

4.3

三元催化转换器

三元催化技术是目前汽车上采用最多的一种排气污染物处理净化技术。TWC 串联在排气系统中,当排气气流进入催化器时,废气中的有害气体 CO 、 HC 和 NO_x 在三元催化剂(铂、钯和铑的混合物)的作用下发生化学反应,生成 CO_2 、 N_2 和 H_2O ,废气中的三类有害气体通过 TWC 后均变成了无害气体,使废气得到净化。

1. 三元催化转换器的结构

三元催化转换器安装在排气管前部,一般为可拆卸式。丰田雷克萨斯 LS400 轿车三元催化转换器的安装位置如图 4-9 所示,该车型装备 V 型发动机,在左右排气管上各装一个三元催化转换器。

三元催化转换器(Three-way Catalyst Converter, TWC)主要由金属壳体、陶瓷格栅底板及催化剂涂层组成,如图 4-10 所示。目前,三元催化转换器内装用的三元催化剂一般为铂与铑的混合物。铂能促使排气中的有害成分 CO 、 HC 被氧化成 CO_2 和 H_2O ,铑能加速有害气体 NO_x 被还原成 N_2 和 O_2 ,从

而起到净化排气的作用。三元催化剂的表面活性作用是利用排气本身的热量激发的,其使用温度范围以活化开始温度为下限,以过热引起三元催化转换器故障的极限温度为上限。

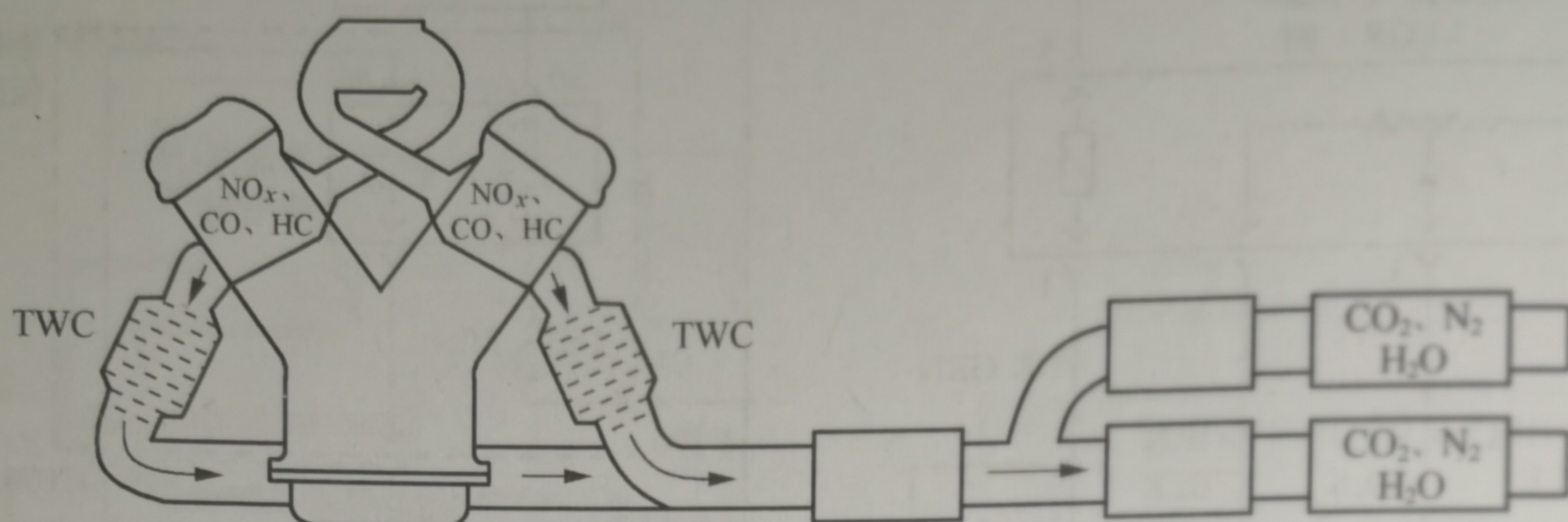


图4-9 丰田雷克萨斯LS400轿车三元催化转换器的安装位置图

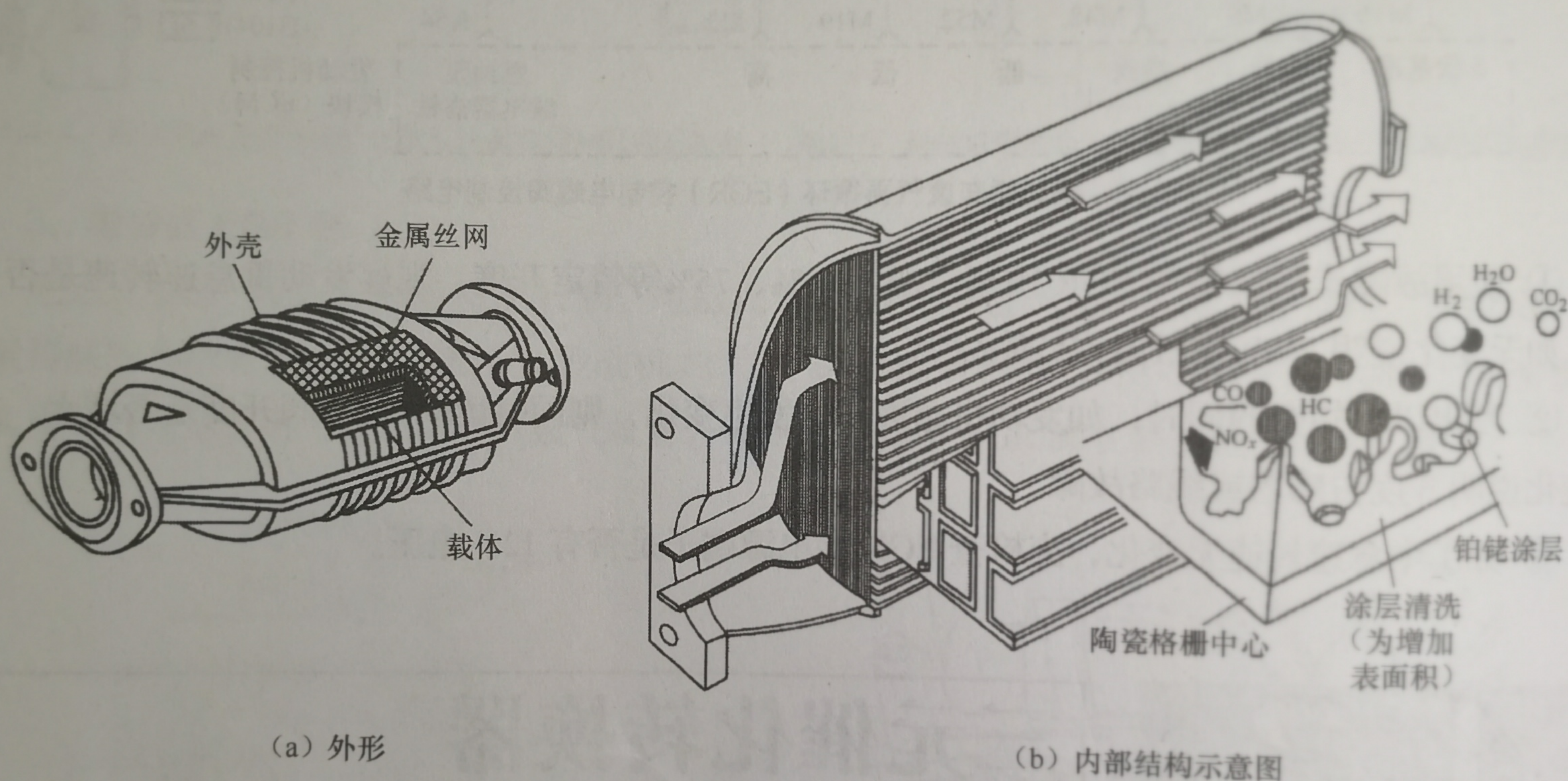


图4-10 三元催化转换器结构示意图

根据催化剂载体的结构特点,三元催化转换器可分为颗粒型和蜂巢型两种类型,前者将催化剂沉积在颗粒状氧化铝载体表面,后者将催化剂沉积在蜂巢状氧化铝载体表面,氧化铝表面有形状复杂的表层,可增大催化剂与废气的实际接触面积。

2. 三元催化转换器的转化效率

催化转换器的转化效率是指试验车辆或发动机按照某种指定的工况运行时,催化转换器前后某种污染物排放量的变化率,即

$$\text{转化器转化效率} = \frac{\text{转化器前污染物排放量} - \text{转化器后污染物排放量}}{\text{转化器前污染物排放量}}$$

催化转换器将有害气体转变成无害气体的效率受诸多因素影响,其中影响最大的因素是排气温度和混合气浓度。

图4-11所示为TWC的转换效率与混合气空燃比的关系图。从图上可以看出,只有当混合气的浓度在标准的理论空燃比14.7:1附近的一个很小范围内时,三元催化剂才能同时促进3种有害气

体发生反应, TWC 的转换效率才最好。为此必须使用氧传感器 (O_2S) 组成发动机电控燃油喷射闭环控制系统才能将混合气的空燃比精确地控制在 14.7:1 附近。

TWC 的转换效率除了与混合气的浓度有关外, 还与排气温度有关。TWC 只有在催化剂的温度达到 300°C 以上时才开始工作, 一般发动机起动预热 5min 后才能达到此下限温度, 当催化剂的温度超过 400°C 时, TWC 的转换效率将接近 100%。虽然 TWC 需要在高温下才能正常工作, 但是如果排气温度过高 (超过 815°C) 时, 催化剂有可能与氧化铝载体烧结产生热老化, 导致活化表面积减小, 使催化剂失效, 这时 TWC 的转换效率将明显下降。在有些 TWC 上安装有排气温度报警装置, 当报警装置发出报警信号时, 应熄火检查车辆, 查明排气温度过高的原因。汽车行驶过程中, 排气温度过高多数是由发动机长时间在大负荷下工作或因某些故障造成不完全燃烧所致。

TWC 工作时由于氧化反应产生大量的热量, 在正常工作期间, TWC 内部的温度将达到 500°C 以上, 表面的温度为 370°C 以上。

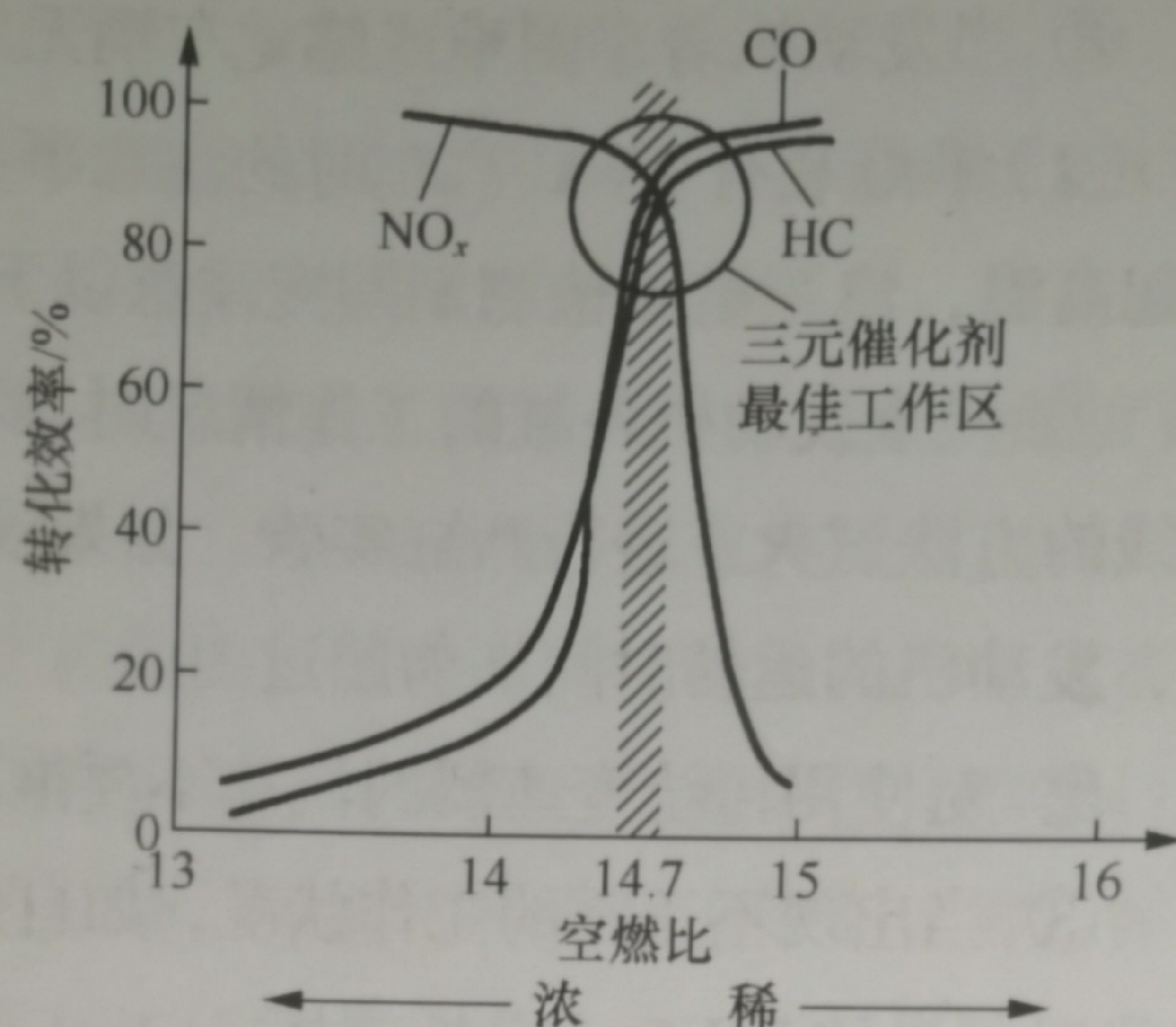


图4-11 三元催化转换器转化效率与空燃比