

基于 Ramsis 的人机工程学边界人体求解方法

王晓杰¹, 孙嘉伟², 张慧卿¹

(1.北京汽车股份有限公司, 北京 101300;2.北京理工大学, 北京 100081)

摘要: 人体模型是人机工程学中的重要校核工具,需具有较高的准确性和代表性。文中基于 Ramsis,根据影响人体模型选择的因子数量,对简单问题和复杂问题进行划分,从这两个方面分别阐述人体模型的建立方法,进而得出不同约束条件下的人体模型即边界人体,并以驾驶室人因分析为例,验证了该方法的可行性。

关键词: 汽车;边界人体;人机工程学;Ramsis

中图分类号:U462

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)03-0001-03

Ramsis 是一种用于乘员仿真和汽车人因工程设计的高效 CAD 工具,其人体测量编辑器和人体数据库提供了参数化人体模型,能模拟仿真驾驶员行为,在产品开发初期在只有 CAD 数据的情况下就可进行人因分析。汽车设计过程中,人因工程的人体模型一般选取 5%、50%、95% 人体作为校核对象。Ramsis 未明确给出上述人体模型的定义,而是将人体尺寸分为身高、坐高、腰围,其中身高分为 very tall(很高)、tall(高)、medium(中等)、short(矮)、very short(很矮)5 个维度,坐高分为 short torso(长躯干)、medium torso(中等躯干)、long torso(短躯干)3 个维度,腰围分为 small waist(小腰围)、medium waist(中等腰围)、large waist(大腰围)3 个维度,共有人体尺寸组合 $5 \times 3 \times 3 = 45$ 种,人体模型更细致,分析工作量也更大,增加了产品研发的时间成本。该文提出一种寻找分布在人体尺寸边缘的具有代表意义的人体模型的方法,即边界人体,应用 Ramsis 进行工效学时,只需对边界人体进行校核,就能代表整个群体,从而减少分析样本量。将寻找到的边界人体建立尺寸库、姿态库、任务库,

可进一步提高 Ramsis 在人机工程中的应用效率。

1 人体模型数据采集和分析

应用人机工程学原理进行汽车产品设计时,先要明确目标人群的人体数据分布特点,以此作为布局 and 尺寸设计依据,使设计方案能适合人群中的绝大多数个体。根据身高、坐高、腰围对汽车设计的影响,将腰围设定为比例人群最高的中等身材,将组合简化成男女样本各 $5 \times 3 = 15$ 种,共 30 种组合。Ramsis 数据样本如下:拟 2017 年开始研发新产品,预计研发周期 36 个月,首个生命周期 5 年,分析汽车产品符合 2025 年人体的需求。

为了便于分析和统计,规定人体尺寸代号如下:身高维度为 very short、short、medium、tall、very tall,其中 very short、very tall 分别简写为 VS、VT,男性人体样板身高代号为 VS、S、M、T、VT,女性人体样板身高代号为 FVS、FS、FM、FT、FVT (F=female);坐高维度为 short torso、medium torso、long torso,代号为 S、M、L。统计 Ramsis 人体库 2025 年男性、女性的人体尺寸参数,结果见表 1。

表 1 Ramsis 人体尺寸数据采集

	mm									
男性	VS	PER	S	PER	M	PER	T	PER	VT	PER
S	1 624.0	6.2	1 658.0	16.7	1 718.6	51.9	1 771.6	82.6	1 816.1	95.4
M	1 621.2	5.7	1 658.9	17.1	1 716.8	50.7	1 769.6	81.7	1 808.7	94.0
L	1 607.5	3.5	1 656.9	16.2	1 700.9	40.2	1 769.5	81.6	1 801.7	92.5
S	853.3	0.9	871.6	3.7	895.7	15.7	923.9	46.2	935.3	60.6
M	886.7	9.8	903.6	22.6	928.8	52.4	950.1	77.2	966.5	89.9
L	911.7	31.2	941.6	68.2	953.5	80.4	980.9	95.9	997.1	98.8
S	770.7	—	786.4	—	822.9	—	847.7	—	880.8	—
M	734.5	—	755.3	—	788.0	—	819.5	—	842.2	—
L	695.8	—	715.3	—	747.4	—	788.6	—	804.6	—

续表 1

女性	FVS	PER	FS	PER	FM	PER	FT	PER	FVT	PER
S	1 525.5	6.4	1 558.2	17.7	1 611.8	52.5	1 663.3	84.1	1 714.7	97.4
M	1 526.8	6.7	1 557.9	17.6	1 609.6	50.6	1 663.5	84.2	1 698.3	95.0
L	1 522.9	5.8	1 555.6	16.5	1 600.8	44.2	1 663.1	84.1	1 724.0	95.6
S	807.6	1.1	820.1	3.1	843.6	14.6	864.0	36.6	890.7	72.2
M	839.1	11.4	855.3	26.0	876.3	53.4	897.5	79.5	912.6	91.2
L	868.5	42.7	890.0	71.4	902.9	84.4	932.0	97.9	942.3	99.1
S	717.9	—	738.1	—	768.2	—	799.3	—	824.0	—
M	687.7	—	702.6	—	733.3	—	766.0	—	785.7	—
L	654.4	—	665.6	—	697.9	—	731.1	—	781.7	—

2 边界人体求解方法

2.1 简单问题的边界人体求解方法

对于简单的一维设计问题,先确定与设计问题相关的人体尺寸,然后根据这些人体尺寸的分布和设计问题的特点选择合适的人体尺寸组合作为设计参考值。以汽车顶棚高度设计为例,应保证座椅到汽车顶棚的距离满足企业标准,需选择大尺寸人体进行设计。如表 2 所示,Ramsis 数据库中身高 very tall 中最大人体尺寸为 1 816 mm,其坐高为 935.3 mm;最小人体尺寸为 1 801.7mm,其坐高为 997.1 mm。二者对比,发现身高最高的人,其坐高不一定最高,仅凭身高维度选择人体会造成顶棚设计偏差,无法满足坐高最高的人的需求。

表 2 一维问题尺寸样本对比

尺寸规格	身高/mm	坐高/mm	模型选择判定
very tall	1 816.0	935.3	错误
very tall	1 801.7	997.1	正确

如图 1 所示,对于顶棚设计,需选择的边界人体为身高 very tall 中坐高最高的人体尺寸,即 VT-L-M(身高-坐高-腰围)。同理,在其他场景人体建模中,应先确定人体尺寸组合,再找出该场景对应的单一尺寸因子,利用统计学从若干样本中筛选出边界人体。

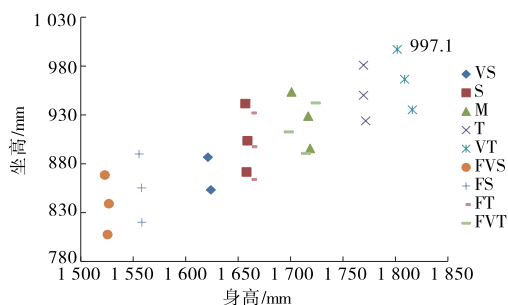


图 1 顶棚设计边界人体的选择

简单问题亦可是多个无关联的一维问题的组合,如顶棚高度除身高、坐高外,还可增加臂长的单一尺寸因子,从而确定选定的边界人体设计的顶棚高度合理性,评价是否满足人体对安装在顶棚零部件的操作便利性。

2.2 复杂问题的边界人体求解方法

复杂问题边界人体受多因素影响,不具有单调性,制约因子间相互影响,无法通过数据统计直观地选取人体尺寸组合。若简单地根据人体尺寸组合或人体百分位确定产品尺寸,将造成人因分析不合理。为此,通过 Ramsis 软件建立任务模型,在庞大的人体数据样本中确定适宜某项任务的边界人体,在任务和其他约束相同的条件下,遍历样本库中的所有人体尺寸,Ramsis 可自动计算人体模型在现有 CAD 几何模型下的实际最有可能的驾驶姿态,降低人为操作带来的不可控因素。通过分析最终的求解结果寻找规律,按照某种规律选取的个体所建立的人体模型就是执行该项任务的边界人体模型。

乘客舱的组合仪表布局设计就是典型的复杂问题。组合仪表视野涉及的人因要素包括身高、坐高、腿长、靠背角等多变量且非线性相关,各变量同时产生影响,通过 Ramsis 软件自动计算最适宜驾驶状态,采用图 2 所示男性人体样本组合 15 项,女性人体样本组合 15 项,共 30 项。

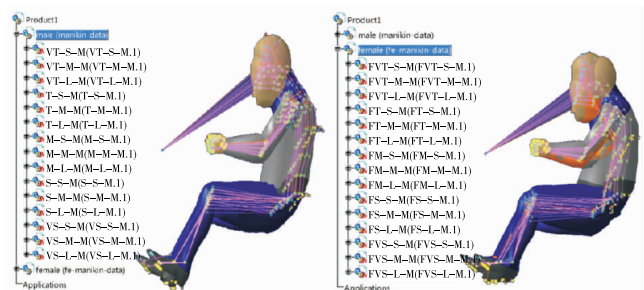


图 2 30 项人体样本数据建模

所有人体样本均对组合仪表执行观察动作,视点位于组合仪表中心点,从视野遮挡极限分析不同人体仪表可视性。Ramsis 任务设定步骤及方法:

(1) 人体数据建模。首先完成年龄组、国家、年份、运动范围、H 点、姿态模型、轮廓设置及显示皮肤点、人体模型框架等选项设定,然后通过 Ramsis Body Builder 模块定义人体模型尺寸参数。选择国家、年龄区间、参考年份、性别,然后输入百分位或数值定义身高、腰围和坐高 3 个关键尺寸(见图 3)。保存设定的人体尺寸,命名为 VT-L-M。选择之前定义的人体尺寸 VT-L-M,载入 Skin Points: MANV34。

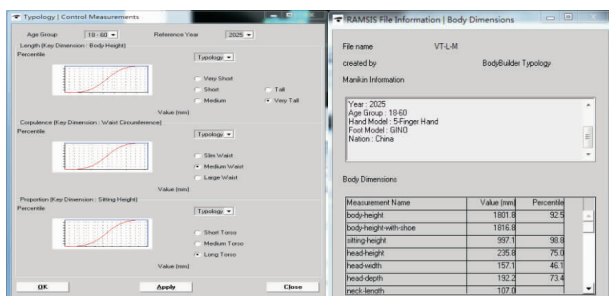


图 3 关键尺寸定义

(2) 定义任务约束,计算模拟任务姿态。设置组合仪表的约束项,包括 Targets 10 个约束、Grasping Mode 2 个约束、Pelvis 2 个约束(见图 4)。利用软件姿态预测模块生成并保存任务和姿态,男性人体仪表视野任务及姿态命名为 YBSY-1,女性人体命名为 YBSY-2(见图 5、图 6)。

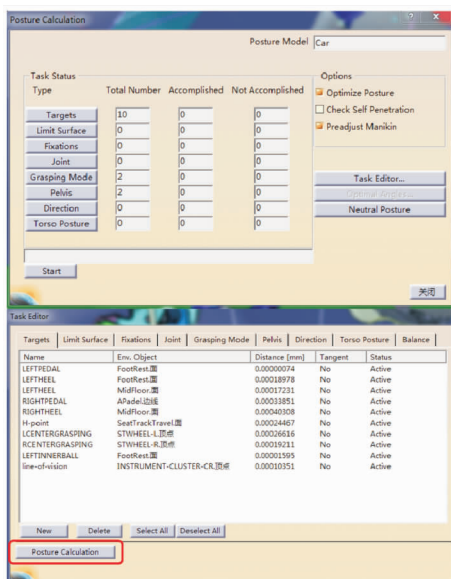


图 4 任务约束

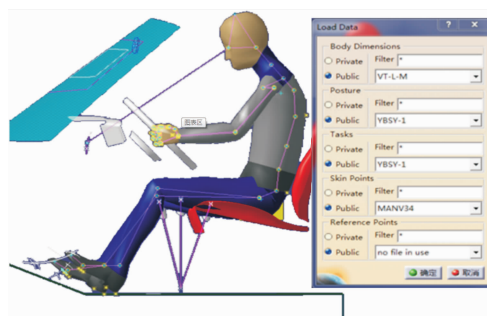


图 5 男性人体姿态库

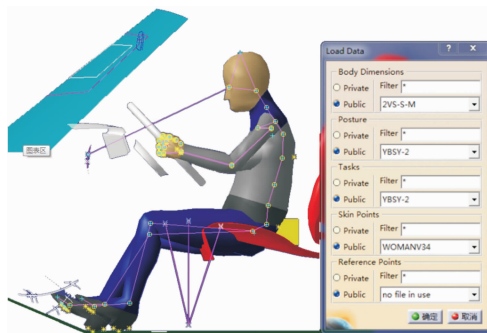


图 6 女性人体姿态库

(3) 组合仪表可视性分析。从 30 个人体样本观察组合仪表的任务状态可看出:VT-L-M 人体模型的视野线最靠上,易被方向盘轮缘上部遮挡形成盲区;FVS-S-M 人体模型的视野线靠下,易被方向盘辐条遮挡形成盲区。根据图 7 所示分析结果,可确定人体样本中 VT-L-M 和 FVS-S-M 人体模型为可视性分析的边界人体。

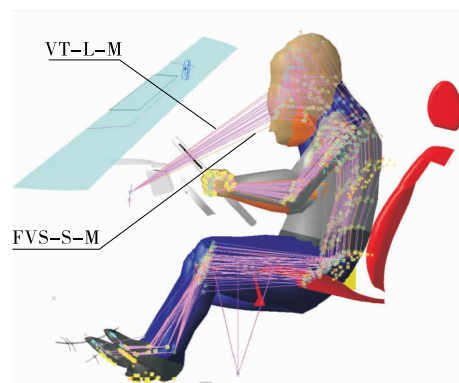


图 7 观察组合仪表视野线分布

在开展组合仪表布局设计时可采用上述边界人体进行评估,减少工作量,提高效率,并规范设计方法,提高 Ramsis 应用的一致性和可靠性。基于 Ramsis 边界人体确定方法及目前驾驶室布局设计,

(下转第 7 页)

添加了含硫型添加剂,在摩擦过程中,添加剂中的硫元素与铁发生摩擦化学反应生成一层含有铁的化合物材料层,能谱结果也证实汽油机油中确实含有对环境有害的元素。

3 结论

(1) 榕树叶表蜡质主要由酸、醇、酯等有机物组成,含蜡质润滑油具备完全生物降解性能,蜡质作为发动机润滑油添加剂可满足环保要求。

(2) 在合成酯中添加榕树叶表蜡质具有比汽油机油更优异的摩擦学性能,榕树蜡质组分质量分数为2%时润滑油的摩擦磨损性能最优。

(3) 蜡质优异的摩擦学性能归因于蜡质添加剂成分中的酸、醇、酯等在摩擦表面生成以C—H—O为主的润滑油膜。

参考文献:

- [1] 陈尚珊. 燃用甲醇汽油(M15)发动机润滑的研究[J]. 公路交通科技, 1987, 4(1).
[2] 刘玉梅, 李雪海, 苏建, 等. 车用润滑油劣变状态在线监

- 测系统开发[J]. 公路交通科技, 2009, 26(11).
[3] 彭高宏. 汽车发动机起动机预润滑技术研究综述[J]. 公路与汽运, 2015(1).
[4] 阿里, 于唯, 李诺, 等. 甲醇汽油发动机润滑油抗磨性的改进[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2013, 33(1).
[5] 张金玲. 汽车发动机润滑养护与常见故障诊断方法分析[J]. 内燃机与配件, 2017(18).
[6] 许晓春. 植物叶片提取物作为添加剂在铝—钢摩擦副下的摩擦学性能[J]. 科学通报, 2014, 59(36).
[7] 马婧雯. 不同地域云杉表面蜡质的润滑性能研究[J]. 机械工程学报, 2017, 53(3).
[8] 王涛, 李宏玲, 孙晋松, 等. 润滑油对变速器传动效率的影响研究[J]. 客车技术与研究, 2015(6).
[9] 赵民章. 车辆集中润滑高粘稠度油脂应用技术[J]. 客车技术与研究, 2009(2).
[10] 袁荔. 沙棘油的提取及摩擦学性能研究[J]. 润滑与密封, 2017, 42(2).
[11] 李灵之, 马杰, 向建华, 等. 植物角质层内外蜡质的差异及其与抗逆性的关系[J]. 植物生理学报, 2011, 47(7).

收稿日期: 2017-12-04

(上接第3页)

建立边界人体可普及到正常驾驶姿态、直接视野(组合仪表视野)、间接视野(内外后视镜视野)、换挡器操作、手刹操作、开关操作、驾驶员扶手高度、行李箱开启等多项工效学评估中。将寻找到的边界人体建立尺寸库、姿态库、任务库(见图8),可进一步提高Ramsis在人机工程中的应用效率。

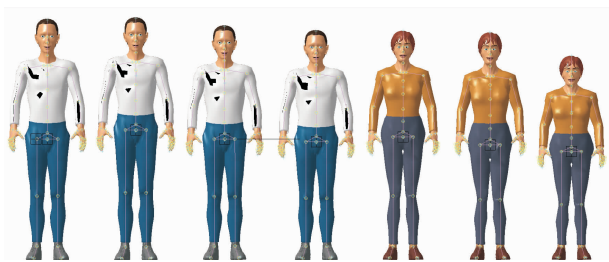


图8 边界人体库

3 结语

边界人体库、姿态库、任务库的建立不局限于完成上述工作,旨在提出一种研究方法,通过Ramsis软件分析某项任务存在的规律,寻找处于分布边缘的具有代表意义的个体,通过对该个体进行工效学

分析,能有效反映群体内其他人体的情况,进而达到减少分析样本量、提高工作效率的目的。数据库可根据驾驶室布局中的工作需要不断扩展和完善,亦可根据国家、客户群体、产品类型及周期的不同建立不同边界人体库。

参考文献:

- [1] 伍毅. 基于RAMSIS的A类乘用车内部人机工程布置设计方法研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2012.
[2] 任金东. 汽车人机工程学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2010.
[3] 周一鸣, 毛恩荣. 车辆人机工程学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999.
[4] 王欣. 有限元人体模型的分析和应用[J]. 客车技术与研究, 2006(2).
[5] 陈培哲, 孙宝忠. 基于人机工程学的客车变速操纵系统设计[J]. 客车技术与研究, 2010(5).
[6] 任金东, 范子杰, 黄金陵. 数字人体模型技术及其在汽车人机工程设计中的应用综述[J]. 汽车工程, 2006, 28(7).

收稿日期: 2017-11-01