

基于人机工程学的救护车救护仓设计

柯宇 贺龄桦 付心莹 王文亚*
电子科技大学成都学院, 四川 成都 611731

[摘要] 基于应用人机工程学原理, 设计救护仓使其更加符合人体机理, 以提高救援效率和舒适性。在设计过程中围绕三要素人、机、环境, 本论文使用了计算机辅助设计工具进行模型建立, 确保设计方案能够在实际操作中实现最佳效果。通过减震设计, 减少患者转运时的二次受伤, 高度可调设计使其医护人员能更快地转运伤者, 选择合适的材料与配色使其符合人身体和心理的需求。本论文的研究成果为未来救护车救护仓的设计提供了理论支持和实践指导, 有助于提升紧急医疗服务的整体水平, 为救援人员和患者创造更为安全、高效的救援环境。

[关键词] 人机工程学; 救护仓; 减震设计

DOI: 10.33142/sca.v8i2.15436

中图分类号: U469.67

文献标识码: A

Design of Ambulance Rescue Compartment Based on Ergonomics

KE Yu, HE Linghua, FU Xinying, WANG Wenya*

Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: Based on the principles of applied ergonomics, a rescue chamber is designed to better conform to human body mechanisms, in order to improve rescue efficiency and comfort. In the design process, focusing on the three essential elements of human, machine, and environment, this paper uses computer-aided design tools to establish models, ensuring that the design scheme can achieve the best results in practical operation. Through shock-absorbing design, secondary injuries during patient transportation are reduced. The height adjustable design allows medical staff to transport the injured faster, and suitable materials and colors are selected to meet the needs of the human body and mind. The research findings of this paper provide theoretical support and practical guidance for the design of future ambulance shelters, which will help improve the overall level of emergency medical services and create a safer and more efficient rescue environment for rescue personnel and patients.

Keywords: ergonomics; ambulance shelter; shock-absorbing design

引言

随着科技的发展和医疗设备的完善, 救护车作为转运病人^[1]、急求医疗的重要环节, 在救治病人方面起到无比关键的作用, 可迅速到达现场、提供医疗救和护送病人到达医院, 是救援伤员和挽救生命的重要工具^[2]。国内市场上目前存在救护仓有北京大学产业技术研究院设计的智能多方式急求转运仓, 具有精准温控, 立体转运, 多方式转运, 等功能, 可解决滑雪场复杂地形下伤员固定转运困难等问题。北汽福田张治红团队设计的负压救护车的设计制造具有对各种病毒及细菌进行杀灭和抑制的作用, 保证了进入负压隔离内的空气均为新鲜干净的空气, 提高了救治病人的效率^[3]。而另一方面与救护车搭配使用的救护担架也高速发展, 空军军医大学的雍伟团队研发的机载专用救护担架, 可多体位调节, 舒适, 安全, 可快捷调节伤员的体位^[4], 河北石家庄急救中心的冉丽华团队研制的车载多功能救护担架车, 可通过简单快速的变形来适应狭小的空间, 同时满足部分患者的特殊需求^[5]。以上设计并未与人体参数结合起来讨论设计, 救护担架, 救护仓, 救护车并未良好地结合, 且有病人在转运过程中的颠簸问题, 于此本文设计的救护担架, 救护仓与救护车相互结合更加安

全可靠, 快捷高效。

1 人机工程学救护仓结构设计

救护仓的尺寸设计是基于人机工程学极限设计原则、可调设计原则、动态设计原则进行设计的, 其中涉及了人体参数数据的应用。科学的尺寸设计和结构设计可以提高患者的安全性和获救率, 避免在转运途中造成二次伤害, 因此需要保证运输过程的平稳, 设计减震结构。

救护仓总装图设计如图 1 所示。

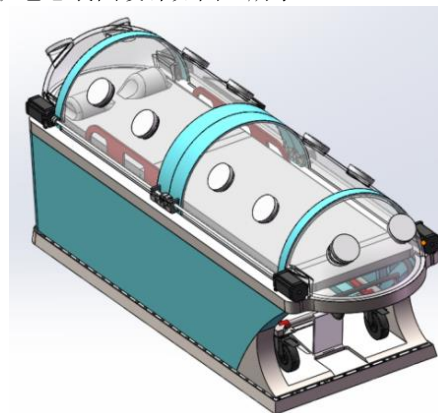


图 1 救护仓总装图

1.1 救护仓尺寸设计

医疗仓尺寸的选择对于伤者具有重要意义,其中表1、表2提供了18岁~70岁成年男性与女性的身体参数,男性身高在1.5~1.8m范围内,女性升高范围在1.4m~1.7m范围内,男性最大肩宽在0.398m~0.510范围内,女性最大肩宽在0.366m~0.470m范围内。

根据产品特点只需要一个人的尺寸百分位作为尺寸上限,故本产品采用II型产品尺寸设计中的大尺寸设计^[6]。

$$G_1 \geq J_{99} + X_1 + X_2 \quad (1)$$

式中: G_1 —救护仓适合伤者躺下的长度;

J_{99} —因为产品涉及到了人体健康、安全的产品,大百分位数选择P99;

X_1 —因为伤者在转运过程中会穿戴衣物,故穿鞋修正量为40mm;

X_2 —心里修正量为300mm。

$$G_1 \geq 1860 + 40 + 300 \quad (2)$$

$$G_1 \geq 2200 \quad (3)$$

故救护仓内长为1.87m。

$$G_1 \geq J_{99} + X_1 + X_2 \quad (4)$$

式中: G_2 —救护仓适合伤者躺下的宽度;

J_{99} —因为产品涉及到了人体健康、安全的产品,大百分位数选择P99;

X_3 —着衣着裤子修正量为15mm;

X_4 —心里修正量为30mm。

$$G_1 \geq 490 + 15 + 30 \quad (5)$$

$$G_1 \geq 535 \quad (6)$$

故救护仓内宽为5.35m。

高度为适合救护人员进行治疗,符合人体工学0.8m~0.9m,设计高度为0.85m。

表1 18岁~70岁成年静态人体尺寸百分位数

百分位数	1	5	10	50	90	95	99
身高/mm	1528	1578	1604	1687	1773	1800	1860
肩高/mm	1237	1279	1300	1373	1451	1474	1525
肘高/mm	921	957	974	1037	1451	1474	1525
上臂长/mm	277	289	296	318	339	347	358
前臂长/mm	199	209	216	235	256	263	274
大腿长/mm	403	424	434	469	506	517	537
小腿长/mm	320	336	345	374	405	415	434
肩最大宽/mm	398	414	421	449	481	490	510
臀宽/mm	291	303	309	334	359	367	382

1.2 救护仓减震设计

在转运伤员的路途中,会遇到各种各样的路况,车辆的颠簸会导致伤员的二次伤害,因此设计救护仓的减震结构,使伤员在转运过程中的安全和舒适,提高救治率。

如表2,表中为人体震动舒适性降低界限数值,且国

内救护车平均转运伤员的时间为10~18min,因此为保证有效舒适性,需将震动频率控制在5Hz以下^[6]。

表2 Z轴向(脚或臀部至头方向)震动加速度 a_z 的舒适性降低界限数值

频率 Hz	加速度 m/s^2								
	暴露时间								
	24h	16h	8h	4h	2.5h	1h	25min	16min	1min
1.00	0.09	0.14	0.2	0.34	0.44	0.75	1.13	1.35	1.78
1.25	0.08	0.12	0.18	0.30	0.40	0.67	1.00	1.19	1.39
1.60	0.07	0.11	0.16	0.27	0.36	0.60	0.89	1.08	1.46
2.00	0.06	0.10	0.14	0.24	0.32	0.54	0.79	0.95	1.27
2.50	0.06	0.08	0.13	0.21	0.29	0.48	0.71	0.81	1.13
5.00	0.04	0.07	0.10	0.17	0.23	0.37	0.57	0.67	0.89

在减震设计中通常会使用到减震弹簧,为保证减震弹簧的减震性能,使用寿命,尺寸大小,因此选用长125mm,负载50磅的减震弹簧。不同的减震排布具有不同的效果。

对此本设计使用矩阵式排列结构减震器减震,如图2:

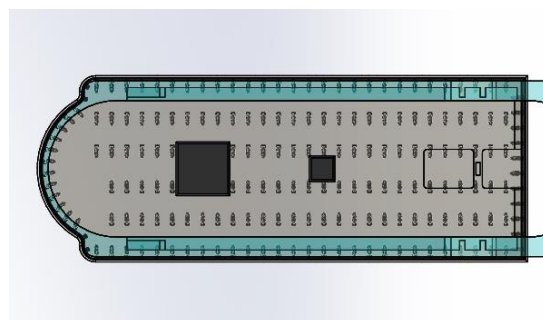
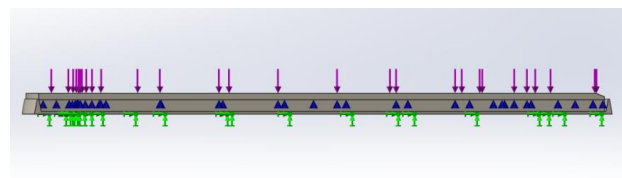


图2 矩阵式减震器结构

为验证减震设计是否有效,使用仿真软件进行底部进行震动频率分析。

对底部进行固定支撑,连接减震底板进行弹性支撑,法向受力:50(N/m)/m²,抗剪力:40(N/m)/m²,底部板与减震板材料均为普通碳钢。

底座上部进行医疗仓,救护担架,被救护人员模拟体重,外部载荷力,按条目:10kgf 共计300kg,模型类型为线性弹性各向同性,单位采用SI—N/m²(Pa)。如图为固定点分布与外部载荷分布



1-绿色箭头固定点,2-蓝色箭头弹性固定,3-紫色箭头外载

图3 固定点分布与外部载荷分布截面图

频率数为5,上界频率为100Hz,得到频率震动模拟如图。

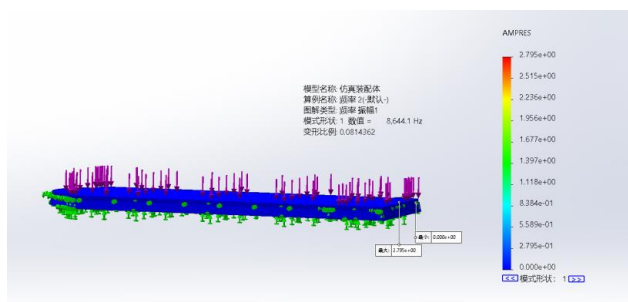


图4 震动频率模拟图

表3 模拟结果共振频率表

模拟号	频率 (rad/秒)	频率 (赫兹)	加速度	周期 (秒)
1	54,313	1.1	1.232	0.00011569
2	67,808	2.23	0.952	9.2661e-05
3	73,150	2.75	0.831	8.5894e-05
4	81,400	3.54	0.801	7.7189e-05
5	98,798	4.23	0.758	6.3597e-05

表3所示表示在时间与频率一定的情况下,加速度与舒适度呈现正相关。表3五次模拟符合舒适度要求,震动幅度符合5Hz内,舒适度符合振动幅度要求。

1.3 救护仓封闭设计

为了防止在转运伤员的过程中,伤员失温,细菌感染,因此设计封闭仓,且为了方便医生进行救治设计了可开口。封闭的环境会造成患者的密闭恐惧症状,影响病人的心理健康,对此封闭结构使用PVC软玻璃塑料透密材料消除伤员的心里恐。

同时使用步进电机控制封闭仓的开启与闭合,更加方便救护人员的操作,防止伤员的外部感染,如图6所示。

2 人机工程学救护担架设计

救护担架作为救护车救治伤者的一部分,多年以来有不同的样式,但都存在一些缺陷,例如在救治伤者时遇到复杂路况,上坡等会耗费时间与救治者的体力,很可能还会对救治者造成伤害,因此设计助力担架使其抬升不耗费人力,达到高效高质量的伤后运送,如图7为助力担架模型图。



图5 助力担架模型图

2.1 救护担架助力结构设计

为调节担架上升与下降高度,做以下设计图6为担架

下降高度最低结构图。

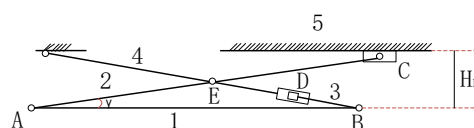


图6 担架下降高度最低结构图

此时 $\gamma = 5.73^\circ$, $L_{AC} = 2000\text{mm}$ 。

$$H_{\min} = L_{AC} \cdot \sin \gamma \quad (7)$$

$$H_{\min} = 199.32\text{mm} \quad (8)$$

设计最大上升高度,如图7为担架上升高度底最高结构图。

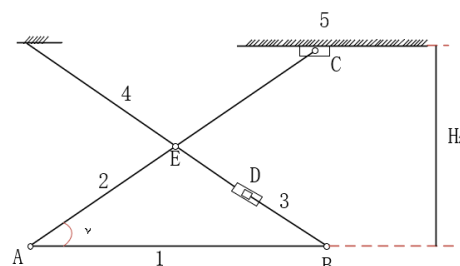


图7 担架上升高度底最高结构图

此时 $\gamma = 15.96^\circ$, $L_{AC} = 2000\text{mm}$ 。

$$H_{\max} = L_{AC} \cdot \sin \gamma \quad (9)$$

$$H_{\max} = 549.93\text{mm} \quad (10)$$

符合运输人员的舒适度,助力担架的高度范围为20~55cm,符合人体工学,省力高效。设计中选用液压杆实现担架的上升和下降,如表5。液压杆峰顶功率极高,负荷等级极高,使用寿命长等优点,符合救护担架工作环境的特性。

自主折展机构是完成助力担架平稳的关键,本结构采用连杆机构进行折展结构设计。以下为设计该结构的三个约束条件。

(1) 机构自由度保证为1,保证机构有确定的运动状态。

(2) 救护担架结构紧凑,结构占据空间小。

(3) 选用液压杆为唯一驱动时,为减轻重量,选用小型电机。

根据以上要求,结构设计方案如图8。

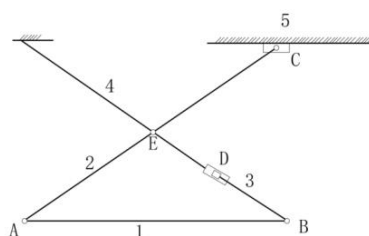


图8 救护担架结构简图

该结构共两个机架、5个运动构件、5个转动副和2

个移动副, 根据平面连杆自由度公式可得

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 1 \quad (11)$$

由此该结构满足设计要求。

3 救护仓传感器设计

在医疗救护仓中设计温度传感器、湿度传感器和心率传感器, 确保患者在救护过程中得到最佳的护理和保障。

温度传感器: 及时调整: 当温度超出设定范围时, 系统可以自动调整, 确保患者始终处于安全温度环境中。心率传感器: 心率异常可以触发警报, 提醒医护人员注意患者的紧急状况, 及时处理。

4 基于人机工程学的材料与色彩选用

在救护仓和救护担架的设计中, 材料的选用至关重要, 它不仅关系到产品的结构强度和耐用性, 还直接影响到使用者的安全和舒适度。基于人机工程学的原则, 主要考虑了以下几个方面来选择合适的材料: 轻量化: 为了降低救护车的整体质量, 提高燃油效率和行驶性能。无毒性: 所有选用的材料均符合相关医疗设备的无毒标准, 以确保在救治过程中不会对患者造成二次伤害。综上所述, 选用了铝合金作为支架、高强度塑料作为保护壳、不锈钢等具有轻量化、防腐蚀、易清洁和无毒特性的材料来制造救护仓和救护担架。

5 结语

基于人机工程学的救护车救护仓设计研究, 不仅深入探讨了现有救护仓与救护担架的不足, 更从人体机理出发,

提出了一系列创新性的设计理念和解决方案。通过科学分析人体尺寸数据, 设计符合人体工学的救护仓尺寸, 旨在提高患者的安全性和舒适度。同时, 结合先进的减震技术, 经过模型模拟验证, 有效降低了转运过程中因车辆颠簸对患者造成的二次伤害风险。此外, 封闭式设计的应用不仅防止了患者失温和细菌感染, 还兼顾了患者的心理健康。

【参考文献】

- [1] 钟南山, 辜嘉. 改良救护车急救系统提高危重病人存活率——救护车增设便携式气管插管系统和呼吸机势在必行[J]. 集成技术, 2013, 2(6): 100-102.
- [2] 陈俊. 救护车接诊严重创伤病人现场和转运途中救治体会[J]. 岭南急诊医学杂志, 2010, 15(5): 395-396.
- [3] 冉丽华, 范彦军, 王树盘, 等. 车载多功能救护担架车研制与开发[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2018, 13(4): 375-377.
- [4] 雍伟, 国佳, 江琅, 等. 机载专用救护担架的研制[J]. 医疗卫生装备, 2023, 44(7): 49-52.
- [5] 张治红, 宋淼, 郭颖. 疫情防控紧急条件下负压救护车的设计制造[J]. 专用汽车, 2022(5): 53-55.
- [6] 郑珍妮. 基于人机工程学的电动摇椅设计及仿真研究[D]. 辽宁: 辽宁工程技术大学, 2023.

作者简介: 柯宇(2002—), 男, 本科生, 主要从事机械设计制作及其自动化专业的学习与研究; *通信作者: 王文亚(1988—), 女讲师, 硕士, 主要从事机械设计。