基于数据中台业务交换体系集群管理的小型智慧PIVAS模块建设探索Δ

黄　寅[1*]，段　然[2]，胡绍毅[3#]（1.陆军军医大学第一附属医院药剂科，重庆　400038；2.重庆市人民医院信息处，重庆　401121；3.陆军军医大学第一附属医院护理部，重庆　400038）

中图分类号　R95　　**文献标志码**　A　　**文章编号**　1001-0408（2023）02-0233-04
DOI　10.6039/j.issn.1001-0408.2023.02.20

摘　要　医疗机构传统的病区静脉输液配置（以下简称“静配”）工作模式，存在耗时长、效率低的不足，且难以保证配制的药液不被污染；同时，由于防护缺失，医护人员可能要承担细胞毒性药物等暴露导致的危险。为解决静配过程中的缺陷与不足，我院引入了“海豚7”静配机器人，并构建了基于数据中台业务交换体系的集群管理平台，设计建设了小型智慧静脉用药调配中心模块。该模式可减轻医护人员工作负担，节省医疗建设和人力成本，也有助于推进和深化智慧医院建设。

关键词　数据中台；小型智慧静脉用药调配中心；模块化

Exploration of mini-intelligent PIVAS module construction based on data middle platform service exchange system

HUANG Yin[1], DUAN Ran[2], HU Shaoyi[3] (1. Dept. of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of the Army Medical University, Chongqing 400038, China; 2. Dept. of Information, Chongqing People's Hospital, Chongqing 401121, China; 3. Dept. of Hospital Nursing, the First Affiliated Hospital of the Army Medical University, Chongqing 400038, China)

ABSTRACT　The traditional intravenous infusion configuration in medical institutions has the shortcomings of long time and low efficiency, and it is difficult to ensure that the dispensed liquid medicine is not contaminated. At the same time, medical staff may be exposed to risks such as cytotoxic drugs due to lack of protection. To solve the defects and deficiencies in intravenous infusion configuration, the "Dolphin 7" pharmacy intravenous compounding robots are introduced in our hospital, cluster management platform is constructed based on data middle platform service exchange system; mini-intelligent PIVAS module is designed and constructed. The mode can reduce the workload of medical staff, save medical construction and labor costs, also help to promote and deepen the construction of intelligent hospitals.

KEYWORDS　data middle platform; mini-intelligent PIVAS; modularization

医疗机构传统的病区静脉输液配置（以下简称“静配”）工作模式，是由医护人员在开放性的病区环境中进行药物配制，耗时长、效率低，难以保证配制的药液不被污染；同时，由于防护缺失，医护人员可能要承担细胞毒性药物等暴露导致的危险[1]。加之配药过程脱离药学专业人员管理，得不到药师的审核把关，可能存在难以溯源、配药方法不当、用药错误等隐患。静脉用药调配中心（pharmacy intravenous admixture services，PIVAS）是为了静脉用药的精细化管理，将分散于各个病区的静脉用药综合于药学部门进行集中的配制、混合、检查及分发而建立的，在发达国家早已是医院药学工作必不可少的一部分[2]。但PIVAS建设对于操作环境、人员培训等条件具有较高的要求，建设成本高、难度大，且集中配制仍难以满足部分药品即配即用、特殊保存的要求，药物配制成品在转运过程中也存在差错等风险。为解决静配过程中的缺陷与不足，我院遵照国家“新医改”智慧医院建设方针[3]引入了“海豚7”静配机器人，又基于构建数据中台业务交换体系的集群管理平台，设计建设了小型智慧PIVAS模块，将传统静配的工作模式与PIVAS的相关经验结合，探索使静配工作更高效、准确、安全、经济

Δ**基金项目**　重庆市科卫联合医学科研项目（No.2021MSXM134）

＊**第一作者**　药师。研究方向：药事管理。E-mail：chamcham@163.com

＃**通信作者**　主任护师。研究方向：护理管理、智慧护理。E-mail：1289620471@qq.com

地服务于医疗行业的新方式。

1　模块化体系整体设计

传统医疗机构智慧化建设改造受限于生产厂商数据标准和术语不统一，以及医院业务系统部署的割裂，其在药学服务的应用还停留在“单机单建单用”“各自为战”的层面，生产的医疗数据多为不可直接利用的非结构化数据，致使每次信息化布设都需经过设计改造、安装调试、人员培训等重复建设过程，造成时间和资源成本的浪费，制约了智慧化药学服务工作效率和能力的深度挖掘和发展。为此，我院构建了基于数据中台业务交换体系的集群管理平台，可以对接医院信息系统、电子病历系统等不同系统，对海量数据进行集成、计算、存储和加工，并能以标准数据形式进行存储，形成大数据资产层，可以满足不同阶段和场景下的应用需求；同时，我院还将药学服务进行了模块化拆分、评估、设计，可高效精准地实现对智慧化药学服务业务的统筹管理和集群化调度，提升药品业务数据的利用率和药学服务质量。整体设计路线如图1所示[注：图中“LDA（latent dirichlet allocation）主题模型”是一种文档主题生成模型，作用是判断2个文档的相似度]。

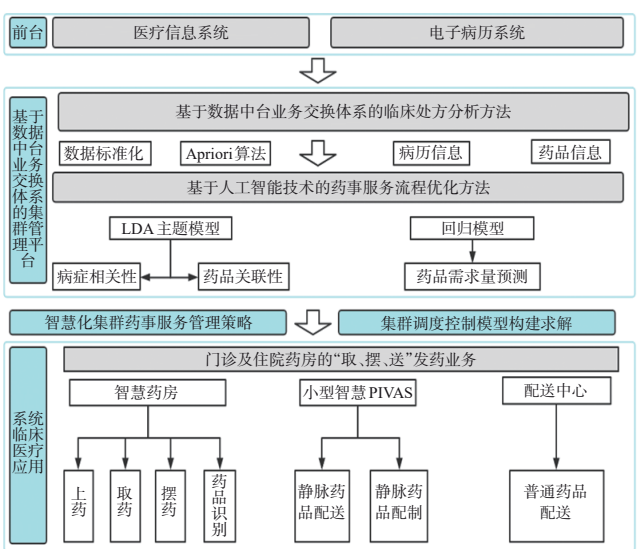


图1　基于数据中台的模块建设整体路线设计

2　小型智慧PIVAS模块的建设与应用

2.1　数据中台和通用端口模块建设

我院此次建设的数据中台以药学服务为核心，可以集成来自医院信息系统、电子病历系统等发送的处方指令，将药学服务相关信息进行整合，并以标准化数据进行实时共享、调用，还能在对信息交换结果进行统计分析后进行智能分单，实现药学服务集群化调度。

针对当前各种不同类型的药学服务机器人缺乏通用端口模型及通信协议标准的情况，我院构建出了一套基于特定优先级的通用端口模块（设计思路如图2所示），直接与数据中台连接，使包括静配机器人在内的各型药学服务机器人成为“U盘”式即插即用的存在。

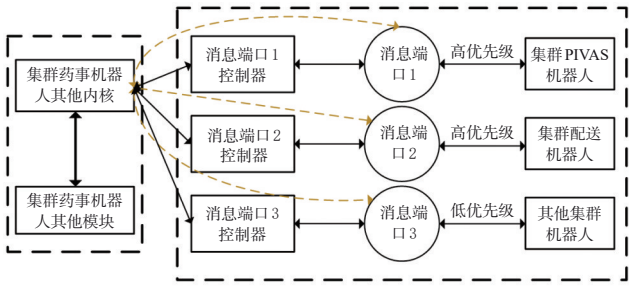


图2　通用端口模块设计思路

2.2　前置审方模块建设

前置审方系统改变了传统处方后评价的药学服务模式。我院在数据中台构建了处方医嘱审核数据库，通过基于数据中台业务交换体系的前置审方系统，药师对药品适应证、用法、用量等不合理处方问题可以进行实时审核、拦截、干预、反馈，减少处方差错带来的用药安全问题，提升药学服务质量。我院前置审方系统业务交换流程如图3所示。

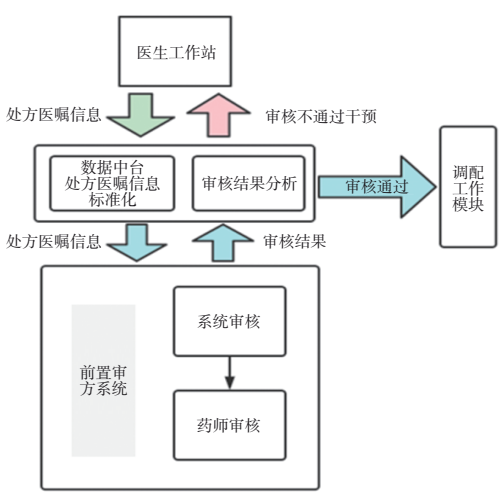


图3　前置审方系统业务交换流程

2.3　小型智慧PIVAS模块在住院药房静配工作中的建设与应用

我院将传统病区配药室重新装修设计布局并加装通排风系统，以静配机器人替代配药工作台，并将整个配药过程的信息接入了数据中台。医嘱信息经数据中台统计分析后，将药物分为非静配药物和静配药物，待完成前置审核后数据中台可进行智能分单，进而执行药品调剂，并将处方指令和静配任务信息下行至静配机器人控制系统。药品配送至小型智慧PIVAS后，病区医护人员通过扫码与静配机器人内的任务信息进行再次核对后将药品上机，静配机器人在工作舱内全封闭完成药

液配制、医疗废弃物（以下简称“医废”）分类封包等过程。之后，医护人员将配制完成的药品取出用于治疗，最后将确认收药并实施治疗的信息返回数据中台。其工作流程如图4所示。

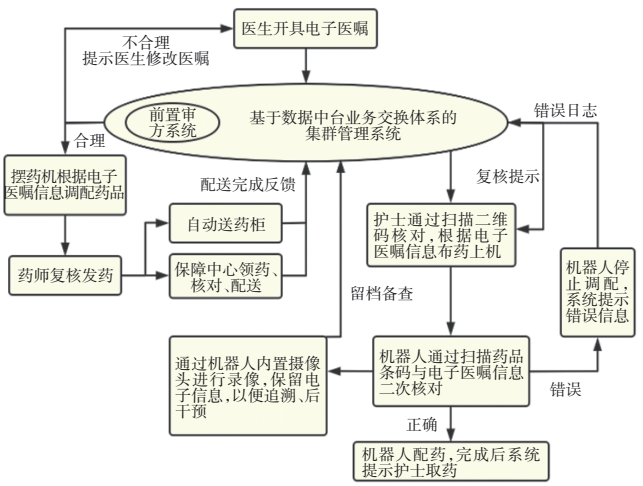


图4　小型智慧PIVAS模块工作流程

2.4　应用效果

2.4.1　工作舱洁净度　在静配机器人工作舱内分别选取中心和四周3个采样点放置细菌培养皿，采样时间30 min，培养时间24 h，对2台静配机器人分别抽查2次。根据原卫生部办公厅2010年印发的《静脉用药集中调配质量管理规范》，静配层流操作台洁净级别应为百级，故以静配机器人工作舱内环境微生物最大允许沉降菌数≤1个/皿进行判定。结果，2次抽查舱内沉降菌数均为“合格”，符合上述规范。

2.4.2　职业防护及配药差错　笔者监测了500组药品配置，以考察小型静配PIVAS模块相较于人工配药的差错率，并随机抽查4次医废处理情况，比较静配机器人和人工配药中医废处理的操作错误次数。结果显示，静配机器人在职业防护及减少差错上优于人工配药。在监测周期内，人工配药发生差错1次，静配机器人未发生差错；抽查的4次医废处理情况中，人工和机器人均未发生差错，机器人对医废处理是在舱内封闭完成，相较于人工对医废垃圾袋进行捆扎，环境暴露时间更少，造成污染可能更低，封装效果更佳。但上述差异暂不具统计学意义。

2.4.3　配药速度　选取我院某肿瘤科80组相同的静脉药物进行配制。A组40组药物采用传统人工进行配制，B组40组药物采用小型智慧PIVAS进行配制，C组以软件模拟形式模拟同样40组药物从发药配送到药物配制全程智慧化闭环过程，其中人工参与时长在B组中包括人工审核和布药上机时间，在C组中为前置审方系统人工审核时长。结果显示，与A组比较，B组配制同种药品40组的速度更快；C组的智慧化程度更深，总耗费时长更短，表明配药速度还可进一步提升。结果见表1。

表1　3组静配时长对比

组别	配药人数	单组药物配制耗费时长/min	总耗费时长/min	人工参与时长/min
A	6	3～7	226	226
B	2	1～2	52	20
C	0	1～2	33	5

3　讨论

传统静配依赖于医护人员的专业技术，缺乏专业药学服务的有效管理，医护人员工作负担重，药品品控难度大，污染风险和差错率较高。2002年《医疗机构药事管理暂行规定》提出，医疗机构应建立PIVAS，实行集中配制和供应，一方面可以解决药品污染、调配差错等用药安全问题，另一方面也是审方药师进行临床工作、指导合理用药、规范医嘱的有效切入点[4]。PIVAS虽然弥补了传统静配模式在环境安全、人员减负、用药审核等方面的一些不足，但其建设成本高、难度大，加之从接收医嘱到成品外送，参与的人员和工作环节诸多，增加了流转中差错发生的可能，PIVAS工作人员职业防护性不高、易出错、可追溯性差及人工调配难以规范化等问题仍然存在。现阶段急需利用新技术、新模式进一步提高静配质量，保障临床用药安全[5－6]。

国际上静配的发展趋势是依靠自动化配液技术，在常规工作环节中引入新型技术手段。静配机器人的引入一方面可以降低传统人工静配工作的劳动密度，使卫生专业技术人员从繁重、重复的配药工作中脱离出来，减少职业暴露风险，回归专业服务工作，同时保证药物配制工作能安全快捷地完成；另一方面，能提高配制操作的精密度和改善配制药物的质量，提高治疗的安全性[7－8]。

我院开发的小型智慧PIVAS模块，是通过新型技术手段和工作模式将传统静配模式与PIVAS概念有机结合所进行的探索。相较于传统人工配置，以静配机器人为主体的小型智慧PIVAS模块提高了配药效率和精度，有效避免了药物污染的发生，保证了用药安全。同时，传统配药室的模块化改造，兼顾了部分对配制时效和条件有特别要求的药品的需要，减少了配送到成品转运环节的差错等问题。而基于数据中台的模块建设，使医疗机构在每一次引入新的智慧化设备和技术时，摆脱了“引进-改造-调试-培训-使用-修改”的重复建设，使引进后“即插即用”成为可能，将极大地缩减今后信息化建设改造的时间成本和人力等资源成本。以小型智慧PIVAS模块建设为例，我院第一间小型智慧PIVAS改造

工期为47 d，期间完成了包括对接数据中台的调试、各科医护人员的培训、服务流程的优化等筹备工作，第二间仅耗时18 d即投入使用。

2017年，广州医科大学附属第二医院搭建了基于智能医学数据中台的大数据科研平台，实现了从平台建设到系统建设的转变，满足了数据的实时共享、调用，使科研成果更好地服务临床，提高了临床效益[9]。小型智慧PIVAS模块建设依托于院内数据中台构建，其生产的标准化大数据资产层可用于药事服务的资源整合、统筹调度，用于促进和指导医疗机构药学服务相关工作高效有序开展，有助于提升医疗机构药事服务的智慧运营能力[10-14]。通过前置审方系统使药师更早地介入药品调配工作，将用药安全审核、合理用药指导工作等药学服务做在前面，从回顾性评价转变为事前干预的新模式，保障了病患的用药安全、合理、经济；静配机器人舱内操作的全程录像数据，保证了药师对药物配制的追溯评价，有助于提升药学服务水平。在此基础上，该平台还能满足智能建库、数据描述性统计分析、统计挖掘、单病种分析以及疾病智能预测等不同阶段和场景下的科研服务需求。同时，借助数据中台业务交换体系，建设可统筹药学服务业务的集群管理平台，能够充分挖掘包括静配机器人在内的药学服务智慧化潜力，发挥集群化效应，使药学工作更高效、更准确、更安全。

综上所述，机器人进入药学服务流程是医院智慧化建设的大势所趋，创新技术的应用带给药学部门新的挑战，如何将新技术与传统模式互相借鉴移植、有机结合，是需要解决的新问题。我院开展的小型智慧PIVAS模块建设，是在新时代下智慧化建设大趋势下的一次有益探索。如何将模块建设扩展到整个智慧医院医疗服务体系建设中，将医疗服务环节进一步拆分细化、建立模块标准、整合模块集群工作流程值得总结和思考。

参考文献

[1] 张晓霞，马文兵，姜媛媛，等. 静脉用药调配中心建立前后抗肿瘤药物引起护士血液毒性评估[J]. 药物流行病学杂志，2017，26(12)：823-826.

[2] GAO T，ZHANG X Z，GURD B，et al. From self-management to a systemized process：the implementation of lean management in a Chinese hospital's pharmacy intravenous admixture services center[J]. Leadersh Health Serv(Bradf Engl)，2020，33(4)：325-337.

[3] 倪自强，王田苗，刘达. 医疗机器人技术发展综述[J]. 机械工程学报，2015，51(13)：45-52.

[4] 张珂. 静配中心审方药师在促进临床合理用药方面的作用分析[J/OL]. 临床医药文献电子杂志，2020，7(43)：189，191[2022-10-13]. http://dx.doi.org/10.16281/j.cnki.jocml.2020.43.122.

[5] 王伊文."药"健康更"药"安全：全自动静脉药物调配系统助力智慧药学服务[EB/OL]. [2022-04-30]. https://fcpf2018.medmeeting.org/cn.

[6] 宋碧英，任俊辉. 我院静脉药物配置中心的环节质量控制实践[J]. 中国药业，2010，19(18)：60-61.

[7] 张楠. 配药机器人的设计及优化的研究[D]. 邯郸：河北工程大学，2013.

[8] 许志明. 配药机器人的设计与实现[D]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学，2013.

[9] 王桂玲，韩燕波，张仲妹，等. 基于云计算的流数据集成与服务[J]. 计算机学报，2017，40(1)：107-125.

[10] 辛永，黄文思，罗义旺，等. 基于图数据库的企业数据中台数据资源检索技术研究[J]. 电力信息与通信技术，2019，17(7)：6-10.

[11] 周庆，牟超，杨丹. 教育数据挖掘研究进展综述[J]. 软件学报，2015，26(11)：3026-3042.

[12] 邓仲华，刘伟伟，陆颖隽. 基于云计算的大数据挖掘内涵及解决方案研究[J]. 情报理论与实践，2015，38(7)：103-108.

[13] 王元卓，贾岩涛，刘大伟，等. 基于开放网络知识的信息检索与数据挖掘[J]. 计算机研究与发展，2015，52(2)：456-474.

[14] 贾丙西，刘山，张凯祥，等. 机器人视觉伺服研究进展：视觉系统与控制策略[J]. 自动化学报，2015，41(5)：861-873.

（收稿日期：2022-07-26　修回日期：2022-12-24）

（编辑：邹丽娟）

《中国药房》杂志——中国科技核心期刊，欢迎投稿、订阅