

内燃机先进技术译丛

 Springer

内燃机原理 (上)

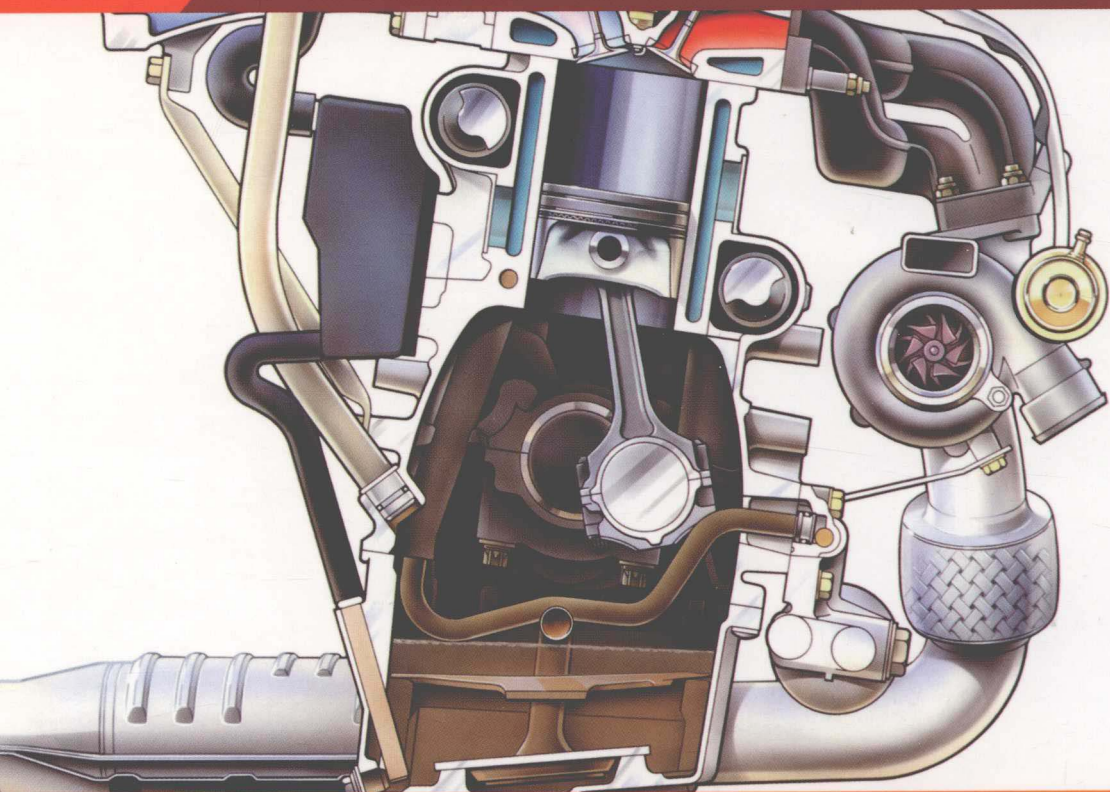
工作原理、数值模拟与测量技术

Grundlagen Verbrennungsmotoren
(7., vollst. überarb. Aufl.)

原书第7版

[德] 京特·P.默克 (Günter P. Merker) 主编
吕迪格·泰希曼 (Rüdiger Teichmann)

高宗英 等译



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

技术译丛

内燃机原理（上）

——工作原理、数值模拟与测量技术

（原书第7版）

[德] 京特·P. 默克（Günter P. Merker） 主编
吕迪格·泰希曼（Rüdiger Teichmann）
高宗英 等译



机械工业出版社

Translation from German language edition:

Grundlagen Verbrennungsmotoren (7., vollst. überarb. Aufl.)

by Günter P. Merker and Rüdiger Teichmann

Copyright © 2014 Springer Springer Fachmedien Wiesbaden

Springer Fachmedien Wiesbaden is a part of Springer Science + Business Media

All Rights Reserved

版权所有，侵权必究。

This title is published in China by China Machine Press with license from Springer. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体版由 **Springer** 授权机械工业出版社在中国境内（不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区）出版与发行。未经许可之出口，视为违反著作权法，将受法律之制裁。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01 - 2015 - 1285 号。

图书在版编目(CIP)数据

内燃机原理：上．工作原理、数值模拟与测量技术/(德)京特·P.默克，(德)吕迪格·泰希曼主编；高宗英等译．—北京：机械工业出版社，2018.11
(内燃机先进技术译丛)

书名原文：Grundlagen Verbrennungsmotoren

ISBN 978-7-111-61287-2

I. ①内… II. ①京… ②吕… ③高… III. ①内燃机—理论 IV. ①TK401

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 249813 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：孙 鹏 责任编辑：孙 鹏

责任校对：王 延 封面设计：鞠 杨

责任印制：张 博

河北鑫兆源印刷有限公司印刷

2019 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 33 印张 · 13 插页 · 673 千字

0 001—2 500 册

标准书号：ISBN 978-7-111-61287-2

定价：199.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com



- ① 增压空气进口
- ② 低压压气机
- ③ 低压中冷器
- ④ 高压压气机
- ⑤ 到高压中冷器
- ⑥ 高压涡轮排气进口
- ⑦ 低压涡轮
- ⑧ 排气出口

■ 空气
■ 排气
■ 发动机冷却液

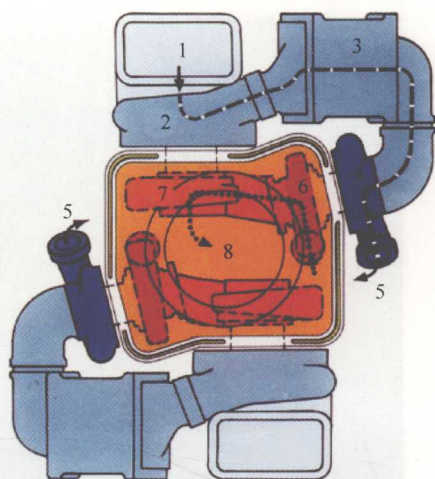


图 2.41 MTU20V-1163-03 型船用柴油机两级增压组的外观图

世界范围的能源需求
10亿英国热量单位

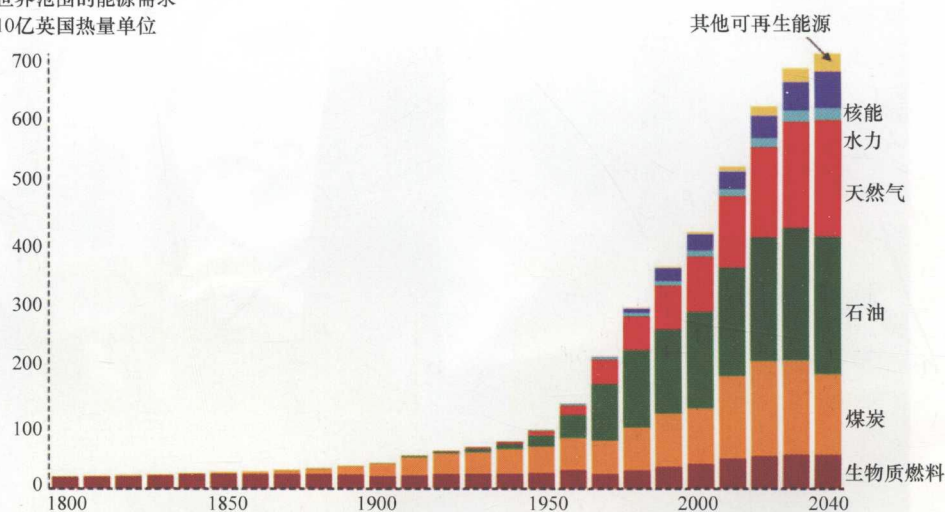
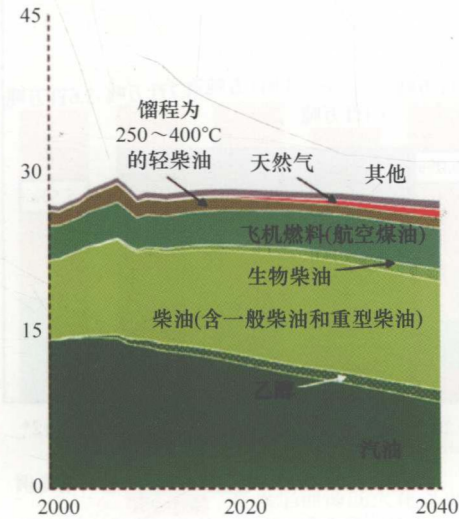


图 2.52 世界范围的能源需求情况 (Exxon (埃克森) 公司能源信息服务中心供稿, 2013)



图 2.53 未来燃料概况及其应用范围

联合国经济合作与发展组织的需求
百万桶油当量/每天



非联合国经济合作与发展组织的需求
百万桶油当量/每天

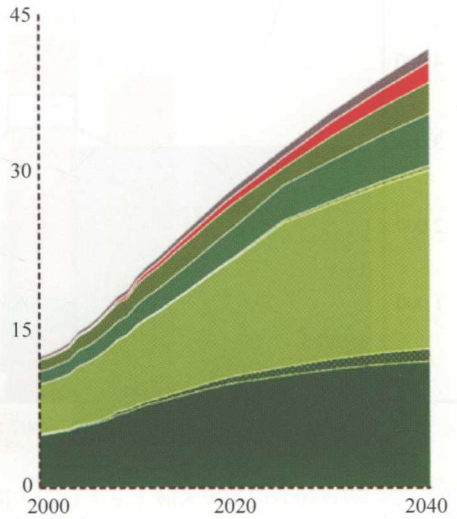


图 2.56 历年来世界燃料需求的增长情况 (Exxon 公司能源信息服务中心, 2013)

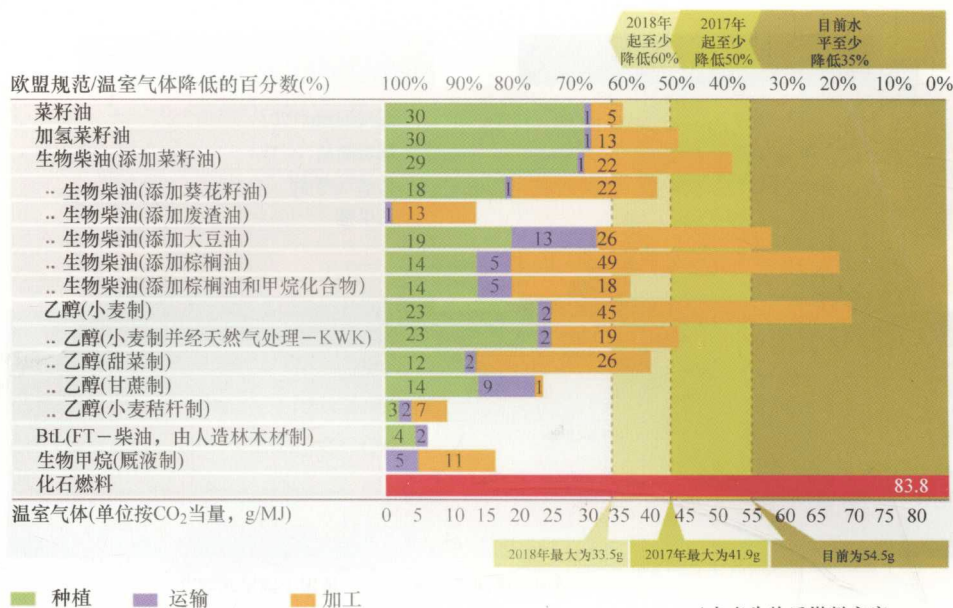
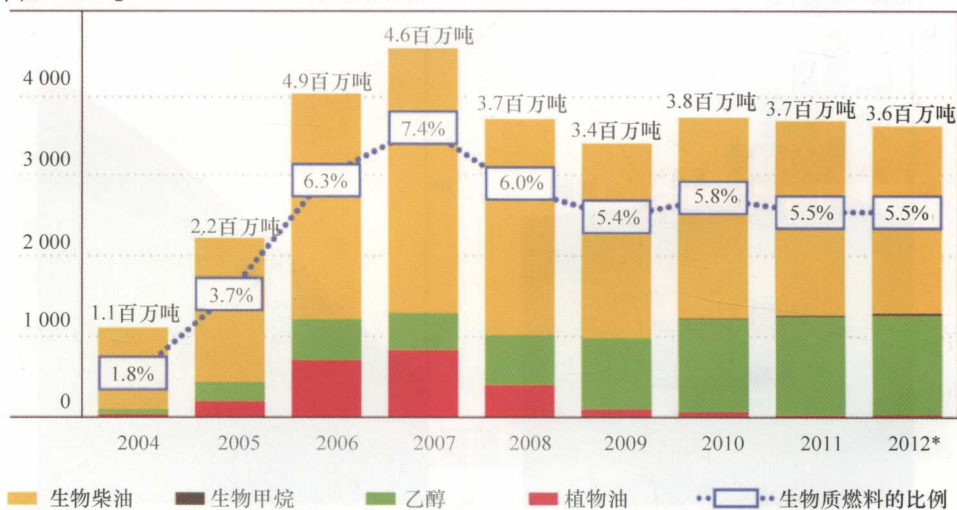


图 2.57 各种生物质燃料的温室气体排放、生产工艺及其对减少温室气体排放的贡献（根据再生原材料协会（FNR）发表的柏林油料和蛋白质分会的有关资料（2011-EU-RL-2009/28/EG，©FNR2012））

单位: 1000吨



*目前情况, **所占燃料总需求量的比例 (按能量含量比例计算)

图 2.58 生物质燃料在德国需求量增长情况（德国联邦经济和出口管理局 BAFA/mobil（美孚）天然气公司 / 德国再生原料专业协会 FNR 报告（2013 年 3 月），©FNR2013）

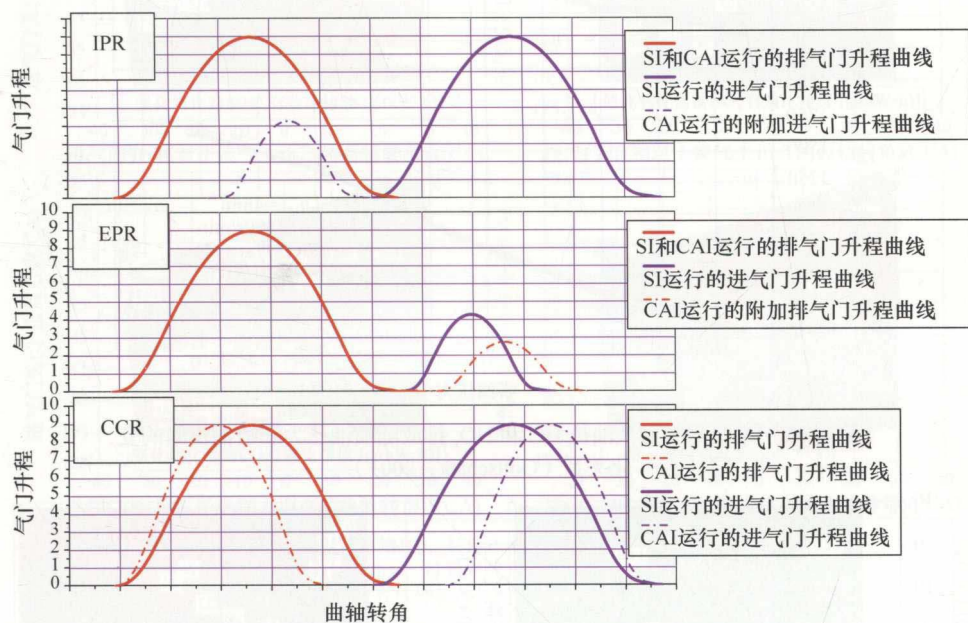


图 3.4 用于均质压燃的各种废气再循环和气门正时方案
(IPR= 进气道废气再循环; EPR= 排气道废气再循环; CCR= 燃烧室废气再循环)

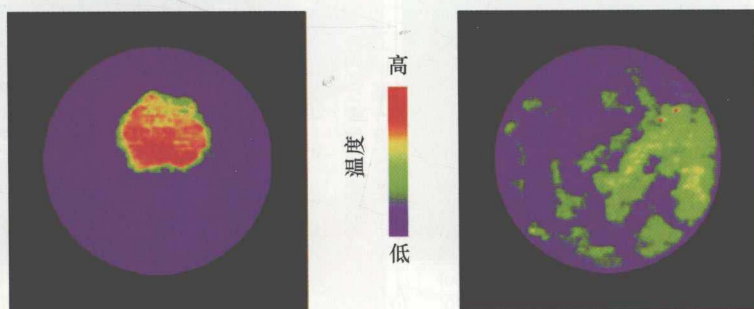


图 3.5 有火焰前锋的火花点火 (SI) 运行 (左) 和无火焰前锋的可控自行点火运行 (CAI) (右) 时的燃烧温度分布 (Herrmann 等, 2005)

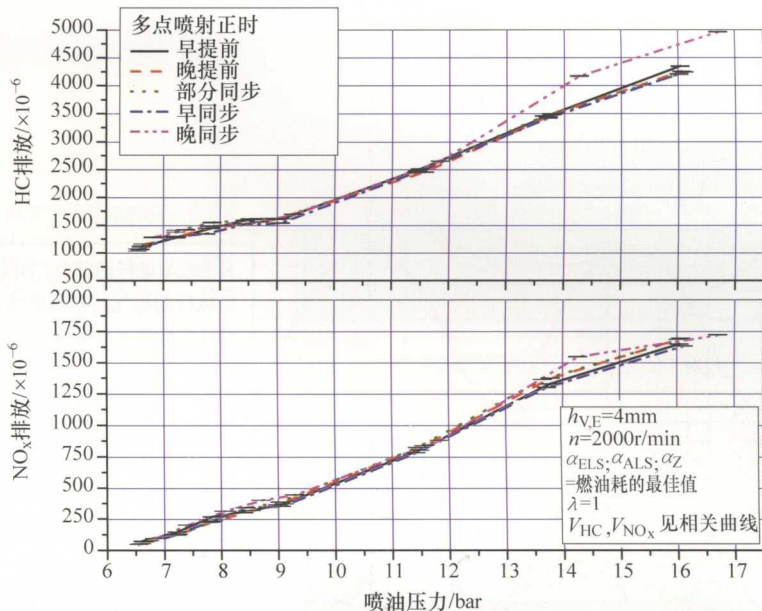


图 3.18 进气道喷射汽油机 HC 和 NO_x 排放随喷油压力和喷油正时的变化关系 (Gottschalk, 2001)

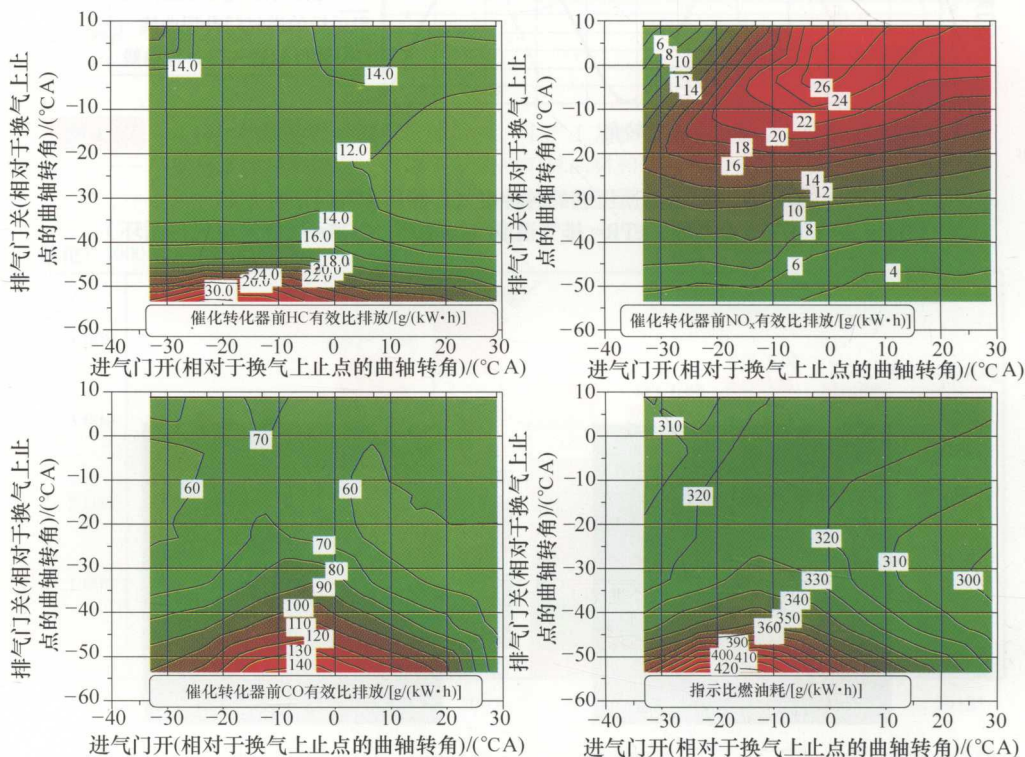


图 3.20 借助于凸轮轴对配气相位的调节改变缸内废气再循环比例时催化转化器前的原始排放和燃油消耗率

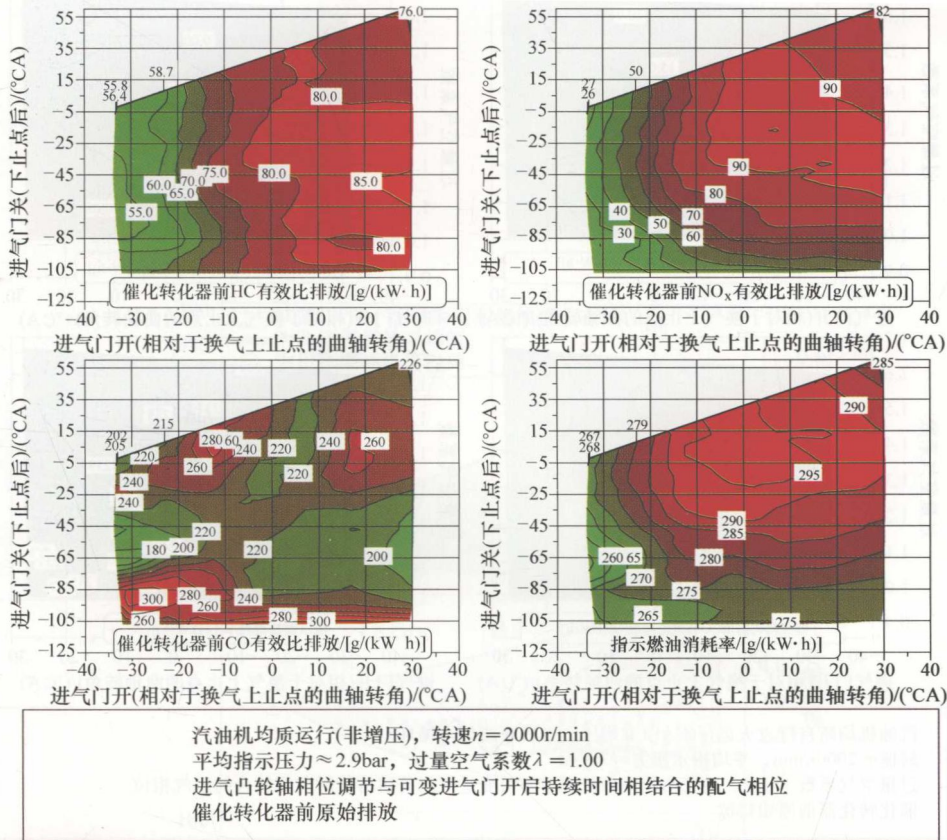


图 3.23 可变进气门配气相位和开启持续时间与催化转化器前的原始排放和燃油消耗率 (部分负荷运行)

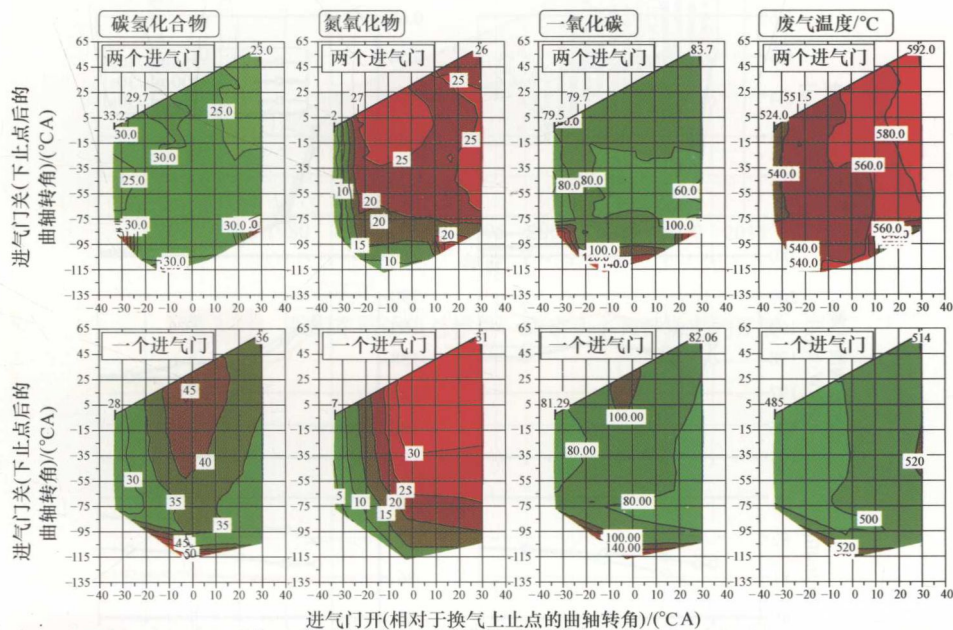
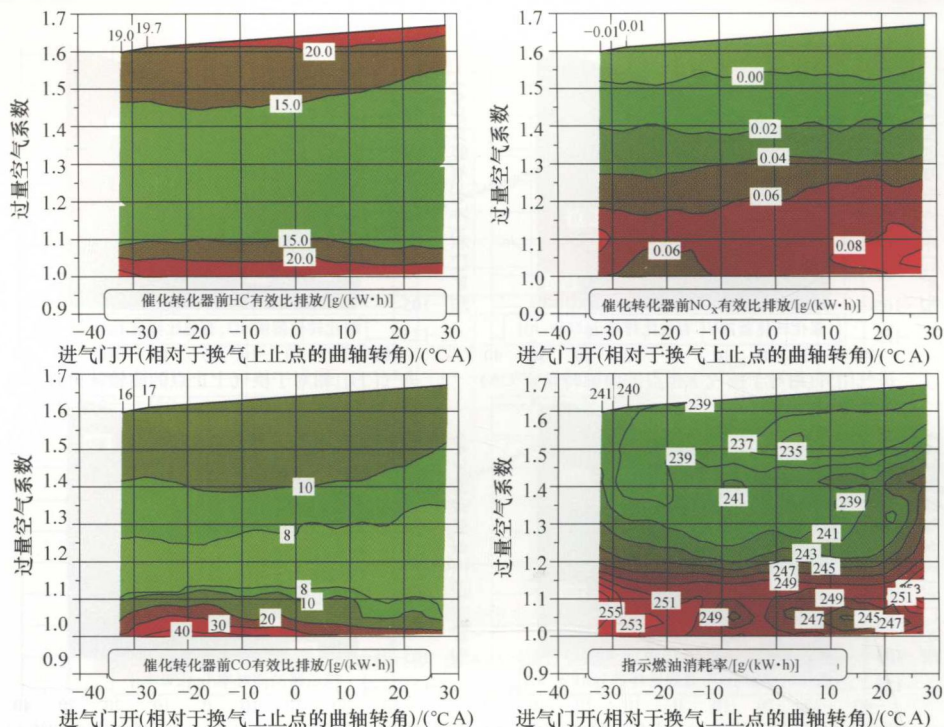


图 3.24 4 气门与 3 气门运行的对比: 进气门配气相位和开启持续时间变化时的排放性能 [汽油机均质运行, 转速 $n=2000\text{r/min}$, 平均指示压力 $p_i \approx 1.75\text{bar}$; 过量空气系数 $\lambda=1.00$; 有效原始比排放, 单位: g/(kW·h)]



汽油机均质自行点火运行(CAI)(非增压,带残余废气再循环)

转速 $n=2000\text{r/min}$,平均指示压力 $\approx 2.8\text{bar}$

过量空气系数 λ 可变。进气凸轮轴相位调节与可变进气门开启持续时间相结合的配气相位
催化转化器前原始排放

图 3.27 在 CAI 运行模式中采用 EPR 策略时对配气相位和过量空气系数的优化情况
(催化转化器前的原始排放和燃油消耗率)

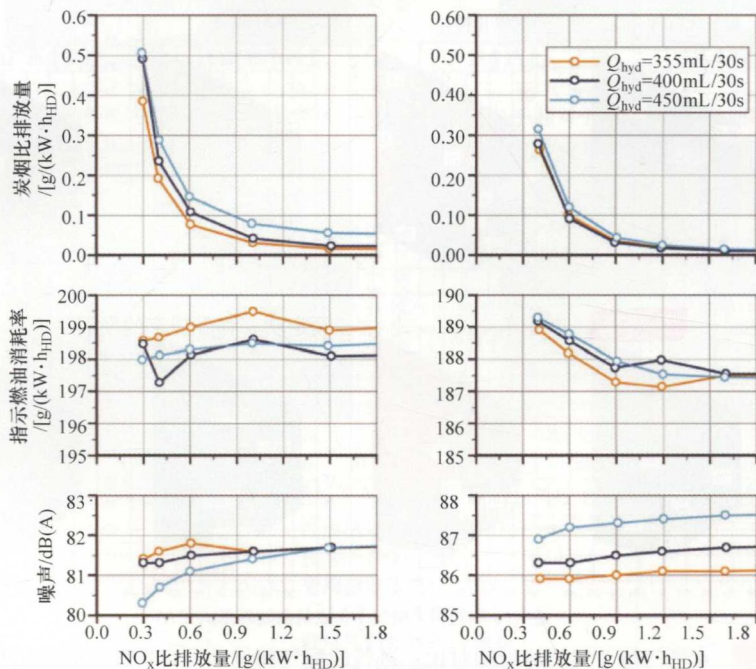


图 3.63 在一台乘用车柴油机上以中等负荷工况运行时喷嘴流量对排放、噪声和燃油消耗的影响
(左列为较低的部分负荷运行工况,右列为较高的部分负荷运行工况)

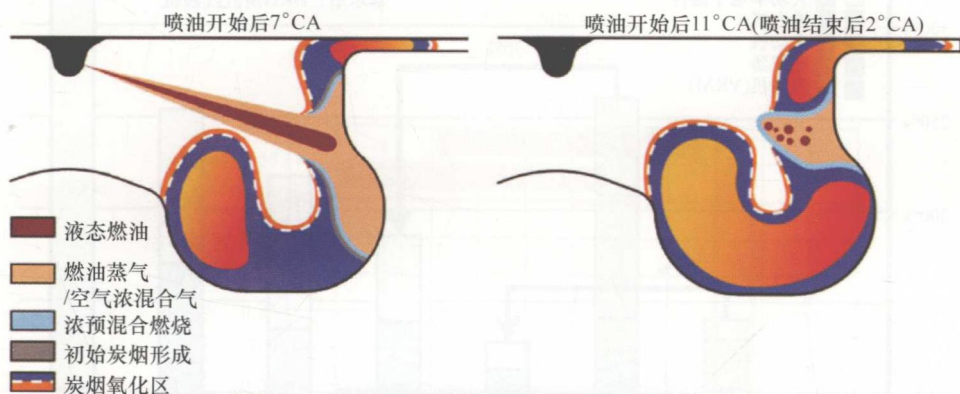


图 3.79 乘用车柴油机中喷射油束与活塞顶燃烧室凹坑壁面之间的相互作用 (Miles, 2006)

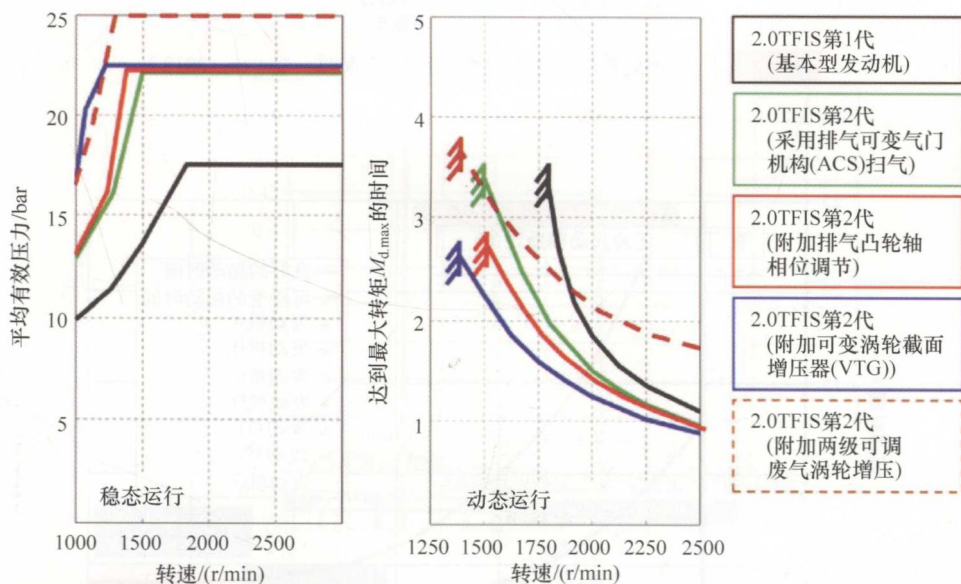


图 3.94 优化和提升增压汽油机稳态和动态转矩的实例 (Wurms 等, 2010)

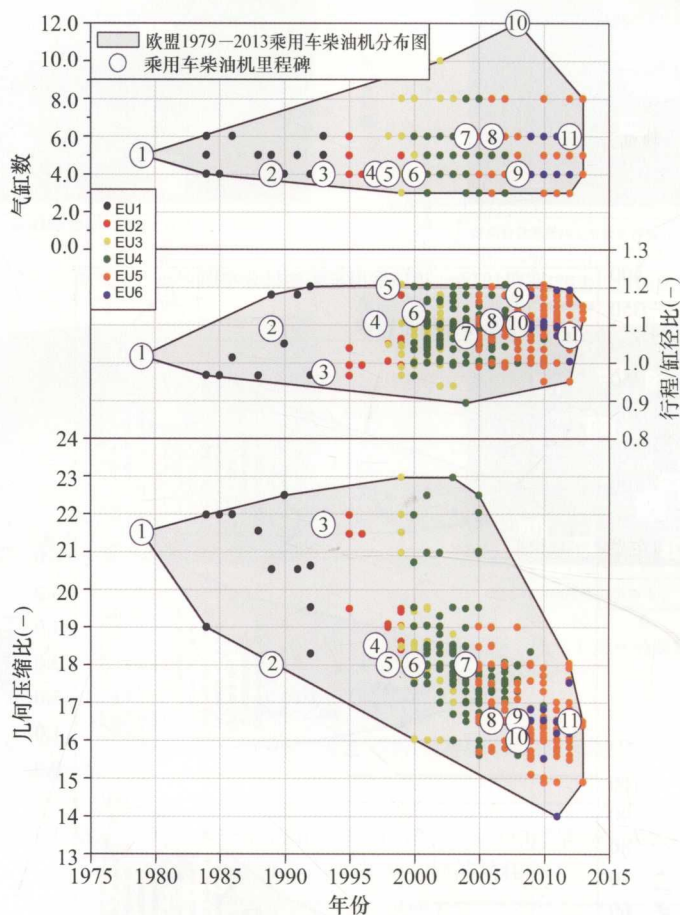


图 3.72 乘用车柴油机气缸数、行程 / 缸径比和几何压缩比的发展

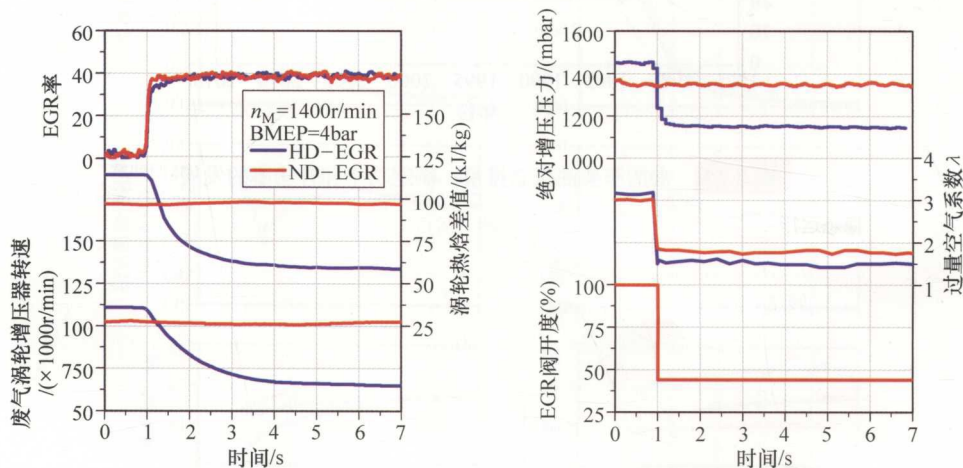


图 3.76 采用低压 EGR 方案时 EGR 率和废气涡轮增压器性能之间的关系 (Tietze 等, 2006)
 n_M —发动机转速 BMEP—平均有效压力

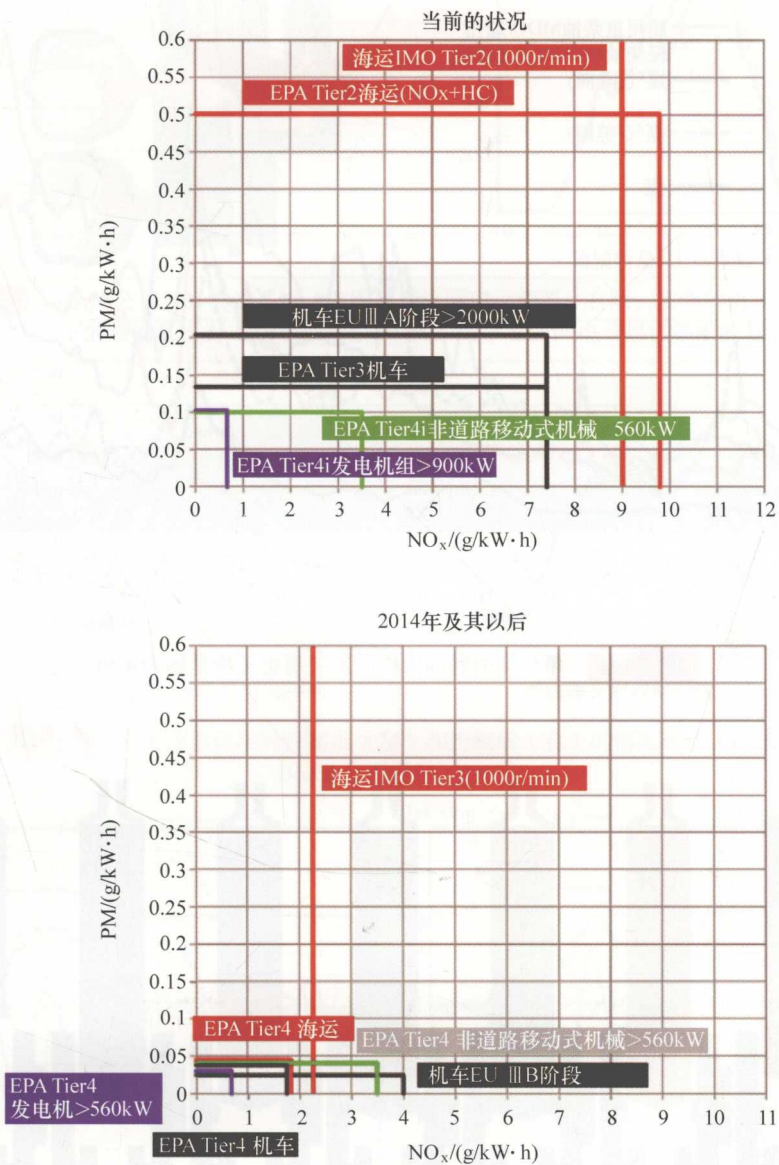


图 3.138 大型发动机当前与未来 NO_x 和 PM 排放限值的比较 (Cartus, 2012)

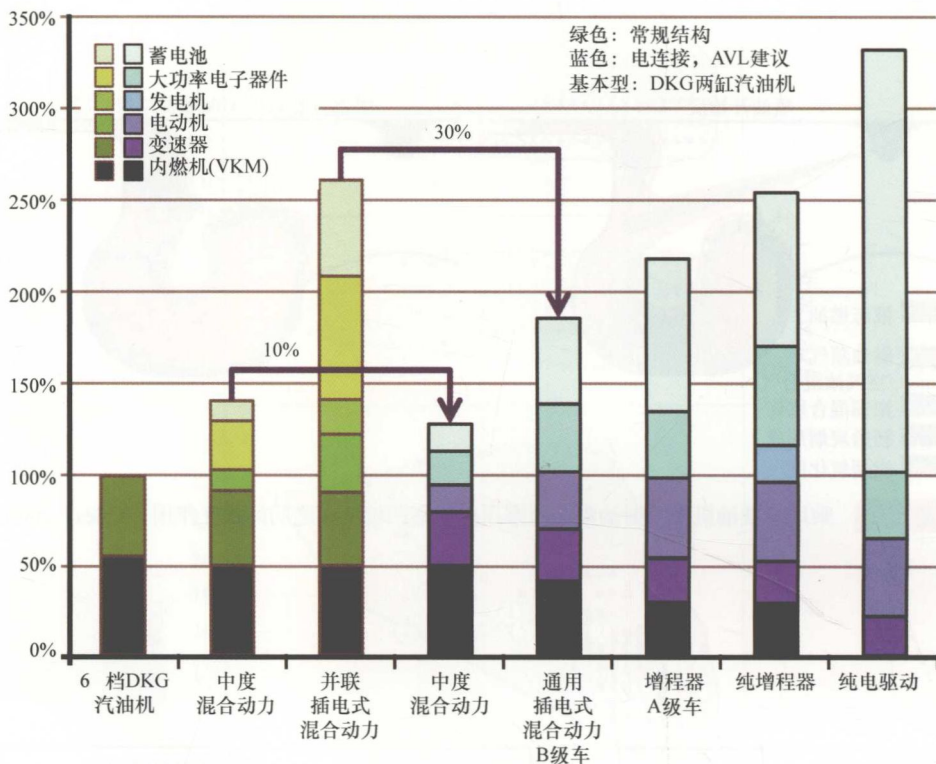


图 3.106 各种混合动力方案的成本结构（来源：Sorger, 2013）

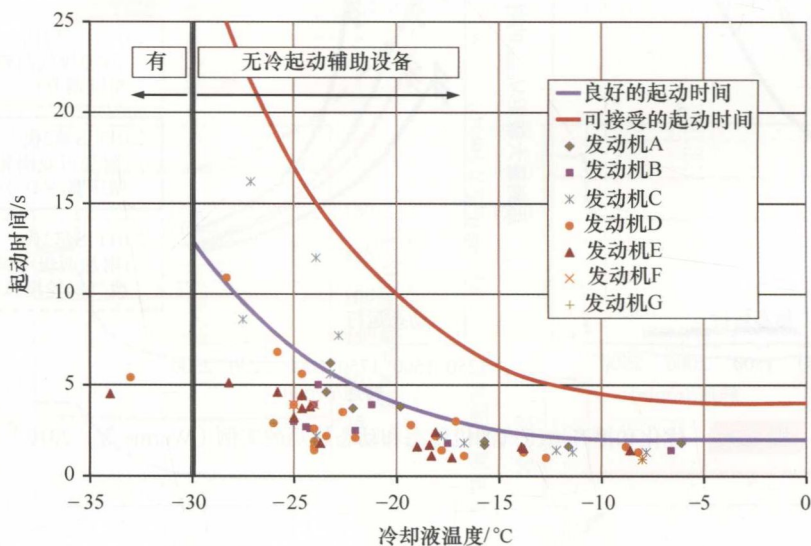


图 3.121 各种商用车柴油机的冷起动时间

未压缩的燃油
 压缩的燃油
 未压缩的液压油
 压缩的液压油

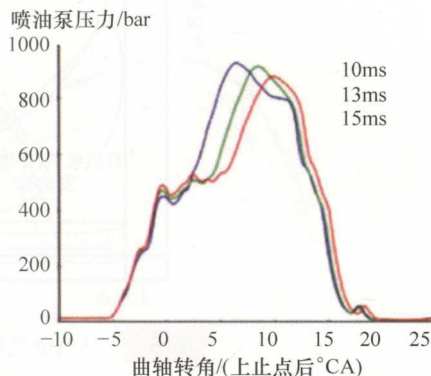
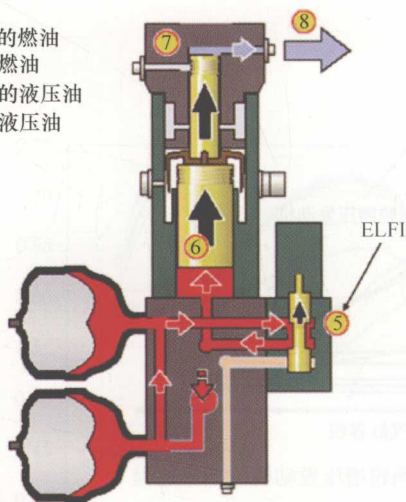


图 3.159 MAN 公司 ME 喷油系统，左图：系统原理示意图；右图：实测的由 3 种不同调节工况下的喷油泵压力 - 时间变化规律（图中文字 ELFI= 电子燃油喷射控制阀）

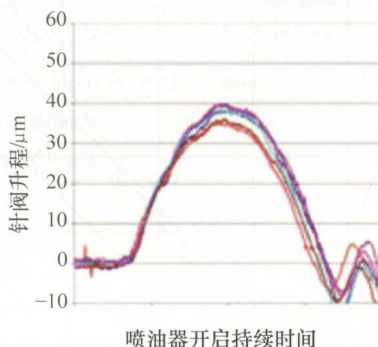
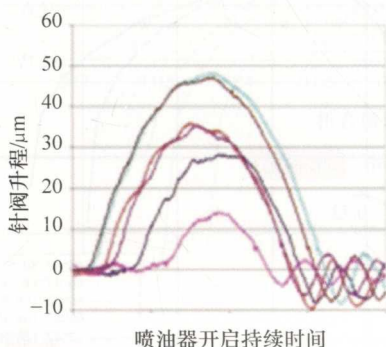
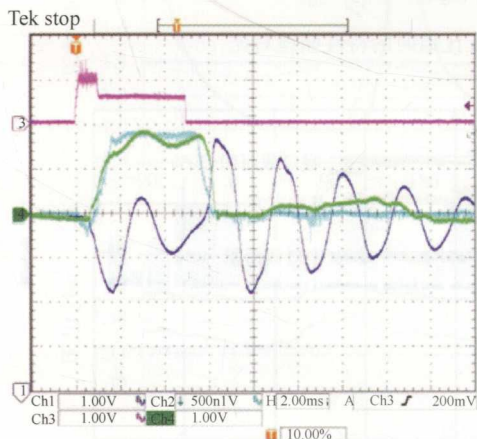
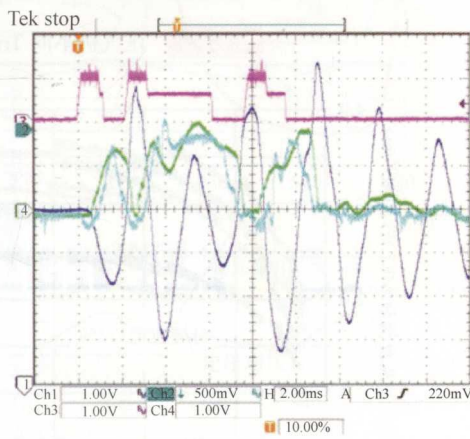


图 4.17 在喷油量很小时控制前（左）和控制后（右）的情况比较（Robert Bosch 公司提供，2013）



轨压1500bar，单次喷射



轨压1500bar，多次喷射

红色：通电信号；深蓝：喷油嘴前的压力；
 绿色：喷油率；浅蓝色：针阀升程传感器信号

图 4.54 用于重油的第一代喷油器的喷射过程



图 3.144 单位热值燃油价格的发展历史 (横坐标为年份)

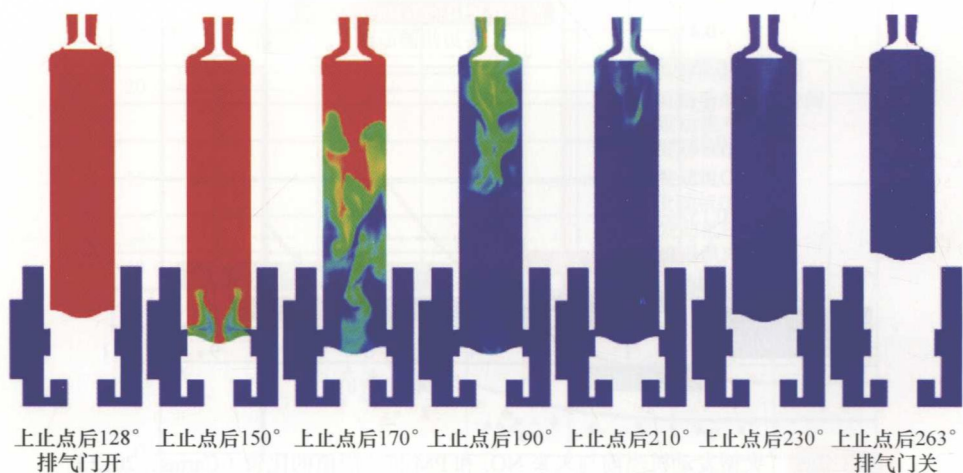


图 3.158 大型低速二冲程柴油机扫气过程的非稳态“虚拟大涡模拟 (pseudo-LES)”