

大型引调水工程取水方案及线路比选

颜 婷

(四川水发勘测设计研究有限公司, 四川 成都 610072)

摘要 引调水工程在农田灌溉、城市供水、工业生产等方面有着广泛的应用。在设计引调水工程水源及路线方案时, 需要考虑地形地势、水源分布、建设条件、输水长度、施工难度、工程投资等因素, 从而确定最佳的引水工程线路布置, 本文以某大型引调水工程为例进行了引水工程取水方案比较以及线路选择, 初探引调水工程的发展趋势与展望。

关键词 大型引调水工程; 取水方案; 线路比选

中图分类号: TV68

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0100-03

大型引调水工程取水方案及线路的比选工作, 是确保工程设计科学性、合理性和可行性的关键步骤。这一过程不仅涉及工程的技术细节, 还关系到工程的经济效益和社会效益。只有通过科学合理的比选, 才能确定最佳方案, 确保引调水工程的顺利实施和运行。因此, 在进行大型引调水工程设计时, 必须认真对取水方案及线路进行比选, 线路的长度需要尽量缩短, 以减少输水时的阻力和能耗, 降低工程投资。鉴于此, 本文结合实例针对大型引调水工程取水方案及线路比选进行研究, 以期类似工程积累经验。

1 引调水工程路线方案设计及渠道布置的基本原则

引水工程是一种复杂的系统工程, 它不仅关系到水资源的合理利用和调配, 还涉及工程建设的可行性、经济性和环境保护等多方面因素, 在进行引水工程路线方案设计及渠道布置时, 需要遵循以下几个基本原则:

1. 在选择引水工程的路线时, 首先要全面考虑地形地势和水资源的分布情况。理想的路线是既能最大限度地利用自然地势促进水流, 又能有效地连接水源和用水点。干渠和支渠的布置应尽量沿等高线或分水岭进行, 以减少工程对地形的改造和对环境的影响。斗渠的布置则应考虑与等高线交叉, 以便有效地跨越地形低洼或障碍物。

2. 在保证工程质量和功能的前提下, 应尽量减少工程投资和施工难度。这意味着在设计过程中要力求渠线的长度最短、线形最平顺, 尽量避免大量的深挖和高填作业。同时, 应避免渠道穿越城镇、村庄和工矿企业区域。如果无法避免, 那么必须采取相应的安

全防护措施, 以保障工程施工和运行的安全。

3. 在整个工程设计过程中, 必须充分考虑工程运行的安全性和稳定性, 避免引水工程对环境和周边社区造成不良影响。这就要求在渠系建筑物的选址和设计上, 应避开地质条件不良的段落。对于无法避开的地段, 应采取适宜的布置型式和地基处理措施, 以确保工程的长期稳定性和安全性。

4. 在规划和设计引水工程时, 应优先考虑现有水利设施的利用, 以及对水资源的合理调配和有效利用, 避免重复建设和资源浪费。同时, 应注意保护生态环境, 避免因工程建设而造成的生态破坏和水资源污染。^[1-4]

2 工程概况

本文以某大型引调水工程引水线路设计为例, 对水源及线路的选择进行比选设计。

该大型引调水工程以城乡生活生产供水、农业灌溉用水为主, 并为改善区域生态环境创造条件。渠首引水流量大于 $50\text{m}^3/\text{s}$, 年引水流量大于 10 亿 m^3 , 灌溉面积大于 150 万亩, 工程等别属于 I 等, 工程规模为大 (I) 型, 引水工程由进水口、输水线路、调蓄水库等组成。

3 引水工程取水水源及线路方案比选

3.1 水源选择

该工程拟用单水源集中水源供水方案, 解决渠道全供区的缺水问题, 本着“节水优先”“先当地、后外水”“优先挖潜、适当开源”等原则, 按照“从内到外、由近及远”的顺序, 拟定如下水源方案:

1. 电站 A 取水方案: 该取水水源取自电站 A, 输

水总干线自西向东分别跨江 A、江 B 后分多条干线控制引调水工程全部供水区。

2. 电站 B 取水方案: 该取水水源取自电站 B, 输水总干线自西向东在某地区分水后, 北干线继续向东, 分别跨江 A、江 B 后, 分干线控制引调水工程全部供水区。

3. 水源选择: 从最大限度地利用自然地势角度分析, 电站 A 取水口的优势在于控制高程明显较优, 具备自流为水库充水的条件; 但从工程投资分析, 电站 A 取水口最大可引水量低于电站 B 取水口, 需通过建设更多的水源区水库工程调蓄来达到同样的供水规模, 预计水库部分投资需相应增大; 从发电影响的角度来分析, 电站 B 取水口影响电量明显低于电站 A 取水口。综合各方面因素来考虑, 电站 B 取水口相对较优, 进一步比选需结合引水路线布局。

3.2 引水工程线路方案比选

引水工程线路选择是整个引水工程方案设计的核心内容。在选择引水工程线路时, 需要综合考虑地形地势、水资源分布、工程投资、施工难度等因素。对该引水工程供水区地形条件进行分析, 工程供水区整体地势西北高, 东南低, 水源工程位于供水区以西, 整体总干线走向为自西向东延伸, 结合上述水源方案, 引水工程输水线路拟定如下。

3.2.1 电站 A 取水方案输水线路

拟定总干线 1 条, 总干线全长 269.68km, 干线 3 条, 其中, 干线 1 长 98.7km, 干线 2 长 41.03km, 干线 3 长 106.49km, 其余分干线、支线及充水支线合计 703.35km, 输水线路总长 1219.25km。

3.2.2 电站 B 取水方案输水线路

拟定总干线 1 条: 总干线全长: 225.91km。干线 4 条, 其中北干线长 40.5km, 南干线长 98.7km, 干线 3 长 41.03km, 干线 4 长 106.49km, 分干线、支线及充水支线合计 608.22km, 输水线路总长 1120.83km。

3.2.3 线路比选

1. 输水线路建设条件。电站 A 取水线路方案隧洞进口埋深大, 可能存在软岩变形、地下水丰富、水头高的地质问题, 遇断层可能突泥涌水, 过灌口组地层有钙芒硝, 存在地下水硫酸盐腐蚀性问题。

电站 B 取水线路方案隧洞经过含钙芒地层, 硫酸盐腐蚀性问题仅在过江 A 倒虹吸处较突出。后段存在碳酸盐岩的突泥突水; 穿江 A、江 B 底隧洞的涌水及围岩稳定问题。^[5-8] 从建设条件来看, 电站 B 取水方案线路建设条件相对较优。

2. 输水线路总体长度。电站 A 取水方案输水线路总长 1219.23km; 电站 B 取水方案输水线路总长 1120.83km; 两个方案差异不大。

3. 施工难度。电站 A 取水方案主体工程施工: 总干线前段隧洞采用掘进机施工; 穿江倒虹管采用盾构机施工, 对施工工艺要求较高。电站 B 取水方案主体工程施工: 穿江倒虹管采用盾构机施工, 对施工工艺要求同样较高, 两个方案施工难度相当。^[9]

4. 工程投资。从工程投资角度分析, 电站 B 取水方案投资最少, 电站 A 取水方案投资较高。

4 结论

电站 A 取水方案最大的优势为引水高程较高, 总干线上调蓄库容大, 并可以自流为整个供水区配水, 劣势为线路布置隧洞投资大, 同时影响的电站梯级较多, 工程总投资大, 电站 B 取水方案最大的优势为最大可引水量总体较电站 A 取水方案引水多, 影响的电站梯级较少, 工程总投资相对较少; 从输水线路长度、工程投资、建设条件、施工难度等方面综合比较, 电站 B 取水方案下的线路布置要优于电站 A 取水方案。引水工程路线方案设计是一项复杂的工作, 需要综合考虑地形地势、水资源分布、工程投资、施工难度等因素, 从而确定最佳的引水工程路线。通过合理的引水工程路线方案设计, 可以提高工程的经济性和可行性, 减少对环境的不良影响, 从而更好地服务于人民群众的生产生活。^[10]

5 我国引调水工程的发展趋势与展望

引调水工程作为解决我国地区间水资源分布不均衡的重要手段, 发展前景广阔。

未来, 随着科技水平的不断提高, 引调水工程在我国将得到更广泛的应用。

首先, 未来引调水工程将更加注重节约用水。随着我国城市化进程的加快和人口数量的持续增长, 水资源面临着前所未有的挑战。因此, 未来的引调水工程将更加注重节约用水, 以实现水资源的可持续利用。这包括在工程建设过程中, 采取高效节水措施, 如雨水收集、废水再利用等, 以最大限度地减少对水资源的消耗。同时, 引调水工程还需要通过科学的水资源调度和管理, 确保水资源的合理分配和利用。这包括根据各地的水资源状况和用水需求, 合理的水资源调配方案, 以满足人民生活 and 工农业用水的需求。^[11]

其次, 引调水工程将更加智能化。未来, 随着人

表1 引水工程取水水源及线路方案比选表

项目	取水方案		结论	
	电站 A 取水方案	电站 B 取水方案		
输水线路	输水干线长度 (km)	515.9	512.63	电站 A 取水方案输水线路总长 1219.23km; 电站 B 取水方案输水线路总长 1120.83km; 电站 B 取水方案线路长度更短, 但两个方案差异不大
	输水支线及冲水渠长度 (km)	703.35	608.22	
	输水线路总长度 (km)	1219.25	1120.85	
输水线路控制流量 (m ³ /s)	取水口	135	135	取水水源流量无明显差别
建设条件	地质制约因素	隧洞进口埋深大, 可能存在软岩变形、地下水丰富、水头高的地质问题, 遇断层可能突泥涌水, 过灌口组地层有钙芒硝, 存在地下水硫酸盐腐蚀性问题	隧洞经过含钙芒地层, 硫酸盐腐蚀性问题仅在过江 A 倒虹吸处较突出。后段存在碳酸盐岩的突泥突水; 穿江 A、江 B 底隧洞的涌水及围岩稳定问题	电站 B 取水方案线路建设条件较优
施工难度		主体工程施工: 总干线前段隧洞采用掘进机施工; 穿江倒虹管采用盾构机施工, 对施工工艺要求较高	主体工程施工: 穿江倒虹管采用盾构机施工, 对施工工艺要求同样较高	两个方案施工难度相当

工智能、大数据等技术的快速发展, 未来的引调水工程将更加智能化。通过运用这些先进技术, 可以实现更加精准的水资源调度和管理。例如, 通过实时监测水质、水量等数据, 可以及时发现和解决水资源利用中的问题, 确保水资源的安全和稳定供应。此外, 智能化技术还可以帮助引调水工程实现自动化运行和维护, 提高工程的安全性和效率。例如, 通过自动化控制系统, 可以实现对水泵、阀门等设备的远程监控和控制, 确保工程的安全稳定运行。

此外, 引调水工程将更加注重生态环境保护。在引调水工程建设中, 生态环境保护始终是一个不可忽视的问题。未来的引调水工程将更加注重生态环境的保护和恢复。在引调水工程的规划和设计中, 将充分考虑当地生态环境的特点, 采取措施保护和改善当地生态环境, 实现可持续发展的目标。未来我国引调水工程的发展趋势是节约用水、智能化和生态化。只有坚持可持续发展理念, 才能实现引调水工程的长远发展目标, 为我国水资源保障和经济社会发展提供有力支撑。同时, 引调水工程还需要采取措施保护和改善当地的生态环境。例如, 通过建设生态湿地、植树造林等方式, 可以有效改善当地的生态环境质量, 实现人与自然的和谐共生。

参考文献:

- [1] 朱峰, 盛志刚. 引调水工程管道管材选择主要因素和常遇问题分析 [J]. 水利规划与设计, 2024, 03(18): 1-15.
- [2] 吴华阳. 引调水工程设计方案分析 [J]. 黑龙江水利科技, 2018, 46(07): 115-117.
- [3] 李保虎. 跨流域引调水工程输水线路施工规划方案优选分析 [J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 06(09): 87-90.
- [4] 崔永波, 高敏. 奥维地图在引调水工程地质勘察中的应用 [J]. 内蒙古水利, 2023(10): 64-66.
- [5] 陈岚, 朱梅, 李琦, 等. 长距离有压隧洞引调水工程过渡过程研究 [J]. 陕西水利, 2023(07): 5-8.
- [6] 车进福. 信息化技术在引调水工程中的应用研究 [J]. 中国高新科技, 2023(12): 120-122.
- [7] 王吉亮, 向家菠, 颜慧明, 等. 引江补汉工程输水线路工程地质选线研究 [J]. 长江科学院院报, 2023, 40(05): 100-105.
- [8] 马永胜. 含支线调蓄的调水系统水库群联合调度 [J]. 水资源与水工程学报, 2023, 34(01): 135-142.
- [9] 李建忠. 引调水工程对怀远县农村供水布局的影响分析 [J]. 治淮, 2022(02): 71-72.
- [10] 颜慧明, 常威, 郭绪磊, 等. 岩溶水流系统识别方法及其在引调水工程隧洞选线中的应用 [J]. 地质科技通报, 2022, 41(01): 127-136.
- [11] 高媛媛, 陆旭. 南水北调立法对国家水网引调水工程建设的启示研究 [J]. 水利发展研究, 2024, 03(19): 1-6.