

水利水电工程的勘测技术及规划设计探析

谢挺挺

余姚市水利电力建筑勘测设计院 浙江 余姚 315400

摘要: 本文围绕水利水电工程的勘测技术及规划设计展开深入探讨。阐述勘测技术在工程建设中的关键地位,详细介绍地形测量、地质勘查、水文勘测等多种勘测技术手段,分析其原理、应用方法及发展趋势。深入剖析规划设计环节,涵盖流域规划、坝址选择、枢纽布置等核心内容,探讨各环节遵循的原则、考虑因素及优化策略。强调勘测与规划设计协同的重要性,提出两者有机结合的实现路径,旨在为水利水电工程的科学规划、高效建设提供全面理论支撑与实践指导,确保工程综合效益最大化。

关键词: 水利水电工程; 勘测技术; 规划设计; 综合效益

引言: 水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对于防洪、灌溉、发电、供水等诸多领域发挥着不可替代的作用。其建设过程复杂,涉及面广,而勘测技术与规划设计则是工程顺利推进、实现预期目标的基石。精准的勘测能够为工程提供详尽的数据支持,揭示地质、地形、水文等多方面的客观条件;科学的规划设计则依据勘测成果,统筹布局,优化方案,保障工程在技术可行、经济合理、环境友好的轨道上前行。深入研究水利水电工程的勘测技术及规划设计,对提升工程质量、保障运行安全、促进可持续发展意义非凡。

1 水利水电工程勘测技术

1.1 地形测量技术

(1) 传统测量方法。水准仪测量是地形测量的基础手段之一,利用水准仪建立水平视线,测定两点间高差,进而求得待定点的高程,常用于地形起伏较小区域的高程控制测量。经纬仪测量则通过测量水平角和竖直角,结合已知距离,确定地面点的平面位置和高度,适用于地形较为复杂、控制点较多的情况。全站仪作为集测角、测距、测高差功能于一体的仪器,可自动计算并显示测量结果,实现测量数据的快速采集与处理,广泛应用于地形测绘、施工放样等工作,极大提高了测量效率与精度。(2) 现代测量技术。全球定位系统(GPS)以其高精度、全天候、高效率的特点革新了地形测量方式。通过接收卫星信号,确定测量点的三维坐标,无需通视即可作业,在大规模地形测量、地形动态监测中优势显著。例如,在大型水利枢纽周边地形测绘时,GPS可快速获取大范围地形数据,为后续工程设计提供精准地形模型。遥感技术(RS)利用航空或卫星遥感影像,获取大面积的地形、地物信息,经图像处理与解译,识别地貌类型、植被覆盖、水体分布等,辅助水利工程选址、规

划,能提前预判区域地形地貌对工程的宏观影响^[1]。

1.2 地质勘查技术

(1) 钻探技术。钻探是获取深部地质信息的直接手段。通过钻机向地下钻进,取出岩芯样本,分析岩石的各类特性,如岩性、结构、构造、强度等,为判断地基承载能力、评价工程地质条件提供一手资料。在坝址勘查中,钻探深度可达数十米甚至数百米,以确定坝基的稳定性,如在某高坝建设前期,钻探揭示了坝基下存在的软弱夹层,为后续加固处理提供依据。(2) 物探技术。地震勘探基于地震波在不同介质中的传播特性差异,人工激发地震波,通过接收反射波或折射波,推断地下地质结构,查明断层、褶皱、岩体完整性等情况。电法勘探利用岩石导电性差异,通过电极向地下供电,测量电场分布,判断地质体的电性特征,进而识别地下水分布、岩溶发育区等。例如,在水利工程库岸勘查中,电法勘探可有效探测潜在的渗漏通道,为防渗设计提供参考。(3) 地质雷达技术。地质雷达向地下发射高频电磁波,电磁波遇不同介质界面会产生反射,接收反射波并分析其时间、振幅等参数,可绘制地下地质剖面,探测浅层地质结构,如地下空洞、埋藏物、地层分层等。在水利工程渠道衬砌检测中,地质雷达能快速发现衬砌背后的脱空、积水等缺陷,保障渠道输水效率与结构安全。

1.3 水文勘测技术

(1) 流量测验。流速面积法是常用的流量测验方法,通过测量过水断面面积及断面平均流速,二者乘积即为流量。传统的流速测量采用流速仪,人工操作定点测速;现代发展为声学多普勒流速剖面仪(ADCP),利用声学原理,可实时测量不同水层流速,快速获取流速剖面,结合测船搭载的GPS定位系统,实现动态、高效的

流量测验,广泛应用于河流、渠道流量监测。(2)水位观测。水位观测是水文勘测的基本内容,采用水尺、自记水位计等设备。水尺通过人工定期读取水位高度,简单直观;自记水位计可自动记录水位随时间变化过程,数据连续准确,为洪水预报、水利调度提供实时水位信息。在水库运行管理中,水位观测数据是控制水库蓄泄的关键依据。(3)泥沙测验。含沙量测验一般采用采样器采集水样,实验室称重分析法测定单位体积水样中的泥沙含量,结合流量数据,可计算河流输沙量。激光粒度分析仪的应用实现了泥沙颗粒大小分布的快速测定,有助于研究河流泥沙运动规律,为水利工程防沙、排沙设计提供支撑^[2]。

2 水利水电工程规划设计

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,不仅关乎国计民生,还深刻影响着自然生态与可持续发展。因此,其规划设计过程必须严谨细致,兼顾多方面因素,确保工程既满足经济社会发展的需求,又能保护生态环境,实现人与自然的和谐共生。以下是对水利水电工程规划设计中关键环节的进一步探讨

2.1 流域规划

流域规划是水利水电工程规划设计的基石,它要求在宏观层面上对流域内的水资源进行合理配置,确保各项功能的协调与平衡。(1)规划原则。统筹兼顾原则:这一原则要求规划者具备全局视野,将防洪、发电、灌溉、航运、生态等多方面的需求纳入考量范围,确保各项功能的有机整合。例如,在防洪方面,不仅要考虑水库的防洪能力,还要结合下游城镇的防洪需求,科学设定防洪标准,合理布局防洪设施。发电方面,则需兼顾电力市场的供需状况,以及电站的运行效率与环保要求。灌溉与航运则需关注水资源的季节性分配,确保农业用水与航道通航能力的稳定。生态保护方面,则需通过预留生态流量、建设鱼道等措施,保护水生生物多样性,维护河流生态系统的健康稳定。可持续发展原则:在追求经济效益的同时,必须高度重视环境保护与资源的可持续利用。这意味着在工程规划中,不仅要考虑当前的需求,还要预见未来可能的变化,确保工程能够长期服务于社会,不对自然环境造成不可逆的损害。例如,通过科学的水资源调配,减少河流断流现象,保护湿地与河岸植被,促进流域内生态系统的良性循环。(2)规划内容。水资源供需分析:是流域规划的核心,它基于详尽的水文资料与历史数据,对流域内的水资源量、用水需求进行精确评估,预测未来不同发展阶段的供需缺口。这一分析为工程布局与调度策略的制

定提供了科学依据。缺水地区可通过调水工程,如跨区域调水,实现水资源的优化配置,缓解供需矛盾。防洪规划:根据流域的洪水特性、历史洪灾记录及社会经济状况,制定防洪标准,并据此布局防洪工程体系。这包括修建堤防、水库、分蓄洪区等,以提高流域整体的防洪能力。同时,还需考虑洪水预警系统、应急响应机制的建设,确保在洪水发生时能够及时有效地进行抗洪抢险,减少人员伤亡与财产损失^[3]。

2.2 坝址选择

坝址选择是水利水电工程规划设计的关键环节,直接关系到工程的安全性、经济性与环境友好性。(1)地质条件。地质条件的优劣直接影响坝体的稳定性与耐久性。理想的坝址应位于地质构造稳定、无活动性断层与强烈褶皱带的区域,以减少地震等自然灾害对坝体的潜在威胁。岩性方面,应选择坚硬、完整且抗风化能力强的岩石,如花岗岩、砂岩等,以减少坝基处理的工作量与成本。地质勘查是坝址选择的基础,通过地质钻探、地震波探测等手段,收集潜在坝址的地质信息,进行综合分析比较,最终确定地质条件最优的坝址方案。(2)地形条件。地形条件对于坝址的选择同样至关重要。理想的坝址地形应具备“窄口宽腹”的特点,即河谷狭窄且两岸山体陡峭,便于缩短坝轴线长度,减少坝体工程量与材料消耗。同时,坝址上游河谷开阔,有利于形成较大的库容,增强水库的调节能力。此外,两岸山坡的坡度与形态也需适宜,以便于溢洪道、输水洞等泄水建筑物的布置,确保工程在极端天气条件下的安全运行。

(3)施工条件。施工条件的优劣直接影响工程的进度与成本。良好的施工条件包括充足的施工场地、便捷的交通网络以及丰富的当地建材资源。施工场地应平坦开阔,便于施工营地的建设、材料的堆放与机械设备的停放。交通条件则需满足大型设备与建筑材料的运输需求,减少运输成本与时间。此外,当地建材资源的丰富程度也是坝址选择的重要考量因素之一,利用当地资源不仅能降低采购成本,还能促进地方经济发展,提高工程的社会效益^[4]。

2.3 枢纽布置

水利枢纽作为水利水电工程的核心组成部分,其布置的合理性与科学性直接关系到工程的整体效能与运行安全。枢纽布置不仅需要满足各建筑物的基本功能需求,还需注重各建筑物之间的功能协调与空间优化,以实现资源的最大化利用。(1)建筑物功能协调。水利枢纽内部通常包含多种建筑物,如大坝、溢洪道、输水洞、电站厂房等,每种建筑物都承担着特定的功能,共

同构成了水利枢纽的完整体系。大坝作为挡水主体，其主要任务是保障水库的正常蓄水，为灌溉、发电、供水等提供稳定的水源。溢洪道则在大坝遭遇超标洪水时，及时宣泄多余洪水，确保大坝的安全与稳定。输水洞则承担着灌溉、供水及发电引水等多重任务，其设计需充分考虑水流特性与输送需求。电站厂房则是将水能转换为电能的关键场所，其布置需与输水洞、发电机组等紧密配合，确保能量的高效转换与传输。在枢纽布置时，需根据地形、地质、水流条件等自然因素，合理安排各建筑物的位置与布局，使水流能够顺畅过渡，避免产生不必要的能量损失与安全隐患。例如，溢洪道通常被布置在坝体一侧地势较低处，这样既能便于洪水的及时宣泄，又能有效避免洪水对其他建筑物造成冲击。同时，各建筑物之间的连接与过渡也需精心设计，确保水流在流经各建筑物时能够保持稳定的流态与流速，减少水头损失与能量消耗。（2）优化布局方案。随着数值模拟技术的不断发展，其在水利枢纽布置中的应用也日益广泛。通过对不同枢纽布置方案进行水力学模拟，可以直观地分析流场分布、流速变化、水头损失等关键指标，为方案的比选与优化提供科学依据。在模拟过程中，需充分考虑工程分期建设的实际需求，预留足够的发展空间，以便后续工程的扩建与升级。以某中型水利枢纽为例，在规划阶段，设计团队通过数值模拟技术对三种不同的枢纽布置方案进行了对比分析，最终选定了一种既满足当前灌溉、发电需求，又为未来航运开发预留通道的方案。该方案不仅提高了工程的适应性与前瞻性，还为当地的社会经济发展注入了新的活力^[5]。

3 勘测技术与规划设计的协同

3.1 数据共享与交互

勘测部门获取的地形、地质、水文数据应及时、准确传递给规划设计团队，建立统一数据平台，实现数据共享。规划设计人员基于勘测数据开展方案设计，若设计过程中发现数据疑问或需补充信息，可实时反馈给勘测人员，勘测人员针对性复查、补测，确保数据与设计需求紧密契合，如在坝址初步选定后，设计人员依据

地质勘查资料进行坝型设计，发现某区域地质参数不明确，及时要求勘测人员加密钻探，完善数据支撑。

3.2 动态反馈与调整

工程规划设计并非一蹴而就，在施工过程中，随着现场情况逐步明晰，勘测技术持续跟进监测。若发现实际地质条件与勘测成果有偏差、水文情势变化等情况，及时反馈给设计单位，设计单位迅速调整方案，确保工程顺利推进。例如，在某水利工程基础施工中，地质雷达监测发现坝基局部存在溶洞，勘测人员立即上报，设计单位随即修改坝基处理方案，增加灌浆加固措施，避免工程隐患。

结论：水利水电工程的勘测技术与规划设计相辅相成，共同铸就工程建设的坚实根基。精准多元的勘测技术为规划设计提供全面、可靠的数据依托，地形测量勾勒大地轮廓，地质勘查探秘地下构造，水文勘测解读水流密码；科学合理的规划设计则依据勘测成果，统筹帷幄，从流域规划的宏观布局到坝址选择、枢纽布置的精细雕琢，无不遵循科学原则，权衡各方利弊。两者协同联动，通过数据共享、动态反馈，保障工程在复杂多变的现实环境中稳健前行，实现防洪、发电、灌溉、生态等多元综合效益最大化，为经济社会可持续发展注入澎湃动力。未来，随着科技进步，勘测技术将愈发智能高效，规划设计理念将持续创新优化，共同推动水利水电工程迈向更高质量发展阶段。

参考文献

- [1]李明.水利水电工程勘测技术的创新与应用[J].水利科技,2024,(03):22-24.
- [2]张悦.现代勘测技术助力水利水电工程规划优化[J].水电能源科学,2024,(05):40-42.
- [3]王强.水利水电工程地质勘测要点及实践[J].工程勘察,2024,(02):35-37.
- [4]刘浩.基于可持续发展的水利水电工程规划设计策略[J].中国水利水电,2024,(04):17-19.
- [5]陈晨.水利水电工程勘测与规划设计的协同发展[J].水利规划与设计,2024,(06):10-12.