

新型冠状病毒肺炎疫情下的医院信息化支撑

苏义武 肖 辉

(武汉大学中南医院 武汉 430071)

〔摘要〕 以武汉大学中南医院为例,从硬件部署、软件改造、网络布局、运行维护等方面介绍“三托一本”信息化运维模式,为医院疫情防治信息化建设提供参考。

〔关键词〕 新型冠状病毒;医院信息化;“三托一本”

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.01.010

Hospital Information Support in the Context of COVID-19 Epidemic SU Yiwu, XIAO Hui, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

〔Abstract〕 Taking Zhongnan Hospital of Wuhan University as an example, the paper introduces the information operation and maintenance mode of "support three hospitals and one headquarter" from the aspects of hardware deployment, software transformation, network layout, operation and maintenance, etc., so as to provide references for the informatization building of epidemic prevention and control in hospitals.

〔Keywords〕 COVID-19; hospital informatization; "support three hospitals and one headquarter"

1 引言

2019 年 12 月武汉市爆发新型冠状病毒肺炎(以下简称“新冠肺炎”)疫情,国家卫生健康委员会将其归类为乙类传染病并采取甲类传染病的预防、控制措施^[1]。武汉市第七医院(以下简称“七医院”)率先开设新冠肺炎发热门诊,收治疑似、确诊新冠肺炎患者,2020 年 1 月 23 日武汉大学中南医院(以下简称“中南医院”)按照武汉市政府

要求全面接管七医院。2020 年 2 月 3 日为收治已确诊且未在定点医院隔离治疗的轻症患者,武汉市政府决定在武汉国际会展中心、洪山体育馆、武汉东西湖建立 3 所方舱医院,中南医院奉命接管武汉市东西湖方舱医院。2020 年 2 月 9 日中南医院全面接管武汉雷神山医院,中南医院信息中心同时支持 4 家医院的信息化运维工作,形成“三托一本”运维模式,面临着巨大的挑战^[2],见图 1。本文从硬件部署、软件改造、网络布局、运行维护等方面对中南医院信息化支撑工作进行阐述。

〔修回日期〕 2020-07-25

〔作者简介〕 苏义武,工程师,发表论文 7 篇;通讯作者:肖辉,高级工程师。

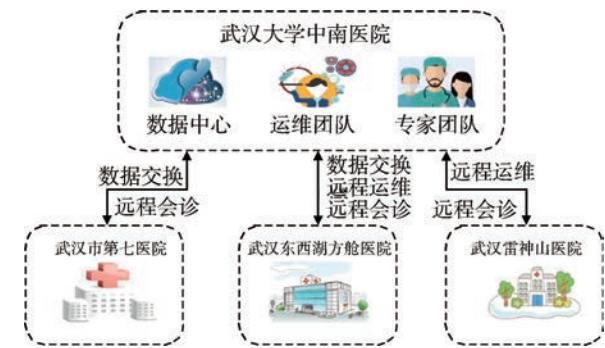


图 1 “三托一体” 运维模式

2 硬件部署

新接管的 3 家医院均存在基础硬件设施缺乏问题。其中七医院共开放 7 个隔离病区，共 268 张床位，加上发热门诊以及其他业务部门都存在电脑、打印机使用需求，资源配备严重不足；方舱医院和雷神山医院面临从“零”开始局面。中南医院一方面联系电脑供货商紧急采购，另一方面调用护士培训中心 42 台电脑支援一线。该批电脑具备中南医院信息系统（Hospital Information System, HIS），实验室信息管理系统（Laboratory Information Management System, LIS），电子病历（Electronic Medical Record, EMR）等核心业务系统环境，而且为一体机终端，便携易用，能够实现信息系统快速部署。据不完全统计，3 家托管医院最后配备电脑终端 763 套、移动平板终端 254 台、打印机 210 台，能充分满足医护人员使用电脑的需求。为了实现中南医院专家远端实时掌握患者基本情况，便于远程指导治疗，工程师以 5G 网络和逻辑链路虚拟专线为传输介质搭建远程会诊环境^[3]。

3 软件改造

3.1 七医院 LIS 结果互通

疫情初期七医院不具备新冠肺炎核酸检测资格，原计划所有检测样本需要移送中南医院检验科检测，检验报告通过纸质报告送回，然后由七医院技师将结果录入系统中。该方式不仅程序繁琐、易出错而且效率低下。经过双方工程师沟通决定将中南医院 LIS 延伸至七医院，由七医院 LIS 厂商提供其检验结果表结构，在保证数据安全前提下由中南医院生成检验报告结果并推送至七医院 LIS 检验结果表。由此省去纸质报告流转过过程，医生可直接查看结果并引用。

3.2 方舱医院系统快速部署

3.2.1 建设需求及原则 基本医疗业务流程完整，转入转出环节最简化，以实现 3 区两通道隔离要求的信息化流程；系统设计考虑如何降低医护人员感染风险，最大程度减轻医护人员工作强度；业务数据能实时提取并形成特定格式以便于直接上报；系统稳定可靠以减少运维人员入舱频次^[4]。

3.2.2 部署思路 按照武汉市新冠肺炎防控指挥部医疗救治组制定的方舱医院管理规定，方舱医院原则上收治已确诊且未在定点医疗机构隔离治疗的轻症患者，其治疗方案主要以口服药治疗为主，辅助以核酸检测、电子计算机断层扫描（Computed Tomography, CT）影像检查，为了提高效率系统中所有费用相关环节都应去除，方舱医院信息系统实际上应该是裁剪版的 HIS 和 EMR 合集。根据上述思路方舱医院信息系统建设初步确定采用云模式、测试库模式、生产库模式 3 种方案中的 1 种，经过对比分析反复论证最后决定使用生产库模式，见表 1。

表 1 方舱医院信息系统建设方案对比

方案名称	方案简介	时间成本	费用成本	数据管理	后期维护
云模式	将云 HIS 进行部署，修改配置	一般	昂贵	数据不统一，两系统两库	本地工程师对系统不熟悉，无法快速响应
测试库模式	在日常测试库基础之上修改配置	一般	较低	数据不统一，1 系统两库	本地工程师对系统熟悉，可以快速处理各类问题
生产库模式	将方舱作为新病区，延伸至方舱	较快	较低	数据统一，1 系统 1 库	本地工程师对系统熟悉，可以快速处理各类问题

3.2.3 实现方式 为了实现轻症患者入出转的最精简信息化流程,最大程度提高医疗效率,在中南医院 HIS 正式环境中新增方舱医院病区,将病区延伸至方舱。建立 ABC3 个舱共 8 个区,对应 HIS 中 8 个病区,将医生站、护士站、药房子系统进行精简部署。医生工作站开通医嘱开立、病历书写功能,依据轻症患者以口服类药品治疗为主,核酸检测、CT 影像检查结果为辅的诊疗特点,建立专病医嘱组套,维护专病定制化病历模板。护士工作站可以执行医嘱,办理患者入住转。为方便医生快速开立药品完成药品快速入舱,药房子系统中维护专用药品字典,由药房人员完成方舱药房药品入舱。此外,启用移动版电子病历,医生、护士使用平板电脑等开展常规业务,实现移动式办公,工作更高效便捷,同时减少医生在舱内工作时间,降低感染风险。

3.3 本院区系统个性化改造

3.3.1 隔离病区改造准备 根据《武汉市新冠肺炎疫情防控指挥部关于下达全市新冠肺炎定点医院床位征用任务的紧急通知》精神,2020 年 2 月 16 日,中南医院本院区设立 2 000 张床位专门用于新冠肺炎重症患者诊治。为确保疫情结束后本院区尽快恢复正常医疗活动,医院最终决定使用新增病区而非对现有病区更名,新病区使用楼号加楼层方式命名(例如 4 号楼 11 层东区),总共设立 11 个新病区,为外省支援医护人员 1 413 人批量授予对应权限。新增病区确保了病区核算单元的独立性,使得收支费用能准确进行独立归集,原先财务、运营管理、统计等部门所使用的各类报表可以无需改造直接使用;新病区核算单元所发生的各类物资领取、药品消耗等成本均可记录到独立核算单元下;各类定点捐赠设备、物资亦可精确入库,保证新病区资产完整性和有据可依^[5]。

3.3.2 入院流程完善 疫情期间住院患者入院设定严格要求。为避免医生违规开立入院,信息系统中针对电子入院证开立环节进行改造。通过与医务部门沟通在登记界面增加“新冠肺炎入院排查”版块,设置 7 项内容由医生核实。肺部 CT、核酸结果、抗体 IgM、抗体 IgG4 项设置阴性、阳性、结果

未回 3 个选择项;是否要求家属陪护、陪护是否排除新冠肺炎、是否符合住院要求设置是、否两个选择项,以上选项设置为必填项,医生全部核实完毕方可进行下一步操作。此举能提醒医生核实,降低院内交叉感染风险。

3.3.3 费用判断规则改造 新冠肺炎患者所有费用由政府兜底清算,无需缴纳预交金。一般 HIS 中当患者欠费达到一定额度时医生无法开立医嘱。为了不改变系统现有费用判断规则、减少开发工作量,新冠肺炎患者办理入院手续时后台通过数据库触发器和存储过程工具自动生成 20 万元担保金。该方式不涉及程序代码修改,如需取消只需停用触发器即可,可以方便地配置管控范围、调整担保额度。

3.3.4 新冠肺炎患者信息完善 在医生站开立医嘱方面增加信息完善功能,若医生为住院患者开立“新型冠状病毒核酸检测(咽拭子)”医嘱,系统强制要求开立医生进一步填写相关信息,如首诊医院、首诊日期、临床表现、流行病学史等,为精确数据上报做好准备。

3.3.5 患者分型个性化标识 按照国家卫生健康委员会《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》将患者分为轻型、普通型、重型、危重型 4 个等级。据此要求进行程序改造,医生开立分型描述医嘱后,系统根据分型自动将患者标识为不同级别对应的颜色,根据医生调整实时动态更新,便于医护人员识别,降低医疗风险。

3.3.6 费用结算 财政部、国家医保局联合下发的《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗保障通知》指出新冠肺炎确诊患者除医保报销外医疗费用全部由政府负担,因此在结算环节应当予以减免。为了使正常财务流程不受影响,需要对结算系统进行调整。新冠肺炎患者出院结算时结算系统自动将医疗费用的个人负担部分(医疗保险报销、公费医疗记账之外)纳入新冠肺炎特殊记账,与市医保、异地医疗保险系统进行接口联动,确保患者“零费用”结算。财务结算处工作人员也可查询新报表,按需展示新冠肺炎患者医疗费用信息^[6]。

3.3.7 精准决策数据支持 为实现院领导随时掌握方舱医院业务数据,工程师在现有商务智能系统

(Business Intelligence System, BI) 工具基础上快速开发移动端院长驾驶舱。移动端可随时查询床位情况

况、每日新增患者、转院患者、出院患者等统计信息，便于院领导精准决策，见图 2。



图 2 方舱医院床位使用情况

4 网络布局

七医院和方舱医院信息系统都需要与中南医院信息系统进行数据交换，雷神山医院需要与中南医院开展远程会诊，均需稳定的网络环境支持。可选方案包括专用光纤线路、传统虚拟专用网络（Virtual Private Network, VPN）以及新型虚拟专线。如铺设专用光纤线路则时间不允许且成本较高，传统 VPN 安全性不高，因此选择使用运营商利用局端路由，通过物理、逻辑链路建立虚拟专线，具有部署灵活简便、投资小、管理和维护成本低的优势，可以较低的价格充分利用互联网路由器的快速转发能力和巨大的传输带宽，满足用户较高带宽的应用要求，如视频、语音与数据的一体化传输^[7-8]。而且同一网络中的用户节点数不受限制，容易扩充，可以实现任何节点间的直接通信。总体来说，将中南医院本院区资源异构化为云资源池，提供镜像服务、负责均衡、云备份、云监控等功能性服务。方舱医院客户端通过专线网络连接云资源池内主机，由其提供高效不间断服务。

5 数据上报管理

5.1 成立数据小组

管理部门决策分析需要医疗机构及时上报数据。疫情之初中南医院收到多渠道报送数据的需求，例如发热门诊人次，留观人数，疑似、确诊病例人次，高危、重症人次等。随着疫情发展还需要报送设备、物资、床位、物资存储等动态数据。上述数据需要重复填报给不同的部门且格式不统一，导致报送工作效率低下。为保证上报数据准确性和及时性，中南医院成立数据小组，成员来自医务处、各数据相关主管部门以及信息统计中心等部门，医务处为唯一数据出口部门，所有数据由医务处审核、报送，信息统计中心完成医务处提出的报表需求并对数据正确性进行初步审核^[9]。

5.2 问题及措施

5.2.1 问题 据不完全统计上报报表共 20 余种，上报方式包括 FTP + VPN、电子表格、网络直报、QQ 群、微信群、个人微信等；上报对象包括卫健委、医政司、疾控中心、医院管理层等。如果没有统一的上报规则，不仅难以按时完成上报任务而且容易出现漏报、迟报、重报、错报等问题。数据收集上报过程中遇到最大的问题是数据分散，各种数

据分布在不同系统中且各系统使用的数据库不同。以中南医院本院区为例,各类信息系统运行数据库涉及 Oracle、SQL Server、MySQL、MongoDB,其中数据难以互联互通。管理部门要求上报的数据要以病历为单位进行归集,此时如何整合同一名患者的相关数据成为首要问题。

5.2.2 措施 可利用数据整合工具 DataX 解决上述问题。DataX 支持选择数据源即可一键生成数据同步任务,批量创建 RDBMS 数据同步任务,集成开源调度系统,支持分布式、增量同步数据、监控执行器资源、数据源信息加密等,最重要的是其支持主流数据库之间的数据相互抽取,能够较好地满足数据整合需要。DataX 的非可视化导致其操作便捷度较差,为此引入分布式数据同步工具 DataX Web,提供简单易用的操作界面,降低用户使用 DataX 的学习成本,缩短任务配置时间。其提供的任务执行器支持集群部署、执行器多节点路由策略选择、超时控制、失败重试、失败告警、任务依赖以及执行器 CPU、内存、负载监控等,能够轻易实现 10 万、百万级大数据抽取。中南医院利用上述工具完成上报电子病历全量数据任务。

6 运行维护

6.1 概述

医疗信息运维具有服务范围广、服务频次高、服务时间长、接触人群复杂等特点。为了实现快速响应,良好的运维团队管理至关重要。不仅要和信息部门内部人员岗位进行合理安排,而且需要对相关信息系统厂家进行管理,特别是核心信息系统,例如 HIS、LIS、PACS、重症系统、外联平台等,确保核心业务流程正常运转。

6.2 运维方案

为保证 7×24 小时持续保障力,中南医院信息中心 23 名工作人员被分配至硬件组、软件组、数据上报组、雷神山办公室组、后勤保障组、机动人员组,对每个组进行排班,安排 2 人现场值守。软件组负责本院及方舱医院软件维护工作,采取现场

协调和远程支持相结合的办公模式,当天未值班人员可远程协助。硬件组负责中南医院、方舱医院和雷神山医院的硬件部署、网络运维等工作,机动人员组根据需要配合支援。数据组负责中南医院、七医院、方舱医院、雷神山医院各类数据审核及上报工作。后勤保障组负责 4 个院区整体运维协调,提供综合支持、工作调度安排以及部门综合管理。

6.3 运维原则

明确分工并形成备份机制,任何情况下必须至少有 2 人能解决同一类问题,在保障任务的前提下确保每人都能得到足够休息。对于终端维护尽量运用云桌面进行远程运维,减少运维工程师被感染机率^[10-11]。

7 结语

通过信息化手段优化患者就诊流程和路径,快速完成诊疗过程,最大限度减少患者和医护人员接触时间,预防工作人员感染,是目前医院信息化工作的基本要求。复杂的应用场景对信息化提出更高要求^[12],下一步应充分利用云计算、大数据、物联网、5G 等先进技术,满足互联网医院、远程医疗、特定随访、患者预后跟踪、科研数据分析等需求,为疫情防控工作提供有力支撑。

参考文献

- 1 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公告(2020 年第 1 号)[EB/OL]. [2020-02-03]. http://www.gov.cn/xinwen/2020-01/21/content_5471158.htm.
- 2 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于加强信息化支撑新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控工作的通知[EB/OL]. [2020-02-03]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474692.htm.
- 3 曹坤. 迎战疫情,恩泽医院信息中心连出五招[EB/OL]. [2020-02-07]. <https://www.hit180.com/42116.html>.
- 4 张贝贝,李成伟,肖辉. 新型冠状病毒肺炎疫情下方舱医院信息系统设计[J]. 中国数字医学,2020,15(5):11-13.

(下转第 79 页)

病历,进行诊疗活动,为临床人员工作提供便利,也加速住院病案无纸化的推进。

3.3.2 检验/检查/治疗/手术信息系统 其建设与医院开展的业务有关,直接关系到医院无纸化程度,影响相关科室医疗效率。该系统一般具有账号、科室、设备管理以及登记、预约、报告/单据管理等功能。

3.4 扩展级

知情同意书是病案内容重要组成部分,其电子化是实现病案无纸化的难点。王晓盈设计的患者知情同意书移动签署管理系统避免了将知情同意书扫描来实现无纸化的多种弊端^[7],但签名时需要组合使用 PC 和 PAD,存在不便性。为进一步提高知情同意书签署效率,设计新一代知情同意书签署管理系统,支持临床人员在谈话期间使用 PAD 进行同意书签署工作,已完成医院 APP 实名认证的用户使用 APP 扫码签名,临床人员可同时对签名者扫脸识别、短信手机认证、语音采集。此外系统提供知情同意书打印及上传等功能。

4 结语

2017 年本院启动住院病案无纸化体系完善建设,

截至 2019 年基本已完成基础级、必要级应用系统建设。2019 年医院逐步推行检验报告、3 大检查(超声、放射、病理)报告的无纸化归档,目前每月至少节约 4 227 张病历用纸。下一步将继续推行医嘱单、医疗文书、知情同意书等文件电子化归档。

参考文献

- 1 何玥,金敏,钟彬,等. 电子病历归档流程的优化与成效 [J]. 中国病案, 2017, 18 (9): 51-53.
- 2 《中国乡村医药》编辑部. 医疗机构病历管理规定 (2013 年版) [J]. 中国乡村医药, 2014 (1): 5-6.
- 3 邸宁,张明,杜云鹏,病案管理无纸化的探讨 [J]. 重庆医学, 2011 (4): 402-403.
- 4 钟文明,刘叶珍,吴智娟,等. 全面无纸化在住院信息化建设中的应用研究 [J]. 中国医院统计, 2013 (4): 248-250.
- 5 《中国实用乡村医生杂志》编辑部. 电子病历应用管理规范 (试行) [J]. 中国实用乡村医生杂志, 2017, 24 (6): 1-2, 6.
- 6 何小菁. 病历档案管理模式演进与发展研究 [D]. 南京: 南京大学, 2018.
- 7 王晓盈,姜国成. 患者知情同意书移动签署管理系统的设计 [J]. 中国数字医学, 2017, 12 (7): 58-60.

(上接第 56 页)

- 5 张晓祥. 身处疫情中心,武汉同济医院信息化防控举措“全解密” [EB/OL]. [2020-03-05]. <https://www.hit180.com/43008.html>.
- 6 赵汉青,罗杰,王志国. 互联网医疗健康服务模式中的信息安全挑战 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (8): 92-93.
- 7 张晓生. 基于 VPN 的信息管理系统的设计与开发 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2006.
- 8 胡松林,胡雅琳. 基于 HIS 的传染病上报管理系统功能设计与应用 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (5): 80-82.
- 9 苏义武,肖辉. 医院信息化助力疫情防控 [J]. 中国数字医学, 2020, 15 (5): 113-115.
- 10 吴坤. 医院信息科工程师应对疫情的九条建议 [EB/OL]. [2020-01-24]. <https://www.hit180.com/41768.html>.
- 11 刘泽伟,江雨蔚,林亚忠. 基于临床服务的医院信息运维平台的实现与应用 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (11): 97-99.
- 12 曲明. 公共卫生专业人员的机遇与挑战: 公共卫生信息化 [J]. 健康教育与健康促进, 2018, 13 (6): 497-501.