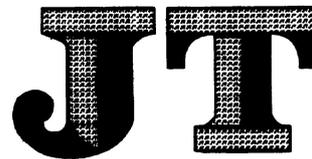


ICS 93.080.01

P 66



# 中华人民共和国交通运输行业标准

JT/T 1328—2020

代替 JT/T 528—2004

## 边坡柔性防护网系统

Flexible protection net system of slope

2020-07-31 发布

2020-11-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类及型号标记 .....	2
5 技术要求 .....	10
6 试验方法 .....	13
7 检验规则 .....	15
8 标志、包装、运输和储存 .....	16
附录 A(规范性附录) 被动防护网易维修性等级分级标准 .....	18
附录 B(资料性附录) 不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限 .....	19
附录 C(规范性附录) 网面抗顶破力试验方法 .....	20
附录 D(规范性附录) 网面抗拉强度试验方法 .....	23
附录 E(规范性附录) 环链拉伸破断力试验方法 .....	25
附录 F(规范性附录) 紧固件抗错动拉力和抗脱落拉力试验方法 .....	27
附录 G(规范性附录) 消能装置静力性能试验方法 .....	29
附录 H(规范性附录) 消能装置动力性能试验方法 .....	31

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准替代 JT/T 528—2004《公路边坡柔性防护系统构件》。与 JT/T 528—2004 相比,除编辑性修改外,主要技术变化如下:

- 修改了标准适用范围(见第 1 章,2004 年版的第 1 章);
- 修改了“边坡柔性防护网系统”和“消能装置”的术语和定义(见 3.1 和 3.6,2004 年版的 3.1 和 3.4);
- 增加了“引导防护系统”“柔性金属网”“标称防护能级”“静力启动荷载”和“动力启动荷载”的术语和定义(见 3.4、3.5、3.7、3.8 和 3.9);
- 修改了分类和型号标记(见第 4 章,2004 年版的第 4 章);
- 增加了引导防护系统分类和型号标记(见 4.1.3 和 4.2.3);
- 增加了边坡柔性防护网系统技术要求和试验方法(见 5.1、5.2 和 6.1、6.2);
- 修改了边坡柔性防护网系统构件和材料的技术要求(见 5.3 和 5.4,2004 年版的 5.2);
- 修改了边坡柔性防护网系统构件和材料的试验方法(见 6.3 和 6.4,2004 年版的第 6 章);
- 修改了边坡柔性防护网系统检验规则(见第 7 章,2004 年版的第 7 章);
- 增加了边坡柔性防护网系统标志、包装、运输和储存(见第 8 章);
- 删除了边坡柔性防护系统常见规格的构件组成及功能的规定(见 2004 年版的附录 A);
- 删除了型钢与工字钢性能参数之比的换算关系(见 2004 年版的附录 B);
- 增加了被动防护网易维修性等级分级标准(见附录 A);
- 增加了不同腐蚀下中性盐雾试验时间与防腐年限对应关系(见附录 B);
- 增加了网面抗顶破力试验方法(见附录 C);
- 增加了网面抗拉强度试验方法(见附录 D);
- 增加了环链拉伸破断力试验方法(见附录 E);
- 增加了紧固件抗错动拉力和抗脱落拉力试验方法(见附录 F);
- 增加了消能装置静力性能试验方法(见附录 G);
- 增加了消能装置动力性能试验方法(见附录 H)。

本标准由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)归口。

本标准起草单位:交通运输部公路科学研究院、四川奥思特边坡防护工程有限公司、马克菲尔(长沙)新型支档科技开发有限公司、成都新途科技有限公司、北京新桥技术发展有限公司、中国地质大学(武汉)、中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中国铁路北京局集团有限公司、中国铁路广州局集团有限公司、四川国腾边坡防护工程有限公司、四川金洪源金属网栏制造有限公司、尚德建设集团有限公司。

本标准主要起草人:张表志、路凯冀、张家铭、彭李、许福丁、路为、周凯、夏玉龙、岳迎九、张春霞、林本涛、冯韬、宋道国、房彬、张一帆、何赤忠、岳超、申文军、黄俊、钟正、王佳炜、张志刚、柴明明、曾凡清、许梁梅、张春、蒋永祥。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:

- JT/T 528—2004。

# 边坡柔性防护网系统

## 1 范围

本标准规定了边坡柔性防护网系统的分类及型号标记、技术要求、试验方法、检验规则,以及标志、包装、运输和储存等要求。

本标准适用于公路、铁路边坡柔性防护网系统的生产、检验和使用。

## 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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 5976 钢丝绳夹

GB/T 8358 钢丝绳 实际破断拉力测定方法

GB/T 10125—2012 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢

GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法

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 19292.1 金属和合金的腐蚀 大气腐蚀性 第1部分:分类、测定和评估

GB/T 20118 钢丝绳通用技术条件

GB/T 25854 一般起重用 D 形和弓形锻造卸扣

TB/T 3449 铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价

YB/T 4190 工程用机编钢丝网及组合体

YB/T 4221 工程机编钢丝网用钢丝

YB/T 5343 制绳用圆钢丝

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**边坡柔性防护网系统 flexible protection net system of slope**

以柔性金属网为主要特征构件,采用加固、拦截和引导三种基本形式,防治公路、铁路边坡崩塌落石、风化剥落、浅层溜坍等危害的柔性防护结构及构件组合体。

### 3.2

**主动防护系统 active protection system(APS)**

采用锚杆直接固定或结合支撑绳固定方式,将柔性金属网覆盖在具有潜在地质灾害的坡面上,实现斜坡浅表层岩土体稳固的一种边坡柔性防护网系统。

### 3.3

**被动防护系统 passive protection system(PPS)**

采用锚杆、钢柱、支撑绳和拉锚绳等固定支撑方式,将柔性金属网以一定的角度安装在坡面上,实现

对落石、泥石流流体中固体物质拦截的一种边坡柔性防护网系统。

3.4

**引导防护系统 guiding protection system(GPS)**

采用锚杆、支撑绳、纵横向拉绳等构件,将柔性金属网自然覆盖在具有潜在地质灾害的坡面上,或顶部结合钢柱、拉锚绳、支撑绳等固定方式,将柔性金属网以一定的角度张开,形成以控制落石运动范围和轨迹并引导落石滑落或滚落到预设地点的一种边坡柔性防护网系统。

3.5

**柔性金属网 flexible metal net**

以钢丝绳、钢丝为主要材料,以一定方式编织而成的具有一定可变形度的网状结构物(包括钢丝绳网、环形网、方形网、格栅网、双绞六边形网等)。

3.6

**消能装置 energy dissipating device(EDD)**

冲击荷载作用下通过提供一定变形量以缓冲钢丝绳所受荷载并吸收能量的装置。

3.7

**标称防护能级 nominal energy level**

被动防护系统和张口式引导防护系统的拦截部分的标称防护能力。

3.8

**静力启动荷载 static actuated force**

在静力拉伸试验下,消能装置从静态进入动态前的最大荷载。

3.9

**动力启动荷载 dynamic actuated force**

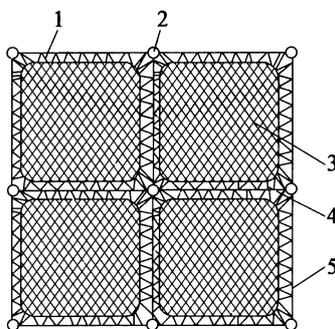
在动力拉伸试验下,消能装置从静态进入动态前的最大荷载。

4 分类及型号标记

4.1 分类

4.1.1 主动防护系统

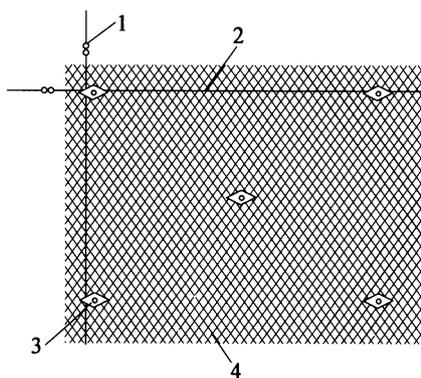
4.1.1.1 主动防护系统按柔性金属网组合及其固定方式分为锚固缝合式(图1)和搭接点锚式(图2)。



说明:

- 1——缝合绳;
- 2——锚杆;
- 3——柔性金属网;
- 4——横向支撑绳;
- 5——纵向支撑绳。

图1 锚固缝合式示意



说明:

- 1——钢丝绳锚杆(选用);      3——锚杆(含锚垫板);  
2——边界支撑绳(选用);      4——柔性金属网。

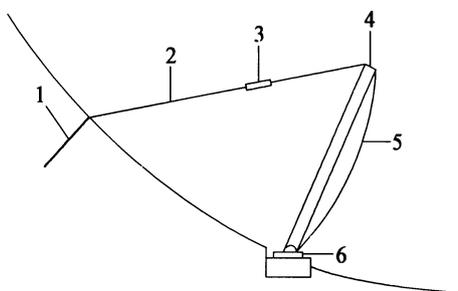
图2 搭接点锚式示意

4.1.1.2 锚固缝合式先通过锚杆将支撑绳固定,再采用缝合绳将柔性金属网和支撑绳相互缝合并张紧。

4.1.1.3 搭接点锚式先将柔性金属网搭接后,再采用锚杆(含锚垫板)逐点锚固,必要时可加支撑绳。

#### 4.1.2 被动防护系统

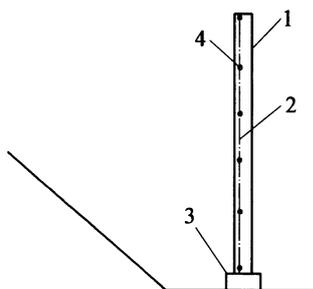
4.1.2.1 被动防护系统按柱脚与基座连接方式分为被动防护网(图3)和柔性格栅网(图4)两类。



说明:

- 1——基础;                      4——钢柱;  
2——拉锚绳;                  5——柔性金属网;  
3——消能装置;                6——基座。

图3 被动防护网示意



说明:

- 1——钢柱;                      3——基座;  
2——柔性金属网;              4——支撑绳。

图4 柔性格栅网示意

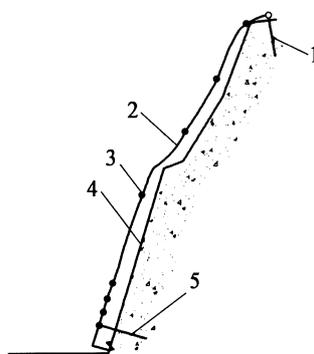
4.1.2.2 被动防护网的钢柱与基座宜为铰接,标称防护能级大于 100kJ。

4.1.2.3 柔性格栅网的钢柱与基座宜为固接,标称防护能级不大于 100kJ。

### 4.1.3 引导防护系统

4.1.3.1 引导防护系统按结构形式分为覆盖式引导防护系统(图 5)和张口式引导防护系统(图 6)。

4.1.3.2 张口式引导防护系统由拦截部分和引导部分组成。



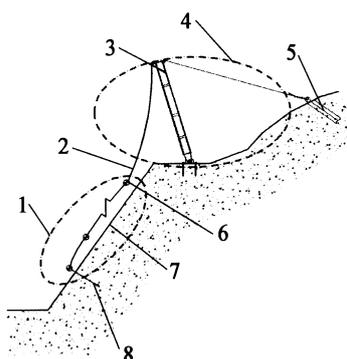
说明:

1——基础; 4——坡面;

2——柔性金属网; 5——基础。

3——横向绳;

图 5 覆盖式引导防护系统示意



说明:

1——引导部分; 5——基础;

2——柔性金属网; 6——横向绳;

3——钢柱; 7——坡面;

4——拦截部分; 8——基础。

图 6 张口式引导防护系统示意

## 4.2 系统型号标记

4.2.1 主动防护系统型号标记及其编码结构见图 7。

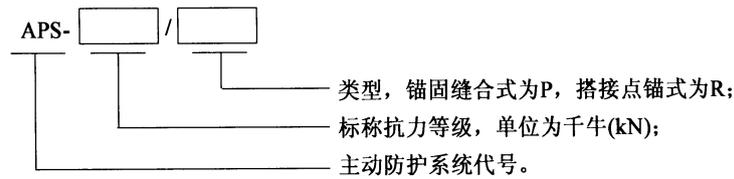


图7 主动防护系统型号标记及其编码结构

示例 1: APS-050/P 表示主动防护系统, 标称抗力等级 50kN, 锚固缝合式。

示例 2: APS-150/R 表示主动防护系统, 标称抗力等级 150kN, 搭接点锚式。

4.2.2 被动防护系统型号标记及其编码结构见图 8。

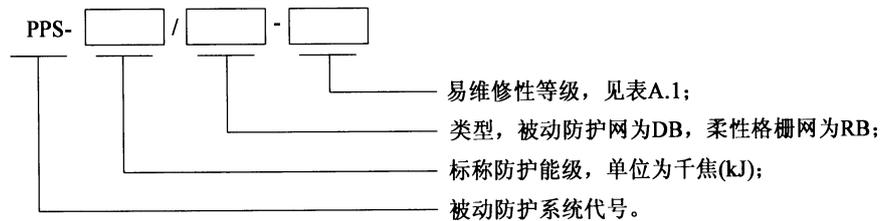


图8 被动防护系统型号标记及其编码结构

示例 1: PPS-050/DB-A 表示被动防护系统, 标称防护能级为 500kJ, 被动防护网, 易维修性等级 A 级。

示例 2: PPS-005/RB 表示被动防护系统, 标称防护能级为 50kJ, 柔性格栅网。

4.2.3 引导防护系统型号标记及其编码结构见图 9。

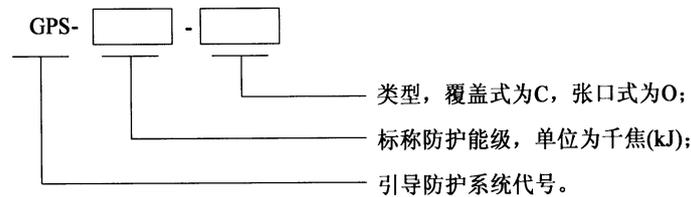


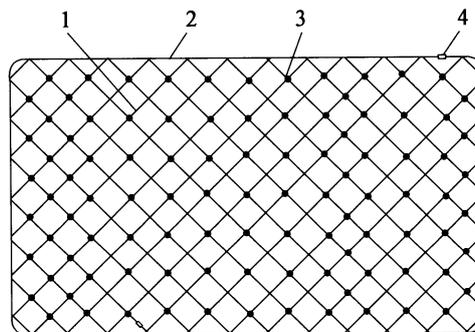
图9 引导防护系统型号标记及其编码结构

示例 1: GPS-150-C 表示引导防护系统, 标称防护能级 1 500kJ, 覆盖式。

示例 2: GPS-200-O 表示引导防护系统, 标称防护能级 2 000kJ, 张口式。

4.3 构件型号标记

4.3.1 钢丝绳网结构及其组件结构示意图 10, 节点处用紧固件固定, 型号标记及其编码结构见图 11。



说明:

- 1——网面钢丝绳;
- 2——边缘钢丝绳(可选件);
- 3——节点;
- 4——钢丝绳连接点。

图10 钢丝绳网及其组件结构示意图

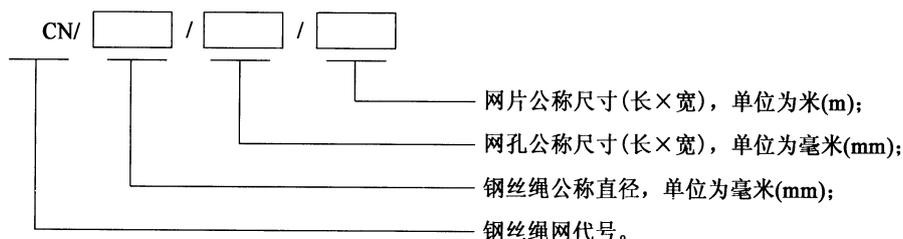


图 11 钢丝绳网型号标记及其编码结构

示例:CN/08/300/3×5 表示钢丝绳网,钢丝绳公称直径 8mm,网孔公称尺寸 300mm×300mm,网片公称尺寸 3m×5m。

4.3.2 环形网结构示意见图 12,型号标记及其编码结构见图 13。

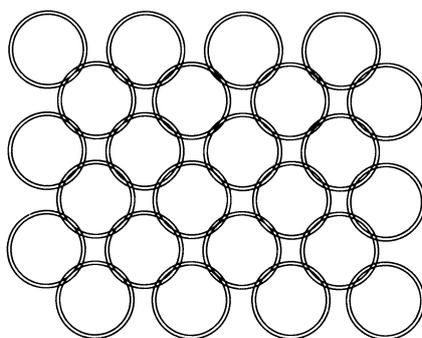


图 12 环形网结构示意图

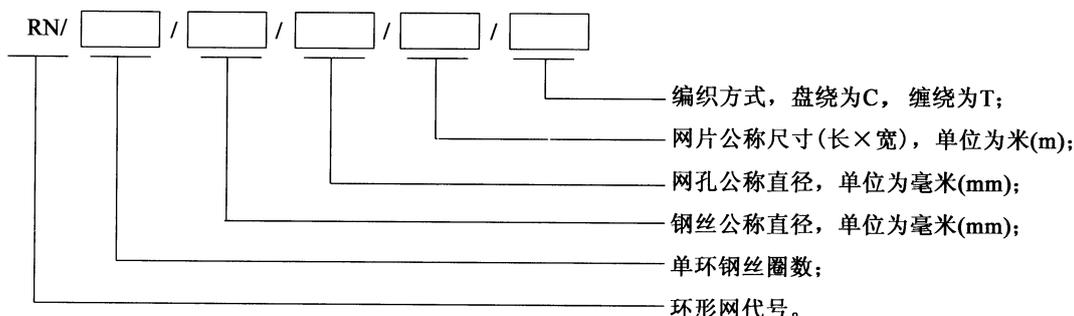


图 13 环形网型号标记及其编码结构

示例 1:RN/5/3/250/5×3/C 表示环形网,单环 5 圈,钢丝公称直径 3mm,网孔公称直径 250mm,网片公称尺寸 5m×3m,编织方式为盘绕。

示例 2:RN/7/3/300/5×3/T 表示环形网,单环 7 圈,钢丝公称直径 3mm,网孔公称直径 300mm,网片公称尺寸 5m×3m,编织方式为缠绕。

4.3.3 方形网结构示意见图 14,型号标记及其编码结构见图 15。

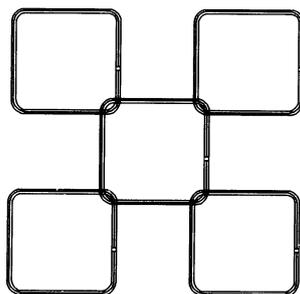


图 14 方形网结构示意图

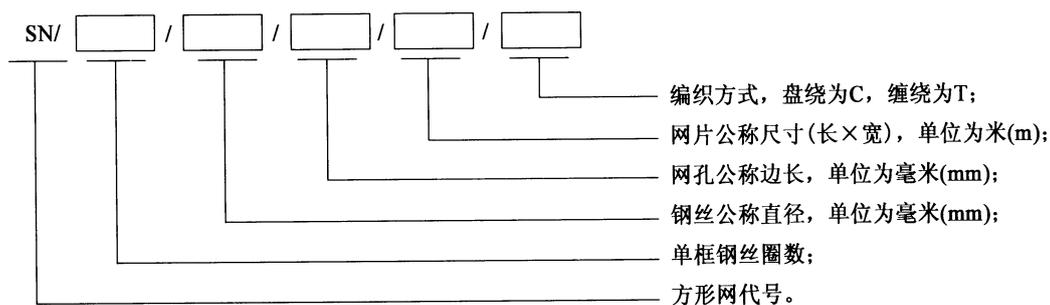


图 15 方形网型号标记及其编码结构

示例 1: SN/5/3/250/5 × 3/C 表示方形网, 单框 5 圈, 钢丝公称直径 3mm, 网孔公称边长 250mm, 网片公称尺寸 5m × 3m, 编织方式为盘绕。

示例 2: SN/7/3/300/5 × 3/T 表示方形网, 单框 7 圈, 钢丝公称直径 3mm, 网孔公称边长 300mm, 网片公称尺寸 5m × 3m, 编织方式为缠绕。

4.3.4 格栅网结构示意图见图 16, 型号标记及其编码结构见图 17。

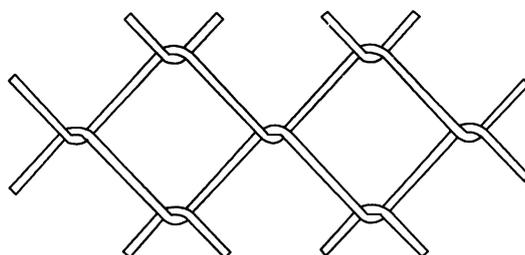


图 16 格栅网结构示意图

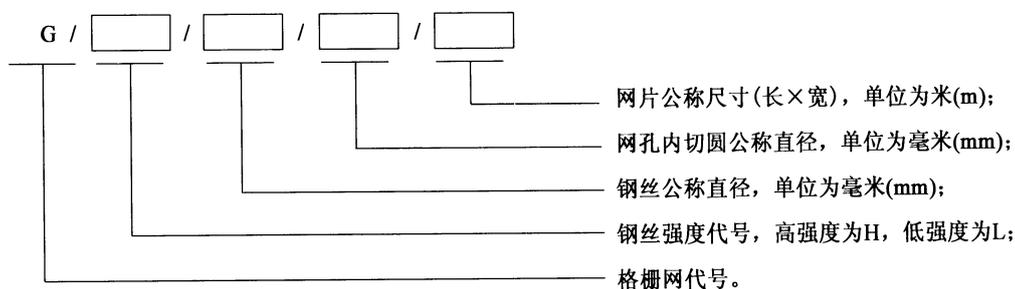


图 17 格栅网型号标记及其编码结构

示例 1: G/H/2.2/60/3 × 10 表示格栅网, 高强度, 钢丝公称直径 2.2mm, 网孔内切圆公称直径 60mm, 网片公称尺寸 3m × 10m。

示例 2: G/L/3.0/50/3 × 10 表示格栅网, 低强度, 钢丝公称直径 3.0mm, 网孔内切圆公称直径 50mm, 网片公称尺寸 3m × 10m。

4.3.5 双绞六边形网结构示意图见图 18, 型号标记及其编码结构见图 19。

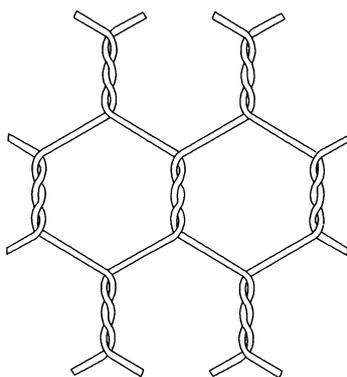


图 18 双绞六边形网结构示意图

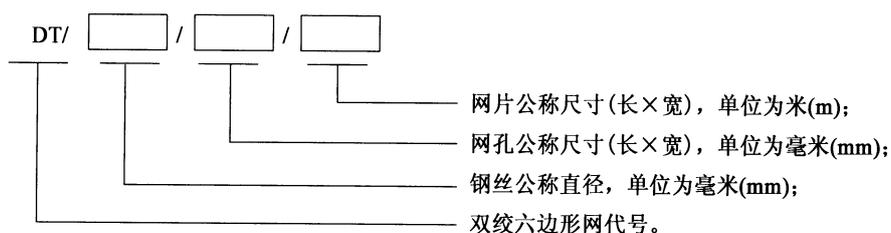


图 19 双绞六边形网型号标记及其编码结构

示例 1: DT/2.0/50 × 60/2.52 × 10 表示双绞六边形网, 钢丝公称直径 2.0mm, 网孔公称尺寸 50mm × 60mm, 网片公称尺寸 2.52m × 10m。

示例 2: DT/2.2/60 × 80/3.6 × 10 表示双绞六边形网, 钢丝公称直径 2.2mm, 网孔公称尺寸 60mm × 80mm, 网片公称尺寸 3.6m × 10m。

4.3.6 消能装置可有多种结构形式。环式消能装置结构示意见图 20, 型号标记及其编码结构见图 21。

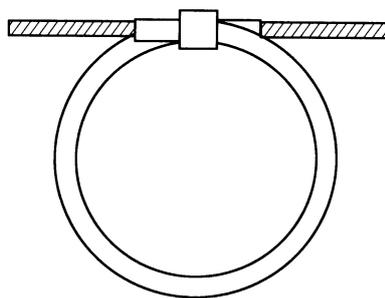


图 20 环式消能装置结构示意图

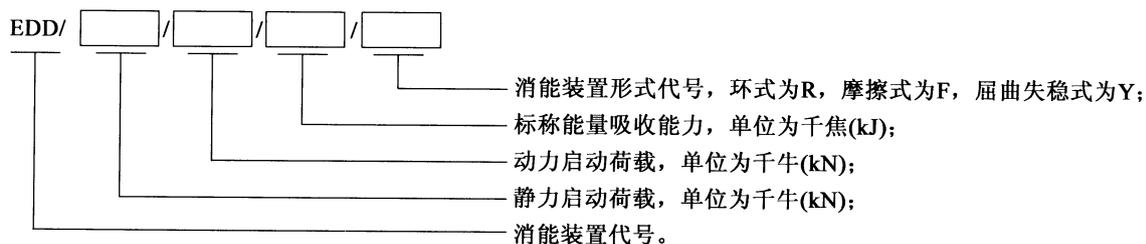


图 21 消能装置型号标记及其编码结构

示例:EDD/20/38/30/R 表示消能装置,静力启动荷载 20kN,动力启动荷载 38kN,标称能量吸收能力 30kJ,环式。

4.3.7 钢柱为热轧型钢加工件,其结构示意图 22,型号标记及其编码结构见图 23。



说明:

- 1——柱头;
- 2——柱身;
- 3——柱脚。

图 22 钢柱结构示意图

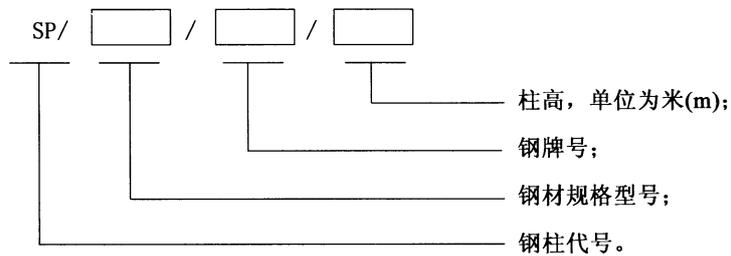
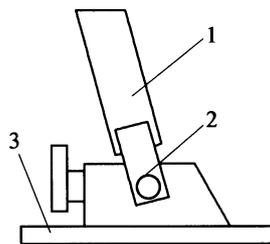


图 23 钢柱型号标记及其编码结构

示例:SP/HW150/Q235B/5 表示钢柱,HW150 型钢,钢的牌号为 Q235B,柱高 5m。

4.3.8 基座结构示意图 24,型号标记及其编码结构见图 25。



说明:

- 1——钢柱;
- 2——连接件;
- 3——基座。

图 24 基座结构示意图

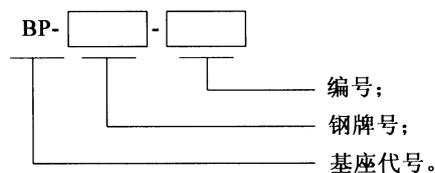


图 25 基座型号标记及其编码结构

示例:BP/Q235B/01 表示基座,钢牌号 Q235B,编号 01。

## 5 技术要求

### 5.1 一般要求

5.1.1 边坡柔性防护网系统中的钢丝、钢丝绳及其制品,其防腐性能要求见表1,不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限可参考附录B。

表1 防腐性能要求

金属镀层	金属镀层等级	样品在中性盐雾测试环境中暴露时间(h)	表面出现的红锈面积百分比(%)
Zn	B	200	≤5
	AB	350	≤5
	A	500	≤5
Zn-5% Al	B	500	≤5
	AB	700	≤5
	A	1 000	≤5
Zn-10% Al	B	1 000	≤5
	AB	1 400	≤5
	A	2 000	≤5

注:用于中性盐雾测试的样品为构件成品或从成品中截取,且包含构件的全部主材。

5.1.2 边坡柔性防护网系统中钢铁制件的防腐性能应满足 GB/T 13912 的要求,且应满足表1的要求。

5.1.3 边坡柔性防护网系统中构件应便于安装和更换,宜为可独立更换单元。

### 5.2 系统

5.2.1 主动防护系统的标称抗力等级应满足表2的规定。

表2 主动防护系统标称抗力等级和柔性金属网抗顶破力对应关系 单位为千牛

型号	标称抗力等级	柔性金属网抗顶破力
APS-025	25	≥25
APS-050	50	≥50
APS-075	75	≥75
APS-100	100	≥100
APS-150	150	≥150
APS-200	200	≥200
APS-300	300	≥300
APS-500	500	≥500

5.2.2 被动防护系统的标称防护能级应满足表 3 的规定。

表 3 被动防护系统标称防护能级

类型	柔性格栅网		被动防护网							
	型号	PPS-005	PPS-010	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300
标称防护能级(kJ)	50	100	250	500	750	1 000	1 500	2 000	3 000	5 000

5.2.3 被动防护系统容许缓冲距离应满足表 4 的规定。

表 4 被动防护系统容许缓冲距离

类型	柔性格栅网		被动防护网								
	型号	PPS-005	PPS-010	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300	PPS-500
容许缓冲距离(m)	1.5	2.5	5	6	7	8	9	10	12	15	
注:容许缓冲距离的定义参见 TB/T 3449。											

5.2.4 被动防护网应进行易维修性等级分级,分级标准见附录 A。

5.2.5 覆盖式引导防护系统的标称防护能级和配套的柔性金属网抗拉强度应满足表 5 的规定。

表 5 覆盖式引导防护系统标称防护能级和配套的柔性金属网抗拉强度

型号	GPS-025	GPS-050	GPS-075	GPS-100	GPS-150	GPS-200	GPS-300	GPS-500
标称防护能级(kJ)	250	500	750	1 000	1 500	2 000	3 000	5 000
柔性金属网抗拉强度(kN/m)	≥10	≥15	≥30	≥45	≥75	≥105	≥165	≥350

5.2.6 张口式引导防护系统拦截部分的防护能力应与被动防护网对应的标称防护能级一致且符合 5.2.2 的要求,取消被动防护网的下支撑绳且应将柔性金属网向下延伸不小于 0.5 倍柱高,与引导部分连接成整体;张口式引导防护系统的引导部分应选用符合 5.2.5 要求的覆盖式引导防护系统,且抗拉强度不宜大于拦截部分柔性金属网的抗拉强度。

### 5.3 构件

#### 5.3.1 钢丝绳网

5.3.1.1 单张钢丝绳网编织用钢丝绳不应超过两根,钢丝绳不应有断丝、脱丝、打结和明显扭曲等现象,钢丝绳网的形状应平整。

5.3.1.2 网片中每个交叉节点处均应采用紧固件固定,紧固件和钢丝绳搭接处连接件表面不应有破裂和明显损伤。

5.3.1.3 网片边长负误差不应大于 50mm,正误差不应大于一个网孔边长,网孔尺寸不应大于其相应型号网片中的标称值。

5.3.1.4 编网用钢丝绳应满足 GB/T 20118 的规定,强度等级不应低于 1 770N/mm<sup>2</sup>。

5.3.1.5 网片的抗拉强度、抗顶破力应满足其配套系统的技术要求。

5.3.1.6 钢丝绳交叉节点处紧固件的抗脱落拉力不应小于 10kN,抗错动拉力不应小于 5kN,错动后钢丝绳残余抗破断拉力不应小于原始最小抗破断拉力的 90%;钢丝绳搭接处的连接能力不应低于所连接钢丝绳的最小破断拉力的 90%。

### 5.3.2 环形网

5.3.2.1 单个环应由单根钢丝盘结而成,除边缘环孔外,每个环应与其周边的环相扣联。

5.3.2.2 盘绕编织的环至少应采用紧固件在均匀分布的三处紧固,且其中一个紧固点应位于两端头的搭接处;缠绕编织的环在两端头的搭接处应采用紧固件紧固。

5.3.2.3 成环后的钢丝不应有明显的松脱、分离和机械损伤。

5.3.2.4 盘绕编织的环的钢丝两端头搭接长度不应小于 100mm,缠绕编织的环的钢丝两端头搭接长度不应小于 50mm。

5.3.2.5 网片尺寸负误差不应大于 50mm,正误差不应大于一个网孔直径,网孔尺寸不应大于其相应型号网片中的标称值。

5.3.2.6 网片的抗拉强度、抗顶破力及环链的最小破断力应满足其配套系统的技术要求。

### 5.3.3 方形网

5.3.3.1 单个方框应由单根钢丝盘结而成,除边缘环孔外,每个框应与其周边的框相扣联。

5.3.3.2 盘绕编织的方框至少应采用紧固件在每个边上紧固,且其中一个紧固点应位于两端头的搭接处;缠绕编织的方框在两端头的搭接处应采用紧固件紧固。

5.3.3.3 成方框后的钢丝不应有明显的松脱、分离和机械损伤。

5.3.3.4 盘绕编织的方框的钢丝两端头搭接长度不应小于 100mm,缠绕编织的方框的钢丝两端头搭接长度不应小于 50mm。

5.3.3.5 网片尺寸负误差不应大于 50mm,正误差不应大于一个方框边长,网孔尺寸不应大于其相应型号网片中的标称值。

5.3.3.6 网片的抗顶破力、抗拉强度应满足其配套系统的技术要求。

### 5.3.4 格栅网

5.3.4.1 网片中钢丝不应有明显机械损伤和脱丝,扭结处钢丝不应有裂纹。

5.3.4.2 网片尺寸负误差不应大于 50mm,网孔尺寸正误差不应大于 5mm。

5.3.4.3 网片的抗拉强度、抗顶破强度应满足其配套系统的技术要求。

### 5.3.5 双绞六边形网

5.3.5.1 钢丝不应有明显机械损伤、锈蚀、断丝现象。

5.3.5.2 网片尺寸误差应符合 YB/T 4190 的有关规定,网孔尺寸正误差不应大于 14% 且应满足 YB/T 4190 的有关规定。

5.3.5.3 网片的抗顶破力、抗拉强度应满足其配套系统的技术要求。

### 5.3.6 消能装置

5.3.6.1 消能装置外观不应有明显机械损伤。

5.3.6.2 消能装置的静力启动荷载、标称能量吸收能力和动力启动荷载应满足其配套系统的技术要求。

5.3.6.3 消能装置的防腐性能应满足 5.1.1 和 5.1.2 的要求。

### 5.3.7 连接构件

- 5.3.7.1 卸扣应符合 GB/T 25854 的要求,其防腐性能应满足 5.1.2 要求。
- 5.3.7.2 绳卡应符合 GB/T 5976 的要求,其防腐性能应满足 5.1.2 要求。
- 5.3.7.3 其他连接构件应符合其相应的标准或规定要求。

### 5.4 材料

- 5.4.1 边坡柔性防护网系统所用钢丝绳应符合 GB/T 20118 的规定。
- 5.4.2 低强度格栅网和双绞六边形网编织所用钢丝应符合 YB/T 4221 的规定。
- 5.4.3 环形网、方形网和高强度钢丝格栅网所用钢丝应符合 YB/T 5343 的规定。
- 5.4.4 钢柱构件用型钢应符合 GB/T 11263 的规定,防腐性能应满足 5.1.2 的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 一般要求

- 6.1.1 边坡柔性防护网系统中的钢丝、钢丝绳及其制品的防腐性能应按 GB/T 10125—2012 进行中性盐雾试验。
- 6.1.2 边坡柔性防护网系统中的钢铁制件的防腐性能应按 GB/T 13912 进行试验,且应按 GB/T 10125—2012 进行中性盐雾试验。

### 6.2 系统

- 6.2.1 主动防护系统的柔性金属网的抗顶破力应按附录 C 进行试验。
- 6.2.2 被动防护系统标称防护能级应按 TB/T 3449 进行试验。试验所选用的最大试验能级(MEL)和正常工作能级(SEL)应满足表 6 的规定。

表 6 被动防护系统标称防护能级和 MEL 及 SEL 对应关系

单位为千焦

型号	PPS-005	PPS-010	PPS-025	PPS-050	PPS-075	PPS-100	PPS-150	PPS-200	PPS-300	PPS-500
标称防护能级	50	100	250	500	750	1 000	1 500	2 000	3 000	5 000
MEL	≥50	≥100	≥250	≥500	≥750	≥1 000	≥1 500	≥2 000	≥3 000	≥5 000
SEL	≥17	≥34	≥85	≥170	≥250	≥340	≥500	≥670	≥1 000	≥1 700

- 6.2.3 被动防护系统的容许缓冲距离应按 TB/T 3449 试验。
- 6.2.4 覆盖式引导防护系统对应的柔性金属网抗拉强度应按附录 D 试验。
- 6.2.5 张口式引导防护系统拦截部分所对应的被动防护网标称防护能级应按 TB/T 3449 试验;张口式引导防护系统引导部分的柔性金属网抗拉强度应按附录 D 试验。

### 6.3 构件

#### 6.3.1 钢丝绳网

- 6.3.1.1 网片外观宜采用目测检验。
- 6.3.1.2 紧固件及连接件表面破损情况宜采用目测检验。
- 6.3.1.3 网片及网孔尺寸宜采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量,其中网孔尺寸取不少于 10 个随机测量

值的平均值。

6.3.1.4 编网用钢丝绳规格尺寸、力学性能应按 GB/T 20118 要求试验。

6.3.1.5 抗顶破力应按附录 C 试验,抗拉强度应按附录 D 试验。

6.3.1.6 紧固件抗脱落拉力和抗错动拉力应按附录 F 试验,钢丝绳残余抗破断拉力应按 GB/T 8358 试验。

6.3.1.7 钢丝绳网的防腐性能试验试样应至少包含一个交叉节点。

### 6.3.2 环形网

6.3.2.1 单个环的盘结及其与周边环的扣联情况宜采用目测检验。

6.3.2.2 盘绕和缠绕环的紧固情况宜采用目测检验。

6.3.2.3 钢丝松脱、分离和机械损伤情况宜采用目测检验。

6.3.2.4 单个环的钢丝的两端头搭接长度应采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量。

6.3.2.5 网片及网孔尺寸宜采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量,其中网孔尺寸取不少于 10 个随机测量值的平均值。

6.3.2.6 抗顶破力应按附录 C 试验,抗拉强度应按附录 D 试验,环链拉伸破断力应按附录 E 试验。

6.3.2.7 环形网的防腐性能试验试样应至少包含一个完整的环。

### 6.3.3 方形网

6.3.3.1 单个方框的盘结以及与周边框的扣联状况宜采用目测检验。

6.3.3.2 盘绕、缠绕方式的方框紧固情况宜采用目测检验。

6.3.3.3 钢丝松脱、分离和机械损伤情况宜采用目测检验。

6.3.3.4 单个方框的钢丝两端头搭接长度应采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量。

6.3.3.5 网片及网孔尺寸宜采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量,其中网孔尺寸取不少于 10 个随机测量值的平均值。

6.3.3.6 抗顶破力应按附录 C 试验,抗拉强度应按附录 D 试验,环链拉伸破断力应按附录 E 试验。

6.3.3.7 方形网的防腐性能试验试样应至少包含一个完整的方框。

### 6.3.4 格栅网

6.3.4.1 网片中钢丝机械损伤、脱丝和裂纹宜采用目测检验。

6.3.4.2 网片及网孔尺寸宜采用分度值为 1mm 的钢卷尺测量,其中网孔尺寸取不少于 10 个随机测量值的平均值。

6.3.4.3 抗顶破力应按附录 C 试验,抗拉强度应按附录 D 试验。

6.3.4.4 格栅网的防腐性能试验试样应至少包括三个连续网孔。

### 6.3.5 双绞六边形网

6.3.5.1 钢丝机械损伤、锈蚀、断丝宜采用目测检验。

6.3.5.2 网片及网孔尺寸应按 YB/T 4190 的相应方法测量。

6.3.5.3 抗顶破力应按附录 C 试验,抗拉强度应按附录 D 试验。

6.3.5.4 双绞六边形网的防腐性能试验试样应至少包括三个连续网孔。

### 6.3.6 消能装置

6.3.6.1 消能装置的外观宜采用目测检验。

6.3.6.2 消能装置的静力性能应按附录 G 试验,动力性能应按附录 H 试验。

6.3.6.3 消能装置的防腐性能试验应包含消能装置的所有构件。

### 6.3.7 连接构件

6.3.7.1 卸扣性能应按 GB/T 25854 规定的方法试验。

6.3.7.2 绳卡性能应按 GB/T 5976 规定的方法试验。

6.3.7.3 其他连接构件应按其对应的标准试验。

### 6.4 材料

6.4.1 边坡柔性防护网系统所用钢丝绳性能应按 GB/T 20118 试验。

6.4.2 低强度格栅网、双绞六边形网编织用钢丝的性能应按 YB/T 4221 试验。

6.4.3 环形网、方形网和高强度钢丝格栅网所用钢丝的性能应按 YB/T 5343 试验。

6.4.4 钢柱构件用型钢性能应按 GB/T 11263 试验。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

检验分型式检验和出厂检验,检验项目见表7。

表7 检验项目

序号	项目名称	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	系统性能	5.2	6.2	+	-
2	钢丝绳网紧固件抗脱落拉力和抗错动拉力	5.3.1.6	6.3.1.6	+	+
3	防腐性能	5.1.1、5.1.2、 5.3.6.3、5.3.7.1、 5.3.7.2、5.4.4	6.1.1、6.1.2、 6.3.1.7、6.3.2.7、 6.3.3.7、6.3.4.4、 6.3.5.4、6.3.6.3	+	-
4	外观	5.3.1.1、5.3.1.2、 5.3.2.1、5.3.2.2、 5.3.2.3、5.3.3.1、 5.3.3.2、5.3.3.3、 5.3.4.1、5.3.5.1、 5.3.6.1	6.3.1.1、6.3.1.2、 6.3.2.1、6.3.2.2、 6.3.2.3、6.3.3.1、 6.3.3.2、6.3.3.3、 6.3.4.1、6.3.5.1、 6.3.6.1	+	+
5	规格尺寸	5.3.1.3、5.3.1.4、 5.3.2.4、5.3.2.5、 5.3.3.4、5.3.3.5、 5.3.4.2、5.3.5.2	6.3.1.3、6.3.1.4、 6.3.2.4、6.3.2.5、 6.3.3.4、6.3.3.5、 6.3.4.2、6.3.5.2	+	+
6	消能装置静力、动力性能	5.3.6.2	6.3.6.2	+	-

表 7(续)

序 号	项目名称	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
7	连接构件性能	5.3.7	6.3.7	+	-
8	网片抗顶破力、 抗拉强度	5.3.1.5、5.3.2.6、 5.3.3.6、5.3.4.3、 5.3.5.3	6.3.1.5、6.3.2.6、 6.3.3.6、6.3.4.3、 6.3.5.3	+	-
9	环链破断力	5.3.2.6	6.3.2.6	+	+
注“+”表示检验项目，“-”表示不检项目。					

## 7.2 组批与抽样

### 7.2.1 组批

正常生产时,边坡柔性防护网系统以 3 000m<sup>2</sup> 为一批,不满此数亦按一批计。

### 7.2.2 抽样

从每批产品随机抽样,每类构件抽取 3 个,每个规格的钢丝绳抽取 3 段作为试样。

## 7.3 型式检验

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型检验;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大变化,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,每两年至少进行一次;
- d) 停产 6 个月以上(包括 6 个月),恢复生产时;
- e) 相关质量监督机构提出型式检验要求时。

## 7.4 出厂检验

每批边坡柔性防护网系统出厂前,均应按照表 7 中出厂检验要求的项目进行出厂检验。

## 7.5 判定规则

按表 7 要求的项目逐一检验,每项均符合要求则判定为合格;如发现一项要求不合格,可在同批产品中加倍抽样,对不合格项进行复验,所有项目均符合本标准规定时,则判定该批产品为合格,否则判定该批产品为不合格。

## 8 标志、包装、运输和储存

### 8.1 标志

系统产品出厂时应有明显的标志,其组成及排列顺序为系统型号、厂家代号、生产批号。

### 8.2 包装

#### 8.2.1 柔性金属网采取单张网成卷捆扎,每卷应至少扎紧 3 处。

8.2.2 其余构件根据其形状、尺寸和重量可单件或多件包装,如用户需要其他包装方式,经双方协商,可按其要求包装交货。

8.2.3 产品出厂时,包装内应附有产品合格证和质量证明书,其产品合格证和质量证明书应分别包括下列内容:

- a) 产品合格证内容包括:
  - 1) 生产厂家名称或代号;
  - 2) 产品型号、规格;
  - 3) 生产批号、生产日期;
  - 4) 质检员签章。
- b) 产品质量证明书内容包括:
  - 1) 产品型号、规格;
  - 2) 生产批号、生产日期;
  - 3) 执行标准;
  - 4) 产品定型检验报告、各部件盐雾试验报告、柔性金属网抗顶破力及抗拉强度试验报告、消能装置试验报告;
  - 5) 检验合格签章;
  - 6) 生产厂家名称、地址、电话。

### 8.3 运输和储存

运输和储存时应整齐堆码,捆绑牢固,妥善保管,避免损伤及腐蚀。

## 附录 A

(规范性附录)

## 被动防护网易维修性等级分级标准

被动防护网易维修性等级分级标准见表 A.1。

表 A.1 被动防护网易维修性等级分级标准

易维修性等级	分级标准
A 级	同时满足以下条件： a) 通过 SEL 试验后，钢柱顶端与末端距离不低于原距离的 95%； b) 通过 SEL 试验后，不需更换钢柱、上下支撑绳即可直接维修更换消能装置和受损柔性金属网，恢复原系统功能后直接开展 MEL 试验并通过； c) 维修后的系统通过 MEL 试验后，残余拦截高度（未清除试块时测量）不小于标称高度的 50%
B 级	同时满足以下条件： a) 通过 SEL 试验后，不需更换钢柱、上下支撑绳即可直接维修更换消能装置和受损柔性金属网，恢复原系统功能后直接开展 MEL 试验并通过； b) 维修后的系统通过 MEL 试验后，残余拦截高度（未清除试块时测量）不小于标称高度的 30%
C 级	通过 SEL 和 MEL 试验，但不满足 A、B 级条件

## 附录 B

(资料性附录)

## 不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限

不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限参见表 B.1。

表 B.1 不同腐蚀环境下不同镀层参考使用年限

腐蚀环境等级 (与 GB/T 19292.1 一致)	金属镀层	金属镀层等级	参考使用年限 (年)
低侵蚀(C2) 温带地区,低污染( $\text{SO}_2 \leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )大气环境(如乡村、 小镇); 干冷地区,潮湿时间短的大气环境(如沙漠、亚北极 地区)	Zn	A	25
	Zn-5% Al	B	25
		A	50
	Zn-10% Al	B	50
		A	120
	中等侵蚀(C3) 温带地区,中度污染( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{SO}_2 \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )或氯化 物有些作用的大气环境(如城市地区、低氯化物沉积 的沿海地区); 亚热带和热带地区,低污染大气环境	Zn	A
Zn-5% Al		B	10
		A	25
Zn-10% Al		B	25
		A	50
高侵蚀(C4) 温带地区,重度污染( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{SO}_2 \leq 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )或氯化 物有重大作用的大气环境(如污染的城市地区、工业地区、 没有盐雾或没有暴露于融冰盐强烈作用下的沿海地区)		Zn-5% Al	A
	Zn-10% Al	B	10
		A	25
		A	25

注:参考使用年限仅供参考,实际使用年限受众多不可控因素影响会有一定的差异。

附 录 C  
(规范性附录)  
网面抗顶破力试验方法

### C.1 试验装置

C.1.1 试验所用的加载设备应符合 GB/T 16825.1 的规定。且加载设备能施加的最大拉力值至少应为柔性金属网抗顶破力的 1.5 倍,行程至少应为柔性金属网变形量的 1.5 倍。应提供匀速的位移和荷载,荷载加载速度不大于 10mm/s。

C.1.2 加载装置与试样的接触面应平滑、不含尖角。安装在冲顶装置上的其他附属装置,不应在试验过程中对试样造成任何干扰。

C.1.3 加载装置的几何尺寸应符合如下要求(图 C.1):

- a) 球面半径为 1 200mm;
- b) 最大投影直径为 1 000mm;
- c) 边缘圆角半径为 50mm。

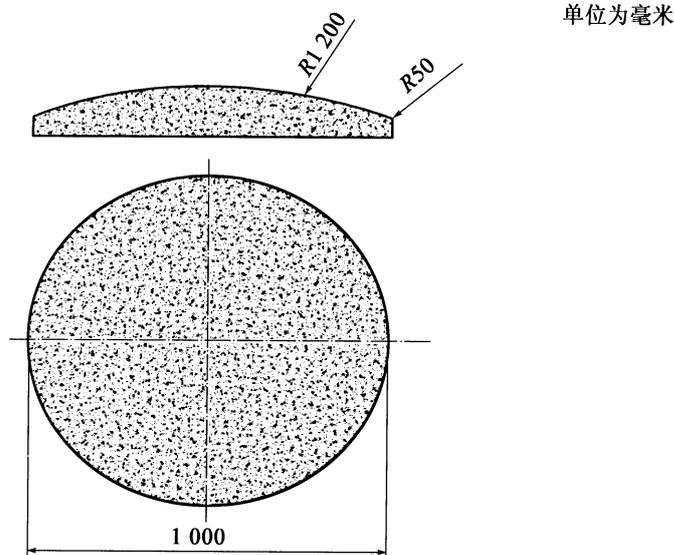


图 C.1 荷载加载装置几何尺寸

C.1.4 试样的固定装置宜采用矩形或方形框架,其尺寸大小应足够安装试样网面及对应的张紧装置,同时四边留有适当的结构便于试样固定。

C.1.5 试验设备应能直接读取荷载-位移曲线(简称 *P-D* 曲线)。

### C.2 试样制作

C.2.1 试样应为边长为 3.0m 的正方形,边长容许误差为  $\pm 20\%$ 。

C.2.2 产品中有满足试样尺寸要求的,试样宜直接从产品中随机选取;产品中无满足试样尺寸要求的,应采用与待测产品相同材料和相同工艺,按 C.2.1 中的尺寸要求制作试样,试样中每个网格单元尺寸大小应均匀。

C.2.3 制作格栅网、双绞六边形网的试样时,有锁边的两个对边应满足 C.2.1 中尺寸的要求,没有锁

边的两个对边应根据试验设备尺寸截取满足要求的尺寸。

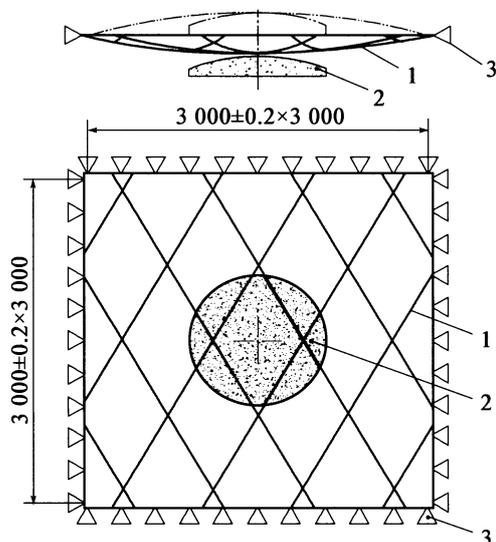
C.2.4 每组试验的试样应为3件。

C.3 试验方法

C.3.1 试验应在室温条件下(10℃ ~35℃)进行,并符合 GB/T 228.1 的要求。

C.3.2 按照图 C.2 和图 C.3 所示,将试样安装在固定框架内,同时位于冲顶装置以上。并确保试样几何中心与冲顶装置的几何中心对齐;两对边的一组张紧装置宽度应与框架的中心线对称。

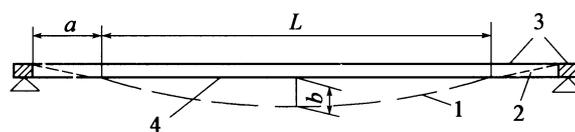
单位为毫米



说明:

- 1——试样;
- 2——加载装置;
- 3——张紧装置。

图 C.2 抗顶破力试验安装示例



说明:

- 1——试样;
- 2——张紧装置;
- 3——固定框架;
- 4——参考平面;
- $L$ ——试样边长( $L = 3\,000\text{mm} \pm 600\text{mm}$ );
- $a$ ——张紧装置占用区域( $a \leq 0.15 \times L$ );
- $b$ ——试样最大挠度值( $b \leq 0.2 \times L$ )。

图 C.3 试样安装示意

C.3.3 采用卸扣、连杆、钢丝绳或与测试试样结构特性一致的连接件将试样四边的网格与固定框架四边固定,连接件在试验开始前不应影响试样本身所具有的平面特性。

C.3.4 试验开始前,应通过连接件将试样张紧,将试样中心的最大挠度值( $b$ )控制在不大于试样最小边长的20%,应使试样接近参考平面。

C.3.5 以下数据应在试验时连续测量:

- a) 加载装置所加载的荷载;
- b) 相对于参考平面所产生的相对位移;

- c) 柔性金属网安装后自然悬垂最大挠度,测量单位为毫米(mm);
- d) 柔性金属网张紧力和抗顶破力,测量单位为千牛(kN);
- e) 柔性金属网预紧变形和位移,测量单位为毫米(mm)。

C.3.6 最大挠度值测量可采用钢直尺、钢卷尺直接测量,先测量参考平面到地面的高度,再测量张紧后网面最低点到地面的高度尺寸,两者的差值即为柔性金属网中心最大挠度值。

C.3.7 加载装置宜分阶段加载。

C.3.8 试验过程中应分阶段记录试验中的数据。

C.3.9 参照 C.3.1 ~ C.3.8 的方法进行剩余的两组试验。

#### C.4 数据处理

C.4.1 测取开始加载直至试样局部或整体破坏的抗顶破力及位移,绘制  $P-D$  曲线,并以  $P-D$  曲线对应的最大拉力作为单件受试试样的抗顶破力测定结果。测量曲线通过如下参数表示:

- a) PBR:试样破坏时所施加的最大荷载。
- b) BR:试样破坏时所对应的位移。

C.4.2 当一组试样中最大抗顶破力或最小抗顶破力与中间值之差小于中间值的 10% 时,取测定结果的算术平均值作为该组试件的抗顶破力代表值。

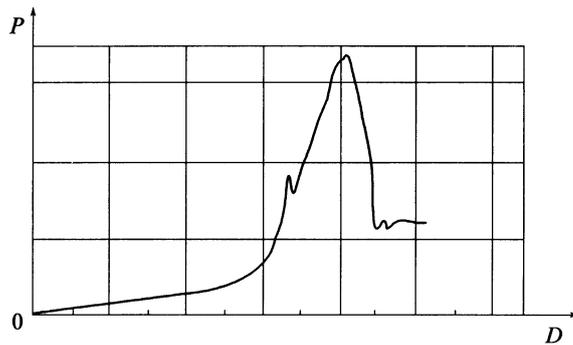
C.4.3 当一组试样中最大抗顶破力或最小抗顶破力与中间值之差超过中间值的 10% 时,取中间值作为该组试件的抗顶破力代表值。

C.4.4 当一组试样中最大抗顶破力和最小抗顶破力与中间值之差均超过中间值的 15% 时,这组试件的抗顶破力不作为评定依据。

C.4.5 试验过程中的数据应做相应的记录,包括破坏荷载和破坏位移等。

C.4.6 应拍摄试样加载前后的照片资料并保存。

C.4.7 试验后,每个试样都应提供相应的  $P-D$  曲线,见图 C.4。



说明:

$P$ ——荷载,单位为千牛(kN);

$D$ ——加载过程中,试样中心处相对于参考平面的垂直位移,单位为毫米(mm)。

图 C.4  $P-D$  曲线示意

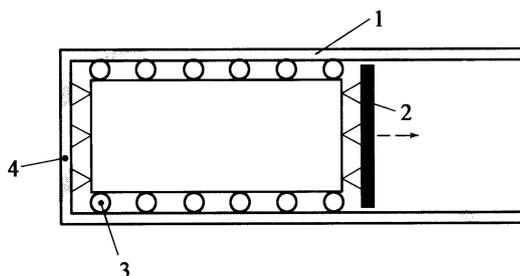
C.4.8 将试验前、试验中、试验后的照片及整个试验过程的视频归档保存。

附 录 D  
(规范性附录)  
网面抗拉强度试验方法

### D.1 试验装置

D.1.1 试验所用的加载设备应符合 GB/T 16825.1 的规定。

D.1.2 安装网面的框架应由四根钢梁组成,其中一边的钢梁应与加载设备连接并可以沿着加载方向平行移动,其他三边为固定梁,见图 D.1。



说明:

- |          |          |
|----------|----------|
| 1——侧向纵梁; | 3——侧向约束; |
| 2——活动横梁; | 4——端部横梁。 |

图 D.1 网面抗拉强度测试拉伸框架示意

D.1.3 框架内侧应有卸扣或花篮螺母等构件连接,且便于试样安装。

D.1.4 侧向纵梁上的连接构件,应能沿着拉伸方向自由移动。

### D.2 试样制作

D.2.1 试样应为宽度不小于 1m 且面积不小于 1m<sup>2</sup>的矩形网面。

D.2.2 产品中有满足试样尺寸要求的,试样宜直接从产品中随机选取;产品中无满足试样尺寸要求的,应采用与待测产品相同材料和相同工艺,按 D.2.1 中的尺寸要求执行试样制作,试样中每个网格单元尺寸大小应均匀。

D.2.3 每组试验的试样应为 3 件。

### D.3 试验方法

D.3.1 试验应在室温条件下(10℃ ~ 35℃)进行,并符合 GB/T 228.1 的要求。

D.3.2 试样安装应按图 D.1 所示,将试样安装在固定框架内。调整试样周边的连接构件,使网面保持自然的平面状态。

D.3.3 试验加载速率宜为 6mm/min ~ 10mm/min。

D.3.4 以下数据应在试验过程中连续观测并记录:

- a) 试验装置对网面施加的活动横梁移动方向的拉力;
- b) 试样横向的拉力;
- c) 活动横梁的位移量。

#### D.4 数据处理

D.4.1 试验开始加载直至试样破坏时的最大拉力作为单件试样的破断荷载测定值。

D.4.2 当测试的该组试样中最大破断荷载和最小破断荷载与中间值之差均小于中间值的 10% 时,则取该组试样的破断荷载的平均值作为网面的抗拉强度测定值。

D.4.3 当测试的该组试样中最大破断荷载或最小破断荷载与中间值之差大于中间值的 10% 时,则取中间值作为网面的抗拉强度测定值。

D.4.4 当测试的该组试样中最大破断荷载和最小破断荷载与中间值之差均大于中间值的 10% 时,则该组试验无效。

#### D.5 试验报告

试验报告应至少应包含如下信息,除非双方另有约定:

- a) 试验执行标准编号;
- b) 试验条件;
- c) 试样取样信息(如已知);
- d) 试样的详细描述,包括材质、强度、构成特性、几何尺寸和其他技术细节等;
- e) 试样破坏的详细描述,附图片影像资料;
- f) 破坏时的加载值、侧向拉力值及活动横梁的位移量;
- g) 试样在试验开始前、完成后的图片影像资料;
- h) 侧向拉力与活动梁的  $P-D$  曲线图。
- i) 试验结果。

附 录 E  
(规范性附录)  
环链拉伸破断力试验方法

### E.1 试验装置

E.1.1 试验所用的加载设备的加载行程应不小于环链拉伸破断极限长度。

E.1.2 试验所用的加载设备应符合 GB/T 16825.1 的规定。

### E.2 试样制作

E.2.1 拉伸试样应至少由 3 个环串联组成。

E.2.2 试样应从成品网面中截取或与成品相同原料、工艺单独制取。

E.2.3 每组试验的试样应为 3 件。

### E.3 试验方法

E.3.1 试验应在室温条件下(10℃~35℃)进行,并符合 GB/T 228.1 的要求。

E.3.2 试样安装时,应将试样两端的钢丝环,分别通过一个直径不小于 50mm,且不小于钢丝环的钢丝束直径 4 倍的圆形截面构件,固定在试验装置上,如图 E.1 所示。

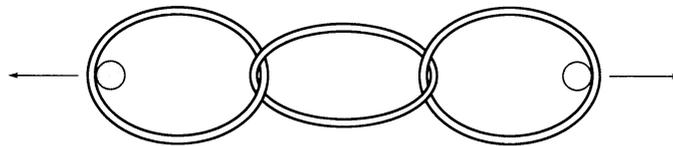
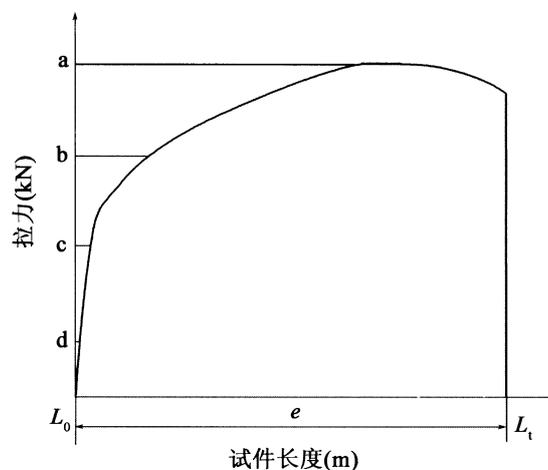


图 E.1 环链拉伸试验示意

E.3.3 试验开始前,应将试样轻微拉伸;待其稳定后,再缓慢地释放拉力至零值。

E.3.4 以 2mm/s 的速度匀速拉伸加载,直至试样破断,结束加载。

E.3.5 进行拉伸试验应使用自动记录仪,连续记录拉力和伸长值,并绘出拉力-伸长图,示意如图 E.2。



说明:

a——破断力(BF),单位千牛(kN);

d——极限工作荷载(WLL),单位千牛(kN);

b——规定的最小破断力(BF<sub>min</sub>),单位千牛(kN); e——破断时的总极限伸长( $\Delta L_t = L_t - L_0$ ),单位米(m)。

c——制造验证力(MPE),单位千牛(kN);

图 E.2 拉力-伸长示意

#### E.4 数据处理

E.4.1 试验开始加载直至试样破断时的最大拉力作为单件试样的破断力。

E.4.2 当试验的该组试样中最大破断力和最小破断力与中间值之差均小于中间值的 10% 时,则取该组试样的破断力的平均值作为环链拉伸破断力测定值。

E.4.3 当试验的该组试样中最大破断力或最小破断力与中间值之差大于中间值的 10% 时,则取中间值作为环链拉伸破断力测定值。

E.4.4 当试验的该组试样中最大破断力和最小破断力与中间值之差均大于中间值的 10% 时,则该组试验无效。

#### E.5 试验报告

试验报告应至少应包含如下信息,除非双方另有约定:

- a) 试验执行标准编号;
- b) 试验条件;
- c) 试样取样信息(如已知);
- d) 试样的详细描述,包括材质、强度、构成特性、几何尺寸和其他技术细节等;
- e) 试样破坏的详细描述,附图片影像资料;
- f) 拉力-伸长图;
- g) 试验结果。

## 附录 F

(规范性附录)

## 紧固件抗错动拉力和抗脱落拉力试验方法

## F.1 试验装置

F.1.1 试验所用的加载设备的加载行程应不小于环链拉伸破断极限长度。

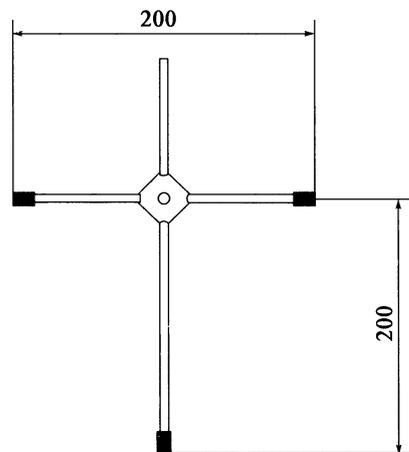
F.1.2 试验设备应配有相应夹具,能够牢固地夹持试样,试验过程中夹具与试样不应发生明显的相对滑移。

## F.2 试样制作

F.2.1 每次试验抗错动拉力和抗脱落拉力试样数量为 3 件,宜从同一批次产品中直接截取。

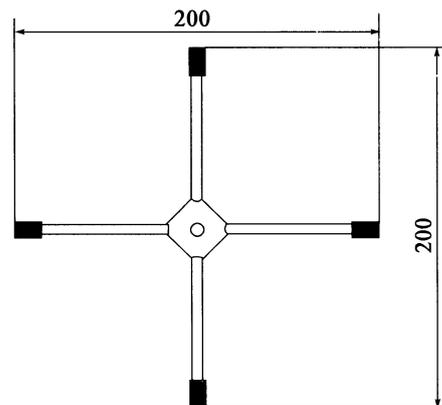
F.2.2 抗错动拉力试验试样参考图 F.1 的尺寸和形式制作试样,抗脱落拉力试验试样参考图 F.2 的尺寸和形式制作。

F.2.3 试样钢丝绳两端采用胶带缠绕或套入橡胶套,防止试验中钢丝绳和夹具之间滑脱。



单位为毫米

图 F.1 抗错动拉力试验试样示意



单位为毫米

图 F.2 抗脱落拉力试验试样示意

### F.3 试验方法

F.3.1 抗错动拉力试验、抗脱落拉力试验宜在拉力试验机上进行。

F.3.2 取纵、横正交的紧固后的试样,参照图 F.3 安装试样,其中 A、B 端固定于拉力试验机卡具上,按箭头所示方向施加拉力,直至钢丝绳与紧固件产生错动,此时对应的最大拉力即为紧固件的抗错动拉力。

F.3.3 取纵、横正交的紧固后的试样,参照图 F.4 的安装试样,其中 A、B 端固定于拉伸试验机上,按箭头所示方向施加拉力,直至紧固件脱落、失效,两根钢丝绳分离,对应的最大拉力即为紧固件抗脱落拉力。

F.3.4 记录试验中紧固件的抗错动拉力和抗脱落拉力等相关试验数据。

F.3.5 参照 F.3.1 ~ F.3.4 的方法分别进行剩余的两组抗错动拉力试验和抗脱落拉力试验。

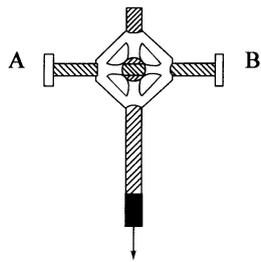


图 F.3 抗错动拉力试验方式示意

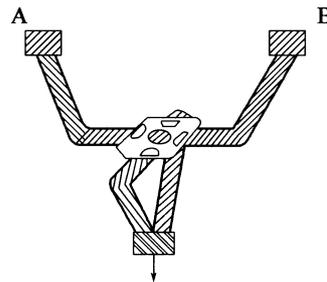


图 F.4 抗脱落拉力试验方式示意

### F.4 数据处理

F.4.1 测取开始加载直至试样破坏时的最大拉力值作为单件受试试样的抗错动拉力测定结果(抗脱落拉力试验时为抗脱落拉力测定结果),3 件试样测定结果的最小值即为相应紧固件的抗错动拉力(或抗脱落拉力)试验结果。

F.4.2 试验完成后,由计算机终端打印出试样的  $P-D$  曲线。

F.4.3 将试验前、试验中、试验后的照片及整个试验过程的视频归档保存。

附 录 G  
(规范性附录)  
消能装置静力性能试验方法

### G.1 试验装置

试验所用的加载设备应符合 GB/T 16825.1 的规定。

### G.2 试验制作

G.2.1 以减压环为例,其他消能装置可参考此方法进行。

G.2.2 每次试验试样数量为 3 件,试样宜从同一批次产品中随机抽取。

G.2.3 按标准选配要求将钢丝绳穿过环管内孔,两端各留出供试验时夹持用的长约 20cm 的尾绳段,如图 G.1 所示。

G.2.4 钢丝绳两端采用胶带缠绕或套入橡胶套,且防止试验中钢丝绳和夹具之间滑脱。

单位为毫米

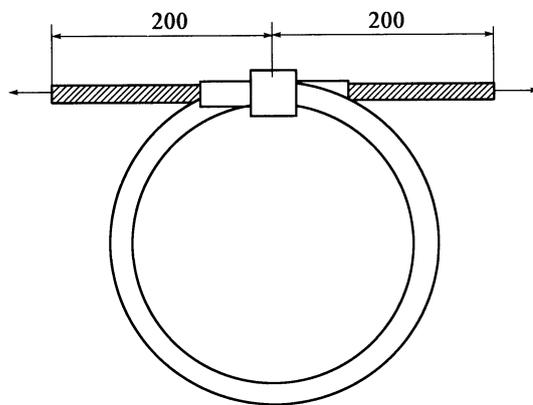


图 G.1 减压环试验式样示意

### G.3 试验方法

G.3.1 试样安装于材料试验机,钢丝绳两端应夹持紧固,加载过程中试样与连接端不应出现明显相对滑移。

G.3.2 在大位移材料试验机上一次拉伸完成或在普通材料试验机上分段拉伸完成(每伸长到一定长度即锯掉一段再次拉伸),均匀加载,加载速度应为 10mm/min ~ 30mm/min。

G.3.3 拉伸总长度不应小于消能装置名义工作行程的 80%。

G.3.4 记录试验中消能装置的静力启动荷载、最大拉伸长度、最大工作荷载、最小工作荷载、能量吸收能力等相关试验数据。

G.3.5 拍摄试样加载过程中的照片及视频。

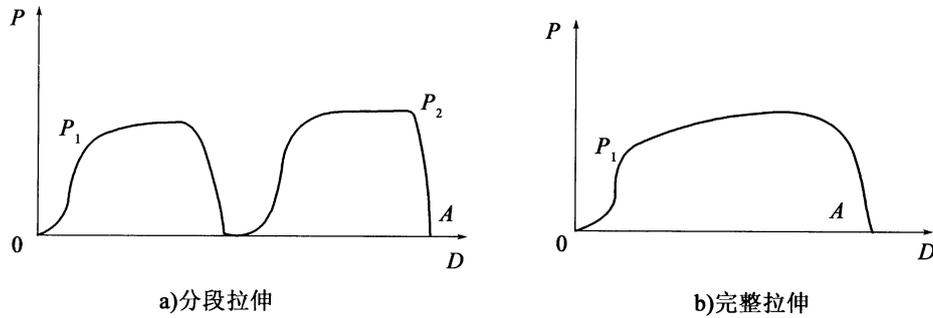
### G.4 数据处理

G.4.1 将  $P-D$  曲线中的第一个峰值标定为消能装置的静力启动荷载,静力启动荷载、工作荷载、能量吸收能力等力学性能指标均取 3 件试样测定结果的算术平均。

G.4.2 当一组试样中最大静力启动荷载或最小静力启动荷载与中间值之差超过中间值的 10% 时,取中间值作为该组试件的静力启动荷载代表值。

G.4.3 当一组试样中最大静力启动荷载或最小静力启动荷载与中间值之差均超过中间值的 15% 时,这组试件的静力启动荷载不作为评定依据。

G.4.4 能量吸收能力计算方法:试验机对减压环所做的功即等于减压环所吸收的能量,即图 G.2 中荷载( $P$ )与位移( $D$ )增量的乘积(单位 kJ)或  $P$ - $D$  曲线与  $D$  轴所形成的包络面积(分段试验时为各包络面积之和,在坐标纸上每小格按 4 舍 5 入法计算)。



说明:

$P$ ——荷载,单位为千牛(kN);

$D$ ——位移,单位为米(m);

$A$ ——荷载和位移包络面积,单位为千焦(kJ)。

图 G.2 消能装置拉伸荷载  $P$ - $D$  曲线

G.4.5 试验完成后,由计算机终端打印出试样的荷载-位移( $P$ - $D$ )曲线。

G.4.6 将试验前、试验中、试验后的照片及整个试验过程的视频归档保存。

## G.5 试验报告

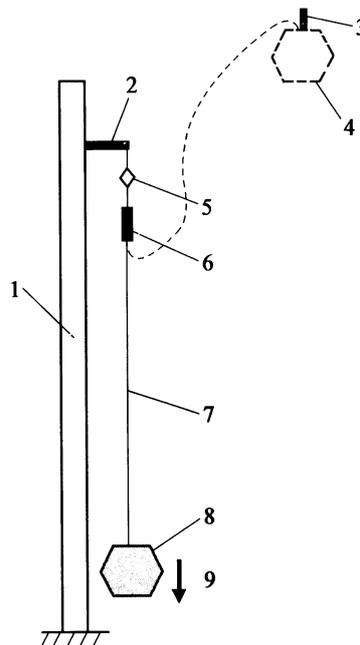
试验报告应至少应包含如下信息,除非双方另有约定:

- a) 试验执行标准编号;
- b) 试验条件;
- c) 试样取样信息(如已知);
- d) 试样的详细描述,包括材质、强度、构成特性、几何尺寸和其他技术细节等;
- e) 试样破坏的详细描述,附图片影像资料;
- f) 拉力-伸长图;
- g) 试验结果。

附录 H  
(规范性附录)  
消能装置动力性能试验方法

### H.1 试验装置

H.1.1 消能装置动力性能试验宜在如图 H.1 所示的反力墙上进行,反力墙应具备足够的高度,给冲击试块提供满足要求的冲击加载速度。



说明:

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 1——反力墙;       | 6——耗能构件试样;    |
| 2——支撑悬臂;      | 7——连接钢丝绳;     |
| 3——起重设备;      | 8——冲击试块(释放后); |
| 4——冲击试块(释放前); | 9——加载速度 $v$ 。 |
| 5——拉力传感器;     |               |

图 H.1 消能装置动力性能试验过程示意

H.1.2 反力墙应配备提升冲击试块到符合试验高度要求的起重设备。

H.1.3 反力墙应配备拉力传感器及配套的数据采集系统,采集频率不应低于 1 000Hz,应能够直接读取试验过程中消能装置的拉力时程曲线( $F-t$  曲线)。

### H.2 试样制作

H.2.1 试样数量为 3 件,每件试样两端伸出的连接钢丝绳长度应保持一致,每次试验前后应测量试样及连接钢丝绳的总长度。

H.2.2 试样宜直接从同一批次产品中随机抽取。

H.2.3 试样两端应根据实际情况采用牢固的连接形式。

### H.3 试验方法

H.3.1 试样一端与反力墙上支撑悬臂间通过钢丝绳连接拉力传感器,另一端与合适的冲击试块相连。

H.3.2 试样的加载速度宜为  $10\text{m/s} \sim 25\text{m/s}$ ,根据加载速度和连接绳的长度计算提升高度,将冲击试块提升至此高度。

H.3.3 释放冲击试块使其自由下落,启动与之相连的试样。

H.3.4 记录试验过程中试样内的拉力值等相关数据及影像。

### H.4 数据处理

H.4.1 试验时能直接得到消能装置的  $F-t$  曲线,如图 H.2a) 所示。

H.4.2 通过消能装置在试验前后的最大变形量  $\Delta_d$  和拉力传感器测得的作用时间,得到近似的变形时程曲线( $\Delta-t$  曲线),如图 H.2b) 所示。

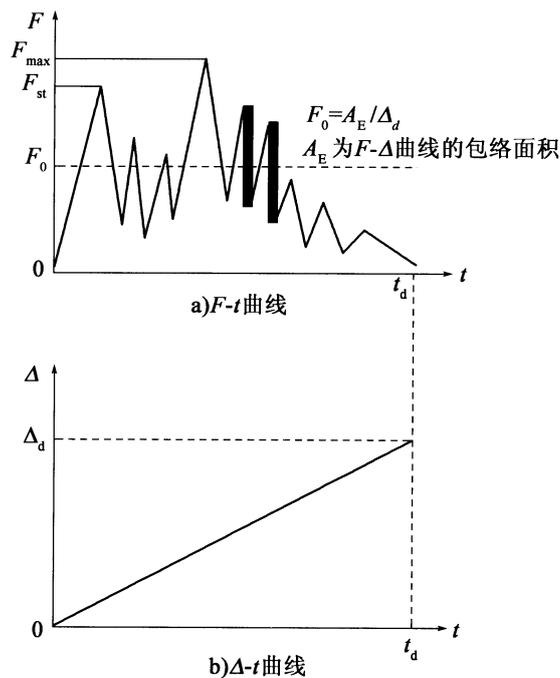


图 H.2 消能装置的试验数据

H.4.3 根据消能装置在动力冲击作用下力-变形曲线( $F-\Delta$  曲线),通过计算  $F-\Delta$  曲线的包络面积  $A_E$  求得消能装置的能量吸收值。 $F-\Delta$  曲线中的第一个峰值为消能装置的动力启动荷载  $F_{st}$ , $F-\Delta$  曲线中最大拉力为消能装置的动力峰值荷载  $F_{max}$ , $F-\Delta$  曲线的包络面积  $A_E$  与最大变形量  $\Delta_d$  的比值为消能装置的动力工作荷载  $F_0$ 。

H.4.4 取 3 个试样的平均值作为试验结果,当某个指标的最大值或最小值与中间值的差值超过中间值的 10% 时,取中间值作为该指标试验结果;当有两个测值与中间值的差值均超过中间值的 20% 时,则该组试样的试验结果无效。

H.4.5 记录试验中消能装置的动力启动荷载、最大变形长度、变形时间、最大工作荷载、能量吸收能力等相关试验数据。

### H.5 试验报告

试验报告应至少应包含如下信息:

- a) 试验执行标准编号;
  - b) 试验条件;
  - c) 试样取样信息(如已知);
  - d) 试样的详细描述,包括材质、强度、构成特性、几何尺寸和其他技术细节等;
  - e) 试样破坏的详细描述,附图片影像资料;
  - f) 拉力-伸长图;
  - g) 试验结果。
-