

# 基于正向人机工程的整车主要尺寸控制策略研究

汪万松 赵召勇

(浙江远程商用车研发有限公司, 杭州 310018)

【欢迎引用】汪万松, 赵召勇. 基于正向人机工程的整车主要尺寸控制策略研究[J]. 汽车文摘, 2023(5): 45-52.

【Cite this paper】WANG W S, ZHAO Z Y. Control Strategy Research on Vehicle Major Dimensions Based on Positive Ergonomics[J]. Automotive Digest(Chinese), 2023(5): 45-52.

【摘要】正向人机工程开发遵循“以人为本、由内向外、内外结合、统筹分配”原则。基于正向人机工程开发原则,定义整车尺寸链,实现整车人机操作舒适性、视野安全性、仪表可视性整车性能。优秀的人机工程控制策略,有利于整车平台化、系列化开发及产品竞争力提升。重点阐述基于正向人机工程的整车10个关键尺寸控制方法和整车X、Y、Z方向尺寸链控制策略,为产品平台车型主要尺寸开发奠定基础。

关键词: 人机工程; 尺寸链; 控制策略

中图分类号: U462.2+2

文献标识码: A

DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20220123

## Control Strategy Research on Vehicle Major Dimensions Based on Positive Ergonomics

Wang Wansong, Zhao Zhaoyong

(Zhejiang Farizon Commercial Vehicles Research and Development CO., LTD., Hangzhou 310018)

【Abstract】The positive ergonomics development follows the principle of “people oriented, from inside to outside, inside and outside combination, distribution as a whole”. Based on the positive ergonomics principle to define the vehicle dimension chain, the man-machine's operation for vehicle comfort, vision field security, instrument visibility performance and other vehicle performance can be achieved. Excellent positive ergonomics control strategy is beneficial to vehicle platforms and series development, which improve the competitiveness of products. In this paper, based on positive ergonomics, 10 key dimensions of the vehicle control method and the X, Y, Z direction dimension chain control strategy are elaborated emphatically, so as to pave the basis for research and development of platform vehicle models.

Key words: Ergonomic, Dimension chain, Control strategy

### 缩略语

BOF Ball Of Feet

SWC Steering Wheel Centre

AHP Accelerator Heel Point

SgRP Seating Reference Point

### 0 引言

汽车整车的外廓尺寸状态是由关键尺寸和人机硬点确定的,整车主要尺寸包括:整车外形长宽高尺寸、轮胎型号、轴距、轮距、前悬、后悬、接近角和离去角、最小离地间隙、前上下视野和头部空间、油门踏板中心点、驾驶员人体姿态和H点、驾驶员肩部和臀部空间、转向盘中心点和后排H点。在整车设计阶段,

控制好整车主要尺寸和人机硬点是达成整车主要性能的基础,是达到市场定位和满足消费者需求的基础。因此,掌握好整车主要尺寸和人机硬点的控制思路和方法具有十分重要的意义。

本文提出基于正向人机工程的整车关键尺寸设定思路 and 具体方法,帮助整车总布置人员科学、高效设定整车关键尺寸,对平台车型的整车关键尺寸链的设定具有实际指导意义。

### 1 整车主要尺寸参数控制方法

根据产品研发流程,整车布置是先由产品规划提出车型级别、参考车型、外形目标尺寸、初步性能要求,整车总布置根据对标车的加速踏板参考点、 $H_{30}$ (人体坐姿高度)、人体姿态、前后上下视野、肩部空间

等确定驾驶员初步人体姿态;根据驾驶员人体姿态确定转向盘的初步位置、3个踏板位置和其它相关部件位置;根据转向盘的位置确定组合仪表的位置;通过人机操作舒适性(包括转向盘布置校核、3个踏板布置校核、换挡布置校核、头肩部空间校核)和视野合理性校核,保证整车主要部件能使驾驶员看得清、摸得着、操作方便舒适。所以整车布置是以人为中心、满足人的需求来进行设计,整车主要尺寸控制思路可以总结为“以人为本,由内到外,内外结合,统筹分配”的指导思想,先以人机工程为本,设定好与人机工程相关尺寸参数,再结合需要的空间定义,确认整车X、Y、Z方向尺寸链的合理性,以满足整车性能目标要求。整车X、Y、Z坐标系定义参考SAE J1100 NOV2009<sup>[1]</sup>。

人机工程参数设定的合理性是整车关键尺寸参数设定的关键,与人机工程强相关的10个关键尺寸设定尤其重要,包括:

- (1)驾驶员人体坐姿 $H_{30}$ 设定。
- (2)驾驶员的人体姿态设定。
- (3)驾驶员人机Y向值设定。
- (4)转向盘关键参数设定。
- (5)3个踏板位置设定。
- (6)关键视野线设定。
- (7)头部空间设定。
- (8)肩部和臀部空间设定。
- (9)前后排H点关系设定。
- (10)前悬尺寸 $L_{104}$ 设定。

### 1.1 驾驶员人体坐姿 $H_{30}$ 设定

驾驶员人体坐姿 $H_{30}$ 尺寸是确定人体姿态最重要的参数, $H_{30}$ 可以先设定一个初定值,再通过车型类型、人体姿态舒适、前方上下视野和头部空间是否满足人机舒适性来校核确定。 $H_{30}$ 初定值可以通过3步来确定。

- (1)充分对标至少3款以上同类车型 $H_{30}$ 值。
- (2)拟合出车高和 $H_{30}$ 值之间的比例关系。
- (3)通过综合校核人机舒适性、视野可视性、头脚步空间满足性来确定 $H_{30}$ 目标值。

### 1.2 驾驶员的人体姿态设定

驾驶员姿态的舒适性包括人体姿态角度设定和人体位置设定,即脚掌踏点(Ball Of Feet, BOF)在整车的位置。人体姿态角度设定可以分为3步实现。

(1)根据SAE J1517 OTC2011公式<sup>[2]</sup>,用 $H_{30}$ 的初定值计算出初始踏板角度,如式(1):

$$A_{47}=78.96-0.15\times H_{30}-0.0173\times H_{30}^2 \quad (1)$$

式中, $A_{47}$ 为初始加速踏板角度。

(2)参考SAE J1517 OTC2011中各百分位人体尺寸定义及公式<sup>[3]</sup>,制作SAE5%~95%男性人体H点座椅适应线。通过BOF点制作出座椅适应线,H点在SAE95%男性人体的座椅适应线和 $H_{30}$ 交点附近,从而确定H点的初步位置,且座椅的最大调节行程应大于座椅适应线范围(图1)。

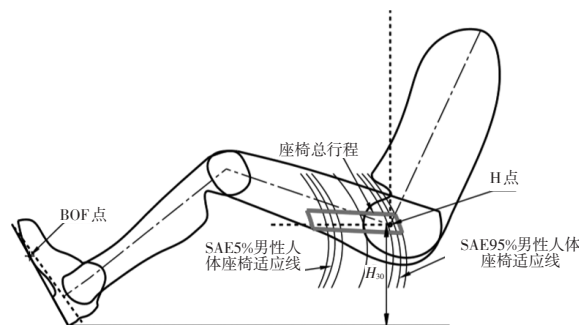
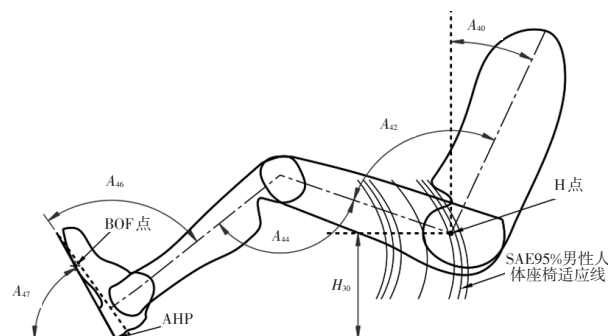


图1 座椅适应线

(3)统一设定踝关节角 $A_{46}=87^\circ$ ,根据人机工程推荐人体各姿态的舒适角度,确定人体姿态各角度值,符合人机工程要求(图2和表1)。



注: $A_{47}$ 为加速踏板角; $A_{46}$ 为踝关节角; $A_{44}$ 为膝部角; $A_{42}$ 为臀部角; $A_{40}$ 为靠背角

图2 人体姿态角度

表1 人体姿态推荐值<sup>[3]</sup>

人体姿态角	推荐值/(°)
$A_{40}$	12 ~ 25
$A_{42}$	85 ~ 110
$A_{44}$	95 ~ 120
$A_{46}$	87
$A_{47}$	45 ~ 60

### 1.3 驾驶员人体Y向值设定

驾驶员人体Y向值设定需要考虑4个因素:

- (1)对标竞品车相关尺寸参数。
- (2)驾驶员肩部空间,与门板间隙预留100~120 mm。
- (3)驾驶员脚部Z向空间预留270~300 mm,加速踏板距离地毯Y向空间>25 mm。

(4)转向系统转向轴线夹角应 $< 3.5^\circ$ ,满足转向波动率及布置空间要求。

### 1.4 转向盘关键参数设定

转向盘关键参数包括转向盘中心点位置、转向盘倾角和转向盘直径及转向盘视野校核。

#### 1.4.1 转向盘中心点位置设定

转向盘中心(Steering Wheel Centre, SWC)的初始位置(图3)可按式(2)、式(3)求出。

$$W_x = 640.1 - 0.103 25 - H_{30} - 0.00 05 \times H_{30}^2 \quad (2)$$

$$W_z = 405.17 + 0.87 \times H_{30} \quad (3)$$

式中, $W_x$ 为从BOF点起转向盘中心点X向距离; $W_z$ 为从脚踵点(Accelerator Heel Point, AHP)到转向盘中心点Z向距离。

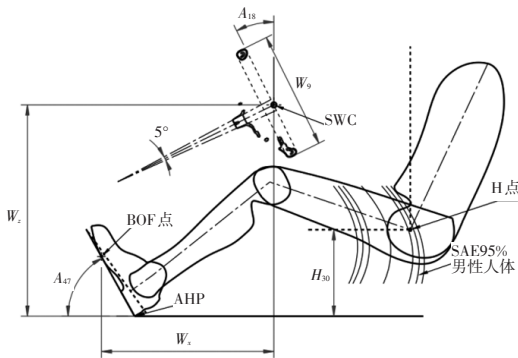


图3 转向盘中心点设定

转向盘中心点的最终布置位置应根据客户群的人体特点和习惯调整,调整范围Z向为 $\pm 25$  mm、Y向为 $\pm 30$  mm。

#### 1.4.2 转向盘倾角 $A_{18}$ 的设定

转向盘倾角 $A_{18}$ 的推荐公式如下:

$$A_{18} = 0.08 \times H_{30} + 3 \quad (4)$$

式中, $A_{18}$ 为转向盘初始位置倾角。

(1)转向盘倾角 $A_{18}$ 推荐值为 $22^\circ \sim 39^\circ$ ,转向盘上下调整角度为 $5^\circ$ 以内,前后调整距离为40 mm以内;

(2)转向盘最高极限位置与通过 $V_2$ 点的视野线与水平参考线夹角大于 $1^\circ$ (图4)。

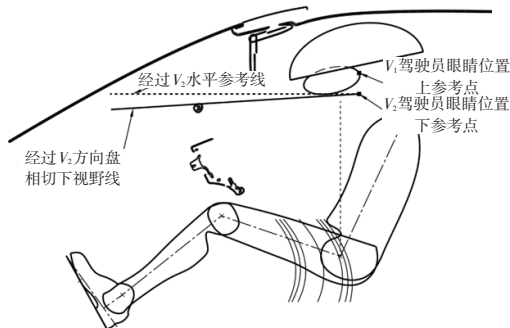


图4 转向盘最高极限位置校核

#### 1.4.3 转向盘外径设定

A类车转向盘外径 $W_0$ 推荐为380~390 mm,B类车转向盘外径 $W_0$ 推荐为420~560 mm。

#### 1.4.4 转向盘视野校核

转向盘的位置要满足组合仪表视野要求,包括眼椭圆中心点到组合仪表盘中心的距离 $L_1$ 要合理,既能保证驾驶员看清组合仪表上的指示灯,又能保证转向盘在上下调节时,组合仪表显示符号在组合视野可视区域内,即视距 $L_1 < 800$  mm;组合仪表数字盘与视距 $L_1$ 夹角 $A_1$ 为 $90^\circ \pm 10^\circ$ <sup>[3]</sup>(图5)。

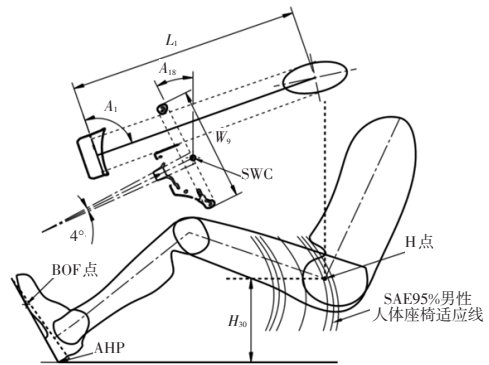


图5 组合仪表视野视距<sup>[3]</sup>

#### 1.4.5 转向盘位置空间校核

转向盘布置位置初步确定后还要检查如下要点:

(1)转向盘中心至驾驶员座椅中心平面的距离应 $\leq 15$  mm,且偏向 $Y_0$ 平面。

(2)转向盘偏心距为0~5 mm。

(3)转向盘中心到H点X向距离为400~420 mm。

(4)偏离俯倾角 $< 1.5^\circ$ 。

(5)转向盘下端与人体大腿中心线距离为70~100 mm。

(6)转向盘与组合仪表罩的最小距离 $> 60$  mm。

(7)转向盘与门板间隙为110~120 mm,避免操作时与门板干涉。

(8)转向盘与组合开关手柄间隙 $> 40$  mm。

### 1.5 3个踏板位置设定

3个踏板包括加速踏板、制动踏板和离合踏板,电动车只包括加速踏板和制动踏板。

#### 1.5.1 3个踏板中心位置设定(图6)

从AHP点计算Z向高度,加速踏板中心点高度:

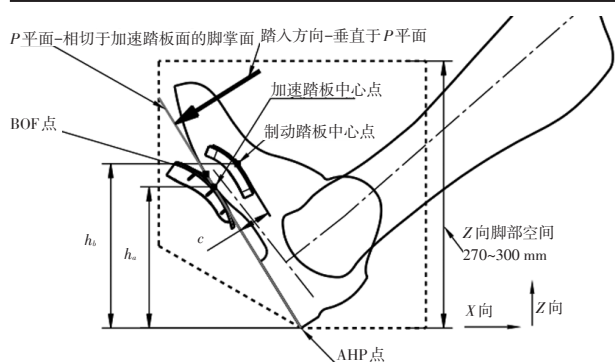
$$h_a = -0.2 \times H_{30} + 210 \quad (5)$$

式中, $h_a$ 为加速踏板中心点高度。

制动踏板和离合踏板中心点高度计算公式如下:

$$h_b = -4 \times 10^{-4} \times H_{30}^2 + 4 \times 10^{-2} \times H_{30} + 200 \quad (6)$$

式中, $h_b$ 为制动踏板和离合踏板中心点参考高度。



注: P平面为相切于加速踏板面的脚掌面; 踏入方向为垂直于P平面; c为加速踏板与制动踏板面高度差

图6 驾驶员脚步空间

### 1.5.2 3个踏板空间位置关系设定

以驾驶员人机Y向为基础布置3个踏板, 3个踏板尺寸和空间关系满足驾驶员左右脚人机操作空间要求。具体布置空间推荐距离, 见表2。

表2 3个踏板布置空间推荐值 mm

加速踏板/制动踏板面高度差( $c$ )	30 ~ 45
离合/制动踏板面高度差	0 ~ 10
加速踏板中心到AHP点的高度	120 ~ 155
制动踏板中心到AHP点的高度	160 ~ 185
离合踏板中心到AHP点的高度	160 ~ 185
离合踏板宽度	50 ~ 70
制动踏板宽度	100 ~ 13(AT) 50 ~ 70(MT)
加速踏板宽度	40 ~ 55
加速/制动踏板的横向距离	$\geq 60$
制动踏板/离合踏板的横向距离	$\geq 65$
离合踏板到歇脚板的横向距离	$\geq 140$
制动踏板到人体中心横向距离	50 ~ 180
离合踏板到人体中心横向距离	50 ~ 180
油门踏板下极限与地毯的距离	$\geq 15$

### 1.5.3 脚步空间设定

驾驶员脚步空间(图6)要满足如下要求:

(1) 踏入方向踏板中心高度差  $c$  为 35 ~ 45 mm; 防止驾驶员误踩。

(2) 脚步空间 AHP 到仪表台下沿 Z 向距离为 270 ~ 300 mm。

(3) 离合踏板距离地毯 Y 向  $\geq 140$  mm。

(4) 加速踏板距离地毯 Y 向  $\geq 25$  mm。

### 1.6 关键视野线设定

视野线用来校核人机工程参数设定的是否合理, 保证驾驶员能够看得见、看得清。关键视野线包括前方上下视野、后方上下视野、前风透明区域、组合仪表

防反光、炫目。

#### 1.6.1 前方上下视野

(1) 前方上视野: 根据 GB 7258—2017<sup>[4]</sup>《机动车运行安全技术条件》, 通过  $V_1$  点能够看到车头向前 12 m、高 5 m 处的交通灯(图7)。

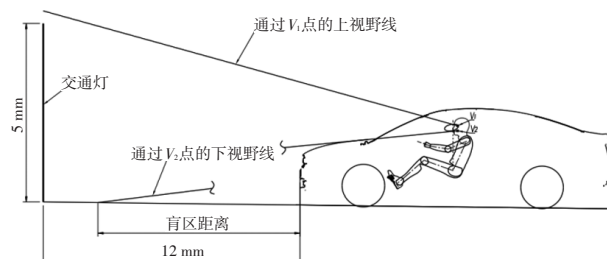


图7 前方上视野要求

(2) 前方下视野: 通过  $V_2$  点作与发动机罩盖断面相切直线与水平直线夹角要求大于  $5^\circ$ , 即下视野角度要  $>5^\circ$ , 车头前下视野盲区距离  $< 6$  m 为好。前方下视野评价要求见表3。

表3 前方下视野评价要求

盲区距离/m	评价标准
$< 6$	好
6 ~ 8	良好
$> 8$	一般

注: 盲区距离为车辆最前端到交通灯的距离

#### 1.6.2 后方上下视野

(1) 后方上视野: 要求通过驾驶员的眼椭圆上参考点  $V_1$  与后车窗玻璃上黑边的连线同水平线的夹角  $> 3^\circ$ (图8)。

(2) 后方下视野: 要求通过驾驶员的眼椭圆的下参考点  $V_2$  与后风窗玻璃下黑边连线同水平线的夹角  $> 1^\circ$ 。

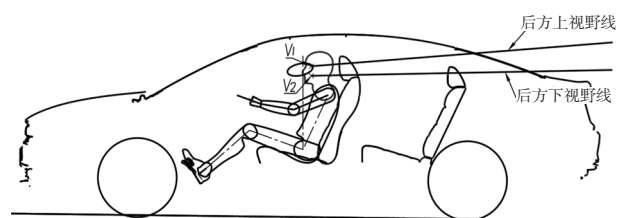


图8 后方上下视野线

#### 1.6.3 前方透明区域

根据 GB 11562—2014《汽车驾驶员前方视野要求及测量方法》<sup>[9]</sup>, 汽车驾驶员前方视野设计和测量方法要求前风窗玻璃至少包含:

(1)  $V_1$  点水平向前偏左  $17^\circ$  的基准点  $a$ 。

(2)  $V_1$  点向前在垂直平面内偏上  $7^\circ$  的基准点  $b$ 。

(3)  $V_2$  点向前在垂直平面内偏下  $5^\circ$  的基准点  $c$ 。

在汽车纵向对称面内的另一侧应增加与  $a$ 、 $b$ 、 $c$  对称的基准点  $a'$ 、 $b'$ 、 $c'$  (图9)。

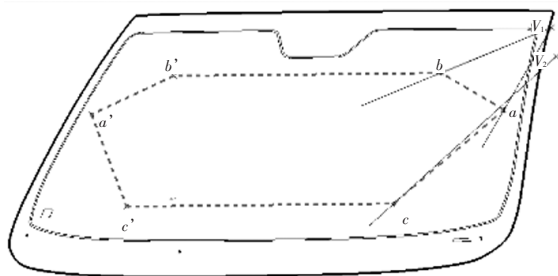


图9 前方透明区域<sup>[6]</sup>

### 1.6.4 组合仪表视野

利用95%眼椭圆和转向盘上轮缘的下边缘和轮辐的上边缘做出2条相切线,此切线的范围与组合仪表刻度盘的交线即为直视的可视区域,仪表盘应在可视范围内(图10)。

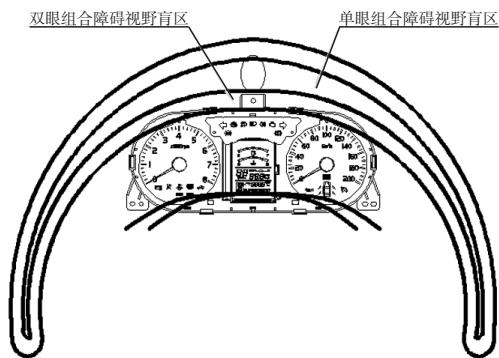


图10 组合仪表视野可视区域

## 1.7 头部空间设定

头部空间为95%的驾驶员头部包络与车身、顶棚、侧围的距离,头部空间包括头部Z向空间,头部Y向空间和头部Y向30°空间。

(1)对应头部空间的Z向距离  $H_{35}$  要求在30~120 mm。

(2)头部空间的Y向尺寸  $W_{35}$  要求在40~150 mm。

(3)头部空间的Y向30°角  $W_{27}$  尺寸要求在40~150 mm(图11)。

头部空间还决定整车高度尺寸,在设定整车高度时还要考虑顶棚加上天窗的布置高度,高度需要预留40~60 mm,整车人体中心处和整车  $Y_0$  处高度差为15~25 mm(即预留造型高度)。

## 1.8 肩部和臀部空间设定

### 1.8.1 肩部空间 $W_3$

肩部空间  $W_3$  主要指驾驶员坐入车后肩部与门内饰板的距离,在H点上254 mm处量取门护板间最小间隙,此间隙需要满足如下推荐值。

(1)2座乘员肩部空间  $\geq 2 \times (W_{20} + 340)$  mm。

(2)3座乘员肩部空间  $\geq 1490$  mm。

(3)紧凑SUV肩部空间  $\geq 1400$  mm。

(4)中型SUV肩部空间  $\geq 1500$  mm。

(5)大型SUV肩部空间  $\geq 1600$  mm。

注:  $W_{20}$  为驾驶员H点与整车  $Y_0$  平面的距离。

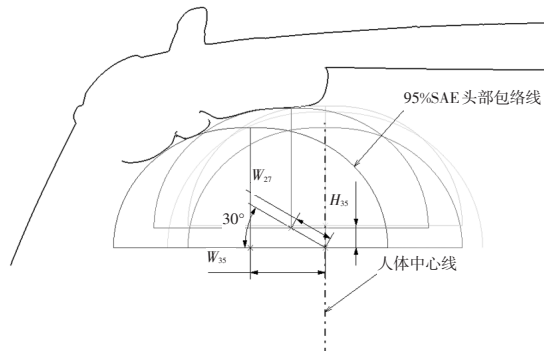


图11 头部空间设定

### 1.8.2 臀部空间 $W_5$

臀部空间  $W_5$  是指驾驶员坐入车后臀部与门内饰板的距离,在乘坐基准点(Seating Reference Point, SgRP)上76 mm,前后76 mm,下25 mm所围成区域的最小值(图12)。

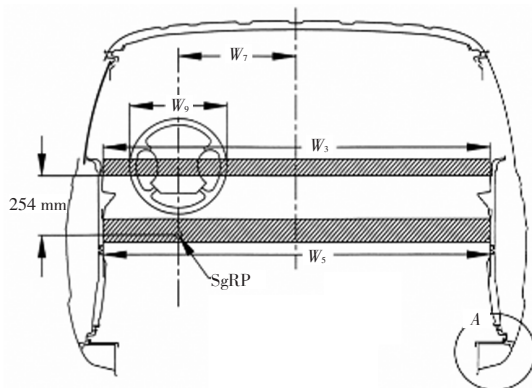


图12 肩部空间和臀部空间<sup>[1]</sup>

## 1.9 前后排H点关系设定

前后排H点关系设定要点如下:

(1)后排H点一般比前排H点Z向高20~50 mm。

(2)不同级别的车型对后排舒适性的要求不一样,小型和中型级别车按照SAE 50%男性人体腿部空间设计,即前后排H点间距要求在750~850 mm。

(3)大型级别车按照SAE 95%男性人体腿部空间设计,即前后H点间距在850~950 mm。

(4)头部空间可定义的比前排头部空间稍小些,按照SAE 95%男性头部包络,要求在920~1000 mm。

### 1.10 前悬尺寸( $L_{104}$ )设定

前悬尺寸既要满足机舱零部件布置要求,也要满

足碰撞安全要求。机舱布置的合理性不仅关系到动力总成及附件是否能够安装进去,同时还关系到整车性能诸多方面,比如:整车的热管理、可靠性、行人保护、碰撞安全、行车安全、整车整备质量、整车轴荷分配、整车维修工效性、美观性、电器元器件的使用寿命等<sup>[7]</sup>(表4)。

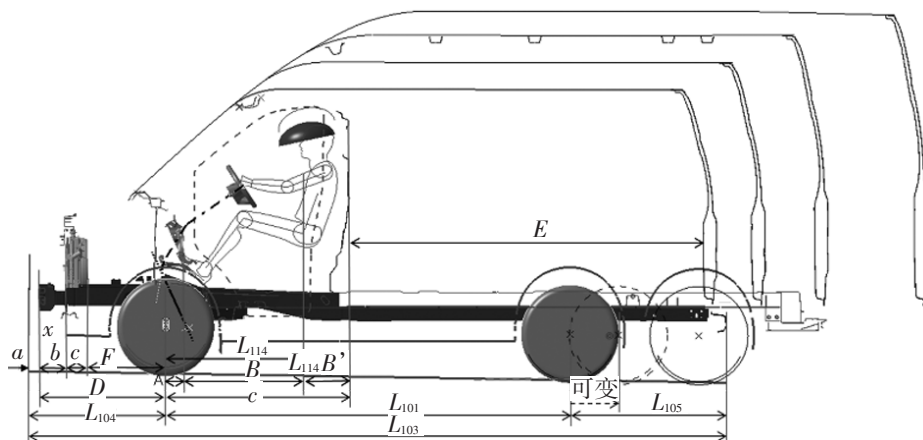
表4 机舱布置间隙要求<sup>[7]</sup>

名称	最小值或范围/mm
保险杠前端与防撞横梁间距( $a$ )	70
防撞梁 $X$ 向宽度( $b$ )	50
防撞横梁与冷凝器间距( $c$ )	200
冷却系统总成厚度( $d$ )	150
冷却系统与动力总成间距( $e$ )	35~50
动力总成宽度( $D$ )	具体而定
防撞梁到发动机前端距离( $D_1$ )	400
动力总成与前围板间距( $D_2$ )	50

机舱零部件布置主要考虑包括动力总成、冷却模块、保险杠、蓄电池、洗涤液壶和碰撞水壶、空调系统、制动系统和雨刮系统。碰撞安全要求主要是根据碰撞安全星级C-NCAP五星吸能空间目标,即 $D_1+D_2 > 450$  mm,由此得出安全需求的最小前悬架尺寸,满足C-NCAP5星级碰撞要求<sup>[8]</sup>(图13)。

## 2 基于正向人机工程的整车 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 方向尺寸链控制策略

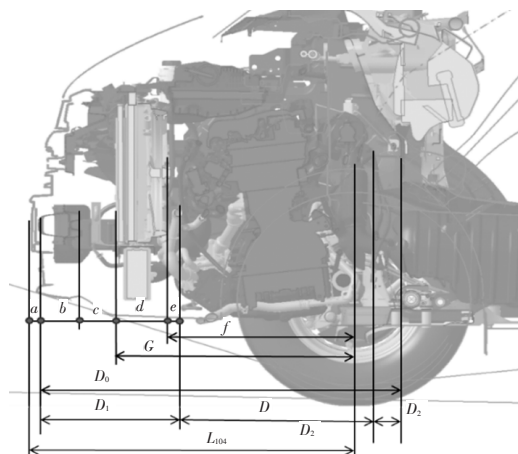
根据整车关键尺寸和人机工程硬点的控制方法,

图14 整车 $X$ 方向尺寸链<sup>[1]</sup>

轴距尺寸链包括:前轮心到BOF点的距离 $A$ 、BOF点到H点距离 $B$ 、前H点到隔板的距离 $B_1$ 、隔板到后背门的距离 $E$ 。具体控制策略如下:

- (1) 人机工程尺寸( $L_{114}$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ )保持固定值。
- (2) 冷却模块到轮心距离( $F$ )保持不变,保证冷却

可以把关于人机工程布置的10个重要关键尺寸和硬点提炼出来,在产品前期策划阶段,重点对这些尺寸和硬点进行控制就可以把整车零部件布置和整车关键尺寸设定在比较合理的水平,保证整车性能达标的前提下,合理分配整车 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 方向的尺寸链。现以某欧系VAN类车平台规划为例进行阐述尺寸链控制策略。

图13 前悬架尺寸设定<sup>[8]</sup>

### 2.1 整车 $X$ 方向尺寸链设定策略

整车 $X$ 方向大尺寸链包括:前悬 $L_{104}$ 、轴距 $L_{101}$ 、后悬 $L_{105}$ ,并体现平台系列车型规划尺寸,尺寸定义按照SAE J1100 NOV2009<sup>[11]</sup>(图14)。

前悬尺寸链包括:保险杠前端与防撞横梁间距 $a$ 、防撞梁到冷凝器距离 $b$ 、冷却模块厚度 $c$ 和冷却模块到前轮心距离 $F$ 。

模块与车身安装点不变,做到最大通用化。

(3) 前防撞梁到轮心距离( $D$ )  $> 940$  mm,保证NCAP五星级前碰撞吸能空间要求。

(4) 体现不同轴距和不同车顶高度变化。

整车 $X$ 方向尺寸链设定策略如见表5。

表5 整车X方向尺寸链控制策略

尺寸名称	策略	参考尺寸/mm
前悬( $L_{104}$ )	可变	1 020
轴距( $L_{101}$ )	可变	3 000/3 360/3 760
后悬( $L_{105}$ )	可变	1 160
车长( $L_{103}$ )	可变	5 180/5 540/5 940/6 680
前轮心到H点距离( $L_{114}$ )	固定	1 020
前轮心到BOF点距离( $A$ )	固定	139
BOF点到H点距离( $B$ )	固定	881
前轮心到后隔板距离( $C$ )	固定	1 356
前防撞梁到轮心距离( $D$ )	固定	940
隔板到后背门距离( $E$ )	可变	2 632/2 992/3 392/4 132
冷却模块到轮心距离( $F$ )	可变	> 572
冷却模块厚度( $c$ )	固定	163
防撞梁到冷却模块距离( $b$ )	固定	200
前保险杠最前端到防撞梁距离( $a$ )	可变	74

## 2.2 整车Y方向尺寸链设定策略

整车Y向尺寸链控制主要包括2个:

- (1)前轮中心处Y向断面尺寸链。
- (2)驾驶员H点处Y向尺寸链。

最终确定整车宽度符合布置要求。

### 2.2.1 前轮中心处Y向断面尺寸链设定策略

前轮中心处Y向断面尺寸链包含前轮胎转向包络、车架宽度、车架间距和轮胎之间的尺寸关系,且要满足前轮胎跳动包络要求和车身轮罩与车轮之间美观要求(图15)。

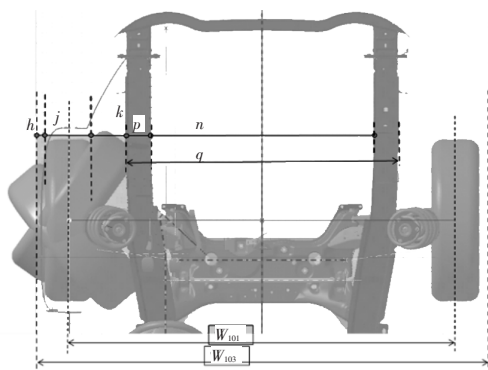


图15 整车Y向尺寸链(前轮中心处)

整车Y方向尺寸链设定策略(前轮中心处)见表6。

### 2.2.2 驾驶员H点处Y向尺寸链设定策略

驾驶员H点处Y向尺寸链包含车门宽度、肩部空间、车身纵梁外宽和车身宽度之间的布置关系,且要满足前排人机工程要求和肩部侧向距离 $m_1 \geq 340$  mm(从驾驶员人体中心处测量)(图16)。

表6 整车Y向尺寸链控制策略(前轮中心处)

尺寸名称	策略	参考尺寸/mm
前轮胎遮挡( $h$ )	可变	12
轮胎宽度( $J$ )	可变	226
前轮胎距离纵梁( $k$ )	可变	156
前舱纵梁外宽( $n$ )	固定	1 194
前轮距( $W_{101}$ )	可变	1 732
机舱纵梁宽度( $p$ )	固定	115
机舱纵梁间距( $q$ )	固定	964

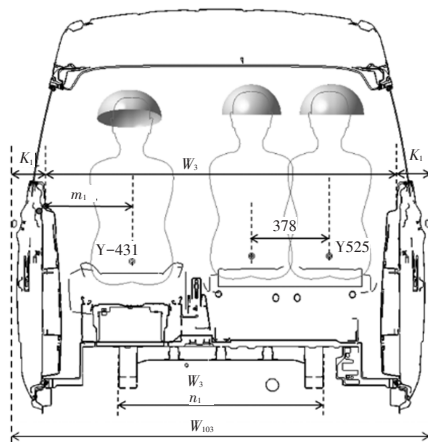


图16 整车Y向尺寸链(H点处)

整车Y向尺寸链(H点处)控制策略见表7。

表7 整车Y向尺寸链控制策略(H点处)

尺寸名称	策略	参考尺寸/mm
门板宽度( $k_1$ )	可变	160
肩部空间( $W_3$ )	可变	1 700
肩部侧向空间( $m_1$ )	可变	418
车身纵梁外宽( $n_1$ )	固定	987
车宽( $W_{103}$ )	可变	2 020

## 2.3 整车Z方向尺寸链设定策略

整车Z方向尺寸链包括最小离地间隙、动力电池或油箱布置、人体坐姿、头部空间、顶盖或天窗布置空间等,且要体现平台车型的顶盖高度,见图17。

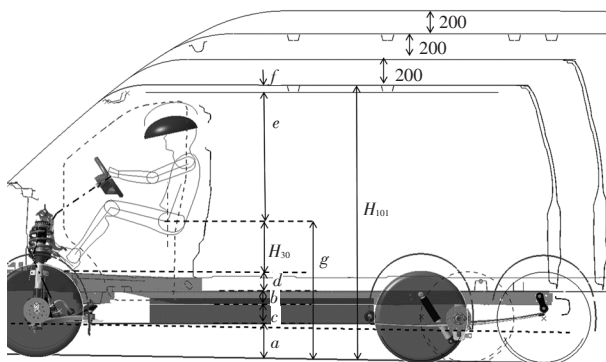


图17 整车Z向尺寸链

整车Z向尺寸链控制策略如下,见表8。

表8 整车Z向尺寸链控制策略

尺寸名称	策略	参考尺寸/mm
最小离地间隙( $a$ )	可变	240(空载)
电池包厚度( $c$ )	固定	< 200
纵梁厚度( $b$ )	固定	110
AHP到地板距离( $d$ )	可变	151
坐姿高度( $H_{30}$ )	固定	385
SgRP到顶棚距离( $e$ )	可变	1 010
顶棚厚度和SgRP到 $Y_0$ 高度差( $f$ )	可变	66(顶棚厚度54+高度差12)
整车高度( $H_{101}$ )	可变	2 160/2 360/2 560 /2 760
H点离地高度( $g$ )	可变	1 052

### 3 结论

综上,在“以人为本,由内到外,内外结合,统筹分配”的正向人机工程布置指导思想和布置原则下,掌握10个整车关键尺寸定义方法,合理分配关键尺寸,定义出平台车型的X、Y、Z方向的整车尺寸链控制策略,做到既能满足平台车型尺寸目标定义要求和零部件布置要求,又能满足整车性能和人机舒适性要求的控制策略,最终大幅提高整车设计进度和设计质量,做到最大通用化原则,还能有效节约开发成本。所以掌握基于正向人机工程的整车主要尺寸链控制策略方法,对平台开发车型具有重大意义。

#### 参 考 文 献

[1] SAE Technical Committee. Motor Vehicle Dimensions

J1100\_200911[S/OL].(2009-11-20)[2023-04-27]. [https://www.sae.org/standards/content/j1100\\_200911/](https://www.sae.org/standards/content/j1100_200911/).

[2] SAE Technical Committee. Driver Selected Seat Position for Class B Vehicles – Seat Track Length and SgRP J1517\_201110 [S/OL]. (2011-10-27)[2023-04-27]. [https://www.sae.org/standards/content/j1517\\_201110/](https://www.sae.org/standards/content/j1517_201110/).

[3] 毛恩荣,张红,周一鸣.车辆人机工程学(第二版)[M].北京:北京理工大学出版社,2010.

[4]公安部.机动车运行安全技术条件:GB 7258—2017[S/OL].(2017-09-29)[2022-11-10]. <https://openstd.samr.gov.cn/bz/gk/gb/newGbInfo?hcno=06A0C376A0CA7B14E93106194C99730F>.

[5]全国汽车标准化技术委员会(SAC/TC 114).汽车驾驶员前方视野要求及测量方法:GB 11562—2014[S/OL].(2014-12-31)[2022-11-10]. <https://openstd.samr.gov.cn/bz/gk/gb/newGbInfo?hcno=2202195E3CA9A5E1594B623558C92102>.

[6]刘学星,段昀辉.整车前舱布置空间分析[J].上海汽车,2015(2):38-41.

[7]邱国华.基于能量分配的车身正面碰撞吸能区计算方法研究[J].上海汽车,2016(5):8-12.

[8]张金换,杜汇良,马春生.汽车碰撞安全性设计[M].北京:清华大学出版社,2010.

#### 【作者简介】

汪万松,本科,中级工程师,就职于浙江远程商用车研发有限公司,研究方向为整车开发。

E-mail: wangwansong1@geely.com