

关于煤粉柴油机的研究

——徐大宏博士采访记

时学黄

(本刊特约编辑)

徐大宏博士1979年前曾任清华大学动力系教授,从事微型汽车和柴油机方面之科学研究。赴美后在通用电气公司继续从事柴油机研究工作,从1984年至今负责领导研制用于火车的煤粉柴油发动机,在技术上取得重大突破。趁徐博士来京探亲之便,就煤粉柴油机研究情况,笔者对徐博士进行了采访。现将访谈内容归纳如下:

1. 煤粉柴油机的燃料与功率

煤粉柴油发动机使用的燃料共两种,一是普通柴油,一是煤灰和水的混合液浆,称之为煤粉浆(coal water slurry, CWS),其中煤灰和水的重量各占50%。柴油用于起动,煤粉浆是主要燃料。

满负荷时:煤粉产生之能量占95%,柴油占5%。

小负荷时:煤粉产生之能量占70~80%,柴油占20~30%。

美国研制煤粉柴油机的公司不止一家,但只有通用电气公司徐大宏负责研制的发动机功率大,能够取代内燃机带动火车,可望大量节省石油。

2. 研制步骤

研制工作首先在实验室中进行,设计了一个特制的燃烧容器,透过观察窗使用高速摄影机及各种仪表观察测定CWS的燃烧机理,然后在单缸及多缸发动机上依次进行试验,最后搬上火车。徐博士强调研究工作必须有科学方法,按部就班循序渐进,如果不问燃烧机理,一上来就将煤粉浆用于火车,其结果将是“欲速不达”。

3. 计算机模拟

为了提高燃烧效率,进行了计算机模拟。煤粉燃烧机理可以归结为一个复杂的公式,其中有若干需要通过试验方能确定其数值的参数。计算机模拟能定性地预测参数的范围和变化趋势,大大减少试验次数。为了支持这项模拟计算付出了约50万美元,效果显著。

4. 喷射装置的研制

煤粉浆发动机与普通柴油机不同,它有两个喷嘴,分别喷射柴油和煤粉浆。它是新式发动机的关键装置。煤粉浆在喷射前必须保持高压,喷嘴上装置了一个始终保持高压的容器。这种新式喷嘴称为高压式喷嘴。喷射煤粉浆的时机和数量,必须严格控制,为此设计了一套电子控制装置,使得在单缸发动机中煤粉浆的燃烧效率达到99.5%。

另外,煤粉不同于柴油,它会造成严重磨损,因此要使用钛合金制造活塞。喷嘴头经过试验选用了人造钻石。为了研制第一只喷嘴,耗资70万美元,现在每枚喷嘴的造价已降低至不到1万美元。

5. 污染

为了限制污染,新式发动机的排气装置添加了一个过滤网,使排放气体中的硫化物(SO_2)与阿莫尼亚化合,连同煤灰沉积在过滤网上,用自动机械振荡的方法抖落沉积物。虽然仍有废气排入大气,但已能将有害物质控制在一般卡车所造成的污染以下。

6. 经济效益

制造一台普通火车头约需150万美元,改用煤粉柴油机,附加设备需28万美元,加上煤的运输和磨碎加工费,只有在石油涨价至每桶30美元以上(即石油危机时的水平)使用煤粉浆,在经济上才划算。目前石油价格便宜,每桶仅18美元,故此煤粉柴油发动火车目前尚不可能进行商业批量生产。从长远看,考虑到石油资源将耗竭,而煤炭蕴藏丰富,特别是石油资源相对较少的国家,研究使用煤粉代替石油作为燃料具有战略价值。

7. 科研管理

科研人员是流动的,工作最紧张的研制阶段,徐博士聘用了十几位技术人员,分工明确,每人负责一个方面,大部分工作与其它单位以订合同方式协作。徐博士声称大部分工作是由其它工厂、学校等单位的人员完成的。课题组内的技术人员分头联系。作为负责人的经理,在使用人方面有绝对权力,可以到其它单位甚至其它国家雇用。清华大学动力系的沈祖京副教授便是以燃烧专家的身份受聘在美工作了一年半,目前已返回清华。据他本人谈,工作愉快,没有杂事干扰,效率很高。课题经理有权将不胜任的研究人员解聘,这样做将得到上级主管的支持和称赞。

8. 财务监督

煤粉柴油机火车的研究经费共2 500万美元。由美国政府能源部负担。经费使用情况须随时上报。专门负责检查工作的官员,流动循环至各企业检查。经费不能随意增加。按照合同,研究工作还有一年即将结束,目前聘用的技术人员只4人,却仍聘用了三名会计人员紧张地结帐。