

炭质页岩边坡支护措施探索

——以赣南某县边坡支护为例

刘伟

江西省勘察设计研究院有限公司

摘要：本文主要针对炭质页岩全风化层不良特性，难以把握土物理力学性质，造成支护难度大，且治理工程施工过程中存在突发情况。根据现场情况及勘察情况设置两种支护方案，并对方案的进行对比，边坡开挖前选择了方案一（1：1削坡+锚杆支护+截排水沟）进行了施工，施工途中，边坡出现了变形后，原设计方案不再适用于该边坡支护，后选择方案二（1：2削坡+排水盲沟+截排水沟）进行了施工，完成施工后已过了一个水文年，根据监测数据表明，该方案在边坡支护中效果明显，为炭质页岩地区的边坡支护提供了参考。

关键词：赣南；边坡；炭质页岩；稳定性；支护；削坡；锚杆；挡土墙

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.018

一、引言

某县因修建留置专区进行切坡扩充用地面积，边坡设计与主体的结构进行了同时设计、施工与验收。因建筑场地的地质情况较复杂，存在软弱夹层。本边坡支护准备了二个方案，经过实践证明，方案二（1：2削坡+排水盲沟+截排水沟）适用于炭质页岩边坡支护，经过一个水文年监测后，该边坡均未出现变形的现象。

二、工程地质条件

（一）地形地貌

项目区地貌丘陵岗埠地形。山顶最大标高为294.90m，相对高差约21.12m。总体地势为北高南低，向西倾斜。山坡坡度 $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，基岩裸露较少，多被残坡积覆盖，坡体植被较发育，以松树、杉树、杂草及灌木为主。

（二）气象及水文地质条件

支护区年平均降雨量1677.4mm，最大年（2002年）降雨量2111.4mm，最小年（1978年）降雨量963mm。3-6月为丰水期。10月至翌年1月为枯水期。6、7、8月为平水期。日最大降雨量190.6mm。时最大降雨量97.0mm。

（三）区域地质构造及地震

县内侵蚀切割较强的中低山广泛分布，山坡陡峭，山脊呈鳍状、垄状、尖峰状，流水切割较强，V形谷发育，表明新构造运动上升较强。勘察区内未见构造断

裂，仅有节理裂隙发育。本区抗震设防烈度为6度，设计基本地震动峰值加速度值0.05g，设计特征周期为0.35s。

（四）地层岩性

场地的地层主要为：第四系上更新统残坡积层（ Q_3^{el+dl} ）、石炭系下统梓山组（ C_1z ）。自上而下分述如下：

1. 第四系中更新统残坡积层（ Q_3^{el+dl} ）

①砾质黏性土（ Q_3^{el+dl} ）：局部分布，褐黄色，稍湿，可塑状，主要有粉粒、粘粒及粉砂岩风化物，韧性一般，干强度中等，部分孔揭露该层植物根系较发育，总体上土体工程地质特性较差，承载力较差。

2. 石炭系下统梓山组粉砂岩（ C_1z ）

②强风化粉砂岩：浅黄色，粉砂质结构，块状构造，裂隙很发育，风化强烈，岩芯呈碎块状。

3. 石炭系下统梓山组炭质页岩（ C_1z ）

③₁全风化含炭质页岩：黑色、灰白色，可见原岩结构，风化剧烈，裂隙极发育，岩芯呈土柱状，碎屑状，由于风化不均匀局部呈碎块状。钻进时，多个钻孔存在明显漏水现象，呈土柱状，岩芯有机物含量较高，岩芯较软，钻进速度较快，泡水呈软塑状，为潜在滑动面所在的位置。

③₂强风化炭质页岩：黑色，泥质结构，片状构造，风化强烈，裂隙很发育，岩芯呈块状，块径为1-5cm，岩块较硬。

三、边坡特点

根据现场调查、测绘及地质勘察的情况，具体情况如下：

原始边坡坡顶为 $10^{\circ} - 25^{\circ}$ ，坡表面植稀疏，主要为灌木林及杂草。根据勘察报告显示，表层粉质黏土厚约1m，其下为粉砂岩强风层厚度约4m，粉砂岩下卧层为全风化炭质页岩，本段边坡开挖后，其推测滑动面位于全风化炭质页岩中。

四、边坡岩土层力学性质

根据实地调查分析、室内实验及结合地区经验得出以下岩土力学参数值。

五、支护结构方案设计与方案对比

表1 岩土力学性质参数

岩土层编号及名称	承载力特征值 $[f_{ak}]$ (kPa)	天然密度 (g/cm^3)	饱和密度 (g/cm^3)	天然粘聚力 (kPa)	天然内摩擦角 $(^{\circ})$	饱和粘聚力 (kPa)	饱和内摩擦角 $(^{\circ})$	残余粘聚力 (kPa)	残余内摩擦角 $(^{\circ})$
砾质黏性土	160	1.9	1.94	23.2	18.2	16.9	16.3	—	—
强风化粉砂岩	360	2.1	—	40	30	—	—	—	—
全风化炭质页岩	180	1.95	1.98	28.9	21.6	25	18.3	22.5	17.5
强风化炭质页岩	360	2.1	—	45	31	—	—	—	—

2020年赣南某场地的开始进行建设,建设前对该场地与边坡进行了勘察设计,对该边坡的支护提出了两个方案,方案一:挡土墙+1:1削坡+锚杆格构支护+截排水沟,方案二:挡土墙+1:2削坡+排水盲沟+截排水沟。两个方案在技术方面均可行,但在雨季施工,方案一操作难度较大,因考虑到征地难度较大,方案一占地面积较少,最终确定采用方案一作为最终的施工图。

(一) 方案一

1. 挡土墙

坡脚的处的岩土层主要为强风化炭质页岩,物理力学性质较好,可采用高3m,埋深1m,顶宽0.8m,底宽1.6m,C30混凝土挡墙进行支护。

2. 1:1削坡

对边坡坡比1:1削坡,分为2级削坡,从下至上,第一级削坡坡比为1:1,边坡高为8m,平台宽度为2m;第二级削坡坡比为1:1,边坡高度为8m。削坡后对整个边坡进行了稳定性验算,在暴雨工况下(土体饱和),边坡稳定安全系数为0.99,处于不稳定状态,在支护前,若边坡岩土体饱和后,出现滑坡可能性大。

3. 锚杆格构支护

因按1:1削坡后的边坡稳定性未达到规范要求,因此需对边坡进行锚杆格构支护,采用锚杆长为6-12m,竖向与水平间距均为2m,格构梁截面为400*400mm,设置锚杆格构支护后的边坡稳定性安全系数为1.35,可达到规范要求。

4. 客土喷播

对格构内中坡面进行复绿,采用客土喷播的方式进行复绿。

5. 截排水沟

在坡顶及坡脚设置了500*500mm的C20混凝土沟,在平台上设置了400*400mm的C20混凝土沟。

(二) 方案二

1. 挡土墙

坡脚的处的岩土层主要为强风化炭质页岩,物理力学性质较好,可采用高3m,埋深1m,顶宽0.8m,底宽1.6m,C30混凝土挡墙进行支护。

2. 1:2削坡

若现场可证得到足够的地后,对边坡坡比1:2削坡,分为2级削坡,从下至上,第一级削坡坡比为1:2,边坡高为8m,平台宽度为2m;第二级削坡坡比为1:2,边坡高度为8m。削坡后对整个边坡进行了稳定性验算,在饱和工况下,边坡稳定安全系数为1.36,处于稳定状态。

3. 排水盲沟

考虑到大部分全风化炭质页岩位于第二级边坡,对第二级边坡设置了地下排水盲沟,盲沟沟顶埋深0.3m,盲沟截面面积为1*1m,将盲沟中的水导入排水沟中。

4. 客土喷播

坡面进行复绿,采用客土喷播的方式进行复绿。

5. 截排水沟

在坡顶及坡脚设置了500*500mm的C20混凝土沟,在平台上设置了400*400mm的C20混凝土沟。

六、方案一实施情况及失效

(一) 方案一的实施情况

确定了支护方案后,立即按设计图进行放线并开挖土方,基本按设计开挖到位后,因进入了6月份,降雨量较大,开挖后局部土方出现了滑坡(边坡按1:1进行施工后,在饱和情况下,边坡处于不稳定状态,在雨季时未及时支护,出现滑坡可能性大)。滑坡后对原边坡进行复核,因滑坡范围较大,原方案一将不再适合边坡支护施工。参建五方紧急进行会议,根据现场情况,再次复核设计,方案二(方案二削坡后边坡稳定性达到了稳定状态)的支护方式适合出现滑坡的边坡,最终经过会议研究决定采用方案二进行施工。

(二) 失效的情况

炭质页岩边坡经风化崩解后易发生滑坡或崩塌等失稳现象^[1],根据现场调查及勘查分析得出失效的原因如下:

1. 全风化炭质页岩的强度较低,开挖边坡就非常容易出现坍塌现象^[2],在边坡较陡的情况下,边坡更容易出现滑坡。

2. 富水情况之下,使炭质页岩饱和二软化软塑甚至流塑状态下,就容易出现滑坡^[3]。

3. 削坡坡比为1:1,在土体饱和情况下,边坡处于不稳定状态,施工时恰逢雨季,容易使土体饱和,而发生滑坡。

七、方案二施工情况及有效性

(一) 方案二的实施情况

处于六月份的雨季,局部坡脚建筑的基础已做好,确定施工图后,业主单位解决了征地后,施工单位立即对边坡进行施工,施工后,坡脚设置了重力式挡土墙高3m,挡土墙以上为1:2进行削坡,边坡未再次出现变形。边坡按设计削坡后,在顶级边坡中部坡面开挖盲沟,做到将坡体中的地下水排出坡外。与此同时对边坡进行一个水文年的监测。施工完后至今(2023年8月)未出现任何变形。

(二) 方案二的有效性

确定了方案二后,直接按坡比1:2进行削坡,削坡后,也出现了强降雨的情况,但是未出现任何变形迹象,现方案二的有效性进行如下分析:

1. 坡脚的土体及第一级边坡土体的力学性质较好,第二级边坡设置了排水盲沟,将地下水及时排出坡体。

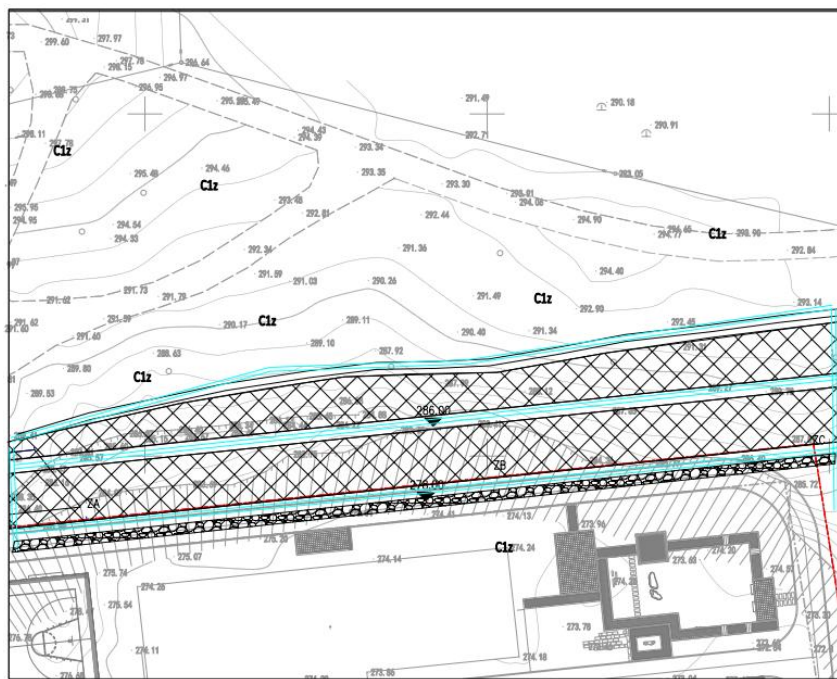
2. 将边坡开挖坡比1:2,边坡较缓,在土体饱和情况下,边坡稳定性为1.36,达到了规范要求。削坡完成后,强降雨对边坡的稳定性影响较小。

八、结论

1. 该滑坡为一浅层牵引性滑坡,滑动面处于全风化炭质页岩中。

2. 处于多雨的南方边坡,考虑治理方案设计时,应优先考虑,施工过程中的突发情况,否则设计图将不再适用边坡,而导致工期延长等。

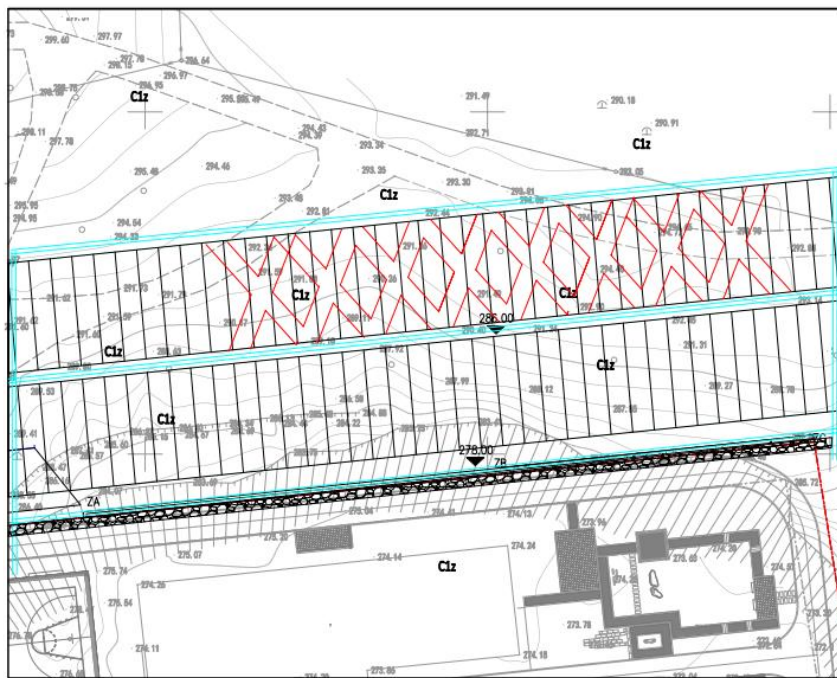
3. 因现场的条件限制,而采取的边坡治理方案,施工过程中的突发情况概率较高,则需准备另外一个方案应对现场的突发情况。



图例 1 2 3 4 5

图1 工程平面布置图(方案一)

1.镀锌钢板区; 2.排水沟; 3.挡土墙; 4.平台设计标高; 5.石灰系下嵌碎石层



图例 1 2 3 4 5 6

图2 工程平面布置图(方案二)

1.浆比1:2护坡区; 2.排水盲沟; 3.排水沟; 4.挡土墙; 5.平台设计标高; 6.石灰系下嵌碎石层

参考文献

[1]王振兵, 王永花. 某露天矿向斜核部滑坡区高陡边坡治理技术[J]. 现代矿业, 2014, 30(10): 117-118.

[2]彭业宣, 周登红. 炭质页岩高陡边坡滑坡的治理[J]. 化工矿物与加工, 2014, 43(8): 49-50.

[3]李奇华. 炭质页岩高陡边坡滑坡治理措施在实际工程中的应用[J]. 南北桥, 2023, (11) 187-189.