



基于 CATIA 的装载机前视野可拓评价系统

张峻霞, 张芸芸, 王 泽
(天津科技大学机械工程学院, 天津 300222)

摘要: 介绍了装载机前视野的设计准则和基本原理, 同时将“眼椭圆”和 SAE 标准引用到装载机前视野设计中, 结合可拓学原理, 建立了以 CATIA 为平台的可拓评价系统, 实现了产品开发过程中参数和前视野设计数据的驱动连接。最后, 以实例说明了系统的实用性。

关键词: 装载机; 前视野; 可拓学; CATIA; 评价系统

中图分类号: U463.83⁺5; **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2010)04-0052-03

Forward Visibility Extenic Evaluation System of Loader Based on CATIA

ZHANG Jun-xia, ZHANG Yun-yun, WANG Ze

(College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Basic design standard and basic theory for the forward visibility of a loader was introduced, in the meanwhile, “eyelipse” and SAE standard was applied to design the forward visibility of a loader. Extenic evaluation system was established based on CATIA which realised the driving connection between anthropometry parameters and design datas of forward visibility during product development. Finally, the instance show that the forward visibility extenic evaluation system of loader is usable.

Keywords: loader; forward visibility; extenics; CATIA; evaluation system

装载机的前视野设计是装载机车身总布置设计过程中的一个关键环节, 特别是在装载机作业过程中, 为驾驶员提供舒适、开阔的前视野, 是确保人机系统主动安全性和提高工作效率的前提^[1]。由于目前尚未形成统一的装载机视野设计标准, 所以, 一般情况下都是将成熟的汽车人体工程学理论和 SAE 标准应用到装载机视野设计中, 但对于设计结果的优劣缺少有效的参数化评价。

本文以 CATIA 为图形支撑环境, 建立装载机前视野评定系统, 并建立多指标性能参数的物元模型^[2], 旨在定量且准确地计算装载机前视野水平。

1 装载机前视野设计

1.1 设计准则

装载机作为一种土方机械, 因其特殊的作业环

境, 对视野的要求与一般的汽车相比略有差异。由于装载机前方有铲斗和摆臂, 所以一般要求驾驶员在操作过程中垂直方向和水平方向可以清晰地观察到摆臂和铲斗工作的极限位置。

根据 GB/T 16937.1—1997《土方机械·司机视野准则》和 GB/T 16937.2—1997《土方机械·司机视野评定方法》可知, 对于 m (承载时的质量) ≤ 24 t 的轮胎式装载机, 其能见度类型为 I, 即: 在以机器为圆心, 10 m 为半径的圆周上, 遮影宽度不得大于 700 mm, 由此可推算出第 95 百分位的男性驾驶员在操作过程中所允许的最大立柱盲区角 (约 6°)。

1.2 设计原理

由于目前尚未形成统一的装载机视野设计标准, 故将汽车人体工程学理论^[3]和美国机动车工程师学会标准 SAE J941—2008 中规定的“眼椭圆”理论引用到装载机前视野设计中, 眼椭圆空间位置的确定是

装载机前视野设计的关键。

根据“眼椭圆”理论,以95百分位眼椭圆为依据的装载机驾驶室中眼点位置的定位过程如下:

- (1) 确定 H 点位置,座椅水平调节量以及座椅靠背倾角 α ;
- (2) 确定座椅参考点位置;
- (3) 确定眼椭圆中心参考点的位置;
- (4) 确定眼椭圆中心位置。

其中,座椅水平调节量及座椅靠背倾角 α 在 GB/T 21935—2008《土方机械·操纵的舒适区域与可及范围》中有所规定。H 点、座椅参考点、眼椭圆中心参考点、左右眼椭圆中心位置的确定方法在 SAE 标准中均有详细介绍,本文不再赘述。

2 装载机前视野可拓评价系统

装载机驾驶室的前视野评价是典型的多指标、多变量问题,故结合可拓学原理,以 CATIA 为平台下建立装载机前视野可拓评价系统。

2.1 系统设计思想

装载机前视野可拓评价系统流程如图 1 所示。

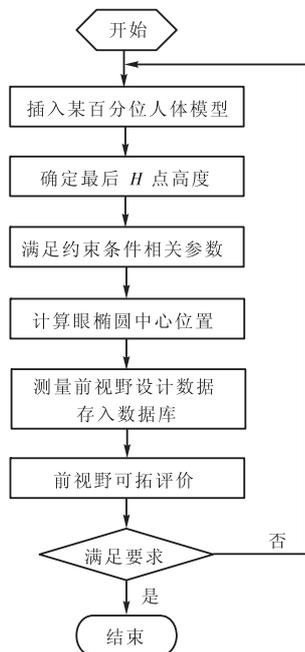


图 1 可拓评价系统流程图

Fig.1 Flow chart of extenic evaluation system

系统以 CATIA 为图形支撑平台,以内嵌的 VBA 语言和 API 接口程序为二次开发工具^[4-5],实现以人体模型数据对眼椭圆空间布置的参数化驱动,并将前视野设计结果存储在 Access 数据库中。同时,可将评价指标经典域和节域^[6]输入数据库中,通过调用

数据库中的视野设计结果进行评价。图 2 为可拓评价系统的二次开发界面。

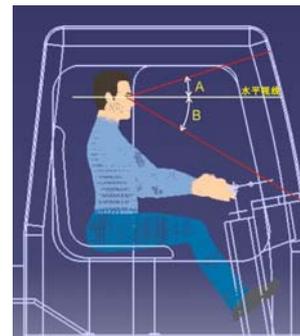


图 2 可拓评价系统界面

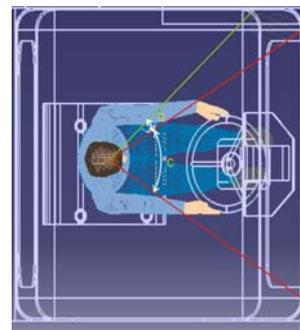
Fig.2 Interface of extenic evaluation system

2.2 可拓评价模型及系统应用

将装载机前视野水平分为 4 个级别: I (不好)、II (尚可)、III (良好) 和 IV (很好), 即 $j = 1, 2, 3, 4$ 。应用物元模型进行分析评价, 选择出影响装载机前视野水平的主要评价因子: 上视角 A、下视角 B、前方水平视野角 C、前立柱盲区角 D, 如图 3 所示。



(a) 上视角和下视角



(b) 前方水平视野角和前立柱盲区角

图 3 前视野主要评价因子示意图

Fig.3 Schematic of major evaluation factors of forward visibility

2.2.1 确定经典域及节域

由人眼视觉特性^[7]知,前视野水平视角范围为 120° , 垂直舒适视角范围为上、下分别为 45° 和

65° . 通常情况下,要求 $A \geq 18^\circ$ 、 $B \geq 22^\circ$ 、 $C \geq 70^\circ$ 、 $D < 6^\circ$ [8]. 表1为前视野评价因子的等级标准.

表1 前视野评价因子的等级标准

Tab.1 Grade standard of evaluation index

影响前视野水平的评价因子				等级
A/(°)	B/(°)	C/(°)	D/(°)	
<18	<22	<70	≥ 6	I
18~<28	22~<32	70~<80	5~<6	II
28~<38	32~<42	80~<90	4~<5	III
≥ 38	≥ 42	≥ 90	<4	IV

由表1形成如下的经典域 R_1, R_2, R_3, R_4 和节域

R_p :

$$R_1 = \begin{bmatrix} N_1, A, <0,18> \\ B, <0,22> \\ C, <0,70> \\ D, <6,8> \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} N_2, A, <18,28> \\ B, <22,32> \\ C, <70,80> \\ D, <5,6> \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} N_3, A, <28,38> \\ B, <32,42> \\ C, <80,90> \\ D, <4,5> \end{bmatrix}$$

$$R_4 = \begin{bmatrix} N_4, A, <38,45> \\ B, <42,65> \\ C, <90,120> \\ D, <0,4> \end{bmatrix}$$

$$R_p = \begin{bmatrix} N, A, <0,45> \\ B, <0,65> \\ C, <0,120> \\ D, <0,8> \end{bmatrix}$$

2.2.2 确定待评物元

图4为中国男子第95百分位人体模型在可拓评价系统下的整车仿真效果图,3种型号的装载机前视野设计结果见表2.

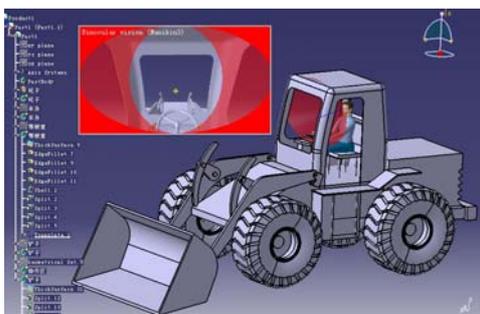


图4 可拓评价系统操作平台

Fig.4 Operating platform extenric evaluation system

表2 前视野测试数据

Tab.2 Measured datas of the forward visibility

车型	影响前视野水平的评价因子			
	A/(°)	B/(°)	C/(°)	D/(°)
a	35	55	105	5.5
b	26	48	92	4
c	30	40	95	5

则待评物元为

$$R_{01} = \begin{bmatrix} N_{01}, A, 35 \\ B, 55 \\ C, 105 \\ D, 5.5 \end{bmatrix}$$

$$R_{02} = \begin{bmatrix} N_{02}, A, 26 \\ B, 48 \\ C, 92 \\ D, 4 \end{bmatrix}$$

$$R_{03} = \begin{bmatrix} N_{03}, A, 30 \\ B, 40 \\ C, 95 \\ D, 5 \end{bmatrix}$$

2.2.3 计算权重系数及综合隶属度

首先判断所构造物元符合标准要求,然后进行可拓评价,利用简单关联函数[9]确定权重系数 λ ,即求各评价因子在某车型中所占的权重值. 结果见表3.

表3 评价因子权重系数计算结果

Tab.3 Weight coefficient of evaluation index

车型	评价因子权重系数			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
a	0.214 2	0.250 3	0.267 8	0.267 7
b	0.279 7	0.304 1	0.216 4	0.199 8
c	0.272 7	0.272 7	0.259 8	0.194 8

将表3数据带入相应的关联度方程和综合隶属度[10],可得综合评定结果,见表4.

表4 综合隶属度及评定等级

Tab.4 Comprehensive membership and evaluation grade

车型	评价等级				评价结果
	I	II	III	IV	
a	-0.559 0	-0.296 2	-0.255 7	0.092 9	很好
b	-0.428 4	-0.196 5	-0.091 5	-0.014 3	很好
c	-0.413 9	-0.186 9	0.065 8	-0.120 4	较好

根据最大隶属原则,分别选出影响3种型号装载机前视野设计结果的最大评价因子,则该车型评价等级确定. 从表4数据中可知,a车型评价等级为很好IV,b车型评价等级为很好IV,c车型评价等级为较好III,故c车型需要进一步改进.

(下转第59页)