



可持续发展的公路建造：

向运输项目实施清洁柴油控制计划

栢诚美国纽约市分公司

Guido Schattaneck 著 (Schattaneck@pbworld.com)

栢诚的两个主要公路建造项目证明了柴油车辆设备改进计划对公路建造的可持续发展是很重要的，因为它们降低了污染物的排放量和可见的烟气，并且控制臭味。作者在本文讨论了这些项目所选用的技术，实施的步骤，成本/排放效益的估算，和所汲取到的教训。

柴油引擎的好处是可靠、省油、耐用，而且容易修理，运作成本低廉。但是它们从静止状态加速时会产生大量的颗粒物质和氮氧化物（NO_x）。目前的估算显示，在美国东北部，这些引擎的排放量占所有车辆及机器总氮氧化物排放量的 33%，和悬浮粒子（PM₁₀）排放量的 80%。

由于在 1996 年之前没有任何关于工程设备污染物排放量的管制，所以建筑工程采用的柴油发动机，往往比较同等的汽车引擎制造更多污染。因此，减少这些污染物的排放有潜力改善地区的空气质量，对于那些在建筑工地附近生活或工作的人更有显著的效益。在 2004 年 5 月通过的美国环境保护局「清洁空气—非道路使用柴油」法例是一个重要的进程。但是一般估计需要 20 年左右的时间，才能把现时工程用的旧式柴油机全部改为硬性规定的新型清洁柴油机。

降低排放量的技术

栢诚在建造下列两个大型项目时制订了柴油机改进/清洁燃料计划：

- 麻省波士顿市的 Central Artery 中央干道/隧道项目（简称 CA/T），由栢诚与 Bechtel 公司合资担任管理顾问。
- 南康涅狄格州的 I-95 州际公路 New Haven 海港走廊改善计划（简称 I-95 NHC），由栢诚担任施工进度经理。

这些计划开始时着重减低排放量，直到 5 至 10 年后较清洁的燃料与机器成为标准的制造步骤一部分为止。最常用的技术可分为三类：

- **燃料改进**，包括合成柴油，水乳化柴油，生化柴油，和含硫量特低的柴油。
- **机器设计/燃料改进**，包括排气的再循环，二甲醚，与天然气。

- **后处理/添加的污染控制措施**，包括氧化催化剂，柴油微粒过滤器，稀燃催化剂，和选择性的减少催化措施。

由于这两个项目的设计与施工都已进入后期，因此计划可以聚焦于增加一些控制污染的措施和选择较清洁的柴油燃料。

CA/T 柴油设备改进计划

CA/T 项目的建造期超越 15 年，往往有数以百计的柴油驱动建筑机械在同时运作。建筑工程于 1992 年启动。在 1998 年，栢诚与麻省环境保护部（简称 MDEP）以及东北各州综合空气使用管理组织（Northeast States for Coordinated Air Use Management，简称 NESCAUM）共同实施了一项柴油设备改进计划，采用氧化催化剂来减少非路面建筑设备的污染物排放量。

这项最初只属试验性质的计划，后来被扩大至包括余下 20 多项合同中所有非路面的建筑设备。这个计划最终改进了 100 台以上的柴油驱动建筑机械设备。我们也检验了一种与常规柴油相比，能降低氮氧化合物和黑烟的乳化柴油燃料。

氧化催化剂能够通过氧化柴油污染物，如颗粒物，碳氢化合物和一氧化碳，使之变为危害较少的排放物，例如水和二氧化碳。在比较过柴油颗粒过滤器和氧化催化剂后，我们选择了后者，理由如下：

- 能减少较多柴油臭味中的碳氢化合物，以及一氧化碳与颗粒物 PM_{10}
- 便于安装及维修
- 成本较低（每台氧化催化剂设备约值 2,500 美元，而每台柴油颗粒过滤器约为 10,000 美元）

氧化催化剂是目前受环境保护署（简称 EPA）认可的技术中最被广泛应用的。该技术已受肯定，到目前为止已被超过 100 万辆公路车辆采用。不过将这技术应用于建筑机械则不常见。

根据 EPA 认可的资料，我们预计氧化催化剂可以令重型机械的污染排放量达到以下目标：降低颗粒物 20% 以上，降低一氧化碳 40% 以上，和降低碳氢化合物 50% 以上。在评估过 88 台在 2000 年改进的设备后，我们发现污染物的排放减少量为（每日）：一氧化碳 90 公斤，碳氢化合物 30 公斤，和颗粒物（ PM_{10} ）7.4 公斤。

CA/T 项目还探讨了进一步降低柴油排放物的可能性，用较清洁的燃料取代柴油。LUBRIZOL 公司生产了一种只会排放少量氮氧化合物的混合柴油燃料，品牌为 PuriNOx™。它含有柴油燃料和水，以及一种能令乳状混合物保持稳定性的添加剂。在项目中试验后显示氮氧化合物减少了 10% 至 30%，而颗粒物则降低了 10% 至 50%。此外我们也在 CA/T 的其中一项合同中进行了试验：一台 Caterpillar 挖土机在使用 PuriNOx™ 三星期后，与二号柴油燃料相比氮氧化合物降低了 30%，烟气降低达 96%。很可惜，由于财务预算的考虑 PuriNOx™ 最终没有被采用。

I-95 NHHC 柴油排放量控制计划

改进全长 11.5 公里的 I-95 NHHC 需要 10 年以上的时间才能完成。在此期间将会有超过 200 台的柴油驱动建筑机械进行运作。在这个柴油车辆排放物控制计划中，我们考虑了下列 4 种减少排放物的技术：

- 两种柴油机改进技术（氧化催化剂与四向催化器）
- 两种较清洁的燃料（生物柴油 B-20 混合剂与 PuriNOx™）

因为这是为康涅狄格州运输部进行的自愿和试验计划，所以我们决定采用最被广泛接受和耗资最少的降低排放物方案。由于部分设备不会被长期应用于这项工程，选择氧化催化剂和 PuriNOx™ 能够为承包商提供较多的灵活性。

根据对最佳排放效益（功率、运行小时与燃料耗量的函数）与实际施工现场的情况两者的评估：

- 所有符合下列条件的柴油驱动建筑机械必须装设排放控制设备与/或使用清洁燃料：（1）功率等于或超过 60 马力，（2）已经在项目中工作 30 天以上，或被合同指定将会在项目中工作 30 天以上。
- 只会被短期应用于这项工程的小型设备与专用设备可获豁免改造。

到 2004 年中期，已经有超过 60 台建筑机械被改进为使用氧化催化剂。（见图 1）



图 1 I-95 NHHC 项目中改用氧化催化剂的建筑机械

这类计划是降低柴油污染排放量和臭味的节省成本的好方法。氧化催化剂的成本，大概只占改造建筑机械总成本的 1%。

推行计划的另一个可取之处是创立了一个定期会面的空气质量工作组，最终成功说服各方采用这项计划。很关键的一点是在项目的早期已经让各方清楚了解该计划的效益与成本，费用由谁负担，以及如何将这个概念转化为技术规格说明及招标文件的一部分。

【完】

Guido Schattaneck 是栢诚的高级环境工程师和首席资深技术主任工程师，在 1983 年加入栢诚。他在主要基础设施项目的环境评估方面有广泛的国际经验，包括曾负责南美洲几项基础设施项目的环境审慎调查。他曾担任的环境评估工作包括空气质量分析，建筑物影响评估，水质影响，和清洁柴油倡议。**Guido** 是「运输研究理事会」与「空气及污水管理协会」内空气质量小组的委任成员，也曾经是美国环境保护署的技术顾问，协助制订 1992 年的流动源头排放量模型导则。他从 1988 年开始担任波士顿中央干道（CA/T）工程的技术顾问。

相关网站：

- 康涅狄格州 I-95 州际公路 New Haven 海港走廊改善计划
www.i95newhaven.com
- 污染排放控制系统制造商协会
www.meca.org
- 麻省收费高速公路管理局中央干道/隧道项目
<http://www.masspike.com/bigdig/index.html>
- 美国环境保护署柴油车辆设备自愿改进计划
www.epa.gov/otaq/retrofit/
- 柴油技术讨论会改进技术锦囊
<http://www.dieselforum.org/retrofit-tool-kit-homepage/>