

# 岩土工程分析评价与地质工程风险防控措施

简斌 齐庆超

山东鲁勘集团有限公司

**摘要:**在建筑工程项目建设中,岩土工程勘察是一项必不可少的环节,可以为拟建建筑提供岩土工程所需的各项岩土参数,为工程建筑的地基施工提供岩土工程分析评价,及时发现工程施工现场地基岩层的不良地质情况,并针对不良地质作用、地质灾害提出有效的防范措施,以保障拟建建筑地基的安全、稳固。基于此,本文以实际工程作为案例分析,对施工现场地基情况进行开展岩土工程勘察工作,开展岩土工程分析评价,并依据工程勘察数据实际情况,提出相应的地质工程风险防控措施,以供参考。

**关键词:**岩土工程;分析评价;地质工程;风险防控

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.03.035

在工程建设前期,都必须要对工程施工现场开展岩土工程地质勘察,对岩土工程展开详细、全面的分析评价,找出地质工程中存在的不良地质灾害,在此基础上,参考工程地质勘察岩土工程数据信息,予以针对性的地质工程风险防控措施,以降低岩土工程地质灾害对工程建设施工设施造成的破坏,以及对环境和施工人员人身安全带来的不良影响,进而推进工程项目地基施工的安全、高质量开展。

## 一、工程概况分析

为了给拟建建筑工程提供全面、精准、详细的岩土参考数据,对本案例工程开展勘察工作,对建筑地基岩土工程展开详细分析评价,参考工程勘测数据信息,及时的发现不良地质、地基问题,并提出针对性的地质工程风险防控措施。

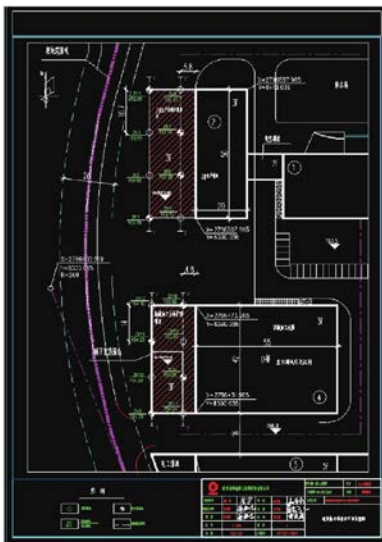


图1 建筑物与勘探点平面位置图

如图1所示,为某拟建建筑工程项目的施工现场建筑物与勘探点平面位置图,在工程项目建设前,对项

目施工工地做了工程地质勘察、测绘工作,测绘数据结果分析发现,该拟建工程场地地质主要具有岩溶地质灾害问题,并未发现滑坡、泥石流等其他地质灾害情况。该拟建施工场地岩溶地质灾害具体表现为:岩面起伏较大,局部发育有溶洞、溶沟、溶槽,且溶沟、溶槽、溶洞处以及岩石面的周边区域所附着的土质软弱,还有若干土洞在局部区域出现。在该拟建工程岩土工程勘察中,共计设置19个钻孔,遇溶洞钻孔9个,在钻孔施工过程中,所遇到的溶洞隙累计长度为30.67m,钻孔穿过可溶岩的总长度尺寸为73.1m,并为在勘察场地周围以及内部发现地表岩溶,水拟建筑施工场地岩溶勘察数据分析,确定岩溶发育等级为强烈发育。分析钻探数据并结合该区域地质相关参考材料可知,钻探深度内,主要由素填土、淤泥质黏土、含砾黏土灰岩构成场地内部覆盖地层,其中,覆盖层厚度小于30m,下伏基岩为灰岩。其中,素填土:主要是由后期人工堆积而成,以黏性土为主,土质松散、颜色杂乱、性质不均,也有少部分砂石涵盖其中;淤泥质黏土:主要是由第四系沼泽较长时间的沉积而形成的,以软塑的黑色黏性土为主,土质中还掺杂着一些腐殖质物质,有一股腥臭味;含砾黏土:主要是由第四系中-上更新统冲积成,砾石粒径在2mm~20mm范围,含量;不均,以切面光泽的黄褐色土质为主。灰岩:主要构造为中厚至厚层状态,呈现灰白色,以方解石为主要矿物成分,是属于脆性岩石。河道、防空洞、墓穴等是对该拟建工程施工不利的埋藏物。

## 二、岩土工程分析评价

### (一) 场地稳定性和适宜性评价

该拟建工程场地地质主要具有岩溶地质灾害问题,场地内部和周边并未发现滑坡、地面沉降、泥石流等不利于工程安全的其他地质灾害情况。该施工区域属于波状堆积平原亚区地貌,根据勘探数据信息发现,该工程场地也是可溶性碳酸盐岩地区,该区域岩溶的形成与地下具有可流动地下水有着直接关联性。岩溶发育具有岩面起伏变化大、局部或者内部发育有溶槽、溶洞、溶沟的情况,岩面周围区域和溶槽、溶洞、溶沟周边均是软弱土质。共计设置19个钻孔,遇溶洞钻孔9个,在钻孔施工过程中,所遇到的溶洞隙累计长度为30.67m,钻孔穿过可溶岩的总长度尺寸为73.1m,遭遇洞隙的总概率为48%,为发现有地表岩溶在施工现场周边遗迹内部的情况。对该区域岩溶发育等级进行评定,参照相关标准规定,评定为强烈发育等级。地基为浅覆盖型岩溶,灰岩属于第四系土层覆盖,厚度小于30m,有高达90%的覆盖率。岩溶地基洞隙稳定性的分析评价参考相关勘察技术标准予以精准的定性评价。该建筑施工场地的石灰岩地质定性为中厚层状,有着较硬、较高强度的岩石质地,对工程施工的稳定性具有积极影响。钻探岩心勘察

观测发现，主要由泥质、方解石胶结是溶洞顶板岩体中裂隙主要构成物；存在扁平状顺层发育的浅层溶洞群；洞隙的顶板岩层厚度和洞径比值较小但溶洞较大；洞隙内部有充填物，填充物有被水流冲蚀的可能性造成流失；场地下面有地下水流，水流会充斥到洞隙中去，造成洞隙承载一定的压力性等等以上情况，均对施工场地的稳定性带来不利影响。定量评价岩溶地基洞隙稳定性情况，发现，该拟建工程施工场地的顶板具有高危坍塌风险，通过 $H=H_0/(K-1)$ 工程算式的计算，（即：所需塌落的高度（m）算式中H表示，洞体的最大高度（m）算式中 $H_0$ 表示，岩石的松散系数算式中K表示），计算得出石灰岩取值为1.2。通过对场地溶洞的稳定性定量计算分析发现，多数溶洞稳定性差，为对每一个溶洞进行针对性处理，需要依据具体位置、大小和埋深等情况的全面分析后，再行针对性施工处理措施，以镶补、嵌塞施工处理较小的洞隙，以梁、拱等结构跨越施工措施处理较大洞隙。

**（二）特殊性岩土评价**

（1）填土。该拟建工程项目施工场地的素填土主要是由后期人工堆积而成，以黏性土为主，土质松散、颜色杂乱、性质不均，缺乏固结，具有较高压缩性，低承载力的特征。土层主要覆盖着场地的表层，具有较低的工程性能，不能作为基础持力层加以应用，因此该工程施工建设时，需要剔除这部分素土层。

（2）膨胀土。膨胀土分为A、B、C三类，A类为：第三系湖相半成岩的泥岩、粉砂质泥岩以及它们的风化产物；B类指碳酸盐风化形成的红黏土；C类指的是第四系河流冲积黏土。而对本工程场地勘察分析发现，覆盖黏性土层不属于以上任何一种膨胀土，且场地周围建筑物也没有出现因土体胀缩发生开裂的现象，所判定该场地不存在膨胀性岩土危害。

（3）淤泥质黏土。在对该拟建工程场地勘测过程中，钻孔区域有淤泥性黏土分布，淤泥所处位置在素填土层的下方，有2~8.9m的厚度，属于较厚型的淤泥质黏土区，力学强度低、工程性质不佳，不能作为基础持力层加以应用，因此，在该工程地基施工建设前，需要钎探一下，将软弱层分布范围加以明确，做好地基的加固施工，以施工处理好的复合地基作为基础持力层。

（4）混合土。该拟建工程场地地下主要是含砾黏土细粒的混合土，土层泥土中砾石含量张总质量的30%~40%，在地质勘测中对外岩芯进行观测，发现黏土中的卵砾石存在不均匀性特征，大约在8~19m的埋深处。通过勘测发现，该场地的可塑含砾黏土工程性质较好，是可以作为天然地基持力层；软塑含砾黏土工程性质较差，是不可作为天然地基持力层，需要在该工程地基施工建设前，需要钎探一下，将软弱层分布范围加以明确，做好地基的加固施工，以施工处理好的复合地基作为基础持力层。

**（三）地下水和地表水评价**

该拟建工程场地地层土质主要以素填土、淤泥质黏土、含砾黏土和灰岩为主，场地的环境地质为稍湿至很湿的弱透水层，归类为II类。以B型对地层渗透性进行

考虑，该场地水位埋深浅，从干湿交替作用作为考虑，保障地基施工安全。在地质勘察中对场地土样的腐蚀性做了勘测，检测报告显示土质具有一定的腐蚀性，对于混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋存在微腐蚀性特征。该拟建工程场地勘察范围内，并未发现大的地表水系，在项目建设施工中，地表水系对施工的影响不大。在强降雨聚集的雨季，大量雨水灌溉可能会造成场地形成上层滞水富集带，水量会随着降雨时间和水量的变化而发生这变化，因此，工程施工建设中，必须要规避雨季施工，并在施工过程中，做好雨水的截排水。钻探勘测发现，该场地内部地下水为潜水，不具备承压性，在地表第四层土层中孔隙内赋存，若基础底面在地下水之下，则会造成地基土的局部软化，降低了承载力，建设的建筑物则会发生不均匀沉降现象。在一定范围内，地基土会存在较大的水位差，对的渗流速度加快，进而造成地下水对土体腐蚀力的增加，很容易发生底面塌陷的安全隐患。对该场地的钻探勘探中发现，该拟建工程场地地下水属于空隙潜水，潜水稳定水位在2m~3.5m之间，高程在150.5m~151.6m之间，建筑物基础底面在地下水下方时，基础底面和地下水之间会产生静水压力，水位以下土体会受此影响产生浮托力，需要做好抗浮措施，设置151.5m的抗浮水位。

在较为干旱的季节进行施工，建筑工程施工不会受到地下水的影响；在雨季进行施工，则建筑基坑中必然会形成积水，而积水的形成会对地下水位造成降低，进而也会对场地周边地下水地质条件造成影响，进而发生临时性变化，对地下水的抽汲对岩面周围的土体可能带走，进而形成土洞，造成地面的塌陷。因此，旱季少于季节施工最为合适，且对于地下水也必须要禁止长时间抽汲。

**（四）岩土工程参数分析**

对于该拟建施工产地内各地基土岩层承载力特征值的确定，需要参考本地区建筑勘查经验以及本次工程项目现场勘测的相关勘测数据以及土工试验、岩石抗压试验及原位测试等成果资料进行科学确定。

**表1 土工试验确定地基承载力特征值表**

地层名称及编号	孔隙比e	液性指数I <sub>L</sub>	天然含水量w(%)	承载力特征值f <sub>ak</sub> (kPa)
淤泥质黏土②	—	—	44.30	60.1
可塑含砾黏土③	0.86	0.37	—	166.4

**表2 标准贯入试验确定地基承载力特征值表**

地层名称及编号	修正后锤击数(N <sub>60</sub> /30cm)	承载力特征值f <sub>ak</sub> (kPa)
素填土①	4.0	125
淤泥质黏土②	3.1	107
可塑含砾黏土③	7.3	194.8
软塑含砾黏土④	2.9	101

**表3 frk确定地基承载力特征值表**

地层名称及编号	圆锥贯入试验的贯入量(MPa)	折减系数ψ <sub>r</sub>	承载力特征值f <sub>ak</sub> (kPa)
灰岩⑤	4097%	0.2	819.5

分析原位测试和室内土工试验结果表明，本工程取样方法和其他因素对实验结果的不存在显著影响，所采取的取值标准和实验方法恰当，采取不同测试方法所获取的结果具有合理性，测试结果在允许的离散程度范围内，测试方法较为匹配计算模型。

**（五）地基基础方案分析**

对该拟建建筑工程项目的天然地基进行综合评价发现，拟建建筑1#号生产车间项目基底下地层土质构成结

构主要是由第一层“素填土层”，第二层“淤泥质黏土”和第三层“可塑含砾黏土”，在地基处理施工中，应该选用复合地基，条形基础，持力层以处理好的复合地基为主。2#生产车间项目基底下地层个别钻孔勘测发现，土质构成结构主要是由第二层“淤泥质黏土”第四层“灰岩”，在地基处理施工中，建议进一步做好地基处理，持力层以处理好的复合地基为主。其他施工区域基底下地层土质构成结构主要是由第三层“可塑含砾黏土”和“软塑含砾黏土”，第四层“灰岩”，可作为天然地基应用，以条形基础为基础。但是值得注意的是，第三层“软塑含砾黏土”必须要予以地基变形及强度验算合格后才可采用，若验收结果不合格，则需要对其进行地基处理后，将处理好的复合地基作为持力层。该拟建工程场地地基具有不均匀性特征，因此，在对该场地进行地基设计时，需要全面考虑地基的不均匀特性，强化对础与上部结构的施工措施应用，以有效避免不均匀沉降工程建设的风险性。处于岩溶地区是影响该拟建工程项目建设地基稳定性的主因素，在该工程项目施工中，主要注重对地基的科学处理，选取适合的基础形式和处理措施是较为适合拟建建筑的。该施工场地环境优势凸出，地势平坦、交通便利、适合大型机械设备出入施工场地，也适合在场地内进行消防水管的分布，地基处理施工基本条件也符合标准。在对地基处理设计时，可选用高压旋喷桩、水泥土搅拌桩或者水泥粉煤灰碎石桩地基施工技术，待地基施工技术方案确认后，可抵达施工现场进行试验，在地基施工完成后，还需要按照相应的质量检测标准进行施工质量检测，通过后方可进入下一步建筑施工。

#### （六）基坑工程分析

通过对本工程基坑予以评价分析，评定该基坑安全等级为3级，本工程基坑侧壁土层评价中，第一层“素填土层”，第二层“淤泥质黏土”的稳定性较差，第三层“可塑含砾黏土”的稳定性较好。基坑为土质边坡，岩土体和周边建筑物物理力学性质来对其稳定性进行控制，基坑边坡在遭受到雨水和地表水冲刷渗透作用下很容易发生边坡失稳的情况，工程地基施工过程中可能会遭受到浅层塌滑和整体圆弧滑动破坏，因此，在基坑开挖施工中，必须要做好地基支护施工措施。依据对现场施工场地勘察来看，可以采取集水明排的施工措施来对基坑开挖和施工中地下水的控制。基层施工中，若是长时间大量的进行抽水，则很容易诱发地面沉降、土洞塌陷等问题，因此，应采取分段、控量抽水的方法进行地下水排水。

### 三、地质工程风险防控措施

#### （一）地质条件可能造成的工程风险

该拟建建筑工程施工场地由于特殊的地质特性，在地基施工中会存在以下工程风险：基坑开挖施工中，会因为位移因素而诱发土体变形；附近地下水条件会因为基坑降水而发生改变，诱发地基应力的变化，进而诱发地面沉降现象发生，在抽水停止后，还会因为地下水位的上升而发生回弹现象，导致地基变现而增加建筑地基施工安全隐患。该区域雨季时节下雨较为集中，雨量较大，土体被雨水渗透后会出现软化现象，进而诱发基坑边坡的稳定性变

差。基坑开挖和施工过程中，若支护措施做的不到位，则会诱发基坑边坡失稳，增大了施工安全风险，对施工人员和设备造成损伤和损坏。该施工场地地下水位在基础面的上方，对后期地基施工带来较大影响。场地地基施工中，若存在基础形式选型不合理，将不稳定的地基作为基础持力层则会诱发地基失稳风险。

#### （二）工程风险防控措施

严格遵循分层、分块、对称的基地土方开挖原则，并采取土钉墙、坡率法等施工处理措施来保障施工中基坑侧壁的安全性，避免出现基坑变形情况，提高工程施工的安全性。严格参考分析施工场地工程地质、支护结构形式、水文地质条件、基坑周边环境内容，合理的选取截水、降水、集水明排的地下水控施工方法。且在基坑开挖施工时，需要做好对场地地下水水位变化情况的检测，充分掌握和明确地下水对基坑内外土体、坑边地面沉降、基坑开挖影响范围。

在较为干旱的季节进行开展基础施工，在基坑顶部设置好排水沟后方可开展基础开挖施工，以有效避免地表水渗透，诱发岩土层软化而产生边坡失稳的情况。因此，开挖施工中，需要注重基坑支护设计并在开挖后紧跟施工。采取适宜基础形式加固稳定地基基础，避免地基失稳情况的发生对地基机构造成影响，并加以采取有效的结构措施降低不均匀沉降带来的不良影响。该拟建工程项目地基施工建设中，需要对地表水疏排系统进行全面考虑，可以结合施工现场地形实际进行截排水系统的合理设置，进而实现有效疏导。填土地面和排水沟渠的防渗处理需要在设计、施工中格外注重，避免地表水下渗透发地基土承载力的下降而导致的边坡失稳。

#### 结语

总而言之，在建筑工程项目施工中，必须要做好对岩土工程地质的勘测和地质灾害的防治工作，结合具体工程项目现场实际，予以全面、深入的地质情况勘测以及岩土工程的分析评价，明确影响地基施工的各种地质因素，并在施工设计中做好相应的地质灾害防控措施，进而保障建筑工程项目的安全、顺利开展。

#### 参考文献

- [1] 孙政, 苏立, 龙建平. 某拟建工程地质勘察和岩土工程分析评价[J]. 安徽建筑, 2022, 29(11): 150-152.
- [2] 汪文清. 岩土工程勘察中场地工程地质条件分析与评价[J]. 江西建材, 2022, No. 285(10): 181-182+185.
- [3] 刘港. 岩土工程条件评价与勘察实例分析[J]. 建筑技术开发, 2022, 49(17): 1-3.
- [4] 杜金. 土质边坡岩土工程勘察及稳定性评价[J]. 有色金属设计, 2022, 49(02): 96-100.
- [5] 刘薄汉. 复杂地质条件下岩土工程的勘察与评价分析[J]. 四川水泥, 2022, No. 309(05): 45-47.
- [6] 钟柠远. 岩土工程勘察中场地工程地质条件分析与评价[J]. 西部资源, 2022, No. 107(02): 13-14+17.
- [7] 杨贞荣. 岩土工程勘察地质条件分析与评价[J]. 工程技术研究, 2022, 7(07): 220-222.