· 发明与专利 ·

一种充气式呼吸机管路固定装置的设计与应用

邵红　周喜良　成医锋　张瑛

杭州师范大学附属医院重症医学科，杭州 310015

通信作者：周喜良，Email：zhouxx134@163.com

【摘要】 机械通气是临床重症患者生命支持的一项重要治疗手段。机械通气过程中因加温加湿产生冷凝水，进而有引发呼吸机相关性肺炎（VAP）、气道阻力增加乃至窒息的风险。目前临床上多采用橡胶手套或 PVC 手套吹气后对呼吸机管路前端管进行固定，但这些方法存在管路容易松动、不够稳定、以及管路可能会处于低位造成积水等问题。为了解决上述问题，杭州师范大学附属医院重症医学科医务人员设计发明了一种充气式呼吸机管路固定装置，并且获得了国家实用新型专利（专利号：ZL 2022 2 1004655.2）。该装置由支撑架、安装支座、连杆结构、放置槽架及支撑球囊等组件构成。支撑架底部的安装支座可依据患者情况固定于床板或护栏上。支撑架通过套管与插杆可调节高度。支撑架上端连接连杆结构，其杆件一和杆件二可通过卡槽与卡杆的连接实现多角度调节与折叠功能。放置槽架由弧形杆与圆环杆焊接而成，其中间凹处固定连接圆柱体，与连杆结构端部的套环转动连接；放置槽架用于容纳支撑球囊，并通过拉绳和紧绳器固定充气后的支撑球囊；球囊表面的环形弧块及弧形槽用于约束和抬高呼吸机管路，从而稳定抬高管路，引导冷凝水向低位流动。该设计实用，操作简便，在机械通气治疗期间可以使呼吸机管路得到有效固定，稳定地抬高管路，避免冷凝水的积聚和反流，从而减少机械通气相关并发症，提升医疗安全的同时，也减少医务人员的工作量，值得在临床推广使用。

【关键词】 机械通气；　呼吸机管路；　固定装置；　设计；　应用

基金项目：国家实用新型专利（ZL 2022 2 1004655.2）

DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20241030-00895

Design and application of an inflatable ventilator tube fixing device

Shao Hong, Zhou Xiliang, Cheng Yifeng, Zhang Ying

Department of Intensive Care Unit, Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University, Hangzhou 310015, China

Corresponding author: Zhou Xiliang, Email: zhouxx134@163.com

【Abstract】 Mechanical ventilation is an essential life-support therapy for critically ill patients. During ventilation, condensate water forms as a result of heating and humidification, posing risks such as ventilator-associated pneumonia (VAP), increased airway resistance, and even asphyxia. Clinicians often use inflated rubber or PVC gloves to secure the front end of the ventilator circuit. However, these methods are prone to loose tubing, instability, and water accumulation due to the tubing's low positioning. To address these issues, medical staff at the intensive care unit of the Affiliated Hospital of Hangzhou Normal University designed an inflatable ventilator tube fixation device, which has been granted a National Utility Model Patent of China (patent number: ZL 2022 2 1004655.2). The device comprises a support frame, mounting base, linkage structure, placement trough frame, and supporting balloon. The mounting base at the bottom of the support frame can be attached to a bed rail or guardrail, depending on patient needs. The support frame's height is adjustable via a sleeve and insertion rod, while the upper end connects to the linkage structure, allowing multi-angle adjustment and folding through the interlocking of slots and rods. The placement trough frame, welded from curved and circular rods, features a fixed cylinder at its central concavity that connects rotationally to a ring at the end of the linkage structure. The trough frame holds the supporting balloon, which is maintained in an inflated state with a draw rope and tensioner. The ring-shaped arc block and curved groove on the balloon's surface support and elevate the ventilator circuit, stabilizing the tubing and directing condensate toward a lower drainage position. This design is practical and user-friendly, ensuring secure fixation of the ventilator circuit during use. By maintaining elevation and preventing condensate accumulation and reflux, it effectively reduces ventilation-related complications, enhances medical safety, and lessens the workload of healthcare personnel, demonstrating strong potential for clinical adoption.

【Key words】 Mechanical ventilation;　Ventilator tube;　Fixing device;　Design;　Application

Fund program: National Utility Model Patent of China (ZL 2022 2 1004655.2)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241030-00895

机械通气是重症医学科患者一种重要的生命支持方式[1]。机械通气过程中需对吸入的气体进行加温加湿以满足患者呼吸道温湿化需求，然而加温加湿治疗会导致呼吸机管路内冷凝水的产生，冷凝水的积聚不仅可增加患者感染的风险，尤其是呼吸机相关性肺炎（ventilator-associated pneumonia，VAP）的发生[2]，还可能导致气道阻力增加，甚至引起窒息。机械通气患者一旦继发 VAP 后会导致机械通气时长延长、住院时间延长、住院病死率增加[3-7]。因此，如何有效管理呼吸机管路中的冷凝水，防止其不良影响，是当前临床实践中亟待解决的问题。

目前临床上呼吸机管路有收集冷凝水用的集水杯，然而这种设计存在明显的局限性：首先，收集杯因容积有限，需要频繁倾倒，且在倾倒过程中存在污染风险；其次，集水杯需摆放在整个管路系统最低位[8]，如位置不当，冷凝水会回流进入患者的气道，引发呛咳或 VAP[9]。为了解决上述问题，临床上多采用橡胶手套或 PVC 手套吹气后对呼吸机管路前端管进行固定[10]，虽然能从一定程度上减少上述问题的发生，但这些方法存在容易松动、不够稳定、管路可能会处于低位造成积水等问题。为此，本院重症医学科医护人员设计了一种新型的充气式呼吸机管路固定装置，并获得了国家实用新型专利（专利号：ZL 2022 2 1004655.2），现介绍如下。

1　充气式呼吸机管路固定装置的基本结构

充气式呼吸机管路固定装置由支撑架（图 1–1）、安装支座（图 1–2）、连杆结构（图 1–3）、放置槽架（图 1–4）、支撑球囊（图 1–5）等组成。

1.1　支撑架：作为装置的基础固定单元，支撑架由套管（图 1–6）、插杆（图 1–7）、顶进螺丝一（图 1–8）构成，套管和插杆通过顶进螺丝一进行连接与锁紧，其下端设有安装支座，可稳固地固定在床板或床体护栏上，确保整体装置的稳定性。

1.2　连杆结构：连杆结构与支撑架上端连接，由杆件一（图 1–9）、杆件二（图 1–10）、放置条槽（图 1–11）、卡槽（图 1–12）、卡杆（图 1–13）、套环（图 1–14）、顶进螺丝二（图 1–15）构成。连杆结构可以折叠，其中杆件一和杆件二通过套环与顶进螺丝二组装而成，杆件上设有放置条槽、卡槽及卡杆，允许连杆在多个方向调节角度并锁定位置，从而灵活适应不同床位高度和患者体位需求。

1.3　放置槽架：放置槽架位于连杆结构的端部，由弧形杆（图 1–16）、圆环杆（图 1–17）、圆柱体（图 1–18）、通槽（图 1–19）构成。弧形杆与圆环杆焊接成框架，弧形杆的中间凹处固定连接圆柱体并开设通槽，圆柱体与杆件二端部连为一体的套环转动连接。放置槽架用于容纳和固定支撑球囊。

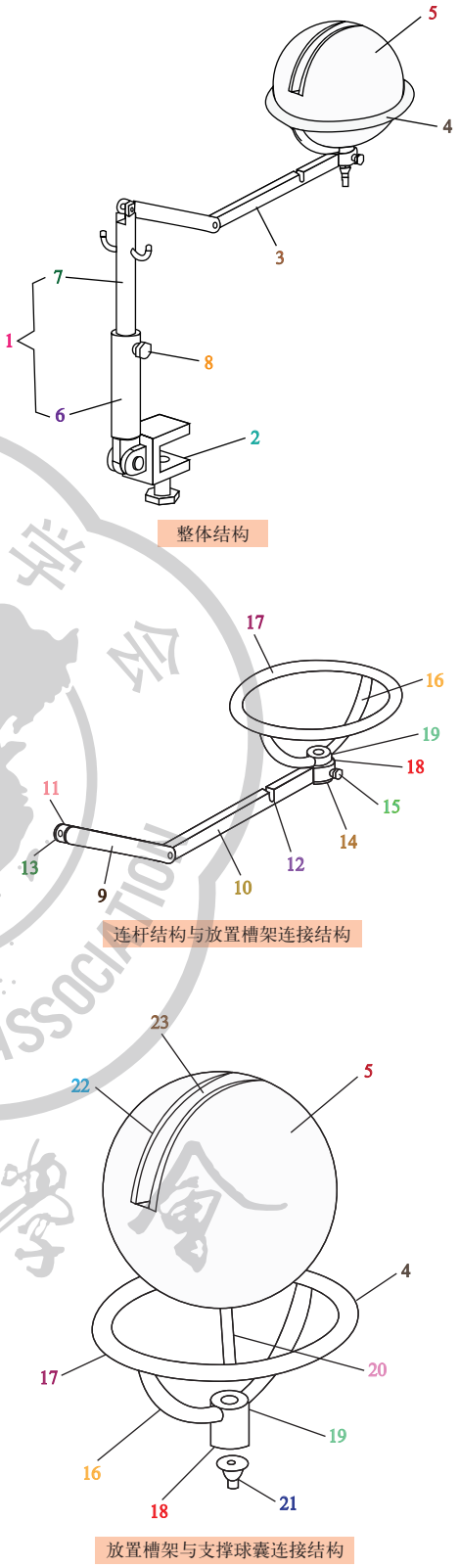
1.4　支撑球囊：支撑球囊由拉绳（图 1–20）、紧绳器（图 1–21）、环形弧块（图 1–22）、弧形槽（图 1–23）构成。球囊充气后置于放置槽架内，其表面设有环形弧块，环形弧块上设有用于约束固定管路的弧形槽；拉绳穿过圆柱体上的通槽，通过紧绳器固定，用于约束和固定呼吸机管路，防止管路因冷凝水重力或患者移动而牵拉气管导管，以减少管路移位、扭曲或脱出等不良事件。

2　充气式呼吸机管路固定装置的使用方法

2.1　正确安装呼吸机管路，自检通过后，医生调节呼吸机参数，将呼吸机管路与患者连接。

2.2　将支撑架的安装支座一端固定于床板或者床栏上，根据患者情况调节支撑架至合适的高度并固定。

2.3　根据床头高度及患者体位需求，调节连杆及放置槽架角度并锁定位置，将支撑球囊放入放置槽架并固定。连杆结



注：1 为支撑架，2 为安装支座，3 为连杆结构，4 为放置槽架，5 为支撑球囊，6 为套管，7 为插杆，8 为顶进螺丝一，9 为杆件一，10 为杆件二，11 为放置条槽，12 为卡槽，13 为卡杆，14 为套环，15 为顶进螺丝二，16 为弧形杆，17 为圆环杆，18 为圆柱体，19 为通槽，20 为拉绳，21 为紧绳器，22 为环形弧块，23 为弧形槽

图 1　一种充气式呼吸机管路固定装置立体示意图

构还可以折叠，调节长度。

2.4　将呼吸机管路放于支撑球囊的弧形槽内，通过紧绳器固定，防止管路因冷凝水重力或患者移动而牵拉气管导管，保证了对管路的支撑稳定性，减少管路移位、扭曲或脱出等不良事件。

2.5　使用完毕后，将连杆结构折叠，便于存放。

3　充气式呼吸机管路固定装置的优点

充气式呼吸机管路固定装置不仅设计新颖，而且使用过程中极其方便与安全，不局限于床边吊塔，可以固定于床体的床板或者护栏上，在患者机械通气治疗过程中能够确保管路托举抬高的稳定性，避免管路滑脱或管路聚积冷凝水等情况，也不会因为翻身等操作随机滚动，节约了人力资源。

3.1　高度稳定性：该装置采用支撑架与连杆结构的组合设计，配合放置槽架内限位的支撑球囊，利用支撑球囊上的弧形槽对管路进行约束固定，有效防止了管路滑脱，确保了管路在抬高状态下的稳定性。这种稳定性可有效防止冷凝水积聚在管路中，并减少相关并发症的发生[8]。

3.2　多功能调节性：支撑架的高度可调节设计允许根据床体或护栏的高度进行适配，而安装支座的 90° 旋转能力则提供了更多的安装方向选择。这些设计使该装置能够适应不同的临床环境和患者需求，提高患者在不同医疗场景中的适用性[11]。

3.3　便捷操作性：装置的拉绳和紧绳器设计使支撑球囊的位置可以快速而准确地调整，以适应不同管路的位置和角度需求。这种设计不仅简化了管路固定的过程，还提高了固定效率，确保了管路固定后的稳定性，从而减少了医护人员的操作负担，同时提升了患者的舒适度和安全性。

3.4　通用性：该支架的设计采用了模块化和标准化的组件，使其能够适应各种不同的呼吸机型号和品牌。这种设计允许支架在不进行任何修改或额外配件的情况下，与大多数的呼吸机兼容。此外，支架的通用性还体现在其能够适应不同的治疗环境，无论是在医院的重症监护室、普通病房，还是在家庭护理环境中，都能提供稳定、可靠的支持。

3.5　兼容性：为了确保广泛的兼容性，我们在设计过程中对常见的呼吸机型号进行了深入研究。我们分析了这些设备的接口、尺寸、形状和重量等关键参数，并以此为基础设计了支架的接口和固定点，使支架能够无缝适配各种呼吸机，无须额外的适配器或修改[12]。此外，我们还考虑未来可能推出的新型号呼吸机，通过设计灵活的接口和可调节的固定点，确保支架也能保持高度的兼容性。

本装置通过创新的结构设计，包括支撑架、可调节连杆、放置槽架以及支撑球囊等组件，通过连杆结构将支撑架与放置槽架灵活连接，并利用支撑球囊表面带弧形槽的环形弧块对呼吸机管路进行有效约束与固定。结合原有呼吸机固定架使用，可稳定抬高管路位置，避免冷凝水的积聚与反流，从而降低机械通气相关并发症的发生率[10]。本产品结构简单，操作便捷，通过对呼吸机管路系统的科学管理，为临床提供了一种方便、有效的管理冷凝水的工具，进而改善患者的呼吸支持质量，具备良好的临床适用性。

综上所述，充气式呼吸机管路固定装置不仅解决了临床上机械通气患者冷凝水难管理的问题，同时，该装置通用性及兼容性较强，能够满足不同医疗需求、适应不同患者群体，提升医疗安全，也为医疗机构节省了成本，值得在临床上推广应用。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　邵红：论文选题、实施研究、撰写论文；周喜良：基金获取、研究指导、论文修改、对文章的知识内容进行批评性审阅；成医锋、张瑛：论文修改、对文章的知识内容进行批评性审阅

参考文献

[1] 中国病理生理学会危重病医学专业委员会，《成人有创机械通气治疗核心数据元及定义专家共识（2024）》工作组. 成人有创机械通气治疗核心数据元及定义专家共识（2024）[J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36 (10): 1009-1019. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240821-00711.

[2] 张博顺, 柴晓玲, 刘嘉琳. 呼吸道菌群在呼吸机相关性肺炎中作用的研究进展 [J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35 (8): 889-892. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230303-00138.

[3] Duszynska W, Idziak M, Smardz K, et al. Frequency, etiology, mortality, cost, and prevention of respiratory tract infections-prospective, one center study [J]. J Clin Med, 2022, 11 (13): 3764. DOI: 10.3390/jcm11133764.

[4] Forrester JD, Maggio PM, Tennakoon L. Cost of health care-associated infections in the United States [J]. J Patient Saf, 2022, 18 (2): e477-e479. DOI: 10.1097/PTS.0000000000000845.

[5] 卢莉, 杨春辉, 朱行利, 等. 3 种常见病原菌引发呼吸机相关性肺炎的变化规律 [J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35 (5): 482-486. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220516-00483.

[6] 张君怡, 李宏亮. 一种用于人工气道与呼吸机管路间的新型人工气道密闭器 [J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35 (9): 991-994. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230310-00168.

[7] 刘秀梅, 龚平, 康健, 等. 基于指南和 RCT 研究的 ICU 成人机械通气患者气管插管拔管管理的最佳证据总结 [J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33 (8): 927-932. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210412-00536.

[8] 张馥, 曾伯石, 潘婧, 等. 低位摆放呼吸机管路预防呼吸机相关性肺炎的临床价值 [J]. 中国继续医学教育, 2020, 12 (3): 102-104. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2020.03.046.

[9] 贾汝福, 王芝静, 王翠婕, 等. 一种呼吸机管路冷凝水收集器的设计 [J]. 中华现代护理杂志, 2022, 28 (17): 2256. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2022.17.101.

[10] 安冉冉, 商全梅. 一次性橡胶手套支撑呼吸机管路的简易应用 [J]. 护理实践与研究, 2018, 15 (16): 23. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2018.16.009.

[11] 李碧清, 李俭欢, 张晓雨, 等. 床旁可调式呼吸机管路固定手臂的制作与应用 [J]. 天津护理, 2019, 27 (4): 472-473. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9143.2019.04.030.

（收稿日期：2024-10-30）

（本文编辑：保健媛　马英）