

RA-3000

轨压-计量阀电流检测仪

用户手册 V5.1



Injectronix

北京因极技术有限公司

联系信息:

北京因极技术有限公司

地址: 北京市海淀区中关村南大街 7 号 209 室
邮编: 100081
电话: 010-68949573
传真: 010-68948991
邮箱: service@injectronix.com
网址: <http://www.injectronix.com.cn>

2018 年 © Injectronix 公司版权所有，保留所有权利。

Injectronix 产品受中国和其它国家专利权的保护，包括已取得的和正在申请的专利。本文中的信息将取代所有以前出版资料中的信息，在没有 Injectronix 授权的情况下，不允许任何形式的复制。Injectronix 保留更改产品规格和价格的权利。

目录

1.	前言.....	4
1.1.	符号标记.....	4
1.2.	功能.....	4
1.3.	注意事项.....	5
2.	产品简介.....	6
2.1.	产品外观.....	6
2.2.	LCD 屏幕页面.....	9
2.2.1.	文字模式页面.....	9
2.2.2.	动态波形模式页面.....	10
2.3.	3 键小键盘.....	11
2.4.	连接线束.....	11
2.4.1.	主线束.....	11
2.4.2.	轨压测量转接线.....	12
2.4.3.	计量阀电流测量转接线.....	13
2.5.	产品规格.....	14
2.6.	产品包装.....	15
3.	操作.....	17
3.1.	线束连接.....	17
3.2.	文字页面模式.....	17
3.2.1.	轨压传感器选择.....	18
3.2.2.	检测项目.....	19
3.2.2.1.	轨压.....	19
3.2.2.2.	ECU+5V.....	19
3.2.2.3.	油泵计量阀驱动电流.....	19
3.3.	动态波形模式.....	20
3.4.	故障诊断实例.....	23
3.4.1.	检测轨压传感器故障.....	23
3.4.1.1.	传感器本身的故障.....	23
3.4.1.2.	ECU+5V 供电问题导致的传感器故障.....	23
3.4.1.3.	线束-插件连接导致的传感器故障.....	24
3.4.2.	检测共轨喷油系统故障.....	24
3.4.2.1.	发动机无法启动.....	24
3.4.2.2.	发动机启动困难。轨压偏低.....	25

3.4.2.3. 计量阀故障.....	26
电池管理	26
4. 保修.....	28
附录一. 轨压传感器零件号所对应量程和输出电压.....	29
附录二. 各种 ECU 与轨压传感器共享电源的传感器.....	30

1. 前言

1.1. 符号标记

下面的标记将在本文件中多次采用，提请用户注意，在操作中确保人身和设备的安全。



小心：提醒用户在特定的环境下，小心操作，避免可能出现的危险。



注意：提供进一步的重要信息。

1.2. 功能

RA-3000 轨压-计量阀电流检测仪是北京因极技术有限公司最新研制，具有自主知识产权的创新产品。RA-3000 针对共轨柴油机的现场故障检测的需求，在故障发动机的启动过程中检测和记录动态实时的轨压和油泵控制计量阀电流信号，可以快速有效地检测出共轨喷油系统的故障。

RA-3000 连接到轨压传感器的时候，被测传感器由检测仪自身的+5V 供电，同时还检测发动机 ECU 为轨压传感器供电的+5V 电源，这样就可以隔离和识别传感器故障和 ECU+5V 供电故障。 RA-3000 可以检测各种量程的博世，德尔福，电装和康明斯共轨系统轨压传感器。

RA-3000 在检验共轨喷油泵计量阀电流时，将发动机 ECU 驱动电流信号输出端口与 RA-3000 以及油泵控制计量阀串联在一起，利用 RA-3000 检测仪内置的电流传感器，将 ECU 输出的 PWM 电流信号转换为电压信号，实现实时动态检测。RA-3000 可以检测所有 PWM 信号驱动的油泵计量阀电流。

本仪器有两种检测模式：

1. 文字模式，始终不间断地检测和实时显示油轨压力，ECU+5V 电压和高压泵计量阀电流
2. 动态波形模式，检测和记录 10 秒钟的轨压和喷油泵计量阀电流的动态数据。然后在屏幕上显示 2 条相应的轨压和计量阀电流波形曲线。同时用文字显示轨压和计量阀电流的最大值。

在故障车辆现场，采用 RA-3000，在动态波形模式下，检测共轨柴油机的轨压和计量阀电流，可以在第一时间快速检测共轨喷油系统的故障。利用 RA-3000 文字显示模式，可以检测轨压传感器故障和 ECU +5V 相关的故障。

1.3. 注意事项

- 避免仪器受到强烈的外力撞击。
- 请勿将异物插入仪器的连接器部分。
- 请勿将水或其他液体流入仪器或倒在仪器上。
- 如果长时间不使用本仪器，应该取出电池，以免电池失效后流出的电解液损坏电路板
- 在更换电池时，请使用本产品规定的电池。
- 更换下来的废旧电池应按照当地环境保护规定进行废弃物分类循环。

2. 产品简介

2.1. 产品外观

A. 正面



B. 侧面和上面



C. 顶面



C. 背面



2.2. LCD 屏幕页面

单色 LCD，240×160 点阵

显示面积，52.78mm×35.18 mm

2 种检测模式的页面

- “文字”模式页面
- “动态波形”模式页面

2.2.1. 文字模式页面

RA-3000 通电后的第一个检测页面是文字模式页面。页面的内容如下：

博世	0-1800 bar
	0.5-4.5 V
轨压	1154 bar
ECU+5V	4.96 V
计量阀	745 mA 

- 第一行是当前选定的轨压传感器的型号，用生产商，压力量程和传感器相应的信号电压范围来区别各种不同的轨压传感器。RA-3000 能够检测博世，德尔福，电装和康明斯的七种不同量程的轨压传感器。用户可以参阅附录一，查看 RA-3000 所覆盖的各种传感器，厂商，量程，信号电压和零件号的对照表。
- 第二行是轨压的实测值，单位 bar
- 第三行是 ECU 为实测的轨压传感器供电的+5V 电源电压。当轨压传感器连接到本检测仪时，ECU+5V 不再为传感器供电。本检测仪为轨压传感器提供+5V 电源。同时检测 ECU+5V 电源电压。
- 第四行是计量阀电流的实测值，单位 mA。
- 屏幕右下角是电池电量指示符号。



在文字模式下，检测持续不断地检测并显示当前型号轨压传感器的压力，计量阀电流，ECU+5V 电压以及电池电量

2.2.2. 动态波形模式页面



- 页面最上面一行是轨压和计量阀电流 2 条波形曲线的图例和相应的 10 秒测量期间最大实际测量值。
 - 轨压 P 曲线为粗线。
 - 计量阀电流 I 曲线为细线。
- 显示轨压和计量阀电流 10 秒钟内，以等步长采集的数据画出的 2 条波形曲线。
- 曲线时间网格为 5 格，全幅 10 秒，每格步长 2 秒。
- 曲线纵向网格为 4 格。检测仪根据实测数据值，自动选择最适合的轨压和计量阀电流的量程比例，见下表

实测轨压最大值	轨压波形 4 格满量程	每格步长
$P_{\max} < 500\text{bar}$	500bar	125bar
$500\text{bar} < P_{\max} < 1000\text{bar}$	1000bar	250bar
$1000\text{bar} < P_{\max} < 2000\text{bar}$	2000bar	500bar
$2000\text{bar} < P_{\max} < 4000\text{bar}$	4000bar	1000bar

实测电流最大值	电流波形 4 格满量程	每格步长
$I_{\max} < 1000\text{mA}$	1000mA	250mA
$1000\text{mA} < I_{\max} < 2000\text{mA}$	2000mA	500mA
$2000\text{mA} < I_{\max} < 4000\text{mA}$	4000mA	1000mA

根据页面第一行的轨压最大值和计量阀电流最大值，就可以得知二条曲线相应的显示比例。

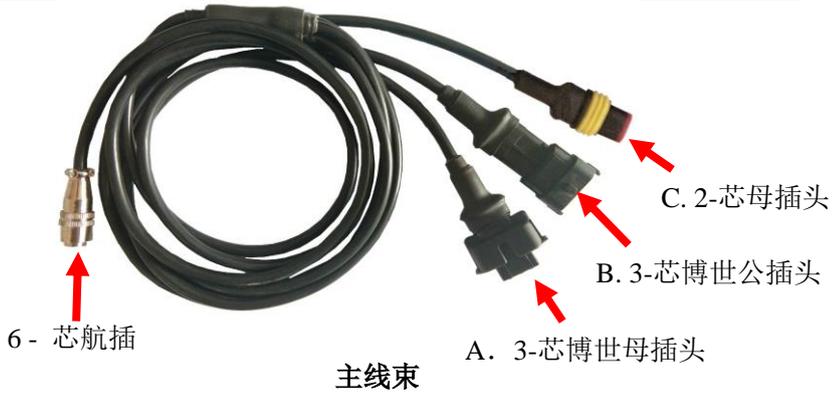
2.3. 3 键小键盘

- **【零件】**键 – 选择轨压传感器，七种传感器循环选择。
- **【模式】**键 – 切换二种检测模式，“文字”模式和“动态波形”模式。
- **【开始】**键 – 在曲线模式下，按下开始**【开始】**键，开始采集轨压和计量阀电流波形

2.4. 连接线束

2.4.1. 主线束

- 一端，6-芯航插，连接 RA-3000 检测仪
- 另一端，三个插件
 - 3 芯插件 A 和 B 用于油轨压力测量
 - ◆ 博世 3-芯插件母头 A，可以
 - 直接连接博世轨压传感器
 - 或者连接相应转接线，再连接其他厂商的轨压传感器
 - ◆ 博世 3-芯插件公头 B，可以
 - 直接连接发动机博世 ECU 线束上的轨压传感器接头
 - 或者连接相应转接线，再连接其他厂商的 ECU 线束
 - 2 芯插件 C，通过 3-接头的电流测量转接线，检测相应的油泵计量阀电流信号



2.4.2. 轨压测量转接线

提供三种轨压测量转接线，分别用于测量德尔福，电装和康明斯的轨压传感器。加上主线束上的博世插件，可以对四个生厂商的轨压传感器进行测量。所有轨压转接线，均为公母成套，满足检测仪连接需求。



德尔福轨压测量转接线



电装轨压测量转接线



康明斯轨压测量转接线

2.4.3. 计量阀电流测量转接线

提供 4 种计量阀电流测量转接线，测量博世，德尔福，电装和康明斯共轨喷油系统的发动机。



博世计量阀电流测量转接线



德尔福计量阀电流测量转接线



电装计量阀电流测量转接线



康明斯计量阀电流测量转接线

2.5. 产品规格

LCD 屏幕：单色，240×160 点阵

显示面积：52.78mm×35.18 mm

键盘：3-键

电源：2 节 5 号干电池

使用温度：0-50℃

外形尺寸（高×宽×厚）：180×82×40mm

产品净重（包括电池）：190g

包装外形尺寸（高×宽×厚）：

带包装的毛重：g

2.6. 产品包装



产品包装清单

名称	规格	数量
RA-2000 轨压诊断仪	主机	1
主线束	四接口 ●6-芯航插, 接检测仪 ●3-芯母头, 接博世轨压传感器 ●3-芯公头, 接博世 ECU ●2-芯母头, 接计量阀电流转接头	1
轨压测量转接线	Bosch-Delphi 传感器端	1
	Bosch-Delphi ECU 线束端	1
	Bosch-Denso 传感器端	1
	Bosch-Denso ECU 线束端	1
	Bosch-Cummins 传感器端	1
	Bosch-Cummins ECU 线束端	1
计量阀电流测量转接线	Bosch	1
	Delphi	1
	Denso	1
	Cummins ISG, ISL	1
电池 (注)	5 号碱性干电池	2
说明书	V5.1	1

注：鉴于快递公司和航空运输的管理规定，所有快递给用户的 RA-3000 轨压和计量阀检测仪一律不带电池。

3. 操作

3.1. 线束连接

- 拔开发动机轨压传感器与发动机 ECU 线束的插接口。
- RA-3000 检测仪连接到轨压传感器，这个传感器的+5V 供电由原来的 ECU 提供，改为由 RA-3000 检测仪直接提供。此时 RA-3000 检测仪可以不连接发动机 ECU 线束插口，仍然可以独立检测轨压传感器。
- RA-3000 检测仪连接到发动机 ECU 插口。RA-3000 检测仪开始检测 ECU+5V 电压，同时也为 ECU 提供了轨压传感器信号。
- 拔开发动机高压泵计量阀与发动机 ECU 线束的插接口。
- 选择配套的三通电流测量转接线，连接 RA-3000 检测仪，发动机高压油泵计量阀，以及相应的发动机 ECU 端口。



连接计量阀检测时，RA-3000 检测仪，高压油泵计量阀，和 ECU 线束，三者必须通过配套的转接线连接起来。三个接口连接缺一不可，否则无法形成电流测量回路，实现电流测量。



务必采用系统原装转接线连接 RA-3000 检测仪，油泵计量阀和发动机 ECU。严禁修改或自制连接电缆，直接连接发动机 ECU 而不连接计量阀。否则将导致 ECU 的 PWM 输出端短路，烧毁 ECU 和检测仪。用户将自行承担由此产生的后果。

3.2. 文字页面模式

通电开机后的第一个检测页面是文字页面模式。在文字模式下，系统自动持续不断地测量油轨压力，ECU+5V，计量阀电流，以及电池电压。

RA-3000 检测仪通电开机后，在没有连接测量线束的情况下，页

面显示为:

博世	0-1500 bar
	0.5-4.5 V
轨压	-187 bar
ECU+5V	0.00 v
计量阀	0 mA 

注意到其中轨压值为负值。为了更好地诊断轨压传感器故障，RA-3000 可以测量“负 (-)”轨压。上图的负轨压是因为轨压传感器在实际“零”轨压下的输出信号电压总是高于“0V”，例如 0.3 -1.0V。在不连接轨压传感器时，RA-3000 的轨压检测端的输入信号电压为“零”，转换成压力单位，一定是“负压力”。这是正常现象，只要连接了正常无故障的轨压传感器，型号选择正确，屏幕一定显示正常的轨压。这一特点还可以帮助用户正确选择轨压传感器型号，并且有助于判断轨压传感器信号电压的漂移。

3.2.1. 轨压传感器选择

- 每按一次【零件】键，切换到下一个轨压传感器，用制造商和传感器量程和信号电压范围区别各个传感器。RA-3000 内置可供选择的轨压传感器的生产厂，零件号，量程，以及对应的信号电压的表格见附录一。
- 如果传感器型号选择有误，RA-3000 的测量结果就会有较大偏差。在实际轨压为“零”时，选择了正确轨压传感器后，且传感器正常无故障，屏幕轨压读数应该接近“0bar”。

博世	0-1800 bar
	0.3-3.0 V
轨压	-1 bar
ECU+5V	0.00 v
计量阀	0 mA 

3.2.2. 检测项目

3.2.2.1. 轨压

RA-3000 检测仪连接到轨压传感器后，有效的隔离了传感器本身的故障和不正常的 ECU+5V 供电所导致的传感器故障。通过从检测仪屏幕上读取的轨压值，就可以更准确地判断传感器有无故障，是何种故障。

博世	0-1800 bar
	0.5-4.5 V
轨压	1154 bar
ECU+5V	4.96 V
计量阀	745 mA 

3.2.2.2. ECU+5V

ECU 为轨压传感器的+5V 电源，通常是与其他传感器共享的。任何一个共享同一供电电源的传感器发生故障都可能导致供电+5V 不正常。由此 ECU 产生的故障代码可能指向其中任何一个共享电源的传感器，而这个传感器未必一定是产生这一故障代码的源头。

当 RA-3000 检测仪同时连接到轨压传感器和 ECU 后，ECU+5V 与轨压传感器隔离。此时如果检测到 ECU+5V 不正常，而轨压传感器正常，那么故障源头一定**不是**轨压传感器，而只能是与轨压传感器共享此+5V 电源的其他传感器，或者 ECU 故障，或者相应的线束连接故障。这样就可以更加准确快速的进行相应的故障诊断。

正常的 ECU+5V 应该为+5V ±0.2V。

对于不同的发动机，不同的 ECU，与轨压传感器共享+5V 供电电源的传感器并不相同，用户应该参考相应发动机的 ECU 维修手册发现共享同一+5V 电源的传感器。附录二列举了一些常见的发动机 ECU，与轨压传感器共享+5V 电源的传感器的大致情况。

3.2.2.3. 油泵计量阀驱动电流

PWM 驱动的油泵计量阀有两种形式，常开和常闭。常开计量阀，

油泵负荷随着电流的增加而减小，在驱动电流为“零”时，油泵最大负荷。常闭计量阀，油泵负荷随着电流的增加而增加，在驱动电流为“零”时，油泵“零”负荷。因此在读取计量阀电流时，应该首先搞清楚计量阀的形式。

计量阀最大驱动电流一般在 2A 左右，RA-3000 的内置电流传感器的电流测量范围为±2.5A。最大的持续过载电流±10A。

RA-3000 的内置电流传感器的频率响应大于 100kHz。可以准确地测量计量阀驱动电流动态变化。

不同发动机 ECU 的计量阀驱动线的接法会有不同，导致电流的 +/- 极性不同。RA-3000 自动将电流极性统一化，显示正电流。用户不必在意 ECU 计量阀驱动线的接法。

3.3. 动态波形模式

按动【模式】键，屏幕显示



曲线采集点击【开始】

按动【开始】键，开始轨压和计量阀电流的数据采集，屏幕显示



稍候

十几秒后，在屏幕上显示轨压和计量阀电流的二条波形曲线。这反映了 10 秒时间内采集到的轨压和计量阀电流的动态数据。粗线为轨压线，细线为计量阀电流线。



上图为用 RA-3000 轨压和计量阀电流对一台一汽大柴 CA4DC2-10E3 四缸博世共轨柴油机实测的启动过程中的动态波形。这台发动机启动正常。

一汽大柴 CA4DC2-10E3 四缸柴油机的相关参数为：

- ECU：博世 EDC16C39
- 高压油泵：CP1-H
- 计量阀形式：常闭，即“零”驱动电流时，油泵为“零”负荷，油泵负荷随着电流的增加而增加。
- 轨压传感器：压力范围：0-1800bar，输出电压：0-4.5V

从这张动态波形图片可以观察到：

- 轨压的最大值为 372bar，出现在初始峰值位置。因此轨压的 4 格满量程为 500bar，每格步长 125bar。
- 计量阀电流的最大值为 1152mA。因此电流的 4 格满量程为 2000mA，每格步长 500mA。
- 操作员在启动发动机前 2 秒多一点按下了 RA-3000 的【开始】键，开始了动态波形数据采集过程。
- 这台发动机启动过程，从点火开关通电到发动机怠速，大约耗时 2 秒。
- 点火开关通电后，启动马达带动发动机运转。ECU 输出的计量阀电流迅速上升到最大电流，1152mA，然后电流下降，并保持在大约 770mA。这是这台发动机稳定怠速所需要的计量阀电流。
- 在计量阀电流达到最大值后大约 1 秒，出现初始轨压峰值 370bar。喷油器在 ECU 指令下开始喷油，加上计量阀电流的回弹，导致轨压少许下降，随后计量阀电流恢复，发动机转速达到怠速，轨压也稳定在 ECU 设定怠速轨压值，320bar。
- 发动机正常启动。

需要注意的是，本说明书上引用的发动机动态波形，如果未加说

明，均为利用这台发动机采集所得。

用户在诊断一台故障发动机时，为了正确的解读采集到的动态波形，首先要搞清楚这台发动机以下的重要参数：

- 计量阀的类型，是常开还是常闭
- 启动过程正常的计量阀电流值
- 启动过程正常的轨压值
- 稳定怠速时，正常的计量阀电流值
- 稳定怠速时，正常的轨压值

这些参数通过检测几台同类型的发动机，就不难掌握。

尤其是对于一台装有常开计量阀的高压泵，发动机启动过程的电流曲线，应该是加载时，电流减小。

共轨发动机启动过程中，轨压升高的速度和初始最大轨压，在一定程度上反映了喷油系统的好坏，例如油泵柱塞磨损程度，喷油器回油量过大，低压油路是否堵塞或泄露等。



共轨油泵计量阀的类型，是常开还是常闭，对解读计量阀电流的动态波形非常重要。



启动过程中轨压的初始峰值，对喷油系统故障诊断很有帮助。

3.4. 故障诊断实例

3.4.1. 检测轨压传感器故障

3.4.1.1. 传感器本身的故障

最常见的轨压传感器故障是输出电压漂移，造成 ECU 的轨压读数错误。多数情况下，ECU 不会产生相关的故障代码。ECU 按照测量的已经漂移了的轨压值进行闭环反馈控制，得到的实际轨压会显著偏离原机设计要求的轨压，导致发动机工作不正常。轨压传感器向上漂移，会导致实际压力过低，会导致发动机冒烟，油耗增加，功率减小，加速变差。轨压传感器下漂移，会导致实际压力过高，造成高压泵加速磨损，影响所有高压下工作的零部件，包括高压泵，喷油器和油轨的工作可靠性和寿命。一旦轨压超过油轨限压阀压力，会冲开限压阀，导致喷油系统不能正常工作。

对输出漂移的轨压传感器，可以在实际“零”轨压下，通过 RA-3000 的轨压测量值来判断。如果轨压读数与“0bar”显著不同，误差大于 $\pm 50\text{bar} - \pm 100\text{bar}$ ，可以认为这个轨压传感器已经损坏，应该更换。这时，RA-3000 能够检测负轨压的优势就得到了体现。否则只能检测轨压传感器的向上漂移而不能检测向下漂移。而传感器下漂移是最危险的。

如果不管实际轨压高低，轨压传感器的输出始终接近 +5V，用 RA-3000 检测，轨压读数总是显著大于改传感器的最大压力量程。表明这个传感器已经严重损坏，必须更换芯传感器。



在 RA-3000 文字页面选择正确的轨压传感器。否则屏幕显示的轨压读数不正确，可能造成对轨压传感器的误判。

3.4.1.2. ECU+5V 供电问题导致的传感器故障

ECU 故障码报错轨压传感器故障。连接到 RA-3000，轨压传感器的 +5V 供电改由检测仪承担，同时测测 ECU+5V。如果轨压传感器

正常，ECU+5V 不正常。则可以断定，ECU 所报故障，不是轨压传感器造成的。此时应该进一步检查与轨压传感器共享同一 ECU+5V 电源的其他传感器的故障。

3.4.1.3. 线束-插件连接导致的传感器故障

发动机线束接插件连接问题也是导致轨压传感器报错的重要原因。建议在插拔接插件的时候，应采用化油器清洁喷雾，清除插件触点上的油污积碳，确保良好的接触。因为在检测时，RA-3000 的测量线束直接连接轨压传感器，实际上排除了发动机 ECU 线束的影响，可以更加准确地判断是否线束是造成轨压传感器故障的源头。

3.4.2. 检测共轨喷油系统故障

通过检测记录发动机启动过程的轨压和油泵计量阀电流的动态波形，可以快速诊断发动机共轨喷油系统和 ECU 控制系统的故障。

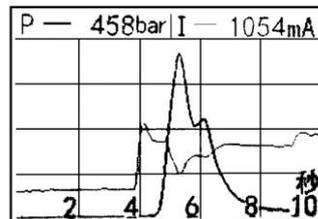
3.4.2.1. 发动机无法启动

发动机无法正常启动，用 RA-3000 检测记录这台发动机的启动过程的轨压和计量阀电流动态波形曲线，见下图。可以看到，计量阀电流基本正常，轨压升高速率也正常。但最终发动机没能启动。通过波形曲线，我们可以得出结论，喷油系统和 ECU 工作正常。是其他原因妨碍了发动机启动。

进一步检查，发现凸轮信号缺失。修复了凸轮信号传感器的连接问题后，发动机得以正常启动。



发动机正常启动



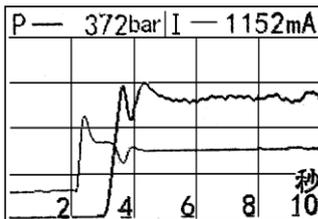
发动机无法启动

3.4.2.2. 发动机启动困难。轨压偏低

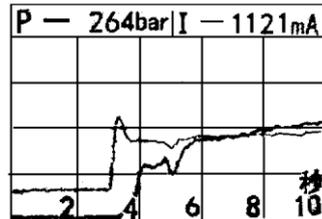
发动机启动困难，启动过程有延迟。从 RA-3000 采集的波形曲线看，计量阀电流正常，但是轨压升高乏力，没有初始峰值。在发动机怠速后，计量阀电流仍在增加，意味着 ECU 要求高压油泵加大出力。同时轨压缓慢升高，但是 10 秒钟后仍未达到正常启动轨压 370bar。

这些现象意味着 ECU 没有问题，因为发动机可以启动，而且 ECU 一直在指令高压泵加大负荷泵油。油轨压力相应太慢，意味着，要么油泵磨损泵油能力不足，要么高压油路泄漏严重，高压油泵的高压油输出不足以补偿轨压。

进一步检查的结果，高压油路泄露。排除了高压泄露故障后，发动机启动正常，再次记录的计量阀电流和轨压波形曲线正常。



发动机正常启动



发动机可以启动，
轨压偏低

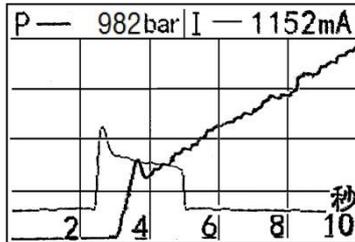
3.4.2.3. 计量阀故障

发动机可以启动，但发现轨压过高。

从轨压和电流波形可以看出，轨压持续增高，不受油泵计量阀电流的控制。即使 ECU 的 PWM 油泵控制电流信号减小到最低值，轨压仍然不受控制的升高。

这些现象意味着 ECU 没有问题，因为计量阀控制电流正确。很可能是计量阀本身的问题。

进一步拆解高压油泵计量阀后发现，轨压不受控制的原因是计量阀卡死，无法彻底关闭。更换了计量阀后，共轨系统工作正常。



轨压失控

电池管理

为了尽量延长的 RA-3000 轨压-计量阀电流检测仪电池续航时间，采取了如下措施

- 超过 60 秒没有按键操作，检测仪自动关闭 LCD 的背光。用户按下任意一个键，LCD 背光重新点亮。切换 LCD 背光的关闭和重新点亮状态不影响 LCD 屏上显示的内容。



60 秒内无按键操作，检测仪自动关闭 LCD 的背光。用户按下任意一个键，LCD 背光重新点亮。

- 超过三分钟没有按键操作，检测仪自动进入省电休眠状态。用户需要重新“关”/“开”电源开关，再次启动检测仪。



3 分钟内无按键操作，检测仪自动进入省电休眠状态。用户需要重新“关”/“开”电源开关，再次启动检测仪。



检测仪进入省电休眠状态后，电量消耗会显著减少。但仍然会少量消耗电池能量。因此强烈建议，在停止使用检测仪时，关断电源开关，彻底停止电池消耗。

- 设备开启后，将自动随时检测电池电量，在屏幕右下角的电池标记指示电池剩余电量。当电池耗尽，无法驱动设备时，屏幕显示“更换电池”。这时系统不再接受任何按键操作。必须更换电池，设备才能继续正常使用。



电池已经耗尽，需要更换。

- 本设备还可以使用与 5 号碱性干电池同尺寸的各种充电电池。
- 强烈建议用户采用正品电池。

4. 保修

- 北京因极技术有限公司为 RA-3000 轨压-计量阀电流检测仪提供一年的免费保修期。在保修期内，除因客户违规操作造成的仪器损坏，北京因极技术有限公司负责免费维修或更换，一年以后提供成本维修。
- 由于客户不当使用造成的损坏，不予保修。
- 北京因极技术有限公司提供设备终身免费的远程技术支持。

附录一. 轨压传感器零件号所对应量程和输出电 压

生产商	压力量程 Bar	电压信号输出范围 V	参考传感器零件号
博世	0-1500	0.5-4.5	0 281 002 734, 0 281 002 238, 0 281 002 405, 0 281 002 498, 0 281 002 522, 0 281 002 788
	0-1800	0.5-4.5	0 281 002 398, 0 281 002 472, 0 281 002 534, 0 281 002 504, 0 281 002 767, 0 281 002 671, 0 281 002 706, 0 281 002 841, 0 281 002 937
	0-2000	0.5-4.5	0 281 002 755, 0 281 002 787
	0-1800	0.3-3.0	0 281 006 047
德尔福	0-1600	0.3-3.0	02056199792, 02086376735
电装	0-1940	1.0-4.0	
康明斯	0-2500	0.5-4.0	ISG, ISL

附录二. 各种 ECU 与轨压传感器共享电源的传感器

ECU	与轨压传感器共享+5V 电源的传感器
博世 EDC7C31	油门踏板传感器 1
博世 EDC16C39	油门踏板传感器 2 进气温度压力传感器
博世 EDC16C40	油门踏板传感器 1
博世 EDC17C53	进气压力温度传感器 凸轮轴位置传感器（霍尔式） 油门踏板传感器 1
博世 EDC17C55	EGR 位置传感器 压差传感器 增压压力传感器 凸轮轴位置传感器（霍尔式）
博世 EDC17C63	压差传感器 凸轮轴位置传感器
博世 EDC17C81	油门踏板传感器 1 凸轮轴位置传感器
博世 EDC17CV54（EGR）	压差传感器
EDC17CV44/54（SCR）	尿素泵压力传感器
德尔福 DCM3. 1	HFM 传感器 凸轮轴位置传感器 增压压力传感器
德尔福 DCM3. 7	油门踏板传感器 1 凸轮轴位置传感器

康明斯 CM2150	大气压力传感器 进气温度压力传感器 凸轮轴位置传感器
康明斯 CM2880	凸轮轴位置传感器 大气压力传感器或者 EGR 压力传感器或者 EGR 压差传感器 进气压力传感器 EGR 位置传感器
电装五插头 ECU	PTO 加速踏板传感器 油门踏板传感器 1
五十铃电装五插头 ECU	凸轮轴位置传感器（霍尔式）
上海日野电装五插头 ECU	油门踏板传感器 1 增压压力传感器
锡柴电装两插头 ECU	空气质量传感器
庆铃 700P4HK1 电装两插头 ECU	EGR 位置传感器 凸轮轴位置传感器
潍柴自主 WISE15ECU	油门踏板传感器 1