

封面：

分类号 U463

密级                     

U D C 621

编号                     

厦 门 大 学

博 士 后 研 究 工 作 报 告

**XMQ6900Y 客车前面碰撞溃缩机构的研制  
和客车正面碰撞法规研究**

唐友名

工作完成日期 2014.05.11

报告提交日期 2014.05.15

厦门大学

2014 年 7 月

# **XMQ6900Y 客车前面碰撞溃缩机构的研制 和客车正面碰撞法规研究**

**Development of frontal crash energy structure and frontal  
impact regulation for bus XMQ6900Y**

博 士 后 姓 名 唐友名

流动站（一级学科）名称 物理学

专 业（二级学科）名称 车辆工程

研究工作起始时间 2011 年 5 月

研究工作期满时间 2014 年 5 月

厦 门 大 学

2014 年 7 月

# 厦门大学博士后研究工作报告

## 著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用博士后研究工作报告的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交该报告的纸质版和电子版，有权将该报告用于非赢利目的的少量复制并允许该报告进入学校图书馆被查阅，有权将该报告的内容编入有关数据库进行检索，有权将博士后研究工作报告的标题和摘要汇编出版。保密的博士后研究工作报告在解密后适用本规定。

本研究报告属于： 1、保密（ ）， 2、不保密（ ）

纸本在 年解密后适用本授权书；

电子版在 年解密后适用本授权书。

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

# 摘要

相关统计数据表明：我国客车乘员在重大道路交通事故中所受的伤害情况是非常严重的。其中，因客车碰撞事故导致乘员死亡的，其人数占客车乘员总死亡人数的54.79%，有足够强度和刚度的客车，在正面碰撞、翻车事故中其乘员伤亡的人数明显少于严重变形或散架客车上的乘员伤亡人数。在进行客车自身结构安全的改善和保证方面，需要依靠规范的试验进行验证，目前，我国还没有完善的法规和验证标准。

本研究选取公司现生产主力半承载车型XMQ6900Y整车车身骨架开展正面碰撞分析，设计一套可工程实施的溃缩机构方案植入胎体结构，按照标准GB11551-2003开展整车试验。通过计算仿真和整车试验技术，使车身骨架结构受力更加合理，减少司机与导游的损伤风险，提高了该车型的被动安全性。

通过对中巴XMQ6900的方案研究得到的相关数据，对比研究宇通客车ZK6127H正面摆锤撞击试验数据（2009年）、《商用车驾驶室乘员保护（送审稿）》试验要求、《ECE R29关于对商用车驾驶室乘员保护方面的车辆认证的统一规定（欧盟标准1999）》的试验要求和国标《GB11551-2003乘用车正面碰撞的乘员保护》的试验要求，初步得到10000kg（小于或等于）中巴客车的前面碰撞模拟和试验评价准则。

关键词：客车；正面碰撞；被动安全

# Abstract

Relevant statistical data show that bus & coach occupant have serious injury severity in the traffic accident in China. And 54.79 percentile of bus passenger died of bus collision accident. The death number of occupant casualties in buses that have sufficient strength and rigidity is significantly less than the buses that are severely deformed or rickety during the frontal collision and rollover accident. It is needed to verify the security and improvement of structure by regulation tests. However, China has not improved enough regulations and certification standards.

This study selected a vehicle body frame of semi-carrying models XMQ6900Y which is the main production in King-long Company to launch a frontal impact analysis, designed a set of collapsing mechanism component into the carcass structure that can be implemented in engineering and carried out vehicle test according to standard GB11551-2003. By calculating simulation and vehicle test technology, the body frame structure is more reasonable stress, reduce the injury risk of the driver and tour guide and improve the passive safety of vehicle model.

According to the relevant data obtained from the research scheme on minibus XMQ6900, and comparative study about Yu-Tong Company ZK6127H frontal pendulum impact test data (2009), the test requirements in “The Protection of Occupant in the Cab of Commercial Vehicle”, “ECE R29 Uniform Provisions Concerning the Approval of Vehicles with Regard to the Protection of the Occupants of the Cab of a Commercial Vehicle(EU standard 1999)”, and “GB11551-2003 Occupant Protection in Frontal Impact of Passenger Car”, we got a front impact simulation and test evaluation criteria about the minibus weight 10 tons (may be less than or equal to it ) preliminary.

**Keywords:** bus & coach; frontal impact; passive safety

# 目 录

厦门大学博士后研究工作报告.....	III
著作权使用声明.....	III
摘 要.....	IV
Abstract.....	V
目 录.....	1
1 引言：客车碰撞研究的意义.....	4
2 本项目的研究目标与内容.....	5
2.1 研究对象.....	5
2.2 主要研究内容.....	7
溃缩机构开发研究.....	7
前撞试验研究.....	8
客车前碰法规研究.....	8
2.3 技术指标要求.....	8
2.4 分析流程.....	8
3 模型的建立.....	10
3.1 几何模型的建立.....	10
3.2 有限元模型的建立.....	10
4 XMQ6900Y原车型前撞分析.....	14
4.1 前撞模型建立.....	14
4.2 变形测量点确定.....	15
4.3 前撞试验结果.....	18
4.4 前撞分析小结.....	22
5 6900Y前撞传统吸能方案确定.....	23
5.1 借鉴吸能方案.....	23
5.2 XMQ6900Y设计基础方案.....	24
5.3 case1 设计基础方案的确定.....	25

5.3.1 不同CASE约束前后桥垂直方向平动 .....	27
5.3.2 不同CASE支撑件和吸能梁 .....	29
5.3.3 相同CASE不同设计方案对比 .....	31
5.4 小结.....	31
6 XMQ6900Y前撞吸能结构具体方案分析 .....	33
6.1 具体方案总结.....	33
6.2 各种具体方案碰撞结果.....	34
6.3 各种具体方案结果分析与总结.....	41
7 加装溃缩机构的 6900Y仿真与试验分析.....	46
7.1 仿真模型建立.....	46
7.2 测量点的选取.....	47
7.3 CAE分析结果与试验对比.....	48
7.3.1 变形模式比较.....	48
7.3.2 测点数据对比分析.....	53
7.3.3 仿真与试验加速度.....	56
7.4 小结.....	58
8 客车前撞评价方法及法规初步研究.....	59
8.1 国家乘用车前撞法规.....	59
8.2 客车正面摆锤法规.....	61
8.3 客车前碰评价方法初步研究.....	62
参考文献.....	65
致谢.....	66
博士生期间发表的学术论文、专著.....	67
博士后期间发表的学术论文、专著.....	68
个人简历.....	69

## 说 明

博士后研究工作报告的排版以全国博士后管理委员会办公室制定的统一格式为准（参见以上排版范例），研究报告封面统一以彩色羊皮卡纸制作，颜色不限，内页用纸为普通 A4 打印纸，单面或双面打印不限，正文字体为宋体小四。

为更好地保护博士后研究报告的著作权，请各位博士后在博士后研究工作报告中文摘要前加做《厦门大学博士后研究报告著作权使用声明》（具体格式见附件 2），并在该声明中明确保密年限。

出站时，提交 1 份研究报告至厦门大学图书馆，2 份给厦门大学人事处博士后管理办公室（学校定期提交给国家图书馆）。

厦门大学博硕士论文摘要库



# 1 引言：客车碰撞研究的意义

对我国2010年4~6月的相关统计数据进行分类并计算，结果见表1.1。表1.1表明：我国客车乘员在重大道路交通事故中所受的伤害情况是非常严重的。其中，因碰撞、翻车、坠车（坠崖、坠河）3类事故导致客车乘员死亡的，其人数占客车乘员总死亡人数的97.26%；仅因客车碰撞事故导致乘员死亡的，其人数占客车乘员总死亡人数的54.79%；而有足够强度和刚度的客车，在翻车事故中其上乘员伤亡的人数明显少于严重变形或散架客车上的乘员伤亡人数。

**表1.1 2010年4~6月中国重大道路交通事故中客车乘员死亡情况统计**（数据来源：中国人寿再保险股份有限公司）

事故形态	全国客车乘员死亡人数		导致客车乘员死亡的全国交通事故起数	
	人数	占总数%	起数	占总数%
碰撞	160	54.79	29	52.73
翻车	80	27.40	16	29.09
坠车	44	15.07	8	14.55
挤压	5	1.71	1	1.82
信息不完整	3	1.03	1	1.82
合计	292	100	55	100

由于我国客车乘员在交通事故中的伤亡情况非常严重，故为了改善这种情况，需要做多方面的工作。其中，对于死亡人数比达到54.79%的碰撞事故，在进行客车自身结构安全的改善和保证方面，国内的客车车身结构强度和刚度就需要依靠规范的试验进行验证，因此制定标准和验证标准就具有重要性和迫切性。

## 2 本项目的研究目标与内容

### 2.1 研究对象

选取公司现生产主力半承载车型 XMQ6900Y 整车车身骨架开展正面碰撞分析（未来的研究对象为 XMQ6128Y 或 XMQ6129Y6），设计一套可工程实施的溃缩机构方案植入胎体结构，使车身骨架结构受力更加合理，减少司机与导游的损伤风险，提高该车型的被动安全性。



图 2.1 6900Y 车型

表2.1 XMQ6900Y车型基本参数

车辆型号	XMQ6900Y	
外形尺寸	长×宽×高（mm）	8995 x 2480 x 3435
座位数	35+1	
最高车速	115 km/h	
底盘型号	XMQ6960R1	
发动机型号	ISBE220 31	
额定功率	162(220) [KW(ps)]	

表2.2 6900Y标准前撞CAE分析中所需载荷参数

项目号	载荷名称	质量
1	发动机（含离合器）	600kg

2	变速器	228kg
3	缓速器	无
4	司机座椅	35.5 kg
5	导游座椅	无
6	座椅（双人椅）	472.5 kg
7	后排座椅	65kg
8	前乘客门	14kg
9	中门	16kg
10	行李架+冷气道	150 kg
11	空调（顶部）	195kg
12	天窗	10 kg
13	前轮罩（左右）	5.2 kg
14	后轮罩（左右）	5.1 kg
15	前围挡风玻璃	75.3kg
16	后围挡风玻璃	26.1kg
17	左一档风玻璃	17.5kg
18	左二档风玻璃	19.4*3kg
19	左后侧挡风玻璃	17.4kg
20	左小窗	2.2 kg
21	右一档风玻璃	17.5kg
22	右二档风玻璃	19.4*3kg
23	右后侧挡风玻璃	17.4kg
24	右小窗	3.8 kg
25	司机窗及固定	14kg
26	卫生间（不装水）	无
27	备胎	100kg
28	蓄电池	21*2kg
29	行李仓木板	61 KG
30	车厢内装饰板及内顶	125.5 kg

31	后视镜	16 kg
32	空调压缩机+托架	56+43
33	空滤器+支架	14kg
34	消声器+支架	22kg
35	中冷器+水箱散热器	75.278kg
36	储气灌	13.2*2+13Kg
37	转向机系统	65.16kg
38	雨刮器	13 kg
39	风扇+支架	包括在第 35 项中
40	油箱	47kg
41	蒙皮	244.6kg
42	饮水机(选)	32kg
43	发动机仓仓门	24kg
44	左右侧仓门	84.565kg
45	地板木板	232 kg
46	燃油加热器	无
47	前悬架	175
48	后悬架	315
49	前桥	380
50	后桥	665
51	行李舱限载	$35 \times 10\text{kg}=350$
52	行李架（乘客随身重量）	$35 \times 3\text{kg}=105$
53	乘客自身载荷	$35 \times 68\text{kg}=2380$

## 2.2 主要研究内容

### 溃缩机构开发研究

对比原车型前碰撞吸能结构，开展多方案对比分析。方案一：前保险杠位置

上移 90mm；方案二：前保险杠位置上移 100mm，改变支撑部件；方案三：传统型防撞梁结构（参考 VOLVO 车型方案）；方案四：参考赛特拉前防撞梁及溃缩机构形式开展新型溃缩机构的研发。

## 前撞试验研究

选取一个较好的溃缩机构方案开展局部试验研究，并分析其可行性；按照标准 GB11551-2003 开展整车试验。

## 客车前碰法规研究

通过对中巴 XMQ6900 的方案研究得到的相关数据，对比研究宇通客车 ZK6127H 正面摆锤撞击试验数据（2009 年）、《商用车驾驶室乘员保护（送审稿）》试验要求、《ECE R29 关于对商用车驾驶室乘员保护方面的车辆认证的统一规定（欧盟标准 1999）》的试验要求和国标《GB11551-2003 乘用车正面碰撞的乘员保护》的试验要求，初步得到 10000kg（小于或等于）中巴客车的前面碰撞模拟和试验评价准则。

## 2.3 技术指标要求

- 不降低原结构性能，保证结构的可靠性；
- 按照乘用车正面碰撞标准 GB11551-2003 进行；
- 开发出一套安全结构；
- 设计应保证结构的可生产性、可制造性和可维修性。

## 2.4 分析流程

本项目分析流程如图 2.2 所示。

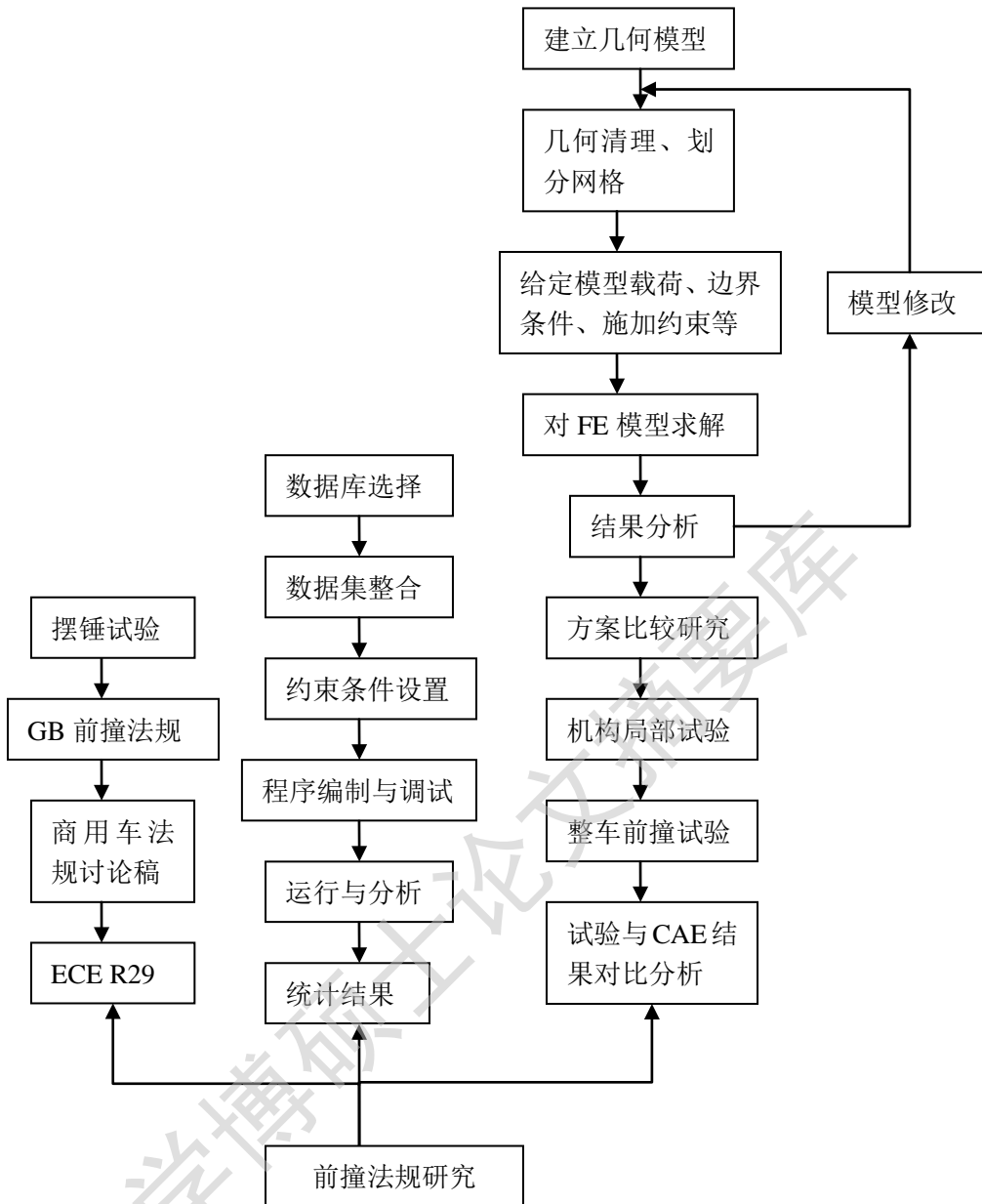


图 2.2 分析流程图

## 3 模型的建立

客车车身建模是一个繁琐、复杂的过程，在很大程度上，建模精度决定了有限元计算结果的精度。如网格的疏密分布、网格尺寸的大小、模型单元的质量控制、联接方式的定义等。因此，在建模过程中应当为后续的各种研究做好充分的准备，实车模型的简化方法和原则是相当重要的一环。

### 3.1 几何模型的建立

客车三维几何模型沿用了在CATIA环境中建立的XMQ6900Y客车车身三维CAD模型，车身骨架模型如图3.1所示。

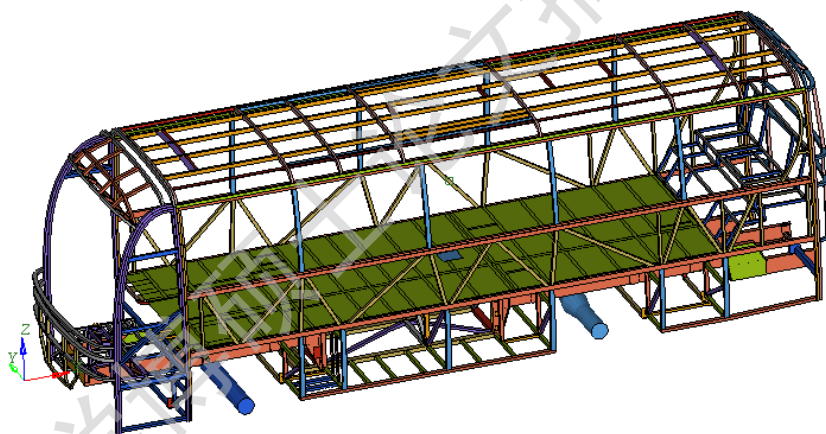


图 3.1 6900Y 车身骨架 CAD 模型

### 3.2 有限元模型的建立

为了保证计算的准确性及缩小计算规模，在尽可能如实地反映汽车车身结构主要力学特性的前提下，力求简化车身结构的几何模型，以便有限元模型采用较少的单元和较简单的单元形态。模型简化的正确、合理与否直接关系到有限元计算结果的正确度及精确度。

在模型的建立过程，根据经验和遵循CAE分析简化原则，如：

- 1) 略去蒙皮和一些非承载件（如内饰件、玻璃和各种功能件等），只保留

主体承载骨架、地板和保险杠；

2) 发动机、变速箱等可用刚性体建模或者以集中质量单元布置于各支撑点上；

3) 悬挂系统导向杆系和悬架弹簧分别采用梁单元和弹簧阻尼单元模拟；

4) 忽略承载结构上的小工艺孔、安装孔、凸台、埋铁和翻边等工艺特征；

5) 壳单元所在面为其对应部件的中面，结构间的连接关系采用节点耦合、点焊、片焊、可变形焊点梁和固连接触等模拟；

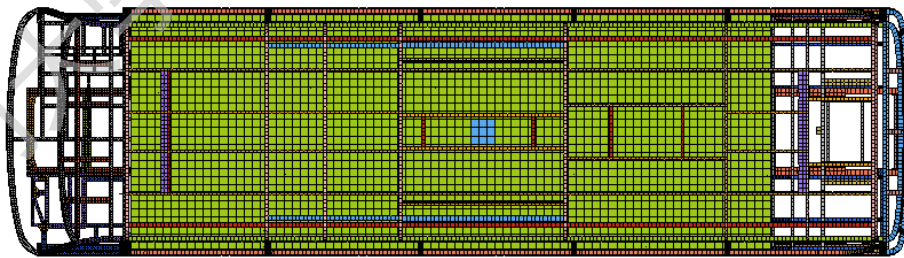
6) 不考虑骨架结构在焊接过程中出现的变形和残余应力等；

7) 在不考虑连接失效的前提下分析车身骨架结构的刚度和强度；

最终车身骨架模型包含97719 个节点，905 个三角形单元，95054个四边形单元。车身骨架有限元模型如图3.2 所示。

表3.1 FE模型表

节点	97, 719
总单元	99, 922
部件	94
四边形单元	95, 054
三角形单元	905
其它单元	3, 963



俯视图



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库