 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i8.11566

Multidimensional Simulation Study of the Thermodynamic Ising Model Based on Monte Carlo and Metropolis Algorithm

Binyang Yu

Ocean University of China, Qingdao, Shandong, 266000, China

Abstract

Monte Carlo simulations of the one-dimensional (N=100) and two-dimensional (20×20) Ising models were performed using Metropolis importance sampling. The one-dimensional simulation showed a deviation from the analytical solution of less than 0.1% across the entire temperature range. In the two-dimensional case, specific heat and magnetic susceptibility exhibited sharp peaks simultaneously near the critical temperature TC under zero external field, with the determined TC deviating by approximately 1.7% from Onsager's value of 2.269 J/kB. J/kB. By introducing external magnetic field observations to study the temperature evolution of hysteresis loops, and combining spin-lattice microscopic snapshots to explain the micro-mechanisms of order-disorder phase transitions, we analyze the effects of finite-size scaling on critical peaks and critical temperature shifts. This systematically clarifies the regulatory roles of dimensionality, temperature, and external fields on the thermodynamic and magnetic properties of ferromagnetic systems.

Keywords

Monte Carlo method; Metropolis algorithm; Ising model; Onsager exact solution; phase transition; hysteresis loop; critical phenomena

基于蒙特卡洛与 Metropolis 算法对热力学伊辛模型的多维仿真研究

于滨玚

中国海洋大学，中国 · 山东 青岛 266000

摘　要

运用Metropolis重要性抽样对一维(N=100)和二维(20x20)伊辛模型进行了蒙特卡洛模拟。一维全温区与解析解偏差小于0.1%。二维零场下比热容与磁化率在附近同步出现尖锐峰，标定与Onsager值2.269偏差约1.7%。。进一步引入外磁场观测磁滞回线温度演化规律，结合自旋晶格微观快照解释有序—无序相变微观机制，分析有限尺寸效应对临界峰、临界温度偏移的影响，系统阐明维度、温度、外场对铁磁系统热力学与磁学特性的调控作用。

关键词

蒙特卡洛方法；Metropolis算法；伊辛模型；Onsager精确解；相变；磁滞回线；临界现象

1 引言

1.1 研究背景

伊辛模型是统计物理中一类重要的格点自旋模型，由 Lenz 于 1920 年提出，Ising 于 1925 年给出了一维情形的严格解 [1]。模型以离散自旋和最近邻相互作用描述了铁磁 - 顺磁相变的核心机制，至今仍是研究相变问题的基本模型之一。

1.2 本文研究

本文运用蒙特卡洛方法与 Metropolis 算法 [3]，对一维和二维伊辛模型的热力学性质进行了模拟，考察了内能、比热容、磁化强度及磁化率随温度的变化。

2 理论公式与数值方法

2.1 蒙特卡洛方法与 Metropolis 算法

一次蒙特卡洛扫描由 N 次自旋翻转构成，自旋随机选取且可重复选中——这是按玻尔兹曼分布正确抽样的前提 [4]。sweep 是模拟的自然时间单位，与系统规模无关，以 sweep 定义的平衡期和生产期对不同 N 含义一致。

直接枚举 2^N 个构型不现实，故转向 Metropolis 算法 [3] 做重要性抽样：每步随机挑一个自旋 s_i 试翻，算 ΔE；$\Delta E \le 0$ 就翻，$\Delta E > 0$ 按 $e^{-\frac{\Delta E}{k_B T}}$ 概率翻。该规则满足细致平衡条件 [5]，马尔可夫链稳态即玻尔兹曼分布。

【作者简介】于滨玚（2007–），男，中国山东威海人，从事热力学物理仿真研究。

2.2 相关公式与解析解分析

伊辛哈密顿量：

$$H = -J\sum_{\langle ij\rangle} s_i s_j - \mu B\sum_i s_i \quad (1)$$

式中 J 为交换能，μ 为磁矩，B 为外磁场。第一项为交换相互作用：J>0 时相邻自旋平行排列能量更低（铁磁耦合），J<0 反之（反铁磁耦合）[1]。第二项为塞曼项，自旋与外场同向时贡献负能量。B=0 退化为零场模型。

一维链能量与磁化强度：

$$E(\alpha) = -J\sum_{i=1}^{N} s_i s_{i+1} - \mu B\sum_{i=1}^{N} s_i \quad (2)$$

相关解释：其中，索引 i+1 对周期边界取模 N, 模拟中取 μ=1，每个自旋的场能为 $-Bs_i$。

玻尔兹曼分布与配分函数：

$$P(\alpha_i) = \frac{e^{-E(a_j)/k_B T}}{Z(T)}, \quad (3) \quad Z(T) = \sum_{\alpha_j} e^{-E(a_j)/k_B T} \quad (4)$$

系统与温度为 T 的热浴接触时，自旋构型因热涨落持续变化，各构型出现概率由玻尔兹曼分布决定：能量越高的构型权重越小，以指数衰减。Z(T) 为配分函数起归一化作用 [4]。

一维模型解析解；每个自旋的平均能量：

$$\frac{U}{N} = -J\tanh\left(\frac{J}{k_B T}\right) \quad (5)$$

每个自旋的比热容：

$$C(T) = \frac{1}{N}\frac{dU}{dT} = k_B\left(\frac{J}{k_B}\right)^2 \frac{1}{\cosh^2(J/k_B T)} \quad (6)$$

相关解释：一维模型在有限温度下无相变 [1]，热涨落总会破坏长程有序。

Onsager 临界温度：

$$T_C = \frac{2J}{\ln(1+\sqrt{2})k_B} \approx \frac{2.269J}{k_B} \quad (7)$$

温度低于临界值时系统维持铁磁有序，存在自发磁化；越过临界点后有序性被热涨落破坏，转变为顺磁相。处关联长度发散，比热容和磁化率均出现尖锐峰 [2]。

3 一维伊辛模型仿真

3.1 仿真参数设置

自旋链长度 (N):100　　交换耦合常数 (J):1

玻尔兹曼常数 ():1　　温度范围 (T_list):[0.1,5.0],100 点

3.2 热力学量随温度变化

图 3-1 给出模拟内能曲线与 (式 (5)(6)) 解析解的对比。T → 0 时 U/N 趋近 -1，对应全同向基态；T 拉高后内能单调上涨靠向 0。模拟值与解析曲线近乎重合 [1]，最大偏差不超 0.1%。

图 3-2 为比热容模拟与 (式 (6)) 解析解的对比。曲线在 T0.8 处呈单一宽峰，与解析解峰位峰高吻合。高温和低温两端比热容均趋于零，该宽峰不具有相变发散特征。

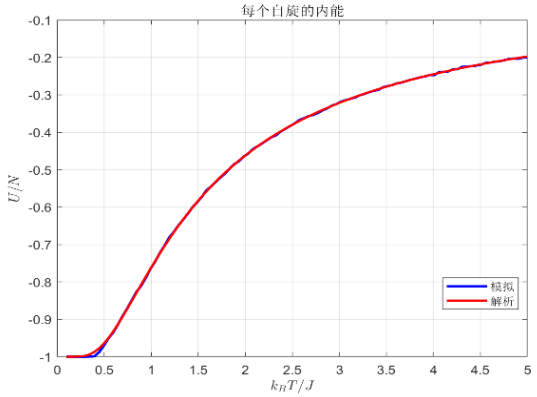


图 3–1 一维内能 – 温度

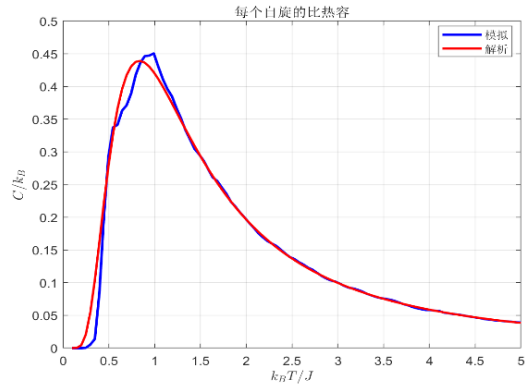


图 3–2 一维比热容 – 温度

3.3 能量曲线在高低温状态下随时间的变化比较

图 3-3 记录了 T=0.1 的能量弛豫。前约 200 个 sweep 内从 -0.4 掉到 -1.0，之后贴着 -1.0 极小抖动。初始构型掺杂大量相邻反向自旋对（每对约 2J），算法早期高效清除；摸到基态附近后低温下升能翻转概率近零 [1]，构型冻结。

图 3-4 给出了 T=5.0 下的能量演化。热运动能量远大于交换耦合能，能量曲线从初始即无弛豫下降趋势，在 -0.6 至 0.2 区间大幅无规波动。Metropolis 算法以高概率接受任意翻转，构型在相空间近乎随机游走。

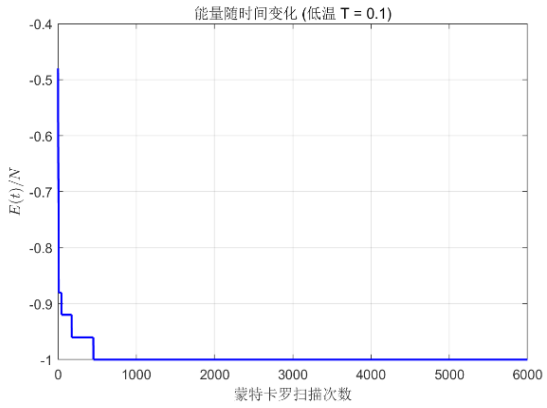


图 3–3 低温能量 – 时间

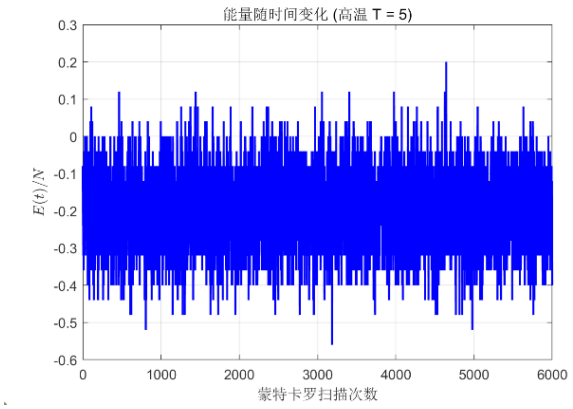


图 3–4 高温能量 – 时间

3.4 一维伊辛模型仿真小结

一维全温区内能与比热容跟 (式 (5)(6)) 解析解差距不到 0.1%，Metropolis 算法精度被定量确认。比热曲线从头到尾是个光滑宽包——跟一维不存在有限温度相变 [1] 对得上。低温磁化没衰减到零：N=100 链中正负磁化态间横着正比于 N 的能垒，蒙特卡洛时间内不足以跨越。

4 二维无外场伊辛模型仿真

4.1 仿真参数设置

晶格尺寸 (L):20　　总自旋数 (N):400

交换耦合常数 (J):1　　玻尔兹曼常数 ():1

温度范围 (T_range):[1.0,4.0],80 点　　理论临界温度 [2]():2.269

4.2 热力学量随温度变化

T<2.0 内能曲线斜度很小，体系窝在铁磁有序态，稍升温只能翻动寥寥几个自旋。一进 2.02.5 区间斜率突然陡起来——有序结构被热涨落快速拆散。T= (式 (7)) 卡在斜率最陡处 [2]，几何上模拟和理论彼此印证。

比热容在 T 处冒出一个峰，高度约 1.6。一维比热峰高 [1] (式 (6)) 才 0.44 左右——二维高出好几倍，临界涨落不在一个量级。不过 L=20 下这个峰并非无限尖锐，关联长度被格线度截住，对数发散被压成有限高峰。换更大的格子峰还会继续长高、收窄。

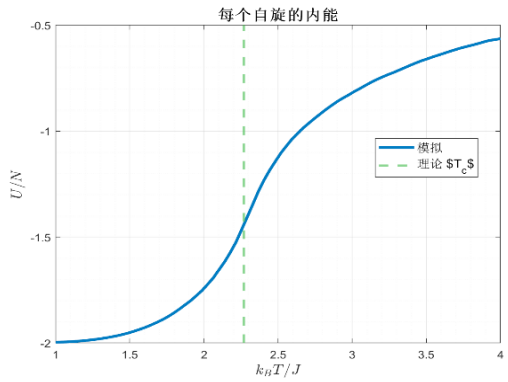


图 4–1 二维内能 – 温度

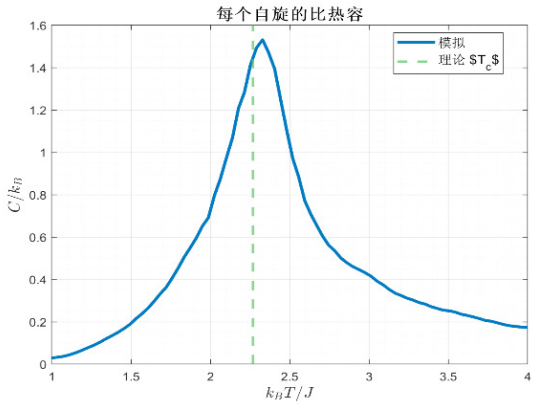


图 4–2 二维比热容 – 温度

4.3 二维无外场伊辛模型仿真小结

L=20 正方晶格上比热容在附近确实冒出一个明显的峰，峰位跟 Onsager 理论值 (式 (7)) 差不到 2%[2]，二维伊辛模型二级相变这个核心信号被成功抓住。偏这么一点不意外——L=20 有限尺寸效应本身就会让偏移，加上温度扫描步长和临界区蒙特卡洛涨落，刚好解释那 2%。

5 二维有外场伊辛模型仿真

5.1 仿真参数设置

晶格尺寸 (L):20　　总自旋数 (N):400

交换耦合常数 (J):1　　玻尔兹曼常数 ():1

温度范围 (T_set):[1.0,2.0,3.0]　　理论临界温度 ():2.269

外磁场范围 (B):[-2,+2]

5.2 磁滞回线图像分析

T=1.0、2.0、3.0 三条回线展示了热涨落对迟滞的调控。T=1.0 回线最宽，低温磁有序刚性强，想把磁化翻过来非得加足够大反向场。T=2.0 回线往里缩——热涨落帮着畴壁翻越势垒，矫顽场降。T=3.0 回线退化成过原点线，磁滞退场。三条回线的渐变和铁磁 - 顺磁相变对应，跟 (式 (7)) 的 Onsager 判断 [2] 定性吻合。

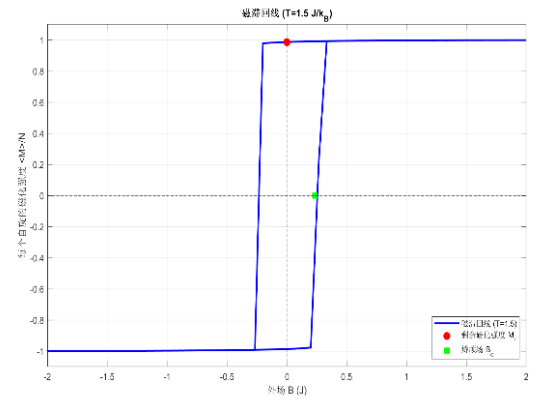


图 5–1 T=1.5 磁滞回线

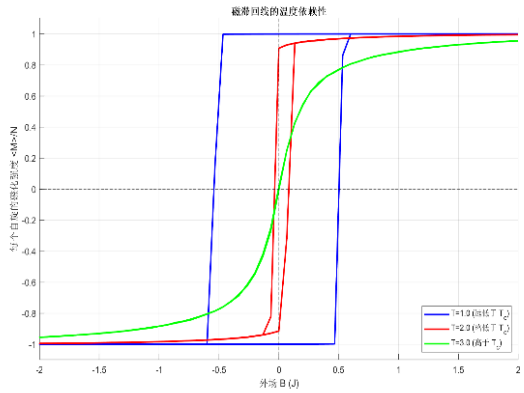


图 5–2 磁滞回线 – 温度依赖性

5.3 不同温度、磁化强度下晶格快照

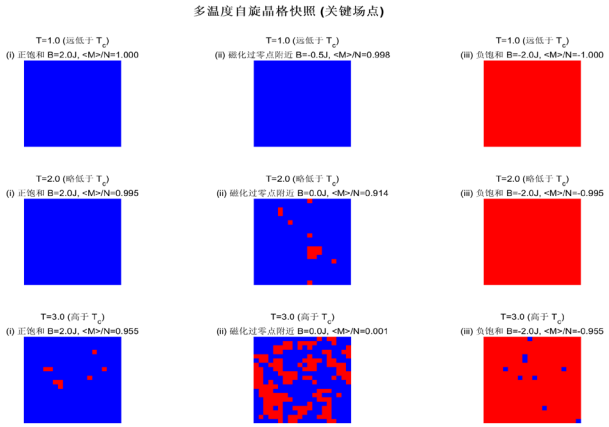


图 5–3 不同温度、磁化强度下的晶格快照

图 5-3 把三个温度、三个磁场点的晶格排了出来。T=1.0：正饱和和过零点全蓝，负饱和全红。T=2.0：饱和态单色为主但见零星异色格点；过零点红蓝交叠，临界涨落帮着畴壁动起来，降低的微观原因在此。T=3.0 ：外场加到饱和格子还是乱的，外场只能挤出约 0.30.4 净偏向，零场等同于随机噪声。

5.4 二维有外场伊辛模型仿真小结

在二维模型里把外磁场 B 从 +2J 扫到 -2J 再扫回来，三个特征温度的回线就拿到了。所有回线以原点为对称中心——哈密顿量（式 (1)）在 (S → -S,B → -B) 变换下不变 [1] 的直接后果。温度从低往高走回线一直在变窄，到 T=3.0 缩成过原点 S 形线，系统已跨过进入顺磁相 [2]。

6 结论与展望

6.1 主要结论

通过三个程序仿真，我们发现如下结论：

一维全温区内能与比热容跟解析参照值差距压在 0.1% 以下，Metropolis 算法 [3] 精度有了定量底。二维零场最打眼的是比热容和磁化率在附近差不多同时给出尖锐响应——标出的临界温度跟 Onsager 精确值（式 (7)）差距没超过 2%[1]。外磁场下和随温度上升单调下降，跨过基本归零。空间维度管着相变有没有，温度管着铁磁记忆还能剩多少。

6.2 创新点

从方法上看，三个模块不是各自独立的。一维做算法验证，二维零场做相变观测，二维有外场做磁滞分析——后面每一步用的 Metropolis 准则、周期性边界条件、以为界的初始化策略，全都是从前面直接搬过来的 [4,5]。

有限尺寸效应在本文没被当成需要压低的 " 误差 " 来对待。一维低温磁化为什么没衰减到零？ N=100 链中正负磁化态间横着正比于 N 的能垒，蒙特卡洛时间尺度不够用。二维比热峰为什么不是无限尖锐？ L=20 把关联长度截住了。偏了不到 2% 落在标度关系预期内。三处偏差，三个具体的尺度依赖机制。

参考文献

[1] Ising E. Beitrag zur Theorie des Ferromagnetismus[J]. Zeitschrift für Physik, 1925, 31(1): 253-258.

[2] Onsager L. Crystal Statistics. I. A Two-Dimensional Model with an Order-Disorder Transition[J]. Physical Review, 1944, 65(3-4): 117-149.

[3] Metropolis N, Rosenbluth A W, Rosenbluth M N, et al. Equation of State Calculations by Fast Computing Machines[J]. Journal of Chemical Physics, 1953, 21(6): 1087-1092.

[4] Newman M E J, Barkema G T. Monte Carlo Methods in Statistical Physics[M]. Oxford: Oxford University Press, 1999.

[5] Landau D P, Binder K. A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics[M]. 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i8.11567

Practical Applications of Smart Water Management Systems Based on GIS Platforms

Yuan Gao Wenwen Bian Pengyi Liu

Jiangsu Jinheng Information Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

Smart water management is a crucial component of smart cities, utilizing information technology to acquire, process, and publish urban water-related data, thereby effectively managing processes such as water supply, consumption, drainage, sewage collection and treatment, and comprehensive reuse of reclaimed water. Based on urban water supply operations, this paper discusses the practical application of a GIS-based smart water management system for water distribution networks, providing detailed coverage of the system's platform architecture, data integration, water distribution network infrastructure, field management, DMA-based zoning metering, and IOC operation centers, while offering support for refined corporate management and intelligent applications.

Keywords

smart water management; water supply network; field management; DMA zone metering

基于 GIS 平台的智慧水务应用实践

高源 卞雯雯 刘鹏翼

江苏金恒信息科技股份有限公司，中国 · 江苏 南京 210000

摘 要

智慧水务是智慧城市的重要组成部分，它通过信息化技术方法获得、处理并公开城市水务信息，从而有效地管理城市的供水、用水、排水、污水收集处理、再生水综合利用等过程。本文以城市供水业务为基础，开展基于GIS平台的供水管网智慧水务系统应用实践的论述，将从系统的平台架构、数据集成、供水管网、供水外业管理、DMA分区计量及IOC运营中心方面做详细的介绍，同时为企业精细化管理和智慧化应用提供服务支撑。

关键词

智慧水务；供水管网；外业管理；DMA分区计量

1 引言

随着当前社会的不断进步，GIS、ICT、IOT 等信息技术的不断革新，人工智能、大数据、5G 等新技术在城市建设、企业管理、环境保护等多个方面、多个行业得到充分应用，实现了数据资源的互通共享、重塑利用，在降本增效、精细化管理、智能化调度决策等方面效果显著。

当前全国整体的水环境形式严峻，供水安全保障、水污染治理以及再生水综合利用等问题突出，水务行业面临着管网老化、数据孤岛、信息杂乱、人才短缺、漏损率高、中水利用率低、成本攀升、管理混乱等多重复合型问题，严重制约自身的发展。

针对当前水务行业的现状，自 2014 年起，国务院、住建部、发改委、水利部等多个政府部门先后出台了《国家城镇发展规划（2014-2020 年）》[1]、《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》、《全国城市市政基础设施规划建设“十三五”规划》[2]、《关于加强公共供水管网漏损控制的通知》[3] 等多项政策推动水务行业智慧化进程，国家发改委、中央网信办、国家标准委在《新型智慧城市评价指标》中将智慧水务内容列入智慧城市建设指标体系，并明确了“市政管网管线智能化监测管理率”的考核，各地政府纷纷响应国家号召，开展智慧水务的建设工作。

在技术革新、自身发展和政策支持的三重驱动下，智慧水务的建设成为当下发展的必然趋势。经过我们研究，以“平台 + 应用”的模式重塑智慧水务架构，以支撑业务应用快速上线，本文将基于 ArcGIS 系统平台供水管网的智慧水务系统进行探讨，ArcGIS 是美国环境系统研究所为 GIS 应用设计的一套专业软件，其平台为水务信息标准化、网络化，空间化提供了有效工具，同时提升了水务规划的效率。供水管网系统的智慧水务应用实践已在江苏某钢铁企业下属水务公司实施，加快该水司智慧化改造进度，从而提升精

【作者简介】高源（1979–），男，中国江苏南京人，本科，从事大数据工程研究。

细化管理水平。

2 平台架构

基于智慧水务平台的整体功能定位同时综合后续的功能扩展以及第三方数据接入的需求，系统整体架构分为五个层级，分别为感知层、数据层、平台层、应用服务层、用户层。

感知层为整个智慧水务系统的基础，包括水质、流量、视频、工情、管网等设备监测感知、网络设备、云平台以及第三方数据，使整个系统的数据源。

数据层是整个智慧水务系统的数据中心，本应用利用 GIS 技术平台来建立起完善的智慧水务数据库系统，对系统的各种数据进行实时存储和管理，并在此基础上建立起供水管网的空间分析模块，为系统提供支持，实现水务系统的高效，合理化。

平台层包括 ArcGIS 平台、物联网平台、视频平台以及业务平台，通过打通各个系统间的信息壁垒，为应用层提供服务支撑。

本应用实践依托 ArcGIS 平台，涉及多种架构，形成 B/S 以及 C/S 混合架构平台，与现有 ArcMap 文档交互的地图对象，可扩展能力、空间分析能力强，为智慧水务供水管网系统提供底层集成和结合。

应用服务层包括外业管理、供水管网管理、IOC 运营中心、分区管控等应用模块以及流程引擎、权限引擎、分析引擎、规则引擎、报表引擎等功能服务。

用户层是人机交互界面，包括 PC 端、手机端、平板端，利用可视化界面展示各项应用服务内容，便于用户使用，如图 1 所示。

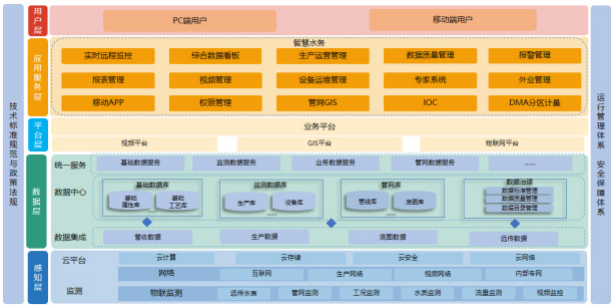


图 1 总体架构

3 数据集成

本应用实践的数据采集涉及 ArcGIS 平台与 RTK 设备的管网坐标获取、物联网数据采集和 http 接口采集。ArcGIS 平台将 RTK 采集到的管网及供水设备的坐标、管网埋深、高程等数据通过蓝牙技术传输到本系统中；物联网采集通过 OPC 采集水厂以及泵站的水质、流量、压力、能耗等运行参数并存储至物联网数据库。同时，物联网平台对外提供标准的 API 接口，提高数据传输的时效性，用于 IOC 运营中心以及各业务模块的实时数据展示，并将数据归集至数据中心，用于数据分析；HTTP 接口采集主要是通过与营收系统的接口对接，获取售水量、抄表量、用户信息、远传水表等数据内容，主要用于 DMA 分区和 IOC 运营中心展示，为业务运转提供基础数据支撑。

此外，本应用实践打通了视频平台、客服系统、网厅、设备管理系统的数据，实现视频的实时监控和回放、工单任务的全生命周期同步。系统提供标准的 API 接口，可实现与智慧城市、数字城管等系统的对接，形成一体化的智慧管控。

4 应用实践

4.1 供水管网

供水管网 [6,7] 是智慧水务系统中的重要组成部分，是水务系统业务必不可缺少的环节，同时也是智慧水务测的重点监测对象。供水管网系统通过管网运营通过获取影像地图、电子地图、房屋面、道理名、POI 等基础数据，结合 ArcGIS 平台提供的各项功能，形成基础的地图服务。将 RTK 探测后的管网数据导入，最终在 GIS 地图上形成管网图的综合展示。

ArcGIS 平台提供放大、缩小、测距、测面、定位、查询等一系列的操作工具，便于日常对地图的操作使用，同时常用工具也会应用到巡检、工单等模块。

此外，基于 ArcGIS 平台还可以实现管网的三维展示、横切面展示、纵切面展示等功能。将水源地、水厂、泵站、水质监测点、流量监测点、视频监测点等监测设备绑定地图坐标，在地图上实现监测点的位置、内容、属性等参数展示。选择指定监测点，展示当前的水质、视频、流量等数据，同时提供对全区域、自定义区域内的全要素数据分析功能，便于日常业务开展和统计。

供水管网的应用为供水系统中的管网分析、关阀分析、DMA 分区计量、以及水力、水质、流域调度模型建立、分析提供有效的数据支撑，精准地反馈目标位置、影响区域、变化趋势等内容，便于各类问题的处理、在开展业务的同时进行水务数据的挖掘分析。

4.2 外业管理

外勤作业管理平台通过网页端和手持端的功能联动，实现巡检、维修、勘探等多种外勤业务的在线跟踪、闭环管理、规范作业。

巡检模块依托 ArcGIS 平台提供的地图服务，提供巡检计划制定、路线规划、自动排期、轨迹回放、人员监控等功能。巡检计划制定时，可根据巡检要求自定义巡检范围、路线、周期、频率、人员等信息，系统会根据设置的周期、频率、人员信息自动排期，定时生成对应巡检任务。

巡检人员在手持端接收巡检任务后，根据巡检任务的范围 / 路径规划，在指定时间内容完成巡检任务。巡检期间系统会自动记录巡检人员实时位置，形成最终的巡检轨迹。

巡检任务完成后，系统对巡检里程、完成率等考核指标进行统计，生成考核结果。同时系统针对临时突发情况，设计无计划巡检功能，巡检人员根据实际情况，完成巡检任务并记录轨迹即可。

工单系统具备一体化的权限管控，根据不同的问题类型、业务类型派发工单，同时提供灵活的转派、协助机制，大大提高了作业人员从接单、到场、处理、消单的整套作业流程效率，具体效果体现在智慧水务系统上线后，工单整体的到场及时率、完成的及时率、客户满意率呈大幅上升趋势，相应的人员投入数量、时长有显著下降。

同时，工单模块通过多系统集成，打破传统的独立运行模式，实现数据互通互享，接收包括巡检、网厅、客服系统、设备管理系统等内外部系统的工单，处理完成后销单并将结果同步至对应系统。

巡检任务和工单任务全程监控，可在一张图中查看人员的定位信息、任务情况，包括执行人、在线状态、巡查总时长、巡查总里程、工单状态等。系统支持自定义统计分析，对任务的完成情况统计、任务的问题类型统计、任务的状态类型统计等多维度统计，支持折线图、饼状图、柱状图等多类型结果输出。

4.3 DMA 分区计量

DMA 分区计量是控制漏损问题的重要手段，本着先易后难的原则，依据《城镇供水管网分区计量管理工作指南——供水管网漏损管控体系构建》中的指导方法，制定分区方案，将整个供水区域划分多个等级。本次项目实施方案中将供水区域划分为四级，最小 DMA 分区为小区 / 村庄，实施路线按照上下结合的方式。充分利用现阶段的设备设施，在不增加 / 少量增加设备的前提下，选取试点区域。对试点区域进行调研勘察并进行分区试验，通过最小流量法反应分区的漏损情况，对漏损区域进行分析、定位和维修。试点区域取得成果后，再对其他区域进行封闭性测试、建设监测井、采购监测设备、安装调试等一系列步骤，如图 2 所示。

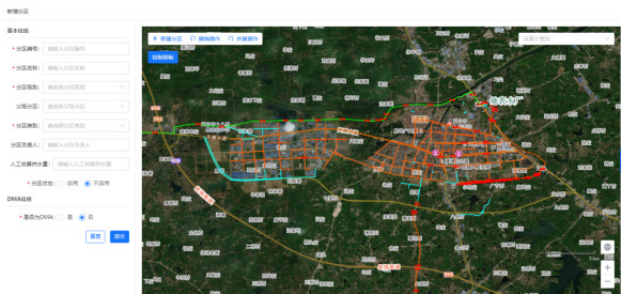


图 2 分区新增

分区计量模块提供区域划分、流量计管理、用户计量表管理、台账管理、供水实时监控、地图监控、夜间最小流量监控、漏损水量分析、报警管理等功能，通过最小流量法对各个 DMA 分区进行监测和分析，依据分析结果对漏损区域进行定位和处置，实现水厂的供水利用率提高和漏率降低。

4.4 IOC 运营指挥中心

“水务一张图”整合业务、生产、视频等方面的数据，结合 GIS 地图实现智慧运营中心（IOC）的呈现。通过 ArcGIS 平台形成水务属性数据和图形数据二者之间的双向查询。实现水务信息采集、处理、查询分析和统计。整个运营指挥中心共分为五个专题：驾驶舱、管网运营、分区营收、生产监测以及巡检工单，如图 3 所示。



图 3 驾驶舱

驾驶舱展示水司的总体态势情况，包括水司目标完成情况、生产重要数据、成果展示等关键指标数据，并结合地图展示指标的相关信息。

管网运营专题整合水司当前资产总览、覆盖情况、监测情况等指标，直观反映水司当前管网覆盖和运营情况，同时在地图上以颜色、样式来区分校核后管线、校核前管线、原水管线、废气管线等，便于对测绘情况和现有管线建设情况的管控。

分区营收专题针对分区漏损情况、营收数据、同比环比分析数据等指标，掌握水司的营收情况，同时以雷达图、柱状图等方式在地图展示各分区营收对比。

生产运营专题通过对水司工艺流程图的梳理整合，通过 2D 画面、3D 模型构建，动态展示各个工艺段的状态详情以及关键数据指标，用于日常的调度值班监控。工艺画面根据提供的 CAD 图、现场照片等基础资料完成，贴合实际，能够快速定位报警、监测等信息的所在位置，减少人员投入，提高工作效率。

巡检工单专题分别对巡检任务和工单任务指标进行展示，包括人员状态、巡检和工单的完成情况、计划完成率、工单问题分布等，便于针对性的加强管理。在地图上以热力图、点扩散等可视化效果展示巡检、工单任务的位置分布，进行详细信息查看，包括轨迹回放、视频播放、内容回顾等全生命周期过程。

5 结论

本文中，我们对水务企业，尤其是供水企业中基于 GIS 平台的应用实践做了整体综述，结合云技术、GIS、IOT 等多项技术平台，实现水务行业的智能化监管。积极响应国家的发展规划，在漏损控制、供水管网、精细化管理等方面表现较为显著，帮助水厂降本增效。

在现阶段整体行业发展态势迅猛的环境下，革新和突

破是主要的基调。需要利用 5G、大数据分析、人工智能平台等先进技术手段，结合相应的视频、通讯、网络设备，打造感知、决策、应急为一体的智慧水务平台，全面提升水务企业的信息化水平。

参考文献

[1] 陈波.智慧水务背景下城市给水管网漏损监测与动态优化设计[C]//中国智慧工程研究会.2025智慧设计与建造经验交流会论文集.[出版者不详],2025:459-461.

[2] 胡明昭.智慧水务系统在城市供水管理中的创新应用与实践[J].水上安全,2025,(9):16-18.

[3] 陈杰.基于大数据的智慧水务数字化应用探索和实践[J].智能建筑与智慧城市,2024,(9):169-171.