

精细化管理在医用气动物物流系统中的应用

吴苏阳¹, 马军² (通信作者)

1 丽水市第二人民医院 (浙江丽水 323000); 2 丽水市中心医院 (浙江丽水 323000)

〔摘要〕 医用气动物物流系统是现代化智能医院建设的重要组成部分。该研究对医用气动物物流系统的消毒方案、传输效率、故障率 3 方面进行分析, 运用精细化管理理念制定相应的改进措施, 以提高气动物物流系统的运行效率。经对医院医用气动物物流系统进行精细化管理后, 医用气动物物流系统消毒方案更全面, 降低了院感发生风险; 医用气动物物流系统传输层级更优化, 缩短了传输时间, 每月平均故障次数明显降低、平均故障排除时间明显缩短, 提升了使用人员满意度。因此, 医用气动物物流传输系统的精细化管理效果较好, 可供同行借鉴。

〔关键词〕 精细化管理; 气动物物流系统; 消毒; 传输效率

〔中图分类号〕 R197.39 **〔文献标识码〕** C **〔文章编号〕** 1002-2376 (2023) 23-0-0

随着数字化信息技术的不断进步, 医院的现代化、信息化、智能化建设也在不断完善^[1]。医用气动物物流系统是现代化智能医院建设的重要内容。医用气动物物流系统通过“物流+信息+管理”的架构理念^[2-3], 实现了“物流代替人流”的管理模式, 由漩涡风机、PVC 管路、三向换向器、终端站点、传输瓶及配套附件组成区域物联网络, 运用信息

通信技术、光电传感技术、机械传动装置等实现区域内的物资快速流转^[4-5]。据统计, 医用气动物物流系统可实现医院约 40% 的物资传输, 缓解人力压力^[6-7]。我院于 2016 年引入三维 ST-160C 气动物物流系统, 共有 2 套动力管路, 40 个终端站点, 气动物物流传输网络覆盖门诊楼、急诊楼、老年康复楼、内科 2 号楼、感染楼, 实现了院内重要科室物资快速传输^[8-9]。我院医用气动物物流系统常年 24 h 运行, 运行时间较长, 为院内小型物品的快速传输提供了

收稿日期: 2023-09-15

理改进活动作为 8D 管理方法在我院医疗卫生领域一种新的尝试, 未来将进一步推广至其他医疗设备的质量改进活动中去。

〔参考文献〕

[1] 郑嘉玲, 吕杰, 刘杨, 等. 麻醉机不良事件相关数据分析[J]. 中国医学装备, 2020, 17(1): 55-58.
 [2] 朱飞龙. Ohmeda7100 麻醉机工作原理与故障原因分析[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(8): 173-176.
 [3] 俞锴. 超声设备内部温度异常解决方案的探讨[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(7): 133-136.
 [4] 李伟杰, 吴竞雄, 曾家伟, 等. 应用改进型 8D 问题解决法提高门诊医疗设备可靠度[J]. 医疗装备, 2022, 23: 73-76.
 [5] 王雪峰, 王艳, 蔡序子, 等. 利用微信平台 PBL 教学法在妇产科临床教学中的应用[J]. 继续医学教育, 2019, 33(5): 42-45.
 [6] 胡皓源, 赵佳辉, 王家乐, 等. “互联网+” PBL 与传

统 PBL 教学模式的对比研究[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(33): 9-14.
 [7] 游玲, 刘旭, 李丹, 等. PDCA 管理模式在麻醉机质量控制中的应用研究[J]. 医疗装备, 2022, 19: 9-12.
 [8] 李潇, 李敏娟. 基于预防性维修理论的麻醉机通气系统故障分析[J]. 中国医学装备, 2018, 15(12): 133-136.
 [9] 金海飞, 钱向东, 雷龙. DMAIC 五步法联合关联图法在提高麻醉机稳定性中的应用[J]. 中国乡村医药, 2020, 27(5): 69-70.
 [10] 陈亮, 王慧宇, 郭大为, 等. PDCA 循环法在提高麻醉机使用安全性中的应用[J]. 中国医疗设备, 2018, 33(4): 143-146.
 [11] 刘蕾. 麻醉机的常见故障维修及日常维护保养[J]. 医疗装备, 2021, 2: 131-132.
 [12] 谢泉. 通过巡检、电气安全检测、设备性能检测对麻醉机进行质量控制的探究[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(3): 62-65.

便利, 但医用气物流系统也存在一些问题。本研究通过运用精细化管理理念, 对我院医用气物流系统的消毒方案、传输效率、故障率 3 方面进行分析, 以期提升该医用气物流管理水平。

1 医用气物流系统现存问题

1.1 消毒不规范、不全面, 存在院感防控隐患

医用气物流系统物资传输过程中, 血液、体液、病理标本等破损泄露, 传输瓶破损, 传输瓶缓冲填充物随意放置等提高院内交叉感染风险。根据医用气物流系统消毒规范要求, 每日需使用有效成分为 2 000~28 000 mg/L 浸润复合双链季铵盐消毒液的无纺布消毒湿巾对站点外壳和传输瓶外壳进行擦拭消毒, 每月使用有效氯含量为 500~1 000 mg/L 消毒液的专用消毒传输瓶对医用气物流系统管路进行消毒。然而实际工作中存在日常消毒区域无法全覆盖, 站点内部三向转子、传输瓶内部及缓冲填充物缺少消毒规范等问题。消毒传输瓶是在传输瓶外壳覆盖 1 层厚度 1.2 cm 的高密度海绵, 1 次可吸取约 800 g 消毒液, 单次吸液可完成长度 150~200 m 管路的消毒。全院医用气物流系统管路长度约 1 400 m, 消毒传输瓶需要吸液 8~10 次才能完成消毒, 消毒传输瓶能承载的消毒液含量少, 管路消毒时间长, 且消毒效果一般。

1.2 传输优先层级设置不合理, 重点物资传输效率不高

医用气物流系统根据传输次数及科室特殊性分为一级站点、二级站点两个传输层级, 即急诊检验、门诊检验、急诊药房、病区药房、病理科、输血科为一级站点, 其余科室为二级站点。一级站点的物资通过医用气物流系统传输时, 能够越过二级站点的传输排队序列直接插队快速传输, 以保证一级站点物资传输的优先性。

医用气物流系统运行过程中发现, 虽然传输优先层级的设定能够更快传输一级站点物资, 但一级站点重点物资和普通物资混合传输, 二级站点的重点物资优先层级低于一级站点的普通物资, 重点物资的传输效率不高, 传输优先层级有待优化。

1.3 系统使用年限长, 故障频发

医用气物流系统在我院运行时间长, 传输频次高, 部分部件磨损老化严重, 故障频发。故障主要表现为站点三向转子工位偏移、传输管路变形漏气、传输瓶“假掉落”等。

站点三向转子是医用气物流系统传输管路的

入口和出口, 控制传输瓶进入管路或掉出管路。三向转子正常工作状态下, 零点工位和 1# 工位重合, 在频繁转动中, 零点工位和 1# 工位偏移不重合, 导致传输瓶无法正常进入管路或掉出管路。三向转子结构及工位示意图如图 1 所示。传输瓶在医用气物流系统管路中传输时, 会不断摩擦和撞击管路, 导致管路会变形、连接处脱开, 从而延长传输时间甚至故障。传输瓶到达站点时站点的红外传感器会检测到 1 个信号, 此时系统即判定传输成功。在实际传输过程中, 接收口瓶子堵塞、转子工位偏移、软件故障等均可导致传输失败, 造成传输瓶无法正常掉落。

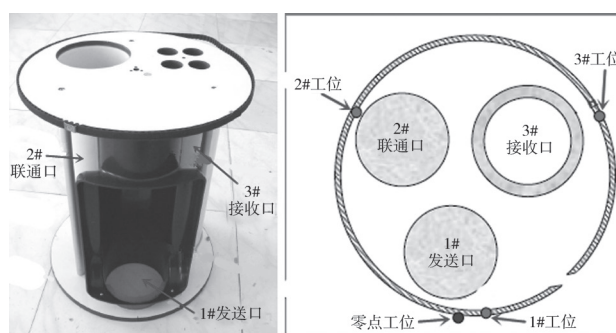


图 1 三向转子结构及工位示意图

2 医用气物流系统精细化管理措施

2.1 消毒方案的精细化管理

制定全面的消毒规范, 使消毒区域覆盖全医用气物流系统。站点外壳、站点内部三向转子、传输瓶外壳应每日使用消毒湿巾进行擦拭清洁和消毒。优化设计专用消毒传输瓶, 并每日对传输瓶内部和缓冲填充物采用有效氯含量 500~1 000 mg/L 消毒液浸泡 0.5 h, 清洗、晾干。优化后的消毒传输瓶保留传输瓶中部复合塑料外壳, 两端均由 1 个直径为 13 cm 的圆柱体固定盖、1 个直径为 15 cm 的圆柱体高密度海绵、1 个直径为 13 cm 的圆柱体四孔固定盖组成, 中间瓶体内放置 3 个储水高密度海绵, 最多可携带 6 kg 消毒液进入医用气物流系统管路进行消毒, 一次即可满足全院医用气物流系统管路的消毒要求。为验证消毒效果, 本研究选择检验科、手术室、输血科 3 个站点, 在站点内外、传输瓶内外、缓冲填充物、接收口管路内壁采样进行微生物含量检测, 经 48 h 培养, 观察各部位的菌落数。采样部位如图 2 所示。

2.2 传输效率的精细化管理

医用气物流系统传输优先层级由站点层级设

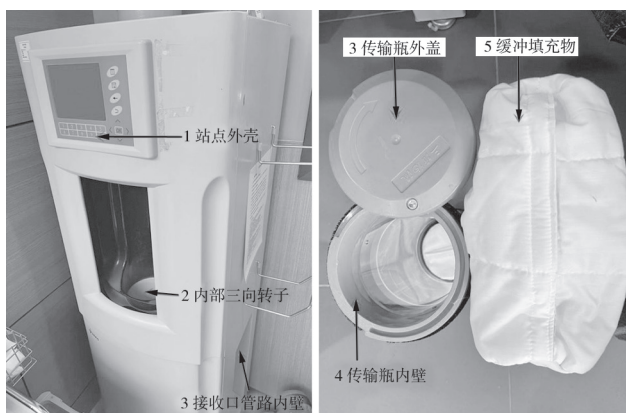


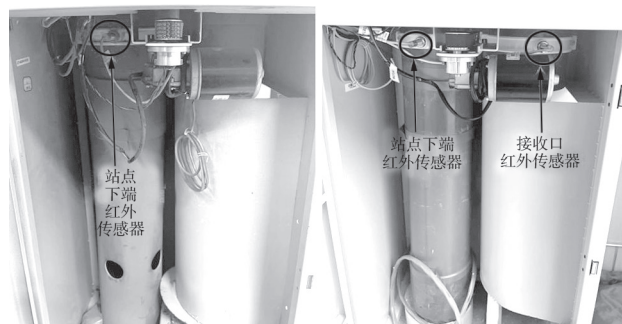
图 2 微生物含量检测采样部位示意图

置变更为传输瓶层级设置。传输瓶层级设置为两级，一级为重点物资，二级为普通物资。每个站点有 2 个传输瓶，分为 1 号重点物资传输瓶和 2 号普通物资传输瓶，并在传输瓶瓶身上粘贴标志识别，1 号重点物资传输瓶只能对急诊血气样本、患者输血用血、手术病理样本、急用贵重药品等重点物资进行传输，每个传输瓶具有唯一且不重复的 IC 卡号，系统通过 1 号传输瓶的 IC 卡号识别并设定优先层级，1 号传输瓶进入系统传输时，可直接跳过 2 号传输瓶排队序列插队传输。为了严格执行 1、2 号传输瓶的物资传输规定，避免重点物资和普通物资混合传输，一方面需强化科室业务培训，每周对使用人员进行医用气动物流系统传输规定培训，正确运用 1、2 号传输瓶进行不同物资传输，确保物资不混传、不乱传；另一方面需定期自查医用气动物流系统传输行为，每周科室进行自查，及时改正错误传输行为，每月设备处联合护理部对科室的传输行为进行抽查，若发现物资传输错误行为则在当月予以通报，如物资传输行为错误超过 5 次，则取消该科室的 1 号传输瓶一级传输权限，降为二级传输权限，并结合绩效考核对科室进行处罚。

2.3 设备故障的精细化管理

(1) 加强转子工位的校准维护及人员培训：每周对医用气动物流系统所有站点的工位进行巡检，校正工位偏移，检查转子固定块、转轴、限位块等易损件；每个科室设置有 2 名设备专管员，对科室设备专管员进行工位校准培训，如传输前发现工位偏移，可以由设备专管员进行工位校准，若校准失败，则由其联系工程师维修。(2) 系统管路采用“分段计时”管理：医用气动物流系统缺

少对管路变形和连接处脱开的智能监控，可采用“分段计时”管理将全院系统管路分为 10 段，每月使用标准传输瓶在每段中运行，统计每段的运行时间，当发现某段管路的运行时间明显增加时，可将该段细分为多个小段排查，发现变形管路或脱开区域后报修更换。(3) “双信号”模式设计优化：对优化后的站点电路板进行升级，在接收口增加 1 个红外传感器，当传输瓶到达站点下端、掉出接收口时分别产生 1 个红外传感信号，系统接收到这 2 个信号，即判定该次传输成功。优化前后站点红外传感器安装位置如图 3 所示。



(a) 优化前 (b) 优化后

图 3 优化前后站点红外传感器位安装示意图

3 应用效果

3.1 消毒方案优化后各采样部位菌落数情况

对消毒方案优化前后检验科、手术室、输血科 3 个科室站点不同部位进行微生物含量检测。优化消毒方案后各部位的菌落数均比优化前降低，见表 1。

表 1 各采样部位菌落数检测结果 (cfu/cm²)

采样部位	检验科站点		手术室站点		输血科站点	
	优化前	优化后	优化前	优化后	优化前	优化后
站点外壳	230	1	110	0	185	0
内部三向转子	417	3	291	5	160	1
传输瓶外盖	320	8	383	8	110	3
传输瓶内壁	306	0	415	1	167	0
缓冲填充物	436	4	520	6	280	2
接收口管路内壁	160	0	45	0	90	0

3.2 优化传输层级后传输效率情况

选取 2021 年 6—12 月的 200 份急诊血气、患者输血用血、手术病理、急用贵重药品传输层级优化前样本为对照组，2022 年 1—6 月 200 份急诊血气、患者输血用血、手术病理、急用贵重药品传输层级优化后样本为观察组。比较两组传输效率指标，观察组的急诊血气样本传输时间、患者输血用血传输时间、手术病理样本传输时间、急用贵重药品传输时间均明显缩短，差异有统计学意义

($P < 0.05$)，见表 2。

表 2 两组重点物资传输效率比较 (min, $\bar{x} \pm s$)

组别	份数	急诊血气样本传输时间	患者输血用血传输时间	手术病理样本传输时间	急贵重药品传输时间
对照组	200	7.88 ± 2.18	8.53 ± 3.15	10.40 ± 4.35	10.53 ± 4.13
观察组	200	1.83 ± 0.44	1.70 ± 0.48	1.73 ± 0.42	1.81 ± 0.42
t		15.13	11.93	11.044	11.701
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3.3 精细化管理后的故障率

通过加强转子工位校准维护及人员培训、系统管路“分段计时”管理、传输瓶接收及到达传感器设计优化，选取 2022 年 6—12 月精细化管理前的医用气动物流系统为对照组，2023 年 1—6 月精细化管理后的医用气动物流系统为观察组，对比两组月均故障次数、平均故障排除时间，以及并各随机选择 100 名使用人员进行满意度调查，结果表明，观察组月均故障次数及平均故障排除时间明显低于对照组，使用人员满意度更高，见表 3。

表 3 两组故障次数、排除时间及使用人员满意度比较

组别	月均故障次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	平均故障排除时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	使用人员满意度 [名 (%)]
对照组	11.50 ± 3.08	46.33 ± 19.92	74 (74.00)
观察组	3.17 ± 1.17	6.17 ± 4.40	97 (97.00)
t/χ^2	6.192	4.824	21.335
P	0.029	0.007	<0.001

4 讨论

医院智能物流系统运用物联网技术取代了传统人工物流模式，并覆盖了医院的各区域，是现代化医院管理的重要组成部分^[10-12]。医用气动物流系统是现代化医院智能物流系统的典型代表。医用气动物流系统是结合轨道物流系统、箱式物流系统、AGV 自动导引车传输系统、垃圾被服回收系统、厨余垃圾回收系统等打造的大型物联网，具有丰富的拓展性^[13]。

本研究运用精细化管理工具对我院医用气动物流系统存在的问题进行整改，以提升系统运行效率。医用气动物流系统经精细化管理后，优化了消毒方案，实现了全区域消毒覆盖，有效降低了院感风险；并对传输层级进行了优化设置，提升了系统传输效率，且多举措维护保养方案及结构优化有效降低了医用气动物流系统的故障率。

本研究表现如下创新：（1）优化创新的专用消毒瓶可对医用气动物流系统管路进行高效、快速的消毒，消毒效果好，操作方便，可在同类医用气动物流系统中推广；（2）传输瓶优先级设置功能

是三维气动物流系统中的重要功能，可广泛应用于医用气动物流系统；（3）“双信号”模式相较于单信号模式可更有效地识别传输错误，进一步确保传输瓶的有效传输。

综上所述，医用气动物流系统应用精细化管理，可提升系统传输效率，降低各部位的菌落数及故障率。

[参考文献]

- [1] 付列武. “气动物流 + 智能机器人” 在医院物流传输系统中的应用趋势 [J]. 工程建设, 2020, 52(6): 1-5.
- [2] 郭璇, 牛赞宇. 气动物流传输系统在现代化医院的应用分析 [J]. 医疗卫生装备, 2016, 37(5): 127-129.
- [3] 沈宁, 郑文婷, 于晓景, 等. 医用气动物流传输系统在医院运营管理中的作用 [J]. 中国医学装备, 2017, 14(6): 127-130.
- [4] 钱晓萍, 金涛, 陈喆, 等. 现代物流系统在一体化中心药房的应用与管理 [J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(12): 1504-1507.
- [5] 滕箭, 滕亮, 王建华, 等. 精益化物流管理对我院药品供应效率优化和用药安全的应用分析 [J]. 中国医院药学杂志, 2018, 38(11): 1217-1221.
- [6] 肖天辉, 段然, 池水晶, 等. 质量持续改进方案在医院物流传输系统中的应用 [J]. 现代医院, 2020, 20(6): 867-872.
- [7] 郭三兰, 陈丽. 气动物流传输系统在医院的运行效果及常见问题 [J]. 医疗卫生装备, 2017, 38(3): 157-158.
- [8] 陈伟杰, 马军. 气动物流传输系统优化管理研究 [J]. 中国医疗设备, 2021, 36(3): 141-143.
- [9] Yu Weichao, Wen Kai, Min Yuan, et al. A methodology to quantify the gas supply capacity of natural gas transmission pipeline system using reliability theory [J]. Reliability Engineering System Safety, 2018(175): 128-141.
- [10] 孟晓阳, 王辰超, 朱卫国. 医院网络安全防护策略实践与探讨 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020, 17(3): 290-295.
- [11] 王敏, 刘阳萍, 林勇, 等. 现代医院综合物流传输系统构建——以中山大学附属第一(南沙)医院建设项目为例 [J]. 现代医院, 2021, 21(10): 1586-1594.
- [12] 赵桂兵. 基于人工智能下医院网络安全信息化的建设 [J]. 信息技术与信息化, 2020(2): 205-207.
- [13] 魏帅岭, 闫国涛, 李星, 等. 等级保护 2.0 下医院网络安全体系的建设与探索 [J]. 中国数字医学, 2021, 16(4): 101-105.