

李运成
姓名
0121528250211
学号
车辆工程1502
专业班级
武汉理工大学
学院

武汉理工大学考试试卷 (A 卷)

2018 ~2019 学年 1 学期 汽车排放与噪声控制 课程 开卷

时间 120 分钟, 32 学时, 2 学分, 总分 100 分, 占总评成绩 70 % 年 月 日

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	合计	任课教师
满分	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	
得分	10	9	11	10	8	5	9	10	11	10	93	

得分	10
----	----

I. What is the definition of environmental pollution? What is the environmental pollution related to automobiles? How to restore the polluted environment to a non-polluting state without influence on human health? (10 points)

Solution: ① 人类不断向环境排放的污染物若超过了环境的自净能力, 环境质量就会发生不良变化, 危害人类健康和生存, 即产生环境污染。
② 与汽车相关的环境污染有两大类, 即: 有害物质的排放

② 污染: 噪声污染,

- ③ 1) 用空气质量来控制主要污染物在大气中的含量,
2) 使用空气污染物示值指数评价空气质量,
3) 国家制定污染排放标准值和法规。

- 4) 将污染物排放控制在环境自净的范围之内。
5) 采用汽油机、柴油机机内控制技术
6) 采用汽车排放污染物的机外净化技术
7) 使用清洁燃料
8) 控制汽车发动机、传动系和行驶系的噪声

环境自净能力即人类向环境排放污染物通过大气、水、土壤等的扩散、氧化还原、生物降解、污染物浓度和毒性自然降低称为环境自净。

得分	9
----	---

II. The carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), nitrogen oxides (NOx) and soot are the main pollutants discharged by the automobiles, please briefly describe their formation mechanism and explain why the nitrogen oxides (NOx) and soot emitted by diesel engines are usually higher than that of gasoline engines. (10 points)

Solution: ① 一氧化碳的生成机理: 汽车排放污染物中CO的产生是由于燃料在汽缸中燃烧不充分所致, 是氧气不足而产生的中间产物。一般燃料燃烧的燃烧反应可经过以下过程: $C_nH_m + \frac{m}{2}O_2 \rightarrow mCO + \frac{n}{2}H_2$
② 碳氢化合物: HC是燃料在高温缺氧的情况下裂解而成的, 它和CO一样, 一旦有足够的空气, 便会继续燃烧最终成为H₂O和CO₂。
③ 氮氧化物: 汽车排出的NOx主要是NO和NO₂, NOx是N₂和O₂在高温高压的作用下形成的。

④ 碳烟: 碳烟是柴油在高温 (2000-2200℃) 局部缺氧的条件下, 经过热裂解、脱氢、再经聚合、环状化和进一步脱氢形成的具有多环结构的不可溶性炭烟颗粒, 然后经不断聚集长大而成的, 甚至肉眼能见的炭烟微粒。

⑤ NOx需要在高温高压下产生, 相比于汽油机, 柴油机压缩比大, 工作温度高, 故产生更多NOx。
⑥ 汽油机主要是铅化物、硫酸盐及一些低酸盐, 只有在技术状况变坏时, 机油时, 才会有大量硫氧化物排出。
⑦ 而柴油机成分更复杂, 是一种类似石墨的含碳物质, 故炭烟排放是汽油机的5-6倍。

得分	11
----	----

III. What kind of exhaust pollution of automobiles is the main target of the exhaust gas recirculation of gasoline engine? What are the two types of such purification technology? Of which, what is the principle of exhaust gas purification of the external exhaust gas recirculation?

What are the control strategies according to different working conditions? (10 points)

Solution: ① 汽油机废气再循环主要是针对控制NOx排放的净化技术

② 分为外部废气再循环和内部废气再循环

③ 原理: 由于排气中氧含量很低, 主要由惰性气体N₂和O₂构成, 一部分经EGR阀回流到进气系统, 与新鲜的混合气混合后, 稀释了新鲜混合气中的氧浓度, 导致燃烧速度降低; 同时, 还使新鲜混合气比热容提高, 这两个原因都造成燃烧温度的降低, 从而可以有效抑制NOx的生成。

④ 1) 各工况下采用的EGR率必须对动力性、经济性和排放性能综合考虑。

2) 怠速和低速时, NOx排放浓度低, 为保证稳定燃烧, 不进行EGR。

3) 只在热机状态下进行EGR

4) 中高负荷、高速时, 为了保证发动机有良好的动力性, 不进行EGR或减小EGR率。

5) 对EGR率进行控制时, 同时对点火角进行综合控制, 就能得到较好的发动机性能。采用EGR时, 点火提前角随EGR增大而增大, 不使用时, 点火提前角减小, 最好采用电控EGR系统。

试卷装订线
装订线内不要答题，不要填写考生信息
试卷装订线

得分 10

IV. What are the main factors to be considered in the optimal design of the combustion system for reducing emissions of pollutants? Briefly describe the design basis or principles. (10 points)

Solution: ① 进气系统优化设计: 新结构, 新技术, 多气门技术, 可变技术: 可变进气道, 可变气门相位, 可变进气持续时间等。
② 低排放燃烧室: 产生较大的进气和排气涡流, 减小燃烧室的面容比, 与层流式燃烧室一般缸内喷射, 分隔式燃烧室。
③ 控制燃油喷射技术: 使发动机在不同工况下均能获得合适空燃比的混合气。
④ 1) 梨形的燃烧室形状: 面容比 γ 要小, 既能紧凑, 活塞尽可能布置在燃烧室中央。
2) 改善缸内气流运动: 提高缸内混合气的湍流和涡流速度, 有助于加强油与混合气的混合, 保证快速燃烧和完全燃烧。
3) 合理提高压缩比: 汽油机热效率低是压缩比低, 提高压缩比一直是其主要改进方向。
4) 提高进气流量: 使汽油机燃油消耗率减低, p_{me} 提高而降低了 CO 和碳烟的排放量。
5) 减少不参加燃烧的缝隙容积: 若存在着 SV 的很大缝隙, 由于平衡容积效率会降低大量 HC。

得分 10

V. What are the structural components of the Three-way catalytic converter for gasoline engines? What are the purification principles? Briefly describe the performance indexes of the catalytic converter. (10 points)

Solution: ① 催化器由壳体, 减振层, 载体及催化剂涂层 4 部分组成, 还有减振壁使载体在壳体内位置牢固。
② 1) 氧化型催化剂 OC: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$
 $4HC + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$
2) 三元催化器 TWC: $2CO + 2NO \rightarrow 2CO_2 + N_2$
 $4HC + 10NO \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O + 5N_2$
③ 性能指标: 1) 转化效率: $\eta_i = \frac{C(i)_1 - C(i)_2}{C(i)_1} \times 100\%$
2) 起燃温度特性;
3) 积炭特性;
4) 空速特性;
5) 催化器的流动特性;
6) 催化剂的耐久性及失活机理。

得分 5

VI. Please briefly describe the working principle of the non-dispersive infrared absorption analyzer (NDIR) for CO and CO₂ tests. (10 points)

Solution: 分光红外分析仪的工作原理正是基于这种大多数非对称气体分子能吸收特定波长段红外线的特性, 且其吸收程度与气体浓度有关。所谓“分光红外”是指对特定的被测气体, 测量所用的红外光的波长是一样的。
多数气体具有吸收特定波长红外光的能力, 如 CO 吸收波长 $4.5 \sim 5.0 \mu m$ 的红外光, CO₂ 吸收波长 $4.0 \sim 4.5 \mu m$ 的红外光。

得分 9

VII. Engine noise is a main source of automobile noise, please describe the classification of the engine noise and the evaluation contents? (10 points)

Solution: ① 发动机噪声按辐射方式分可将汽车发动机噪声分为直接向空气辐射的和通过发动机表面向外辐射的两大类。
2 根据发动机噪声产生机理, 又可分为燃烧噪声和机械噪声。
② 对发动机噪声的评价, 除考虑其辐射噪声能量总水平外, 还应考虑噪声级及其随发动机工作状况的变化, 发动机周围空间各点噪声级的分布状态, 空间各点的噪声频谱以及发动机工作过程各阶段的瞬时声压级。

得分

VIII. The gear transmission is widely applied in drive system of automobiles.

Please briefly describe the generation mechanism of automobile gear noise. (10 points)

Solution: 齿轮噪声可分为高频齿轮噪声和低频齿轮噪声两大类

1) 高频齿轮噪声主要是由齿轮基节偏差引起的, 是齿轮噪声的主要成分。基节偏差会使齿轮在进入啮合或分离时产生撞击, 称为齿合撞击, 齿轮每转过一个轮齿就产生一次撞击, 撞击频率取决于齿轮转速和齿数。

2) 低频齿轮噪声主要是由齿距累积误差引起的冲击噪声。这种噪声一般不是齿轮噪声的主要成分。

值得注意的是齿轮的固有频率, 当齿合频率与之一致或接近时, 齿轮还可能产生共振, 从而发出更强烈的噪声。

得分

IX. What is the subjective measure of noise? How to understand the concept of

loudness and the meaning of the equal loudness curve? (10 points)

Solution: ① 人耳接受客观声压和频率后, 主观上产生的“响度感觉”, 与这些客观物理量之间并不完全一致, 这是人耳作为声音的接受和判判装置, 它具有许多特殊的生理机能所致。人耳对声的响应不是单纯的物理问题, 而包含生理、心理等因素。因为它涉及主观感觉, 实际上是人耳与大脑组成的听觉系统的响应问题。为了使对客观物理量的测试结果能反应人耳的这一固有特性, 就需要引入响度、响度级及计权网络等重要概念, 这些是噪声的主观度量。

② 响度: 指人耳感受到声音的强弱、声音响亮的程度, 即人耳对声的听觉反应是“响”或“不够响”, 因此用响度对其度量。

2) 等响曲线: 由于耳对不同频率声的反应不同, 所以不同频率的声, 尽管其声压级相同, 但人耳所感受到的响度却不一样。为求得响度与声压级之间的关系, 将不同频率、响度相同的点连成一条曲线, 便得到了等响曲线。

得分

X. There are three different automobile assemblies (i.e. A, B and C) for a

benchmarking automobile. Each automobile assembly has 2 noise sources. The sound pressure levels of 2 noise sources of A assembly are: 100dB(A) and 93dB(A); the sound pressure levels of 2 noise sources of B assembly are: 100dB(A) and 90dB(A); and the sound pressure levels of 2 noise sources of C assembly are 97dB(A) and 93dB(A); Please calculate the total sound pressure level of three different vehicle assemblies (i.e. A, B and C) respectively. What are the important enlightenments that we can get from the calculation results from the perspective of noise reduction? (10 points)

Solution: A车: 利用表7-3, 100dB and 93dB

$$L_{p,EA} = 100 + 0.8 = 100.8 \text{ dB} \text{ (分贝差为 } 7 \text{ dB, 增加值为 } 0.8 \text{ dB)}$$

B车: 利用表7-3 100dB and 90dB

$$L_{p,EB} = 100 + 0.4 = 100.4 \text{ dB} \text{ (分贝差为 } 10 \text{ dB, 增加值为 } 0.4 \text{ dB)}$$

C车: 利用表7-3 97dB and 93dB

$$L_{p,EC} = 97 + 1.5 = 98.5 \text{ dB} \text{ (分贝差为 } 4 \text{ dB, 增加值为 } 1.5 \text{ dB)}$$

② 由上述结果不难看出:

将两个声源中声压级较小者降低2dB, 其降噪效果为:

$$L_{p,EA} - L_{p,EB} = 100.8 - 100.4 = 0.4 \text{ dB}$$

将两个声源中声压级较大者降低2dB, 其降噪效果为:

$$L_{p,EA} - L_{p,EC} = 100.8 - 98.5 = 2.3 \text{ dB}$$

由此可见, 若要达到理想的降噪效果, 比较有效的方法是: 找到声压级最大的噪声源(即主噪声源) 并设法使之降低。