

某方厢核酸检测采样车设计分析

刘琴

(江西江铃汽车集团改装车股份有限公司 江西 南昌 330000)

摘要：近年来，某乙类传染病疫情进入常态化防控阶段，由于该类传染病具有较强的传染性，尽早发现携带该病毒的感染者并立即进行隔离治疗，不仅有利于对传染病的控制，同时也有利于社会正常秩序的维护。因此，加强核酸检测是重要的措施。为了进一步满足社会各界对核酸采样检测的需求，研究一款能迅速部署于户外，为群体核酸采样、样本登记、样本转运提供有力支撑的移动采样车至关重要。基于此，本文主要对某方厢核酸检测采样车设计进行探讨分析。

关键词：方厢核酸检测；采样车；设计；分析

1 方厢核酸检测采样车概述

方厢核酸检测采样车主要采用江铃福特推出的福特新世代全顺底盘改装，如图 1 所示。全车尺寸为 5780mm×2000mm×2720mm；整车参考 PCR 检测实验室及移动实验室等相关行业标准，集成正压防护、温度调节、对讲、样品传递、车内消毒等功能，可迅速部署于户外，为群体核酸咽拭子采样、样品登记及样品整理提供有力支撑；在整个作业过程中确保医务人员与受检人员无直接接触，同时配备无接触手套，医务人员通过密封的手套采集核酸样本，以及对样本容器表面进行消杀与样品整理装箱，实现了医务人员与受检人员的无接触隔离，最大限度地保障

了一线医务工作人员的作业安全；车内环境可实现全流程无接触采样，车内配置微正压环境，可阻止车外空气进入，有效防止潜在病毒侵入采集工作舱室，同时可调超大风量的全新风高效过滤送风系统，保障进入舱室内的空气已完全过滤。采样结束后，可开启车内的紫外线消毒灯及臭氧发生器，在设定的时间内对整车进行消毒作业，以确保采样工作环境的清新健康，进而为新型冠状病毒核酸样本采集及样品整理提供防护屏障。核酸检测采样车的每个采样窗口之间应该保持足够的距离，以使前来检测的群众在接受采样时相互之间能够保持 1m 以上的间隔，以减少检测群众相互之间可能发生的感染。4 个采样窗口同步工作效率较高，半天即可完成检测 3000 人次左右，主要应用于医疗系统（如医院、社区诊所、急救中心、疾控中心）、交通系统（如大型机场、高铁站、高速收费站）、商用系统（如大型演出场所、展会、商场或人流高度密集场所、地铁站）及其他系统（如突发、集中爆发传染性疾病的地区或偏远户外需求等场所）。

2 方厢核酸检测采样车主要性能及其技术参数

利用汽车的可移动性，以及可以提供动力的特点，在车上设计采样单元，采样人员在车内，采样对象在车外，采样人员和采样对象通过麦克风进行交流，采



图 1 方厢核酸检测采样车外观

表 方厢核酸检测采样车相关技术参数

序号	主要技术参数	详细参数值
1	主动正压防护系统	①过滤效率≥ 99.99% ; ②正压值≥ +15 HEPA 滤膜; ③洁净度标准达到 ISO5 级
2	采样平台软件	①联机式身份证阅读器, 读卡速度 1.5s, 实现联机打印条形码, 打印速度 152mm/s; ②显示当前叫号人 (编号 + 姓名), 呼叫人数可设置 5 ~ 10 人, 可显示文字、图片、视频, 并可远程发布叫号信息
3	多窗口样本采集	可 3 人同时采集样本, 可实现每小时采样约 2160 人次
4	感应式消毒系统	①高灵敏度红外线漫反射感应, 连续雾化, 自动补液; ②感应距离 1 ~ 13cm; ③雾化颗粒 1 ~ 5 μ m

样人员通过墙体上的手套伸出手到车外采集咽拭子, 实现了完全的物理隔离, 避免了人体的接触, 有效地保护了采样人员。方厢核酸检测采样车相关技术参数如表所示。

利用汽车可以提供动力能源的特点, 设计车内空间为正压和恒温, 同时在新风口安装有高效空气过滤器 (HEPA), 可以阻止病原微生物的进入, 保持车内的环境清洁, 确保车内环境生物安全。

车内安排有样本登记人员, 可以通过身份证读卡器和麦克风询问采样对象的基本信息, 并且登记处设有红外体温记录仪, 可以实时记录采样对象的体温。登记好后, 后台本地目录中可保留采样对象的基本信息 (如排队号、姓名、身份证号、手机号码等), 等待采样人员进行编号, 以保证车外采样井然有序地开展。采样管和咽拭子通过生物安全窗传递给采样对象, 单人采样过程 5 ~ 10s 即可完成, 采样窗口全部开展工作可实现每小时 360 ~ 720 人次采样, 单台每小时可实现约 2160 人次采样。

3 方厢核酸检测采样车设计

因某肺炎传染病疫情影响, 需要进行核酸检测的人数越来越多, 但现实环

境普遍存在受检人员聚集、医护人员露天工作、检测条件差、交叉感染风险高等问题。为了给核酸样本采集及样品整理提供防护屏障, 在方厢底盘基础上, 搭载生物样本存储箱、驻车空调、新风净化系统、无接触手套采集窗、紫外线消毒系统、臭氧消毒系统、对讲系统等各类先进功能仪器。根据核酸样本采集作业流程将车辆分为登记作业区、采集作业区及样本处理区, 在整个作业过程中确保医务工作人员与受检人员无直接接触, 最大限度地保障了一线医务工作人员的作业安全。

3.1 车辆外部布局

采用新世代全顺加长轴轻型的方厢车身, 检测舱内空间长 4270mm, 宽 2000mm, 高 1900mm; 舱体双侧同时布置了登记、采集及样本窗口, 样本采集处理效率加倍; 车顶布置定制车载空调的室外机和新风系统的送风及过滤装置; 车辆尾部设置了外接市电的电源插座。

3.2 车辆内部布局

检测舱内安装有照明灯、紫外线消毒和臭氧消毒控制开关, 方便远程操作, 并可查看检测舱的影像画面, 防止车辆在行驶过程中发生物品滑落等突发情况。

车辆检测舱前部为核酸采样区, 主要包含洗手池系统和饮用水系统, 前部两侧为核酸采样人员的工作位置, 配有可移动工作椅和工作台; 中部为样本处理区, 主要由样本处置人员座椅和两个样本处置柜组成, 顶部为顶置空调室内机的安装位置, 以保证车内的环境温度; 尾部为采样登记区, 主要由两个采样登记人员座椅和登记用办公桌组成, 办公桌上可放置电脑、打印机等办公用品; 每个采样窗口配备对讲系统, 方便对外人员信息采集, 如图 2 所示。

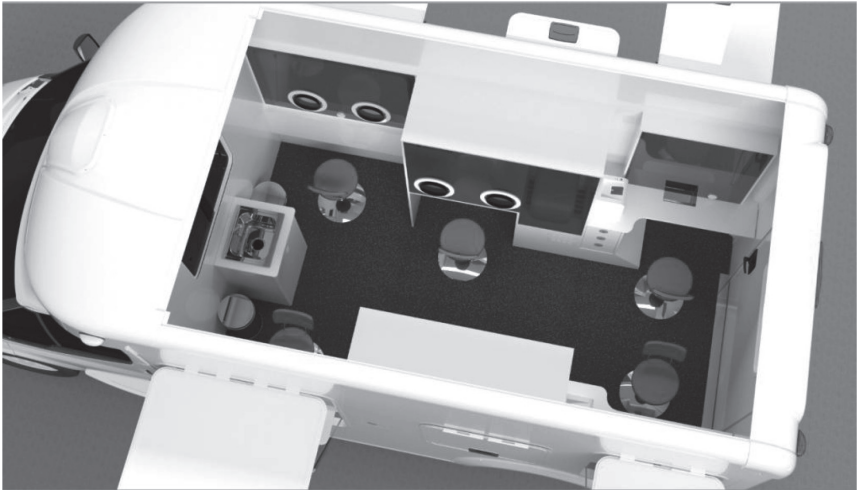


图 2 舱内布局

在采样窗口位前配置的滑轮椅可以自由调整高度,方便不同身高的医护人员自行调整。采样窗口位桌面布局合理,免洗手消毒液和棉签均有固定卡位以防翻倒,放置于桌边的垃圾桶便于医护人员丢弃垃圾。为减少医护人员手臂的不适感,生产企业对采样窗口的底部做了柔化处理,上半部分用一块玻璃封住,以减少车辆内外的空气流通,增强空调降温效果,同时这块玻璃的下部经过磨砂处理,从而避免割伤手臂。车窗旁还配有一盏小灯,方便在光线不足时进行采样。此外,为了保证检测设备有序放置和检测过程的废弃物无害化处理,车内还配有医用防护服存放箱、储物箱、废弃医用防护服存放箱和采集样本储运箱,为市民核酸检测提供了完备的移动式解决方案。

3.3 车辆工作环境

(1) 通过新风系统在检测舱内配置微正压环境,车内压力比车外高 30Pa 左右,并可以通过触摸屏调节,这样可有效阻止车外空气未经过滤直接进入检测舱,防止潜在病毒侵入采集工作舱室。

(2) 搭载顶置式车载空调,通过空调的内循环系统来调节舱室内温度,无论严寒与酷暑,都可为医务人员提供舒适的工作环境。移动核酸检测采样车的空调功率为 37kW,制冷效率很高,可以快速让车内降温。为其供电的是宁德时代电池组,在空调温度设为 26℃ 的情况下,可供空调连续使用 12h 左右。

(3) 本车辆能够通过超级测温拦截系统、超级紫外线抗菌系统、超级空气滤净系统,实现对车内医护人员交叉感染风险的全面抑制。通过全新风高效过滤送风系统,过滤效率达到 99.97%,保证进入舱室内的空气已完全过滤,保障了车内新鲜空气的进入,同时在检测舱内加装等离子空气消毒系统,将车内的空气质量调整到最佳状态,如图 3 所示。

3.4 防护消毒配置

(1) 配备无接触防护手套,医务人员通过密封的手套采集核酸样本,以及对样本容器表面进行消杀与样品整理装箱,实现了医务人员与受检人员的无接触隔离。

(2) 在结束采样工作后,可开启车内的紫外线消毒灯及臭氧发生器,在设定的时间内完成整车的消毒作业,以确保工作环境的

清新健康。

(3) 在医护人员休息区,为医护人员准备了 220V 电源和 USB 充电接口,可以为手机及笔记本电脑充电;医用避光窗帘和独立光源可为医护人员休息区提供良好的光线条件。在车外两侧还加装了 4.5m×2.5m 的伸缩式遮阳帘,可为受检人员有效隔绝烈日直晒。车辆投入使用后,生产企业的技术服务团队还将对车辆开展日常检测和运营保障,通过技术手段实现车辆性能的不断优化。

3.5 作业流程

优化作业流程,将车内环境分为采样登记区、核酸采样区及样本处理区,实现全流程无接触采样,如图 4 所示。

人员配置 3 人或 5 人,根据作业强度及作业区域灵活调整,按照功能将医务人员分成 3 类,即采样登记人员、核酸采样人员和样品处置人员,形成如下的作业流程。

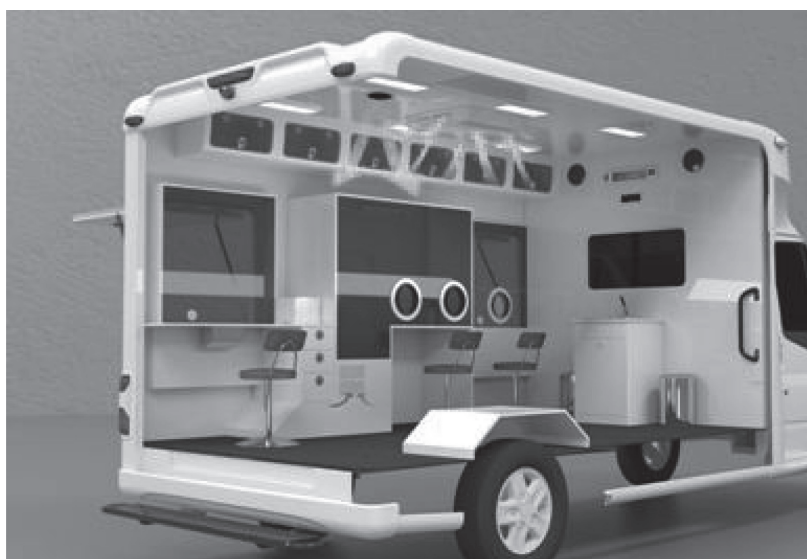


图 3 送风系统示意图

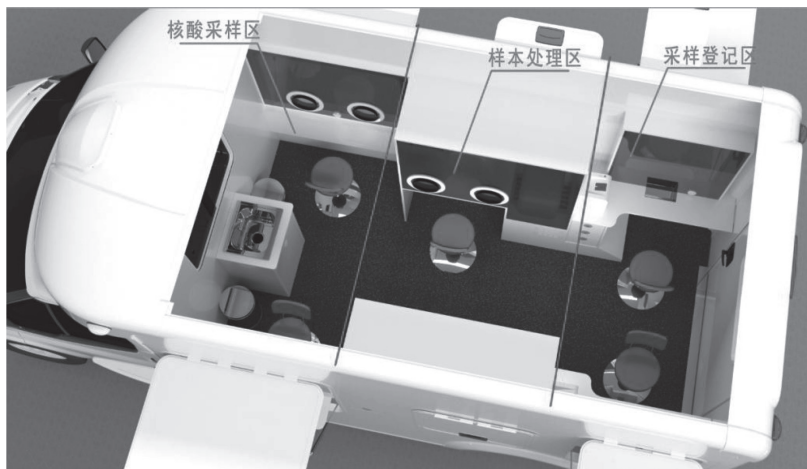


图 4 采样作业区布置

3.5.1 车辆准备

(1) 车辆停驶在待检的区域,打开车辆底部的电动支撑腿,保持车辆平衡;

(2) 通过外接电源插座,接入市电输入,保障车辆的电源供应。

3.5.2 检测过程

(1) 受检人员按照顺序到达采样登记区进行个人信息登记,并接到采样登记人员给出的含个人信息的咽拭子采样器具;

(2) 受检人员拿到采样器具到达核酸采样区,核酸采样人员通过防护手套将采集好的咽拭子棉签放入采样器具中,封好盖交给受检人员,并取消毒液对防护手套进行消毒;

(3) 受检人员将封闭好的采样器具通过旁边的传递窗口传入样本处理区,完成手部消毒后即可离开;

(4) 样品处置人员通过防护手套对传递进来的采样管进行外部消毒,再将采样管放入生物样本转运箱内,生物样本转运箱装满后通知舱外的样本转运人员取样检测。

3.5.3 收工准备

(1) 在完成检测后,关掉车辆电源,拔掉外接电源线,对车辆外部进行喷雾消毒后关闭所有舱门;

(2) 收起车辆的电动支撑腿,启动车辆电源;

(3) 在驾驶舱打开检测舱的消毒系统,对车辆进行消毒,并驶向下一作业区域。

4 方厢核酸检测采样车的应用前景

新一代移动核酸采样车设计有多窗口采样,在整个作业过程中可以确保医务人员与受检人员无直接接触,最大限度地保障了一线医务工作人员的作业安全,为新型冠状病毒核酸样本采集及样品整理提供了防护屏障,具有快速移动、高效集成、多工位采样、节约成本等优势。

新一代移动核酸采样车作为医疗专用车的一种,在某病毒疫情进入常态化防控情势下,面对越来越大的核

酸采样需求,其发挥着不可替代的作用。核酸采样车作为可移动的采样平台,凭借其高效、灵活的采样方式,可迅速部署于户外开展全天候核酸样本采集,受到市场的广泛认可,并将进入快速成长期。

新一代移动核酸采样车采用多窗口同时采样,每个采样窗口之间保留足够的距离,使得前来采样的群众在接受采样时相互之间能够保持1m以上的安全距离,以减少采样群众相互之间可能发生的感染。单人采样过程5~10s即可完成,一个采样窗口每小时可以实现采样360~720人次。新一代移动核酸采样车能够通过超级测温拦截系统、超级紫外线抗菌系统、超级空气滤净系统,实现对车内医护人员交叉感染风险的全面抑制。新一代移动核酸采样车包括主动正压防护系统、检测数据系统、车辆监控系统及智能化实验室管理系统,具备样本采集、采样管库存管理、样本追溯、检测结果判读、报告生成及发送等功能,可实现5G数据实时传输,将采样数据、环境参数实时传输至本地或云端,实现报告快速生成。

5 结语

综上所述,当前防控已进入常态化阶段,为了加快推进核酸采样工作,满足“应检尽检”的需求,增加可灵活配置的移动核酸采样车,已成为缓解当前防控压力的重要措施。本文所设计的核酸采样车作为医疗专用车的一种,其以一种可移动的采样平台,高效、灵活的采样方式,在当前传染病疫情进入常态化防控情势下发挥着重要作用。它能迅速部署于户外开展全天候核酸样本采集,进而有效满足社会各界对核酸采样的需求。

参考文献:

- [1] 刘斌,岳通,魏国,等.某武器系统车载方舱设计[J].机械,2017,44(10):47-50.
- [2] 王军社.汽车内饰CAS设计浅析[J].汽车实用技术,2017(19):31-33+86.