



中华人民共和国国家标准

GB/T 30826—2014

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

Technical conditions for steel strand cable of cable stayed bridge

2014-06-24 发布

2015-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布



中华人民共和国国家标准

GB/T 30826—2014

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

Technical conditions for steel strand cable of cable stayed bridge

2014-06-24 发布

2015-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 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	2
4 符号和说明	3
5 拉索结构	4
5.1 主要结构及组成	4
5.2 张拉端锚固段及过渡段结构	6
5.3 固定端锚固段及过渡段结构	7
5.4 自由段结构	7
5.5 鞍座段结构	8
5.6 附件	9
6 技术要求	9
6.1 索体	9
6.2 锚具组件	11
6.3 减振器	12
6.4 鞍座	13
7 拉索产品验收检验	13
7.1 检验分类	13
7.2 检验项目	13
7.3 出厂检验的组批	16
7.4 检验结果判定	16
8 标志、包装、运输及贮存	17
8.1 标志	17
8.2 包装	17
8.3 运输及贮存	17
9 拉索防腐与防护	17
9.1 一般规定	17
9.2 拉索的防腐与防护要求	17
10 拉索安装	18
10.1 一般规定	18
10.2 材料进场验收	18
10.3 损伤修复	18
10.4 安装要求	18
10.5 张拉与索力调整	18
10.6 归档文件	19

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号和说明	3
5 拉索结构	4
5.1 主要结构及组成	4
5.2 张拉端锚固段及过渡段结构	6
5.3 固定端锚固段及过渡段结构	7
5.4 自由段结构	7
5.5 鞍座段结构	8
5.6 附件	9
6 技术要求	9
6.1 索体	9
6.2 锚具组件	11
6.3 减振器	12
6.4 鞍座	13
7 拉索产品验收检验	13
7.1 检验分类	13
7.2 检验项目	13
7.3 出厂检验的组批	16
7.4 检验结果判定	16
8 标志、包装、运输及贮存	17
8.1 标志	17
8.2 包装	17
8.3 运输及贮存	17
9 拉索防腐与防护	17
9.1 一般规定	17
9.2 拉索的防腐与防护要求	17
10 拉索安装	18
10.1 一般规定	18
10.2 材料进场验收	18
10.3 损伤修复	18
10.4 安装要求	18
10.5 张拉与索力调整	18
10.6 归档文件	19

11 拉索更换	19
11.1 一般规定	19
11.2 拉索更换的条件	19
12 拉索的检查	19
12.1 一般规定	19
12.2 日常性检查	20
12.3 定期检查	20
12.4 全面鉴定评估	20
12.5 专项检查	20
附录 A (规范性附录) 锚具组件的疲劳试验	21
附录 B (规范性附录) 鞍座的疲劳试验	23
附录 C (规范性附录) 锚具组件的水密性试验	26
附录 D (规范性附录) PE 防护钢绞线耐久性试验	29

11 拉索更换	19
11.1 一般规定	19
11.2 拉索更换的条件	19
12 拉索的检查	19
12.1 一般规定	19
12.2 日常性检查	20
12.3 定期检查	20
12.4 全面鉴定评估	20
12.5 专项检查	20
附录 A (规范性附录) 锚具组件的疲劳试验	21
附录 B (规范性附录) 鞍座的疲劳试验	23
附录 C (规范性附录) 锚具组件的水密性试验	26
附录 D (规范性附录) PE 防护钢绞线耐久性试验	29

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：柳州欧维姆机械股份有限公司、同济大学、广东坚宜佳五金制品有限公司、上海浦江缆索股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：龙跃、闫云友、李方元、黄芳玮、李国平、尚景朕、庞维林、陈小莲、张海良、游胜意、王玲君、朱红斌、任翠英。

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：柳州欧维姆机械股份有限公司、同济大学、广东坚宜佳五金制品有限公司、上海浦江缆索股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：龙跃、闫云友、李方元、黄芳玮、李国平、尚景朕、庞维林、陈小莲、张海良、游胜意、王玲君、朱红斌、任翠英。

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

1 范围

本标准规定了斜拉桥钢绞线拉索的术语和定义、符号和说明、拉索结构、技术要求、拉索产品验收检验、标志、包装、运输及贮存、拉索防腐与防护、拉索安装、拉索更换、拉索的检查等。

本标准适用于采用单根 PE 防护钢绞线作为受拉构件的斜拉桥钢绞线拉索(以下简称拉索)的设计、试验与安装。

本标准适用于公路及城市道路桥梁的斜拉索,其他工程结构的拉索亦可参照使用。

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 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 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法

GB/T 264 石油产品 酸值测定法

GB/T 269 润滑脂和石油脂度测定法

GB/T 512 润滑脂水分测定法

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2361 防锈油脂湿热试验法

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 4162—2008 锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 4929 润滑脂滴点测定法

GB/T 4985 石油蜡针入度测定法

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 5796.1 梯形螺纹 第 1 部分:牙型

GB/T 5796.2 梯形螺纹 第 2 部分:直径与螺距系列

GB/T 5796.3 梯形螺纹 第 3 部分:基本尺寸

GB/T 5796.4 梯形螺纹 第 4 部分:公差

GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100 IRHD)

GB/T 6402—2008 钢锻件超声检测方法

GB/T 8124 梯形螺纹量规 技术条件

GB/T 8804.3—2003 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第 3 部分:聚烯烃管材

斜拉桥钢绞线拉索技术条件

1 范围

本标准规定了斜拉桥钢绞线拉索的术语和定义、符号和说明、拉索结构、技术要求、拉索产品验收检验、标志、包装、运输及贮存、拉索防腐与防护、拉索安装、拉索更换、拉索的检查等。

本标准适用于采用单根 PE 防护钢绞线作为受拉构件的斜拉桥钢绞线拉索(以下简称拉索)的设计、试验与安装。

本标准适用于公路及城市道路桥梁的斜拉索,其他工程结构的拉索亦可参照使用。

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 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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 264 石油产品 酸值测定法

GB/T 269 润滑脂和石油脂度测定法

GB/T 512 润滑脂水分测定法

GB/T 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料的试验条件

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2361 防锈油脂湿热试验法

GB/T 3077 合金结构钢

GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验

GB/T 4162—2008 锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 4929 润滑脂滴点测定法

GB/T 4985 石油蜡针入度测定法

GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线

GB/T 5796.1 梯形螺纹 第1部分:牙型

GB/T 5796.2 梯形螺纹 第2部分:直径与螺距系列

GB/T 5796.3 梯形螺纹 第3部分:基本尺寸

GB/T 5796.4 梯形螺纹 第4部分:公差

GB/T 6031 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100 IRHD)

GB/T 6402—2008 钢锻件超声检测方法

GB/T 8124 梯形螺纹量规 技术条件

GB/T 8804.3—2003 热塑性塑料管材 拉伸性能测定 第3部分:聚烯烃管材

- GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定
GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 16924 钢件的淬火与回火
GB/T 19810 聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定
GB/T 21073 环氧涂层七丝预应力钢绞线
GB/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法
GB/T 23988 涂料耐磨性测定 落砂法
GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线
CJ/T 297 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料
JB/T 4730.4—2005 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
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 5000.13 重型机械通用技术条件 第13部分:包装
JG 161 无粘结预应力钢绞线
YB/T 152 高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线
SH/T 0081 防锈油脂盐雾试验法
SH/T 0324 润滑脂分油的测定锥网法
SH/T 0325 润滑脂氧化安定性测定法
SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法
SH/T 0387—1992(2005) 钢丝绳表面脂
SY/T 0039 管道防腐层化学稳定性试验方法
SY/T 0040 管道防腐层抗冲击性试验方法(落锤试验法)
HG 2-146 塑料耐油性试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢绞线拉索 strand stay cable

拉索

由若干根直径相同、平行排列的单根 PE 防护钢绞线集束,通过两端锚具组件固定于斜拉桥结构,承受结构静动荷载的受拉构件。

3.2

PE 防护钢绞线 PE sheathed strand

有防腐保护层及高密度聚乙烯护套的钢绞线。

3.3

锚具组件 anchorage

用以保持拉索的拉力并将其传递到桥梁结构的锚固装置。锚具组件通常由多个零(部)件组装而成,可分为张拉端锚具和固定端锚具两类。

- GB/T 8806 塑料管道系统 塑料部件 尺寸的测定
GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器
GB/T 16924 钢件的淬火与回火
GB/T 19810 聚乙烯(PE)管材和管件 热熔对接接头拉伸强度和破坏形式的测定
GB/T 21073 环氧涂层七丝预应力钢绞线
GB/T 21839 预应力混凝土用钢材试验方法
GB/T 23988 涂料耐磨性测定 落砂法
GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线
CJ/T 297 桥梁缆索用高密度聚乙烯护套料
JB/T 4730.4—2005 承压设备无损检测 第4部分:磁粉检测
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 5000.13 重型机械通用技术条件 第13部分:包装
JG 161 无粘结预应力钢绞线
YB/T 152 高强度低松弛预应力热镀锌钢绞线
SH/T 0081 防锈油脂盐雾试验法
SH/T 0324 润滑脂分油的测定锥网法
SH/T 0325 润滑脂氧化安定性测定法
SH/T 0331 润滑脂腐蚀试验法
SH/T 0387—1992(2005) 钢丝绳表面脂
SY/T 0039 管道防腐层化学稳定性试验方法
SY/T 0040 管道防腐层抗冲击性试验方法(落锤试验法)
HG 2-146 塑料耐油性试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢绞线拉索 strand stay cable

拉索

由若干根直径相同、平行排列的单根 PE 防护钢绞线集束,通过两端锚具组件固定于斜拉桥结构,承受结构静动荷载的受拉构件。

3.2

PE 防护钢绞线 PE sheathed strand

有防腐保护层及高密度聚乙烯护套的钢绞线。

3.3

锚具组件 anchorage

用以保持拉索的拉力并将其传递到桥梁结构的锚固装置。锚具组件通常由多个零(部)件组装而成,可分为张拉端锚具和固定端锚具两类。

3.4

鞍座 saddle

位于索塔上,支承拉索、改变索体方向穿过索塔,并将拉索的径向及不平衡荷载传递给索塔的构件。

3.5

锚固段 anchorage zone

拉索和锚具的连接段,将索力传递给桥梁结构的拉索锚固部分。

3.6

过渡段 transition zone

从导管入口到锚固段口之间的拉索部分。

3.7

自由段 free zone

锚固段、过渡段及鞍座段(如有)之外的拉索索体。

3.8

外护套管 stay pipe

安装在拉索自由段、暴露在外部环境中的高密度聚乙烯(HDPE)套管或金属管,具有对钢绞线束外部防护的功能。

3.9

导管 guide pipe

位于梁端结构或索塔上的预埋管道,便于拉索的安装与更换,也称为预埋管。

3.10

拉索附件 accessories of stay cable

对拉索安装、防护起辅助作用的构件,包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置、保护罩等。

3.11

减振器 damper

一种控制和减缓拉索振动的装置。

4 符号和说明

本文件使用的符号和相应的说明见表1。

表1 符号和说明

符 号	单 位	说 明
A_{pk}	mm ²	单根钢绞线试件的特征(公称)截面面积
A_p	mm ²	拉索中各根钢绞线特征(公称)截面面积之和
f_{pk}	MPa	钢绞线的抗拉强度标准值
f_{pm}	MPa	试验所用钢绞线(截面以 A_{pk} 计)的实测极限抗拉强度平均值。由三根以上同卷钢绞线实测值计算得出
F_{pk}	kN	钢绞线-拉索锚具组装件中钢绞线的公称极限拉力。由钢绞线抗拉强度标准值计算得出;也可表示为 $F_{pk} = f_{pk} \cdot A_p$
F_{pm}	kN	钢绞线实测平均极限拉力。由钢绞线试件实测破断荷载平均值计算得出

3.4

鞍座 saddle

位于索塔上,支承拉索、改变索体方向穿过索塔,并将拉索的径向及不平衡荷载传递给索塔的构件。

3.5

锚固段 anchorage zone

拉索和锚具的连接段,将索力传递给桥梁结构的拉索锚固部分。

3.6

过渡段 transition zone

从导管入口到锚固段口之间的拉索部分。

3.7

自由段 free zone

锚固段、过渡段及鞍座段(如有)之外的拉索索体。

3.8

外护套管 stay pipe

安装在拉索自由段、暴露在外部环境中的高密度聚乙烯(HDPE)套管或金属管,具有对钢绞线束外部防护的功能。

3.9

导管 guide pipe

位于梁端结构或索塔上的预埋管道,便于拉索的安装与更换,也称为预埋管。

3.10

拉索附件 accessories of stay cable

对拉索安装、防护起辅助作用的构件,包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置、保护罩等。

3.11

减振器 damper

一种控制和减缓拉索振动的装置。

4 符号和说明

本文件使用的符号和相应的说明见表1。

表1 符号和说明

符 号	单 位	说 明
A_{pk}	mm ²	单根钢绞线试件的特征(公称)截面面积
A_p	mm ²	拉索中各根钢绞线特征(公称)截面面积之和
f_{pk}	MPa	钢绞线的抗拉强度标准值
f_{pm}	MPa	试验所用钢绞线(截面以 A_{pk} 计)的实测极限抗拉强度平均值。由三根以上同卷钢绞线实测值计算得出
F_{pk}	kN	钢绞线-拉索锚具组装件中钢绞线的公称极限拉力。由钢绞线抗拉强度标准值计算得出;也可表示为 $F_{pk} = f_{pk} \cdot A_p$
F_{pm}	kN	钢绞线实测平均极限拉力。由钢绞线试件实测破断荷载平均值计算得出

表 1 (续)

符 号	单 位	说 明
$F_{p0.2}$	kN	钢绞线的规定非比例延伸力
E	MPa	钢绞线的弹性模量
η_s	—	钢绞线-拉索锚具组装件静载试验测得的锚固效率系数
ϵ_{sp0}	%	钢绞线-拉索锚具组装件达到实测极限拉力时钢绞线的总应变
Δf	MPa	钢绞线的应力幅值
SDR	—	HDPE 圆管式外护套管的外径与壁厚的比值

5 拉索结构

5.1 主要结构及组成

拉索结构包括张拉端锚固段、固定端锚固段、过渡段、自由段及鞍座段(如有)几个部分,见图 1、图 2。

拉索体系由索体、锚具组件、减振器、鞍座(如有)及附件等组成。其中:索体包括 PE 防护钢绞线束及外护套管;锚具组件分为张拉端锚具组件和固定端锚具组件;拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。

表 1 (续)

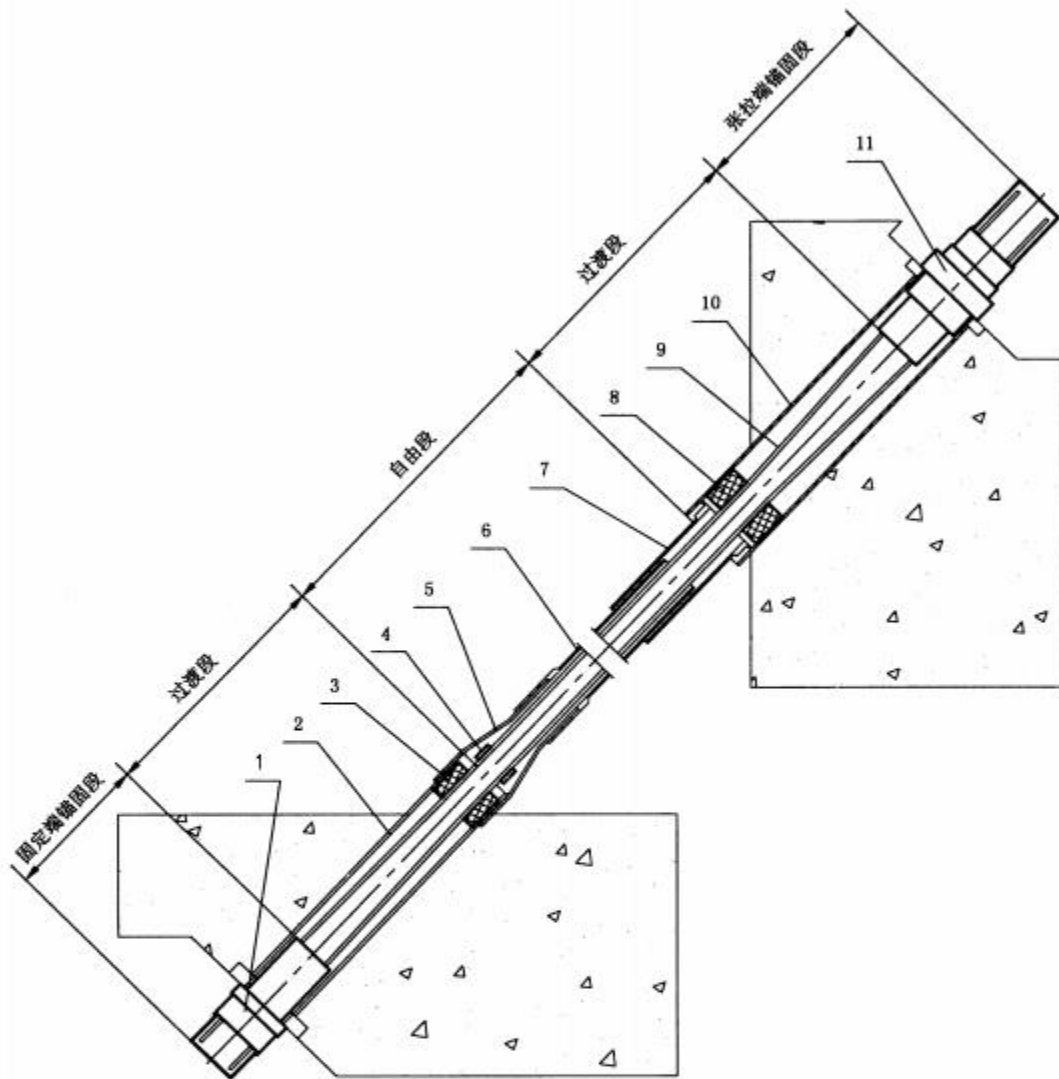
符 号	单 位	说 明
$F_{p0.2}$	kN	钢绞线的规定非比例延伸力
E	MPa	钢绞线的弹性模量
η_s	—	钢绞线-拉索锚具组装件静载试验测得的锚固效率系数
ϵ_{sp0}	%	钢绞线-拉索锚具组装件达到实测极限拉力时钢绞线的总应变
Δf	MPa	钢绞线的应力幅值
SDR	—	HDPE 圆管式外护套管的外径与壁厚的比值

5 拉索结构

5.1 主要结构及组成

拉索结构包括张拉端锚固段、固定端锚固段、过渡段、自由段及鞍座段(如有)几个部分,见图 1、图 2。

拉索体系由索体、锚具组件、减振器、鞍座(如有)及附件等组成。其中:索体包括 PE 防护钢绞线束及外护套管;锚具组件分为张拉端锚具组件和固定端锚具组件;拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。



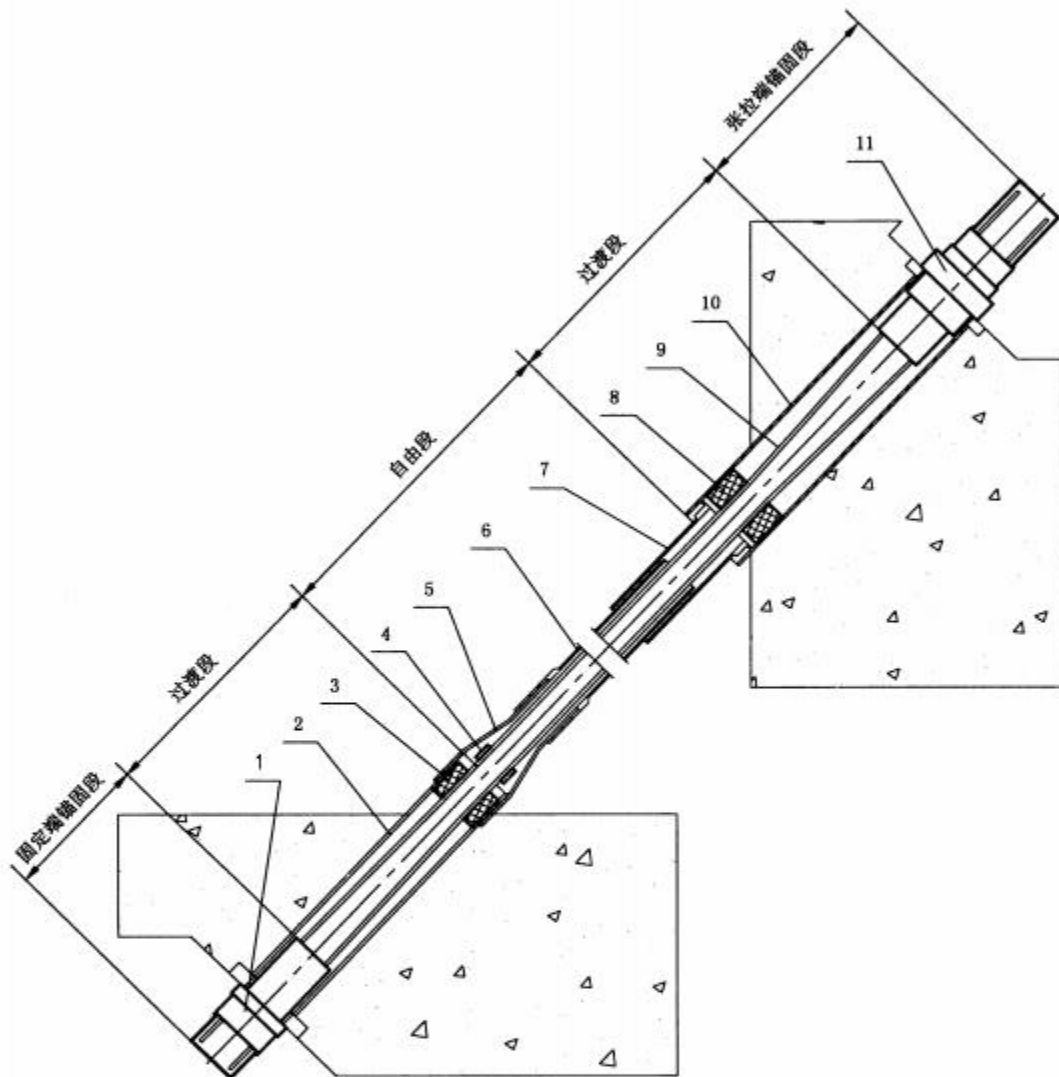
说明：

- | | | | |
|------------|-------------|---------------|-------------|
| 1—固定端锚具组件； | 4—索箍； | 7—外护套管伸缩补偿装置； | 10—导管(塔端)； |
| 2—导管(梁端)； | 5—外护套管连接装置； | 8—减振器(塔端)； | 11—张拉端锚具组件。 |
| 3—减振器(梁端)； | 6—外护套管； | 9—PE防护钢绞线； | |

注1：示意图为张拉端锚具在塔端、固定端锚具在梁端的情况，在实际设计和使用中，张拉端锚具和固定端锚具的位置可互换，或两端均采用张拉端锚具。

注2：示意图为外护套管下端固定，上端自由，根据工程需要，也可设计为上端固定和下端自由的方式。

图1 无鞍座拉索结构示意图



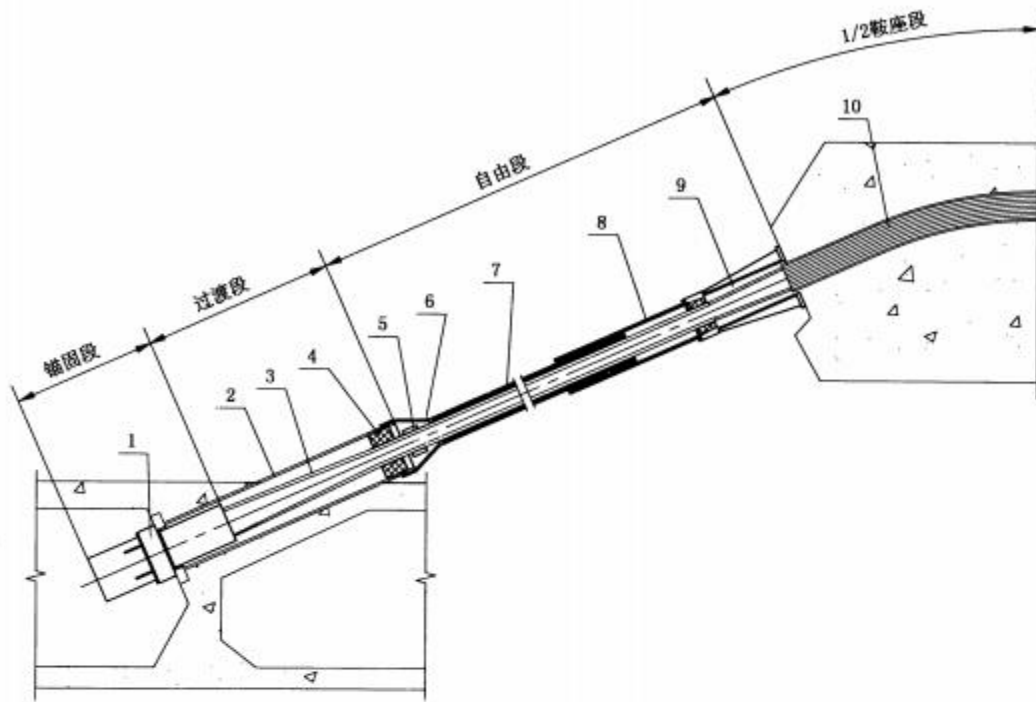
说明：

- | | | | |
|-------------|--------------|----------------|--------------|
| 1——固定端锚具组件； | 4——索箍； | 7——外护套管伸缩补偿装置； | 10——导管(塔端)； |
| 2——导管(梁端)； | 5——外护套管连接装置； | 8——减振器(塔端)； | 11——张拉端锚具组件。 |
| 3——减振器(梁端)； | 6——外护套管； | 9——PE防护钢绞线； | |

注1：示意图为张拉端锚具在塔端、固定端锚具在梁端的情况，在实际设计和使用中，张拉端锚具和固定端锚具的位置可互换，或两端均采用张拉端锚具。

注2：示意图为外护套管下端固定，上端自由，根据工程需要，也可设计为上端固定和下端自由的方式。

图1 无鞍座拉索结构示意图



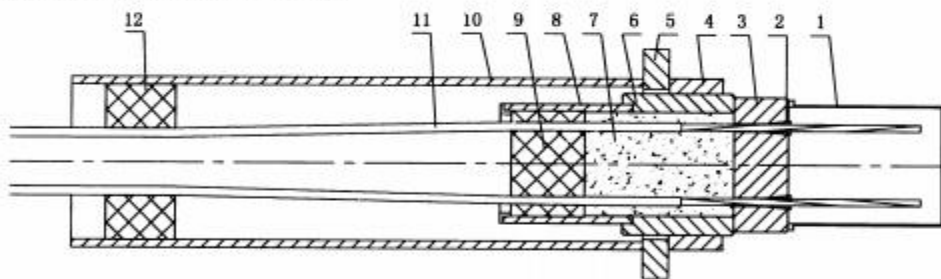
说明:

- | | | | |
|------------|-------------|---------------|--------|
| 1—锚具组件; | 4—减振器; | 7—外护套管; | 10—鞍座。 |
| 2—导管; | 5—索箍; | 8—外护套管伸缩补偿装置; | |
| 3—PE防护钢绞线; | 6—外护套管连接装置; | 9—抗滑装置; | |

图2 带鞍座拉索结构示意图

5.2 张拉端锚固段及过渡段结构

张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、支承筒、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图3。

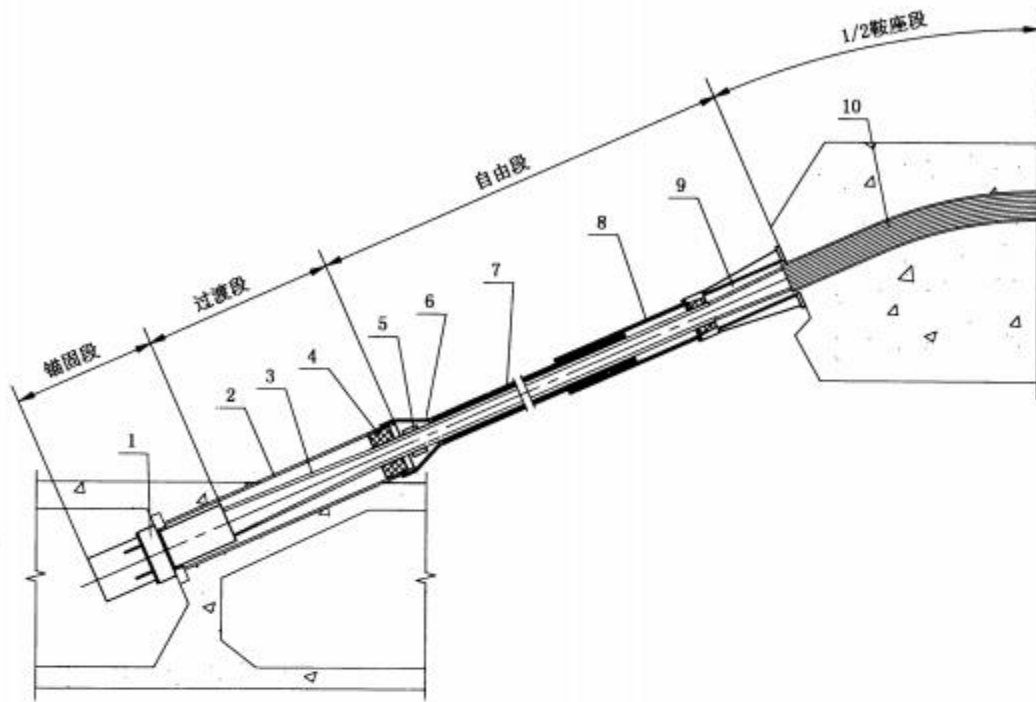


说明:

- | | | | |
|--------|--------|---------|-------------|
| 1—保护罩; | 4—螺母; | 7—防腐材料; | 10—导管; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封筒; | 11—PE防护钢绞线, |
| 3—锚板; | 6—支承筒; | 9—密封装置; | 12—减振器。 |

图3 张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图4。



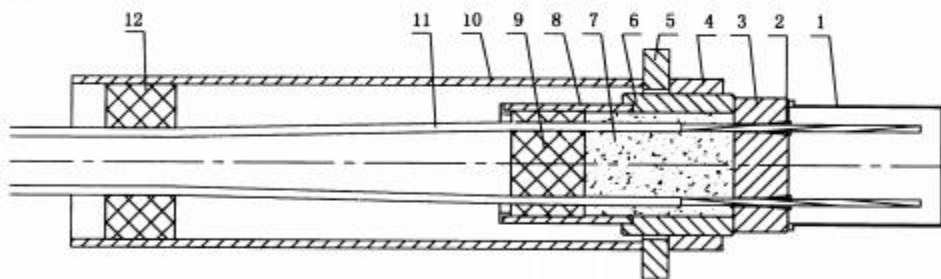
说明:

- | | | | |
|-------------|-------------|---------------|--------|
| 1—锚具组件; | 4—减振器; | 7—外护套管; | 10—鞍座。 |
| 2—导管; | 5—索箍; | 8—外护套管伸缩补偿装置; | |
| 3—PE 防护钢绞线; | 6—外护套管连接装置; | 9—抗滑装置; | |

图 2 带鞍座拉索结构示意图

5.2 张拉端锚固段及过渡段结构

张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、支承筒、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图 3。

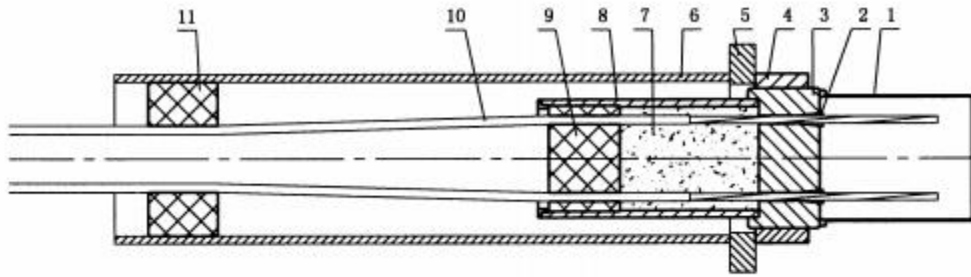


说明:

- | | | | |
|--------|--------|---------|--------------|
| 1—保护罩; | 4—螺母; | 7—防腐材料; | 10—导管; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封筒; | 11—PE 防护钢绞线, |
| 3—锚板; | 6—支承筒; | 9—密封装置; | 12—减振器。 |

图 3 张拉端(带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段通常由保护罩、夹片、锚板、螺母、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图 4。



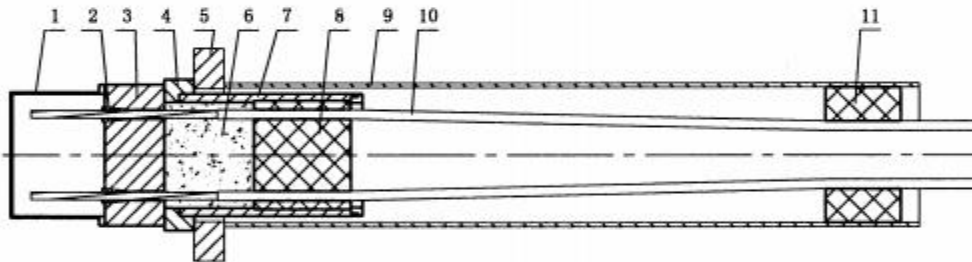
说明:

- | | | | |
|--------|--------|---------|-------------|
| 1—保护罩; | 4—螺母; | 7—防腐材料; | 10—PE防护钢绞线; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封筒; | 11—减振器。 |
| 3—锚板; | 6—导管; | 9—密封装置; | |

图4 张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

5.3 固定端锚固段及过渡段结构

固定端锚固段及过渡段由通常保护罩、夹片、锚板、垫板、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图5。



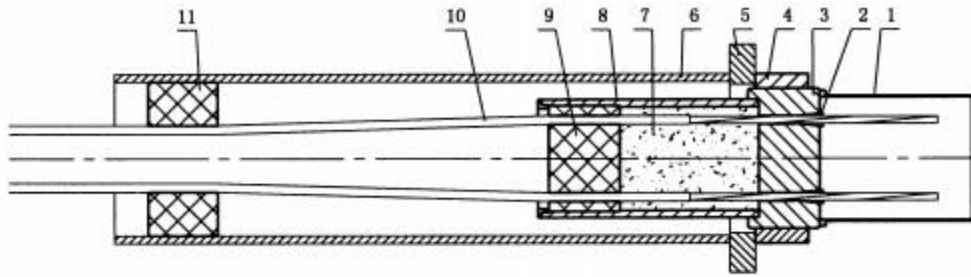
说明:

- | | | | |
|--------|---------|---------|-------------|
| 1—保护罩; | 4—垫板; | 7—密封筒; | 10—PE防护钢绞线; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封装置; | 11—减振器。 |
| 3—锚板; | 6—防腐材料; | 9—导管; | |

图5 固定端锚固段及过渡段结构示意图

5.4 自由段结构

自由段是拉索两过渡段或过渡段与鞍座之间的部分,由PE防护钢绞线集束而成,外加圆管式外护套或哈弗(HALF)式外护套作整体防护,见图6。



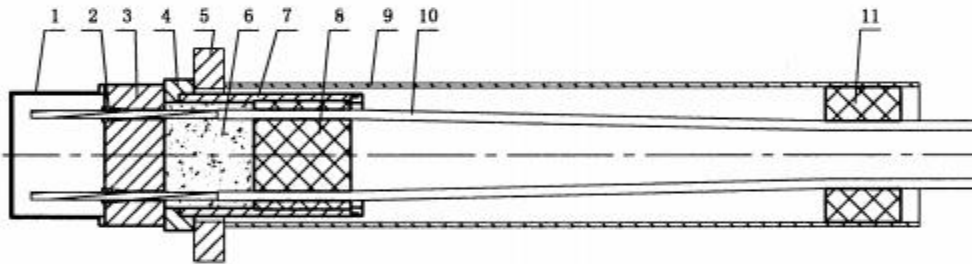
说明:

- | | | | |
|--------|--------|---------|-------------|
| 1—保护罩; | 4—螺母; | 7—防腐材料; | 10—PE防护钢绞线; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封筒; | 11—减振器。 |
| 3—锚板; | 6—导管; | 9—密封装置; | |

图4 张拉端(不带支承筒)锚固段及过渡段结构示意图

5.3 固定端锚固段及过渡段结构

固定端锚固段及过渡段由通常保护罩、夹片、锚板、垫板、密封筒、密封装置、防腐材料、减振器及其他部件组成,见图5。



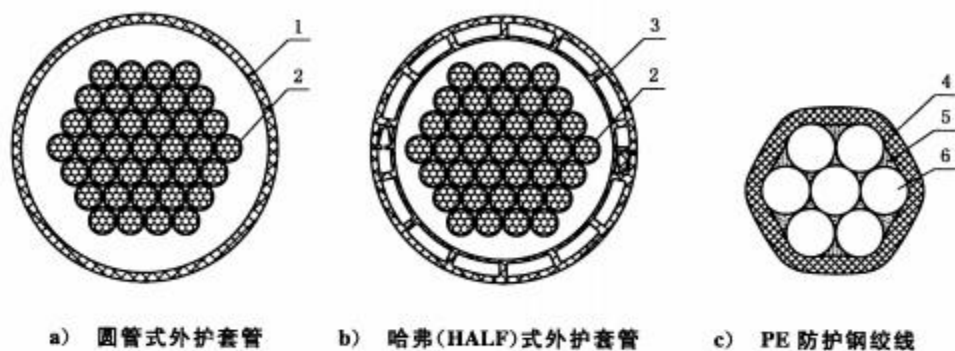
说明:

- | | | | |
|--------|---------|---------|-------------|
| 1—保护罩; | 4—垫板; | 7—密封筒; | 10—PE防护钢绞线; |
| 2—夹片; | 5—锚垫板; | 8—密封装置; | 11—减振器。 |
| 3—锚板; | 6—防腐材料; | 9—导管; | |

图5 固定端锚固段及过渡段结构示意图

5.4 自由段结构

自由段是拉索两过渡段或过渡段与鞍座之间的部分,由PE防护钢绞线集束而成,外加圆管式外护套或哈弗(HALF)式外护套作整体防护,见图6。



a) 圆管式外护套管 b) 哈弗(HALF)式外护套管 c) PE 防护钢绞线

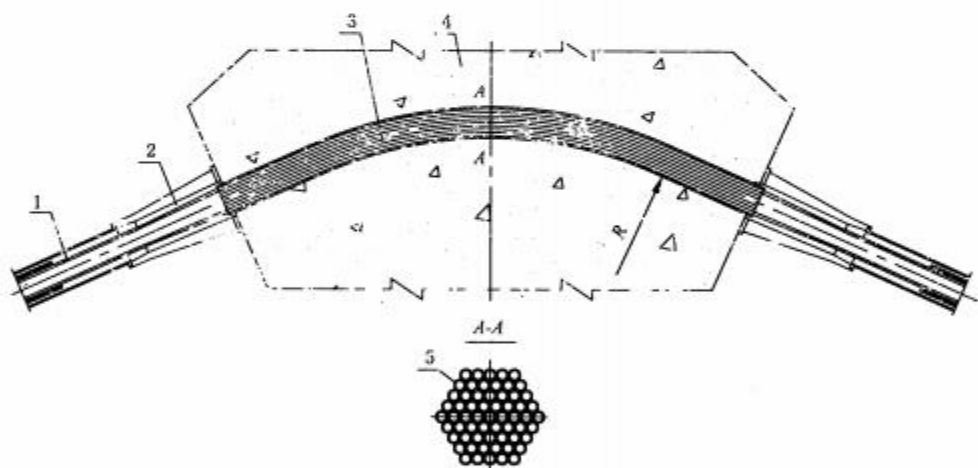
说明:

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1——HDPE 外护套管(圆管式); | 4——HDPE 护套; |
| 2——PE 防护钢绞线; | 5——防腐润滑脂或蜡; |
| 3——HDPE 外护套管(哈弗式); | 6——七丝钢绞线。 |

图 6 拉索自由段及单根 PE 防护钢绞线断面示意图

5.5 鞍座段结构

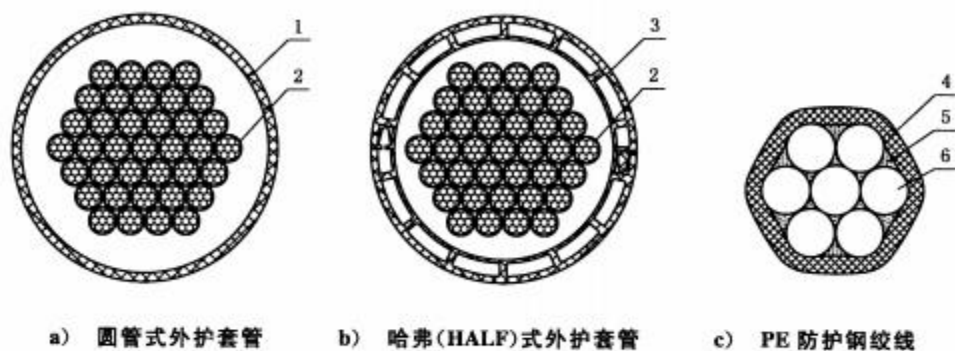
鞍座段位于索塔上,拉索索体贯穿鞍座并锚固在塔的两側梁上。鞍座结构通常有分散导管式和双导管式两种类型,见图 7、图 8。



说明:

- | |
|--------------|
| 1——PE 防护钢绞线; |
| 2——抗滑装置; |
| 3——鞍座; |
| 4——索塔; |
| 5——分散导管。 |

图 7 分散导管式鞍座示意图



a) 圆管式外护套管 b) 哈弗(HALF)式外护套管 c) PE 防护钢绞线

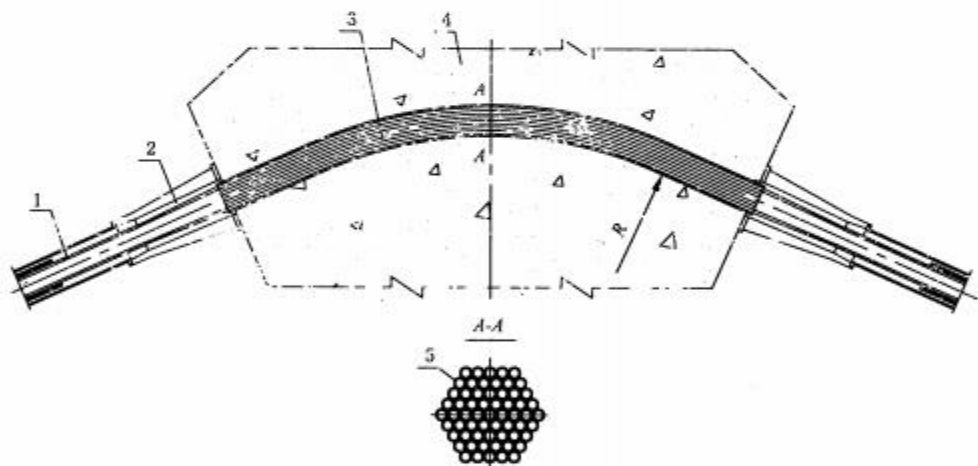
说明:

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1——HDPE 外护套管(圆管式); | 4——HDPE 护套; |
| 2——PE 防护钢绞线; | 5——防腐润滑脂或蜡; |
| 3——HDPE 外护套管(哈弗式); | 6——七丝钢绞线。 |

图 6 拉索自由段及单根 PE 防护钢绞线断面示意图

5.5 鞍座段结构

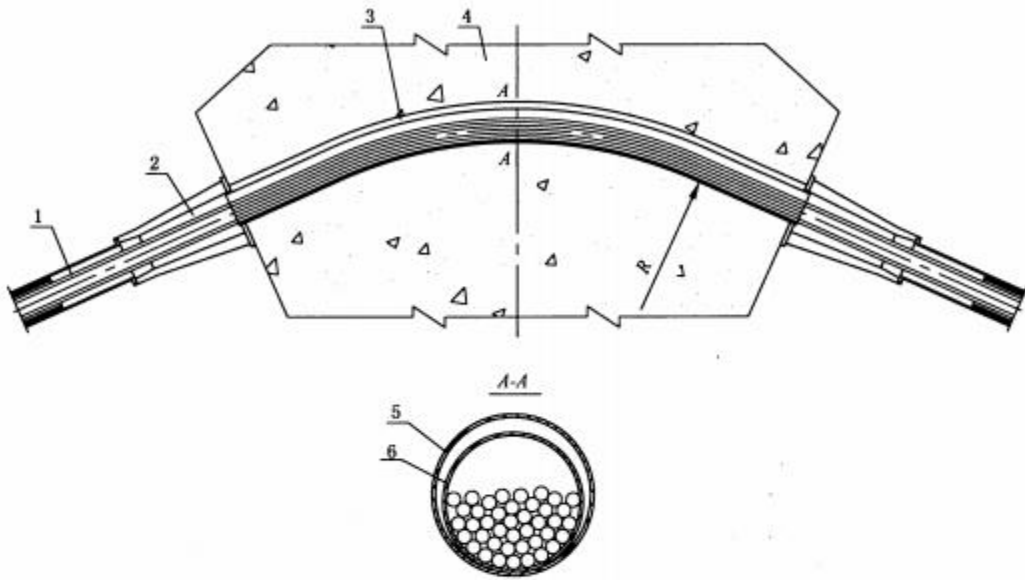
鞍座段位于索塔上,拉索索体贯穿鞍座并锚固在塔的两側梁上。鞍座结构通常有分散导管式和双导管式两种类型,见图 7、图 8。



说明:

- | |
|--------------|
| 1——PE 防护钢绞线; |
| 2——抗滑装置; |
| 3——鞍座; |
| 4——索塔; |
| 5——分散导管。 |

图 7 分散导管式鞍座示意图



说明：

1——PE 防护钢绞线；

2——抗滑装置；

3——鞍座；

4——索塔；

5——外导管；

6——内导管。

图 8 双导管式鞍座示意图

5.6 附件

拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。

5.6.1 索箍

索箍是将拉索收紧成紧密排列的装置，应避免过大的弯曲应力，应保证其夹紧部位不会对索体产生损伤。

5.6.2 外护套管连接装置

外护套管连接装置，将拉索外护套管与导管连接起来，防止外部雨水进入导管内部。

5.6.3 外护套管伸缩补偿装置

外护套管伸缩补偿装置应设计成在外界温度变化时，保证外护套管能自由伸缩，对外护套管起到伸缩补偿作用。

5.6.4 保护罩

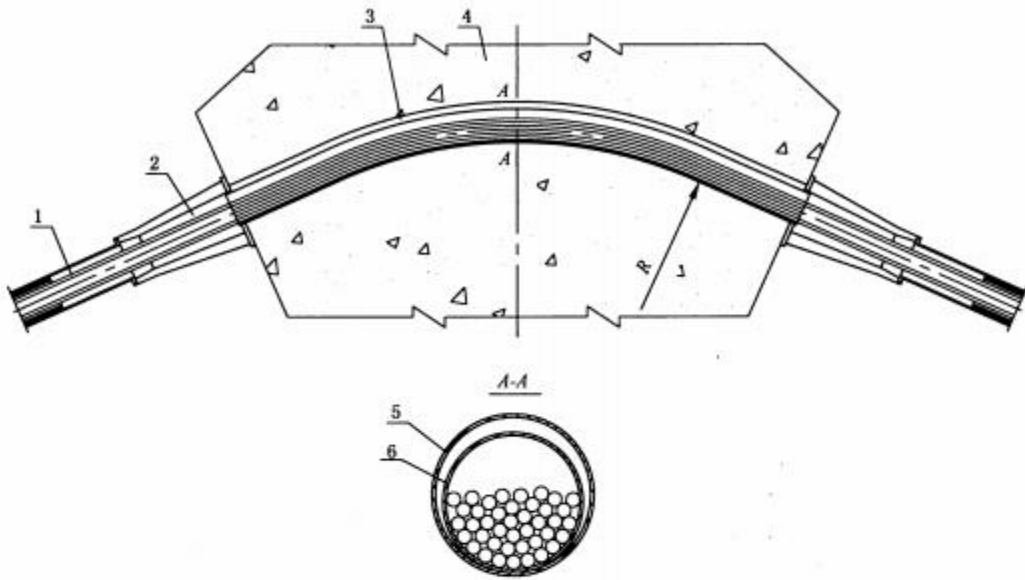
保护罩安装在两端锚具组件的锚板上，对锚具外露钢绞线及夹片等起保护、防腐作用。

6 技术要求

6.1 索体

6.1.1 PE 防护钢绞线

6.1.1.1 制作拉索的 PE 防护钢绞线的母材可用光面钢绞线、热镀锌钢绞线、环氧涂覆钢绞线或其他满



说明：

1——PE 防护钢绞线；

2——抗滑装置；

3——鞍座；

4——索塔；

5——外导管；

6——内导管。

图 8 双导管式鞍座示意图

5.6 附件

拉索附件包括索箍、外护套管连接装置、外护套管伸缩补偿装置及保护罩等。

5.6.1 索箍

索箍是将拉索收紧成紧密排列的装置，应避免过大的弯曲应力，应保证其夹紧部位不会对索体产生损伤。

5.6.2 外护套管连接装置

外护套管连接装置，将拉索外护套管与导管连接起来，防止外部雨水进入导管内部。

5.6.3 外护套管伸缩补偿装置

外护套管伸缩补偿装置应设计成在外界温度变化时，保证外护套管能自由伸缩，对外护套管起到伸缩补偿作用。

5.6.4 保护罩

保护罩安装在两端锚具组件的锚板上，对锚具外露钢绞线及夹片等起保护、防腐作用。

6 技术要求

6.1 索体

6.1.1 PE 防护钢绞线

6.1.1.1 制作拉索的 PE 防护钢绞线的母材可用光面钢绞线、热镀锌钢绞线、环氧涂覆钢绞线或其他满

足相应的防腐性能要求的钢绞线。

- a) 光面钢绞线应符合 GB/T 5224 的规定；
 - b) 热镀锌钢绞线应符合 YB/T 152 的规定；
 - c) 单丝涂覆环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 25823 的规定；
 - d) 填充型环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 21073 的规定。
- 6.1.1.2 钢绞线除应符合有关标准要求外,还需符合以下条款:
- a) 钢绞线及制作钢绞线的盘条应无焊接接头；
 - b) 钢绞线在出厂前不应有肉眼可见的腐蚀现象。长度为 5 m 的钢绞线试样拆股(包括中心丝)后,不应有任何腐蚀迹象；
 - c) 最小极限抗拉强度应不低于相应钢绞线的抗拉强度标准值 f_{pk} ；
 - d) 规定非比例延伸力($F_{p0.2}$)不小于整根钢绞线公称最大力的 90%；
 - e) 弹性模量： $E = (1.95 \pm 0.1) \times 10^5 \text{ MPa}$ ；
 - f) 偏斜拉伸性能：偏斜拉伸系数不大于 20%；
 - g) 疲劳性能应满足上限应力为 $0.45 f_{pk}$ 、应力幅 300 MPa，循环次数为 200 万次的疲劳试验，不出现断丝，并在疲劳试验后对钢绞线作静强度拉伸试验，最小张拉应力应不低于 92% f_{pm} 或 95% f_{pk} (取两者中的较大值)的要求。
- 6.1.1.3 钢绞线的 PE 护套材料应采用高密度聚乙烯，材料应符合 CJ/T 297 的规定。
- 6.1.1.4 护套应厚薄均匀，最小厚度不小于 1.5 mm。PE 防护钢绞线护套应光滑无裂缝、无气孔、无明显褶皱和机械损伤。
- 6.1.1.5 PE 防护钢绞线的耐久性应符合附录 D 的要求。
- 6.1.1.6 PE 防护钢绞线采用的防腐材料可选用防腐润滑脂或蜡。
- a) 防腐润滑脂的性能应符合表 1 的要求。

表 1 防腐润滑脂的技术性能指标

项 目		质量指标	试验方法
工作锥入度(1/10 mm)		220~320	GB/T 269
滴点/°C	不低于	160	GB/T 4929
水分/%	不大于	0.1	GB/T 512
钢网分油量(100 °C, 50 h)/%	不大于	4	SH/T 0324
腐蚀试验(45 号钢片, 100 °C, 24 h)		合格	SH/T 0331
低温性能(-40 °C, 30 min)		合格	SH/T 0387—1992 附录二
湿热试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	GB/T 2361
盐雾试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	SH/T 0081
氧化安定性(99 °C, 100 h)			
A 氧化后压力降/MPa	不大于	0.06	SH/T 0325
B 氧化后酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	不大于	1.0	GB/T 264
对套管的兼容性(65 °C, 40 d)			
A 吸油率/%	不大于	10	HG 2-146
B 拉伸强度变化率/%	不大于	30	GB/T 1040.2

足相应的防腐性能要求的钢绞线。

- a) 光面钢绞线应符合 GB/T 5224 的规定；
 - b) 热镀锌钢绞线应符合 YB/T 152 的规定；
 - c) 单丝涂覆环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 25823 的规定；
 - d) 填充型环氧涂层钢绞线应符合 GB/T 21073 的规定。
- 6.1.1.2 钢绞线除应符合有关标准要求外,还需符合以下条款:
- a) 钢绞线及制作钢绞线的盘条应无焊接接头；
 - b) 钢绞线在出厂前不应有肉眼可见的腐蚀现象。长度为 5 m 的钢绞线试样拆股(包括中心丝)后,不应有任何腐蚀迹象；
 - c) 最小极限抗拉强度应不低于相应钢绞线的抗拉强度标准值 f_{pk} ；
 - d) 规定非比例延伸力($F_{p0.2}$)不小于整根钢绞线公称最大力的 90%；
 - e) 弹性模量： $E = (1.95 \pm 0.1) \times 10^5 \text{ MPa}$ ；
 - f) 偏斜拉伸性能：偏斜拉伸系数不大于 20%；
 - g) 疲劳性能应满足上限应力为 $0.45 f_{pk}$ 、应力幅 300 MPa，循环次数为 200 万次的疲劳试验，不出现断丝，并在疲劳试验后对钢绞线作静强度拉伸试验，最小张拉应力应不低于 92% f_{pm} 或 95% f_{pk} (取两者中的较大值)的要求。
- 6.1.1.3 钢绞线的 PE 护套材料应采用高密度聚乙烯，材料应符合 CJ/T 297 的规定。
- 6.1.1.4 护套应厚薄均匀，最小厚度不小于 1.5 mm。PE 防护钢绞线护套应光滑无裂缝、无气孔、无明显褶皱和机械损伤。
- 6.1.1.5 PE 防护钢绞线的耐久性应符合附录 D 的要求。
- 6.1.1.6 PE 防护钢绞线采用的防腐材料可选用防腐润滑脂或蜡。
- a) 防腐润滑脂的性能应符合表 1 的要求。

表 1 防腐润滑脂的技术性能指标

项 目		质量指标	试验方法
工作锥入度(1/10 mm)		220~320	GB/T 269
滴点/°C	不低于	160	GB/T 4929
水分/%	不大于	0.1	GB/T 512
钢网分油量(100 °C, 50 h)/%	不大于	4	SH/T 0324
腐蚀试验(45 号钢片, 100 °C, 24 h)		合格	SH/T 0331
低温性能(-40 °C, 30 min)		合格	SH/T 0387—1992 附录二
湿热试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	GB/T 2361
盐雾试验(45 号钢片, 30 d)/级	不大于	B	SH/T 0081
氧化安定性(99 °C, 100 h)			
A 氧化后压力降/MPa	不大于	0.06	SH/T 0325
B 氧化后酸值(以 KOH 计)/(mg/g)	不大于	1.0	GB/T 264
对套管的兼容性(65 °C, 40 d)			
A 吸油率/%	不大于	10	HG 2-146
B 拉伸强度变化率/%	不大于	30	GB/T 1040.2

b) 蜡的技术性能应符合表 2 的要求。

表 2 蜡的技术性能指标

项 目	质量指标	试验方法
工作温度/°C	-40~80	
密度(20 °C)/(g/cm ³)	0.85~0.92	
石蜡针入度(25 °C,1/10 mm)	110~170	GB/T 4985
释油率(7d,40 °C)/%	≤0.5	SH/T 0324
滴点/°C	≥70	GB/T 4929
氧化安定性(99 °C,100 h)/ MPa	不高于 0.03	SH/T 0325
腐蚀试验(45 号钢片,100 °C,24 h)	合格	SH/T 0331
盐雾试验(45 号钢片,30 d)/级	不高于 B	SH/T 0081

6.1.1.7 钢绞线防腐润滑脂或蜡涂敷及护套的制作应一次完成,并通过挤压工艺成型,防腐润滑脂或蜡沿钢绞线全长均匀涂敷。每米防腐润滑脂的用量应在 15 g~30 g 之间,每米蜡的用量应在 10 g~30 g 之间,并保证将钢绞线外表面和钢绞线周围的缝隙填满,以防止气体及流体沿钢绞线内部缝隙流动。

6.1.2 外护套管

6.1.2.1 外护套管材料一般选用 HDPE,也可选用钢质或其他合适的金属材料。选用 HDPE 材料时,其主要性能应满足 CJ/T 297 的规定。HDPE 外护套管可制成单层或双层,外层可制成不同的颜色。

6.1.2.2 HDPE 外护套管外表面可以为光面或具有防风雨振作用的双螺旋线或其他形式。

6.1.2.3 HDPE 外护套管应有足够的刚度,最小厚度应能满足在运输、施工过程中外力挤压作用下,不出现开裂、破损及明显的变形。

a) HDPE 圆管式外护套管的壁厚应满足 SDR 值不大于 32,且应不小于 6 mm;

b) 哈弗式外护套管,外层与内层壁厚之和不小于 6 mm,且内外层单层厚度不小于 3 mm。

6.1.2.4 HDPE 外护套管表面应良好完整,划痕深度不得超过 2 mm,且不得超过管壁厚度的 20%。

6.1.2.5 供应商提供的单根 HDPE 外护套管的供货长度不小于 6 m。

6.1.2.6 HDPE 外护套管由通过焊接或管套连接方式接长,连接处的强度应不低于整根外护套的屈服强度,测定连接处拉伸强度试验采用 GB/T 8804.3—2003 第 5 章类型 I 试样。

6.2 锚具组件

6.2.1 使用要求

6.2.1.1 锚具组件应满足静载锚固性能、抗疲劳性能及低应力状态下的锚固性能、防腐性能的要求。

6.2.1.2 锚具组件应满足安全实施钢绞线单根安装、单根张拉、整索张拉及拉索更换等作业要求。

6.2.1.3 过渡段内 PE 防护钢绞线从锚固区到索体收紧部位的偏转角度不大于 1.4°。

b) 蜡的技术性能应符合表 2 的要求。

表 2 蜡的技术性能指标

项 目	质量指标	试验方法
工作温度/°C	-40~80	
密度(20 °C)/(g/cm ³)	0.85~0.92	
石蜡针入度(25 °C,1/10 mm)	110~170	GB/T 4985
释油率(7d,40 °C)/%	≤0.5	SH/T 0324
滴点/°C	≥70	GB/T 4929
氧化安定性(99 °C,100 h)/ MPa	不高于 0.03	SH/T 0325
腐蚀试验(45 号钢片,100 °C,24 h)	合格	SH/T 0331
盐雾试验(45 号钢片,30 d)/级	不高于 B	SH/T 0081

6.1.1.7 钢绞线防腐润滑脂或蜡涂敷及护套的制作应一次完成,并通过挤压工艺成型,防腐润滑脂或蜡沿钢绞线全长均匀涂敷。每米防腐润滑脂的用量应在 15 g~30 g 之间,每米蜡的用量应在 10 g~30 g 之间,并保证将钢绞线外表面和钢绞线周围的缝隙填满,以防止气体及流体沿钢绞线内部缝隙流动。

6.1.2 外护套管

6.1.2.1 外护套管材料一般选用 HDPE,也可选用钢质或其他合适的金属材料。选用 HDPE 材料时,其主要性能应满足 CJ/T 297 的规定。HDPE 外护套管可制成单层或双层,外层可制成不同的颜色。

6.1.2.2 HDPE 外护套管外表面可以为光面或具有防风雨振作用的双螺旋线或其他形式。

6.1.2.3 HDPE 外护套管应有足够的刚度,最小厚度应能满足在运输、施工过程中外力挤压作用下,不出现开裂、破损及明显的变形。

a) HDPE 圆管式外护套管的壁厚应满足 SDR 值不大于 32,且应不小于 6 mm;

b) 哈弗式外护套管,外层与内层壁厚之和不小于 6 mm,且内外层单层厚度不小于 3 mm。

6.1.2.4 HDPE 外护套管表面应良好完整,划痕深度不得超过 2 mm,且不得超过管壁厚度的 20%。

6.1.2.5 供应商提供的单根 HDPE 外护套管的供货长度不小于 6 m。

6.1.2.6 HDPE 外护套管由通过焊接或管套连接方式接长,连接处的强度应不低于整根外护套的屈服强度,测定连接处拉伸强度试验采用 GB/T 8804.3—2003 第 5 章类型 I 试样。

6.2 锚具组件

6.2.1 使用要求

6.2.1.1 锚具组件应满足静载锚固性能、抗疲劳性能及低应力状态下的锚固性能、防腐性能的要求。

6.2.1.2 锚具组件应满足安全实施钢绞线单根安装、单根张拉、整索张拉及拉索更换等作业要求。

6.2.1.3 过渡段内 PE 防护钢绞线从锚固区到索体收紧部位的偏转角度不大于 1.4°。

6.2.2 基本性能要求

6.2.2.1 锚具组件的静载锚固性能应符合 GB/T 14370 中相应条款要求： $\eta_s \geq 0.95$ ； $\epsilon_{apu} \geq 2.0\%$ 。

6.2.2.2 锚具组件的疲劳性能应符合附录 A 的要求。

6.2.2.3 拉索在施工各阶段及正常使用状态下，夹片齿应咬入钢绞线母体，并且在使用应力低至钢绞线抗拉强度标准值(f_{pk})的 5% 时，不出现滑丝。

6.2.2.4 锚具组件的水密性能应符合附录 C 的要求。

6.2.3 材料要求

6.2.3.1 锚具组件所使用的材料必须符合有关标准和设计要求，并有力学性能和化学成分合格证明书、质量保证书，材料进厂后应进行验收试验。

6.2.3.2 锚具组件中主要受力构件，应选用合金结构钢或优质碳素结构钢，应符合 GB/T 3077 或 GB/T 699 的要求。锚板、螺母、支承筒等零件毛坯件宜为锻件，符合 JB/T 5000.8 的有关规定。

6.2.4 制造工艺要求

6.2.4.1 零件机械加工应符合 JB/T 5000.9 的有关规定。零件毛坯的锻造应符合 JB/T 5000.8 的有关规定。零件热处理应符合 GB/T 16924 的有关规定。锚具的梯形螺纹应符合 GB/T 5796.1~5796.4 的规定，螺纹的极限尺寸应符合 GB/T 8124 的规定。

6.2.4.2 同一规格锚具的同类部件应具有互换性。

6.2.4.3 未注公差尺寸的公差等级，应不低于 GB/T 1804—2000 m 级的规定。

6.2.4.4 锚板、螺母、支承筒等主要受力件，应进行超声波探伤，探伤方法及评定标准应符合 GB/T 4162—2008 表 4 中的 B 级或 GB/T 6402—2008 表 4 中直探头 4 级的规定。成品表面应进行磁粉探伤，探伤方法及评定标准应符合 JB/T 4730.4—2005 中第 9 章规定的 II 级。

6.2.4.5 锚板、螺母、支承筒、夹片应进行硬度测试，硬度检验应按 GB/T 230.1、GB/T 231.1 的规定进行。

6.3 减振器

6.3.1 根据拉索的抗振设计要求，减振器可采用内置式减振器或外置式减振器。

6.3.2 内置式减振器通常为橡胶减振器，其材料宜采用丁基橡胶，橡胶的物理机械性能应满足表 3 中的指标要求。

表 3 丁基橡胶的物理机械性能指标

项 目	性能指标	试验方法
硬度(IRHD)	55±5	GB/T 6031
拉伸强度/MPa	≥8	GB/T 528
扯断伸长率/%	≥450	GB/T 528
热空气老化试验	试验条件	70 ℃, 96 h
	拉伸强度变化率/%	<25
	扯断伸长率变化率/%	<25
		GB/T 3512

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.bok118.com/847200164201006141>

6.2.2.1 锚具组件的静载锚固性能应符合 GB/T 14370 中相应条款要求： $\eta_s \geq 0.95$ ； $\epsilon_{apu} \geq 2.0\%$ 。

6.2.2.2 锚具组件的疲劳性能应符合附录 A 的要求。

6.2.2.3 拉索在施工各阶段及正常使用状态下，夹片齿应咬入钢绞线母体，并且在使用应力低至钢绞线抗拉强度标准值(f_{pk})的 5% 时，不出现滑丝。

6.2.2.4 锚具组件的水密性能应符合附录 C 的要求。

6.2.3 材料要求

6.2.3.1 锚具组件所使用的材料必须符合有关标准和设计要求，并有力学性能和化学成分合格证明书、质量保证书，材料进厂后应进行验收试验。

6.2.3.2 锚具组件中主要受力构件，应选用合金结构钢或优质碳素结构钢，应符合 GB/T 3077 或 GB/T 699 的要求。锚板、螺母、支承筒等零件毛坯件宜为锻件，符合 JB/T 5000.8 的有关规定。

6.2.4 制造工艺要求

6.2.4.1 零件机械加工应符合 JB/T 5000.9 的有关规定。零件毛坯的锻造应符合 JB/T 5000.8 的有关规定。零件热处理应符合 GB/T 16924 的有关规定。锚具的梯形螺纹应符合 GB/T 5796.1~5796.4 的规定，螺纹的极限尺寸应符合 GB/T 8124 的规定。

6.2.4.2 同一规格锚具的同类部件应具有互换性。

6.2.4.3 未注公差尺寸的公差等级，应不低于 GB/T 1804—2000 m 级的规定。

6.2.4.4 锚板、螺母、支承筒等主要受力件，应进行超声波探伤，探伤方法及评定标准应符合 GB/T 4162—2008 表 4 中的 B 级或 GB/T 6402—2008 表 4 中直探头 4 级的规定。成品表面应进行磁粉探伤，探伤方法及评定标准应符合 JB/T 4730.4—2005 中第 9 章规定的 II 级。

6.2.4.5 锚板、螺母、支承筒、夹片应进行硬度测试，硬度检验应按 GB/T 230.1、GB/T 231.1 的规定进行。

6.3 减振器

6.3.1 根据拉索的抗振设计要求，减振器可采用内置式减振器或外置式减振器。

6.3.2 内置式减振器通常为橡胶减振器，其材料宜采用丁基橡胶，橡胶的物理机械性能应满足表 3 中的指标要求。

表 3 丁基橡胶的物理机械性能指标

项 目	性能指标	试验方法
硬度(IRHD)	55±5	GB/T 6031
拉伸强度/MPa	≥8	GB/T 528
扯断伸长率/%	≥450	GB/T 528
热空气老化试验	试验条件	70 ℃, 96 h
	拉伸强度变化率/%	<25
	扯断伸长率变化率/%	<25