

歙县热电联产开挖边坡防护工程勘查中的边坡防护探讨

王征夏

安徽省地矿局 332 地质队

摘要: 随着社会经济水平的提高,为满足人们生活工作对电力的需求,电厂规模和数量增多,但在其实际运作过程中会产生废弃热量,通过落实热电联产工程,能够有效提高能源利用率。然而在不规范采石行为以及自然气候影响下,歙县热电联产开挖边坡防护工程周围地质环境复杂,基于此,为使工程有序、安全开展,本文对歙县热电联产开挖边坡防护工程进行概述,围绕该工程实际勘查内容及结果分析边坡防护难点,重点探讨边坡防护的有效落实途径,以期为相关工作提供参考建议。

关键词: 边坡防护; 工程勘查; 自然灾害

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.05.037

引言: 歙县热电联产开挖边坡防护工程所在区域原本为采石场,属于强制关闭矿山,由于当时采用的生产方式不合理,在大量降水影响下导致场地东西两侧出现崩塌和不连续张开裂缝,不仅对当地自然生态环境造成影响,也破坏了森林公园土地植被。因此,为保证国家森林公园安全,边坡防护工程应开展全面工程勘查作业,以此为基础优选边坡防护施工方案,科学落实各项施工措施。

一、工程简述

歙县热电联产开挖边坡防护工程治理项目位于黄山市歙县徽城镇歙县,由于处在黄山降雨中心边缘,降雨丰富,多年平均降雨量1601.1mm,暴雨、大暴雨常见,易引发滑坡等地质灾害。本县为长江流域与钱塘江流域的分水岭,地下水补给条件优越,但地形多为山丘、岗地,贮水条件差。

勘查区行政隶属于安徽省黄山市歙县中心城区边

缘,于皖南中~低山地内的低丘地貌单元内,微地貌单位为低丘及山间谷地。场地起伏变化较大,大部分为低山。局部为洼地或水塘。周围地质结构复杂,勘查区内可见断层、节理构造,勘查区坡体具有较良好的补给、迳流、排泄条件。

二、围绕歙县热电联产开挖边坡防护工程勘查分析边坡防护难点

该区域原身为采石场,当时采石采用自上而下逆作法施工,未按照规定开采,在集中降水作用下出现多处崩塌,对森林公园土地植被造成破坏。此外,具有危岩体楔形体崩塌,两侧边坡坡度高陡,存在大量危岩体,两侧坡体表面及坡顶均仍未处于安全稳定状态。在大量降雨作用下,地质环境更为恶劣,极易发生崩塌滑坡。在该情况下,经过对该区域进行勘查,边坡防护难点如下:

①降水集中,降水量较大。从当地自然气候来看,当地春季多阴雨,夏季梅雨量大且集中,汛期较长,多年平均降雨量1099.7毫米,降水充沛。而施工现场存在崩塌现象,构造裂隙极其发育,场地现状存在裂缝,在结构本就不稳定的情况下,雨水集中将进一步影响其稳定性。比如,雨季集中降水或暴雨渗入地下,进而逐渐渗入岩石裂隙,对裂隙结构面造成影响,比如软化,同时,渗入裂隙的雨水还有可能形成孔隙水压力,在该情况下,坡体重力加大,固结力减小,岩石的变形和破坏将进一步加重。而且,雨水沿裂缝渗入斜坡体,浸润滑动面,危岩体变形滑动速度加快。根据现场勘查结果来看,坡体整体均处于不稳定状态,有可能发生倾倒式或滑移式崩塌,具体如表1所示:

其中,东侧坍塌中的②、③、⑤、⑥分别为不

表1 坡体稳定性勘查结果

	稳定性评价	备注
BT1 (东侧坍塌)	不稳定	节理②、⑤、⑥两两组合,形成楔形体,切割岩体,易形成崩塌,其中⑤、⑥组合面高陡,易形成崩塌,最不稳定,其次为②、③组合,③、⑥组合,切割面较缓,形成滑移式崩塌,⑥节理与坡面近似,且小于坡角,在有后缘裂缝作用下,将会沿此面作为下滑面破坏。
BT2 (西侧坍塌)	不稳定	三角形楔形体主要有②⑥组合,②④组合,且两组楔形体交界面均高陡,即为发生倾倒式崩塌,结构面②与坡面近似通向,倾角结构面②小于坡角,可能发生沿该节理面的浅层平面滑动,滑动位于山顶部相对浅层。

同规格的节理裂隙，参数分别为：345° ∠70°、185° ∠70°、275° ∠80°、230° ∠49°，均无充填情况，整体平直，略有起伏；西侧坍塌中的②、④、⑥同样为不同规格的节理裂隙，参数分比为72° ∠58°、352° ∠57°、0° ∠71°，均无充填现象，整体平直，略有起伏。

②坡脚危险性较高。勘查区出漏岩性厚层块状坚硬岩石，形成较陡峻的边坡，由于构造节理和卸荷裂隙发育，且前缘存在高陡临空面，在重力作用下，被卸荷裂隙及层面、构造裂隙切割贯通，若是先挖坡脚，极易形成崩塌，进而对施工人员人身安全造成威胁。而且，现存裂缝为滑移式崩塌的后缘，具备延伸趋势，因此，工程难点之二就是确定合理边坡开挖顺序，把握热电联产

建设用地红线与国家森林公园线之间的距离。

③岩体相对破碎，成孔易坍塌，且不利于植被恢复。东侧崩塌受爆破影响，强风化多呈碎裂状，且多处崩塌，岩体震碎，存在潜在节理裂隙；西侧崩塌危岩体表面节理裂隙极为发育，表面节理纵横交错。因此，从整体情况来看，工程区域内岩体相对破碎，成孔易坍塌，不仅不利于施工作业的安全、高效展开，还不利于后续植被恢复工作的落实，环境恢复难度较高。

三、基于歙县热电联产开挖边坡防护工程勘查探讨边坡防护落实途径

(一) 根据施工难点明确边坡防护施工方案

根据歙县热电联产开挖边坡防护工程勘查结果，边坡治理与防护设计的岩土设计参数如表2所示：

表2 岩土设计参数

岩土名称	状态	容重 γ kg/m ³	粘聚力C (kPa)	内摩擦角 ϕ (度)	岩土对重力挡土墙 基底的摩擦系数 (ν)	岩土体与锚固体黏结强度 特征值 (frb) kPa
含砾粉土	天然	20	12	24	0.4	60
	饱和	22	10	20		
强风化岩	天然	23.5	24	30	0.5	120
	饱和	24	22	28		
中风化岩 (结构面)	天然	26.5	70	35	0.6	360
	饱和	27	60	30		

注：部分为经验值或按规范查表所得，岩土体与锚固体黏结强度特征值 (frb) 适用于注浆强度等级为M30，施工中应根据不同要求通过现场试验确定。

基于该参数指标值，为保护热电联产附近的国家森林公园，在综合考虑当地气候、降雨量等方面后，落实支挡及坡面防护为主，排水和植被恢复为辅的施工方。具体方案内容如下：

第一，排水施工计划。为实现对地表水的有效处理，避免其在施工过程中渗入地下，于坡顶进行排水沟和截水沟的设置，同时辅以坡面巡查长效机制，定期或不定期对排水沟和截水沟畅通情况进行检查，避免杂物淤积，实现地表水的顺利排出。此外，对排水沟渗漏情况进行检查，对水体下渗进行控制，尤其在雨季，应加大巡查力度，设置跌水。

第二，坡体支挡方案。落实自上而下的开挖方式，严禁先挖坡脚。设置监测点，主要监测范围为边坡临近地段和坡体，观测裂缝情况，及时掌握有无裂缝产生等现象。在本次工程，为保证边坡防护安全、有效，边坡处治措施建议采用坡脚支挡，坡面防护等措施，且根

据东侧边坡和西侧边坡实际情况落实差异性防护方案。对于东侧边坡而言，采用框架锚杆或主动防护网、锚喷等措施，分级切坡，根据具体风化勘查结果确定切坡坡度，每级设置边坡平台及排水措施。由于该坡体坡度较陡，为恢复其自然生态环境，主要选用框架格梁内设置植生袋，并在植生袋表层覆盖钢丝防护网，在框架节点预留钢筋节点，最后与钢丝网搭接，以此为植被恢复提供帮助。与此同时，为提高边坡稳定性，防止继续风化还可以落实锚杆加固坡体作业，锚喷混凝土加固坡面。对于西侧边坡而言，整体岩体破碎，所以在综合考虑施工条件和绿化美观性后，主要选择框架锚索作为边坡防护技术，植被恢复方法与东侧边坡相同。但是，受多次歙县三阳大断裂带次级断裂带影响，成孔时采用跟管注浆，同时对周围岩土体加固，以此保证边坡防护工程有效性。

(二) 边坡治理措施

1. 桩板墙施工

设计桩长为6m的桩板墙，地面以上和地面以下的规格参数分别为4m和2m。在具体施工过程中，主要需要落实以下环节：

第一，锚杆施工。以工程立面图为基础结合设计要求在坡面上准确测放锚孔位置，将误差控制在 $\pm 50\text{mm}$ 范围内，之后根据不同施工岩层采用差异化成孔方式，即岩层中采用潜孔冲击成孔；在岩层破碎或松软饱水等易于塌孔和卡钻的地层中采用跟管钻进技术。为保证钻进质量，搭建稳固脚手架，调整机位，之后进行干钻，严格控制钻孔速度，做好施工记录。检查孔径孔深，不得小于设计值，为确保锚孔深度，要求实际钻孔深度大于设计深度 0.5m ^[1]。值得注意的是，达到设计深度后，需稳钻1分钟到2分钟，之后做好锚孔清理和检验工作。最后，根据施工要求科学配置水泥砂浆，开展锚固注浆作业，实际注浆量应大于理论注浆量，且以锚杆排气孔不再排气且空口浆液溢出浓浆作为注浆结束的标准。第二，型钢工字钢桩。按照“桩孔定位→成孔→工字钢制安→砼浇筑→养护→桩间板墙浇筑→养护”流程展开。第三，桩间挡土板施工。使用筑钢筋混凝土挡土板，在其上预留圆形泄水孔，直径控制在80mm，同时设置砂砾石透水层，于墙背位置，规格在30cm即可。落实桩和挡土板后做回填处理工作，回填材料以现有的当地资源为主，回填体顶部应用黏土夯实^[2]。开展抗滑桩工字钢与挡土板纵向主筋的焊接工作，开工前做好清洁工作，以此保证焊接质量。

2. 截排水沟施工

严格按照施工设计和要求量定开挖基础范围，准确放出基脚大样尺寸，开挖地基，进行修建。材料主要选用浇筑C25混凝土，截水沟采用浆砌块石。在实际施工过程中，一是开挖土方基槽，为避免滑塌现象的发生，施工人员应适当放坡，对于具有大落差跌水、陡坡的地基，施工人员应及时开展夯压加固处理作业。二是填方基础，分层夯实，以此满足施工设计要求。三是分段开挖截水沟和排水沟，且落实分级报验制度，避免基槽开挖后边坡临空时间较长失稳。此外，施工人员应对基地承载力进行检测，若是检测参数不满足设计要求，应落实地基加固处理作业。四是人工砌筑截水沟底板和边墙，落实“平、稳、紧、满”等原则，且砌石时，基础敷设50mm到80mm砂浆垫层^[3]。值得注意的是，开展砌片石相关施工作业时，应注意纵、横缝互相错开，每层横

缝厚度保持均匀。未凝固的砌层，避免震动。砌石面在砂浆初凝后，施工人员应将灰缝抠深30mm到50mm，并洗净湿润，然后填浆勾阴缝。

3. 边坡开挖与岩质边坡治理措施

边坡开挖采用逆作法，施工时从上往下分级、分段跳槽开挖，避免整个边坡全线开挖，需要注意的是，每段边坡开挖长度不得超过30m，若是在施工过程中遇到破碎地层，应当减少开挖段长度，并应辅以人工修整坡面，清除坡面松散土石，在该层支护结束后支护结构达到设计强度的80%后方可开挖下层土方及后续施工工序，以确保施工安全^[4]。

根据勘察报告，需要落实主动防护网、锚杆（索）加固坡体+钢筋混凝土挂网锚喷支护护面、框架格构梁作业。其中，主动防护网主要应用于该工程中表层一般破碎，且坡体内部较为完整的岩体，比如本工程东侧地层中较为完整的施工段可以采用该处理措施；锚杆（索）加固坡体+钢筋混凝土挂网锚喷支护护面主要以坡面绿化为主，但由于其可再生能力较弱，所以将其应用于坡度较缓的边坡，以加固为主，绿化为辅；锚杆框架格构进行边坡坡面防护，该防护措施既美观又安全，最好将其应用于坡度大于1:0.75的坡比，绿化覆土时需要进行坡面覆土防护，防止水土流失。

结论：综上所述，由于歙县热电联产开挖边坡防护工程存在相对严重的自然灾害，且汛期较长，降雨集中，因此，开展具体边坡防护工作前应围绕施工区域和周边地区开展全面勘查工作。以此为基础科学落实桩板墙施工、截排水沟施工以及植被恢复等措施，从而满足工程需要。

参考文献

- [1] 杨建平. 岩土工程勘查在边坡治理中的重要性[J]. 世界有色金属, 2019(5): 232, 235.
- [2] 冯禄强. 高边坡防护工程的勘察设计关键与施工分析[J]. 世界有色金属, 2021(5): 115-116.
- [3] 毛吉乾. 浅析高边坡防护工程的勘察设计与施工技术[J]. 消费导刊, 2019(6): 95.
- [4] 陈波, 徐成桂. SNS柔性防护系统在某公路土质边坡维护中的应用研究[J]. 公路工程, 2020, 45(2): 112-115.

作者简介：王征夏（1989-），男，湖北荆州人，本科，工程师，从事水工环地质工作。