

汽车噪声法规 标准及主要控制技术

吕静¹ 陈达亮² 舒歌群²

(1.天津大学机械工程学院; 2.天津大学内燃机燃烧学国家重点实验室)

摘要 自 20 世纪 70 年代初, 汽车噪声法规在世界范围内被纷纷引入各国, 主要形成了 3 个有代表性的法规体系: 欧盟、日本和美国法规。这 3 大体系都是基于 ISO 362 标准建立的, 但又有各自的不同点。文章概述了上述 3 个代表性的法规体系, 分析了它们之间的联系和不同点; 同时简述了汽车降噪技术随各阶段噪声限值的发展变化。最后, 介绍了我国汽车噪声法规和标准的现状以及未来汽车噪声排放法规和标准的 5 种发展趋势。

关键词 汽车 噪声 法规 标准 降噪技术

Vehicle Noise Regulations, Standards and Noise Control Technology

Abstract: Since the 1970s, many countries adopt automotive noise regulations, forming three representative regulation systems in the world, they are EEC, JPS and American regulation. These regulations are all based on the International Standard ISO362, but they have their own characteristics respectively. This paper introduces these three representative regulations systems and presents the relations and differences between them, at the same time the development of vehicle noise reduction technology is included in the paper. Finally The current status and trend of our automotive noise regulations and standards are described.

Keywords: Vehicle Noise Regulation Standard Noise reduction technology

随着汽车保有量的日益增加, 汽车噪声污染逐渐受到人们的重视。尤其是发达国家, 自 20 世纪 60 年代末和 70 年代初, 先后引入汽车噪声法规和标准。在过去的 30 a 中, 各国的汽车噪声法规和标准不断得到修订, 也变得越来越严格, 以满足人们对低噪声生活环境的需求。

在噪声法规的驱动下, 各阶段汽车噪声控制技术也取得不断的进步。并且随着法规的日益严格, 汽车降噪技术的研究更加广泛和深入。

对比国外发达国家, 我国的汽车噪声法规起步较晚, 发展较缓慢。但是, 随着近几年国内汽车工业的快速发展, 相应的汽车噪声法规变化较快, 在某些方面已接近国际水平。不过总体看来, 无论是汽车噪声法规和标准, 还是噪声控制技术的研究都同国外有一定的差距。本文主要分析了国外汽车(至少有 4 个车轮)噪声法规及主要控制技术的发展, 并与我国法规的情况进行了对比研究, 以期有助于我国汽车噪声法规和降噪技术的发展。

1 国外汽车噪声法规和标准

早在 20 世纪 30 年代, 一些发达工业国家就已

有了汽车噪声法规。比如德国, 第 1 部汽车噪声法规建立于 1937 年。不过在当时这些法规各国皆不相同, 国际上也没有统一的标准。直到 20 世纪 70 年代初, 汽车噪声法规在世界范围内被广泛引入。并且法规和测量标准在世界各个经济体内取得了协调一致, 甚至在限值上也基本相同。但在各个经济体间, 由于具体的情况不同, 相应的法规和标准有一些变化。目前, 世界各国噪声法规中有代表性的是 3 个体系: 欧盟、日本和美国。

1.1 欧盟

欧盟最早颁布的汽车噪声法规是在 70 年代初, 即 70/157/EEC 《欧共体型式认证指令——汽车噪声》, 各阶段的限值变化和实施日期基本同步于联合国欧洲经济委员会法规 ECE Reg. No. 51 《关于在噪声方面汽车(至少有 4 个车轮)型式认证的统一规定》^[1]。至今, 该法规已修订 3 次, 目前的修订版本号 92/97/EEC(等效于 ECE Reg. No.51/02), 开始实施于 1995-10-01, 如图 1 所示。

欧盟汽车噪声法规对新型车型式认证中所包含的车型有载客汽车和载货汽车 2 大类别。又按照

汽车总质量和包括驾驶员座位的座位数,载客汽车细分为 M_1 、 M_2 和 M_3 类;载货汽车细分为 N_1 、 N_2 和 N_3 类。在上述车型分类的基础上,根据发动机最大额定功率和发动机类型的不同,规定不同的噪声级水平^[2]。图1和图2分别表示了2种最感兴趣的车型(M_1 和 N_3 类)的噪声限值在过去30a中的变化情况。

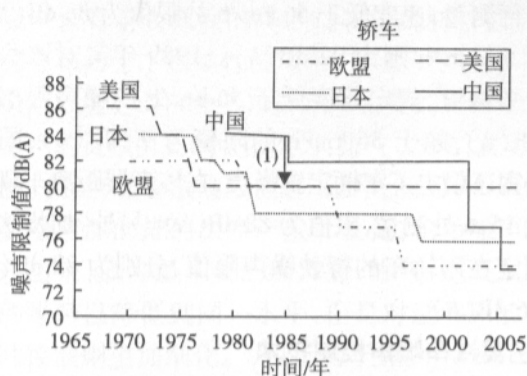


图1 汽车加速行驶车外噪声限值变化(M_1 类)

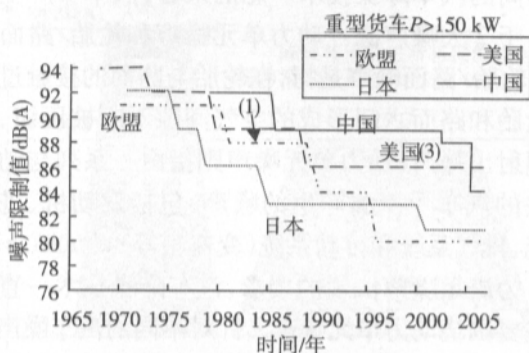


图2 汽车加速行驶车外噪声限值变化(N_3 类)

注：(1)箭头表明欧盟在1985年对噪声测量方法有一个改变。对卡车而言，相应标准要更严格2~4 dB(A)；但是，对轿车而言，相应要求则宽松了2 dB(A)。(2)在美国，联邦政府对轿车的噪声限值一直没有法规规定，但一些州则制定了80 dB(A)或84 dB(A)的噪声限值。(3)重型货车限值数值增加了6 dB(A)，以补偿扩大2倍的测量距离（1980年以前的为加州限值）。

从图1中可以看出，欧盟自1970年引入噪声法规以来，轿车噪声限值已降低了8 dB(A)；重型货车限值降低了11 dB(A)。另外，由于1985年在噪声测量方法上进行了一些修改，对于重型货车而言，实际限值要更严格2~4 dB(A)；对于轿车，实际限值要放宽大约2 dB(A)。1996年，欧盟又实施了生产一致性(COP)条例，虽然没有改变噪声限值，但是，事实上对汽车生产厂家来说，却增加了1 dB(A)的限值压力。不过，在1995年以后的新型车型式认证测试中，规定允许使用已磨损的轮胎，这会使得汽

车噪声级降低1~2 dB(A)。因此，综合考虑欧盟汽车噪声法规，在过去的30 a中，轿车的限值降低了7 dB(A)；重型货车降低了13~16 dB(A)^[3]。

另外，欧盟对汽车轮胎噪声也制定了相应的法规。1992年欧盟首次颁布了轮胎型式认证指令92/23/EEC。然后于2001年，欧盟对该法令进行了修订，公布了新的轮胎型式认证指令2001/43/EC。上述法规对轮胎噪声测试路面的要求和车辆噪声测量(ISO 10844)相同。对轿车轮胎而言，测试工况的速度范围为70~90 km/h；对卡车轮胎，速度范围为60~80 km/h。不过，该法规没有包括实际车辆运行中经常出现的低速工况下的轮胎噪声限值。

1.2 日本

日本自1952年开始对汽车噪声进行控制，规定了车辆等速行驶噪声和排气噪声。不过，早期的日本汽车噪声法规并没有包含汽车加速行驶噪声，只是笼统地限制噪声级在85 dB(A)以下，直到1971年，日本才实施了等效于国际标准的现代汽车噪声法规体系。目前，日本正在实施的汽车噪声法规修订于1992年，如图1所示。

由图1和图2可知，日本汽车加速噪声限值经历了4个阶段。轿车已由原来的84 dB(A)降低了8 dB(A)；同时重型货车降低了11 dB(A)。对比各阶段日本和欧盟法规的噪声限值，欧盟法规看起来要比日本更加严格。但事实上，如果考虑各自法规所规定的稍许不同的测试条件和数据处理方式，二者几乎是一致的。例如，在重型货车的型式认证测试中，日本的重型货车是加满载的，而基于ISO 362噪声测量方法的欧盟测试条件却不加任何载荷^[3]。因此，比较而言，日本的测试条件更加符合车辆实际行驶状况，这也是日本法规在实际道路交通噪声控制中取得明显效果的原因之一。

日本汽车噪声法规对车辆等速行驶噪声和定置噪声的控制有很长的历史^[4]。目前，日本车辆等速行驶噪声限值依然维持在1952年的85 dB(A)水平。而针对于在用车辆的定置噪声测量方法，在1986~1989年被新的更加适合于路边检测的“近似定置噪声测量方法”所取代；同时，定置噪声限值也有所变化，规定了摩托车为94 dB(A)；轿车为96 dB(A)；重型货车为99 dB(A)。

1.3 美国

1967年美国联邦政府颁布了第1部汽车噪声

法规 SAE J986 《小客车和轻型载货车噪声级》。随后, 1969 年又批准了 SAE J366 《重型载货车和客车的车外噪声级》。早期的 SAE 标准中既包括了加速噪声测量方法和限值, 但后来这些标准中取消了限值的規定, 而改在有关机动车辆的联邦法规(CFR)中规定^[1]。

如图 1 和图 2 所示, 美国的汽车噪声法规同欧盟和日本相比, 有较大的差异。尤其是美国联邦法规只规定了中、重型载货车和大客车的噪声限值, 而从未对轻型车的噪声进行限制。但是, 一些州或市的地方性法规对此有规定, 按照 SAE J986 的测量方法, 把轻型车的噪声级限制在 80 dB(A) 或 84 dB(A)。另外, SAE J986 规定传声器的测量距离是 15 m, 而北美以外的大多数标准要求是 7.5 m。因此, 相应于 ISO 362 的测量方法, 美国轻型车的噪声限值应该为 86 dB(A) 和 90 dB(A)。不过, 和 ISO 362 标准有所不同, SAE 标准规定了轻型车噪声测量的档位为最低档。这将使 SAE 标准测量的汽车噪声级要增加 6 dB(A)。也就是说, 美国法规规定的限值 80 dB(A) 大体上等同于其它基于 ISO 362 标准的法规所规定的 80 dB(A)。

目前, 美国法规规定卡车的噪声限值为 80 dB(A), 按照欧盟法规的测量距离相当于 86 dB(A)。但是, 大多数人认为事实上它相当于欧盟法规的 84 dB(A)。至少 1 辆满足 84 dB(A) 欧盟法规的卡车, 可以毫无问题地通过美国的噪声限值。美国环保局计划把限

值进一步降低到 75 dB(A), 以便使美国的限值更接近于目前欧盟的限值。但是这一计划至今仍未得到实施^[3]。

美国法规对在用车辆的噪声也有一定的限制。1975 年联邦车辆运输安全局颁布了州际商用卡车和客车的噪声限值。法规规定在距离道路中心 15 m 处进行测量, 速度低于 56 km/h 的限值为 88 dB(A), 超出 56 km/h 则为 92 dB(A)。1989 年又对该法规进行了修订, 规定速度低于 56 km/h 的噪声限值为 86 dB(A), 超出 56 km/h 的限值为 90 dB(A); 同时该法案还限定了车辆定置噪声, 在传声器距离车辆中心线 15 m 处测量, 限值为 88 dB(A)。另外, 加州法规还制定在用轿车的行驶噪声限值, 分别为 82 dB(A) 和 86 dB(A)。

2 主要汽车噪声控制技术

针对不同阶段的噪声法规限值, 汽车厂家采用了不同的汽车降噪技术。总的来看, 汽车噪声主要来自于 2 大噪声源: 动力单元噪声和轮胎/路面噪声。轮胎/路面噪声是指, 在轮胎与路面的接触过程中轮胎和路面之间形成的空气间隙不断被压缩, 从而辐射出噪声; 动力单元噪声则指由一系列与动力相关的汽车噪声源产生的噪声, 包括发动机、进气系统、排气系统和传动系统(变速箱等)。

为满足噪声法规的要求, 汽车降噪技术一直以来主要围绕动力单元噪声。针对不同的汽车噪声限值, 各个阶段采用了不同的降噪技术, 如图 3 所示。

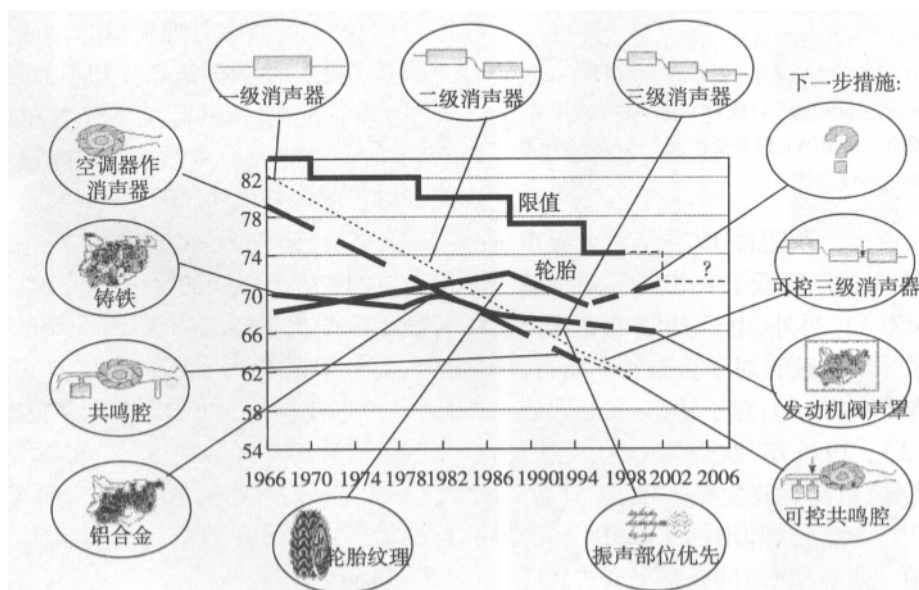


图3 各阶段主要汽车降噪技术

自 70 年代至 80 年代初,重点改善排气系统的噪声。在最近 20 a 中,有相当多的努力也投入到了发动机低噪声结构的优化设计中,同时不断改进燃烧系统,以提高功率和燃油经济性,并满足日益严格的气体排放法规的要求^[9]。

随着噪声法规的不断加强,在过去 30 a 中,汽车噪声级有了大幅度的降低;同时也使得汽车噪声源的分布产生了根本性的改变,如图 4^[9]所示。当轿车噪声限值为 84 dB(A) 时,几个主要的噪声源对整车噪声的贡献由高到低依次为:排气、进气、发动机及轮胎。但是,随着法规限值进一步降低到 74 dB(A),主要噪声源的排列次序产生了变化,轮胎噪声逐渐凸现出来,成为最主要的噪声源,排气、进气及发动机的噪声已降低到同一水平,但是对这些系统噪声源的控制则更加细化。并且,为了达到 74 dB(A) 的限值要求必须考虑传动系统对噪声的贡献。

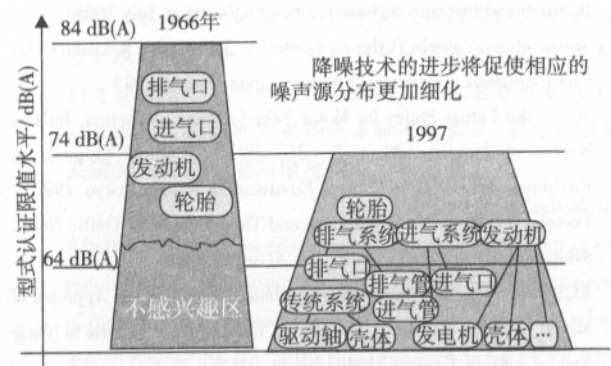


图 4 不同时期轿车噪声源分布图

由图 3 可见,为了满足未来 71 dB(A) 的法规限值,必须采用低噪声发动机、整机隔声罩、可控三级消声器和可控进气共鸣腔;同时更为重要的是,轮胎供应商必须采取措施降低轮胎噪声,提供与上述降噪技术相适应的低噪声轮胎。

3 我国汽车噪声法规和标准

与国外相比,我国汽车噪声控制起步较晚。1979 年我国首次颁布了 2 项国家标准 GB 1495-79 《机动车辆允许噪声》和 GB 1496-79 《机动车辆噪声测量方法》,主要适用于新型车型认证,规定了各类车辆加速行驶噪声的限值和测量方法。1996 年,由于我国城市交通噪声污染日益严重,国家环境保护局和国家技术监督局联合发布了国标 GB 16170-1996 《汽车定置噪声限值》,对在用车处于定置工况下的噪声辐射实行控制。该标准至今有效,对轿车和重型货车的定置噪声分别规定了 85 dB(A) 和 103 dB(A) 的限值^[9]。2002 年,为了适应现代车型的噪声测量以及与国际惯例保持一致,国家环境保护总局和国家质量监督检验检疫总局又联合发布了 GB 1495-2002 《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》。GB 1495-2002 主要参考了联合国欧洲经济委员会法规 ECE Reg. No.51 和 ISO 362 噪声测量标准,取代了原有 2 项国标 GB 1495-79 和 GB 1496-79,自 2002-10-01 起分 2 个阶段实施,具体限值如表 1 所示^[9]。

从图 1 和图 2 可知,我国汽车噪声法规修定速

表 1 汽车加速行驶车外噪声限值 dB(A)

汽车分类	噪声限值	
	第 1 阶段	第 2 阶段
	2002-10-01~2004-12-30 期间生产的汽车	2005-01-01 以后生产的汽车
M ₁	77	74
M ₁ (GVM ≤ 3.5 t), 或 N ₁ (GVM ≤ 3.5 t)		
GVM ≤ 2 t	78	76
2 t < GVM ≤ 3.5 t	79	77
M ₂ (3.5 t < GVM ≤ 5 t), 或 M ₃ (GVM > 5 t)		
P < 150 kW	82	80
P ≥ 150 kW	85	83
N ₂ (3.5 t < GVM ≤ 12 t), 或 N ₃ (GVM > 12 t)		
P < 75 kW	83	81
75 kW ≤ P < 150 kW	86	83
P ≥ 150 kW	88	84

说明: a) M₁, M₂(GVM ≤ 3.5 t) 和 N₁ 类汽车装直喷式柴油机时,其限值增加 1 dB(A)。b) 对于越野汽车,其 GVM > 2 t 时: 如果 P < 150 kW, 其限值增加 1 dB(A); 如果 P ≥ 150 kW, 其限值增加 2 dB(A)。c) M₁ 类汽车, 若其变速器前进档多于 4 个, P > 140 kW, P/GVM 之比大于 75 kW/t, 并且用第 3 档测试时其尾端出线的速度大于 61 km/h, 则其限值增加 1 dB(A)。

度较慢,一段时间内没有跟上国际法规的变化,从而阻碍了我国汽车噪声控制技术和测量技术的发展。不过,近几年由于我国汽车工业的快速发展,汽车噪声问题逐渐引起了国家有关部门和汽车行业的再次重视,相应的噪声法规发展步伐变快。在新车型式认证中,轿车的限值已经和国际接轨,但是由于汽车降噪技术的落后,致使重型货车的限值相比较于国外发达国家还有一定的差距,需要进一步进行研究和投入。

另外,我国汽车噪声法规还没有对车辆匀速行驶工况规定相应的噪声限值。在汽车轮胎的型式认证中,至今还没有制定相应法规对轮胎噪声进行控制,这些都是我国汽车噪声法规和标准尚需研究和改进的方面。

4 未来汽车噪声法规及标准的发展趋势

汽车噪声法规正在朝着更为有效地降低交通噪声的目标发展。为了达到这一目标,单个车辆的噪声限值必然会变得越来越严格;噪声测量方法也将更加接近于实际车辆行驶状况,会考虑到更多的影响因素。综上所述,未来的汽车噪声排放法规 and 标准将会有以下的发展趋势。

1) 为了提高车辆噪声法规的有效性,必须使得正常行驶状态下轮胎噪声得到实质性的降低。轮胎/道路噪声的降低将会通过法规来实现,比如欧盟轮胎法规指令。但是轮胎法规的限值还要进一步降低以达到对交通噪声产生实质性影响的程度。而且不仅包含新型轮胎型式认证,还要包括轮胎市场的其它部分,比如翻修轮胎以及对交通噪声水平有显著影响的在用高噪声轮胎。

2) 在轮胎/道路交通噪声中,道路的特性也占有非常重要的位置。对轮胎噪声进行控制的同时,噪声法规将会对道路噪声特性进行有效的限制,以促使建造更多的低噪声路面。

3) 新型车辆型式认证中使用的噪声测量方法将会得到改进。如同人们实际所面对的交通噪声一样,认证过程中所测量到的噪声将会考虑到车辆各个主要噪声源的贡献。

4) 为了使法规对交通噪声产生更加积极的影响,汽车噪声限值将会进一步降低,以便控制所有类型的车辆和轮胎,而不仅仅是其中噪声最大的一小部分。法规将会取消柴油轻型车 1 dB(A) 的宽容值,并且对 SUV、轻卡和箱式货车实施同轿车一样的限值要求。

5) 将会通过税收政策来鼓励使用低噪声的汽车;同时,对噪声超标的车辆实施惩罚性政策。

参考文献

1 孙林. 国内外汽车噪声法规和标准的发展. 汽车工程, 2000(3)
2 92/97/ EEC COUNCIL DIRECTIVE on the Application of the Laws of the Member States Relating to the Permissible Sound Level and the Exhaust System of Motor Vehicles. Brussels: EEC. 1992
3 Ulf Sandberg. Noise emissions of road vehicles effects of regulations. International Institute of Noise Control Engineering. July 2001
4 Anon. Motor Vehicle Pollution Control in Japan (4th Revision). Air Quality Bureau, Environment Agency, Japan. August 1993
5 Anon. the Future Policy for Motor Vehicle Noise Reduction. Interim Report of Inquiry 108, Nov.30 1992, Central Council for Environmental Pollution Control, Environment Agency, Tokyo. 1992
6 Porsche. Traffic Noise Regulations and Their Effects on Traffic Noise. Symposium "Auto and Umwelt ",19-20 Sept.1994
7 ECE Reg. No. 51. Uniform Provisions Concerning the Approval of Motor Vehicles Having at least Four Wheels With Regard to Their Noise Emission. Geneva: United Nation. 1995
8 GB 16170- 1996:1996 汽车定置噪声限值
9 GB 1495- 2002:2002 汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法
10 ISO 362: 1998 Acoustics- Measurement to Noise Emitted by Accelerating Road Vehicles- Engineering Method
11 ISO 10844: 1994 Acoustics- Specification of Test Tracks for the Purpose of Measuring Noise Emitted by Road Vehicles

(收稿日期: 2007- 06- 04)

(本文责任编辑: 钱如意)

2007 年 1~6 月基本型乘用车主要品牌前 15 名市场占有率

名次	品牌	销量(辆)	市场占有率(%)	名次	品牌	销量(辆)	市场占有率(%)
1	桑塔纳	109 496	4.79	9	伊兰特	57 540	2.52
2	捷达	101 223	4.43	10	福克斯	55 675	2.43
3	凯越	91 327	3.99	11	旗云	54 918	2.40
4	凯美瑞	80 664	3.53	12	帕萨特领驭	54 522	2.38
5	QQ	69 295	3.03	13	F3	51 758	2.26
6	夏利	68 176	2.98	14	波罗	43 657	1.91
7	雅阁	64 443	2.82	15	A520	42 572	1.86
8	福美来	61 314	2.68	其他		1 280 340	55.99