ICS 27.020
CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 023-2024

DCI11 发动机试验台架建设方法

DCI11 test bench construction specification

2024-06-05 发布　　2024-06-05 实施

中国内燃机学会　　发 布

目　次

前　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　试验台架建设 2
5　试验发动机 2
5.1　发动机技术特征 2
5.2　发动机改装 2
5.3　发动机组装 2
5.4　发动机安装 2
6　发动机台架系统配置 3
6.1　发动机测控系统 3
6.2　试验室监控系统 3
6.3　发动机供电系统 3
6.4　发动机进气系统 3
6.5　排气系统 3
6.6　燃油系统 3
6.7　发动机冷却系统 4
6.8　机油温度控制系统 4
6.9　机油耗测量系统 4
6.10 曲轴箱通风系统 4
7　传感器布置 4
7.1　传感器精度要求 4
7.2　温度测量点位置 5
7.3　压力测量点位置 6
附录 A（规范性）　安全防护措施 7
附录 B（资料性）　台架搭建示意图及传感器布置 8
B.1　典型的 DCI11 发动机台架 8
B.2　进气系统 8
B.3　排气系统 8
B.4　燃油系统 9
B.5　发动机冷却系统 9
B.6　机油温控系统 10
B.7　机油耗测量称量系统 10
B.8　进气温度与压力 10
B.9　增压器出口温度与压力测量位置 11

B.10 进气歧管温度与压力 11
B.11 排气温度与排气背压 12
B.12 燃油进油与回油温度压力 12
B.13 冷却液出口温度与压力 13
B.14 冷却液进口温度与压力 13
B.15 机油温度与压力 14
B.16 曲轴箱压力 16

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：清华大学苏州汽车研究院（吴江）、中国内燃机学会、东风商用车有限公司、中国石油天然气股份有限公司润滑油分公司、中石化石油化工科学研究院有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司。

本文件主要起草人：梁辰、华伦、李树生、杨国峰、周祥军、陈功军、朱君君、冯振文、王争胜、景晓军、银增辉、董红义、刘刚、卢文彤、王亚军。

本文件于 2024 年首次发布。

DCI11 发动机试验台架建设方法

警告：本标准的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准之前有责任制定相应的安全和防护措施，并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了DCI11柴油机的发动机及试验台架、台架外围设备配置、发动机改造、传感器布置的技术规范。

本文件适用于柴油机油综合性能的评定 DCI11法发动机试验台架的建设。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 29743-2013 机动车发动机冷却液

NB/SH/T 6063-2022 柴油机油综合性能的评定 DCI11法

T/CSICE 024-2024 DCI11柴油机装配规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

ECU electronic control unit

ECU为电子控制单元，也称ECM，是监测及控制发动机运行的模块。

3.2

冷却液大循环 engine eoolant full circulation

节温器全开状态下，发动机冷却液出口全部流经外部散热器冷却后，再回到发动机冷却液水泵进口的循环。

3.3

增压器出口 turbocharger compressor outlet

新鲜空气经过增压器压缩后到中冷器前的位置。

3.4

循环水　process water

试验间冷却用水，通常在试验室内部整体循环，并配有换热器及蓄水池，来保证水温稳定。

4　试验台架建设

试验台架建设应包括试验发动机、测控系统、外部系统配置、传感器布置等建设内容。典型的DCI11台架见附录B.1。

5　试验发动机

5.1　发动机技术特征

试验发动机使用DCI420-51发动机。其特点为直列6缸、涡轮增压中冷及电控高压共轨、四冲程柴油机。DCI420-51发动机缸径123 mm，行程156 mm，排量11.12 L，发动机转速为1900 r/min时，额定功率为313 kW。

5.2　发动机改装

5.2.1　外围件拆除

拆除台架试验不涉及的发动机外围零部件，包括：发动机冷却风扇、空气压缩机、发电机、空调压缩机及其相对应的支架、皮带。

5.2.2　ECU 改装

使用推迟喷油时刻的ECU完成A阶段（烟炭生成阶段），使用放大功率的ECU完B阶段（交变负荷循环阶段）。

5.2.3　油底壳改装

在油底壳上加工机油耗测量系统的进回油管路，进入机油耗测量系统进油口底部高度距油底壳顶部228 mm，示意图见附录B.2。

5.2.4　节温器改装

调整发动机冷却液节温器至全开状态，用机械式工装将节温器主弹簧顶起至极限长度，使冷却液全部流经“冷却液大循环”。

5.3　发动机组装

根据NB/SH/T 6063-2022的规定，使用已完成测量的标准零件及其它必要零件组装发动机。组装步骤参照T/CSICE 5-2022 DCI11装配作业指导书。

5.4　发动机安装

将组装好的发动机安装在台架上。测功机轴与发动机曲轴应在同一中心线上，发动机飞轮外表面与竖直方向的夹角为0.0°±0.5°，连接轴与水平方向的夹角为0.0°±0.5°。完成发动机与各种台架辅助设备的连接。

6 发动机台架系统配置

6.1 发动机测控系统

6.1.1 测控系统用来控制并记录发动机转速、扭矩及其他运行参数。按照 NB/SH/T 6063-2022 的规定，测控系统允许的最大系统响应时间见表 1。

6.1.2 测功机推荐使用 350 kW 以上的电力测功机或 400 kW 以上的电涡流测功机。测功机应安装在稳固、独立的基础上并保障震动幅度满足设备要求。可通过专用底板或其他固定装置，保障测功机与发动机安装的底座处在同一水平面上。

表1 测控系统允许的最大系统响应时间

测量项目	响应时间/s
转速	2.0
扭矩	2.0
温度	3.0
压力	3.0
流量	45.0

6.2 试验室监控系统

6.2.1 在试验现场安装闭路监控系统，对试验过程进行实时监控，要求通过摄像头能够清晰的观察到试验现场，并可在监控的电脑进行录屏，保留观察记录，并在发现异常情况时能够及时地采取反应措施并报警提示。

6.2.2 采用录像系统进行录像和回放，及时准确地反馈现场信息，同时为试验的可靠性提供有效依据。

6.3 发动机供电系统

按照发动机ECU运行要求，提供24 V的直流电源。

6.4 发动机进气系统

6.4.1 进入发动机的新鲜空气需经过过滤，可使用与 DCI11 相匹配的空气滤清器，也可使用与进气空调相匹配的空气滤清器，进气空调采用自然进气方式。进气系统示意图见附录 B.3。

6.4.2 试验室应配备适合的进气温度、湿度控制装置，需满足 NB/SH/T 6063-2022 试验要求，建议额定进气质量为 1800 kg/h。

6.4.3 使用满足 NB/SH/T 6063-2022 试验要求的中冷器。

6.5 排气系统

在增压器后安装一段420 mm的90° 排气管接一段800 mm直管，并在直管段420 mm处布置排气背压和排气温度测量点，后续排气管路走向不做具体要求，在试验间排气管尾段安装排气背压阀。排气系统示意图见附录B.4。

6.6 燃油系统

燃油系统须具有温度和压力控制功能，并能够精确测量燃油消耗。燃油供应和过滤系统的硬件不做具体要求。典型的冷却系统示意图参见附录B.5。

6.7 发动机冷却系统

6.7.1 典型的发动机冷却系统为封闭系统，由热交换器（非铁质交换器芯）、冷却液罐、冷却液泵和水温控制阀等部件组成，见附录 B.6。

6.7.2 过大的发动机冷却系统容积会增加冷却液温度达到标准要求的时间，推荐 80 L 或略小于 80 L 的系统容积（包括发动机冷却液腔容积）。

6.7.3 使用满足 GB 29743-2013 要求的 HEB-Ⅱ-35 发动机冷却液。

6.8 机油温度控制系统

改造原机自带的机油热交换器，增加外部机油换热器来控制主油道机油温度，见附录 B.7.1。机油温度通过进出机换热器的循环水量来控制。典型的机油系统为封闭系统，由热交换器（非铁质交换器芯）、加热器、冷却液罐、循环水泵和控制阀等部件组成，示意图见附录 B.7.2。

6.9 机油耗测量系统

6.9.1 典型的机油耗测量系统为封闭系统，由机油称量车、回油泵、供给泵及管路、接头等部件组成，示意图见附录 B.8。

6.9.2 在供给泵出口的管路上安装试验过程机油采样阀。

6.10 曲轴箱通风系统

保留原机曲轴箱通风系统设置不变，通风管可根据需要进行适当延长。

7 传感器布置

7.1 传感器精度要求

在磨合、试验过程中测量记录的试验参数和精度要求见表2。

表2 测量的试验参数及对应精度

参数类型	测量参数	精度要求
温度、湿度	燃油进口温度/℃	0.1
	主油道温度/℃	0.1
	冷却液进口温度/℃	0.1
	冷却液出口温度/℃	0.1
	进气歧管温度/℃	0.1
	排气温度/℃	1
	增压器出口温度/℃	0.1
	环境温度/℃	0.1
	环境湿度/%	1
压力	燃油出口压力/kPa	0.1
	主油道机油压力/kPa	1
	冷却液出口压力/kPa	0.1
	进气压力/kPa	0.1

表 2（续）

参数类型	测量参数	精度要求
压力	冷却液进口压力/kPa	0.1
	机油滤清器进口压力/kPa	1
	进气歧管压力/kPa	0.1
	曲轴箱压力/kPa	0.01
	增压器出口压力/kPa	1
	排气压力/kPa	0.1
	大气压力/kPa	0.1

7.2 温度测量点位置

用热电偶和传统的读数设备或等效设备测量温度。除非另有说明，热电偶的头部应置于被测流体的中心。

7.2.1 进气温度

测量点位于涡轮增压器新鲜空气进气管上，见附录B.8。

7.2.2 增压器出口温度

测量点位于增压器出口到中冷器前端进气管处，见附录B.9。

7.2.3 进气歧管温度

测量点位于进气歧管前端原进气预热网处，见附录B.10。

7.2.4 排气温度

测量点位于涡轮增压器后，排气背压阀前，见附录B.11。

7.2.5 燃油入口温度

测量点位于发动机燃油泵的进油接头处，见附录B.12。

7.2.6 燃油出口温度

测量点位于发动机燃油泵的回油接头处，见附录B.12。

7.2.7 冷却液出口温度

测量点位于发动机冷却液出口外部连接管线上，见附录B.13。

7.2.8 冷却液进口温度

测量点位于节温器盖前部的冷却液管线处，见附录B.14。

7.2.9 机油主油道温度

测量点位于排气测发动机曲轴径向主油道，见附录B.15。

7.2.10 油底壳机油温度

测量点位于位于油底壳上，见附录B.15。

7.2.11 环境温度

测量点位于距发动机和发热部件1.5 m～2.0 m处。

7.2.12 其他温度

监测其他与试验有关的温度，有助于试验运行和试验工况保持稳定。

7.3 压力测量点位置

7.3.1 进气压力

测量点位于涡轮增压器进气侧进气管处，见附录B.8。

7.3.2 增压器出口压力

测量点位于增压器出口到中冷器前端进气管处，见附录B.9。

7.3.3 进气歧管压力

测量点位于进气歧管前端原进气预热网处，见附录B.10。

7.3.4 排气背压

测量点位于涡轮增压器后，排气背压阀前，见附录B.11。

7.3.5 燃油入口压力

测量点位于发动机燃油泵的进油接头处，见附录B.12。

7.3.6 燃油出口压力

测量点位于发动机燃油泵的回油接头处，见附录B.12。

7.3.7 冷却液出口压力

测量点位于发动机冷却液出口外部连接管线上，见附录B.13。

7.3.8 冷却液进口压力

测量点位于发动机冷却液水泵进水管前，见附录B.14。

7.3.9 机油主油道压力

测量点位于燃油泵下方主油道，见附录B.15。

7.3.10 滤清器进口压力

测量点位于机油温度控制系统的外置换热器，见附录B.15。

7.3.11 曲轴箱压力

测量点位于气缸盖罩，见附录B.16。

附 录 A
（规范性）
安全防护措施

A.1 发动机台架试验具有一定的危险性，试验室应制定有关的安全操作规程，采取有效的安全措施，避免造成人体伤害和设备损坏。

A.2 安装人员和试验操作人员要经过专门培训。安装人员要掌握有关工具的使用和设备安装方法，试验操作人员应具备及时发现和处理试验过程中突发事件的能力。

A.3 操作人员工作时应佩带防护面具或防护镜，穿紧身防静电工作服，佩戴安全防护手套。

A.4 操作人员进出试验室时需要消除静电工作。

A.5 发动机运转时，操作人员应小心远离发动机和传动系统。

A.6 试验台架的所有传动和发热部件应加防护罩。

A.7 冷却液管线、燃油管线、机油管线和电源线的布置要井然有序，并定期进行检查和维修。

A.8 试验台架周围禁放障碍物、机油和燃油等物品。

A.9 在试验过程中，操作人员应时刻注意燃油、排气、机油和冷却液有无泄漏。

A.10 发生燃油泄露应立即暂停试验进行处理，待确保无燃油泄露后再进行试验。处理过程中应严格遵守试验室安全规章制度，佩戴安全防护用品，不得在试验室内使用非防爆通讯设备。

A.11 试验油应在指定地点进行存放，且避免试验油被污染或泄露。

A.12 试验室油品应进行统一回收保管，不得随意排放或倾倒。

A.13 以清洗为目的使用易燃溶剂时，应严格遵守预防措施。

A.14 试验台架配备保护装置，当出现发动机或测功机水温过高、发动机机油压力过低、测功机断电、发动机超速、排气系统失效等问题时，发动机能够自动停机。

A.15 试验室应配备干式灭火设备。

A.16 根据法规采取其他的安全预防措施。

附　录　B
（资料性）
台架搭建示意图及传感器布置

B.1　典型的 DCI11 发动机台架

典型的DCI11发动机台架见图B.1。



图 B.1　典型的 DCI11 发动机台架

B.2　进气系统

典型的进气系统示意图见图B.2。

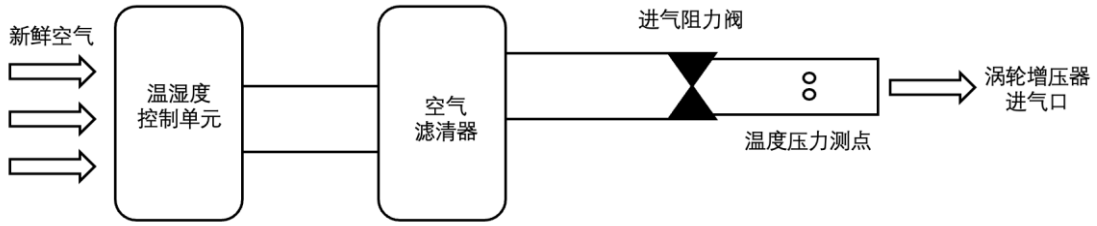


图 B.2　进气系统示意图

B.3　排气系统

典型的发动机排气系统见图B.3。

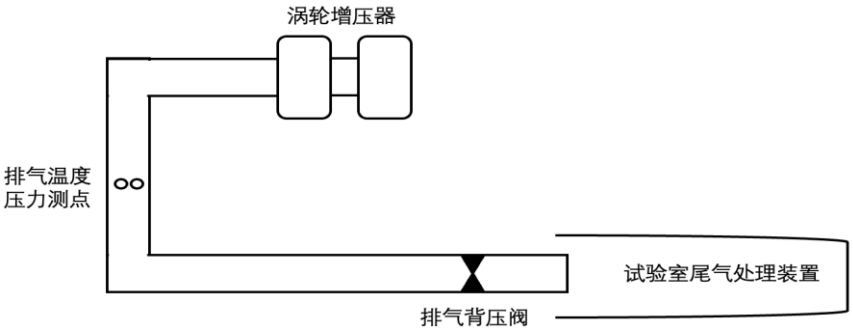


图 B.3　排气系统

B.4　燃油系统

典型的发动机燃油系统见图 B.4。

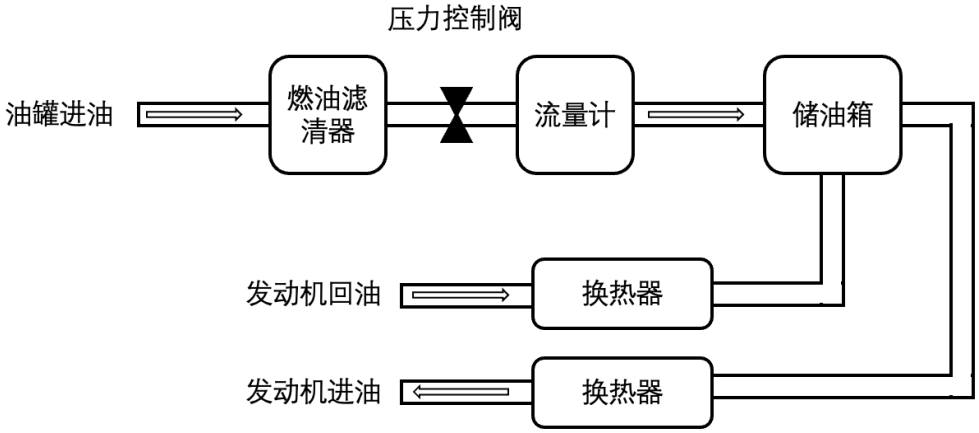


图 B.4　燃油系统

B.5　发动机冷却系统

典型的发动机冷却系统示意图见图 B.5。

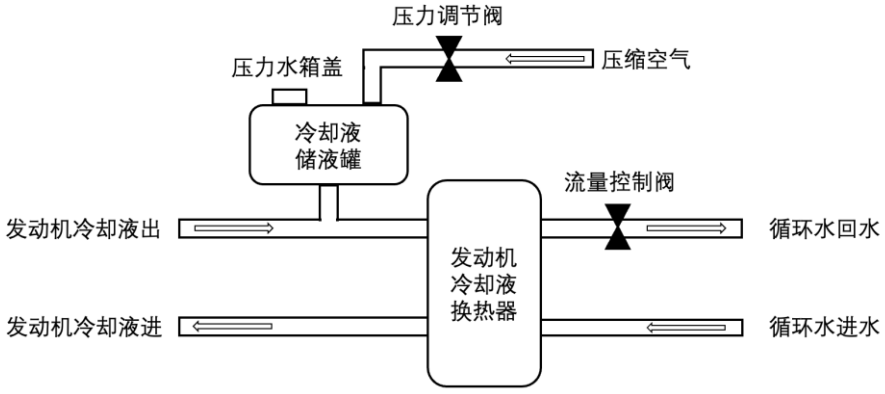


图 B.5　发动机冷却系统

B.6 机油温控系统

DCI11机油温度控制系统改造示意图，见图B.6。

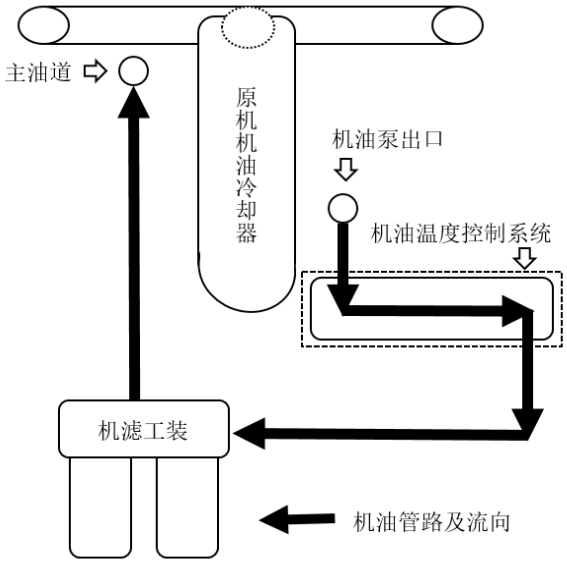


图 B.6 DCI11 机油温控系统整体示意图

B.7 机油耗测量称量系统

DCI11机油耗测量系统示意图见图B.7。

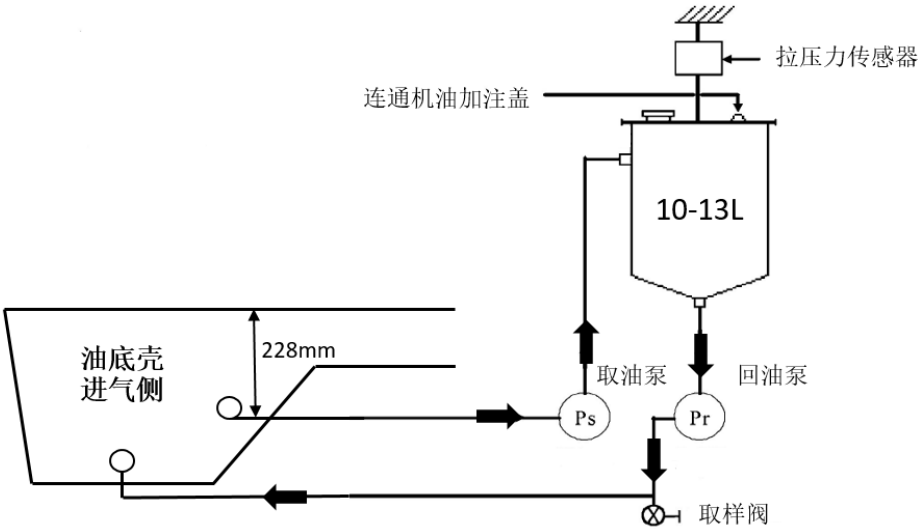


图 B.7 机油耗测量系统

B.8 进气温度与压力

测量位置见图B.8。

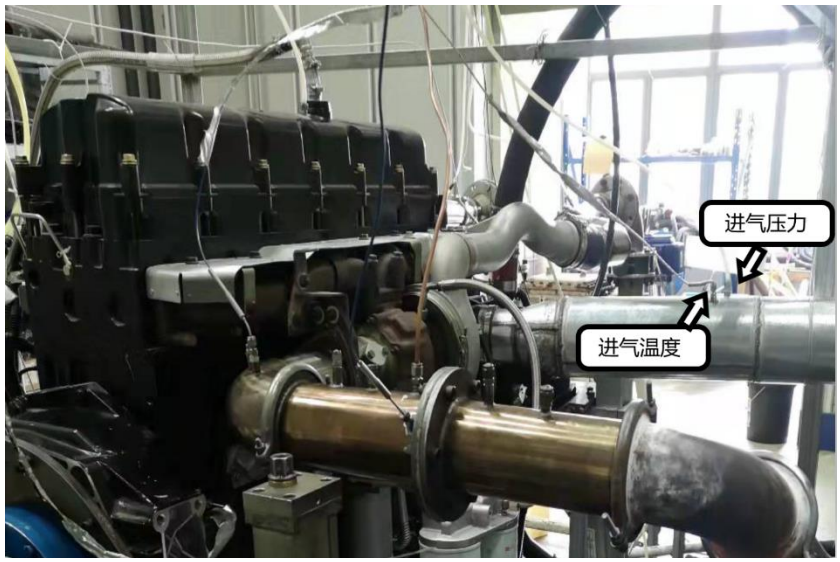


图 B.8　进气温度与压力测量位置

B.9　增压器出口温度与压力测量位置

测量位置见图B.9。

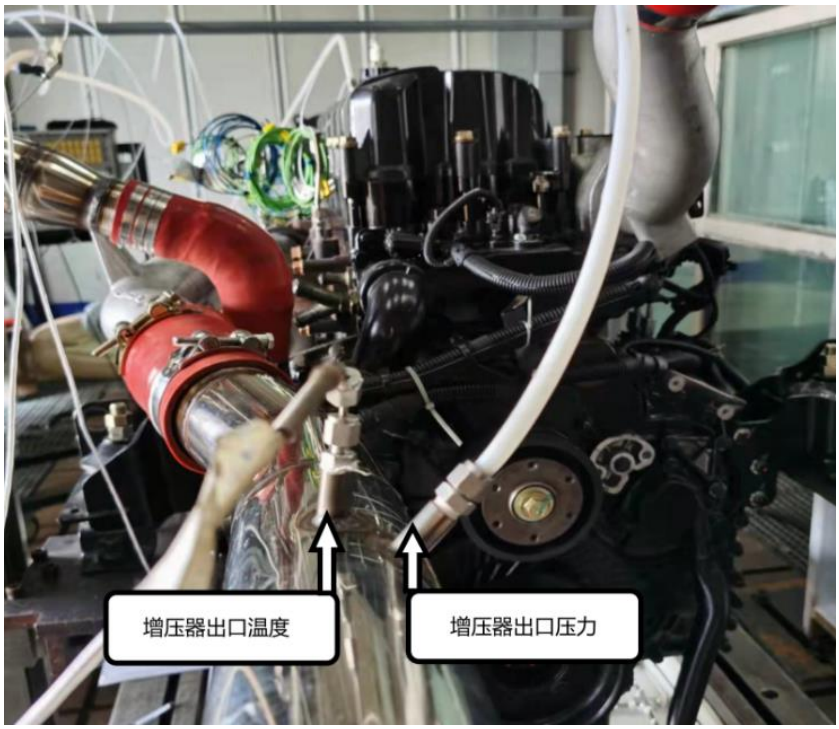


图 B.9　增压器出口温度与压力测量位置

B.10　进气歧管温度与压力

进气歧管温度与压力测量位置见图 B.10。

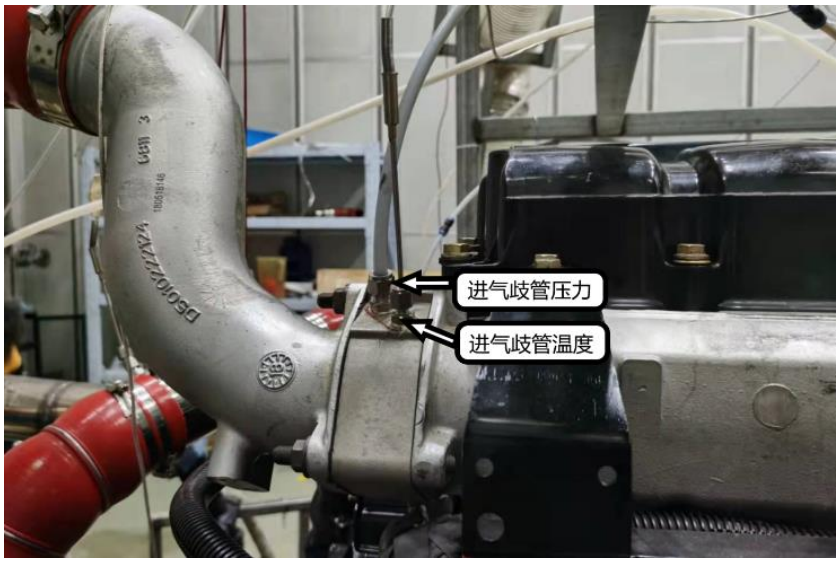
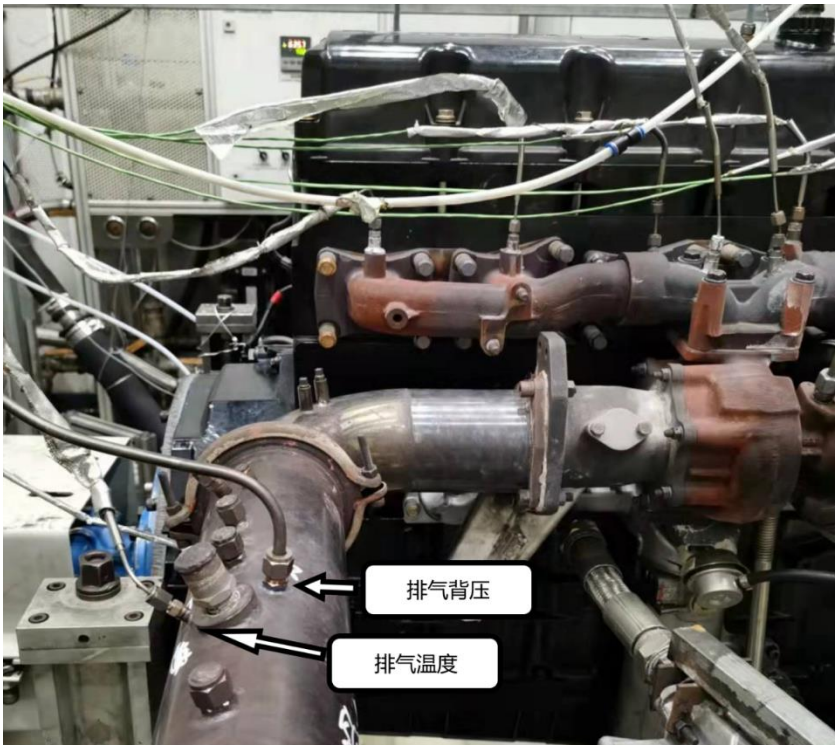


图 B.10　进气歧管温度与压力测量位置

B.11　排气温度与排气背压

测量位置见图B.11。



图B.11　排气温度与排气背压测量位置

B.12　燃油进油与回油温度压力

测量位置见图B.12。

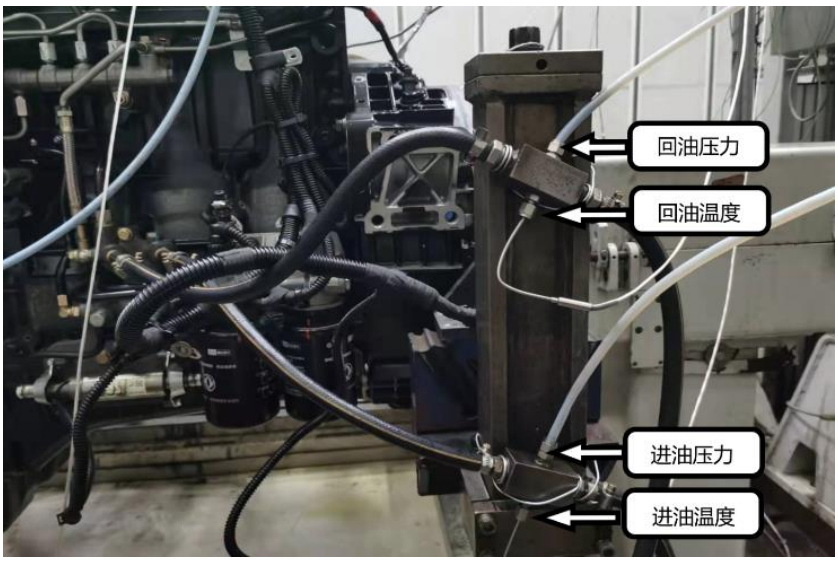


图 B.12　燃油进油与回油温度压力测量位置

B.13　冷却液出口温度与压力

测量位置见图B.13。

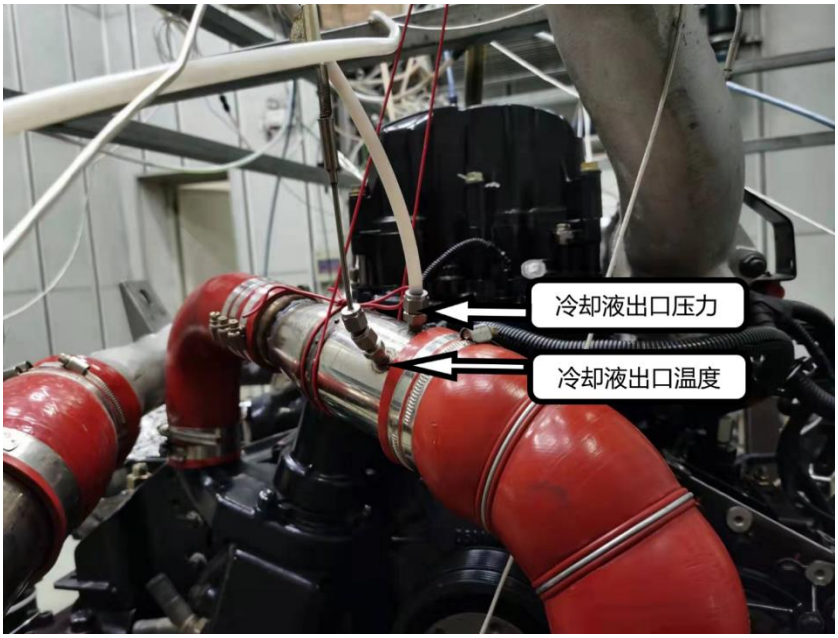


图 B.13　冷却液出口温度压力测量位置

B.14　冷却液进口温度与压力

测量位置见图B.14。



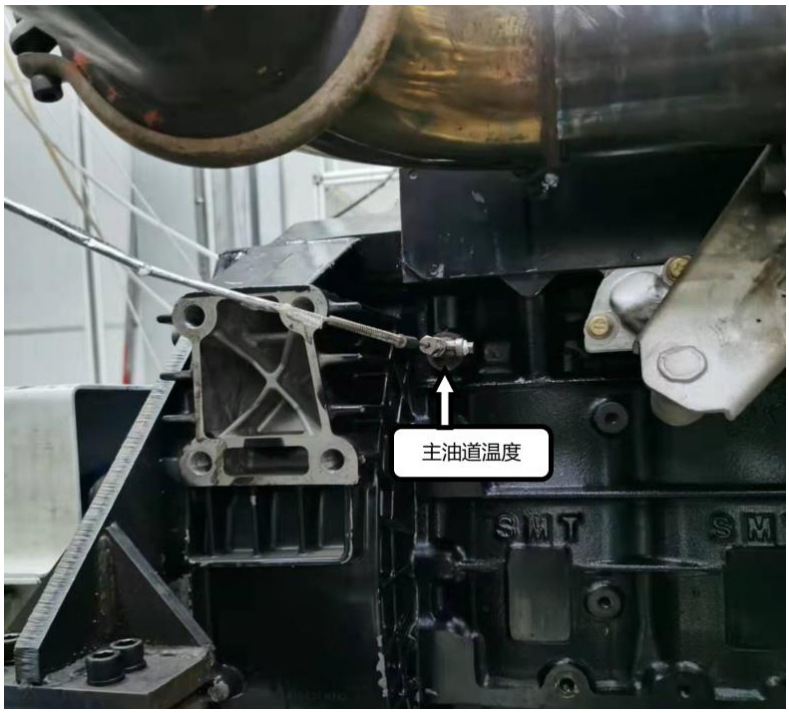
图B.14　冷却液进口温度与压力测量位置

B.15　机油温度与压力

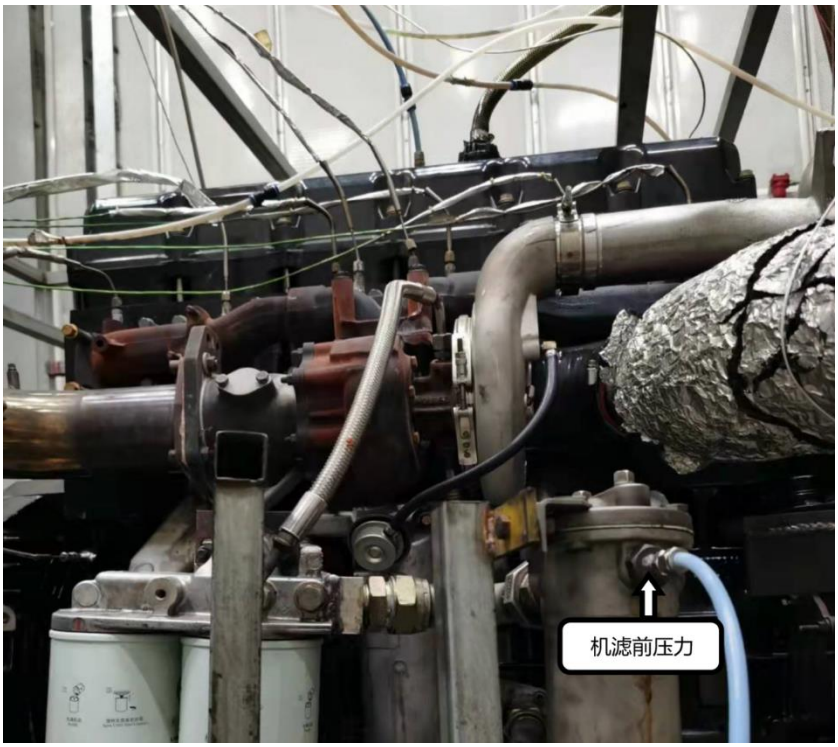
主油道机油压力测量位置见图B.15，主油道机油温度测量位置见图B.16，机滤前压力测量位置见图B.17，油底壳机油温度测量位置见图B.18。



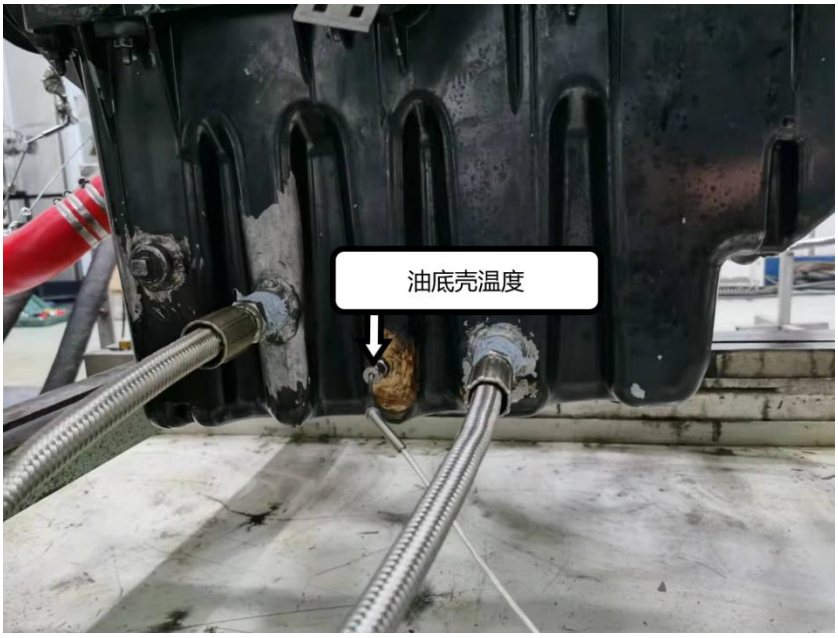
图B.15　主油道压力测量位置



图B.16　主油道温度测量位置



图B.17　机滤前压力测量位置



图B.18　油底壳温度测量位置

B.16　曲轴箱压力

测量位置见图B.19。



图 B.19　曲轴箱压力测量位置