

交通运输行业标准
《公路边坡柔性防护系统》

编制说明

(征求意见稿)

《公路边坡柔性防护系统》编制组

2016年12月

目录

1 工作简况.....	1
2 标准编制的原则和确定标准主要内容.....	2
3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析.....	15
4 标准的先进程度.....	15
5 与有关的现行法律、法规和强制执行标准的关系.....	16
6 重大分歧意见的处理经过和依据.....	16
7 其他应予说明的事项.....	16

《公路边坡柔性防护系统》

编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

根据《2015 年交通运输标准化计划制修订项目》（交通运输部科技司科技标准函【2015】88 号文）中编号 JT 2015-160 项要求，标准项目名称为《公路边坡柔性防护系统》（以下简称为“标准”）。标准技术归口单位是全国交通工程设施（公路）标准化技术委员会。

标准主要起草单位为交通运输部公路科学研究院、北京新桥技术发展有限公司，参加起草的单位为四川奥思特边坡防护工程有限公司、中国地质大学（武汉）、马克菲尔中国公司、成都新途科技有限公司、西南交通大学。

1.2 工作过程

在标准编制过程中，编制组系统学习了柔性防护技术及其产品知识，全面收集并研究了国内外相关资料，并广泛邀请国内外生产厂家和产品设计、使用单位等有关领域的专家进行论证，以最大限度内保证标准的科学性和权威性。主要过程如下：

2015 年 03 月～2015 年 07 月，成立标准起草组。标准编制任务下达后，标准编制主体单位交通运输部公路科学研究院自 2015 年 3 月先后邀请参编单位四川奥思特边坡防护工程有限公司、中国地质大学（武汉）、北京新桥技术发展有限公司、马克菲尔（长沙）有限公司、成都新途科技有限公司、西南交通大学等组成编制组，并初步明确了标准编制各参加单位的分工职责；

2015 年 08 月～2015 年 12 月，资料搜集及征求意见稿初稿编写。（1）国外资料的搜集与翻译：主要包括对瑞士《Guideline for the approval of

rockfall protection kits》(SAEFL2001 and SAEFL amendment 2006)、欧盟《GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF FALLING ROCK PROTECTION KITS》(ETAG27)、ISO 组织《ISO_17745_2016(E)-Steel wire ring net panels—Definitions and specifications》和《ISO_17746_2016(E)-Steel wire rope net panels and rolls—Definitions and specifications》、日本《坠石对策便览》的翻译,以及对意大利、瑞士等其它国家相关资料的翻译整理;(2)我国边坡柔性边坡防护产品及工程应用现状相关资料收集整理:主要包括产品及组成材料、构配件、检验方法、应用现状,现场实施存在的问题等;(3)编制组进行标准初稿编写:在前期广泛学习和调研的基础上,立足与本国国情及国内外发展现状,本着科学、适用、开放、包容的原则编制了征求意见稿初稿。

2015年12月~2016年12月,完成标准征求意见稿,发送国内设计单位、应用单位、高校、生产企业等广泛征求意见。编制组对征求意见稿初稿认真讨论后,针对争议参数进行了加强性试验论证和意见征集并作出适应性调整。2016年10月10日,交通运输部公路科学研究院在北京组织召开了首次标准初稿征求专家意见评审会,会议邀请了全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会、北京交通大学、西南交通大学、北京市道路工程质量监督站、国家道路与桥梁质量监督检验中心、中国科学院地质与地球物理研究所、中铁二院等单位的专家参加。

2016年12月~2017年01月,完成征求意见稿的意见征集,并根据意见汇总和处理情况,完成标准送审稿;

2 标准编制的原则和确定标准主要内容

2.1 标准编制的原则

2.1.1 边坡柔性防护行业现状

1951年瑞士出现了第一道由木桩和钢丝绳网构成的防雪栏栅之后,柔性防护网技术源于瑞士。在这60多年的时间里,以瑞士布鲁克公司为代表的一些欧洲企业、科研机构等在柔性防护系统的产品开发与定型、理论和试验研究、应用技术体系建立等多方面开展了大量的开创性和引导性工作,使其成为现有被全世

界广泛应用的地质灾害和边坡防护手段。主要应用领域为：

- (1) 边坡落石、泥石流、雪崩等地质灾害的防护；
- (2) 树木滚落的防护；
- (3) 公路交通安全防护。

1995 年引入我国后，迅速在国内公路、铁路、水电、矿山、市政工程等领域得到了广泛应用，每年采用量大约在 2000 万 m² 左右，在边坡落石及地质灾害防治领域成为了一种大量采用的防治技术，且由于其环保性和施工安装的快速灵活性，正在逐渐取代过去普遍采用的拦石墙、钢轨栅栏等边坡治理技术。

随着中国公路和铁路建设不断推进，尤其是西部山区公路建设的大力发展，边坡治理工程日益增多。柔性防护系统因其工厂化生产、组合式安装，越来越为广大工程设计人员所采纳和用户单位所接受，而现有的规范标准体系严重限制了该项技术的推广应用。

随着中国公路和铁路建设不断推进，尤其是西部山区公路建设的大力发展，边坡治理工程日益增多。柔性防护系统因其工厂化生产、组合式安装，越来越为广大工程设计人员所采纳和用户单位所接受，而现有的规范标准体系严重限制了该项技术的推广应用。

目前，国内柔性防护系统主要有以下三大类：

(1) 主动防护系统：采用钢丝绳锚杆或钢筋锚杆和支撑绳固定方式将金属柔性网覆盖在具有潜在坡面地质灾害的坡面上，从而实现坡面加固或限制落石运动范围的一种防护系统；

(2) 被动防护系统：采用锚杆、钢柱、支撑绳和拉锚绳等固定方式将金属柔性网以一定的角度安装在坡面上，形成栅栏形式的拦石网，从而实现落石和泥石流体中固体物质拦截的一种防护系统；

(3) 引导防护系统：采用锚杆、钢柱、支撑绳、拉锚绳等构件，将金属柔性网铺挂在具有潜在地质灾害坡面上，实现将落石控制在一定范围内运动，从而实现消除落石危害的柔性防护系统。引导防护系统按其有无拦截结构又分为张口

式引导防护系统和覆盖式引导防护系统。采用四周锚杆固定形成框架将柔性网覆盖在坡面形成控制引导结构的一种柔性防护产品，称为覆盖式引导防护系统；上端有钢柱和支撑绳支挂起来的相当于被动网功能的拦截结构，下端有覆盖式帘式网的控制引导结构的一种柔性防护产品，称为张口式引导防护系统。

据统计，自 1995 年引进至 2015 年，柔性防护系统产品市场规模从 0 发展到年需求量 30~40 亿，生产厂家从 1 家发展到 190 多家（见图 1）。

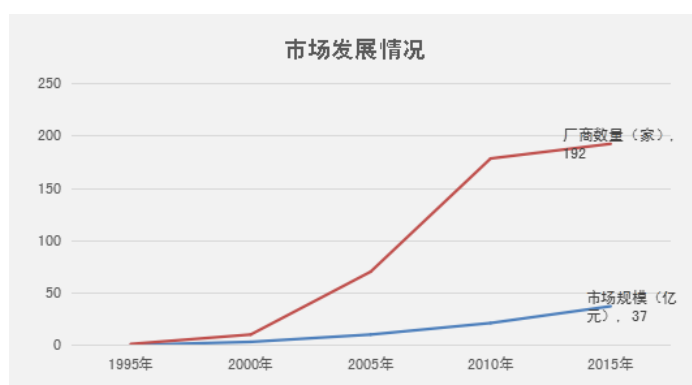


图 1 柔性防护系统市场发展情况

2.1.2 标准的编制目的和意义

现有公路边坡柔性防护标准——《公路边坡柔性防护系统构件》（JT/T 528—2004）标准规定了公路边坡柔性防护产品的分类，以及产品构件的规格、技术要求、试验方法和检验规则，适用于公路边坡或相似的工程中使用钢丝绳网为主要构件的防护系统，是对第一代以钢丝绳锚杆、支撑绳和缝合绳等为主要构件的柔性防护产品的规定。由于其颁布时间早，存在着新技术、新产品未纳入，质量控制不系统、不全面，产品编号混乱等缺陷。标准修订的必要性有以下几点：

1) 柔性防护技术发展的需要

近十几年来，欧洲、日本等发达国家，已逐步淘汰易造成次生灾害的主动网，进而大力发展易清理维护的引导型防护网。且被动网已逐步采用维修方便的易修复性被动网。可现有标准中只有传统的主动网和被动网，已不能适应国内外新技术的发展需要。

2) 边坡防护行业发展的需要

随着中国基础设施建设地不断推进，尤其是西部山区公路、铁路建设的大力发展，边坡治理工程日益增多。柔性防护系统因其工厂化生产、组合式安装、边坡落石防护效果显著等特点，越来越为广大工程设计人员所采纳和用户单位所接受。

3) 规范产品的需要。

原标准主要存在问题为：一是标准名称与适用范围不相符。标准名称为《公路边坡柔性防护系统构件》，是柔性防护产品构件标准；而适用范围为“本标准规定了公路边坡柔性防护系统产品分类及型号、技术要求、标志、包装、运输和贮存；本标准适用于公路边坡或相似的工程中使用钢丝绳网、高强度钢丝绳网、高强钢绞索网为主要构件的防护系统的制造和验收。”从适用范围看，像是防护系统产品标准，但实际上只是产品构件标准。二是存在巨大安全隐患。作为产品标准，而且是安全类产品，没有系统功能性试验方法，存在质量控制隐患。如同型号同配置的被动防护网在铁路行业进行冲击试验时发现，其防护能力不足其标称值的30%。三是产品型号命名混乱。系统构件，有的用汉语拼音首字母代表，如钢柱用GZ；有的采用英文首字母代表，如环形网用R（Ring net）。为了使设计人员及用户更能准确有效地利用好边坡柔性防护产品，有必要更进一步规范产品标准内容。

4) 引导行业发展的需求。

边坡柔性防护行业在中国已经经历了20余年的发展，由于行业规范不健全，在这期间不少厂商在市场竞争中为了求生存谋利益，置工程质量安全和人民财产安全于不顾，柔性防护产品质量参差不齐，假冒伪劣产品充斥着市场。边坡柔性防护产品及工程本属于安全防护工程，但却因自身产品假冒伪劣而使得工程不安全。为了规范其产品、增强其防护能力、减少工程风险，修订现行标准已成为行业类急迫的需要。

2.1.3 标准的编制原则

本标准的编制原则是依据GB/T 1.1—2009给出的原则，严格按照相关文件要求和有关标准、政策法规进行编制的。制定本标准应满足我国技术发展和生产需

要，充分体现行业进步和发展趋势，符合国家产业政策，推动了行业技术水平的提高，规范了行业秩序。标准文本格式、条款主要是依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》进行编写。本标准的主要内容是对公路边坡柔性防护系统及其构件性能和检验方法提出要求，规定了公路边坡柔性防护系统的术语和定义、分类及型号、技术要求、检验方法、检验规则、包装、运输和储存。

本标准在编写过程中遵循以下原则：

1) 考虑到公路行业柔性防护产品现执行的标准 JT/T 528—2004《公路边坡柔性防护系统构件》，原则上与其保持一致；

2) 在保留现有标准产品的前提下，根据行业现状和未来发展需求增加产品；

3) 采用国外行业产品的通用性，以及国外成熟经验做法，引入通过试验来验证每种产品性能的方法，原则上检测方法和评价标准不低于国外行业产品试验合格评定要求；

4) 考虑到本标准本身内涵和企业的创新与发展，原则上对产品的结构形式、产品配置，不提出硬性要求，只提性能要求。

2.2 标准的主要技术内容

2.2.1 标准的名称

公路边坡柔性防护系统是以柔性金属柔性网为主要特征构件，采用加固、拦截和引导三种基本形式防治崩塌落石、风化剥落、浅层溜坍及泥石流等公路边坡灾害的柔性防护结构及构件组合体。公路边坡柔性防护行业现行标准 JT/T 528—2004《公路边坡柔性防护系统构件》于 2004 年颁布实施，标准内容中涉及到了产品同时也设计到了构件，但重点落在的产品构件上，以构件性能来衡量产品性能，标准名给设计人员和使用者造成的误解是公路边坡柔性产品只要构件性能合格，产品的性能就能得到满足。然而在标准颁布实施后的 12 年时间里，随着行业的发展，日本的《落石对策便览》以及欧盟的《GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of FALLING ROCK PROTECTION KITS》(ETAG 027) 等国外规范带来的柔性防护系统思路引入国内，国内各种检验设备和检验平台建成并对按照标准给出的配置生产的柔性防护系统进行检验，发现根

据标准规定的配置生产的产品远远达不到其标称性能。“以构件性能来衡量产品性能”的思路被证明不可行。为达到柔性防护系统的防护性能，只能在配置构件满足要求的前提下对系统本身的性能进行检验。为了更突出柔性防护系统本身以及“以系统性能检验来衡量系统防护能力”的柔性防护行业理念，编制组编制的本标准将标准名称修订为公路边坡柔性防护系统。

2.2.2 标准结构框架

标准的结构主要分为前言、正文（共八章）和五个附录，规定了公路边坡柔性防护系统及其构件的术语定义、型号命名方式、系统和构件的性能以及系统和构件性能的检验方法与评价标准。并在附录中给出了柔性防护系统的检验报告模板和定型报告模板。

2.2.3 标准术语与定义

本标准共有 22 个术语和定义，其中 19 个为新增术语。22 个术语中 18 个为柔性防护系统直接相关的术语与定义，4 个与柔性防护系统检验直接相关的术语与定义。产品相关的术语和定义原则上与《公路边坡柔性防护系统构件》（JT/T 528-2004）保持一致；被动柔性防护系统性能检验相关的术语定义原则上与《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》（TB/T 3449-2016）保持一致。与原公路标准《公路边坡柔性防护系统构件》（JT/T 528-2004）存在的主要区别如下：

1) 将“边坡柔性防护系统”改为“公路边坡柔性防护系统”，并对内容作了修订。由于行业目前除了钢丝绳网还有环形网、格栅网、双绞六边形网等诸多网型，故将钢丝绳网改为柔性金属网；除了覆盖、拦截防护方式还有目前国内国际主流的引导防护方式，故增加了引导的方式。本标准隶属于交通部，固将适用范围限定在公路边坡。

2) 新增了“引导防护系统”。根据目前国外和国内引用得比较广泛的引导防护系统引入。相比于主动防护系统和被动防护系统，引导防护系统采用限制落石运动空间，控制落石弹跳高度和运动速度的引导理念，能有效避免主动防护系统鼓包和被动防护系统防护范围有限的弊端。

3) 新增了“柔性金属网”。由于行业目前除了钢丝绳网还有环形网、格栅网、双绞六边形网等诸多网型，加入柔性防护网的定义既有利于规范行业名称又有利于后续行业创新。

4) 新增了“格栅网”、“双绞六边形网”、“环形网”、“方形网”等目前行业常用柔性金属网网型。

5) 将“减压环”升级为“消能装置”。行业发展现状，柔性防护系统的消能构件已出现了多种形式的消能构件，为鼓励行业创新，标准统一用消能装置来概括消能构件，允许厂家创新研发出更多有效的消能构件。

6) 新增了“最大工作能级”和“正常工作能级”。为检验被动柔性防护系统性能，参考 TB/T 3449-2016《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》中“最大试验能级”定义，但本标准中涉及被动防护系统的型号，针对性进行了修改。

7) 新增了“静力启动荷载”和“动力启动荷载”。近年来，相关科研院校在对柔性防护系统中消能装置进行深入研究时发现，同一规格同一性能的消能装置在高速启动时的启动力峰值比低速启动时高出许多。本标准将对消能装置的动力启动荷载性能及相应的检验方法做出规定，并将其作为衡量一款消能装置性能的重要参数指标。而“静力启动荷载”即为 JT/T 528—2004 中减压环启动荷载，便于和动力启动荷载区分，本标准加入静力启动荷载的定义。

2.2.4 分类及型号

本标准在《公路边坡柔性防护系统构件》(JT/T 528-2004)的基础上，从产品分类和构件分类两个大类中分别将分类细化。

其中产品分类包括主动防护系统、被动防护系统、引导防护系统，引导防护系统为新增分类。主动防护系统包括锚固缝合式和搭接点锚式；被动防护系统包括有拉锚绳和无拉锚绳两类；引导防护系统包括张口式和覆盖式。

本标准在《公路边坡柔性防护系统构件》(JT/T 528-2004)的基础上，新增了8个型号，将柔性防护系统以及其主要构件都进行了型号规定。型号确定的思路为：将系统及构件英文名称首字母缩写作为各自的代号，再附加能描述各自特

点的属性或性能。具体型号确定如下：

（1）系统型号

主动防护系统包括英文名首字母缩写、承载力等级和主要特征网型，后两者决定了主动防护系统的防护能力和应用范围；

被动防护系统包括英文名首字母缩写、能级、网型和易修复程度，网型和能级决定了被动防护网的防护落石能级，修复程度是被动防护系统在使用过程中受到落石冲击后可以维护的难易程度，体现了被动防护系统的经济性；

引导防护系统包括英文名首字母缩写、能级和结构形式，能级体现了引导防护系统的防护能力，结构形式体现了引导防护系统适用的条件；

（2）构件型号

钢丝绳网包括英文名首字母缩写、钢丝绳直径、网孔规格、网块规格，钢丝绳直径体现了钢丝绳网抗顶破力的性能，网孔规格决定了其防落石的大小，网片规格决定了其运输、施工难易程度和防护面积。；

环形网包括英文名首字母缩写、每个环钢丝圈数、钢丝直径、网孔直径、网块规格和编制方式，每个环钢丝圈数和钢丝直径决定了其抗顶破力性能，网孔规格决定了其防落石的大小，网块规格决定了其运输、施工难易程度和防护面积，编织方式决定了其结构稳定程度；

方形网包括英文名首字母缩写、每个环钢丝圈数、钢丝直径、方框边长、网块规格和编制方式，每个指标同环形网；

格栅网包括英文名首字母缩写、钢丝强度代号、钢丝直径、网孔规格和网块规格，钢丝强度代号、钢丝直径体现了其抗顶破力性能，网孔规格决定了其防落石的大小，网块规格决定了其运输、施工难易程度和防护面积；

双绞六边形网包括英文名首字母缩写、钢丝直径、网孔规格和网块规格，钢丝直径体现了其抗顶破力性能，网孔规格决定了其防落石的大小，网块规格决定了其运输、施工难易程度和防护面积；

消能装置包括英文名首字母缩写、标称启动荷载、标称能量吸收能力和消能

装置形式代号，标称启动荷载、标称能量吸收能力决定了其消能能力，形式决定了适用范围；

钢丝绳锚杆包括英文名首字母缩写、钢丝直径和标称长度，钢丝直径和标称长度体现了锚杆的抗拔力，从而决定了柔性防护系统的防护能力；

钢柱包括英文名首字母缩写、钢材型号、型材规格和钢柱高度，钢材型号、型材规格体现了钢柱的稳定性，钢柱高度决定了被动柔性防护和张口式引导网拦截落石弹跳高度的性能。

地脚螺栓和防倾倒螺杆包括各自代号、钢筋长度和加工螺纹直径，钢筋长度和加工螺纹直径体现了施工安装时的便利性。

基座及连接件包括各自代号和厂家编号，便于产品配套使用。

2.2.5 技术要求

本标准在《公路边坡柔性防护系统构件》(JT/T 528-2004)的基础上，从一般要求、产品性能和构件性能三个大方面进行了技术要求规定。

(1) 一般要求

为保证厂家提供给工程安全的产品和检验时所提供样品的一致性，本标准规定厂家提供的柔性防护系统产品中构件的数量、配置应与产品定型报告一致。

由于柔性防护系统几乎所有的构件都是金属材质，为确保柔性防护系统在自然环境中有足够的使用年限和防护能力因构件锈蚀折损，本标准规定柔性防护系统防腐能力至少应满足在工程正常使用环境下 30 年预期工作寿命要求，如遇临时防护工程等特殊性情况，可由供需双方协商确定。

附录 C 中《不同工作环境下中性盐雾试验时间与防腐年限对应关系表》是根据美国 ASTM B695-04 《钢铁表面锌机械沉积镀层》中的不同大气环境下锌层厚度的腐蚀率，结合国内相应厚度盐雾试验时间对应关系换算而来。

柔性防护系统中有部分构件和材料采用相关行业标件，本标准规定构件与材料规格尺寸和外观质量应符合有关标准规定和工程设计要求。

柔性防护系统安装的位置一般较为险峻，施工难度大；同时，被动防护系统和引导防护系统在拦截落石后一般会造成局部柔性金属网变形或破损、消能装置启动等不可逆变化。本标准规定柔性防护系统中构件应便于安装和更换，宜为可独立更换单元。

(2) 系统性能要求

主动防护系统的防护能力主要由柔性金属网网片抗顶破力和锚杆的抗拔力决定，实际使用中不同方量的危岩加固也是通过比对柔性金属网网片的抗顶破力和锚杆的抗拔力能否满足危岩给柔性金属网网片和锚杆上的作用力。但危岩方量过大，主动防护系统也达不到加固的理想效果，结合行业现有经验，本标准将主动防护系统的承载力定为 25kN、50kN、75kN、100kN、150kN、200kN 几个等级，并规定对应柔性金属网网片的抗顶破力应不低于该等级。

被动防护系统性能要求参照《铁路边坡柔性被动防护产品落石冲击试验方法与评价》(TB/T 3449-2016) 规定的性能给出。

张口式引导防护系统中引导部分和覆盖式引导系统最主要作用是限制落石的运动空间，落石在系统中的运动形式复杂，对系统柔性金属网主要包括摩擦和冲击作用，本标准规定以系统中金属柔性网片的抗顶破力来衡量该系统的性能。具体理论依据如下：

系统可吸收能量 (E_t) 按下面的算式计算：

$$E_t = E_n + E_M + E_K$$

这里， E_n ：金属网片吸收的能量

E_M ：消能装置吸收的能量

E_K ：其他构件吸收的能量

若系统满足防护要求，则有

$$E_t = E_n + E_M + E_K \geq E_0 - E_L = E_0 - \lambda \times E_0$$

可得， $E_M \geq (1 - \lambda) \times E_0 - E_K - E_n$

落石与坡面撞击能量损失，落石与坡面撞击损失的能量用 E_L 表示：

$$E_L = \lambda \times E_0$$

E_0 ：与地面接触前落石的能量，即为系统能级；

λ ：落石运动中与坡面撞击后的耗损系数，取值 $0.3 \sim 0.7$ 。

以 1000kJ 能级为例：

假设该能级防护系统网片采用 R4/2.2/350，环形网最大顶破力为 90kN，环形网吸收的能量 E_n 通过力与位移之间的积分可得，其为 9.33kJ。

落石运动中与坡面撞击损耗系数取 $\lambda=0.3$ ，则 $E_L=0.3 \times 1000=300\text{kJ}$

$$E_k=8.87\text{kJ}$$

其他构件可吸收能量 E_k 为力与位移的积分，为 8.81kJ，：

消能装置吸收的能量 $E_M=1000-9.33-8.87-300=681.8\text{kJ}$ ，只需要控制消能装置吸收的能量不小于 681.7kJ 就能满足要求。

张口式引导防护系统的拦截部分与被动防护系统原理相似，由于张口式引导网拦截部分安装位置至少位于坡腰或坡顶，同时下部还有引导部分消耗落石能量。本标准规定张口式引导防护系统的拦截部分能级应至少不小于系统能级的一半。

(3) 构件性能要求

钢丝绳网的性能首先因满足对应柔性防护系统性能的要求，而钢丝绳性能主要由编织钢丝绳网的钢丝绳和紧固件所决定，钢丝绳有无断丝、紧固件有无破裂和损伤对钢丝绳网抗顶破力有影响，紧固件的抗脱落拉力和抗错动力也决定了钢丝绳网抗顶破力和稳定性，本标准规定钢丝绳交叉结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；参考《钢丝绳铝合金压制接头》（GBT 6946-2008）的要求，本标准规定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低于所连接钢丝绳的最小破断拉力的 90%；同时，紧固件锈蚀是多年来影响钢丝绳性能和使用寿命的最主要因素，成网后的紧固件中性盐雾试验时间 550 小时后出现红锈面积不应大于其表

面面积 10%。考虑到工程施工因素，本标准也对网片尺寸误差作了规定。

环形网和方形网的性能首先因满足对应柔性防护系统性能的要求。为了保证环形网结构的稳定，实际生产中盘绕方式的环形网搭接长度一般为 100mm，缠绕式的由于自身结构较为稳定一般搭接长度为 50mm，两者的钢丝端头一般采用紧固件压合固定。环形网和方形网一般用作系统的主要构件，所以其防腐性能要求较高，一般要求中性盐雾试验时间不低于 550 小时。

格栅网和双绞六边形网在柔性防护系统中一般和钢丝绳网、环形网等配合使用防止小块的落石，网孔尺寸决定了其防护小块落石的直径。结合目前行业生产工艺水平，格栅网尺寸负误差不应大于 50mm，网孔正误差不应大于 5mm；双绞六边形网柔性金属网中钢丝搭接时，搭接长度不应小于一个网孔的尺寸。

消能装置静力启动荷载决定了安装过程中其能经受住的最大张紧力以及能承受的柔性金属网片重量，参考原标准（JT/T 528-2004）给出的消能装置的静力启动荷载并结合近年来行业科研数据，对消能装置静力启动荷载和能量吸收能力做了进一步强化。同时，科研发现消能装置的不但存在静力启动荷载，在消能装置在快速作用下启动荷载会大于静力启动荷载，本标准将其定义为动力启动荷载，从试验中发现动力冲击时，启动会有有一个脉冲，这个脉冲值明显大于通过静力试验获得的启动荷载，有时甚至接近 2 倍的静力启动荷载，所以从设计角度应该以动力启动荷载为准，否则容易低估耗能装置的启动力。同时，动力冲击时的最大峰值有可能就是动力启动荷载，也有可能出现在动力启动荷载之后的脉冲，但不管怎样动力冲击时的最大峰值都是明显大于静力试验获得的工作荷载的，它对设计相连的钢丝绳有重要的指导意义。本标准将其纳入，作为消能装置的又一性能指标。

其他构件都参考了 TB/T3089-2004 及对应的标准给出性能。

2.2.6 检验方法

本标准中柔性防护系统及构件的防腐性能采用 GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验——盐雾试验给出的方法来检验，参照美国 ASTM B695 标准中不同大气环境下锌层厚度腐蚀率对应关系给出评价。

本标准中柔性金属网的抗顶破力试验参考意大利 UNI 11437-2012 标准给出检验方法。

本标准中被动柔性防护系统和张口式引导柔性防护系统中拦截部分的性能检查和评价参考 TB/T 3449-2016 进行，TB/T 3449-2016 是铁路边坡柔性防护行业在 2017 年 2 月份即将实施的被动柔性防护系统落石冲击试验及评价标准，该标准在制定中参考了欧盟《落石防护网欧洲技术认证指南》（GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF FALLINGG ROCK PROTECTION KITS ETAG27）并针对性的加强了相关指标。

消能装置的静力启动荷载在原标准（JT/T 528-2004）的基础上做了细化，参考铁路 TB/T3089-2004 标准，对试样制作、试验方法、数据处理做了更细致可行的规定。

其余构件和材料的检验方法均参考各自所在的规范或标准进行。

2.2.7 检验规则

（1）检验分类

检验分类沿用原标准（JT/T 528-2004）分为型式检验和出厂检验。本标准规定应进行型式试验的情况综合了原标准（JT/T 528-2004）与铁路行业标准 TB/T3089-2004 相应章节，并进行了局部修改。

考虑到柔性防护网生产工艺相对稳定以及减少厂家的试验成本，适当放宽了型式检验年限：在正常生产时要求每 2 年至少进行一次（TB/T3089-2004 为 1 年一次），在停产 6 个月以上（含 6 个月）恢复生产时应进行型式检验（TB/T3089-2004 为 3 个月）。

为保障产品的生产质量，明确“出厂检验结果与上次型式检验有较大偏差时”应重新进行型式检验。

为杜绝厂家交付产品与试验不一致现象，新增条文 7.1.3 “对正式生产的产品在出厂时必须进行的最终检验，用以评定已通过型式检验的产品在出厂时是否具有型式检验中确认的质量，是否达到良好的质量特性的要求”。

(2) 检验项目

本标准详细列出型式检验和出厂检验相应项目及其技术要求与试验方法。与原标准相比（JT/T 528-2004），除了要求各个构件检验合格外，还明确产品的系统整体性能必须检验合格。

(3) 抽样和判定

本标准参照铁路行业标准 TB/T3089-2004 相应章节，明确了抽样方式和相应的判定标准。

为体现产品系统性能的重要性，本标准新增条文明确“产品的系统性能检验必须按照型号逐一进行，试验结果不符合本标准要求时，应在改进后继续试验，直至合格”。

新增 7.3.1.2 条和 7.3.1.3 对产品的定型做了规定，定型检测报告包括生产厂家信息、产品信息、产品设计图纸、系统性能检测报告、构件检测报告、原材料检测报告等内容。产品使用方可据此对产品进行验收，避免出现以次充好、质量低劣的公路边坡防护系统产品。

3 预期的经济效果、社会效果及环境效果分析

本标准覆盖了现有国际及国内边坡柔性防护行业更为先进、合理的防护理念 and 产品质量控制及检验方法，并为后续边坡柔性防护技术的创新铺平道路。更严格的产品技术要求、更合理的产品检验方法将推动柔性防护产品质量不断提高，为公路边坡防护提供更多的选择，具有较高的社会和经济价值。同时，边坡柔性防护由于所用材料也不会对环境造成破坏，并具有良好的视觉美观效果。

4 标准的先进程度

本标准是对原 JB/T 528-2004 标准的修订，在原有基础上进行了优化和加强。标准中规定的主动防护系统、被动防护系统、引导防护系统为目前国际上最常用的三种防护系统。融入“产品性能检验来衡量系统防护能力”的理念，杜绝了以

往“构件性能来衡量产品防护能力”的片面。被动柔性防护系统的技术指标及检验评价方法标准高于欧盟《落石防护网欧洲技术认证指南》(GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL OF FALLINGG ROCK PROTECTION KITS ETAG27)中的要求。同时,鼓励产品厂商创新,为公路边坡柔性防护研发出更多实用且有效的柔性防护产品。

5 与有关的现行法律、法规和强制执行标准的关系

本标准完全执行我国现行的法律、法规和强制执行标准,全部符合国标的基
本要求。

6 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准的修订过程中各参编单位无重大意见分歧。

7 其他应予说明的事项

7.1 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性行业标准应用。