

复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用探讨

程伦星

广东科诺勘测工程有限公司

摘要: 岩土工程勘察技术是保障建筑工程施工质量的重要工具,有必要对这方面进行深入研究。本文将岩土工程勘察技术作为研究对象,简单叙述工程基本情况,整理工程边坡情况,从工程地质条件、水文地质条件两个维度,详细分析复杂地质条件下岩土工程勘察技术的具体应用,分析自然边坡稳定性,以边坡段号形式,提供相应的边坡支护方案,旨在为更多建筑工程施工单位提供技术指导,提升岩土工程勘察数据质量,保障建筑工程的长期可靠应用,助力社会经济有序发展。

关键词: 复杂地质; 岩土工程; 勘察技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.22.048

前言

边坡支护是保障建筑工程稳定使用的重要施工环节,需要详细且精确的岩土工程勘察数据。现阶段各个行业正处于快速发展的重要时期,行业发展需要大量建筑工程,需要在许多复杂地质条件开展相关施工建设,进一步提升岩土工程勘察数据的精度要求,需要从实际案例出发,针对复杂地质条件下岩土工程勘察技术的实际应用情况做详细分析。

一、工程基本情况

广州市某热电厂二期工程及配套设施项目,设计规模为单日焚烧处理生活垃圾3000吨,投入4台800吨/天的炉排焚烧炉+4台余热锅炉+2台单机容量50MW凝汽式汽轮发电机组。该工程主要运行功能可以划分为两个部分,分别为作为主体工程的垃圾处理服务与垃圾处理配套服务。本工程的建设规划方案,需要对场地做整平处理,并将场地周围区域通过挖方设置边坡,或是通过填方设置边坡。

二、工程边坡情况

可以将本工程的边坡设置为若干段,分别分析边坡的具体分布情况。地貌条件仅为低丘类型,有A、B、C、D、I、J六段边坡。其中,长度约138m的A段,自然坡度为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$,采用挖方工艺,预期边坡高度在26.5m~53m之间;长度约64m的B段,自然坡度约为 20° ,采用挖方工艺,预期边坡高度在6m~18.5m之间;长度约152m的C段,采用填方工艺,预期边坡高度在0m~6.5m之间;长度约107m的D段,自然坡度为 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$,采用挖方工艺,预期边坡高度在1m~13m之间;长度约174m的I段,自然坡度为 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$,采用填方工艺,预期边坡高度在11m~17m之间;长度约160m的J段,自然坡度为 $20^{\circ} \sim 25^{\circ}$,采用填方工艺,

预期边坡高度在0m~10m之间。

地貌条件为低丘、丘间洼地、冲沟三种类型,有E、G、H三段边坡。其中,长度约206m的E段,采用填方工艺,预期边坡高度在0m~11m之间;长度约160m的G段,采用填方工艺,预期边坡高度在0m~11m之间;长度约590m的H段,采用填方工艺,预期边坡高度在0m~20m之间。

地貌条件为丘间洼地、冲沟两种类型,有F段边坡,长约190m,采用填方工艺,预期边坡高度在3m~7m之间。

地貌条件为低丘、丘间洼地两种类型,有K段边坡,长约80m,采用挖方工艺,预期边坡高度在0m~9m之间。

三、复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用

(一) 边坡工程地质条件

1. 地形地貌

本工程场地主要为丘陵地貌,拥有东高西低的地势条件,地面高程在54.15m~132.00m之间。山丘坡度在 $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之间。本工程场地的地形具有较大的起伏状态,在山丘坡地拥有大量发育良好的果树与灌木杂草。在地形地貌的边坡工程地质勘察过程中,并没有发现大规模开挖现象,也无大面积的临空面,没有出现滑坡现象。坡体覆盖层拥有较大厚度,本工程场地没有出现基岩露头、结构面等情况。对于场地的西南侧,拥有一条宽约1m,深约1.5m的洼地冲沟,现在已经通过人工喷砂护面处理工艺,将洼地冲沟改造为灌溉渠。3.1.1地形地貌本工程场地主要为丘陵地貌,拥有东高西低的地势条件,地面高程在54.15m~132.00m之间。山丘坡度在 $15^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之间。本工程场地的地形具有较大的起伏状态,在山丘坡地拥有大量发育良好的果树与灌木杂草。在地形地貌的边坡工程地质勘察过程中,并没有发现大规模开挖现象,也无大面积的临空面,没有出现滑坡现象。坡体覆盖层拥有较大厚度,本工程场地没有出现基岩露头、结构面等情况。对于场地的西南侧,拥有一条宽约1m,深约1.5m的洼地冲沟,现在已经通过人工喷砂护面处理工艺,将洼地冲沟改造为灌溉渠^[1]。

2. 岩土层分布

通过对本工程场地进行钻孔揭露作业,可以将场地岩土层从上至下整理为如下内容:第一层、人工填土层。粒径在5cm~15cm之间的杂填土,堆填时间不足5年,并没有通过自身重量完成固结化。揭露层厚在0.5m~3.5m之间,重型动力触探试验数据为5.9m/5

孔,通过杆长校正后,锤击数次在4.8击~10.9击之间。堆填时间超过10年的素填土,完成自重固结。揭露层厚在0.7m~3.5m之间,通过标准贯入试验,锤击数次在8击~13击之间。通过杆长校正后,锤击数次在8击~12.7击之间;第二层第四系全系统坡积层。具有可塑性的粉质黏土,揭露层厚在0.5m~14.2m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在4击~17击之间。通过杆长校正后,锤击数次在3.6击~14.4击之间;第三层、第四系冲洪积层。具有可塑性的粉质黏土,揭露层厚在0.8m~6.3m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在6击~11击之间。通过杆长校正后,锤击数次在5.8击~9.7击之间。具有流塑性的淤泥,揭露层厚在2.3m~7m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在2击~4击之间。通过杆长校正后,锤击数次在1.6击~3.2击之间。饱和状态的砾砂,揭露层厚在2.2m~2.8m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在12击~13击之间。通过杆长校正后,锤击数次在10.6击~12.2击之间;第四层、第四系全新统残积层。具有可塑性的砂质黏性土,揭露层厚在1.2m~14.4m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在8击~15击之间。通过杆长校正后,锤击数次在7.4击~14击之间。具有硬塑性的砂质黏性土,揭露层厚在0.3m~28.1m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在11击~39击之间。通过杆长校正后,锤击数次在9.7击~29.3击之间;第五层、风化基岩。全风化花岗岩,揭露层厚在0.9m~24.6m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在41击~69击之间。通过杆长校正后,锤击数次在28.7击~48.3击之间。强风化花岗岩,揭露层厚在0.4m~20.1m之间。通过标准贯入试验,锤击数次在71击~98击之间。通过杆长校正后,锤击数次在49.7击~68.6击之间。中等风化花岗岩,揭露层厚在0.4m~12.2m之间。微风化花岗岩,揭露层厚在3.1m~9.7m之间^[2]。

3. 不良地质

通过相关部门获得有关本工程场地区域的地质资料,并没有发现场地存在区域性构造断裂。在岩土工程勘察过程中,也没有发现断裂构造痕迹。除此之外,本工程场地及周围区域,也没有发现例如岩溶、采空区等不良地质与泥石流、地面塌陷等地质灾害。

4. 特殊性岩土

本工程场地存在水平分布与竖向分布不均匀的人工填土,在没有做有效处理之前,不建议将其作为挡土墙持力层使用;处于流塑状的软土,没有良好的承载性能,不具备较好的抗剪强度,存在干缩现象;对于全风化、强风化的花岗岩,在边坡开挖作业中,如果暴露在空气中,会在接触水、阳光等加速风化,降低其物理力学性质。如果没有做边坡支护作业,容易出现坍塌现象。

(二) 边坡水文地质条件

1. 地下水类型

分析本工程场地边坡水文地质条件,可以将本工程场地的地下水类型划分为以下两种类型:第一种、第四系孔隙水。由大气降水、地下水、地表水进行补给的第四系孔隙水,主要排泄方式是从丘陵高处地下水向丘间洼地进行排泄,少数排泄方式为大气蒸发等方式。在本工程场地的杂填土拥有强透水性,其他地层则为弱透水性。因为不同区域的杂填土层中,拥有不同的硬杂质含量,所以杂填土层在本工程场地中,具有透水性不均匀的特性;第二种、基岩裂隙水。全风化~微风化的基岩风化裂隙,构造裂隙、断裂等位置存在基岩裂隙水,上部孔隙水与基岩裂隙水是主要的补给方式,朝本工程场地的深部或是侧向裂隙发育处进行排泄。对于全风化~中等风化的基岩风化裂隙,拥有良好的发育状态,具有较高的连通性能,拥有较为丰富的水量储备。微风化的基岩风化裂隙较发育,可是大多数为闭合裂隙,水量储备较少^[3]。

2. 地下水水位

在本工程场地中,低丘区域拥有较大埋深的地下水,洼地区域与冲沟区域的地下水埋深小。因为在本工程岩土工程勘察过程中,正处于当地的雨季,所以在实际测量135个钻孔水位后,稳定水位埋深在0m~22.70m之间,高程在52.95m~85.18m之间。如果处于旱季,本工程场地的地下水位会有一定程度的降低。在整理边坡水文地质勘察数据,翻阅当地水文地质调查历年数据后,可以了解到本工程场地的地下水位变化幅度为2m/年。

3. 地下水腐蚀性采取本工程场地的6组地下水水样,溃烂相应的水质检测分析试验,参考《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001),判断本工程场地地下水的腐蚀性能。从 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 OH^- 、总矿化度等II类环境评价指标,pH值、侵蚀性、 CO_2 、 HCO_3^- 等地层渗透性评价指标,判断地下水对于混凝土结构的腐蚀性能,从水中的 Cl^- 含量评价指标,判断地下水对于钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性能。通过整理大量数据,可以发现本工程场地地下水对于混凝土结构与钢筋混凝土结构中的钢筋具有一定的微腐蚀性^[4]。

四、自然边坡稳定性分析

在对本工程场地内进行岩土工程勘察过程中,并没有发现基岩露头情况,可以通过以下两个原因,判断自然边坡保持基本稳定状态:第一、边坡岩土构成。自然边坡的岩土类型主要为土坡、残积土层、全风化或强风化的花岗岩,整个地层条件较为单一。在抗剪强度性能方面表现较高,没有过高的渗透性,不具备更强的富水性能,地层厚度良好。而且,在钻探作业中,并没有发现断层破碎带或是软弱结构面,也不存在不利临空面;

第二、地形地貌与周边环境。本工程场地的地下水埋藏较深，地表坡度在 $20^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之间，较为平缓。同时，在坡面上拥有茂盛的植被，对于规避坡面岩土风化有较大作用，植被自身的蓄水能力，也可以降低雨水对坡面岩土的冲刷影响，有效提升边坡稳定性。

五、工程边坡支护方案

(一) 方案基本内容

在设计工程边坡支护方案时，需要根据本工程场地边坡的工程地质条件，综合分析施工安全性、方案经济性、工艺便利性等因素，并根据工程场地建设规划方案，对工程边坡支护方案细节做合理优化。可以参考章节2的内容，将整个工程边坡设置为若干段，分别设计相应的边坡支护方案。在本章节中，将以挖方工艺与填方工艺，划分各个工程边坡段。

采用填方工艺，有C、E、F、G、H、I、J七段边坡。其中，C段岩土体主要类型为坡残积土与各级风化花岗岩，具体较小埋深的地下水。可以考虑使用扶壁式挡土墙支护工艺，或是坡率法回填放坡工艺。对于挡土墙基础，可以将坡积粉质黏土作为填方区使用。对于回填物，可以选择工程场地的其他挖方区坡残积土，以及全风化花岗岩与强风化花岗岩。在进行回填作业时，需要做好分层压实或强夯作业，保障填土密实度满足边坡支护条件。在填筑期间，使用土石料时，需要由里及外逐渐提升其透水性能，避免出现提升填筑高度，抬高地下水位，增加边坡垮塌风险；E段除人工填土层外，各个地层均有揭露，淤泥层厚度在 $3.5\text{m} \sim 5.8\text{m}$ 之间，具有较小埋深的地下水。可以考虑使用搅拌桩或旋喷桩复合地基工艺，结合扶壁式挡土墙支护工艺，进行边坡支护作业桩端持力层选择中等风化~微风化的花岗岩。回填物、回填处理、填筑土石料选择等内容，可以参考C段边坡；F段各个地层均有揭露，淤泥层厚度在 $2.1\text{m} \sim 7\text{m}$ 之间，具有较小埋深的地下水。边坡支护作业可以参考E段边坡；G段除冲击层外，各个地层均有揭露，素填土层埋深在 $2.8\text{m} \sim 3.5\text{m}$ 之间，具有较小埋深的地下水。边坡支护作业可以参考E段边坡；H段除冲积粉质黏土及淤泥外，各个地层均有揭露，人工填土层厚度 $1.1\text{m} \sim 3\text{m}$ 之间，具有较小埋深的地下水。可以考虑使用坡率法分级放坡支护工艺或是锚拉式桩板挡墙工艺，进行边坡的支护作业。回填物、回填处理等内容，可以参考C段边坡；I段岩土体主要类型为坡残积土与全风化~微风化的花岗岩，边坡支护作业可以参考H段边坡；J段岩土体主要类型与I段边坡类型。可以考虑使用坡率法回填放坡支护工艺或是扶壁式挡土墙支护工艺，进行边坡的支护作业。回填物、回填处理等内容，可以参考C段边坡^[5]。

采用挖方工艺，有A、B、D、K四段边坡。其中，A段岩土体与坡残积土主要类型为全风化~微风化的花

岗岩，拥有较大埋深的地下水埋藏条件。可以考虑使用坡率法分级放坡+锚杆格构梁的组合方式，完成边坡支护作业；B段岩土体与坡残积土类型与A段边坡类似，除使用组合边坡支护工艺，也可以使用超桩板式挡墙支护工艺；D段岩土体与坡残积土类型与A段边坡类似，除使用组合边坡支护工艺，也可以使用陡开挖挡土墙支护工艺；K段岩土体与坡残积土类型与A段边坡类似，可以参考D段边坡支护工艺^[6]。

(二) 边坡支护注意事项

在完成上级边坡支护作业后，确认达到边坡支护施工设计标准，再做下级边坡的开挖与支护作业。在开展边坡支护作业时，需要进行全程化监测，启用相应的防护措施，合理预防塌方、垮塌等施工安全事故。对于边坡外围，以及坡顶、坡底等位置，需要设置合理规格的截水沟与排水沟，并为边坡支护结构设置相应的排水管。如果有需要，还要在排水管中增加反滤层结构，以此设置工程场地边坡结构的立体化排水系统。根据整个建筑工程的施工建设规格，在坡面开展相应的绿化处理，避免坡面与空气、阳光等直接接触，降低坡面风化速度，也可以借助绿化植物的，合理控制坡面的雨水冲刷幅度，避免出现严重的水土流失现象。

结语

应用岩土工程勘察技术时，需要先对建筑工程施工建设标准进行分析，整理施工区域地质条件，再吸收本文理论内容，设计一套匹配建筑工程施工建设条件的岩土工程勘察方案，做好方案细节优化处理，确保岩土工程勘察数据的精准性。希望更多建筑工程施工单位可以对岩土工程勘察技术做深入分析，合理处理复杂地质条件，向社会输出高质量的建筑工程，满足行业健康发展需求。

参考文献

- [1] 祁曜刚. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用探究[J]. 房地产世界, 2022(04): 82-83.
- [2] 李明. 复杂地质条件下岩土工程勘察技术的应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 157-158.
- [3] 王守彪. 基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的研究[J]. 冶金与材料, 2021, 41(04): 99-100.
- [4] 赵羽, 曹启增, 王少雷. 复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术分析[J]. 建材发展导向, 2021, 19(12): 54-55.
- [5] 陈永, 徐晓明. 基于复杂地形地质条件下岩土工程勘察技术的研究[J]. 世界有色金属, 2020(13): 102-103.
- [6] 卓帅. 新时期复杂地质条件下岩土工程勘察技术分析[J]. 冶金管理, 2020(11): 148.