

水文地质因素对建筑工程的影响及工程措施建议

张河承

福建越众日盛建设咨询有限公司

摘要: 建筑工程受水文地质特征的影响较大,所以在建筑工程项目的实施中要对水文地质进行科学勘察,根据水文地质特征,制定合理的建设施工方案,从而保证项目建设的效率、质量及安全。为研究建筑工程中水文地质特征对项目建设的影 响,以A工程为例,首先介绍工程概况、地形地貌、地层岩性和地质构造、水文地质,然后综合性分析该工程地质条件与环境工程地质条件,最后对工程项目的建设措施进行了探讨。

关键词: 建筑工程;水文地质特征;山庄;建设措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.072

在工程项目建设中,必须要将水文地质勘察作为一项关键任务,科学、切实的做好水文地质勘察工作,准确掌握工程项目所在的水文地质情况。以客观分析水文地质特征可能对工程项目建设带来的影响,进而制定出更为合理的建设施工方案,采取针对性的建设措施,保证项目建设的效率、质量及安全。

一、工程概况

A工程是位于我国南部地区的度假山庄项目,山庄南部有一处中低山,周围地形整体上呈西高东低,局部起伏较大,且地形崎岖、复杂,悬崖陡坎较多,从地址构造上来看,山庄所在区域为中生界侏罗系上统金刚台组、燕山晚期第三次侵入体、蚌埠期混合花岗岩、燕山晚期第二次侵入体,燕山晚期第三次侵入体呈大岩株侵入中生界侏罗系上统金刚台组中,燕山晚期第二次侵入体呈小岩株侵入蚌埠期中。

二、水文地质

山庄所在区域的地下水,主要为第四系孔隙潜水及基岩裂隙水,勘察期间水位埋深2.0到31.0m,高程200.33到548.77m,地下水水位季节性变化幅2.0~6.0m。基岩裂隙潜水分布较广,含于基岩风化带、风化裂隙及构造节理裂隙中。由于山庄的地理位置处在中低山,且岩体节理裂隙较发育,所以大气降水入渗条件良好。地下水在得到降水等入渗补给后即沿孔隙或裂隙自高而低作水平运移,水力坡度较大,度假区径流条件良好。此地地下水排泄方式,主要包括地下径流排泄和蒸发排泄^[1]。

为查明度假区的水文地质条件,采用天然源音频大地电磁法进行度假区贯通探测,推测山庄地下水的发育和分布情况,并用钻探和压水实验进行了验证,为度假区水文地质条件的确定,提供了比较充足的依据。山庄涌水量计算采用的公式,主要采用佐藤邦明经验公式和正常涌水量经验公式,具体计算方法如下。

佐藤邦明经验公式计算过程为:

$$\textcircled{1} q_s = q_0 - 0.584\bar{\epsilon} * k * r_0$$

q_s: 山庄单位长度正常涌水量[m³/(s·m)]

q₀: 山庄单位长度最大涌水量[m³/(s·m)]

$$\textcircled{2} q_0 = \frac{2\pi m K h_2}{\ln \left[\frac{\tan \frac{\pi(2h_2 - r_0)}{4h_c} \cot \frac{\pi r_0}{4h_c}}{\tan \frac{\pi(2h_2 - r_0)}{4h_c} \cot \frac{\pi r_0}{4h_c}} \right]}$$

m: 换算系数,一般取0.86;

K: 含水体的渗透系数(m/s);

h₂: 静止水位至洞身横断面等价圆中心的距离(m);

r₀: 洞身横断面的等价圆半径(m);

h_c: 含水体厚度(m);

$\bar{\epsilon}$ -试验系数,一般取12.8。

正常涌水量经验公式计算过程为:

$$\textcircled{3} Q_s = L \cdot K \cdot H (0.676 - 0.06K)$$

L: 山庄通过含水地段长度m;

K: 含水体的渗透系数(m/d);

H: 地表水体水面至洞深横断面等价圆顶部的距离(m)。

而依据工程实践总结的经验公式,最大单位涌水量计算公式:

$$\textcircled{4} q_0 = 0.0255 + 1.9224KH$$

H: 静止水位至洞身横断面等价圆心的距离(m);

K: 含水体渗透系数(m/d)。

山庄入口处,岩层主要为安山玢岩,强~弱风化,节理裂隙极发育,岩体破碎,地下水类型为基岩裂隙水。根据降水入渗法计算该山庄最大及正常涌水量,该地区历年平均降水量1459.20mm,年最大降水量2226.60mm,入渗系数 α 取值0.25,积水面积为0.109km²。该段正常涌水量109.30m³/d,最大涌水量218.61m³/d。

山庄地下停车区主要为安山玢岩,节理裂隙很发育~发育,岩体破碎~较完整,地下水类型为基岩裂隙水,渗透系数取K=0.010m/d,其涌水量计算分析评价结果,如表1示。

山庄出入口的岩层主要为安山玢岩,节理裂隙发育比较完善,岩体完整度较高,地下水类型为基岩裂隙水。渗透系数K=0.010m/d。该段计算涌水量如下表2。

通过对山庄多个区域进行科学的钻孔取样测试结果显示,山庄所在区域地下水的Cl⁻、SO₄²⁻、pH值以及Mg²⁺含量,即环境水不会对山庄的混凝土结构,造成侵蚀

表1 地下停车区涌水量计算结果表

计算方法	段落正常涌水量 Q_s (m^3/d)	单位正常涌水量 q_s ($m^3/d \cdot m$)	段落最大涌水量 Q_s (m^3/d)	单位最大涌水量 q_0 ($m^3/d \cdot m$)
佐藤邦明公式	447.87	0.79	575.69	1.01
经验公式 (Q_0)	237.53	0.42	690.62	1.21
推荐值	345.94	0.61	642.42	1.13

表2 出入口涌水量计算结果表

计算方法	段落正常涌水量 Q_s (m^3/d)	单位正常涌水量 q_s ($m^3/d \cdot m$)	段落最大涌水量 Q_s (m^3/d)	单位最大涌水量 q_0 ($m^3/d \cdot m$)
佐藤邦明公式	3134.59	2.82	3383.51	3.05
经验公式 (Q_0)	2007.68	1.81	5742.79	5.17
推荐值	2571.13	2.32	4671.65	4.21

性、腐蚀性。因此山庄的混凝土工程建设，能够得到安全保证。

三、山庄工程环境条件分析评价

(一) 入口评价

度假区的车辆上山路段处在山前陡坡，此处的植被较为发育，自然坡度在 44° 左右。路段周遭为中生界侏罗系上统金刚台组安山玢岩，强风化~弱风化，节理裂隙极发育，岩体破碎呈碎石角砾状松散结构，围岩以V级为主，为浅埋，工程地质条件差，容易发生掉块、塌方，地下水主要受大气降水直接补给，雨季时水量较大。上方发育危岩落石，危害程度一般^[2]。

(二) 出口评价

山庄出口植被同样较为发育，自然边坡坡度在 15° 左右，不存在不良地质现象，条件理想。地层主要为燕山晚期石英闪长岩，强~弱风化，节理裂隙极发育，岩体破碎呈碎石角砾状松散结构，围岩为V级，为浅埋。工程地质条件不是非常理想，发生塌方和掉块的风险较高。进整体性的分析、评价，山庄出口的路段自然边坡稳定性较好，但在路基开挖之后，岩体容易沿着层面及节理裂隙面，发生松动和滑落，岩体稳定性不佳。

(三) 环境工程地质条件评价

在山庄建设施工过程当中，不可避免的会产生弃渣。项目水文地质勘察中发现，山庄住宅区存在放射性偏高点段，因此在施工过程当中，必须要对该段加强监测。如果出现了具有放射性的弃渣，必须要进行更加科学的针对性处理，防止造成放射性污染^[3]。对于不存在放射性的普通弃渣，也需要采取安全的处理措施，不能直接堆放沟谷及河床中，应选择一些废弃的空旷场地、大坑、沟的上游等场地，不宜选择在河道中或深山大沟的下游，以免引起河道堵塞或泥石流的发生，如无合适场地必须填沟时，应设适当的过水涵洞及支挡措施。

另外，在山庄的建设施工过程当中，会大量的排泄地下水，所以肯定会造成地下水位下降，这就不可避免的会对施工人员、周围居民以及工业用水等，造成影响。再者，山庄在建设施工过程当中，还会产生废水，如施工设备清洗废水、喷射混凝土和注浆产生的废水。

在施工期间应加强监测，采取“防、截、排、堵相结合，因地制宜，综合治理”的原则，应根据实际情况选取相应的对漏水地段及时封堵的有效措施^[4]。

四、工程措施建议

(一) 加强防水排水，注意涌水防护

在施工过程中，要注意工程的排水控制，常用的排水方案是利用开挖方式进行排水，该山庄位于郊外度假区，存在产水量大和产水集中的特点，所以必须提前封堵。当拆卸段表面单孔水流超过 $40m^3/h$ 时，必须进行采用注浆方式进行封堵，在进行注浆施工的时候，应当将划分为右上、右下、左上、左下四个区域，根据水量大小划分强、弱水域，水量超过 $5m^3/h$ 的为强水域；如果产水量小于 $5m^3/h$ ，则属于弱水域。在强水面，必须开孔重点处理；一般的注浆方法可以应用于少孔或无孔的弱水面。

地下停车场的掌子面构造裂隙和岩柱不能承受构造裂隙中的水压，容易导致山庄地下室进水，是导致山庄突水的主要原因。因此，为了避免水侵入延伸区，有必要使用足够厚的岩石板，以确保其能够有效地承受部分水压。在地下区域施工期间，应采用先进的钻探技术来预测，度假区附近是否有大型隐蔽蓄水构筑物。如有大型隐伏蓄水结构，需充分考虑围岩质量、水压等因素，预留 $3\sim 10m$ 抗喷发岩石；在水压低、水量少的情况下，可采用超长气泡孔加强检测。在保证工作面稳定性的基础上，可尽量靠近蓄水结构，有效减少支护设计量。

(二) 强化仰坡防护，加强施工管理

山庄出入口的边仰坡和斜井边仰坡均设为1:1.0，同时要采取相应措施，对边仰坡进行防护，保证边仰坡的稳固性。施工安全管理方面，山庄出入口段、浅埋段及断层破碎带附近，由于岩石较破碎，容易产生冒顶，所以在设计和施工过程当中，需要针对性的加强支护，并宜采用岩土控制变形分析法施工技术，以保证施工安全。经过勘察和分析，山庄在建设施工过程当中，面临着突水涌泥、坍塌冒落、岩爆、围岩失稳等各种安全风险，应根据实际的施工进度、施工环境，采取相应的施工安全保护措施，保障施工人员安全。对于山庄附近路

段的危岩落石，应在进行清除后，再进行施工，消除安全隐患。

（三）重视地下防水，预防渗透问题

山庄地下室的防水涉及混凝土自防水、顶板防水、侧壁和底板防水、施工缝防水、混凝土蜂窝麻面修复等几个方面。一是混凝土自防水。混凝土作为山庄项目施工的主要材料，故与之相关的技术自然也是项目应用的关键。通过合理运用混凝土防水技术，一方面能对传统的混凝土施工工艺予以优化，使其具备良好的防水效果；另一方面则可提升山庄工程的防水性能，从而为地下停车库提供安全上的保障。当然，在此过程中，除了要选择适宜的施工工艺外，还需要强化材料的管控。尤其是在混凝土配比方面，更是要严格按照相关标准来开展混凝土的配制工作，这样方能保障混凝土质量，更好的满足地下停车库对混凝土的性能要求。

通常在混凝土自防水技术的应用过程中需要注意以下几个方面：一是在混凝土的浇注过程所选的混凝土必须具有较强的和易性与适中的坍落度。此外，在使用外加剂时也应对其用量予以严格控制，切忌在浇筑混凝土时加水；二是混凝土的灌注过程需注重方式方法。通常情况下，混凝土的灌注需遵循由下到上、水平分层对称的原则来进行，这样方能让混凝土灌注的连贯性得到充分保障，从而更好地控制好混凝土的密实度，有效提升混凝土的防水效果。三是养护工作需在混凝土拆模后立即进行，以此提升混凝土强度。

二是顶板防水，技是防水层施工中非常重要的一项技术。该技术在具体施工时，首先需要对顶板表层予以全面清理，为后续涂料涂刷提供支撑。倘若在清理顶板过程中发现大量水流痕迹或湿度过大的情况，则需额外开展水渍清除工作，确保基面干燥后方可实施下一步工序，这样方能山庄工程的整体施工效果提供保障。

三是侧壁与底部的防水，最常用的材料为4mm的改性沥青防水卷材自粘聚酯。通常具体施工过程所需关注的要点如下：①防水膜的张贴位置需严格按照图纸要求不能有半点偏差，否则将影响到施工质量；②施工过程中使用的材料不能长时间在空气中暴露，故必须做好材料的储存工作，且施工过程需了解天气状况，当温度在6~34℃之间时方可施工；③在施工进度完成后，需使用聚氨酯材料进行密封处理，确保施工现场黏度符合相关标准要求。

四是施工缝，施工缝是导致地下停车库渗水问题的主因，故需合理应用施工缝防水技术来防止防水板与止水带遭到破坏。与此同时，为提升防水效果，可通过预埋可重复注浆的方式来进行堵漏，让地下停车库的防水效果更上一层楼。

五是混凝土蜂窝麻面的修复，需关注的要点包含如下几方面：①冲刷干净的小蜂窝需用1:2比例的水泥砂浆抹平表面；②在表面涂抹砂浆后，需封闭混凝土再包括蜂窝中的石子，必要时可通过水泥灌浆的方式来填满缝隙。

（四）加强超前预报，提供可靠依据

常用的超前预报有地质法、超前水平钻孔法和超前导坑法几种，在山庄的预可研和可行性研究阶段、勘察设计阶段均采用地质法进行。在山庄施工阶段主要根据山庄施工期的地下车库掌子面地质条件，如岩体结构面产状及其发育状况、岩体破碎程度、岩石的变质程度等的变化趋势，结合地表地质调查结果，采用对结构面统计分析、构造相关分析等进行超前预报，主要预报车库掌子及前方存在的断层、不同岩类间的接触界面特别是火成岩与沉积岩间的接触界面、地下车库前方围岩的稳定性及失稳破坏型式等^[5]。

在该工程的地下施工中，在地下空间掌子面前方100m的范围内运用TSP203预测和预报最为准确，在预报塔链接的时候应当把控2次预报的距离大于10m，既能保证预报预测的准确性，也能保证勘察的完成性。在预报的时候若是发现工程地质存下一定缺陷，那么必须缩短预报的距离，尽可能增强预报的频率，提高精准度。在超前地质预报运用雷达进行预报的时候，若是想要取得最佳的预报效果，那么应当将预报范围控制在20m以内，并且2次预报的塔接长度需要超过5m。在使用红外探水的时候，应当将探测范围控制在30m以内，且2次塔接的长度需要控制在5m以外。在山庄的地下车库施工过程中应当在开挖前就进行一次掌子面地质素描，并且将之贯穿到整体施工全过程之中。超前钻探技术一般适用于长短期预报之后确定下来的不良地段勘察过程中，其主要分为长距离超前水平钻探、短距离超前钻探以及炮孔加深。其中，长、短独立超前水平钻探均是适用于水平地质钻机作业的，而炮孔加深主要是适用于掌子面钻孔加深作业的。

五、结语

综上，建筑工程中受水文地质特征的影响非常大。为了保证项目建设的质量、安全和效率，同时保护好生态环境，应当重视并切实做好水文地质勘查工作，获得翔实的水文地质信息，为建设施工提供依据和指导。

参考文献

- [1] 刘洋. 建筑工程岩土勘察和施工处理技术探析[J]. 江西建材, 2021(09): 105-106.
- [2] 黄晓明. 岩土工程勘察中水文地质的应用探索[J]. 西部资源, 2021(06): 102-103.
- [3] 康耀. 建筑工程地质勘察及地基处理策略探讨[J]. 江西建材, 2022(01): 48-49.
- [4] 石鹏. 建筑工程中地质岩土勘察与地基处理技术[J]. 建筑技术开发, 2022(06): 79-81.
- [5] 李志奇. 浅析工程地质勘察中的水文地质问题[J]. 华北自然资源, 2022(05): 23-25.

作者简介：张河承（1973-），男，籍贯福建省宁化县，民族汉，学历大专，职称工程师，方向建筑工程。