以上。

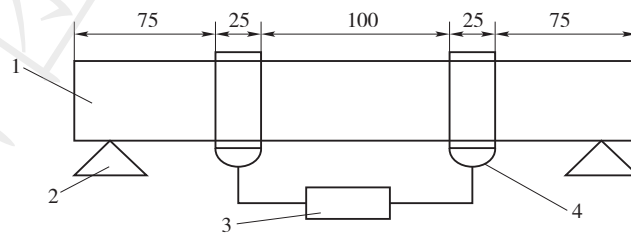
在试件上用导电涂料或银导电胶涂上两个平行的环,作为电极,每个环宽度为 25 mm,两环位置分别与试件中间距离相等,两环内边缘相距 100 mm。

涂覆后导电涂料或银导电胶电极表面应该平滑,并且任一电极上的任何二点间电阻不大于 $10^5 \Omega$ 。

#### C.3.3 方法

试验在室温条件下进行,同时确保试件表面完全与空气接触。试件在温度 $(25\pm 5)^\circ\text{C}$ ,相对湿度小于 $(65\pm 5)\%$ 条件下,放置至少 2 h。将试件放在聚乙烯支撑块或其他绝缘材料上,试件与支撑块表面之间的电阻应大于 $10^{11} \Omega$ 。

如图 C.1 所示,将测试仪连接到测试样品电极上,注意不允许测试仪器的两导线相互接触,或接触测试样品其他部位。开启电压开关,同时确认测试样品的功耗小于 1 W。



标引序号说明:

- 1——试件;
- 2——绝缘支撑式夹具;
- 3——500 V 表面电阻测试仪;
- 4——包在石墨电极上的锡箔条。

图 C.1 电阻测试







中国国际科技促进会  
团体标准  
高强度复合材料锚杆及附件

T/CI 1029—2025

\*

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)

网址 [www.spc.net.cn](http://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

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 27 千字  
2025年11月第1版 2025年11月第1次印刷

\*

书号:155066·5-17231 定价 49.00 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



T/CI 1029-2025