

中国交通运输协会团体标准

# 边坡柔性防护网工程应用技术规范 程

Technical code for flexible protection net engineering of slope

（征求意见稿）

编制说明

2024-07

## 一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“中国交通运输协会关于 2023 年度第一批团体标准项目立项的公告”要求，由中交第一公路勘察设计研究院有限公司联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作。

主要起草人：刘卫民、夏旺民、吕汉川、彭 李、向 波、吴思桐、叶琼瑶、骆俊晖、胡雪峰、王 元、刘奉良、王 萌、蒋 荣、范铁强。

## 二、制订标准的必要性和意义

本文件的制订，是为了规范柔性防护网工程的危岩落石勘察、工程方案设计、施工、工程验收、运营养护，保障柔性防护网工程的安全可靠与耐久性，制定本技术规范。本规范适用公路的柔性防护网工程，其他领域可参照使用。从国内相关标准调研来看，主要是对柔性防护网产品和产品检验方法和评价指标等方面做出的技术条款规定，目前尚无系统性的针对柔性防护网工程技术特点已经交通运输领域危岩落石防治需求相结合的工程技术规程，导致柔性防护网工程在危岩落石勘察、工程设计、产品验收、工程施工及验收等方面都无依据可循，工程质量得不到有效保障。同时，工程在多年的适用中也得不到相应的维护，导致产品适用年限大大下降。有必要制定系统性的柔性防护网工程技术标准，以便规范行业及市场，保证柔性防护网工程的有效性、安全性、可靠性。

## 三、主要工作过程

本文件通过收集既有国内外相关标准、规范指南，工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定规程编制方向。经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。经中国交通运输协会同意，进行专家审查。根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

## 四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本文件制订的基本原则是以现有研究工作为基础，参照国家及行业的标准、规范，依据《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328—2020）的基本规定要求，针对柔性防护网工

程的特点进行定义、描述和规范。

本文件编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

GB/T 32864 滑坡防治工程勘察规范

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

JT/T 1328 边坡柔性防护网系统

JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

JTG 5110 公路养护技术标准；

JTG 5150 公路路基养护技术规范；

JTG C20 公路工程地质勘察规范

JTG D30 公路路基设计规范；

TB 10414 铁路路基工程施工质量验收标准

TB 10751 高速铁路路基工程施工质量验收标准；

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

现行交通运输部标准《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）和铁路行业标准《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）对只对柔性防护网系统的分类以及产品从系统、构件、材料层面的技术指标和检测方法做了规定，并未对柔性防护网工程的危岩落石勘察、柔性防护网工程设计、材料验收、工程施工和工程验收、工程维护等环节做出规定，实际工程应用中常出现危岩落石勘察不全面、工程设计不合理、材料验收不合理、施工不规范、验收随意、养护不到位等情况，导致柔性防护网工程的防护效果不理想。行业内需要一部与上述标准相匹配的工程技术规程，解决上述问题。

## 五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

### 1 范围

本文件适用于公路整体稳定边坡危岩落石柔性防护网工程的危岩落石勘察、工程方案设计、施工、工程验收、运营养护工作的相关要求。

本文件同时为新技术、新材料、新设备、新工艺预留后期应用的技术端口。

### 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。

GB/T 32864 滑坡防治工程勘察规范

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

JT/T 1328 边坡柔性防护网系统

JTG/T 3610 公路路基施工技术规范

JTG 5110 公路养护技术标准；

JTG 5150 公路路基养护技术规范；

JTG C20 公路工程地质勘察规范

JTG D30 公路路基设计规范；

TB 10414 铁路路基工程施工质量验收标准

TB 10751 高速铁路路基工程施工质量验收标准；

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

### 3 术语和定义

在现有标准规范的基础上增加了以下术语。

#### 3.7 落石弹跳高度 bounce height of rockfall

落石沿坡面向下运动至静止状态过程中，落石与其在坡面投影点之间的距离。

#### 3.8 落石运动轨迹 movement path of rockfall

沿坡面向下运动至静止状态过程中，用来表征落石空间位移路径的连续曲线。

#### 3.9 落石冲击能量 impact energy of rockfall

沿坡面向下运动至静止状态过程中，用来表征落石所具有的能量。

#### 3.12 有效防护高度 effective protective height

沿垂直于坡面的方向进行测量，被动防护网中上支撑绳与基座底板连线之间的最小距离。

#### 3.13 防护等级 protection grade

根据柔性防护网工程保护的工程设施的重要性而确定的柔性防护网工程的重要性级别。

### 4 基本规定

4.1 柔性防护网工程应严格按照本文件进行勘察、设计、施工、监理、产品质量检验和工程验收，以及后期运行维护等工作。

明确柔性防护网在各个环节都应遵循本规程的要求，任何一个环节确实都可能影响柔性防护网工程的防护效果。

4.3 柔性防护网应保障安全、技术可靠、经济合理为原则，合理选择和优化配置柔性防护网的类型和产品，宜和其他边坡防护措施结合使用。

柔性防护网三种不同类型可根据各自的防护原理及结构特点灵活选择且可以相互组合搭配，防护效果更加。同时，可与传统的砼类防护措施相结合，利用彼此的有点，使得防护效果更佳。

## 5 危岩落石勘察

### 5.3 危岩落石勘察应查明以下内容：

- a) 山体稳定性；
- b) 边坡的坡度、坡向；
- c) 边坡岩土结构（土质/岩质等类型）；
- d) 危岩落石的分布；
- e) 危岩落石与保护对象的空间位置关系；
- f) 危岩落石的规模；
- g) 危岩落石块径大小、粒径特征；
- h) 危岩落石运动轨迹、冲击能量、弹跳高度、危岩落点在坡面切面图中垂直及水平方向的相对位置关系，宜通过二维、三维落石运动计算软件获得，也可参照附录A进行计算；
- i) 危岩发生坠落后落点位置与保护对象间的位置关系；
- j) 边坡植被发育情况

危岩落石的分布、大小、以及在坡面的上运动时的轨迹、弹跳高度、冲击能量、落点位置等是判断危岩对于被保护对象危害程度以及防护措施设置位置、能级选择的重要依据。

## 6 柔性防护网工程方案设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 本文件规定的设计方法适用于整体稳定或治理后整体稳定的边坡上的危岩落石柔性防护网工程的设计。

由于柔性防护网工程属于坡表的危岩落石防护，此处明确了其使用的范围，对存在整体失稳的坡面，需慎用柔性防护网，需通过加固等措施使坡体整体稳定后再使用柔性防护网防护潜在的落石。

#### 6.1.2 柔性防护网系统分为主动防护系统、被动防护系统、引导防护系统三类。

此处三种柔性防护网产品类型参照《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）给出。

#### 6.1.4 地形复杂的边坡，尤其是高陡边坡，宜根据边坡地质、地形条件及危岩分布特征，横向分区、纵向分段进行柔性防护网工程设计，或与其他防护措施配合使用。

柔性防护网系统由于其灵活多变的特点，在确保安全性的情况下可以在水平方向分区域、垂直方向分段设置，可提高经济性；同时，柔性防护网系统也适合与传统挡土墙、桩板墙、混凝土引导槽等工程措置配合使用，防护效果更佳。

#### 6.1.8 设计中所采用的柔性防护网材料、元件、构件应符合 JT/T 1328 的相关要求。

柔性防护网产品一直是柔性防护网工程质量好坏的最关键的因素之一，《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）中给出了系统、构件、材料、防腐的技术要求和对应的检测、评价方法，以及型式检验的内容，给出来每种系统、构件检测报告应包含的内容，此处为确保工程中所用产品的质量，提出了工程中应用的产品需提供第三方检测报告的要求。

#### 6.1.9 被动防护网、张口式引导防护系统拦截部分应明确易维修性等级要求。

由于规程中根据不同等级公路给出了不同的防护等级要求，被动防护网和张口式引导防护系统根据《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）中的要求进行了 ABC 三个等级的划分，划分出了被动防护网和张口式引导防护系统拦截部分在受到落石冲击后系统进行维修的难以程度，为提高柔性防护网工程日后的可维护性，此处要求设计问价中应对上述两种产品提出维修等级的要求。

#### 6.1.10 对于非临时性工程，柔性防护网的所有外露材料和构件都应根据柔性防护网工程保护对象的使用年限提出防腐要求。

由于柔性防护网的所有构件和材料均采用金属材料制成，属于易锈蚀材料，故材料的防腐性能好坏决定了工程的使用年限，而考虑到经济性，设计中需根据不同工程的使用年限给出对应的防腐要求。《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）给出了不同大气环境下不同防腐形式的材料的使用年限参考表已经对应的中性盐雾试验，故此处

根据产品标准的要求，通过中性盐雾试验时间参数来限定柔性防护网的防腐性能参数，要求设计中应给出材料的中性盐雾试验时间。

6.4.4 坡面凹凸较大处，应结合坡面起伏特征设置锚杆，使柔性金属网尽可能贴紧坡面。

由于坡面经常是凹凸不平的，凹陷的部分网片无法覆盖到，该处岩体可能出现的危岩风化剥落，从而导致网格单元内出现“鼓肚子”现象，导致主动防护网失稳，出现次生灾害，故此处明确对于凹凸明显的地方，应设置锚杆使网面能紧贴坡面。

6.5.2 被动防护网的设置位置应根据潜在危岩落石特征、坡面条件和落石运动轨迹、冲击能量、弹跳高度等因素综合确定。

被动防护网主要的性能参数为防护能级和标称拦截高度，设置的位置的落石冲击能量应不大于被动防护网的标称能级（还需考虑安全系数）、落石弹跳高度不应高于被动防护网的标称拦截高度（还需考虑安全系数），故此处明确了被动防护网设置位置的选择原则。

6.6.2 引导防护网可根据与保护对象的空间距离，在下部采用封口或开口设计，开口设计时可与拦挡工程配合使用。

引导防护网根据其防护原理，引导下来的落石都会到达系统底部，工程中需根据底部与被保护对象的空间位置关系，采用开口或封口设计，如果距离较短或没有落石收集区域，一般采用封口设计，如果距离较远其有足够的落石收集空间，可采用开口设计，有利于落石滚出，便有清理维护。对于底部距离被保护对象空间距离较近的，也可以与被动防护网、挡墙等拦挡措施一起使用，确保引导下来的落石不伤及被保护对象。

6.6.5 张口式引导防护网覆盖部分和覆盖式引导防护网各构件所受荷载应进行设计。

根据《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）中对于张口式引导防护网覆盖部分和覆盖式引导防护网系统性能的要求，采用网片的抗拉强度作为两者的性能指标。

7.3 柔性防护工程进场前应对工程地质条件进行复核，并应进行二次设计，设计内容一般包括：

a) 防护位置，以确保被动防护系统和张口式引导防护系统拦截部分不出现落石越顶的情况；

b) 微观地质条件下的锚固形式、孔径、深度，以满足柔性防护网抗拔力的要求。

同一条公路甚至同一个工点不同位置的坡面情况有所不同，故工程施工中应正对不同位置的地质情况，根据质量证明文件或者设计图中锚固力要求，对基础进行二次设计，

确保锚固力达到要求。

7.4.1 柔性防护网进场前应查验厂家提供的具有中国 CMA 认证的质量证明文件，检测单位应提供可追溯性服务，符合 ISO9000 的相关要求。并查明质量证明文件内容真实性和完整性。

《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）中给出柔性防护网检测的项目和对应的质量证明文件要求，为确保工程中产品的质量，此处提出对产品质量检测及质量证明文件的要求。

7.4.2 柔性防护网的质量证明文件类型应满足表 3 的要求。

此表格中的内容根据《边坡柔性防护网系统》（JT/T 1328-2020）中对于三种柔性防护网类型的检测要求给出。

9.1.1 柔性防护网工程运行维护应贯穿工程施工阶段和工程使用阶段全过程，宜每季度定期进行检查，在地震、滑坡、崩塌等地质灾害或暴雨、台风等恶劣气候条件发生后应进行重点检查。

地震、暴雨、台风等天气过后是落石易发期，对于柔性防护网的坚持也应该在此类天气之后进行。

## 六、重大意见分歧的处理依据及结果

本规程制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

## 七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本标准未采用国际标准和国外先进标准。

## 八、作为推荐性标准建议及其理由

柔性防护网在我国已经应用和发展了近 30 年，由于其危岩落石防护效果好、施工便捷、经济性高等特点在各行业的危岩落石防治工程中得到广泛使用。但由于柔性防护网作为国外传入国内的技术，长期一段时间内，我们并不掌握其核心技术，导致在产品质量、工程设计、工程施工、工程验收等方面都出现了不少的问题。交通运输部门先后出台了两部产品标准，但都仅仅针对产品本身，而没有对工程相关的勘察、设计、施工、

验收等方面做出明确的规定，国内暂无系统性的工程规程，本规程对柔性防护网工程的危岩落石勘察、工程设计、产品验收、工程施工、工程验收、工程维护等环节均做了要求。填补了国内长期没有柔性防护网工程技術规程的空白，不但有利于交通运输行业柔性防护网工程的规范，也会对水利水电、建筑、地质治理等行业提供参考和借鉴。故本规程可作为推荐性标准进行使用。

## 九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确柔性防护网工程的危岩落石勘察要求、工程设计技术指标、材料性能要求、施工工艺、检测方法、质量验收、养护管理等方面的具体要求，指导柔性防护网工程的实施，有效推动贯标工作的开展及落实。

（2）组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示柔性防护网工程的施工过程、工艺及设施设备；

（3）定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对柔性防护网进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

## 十、其他应说明的事项

暂无。