

# 水利工程地质勘探与选址研究

王航宇 黄银龙

广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530000

**摘要：**水利工程建设是消除水害和开发利用水资源的重要手段，其选址和地质勘探工作直接关系到工程的运行安全、建设周期和工程造价。本文旨在探讨水利工程地质勘探的重要性、内容以及选址原则，以期为水利工程的科学规划和合理建设提供参考。

**关键词：**水利工程；地质勘探；选址研究

## 1 水利工程地质勘探的重要性

地质勘探作为水利工程建设不可或缺的基石，其重要性贯穿于工程的规划、设计、施工及运营全生命周期之中，直接关乎工程的运行安全、建设周期的合理控制以及工程造价的有效管理。通过全面而深入的地质勘探工作，不仅能够详尽查明与工程建设紧密相关的地质条件，如地层结构、岩土性质、地质构造、水文地质状况等，还能基于这些地质信息作出科学评价，准确预测未来可能出现的工程地质问题，如地基不稳、边坡滑坡、地下水位变化引发的渗漏或管涌等。进一步地，地质勘探工作不仅能够识别问题，更重要的是能够提出针对性的防治措施与建议。这些建议涵盖了从地基处理、边坡加固到防渗排水等多个方面，旨在通过工程技术手段提前化解潜在的地质风险，确保水利工程在极端气候或地质条件下的稳定运行。

## 2 水利工程地质勘探的内容

### 2.1 区域构造稳定性勘察

区域构造稳定性勘察是水利工程地质勘探的首要任务，对于确保工程长期安全运行至关重要。特别是对于大型水电工程，其建设周期长、投资大，一旦区域地质稳定性出现问题，将可能导致灾难性后果。因此，在项目的可行性研究阶段，就必须组织专业团队，采用地质调查、地球物理勘探、遥感解译等多种手段，对区域内地壳运动的历史、现状及其发展趋势进行深入研究。这包括分析区域内的地震活动、断裂带分布、地壳升降速率等，以评估区域构造稳定性，为工程选址提供科学依据。

### 2.2 地形地貌勘察

地形地貌是水利工程选址和坝型选择的重要考量因素。地形地貌条件不仅决定了水库的集水面积、库容大小，还直接影响了工程的布置和施工难度。因此，地形地貌勘察需要详细测量和分析河谷的形态、宽度、坡度以及两岸的山体形态等。例如，狭窄而完整的基岩“V”

型谷，由于两侧山体陡峭，谷底狭窄，适合修建拱坝，因为拱坝能够充分利用两岸山体的支撑作用，提高坝体的稳定性。而宽高比大于2的“U”型基岩河谷区，则更适合修建混凝土重力坝或砌石坝，因为这类坝型能够较好地适应较宽的河谷地形，且对地基的要求相对较低。在宽敞河谷地区，如果岩石风化较深或覆盖有较厚的松散沉积层，则一般适于修建土坝，因为土坝对地基的适应性较强，且施工相对简单。此外，地形地貌勘察还需要考虑河谷的纵剖面形态、河流的侵蚀与沉积作用、以及河谷内是否存在不利于工程建设的地质灾害隐患等。这些因素都将对工程的选址、坝型选择以及施工方案的制定产生重要影响<sup>[1]</sup>。

### 2.3 岩土性质勘察

岩土性质是水利工程地质勘探中的核心要素，它直接关系到坝基的稳定性、承载能力以及工程的长期安全运行。在坝址比选阶段，岩土性质的详细勘察是不可或缺的环节。侵入的块状结晶岩体，由于其致密坚硬、均一性好、完整性高、强度大、抗水性强以及渗透性弱等优良特性，被视为修建高混凝土坝的理想地基。这类岩体能够提供良好的支撑力，减少坝基沉降和变形的风险，从而确保大坝的稳定性。除了侵入的块状结晶岩体，其他类型的岩土如沉积岩、变质岩以及土层等，也需要根据其具体的物理力学性质进行详细的勘察和评价。例如，沉积岩中的砂岩、泥岩等，其强度、抗水性、渗透性等性质各不相同，需要根据实际情况进行评估；变质岩由于经历了地壳运动的高温高压作用，其性质也可能发生显著变化，需要特别关注；而土层则由于其松散性、易压缩性等特点，需要对其承载力、变形特性等进行详细分析。在岩土性质勘察过程中，除了进行常规的地质调查、取样分析外，还需要利用先进的地球物理勘探技术，如地震波探测、电磁波探测等，对岩土层的内部结构、分布规律以及潜在的地质缺陷进行探测

和分析。这些技术能够提供更全面、更准确的地质信息，为坝址选择、坝型确定以及施工方案制定提供科学依据。

#### 2.4 地质构造勘察

地质构造是地壳运动留下的痕迹，它反映了地壳的应力状态和变形历史。在水利工程地质勘探中，地质构造的勘察同样占有重要地位。特别是对于变形较为敏感的刚性坝来说，地质构造的影响尤为显著。在地震强烈活动或活动性断裂发育的地区，地质构造的复杂性增加，地壳应力状态不稳定，容易发生地震等地质灾害。因此，在选坝时，应尽量避免或远离这些活断层，选择位于区域稳定条件相对较好的地块上。通过地质构造勘察，可以查明区域内断裂带的分布、走向、活动性以及与之相关的地质现象，如地震、地裂缝等，为坝址选择提供重要的地质依据。此外，地质构造勘察还需要关注岩层产状、褶皱形态、节理裂隙发育程度等地质特征<sup>[2]</sup>。这些特征不仅影响岩体的力学性质，还可能成为工程中的潜在薄弱环节。因此，在勘察过程中需要对其进行详细的测量和分析，评估其对工程稳定性的影响程度，并提出相应的防治措施和建议。通过科学的地质构造勘察，可以为水利工程的选址、设计和施工提供可靠的地质保障。

#### 2.5 水文地质条件勘察

水文地质条件在水利工程地质勘探中占据举足轻重的地位，特别是在以渗漏问题为主的岩溶区和深厚河床覆盖层上选坝时，其重要性尤为突出。岩溶区由于岩溶发育，地下水位高，水体与岩体之间的相互作用强烈，因此防渗成为该类地区水利工程建设的首要任务。在坝址选择时，应优先考虑那些具有隔水层的横谷，且陡倾岩层倾向上游的河段。这样的地质条件有利于形成天然的防渗屏障，减少水库渗漏，保障大坝的安全稳定。同时，对于深厚河床覆盖层，也需要进行详尽的水文地质勘察。覆盖层的厚度、组成、渗透性以及地下水的补给、径流和排泄条件等，都是影响大坝防渗效果的关键因素。通过勘察，可以了解覆盖层的渗透特性，为防渗设计提供科学依据，确保大坝的防渗体系既经济又有效。此外，水文地质条件勘察还包括对地下水位的动态监测和预测。地下水位的变化不仅影响大坝的稳定性，还可能对周边生态环境产生深远影响。因此，在勘察过程中，需要建立完善的地下水监测体系，实时监测地下水位的变化，并预测其未来趋势，为工程的长期安全运行提供有力保障。

#### 2.6 物理地质作用勘察

物理地质作用是指由自然力引起的地壳物质的运动和变化，包括岩石风化、岩溶、滑坡、崩塌、泥石流等多种类型。这些物理地质作用对水利工程的选址、设计和施工都有重要影响。在河谷狭窄的河段上建坝，虽然可以节省工程量和投资，但由于地形陡峭、地质条件复杂，往往容易引发滑坡等地质灾害。因此，在选坝时，必须慎重研究河谷两岸的地质条件，特别是滑坡体的规模、形态、稳定性以及可能的触发因素等。通过详细的勘察和分析，可以评估滑坡等地质灾害对大坝安全的影响程度，并提出相应的防治措施和建议。同时，对于岩溶、崩塌、泥石流等其他物理地质作用，也需要进行详细的勘察和评估。例如，岩溶作用可能导致地下水位升高、岩体强度降低等问题，需要采取相应的防渗和加固措施；崩塌和泥石流则可能威胁大坝的安全，需要通过工程手段进行防治。通过全面的物理地质作用勘察，可以为水利工程的选址、设计和施工提供科学、合理的地质依据，确保工程的长期安全运行<sup>[3]</sup>。

### 3 水利工程选址原则

#### 3.1 安全性和稳定性

安全性与稳定性是水利工程选址的首要考量。选址地点必须具备优异的地质条件，以确保能够稳固地承载大坝及其附属设施的巨大重量，以及可能由水压、风压、地震等自然力产生的各种压力。这要求选址区域的地层结构稳定，无活动性断裂，岩土性质均匀且具备良好的力学特性。同时，选址还需综合考虑水库的集水面积、库容需求、水源充足性以及地形条件。集水面积的大小直接影响到水库的蓄水量和供水能力，因此应选择流域上游、集水面积广阔的区域。库容需求则需根据工程的具体目标（如防洪、发电、灌溉等）来确定，确保水库能够满足长期和短期的水资源需求。水源充足性是保障水库持续供水的基础，应选择在水源丰富、水质良好的地区。此外，地形条件也是选址的重要因素，应选择有利于水流汇集、减少渗漏和蒸发的地形上。在选址过程中，还需充分考虑防洪、发电、灌溉等综合效益。通过科学合理的选址，可以最大限度地发挥水利工程的综合效益，提高水资源利用效率，促进区域经济的可持续发展。

#### 3.2 地形地貌适宜性

地形地貌的适宜性是水利工程选址的另一个重要原则。水库大坝一般建在河谷、山谷或“口袋形”洼地等集水面积大、地形条件有利于蓄水的地方。这些地形特征使得水流能够自然汇集，形成较大的库容，从而满足水利工程的蓄水需求。在选择地形时，应优先考虑那些

地形相对封闭、四周有较高山体或丘陵环绕的区域。这样的地形条件有利于减少水流的蒸发和渗漏，提高水库的蓄水效率。同时，还应考虑地形的坡度、宽度和深度等因素，以确保大坝的建设和运营安全。例如，河谷的宽度和深度应适中，既便于施工又能够确保大坝的稳定性；坡度则应平缓适中，以减少水流对大坝的冲击和磨损。此外，在选址过程中还应充分考虑地形地貌对工程施工和运营的影响。例如，复杂的地形地貌可能会增加施工难度和成本，因此应选择在施工条件相对简单、易于开挖和填筑的区域。同时，还应考虑地形地貌对水库管理、维护和监测的影响，确保水利工程能够长期稳定运行。

### 3.3 地质条件优越

地质条件的优越性是水利工程选址中不可或缺的一环。理想的坝址应当坐落在地基坚实、岩性稳定且构造简单的地质环境中。特别是那些位于向斜槽部的区域，由于长期受到地壳挤压作用，岩石质地坚硬，抗侵蚀能力强，是修建大坝的理想之地。这样的地质条件能够为大坝提供稳固的支撑，减少因地质问题导致的安全隐患。在选址过程中，除了关注岩石的坚硬性和稳定性外，还需对地质构造进行深入研究。应避免选择在地壳活动频繁、断裂带发育或存在其他地质缺陷的区域。同时，要对地下水的分布和流动情况进行详细勘察，确保大坝基础不会受到地下水的侵蚀和渗透影响。通过科学的地质勘察和评估，可以确保选址的地质条件满足水利工程的安全性和稳定性要求。

### 3.4 水源充足性

水源充足是水库大坝选址的重要前提。水库大坝的主要功能是蓄水、调节水流，以满足下游地区的灌溉、发电和生活用水需求。因此，在选址时，必须确保所选地点具备充足的水源。通常，水库大坝会选在水量充沛的河流中上游或支流上。这些区域由于地势较高，水流汇聚，水量相对较大，且水质较好。在选择时，还需考虑河流的流域面积、年径流量以及季节变化等因素，以确保水库在枯水期也能保持足够的水量。此外，还需对水源的可持续性进行评估。要关注水源地的生态环境、水质状况以及未来可能的水资源变化趋势。通过科学的水资源评估，可以确保所选地点具备长期稳定的水源供应，满足水利工程的长期运行需求。同时，也需要注意保护水源地的生态环境，确保水利工程的可持续发展与

生态环境保护相协调。

### 3.5 交通便利性

在水利工程选址过程中，交通便利性是一个至关重要的考量因素。大坝作为大型水利工程，其建设过程需要运输大量的建筑材料、施工设备以及人员往来，这些都离不开便捷的交通条件。首先，靠近铁路、公路等交通干线可以显著降低物资运输的成本<sup>[4]</sup>。大坝建设所需的钢筋、水泥、砂石等建筑材料，以及挖掘机、起重机、搅拌机等重型施工设备，都需要通过交通工具运送到施工现场。如果选址地交通不便，将不得不增加运输距离和时间，进而增加运输费用和风险。而靠近交通干线，则可以利用现有的交通网络，快速高效地将所需物资和设备运送到施工现场，降低建设成本。其次，交通便利性还有利于施工期间的人员往来和管理。大坝建设涉及大量的施工人员和技术人员，他们需要频繁地往返于施工现场和办公地点之间。便捷的交通条件可以确保人员及时到达施工现场，提高工作效率，同时也有利于项目的管理和协调。此外，交通便利性对于大坝后期的运行管理同样重要。大坝建成后，需要进行定期的巡查、维护和检修，这些工作同样需要便捷的交通条件来支持。如果大坝选址地交通不便，将给后期的运行管理带来极大的不便，甚至可能影响到大坝的安全运行。

### 结束语

水利工程地质勘探与选址研究是水利工程建设的重要环节。通过科学的地质勘探和合理的选址，可以确保水利工程的安全性和稳定性，同时提高工程的经济效益和社会效益。未来，随着科学技术的不断进步，水利工程地质勘探与选址研究将更加精确和高效，为水利事业的持续发展提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 焦龙进, 李磊. 环境地质问题在地质勘查中的重要性探究[J/OL]. 世界有色金属, 2018(23): 260-261 [2019-03-11].
- [2] 梁超. 水利工程地质勘探的技术分析[J]. 中国新技术新产品, 2016(24): 83.
- [3] 沈伟洋. 水利水电工程地质勘测的方法与技术研究[J]. 江西建材, 2016(16): 144+148.
- [4] 孙立公. 水利工程环境地质勘察探究[J]. 陕西水利, 2014(S1): 30-31.