

医疗专项气动物物流系统技术研究

李良

中建一局集团建设发展有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i4.6751

[摘要] 近年来在医院改扩建过程中，物流传输系统运用越来越多。医院建立物流传输系统的好处显而易见，现代化的物流传输系统已经成为国外密集型现代化医院所广泛采用的工具。选择适合我国国情和医院实际的医院物流传输系统，可以提高工作效率，减低综合成本，提高医院竞争力，提高医院整体运营效益，其推广应用价值是十分明显的。

[关键词] 气动物物流传输系统；现代化管理；应用价值

Research on medical special pneumatic logistics system technology

Li Liang

China Construction First Bureau Group Construction and Development Co., Ltd

[Abstract] In recent years, in the process of logistics transmission system used more and more in the process of hospital reconstruction and expansion. The benefits of establishing the logistics transmission system in hospitals are obvious. The modern logistics transmission system has become a tool widely used in the intensive modern hospitals abroad. Choosing the hospital logistics transmission system suitable for China's national conditions and the actual hospital can improve the work efficiency, reduce the comprehensive cost, improve the competitiveness of hospitals, and improve the overall operation efficiency of hospitals, and its promotion and application value is very obvious.

[Key words] pneumatic logistics transmission system, modern management, application value

1、引言

医疗气动物物流系统是将医院的各个部门如：门诊、医药、手术室、化验室、血库、医技、住院部各个护士站、中心供应室等通过直径 160mm 传输管道和收发工作站紧密地连接在一起，用于医院内各种日常用品自动化传送的设备，气动物物流系统的应用可以全面解决医院物流自动配送问题。为真正实现医院以病人为中心，转变服务模式，提高工作效率，改善服务态度，降低医疗成本，方便患者就医，为患者提供更舒适的就诊环境，更细致的医疗护理。建立现代化的医用物流传输系统已经是医院实现以病人为中心的重要一环。

2、气动物物流系统的组成和工作原理

医疗气动物物流传输系统一般由收发工作站、管道换向器、风向切换器、传输瓶、物流管道、空气压缩机、中心控制设备、

控制网络等设备构成。如图 1。

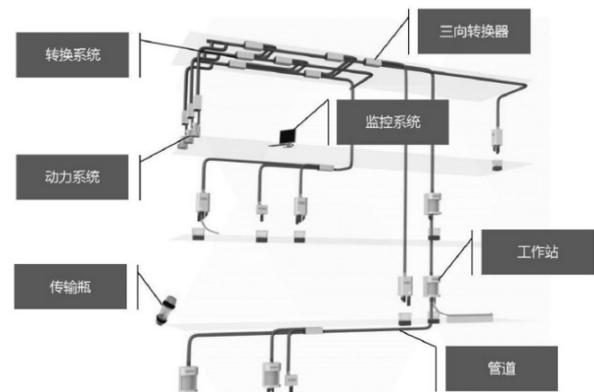


图 1 医疗气动物物流系统的组成

工作原理：用传输管道将医院各科室、护士站、手术室、中心药房、检验科等工作点连接起来。以压缩空气为动力，

利用空气压缩机抽取或压缩传输管道中的空气，造成传输管道内压差，推动带有传输物资的传输瓶的移动，借助机电技术和计算机控制技术，通过网络管理和全程监控，利用管道将载有物品的传输瓶输送到目的地。

3、气动物流系统的设计

3.1 基本规定

(1) 管道线路设计：水平管道部分尽量平直，过多弯路将增加成本、降低效率；垂直管道部分，需在楼内设置管道井或选择其它便利区域，管井大小由垂直管道的数量决定。任何水平弯和垂直弯都有固定的转弯半径及空间要求。

(2) 工作站位置设计：根据工作人员的日常习惯划定摆放区域，并尽量靠近使用人员常驻位置，避免设置在偏僻位置，不仅可提高操作中的收发效率，还可避免错过到达的传输瓶。工作站工作侧需预留足够工作空间，方便人员收发操作和医用推车进出。

(3) 机房位置设计：可设置在地下、设备夹层和大楼中

间某层。最理想的位置是各工作站的中心，即距离所有工作站位置最近处，这样可以有效的节约管道，加快传输速度。机房的设计应考虑降低设备运转的噪音、并将设备维护时给各科室带来的影响和不便程度降至最低。

(4) 控制系统设计：系统控制软件对物流系统的整个运行过程进行控制管理，功能主要包括显示整个系统流程图及工作运转状态；控制系统部件；检测系统；实时监控整个系统运转状态；记录所有收发记录，统计数据，分析系统传输量及各工作站点工作量；显示区域及故障代码，可实现故障分析查询功能；通过控制中心单独关闭此站，不影响整个系统的运行；作加密级传送并拥有安全接收功能。

(5) 空间布置设计：对于标准站点区域，采用分布式平衡设计；对于发货量大的站点，如静脉配置中心、中心药房等，需特别就近设置较大的空间。

3.2 站点设计

3.2.1 站点设置位置，见表1

表1 站点设置位置表

科室	传输物品	备注
检验科	血液、体液、尿液、粪便等检验样本和检验报告。	在检验科内至少设置2个物流工作站，且分属不同区域，可满足所有区域往检验科的同时收发任务。（注：1000床以上的综合医院根据标本量和分属区域建议检验科设置2-6个物流工作站，以缓解高峰期集中接收的问题。）
急诊科	药品、血液制品、小型手术包等，其中优先接收药品、麻醉剂和血液制品。	可在急诊护士站、抢救室、急诊药房、急诊检验，各设置一个物流工作站，具体参考医院内实际急诊科情况而定，配备2-4个的传输瓶，目的要解决急诊科24小时的紧急传输需求。
血库	血液制品。	为确保洁污分流，应设置2个物流工作站，配备2个不同颜色的传输瓶，以解决其洁污分流的传输任务。
药房	盒装、瓶装、口服药、针剂等药品。	满足医院内大批量的口服药（配合包药机使用）、夜间和紧急的住院药品传输任务，需设置至少2个以上物流工作站，并根据医院病区数量配备传输瓶供发送之用。
静脉配置中心	袋装、瓶装的静脉输液。	满足医院紧急和夜间的静脉输液传输任务，需设置1-2个物流工作站，并配置多个传输瓶。
住院护理单元	检验样本，药品、静脉输液包、一次性无菌用品、单据等。	一般设置一个物流工作站，配置2-3个传输瓶。
中心供应室	医用材料及敷料、一次性无菌用品、小型手术包、小型治疗器械包、单据等。	满足医院紧急的小型物品传输任务，需设置1-2个物流工作站，一般配置2-3个传输瓶以解决其传输需求。
病理科	病理检验标本，检验报告。	满足手术室和病区的病理标本传输任务，需设置1-2个物流工作站，以解决其传输需求。
手术/ICU/CCU	病理标本、检验标本、药物、耗材、报告等。	满足手术室与病理科、检验科、急诊科、护理单元的传输任务，需设置1-2个物流工作站，一般配置2-3个传输瓶以解决其传输需求。
体检中心、采血室	检验标本等。	一般设置1个物流工作站，配置2-3个传输瓶。
放射科、内镜中心	药品、一次性物品，发送X光片、报告。	一般设置1个物流工作站，配置2-3个传输瓶。
VIP 门诊	检验标本、药物、静脉输液包。	一般设置1个物流工作站，配置2-3个传输瓶。

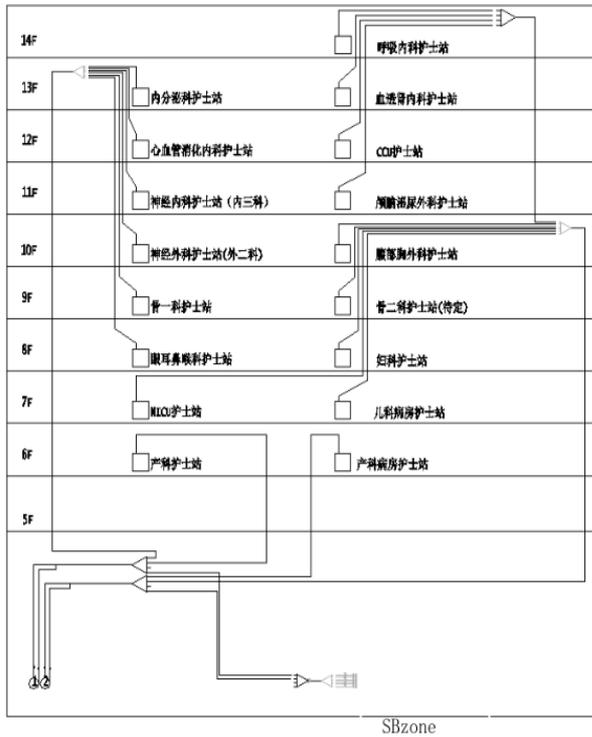


图2 并联系统示意图

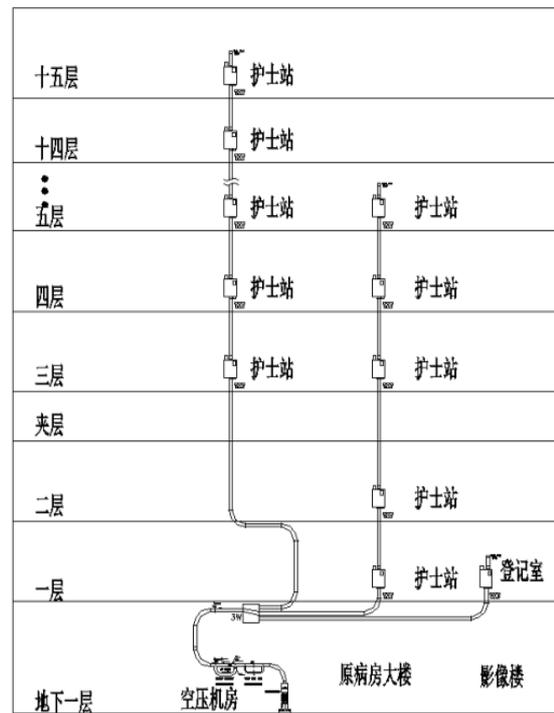


图3 串联系统示意图

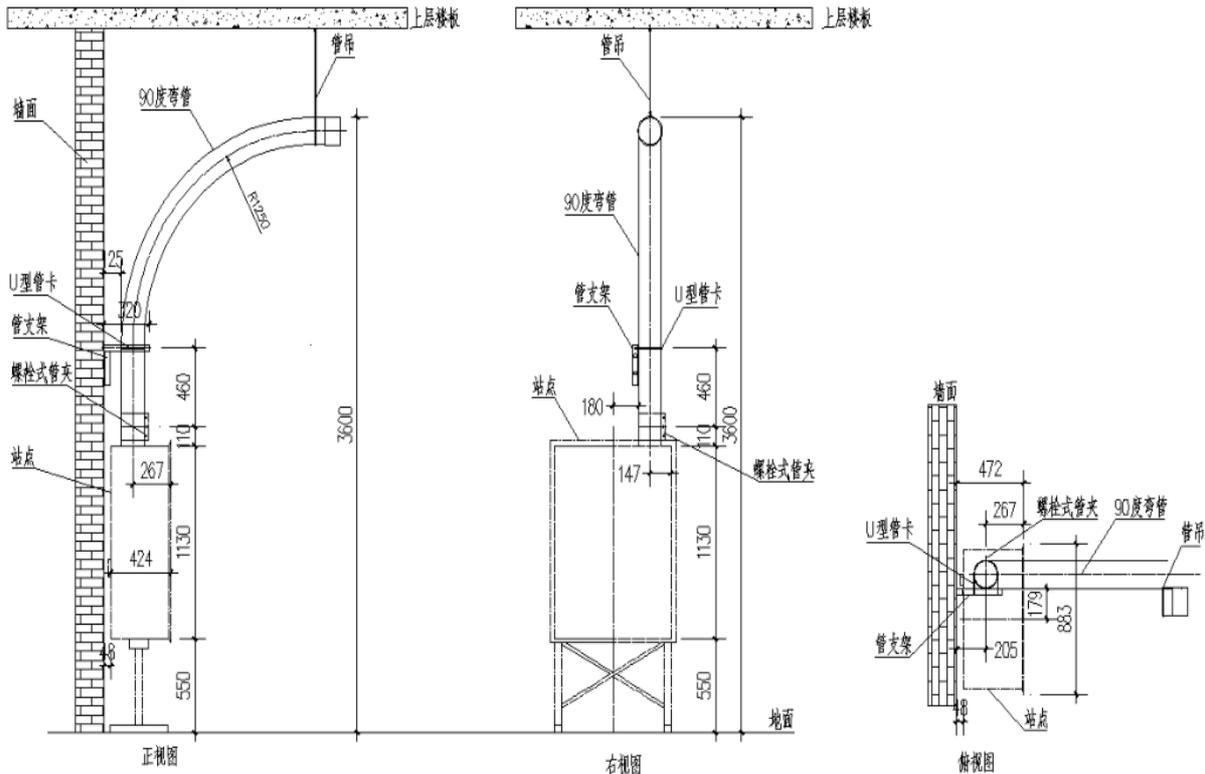


图4 工作站安装方式

3.2.2 工作站点连接方式

工作站的连接方式：并联连接和串联连接。其中并联连接方式中较合理的配置是一套空压机系统负责4-8个站点。建议

收发量大的医技科室（例如：检验科和中心药房）建议一套空压机专门负责一个检验科站点。

并联系统：系统中每个站点互不干涉，即整个系统中一个

站点出现故障而不会影响其它站点的正常使用。确保系统效率更高,建议采用并联系统,并且在设计时需考虑风机及工作站的数量,按需配备 SBzone 增加各区域间的转换效率,如图 2 所示。

串联系统:系统每个部分或工作区域的站点都联在同一条管道上,即当系统其中一个站点出现故障,整个系统将无法正常使用,如图 3 所示。

3.2.3 工作站点的安装

(1) 气物流传输系统的工作站在设计中,标准的摆放位置其中一种为背靠墙面距离 48mm,另一种为背靠墙面且处于墙角处。

(2) 安装时要保证三个关键尺寸:

- 保证与站点连接的弯管直段外壁与墙面距离为 125mm;
- 保证弯管下口与地面的垂直距离为 1790mm;
- 保证弯管外壁与站点中心线距离为 180mm。

(3) 弯管定位后,下部用管支架与墙连接,管与支架用 U 型管卡固定,上部用管吊与上层楼板固定,弯管下口需要平。

(4) 弯管固定后,弯管与站点连接的管口不能有任何窜动,如图 4 所示。

3.3 管道设计

3.3.1 管道

管道的外径是 DN160;管道壁厚在 1.5mm;不锈钢管或 PVC 管。传输方式:单管/双向传输适于作业环境温度: $-30^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 。气物流传输系统的管道由两种结构组成,一种是直管,直管一般为 3 米/根;另外一种为 90° 弯管,弯管转弯半径为 1250mm,即传输瓶进行 90° 转弯时半径为 1250mm,弯管的半径越大传输瓶在转弯处越流畅。系统运行时机房内噪音不高于 65dB。各设备均带有自身排气、降噪及减速装置,满足使用区内噪音不超过 45dB 的要求。

3.3.2 管道的安装

(1) 气物流系统的标准管道规格 3 米/根,采用吊筋安装。直管和弯管在安装时务必要通瓶测试下,尤其是弯管。通瓶有两个好处,一个是检查弯管的通瓶性能,二是可以带出管道里面的灰层。

(2) 通瓶后的直管和弯管,要提前打磨管口的毛刺。钢管用角磨机提前打磨内口,形成一个内倒角;PVC 管用美工刀沿管口刮一圈即可。

(3) 钢管采用钢套管连接,PVC 管采用 PVC 套管对接。

(4) 管道的切割工艺,必须先沿管道划线,然后在进行切割,否则切不平。管道划线可以采用一个开口的环套在管道

上进行划线。

(5) 对于非 90° 度安装的管线,可以提前定制好不同角度的弯管,方便现场施工。对于管道安装过程中出现的障碍物,可以提前定制 S 型弯管进行避让。

(6) 管道的固定建议采用丝杆+管卡的形式,方便固定和调整。相应的支架可以直接采用角钢现场制作。

(7) 在传输的过程中,瓶子对弯管是有冲击的。建议直管处每隔 2.5 米或 3 米加一个支撑点,弯管处必须加支撑。支撑点最好是靠近对接的套管处,套管不能作为支撑点否则会因管道重量造成漏气。

3.4 传输瓶设计

3.4.1 传输瓶的种类

传输瓶是用于装载需传送的物品(长度为 400mm,直径为 135mm)的载体。

(1) 生物安全传输瓶:生物安全传输瓶一体化的密封设计可有效防止液体以及其它物品从瓶内泄露。

(2) 银离子生物安全瓶:银离子生物安全瓶采用内壁银离子活性组分镀层技术,能够有效抑制真菌、酵母菌等可能导致感染的细菌滋生。

(3) 无线追踪传输瓶:无线追踪传输瓶是一种可被追踪的传输容器,该传输瓶在系统中的任何位置均可被系统发现。RFID 芯片被安装在传输瓶摩擦带内。

(4) 彩色传输瓶:彩色传输瓶是将聚碳酸酯瓶体设计成不同颜色以便区分发送不同物品,有黄色、红色、黑色等,通常在医院使用红色瓶发送紧急物品,黄色瓶发送药品,黑色瓶发送不可见光物品。当然,也可根据医院不同需求进行颜色的定制。

3.4.2 传输瓶的选择原则

- 可实现完全存取接触的侧面开启设计;
- 易开启的关闭锁扣;
- 传输瓶关闭完全密封、无泄漏;
- 配备多种形状的衬垫;
- 具有多种颜色与用途的传输瓶;
- 每个工作站至少需配备 2 个传输瓶;
- 摩擦带坚固耐磨。

3.5 转换器设计

3.5.1 转换器

转换器使得传输管道的连接从一根管道连到多根管道,为传输瓶在不同工作站之间传输的路径提供通道切换,传输瓶通过转换器的固定路径进入对应的站点。

3.5.2 转换器的连接及吊装

转换器上有多个安装孔,它能够满足多个方向上的安装,安装时须注意必须在某一侧预留不小于0.6米宽度的维修空间以便维修,转换器需要在其所在的位置附近提供规格为220V、2A的电源。

转换器可以水平或者垂直安装。在转换器的一侧需要另外有防止其翻转的吊筋。

3.6 配电系统

3.6.1 配电方式

系统中所有工作站点电源规格为220V/2A。转换器需提供220V/3A容量的电源,供电位置到设备2米范围内,由五孔插座提供。整套物流系统的供电独立自成系统,即不与其它设备混用,专用回路供电。

设备机房内需要提供三相380V/7.5kW的动力电源给每台空压机供电,工作模式为两用一备或一用一备,提供一路220V/1.5kW的空压机控制系统电源。

3.6.2 对电源的要求

- (1) 设备层机房配电控制箱,单独供线,系统自成体系;
- (2) 机房风机要有两路电源,其中一路备用;
- (3) 所有站点与转换器的电源必须是一个单独的电源插座,就近取电或设单独回路从主机房取电,即不与其它医疗设备混用;

(4) 机房备用电源是为了在发生意外断电情况下风机仍然能为整个系统提供动力,使整个系统能够正常工作。站点与转换器所要求的单独电源就是设备旁边有一个单独的五孔电源插座,避免受到其他医院设备的干扰。

3.7 控制与监测

3.7.1 监控功能主要包括

- (1) 监控中心可显示并实时监控整个系统流程图及工作,运转状态;
- (2) 可控制系统和系统部件;
- (3) 可记录所有收发记录,统计数据,分析系统传输量及各工作站点工作量。
- (4) 可显示区域及故障代码,可实现故障分析查询功能;
- (5) 所有站点均可独立操作,独立开关,若某工作站有故障,可通过控制中心单独关闭此站,不影响整个系统的运行;
- (6) 可作加密级传送并拥有安全接收功能;
- (7) 系统扩展无需增加控制器;

(8) 监控中心即可与局域网连接,也可实现远程监控;即使是系统断电时也不会丢失任务,一旦供电恢复后,系统软件的记忆功能即可将未完成的任务进行复位。

3.7.2 控制线缆布设

系统的控制线缆用于连接控制中心和系统内部件,控制线缆与系统管道同时布设,控制线缆与管道走向相同。注意在控制线通过吊筋时线缆需从吊筋外面通过,防止吊筋损坏线缆。

3.8 空压机设计

空压机通过产生空气流来推动物品,是传送物品的动力装置。根据系统的大小和传送距离来选择不同功率的空压机。

空压机的选型:

- (1) 空压机作为系统的动力源,能提供足够的风量,使传输瓶以6~8 m/s在系统中传输;
- (2) 最大输送距离:1.5km;最大转速:3500 r/min;
- (3) 空压机能够允许同时或独立运作,无任务时可自动待机;
- (4) 机房噪声值:<65dB;空压机的出口处安装消声器以降低噪音;
- (5) 供电控制要求:7.5kW、380V,50HZ,三相、4芯通讯电缆,5V最大开路直流电压,200mA最大短路电流。

4、结论

在医疗成本中物流占了很大的比例,物流效率的高低,直接影响着医疗成本。因此医院在需要从全局的角度规划设计医院物流体系,运用系统规划的思想和方法,构建医院物流系统,提高物流效率,降低物流成本,为医疗服务工作提供高效准确的支持。通过引入现代物流理论与技术,改善医院整体运营绩效,进而提升其核心竞争力,对于现代化医院的长远发展具有重要战略意义。

[参考文献]

- [1]邵宏民,赵志,等,医院气动管道物流传输系统[J].中国医院建筑与准备,2002,6(3):27.
- [2]石益,H医院医疗器械物流信息化管理研究[D].保定:河北大学,2013:20-21.
- [3]费腾、基于蚁群算法的医疗器械物流配送路径优化算法研究[D].太原:太原理工大学,2010:35-36.