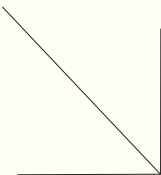


基于物联网的 贵州灌区项目经济效益分析与评价^{*}

文◆贵州省水利科学研究院 李 飞 雷 薇 黎 业 王永涛 陈 飞



引言

2023 年第四季度中央财政增发国债 1 万亿元，重点用于支持灾后恢复重建、提升防灾减灾救灾能力，实施领域涉及灌区建设改造。灌区建设改造是水利领域防灾、减灾、救灾重要措施之一，也是保障粮食安全和推进乡村振兴实现的重要抓手。贵州 152 个灌区项目纳入国债资金补助范围，获中央补助资金 36.528 亿元，增加、恢复、改善灌溉面积 387.2 万亩。目前，全省增发

国债灌区项目已经实施完成，152 个灌区陆续输配水进行灌溉，工程项目逐步发挥效益。为促进灌区发挥长久效益，需要对灌区项目进行经济效益评价。针对工程项目经济效益的研究纷纷聚焦经济分析特征与方法，提出一系列研究成果。李秋丰^[1]通过对水利工程效益的指标与特征进行分析，明晰了经济评价和效果分析在工程建设程序中的阶段和作用。熊文^[2]分析水利项目经济评价的特点，提出了农村水利工程项目经济评价方法与可操作程序。王伟伟^[3]运用多层次模糊综合评价法和 BP 人工神经网络法，建立工程项目的综合效益评价指标体系，并进行典型项目评价。王乙江^[4]基于物联网技术，分析研究花桥天福灌区的生态智慧示范，该灌区采用控制灌溉技术、节水控污工程技术模式和智慧管理模块，实现了较好的经济、社会和生态效益。慕容容^[5]基于物联网的智能节水灌溉系统，研究典型灌区节水率，分析得出灌区经济效益显著的结论。本文基于物联网的理论与技术，分析研究贵州增发国债灌区项目的经济评价，并选择典型灌区项目进行评价，对项目经济效益中的节水效益、节能效益、增产效益、节地效益、省工效益、转移效益分别进行计算，从而综合计算年均效益净增值，以此实现经济效益的合理分析与评价，促进贵州灌区建设的高质量发展。

1 贵州增发国债灌区项目

“十四五”期间，贵州有 236 个中型灌区纳入《全国中型灌区名录》，全省灌区在耕地灌溉面积占全省总耕地面积的 24.8%，生产的粮食约占全省总产量的 50%。实施贵州增发国债灌区项目，完善灌排渠（沟）建设、节水改造、信息化管理等措施，解决农田灌排能力弱、灌溉保证率不高、灌溉水利用系数低等突出问题，完善农业用水的供排系统，改善农业生产条件，提高农业应对自然灾害的能力，为粮食安全和农业现代化发展提供重要基础保障，促进乡村振兴实现。

2023 年增发国债第二批，国家安排贵州省灌区资金 36.528 亿元，实

^{*}【基金项目】贵州省水利科技经费项目（KT202402）（KT202316）（KT202423）

【作者简介】李飞（1993—），女，贵州开阳人，本科，研究方向：水利工程项目经济分析与研究。

【通讯作者】雷薇（1982—），女，贵州贵阳人，硕士研究生，研究方向：水文与水资源研究。

施项目 152 个。工程建设主要包括灌溉水源工程、渠（沟）系及配套建筑物、管理设施、用水量测及信息化建设等，总工期为 12 个月，运行期 20 年。项目资金筹措为国债资金 80%、地方配套资金 20%。项目实施后，需开展经济效益评价，采用影子价格、效益计算等经济评价方法^[6]，对项目的经济效益进行分析与评价。

2 研究方法

2.1 物联网监测与分析

物联网在灌区中的应用包括传感器监测、自动化控制、数据收集与分析等，结合经济分析模型，利用大数据分析和智能算法，对采取监测的数据进行模拟计算，得出经济效益各项指标值。

2.2 经济效益综合计算法

依据工程竣工决算的工程量和各主要投入物的影子价格，对工程项目进行经济效益分析，以节水效益、节能效益、增产效益、节地效益、省工效益、转移效益为指标分别进行计算，最终合成年均综合效益进行评价。

3 典型灌区项目研究

贵州某灌区工程项目总投资 461.16 万元，申请中央补助资金 368 万元，申请地方补助资金 93.16 万元。工程建设工期 6 个月，运行期 20 年。项目实施完成后，灌溉保证率达到 $p=80\%$ ，设计灌溉面积 3200 亩，受益 5 个行政村。

灌区工程项目建设内容如下。新建及改造渠道 13 条，长 13.90km；改造出水管 1 条，长 0.12km。自动化系统包括渠首处安装明渠流量监测站共计 4 处，其中一体化超声波水位计监测站 1 处，巴歇尔槽流量计监测站 3 处；在出水管首端安装电磁流量计 1 处。

3.1 物联网实时监测

（1）计量与数据采集

基于物联网技术，灌区项目建设自动化信息化运行管理系统，即部署量水传感器、通信网络、云计算和智能终端等技术，实时采集监测的水位、流量等信息，通过 4G 网络将数据传输到数据库中，利用大数据分析和智能算法，对灌溉需求、设备故障、水资源分配等进行预测与优化，管理业务人员通过工作站访问业务软件，查询水位、流量以及效益模拟数据等信息，从而实现灌区水资源、设备的智能化管理。

（2）数据上报与传输

实现信息上报频次根据各站点的需要在 5min 到 24h 内灵活进行设置，定时上报采集的数据。根据站点不同分别支持固定 IP、域名解析、VPN 专网和自建内网的寻址方式，数据进行加密传输。

3.2 项目经济效益综合计算

（1）节水效益计算

项目设计灌溉面积 3200 亩（其中水田面积 637 亩，旱地面积 2563 亩）。灌区内水田大季种植水稻，小季复种蔬菜，复种指数为 1.80；旱地种植玉米，小季复种小麦，复种指数为 1.50。项目实施前，水稻、油菜、

玉米和蔬菜的灌溉水量分别为 $320\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $100\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $100\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $110\text{m}^3/\text{亩}$ 。项目实施后，水稻、油菜、玉米和蔬菜的灌溉定额分别为 $307\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $87\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $90\text{m}^3/\text{亩}$ 、 $76\text{m}^3/\text{亩}$ 。

通过测试，原渠系水利用系数只有 0.40，灌溉水利用系数为 0.50，而渠道防渗加固后，渠系水利用系数达到 0.75，灌溉水利用系数为 0.70。

根据上述数值，可计算得项目工程实施后，年均节水量如式（1）所示。

$$\Delta W = \frac{1}{0.50} \times \left(\frac{320 \times 637 + 100 \times 509}{+100 \times 2563 + 110 \times 1281} \right) - \frac{1}{0.70} \times \left(\frac{307 \times 637 + 87 \times 509}{+90 \times 2563 + 76 \times 1281} \right) = 49.28 (\text{元}/\text{m}^3) \quad (1)$$

项目区影子水价为 $0.11 \text{ 元}/\text{m}^3$ 时，则年均节水效益 B_1 如式（2）所示。

$$B_1 = 0.11 \times 49.28 = 5.42 (\text{万元}) \quad (2)$$

（2）节能效益计算

灌区项目实施后，节约了灌溉用水量和提升了水能。项目区单方水提水能耗量为，则节约能耗量如式（3）所示。

$$\Delta N = 0.03 \times 49.28 = 1.48 (\text{万 kw} \cdot \text{h}) \quad (3)$$

电力影子价格采取 $0.50 \text{ 元}/\text{kw} \cdot \text{h}$ ，则年均节能效益 B_2 如式（4）所示。

$$B_2 = 0.50 \times 1.48 = 0.74 (\text{万元}) \quad (4)$$

（3）增产效益计算

1) 平均亩产的确定

项目实施后，水稻亩产量可提高 40 公斤左右，油菜亩产量可提高 20 公斤左右，玉米亩产量可提高 50 公斤左右，蔬菜亩产量可提高 180 公斤左右。

2) 增产效益的计算

水稻、油菜、玉米、蔬菜的影子价格分别采用 $1.5 \text{ 元}/\text{kg}$ 、 1.5

元/kg、1.2元/kg、0.8元/kg，增产效益分摊系数0.45，则年均增产效益 B_3 如式（5）所示。

$$\begin{aligned} B_3 &= (40 \times 637 \times 1.5 \times 0.45 + \\ &20 \times 509 \times 1.5 \times 0.45 + \\ &50 \times 2563 \times 1.2 \times 0.45 + \\ &180 \times 1281 \times 0.8 \times 0.45) / 10000 \\ &= 17.63 \text{ (万元)} \end{aligned} \quad (5)$$

（4）节地效益计算

通过实测，原土渠的占地面积为30亩，项目工程实施后，渠道的占地面积为25亩，则节约土地面积如式（6）所示。

$$\Delta S = 30 - 25 = 5 \text{ (亩)} \quad (6)$$

灌区平均每亩耕地产值为1500元，扣除农业成本40%后，平均每亩耕地净效益为900元，则年均节地效益 B_4 如式（7）所示。

$$\begin{aligned} B_4 &= 5 \times 900 / 10000 \\ &= 0.45 \text{ (万元)} \end{aligned} \quad (7)$$

（5）省工效益计算

灌区渠系改造后，每年的沟渠清杂、整修和管水用工由原来的0.50工日/亩减为现在的0.30工日/亩，则节省的工日如式（8）所示。

$$\begin{aligned} \Delta G &= (0.50 - 0.30) \times 3200 \\ &= 640 \text{ (工日)} \end{aligned} \quad (8)$$

灌区劳动力的影子价格为80元/工日，则年均省工效益 B_5 如

式（9）所示。

$$B_5 = 80 \times 640 / 10000 = 5.12 \text{ (万元)} \quad (9)$$

（6）转移效益计算

项目工程实施后，可节省农业用水49.28万 m^3 。采取单方水产生的净效益为1.10元/ m^3 ，则转移效益如式（10）所示。

$$B_6 = 1.10 \times 49.28 = 54.21 \text{ (万元)} \quad (10)$$

（7）年均综合效益计算

综合计算年均效益净增值 B 如式（11）所示。

$$\begin{aligned} B &= B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 + B_6 \\ &= 5.42 + 0.74 + 17.64 + 0.45 + 5.12 + 54.21 = 83.57 \text{ (万元)} \end{aligned} \quad (11)$$

4 讨论

通过对典型灌区项目分析研究，基于物联网技术，实时数据采集和智能算法，结合年均综合效益计算，得出净增值83.57万元，投资回收期（静态）为5.52年，约5~6年可收回投资成本，属于较合理的回收周期。如果按照基准收益率在8%~12%的区间，项目投资收益率18.1%，该灌区项目收益率较高，财务表现良好，经济效益明显。经过对项目净现值的计算得出424.5万元，显著为正值，项目具备较好的长期经济价值。

结语

基于物联网技术，建立灌区自动化系统，实时监测和采集运行管理信息，结合智能算法，实时生成节水率和成本节省率。同时，实时统计设备故障率、维修响应时间、人工巡检频率，利用物联网进行自动化管理，通过模型分析数据及时发现项目运行中的问题和潜在风险，为项目调整和优化提供决策支持。本研究以贵州某灌区建设改造项目为例，对其工程经济效益进行计算，结果显示项目财务可行、收益较高，具备良好的经济效益。建议灌区大力推进农业水价改革，进行农业水价成本核算，达到或逐步提高到运行维护成本水平，增加水费征收，保障灌区工程运行正常，发挥持久效益。

引用

[1] 李秋丰.公益性水利工程经济评价及效益分析[J].河南水利与南水北调,2017(7):87-88.
[2] 熊文.农村水利工程项目经济评价[J].中国农村水利水电,2001(1):42-44.
[3] 王伟伟.基于多层次模糊和BP神经网络的水利工程项目综合效益评价分析[J].水利科技与经济,2019,25(10):65-69.
[4] 王乙江,张剑刚,徐俊增,等.基于物联网技术的现代化生态智慧灌区示范——以昆山花桥天福灌区为例[J].灌溉排水学报,2014(33):196-199.
[5] 慕容容.基于物联网的智能节水灌溉系统研究与应用[J].农业与技术,2024,44(6):12-14.
[6] 何淑媛.农业节水综合效益评价指标体系与评估方法研究[D].南京:河海大学,2002:41-53.

