

中国工程建设标准化协会标准

被动柔性防护网结构工程 技术规程

Technical specification for passive flexible
protection barrier structure engineering

T/CECS 824-2021

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	基本规定	(7)
4	勘察与评估	(9)
4.1	勘察	(9)
4.2	评估	(10)
4.3	报告编制	(10)
5	工程设计	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	总体设计	(13)
5.3	结构设计	(14)
5.4	基础设计	(23)
6	质量检验	(26)
7	施工及验收	(27)
7.1	安装	(27)
7.2	工程验收	(28)
8	保养和维修	(31)
附录 A	防腐蚀措施与使用年限	(32)
附录 B	整体性能检验	(34)
附录 C	部件性能检验	(41)
附录 D	材料性能检验	(53)

本规程用词说明	(55)
引用标准名录	(56)
附：条文说明	(57)

1 总 则

1.0.1 为规范被动柔性防护网结构的工程应用,做到技术先进、经济合理、安全适用节能环保,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于城镇建设、铁路、公路、水利、水电、国土资源、矿山等领域边坡落石、崩塌体、碎屑流等地质灾害防护中采用的被动柔性防护网结构的勘察、设计、施工及维护。

1.0.3 被动柔性防护网结构工程勘察、设计、施工及维护除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 被动柔性防护网结构 passive flexible protection barrier structure

采用锚杆、立柱、支撑绳、拉锚绳和金属网等部件组成的柔性结构系统,以一定角度安装于坡面上,实现落石的被动拦截。

2.1.2 正常服役防护能量 service protective energy (SEL)

根据勘察、评估结果,基于被动柔性防护网结构防护区域潜在落石灾害的最大冲击能量,考虑重要性系数后得到的防护能量。

2.1.3 极限防护能量 maximum protective energy (MEL)

被动柔性防护网结构能够成功拦截的落石最大冲击能量。

2.1.4 落石弹跳高度 bounce height of rockfall

根据落石运动轨迹分析确定的弹跳落石距坡面的最大垂直高度。

2.1.5 参考坡面 reference slope

沿柔性防护网结构的金属网最大变形量方向的下坡坡面,其坡面角度 β 应与落石撞击网片前1m位置处的落石轨迹线方向平行,且允许 $\pm 20^\circ$ 的偏差。

2.1.6 有效防护高度 effective protective height

沿垂直于参考坡面的方向进行测量,被动柔性防护网结构中上支撑绳与基座底板连线之间的最小距离。

2.1.7 剩余防护高度 residual protective height

落石被截停后,被动柔性防护网结构中上支撑绳与下支撑绳之间的最短直线距离在下坡面法线上的投影长度。

2.1.8 重要性等级 protection grade

根据被动柔性防护网结构在防护工程中的作用、保护对象的重要性、结构破坏的危害程度、维护的难易程度以及经济性等因素,所确定的防护设防等级。

2.1.9 落石 rockfall

在重力或其他外力作用下突然从斜坡上向下坠落或滚落的岩石块体。

2.1.10 崩塌体 avalanche mass

较陡斜坡上,在重力作用下突然脱离母体崩落、滚动的岩土体。

2.1.11 碎屑流 debris flow

一种由破碎岩、土体形成的具有塑性流变性质和层流流动状态的沉积物重力流。

2.1.12 落石运动轨迹 rockfall trajectory

落石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。

2.1.13 连接部件 connection component

用以连接柔性网,将柔性网所受作用力传递至支撑部件或基础,常见形式有支撑绳、缝合绳、拉锚绳等。

2.1.14 耗能部件 energy dissipating component

配置于支撑绳和拉锚绳等连接部件上的用于吸收冲击能量的装置。

2.1.15 拦截部件 interception component

由金属丝网或其他材料编织而成的柔性网,用于拦截落石、崩塌体和碎屑流,并将作用力传递至连接部件、支撑部件和基础,常见形式有钢丝绳网、环形网等。

2.1.16 支撑部件 support component

由钢材或其他材料制成的构件或结构,用于支撑接连部件或拦截部件,并固定于基础,常见形式有实腹式钢柱、支撑桁架等。

2.2 符 号

2.2.1 作用和作用效应

- E_s —— 被动柔性防护网结构正常服役防护能量；
 E_u —— 被动柔性防护网结构极限防护能量；
 E_k —— 极限防护能量所对应的最大冲击能量；
 M_x, M_y —— 同一截面处绕 x 轴和 y 轴的弯矩设计值；
 N —— 同一截面处立柱轴心压力设计值；
 $T_{n, \max}$ —— 拦截部件中受力单元最大计算内力；
 $T_{r, \max}$ —— 钢丝绳最大拉力。

2.2.2 计算指标

- E —— 材料的弹性模量；
 F_0 —— 耗能部件的工作内力；
 F_{dt} —— 耗能部件动态启动力；
 F_{st} —— 耗能部件静态启动力；
 f —— 钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 k —— 重要性系数；
 n —— 耗能部件数量；
 N_E, N'_{Ex}, N'_{Ey} —— 钢构件稳定设计计算参数；
 $[T_n]$ —— 拦截部件受力单元的试验破断拉力最小值；
 $[T_r]$ —— 钢丝绳破断拉力值；
 W —— 毛截面模量；
 W_{1y} —— 在弯矩作用平面内较大受压纤维的毛截面模量；
 W_n —— 构件的净截面模量；
 W_{nx}, W_{ny} —— 对 x 轴和 y 轴的净截面模量；
 M —— 计算双向压弯圆管构件整体稳定时采用的弯矩值；
 M_{xA}, M_{yA} —— 为构件 A 端关于 x 、 y 轴的弯矩；

- $M_{xB}、M_{yB}$ ——为构件 B 端关于 $x、y$ 轴的弯矩；
- $M_{1x}、M_{2x}$ ——为 x 轴端弯矩；构件无反弯点时取同号，构件有反弯点时取异号； $|M_{1x}| \geq |M_{2x}|$ ；
- $M_{1y}、M_{2y}$ ——为 y 轴端弯矩；构件无反弯点时取同号，构件有反弯点时取异号； $|M_{1y}| \geq |M_{2y}|$ ；
- N_E ——根据构件最大长细比计算的欧拉力；
- α_m ——构件承载力储备系数；
- $\alpha_{m,r}$ ——钢丝绳承载力储备系数；
- β ——计算双向压弯整体稳定时采用的等效弯矩系数；
- β_b ——考虑耗能部件未完全工作的调整系数；
- β_m, β_t ——压弯构件稳定的等效弯矩系数；
- γ_d ——被动柔性防护网结构缓冲位移分项系数；
- γ_m ——圆形构件的截面塑性发展系数；
- γ_x, γ_y ——截面塑性发展系数；
- η ——耗能比例系数；
- λ ——构件长细比；
- λ_y ——构件截面对 y 轴的长细比；
- φ ——轴心受压构件的整体稳定系数；
- φ_b ——受弯构件整体稳定系数。

2.2.3 几何参数

- A ——立柱的毛截面面积；
- A_n ——构件的净截面面积；
- D ——落石最大长边尺寸；
- d_B ——网片在遭受其极限防护能量相应的落石冲击时的最大缓冲位移标准值；
- d_s ——被动柔性防护网结构与其所保护区或建筑物间的顺坡面安全距离；
- d_r ——钢丝绳公称直径；

- h_b ——落石弹跳高度；
 h_p ——被动柔性防护网有效防护高度；
 h_r ——剩余防护高度；
 i ——跨度；
 Δ_d ——单个耗能部件最大变形量；

3 基本规定

3.0.1 被动柔性防护网结构应包括拦截部件、支撑部件、连接部件、连接节点、耗能部件和基础(图 3.0.1)。

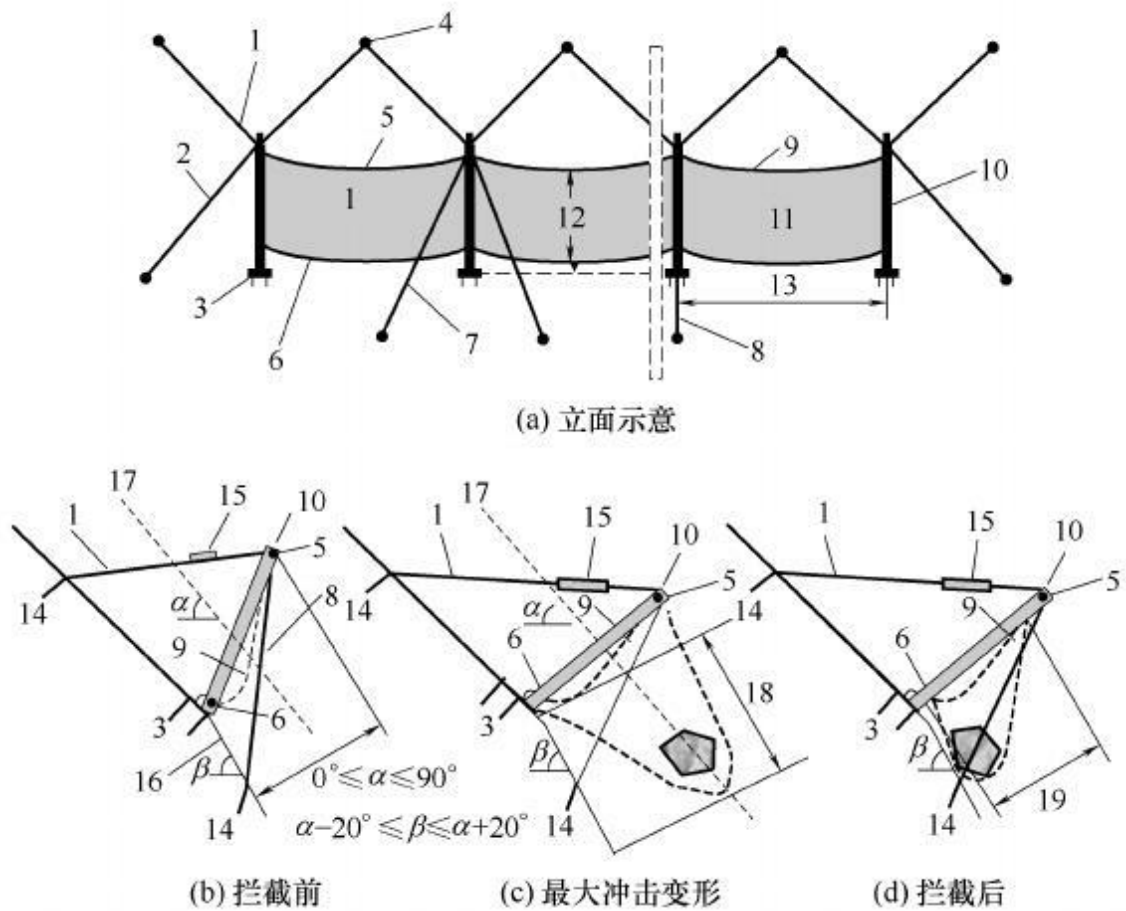


图 3.0.1 常见被动柔性防护网结构组成

1—上拉锚绳;2—侧拉锚绳;3—基础;4—基座、锚固体;5—上支撑绳(含耗能部件);
6—下支撑绳(含耗能部件);7—中间加固拉锚绳;8—下拉锚绳;9—网片;10—立柱;
11—端跨;12—有效防护高度;13—跨度;14—锚杆;15—耗能部件;16—参考坡面;
17—落石轨迹;18—最大变形量;19—剩余防护高度

3.0.2 被动柔性防护网结构重要性等级划分应符合表 3.0.2 的规定。

表 3.0.2 被动柔性防护网结构重要性等级

重要性等级	危害程度	对象	危害	性能目标
一级	高	轨道交通工程,高速公路和一级公路,二级及二级以下公路中的桥、隧构筑物,重要建筑物和活动场所	列车倾覆,桥梁、隧道洞口等构造物及重要建筑物受损,路基受损,人员伤亡严重	能够实现预期防护要求,除耗能部件外其余系统无损坏,无须处理或仅需替换耗能部件后即可继续正常工作
二级	中	干线交通工程中的路基工程,二级及二级以下公路,一般建筑物和活动场所	路基或一般建筑物受损,人员伤亡少	能够实现预期防护要求,且系统有损坏,需经修复或替换局部部件后可继续正常工作
三级	低	非干线交通工程中的路基工程,人流稀少的建筑物和活动场所,临时工程	临时工程受损,路基或一般建筑物轻微受损,几乎无人员伤亡	基本能够实现预期防护要求,系统修复困难

3.0.3 被动柔性防护网结构设计应包括总体设计、结构设计、基础设计。

3.0.4 被动柔性防护网结构应根据其防护要求、力学性能、自然条件及耐久性要求进行材料选用。

3.0.5 被动柔性防护网结构的设计应考虑防护要求、支承条件、制作加工、施工条件及其他特殊情况。

3.0.6 被动柔性防护网结构设计时,应设置相应通道以保证维修、保养的可实施性。

4 勘察与评估

4.1 勘察

4.1.1 边坡资料收集、调查和测绘应包括下列内容：

- 1 保护物的位置和性质；
- 2 灾害点气象、水文及地震动参数；
- 3 坡面冲沟的位置，地表水在坡面汇集、径流及排泄状况等
地形地貌特征及边坡区的植被发育情况；
- 4 边坡岩性及岩性组合、风化卸荷程度等边坡岩体结构特征，岩体中岩体密度、强度，结构面与临空面的空间组合关系等主要结构面发育情况及特征；
- 5 地下水的出露位置、与潜在失稳岩体间的关系；
- 6 发生时间及频率、单次失稳规模、落石运动路径、危害范围、落石粒径大小等灾害点灾害发育历史；
- 7 潜在失稳岩土体分布的位置、规模；
- 8 典型边坡地质剖面，上部超出崩塌源位置，下部超过崩塌落石最远危害范围；
- 9 被动柔性防护网结构设计位置剖面图，反映地形起伏和基础地质条件，以合理布置立柱位置。

4.1.2 边坡地质勘察应符合下列规定：

- 1 对拟设被动柔性防护网结构位置区域应进行工程地质勘察，查明立柱基础及拉锚杆区工程地质条件，评估地基稳定性和锚固段岩土体稳定性，获取地基岩土承载力和锚固段岩土体与锚固体摩阻力等参数；
- 2 立柱基础及锚杆工程地质勘察应采用工程地质调查和坑槽探，可采用地质钻探。

4.2 评 估

4.2.1 边坡岩土体稳定性分析评估应明确地质剖面构成,并应确定不良地质或地质构造的位置及潜在破坏模式。

4.2.2 分析评估边坡岩土体失稳风险、单次失稳岩体规模、岩块块体尺寸,分析预测失稳岩土体沿坡面运动路径、弹跳高度、危害范围等,分析评估被动柔性防护网结构的适用性。

4.2.3 被动柔性防护网结构的防护能级应根据勘察结果,通过试验、计算分析等方法确定。

4.2.4 被动柔性防护网结构的重要性等级应根据防护对象、危害程度、预期性能目标按表 3.0.2 确定。

4.3 报 告 编 制

4.3.1 勘察与评估后应编制勘察评估报告。

4.3.2 勘察评估报告应由文字报告、图件和图表组成,并应符合下列规定。

1 文字报告应包括下列内容:

- 1) 项目概况:主要包括拟治理灾害点的工程概况、任务依据、执行标准、勘察评估方法及完成的工作量、勘察评估过程等;
- 2) 工程地质条件:主要包括地形地貌、地层岩性、地质构造、边坡地质结构及岩土性质、水文地质条件、主要不良地质现象等;
- 3) 工程地质评估及建议:主要包括边坡稳定性分析评价、潜在失稳破坏模式、潜在失稳岩土体的稳定性及失稳规模、失稳岩土体运动特征及危害范围、冲击能量预测,被动柔性防护网的重要性等级建议、适宜性评价、布置位置建议、地基持力层选择及岩土参数建议等。

2 图件和图表应包括下列内容:

- 1) 工程地质平面图;
- 2) 纵剖面图;
- 3) 横剖面图;
- 4) 相应的试验测试资料。

4.3.3 针对被动柔性防护网结构的勘察报告,可与其他边坡防治工程报告合并编制,当无独立勘察报告时,设计文件中应包括本规程规定勘察评估报告的相关内容。

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.book118.com/46802012100006057>