

广州市小型地质灾害简易治理 工作指引

指导单位：广州市规划和自然资源局

编制单位：广州市城市规划勘测设计研究院有限公司

2026 年 1 月

目 录

第一章 总 则	- 1 -
第二章 治理方案建议	- 2 -
2.1 治理依据	- 2 -
2.2 广州市地质环境条件	- 3 -
2.3 地质灾害治理方案选型	- 4 -
2.3.1 常用治理方案	- 4 -
2.3.2 方案选型指引	- 5 -
2.3.3 坡率法	- 6 -
2.3.4 重力式挡土墙	- 9 -
2.3.5 重力式挡土墙+放坡	- 11 -
2.3.6 悬臂式挡土墙	- 15 -
2.3.7 主动防护网	- 16 -
2.3.8 被动防护网	- 18 -
2.3.9 格构式锚杆	- 20 -
2.3.10 锚杆喷射混凝土	- 22 -
2.4 地灾治理施工常见问题	- 24 -
第三章 地灾治理工程排水设计	- 28 -
3.1 排水设计的一般原则	- 28 -
3.2 排水系统类型	- 28 -
3.3 施工工艺及注意事项	- 29 -

第四章	安全管理和控制措施	- 29 -
4.1	施工危险性分析	- 29 -
4.2	管理控制措施	- 30 -
4.3	抢险加固建议	- 30 -
第五章	例行维修检查	- 31 -
5.1	例行检查范围	- 31 -
5.2	例行维修检查的频率与时间	- 31 -

第一章 总 则

1.1 广州地处粤中山地与三角洲平原过渡区，北部及中部多为低山丘陵及剥蚀残丘地貌，南部偶有台地，受强降雨等极端天气及人类活动的影响，崩塌滑坡地质灾害多发。为保障人民群众生命财产安全，确保地质灾害治理工程安全可靠、经济合理，快速消除风险隐患，特制定本工作指引，主要针对崩塌滑坡地质灾害。

1.2 根据《广东省地质灾害隐患点特征认定和灾害分级标准（2021年版）》等有关规定，受威胁人数在10人以下，或潜在可能造成的经济损失500万元以下的地质灾害隐患为小型地质灾害隐患点。

1.3 本工作指引适用于岩质边坡高度为20m以下（含20m）、土质边坡高度为8m以下（含8m），地质条件较好（坡体主要为硬塑坡残积土、全强风化岩）、周边环境简单的小型崩塌滑坡地质灾害的整治，实施过程中应根据现场地质和场地实际情况选取合适处理方案，涉及到国家行业有强制条文规定的，从其规定。

1.4 对于土质边坡崩塌滑坡高度大于8m、岩质边坡高度大于20m、地质条件差或周边环境复杂的小型崩塌滑坡地质灾害和所有中型及以上崩塌滑坡地质灾害，应组织相应资质的设计单位进行专项设计，并组织专家进行论证后方可施工。

1.5 地质灾害治理具有抢险属性，是生命工程、民生工程，各街镇应积极协调保障治理工程用地。

1.6 地质灾害治理应综合考虑安全、经济、生态、美观，尽可能减少对原山体植被的破坏，做到植物防护与工程防护有机结合，建立稳固安全、生态美观的防护结构体系。

1.7 前述小型地质灾害治理除应符合本工作指引外，尚应符合《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）及相关规范规程的要求。

第二章 治理方案建议

2.1 治理依据

- 1)** 崩塌滑坡地质灾害周边现有地质环境资料、现状地形图；
- 2)** 国家标准《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 3)** 国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- 4)** 国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》（GB50202—2018）；
- 5)** 国家标准《建筑抗震设计标准》（GB/T50011 - 2010）（2024版）；
- 6)** 国家标准《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010 -2010）（2024版）；
- 7)** 广东省标准《建筑地基基础检测规范》（DBJ 15-60-2008）；
- 8)** 国家标准《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB50086-2015）；
- 9)** 国家标准《滑坡防治工程勘察规范》（GB/T32864-2016）

- 10) 国家标准《滑坡防治设计规范》(GB/T38509-2020);
- 11) 行业标准《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T 0219-2006)
- 12) 团体标准《滑坡防治工程施工技术规范》(试行)(T/CAGHP 038-2018);
- 13) 团体标准《崩塌防治工程勘察规范》(试行)(T/CAGHP 011-2018);
- 14) 团体标准《崩塌防治工程设计规范》(试行)(T/CAGHP 032-2018);
- 15) 团体标准《崩塌防治工程施工技术规范》(试行)(T/CAGHP 041-2018);
- 16) 行业标准《边坡柔性防护网系统》(JT/T 1328-2020);
- 17) 其它与崩塌滑坡治理、边坡支护、地质治理设计相关的现行规范。

2.2 广州市地质环境条件

广州市地质构造发育,处于华南褶皱系、粤中拗陷(三级构造单元)的中部,即广花凹陷、增城凸起和三水断陷盆地的交接部位,规模宏大的北东向、东西向构造带及北西向断裂带构成了广州的主体构造格局。

通过对广州市地质灾害空间分布与地质构造的空间位置关系分析:灾害点大体沿广从断裂、瘦狗岭断裂、南沙东莞断裂等断裂带近线性分布,在与其次生断裂交汇处,分布更为密集。

区域地质构造对地质灾害的形成发育有着明显的影响作用。主要表现在两个方面，一是控制地貌的形成发育，在丘陵地貌区，存在临空面，易于发生崩塌、滑坡、泥石流灾害；二是改变了岩土体的结构、物理性质和力学强度，尤其在褶皱轴部、转折端，断裂带、断裂交汇处及其两侧，风化层厚，岩石破碎，裂隙发育，易发生滑坡、崩塌灾害，岩溶、软土发育区，构造影响岩体岩溶强度和地下水流动场，易引发地面塌陷、地面沉降地质灾害。

广州市约 90%的地质灾害点发生在中低山、丘陵地区，剩余的主要发生在丘陵向河谷平原的过渡的台地、山间谷及地冲积平原。

块状较硬-坚硬侵入岩组和砂、砾、粘性土多层土体也广泛分布，其中块状较硬—坚硬侵入岩组中岩石在表生作用下极易风化，具有吸水饱和易崩解的特性，地表径流易于入渗，含水量增加使土体强度降低，易诱崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害；砂、砾、黏性土多层土体所在区域土层都较厚，一旦遇到暴雨或连续强降雨，土层受雨水浸泡，容易沿层内错动带、土岩界面等薄弱层面发生滑塌，从而引发崩塌、滑坡等地质灾害。

2.3 地质灾害治理方案选型

2.3.1 常用治理方案

地质灾害治理结构一般可采用坡率法、重力式（直立式/仰斜式）挡土墙、悬臂式挡土墙、主/被动防护网、锚杆喷射混凝土、格构式锚杆等，也可采用多种结构组合进行治疗，并合理进行坡面防护和

设置排水系统。

2.3.2 方案选型指引

一般建议通过如下几个步骤选用治理方案：

(1) 判断土质：观察边坡是土坡（松散泥土、手捏易碎、易冲刷）还是岩坡（坚硬、抗冲刷性强）。

(2) 测量坡高：用简易工具测量坡脚到坡顶的垂直高度，原则上坡高不大于 8m。

(3) 评估坡角：目测或简易测量坡角，岩坡判断是否为顺向坡（岩层倾向与坡向一致，且岩层倾角小于坡角）；主要判断内容：缓于 45°（坡率约 1:1）、接近垂直、是否为顺向坡；土坡坡度越陡、岩坡为顺向坡，所需措施越强。

(4) 确认安全距离：测量坡脚到房屋墙根道路边缘的水平距离；一般核心安全线是 3 米，距离越近，风险越高。

(5) 检查放坡空间：查看坡顶后方是否有空地可供开挖后退，这是决定能否采用最经济有效方法的关键。

(6) 勘查水情：检查坡顶、坡面及周边是否有积水、渗水或雨水冲刷痕迹；“水”是必须处理的核心问题。

(7) 在上述基础上，对照下表 2.1 选择治理方案或方案组合。

表 2.1 方案选型指引

边坡条件	推荐治理方案
条件组合 A: 有放坡空间, 且坡高 $H \leq 8\text{m}$	推荐选用：放坡支护（坡率不陡于 1:1, 坡角不大于 45°）+ 植被护坡/喷锚防护 1. 分级开挖：将陡坡成缓坡，坡面松散岩土体应清除，放坡水平距离大于坡

	高（如坡高为 6m，放坡水平距离 $L > 6m$ ）。 2. 即时防护：开挖后立即在坡面铺设草皮、种植灌木固土，或插筋挂网喷砼防护。
条件组合 B：无放坡空间，坡脚到房屋距离大于 3 米，坡高 $H \leq 6m$	推荐选用：修建坡脚挡土墙 墙体建造：在坡脚用砌石重力式挡墙或钢筋混凝土悬臂挡墙，直接支挡土体；
条件组合 C：有部分放坡空间，坡脚到房屋距离小于 3 米，坡高 $H \leq 8m$	推荐选用：坡脚挡土墙+放坡的组合支护 坡脚挡土墙一般不大于 3m，上部放坡坡率不陡于 1:1，坡脚不大于 45° 。
条件组合 D：坡脚到房屋距离小于 3 米，无重力式挡墙施工空间，无放坡空间，坡面岩石破碎、土质松散易落石。	推荐选用：悬臂式挡土墙、锚杆格梁、锚杆喷射混凝土、主/被动防护网 1. 土坡：1) 坡顶永久可用地范围较小，但可临时用地，选用悬臂式挡墙方案，要求坡高 $H \leq 5m$ ；2) 坡脚有锚杆（索）施工空间，可采用格构式锚杆、锚杆喷射混凝土方案。 2. 岩坡：先对松散岩块进行清除，裂缝封填灌浆，防止雨水渗入；并设主/被动防护网。

无论选择以上哪种方案，都必须同步修建排水系统（坡顶截水沟+坡脚排水沟），进行坡面防护（坡面防护可采用锚杆喷砼或三维网植草绿化）。同时建议按边坡条件优先级，自条件组合 A 至条件组合 D 进行方案选型，如条件组合 D 较为复杂，简易治理方案无法实施，应引入专业设计队伍出具设计方案进行治理。

2.3.3 坡率法

若场地周边有足够放坡卸载空间，宜优先采用放坡结合坡面植草绿化防护，并设置统一的排水体系。

（1）坡率法施工工艺及注意事项

1) 土方开挖前，应做好坡顶截水和场地内排水措施，防止地表

水流入坡面造成土体软化。

2) 边坡开挖坡脚一般不大于 45° ；土方开挖应采取分区分层均衡开挖，严禁超挖，每次开挖不应超过 2m，严禁采用一挖到底的方式，预防挖土太快导致局部坍塌或支挡结构过量偏移；土方开挖应从上往下延伸，开挖并支挡至坡底，应及时施工坡底排水沟并硬化处理。

3) 土方开挖期间应做好临时边坡防冲刷措施，可采用彩条布临时覆盖或临时喷砼防冲刷。

4) 土方施工过程中，应测量和校核其平面位置标高和边坡坡度等，清理坡面和坡脚部位原崩塌松散体，削顺坡面，**特别注意崩塌后坡顶较陡或悬空部位的顺坡处理**，避免坡顶二次崩塌现象。

5) 坡面绿化可采用白三叶、假俭草、两耳草、中华结缕草、双穗雀稗、小糠草、细叶结缕草、马尼拉结缕草、马蹄金、香根草、沟叶结缕草、狗牙根草等适合华南地区生长和护坡作用的植物。

(2) 典型案例：

越秀山～麓湖联通工程（云道）两侧边坡高约 8m，坡体由花岗岩风化残坡积土构成，为建设联通工程需削坡，采用 45° 坡角进行削坡处理，坡面三维网混播植草防护，如图 2.1~2.2 所示；治理后坡面植被发育，实现了边坡安全与生态防护，如图 2.3 所示。

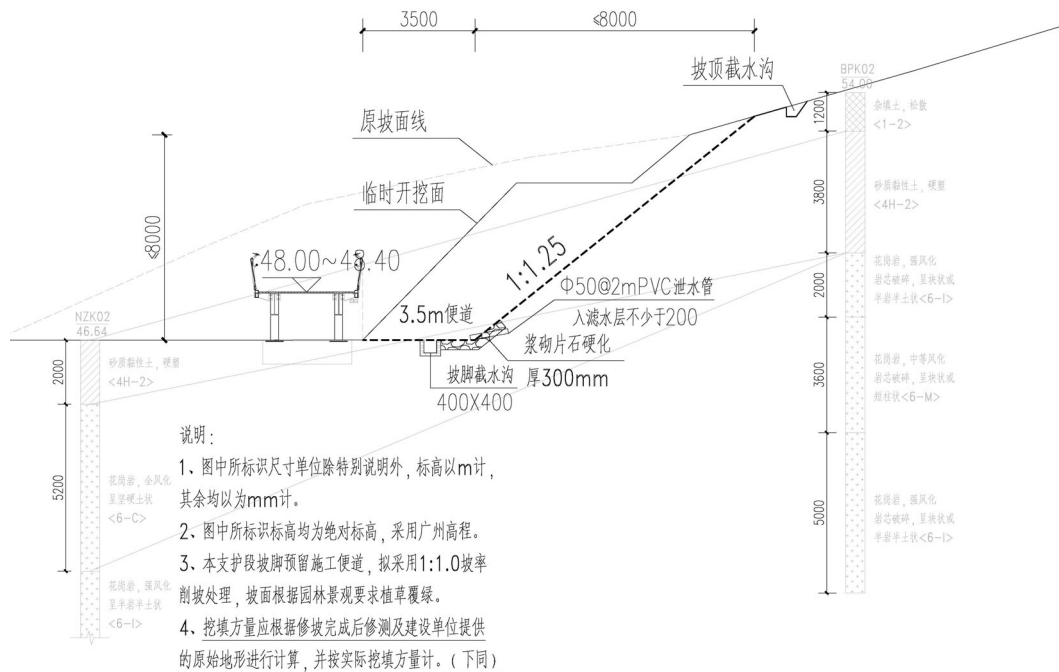


图 2.1 放坡支护典型剖面（一）

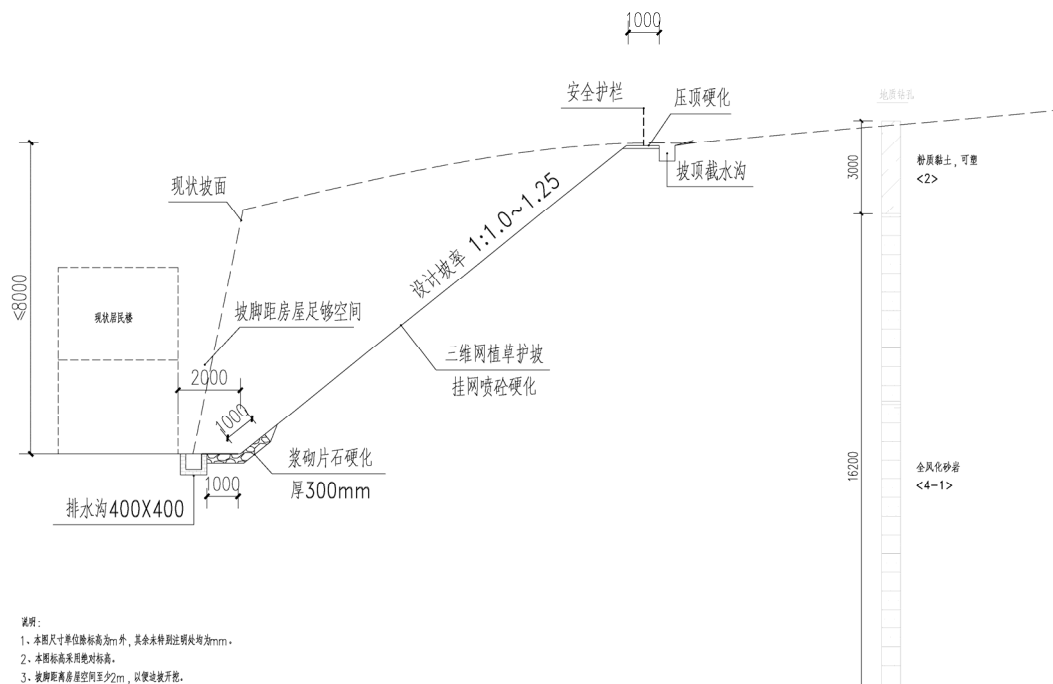


图 2.2 放坡支护典型剖面（二）



图 2.3 放坡支护治理后现场照片

2.3.4 重力式挡土墙

若周边无放坡空间，坡脚到房屋距离大于 3 米，坡高 $H \leq 6\text{m}$ ，可选用重力式挡土墙进行支护，此处选用的重力式挡土墙一般为直立式或仰斜式。

(1) 重力式挡土墙施工工艺及注意事项

1) 施工顺序：测量放线→开挖挡墙工作面土方（做好临时防护措施，临时开挖面坡率一般不陡于 1:1）→支模施工重力式挡墙→施工坡顶截水沟→坡脚排水沟。

2) 墙身块石应选用坚实、未风化、无裂缝、洁净的石料，强度等级不低于 MU30，表面如有污泥、水锈，应用水冲洗干净，块石外形应大致方正，最小厚度不小于 15cm。

3) 为排出墙后积水，采用 $\phi 50 \sim 100$ 、厚 5mmPVC 管，间距 2m 梅

花形布置排水系统，PVC 管近土侧应多开孔，用棕榈或土工布包裹，防止堵塞。

4) 挡土墙每 15 ~ 20m 需设置一道伸缩缝，伸缩缝应延伸至挡墙底，缝宽 20 ~ 30mm，缝中填塞沥青麻筋，填塞深度不少于 150mm。

(2) 典型案例：

海珠区土华公园某边坡，高约 2 ~ 3.5m，长约 100m，墙顶为村民收费停车场，底部为中学教学楼，挡墙底距教学楼仅 1m；原重力式挡墙砌体松散、局部“鼓胀”、向教学楼倾斜，距离教学楼近威胁师生安全；治理方案为：拆除原有隐患的毛石挡墙，重新施工直立式挡土墙，新建挡墙与教学楼预留足够安全空间，保证安全且不侵占墙顶停车空间。挡土墙支护典型剖面图如图 2.4 所示，治理前后现场照片如图 2.5 所示。

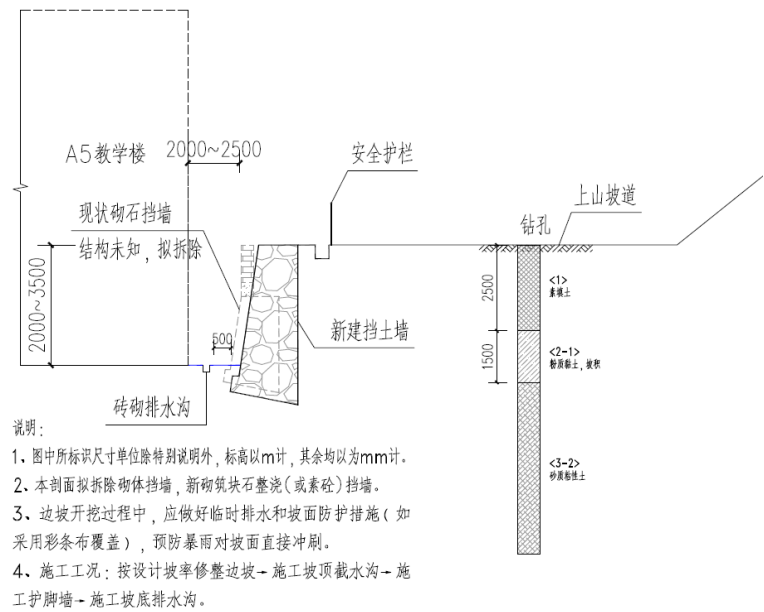
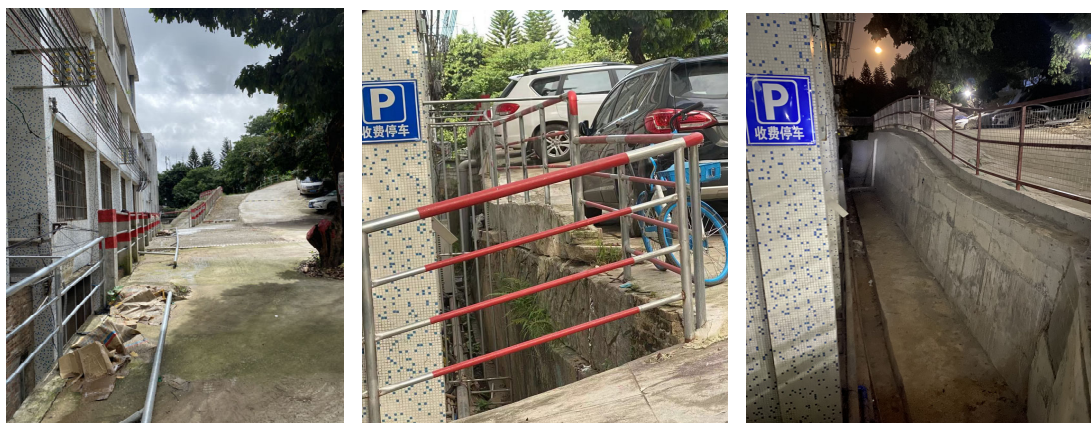


图 2.4 重力式挡土墙治理典型剖面



场地周边环境

治理前

治理后

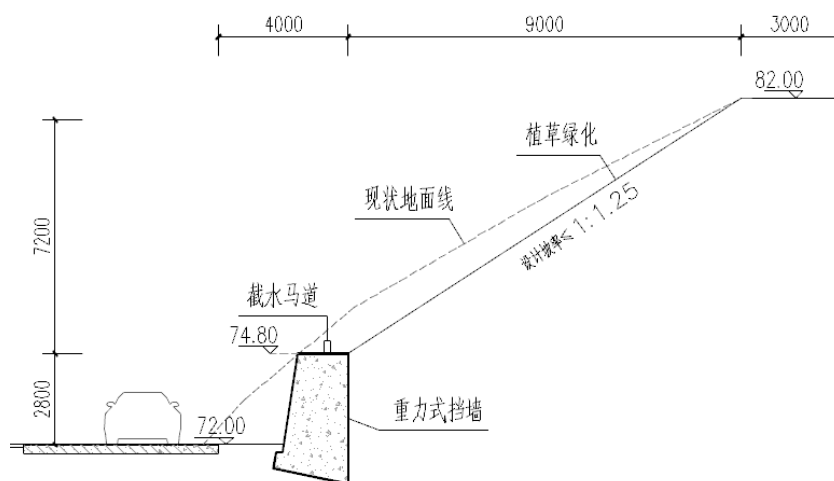
图 2.5 重力式挡土墙治理治理前后现场照片

2.3.5 重力式挡土墙+放坡

若场地周边有部分放坡空间，坡高 $H \leq 8\text{m}$ ，可采用“重力式挡土墙+放坡”的治理方案，一般重力式挡土墙高度不超过 3m，墙顶设置马道截水沟，墙脚设置排水沟并硬化处理，挡墙顶以上部分采用放坡处理，坡角原则上不大于 45° ，坡顶设置截水沟，形成通畅排水体系。

（1）典型案例一

黄埔区金坑某边坡，高约 10m，宽约 15m，坡体由花岗岩风化残坡积土构成，采用 45° 坡角进行削坡处理，结合坡脚重力式（直立式）挡墙进行支护，坡顶、坡脚设排水沟、挡墙顶设截水马道，坡面三维网植草防护。挡墙+放坡典型治理剖面如图 2.6 所示，治理后现场照片如图 2.7 所示。



设计说明：

- 1、本图尺寸单位除标高为m外，其余未特别注明处均以mm计。
- 2、采用重力式挡墙进行支护。
- 3、边坡开挖过程中，应做好临时排水，坡面防护措施（如采用彩条布覆盖），预防暴雨对坡面直接冲刷。

图 2.6 重力式（直立式）挡土墙+放坡支护典型剖面



图 2.7 重力式（直立式）挡墙+放坡支护治理后现场照片

（2） 典型案例二：

黄埔区联和街某地灾点，坡度 $65^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，坡高 5m，长约 25m，坡体由花岗岩风化残坡积土构成，坡面植被发育，坡顶为竹林，坡脚为民房、停车场。边坡发生崩塌部位高约 4m，宽约 5m，方量约

坡体由花岗岩风化残坡积土构成，坡面植被发育，坡顶为山体，坡脚为民房；边坡崩塌段边坡高约 5m，宽约 6m，方量约 50m³，现场照片如图 2.10 所示。考虑坡度较陡，在坡脚部位设置重力式（直立式）挡墙，并削顺墙顶坡面（缓于 45°），设置截水马道和排水沟，直立式挡墙+放坡治理典型剖面如图 2.11 所示。



图 2.10 重力式（直立式）挡土墙+放坡支护治理前现场照片（靠近民房，局部崩塌）

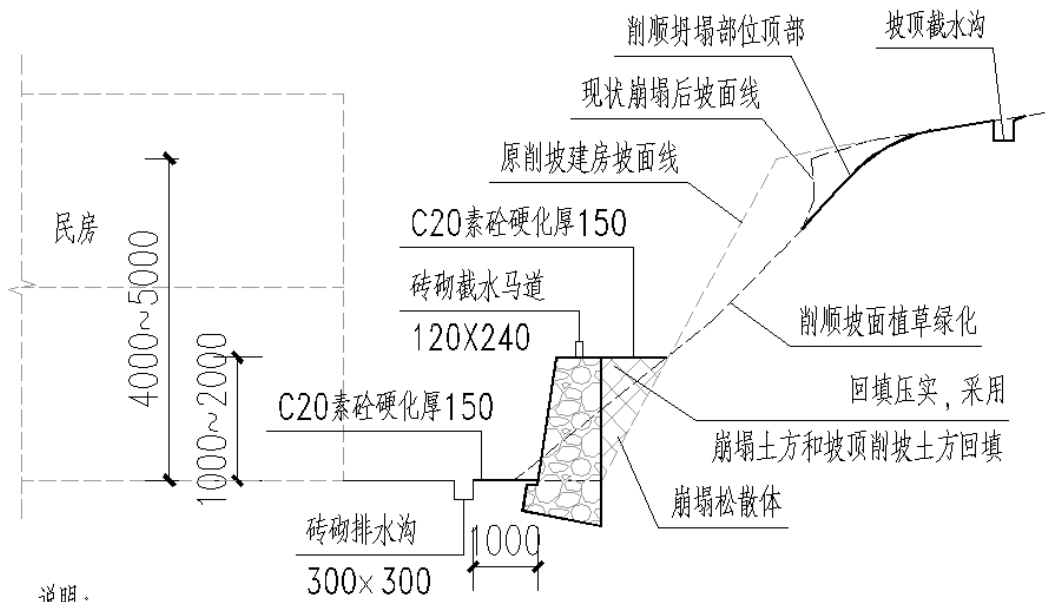


图 2.11 重力式（直立式）挡土墙+放坡治理典型剖面

2.3.6 悬臂式挡土墙

若坡顶永久可用地范围较小，但有临时用地，特别是填方区域，推荐采用悬臂式挡墙（钢筋混凝土）进行支护，一般挡墙总高度控制在 5m 以内，超过 5m 需进行专门设计。墙顶设黏土防水层并硬化处理，墙脚设置排水沟并硬化。

（1） 悬臂式挡墙施工工艺及注意事项

1) 挡土墙应分段浇筑，先进行底板施工，确定底板尺寸后进行钢筋绑扎、立模，同时预埋墙面板钢筋和扶壁钢筋。底板施工完毕后进行面板施工，先绑扎墙面板钢筋，钢筋安装完经监理检查合格后，开始支模，施工中需特别注意模板的垂直度和平整度。混凝土由罐车从集中拌合站运至现场，经泵送料入模，采用插入式振捣棒振捣，不得过振及漏振。

2) 挡墙地基纵向坡度大于 5% 时，基底应做成台阶形。

3) 挡土墙基底应设 100mm 厚素砼垫层，垫层墙底两侧各超出墙边线 100mm，挡土墙没 15~20m 设一道变形缝，变形缝要求同重力式挡墙。未尽事宜参照悬臂式挡土墙大样图及相关规范执行。

（2） 典型案例

白云山东侧填土建房边坡，边坡高约 5m，采用悬臂式挡墙支护方案，典型支护剖面如图 2.12 所示，治理过程施工照片如图 2.13 所示。

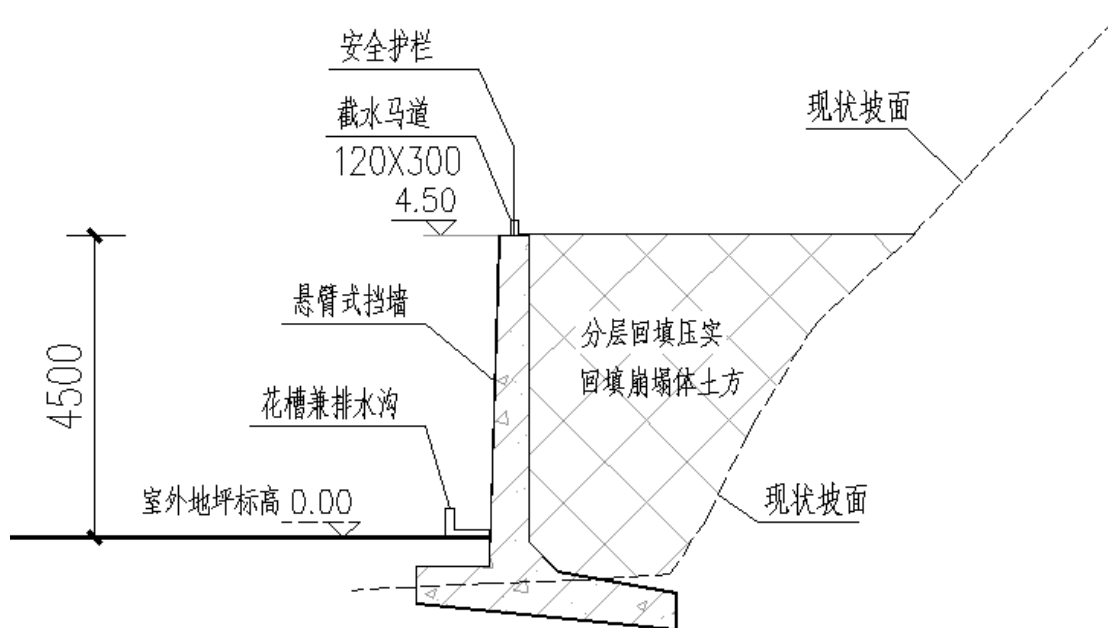


图 2.12 悬臂式钢筋混凝土挡土墙支护典型剖面



图 2.13 悬臂式钢筋混凝土挡土墙治理过程现场照片

2.3.7 主动防护网

主动防护网主要针对小型岩质边坡崩塌治理，中型及以上岩质边坡崩塌应委托有资质设计单位进行现场勘查，出具针对性治理方案。

(1) 主动防护网施工工艺及注意事项

1) 施工前应清理不稳定岩块和松散体，做好坡顶排水沟。

- 2) 注浆锚杆应锚入稳定岩层中，一般长度 2~3m。
- 3) 施工过程中需设置施工平台，锚杆采用干作业成孔工艺。
- 4) 主动防护网系统中的钢丝、钢丝绳及其制品的防腐性能应满足相关要求。

(2) 典型案例

番禺石楼某岩质边坡，边坡支护长度约 80m，坡高约 10~15m，现状坡面裸露，坡体遭暴雨冲刷存在小型崩塌的风险；采用主动防护网方案进行坡面加固。治理支护典型剖面如图 2.14 所示，治理前后照片如图 2.15 所示。

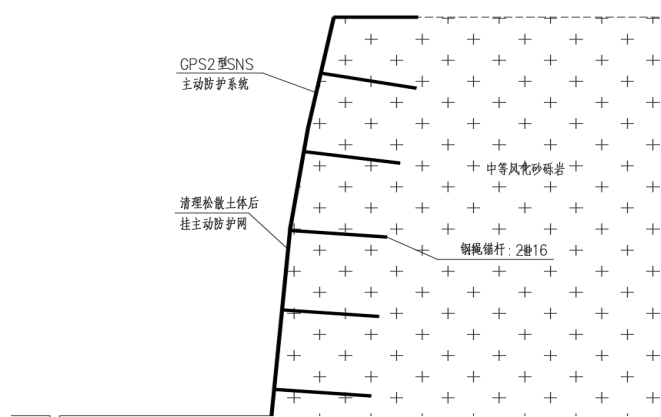


图 2.14 岩质边坡主动防护网治理典型剖面



图 2.15 岩质边坡主动防护网治理前后照片

2.3.8 被动防护网

被动防护网是在崩塌落石与保护对象之间设置的用于截停碎块石的拦石网系统，在陡崖下有缓坡地形时优先使用，可与主动防护网联合使用。

(1) 被动防护网施工工艺及注意事项

1) 被动防护网系统布置宜沿等高线走向，以能最大程度拦截落石为原则。

2) 钢柱基座放线时，各钢柱基座位置尽可能设在同一等高线上，相邻钢柱基座间高差宜控制在 0.5m 内。

3) 锚杆水泥砂浆（水泥浆）宜从孔底反压注浆，保证注浆密实饱满。

4) 消能装置不宜安装在钢柱之间，距钢柱距离应保证消能装置可以完全发挥功效。

5) 钢柱基础地层为中微风化岩层时，可采用地脚螺栓锚固，锚固长度一般不少于 2m；当钢柱基础地层为土质边坡或松散岩石时，可采用砼基础预埋地脚螺栓锚固或螺纹钢锚杆锚固，砼基础应处于硬塑至坚硬状态地层，若无法达到要求，必要时应采取注浆加固等措施。

6) 钢柱沿冲击方向具有自由偏摆能力，垂直于冲击方向可转动角度不低于 10°，支撑绳与柱头柱脚连接要求不得出现卡死现象。

(2) 典型案例一：

黄埔区云埔街道某边坡南段为土岩混合边坡，崩塌点坡型呈上

陡下缓形，坡顶局部崩塌，方量约 50m^3 ，坡脚滚落多块孤石，最大体积约 8.2m^3 ；治理方案下部岩质边坡采用被动防护网进行治理，典型剖面如图 2.16 所示，治理前后照片如图 2.17 所示。

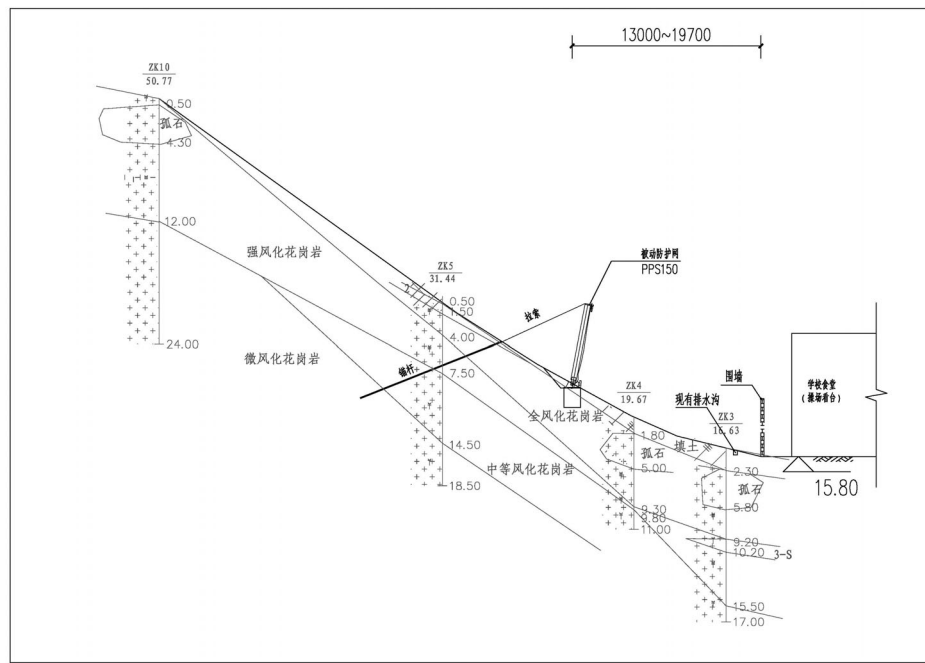


图 2.16 岩质边坡被动防护网治理典型剖面



图 2.17 岩质边坡被动防护网治理前后照片

(3) 典型案例二：

白云区金沙洲某岩质边坡，边坡支护长度约 90m ，支护高度 $7.3\sim 23.3\text{m}$ ，边坡局部裸露岩面，坡体遭暴雨冲刷易出现小型崩塌。采用主动防护网+被动防护网方案进行治理，典型剖面如图 2.18 所

示，治理前后照片如图 2.19 所示。

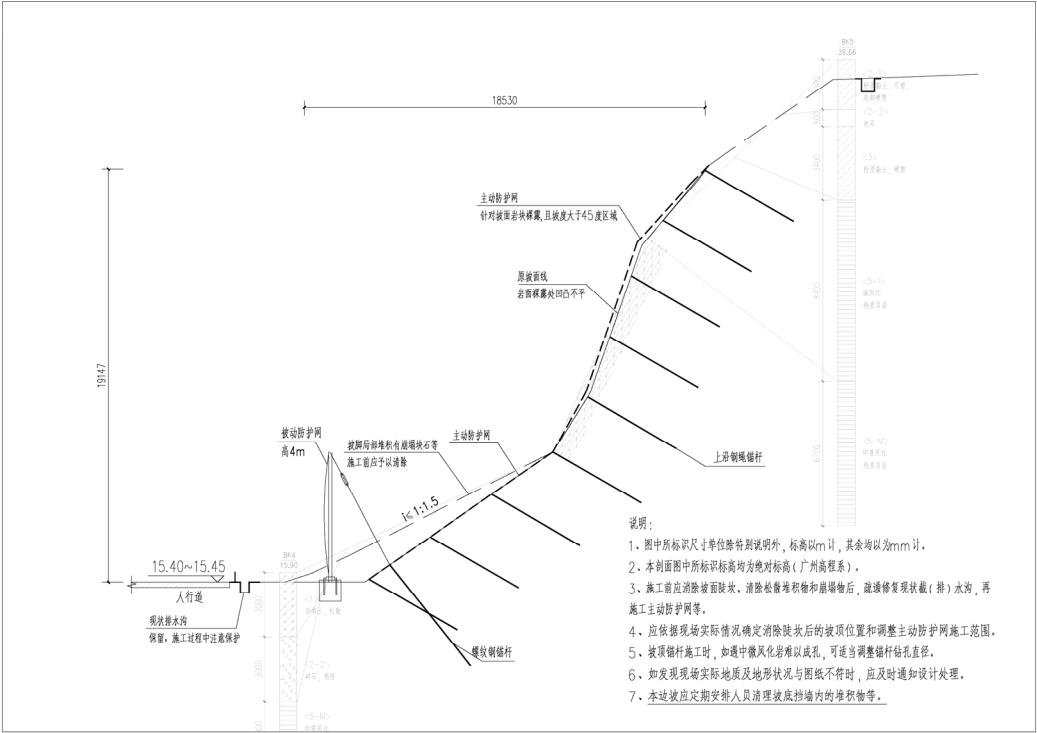


图 2.18 岩质边坡主动防护网+被动防护网治理典型剖面



图 2.19 岩质边坡主动防护网+被动防护网治理前后现场照片

2.3.9 格构式锚杆

格构式锚杆适用于对绿化景观要求较高、周边环境相对狭窄的地灾治理。

(1) 格构式锚杆施工工艺及注意事项

1) 格构梁开槽应由人工开挖，开挖面平直、稳定，开槽深度 200mm，格构梁嵌入坡面不少于 200mm。开挖后及时喷水泥浆防护，基底先铺垫砂浆找平层。

2) 格构梁采用 C30 砼现浇，钢筋保护层厚度 35mm。支模应牢固、平直，在锚孔周围钢筋较密集，砼浇筑时应仔细振捣，保证质量。

3) 锚杆采用 HRB400 钢筋，成孔直径 110~130mm，成孔长度不少于设计长度，长度一般 9~15m，必要时应采用预应力锚索。锚杆杆体放入孔内注浆前，应清除孔内岩粉、土屑和积水。

4) 注浆压力为 0.5~0.8MPa，水灰比为 0.4~0.5 纯水泥浆，浆体抗压强度 28d 不低于 25MPa。锚杆注浆应饱满，孔口应设置止浆塞，应采用二次注浆工艺，二次注浆采用纯水泥浆，注浆压力 2.0~3.0MPa。

5) 注浆锚杆应涂除锈漆，锚头部分应涂防腐剂，再用砼封锚。

6) 格构梁每 10~15 设一道变形缝，缝宽度 20~30mm，缝中填塞沥青麻筋。

7) 格梁内一般采用植物防护，大多采用三维网植草复绿。

(2) 典型案例

从化区某地灾点，坡高 1~10m，坡长约 130m，边坡为人工削坡形成，房屋距坡脚约 1.5m，崩塌体堆积于坡脚，主要由坡残积土组成。采用格构式锚杆进行治理，典型剖面如图 2.20 所示，治理前后照片如图 2.21 所示。

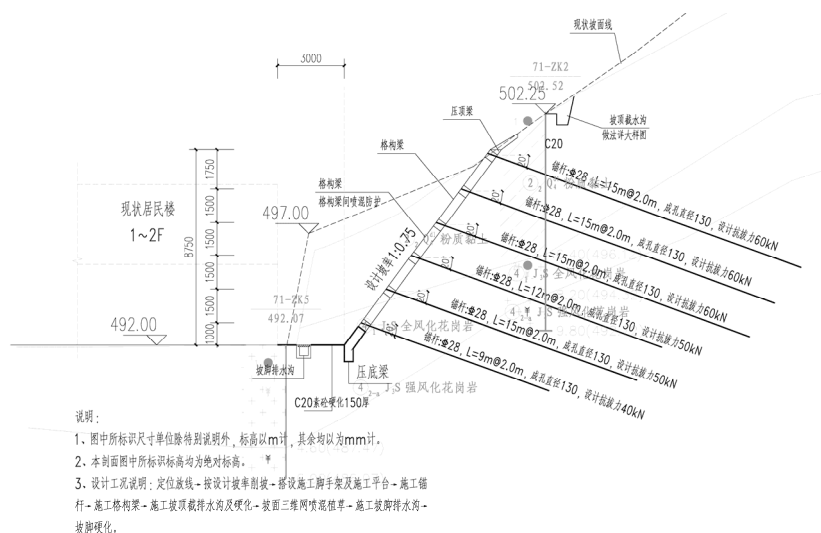


图 2.20 格构式锚杆治理典型剖面



图 2.21 格构式锚杆治理前后现场照片

2.3.10 锚杆喷射混凝土

锚杆喷射混凝土适用于对绿化景观要求较低、坡率较陡、周边环境相对狭窄的地灾治理。

(1) 锚杆喷射混凝土施工工艺及注意事项

1) 喷射混凝土施工流程: 开挖工作面, 人工修整坡面、埋设喷射混凝土厚度控制标志→喷射第一层混凝土→锚杆施工→绑扎固定钢筋网、设置加强筋, 加强筋与锚杆钢筋应焊接→喷射第二层混凝土至设计厚度。

2) 喷射混凝土应分层分段依次进行，同一分段内喷射顺序应自下而上，一次喷射厚度不宜小于 50mm；喷射时，喷头应尽量与受喷面垂直，距离宜为 0.6~1.2m；喷射时应控制好水灰比，保持混凝土表面平整、湿润光泽、无干斑及滑移流淌现象。

3) 喷射混凝土应在终凝后洒水养护。

4) 需根据设计图纸设置泄水孔。

(2) 典型案例

天河区凤凰街道某边坡坡长 35m，坡高 2~7m，坡度 60°，坡向 170°，距坡脚分布多栋楼房。边坡土层主要为硬塑~坚硬的坡残积土及下覆花岗岩，边坡为土质边坡，局部见土体裸露。采用锚杆喷射混凝土进行治理，典型剖面如图 2.22 所示，治理前后照片如图 2.23 所示。

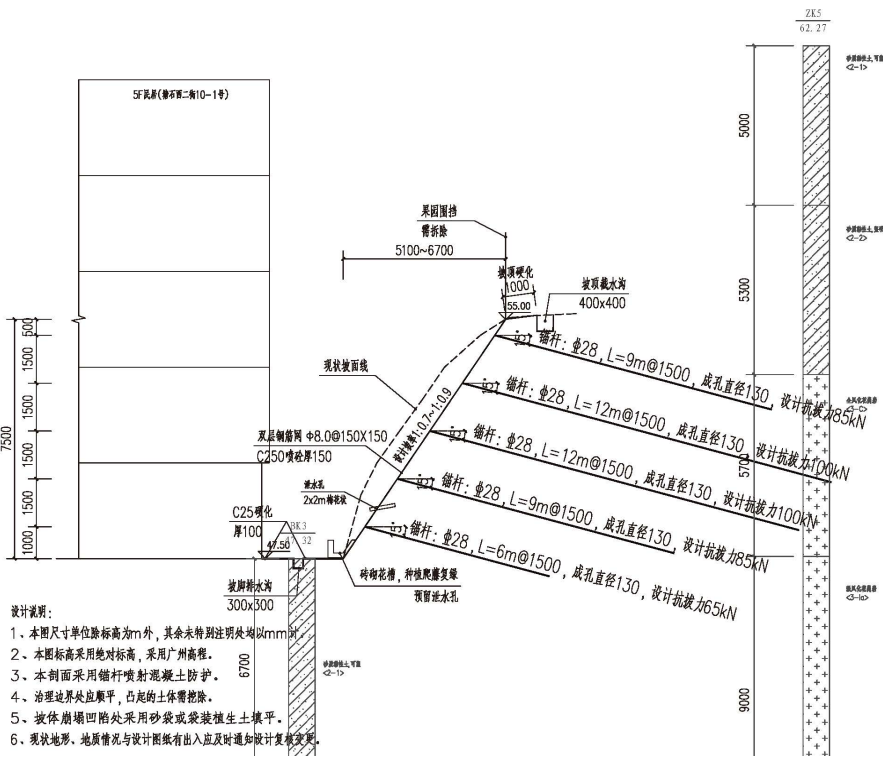


图 2.22 锚杆喷射混凝土治理典型剖面



图 2.23 锚杆喷射混凝土治理前后照片

2.4 地灾治理施工常见问题

(1) 削坡坡率较陡（图示坡脚达 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ），坡面裸露容易发生崩塌滑坡和坡面冲刷，如图 2.24 所示。



图 2.24 坡率偏陡、坡面裸露

(2) 坡顶未设置截水沟，坡面未及时绿化防护且未采取防冲刷措施，坡面冲刷严重，如图 2.25 所示。



图 2.25 未设截水沟、坡面冲刷

(3) 挡墙厚度不足，且未与顶部坡体形成有效连接，墙顶放坡坡率偏陡，如图 2.26 所示。



图 2.26 挡土墙厚度设置不足、墙顶放坡偏陡

(4) 挂网喷砼坡体未设置泄水管，增加坡体不稳定性，如图 2.27 所示。



图 2.27 喷砼面未设泄水管

(5) 坡面未修整削坡直接喷砼防护，如图 2.28 所示。



图 2.28 坡面防护前未修整边坡

(6) 坡顶截水沟上部坡率偏陡，且未设置护面导致局部崩塌，如图 2.29 所示。



图 2.29 坡顶截水沟上部坡面偏陡、未防护

(7) 坡面坡度偏陡，未满足设计要求，坡顶排水不畅致局部崩塌，如图 2.30 所示。



图 2.30 放坡坡度过陡、坡顶截水沟排水不畅

(8) 主动防护网与岩面贴合不紧密、未覆盖至坡脚，存在岩质边坡碎块石滑落致坡脚，主动防护网部分失效的风险，如图 2.31 所示。



图 2.31 主动防护网与岩面贴合不紧密

第三章 地灾治理工程排水设计

3.1 排水设计的一般原则

排水工程应本着“防治结合、纵横结合、综合治理、长效可靠”的原则进行设计施工，其核心目标是通过有效控制地表水与地下水，减轻水对岩土体的软化、冲刷及产生的静水压力与动水压力，不因排水不当影响边坡稳定性。

3.2 排水系统类型

主要包括坡顶截水沟、坡底排水沟、挡墙顶马道平台、坡面泄水孔、急流槽和检查踏步等。

3.3 施工工艺及注意事项

(1) 施工过程中，必须做好地表截水和坡底排水工作，防止坡顶地表水下渗和坡底积水；特别是在挡土墙施工后，应采取泄水孔等有效措施，排出挡墙内积水。

(2) 边坡坡脚均应设置排水沟，在边坡土方开挖时，应做好预防暴雨冲刷的临时防护措施；坡脚排水沟和坡顶截水沟每隔 20 ~ 25m 设置一伸缩缝，缝宽 20mm，沥青板填塞，表面用水泥砂浆抹平；坡体每 30~50m 设置一道检查踏步或急流槽作为竖向排水通道。

(3) 排水系统施工时要求平顺，相互之间连成网络，不能导致坡面和沟内积水，排水沟底面坡率坡降不小于 3‰。

(4) 土方开挖和支护结构施工时，应做好场地临时截排水措施。

(5) 所有的截排水沟应就近排到低洼处现有排水系统，严禁截排水沟直接冲刷坡脚房屋、道路或坡面，造成二次灾害。

(6) 坡顶截水沟靠山顶侧若因开挖形成陡坡，开挖坡率原则上不陡于 1:1，且应进行喷砟或绿化防护。

(7) 截排水沟两侧土体应回填至沟侧面并压实以便雨水及时汇入水沟，严禁因截排水沟两侧土体低于侧面形成新排水土沟。

(8) 应加强对完工后排水系统的雨后巡检工作，对于未达到截排水效果的部位，应及时修复并重新完善排水布置。

第四章 安全管理和控制措施

4.1 施工危险性分析

崩塌滑坡地质灾害治理施工开挖属危险性较大的施工作业，极易诱发二次崩塌滑坡，引发次生灾害。主要风险为：1.挡墙临时开挖边坡防护措施不到位，导致临时边坡失稳或暴雨冲刷临时开挖面造成局部坍塌；2.坡面上汇聚雨水未能及时排出，雨水软化坡脚，造成边坡失稳；3.排水泄水孔堵塞，山体水不能及时排出，导致挡土墙或喷砼护面破坏；4.支护结构变形大，影响周边道路、建筑物和边坡的稳定性，甚至坍塌失稳；5.坡面防护不当，土体冲刷边坡，严重时致崩塌滑坡；6.格构梁嵌入土体深度不满足要求或与坡面出现脱空，导致支护结构失效；7.各类其他风险。

4.2 管理控制措施

开工前应做好专项施工组织设计方案、安全施工专项方案和有关应急预案，方案、预案包括但不限于以下内容：1.应急组织机构设置，建立有效的施工监测信息沟通机制；2.现场储备必要的止水堵漏器材，如钢板桩、水泥、编织带等；3.制定有针对性的抢险加固措施；4.完善的现场管理和巡查制度；5.与供水、煤气、供电、电信、公安、消防等部门保持密切联系。

4.3 抢险加固建议

(1) 地质灾害治理工程发生次生灾害事故后，首先要查明事故的确切原因，判断发展动态，正确制定处理方案，并迅速组织力量进行抢救，避免丧失良机，酿成更严重的后果。

(2) 一般情况下可采用如下加固方案：1.在地面出现裂缝区域，

采用纯水泥浆进行灌填；2.对放坡部位，当边坡变形较大或出现滑塌迹象时，可采用坡脚堆料反压，在坡面击入长木桩或钢板桩止滑；3.如有必要时，可增加施工预应力锚索限制边坡变形；4.对场地条件允许的部位，可采用挖除坡顶土方卸载减小边坡变形；5.及时回填反压。

(3) 若边坡变形过大或周边建构筑物开裂严重时，除需及时处理并上报相关部门外，必要时立即疏散作业人员以防止造成人员伤亡。

第五章 例行维修检查

5.1 例行检查范围

例行维修检查时，需进行如下基本维修工作(不局限于以下几点)：1.清理积存于截排水沟内杂物；2.修葺破裂或已损毁的排水沟；3.修补或更换坡面已损毁的斜坡护面；4.清理淤塞的泄水孔及出水管；5.清除斜坡表面引致严重裂缝的植物。

5.2 例行维修检查的频率与时间

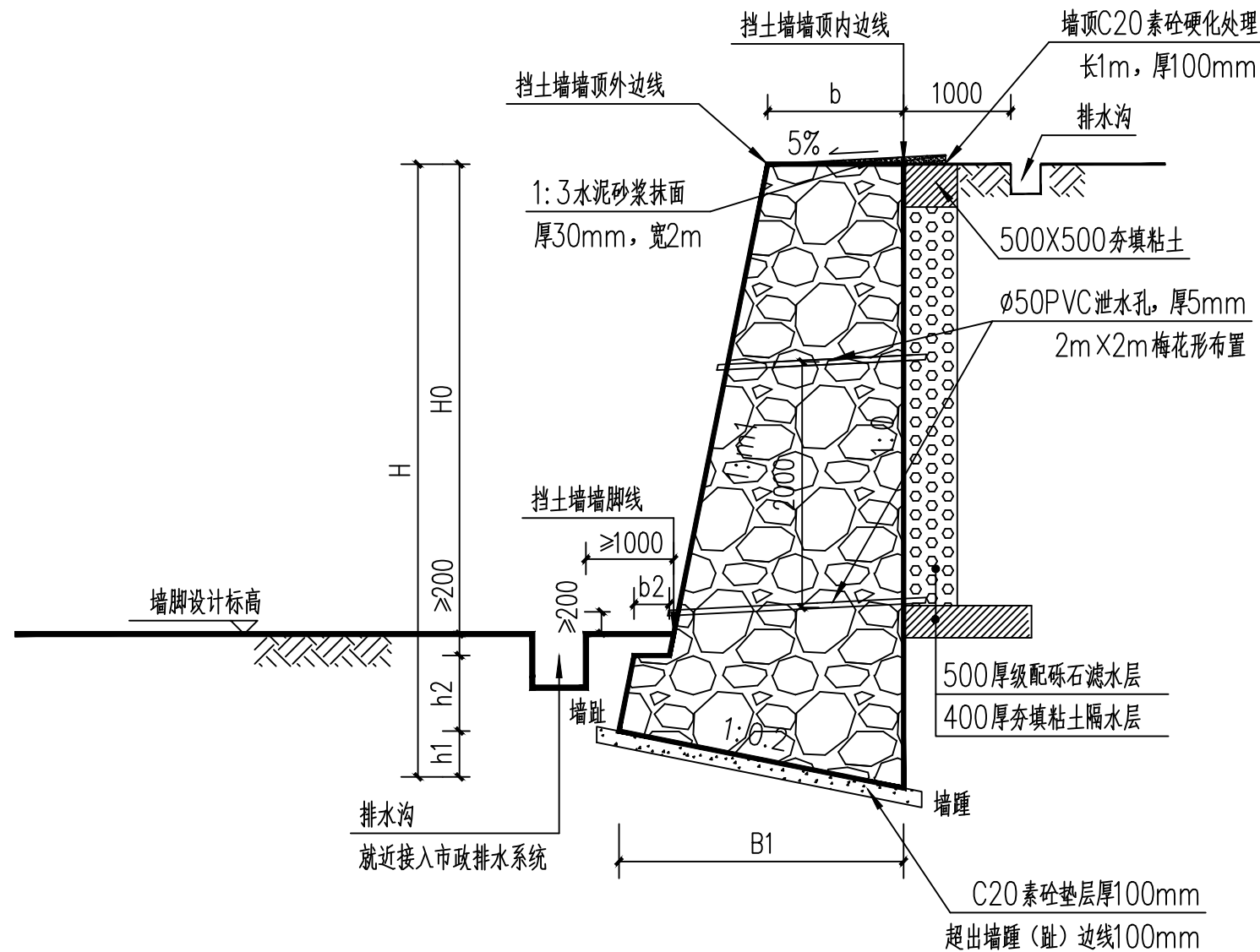
例行维修检查至少每年进行一次。此外，应在大雨后，安排巡查排水沟，并清理淤积物。发布黄色以上暴雨预警后都应进行维修检查。任何维修工程应尽量在雨季来临前竣工。

开展维修检查和相应的维修工程，应由专人进行记录并存档。

附件：1. 重力式（直立式）和仰斜式挡墙大样图

2. 悬臂式挡墙大样图

3. 锚杆喷射混凝土大样图
4. 三维网植草大样图
5. 混凝土格梁结构大样图（一）
6. 混凝土格梁结构大样图（二）
7. 截排水大样图
8. 检查踏步断面及配筋大样图
9. 主动防护网大样图
10. 被动防护网大样图

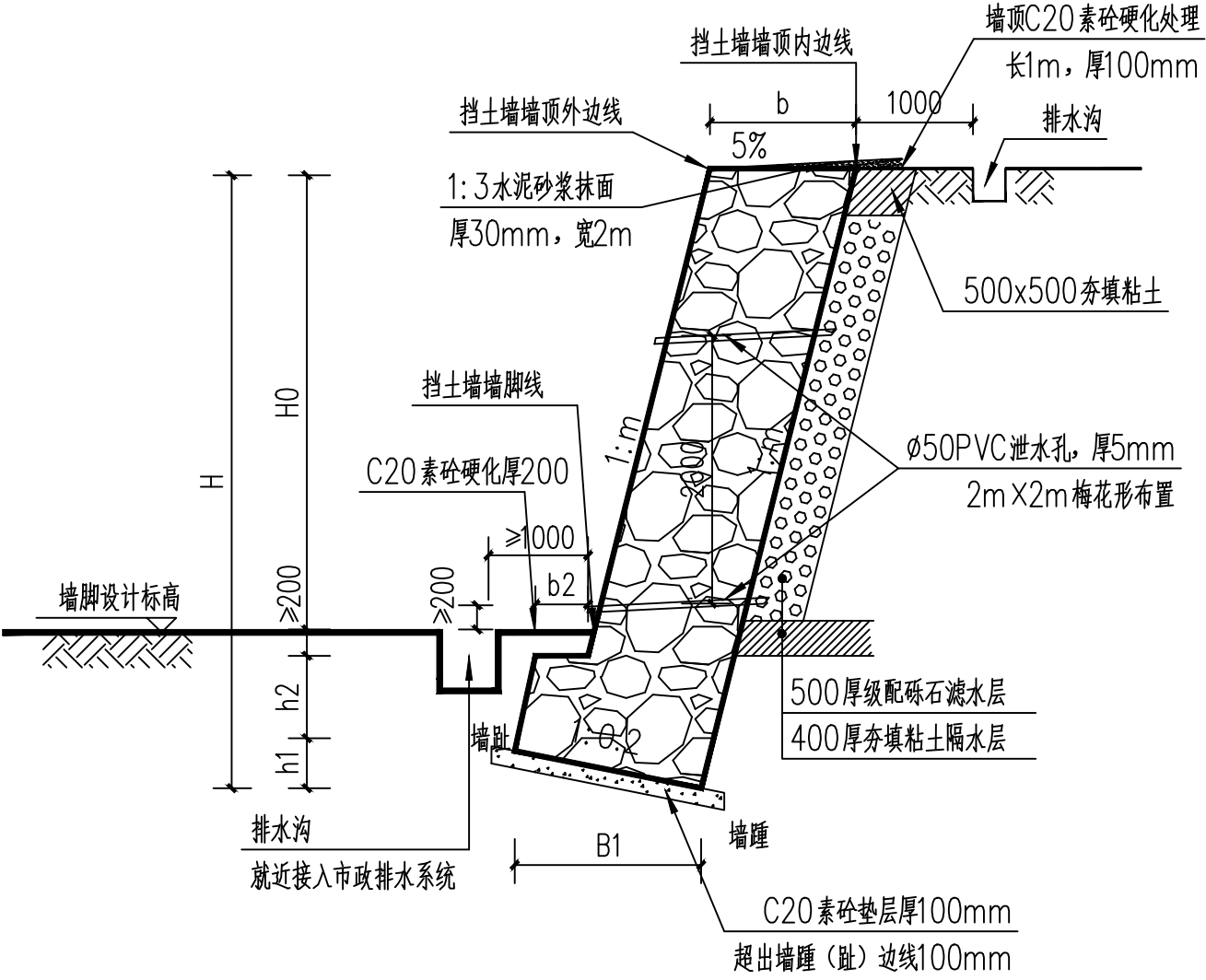


直立式挡土墙断面示意图

直立式挡土墙断面尺寸及参数表 (mm)

编号	断面尺寸								每米体积 (m³)	基底压力设计值 (kPa)
	墙身总高度 H	支挡高度 H0	基底底坡高度 h1	墙趾高度 h2	墙趾宽度 b2	墙顶宽度 b	基底宽度 B1	墙面坡率 m1		
ZL2	2000	1190	210	400	170	620	1060	0.15	1.53	90
ZL3	3000	2070	280	450	190	800	1400	0.15	3.01	97
ZL4	4000	2950	350	500	210	980	1740	0.15	4.99	135
ZL5	5000	3800	450	550	230	1310	2230	0.15	8.15	165
ZL6	6000	4680	520	600	250	1520	2590	0.15	11.39	202
ZL7	7000	5560	590	650	270	1720	2950	0.15	15.16	238
ZL8	8000	6440	660	700	290	1920	3320	0.15	19.46	274

- 设计说明：
- 1、本图尺寸除标高外，均以mm计。
 - 2、本图适用于直立式挡土墙支护，墙顶设计超载10kPa断面尺寸及参数，墙底摩擦系数 $\mu=0.3$ ，根据支护高度的不同选用不同的挡墙断面尺寸。
 - 3、重力式挡墙采用M7.5浆砌块石砌筑，也可采用C20毛石混凝土整体浇筑（毛石体积：混凝土体积=3:7）。
 - 4、沿挡墙方向每20~25m设置一道伸缩缝(毛石混凝土挡墙每10~15m设置一道)，缝内填充沥青麻筋、沥青木板或其他有弹性的防水材料，深度不小于150mm，宽20~30mm。
 - 5、挡墙后面的填土，应优先选择抗剪强度高和透水性较强的填料。当采用黏性土作填料时，宜掺入适量的砂砾或碎石。不应采用淤泥质土、耕植土、膨胀性黏土等软弱有害的岩土体作为填料。
 - 6、边坡开挖应采用“纵向分段，两端同步”的方式有序推进，纵向分段长度20~30m。
 - 7、要求边坡开挖后立即支护，开挖面不可长时间暴露。须避免雨天开挖边坡，如果开挖面暴露后遇到下雨坡面防护来不及施工，应避免雨水对坡面的冲刷，及时采用塑料布等不透水材料全坡面覆盖，坡顶用土压实，防止雨水下渗。
 - 8、墙后填土应分层夯实，压实度 $\lambda_c \geq 0.94$ ，选料及其密实度均应满足设计要求，填料回填应在砌体或混凝土强度达到设计强度的75%以上后进行。
 - 9、当填方挡墙墙后地面的横坡坡度大于1:6时，应进行地面粗糙处理后再填土。
 - 10、修正后的基底土承载力特征值不应小于基底压力设计值，如不能满足要求应进行地基处理。
 - 11、应采取可靠措施保证墙后排水反滤层和泄水孔的施工质量，挡墙后填土地表应设置排水良好的地表排水系统。



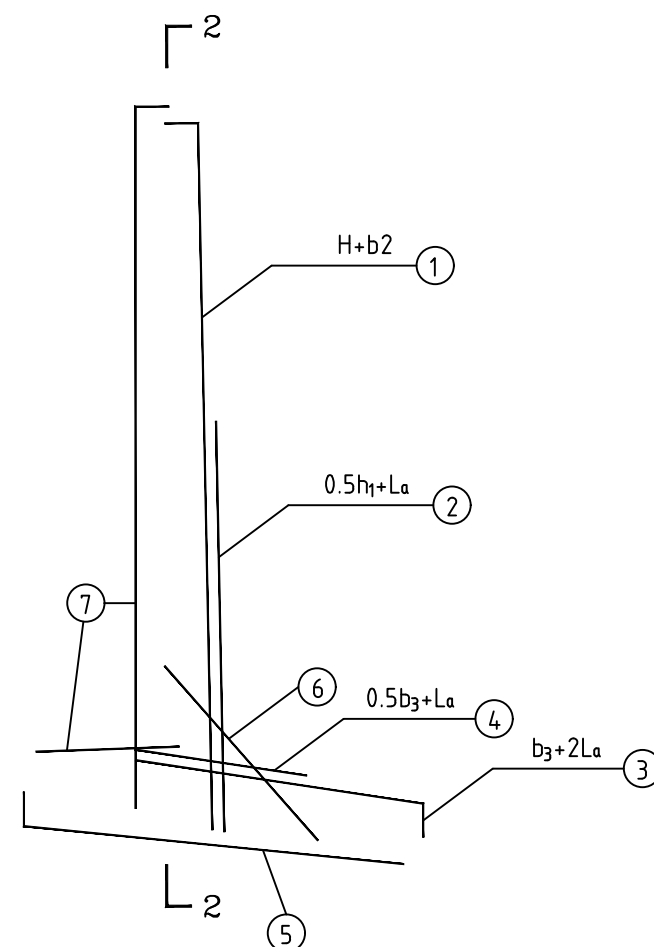
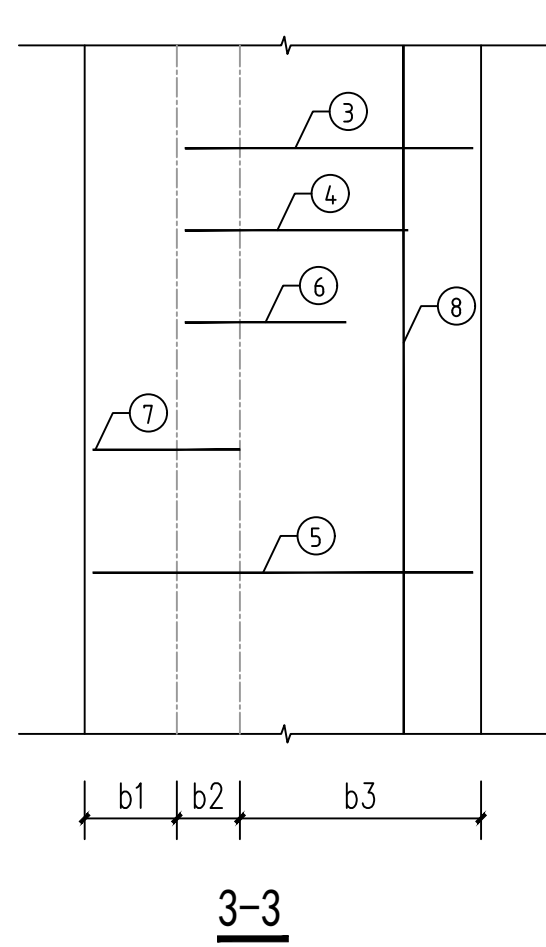
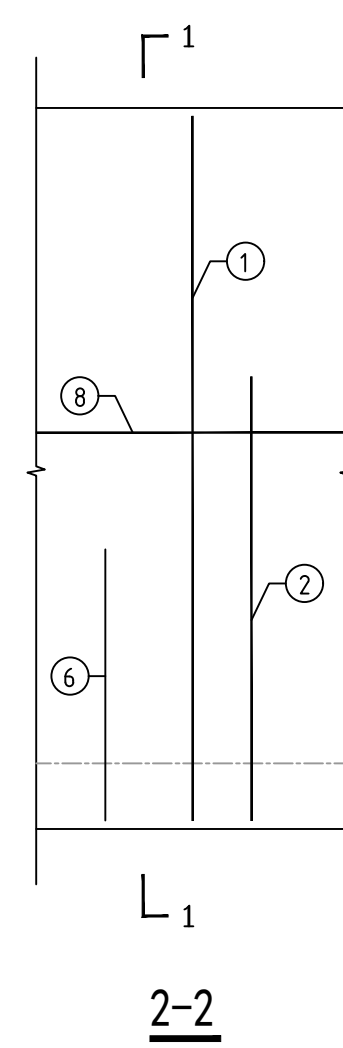
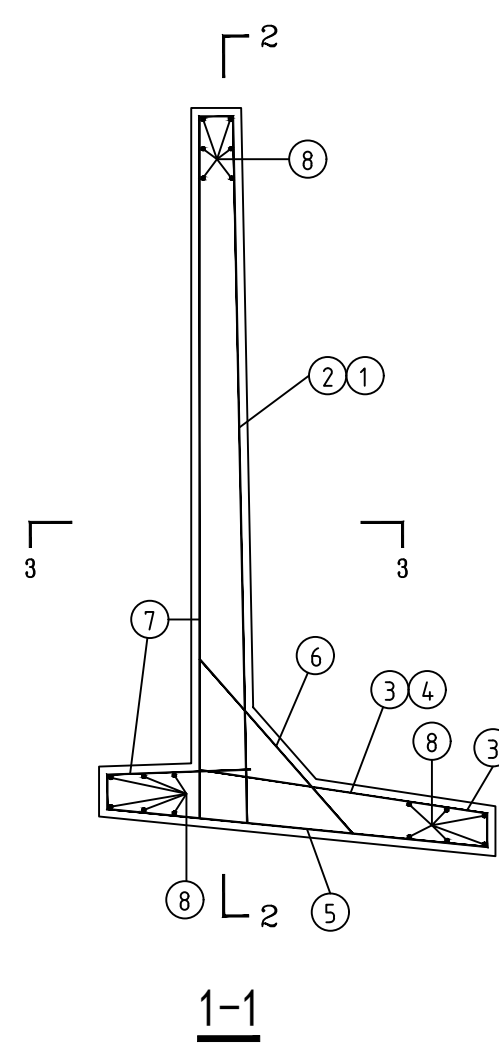
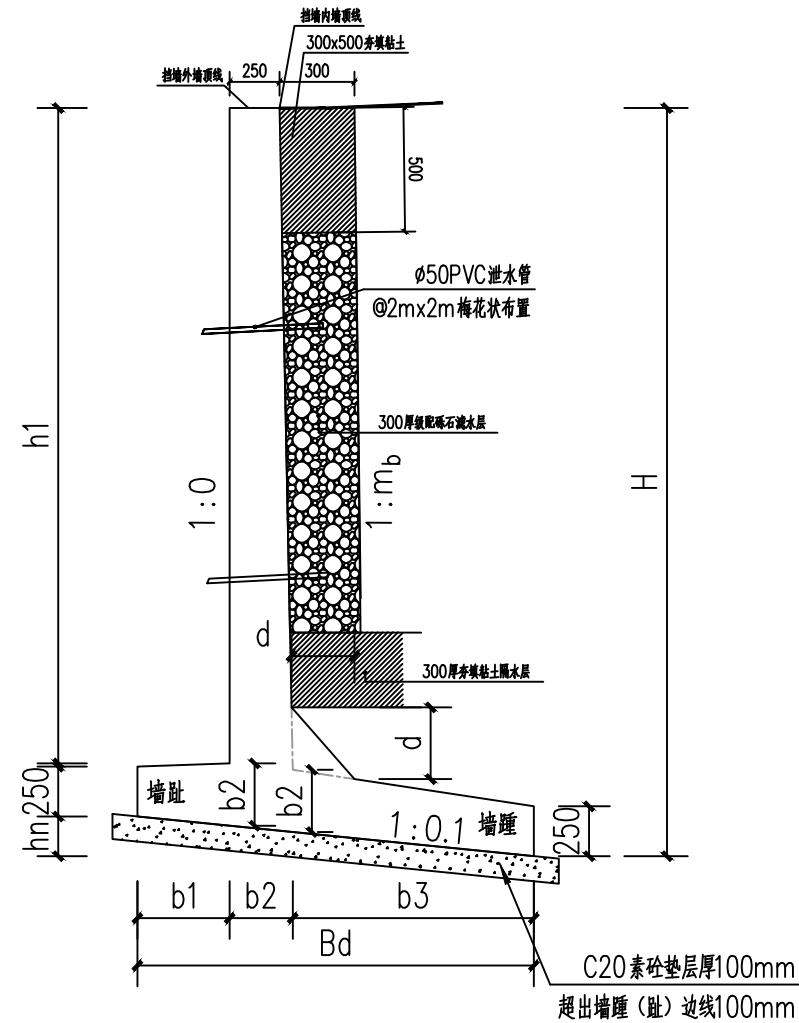
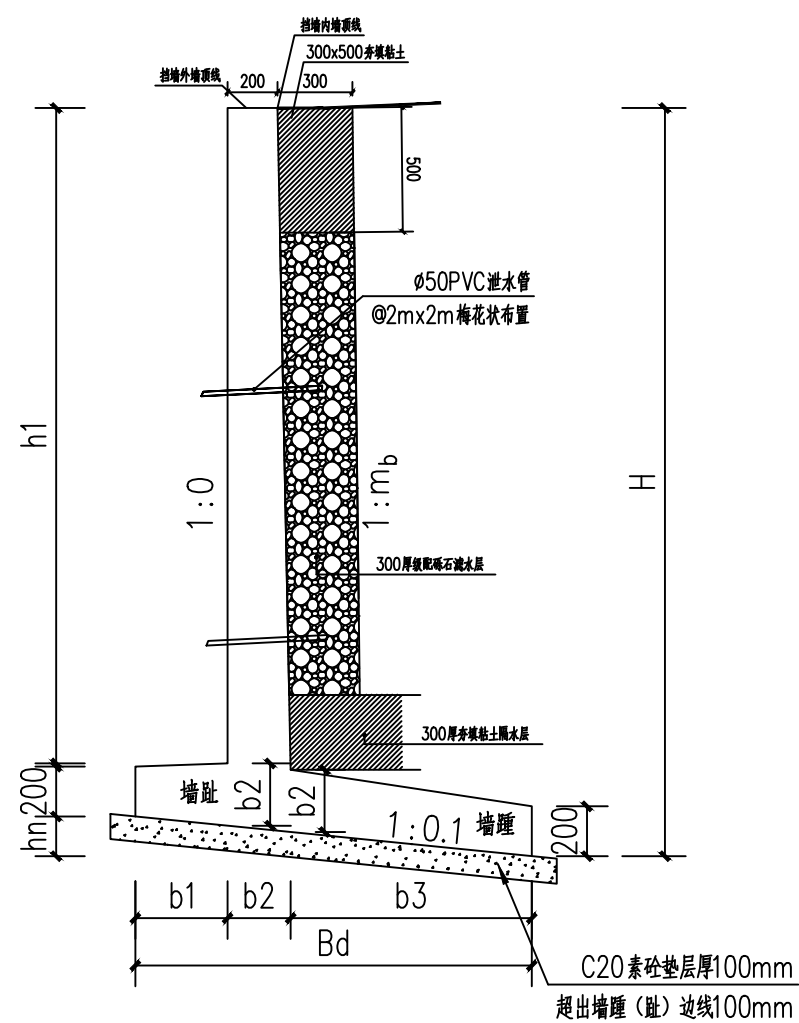
仰斜式挡土墙断面示意图

仰斜式挡土墙断面尺寸及参数表

编号	断面尺寸								每米体积 (m³)	基底压力设计值 (kPa)
	墙身总高度 H	支撑高度 H0	墙趾高度 h2	基底底坡高度 h1	墙顶宽度 b	墙趾宽度 b2	基底宽度 B1	墙面坡率 m		
YX2	2000	1260	400	140	590	170	720	0.25	1.22	90
YX3	3000	2160	450	190	790	190	930	0.25	2.41	90
YX4	4000	3270	500	230	1000	210	1150	0.25	4.02	117
YX5	5000	3960	550	290	1310	230	1470	0.25	6.51	142
YX6	6000	4860	600	340	1520	250	1690	0.25	9.06	170
YX7	7000	5760	650	390	1750	270	1930	0.25	12.16	193
YX8	8000	6660	700	440	1990	290	2180	0.25	15.79	212
YX9	9000	7540	750	510	2380	310	2560	0.25	21.09	239

设计说明：

- 1、本图尺寸除标高外，均以mm计。
- 2、本图适用于仰斜式挡土墙支护，墙顶设计超载10kPa断面尺寸及参数按下表（超载应置于排水沟以外），墙底摩擦系数 $\mu=0.3$ ，根据支护高度的不同选用不同的挡墙断面尺寸。
- 3、重力式挡墙采用M7.5浆砌块石砌筑，也可采用C20毛石混凝土整体浇筑（毛石体积：混凝土体积=3:7）。
- 4、沿挡墙方向每20~25m设置一道伸缩缝（毛石混凝土挡墙每10~15m设置一道），缝内填充沥青麻筋、沥青木板或其他有弹性的防水材料，深度不小于150mm，宽20~30mm。
- 5、挡墙后面的填土，应优先选择抗剪强度高和透水性较强的填料。当采用黏性土作填料时，宜掺入适量的砂砾或碎石。不应采用淤泥质土、耕植土、膨胀性黏土等软弱有害的岩土体作为填料。
- 6、边坡开挖应采用“纵向分段，两端同步”的方式有序推进，纵向分段长度20~30m。
- 7、要求边坡开挖后立即支护，开挖面不可长时间暴露。须避免雨天开挖边坡，如果开挖面暴露后遇到下雨坡面防护来不及施工，应避免雨水对坡面的冲刷，及时采用塑料布等不透水材料全坡面覆盖，坡顶用土压实，防止雨水下渗。
- 8、墙后填土应分层夯实，压实度 $\lambda_c\geq 0.94$ ，选料及其密实度均应满足设计要求，填料回填应在砌体或混凝土强度达到设计强度的75%以上后进行。
- 9、当填方挡墙墙后地面的横坡坡度大于1:6时，应进行地面粗糙处理后再填土。
- 10、修正后的基底土承载力特征值不应小于基底压力设计值，如不能满足要求应进行地基处理。
- 11、应采取可靠措施保证墙后排水反滤层和泄水孔的施工质量，挡墙后填土地表应设置排水良好的地表排水系统。



悬臂式挡土墙断面尺寸及参数表

编号	墙身总高度 H	断面尺寸								每米体积 (m ³)	钢筋编号 (每延米钢筋用量)						基底压力设计值 (kPa)
		h1	hn	mb	b1	b2	b3	Bd	d		①	②	③	④	⑤	⑥	
XB2	2000	1660	120	0.03	300	250	660	1210	—	0.68	5Φ12	—	5Φ12	—	5Φ12	—	90
XB2.5	2500	2140	140	0.02	330	250	820	1400	—	0.83	5Φ12	—	5Φ12	—	5Φ12	—	90
XB3	3000	2620	160	0.02	370	250	970	1590	—	1.00	5Φ12	4Φ12	5Φ12	—	5Φ12	—	90
XB3.5	3500	3070	180	0.03	420	290	1090	1800	—	1.26	5Φ12	6Φ12	5Φ12	—	5Φ12	—	100
XB4	4000	3520	200	0.02	510	340	1140	1990	500	1.80	5Φ12	8Φ12	5Φ12	—	5Φ12	5Φ12	110
XB4.5	4500	3960	220	0.03	580	380	1250	2210	530	2.16	5Φ12	7Φ14	5Φ12	2Φ12	6Φ12	5Φ12	120
XB5	5000	4400	250	0.04	680	430	1360	2470	550	2.57	4Φ14	8Φ14	4Φ14	2Φ12	7Φ12	5Φ12	130
XB6	6000	5250	320	0.05	920	520	1740	3160	600	3.58	6Φ12	8Φ16	7Φ12	3Φ12	8Φ12	5Φ12	170

说明：

1、La为锚固长度,未标注锚固长度者,均为35d.

2、①~⑥钢筋为受力钢筋,采用HRB335级钢。

3、⑦钢筋为构造钢筋, ⑧钢筋为分布钢筋, 采用HPB300级钢, 均为 $\phi 100@200\text{mm}$.

4. 悬臂式(二)应用于墙高4~6m挡土墙,图示钢筋长度仅为示意长度,使用时应按保护层厚度等进行修正。

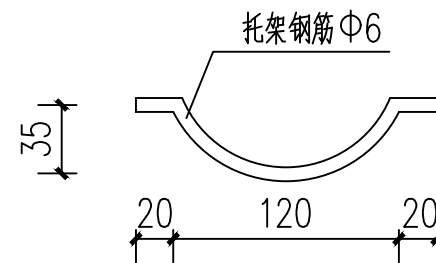
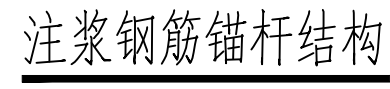
5、挡墙底板钢筋保护层厚60mm,其他部位钢筋保护层厚50mm,钢筋搭接要求按《混凝土结构设计规范》规定进行。基底力求粗糙,对粘性土地基和基底潮湿时,应充填100mm厚素砼垫层。

6、挡墙纵向变形缝间距为10~15m,缝宽20~30mm,缝中应填塞沥青麻筋或其他弹性防水材料。填塞深度不应小于150mm。

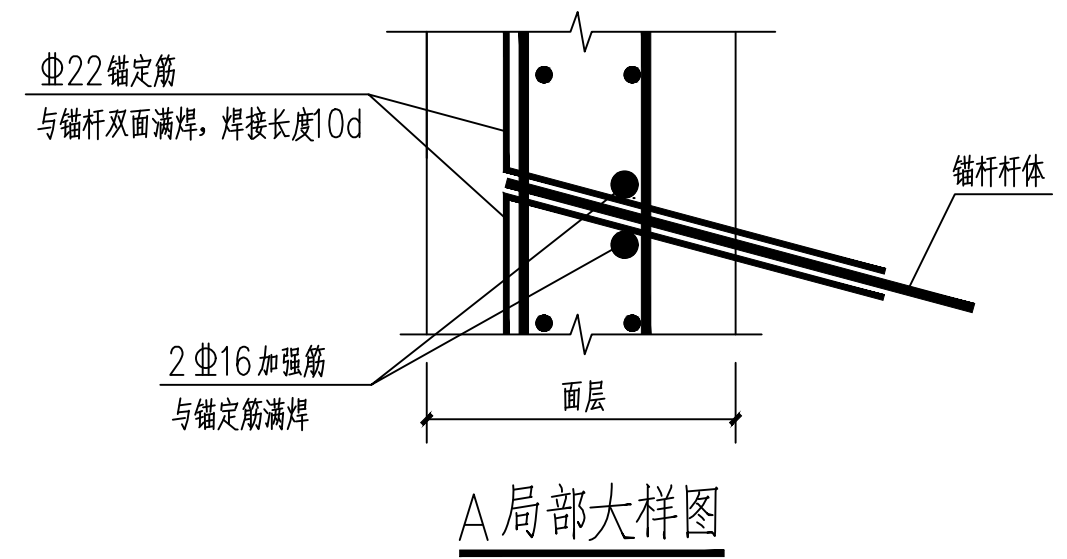
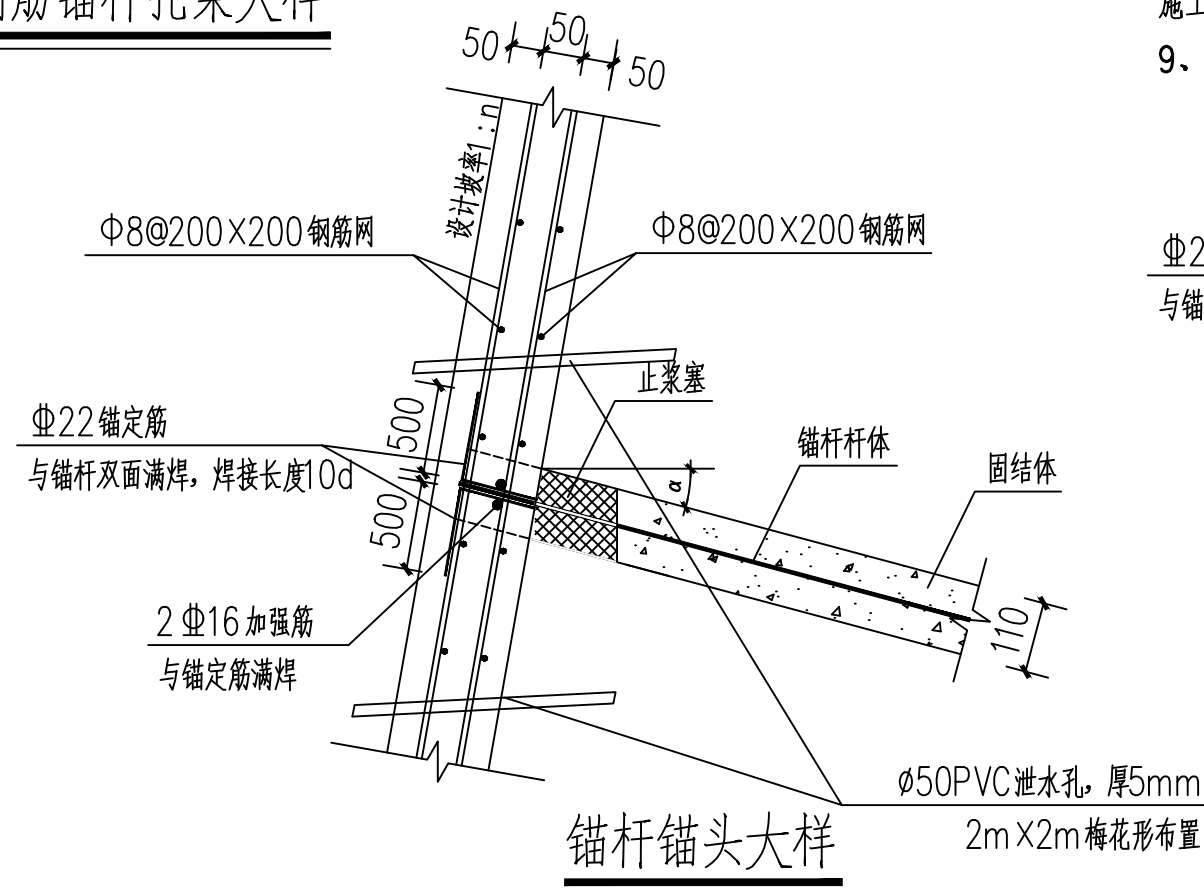
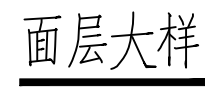
7、挡墙地基纵向坡度大于5%时，基底应做成台阶形；当挡墙墙后表面的横坡坡度大于1:6时，应在进行表面粗糙处理后填土。

8、施工中应清除填土中的草和树皮等杂物。在墙身混凝土强度达到设计强度的70%后方可填土,填土应分层夯实,压实系数 $\lambda_c \geq 0.94$ 。

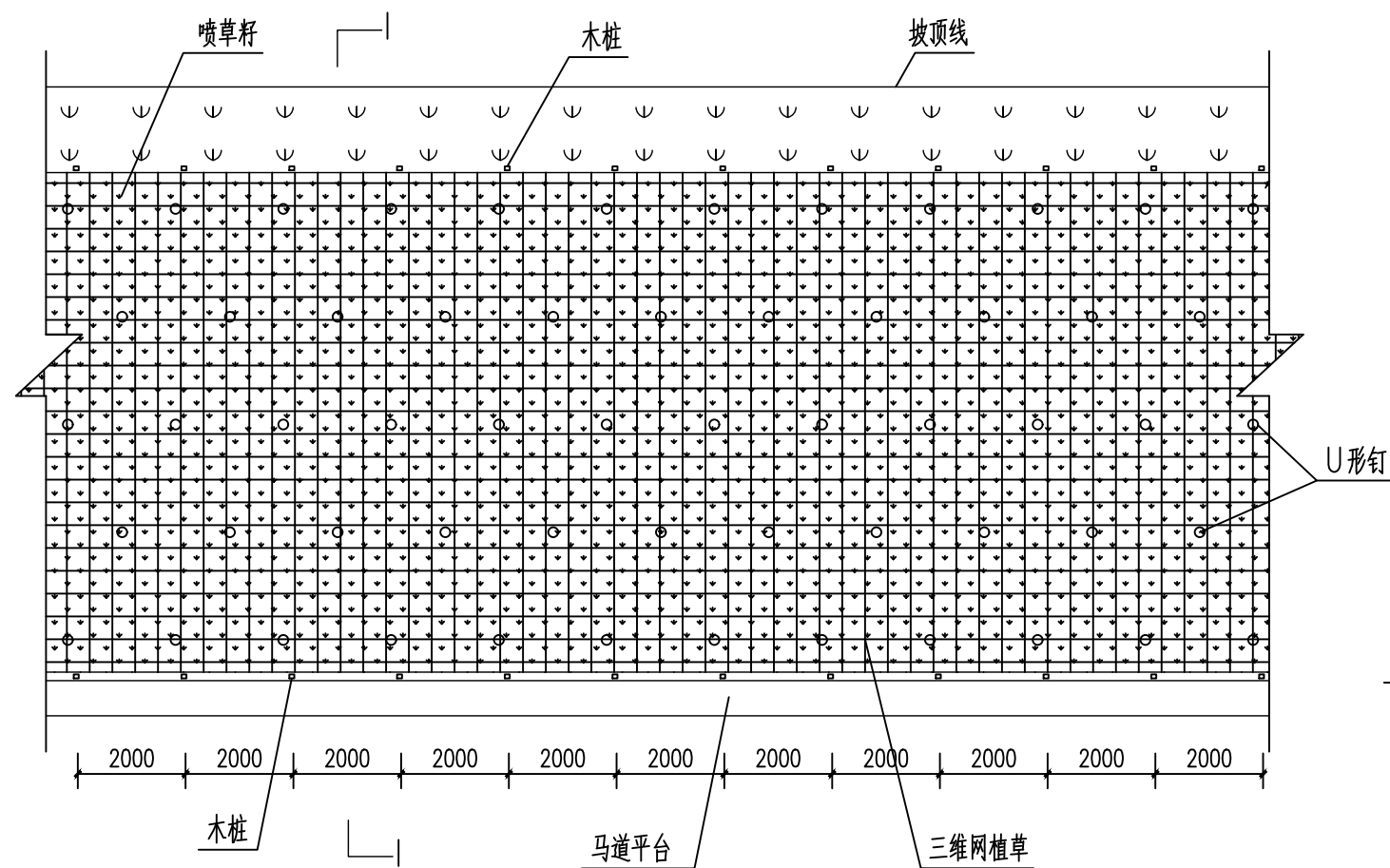
附件2 — 悬臂式挡土墙大样图



钢筋锚杆托架大样



附件3 — 锚杆喷射混凝土大样图



三维植被网植草防护平面设计图

说明：

1、图中尺寸除注明外，均以mm为单位；

2、三维网铺设：

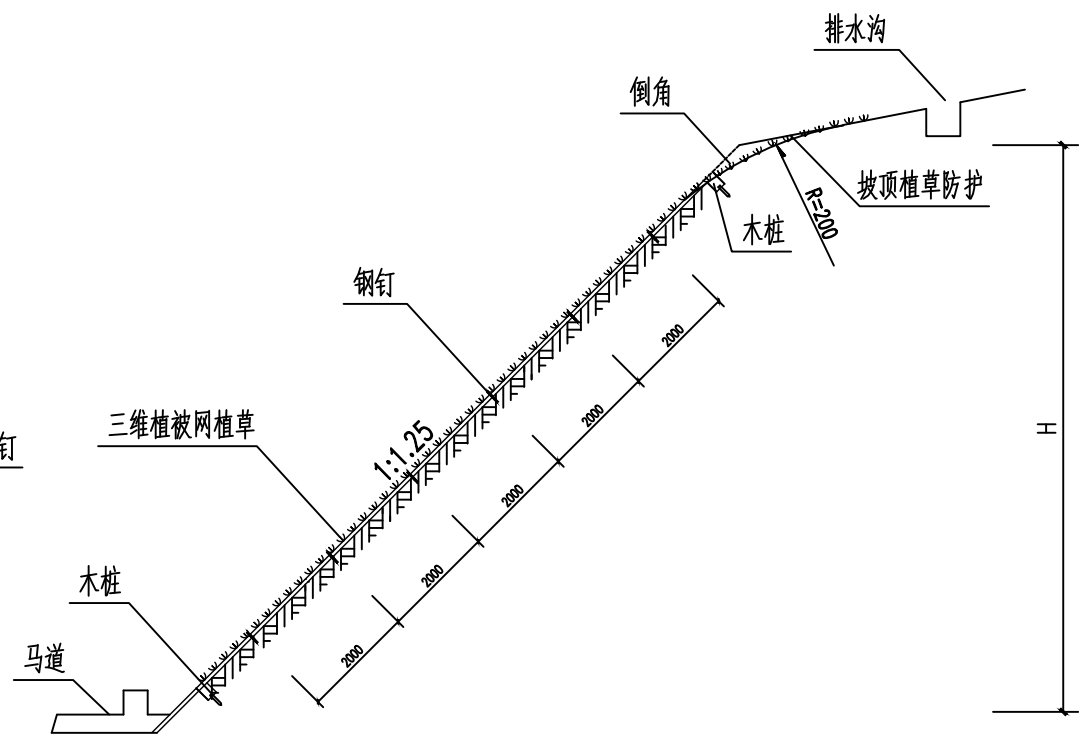
当坡面无骨架、格梁分隔时，三维网全坡面铺设，并于坡脚及顶部分别开挖20cm(宽)x30cm(深)槽，将三维网上、下边压入槽内并用木桩固定，再回填土覆盖。坡面三维网用U型钢钉固定，间距为200cm梅花型布置。三维网搭接宽度不小于10cm，U型钢钉适当加密。当在骨架内进行坡面三维网植草时，需按骨架内空面积大小与形状分布剪裁，逐片置入骨架内空处，用U型钢钉固定于坡面。

3、草籽应选用适合当地生长根系发达的草种，并掺入种子量的30~40%灌木种子，喷播时草籽与肥料应充分拌和均匀，喷播后及时覆盖透气土工薄膜，以防雨水冲刷；根据施工季节特点做好养生，要求成活率不低于90%。

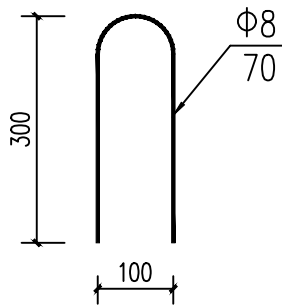
4、三维网植生层厚度不应小于5cm，铺设三维植被网时应力求平整，不打褶皱；植被网主要技术指标：抗拉强度>3.2kN/m，位重量>0.42kg/m²，且外观质量好。

5、边坡每隔30米左右(可根据现场条件调整位置)设置检查踏步兼作急流槽，采用M10浆砌片石砌筑。

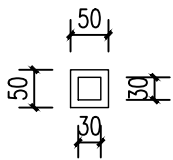
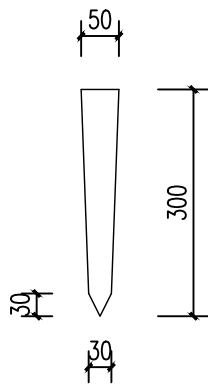
6、坡顶开口线设置倒角，并采用绿化代替圬工锁边，即边坡开口线内侧(坡面)2m至堑顶截水沟内边缘采用喷混植生(或三维网植草)防护。



I—I剖面



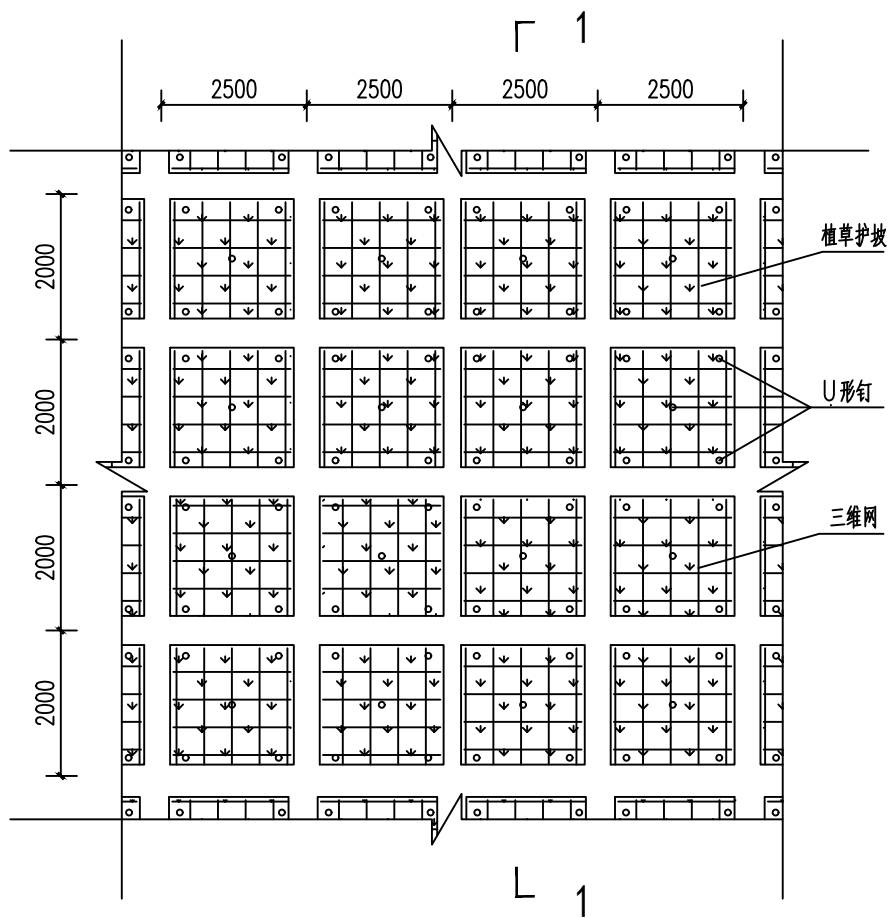
U型钢钉大样



方木桩大样

每100m²坡面工程数量表

序号	项目	单位	数量
1	三维植被网	m ²	118
2	U型钢钉	kg	16.3
3	喷草籽	kg	>2.0
4	方木桩	m ²	0.007

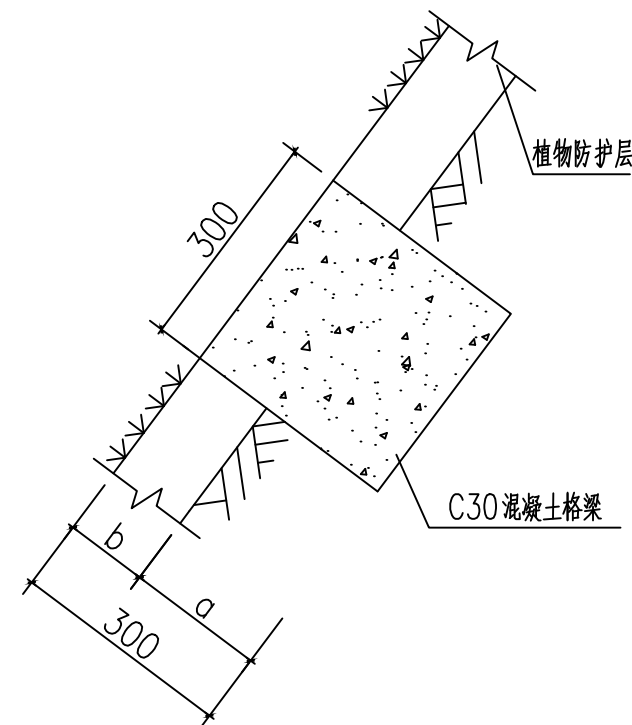
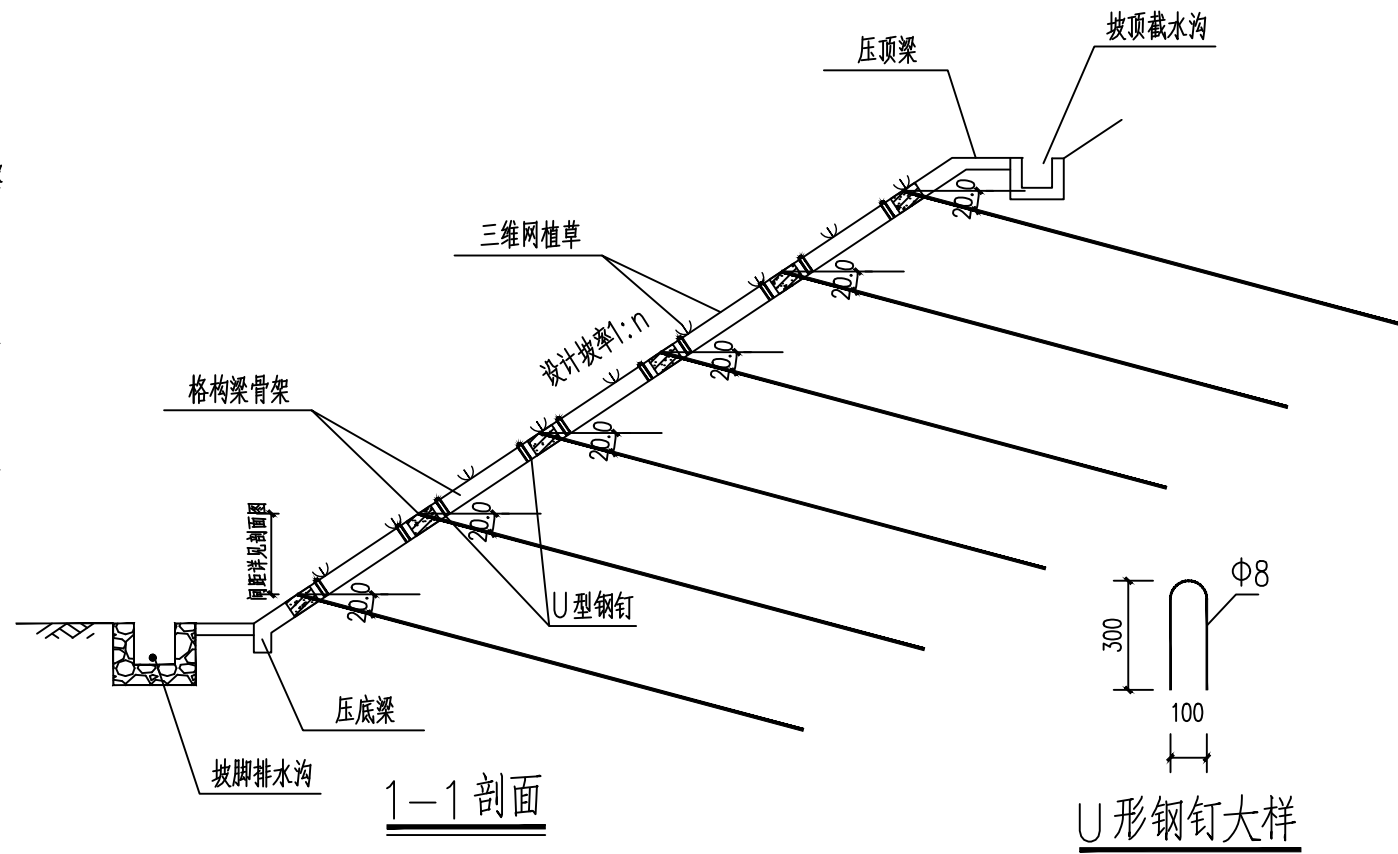


三维植被网植草防护正视图

格梁间距以剖面图为准，此处仅为示意

格梁嵌入深度及植物防护厚度表

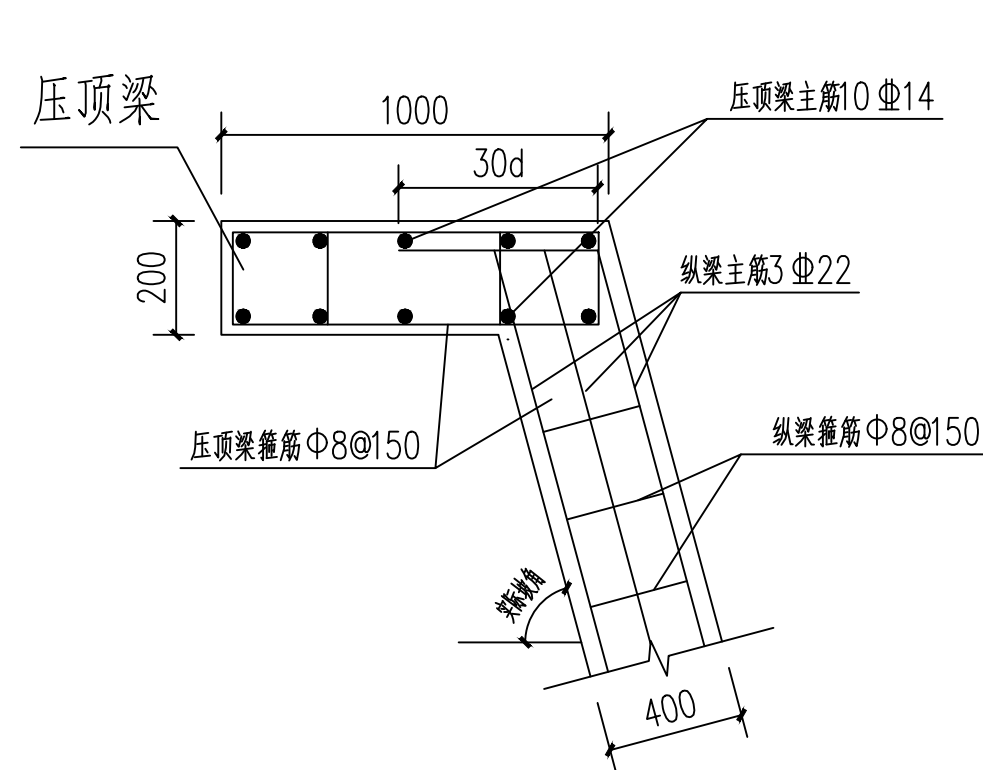
项目	嵌入深度a (cm)	植物防护厚度b (cm)
植草、铺草皮、喷播植草、三维网植草	20	20



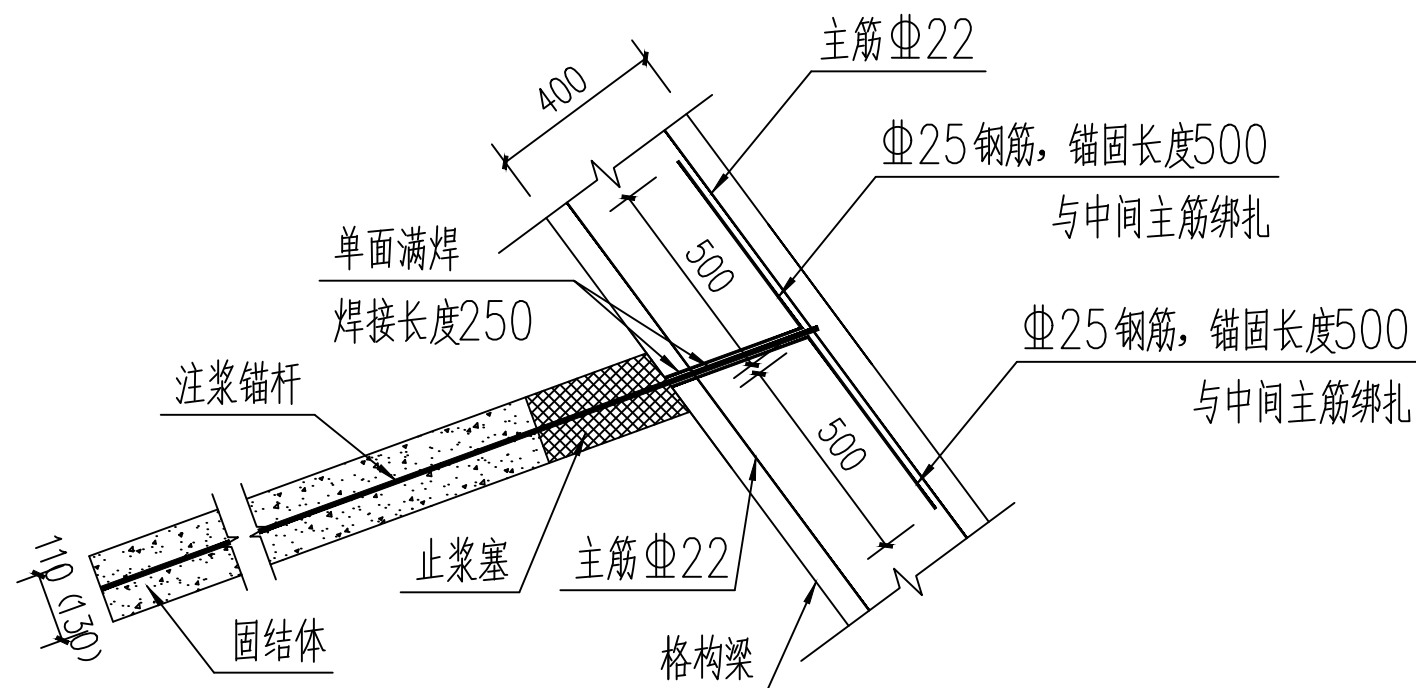
格梁植物防护层连接大样

设计说明：

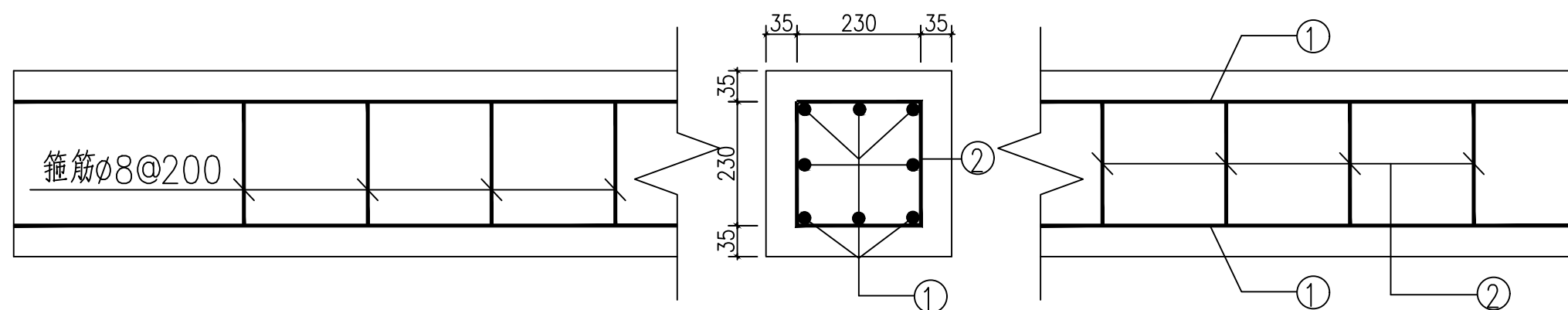
- 1、本图尺寸以mm计。
- 2、在骨架内坡面铺设三维网植草时，按骨架内空面积大小与形状分布剪裁，逐片置入骨架内空处，用U型钢钉固定于坡面。
- 3、草籽应选用适合当地生长根系发达的草种，并掺入种子量的30~40%灌木种子，喷播时草籽与肥料应充分拌和均匀，喷播后及时覆盖透气土工薄膜，以防雨水冲刷；根据施工季节特点做好养生，要求成活率不低于90%。
- 4、三维网植生层厚度不应小于5cm，铺设三维植被网时应力求平整，不打褶皱；植被网主要技术指标：抗拉强度 $>3.2\text{kN/m}$ ，单位重量 $>0.42\text{kg/m}^2$ ，且外观质量好。



框架竖梁与压顶梁节点大样

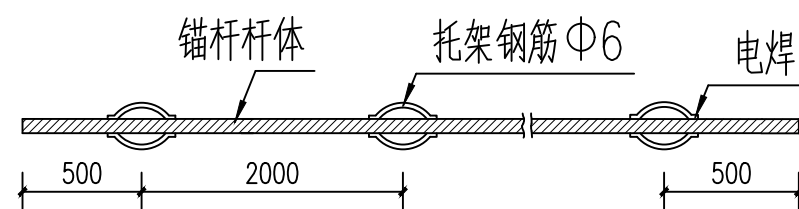


格梁锚头剖面图

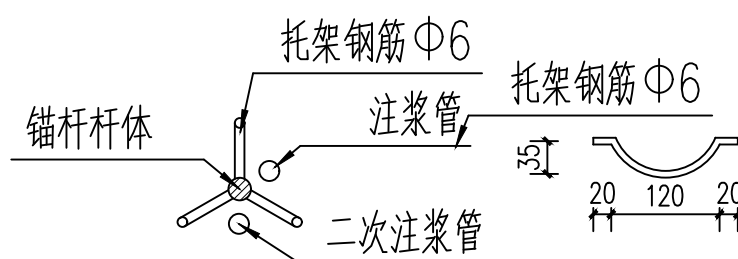


① 8#22 ② $\phi 8@200, l=1140$

混凝土格梁结构大样图



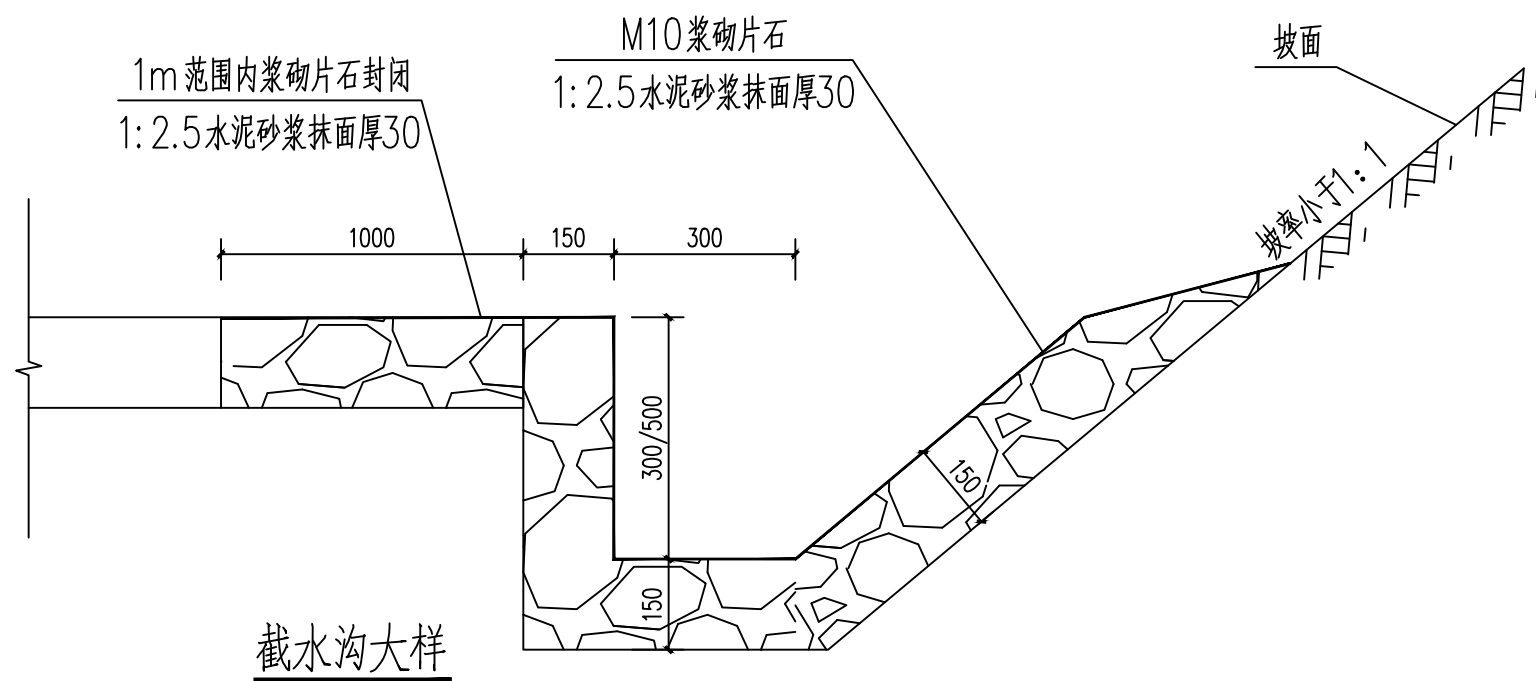
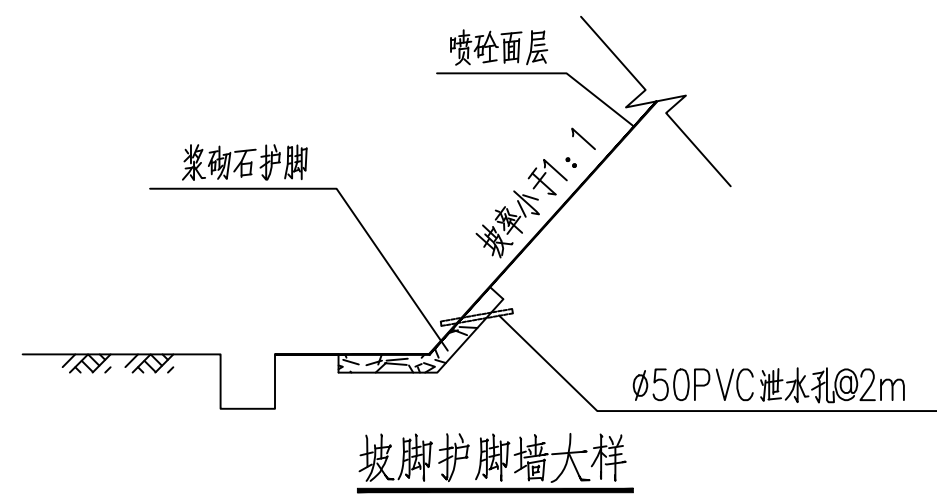
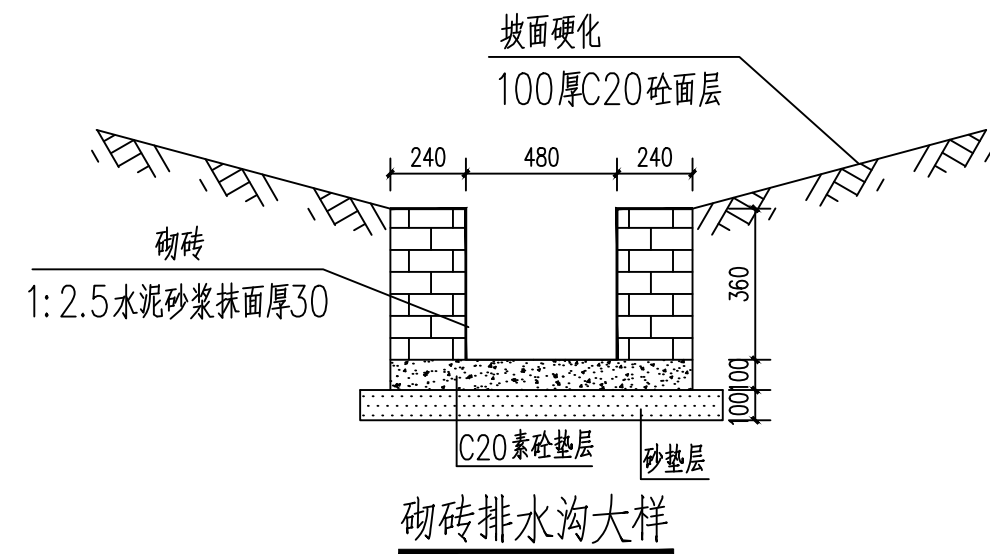
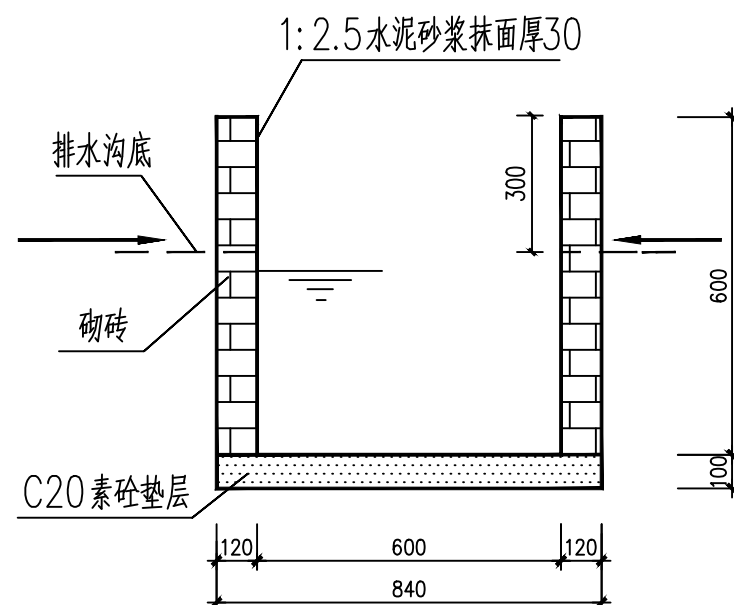
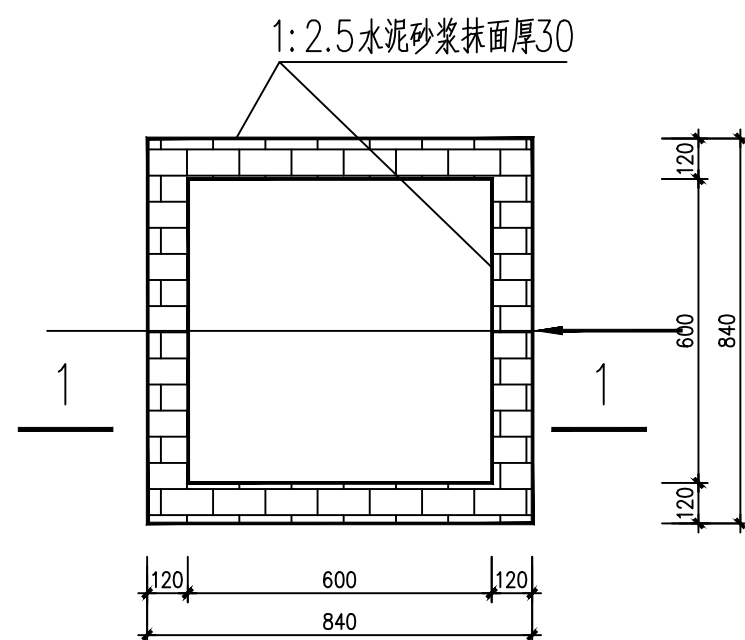
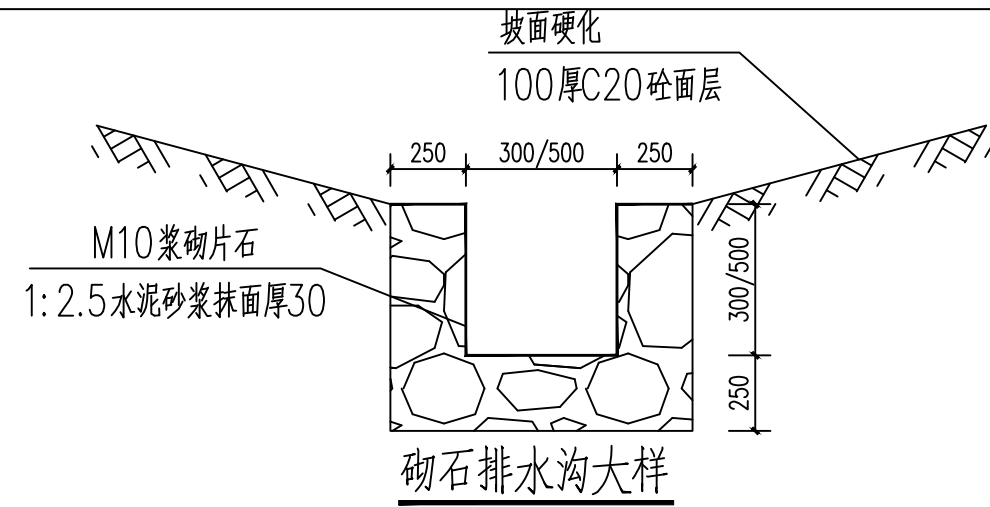
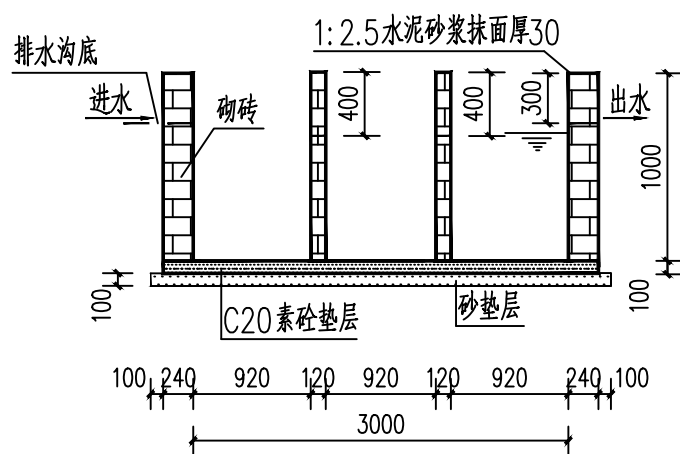
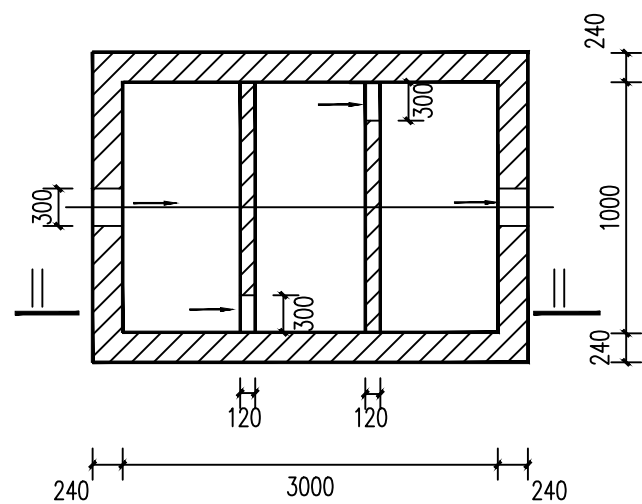
注浆钢筋锚杆结构



钢筋锚杆托架大样

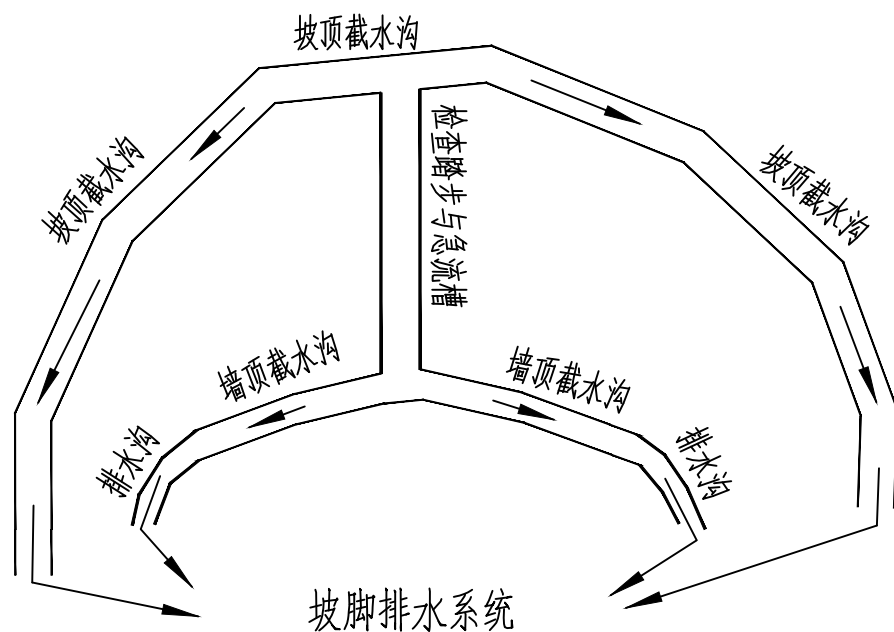
设计说明：

- 1、本图尺寸标注以mm计。
- 2、钢筋级别：HRB400级和HPB300级。
- 3、注浆锚杆采用HRB400级，规格和制作大样见图，按井字型布置，锚杆长度和间距如剖面图所示。
注浆采用42.5R普通硅酸盐水泥净浆，水灰比0.4~0.5，注浆压力0.3~0.5MPa，要求设置止浆措施，以保证注浆压力。
- 4、锚杆采用钻机成孔直径为130mm，钢筋锚杆每2m设一对中架。每根锚杆至少设2个对中架。
- 5、锚杆施工时应注意避开各种地下障碍物，施工过程中可根据实际情况适当调整锚杆长度及倾角。
- 6、格梁、压顶梁及压底梁及检查踏步等结构混凝土保护层厚度不少于35mm、混凝土强度等级为C30。
- 7、施工前应清除坡面浮土，填充夯实坑凹，使坡面大致平整。
- 8、格梁每隔10~15m设一道伸缩缝，宽3cm，用沥青麻筋填塞，填塞深度10cm。

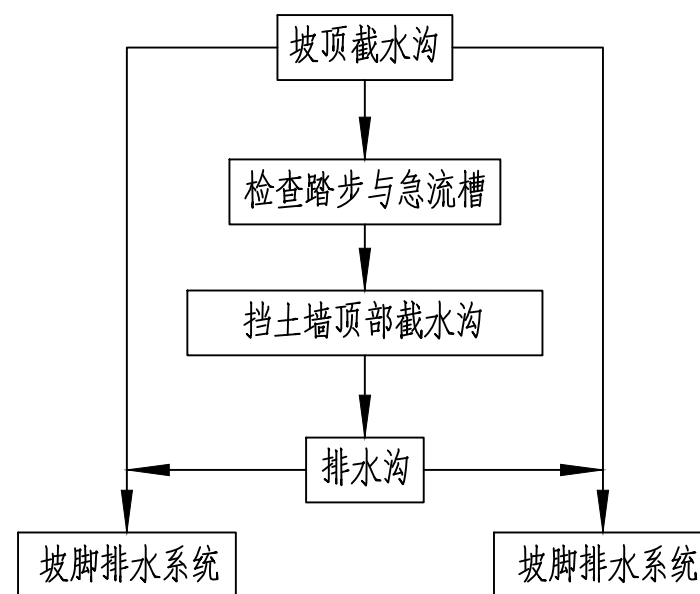


设计说明：

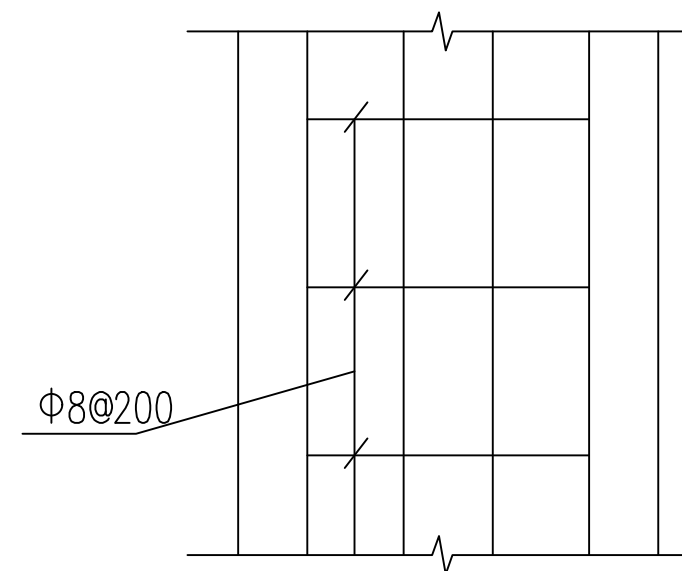
- 1、图中尺寸除注明者外，均以mm计；
- 2、截排水沟均用M10浆砌片石修筑，1:1水泥砂浆抹面厚30；
- 3、检查踏步及急流槽断面排水沟需配筋，详检查踏步排水沟配筋大样图，混凝土保护层厚度35mm。
- 4、当沟底为土质基础时，开挖至基底标高后，在基底下铺垫20cm厚碎石垫层并夯实至基底标高再砌筑排水沟基础。



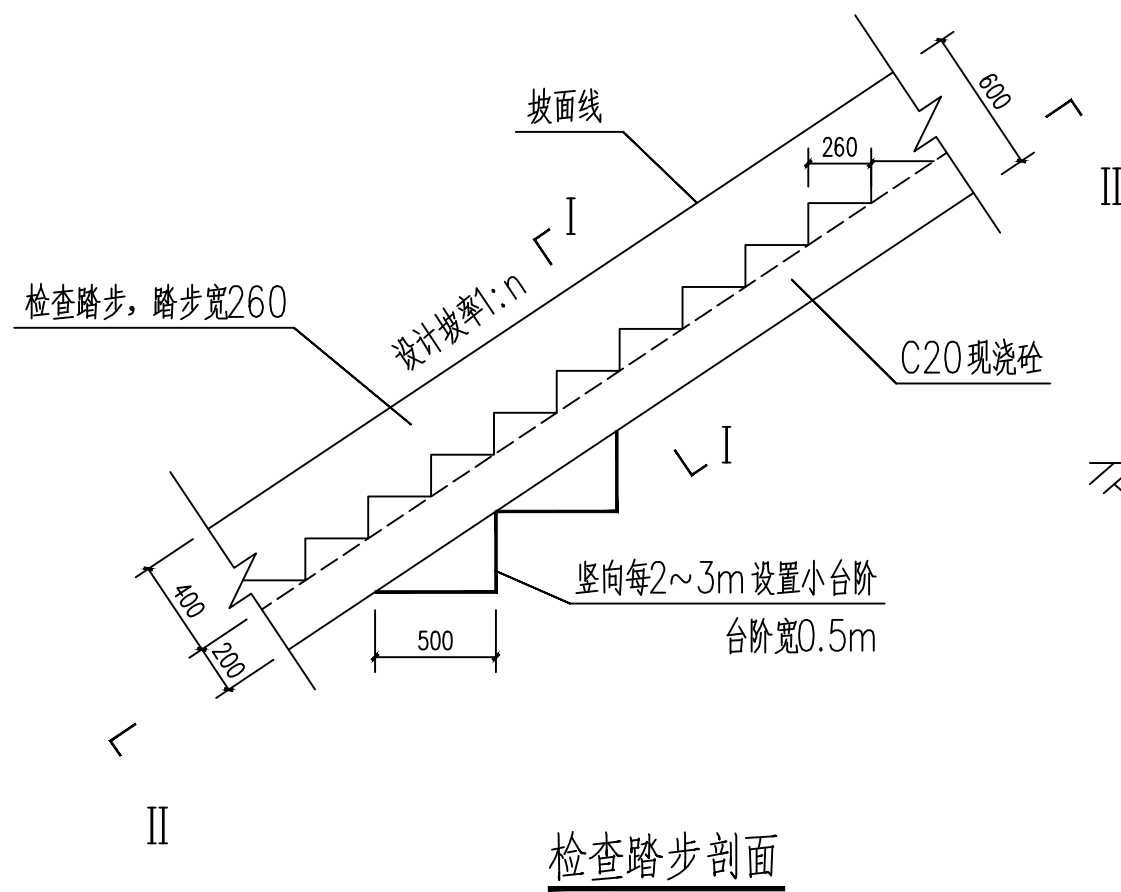
边坡排水网络示意图1



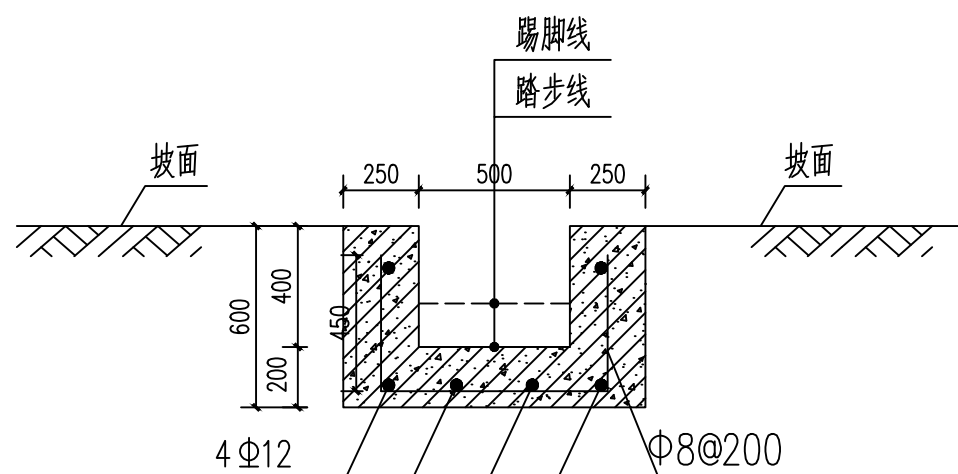
边坡排水网络示意图2



II—II 剖面



检查踏步剖面

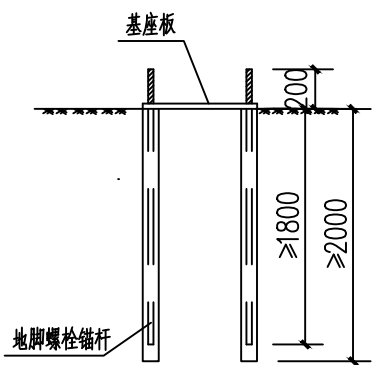
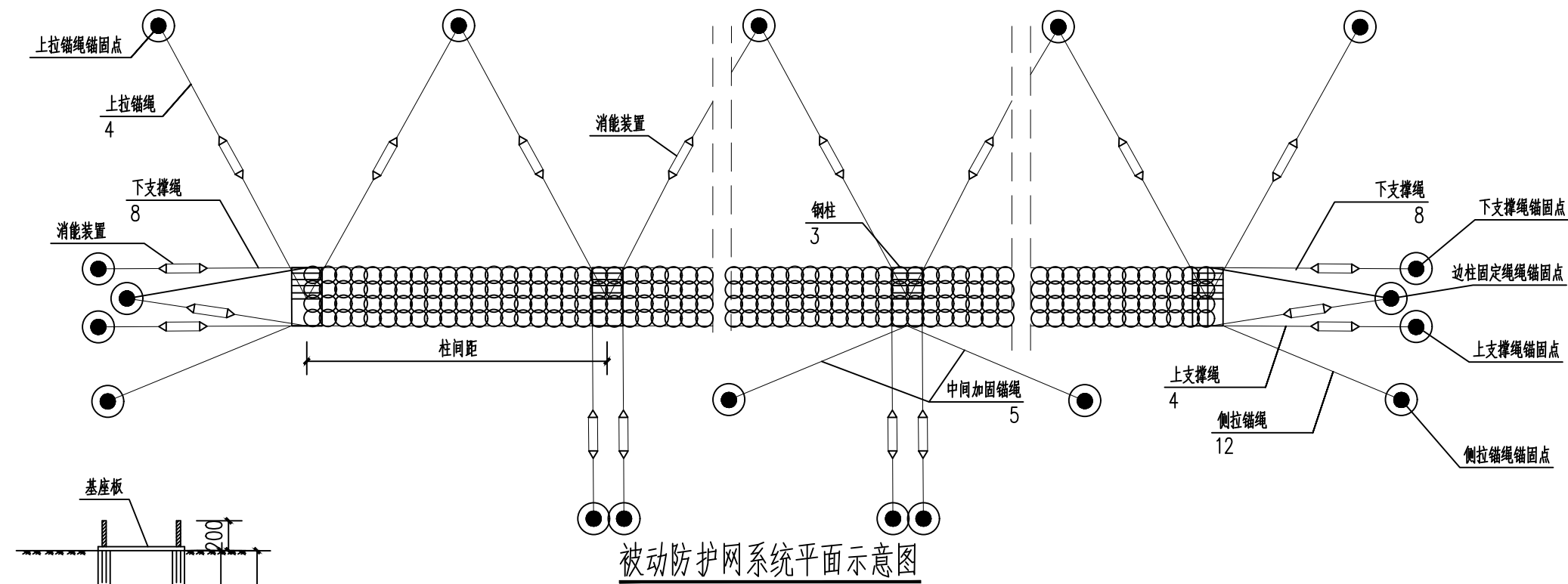
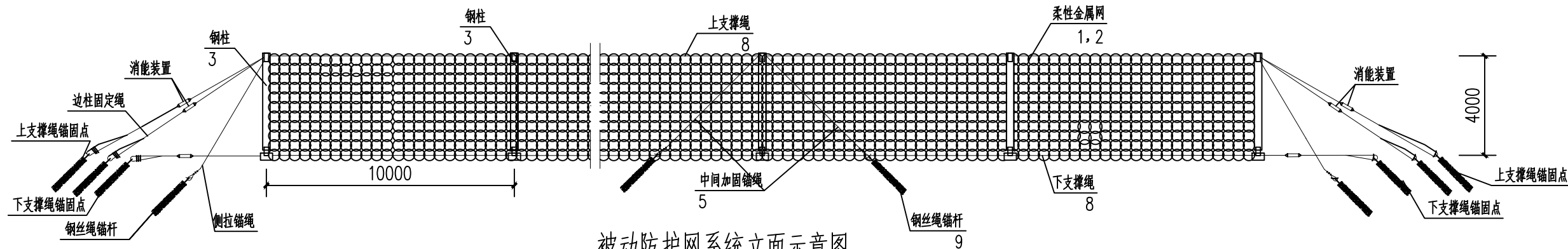


I—I 剖面

检查踏步断面及配筋图

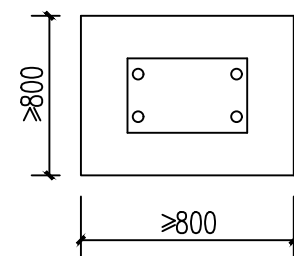
设计说明：

- 1、图中尺寸除注明者外，均以mm计；
- 2、截排水沟均用M10浆砌片石修筑，1:1水泥砂浆抹面厚30；
- 3、检查踏步及急流槽断面排水沟需配筋，详检查踏步排水沟配筋大样图，混凝土保护层厚度35mm。
- 4、当沟底为土质基础时，开挖至基底标高后，在基底下铺垫20cm厚碎石垫层并夯实至基底标高再砌筑排水沟基础。



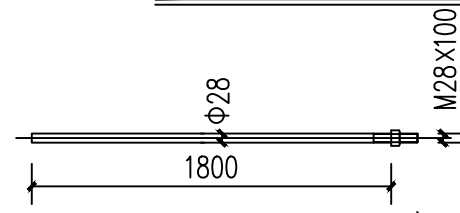
基础形式A

适用于基础地层为硬岩或完整风化软岩时
钻孔直径不应小于 $\phi 49$ ，钻孔深2.0m。

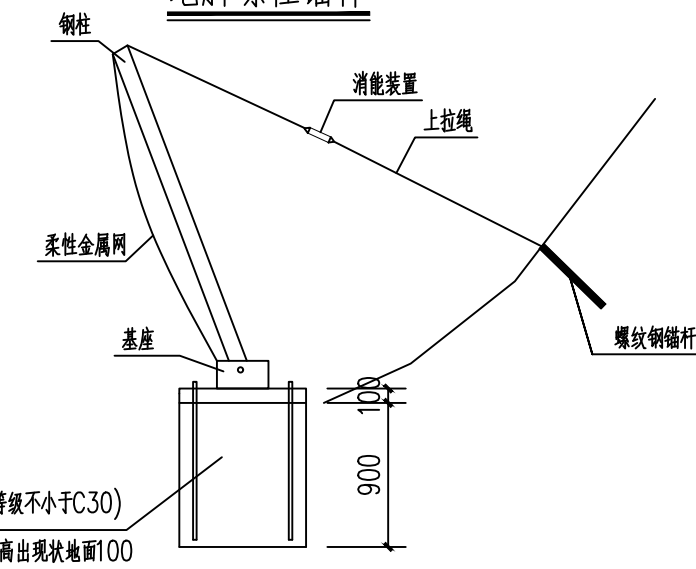


钢柱砼基础图(混凝土)

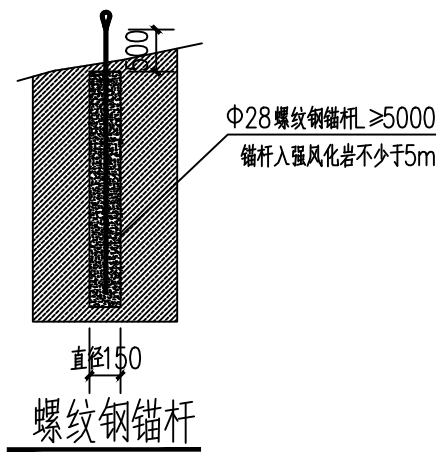
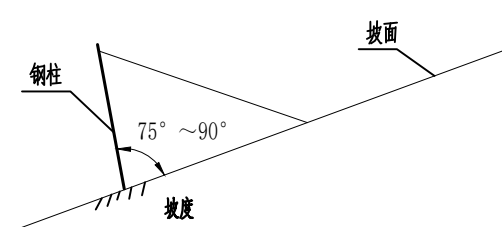
当基础所在位置覆盖土层承载力小于150kPa
时，应加大砼基础尺寸和埋深。



地脚螺栓锚杆



防护系统横断面示意图



螺纹钢锚杆

被动防护网系统材料参数表

序号	材料	型号/规格	备注
1	缠绕型环形网	RN/12/3/300/4×5/T	
2	双绞六边形网	DT/2.0/50×60/2.1×10.2	
3	钢柱	SP/HW175/Q235B/4	
4	上拉锚绳	$\phi 22$	
5	中间加固锚绳	$\phi 20$	分段连接处增设中间拉锚绳
6	辅助钢丝绳	$\phi 20$	
7	边柱固定绳	$\phi 20$	
8	上支撑绳	2 $\phi 20$	
	下支撑绳	2 $\phi 20$	
9	螺旋钢锚杆	$\phi 28$	
10	基座板	350mm×550mm×20mm	
11	地脚锚杆	D28×1800-M27×100	
12	下侧拉绳	$\phi 20$	
13	减压环	GS-8002型	

设计说明:
1. 图中尺寸以mm计。
2. 锚杆基体采用纯水泥浆，水灰比宜为0.4~0.5，浆体的抗压强度28d不应低于25MPa