

地质条件对岩土工程的影响分析——以温州地区为例

于烁

江西省勘察设计研究院有限公司(温州分公司), 浙江 温州 325000

[摘要]地质条件是岩土工程设计与施工的重要依据, 其主要包括: 地形地貌、地质构造、不良地质作用、地层岩性、水文地质条件等。基于此, 文章结合实际工程项目案例, 分析工程项目中的地质条件以及开展的地质勘查工作细节, 明确地质条件对岩土工程的影响, 并且基于地质条件分析岩土工程的开展措施, 最大程度规避潜在危险, 确保项目顺利完成。

[关键词]地质条件; 岩土工程; 地质勘察; 施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i5.12180

中图分类号: TU4

文献标识码: A

Analysis of the Impact of Geological Conditions on Geotechnical Engineering Geology -- Taking Wenzhou Area as an Example

YU Shuo

Jiangxi Survey and Design Institute Co., Ltd. (Wenzhou Branch), Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract: Geological conditions are an important basis for the design and construction of geotechnical engineering, which mainly include: topography, geological structure, adverse geological processes, stratigraphic lithology, hydrogeological conditions, etc. Based on this, the article combines practical engineering project cases to analyze the geological conditions in the engineering project and the details of the geological exploration work carried out, clarify the impact of geological conditions on geotechnical engineering, and analyze the implementation measures of geotechnical engineering based on geological conditions to minimize potential hazards and ensure the smooth completion of the project.

Keywords: geological conditions; geotechnical engineering; geological survey; construction technology

引言

在岩土工程的设计与施工中, 对岩土工程影响较大的主要为地质条件, 其不同方面对岩土工程的影响各有不同的侧重。每个侧重方面均可能给施工带来极大的挑战, 甚至可能导致严重的后果, 如基础不均匀沉降、构件上浮、倾斜、开裂等。为确保项目的顺利完成, 我们应该充分了解、分析地质条件对岩土工程的不同影响, 以便能够有效指导项目的设计与施工。

1 地区概况

1.1 位置与气候

温州位于浙江省东南部, 全境介于北纬 27.03° -28.36°, 东经 119.37° -121.18° 之间。东濒东海, 南与福建省宁德地区的福鼎、柘荣、寿宁三县毗邻, 西及西北部与丽水市缙云、青田、景宁三县相连、北至东北部与台州仙居、黄岩、温岭、玉环四县市接壤。全市陆域面积 12110 平方公里, 海域面积约 8649 平方公里。境内分布瓯江、飞云江、鳌江三大水系, 亘有雁荡诸山脉, 泰顺白云尖海拔 1611 米, 为全市最高峰; 地势呈南西高, 东北低, 梯形倾斜, 由中低山、丘陵向平原、滩涂延伸, 所处海拔 0-1611m 之间; 西南部及北部自然地貌保持尚可, 植被覆盖率较高, 中部及东部受人类作用影响较大, 原始地貌破坏严重。

温州为亚热带季风气候区, 冬夏季风交替显著, 温度

适中, 四季分明, 雨量充沛, 年平均气温 17.3-20.0 摄氏度。春夏之交有梅雨, 7-9 月间有热带气旋, 偶有台风侵扰; 冬无严寒, 夏无酷暑。

1.2 区域地质构造

1.2.1 构造演化史

温州地处浙江省东南部, 位于东亚大陆边缘, 属以江山-绍兴断裂为界之浙东南区(见图 1)。自太古以来经历了纷杂繁复的构造历程, 基于区域构造, 不同地质时期表现出的不同演化特征, 可以将本区划分为三个构造演变阶段进行描述:



图 1 浙江省地层分区图

①地槽时期。在晋宁运动之前，本区以古华夏板块为主，部分为洋壳，活动微弱；直至早寒武世—晚志留世的加里东运动，该运动在本区以褶皱运动为主，形成了一系列的北东向褶皱构造。本时期内变质作用强烈，岩浆作用微弱。

②地台时期。本时期主要发生在晚石炭世至晚三叠世的华力西运动—印支运动。由于本区内华力西运动并不明显，本时期内主要构造运动以发生于早三叠世至晚三叠世的印支运动为主；其主要特征点是振荡运动频繁，海相、陆相交替出现致地层间假整合接触较多。

③陆缘活动时期。印支运动后，本区进入陆缘活动时期，太平洋板块向欧亚大陆板块俯冲，造成固化的地台再次活动，本时期最主要的构造运动是燕山运动（早侏罗世末至晚白垩世末）及喜马拉雅运动（第三纪早期至第四纪早期）。大规模的岩浆喷出及侵入活动、断陷盆地的形成以及各个地层之间出现假整合或不整合接触则是本区该时期最大特征。

1.2.2 断裂构造

断裂构造与褶皱运动、振荡升降活动均有着不可分割的必然联系。从本区地质构造特征来看，地槽、地台及陆缘活动三大发展阶段的地壳组成与架构不同。断裂发育程度及断裂性质有着明显差别。地槽阶段的加里东运动期，地壳活动性很大，固化程度低，故而形变以褶皱为主，断裂一般不发育；地台阶段，地壳活动性稍缓，固化程度加深，以振荡升降为主的构造运动没有形成新的大断裂，只是沿着原有断裂产生滑动；直至进入陆缘活动期，地壳活动进一步减缓，基底固化程度高，断裂活动十分发育。

根据断裂的波及深度及规模，大致可划分为深断裂、大断裂及一般断裂（见图2、表1）。其中深断裂指规模大、深度穿越硅铝层到达硅镁层的断裂，其形成历史悠久、延续时间长，活动反复；大断裂指规模较大，深度到达康氏面但未能穿越的断裂，其延续时间较长，一般是三、四级构造单元的分界面；一般断裂绝大部分为中生代形成，其规模较小，影响深度也较小。



图2 浙江省断裂系统图

表1 浙江省主要断裂简表

编号	断裂名称	方向	规模	强烈活动时代
1	江山-绍兴	NE	深断裂	Pt ₃ (晚元古代)、Pz(古生代)、Mz(中生代)
2	马金-乌镇	NE	深断裂	Pz(古生代)、Mz(中生代)
3	球川-萧山	NE	深断裂	Pt ₃ (晚元古代)、Pz(古生代)
4	丽水-余姚	NNE	深断裂	Mz(中生代)
5	下庄-石柱	NEE/NNE	大断裂	Pz(古生代)
6	常山-漓渚	NE	大断裂	Pz(古生代)、Mz(中生代)
7	开化-淳安	NE	大断裂	Pz(古生代)
8	昌化-沈家门	E-W	大断裂	Mz(中生代)
9	衢州-天台	E-W	大断裂	Mz(中生代)
10	孝丰-三门湾	NW	大断裂	Mz(中生代)、Kz(新生代)
11	松阳-平阳	NW	大断裂	Mz(中生代)
12	鹤溪-奉化	NE	大断裂	Mz(中生代)
13	温州-镇海	NNE	大断裂	Mz(中生代)、Kz(新生代)
14	学川-湖州	NE	大断裂	Mz(中生代)
15	淳安-温州	NW	大断裂	Mz(中生代)、Kz(新生代)
16	长兴-嘉善	E-W	大断裂	Mz(中生代)、Kz(新生代)
17	长兴-奉化	NW	大断裂	Kz(新生代)
18	泰顺-黄岩	NE	大断裂	Mz(中生代)

1.3 地质特征

以地质特征差异性可将温州地区分为浙南中低山火山岩分布区、浙东南沿海丘陵平原软土及岛屿火山岩分布区（见图3）。区域地层发育稍有复杂，区域出露从老到新为晚古生界泥盆纪（D）、中生界侏罗纪（J）、中生界白垩纪（K）和新生界第四纪（Q）等跨越古生界至新生界的不同阶段。总体来看，本区域内中生界侏罗纪地层最为发育，分布范围也最广，其中上侏罗统磨石山群为浙南中低山火山岩分布区的主体；岩性主要为中酸性火山岩及以火山碎屑岩为主的火山沉积岩；浙东南沿海丘陵平原及岛屿火山岩分布区则主要分布第四系覆盖层，零星分布燕山期侵入岩。



图3 浙江省地貌分区图

本地区出露地层层位详细分述如下:

1.3.1 晚古生界泥盆纪鹤溪群

本地区出露的最老地层为古生界泥盆纪变质岩鹤溪群,主要岩性为白云片岩、白云石英片岩,局部地区夹石墨白云片岩、大理岩和千枚岩。出露厚度90~450m,未见底界,与上覆地层侏罗系火山岩呈不整合或断层接触。

1.3.2 中生界中侏罗统毛弄组

毛弄组是一套粗碎屑岩地层,上部为黄色含砾粗砂岩,粉砂岩,页岩及碳质页岩夹煤层;中部为黄色细砂岩,含砾砂岩,粉砂岩,页岩夹煤层,下有花岗质砂砾岩夹页岩,碳质页岩;下部为灰绿色英安质玻屑凝灰岩夹砂岩和煤层。不整合伏于磨石山下亚群之下。

1.3.3 中生界上侏罗统磨石山群

①上侏罗统磨石山下亚群大爽组。大爽组以流纹质晶屑、玻屑凝灰岩及玻屑凝灰岩为主,夹中-中酸性火山碎屑岩及沉积岩。区域厚度变化大,整合伏于高坞组之下。

②上侏罗统磨石山下亚群高坞组。高坞组是为一套岩性较单一的酸、中酸性火山碎屑岩,偶夹沉积岩、玻屑凝灰岩等,局部含植物化石;分布广,厚度大,在本区永嘉罗岗尖、平阳半天山、苍南鹤顶山、洞头、乐清后山塘等地均有分布,是晚侏罗世火山喷发时期产物,受北东向构造控制,下与大爽组、上与西山头组均为整合接触。

③上侏罗统磨石山上亚群西山头组。西山头组是一套复杂火山沉积岩系,主要由酸性火山碎屑岩组成,间夹沉积岩,其中见植物与叶肢介化石,局部夹少量酸性火山熔岩,为晚侏罗世燕山期火山爆发的产物。覆于高坞组之上,伏于茶湾组之下,均呈整合接触。

④上侏罗统磨石山上亚群茶湾组。茶湾组为一套火山洼地沉积岩系,主要由凝灰质砂砾岩、砂岩、粉砂质泥岩、沉凝灰岩及中、酸性火山岩构成,局部夹有硅质岩、黑色页岩等;局部相变为火山岩夹沉积岩。在本区永嘉、乐清境内火山岩较为发育,文成花前等地则以沉积岩为主,夹有火山岩类。茶湾组内含化石门类较齐全,种属繁多;与上覆九里坪组及下伏西山头组均呈整合接触。

⑤上侏罗统磨石山上亚群九里坪组。九里坪组为一套酸性熔岩,局部夹沉凝灰岩、沉积岩及酸性火山碎屑岩,岩性较为单一;沿西南-东北向条带呈珠串状不连续分布,为晚侏罗世火山活动晚期产物;与下伏茶湾组呈整合接触,局部超覆在西山头组、高坞组之上,与上覆祝村组呈不整合接触。

⑥上侏罗统磨石山上亚群祝村组。祝村组为一套中酸性火山碎屑岩或中性熔岩组成,夹少量基性、中酸性熔岩、中性火山碎屑岩及沉积岩,顶部偶见酸性熔岩;为晚侏罗世火山活动的产物,与下伏九里坪组呈火山喷发不整合接触。

1.3.4 中生代下白垩统永康群

①下白垩统永康群馆头组。馆头组为一套中-深湖相

杂色碎屑岩,间夹火山岩,底部常见有河流相砾岩,局部夹粗碎屑沉积岩,厚度变化较大。该组以沉积层为主,受区域构造控制较为明显,但本区文成盆地、昆阳盆地内火山岩成分较多,甚至局部以火山岩为主;与下伏磨石山群均呈不整合接触。本组化石十分丰富,植物、昆虫、鱼类、双壳类、腹足类均有分布。

②下白垩统永康群朝川组。朝川组为一套紫红色沉积碎屑岩夹少量火山岩,其分布较为连续,多以浅湖相紫红色薄层粉砂岩、砂质泥岩与下伏馆头组灰色砂岩呈整合接触,以河流相紫红色厚层含砾砂岩、砂砾岩与上覆方岩组块状砾岩呈整合接触。本区火山岩成分增多,在文成盆地等局部形成以火山岩为主夹少量紫红色沉积碎屑岩等情况。

③下白垩统永康群方岩组。方岩组为一套灰紫、紫红色厚层块状砂砾岩和砾岩。其可分为上、中、下三段,下段主要为山麓堆积相的砾岩、砂砾岩;中段指河流相的砂岩、含砾砂岩;上段指粉砂岩、粉砂质泥岩组合的湖相沉积。本区镇海-温州断裂以东普遍缺失本组下段。

1.3.5 第四系

温州及其周边地区的第四系甚为发育,主要分布于温州瓯江河口平原地区、飞云江河口平原地区、鳌江河口平原地区等河谷谷地和局部的山前平原,以及乐清湾海湾平原等地。但由于该区古气候的剧烈变化,海平面的多次动荡变迁、新构造运动的升降等地质构造原因,形成了温州及其周边地区的第四系在山区和平原存在岩性、成因及厚度方面的明显差异。

2 地区工程实例及分析评价(4个)

为了进一步明确地质条件对岩土工程的影响,综合分析地质条件不同方面对岩土工程的影响,下面以温州地区的多个工程项目为例,展开综合性分析。

例1:某大型产业园项目位于温州乐清市柳市镇,属冲海积平原地貌单元,用地面积131186.28m²,总建筑面积320492.78m²;拟建多栋多层及高层车间;采用桩基础,框架结构;单柱最大荷载约为4000kN。

在项目实施过程中,地质条件对工程影响主要体现在如下方面:①场地揭露地层除表层人工填土外均属滨海相沉积黏性土,性质差且厚度大,未经地基处理难以满足建筑承载力要求。②本场地距乐清湾仅约百米,在未经人工回填、建坝前饱受海水侵蚀,经过试验分析,场地地下水对混凝土具有弱腐蚀,对混凝土中的钢筋则具有中等腐蚀;未经防护处理则难以达到设计年限及正常使用寿命。

例2:某寺庙建筑群项目位于温州市洞头区东屏街道,工程建设用地面积39471m²,总建筑面积44071m²;由1栋高层塔式阁楼及多栋多层功能性用房组成。建筑采用仿木结构,采用桩基础,单柱最大荷载为10000kN。

在项目实施过程中,地质条件对工程影响主要体现在以下几个方面:①场地揭露地层由浅及深分别为第四系残

积土、全风化花岗岩、差异风化残留体、强风化花岗岩及中风化花岗岩,该层花岗岩属燕山期早白垩世晚期火山侵入岩,中风化硬度大,可作为良好的基础持力层;但其差异残留体分布广泛;对基础施工影响较大,需加强岩性判别。②场地位于山区坡地,地形起伏较大,根据各单体建筑设计标高,场地分级整平后处于场地高四周低的状态,且场地整平会破坏原始山体的自然状态,可能导致山体滑坡及局部崩塌;因此工程施工前进行地质灾害评估治理及专项边坡防护设计具有必要性。

例3:某房地产开发项目位于温州市永嘉上塘镇,工程建设用地面积 31946.13m^2 ,建筑面积约 95838.4m^2 ;由多栋高层住宅(23-27F)及多栋多层建筑(2-4F)组成,设1F地下室。高层住宅建筑采用框架-剪力墙结构,多层建筑采用框架结构,均采用桩基础,单柱最大荷载为 8000kN 。

在项目实施过程中,地质条件对工程影响主要体现在如下几个方面:①场地揭露地层由浅及深分别为表层卵石、中部碎砾石与黏性土互层、底部中风化凝灰岩;本场地凝灰岩属上侏罗统磨石山上亚群祝村组英安质熔结凝灰岩。本工程采用中部碎砾石与黏性土互层作为基础持力层,节约成本,但会造成基础的不均匀沉降,设计时需采用特定工艺或布局。②工程拟设地下室均位于卵石层中,场地地下水水位较高;经过现场注水实验,卵石为强透水层;工程施工前需进行基坑专项支护设计并制定排水、降水方案;避免因基坑上浮导致构件开裂等严重后果。

例4:某学校项目位于温州市泰顺县罗阳镇,工程建设用地面积 42923m^2 ,总建筑面积 48088m^2 ;由多栋多层功能性建筑组成。建筑采用框架结构,采用桩基础,单柱最大荷载为 4000kN 。

在项目实施过程中,地质条件对工程影响主要体现在以下几个方面:①场地揭露地层由浅及深分别为第四系残积土、全风化粉砂岩、强风化粉砂岩、中风化粉砂岩及中风化砂岩。其中粉砂岩属下白垩统永康群朝川组,为一套紫红色、浅湖相沉积碎屑岩夹少量火山岩,但局部缺失;砂岩属下白垩统永康群馆头组,为一套中-深湖相杂色碎屑岩,底部常见有河流相砾岩。中风化粉砂岩、砂岩均可作为良好的基础持力层;但粉砂岩局部缺失;对桩基础施工影响较大,需加强岩性判别。②场地位于山区坡地,地形起伏较大,根据各单体建筑设计标高,场地分级整平后处于北高南低的状态;西侧山体与整平后场地约25米高差;西北侧山体与整平后场地约30m高差;场地整平会破坏原始山体的自然状态,可能导致山体滑坡及局部崩塌;因此工程施工前进行地质灾害评估治理及专项边坡防护设计具有必要性。③拟建建筑为学校建筑,按建筑与市政工程抗震通用规范,本工程属重点设防类,需按本地区抗震设防烈度提高一度的要求加强其抗震措施。

通过现场踏勘、地质勘察以及搜集相关资料,研究和评价建筑场地和地基的工程地质条件,能够从地质条件的不同角度为拟建工程的施工图设计、工程施工提供所需的工程地质资料。

3 地区地质条件影响分析评价(多方面)

地质条件是岩土工程设计与施工的重要依据,其不仅会对岩土工程的质量产生影响,还会对岩土工程的使用寿命产生影响。因此,在岩土工程设计与施工过程中,需要充分了解和掌握地质条件,并根据实际情况展开设计和施工,进而提升岩土工程的质量。在设计阶段,需要对地质条件进行详细分析和评价,并结合地形地貌、地质构造、不良地质作用、地层岩性、水文地质条件等对岩土工程质量进行评价。其中,地层是决定岩土工程质量的重要因素。在施工阶段,需要根据岩土体的物理力学性质及地下水对岩土工程产生的影响,对地质条件展开分析和评价,进而采取合理的应对措施。在设计阶段与施工阶段均需加强对地质条件的分析和评价,并根据实际情况采取合理的应对措施,进而提升岩土工程质量。同时,也需要在施工过程中加强对地质条件的关注与分析。

在岩土工程设计与施工中,需要对岩土工程地质条件进行详细分析与评价,而地质条件也是影响岩土工程的重要因素,因此,在岩土工程设计与施工中,需要对地质条件进行全面分析和评价,并在此基础上制定出科学合理的应对措施。在地质条件中,地层、地质构造以及地下水等是影响岩土工程的重要因素,其中地层对岩土工程的影响主要表现为:①地层的强度与稳定性;②土层结构;③土层均匀性与稳定性等。地质条件对岩土工程的影响主要是通过地层来实现的,而对于不同的地层来说,其对岩土工程的影响程度也不尽相同。因此,在实际岩土工程设计与施工过程中,需要针对不同地层来制定相应的应对措施。同时,还需要对不同地质条件下的地下水进行全面分析和评价^[1]。

4 地质条件对岩土工程的推动展望

4.1 明确勘查技术

高质量的勘查技术可以帮助工作人员获取最精确的地质条件数据,为后续的岩土工程施工工作提供参考,尤其是在一些复杂的地质条件下,岩土工程施工面临诸多考验,勘查工作的开展也会受到影响,必须要不断升级勘查技术,才能避免在实际施工过程中出现的安全问题。在建设项目的基础勘察工作中,必须对各种地质条件下的地层进行取样,并对其进行物理化学分析。当前,在地质调查中,一般采用钻孔、物探、接触勘探及钻孔等方式,钻孔方式主要应用旋转法。在上述研究的基础上,对围岩的力学性质、含水量等进行了深入的研究,并对其进行了精确的测量,为今后的工程建设工作奠定了一定的理论依据。

土试样室内试验技术是岩土勘查工作中最为常见也

是最为基础的技术手段,为确保地质条件勘查结果的准确性,采用实验室测试技术对样品进行测试,但采用这一勘查技术需要注重样品的完整性。通过室内试验,为岩土工程提供了准确的理论支持^[2]。不仅如此,随着技术设备的升级,室内岩土勘查试验技术在实际中的运用科学化、合理化程度也在不断提高。在岩土层均匀性评价中,岩层钻探是一种应用广泛的勘查手段。实际应用表明,需要注重钻取过程以及参数记录。水文勘查工作也不容忽视,在地质调查中,地下水位检测分析技术是必不可少的,在实际应用中,应注意其综合效应,并注意对周围地区的水文情况的实时监控和分析。根据地质、水位等情况,测定各地层的渗透性,确保在今后的工程施工中,可以及时规避其中可能出现的问题,尤其是基坑开挖、基坑支护、地下室建设等方面工作在实际开展过程中必须要对地下水情况进行透彻地了解^[3]。

4.2 优化施工工艺

在岩土工程项目开展中,地质条件会对具体的施工情况产生不同程度的影响,如需对具体的施工工艺条件进行优化,地基处理工作的重要性不言而喻,必须要结合地质情况及建设规模综合选定施工工艺,具体地处理。常用的基础加固法有:置换法,主要有垫土置换法,回填法,强夯法,褥垫法,石灰桩, EPS 超轻型填料等。排水加固方法有堆积预压法、真空预压法、电渗法、沉淀法以及真空堆积电渗法等。振动挤出法主要有:动态挤出法、振动挤出法、水泥桩加固法和钻孔挤出法等。注浆的方式主要有:深搅拌法,高压注浆,水泥加固地下连续墙,注浆等。支护形式有:地基拓宽,桩型支护,组合支护等。在基础加固施工中,常用的纠倾方式有:承重式纠倾、挖土式纠倾、顶板式纠倾等。另外,还可以通过刚性桩基,软弱桩基,土钉支护法,锚杆支护法,加筋土垫层,加筋土挡墙等方法来对基础进行加固。垫层换填法技术实质上是以高承载力的土类取代一些土质较差的地基土类,而这种技术也是目前在建设工程的基础加固施工中应用最为广泛的一种地基

处理技术,特别是在建设项目处于软土层地区的情况下,这种技术可以有效地提升地基自身的稳定性和安全性^[4]。

5 结语

综上所述,地质条件是岩土工程的重要组成部分,其主要包括:地形地貌、地质构造、不良地质作用、地层岩性、水文地质条件等多个方面,而不同方面会对岩土工程产生不同的影响。在岩土工程设计与施工过程中,需要充分考虑各个方面的单独影响及叠加影响,进而对岩土工程施工设计进行科学、合理的选择。

[参考文献]

- [1]孔祥睿,尹振良.复杂地形地质条件矿山岩土工程勘察方法分析[J].中国金属通报,2022(11):177-179.
- [2]张帅.岩土工程勘察中关于水文地质问题的相关分析[J].中国金属通报,2022(10):201-203.
- [3]岳小飞.复杂地质条件下岩土工程勘察技术的运用[J].有色金属设计,2022,49(3):117-120.
- [4]容方雨.岩土工程中的地质条件评价——以肇庆恒大绿洲项目为例[J].西部资源,2021(6):39-40.
- [5]呼延安娣.基坑支护结构设计中改善岩土工程地质条件的常见方法[J].四川水泥,2022(10):150-152.
- [6]梁全政.岩土工程勘察技术在复杂地形地质条件下的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(1):130-132.
- [7]梁瀚元,苏欢.复杂地形地质条件下的岩土工程勘察技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):85-87.
- [8]项文楷.复杂地形地质条件下的岩土工程勘察技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(23):121-123.
- [9]刘杰.复杂地质条件下岩土工程勘测技术研究[J].中国金属通报,2022(7):222-224.

作者简介:于烁(1998.3—),单位名称:江西省勘察设计研究院有限公司(温州分公司);毕业学校和专业:东华理工大学 勘查技术与工程。