



## 操作程序- Metrix 数字趋近式系统(包括探头和电缆)

### 故障排除指南

章节	Page
1.0 目的	2
2.0 适用范围	2
3.0 参考文献	2
4.0 安全术语与符号	2
5.0 同意安全概述	3
6.0 步骤	3
1. 基本故障排除步骤	3
2. 安装步骤	5
3. MX2033 和MX2034 Tuning 和Verification 步骤	5
4. 转速脉冲调节	7
7.0 措施与管理	10

## 1.0 目的

本程序旨在概述必要步骤，以验证Metrix 数字趋近式系统从探头、延伸电缆到前置器或变送器输出端的整体工作状态正常。

## 2.0 适用范围

本故障排查程序适用于 Metrix 电涡流探头、延伸电缆，以及 MX2033 前置器和 MX2034 变送器。

## 3.0 参考文献

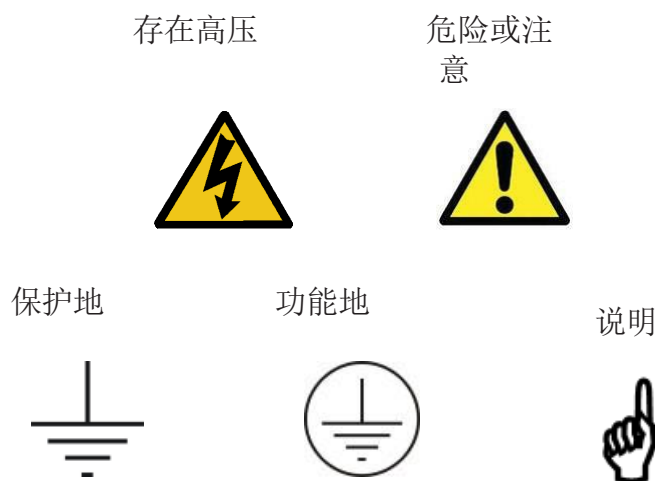
- Metrix 数字趋近式系统(DPS) 数据表- 文档号 1087015
- Metrix 1.35 软件安装手册- 文档号100961
- Metrix 数字趋近式系统安装手册- 文档号100545
- 数字趋近式系统软件- 从Metrix 网站下载最新版本.

## 4.0 安全术语与符号

本手册中出现的需要特别注意的术语包括:

- 警告:** 警告标识用于提示可能导致人身伤害或死亡的工况或操作行为。
- 注意:** 注意标识用于提示可能导致产品损坏、数据丢失或损坏、环境或其他财产受损的工况或操作行为。
- 说明:** 说明标识用于提示用户需特别关注或重要的信息，不包含警告或注意事项。

产品及 / 或本手册中可能出现的符号包括:



## 5.0 通用安全概述

请阅读以下安全注意事项，以防造成人身伤害，并避免损坏本产品或与其连接的任何其他产品。

- **仅限按规定使用**  
为避免潜在危险，本产品仅可按规定用途使用。仅限专业人员执行安装与拆卸操作。
- **遵守所有端子等级**  
为避免火灾或触电危险，须遵守产品上的所有额定值及标识。在对产品进行接线前，请查阅本手册对应章节，获取更多额定值相关信息。
- **避免接触带电回路**  
通电状态下，请勿触碰裸露的电气连接端及元器件。
- **禁止在疑似故障状态下运行**  
若怀疑产品已损坏，应由专业人员进行检查。

## 6.0 步骤

### 1. 基本故障排查步骤

- a. 记录问题详情。
- b. 确保工厂已将待检查通道所关联的停车功能旁路。
- c. 检查系统连接是否正确：从探头经延长电缆至 MX2033 前置器或 MX2034 变送器。确保探头与延长电缆的连接器上装有连接器保护套。务必检查探头、延长电缆与变送器 / 前置器在系统长度、探头类型和材料类型方面是否兼容

本步骤适用于电涡流趋近式系统无法正常工作，且前提是已检查过所有接线、DPS 电源，以及探头、电缆、DPS 与材料类型之间的兼容性。

- d. 检查电涡流探头的电阻是否正常。将电涡流探头与延长电缆、前置器或变送器断开连接。测量探头连接器中心插针至连接器外壳之间的电阻。正常阻值应为 **8~12 欧姆**。若阻值偏低，说明存在**短路**；若阻值偏高，说明存在**开路**。出现以上任一情况，均需更换探头。
- e. 检查延长电缆的通断性。测量电缆一端连接器与另一端连接器外壳之间的电阻，应呈导通状态（电阻 < 0.5 欧姆）。检查电缆中心导体的通断性，测量一端中心插针与另一端中心插针之间的电阻，中心插针应呈导通状态（电阻 < 0.5 欧姆）。若连接器或中心插针的通断测试中电阻偏高，则可能存在开路故障，需更换该电缆。
- f. 通过测量连接器外壳对地电阻，检查探头与延长电缆是否接地。测量值应为无穷大或开路。同时，分别检查探头和延长电缆的中心插针对地电阻，测量值也应为无穷大或开路。若未呈现开路状态，则说明探头或延长电缆存在接地故障，出现此类情况均需更换对应部件。
- g. 若前述检查确认电涡流探头无异常：将延长电缆与电涡流探头连接。务必在探头与延长电缆的接头处套上橡胶连接器保护套，以防止接地环路。在延长电缆的另一端，测量中心插针与外壳之间

的电阻。正常阻值应为 8~12 欧姆。若阻值偏低，说明存在短路；若阻值偏高，则说明存在开路。出现以上任一情况，均需更换延长电缆。

- h. 若上述步骤 g 检测正常，则测量延长电缆连接器外壳对地的电阻。测量结果应显示为无穷大或开路。测量延长电缆中心插针对地的电阻，测量结果也应显示为无穷大或开路。若其中任意一项检测出现电阻值，则表明存在接地环路，需更换延长电缆。
- i. 若步骤 a 至 h 检测均合格，则说明探头及电缆系统正常。将电涡流探头和延长电缆连接至 MX2033 前置器或 MX2034 变送器。
- j. 检查数字趋近式系统（DPS）是否供电正常（标称电压为 24 Vdc）。若供电不足，排除该故障。检查并确保 MX2033 和 MX2034 供电电压满足要求（MX2033 前置器电源对公共端电压应在 -20~-28 Vdc 之间，MX2034 变送器回路供电应在 +20~+28 Vdc 之间）。注：MX2034 变送器回路供电也可负电压，范围为 -20~-28 Vdc。



**警告：** 请勿使用便携式数据采集器向 MX2034 的 BNC 接口施加电压，否则可能导致设备工作异常。默认情况下，便携式数据采集器会向所连接的传感器（或设备）提供偏置电压；在连接至 MX2034 的 BNC 接口时，必须关闭该功能，否则可能造成 MX2034 损坏。

- k. 如有可能，断开 MX2033 或 MX2034 的供电，将其退出运行，然后连接至一套相同的探头系统，并使用配备合适靶材的静态校准器检查线性度。若使用 MX2034 变送器，还需检查其 4-20 mA 输出的线性度。
- l. 若使用 MX2034 变送器：若为位移型 MX2034，线性度与 4-20 mA 输出应相互匹配。若为振动型 MX2034，检查线性度，并确认“无振动”时 4-20 mA 输出应为 4 mA（±5%）。若为转速型 MX2034，检查线性度，并确认“无转速”时 4-20 mA 输出应为 4 mA（±5%）。任何情况下均不应出现 4-20 mA 输出尖峰脉冲；若输出卡死不动，则设备可能存在故障。任何情况下均不应出现 4-20 mA 输出尖峰脉冲；若输出卡死不动，则设备可能存在故障。

**注：** 本步骤中注明的精度值，是针对 5 米系统长度、采用 4140 靶材、搭配 MX8030 或 MX2030 探头，并按照 API 670 标准测得。如需查看迈确（Metrix）各型号电涡流探头及延长电缆的具体精度参数，请查阅 DPS 产品手册（文件编号：108715）第 5 页。务必仔细阅读本手册第 2 页和第 5 页的注释说明。

若在 MX2033 或 MX2034 上观察到尖峰现象，请检查以下项目：

- **接地环路：** 探头与延长电缆是否正确连接至变送器 / 前置器？尖峰现象可能由接地环路引起。常见问题是探头与电缆连接处的连接器保护套未完全包裹接头，导致连接器与金属接线盒接触，从而形成接地环路。此外，连接器保护套必须保持干燥、无油污，污水或油污具有导电性，会引发接地环路。

- 连接松动：检查变送器至控制系统之间是否存在连接松动或接触不良的情况。确保接线紧固且连接点清洁。
- 便携式数据采集器：是否将便携式数据采集器连接到了 BNC 接口？只要关闭采集器的偏置电压，通常不会产生问题；若偏置电压施加到 BNC 接口，可能会损坏 MX2034 变送器，导致设备工作间歇性异常。
- 电源供应：尖峰现象是仅出现在单台变送器上，还是设备上多台变送器均有出现？若多台变送器同时受到影响，需检查电源电压是否存在尖峰问题。
- 运行问题：运行问题通常会伴随一定的规律出现。例如，尖峰信号每天下午 4 点准时出现。是否存在阀门组态问题或其他运行工况问题，导致产生真实的振动尖峰（如止回阀撞击、止回阀颤振、邻近作业等）？
- 互换设备测试：尖峰幅值是否大于 1 mil 峰峰值（25  $\mu\text{m}$  峰峰值）？若小于该值，则可能是测量回路中的噪声。如有可能，将该通道切至旁路，并用一台确认完好的设备替换出现尖峰的设备。若尖峰现象随该设备转移，则该设备应予以更换。

## 2. 安装步骤

- 在安装迈确（Metrix）DPS 系统之前，先将探头、延长电缆与 MX2033 前置器或 MX2034 变送器组装在一起，并使用 DPS 软件和静态校准器对系统进行线性度测试。参见下文步骤 3 “MX2033 与 MX2034 调试及校验步骤”。
- 在线性度检测合格后，如有可能，使用静态校准器、振动台或转速轮对系统进行测试，确保从 MX2033 前置器和 MX2034 变送器获得正确的输出信号。检查 MX2034 变送器的 4–20 mA 输出，确保输出值准确。
- 按照设计要求安装探头、延长电缆及数字式趋近系统（DPS）。将探头间隙调整至规范值，通常为 45~55 密耳（1125~1375 微米）。此时对应的间隙电压约为 -8~-10 Vdc。
- 对于部分转速监测系统，需在 Feed throughs 两侧均安装 O 形圈，防止杂质进入连接部位。
- 保所有连接紧固，并将橡胶连接器保护套安装在探头与电缆的接头处。若橡胶连接器保护套安装不当，可能会导致接地环路，造成系统运行异常。
- 为数字式趋近式系统（DPS）提供 -24 Vdc 供电（变送器可采用 +24 Vdc）。若 DPS 供电电压不在 -22 Vdc ~ -26 Vdc 范围内，则说明输入电源存在故障，应予以排除。若 DPS 供电正常，则继续执行步骤 g。
- 记录间隙电压。对于振动和转速测量，间隙电压应在 -8~-10 Vdc 之间。对于位移测量，间隙电压取决于轴向推力位置，但须在测量范围 10~90 密耳（250~2250 微米）内，对应电压为 -1~-17 Vdc。若间隙电压不在规范范围内，或已超出规格要求，请参阅本流程中的《电涡流探头故障排查指南》。

## 3. MX2033 和 MX2034 Tuning 和 Verification 步骤

迈确 1.35 版本 DPS 软件支持系统调试、校验，并可在需要进行自定义校准。校验完成后，可生成针对该 DPS 设备的专用报告。

- 调试（Tuning）步骤

免费从Metrix 振动官网下载 DPS 软件。在主页选择“调试（Tuning）”选项卡，按照指引步骤操作即可。

- i. “偏置校准（Offset）”为第一步，需在电涡流探头悬空状态下完成；该操作将设定此探头系统特性的上限值，参数适配探头型号、系统线缆长度及被测靶材。若使用静态校准装置，对空标定间隙可设为0.5 英寸（12.5 毫米）。
- ii. 第二步，将电涡流探头间隙设置为10 密耳（250 微米），选择“1 伏特”选项。此操作将设定电涡流探头量程的下限，并确保系统振荡工作正常。该“1 伏特”功能在推力轴承监测应用中也十分实用，可用来校验实际物理间隙与电气间隙保持一致。

b. 调试（Tuning）步骤完成后，进入校验（Verification）步骤

c. 校验

本步骤需使用电涡流探头静态校准装置（带刻度千分尺）完成，通过逐步改变探头间隙并记录对应的电压值。DPS 软件会根据设备的比例系数，按每10 密耳（250 微米）或20 密耳（500 微米）的间隔采集电压。在探头与适配靶材之间设置好规定间隙后，点击“Get（采集）”按钮，由 DPS 系统获取电压数据。请注意：此过程需耗时5~10 秒，电压值不允许手动填写，必须采用 Metrix 数字式电涡流系统实测得到的电压。随着间隙逐步改变、电压逐一记录，系统会在各测点之间绘制拟合曲线，计算出增量灵敏度系数（ISF，测点间斜率）、平均灵敏度系数（ASF）以及直线偏差（DSL，允许  $\pm 1$  密耳 / 25 微米）。对于灵敏度为200 mV / 密尔的电涡流探头，符合要求的增量灵敏度系数（ISF）范围为：190~210 mV / 密尔，或 7.48~8.26 mV / 微米（依据 API 670 标准，即 200 mV / 密尔  $\pm 5\%$ ，或 7.87 mV / 微米  $\pm 5\%$ ）。

d. 预埋在设备内部的探头（无法进行校验操作）

若待校验系统的探头已预埋在设备内部无法触及，请使用同型号探头连接至延长电缆，对电涡流探头系统进行检测。在静态校准装置中采用与设备轴体材质相同的靶材，并搭配同型号探头完成整套系统校验，即可获得准确的测量结果。

e. 自定义校准

若校验结果合格，即可生成报告。若校验不合格，用户可选择“Perform a Custom Calibration - Yes”。系统将采用在校验步骤中测得的电压值，为所连接的 DPS 设备创建一组自定义校准参数。为确保自定义校准有效，需重新执行校验步骤。若自定义校准后的校验仍不合格，则设备可能存在故障，请勿再次执行自定义校准。问题也可能源于系统配置有误，请在 DPS 软件中核对配置信息，包括探头型号、靶材材质以及系统线缆长度，软件内配置应与 DPS 实际连接的设备保持一致。请注意：最后一个测点（100 密耳 / 2500 微米）并非强制要求，迈确（Metrix）设置该点仅因通常可满足此距离要求。线性度的实际要求为 80 密耳（2250 微米）。

- f. 若使用 MX2034 变送器，还必须检查电压量程线性度以及毫安输出线性度。方法是在电流回路中串入电流表，并随着量程参数的变化监测毫安输出。根据所选量程范围，检查 4–20 mA 输出非常有必要。MX2034（振动变送器）的 4–20 mA 输出只能通过振动台（shaker table）进行完整测试。不过，也可以执行以下几项简易检查：将探头置于静态校准器中（无振动状态），并将间隙电压调整至 -9 Vdc（示例值），此时 DPS 应显示 4 mA  $\pm 5\%$ 。也可使用手持式振动器施加振动，尽管该设备可能未经校准，但仍能观察到 4–20 mA 输出随振动强度增减而上下变化。MX2034 转速传感器的 4–20 mA 信号只能通过转子试验台（rotor kit）或其他旋转机械装置进行校验。不过，仍可检查无转速工况：将探头置于静态校准器中，将间隙电压调整至 -9 Vdc（示例值），此时输出应为 4 mA  $\pm 5\%$ 。务必检查零点、

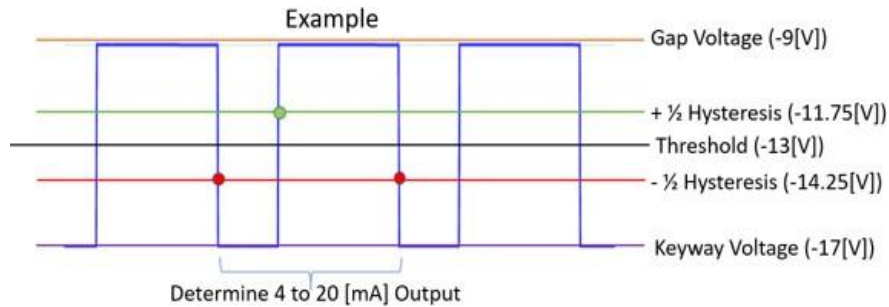
半量程、满量程对应的输出，确保 4–20 mA 分别对应 4 mA、12 mA、20 mA，误差均在  $\pm 5\%$  以内。对于位移或推力监测，可使用静态校准器检查 4 mA、12 mA、20 mA 区间，确保其与千分尺读数的偏差在  $\pm 5\%$  范围内。

g. 生成校验报告

系统校验完成后，可通过选择“Generate Report”来创建报告。系统将提示用户输入本次测试的相关信息。所有字段均非必填项，但为形成规范的技术文档，通常建议完整填写。来自 DPS 配置中的数据会自动上传至报告内。在填写或不填写报告相关字段后，用户点击“确定”，随后系统将提示输入文件名与保存路径。生成的文件为 Microsoft Excel 格式。Excel 文件中的数据已被保护，仅可修改页眉与页脚内容。若需要添加其他计算或校验内容，请将校验数据复制至普通 Excel 工作簿中。可通过 Excel 的复制粘贴功能添加其他校验数据，以形成一份完整报告。

#### 4. 转速脉冲调节 — 适用于 MX2034 型转速变送器

无论您使用 MX2033 前置器还是 MX2034 变送器进行转速测量，通常都需要正常的电压脉冲（大于 5 Vdc）。确保产生合格的电压脉冲，即间隙状态与脉冲状态之间的电压变化大于 5 Vdc。有关手动阈值和迟滞参数的设置，请参见第 4.d 节；如需进行转速脉冲调节，可参阅第 4.e 节。

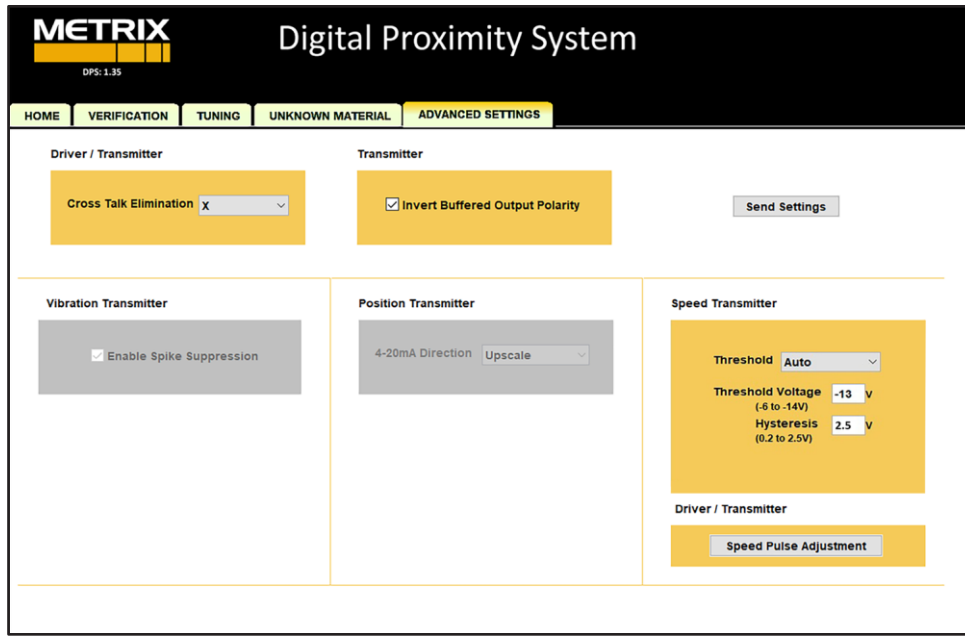


程序适用于迈确 (Metrix) 数字位移传感器系统 (DPS) 的安装、运行及故障排查。无论系统为 5 米、7 米还是 9 米规格, 均采用相同操作步骤。迈确在出厂时已采取多项措施, 确保该位移传感器系统易于安装, 并能提供优质的测量数据:

- a. 为防止探头之间、带贯穿接头的系统或长电缆系统之间产生串扰, 迈确可更改其中一个探头的振荡器解调器频率, 避免系统之间发生电气干扰。出厂时, 所有 DPS 单元 (无论是 MX2033 前置器还是 MX2034 变送器) 均默认选用 X 频率。大多数 MX2030 和 MX8030 系列探头可通过 DPS 软件的高级功能选择两种频率 (X 和 Y)。若在现场选用其他频率, 则需要对系统进行调谐, 并可能需要使用 DPS 软件执行自定义校准。
- b. 在 DPS 软件中可开启更改振荡器解调器频率的功能。用户可购置全新 DPS 单元, 并根据需要将频率调整为 Y。对于更长的系统 (通常为速度测量系统), 还可选用其他频率。针对 10 米、12 米或 18 米长度的系统, 可选择与转速系统配套的 W、X、Y 或 Z 频率。
- c. 自动转速设置的迟滞值设定为 2.5 伏, 以防止将低电平噪声计为转速信号; 当转速脉冲增加至每分钟大于 190000 个时, 自动转速设置的迟滞值会降至 1 伏。自动阈值设定为所检测电压峰峰值的一半。在零转速甚至高转速状态下, 如果存在低电平噪声, 计数器可能会因噪声检测到电压变化, 从而在设备未旋转时给出错误的转速读数。为避免这种情况, 自动阈值必须识别大于 2.5 伏的脉冲才会计数, 而在极高脉冲计数情况下则需大于 1 伏的脉冲才会计数, 以最大限度减小噪声对转速读数的影响。上图显示了键槽的电压情况以及阈值和迟滞参数的工作原理。

注: 电压峰峰值的一半是  $-13 \text{ Vdc} ((-9 \text{ Vdc} + -17 \text{ Vdc}) / 2 = -13 \text{ Vdc})$ 。

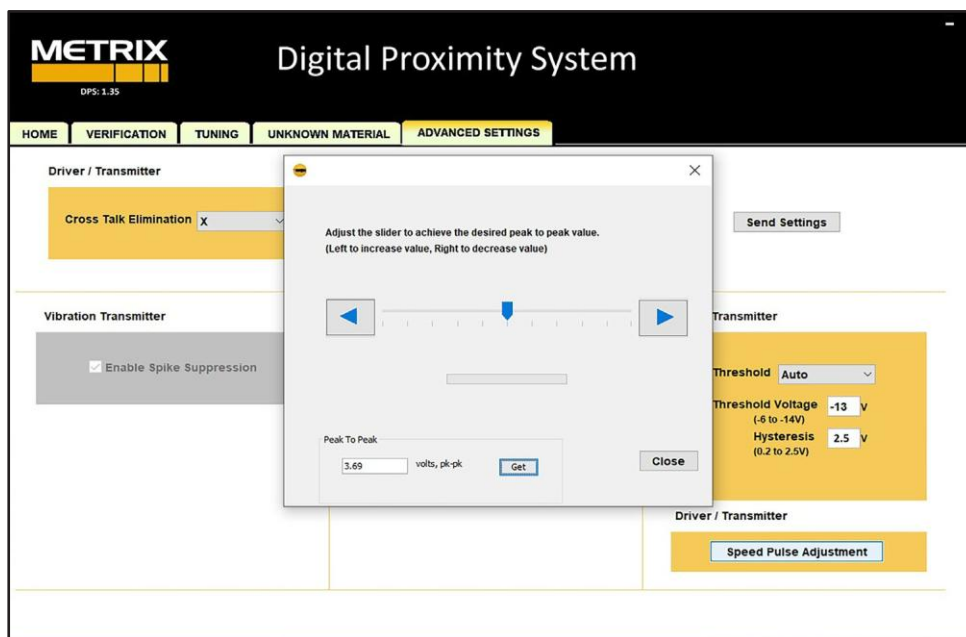
- d. 迟滞功能用于提升转速测量系统的性能。阈值功能适用于已选择“转速”模式的 MX2034 变送器, 采用电压越过峰峰值幅度一半的触发方式, 并设置 2.5 伏的死区。在上述示例中, 对于负向脉冲, 用户可将手动阈值设定为某一阈值电压 (通常为 -13 伏直流), 并设置最高 2.5 伏直流的迟滞区间。必须确保负向脉冲产生的电压比迟滞死区对应的电压更负。迟滞会在阈值电压周围形成一个死区。例如, 若阈值设定为 -13 伏直流, 迟滞设定为 2.5 伏直流, 则负向脉冲必须低于 -14.25 伏直流 (-14.25 伏直流 = -13 伏直流 - 1.25 伏直流) 才能被变送器内的计数器识别, 之后计数器不会复位, 直到电压回升至原始间隙电压的过程中越过 -11.75 伏直流 (-11.75 伏直流 = -13 伏直流 + 1.25 伏直流)。使用阈值与迟滞是降低噪声、提高速度测量系统精度的有效方法, 在监测系统中也可进行相同或类似的调节。
- e. 若 MX2033 前置器输出的脉冲幅度不足, 导致监测系统无法给出可靠的转速指示, 或 MX2034 变送器输出脉冲幅度不够, 无法提供稳定可靠的 4–20 mA 速度信号, 则可利用 DPS 软件“高级功能”选项卡中的“转速脉冲调节”功能进行设置:



注意：此操作需在设备运行状态下进行。请采取必要的安全防护措施，确保作业安全并避免设备意外停机。

将 DPS 单元的当前配置导出至计算机。执行此操作是为了在必要时将配置恢复至 DPS 单元。

进入“高级设置”选项卡。选择“转速脉冲调节”按钮，您将看到如下界面：



要更改脉冲幅度，必须使用 DPS 软件中的转速脉冲调节工具。在设备运行状态下，点击“获取 (Get)”以读取当前脉冲幅度。将滑块向左移动一格，再次点击“获取 (Get)”，并观察对速度脉冲幅度的影响。若调整效果理想，沿同一方向继续移动滑块并点击“获取 (Get)”，直至脉冲幅度大于 5V 峰峰值。若调整效果不佳，则向反方向移动滑块，直至脉冲幅度大于 5V 峰峰值。该控制器通过更改 DPS 单元的比例系数来优化转速脉冲，为可靠的速度读数提供足够的脉冲信号，仅在必要时使用。

## 7.0 措施与管理

迈确数字位移传感器系统 (DPS) 应满足 DPS 产品规格书第 5 页所列的精度要求。使用 MX8030 和 MX2030 系列探头及电缆时，系统符合 API 670 标准要求。对于转速测量系统，其测量精度应达到实际转子转速的  $\pm 1\%$ ，且与系统中其他转速传感器的读数偏差应在  $\pm 1\%$  以内。本故障排查指南可帮助您达到 DPS 产品规格书中规定的技术指标。

注：迈确公司持续对产品进行改进。请访问我司官网下载本文档的最新版本。

本档中使用的所有商标均归迈确 (Metrix) 公司所有。

© 2025, Metrix Instrument Company, L.P. All rights reserved.