



本文主要是介绍通过 CATIA 软件进行重卡驾驶室视野校核的方法,包括了前方视野、侧方视野、间接视野等。本方法介绍的视野校核,是在参数化的基础上对设计位置的视野进行校核,并能实现视野范围调节、快速寻找最优设计布置方案,在校核结果的基础上提出评价标准。

□ 质子汽车科技有限公司 张羽佳 薛伟鹏 李彦鹏

重卡驾驶室视野分析校核方法

驾驶室的视野分析校核对于驾驶室甚至整车设计的重要程度不言而喻,视野是安全驾驶的首要也是最重要的保障,视野校核则是保障驾驶员视野的重要手段。

视野的设计校核分析,是驾驶室结构设计的重要一环。在以往的视野校核是大部分利用 CAD 软件直接生成或利用宏命令对设计位置进行校核,本方法介绍的视野校核,是在参数化的基础上对设计位置的视野进行校核,并能实现视野范围调节快速寻找最优设计布置方案,在校核结果的基础上提出评价标准。

以往的视野校核大部分是利用 CAD 软件直接生成或利用宏命令对设计位置进行校核,缺少可调性,效率低,不易于寻找最优布置方案。

重卡驾驶室视野主要包括前方视野、侧方视野、间接视野和 360° 视野,前方视野主要包括上视野、下视野、A 柱双目障碍角、前方 180° 视野及风窗最小透明区域;侧方视野包括侧上视野、侧下视野;间接视野包括后视镜、广角镜及补盲镜、前下视镜。

2D 参数化人体建模

(1) 建立可调节参数化人体模型

人体数据的建立是视野分析的基础,以往 2D 人体是无法直接通过调节尺寸自动变化人体姿态的,通过参数化建模可实现人体姿态迅速调节。

将 2D 假人分为头颈、躯干、大臂、小臂、手、大腿、小腿及脚,并将各分块单独投影后进行约束。

首先断开连接,将分块内的所有元素全部投影后固连。将所有分块进行关节处合并约束,就得到参数可调的 2D 人体数据。

通过舒适性判断定义关键硬点位置、R 点、ATRP 点(一般定义为座椅行程中点)、AHP 点等,将所有点建立于 R 点位置的参数关系。

(2) 绘制眼椭圆

眼椭圆是进行视野校核的基础。眼椭圆是指不同身材的乘员以正常姿势坐在车内时,其眼睛位置的统计分布图形。左右各一个,分别代表左右眼的分布图形。

眼椭圆中心点定位:眼椭圆中心点定位在车辆三维参考系统中。下面用来定位眼椭圆中心的方程式,可作为设计驾驶员人群中三种不同男女混合比例(50/50、75/25、90/10、95/5)下的靠背角的函数。一般重卡视野校核都用 90/10 男女比例进行计算。通过公式计算中心点,并建立与 R 点的参数关系。

$$X = X(\text{ATRP}) - 184.44 + 12.23(A40)$$

$$Y_L = W20 - 32.5$$

$$Y_R = W20 + 32.5$$

$$Z = Z(\text{ATRP}) + 707.52 - 4.17(A40)$$

式中,W20 为 R 点距离车身中心面的距离;A40 为座椅靠背角。将求得的眼椭圆中心点位置与人体 R 点建立参数关系,从而实现参数化调整。

眼椭圆具体的绘制尺寸参考 SAE J941 进行绘制,此处不做具体介绍。

前方视野校核

(1) 前上视野、前下视野

在主驾 Y 平面绘制草图,直线与车身结构最大非透明区域、眼椭圆分别相切,当人体姿态调整时,由于参数化建模视野线会随之变化。

前上视野、前下视野在设计过程中尽量做到最

大，从而能够提高驾驶安全性，具体根据经验总结出评价标准，见图 1。

(2) 最小透明区域

风窗最小透明区域用于定义前风窗不能被遮挡的最小区域。

1) 定义 V_1 、 V_2 点。 V_1 、 V_2 点适用于评价前方视野的基准点，是相对于 R 点位置由坐标系 X 、 Y 、 Z 确定的（表 1），通过座椅靠背角进行修正，具体修正尺寸按照 GB 11562-2014 法规进行修订，并根据 R 点坐标建立参数化模型。

2) 绘制风窗基准点。提取风窗面，通过 V_1 、 V_2 点做 3 条射线（如下详解）并通过 Y_0 平面镜像，与提取风窗面相交，生成 6 个点，顺序连接 6 个点形成的区域为风窗最小透明区域（图 2），通过替换风窗面、更改人体姿态可实现区域参数调整。

- ① V_1 点水平向前偏左 17° 的基准点 a 。
- ② V_1 点向前沿铅垂面偏上 7° 的基准点 b 。
- ③ V_2 点向前沿铅垂面偏下 5° 的基准点 c 。

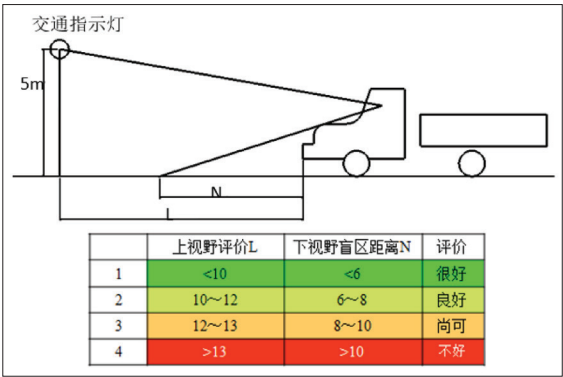


图 1 前视野评价标准

表 1 V 点尺寸 (单位: mm)

V 点	X	Y	Z
V_1	68	-5	665
V_2	68	-5	665

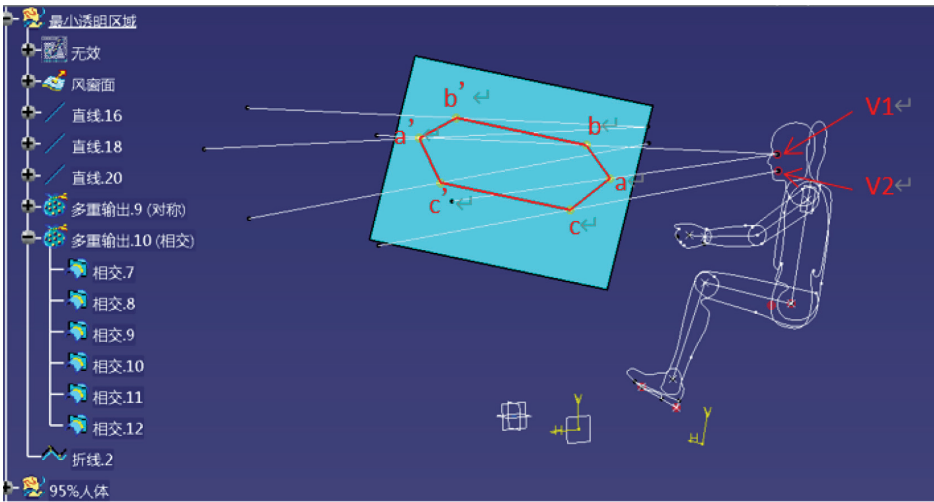


图 2 最小透明区

- ④ 镜像基准点为 a' 、 b' 、 c' 。
- (3) A 柱障碍角

A 柱双目障碍角用来评价驾驶室 A 柱结构对驾驶员前方视野遮挡的程度，是驾驶室前方视野评价的一项重要指标。

P 点是驾驶员观察其眼睛所在的水平面内的目标时头部转动的中心点。 P 点相对 R 点的位置由三维坐标系 X 、 Y 和 Z 坐标确定，见表 2，根据座椅靠背角进行修订，见法规 GB 11562-2014。 P_m 点为通过 R 点的纵向铅垂面与 P_1 、 P_2 连线的交点。通过调节 R 点位置实现 P_m 点的调整。

- 1) 绘制 A 柱截面。
- ① A 柱 S_1 截面: 从 P_m 点向前作与水平面向上成 2° 的平面，过此平面与 A 柱相交的最前点做水平截面，与 A 柱结构相交生成 S_1 截面。

- ② A 柱 S_2 截面: 从 P_m 点向前作与水平面向下成 5° 的平面，过此平面与 A 柱相交的最前点
- 表 2 靠背角 25° 坐标 (单位: mm)

P 点	X	Y	Z
P_1	35	-20	627
P_2	63	47	627

注: P_m 点是 P_1 、 P_2 的连线与过 R 点的纵向垂直平面的交点。

点作水平截面，与 A 柱结构相交生成 S_2 截面。

- 2) 绘制视野线。对于中心对称驾驶室仅需要做驾驶员一侧障碍角。

- ① 通过 P_m 点做 Z 平面，通过 P_1 做 E_1 、 E_2 相距 65 mm (眼点)。
- ② 通过 E_1 做垂直于 E_1 、 E_2 连线的射线与 S_2 相切。
- ③ 通过 E_2 作平行于②射线的射线。
- ④ 通过 E_2 座射线与 S_1 相切 (图 3)。

- ⑤ 则③、④两条射线的夹角为 A 柱双目障碍角，评价标准对于 B 类车 A 柱双目障碍角需不大于 7° 。

- (4) 360° 视野
- 360° 视野用来评价整车全方位视野优劣。

Z 平面通过 V_1 点 (与上述 V_1 点相同) 做所有非透明区域切线，形成的视野盲区通过以表 3 进行评价。

- (5) 其他
- 其他 180° 视野、侧方视野等均可根据上述思路进行 CATIA 建模。

表 3 360° 视野评价标准

名称	障碍角和	最大单个障碍角
360° 环视野	$\leq 185^\circ$	$\leq 30^\circ$

间接视野校核

间接视野是通过间接视野装置（对于重卡车型主要包括主外视镜、广角镜、补盲外视镜、前视镜）所能观察到的视野区域。所能观察到的区域需满足法规 GB 15084-2013 要求。

(1) 后视镜视野

1) 绘制眼点。根据 GB 15084-2013 描述，眼点为 R 点向上 635 mm，向左 32.5 mm 为左眼点，向右 32.5 mm 为右眼点。

2) 绘制后视镜法规要求区域（图 4）。

3) 绘制带参后视镜镜面模型。建立镜面球心，并绘制曲率半径可调节球面，适当放大用于模拟不同位置大小的后视镜。

建立两个转轴模拟后视镜上下、左右旋转转轴。将三坐标可调半球面绕两个旋转轴分别旋转 0° 后生成 5 自由度可调节球面（球面绕半径旋转自由度无意义），该球面可实现模拟所有位置所有曲率半径的后视镜镜面。

4) 绘制视野线。以左眼点

与镜面球心与法规区域一个顶点形成的平面 1 与球面相交生成交线。在上述平面内做草图，做上述交线的切线，并从左眼点做入射线与切点相连，并沿切点做切线的法线，将入射线关于法线对称生成反射线，并将反射线与法规区域的点相连，便找出了该镜面的法规点的成像点（图 5）。

将以上步骤作为副本建立三次，并将其余法规顶点进行替换，参数化可自动生成其他四个顶点的入射线、反射线及成像点，并将四个像点连接后投影至镜面上，便得到了此位置镜面的法规区域成像，对后视镜设计起到了指导作用。（注意：所有公用元素均需放在图形集外，将不受图形集影响，从而实现参数的调整将自动生成所有像点的功能）。将操作 4 作为副本再建立一次，并将左眼点替换为右眼点，将左侧法规点替换为右侧法规点便可得到右眼点成像；

将 3、4 操作作为副本，建立后通过更改镜面参数及位置便可得到任意位置任意曲率的成像（其他视镜法规区域，参考 GB 15084-2013）。

(2) 其他视镜视野

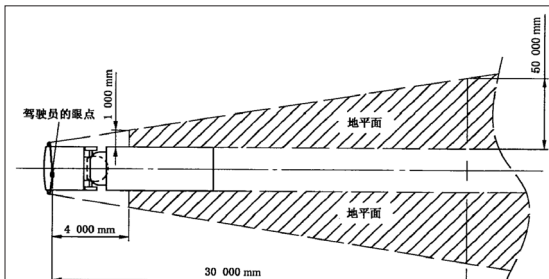


图 4 主后视镜法规要求视野区域

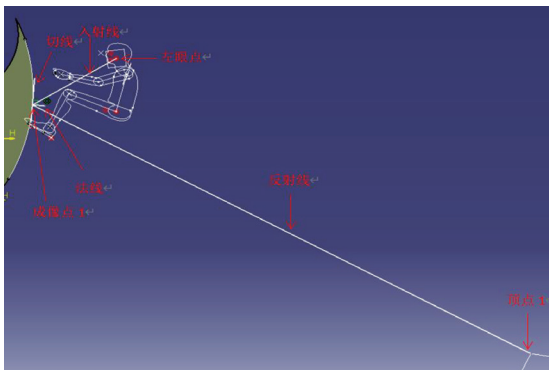


图 5 后视镜视线

由于间接视野装置均为曲率半径一定的凸透镜，视野校核方法相同，具体法规要求见 GB 15084-2013。当然不同类型的视镜在成像上还是会有不同。

总结

本方法主要阐述的是如何通过参数化对重卡驾驶室主要视野项进行正向设计及校核的工作方法，视野的主体是人，所有视野的设计基础都建立在驾驶员驾驶姿态之上，在建立人体时一定要做到足够的参数化，将分析数据层级、参考关系及先后顺序一定要在充分考虑之后再建立，从而实现大部分校核项在更改人体姿态后能实现迅速调整的要求。

随着无人驾驶、电子后视镜等先进技术在重卡上的应用，视野盲区也将收到更大的关注，高效的视野验证手段也会对产品研发提供有力的保证。AI

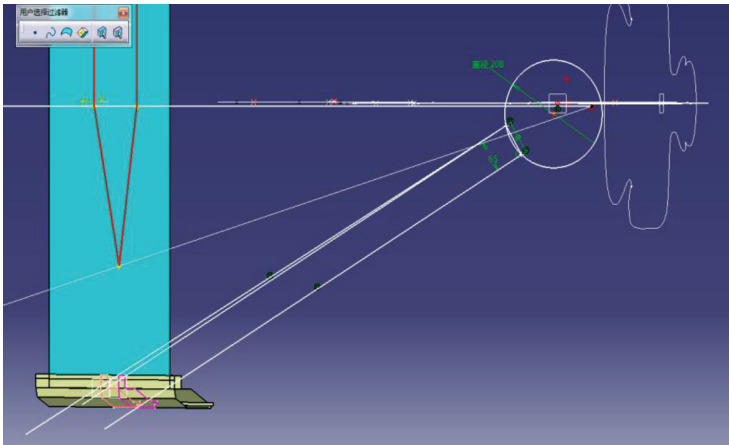


图 3 A 柱双目障碍角绘制