

九龙县乌拉溪镇厂房山体落石防护工程建议方案

一、项目背景与现状

九龙县乌拉溪镇厂房位于河谷山区地带，已建设完成钢结构厂房（共一层）一栋，其余区域处于场地填筑阶段。待防护厂房其外侧紧邻自然山体，近期经现场实地勘察发现，厂房毗邻的山体坡面存在明显的落石风险隐患。该隐患已直接威胁到厂房建筑结构、生产设备的安全稳定运行，更对厂区内人员生命安全构成潜在威胁。为彻底消除此重大安全隐患，保障企业财产与员工安全，现提议在存在风险的山体坡面区域，增设防护系统。现场照片如下，图中虚线范围为厂房区域：



现场航拍三维图

二、山体落石风险成因分析

经初步地质调查与地形分析，该区域山体易于发生落石，主要源于以下自然与地质因素：

1、地形地貌因素：

（1）陡峭坡角：厂房外山体呈两级边坡状，距厂房0~35m 范围山体坡度 25~50° 之间，厂房外 35m 以外山体坡度60~80° 之间，山体地形陡峭，部分区域呈垂直状，陡峭地形导致岩石缺乏有效支撑，一旦表层岩土松动，易在重力影响下脱落滚落。



现场地形地貌

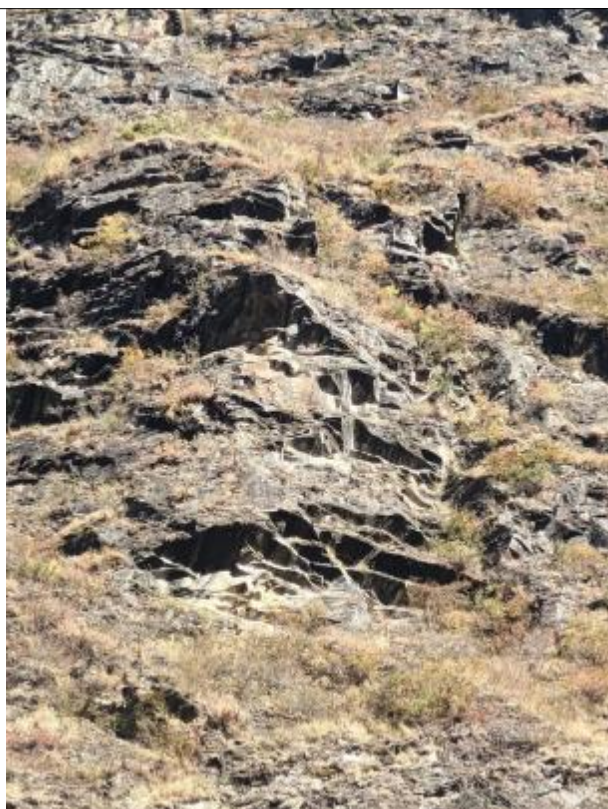
（2）临空面发育：由于自然风化或历史地质作用，山体形成多处临空面，凸起部分岩石长期受风化侵蚀，受力不均，易发生断裂脱落。



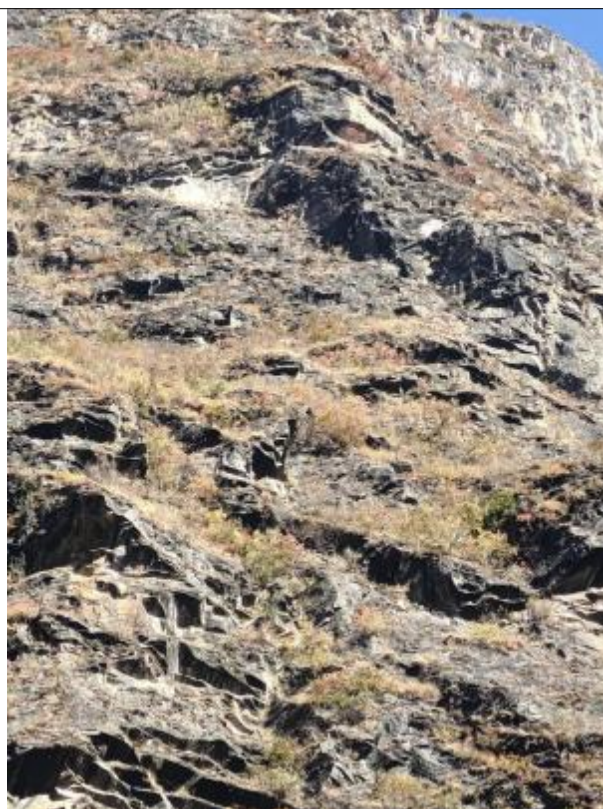
现场山体多处临空面



山体“7”字形裂隙



山体凸起部分岩石



山体凸起部分岩石

(3) 缓冲空间不足：山体底部直接衔接厂区围墙，自然缓冲带（如缓坡、植被带）较短，落石一旦脱离山体，将以较快速度直接冲击厂区，冲击力强、危害范围集中。落石预估影响区域见现场航拍平面图中虚线范围。



现场航拍平面图

2、地质岩性因素：

（1）岩体结构破碎：坡面出露岩层节理、裂隙极为发育，岩体被切割成大小不等的块体，整体性差，结构松散，局部形成老虎咀。

（2）风化作用强烈：该区域岩体在长期温差变化、雨水浸润等作用下，表层及裂隙内部岩体物理力学性质显著劣化，强度降低，加速了岩块的剥离与崩落。

（3）不利结构面组合：岩层中存在倾向坡外的节理、层面或断层等软弱结构面，与陡峭地形组合，极易形成潜在滑坡体或坠落块体。

3、其它因素：

（1）雨水侵蚀与渗入：雨季集中降水导致岩土含水量增加、重量增大，同时软化岩石和土体，降低抗剪强度；暴雨还可能引发小型坡面溜塌，带动岩石滚落。

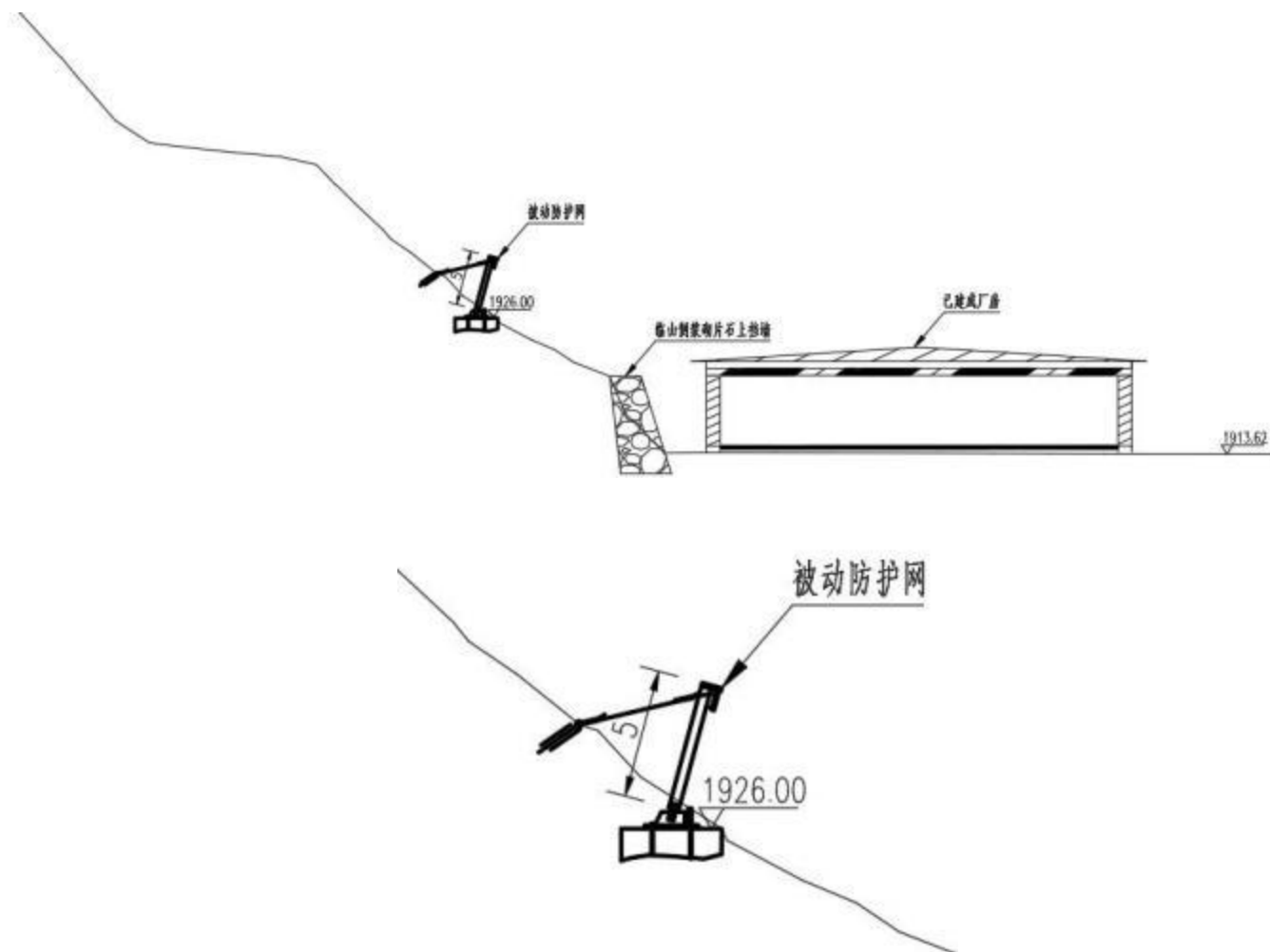
（2）自然震动：微震、雷鸣等自然震动可能成为不稳定块体失稳的触发因素。

（3）人为活动影响：周边道路通行车辆的震动、厂区生产作业的轻微震动（虽非直接

原因)也可能对已处于临界状态的不稳定岩块产生影响。

三、被动防护网防护方案

根据地势设置被动防护网,防护网具体形式与防护能级(根据估算落石大小、动能确定)需由专业设计单位经详细勘察后确定。



被动防护网断面图

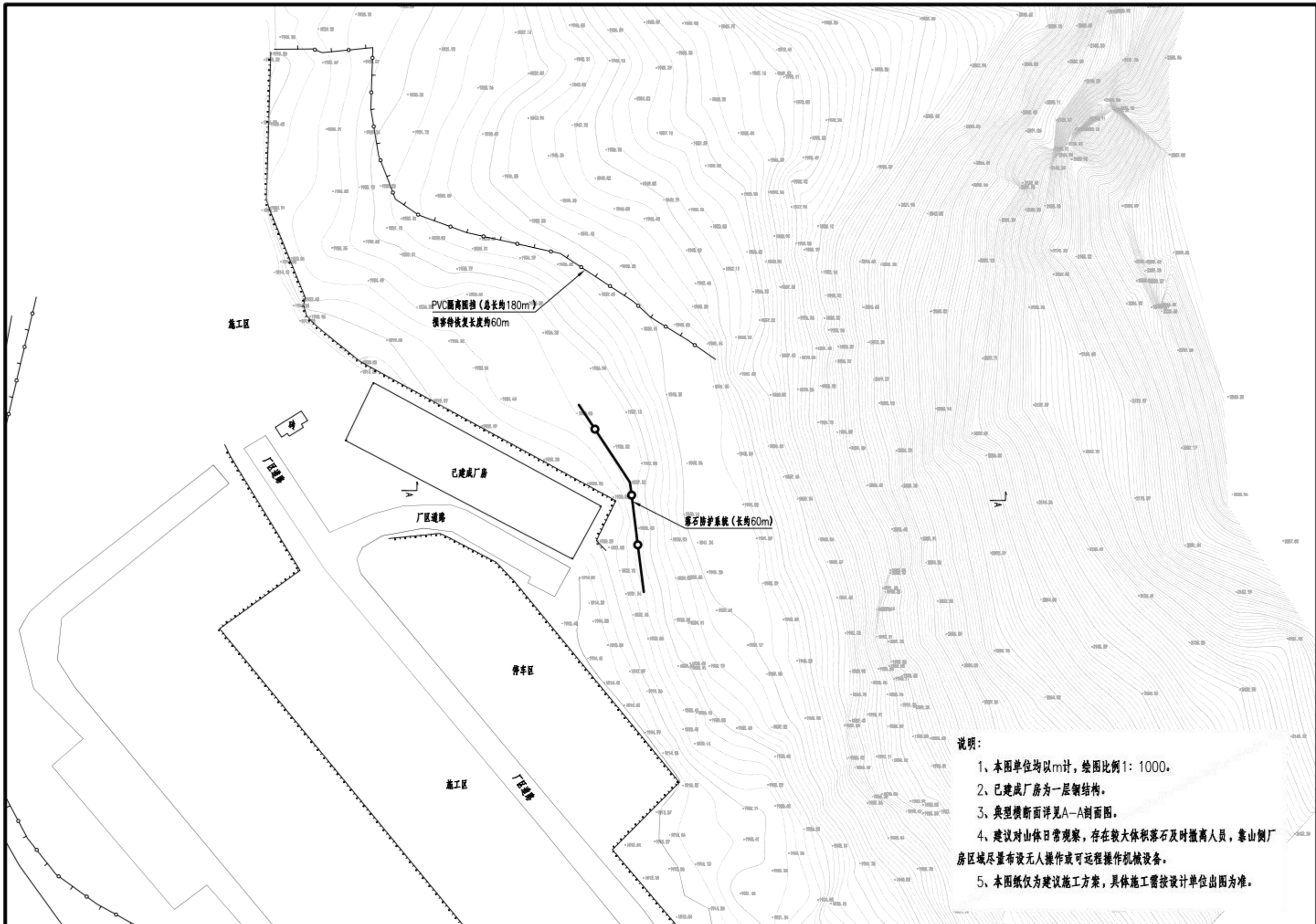
本方案造价一般,材料可由人工运输至施工点,现有水、电距施工现场约 150m,施工条件较好,施工工期较短。

四、场地围挡恢复

场地围挡为装配式 PVC 隔离围挡,围挡高约 1.7m,损害待恢复长度约60m,现场照片如下:



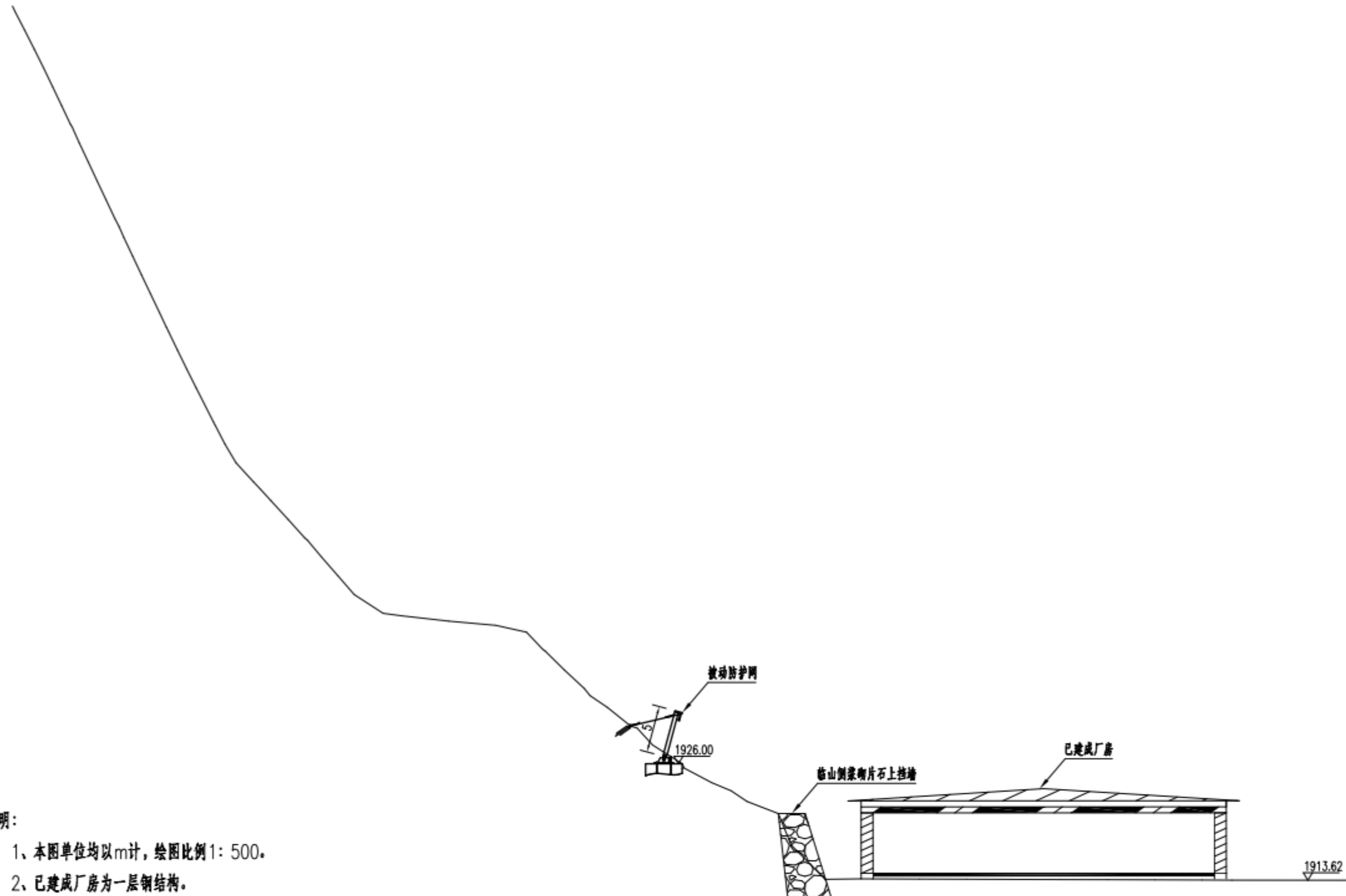
场地围挡图片



说明:

- 1、本图单位均以m计, 绘图比例1: 1000。
- 2、已建成厂房为一层钢结构。
- 3、典型横断面详见A-A剖面图。
- 4、建议对山体日常观察, 存在较大体积落石及时撤离人员, 靠山侧厂房区域尽量布设无人操作或可远程操作机械设备。
- 5、本图纸仅为建议施工方案, 具体施工需按设计单位出图为准。

九龙县乌拉溪镇厂房山体落石防护工程	总体平面布置图	设计	复核	审核	图号	日期	2025.12
-------------------	---------	----	----	----	----	----	---------



- 说明：
- 1、本图单位均以m计，绘图比例1：500。
 - 2、已建成厂房为一层钢结构。
 - 3、图中上挡墙断面仅为示意。
 - 4、被动防护网结构设计图参照四川省交通勘察设计研究院有限公司设计的《G318线提质改造工程辅助通道康定至雅江段》被动防护系统设计图表。
 - 5、本图纸仅为建议施工方案，具体施工需按设计单位出图为准。

被动防护系统设计说明

一、系统说明

被动防护系统主要由钢丝绳网、减压环、支撑绳、钢柱和拉锚五个主要部分构成。

二、系统设计

- 1、本设计中采用PPS-075/DB-A型被动防护系统,防护能级为750KJ。
- 2、系统高度H,根据计算的弹跳高度高出1m作为安全储备。
- 3、系统布置方式,系统长度根据地形情况在防护范围实测长度的基础上每端增加10~15m;当坡面条件有限不便连续布置时,在防护区域内分段设置,两段之间应沿走向重叠一定长度,重叠长度为5~10m;系统宜在同一等高线上直线布置,若坡面条件不允许,可采用折线布置。
- 4、钢柱,钢柱间距b以10m为标准进行设计;钢柱宜由普通工字钢加工而成,其高度与系统高度相同。
- 5、锚杆,拉锚锚杆采用双股Φ16钢丝绳锚杆,设计锚杆长度一般为2.5m,可根据现场地形、地质条件酌情调整嵌入稳定地层;每个基座应采用4根由螺纹钢加工而成的Φ32×1000/M28×100标准化地脚螺栓锚杆。
- 6、拉锚系统,系统除端部钢柱应设置单根上拉锚绳外,当钢柱间距大于或等于7m时,中部每根钢柱设置两根对称布置的人字形上拉锚绳,上拉锚绳为直径Φ14的单股钢丝绳,且每根上拉锚绳上带1个GS-8001减压环;端部钢柱各设置一根侧拉锚绳,直径为Φ14的双股钢丝绳;被动系统长度大于70m时,每隔50m左右设置人字形中间加固拉锚绳,当此前已有下拉锚绳时,下拉锚绳可当作中间加固拉锚绳对待,中间加固及下拉锚绳的直径均与侧拉锚绳直径相同;拉锚绳长度根据地形、系统高度、钢柱倾角等在平面位置中的要求确定。
- 7、支撑绳,支撑绳采用双绳形式的上下支撑绳,直径为Φ16双股钢丝绳;每跨内上/下支撑绳配置2~4个减压环;当单段被动系统的长度大于70m时,按单根支撑绳的跨越长度不超过50m分段设置。
- 8、在距减压环约40cm处设置绳卡将两根支撑绳并结在一起,该绳卡的紧固程度为标准紧固力的30%。
- 9、钢丝绳网,设计采用RN/7/3/300/5×H/T环形钢丝绳网,网的长度一般选用5m,网的宽度与系统高度H相同。
- 10、缝合绳,每张钢丝绳网配置一根长度为其周长1.3倍的Φ12缝合钢丝绳,采用缝合式联结。
- 11、格栅网,当需拦截小块落石时,应配置铁丝格栅网,采用网孔50×50mm、Φ2.2镀锌铁丝网,钢丝绳与铁丝格栅网采用Φ1.2铁丝绑扎,绑扎间距不大于1m。
- 12、其他构件的配置应根据系统标准配置,并按相关施工规范要求执行。

三、系统安装

- 1、按设计并结合现场实际地形对钢柱和锚杆基础进行测量定位。现场放线长度应比设计系统长度减少约3~8%,对地形起伏较大,系统布置宜沿同一等高线呈直线布置时取上限(8%);对地形较平整规则,系统布置能基本上在同一等高线沿直线布置时取下限(3%);在此基础上,柱间距可为设计间距20%的缩短或加宽调整范围。
- 2、基坑开挖(对覆盖层不厚的地方,当开挖至基岩而尚未达到设计深度时,则在基坑内的锚孔位置处钻凿锚杆孔,待锚杆插入基岩并注浆后才灌注上部基础砼)。基座位置的地面(或基础面)应平整,基座平面与地面(或基础面)应保持水平。如果地面(或基础面)凹凸不平,可用M30水泥砂浆抹平。
- 3、预埋锚杆并灌注基础砼(对岩石基础,2、3工序应为钻凿锚杆孔和锚杆安装,对砼基础,亦可在灌注基础砼后钻孔安装锚杆)。
 - (1)灌注应采用水泥砂浆,水泥标号不应低于425,宜采用中细砂,粒径一般不大于2.5mm,使用前应过筛。
 - (2)砂浆配合比:砂浆标号不应低于M30,水灰比为0.45~0.5。
- 4、基座安装:将基座套入地脚螺栓并用螺帽拧紧。
- 5、钢柱及上拉锚绳安装
 - (1)将钢柱顺坡向向上放置并使钢柱底部位于基座处;
 - (2)将上拉锚绳的挂环挂于钢柱顶端挂座上,然后将拉锚绳的另一端与对应的上拉锚环套连接并用绳卡暂时固定(设置中间加固和下拉锚绳时,同上拉锚绳一起安装或待上拉锚绳安装好后安装均可);
 - (3)将钢柱缓慢抬起并对准基座,然后将钢柱底部插入基座中,最后插入连接螺帽并拧紧;
 - (4)通过上拉锚绳来按设计方位调整好钢柱的方位,拉紧上拉锚绳并用绳卡固定。
- 6、侧拉锚绳的安装:安装方法同上拉锚绳,只是在上拉锚绳安装好后进行。
- 7、上支撑绳安装
 - (1)将第一根上支撑绳的挂环端暂时固定于端柱(分段安装时为每一段的起始钢柱)的底部,然后沿平行于系统走向的方向上调直支撑绳并放置于基座的下侧,并将减压环调节就位(紧邻钢柱的减压环距钢柱约50cm);
 - (2)将该支撑绳的挂环挂于端柱的顶部挂座上;
 - (3)在第二根钢柱处,用绳卡将支撑绳固定悬挂于挂座的外侧;在第三根钢柱处,将支撑绳置于挂座内侧;如此相同安装支撑绳在基座挂座的外侧和内侧,直到本段最后一根钢柱并向下绕至该钢柱基座的挂座上,再用绳卡暂时固定;

(4)再次调整减压环位置,当确信减压环全部正确就位后拉紧支撑绳并用绳卡固定;

(5)第二根上支撑绳和第一根的安装方法相同,只不过是第一根支撑绳的最后一根钢柱向第一根钢柱的方向反向安装而已,且减压环位于同一跨的另侧;

(6)在距减压环约40cm处用一个绳卡将两根上部支撑绳相互并结(仅用30%标准紧固力或手动拧紧即可)。

8、下支撑绳安装

(1)将第一根下支撑绳的挂环挂于端柱基座的挂座上,然后沿平行于系统走向的方向上调直支撑绳并放置于基座的外侧,并将减压环调节就位(紧邻钢柱的减压环距钢柱约50cm);

(2)在第二个基座处,用绳卡将支撑绳固定悬挂于挂座的外侧;在第三个基座处,将支撑绳放在挂座内侧;如此相同安装支撑绳在基座挂座的外侧和内侧,直到本段最后一个基座并将支撑绳缠绕在该基座的挂座上,再用绳卡暂时固定;

(3)检查确定减压环全部正确就位后拉紧支撑绳并用绳卡固定;

(4)按上述步骤安装第二根下支撑绳,但反向安装,且减压环位于同一跨的另侧;

(5)在距减压环约40cm处用一个绳卡将两根底部支撑绳相互并结(仅用30%标准紧固力),如此在同一挂座处形成内侧和外侧两根交错的双支撑绳结构。

9、钢丝绳网的安装

(1)钢丝绳网的起吊就位方法宜根据现场施工场地、机具(起吊滑轮组、钢丝绳、粗麻绳、葫芦、梯子等)、人力条件以及经验和习惯而定,一般宜采用以下方法:

a、用一根起吊绳(钢丝绳或专门准备的粗麻绳)穿过钢丝绳网上缘第三排左右网孔,一端固定在临近钢柱的顶端,另一端穿过悬挂固定于上支撑绳上的起吊滑轮组并使尾端垂落到地面附近;

b、拉动起吊绳尾端,直到钢丝绳网上缘上升到上支撑绳水平为止,再用绳卡将网与上支撑绳暂时进行松动联结,同时也可将网与下支撑绳暂时联结以确保缝合时的更为安全,此后起吊绳可以松开抽出;

c、重复上述步骤直到全部钢丝绳网暂时挂到上支撑绳上为止,并侧向移动钢丝绳网使其位于正确位置;

(2)将缝合绳按单张网周边长的1.3倍截短,并在其中点作上标志;

(3)钢丝绳网的缝合:从系统的一端开始,先将缝合绳中点固定在每一张网的网缘中点处支撑绳上。从中点开始各用一半缝合绳向两侧逐步将网与两根支撑绳缠绕在一起,直到用绳卡将两根支撑绳并结在一起的地方之后,用缝合绳将网与不带减压环的一根支撑绳缠绕在一起,当到达柱顶挂座时,将缝合绳从挂座的前侧穿过(不能缠绕到挂座上),转向下继续将网与相邻网边缘或支撑绳(上支撑绳的与钢柱平行的单绳段)缝合缠绕在一起直到基座挂座,同样从挂座的前侧穿过并转向该张网后继续缠绕不带减压环的一根下支撑绳直到并结两根支撑绳的绳卡之处,从这里开始又用缝合绳将网与两根下支撑绳缠绕在一起,直到跨越钢丝绳网下缘中点1m为止,最后用绳卡将缝合绳与钢丝绳网固定在一起,绳卡应放在离缝合绳末端约0.5m的地方。缝合绳的另一半从网缘中点开始向右缝合,直到与另一张网交界的地方转向下将两张网缝合在一起,当到达下支撑绳时转向该张网并与两根支撑绳缠绕在一起,最后使左右侧的缝合绳接头重叠1.0m。

(4)当支撑绳分段设置而使一段拦石网的部分中部钢柱有与其平行的单支撑绳时,由于钢柱间距的非完全均匀布置,钢丝绳网边缘可能不刚好在该钢柱处,此时在缝合完毕后宜用绳卡将钢丝绳网与该单支撑绳段松动联结,联结点间距1m左右。

10、铁丝格栅安装

(1)格栅网挂在钢丝绳网的内侧(迎坡面侧),并应叠盖钢丝绳网上缘并折到网的外侧15cm,用扎丝固定到网上;

(2)格栅底部应沿斜坡向上敷设0.5m左右,并为使下支撑绳与地面间不留缝隙,用一些石块将格栅底部压住;

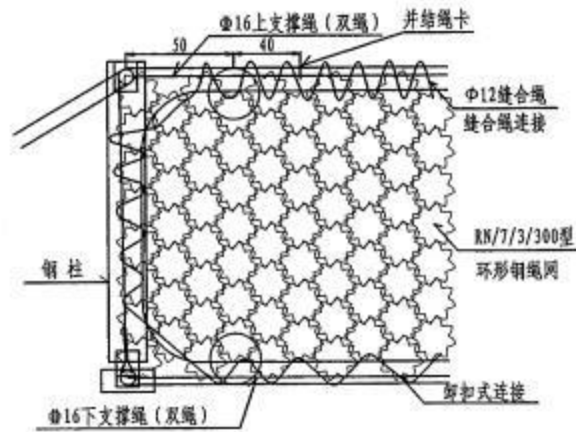
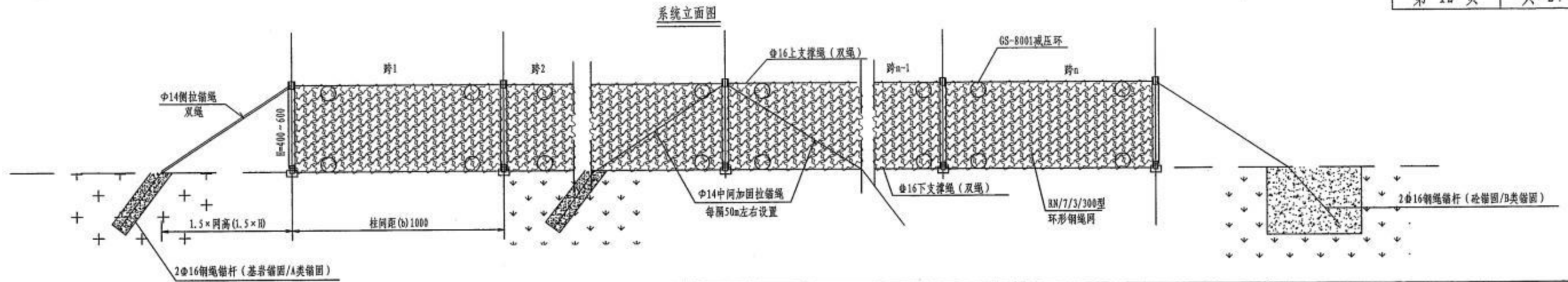
(3)每张格栅网重叠约10cm;

(4)用带扎铁丝将格栅网固定到网上,每平方米固定约4处。

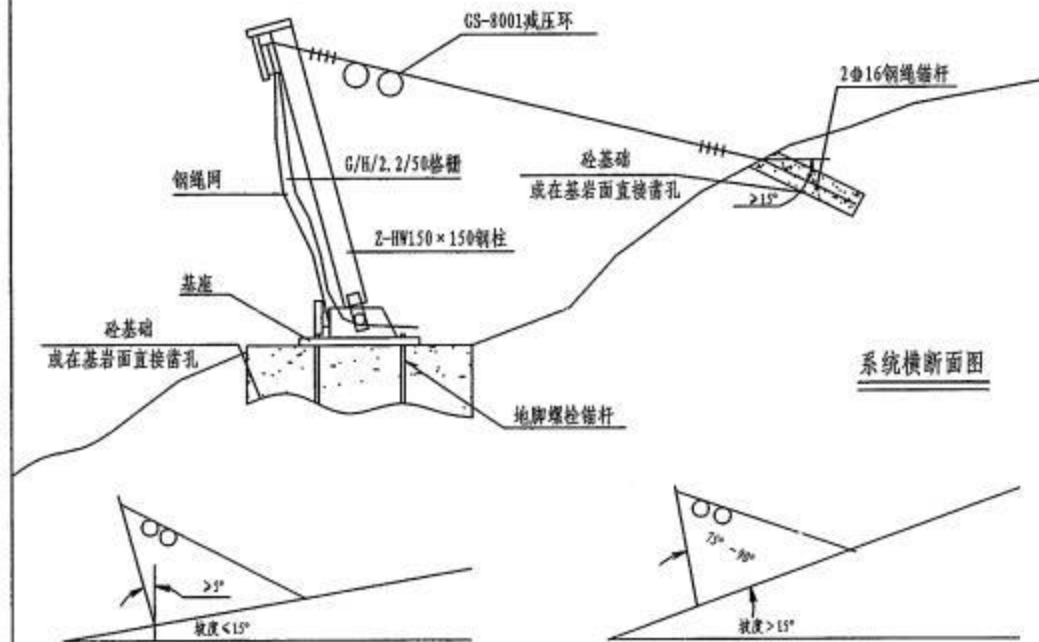
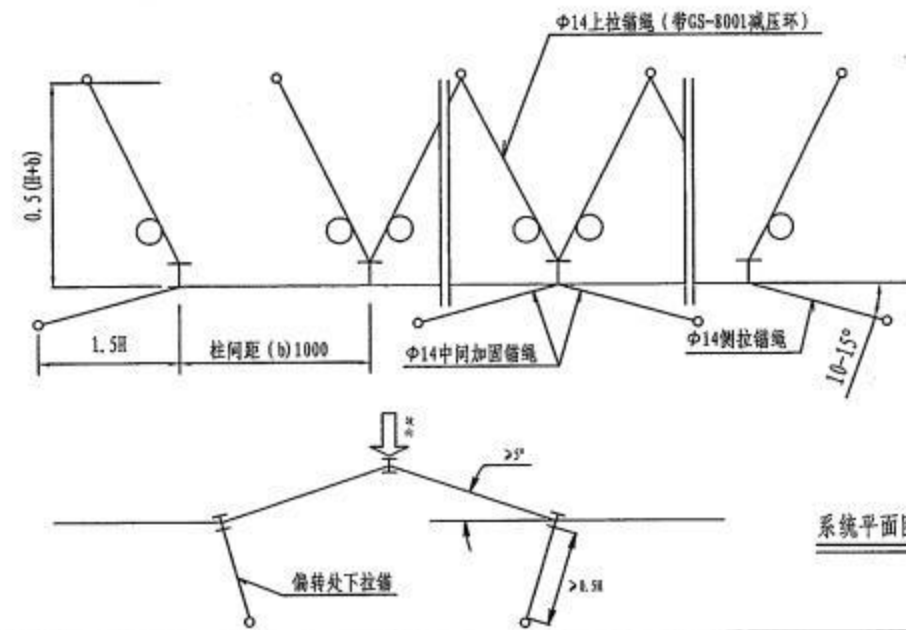
三、施工组织及注意事项

- 1、该防护系统的施工应由具有相关资质的专业施工队伍施工,确保施工质量。
- 2、防护系统的作业施工前必须提交详尽的施工组织计划报监理审批后才能进行。
- 3、原材料、混合料以及铺设的绳、网等均应满足设计要求,在施工前必须进行质量检查,检查合格后方可使用。
- 4、施工前应对施工安全隐患有影响的危石和危岩予以清除,清除表层浮土和浮石等,具体数量已现场监理计量为准。
- 5、施工过程中应注意进行施工安全教育工作,杜绝安全隐患,确保施工安全。
- 6、施工过程中应作好对已有工程的保护工作,严禁以各种形式破坏或损坏已有工程。
- 7、未尽事宜详见设计总说明及相关技术规范。

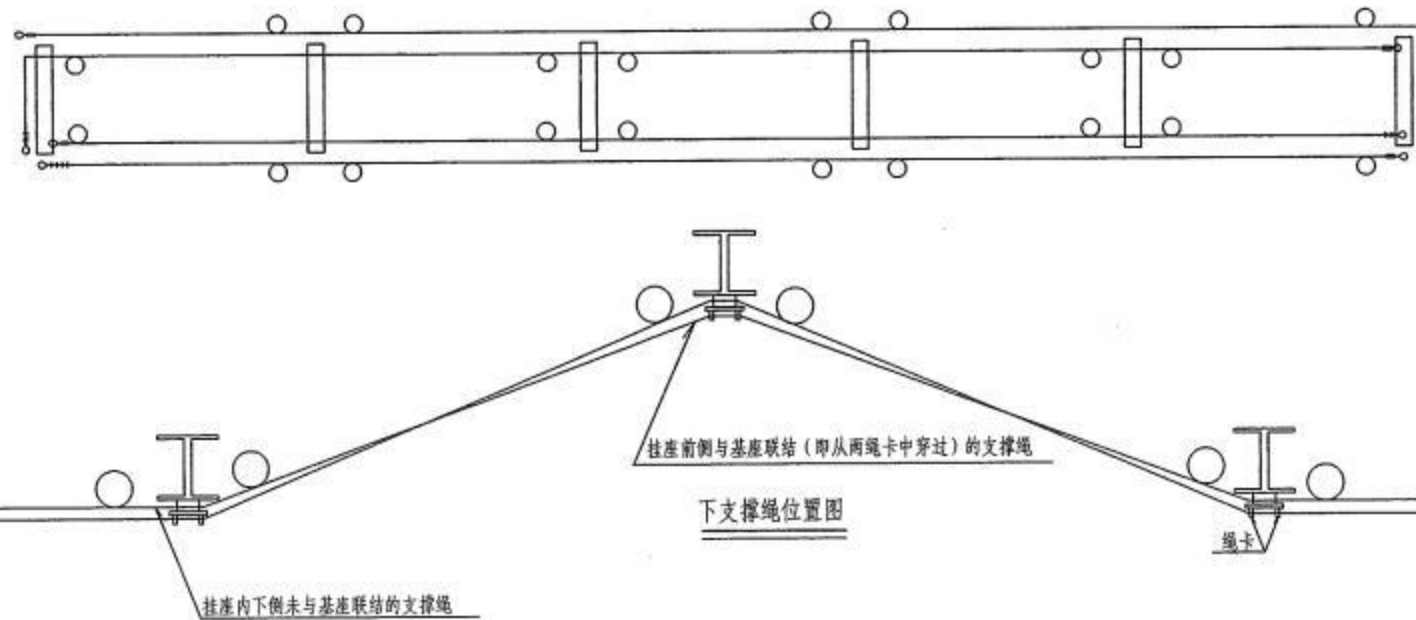




钢绳网缝合联结图



支撑绳与减压环布置图

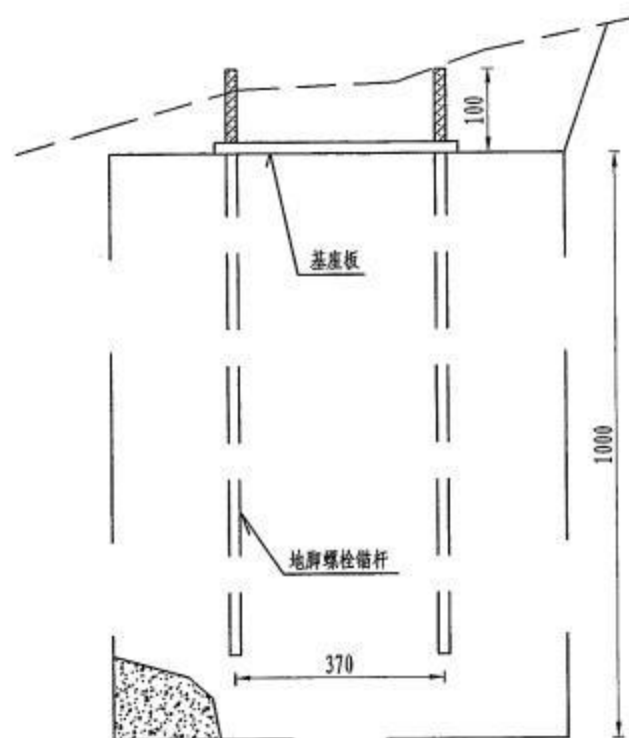


每100米长防护工程数量表

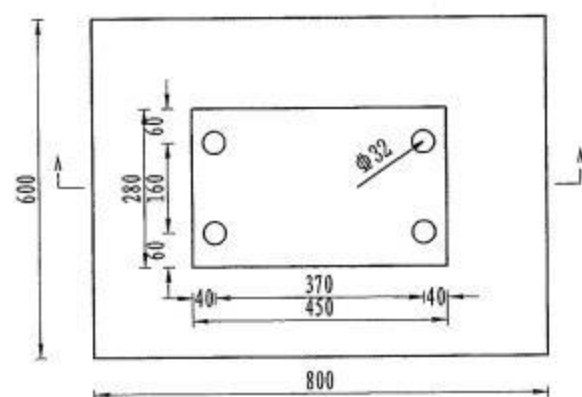
项 目	规 格	单 位	数 量			备 注
			H=4m	H=5m	H=6m	
环形网	RN/7/3/300	m ²	400.0	500.0	600.0	
格栅网	G/H/2.2/50	m ²	400.0	500.0	600.0	
支撑绳	Φ16	m	400.0	400.0	400.0	双绳
拉锚系统	上拉锚绳	Φ14	145.3	155.3	165.6	单绳
	侧拉锚绳	Φ14	22.5	23.3	24.9	双绳
	中间加固锚绳	Φ14	22.5	23.3	24.9	单绳
	下拉锚绳	Φ14				单绳
	钢绳锚杆	Φ16	120.0	120.0	120.0	双股
	钻 孔	Φ70	60.0	60.0	60.0	
	砂浆	M30	0.24	0.24	0.24	
	缝合绳	Φ12	510.0	520.0	530.4	联结方式1
	网间卸扣	1/2"				联结方式2
	网与支撑绳间卸扣	5/8"				一般不采用

注:

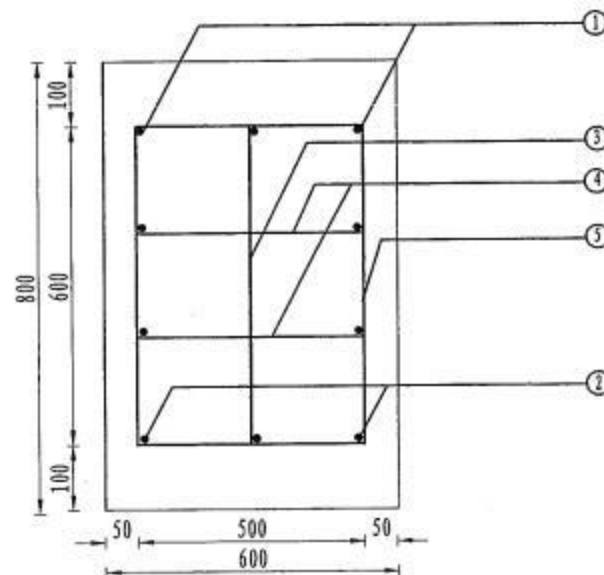
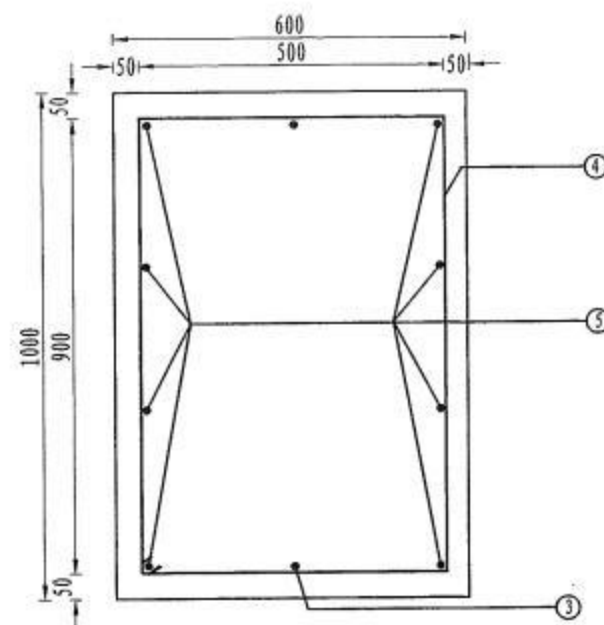
1. 本图尺寸除材料规格以毫米计外均以厘米为单位。
2. 本设计中采用PPS-075/DB-A型被动防护系统, 防护能级为750KJ。



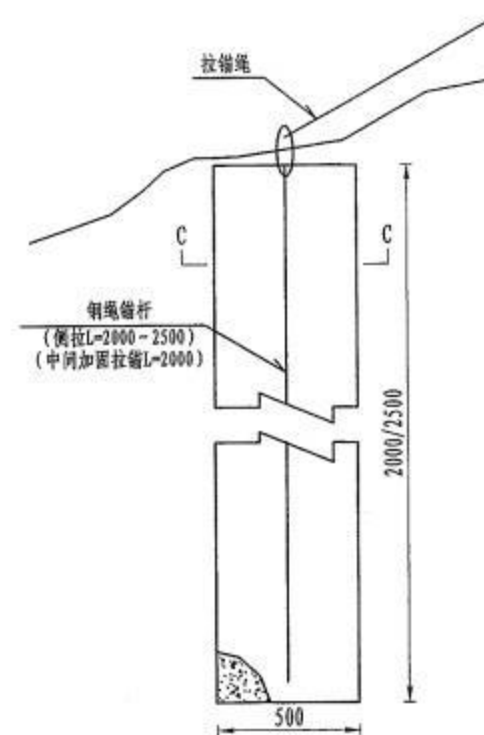
A-A



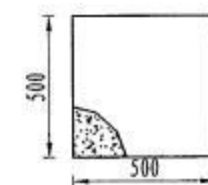
钢柱砼基础图



钢柱砼基础配筋图



C-C

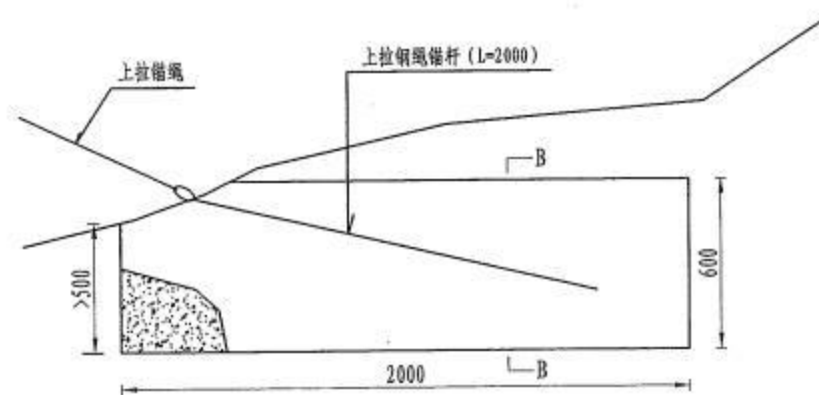


侧拉和中间加固锚杆砼基础图

注：
本图尺寸以mm为单位；

单座砼基础构造材料数量表

材料名称	形状	材料规格	数量	单根长度	总长度	汇 总
① ② 钢筋	900	Φ16	4	900	3600	HRB400钢筋: 63.2Kg
③ 钢筋	900 600	Φ16	1	3200	3200	
④ 钢筋	900 500	Φ16	2	3000	6000	
⑤ 钢筋	600 500	Φ16	4	2400	9600	
地脚螺栓锚杆		Φ32	4	1100	4400	
钢柱砼基础		C20砼			0.48m³	
上拉锚杆砼基础		C20砼			0.60m³	
侧拉和中间锚杆砼基础		C20砼			0.50m³/0.625m³	



上拉锚杆砼基础图

