

中国客车行业发展论坛

2008年
中国客车学术年会
论文集

申福林 主编

2008NIAN ZHONGGUO KECHE
XUESHU NIANHUI LUNWENJI

陕西科学技术出版社

中国客车行业发展论坛

**2008年
中国客车学术年会
论文集**

申福林 主编

陕西科学技术出版社

内 容 提 要

本论文集收录了中国客车行业发展论坛 2008 年中国客车学术年会所发表的 54 篇论文,内容主要包括:客车工业的发展对策与客车市场、客车技术发展、整车开发和车身结构分析与设计、客车底盘与总成开发、客车电子技术、客车试验技术、标准法规与产品认证、车身制造工艺与产品质量控制等。这些论文集中反映了近年来中国客车行业依靠科技创新和技术进步,加速企业发展,积极面对国内外市场,在理论研究、产品开发、标准制定、出口产品认证、市场开拓、质量控制、发展品牌战略等方面所取得的部分最新成果。

本论文集可供客车行业广大技术、管理人员,从事汽车工程的研究、设计、生产、管理方面的科技人员,高等院校车辆工程专业师生及客运部门的有关技术和管理人员阅读,同时对相关专业的其他人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

中国客车行业发展论坛 2008 年中国客车学术年会
论文集/申福林主编. —西安:陕西科学技术出版社,
2008. 10

ISBN 978—7—5369—4554—8

I. 中… II. 申… III. 客车—汽车工业—技术
发展—中国—学术会议—文集 IV. U469.1—12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 159710 号

出 版 者 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮政编码:710003
电话(029)87211894 传真(029)87218236
网址 <http://www.snstp.com>
发 行 者 陕西科学技术出版社
电话(029)87212206 87260001
印 刷 长安大学雁塔印刷厂
规 格 880 mm×1230 mm 16 开本
印 张 15.25 印张
字 数 482 千字
版 次 2008 年 10 月第 1 版
2008 年 10 月第 1 次印刷
定 价 50.00 元

版权所有 翻印必究

(如有印装质量问题,请与承印厂联系调换)

序 言

一年一次客车学术年会,一年一集客车学术论文,是客车行业发展的成果,是客车技术进步的结晶。每年到这个时候,都是客车行业的秋季,是丰收的季节。今年的收获,比往年更加辉煌,有三个因素是这种辉煌的主要动力来源。

一 客车市场的强势表现

2007年,客车市场精彩纷呈,在出口的强势拉动之下,12月客车销量轻松突破20 000辆,比2006年同期增长20.43%,创出了单月销量的历史新高。根据中国客车统计信息网发布的数据,全年累计销量增长15.70%,特别是客车出口,已成为市场进一步扩张的主要推动力量。2007年共计出口客车26 867辆,同比增量为16 081辆,增长149.09%;出口金额达到66.72亿人民币,同比增量为36.76亿人民币,增长122.70%;出口企业数达到31家,比上年增加4家;公交客车出口强势增长是最大的看点,特别是大型公交客车的出口,出口量同比增长186.40%,出口额增长239.05%,虽然出口增量只有2 207辆,但出口额的增量却超过上年12.5亿人民币,占出口额总增量的1/3。出口规模是衡量出口业绩的重要标准,前几年,客车出口的增幅也很高,但由于规模不大,对行业的支持并不是十分明显。2007年,之所以客车出口成为拉动行业增长的主要因素,是因为出口规模的扩大使客车出口已经具备了承担这种责任的能力。2006年出口金额超过亿元的企业只有5家,而2007年已有11家,并且有3家企业超过了10亿元。目前,中国客车大致能够占到海外客车市场需求量的10%,这个10%是最能够体现中国客车行业发展和进步的10%,是从世界客车原有的市场格局中争来的一席之地,中国客车已经成为世界客车市场上一支不可忽视的力量。

二 JT/T325—2006 正式实施

交通运输部实施的营运客车类型划分及等级评定工作对客车行业的技术进步产生了深远的影响,既直接拉动了营运客车技术水平的提高,也对公交客车、团体客车的技术进步起到了很强的促进作用,使中国正在从客车大国向客车强国转变。《营运客车类型划分及等级评定》标准发布10年来,分别于2002、2004、2006年进行了3次修订,每次修订都具有明确的针对性,根据客车行业、旅客运输行业的一些显著变化和运营环境的发展来不断调整标准的内容,具有十分清晰的与时俱进特点。

2007年,JT/T325—2006正式实施。为了进一步规范营运客车类型划分及等级评定工作,更好地为道路客运经营者和客车生产企业服务,同时,为了大家能够充分理解标准、更好地执行标准,交通运输部公路司下发了《关于加强营运客车类型划分及等级评定 ze 理 ze 作 ze 通知》。文件明确了两个重点:一是进一步规范营运客车类型划分及等级评定工作;二是建立信息公开发布机制。围绕这两个重点,中国公路学会客车分会组织了3次宣传贯彻会议,投入了大量的人力物力。根据《营运客车类型划分及等级评定》 ze 标准的要求,开发了营运客车类型划分及等级评定结果的网上查询及数据库管理系统,并设计制作了高级客车等级评定网上申报软件。目前系统运行基本稳定,已成为各省运管系统查询营运客车类型划分及等级评定结果的重要工具。

2007年,交通运输部“高级客车类型划分及等级评定表”共计发布了4批,涉及23个省(市)50余家客车

企业的 724 个车型,大多数都是当年开发的符合 JT/T325—2006 要求的新产品,有效地促进了客车企业的产品升级。

三 国Ⅱ转国Ⅲ

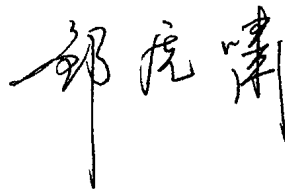
对客车行业来说,国Ⅱ转国Ⅲ,是整体平台的提升。客车企业除了要消化新技术、开发新产品和重新整合配套资源以外,还要消化成本上涨的压力。因此,国Ⅱ转国Ⅲ是当前对客车行业影响最大的因素。但是,从技术层面来看,国Ⅱ转国Ⅲ却带来了无限的机遇和动力,客车企业之间的技术差距和产品差距很可能会逐步拉开。

客车企业对于环保政策的重大变化,始终在密切关注。从 2003 年开始,部分主流企业就已经开始为北京等重点城市设计和生产达到国Ⅲ排放标准的客车产品,2007 年,按照 GB17691—2005 标准的要求,客车企业做了大量的准备工作,所开发的新产品基本上都能够达到国Ⅲ排放标准,并申报了国家发改委产品公告、国家环保总局环保达标车型目录及交通部客车等级目录,取得了生产和销售的政策许可。在国Ⅱ转国Ⅲ标准正式实施之前,客车企业的国Ⅲ产品已经做好全面推向市场的准备。

2008 年 7 月 1 日,客车开始进入“国Ⅲ时代”,尽管还有不少问题,但政策的实施已经毋庸置疑,因此,以积极的态度来面对问题是客车行业的惟一选择。我们认为,从长远来看,国Ⅱ转国Ⅲ是重大利好,除了挑战以外,当前,客车行业还面临许多机遇,比如,提高经营质量的机遇、储备产品的机遇、营销机遇、重新规划配套资源的机遇、技术升级机遇、出口高端市场机遇等等。

1 年来,以上 3 个方面对于促进客车行业的发展和进步发挥了重要作用,也为客车学术的研究提供了丰富的素材,因此应该感谢这个时代,感谢在这个时代中为客车学术研究作出贡献的广大客车人。

中国公路车辆机械总公司总经理
中国公路学会客车分会理事长



2008 年 10 月

目 录

客车市场·管理与技术发展

公路客车新技术竞争热点·····	聂玉明 王 维 王金铭(3)
客车设计时节能降耗应关注的问题·····	张卫林(7)
客车节能减排技术·····	侯永坤(12)
关于中国客车产品 2007 年出口的探讨 ·····	郭振福(19)
城市客车新品开发立项模型研究·····	雷洪钧(22)
学龄前儿童专用校车研究·····	申福林 杜国省(25)

整车开发与车身结构

奇点经济与 EV 车·····	周行卜(33)
满足欧Ⅳ排放标准客车的设计·····	杨书兵(40)
电磁屏蔽车技术设计方案·····	陶亚东(43)
电动智能化移动营业厅设计·····	杨书兵(47)
蒙皮骨架车身有限元分析的应用·····	徐启仁(50)
XML6115 公交客车车身结构研究 ·····	白 冰(54)
XML6121 客车整车强度、刚度及模态有限元分析 ·····	姚 成(57)
大型客车正面碰撞有限元分析·····	邓景涛 申福林(60)
客车侧翻分析中的梁-壳混合分析模型研究 ·····	那景新 杨 昆 龚 磊 姜 勇(64)
客车车身轻量化研究·····	李 强 陈 灿(69)
基于 COM 组件的客车车架强度计算模型 ·····	杨祥利(73)
UG 二次开发在折叠门门泵设计中的应用 ·····	郝守海(79)

客车底盘与总成开发

CNG 供气系统在 SX6770 城市公交客车底盘上的应用 ·····	朱 勇(85)
13.7 m 低地板城市客车底盘转向系设计时应注意的问题 ·····	魏玲霞(89)
汽车电动助力转向系统·····	邓利军(92)
运动仿真在客车转向系统设计中的应用·····	杨英慧(96)
客车电涡流缓速器现状及发展·····	聂玉明 王金铭 李 飞(100)
制动器温度在客车制动系统工作中的应用·····	李 春(104)
三轴大客车气制动协调时间与制动系统布置·····	王 领(106)
客车悬架用空气弹簧力学特性的非线性有限元分析·····	赵东旭(110)
空气悬架客车有限元边界条件处理方法·····	赵 伟(115)
空气悬架客车气囊支座短期损坏原因·····	张密科 马少民(119)
ZF RL—85A 型低地板城市客车大落差前桥有限元分析·····	周 伟(123)

发动机万有特性曲线图三维拟合方法..... 王 琳(128)

客车电子技术

客车电磁兼容问题研究..... 丁良旭 刘青松(135)
基于机器视觉的客车行驶车道识别研究..... 韩 毅(139)
CAN 总线智能仪表与电控发动机的通讯 张 翔 梁睿红(144)
指挥车电器信息通讯系统工程的设计..... 田韦斌 张 春(150)
SX6137D 大型客车底盘电器系统设计 王 飞(154)
金旅小学生校车专用设施的电器系统设计..... 恽益红(159)
厦门金旅 XML6127 高等级客车电气设计 李叶中(162)

客车试验技术

大客车的可靠性试验、评价指标及国内外水平比较 魏昌宏 芮苏黔(167)
基于 ADAMS/View 的客车侧倾稳定性试验仿真模块开发..... 陆有江 申福林(171)
客车侧翻碰撞模拟仿真实验..... 刘冬梅(176)
客车车内空气质量评价..... 魏凤玉 许树生 吴六四 李海荣(181)
旋转式车轮测力计在车辆制动过程分析中的应用..... 冯 华 张维峰 王建锋(184)
减速带对大客车安全性及平顺性的影响 张 犇 魏 朗 余 强(188)

标准法规与产品认证

客车出口认证技术法规及试验技术探讨..... 李 弢 覃国周(193)
客车出口认证 e/E-mark 认证体系分析 杨 超(196)
客车座椅面料等材料的环保及安全性要求..... 金明新 张友德(202)
汽车加速噪声标准和法规探讨..... 张辉平(206)

制造工艺与质量控制

中国客车制造工艺技术的现状与发展..... 张德鹏(211)
提高客车工艺性与控制焊装质量..... 杨朝山(214)
大客车焊接车架疲劳强度探讨..... 李建鹏 李明臣(218)
客车车身骨架五大片焊接结构件构成及制作工艺..... 刘言言 尹会华 刘卫华 王 瑞(222)
客车整体磷化技术..... 吉学刚 王志勇(225)
浅谈阴极电泳涂装设备及工艺..... 林静宇(229)
六点炉温追踪仪在涂装线上的应用..... 林静宇(233)
编后语..... 申福林(236)

客车市场·管理 与技术发展



公路客车新技术竞争热点

聂玉明,王 维,王金铭

(交通部公路交通试验场,北京 101103)

〔摘 要〕 评述近年来中国公路客车出现的新技术竞争热点、新结构车型、承载式车身及阴极电泳涂装技术等现状及应用。

〔关键词〕 公路客车;新结构车型;承载式车身;阴极电泳涂装

0 引言

中国大、中型客车产销量已居世界第一位,成为“客车生产大国”。在国内外客车销售市场激烈竞争的环 境中,众多客车企业除了打价格战外,在销售策略、树立品牌形象及完善售后服务机制等方面也各显神通,以 争得市场更大的份额及用户的青睐。但市场及客车用户更为关注的是客车性能及质量的提升。

现在主流客车生产企业以不断推出新结构车型、研发承载式车身及建设先进的涂装生产线为突破口,展 开了新一轮以“技术、资金”为实力的竞争。

1 新结构客车

今年,中国市场上出现的新结构客车主要是特大型双层高级客车和低驾驶区高级客车。

1.1 特大型双层高级客车

双层客车 110 年前就出现在英国伦敦市,而中国城市中使用双层公交客车也有 30 年历史,这些双层客 车主要在城市道路上运行。但在 2005 年,首辆特大型双层客车出现在山东客运班线上,这是金华青年汽车 公司在引进德国产品及技术基础上开发出的适用于中国新形式下公路客运需求的特大型双层客车(JNP135 型)在山东、广东省高速客运班线上试用。

1.1.1 特大型双层高级客车获准进入道路客运市场

经近 1 年试用证明,特大型双层高级客车能在有条件的高速客运班线使用,行驶稳定性好,使用是安全 的。经过专家听取此结构客车使用性能及用户使用报告后,认为这种双层客车采用承载式车身、底盘配置 3 个车桥装用 8 气囊空气悬架,前桥、随动桥为独立式结构,配装液力缓行器,侧翻稳定角达到 GB7258 标准。 评定等级后可在二级及以上公路(山区二级公路除外)使用。随后,经交通部批准发布了 JT/T325—2006 标 准 1 号修改单,为特大型双层客车投放客运市场扫清了道路。

1.1.2 现有的特大型双层客车产品

至 2008 年 6 月,已有金华青年、郑州宇通及安徽安凯三个客车企业生产的 9 种车型通过了交通部按 JT/T325—2006 标准的等级评定,见表 1。

1.1.3 特大型双层客车适用条件及使用经济效益

特大型双层客车核定的乘客数是同车长同等级单层客车的 140%(即 83 : 57)。这在油价高位运行及铁 路开行城间动车组客车等市场环境中,道路客运企业急于寻求降低客运成本、获得较好经济效益途径时,双 层客车受到青睐是很自然的。

客运实践表明,在客源充足、班线道路条件良好及运距在 100~300 km 范围内,使用特大型双层高级客 车可与铁路客运竞争并能取得满意的经济效益。目前,在山东、广东、浙江、福建、云南等省多条客运班线上 都使用了双层客车。

表 2 是某省在同一线路上、票价相同且实载率接近的条件下使用特大型双层与单层客车的效益分析。

表 1 通过等级评定的特大型双层高级客车产品

企业简称	交通部评定表/批	发布年月	客车型号	评定等级	核定座位数
金华青年 (JNP)	22	200705	6137S-1E	特大高二	74+1+1
			6137S	特大高二	74+1+1
			6137S-1	特大高一	83+1+1
	23	200707	6127S	特大高二	55+1+1
郑州宇通 (ZK)	24	200710	6146HSA	特大高一	73+1+1
	25	200801	6146HS	特大高一	73+1+1
安徽安凯 (HFF)	23	200707	6137S07D	特大高二	74+1+1
	26	200804	6140S07D-1	特大高二	74+1+1

表 2 特大型双层客车与大型客车运行效益分析

项目		6146H(双层)	6128H(单层)	备注
运营 成本	客车折旧年限/年	6	6	按总成本 20%计
	年折旧款/(万元/年)	46.25	29.0	
	油耗/(L/100 km)	29	26	
	管理费/(万元/年)	27.2	21.7	
	总成本/(万元/年)	136.15	108.65	
运营 收入	班线里程/km	240	240	税后按 33%税率计
	票价(淡/旺季)/(元/人)	60/75	60/75	
	客座数/个	73	47	
	全年营业收入/(万元/年)	243	171	
利润	全年/(万元/年)	71.6	41.7	

从表 2 的数据中可以看出：

- (1) 同一线路使用条件相同时,由于双层客座数比单层客车多 55%,因此税后利润是后者的 1.71 倍。
- (2) 每客座油耗量双层客车为 0.397 L/(人·100 km);比单层的 0.553 L/(人·100 km)低 28.2%。
- (3) “节油又赚钱”的特大型双层客车在一定班线上使用,竞争力有目共睹。

1.2 低驾驶区公路客车

低驾驶区公路客车的结构特征是驾驶区地板平面与车门一级踏步基本持平,其优点主要体现在：

- (1) 由于开车时驾驶员头部低于乘客前方视野区,乘客对前方道路状况一览无余,感觉舒适开阔。
- (2) 乘客上下车方便快捷。
- (3) 与普通结构客车相比,在乘客区布置不变的前提下,可降低整车重心高度。
- (4) 可利用驾驶区上方空间两侧布置卧铺。

1.2.1 交通运输部高级客车评级表发布的低驾驶区高级公路客车

至 2008 年 6 月,交通运输部发布的 21~27 批高级客车评定表中有 10 个企业生产的 32 个车型被评定为低驾驶区高级公路客车,见表 3。

(1) 表 3 中有 26 个卧铺客车,占车型总数 32 的 81%。可见这种车型结构对增加卧铺数量有潜力,也是受用户欢迎的原因之一。

(2) 低驾驶区结构造成客车前悬接近角变小,其地板下的空间无法放置备胎。若备胎存放在行李舱中时,应固定牢靠、装取方便。

(3) 设计及使用中前桥不能超载,否则影响行车通过性能。

(4) 风档玻璃面积大,应加强前围骨架刚度及支撑力。

表 3 低驾驶区高级公路客车等级评定(21~27 批)

车型	类型	等级	核定座位(卧)数	车数	乘客门位置	生产企业(简称)
卧铺客车	特大型	高二	42+1+1	5	前、中	青年;安凯
		高一	42+1+1	1	前、中	女神;
	大型	高二	36+1+1	7	前、中	青年;安凯;金龙;安车
		高一	38+1+1	13	前	金旅;美的;女神;宇通
座位车	大型	高三	49+1+1/47+1+1	2	前、中	安凯;苏金
		高二	49+1+1/45+1+1	3	前、中	青年/安车;太湖;
		高一	51(49)+1+1	1	前、(中)	女神

2 承载式车身客车

1951 年第 1 辆承载式客车在德国诞生,1990 年原交通部组织开发的中国首辆承载式高级客车(JT6120)通过了科研鉴定,同期北京北方车辆厂引进了德国“尼奥”承载式客车产品及技术。在 20 世纪 90 年代由于社会条件限制,市场对承载式高级客车反映冷淡,未引起客运企业的关注与兴趣。

2000 年之后,随着部分客车企业引进国外承载式客车产品及技术投放市场,以及在原交通部开展对客车评定等级的双重影响下,承载式车身技术才引起了主流客车企业的重视,被视为“占领客车设计及生产技术的顶峰”,是品牌实力的体现,从而加快了开发研制承载式车身客车的步伐。

2.1 承载式车身的技术特征

(1) 承载式车身由多种规格矩形管组焊成一体,无车架(大梁),车身质量比同车长、同配置的半承载式车身轻 500~800 kg 左右,对降低客车使用油耗效果显著。

(2) 承载式车身与半承载式车身比,结构刚度好,受力均匀(基本实现等强度),抗碰撞能力强。在发生交通事故时,可减少乘客的伤亡程度——被动安全性好。

(3) 车身制造工艺简单,但对制件、组焊精度及质量控制要求高。

(4) 承载式车身生产周期不受底盘各总成供货时效限制,可预先生产备用,组织生产灵活。

(5) 掌握承载式车身设计及制造工艺,企业需要有一定技术积累和人才支撑。

2.2 已评定等级的承载车身高级客车

JT/T325-2002 评级标准中规定大型高三级客车应为承载式车身。2002 年金华青年汽车公司的 JNP6120 高级客车被评为中国首辆大型高三级客车,引起业内及用户的高度关注。

20 世纪末以来,中国有 9 个客车企业先后从欧洲 3 国引进了 7 种品牌的承载式客车产品及技术,并有部分产品投放市场。

近年来,福田欧 V、厦门金龙及厦门金旅等客车企业与国内院校合作,已开发出具有自主知识产权的承载式大客车。在交通运输部 21~27 批评定表中,有 11 个客车企业的 43 个车型被评定为高三级(特大或大型)。其中,金华青年有 14 个车型评为高三级车型。

2.2.1 承载式客车市场动态

目前,金华青年及北京北方企业的客车产品全部是承载式车身客车,主要面向中、高端用户。而多数企业只把承载式车身客车(高三级)定位为高端产品,有合同订单时就单件生产供货。据报道福田欧 V、郑州宇通及苏州金龙正在扩建专门生产承载式客车的生产线(车间),并着手对现有部分车型(半承载式)逐步重新改进为承载式客车,以满足国内、外市场高层次的需求。

2.3 承载式客车技术发展趋势

2.3.1 技术竞争热点之一

近年来,随着客车仿真设计技术的完善和制造工艺技术的发展,在主流客车企业中认为承载式客车具有

良好的安全性及节能效果,必将逐步取代半承载式结构车身已成为企业间技术竞争的热点之一,纷纷投入资金与人力加大研发力度。

由于承载式车身所具有的生产装配工艺特点,将进一步淡化以客车底盘为基础的生产模式,特别是对于取得底盘生产资质的企业,将尽快转到以客车整车制造为中心上来。

2.3.2 市场对承载式客车的期盼

不少大型有实力的客运企业认为承载式客车最主要的优点是被动安全性好,可降低交通事故中旅客的伤亡程度,购买意向正在上升。

3 客车车身涂装工艺技术

客车产品的市场竞争已从客车新颖外形、可选多种总成配置的低层次竞争,转向了高层次的提高客车内在质量——耐用性上来。

客车车身涂装采用的材料及工艺是决定客车使用寿命(耐用性)的基础。现在主流客车企业竞先向市场宣示自己的客车产品 10 年不锈蚀、保用 10 年。

3.1 阴极电泳涂装工艺

在汽车行业轿车及轻型客车(冲压车身的 M2 类)已广泛采用阴极电泳涂装工艺,但在大客车企业中这一工艺尚未广泛使用,其原因是:

(1) 大客车车身骨架、封板及蒙皮是由多种规格管材、板材及不同金属材料构成的复合体,与冲压的单一材料车身结构及材质差别较大,各处涂膜厚度及成膜工艺参数调控难度大,应有经验的技术人员管控才能达到质量要求。

(2) 大客车车身骨架体积庞大(一般是轿车的 5~6 倍),涂装生产线投资大。

(3) 大客车是多品种小批量生产模式,只有当生产规模达到一定批量时,使用阴极电泳整车浸入生产线在经济上才是合理的。

3.2 主流客车企业的阴极电泳涂装生产模式

目前,年生产规模在 1 万~3 万辆客车的主流企业中,生产批量与资金实力已具备上整车阴极电泳涂装生产线的条件。为了提高客车耐用性,又展开了新一轮技术竞争。

(1) 2007 年 5 月,厦门金龙公司客车车架电泳涂装生产线投产。该生产线采用了美国 PPG 底盘漆,其防腐性能经盐雾试验达 1 000 h,车架经 18 道工序全浸泡式工艺处理后,提高了车架的耐腐蚀能力。

(2) 2008 年 5 月,厦门金旅建成国内首条大型客车整车车身全浸步进式阴极电泳底漆生产线。经该生产线处理的涂底漆部件,耐盐雾试验超过 1 000 h,整车 10 年不出现锈蚀穿孔。这标志着中国客车涂装质量出现了质的飞跃,达到国际先进水平。

(3) 2008 年 5 月,郑州宇通公司宣布客车车架阴极电泳自动涂装生产线投产。客车车架经 16 道工序处理后,车架各处漆膜均匀附着力强,工件漆膜经盐雾试验,而抗锈蚀能力超过 700 h。而该公司的车身阴极电泳生产线预计 2008 年底建成,可对 5.0~13.5 m 长的客车车身进行防腐处理。

3.3 对中国客车技术发展的影响

中国主流客车企业竞先投产了整车阴极电泳涂装生产线,标志着客车业发展进入技术竞争的新阶段,客车防腐性能达到世界先进水平,并向“客车生产强国”又迈进了一步,这将极大影响客车用户购车时选择的认知。

4 结束语

“安全、省油、耐用”是对客车技术及产品质量的最终追求,也是客车生产者对社会承诺的责任。近年来,客车技术竞争的热点突起,表明有社会责任感的客车企业正在实践建设和谐社会、爱护生命与环境的诺言。

客车设计时节能降耗应关注的问题

张卫林

(金龙联合汽车工业(苏州)有限公司,江苏 苏州 2150026)

[摘 要] 随着国际、国内油价的攀升,以及国家在“节能减排”方面不断出台新的政策和执行力度的加大,国内各客车生产厂家在客车设计过程中对“节能降耗”技术的应用越来越关注。本文重点从整车整备质量、造型及车身尺寸、整车匹配、发动机系统等几个主要方面的设计选型来分析其各自对整车油耗的影响,从而得出设计控制指标作为降低客车油耗的设计控制参数。

[关键词] 节能降耗;客车设计

0 引言

能源问题,不仅已经成为中国经济发展的瓶颈,而且已经成为影响国家经济安全的重要因素,在国际上也受到各国的高度关注。交通运输是国家能源消耗大户,所以进一步加强交通行业节能减排是社会发展的必然需要,也是贯彻落实科学发展观,构建和谐交通的重要举措。

影响一辆汽车的油耗有诸多方面的因素,主要包括整车设计水平、维护保养质量和使用水平等方面。笔者主要从设计方面进行阐述。

一辆汽车的油耗高低与该车的设计水平有密不可分的关系,主要受以下几个方面的影响。

1 整车整备质量

客车的整备质量与油耗成正比,据有关资料显示,整备质量每下降 10%,油耗将下降 1%~2%。因此,在进行整车设计时应努力降低车辆整备质量。当然,降低车辆整备质量不能以牺牲整车结构强度为代价,应利用新材料、新技术、新工艺等对零部件进行优化设计来实现。铝合金车身、全承载车身、结合有限元分析的结构优化设计和胶粘蒙皮技术等均是降低车辆整备质量技术的典型应用。

2 造型及车身尺寸

优化的整车造型及合理的车身尺寸,二者有机结合将对车身风阻系数的减小产生很大的影响,这一点对于高速客车来说尤为显著。设计时单纯依靠车身外表形状的最佳化是不够的,要充分考虑整车长、宽、高等基本尺寸的相互关系及它们之间的最佳比例。统计低阻力汽车的基本尺寸与阻力之间的关系有:车愈长,阻力愈小;车愈宽,阻力愈小;车愈高,阻力愈大。公司曾对一辆 12 m 旅游客车及一辆 12 m 卧铺客车进行油耗对比测试(两者唯一区别为卧铺客车较旅游客车高 120 mm),在风力为七级,以 110 km/h 车速迎风行驶的工况下,卧铺客车油耗较旅游客车油耗竟高 18.3%。另外,增大车身与地面的距离,可减少地面效应,从而可减小风阻系数。

日本学者中口氏在《非流线形体与汽车空气阻力作用原理》一书中针对轿车的设计写道,汽车形状接近于一个三度空间矩体(一个矩形断面的柱体与汽车相似,如它具有无限大的宽度,则将其称为“二度空间矩体”;如它具有有限宽度时,则称为“三度空间矩体”),其空气阻力系数随着长方体的长度尺寸与宽度尺寸之比的变化而变化,其系数在 0.83~1.25。尽管轿车外形与客车外形出入较大,但对于高速客车的设计仍然可以作为参考。

3 整车匹配

根据车辆的配置结合使用工况来进行合理的整车匹配,目的是使发动机的经常工作区域为最低油耗区,

从而达到节油的目的。在整车匹配过程中,应注意几点:

- (1) 动力因数过大会导致油耗高(动力过剩)。
- (2) 动力因数过小会导致动力不足,司机降低档位行驶,油耗更高。
- (3) 2 档动力因数一般在 0.18 左右较为合适(高原使用的车辆适当增加到 0.20~0.22,以防止冒烟)。
- (4) 3 档动力因数一般在 0.12 左右较为合适(高原使用的车辆适当增加到 0.13~0.15,以防止冒烟)。
- (5) 2/3/4/5/6 档间的速比理论上呈等比数列排列最合理,同时比值越小越合理。
- (6) 某两个档位间间距过大会增加油耗。

(7) 尽量选用 6 档变速器,6 档变速器比 5 档变速器省油约 5%~10%。这主要是因为 5 档变速器的发动机工作区域较宽,而 6 档变速器发动机工作区域较窄,工作区域窄能较好地使其工作区域经常处于最低油耗区(图 1)。相同车速下,发动机转速较低,负荷率低,从而使油耗降低。对于装备自动变速器客车,装用 6 档变速器后,变矩器闭锁点提前,液力传动工作时间缩短,从而降低了油耗(图 2)。

(8) 对于装用欧 IV 排放发动机,要实现 NO_x 和 PM 都达到较低限值,目前有两条技术路线:其一是先

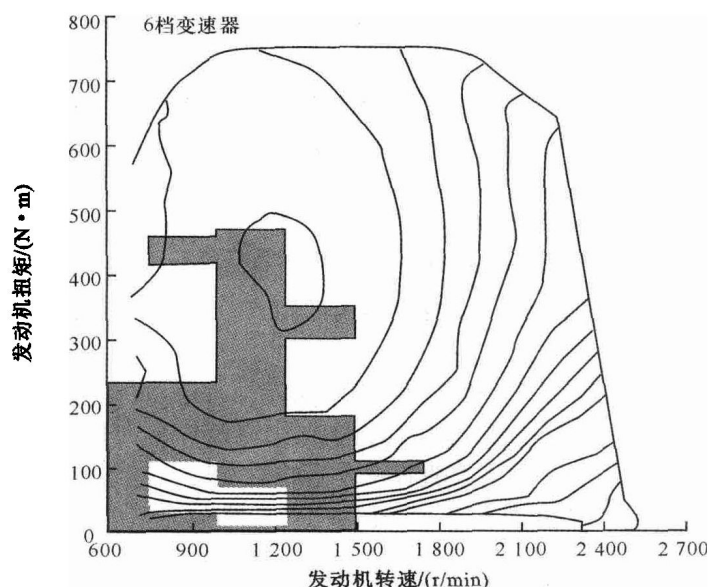
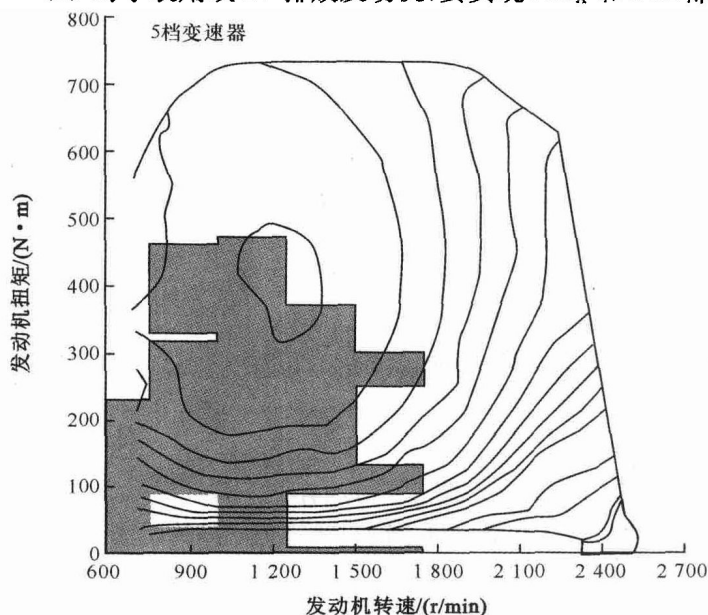


图 1 5 档变速器发动机与 6 档变速器发动机工作区域对比

通过喷射系统优化和喷射定时提前以降低颗粒物,再使用 SCR 来降低因燃烧优化而产生的 NO_x 排放;其二是 EGR+DPF 路线,即先通过废气再循环降低排放中 NO_x 的成分,再用颗粒捕集器捕集因使用 EGR 而略有增加的颗粒物,从而达到同时降低 NO_x 和 PM 的效果。采用第一种净化方案的发动机燃油消耗率比较低,油耗可节省 5%~7%,若扣除因尿素所增加的费用,还将有节油 2%~3% 的优势。此外,这一路线对于燃油品质相对不敏感。戴姆勒·克莱斯勒公司认为甚至含硫量 350×10^{-6} 以下的欧 III 燃油就可以满足要求。因此,从节能的角度来说,欧 IV 排放发动机宜采用第一种方案来实现。

(9) 高速运行的客车轮胎的高速驻波现象,将大幅度提高轮胎的运行温度和滚动阻力,也就会大幅度提高整车的油耗。据相关统计,客车在公路行驶中,轮胎滚动阻力所致油耗占车辆总油耗的 25%~35%。因此,为了降低轮胎的滚动阻力,就得从减少轮胎的变形损失角度出发,而采用无内胎的子午线轮胎能极大地降低轮胎内部摩擦损失,所以其滚动阻力一般较斜交轮胎低 20%~25%。同时,提高轮胎内气压也是降低滚动阻力极为有效的措施。当然,单方面为追求降低滚动阻力而提高轮胎的充气压力会增加安全风险。米其林公司通过合理的轮胎结构设计(子午线结构)、改进橡胶材料配方(如加入硅元素),以及合理的轮胎花纹型设计等措施,较好地降低了轮胎的滚动阻力,这也正是米其林公司在这方面的研究方向。可见,对高速运行的客车来说,目前采用高压真空子午线轮胎对降低整车油耗

具有较大的好处。

(10) 随着电控技术的发展,目前一个值得关注的现象是,为了节能,对大型客运车辆所用发动机的最高转速进行了降低处理,同时提高发动机的中低速扭矩并使得在中低速扭矩加大的同时也加宽其转速范围。

图 3 为某一发动机的万有特性曲线,从图中可看出其性能的变化。整车设计时,可以通过合理匹配变速器各档速比和选用小速比后桥,在保证动力性的同时,使发动机常用工况集中在低油耗区,避开高油耗红色区域,从而降低整车油耗。当然,若能在发动机设计时同时配合将增压器作适应性的更改,即采用小涡壳低惯量增压器充分改善发动机低转速时的增压能力,其发动机节能效果会更好。

表 1 是对一辆匹配上述改进前后发动机的 12 m 客车等速百公里油耗的测试记录。改进前后桥主减速比为 3.909,改进后为 3.545。从表中可看出其油耗的变化。

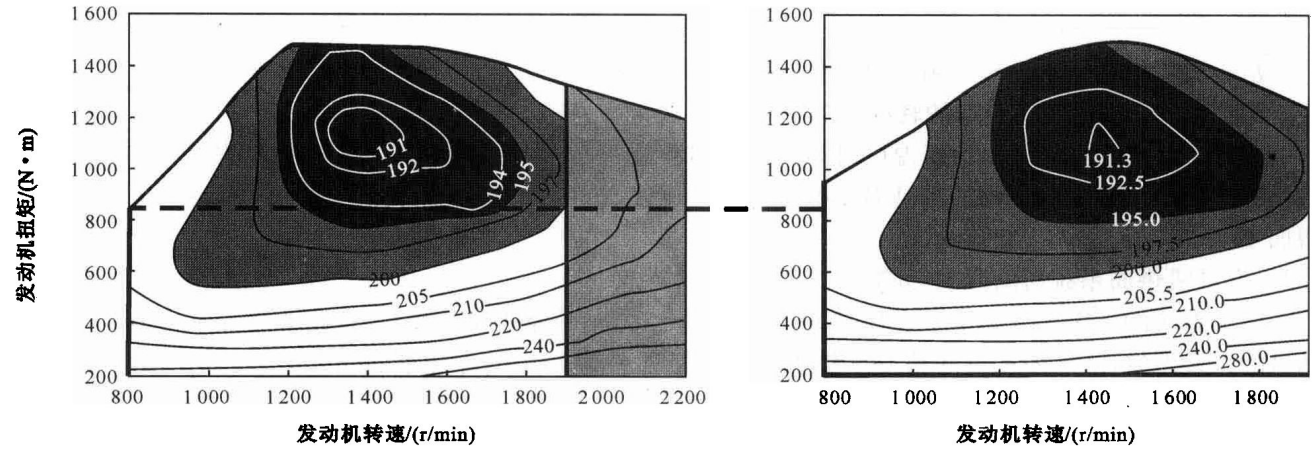


图 3 某一发动机采用降转速等处理措施后的万有特性曲线

表 1 装用改进前后的发动机和后桥主减速比变化前后的百公里油耗测试记录

车速/(km/h)	后桥主减速比为 3.909 时的油耗/(L/100 km)	后桥主减速比为 3.545 时的油耗/(L/100 km)
80	18.77	18.43
90	21.19	21.08
100	24.35	23.72
110	28.05	27.45

4 发动机系统设计

影响整车油耗的发动机系统包括进气系统、排气系统、冷却系统及供油系统等,其中尤以进气系统和排气系统的影响较大,具体体现在进气阻力大和排气背压高对油耗增加起主要作用。

4.1 发动机进、排气系统对整车油耗的影响

4.1.1 发动机进气系统的影响

发动机进气阻力大,会影响到发动机的进气量,使得发动机功率下降,增加发动机的耗油量。笔者曾在一辆车长 8.9 m 的旅游客车上进行过相关的对比试验,结果表明进气阻力减少 1.4 kPa(通过改进风道进气

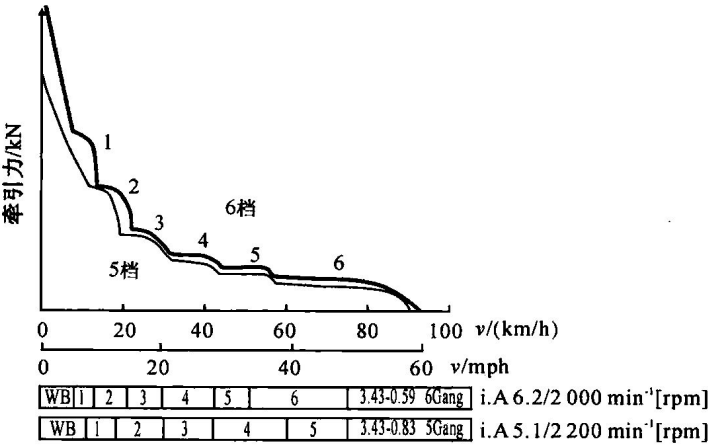


图 2 5 档自动变速箱与 6 档自动变速箱变矩器闭锁点对比

口面积及膨胀箱大小),整车油耗下降达 5.2%。进气系统进气阻力大一般是由于空滤器通量和中冷器流量选择不合适、中冷器压降大及进气管路设计及布置不合理等造成。

4.1.2 发动机排气系统的影响

发动机排气背压高会使发动机输出功率降低,排气温度加大,油耗增加,自由加速烟度加大,对整车的加速能力有较大影响。排气背压高主要由于消声器容积选择不合适,以及排气管路设计和布置不合理造成。

4.1.3 发动机进、排气系统对油耗影响的试验

为准确掌握发动机进、排气系统对油耗的影响,公司和用户一道曾对一辆 KLQ6820E1Q 客车进行进、排气系统改进前后的油耗对比测试,测试结果由用户在同一路线统计一周的使用数据进行对比所得。该用户车辆信息:KLQ6820E1Q(03A360058),行驶里程:300 037 km。改装前进气系统进气阻力为 9.2 kPa(旧空滤器),平均油耗为 27.4 L/100 km。通过采用换装新空滤器、改良车身进风道、改进进气胶管直径、刚度、长度及结构等措施后,测试一周的平均油耗;改进消声器进气管的管路直径及走向、消声器内部结构(加大膨胀比),再次测试一周的平均油耗。进、排气系统改进结果及平均油耗对比见表 2。

表 2 进排气系统改进前后平均油耗测试对比

项 目	进气系统进气 阻力/kPa	油耗(单独改进进气 系统后)/(L/100 km)	排气系统排气 背压/kPa	油耗(进、排气系统均 改进后)/(L/100 km)
改进前	9.2	27.4	18.7	21.8
改进后	3.7	21.8	11.2	17.6

从表 2 可以看出,进、排气阻力对整车的油耗影响非常大。

4.2 发动机冷却系统对整车油耗的影响

冷却系统的影响之一是由于温度过高会带来油温过高,从而减少单位体积的热值和循环供油量,使发动机性能降低(康明斯推荐:燃油最高温度不得超过 160 ℉;同时,油温每升高 60 ℉,功率下降 10%~15%),增加发动机耗油量。

4.3 发动机供油系统对油耗的影响

供油系统的影响主要是由于设计时进、回油管管径选择不合理或布置不当,造成流程阻力偏大,影响发动机的正常燃烧,降低发动机的动力性和经济性。因此,在发动机的冷却系统设计时,一定要根据整车匹配情况,结合车辆使用工况,合理设计冷却系统,使发动机工作在其合理的转速范围。

对发动机进回油管径的设计,应在保证发动机额定供油量的前提下,通过设计合理管径的进、回油管,将管路内燃油流速控制在 1~3 m/s 内,并尽力保证油管的平直布置。对于燃油箱设计,要注意通风及通气,同时保证其进、回油口距离在 250 mm 以上,这样可较好控制燃油的温度及阻力等,从而减少整车的油耗。

近年来,冷却系统设计采用的最新技术是在风扇驱动系统中应用了电磁风扇离合器。其最大特点是根据整车冷却系统中的冷却需要,通过温度传感器控制风扇的转速,从而降低冷却风扇驱动功率的消耗,也就降低了整车油耗。一般在冬季油耗降低最高达 15%,夏季最高达 10%。目前,市场上技术水平较高的电磁离合器为三速电磁离合器,一般一速吸合温度(83±2)℃,分离温度(75±2)℃;二速吸合温度(88±2)℃,分离温度(80±2)℃。推广应用高质量电磁离合器的主要问题是进口产品一次装机价格的用户接受能力,而国产产品的稳定性及可靠性问题则需要进一步得到改善。

5 其他因素

目前,还有其他的一些技术可为降低整车油耗服务。例如:一种利用与美国航天飞机外层隔热材料相同的陶瓷基原料配制和加工的高效水溶性产品 Super Therm 超级隔热节能环保涂料的应用、热管理系统的应用,以及内卸荷空压机的应用等等。其中,将 Super Therm 涂覆在豪华空调大巴的车顶上进行测试其节能效果的试验表明:未涂该隔热材料,环境温度在 46 ℃时,测得车顶温度高达 90.1 ℃;而涂覆 Super Therm 后测试,车顶温度只有 46.2 ℃,几乎与环境温度相同。而同时在 Thermo King 空调上进行测试,其节能效果可达 30%。因此若使用这种材料,客车一般只需涂覆车顶便能阻隔 80% 的太阳光照射能量;对长期行驶