

# CUMMINS 柴油发动机电子调速器 及控制系统故障诊断

■ 高文中 高 斌

【摘 要】系统介绍 CUMMINS 柴油发动机电子调速器及控制系统的工作原理、调整方法和故障诊断技术，有利于准确、快速地排除该类机型的故障。

【关键词】CUMMINS 柴油发动机 EFC 电子调速器 故障诊断

康明斯 (CUMMINS) 柴油发动机 PT (G) 型燃油系统，使用 EFC 电子调速器，调速器可以调成同步运行或有转速降的运行。本文介绍电子调速器 EFC 的原理、调整和故障诊断技术，对用户准确、快速排除该类机型的故障具有重要作用。

## 一、工作原理

该机自动化程度高，控制比较复杂。调速器控制电路如图 1 所示。电磁转速传感器 3 装在飞轮壳上，通过飞轮齿圈感应发动机转速。执行器 2 装在 PT 泵内，电流变化使执行器的轴转动，从而改

别机器的故障问题，在实际工作中，如果能够加以利用，必将有助于振动分析和机组的状态检测与故障诊断。

## 参考文献

1. 沈庆根. 化工机器故障振动技术. 浙江大学出版社. 1992
2. 雷继尧、丁康. 轴承故障诊断. 西安交通大学出版社. 1991
3. 王义. 机械设备典型故障的振动特性. ENTEK 培训资料. 1998

作者单位：锦州石化公司设备研究所

通信地址：辽宁省锦州市

邮 编：121001

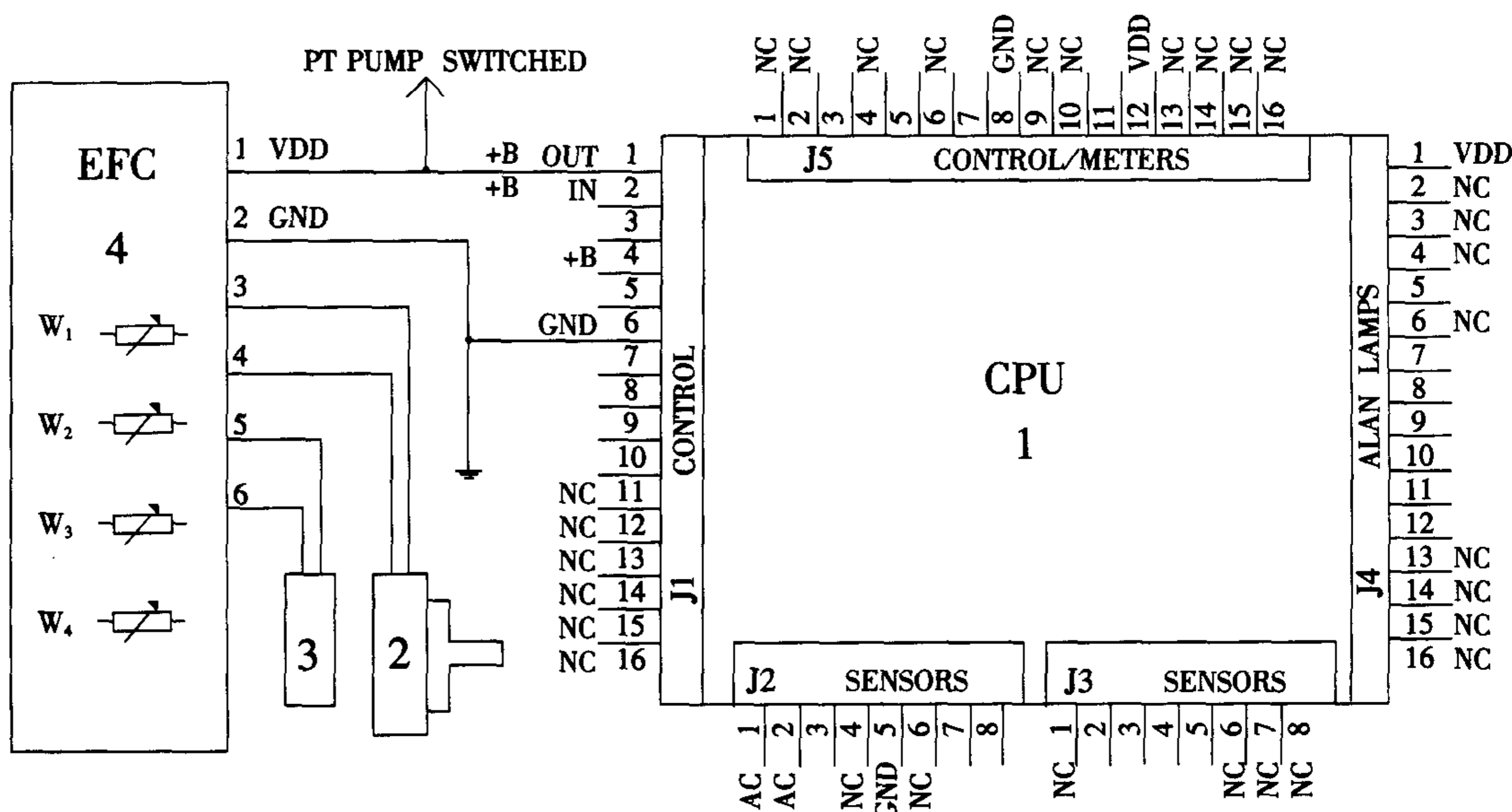


图 1 控制电路原理图

变发动机的转速和功率。当控制板 J5 第 7 脚的运行开关 RUN 闭合时，J1 的 1 脚输出 24V 电压，PT 泵电磁阀开关 SWITCHED 得电开启，EFC 调速控制器 4 工作，执行器 2 的轴转到最大供油位置。同时，控制板 J1 的 3 脚输出信号到起动机马达，起动发动机。然后，交流发电机的中点 (N) 电压 (约 12V) 作为发动机已起动的信号，通过 J2 的 3 脚输入控制板，切断 J13 脚的输出信号，起动机停止工作。若一次起动不成功，停 10s 后将再次自动起动，若连续三次起动不成功，则停止起动，故障灯点亮。

发动机正常工作后，各种参数通过 J3 插座输入控制板，由 J4 输出各种报警灯信号。按 J5 的复位/灯检查按钮，可使控制板复位，同时进行各种报警灯测试，若所有报警灯都亮，说明整个报警控制系统工作正常。

发动机起动后, 调速器 4 把来自电磁传感器的电信号与现有的参考点 ( $W_2$ ) 相比较, 输出差压电流信号, 使执行器 2 的轴转动, 控制进入喷嘴的燃油流量, 从而改变发动机的转速和功率。当发动机在  $W_2$  调定的某一转速下稳定工作时, 调速过程如下: 负载  $\uparrow$  ( $\downarrow$ )  $\rightarrow$  (转速传感器 3) 发动机转速  $\downarrow$  ( $\uparrow$ )  $\rightarrow$  EFC 调速器 4 输出电流  $\uparrow$  ( $\downarrow$ )  $\rightarrow$  执行器 2 供油量  $\uparrow$  ( $\downarrow$ )  $\rightarrow$  发动机转速  $\uparrow$  ( $\downarrow$ )  $\rightarrow$  使发动机转速稳定在某一值工作。

## 二、系统调整

EFC 调速控制器 4 的面板上装有  $W_1 \sim W_4$  四个电位器, 分别用于怠速调整、运行转速调整、增益调整和转速降调整, 供系统调整时用。

### 1. 初调 (不起动发动机)

(1)  $W_1$  反时针转动 20 圈, 再顺时针转动 10 圈后置于中间位置。

(2)  $W_2$  反时针转动 20 圈, 再顺时针转动 10 圈后置于中间位置。

(3)  $W_3$  用来调整调速器的灵敏度, 即对负荷的反应时间。将其调到刻度 50 处。

(4) 发动机有负载时比无负载时的转速要低, 用全负载时转速百分比来表示, 称为转速降。 $W_4$  有三种设置: ①反时针转到底为同步运行; ②转到刻度 50 处, 得到 3% 的转速降; ③转到刻度 80 处, 得到 5% 的转速降。选择 2、3 设置时, 应将电位器调到中间位置。

### 2. 系统调整

(1) 怠速调整。将运行/怠速开关置怠速位置, 起动发动机, 调  $W_1$  直到转速为 600~650r/min。

(2) 转速调整。将运行/怠速开关置运行位置, 起动发动机空载运行。① $W_4$  置同步运行, 调  $W_2$  使转速为 1 500r/min (即对应 55Hz) 为止。② $W_4$  置 3% 转速降, 调  $W_2$  使转速为 1 545r/min (对应 51.5Hz) 为止。③ $W_4$  置 5% 转速降, 调  $W_2$  使转速为 1 575r/min (对应 52.5Hz) 为止。

(3) 增益调整。起动发动机, 加大约 1/4 的额定负载, 如果发动机转速稳定, 则顺时针方向慢慢转动  $W_3$ , 直到转速不稳为止, 然后再反时针方向慢慢转动  $W_3$ , 直到转速稳定为止。

(4) 转速降调整。起动发动机, 加额定负载, 调  $W_4$ , 使转速为 1 500r/min 为止。

(5) 系统调整。进行完 (4) 步调整后, 卸掉负载, 再进行 (2) 步调整; 再加上额定负载, 进行 (4) 步调整, 直到调整到正确值为止。为了得到正确的转速, 通常要重复上述方法二到三次。

## 三、故障诊断

### 1. 发动机不能起动 (见表 1)

表 1 发动机不能起动

故障原因	检修措施
1. 油箱无油或油箱开关未打开	加油或打开开关
2. 无燃油进入缸盖	起动马达时, 松开缸盖上的燃油管, 检查止回阀
3. 燃油不能经过油泵上的电磁阀	手动打开电磁阀, 检查修复电磁阀控制电路
4. 无燃油通过正常关闭的执行器	检查执行器电源和控制器的输入输出电源
5. 不能正常打开或关闭执行器	更换执行器或控制器
6. 执行器和控制器正常, 无转速传感器信号	检查线路和传感器的安装位置, 或更换转速传感器

### 2. 发动机高速运转 (见表 2)

表 2 发动机高速运转

故障原因	检修措施
1. 转速调得太高	参照 2.(1) 至 2.(2) 的调整方法
2. 控制器选错	检查控制器是否与机型匹配
3. 控制器 3、4 脚上输出的电压高于 19~20V	检查导线, 如无问题, 更换控制器
4. 执行器上电压高于 19~20V	检查导线, 若必要更换执行器
5. 执行器轴上 O 型圈有缺陷	取出检查, 必要时更换

### 3. 发动机游车 (见表 3)

表 3 发动机游车

故障原因	检修措施
1. 燃油中有空气	在油路中装玻璃管, 排出空气
2. 电子调速器未调好	按 2.(1) 至 2.(2) 方法调整, 或适当减少增益
3. 执行器发卡	松开固定螺栓, 按要求重新拧紧, 或更换执行器
4. 执行器有缺陷	拆下控制器到执行器上的导线, 把电瓶接到执行器上, 起动发动机, 如以低怠速运转, 就更换执行器
5. 燃油泵有问题	更换燃油泵
6. 24V 供电系统电压低于 19V	向电池充电

### 4. 发动机功率低 (见表 4)

5. 发动机低于怠速运转 (见表 5)

表 4 发动机功率低

故障原因	检修措施
1. 控制器输出电压低于 19~20V	更换控制器
2. 燃油泵和喷油嘴调校不正确	校正燃油泵和喷油嘴
3. 燃油系统有问题	检查并排除

表 5 发动机低于怠速运转

故障原因	检修措施
$W_1$ 或 $W_2$ 未调整正确	检查并重新调整

## 四、故障诊断实例

一台美产 310kW 发电机组的 CUMMINS 发动机, 起动后转速不稳, 过一会

# 空气透平压缩机振动问题的分析处理

熊贤信 宋清海 安书田

【摘要】对原西德 VK160-4 型空气透平压缩机二级振动严重超标进行测试诊断、分析处理，并对处理后的运行情况做了详细介绍。

【关键词】压缩机 振动 分析 处理

武钢氧气公司 VK160-4 型透平压缩机，是与 1991 年从德国林德公司引进的 3 万  $\text{m}^3/\text{h}$  制氧机相配套的关键设备，技术参数如下：流量 16 万  $\text{m}^3/\text{h}$ ，出口压力 0.56MPa，一、二级轴转速 4 268r/min，三、四级轴转速 6 486r/min，电动机转速 1 000r/min，电机功率 15.65MW，叶轮为闭式三维叶轮。该机带有叶轮水冲洗装置，机组入口空气经三级过滤器过滤粉尘。

从 2000 年 5 月 24 日起，二级叶轮的振动突然急剧上升，次日升至  $110\mu\text{m}$ ，已超过  $100\mu\text{m}$  的报警值，被迫停机检查。二级轴承和测振仪表均未发现任何问题，证明确属机组本身故障。遂进行了诊断分析。

## 一、诊断分析

根据二级轴承温度和两次检查结果，认为轴承没有问题，初步认定转子不平衡是引起二级叶轮振动的主要原因。每级叶轮的水冲洗装置虽能及时清除附着在叶轮上的积灰，但也容易造成可调叶片传动部分锈蚀，导致开关不灵活，所以，已长时间未使用。由于二级叶轮入口空气是经过一级冷却器后的饱和空气，所以极易使二级叶轮污染积灰而造成不平衡。为了进一步验证此说，我们进行了振动测试，二级轴承处频谱图见图 1，图 2。从频谱图可见，轴振以工频分量为主，最

大值达  $102\mu\text{m}$ ，具有明显的不平衡特征；在半频处有很小的油膜涡动分量，但是对轴承的

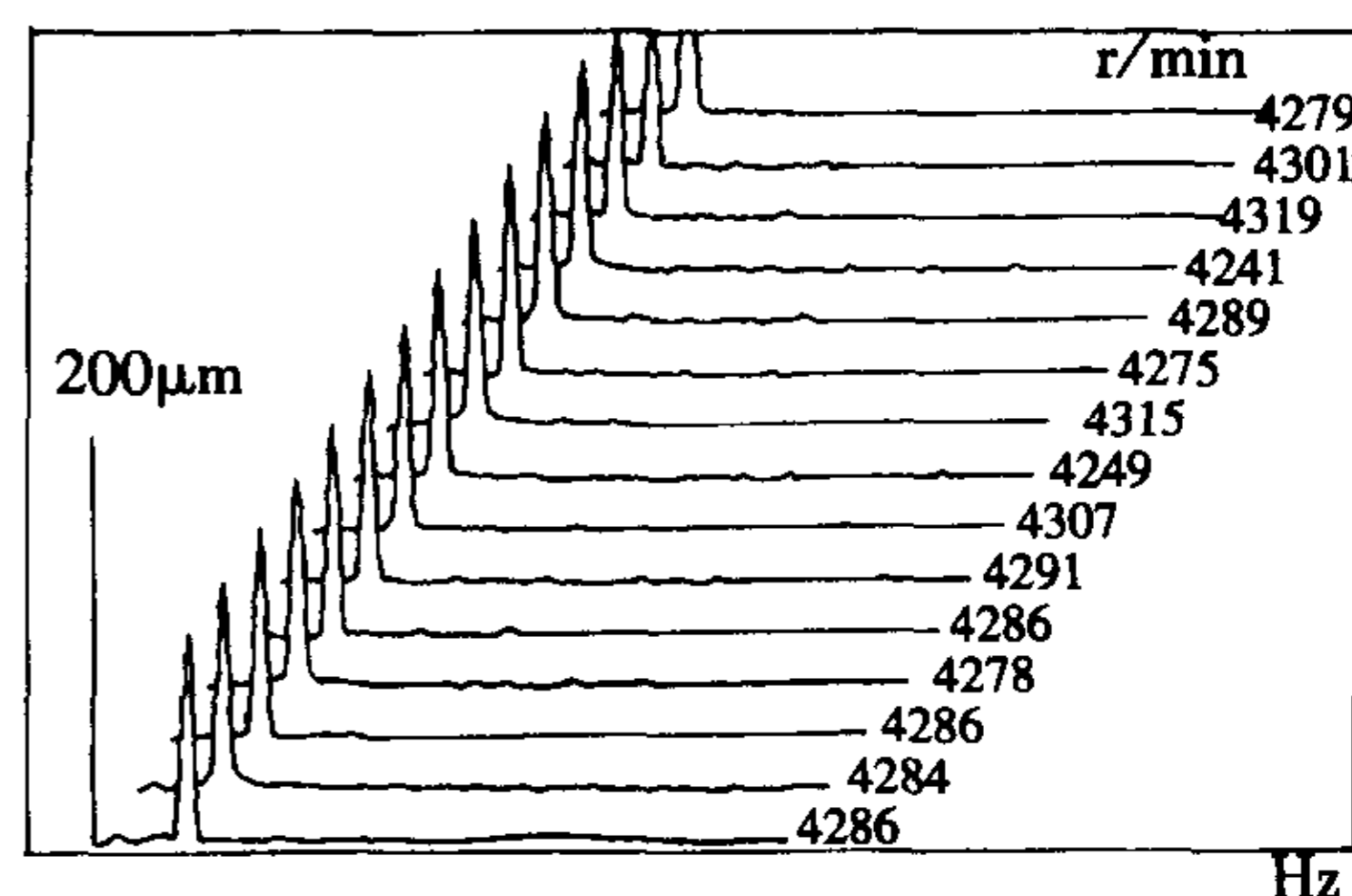
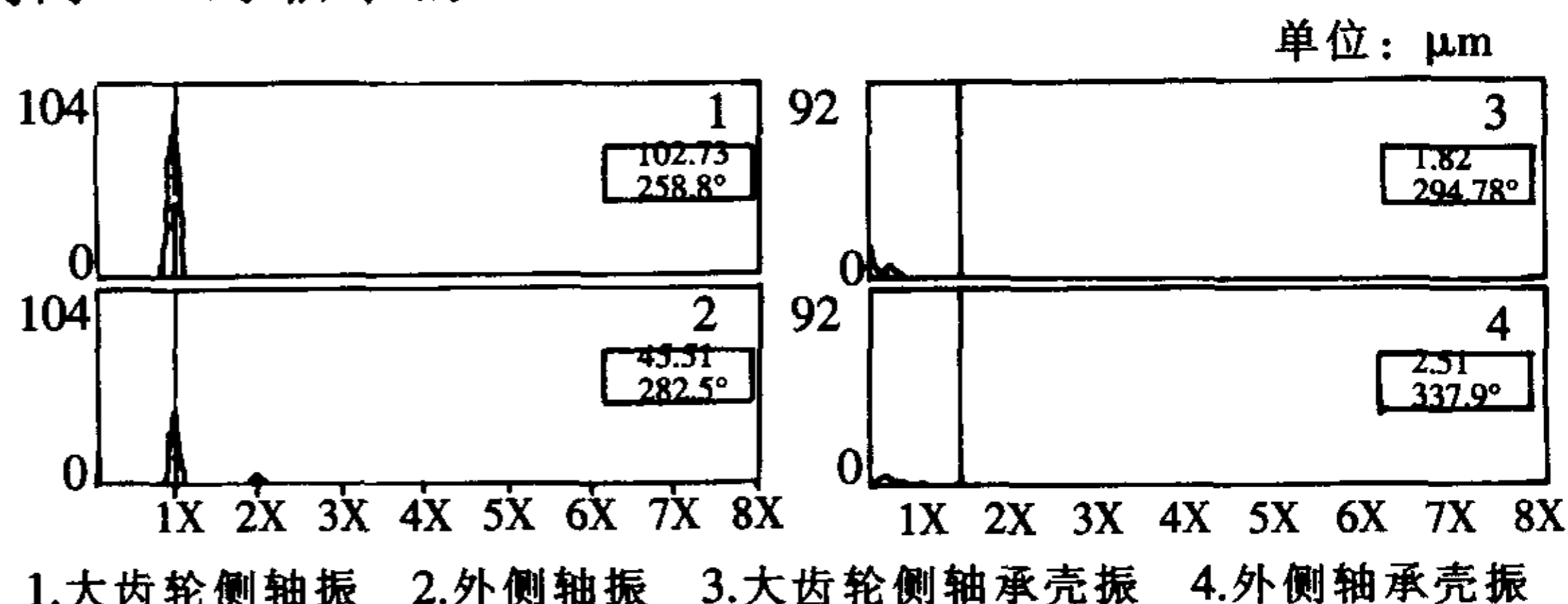


图 1 二级轴承处大齿轮侧轴振三维谱



1.大齿轮侧轴振 2.外侧轴振 3.大齿轮侧轴承壳振 4.外侧轴承壳振

图 2 二级轴承处振动频谱

影响非常小；轴承壳体的振动含有 1 000r/min 转速的振动分量，这是大齿轮的转速造成的，原因是轴承壳体与大齿轮箱体连在一起，对该振动分量有所反映。轴振的突然上升可能是旋转部件有质量脱落，如

儿启动马达又自行启动工作，并出现打齿现象；连续自动启动三次后，发动机突然熄火。按复位开关并重新闭合运行按钮 RUN，重现上述故障。根据工作原理分析，发动机、控制电路、EFC 调速器工作基本正常，故障出在发电机中点（N）控制信号，因为在发动车后，用万用表测 CPU 控制板 J2 的 3 脚，电压为 0V，检查导线连接正常。打开发电机，发现中点（N）连线脱焊。重新焊好试车，工作正常。

## 参考文献

1. 高文中.PT 泵故障检修.石家庄铁道学院报.1992
2. 侯纲明译.康明斯柴油机电子调速器.康明斯发动机公司.1987

作者单位：石家庄铁道学院 川威钢铁集团  
通信地址：石家庄市北环东路 15 号  
邮 编：050043