



Brüel & Kjær Vibro

A member of the NSK Group

B&K vibro

说明书

VC-8000，用于水电和低速机器

包含机器状态报警

操作与维护

请妥善保管该文档，以备将来查阅

商标和版权

本文中使用的所有商标、服务商标和/或注册商标均归 BK Vibro America Inc. 所有

版权所有 © 2024 Brüel & Kjær Vibro GmbH

保留对本技术文档的所有权利。

未经 Brüel & Kjær Vibro GmbH 事先书面批准，禁止对本技术文档进行任何有形或无形的复制或传播，或向公众提供本文档。这也适用于本技术文档的组成部分。如有技术变更（恕不另行通知）。

说明书 - VC-8000，用于水电和低速机器

S000024.015 / V02, zh, 发布日期: 10.09.2024

Brüel & Kjær Vibro GmbH

Wittichstrasse 6
64295 Darmstadt
德国

电话: +49 6151 428 0
传真: +49 6151 428 1000

热线

电话: +49 6151 428 1400
邮箱: support@bkvibro.com

Brüel & Kjær Vibro A/S

Lyngby Hovedgade 94, 5 sal
2800 Lyngby
丹麦

电话: +45 69 89 03 00
传真: +45 69 89 03 01

主页

www.bkvibro.com

BK Vibro America Inc.

1100 Mark Circle
Gardnerville NV 89410
USA

电话: +1 (775) 552 3110

企业邮箱

info@bkvibro.com

目录

1	概述	6
1.1	垂直机器.....	6
1.1.1	传感器方向和旋转方向	6
2	水电径向振动	7
2.1	配置水电径向振动.....	7
2.1.1	机架布局	7
2.2	验证水电径向振动.....	8
3	水电速度	9
3.1	配置水电速度.....	9
3.1.1	机架布局	9
3.2	验证水电速度.....	10
3.2.1	对设置进行测试	10
3.2.2	模拟信号 (标准 - in/s)	11
3.2.3	模拟信号 (标准 - mm/s)	12
3.2.4	模拟信号 (已积分 - 密耳 pp)	13
3.2.5	模拟信号 (已积分 - μm pp)	13
4	低频速度	14
4.1	配置低频速度.....	14
4.1.1	机架布局	14
4.2	验证低频速度.....	14
5	低频加速度	15
5.1	配置低频加速度.....	16
5.1.1	设置低通滤波器	16
5.1.2	机架布局	16
5.2	验证低频加速度.....	17
5.2.1	对设置进行测试	17
5.2.2	模拟信号 (标准)	17
5.2.3	模拟信号 (已积分 - in/s)	18
5.2.4	模拟信号 (已积分 - mm/s)	19
6	选择地震传感器	20
6.1	机器速度.....	20
6.2	水电测量.....	20
6.3	环境 (噪声)	21



6.4	系统规格.....	22
6.4.1	通道类型的选择.....	22
6.4.2	传感器规格.....	24
6.4.3	SETPOINT CMS 图和测量单位.....	25
6.5	成本.....	25
7	水电气隙通道.....	26
7.1	用于扩展水电功能的选项.....	26
7.2	背景.....	27
7.2.1	AG 传感器的工作原理.....	27
7.2.2	要安装多少台传感器.....	28
7.3	配置水电气隙.....	29
7.3.1	机架布局.....	29
7.3.2	水电视图.....	29
7.3.3	相位触发器.....	31
7.3.4	波形采样频率.....	32
7.3.5	波形采集.....	33
7.4	兼容的传感器.....	33
7.4.1	传感器电源.....	33
7.4.2	设置正常限值.....	34
7.4.3	极点检测.....	34
7.5	验证气隙 报警.....	35
7.6	SETPOINT CMS 气隙图.....	37
7.6.1	创建多个气隙图.....	38
7.6.2	与 Compass 软件的区别.....	38
7.6.3	验证 SETPOINT CMS 中的气隙图.....	38
7.6.4	对气隙图进行故障排查.....	42
8	磁通量通道.....	43
8.1	背景.....	43
8.1.1	磁通量传感器工作原理.....	44
8.2	配置磁通量.....	45
8.2.1	机架布局.....	45
8.2.2	水电视图.....	45
8.2.3	相位触发器.....	46
8.2.4	波形采样频率.....	47
8.2.5	波形采集.....	48
8.3	兼容的传感器.....	48
8.3.1	传感器电源.....	48
8.3.2	设置正常限值.....	49
8.3.3	极点检测.....	49
8.4	验证磁通量报警.....	50
8.5	SETPOINT CMS 磁通量图.....	52
8.5.1	对磁通量图进行故障排查.....	52

9	机器状态报警	53
9.1	配置 VC-8000 通道	53
9.1.1	相位触发器（速度）通道	53
9.1.2	离散输入通道	53
9.1.3	定义机器（资产）组	54
9.1.4	温度通道（TMM）	55
9.1.5	Modbus 和机器状态报警	55
9.2	配置机器状态	56
9.2.1	添加一台机器	56
9.2.2	添加输入	57
9.2.3	添加状态	58
9.2.4	设置机器状态的定义	59
9.3	配置机器状态报警	61
9.4	验证机器状态报警	62
9.4.1	文档	62
9.4.2	报警倍增与机器状态报警	63
9.4.3	报警延迟（计时器）和滞后	63
9.5	在 SETPOINT CMS 软件中查看状态	64
9.6	对状态进行故障排除	64



1 概述

本使用说明书是 VC-8000 操作和维护手册 (S1079330) 和 SETPOINT 状态监测系统操作手册 (S1176125) 的附录。请参阅这些手册，了解基本的操作说明。



本使用说明书提供的特定信息针对的是水力涡轮发电机、其他低速机器和使用机器状态报警的机器。包括了以下的通道类型：

通道类型	应用
气隙	发电机的气隙测量。
水电径向振动	使用接近探头，机器转速最高可达 720 rpm。
水电速度	使用速度传感器，机器转速最高可达 720 rpm。
低频加速度	风扇或其他低速机械设备。
低频速度	风扇或其他低速机械设备
(任意)	机器状态报警

1.1 垂直机器

在垂直机器上配置通道时，请考虑以下事项。

1.1.1 传感器方向和旋转方向

传感器方向和旋转方向的测量方法如下：观察者从发电机顶部向下看向涡轮机。参考位置 (0 度) 由客户现场决定 (通常 0 度 = 上游)。

2 水电径向振动

水电径向振动通道针对低速 (< 720 RPM) 进行了优化, 并提供了一系列跟踪滤波器和带通滤波器。

表 2-1) 水电径向振动

测量	说明
直接	整体动态振幅带通滤波测量。 高通 = 0.3 Hz 最小值 (14 极) 低通 = 200 Hz 最大值 (12 极)
间隙	用于诊断的间隙电压。
1X 振幅, 1X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 1X, 但可以根据需要进行更改 (即 0.5 X)。
2X 振幅, 2X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 2X, 但可以根据需要进行更改 (即 0.5 X)。
带通 1 带通 2	峰间带通滤波测量, (如有需要) 可添加。参见 MPS 手册 S1079330。搜索“添加测量”。 高通 = 0.3 Hz 最小值 (14 极) 低通 = 200 Hz 最大值 (12 极)

2.1 配置水电径向振动

水电径向振动通道没有特殊的配置设置。有关通道配置的一般信息, 请参阅主 VC-8000 操作和维护手册 (S1079330)。

2.1.1 机架布局

水电径向振动通道 (XY 对) 必须在使用通道 1 和 2 (或通道 3 和 4) 的同一 UMM 中。

水电径向振动通道 (XY 对) 必须具有相同的 CMS 导航路径。这将两个通道“组合”在一起, 并允许软件显示轴心轨迹图等。

2.2 验证水电径向振动

设置测试设备，如图所示。将电源设置为传感器间隙电压。

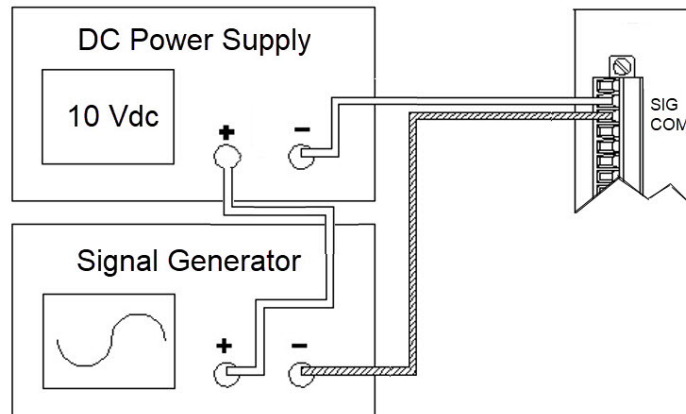


图 2-1) 对水电径向振动进行测试

将函数发生器频率设置在带通滤波区域内（即 10 Hz），这样滤波器就不会让信号衰减。按如下方式设置振幅（单位显示为密耳）：

公式 2.1) 输入 (V_{rms})

$$\text{输入 } (V_{rms}) = \text{振动 (密耳)} * \frac{\text{缩放因子 } \left(\frac{mV}{\text{密耳}} \right)}{1000 \left(\frac{mV}{V} \right)} * \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

这其中：

- 输入 (V_{rms}) = 函数发生器的模拟电压
- 振动 (密耳或 μm) = 所需的直接振动读数 (即 5 密耳 pp、125 μm pp)
- 比例因子 ($mV/\text{密耳}$ 或 μm) = 配置的传感器比例因子 (即 200 $mV/\text{密耳}$ 、7.87 $mV/\mu m$)
- 1000 = mV 到 V 的转换因子
- $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ = 从 V_{pp} 到 V_{rms} 的转换因子

示例 1: 使用 7.87 $mV/\mu m$ 传感器模拟 75 μm pp 信号。

$$0.208 \text{ } V_{rms} = 75 \text{ } \mu m \text{ pp} * \frac{7.87 \frac{mV}{\mu m}}{1000} * \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

3 水电速度

水电速度通道专为水电机器设计。它提供了多种跟踪滤波器（1X、2X）和带通滤波器可供选择，具体取决于传感器的安装位置。

水电速度通道也有一个非常陡峭的高通滤波器（14 极）。这允许通道以最低频率返回强信号，并仍然消除来自通道的噪声。

表 3-1) 水流速度测量

测量	说明
直接	整体动态振幅测量。 高通 = 0.7 Hz 最小值（14 极） 低通 = 200 Hz 最大值（12 极）
偏置	用于诊断的偏置电压。
1X 振幅 1X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 1X，但可以根据需要进行更改（即 0.5 X）。
2X 振幅 2X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 2X，但可以根据需要进行更改（即 0.5 X）。
带通 1	峰间带通滤波测量（可添加） 高通 = 0.7 Hz 最小值（14 极） 低通 = 200 Hz 最大值（12 极）
低频 带通 2	峰间带通滤波测量（可添加） 高通 = 0.2 Hz 最小值（14 极） 低通 = 25 Hz 最大值（12 极）。

对于低速机器，水电速度通道具有出色的滤波选项。低通和高通角滤波器可在 VC-8000 设置软件（测量选项卡，全部视图）中配置。滤波器特定于直接和带通测量。异步和同步波形未经过带通滤波。

3.1 配置水电速度

水电速度通道没有特殊的配置设置。有关通道配置的一般信息，请参阅主 VC-8000 操作和维护手册 (S1079330)。

3.1.1 机架布局

如需在 SETPOINT CMS 软件中查看套管轴心轨迹图，则水电速度通道必须在通道 1 和 2 或通道 3 和 4 中，且两个通道必须已配对。否则，水电速度通道可以在任何位置。



3.2 验证水电速度

3.2.1 对设置进行测试

根据所选传感器模拟水电速度通道。

3.2.1.1 恒流速度传感器

使用 $3.3\text{ k}\Omega$ 电阻设置偏置电压 (+10 Vdc)。940 μF (或更大) 电容器用于强制电流通过电阻。由于输入信号的低频特性, 需要较大的测试电容器。

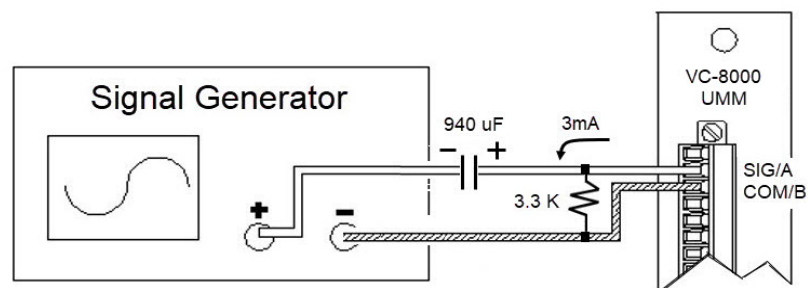


图 3-1) 恒流传感器

3.2.1.2 速度 (动圈) 传感器

模拟速度 (动圈) 传感器, 如下所示。

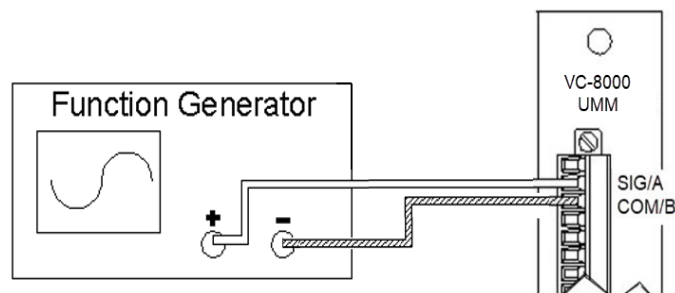


图 3-2) 速度 (动圈) 传感器

3.2.2 模拟信号 (标准 - in/s)

使用与水电速度通道兼容的测试频率 (即 25 Hz)。使用以下公式计算速度输入值:

公式 3.1) (in/s 峰值)

$$\text{输入 } (V_{rms}) = \frac{1}{\sqrt{2}} * \text{振动} \left(\frac{in}{s} \text{ 峰值} \right) * \frac{\text{缩放因子} \left(\frac{in}{s} \right)}{1000 \left(\frac{mV}{V} \right)}$$

公式 3.2) (in/s 均方根)

$$\text{输入 } (V_{rms}) = \text{振动} \left(\frac{in}{s} \text{ 均方根} \right) * \frac{\text{缩放因子} \left(\frac{in}{s} \right)}{1000 \left(\frac{mV}{V} \right)}$$

这其中:

- 输入 = 模拟电压, 来自函数发生器 (V_{rms})
- 振动 = 所需振动读数 (即 0.5 in/s 峰值、10 mm/s 峰值 等)
- 比例因子 = 配置的传感器比例因子 (即 20 mV/mm/s、508 mV/in/s)
- 1000 = mV 到 V 的转换因子
- $1/\sqrt{2}$ = 从峰值到均方根的转换因子

示例 1: 使用一台 508 mV/in/s 的传感器模拟 0.5 in/s 的峰值信号。

$$0.180 \text{ } V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} * 0.5 \frac{in}{s} \text{ 峰值} * \frac{508 \frac{mV}{in/s}}{1000}$$

示例 2: 使用一台 508 mV/in/s 的传感器模拟 0.5 in/s 的均方根信号。

$$0.254 \text{ } V_{rms} = 0.5 \frac{in}{s} \text{ 均方根} * \frac{508 \frac{mV}{in/s}}{1000}$$



提示

万用表可能无法在低频下测量测试信号。请暂时增加信号频率 (即 60 Hz) 以验证振幅。



3.2.3 模拟信号（标准 - mm/s）

使用与水电速度通道兼容的测试频率（即 25 Hz）。使用以下公式计算速度输入值：

公式 3.3) (mm/s 峰值)

$$\text{输入 } (V_{rms}) = \frac{1}{\sqrt{2}} * \text{振动} \left(\frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 峰值} \right) * \frac{\text{缩放因子} \left(\frac{\text{mV}}{\text{s}} \right)}{1000 \left(\frac{\text{mV}}{\text{V}} \right)}$$

公式 3.4) (mm/s 均方根)

$$\text{输入 } (V_{rms}) = \text{振动} \left(\frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 均方根} \right) * \frac{\text{缩放因子} \left(\frac{\text{mV}}{\text{s}} \right)}{1000 \left(\frac{\text{mV}}{\text{V}} \right)}$$

这其中：

- 输入 = 模拟电压，来自函数发生器 (V_{rms})
- 振动 = 所需的振动读数（即 10 mm/s 峰值等）
- 比例因子 = 传感器所配置的比例因子（即 20 mV/mm/s）
- 1000 = mV 到 V 的转换因子
- $1/\sqrt{2}$ = 峰值到均方根的转换因子

示例 2：使用一台 20 mV/mm/s 的传感器模拟 10 mm/s 的峰值信号。

$$0.141 \text{ } V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} * 10 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 峰值} * \frac{20 \frac{\text{mV}}{\text{mm/s}}}{1000}$$

示例 1：使用一台 20 mV/mm/s 的传感器模拟 10 mm/s 的均方根信号。

$$0.200 \text{ } V_{rms} = 10 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \text{ 均方根} * \frac{20 \frac{\text{mV}}{\text{mm/s}}}{1000}$$

3.2.4 模拟信号（已积分 - 密耳 pp）

使用与水电速度通道兼容的测试频率（即 25 Hz）。使用以下公式计算速度输入值：

公式 3.5) （密耳 pp）

$$\text{in/s 峰值速度} = \frac{\text{密耳 pp} * \text{频率 (Hz)}}{318.3}$$

这其中：

- 速度 = 给定位移和频率下的速度
- 密耳 pp = 所需的位移值
- 频率 = 输入频率
- 318.3 = 转换因子

示例 1：如需模拟一个信号频率为 25 Hz，比例因子为 508 mV/in/s 的 10 密耳 pp 综合信号，则首先使用公式 3.5，然后将结果输进公式 3.1

$$0.79 \text{ in/s 峰值} = \frac{10 \text{ 密耳 pp} * 25 \text{ Hz}}{318.3} \qquad 0.28 \text{ V}_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} * 0.79 \text{ in/s 峰值} * \frac{508 \frac{mV}{in/s}}{1000}$$

3.2.5 模拟信号（已积分 - μm pp）

使用与水电速度通道兼容的测试频率（即 25 Hz）。使用以下公式计算速度输入值：

公式 3.6) （μm pp）

$$\text{mm/s 峰值速度} = \frac{\mu\text{m pp} * \text{频率 (Hz)}}{318.3}$$

这其中：

- 速度 = 给定位移和频率下的速度
- μm pp = 所需的位移值
- 频率 = 输入频率
- 318.3 = 转换因子

示例 2：如需模拟一个信号频率为 25 Hz，比例因子为 20 mV/mm/s 的 250 μm pp 综合信号，则首先使用公式 3.6，然后将结果输进公式 3.3

$$19.64 \text{ mm/s 峰值} = \frac{250 \mu\text{m} * 25 \text{ Hz}}{318.3} \qquad 0.28 \text{ V}_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} * 19.64 \text{ mm/s 峰值} * \frac{20 \frac{mV}{mm/s}}{1000}$$



4 低频速度

低频速度不适用于水电监测。它是标准速度通道的改进版，针对较低频率测量进行了一些改进。

通道的带通频率非常宽。信号的积分（低频和宽带通）需要额外的处理器能力；删除一些测量以允许此选项。

表 4-1) 低频速度测量

测量	说明
直接	整体动态振幅测量。
偏置	用于诊断的偏置电压。
1X 振幅 1X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 1X，但可以根据需要进行更改（即 0.5 X）。

表 4-2) 低频速度带通

测量	高通最小值 (LP ¹)	低通最大值 (HP ¹)
直接	0.2 Hz (1000 Hz) (4 极)	5000 Hz (1 Hz) (4 极)
直接 (已积分)	0.7 Hz (3500 Hz) (4 极)	5000 Hz (1 Hz) (4 极)

1. 高通 (HP) 和低通 (LP) 滤波器必须在 5000x 以内。例如，如果我选择一个 0.2 Hz 的高通滤波器，那么我的低通滤波器必须小于 1000 Hz。

4.1 配置低频速度

水电速度通道没有特殊的配置设置。有关通道配置的一般信息，请参阅主 VC-8000 操作和维护手册 (S1079330)。

4.1.1 机架布局

如果客户在 SETPOINT 软件中查看套管轴心轨迹图，则低频速度通道必须在通道 1 和 2 或通道 3 和 4 中。且两个通道必须配对。

如果传感器没有在 CMS 中提供套管轴心轨迹图，则通道可以位于机架中的任何位置，不需要成为 XY 对的一部分。

4.2 验证低频速度

验证低频速度通道的说明与验证水电速度通道的说明相同。请参见第 3.2 节。

5 低频加速度

低频加速度通道可用于水电监测，但它专为水电监测而设计。它是标准加速度通道的改进版，针对较低频率信号分量进行了一些改进。

通道的带通频率非常宽。信号的积分（低频和宽带通）需要额外的处理器能力；删除一些测量以允许此选项。

表 5-1) 低频加速度测量

测量	说明
直接	整体动态振幅测量。
偏置	用于诊断的 DC 传感器偏置电压。
1X 振幅 1X 相位	振幅和相位测量。此测量默认为 1X，但可以根据需要进行更改（即 0.5 X）。
带通	可以添加额外带通滤波测量（如果需要）。

表 5-2) 低频加速度带通

测量	高通最小值 (LP ¹)	(HP ¹) 低通最大值
直接	0.2 Hz (- 1000 Hz) (4 极)	(1 Hz -) 5000 Hz (4 极)
直接 (已积分) 峰值	0.7 Hz (- 3500 Hz) (4 极)	(1 Hz -) 5000 Hz (4 极)
直接 (已积分) 均方根	0.2 Hz (- 1000 Hz) (4 极)	(1 Hz -) 5000 Hz (4 极)
带通 1	2.0 Hz (- 10000 Hz) (4 极)	(2.0 Hz -) 10000 Hz (4 极)
带通 1 (积分) 峰值	10 Hz (- 10000 Hz) (4 极)	(10 Hz -) 10000 Hz (4 极)
带通 1 (已积分) 均方根	2.0 Hz (- 10000 Hz) (4 极)	(2.0 Hz -) 10000 Hz (4 极)

1. 高通 (HP) 和低通 (LP) 滤波器必须在 5000x 以内。例如，如果我选择一个 0.2 Hz 的高通滤波器，那么我的低通滤波器必须小于 1000 Hz。



提示

高通和低通滤波器设置仅影响指定的测量（即直接、带通）。这些设置不影响 1X 测量，也不影响用于在 SETPOINT CMS 软件中创建时基和频谱图的波形。

低频加速度通道具有直接测量和带通测量。如果传感器安装在（例如）水力机器的引水管上，则可以将直接测量设置为 0.5 至 25 Hz 的带通以测量湍流，然后将带通测量设置为 25 Hz 至 5000 Hz 以进行空化测量。



5.1 配置低频加速度

如果您将此通道用于水电机器，则可能需要修改一些默认通道设置。这些规则说明如下。

5.1.1 设置低通滤波器

要正确设置低通滤波器，您需要知道要测量的内容。默认的低通滤波器为 200 Hz。对于加速度计来说，这个数字似乎很低，但对于相当于 12,000 RPM（非常高）的液压机来说，这个数字就太高了。如果您将其用于 1X 和 2X 振动，则需要将低通滤波器修改为 25 Hz 或更低。

以下示例突出显示了滤波器设置将如何影响此测量。

AS-477 加速度计的比例因子为 500 mV/g，低频范围低至 30 CPM (0.5 Hz) (-3 dB)。

一台以 166 RPM (2.7 Hz) 的速度运行的机器，其 1X 振动为 5.0 mm/sec RMS (0.20 in/sec RMS)，相当于 0.012 g 的峰值，即仅为 6 mV 的信号。

相比之下，信号幅度较小的较高频分量会比 1X 信号分量更大。例如，200 Hz 时 0.5 mm/sec 振幅的振动 = 0.09 g 的峰值 = 45 mV。振动小 10 倍，但信号分量大 8 倍。

这个例子再次强调了为什么如果您主要使用速度传感器来测量低频，那么使用速度传感器比使用加速度计更好。

5.1.2 机架布局

如果客户在 SETPOINT 软件中查看套管轴心轨迹图，则低频速度通道必须在通道 1 和 2 或通道 3 和 4 中。两个通道必须配对。

如果客户未在 CMS 软件中使用套管轨道，则通道可以位于机架中的任何位置，且不需要成 XY 对。

5.2 验证低频加速度

5.2.1 对设置进行测试

使用 3.3 kΩ 电阻设置偏置电压 (+10 Vdc)。940 μF (或更大) 电容器用于强制电流通过电阻。由于输入信号的 (预期) 低频特性, 因此需要一个大型测试电容器。

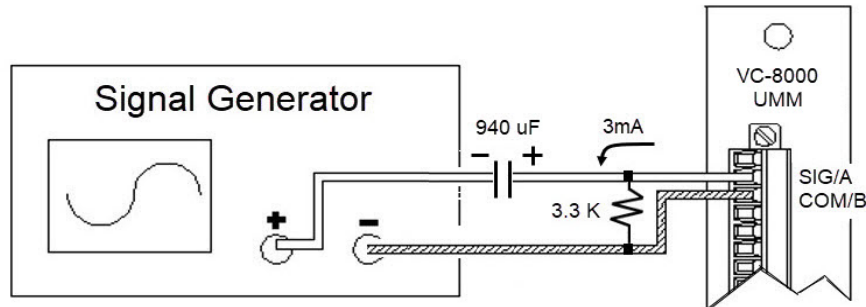


图 5-1) 恒流传感器

5.2.2 模拟信号 (标准)

使用一个与通道配置相兼容的测试频率 (即 25 Hz)。按如下方式设置函数发生器幅度:

公式 5.1) (单位 g 峰值)

$$\text{输入 (Vrms)} = \text{振动 (g 峰值)} * \frac{\text{缩放因子 (mV/g)}}{1000 \text{ (mV/V)} * \sqrt{2}}$$

公式 5.2) (单位 g 均方根)

$$\text{输入 (Vrms)} = \text{振动 (g 均方根)} * \frac{\text{缩放因子 (mV/g)}}{1000 \text{ (mV/V)}}$$

这其中:

- 输入 = 模拟电压, 来自函数发生器 (Vrms)
- 振动 = 所需的振动读数 (即 0.5 g 峰值)
- 比例因子 = 传感器所配置的比例因子 (即 100 mV/g、500 mV/g)
- 1000 = mV 到 V 的转换因子
- $\sqrt{2}$ = 到 Vrms 的转换因子

示例 1: 使用一台 100 mV/g 的传感器模拟 0.5 g 的峰值信号。

$$35.3 \text{ mVrms} = 0.5 \text{ g 峰值} * \frac{100 \text{ mV/g}}{1000 * \sqrt{2}}$$



提示

万用表可能无法在低频下测量测试信号。请暂时增加频率 (即 60 Hz) 以验证信号振幅。



5.2.3 模拟信号（已积分 - in/s）

使用一个与通道配置相兼容的测试频率（即 25 Hz）。使用以下公式计算加速度输入值：

公式 5.3) (in/s 峰值)

$$\text{加速度 (g 峰值)} = \frac{\text{速度 (}\frac{\text{in}}{\text{s}}\text{ 峰值)} * \text{频率 (Hz)}}{61.45}$$

公式 5.4) (in/s 均方根)

$$\text{加速度 (g 均方根)} = \frac{\text{速度 (}\frac{\text{in}}{\text{s}}\text{ 均方根)} * \text{频率 (Hz)}}{61.45}$$

这其中：

- 加速度 (g 峰值) = 输入信号的加速度值
- 速度 in/s 峰值 (或 mm/s 峰值) = 所需的速度值
- 频率 = 输入信号频率
- 61.45 = 转换因子

示例 1: 如需模拟一个频率为 25 Hz, 比例因子为 100 mV/g 的 1.0 in/s 峰值综合信号, 则首先使用公式 5.3, 然后将结果输进公式 5.1。

如需查看 1.0 in/s 峰值 (已积分), 我需要输入一个相当于 0.41 g 峰值的信号。	$0.41 \text{ g 峰值} = \frac{1.0 \text{ in/s 峰值} * 25 \text{ Hz}}{61.45}$
0.41 g 峰值是 28.7 mVrms (万用表)。	$28.7 \text{ mVrms} = 0.41 \text{ g 峰值} * \frac{100 \text{ mV/g}}{1000 * \sqrt{2}}$

示例 2: 如需模拟一个频率为 25 Hz, 比例因子为 100 mV/g 的 1.0 in/s 均方根综合信号, 则首先使用公式 5.4, 然后将结果输进公式 5.2。

如需查看 1.0 in/s 均方根 (已积分), 则输入一个相当于 0.41 g 均方根的信号。	$0.41 \text{ g 均方根} = \frac{1.0 \text{ in/s 均方根} * 25 \text{ Hz}}{61.45}$
0.41 g 均方根是 41 mVrms (万用表)。	$41 \text{ mVrms} = 0.41 \text{ g 均方根} * \frac{100 \text{ mV/g}}{1000}$

5.2.4 模拟信号（已积分 - mm/s）

使用一个与通道配置相兼容的测试频率（即 25 Hz）。使用以下公式计算加速度输入值：

公式 5.5) (mm/s 峰值)

$$\text{加速度 (g 峰值)} = \frac{\text{速度 (}\frac{\text{mm}}{\text{s}}\text{ 峰值)} * \text{频率 (Hz)}}{1560}$$

公式 5.6) (mm/s 均方根)

$$\text{加速度 (g 均方根)} = \frac{\text{速度 (}\frac{\text{mm}}{\text{s}}\text{ 均方根)} * \text{频率 (Hz)}}{1560}$$

这其中：

- 加速度 (g 峰值) = 输入信号的加速度值
- 速度 in/s 峰值 (或 mm/s 峰值) = 所需的速度值
- 频率 = 输入信号频率
- 1560 = 转换因子

示例 1: 如需模拟一个频率为 25 Hz, 比例因子为 100 mV/g 的 25 mm/s 峰值综合信号, 则首先使用公式 5.5, 然后将结果输进公式 5.1。

如需查看 25 mm/s 峰值 (已积分), 我需要输入一个相当于 0.40 g 峰值的信号。	$0.40 \text{ g 峰值} = \frac{25 \text{ mm/s 峰值} * 25 \text{ Hz}}{1560}$
0.40 g 峰值是 28.3 mVrms (万用表)。	$28.3 \text{ mVrms} = 0.40 \text{ g 峰值} * \frac{100 \text{ mV/g}}{1000 * \sqrt{2}}$

示例 2: 如需模拟一个频率为 25 Hz, 比例因子为 100 mV/g 的 25 mm/s 均方根综合信号, 则首先使用公式 5.6, 然后将结果输进公式 5.2。

如需查看 25 mm/s 均方根 (已积分), 则输入一个相当于 0.40 g 均方根的信号。	$0.40 \text{ g 均方根} = \frac{25 \text{ mm/s 均方根} * 25 \text{ Hz}}{1560}$
0.40 g 均方根是 40 mVrms (万用表)。	$40.0 \text{ mVrms} = 0.40 \text{ g 均方根} * \frac{100 \text{ mV/g}}{1000}$



6 选择地震传感器

选择传感器之前需要考虑几个问题。

1. 机器的速度是多少？
2. 我要测量的是什么？
3. 环境怎么样？
4. 系统（传感器、VC-8000、CMS）的规格是什么？
5. 传感器的成本是多少？

这些问题会在以下章节进行讨论。

6.1 机器速度

所有的水电机器都是低速的。但这并不会让传感器的选择更容易，而是会更加困难。在 300 RPM（或更高）时，您的 1X 振动将为 5 Hz（或更高），并且有更广泛的传感器可用。其中许多传感器是通用的，并非专门为低频应用而设计的。

在 300 RPM 以下，您可能需要专门针对低速机器的传感器。例如，在 166 RPM 时，您的 1X 振动将为 2.7 Hz。如果您对与流动湍流（或涡流）相关的振动感兴趣，则您会想要看到 0.4X（1.1 Hz）。

6.2 水电测量

测量的内容和测量方式可能存在很大的区域差异。以下指南也许能帮助选择传感器。

尾水管 - 湍流（涡流）

涡流通常会引起机器运行速度的 0.4X 到 0.5X 左右的振动。由于这种振动非常缓慢，加速度计无法提供足够的信号幅度来测量这种振动。应使用速度传感器。

引流管 - 空化（高频）

使用加速度计。空化通常约为 5000 Hz。

定子振动

定子振动的关注频率通常为 1X，可以使用加速度计。

径向轴承座（XY）

轴承座振动的关注频率通常会 0.4X 和 1X。此外，测量轴承箱振动时，通常会集成到位移单元中；因此，应使用速度传感器。

涡轮机盖（叶片通道）

涡轮机盖（叶片通道）振动的关注频率通常为 1X 及以上，可以使用加速度计。

保护或状态监测

如果测量纯粹是为了状态监测（而不是为了保护机器），那么如果客户了解所涉及的权衡，选择加速度计来降低成本可能是可以接受的。

6.3 环境（噪声）

加速度计因其低成本而在许多低速应用中越来越普遍。然而，加速度计在以下情况下并不合适：

噪声信号

如果您预计会有噪声信号或电缆较长（这通常会导致噪声信号），则应使用速度传感器。大多数低频速度传感器的比例因子较大，因此信噪比比标准加速度计好得多。此外，加速度信号很可能会被积分。低频信号的积分会放大噪声，并可能使信号完全无法使用。

信号振幅

低速振动产生的 G 力非常小，加速度计信号也会很弱。例如，一台以 166 RPM (2.77 Hz) 的速度运行且振动为 5.0 mm/sec RMS (0.28 in/sec pk) 的机器，其加速度的峰值仅为 0.012 g。如果加速度计的比例因子为 100 mV/g，则振动信号将仅为 1.2 mV pk。如果加速度计的比例因子为 500 mV/g，则振动信号将为 6.0 mV pk。这些是非常小的信号幅度。

相比之下，低速机器的典型速度探头的比例因子为 20 mV/mm/s (508 mV/in/s)，并将在上述相同示例中提供 100 mV 的信号。

位移单位 (μm pp 或密耳 pp)

在某些应用中，客户可能希望以位移单位 (μm pp 或密耳 pp) 查看低频振动。在这种情况下，速度传感器显然是正确的选择。



6.4 系统规格

传感器的选择会影响 VC-8000 中可使用的通道类型。反过来，这又会影响 SETPOINT CMS 软件中可查看的内容。以下部分探讨了这些关系。

6.4.1 通道类型的选择

如果您选择在低速机器上使用加速度计，则必须使用其中一个加速度通道。如果您选择速度传感器，则必须使用其中一个速度通道。这将影响您可用的测量选项。例如，低频加速度和低频速度通道不提供 2X 或 nX 测量（参见表 6-1）。

在这五种地震通道类型中，只有水力速度通道是专门为水力机器设计的；与其他通道类型相比，它具有最佳选项和最大灵活性。

表 6-1) VC-8000 地震通道类型对比

测量	标准加速度	低频加速度	标准速度	水电速度	低频速度
直接	X	X	X	X	X
1X 振幅	X	X	X	X	X
1X 相位	X	X	X	X	X
2X 振幅	X	-	X	X	-
2X 相位	X	-	X	X	-
nX 振幅	X	-	X	-	-
nX 相位	X	-	X	-	-
带通 1	X	X	X	X	-
带通 2	-	-	-	X	-
最大 (X/Y)	X	-	X	-	-
异步波形	X	X	X	X	X
同步波形	X	X	X	X	X

低频加速度和低频速度通道可用于某些水电应用，但它们是高速机器设计的，对低频较重要，而不是为几乎所有都是低频的低速机器设计的。

6.4.1.1 带通滤波器

您选择的通道类型将影响可用的带通滤波器选项。

每个通道的直接测量都经过了带通滤波（参见表 6-2）。保护系统在直接测量中使用带通滤波器来提高信号的完整性，信号（通常）用于让机器停机。

还可以添加其他带通测量 - 具体取决于通道类型。例如，水电速度通道可以添加两个额外的带通测量，而低频速度通道不能添加任何带通测量（参见表 6-1）。

带通滤波器选项在 VC-8000 设置软件的“测量”选项卡，“全部”视图中查看和设置。滤波器仅适用于所指的测量；波形未经过带通滤波。

表 6-2) 带通滤波器 (-3 dB) 示例

通道类型	测量	高通最小值 (LP)	(HP) 低通最大值
标准加速度	直接	2.0 Hz (- 2,000 Hz) ¹	(25 Hz -) 25,000 Hz ²
低频加速度	直接	0.2 Hz (- 1,000 Hz) ²	(1 Hz -) 5,000 Hz ²
标准速度	直接	2.0 Hz (- 2,000 Hz) ¹	(5 Hz -) 5,000 Hz ¹
水电速度	直接	0.7 Hz (- 200 Hz)	(0.7 Hz -) 200 Hz
低频速度	直接	0.2 Hz (- 1,000 Hz) ²	(1 Hz -) 5,000 Hz ²

1. 高通 (HP) 和低通 (LP) 滤波器必须在 1000x 以内。例如，如果我选择一个 2.0 Hz 的高通滤波器，那么我的低通滤波器必须小于 2000 Hz。

2. 高通 (HP) 和低通 (LP) 滤波器必须在 5000x 以内。例如，如果我选择一个 0.2 Hz 的高通滤波器，那么我的低通滤波器必须小于 1000 Hz。

当您为低速机器选择传感器时，您需要了解 VC-8000 的带通滤波器设置。如果规范要求系统接受低至 1.0 Hz (-3 dB) 的信号，则 VC-8000 通道和传感器都必须符合要求。

低频加速度通道和低频速度通道均有适用于低速机器的滤波器选项。然而，正如第 4 和第 5 节中所述，这些通道的功能有所降低，用以提供较宽的带通范围。

6.4.1.2 滤波器陡峭度

您选择的通道类型决定了滤波器的陡峭度。一个滤波器越陡峭，它在拐角频率附近提供的信号就越强，且它也能更好地消除低频噪声。水电速度通道有着最陡峭的滤波器（14 极）；

表 6-3) 滤波器陡峭度对比（极点）

通道类型	高通	低通
标准加速度	-24 dB/倍频程（4 极）	-24 dB/倍频程（4 极）
低频加速度	-24 dB/倍频程（4 极）	-24 dB/倍频程（4 极）
标准速度	-24 dB/倍频程（4 极）	-24 dB/倍频程（4 极）
水电速度	-84 dB/倍频程（14 极）	-72 dB/倍频程（12 极）
低频速度	-24 dB/倍频程（4 极）	-24 dB/倍频程（4 极）



6.4.2 传感器规格

验证安装在低速机器上的传感器的规格非常重要。表 6-4 列出了几个示例。对于低速机器，最重要的规格（参数）是频率响应（越低越好）和比例因子（越高越好）。

请注意，有些规格会将频率响应列为 -0.45 dB (5%)。而其他规格则会将频率响应列为 -3 dB (30%)。

表 6-4) 传感器示例

	传感器	类型	缩放因子	频率响应 (+/- 3dB)
速度	BN 9200	线圈	20 mV/mm/s (508 mV/in/s)	4.5 - 1000 Hz (\pm 3dB) (270 - 60,000 CPM)
	BN 330505	压电	20 mV/mm/s (508 mV/in/s)	0.5 - 1000 Hz (\pm 3dB) (30 - 60,000 CPM)
	B&K VS-068	线圈	100 mV/mm/s (2.54 V/in/s)	10 - 2000 Hz (\pm 3dB) (600 - 120,000 CPM)
	B&K VS-068 (具备线性化)	线圈	100 mV/mm/s (2.54 V/in/s)	1 - 2000 Hz (\pm 3dB) (60 - 120,000 CPM)
加速度	矩阵 SV6300	CCS	3.94 mV/mm/s (100 mV/in/s)	2 - 8000 Hz (\pm 3dB) (120 - 480,000 CPM)
	B&K AS-477	CCS	500 mV/g	0.2 - 14 kHz (\pm 3dB) (12 - 840,000 CPM)
	B&K AS-062、AS-063	CCS	100 mV/g	1.5 - 13000 Hz (\pm 3dB) (90 - 780,000 CPM)

6.4.2.1 VS-068 和 VS-069 - 限制

B&K Vibro VS-068 和 VS-069 不应与 VC-8000 和 SETPOINT CMS 软件一起用于低于 10 Hz (600 CPM) 的应用 - 除非禁用 CMS 波形。低于 10 Hz 时，VC-8000 为信号的整体值提供线性化；但 CMS 波形不是线性化的，因此不正确。这意味着 SETPOINT CMS 软件中的时基和频谱图会有误。

B&K Vibro VS-068 和 VS-069 可与 VC-8000 和 SETPOINT CMS 软件搭配使用，适用于 10 Hz (600 CPM) 以上的应用。

6.4.3 SETPOINT CMS 图和测量单位

您所选的传感器会决定 SETPOINT CMS 软件中可用的测量值（单位）。例如，速度传感器将仅以速度单位显示未过滤的时基波形。过滤后的（1X）时基波形可以以速度或位移单位显示，具体取决于 VC-8000 中 1X 测量的配置方式。

表 6-5) 图和测量单位

测量	加速度	速度
所连接的传感器	加速度	速度
直接	加速度（或速度）单位	速度（或位移）单位
1X 安培	加速度（或速度）单位	速度（或位移）单位
2X 安培	加速度（或速度）单位	速度（或位移）单位
nX 安培	加速度（或速度）单位	速度（或位移）单位
带通	加速度（或速度）单位	速度（或位移）单位
轨迹图	加速度单位	速度单位
时基	加速度单位	速度单位
频谱图	加速度（和速度）单位	速度（和位移）单位
轨迹图 1X、2X、nX, 已滤波	同 1X、2X、nX 安培	同 1X、2X、nX 安培
时基 1X、2X、nX, 已滤波	同 1X、2X、nX 安培	同 1X、2X、nX 安培
极坐标图	同 1X 安培	同 1X 安培
波特图	同 1X 安培	同 1X 安培

6.5 成本

为客户节省成本很重要。但请确保客户理解了选择加速度计时，仅仅只是为了降低成本的意思。

- 它是适合应用（关注频率、信号振幅）的传感器吗？
- 它是适合环境（噪音）的传感器吗？
- 它是适合 VC-8000 系统的传感器吗？



7 水电气隙通道

水电气隙通道使用电容式位移传感器，以协助检测发电机故障，例如极错位、转子轮缘松动、轮缘变形或中心线偏移。通道提供以下的测量：

表 7-1) 水电气隙通道 - 测量

测量	说明
最小气隙	测得的最小间隙，每转更新一次。一转是通过计算传感器波形中所检测到的极点数来确定的。 UMM 使用一个固定的触发阈值 (10.25 V) 和固定的滞后 (0.5 V) 来跟踪极点，以检测极点间的空间。
偏置	DC 传感器偏置电压。
转子轮廓 (同步) 波形	转子轮廓波形保存了每个极的最低采样值 (最小气隙)。移除所有其他样本。
异步波形	异步波形是来自传感器的未经处理的原始信号。

7.1 用于扩展水电功能的选项

VC-8000 气隙通道能符合大多数水电应用的规格，带有的气隙和转子轮廓是主要的水电测量，随附转子和壳体振动。

如需扩展 VC-8000 水电功能，您可以将 VI-6080 搭配 Compass 软件使用。参见表 7-2，了解当前 SETPOINT (2021 年 7 月) 和水电应用的 Compass 软件功能的差异。

表 7-2) Compass 和 SETPOINT 的差异 (2024 年 3 月)

测量	VI-6080/Compass	VC-8000/SETPOINT CMS
最小气隙	x	x
最大气隙	x	x (仅 CMS/PI)
平均气隙	x	x (仅 CMS/PI)
定子偏移	x	
转子偏移	x	
定子圆度	x	
转子圆度	x	
顶部/底部定子差异	x	
转子轮廓 (气隙图)	x	x
定子轮廓	x	x
异步波形	x	x

7.2 背景

有一些潜在的故障模式与水力发电机的物理配置有关。水电单元以相对较低的速度旋转，以从水头中提取最大的能量。这意味着需要许多转子极以线性频率发电，这会导致发电机直径大，而定子和转子之间的空间（气隙）小。

气隙变化将直接影响发电机的机械、电气和热平衡。即使很小的气隙变化也会产生巨大的电磁力，从而对轴承和结构造成压力。

气隙变化的原因有很多。例如对于转子的一些例子：磁极错位、转子轮辋松动、轮辋变形或中心线偏移。而对于定子：可能由于具体增长、固定螺栓卡住或铁芯/框架分离而变形。

7.2.1 AG 传感器的工作原理

气隙传感器是一种粘在定子壁上的电容式传感器。传感器内有两个导电板，其工作原理类似于开路电容器。当转子磁极经过传感器前方时，两个极板之间的电容会增加，而导致电路的固有频率增加到振荡器频率，从而产生一个与转子磁极和定子之间的距离成比例的输出信号。

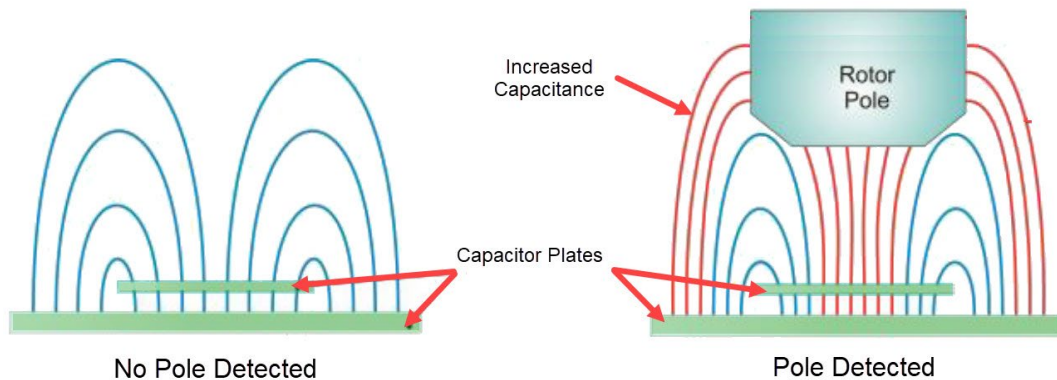


图 7-1) AG 传感器操作



应用警报

水电气隙通道要求 UMM 固件版本为 6.0 或更高版本。

7.2.2 要安装多少台传感器

气隙传感器测量定子经过时到每个发电机极的距离。一台传感器只能测量一个位置的距离，即其所安装的位置。由于定子可使用不规则的模式进行变形，因此通常会安装多台传感器；四台、六台或八台传感器是最常见的配置。

图 7-2 显示了附加传感器是如何提高精度的。如果一台传感器 (B) 安装在了 0 度 (S-0) 位置，则在该位置 (B, S-0) (当然) 会检测到最小气隙。如果安装了四台传感器，则会在传感器位置 (C, S-270) 处检测到最小气隙，而如果装了八台，则会在传感器位置 (D, S-315) 处检测到最小气隙。

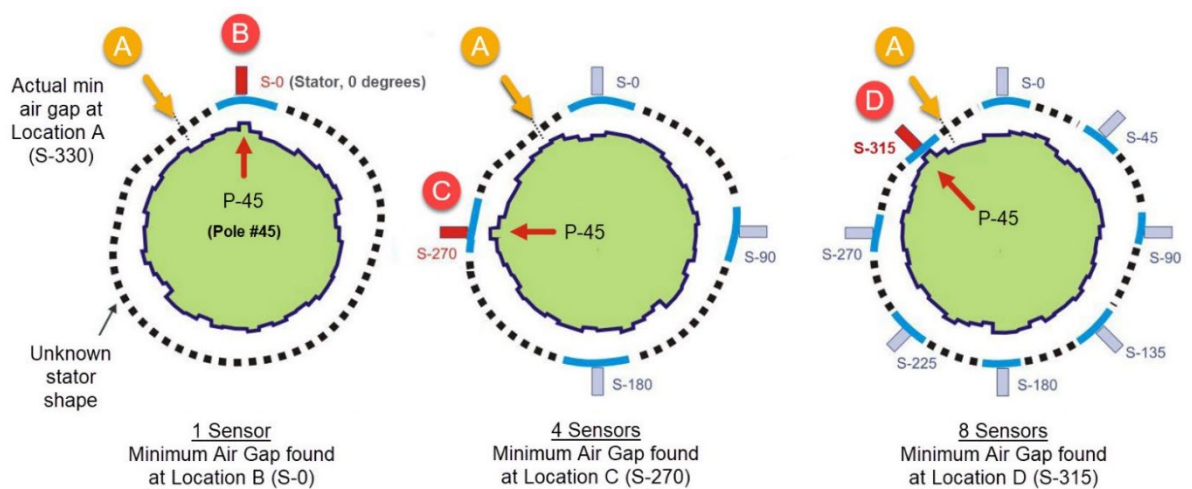


图 7-2) 最小气隙，传感器数量

安装的传感器数量会受发电机的尺寸、结构和使用年限影响。例如，较旧的发电机可能需要更多的传感器，因为分段式定子结构会导致定子的多个部分变形；而较新的结构则可能包括单件定子制造，因此需要的传感器较少。

如果每 1000 mm 转子直径的标称气隙超过 2 mm 至 3 mm，则气隙监测通常不那么重要。如果发电机高度大于 1.6 m，则应监测两个平面，一个在顶部，一个在底部，以检测沿定子垂直轴的几何变化 (ISO 19283 标准)。

请记住，气隙测量不是动态测量，也并非矢量求和 (如 S_{max} 或 XY 轨道图)。最小气隙测量是一种位置测量 (即推力或偏心率)，每个传感器只能报告从传感器安装位置到每个转子极经过时的距离。

7.3 配置水电气隙

7.3.1 机架布局

水电气隙通道可以安装在机架中的任何 UMM 通道中（它们不是 XY 对）。同一 UMM 中的气隙通道将返回具有相同时间戳的转子轮廓波形。不同 UMM 中的气隙通道是独立的，转子轮廓波形不是时间同步的。在这种情况下，气隙通道应该分组在一起。将通道分组在一起会使得波形几乎同时采集（1 秒内）。



应用警报

同一台机器的气隙通道，但位于不同的 UMM 监视器中，应使用“组通道”设置将其分组在一起。默认情况该功能启用。

7.3.2 水电视图

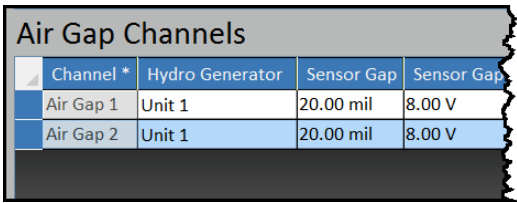
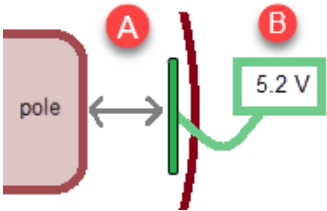
水电气隙通道要求高级配置。

首先，在“通道”选项卡上完成标准配置（设置通道类型、传感器、CMS 数据采集设置等）。然后执行以下操作：

表 7-3) 配置，水电视图

说明书	图
首先选择水电视图，然后选择气隙滤波器。	
添加并配置水力发电机。	
名称	给水力发电机分配一个唯一的名称用于标识。该字段在 SETPOINT CMS 软件内使用。
极	发电机电数。 VC-8000 使用此数字来计算极数并确定每转的最小气隙。该数字也用于 SETPOINT CMS 软件的气隙图。
转速仪极	与相位触发凹槽一致的极点。SETPOINT CMS 软件使用该参数。



说明书	图												
主导极 (0 度参考极)	主导极是转速仪极通过相位触发器 (发生脉冲) 时与 0 度成一线的极。 0 度的位置由客户确定 (通常 0 度为上游) 如果相位触发传感器安装在 0 度。 则主导极和转速仪极为同一极。 该数字用于 SETPOINT CMS 软件。												
极计数方向	跟在转速仪极后面的极决定了极计数的方向 (递增或减少)。 如果转速仪极是极 1, 而随后的极是极 2, 则方向为递增。 该数字用于 SETPOINT CMS 软件。												
旋转方向	旋转方向 (顺时针或逆时针) 由以下方面决定: 站在发电机上方, 向下看涡轮机。 在“通道”选项卡, “相位触发视图”下设置旋转方向。												
将气隙通道与发电机关联并配置传感器安装参数。	 <table border="1"> <caption>Air Gap Channels</caption> <thead> <tr> <th>Channel *</th> <th>Hydro Generator</th> <th>Sensor Gap</th> <th>Sensor Gap</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air Gap 1</td> <td>Unit 1</td> <td>20.00 mil</td> <td>8.00 V</td> </tr> <tr> <td>Air Gap 2</td> <td>Unit 1</td> <td>20.00 mil</td> <td>8.00 V</td> </tr> </tbody> </table>	Channel *	Hydro Generator	Sensor Gap	Sensor Gap	Air Gap 1	Unit 1	20.00 mil	8.00 V	Air Gap 2	Unit 1	20.00 mil	8.00 V
Channel *	Hydro Generator	Sensor Gap	Sensor Gap										
Air Gap 1	Unit 1	20.00 mil	8.00 V										
Air Gap 2	Unit 1	20.00 mil	8.00 V										
传感器间隙 (A) 和 传感器电压 (B)	 <p>当机器停止时, 测量以下内容: 传感器间隙 (A) 是传感器表面与该传感器前方杆之间的物理距离。 传感器电压 (B) 是观察同一杆时传感器的输出电压。 注意: 这是一个参考测量, 测量时传感器前面的极点并不重要。 如果无法测量该值, 请使用传感器数据表中的值。</p>												
传感器偏移距离	测量传感器厚度加上粘合剂厚度。VC-8000 会将此值添加到返回的气隙值中, 以提供定子和极点之间的实际气隙。												
比例因子 (mV/单位)	气隙传感器的比例因子。												
单位	气隙传感器的比例因子单位。												
最大正常, 最小正常	通道进入异常状态的电压位置。												
上触发电平	当查看极点之间的空间以指示极点的末端时, 传感器必须超过的电压电平。此电平默认为 10.5V。参见 图 7-11。												
下限触发电平	当查看极点之间的空间时, 传感器必须降至低于该电压电平, 才能指示极点的开始。此电平默认为 10.0V。该值必须低于上触发电平。参见 图 7-11。												
平均转速	最小气隙值的平均转速。												

说明书	图
位于次级平面	它说明了气隙传感器是否位于与主传感器不同的垂直平面上。它实现了气隙传感器具有与主平面上传感器相同的方向。



应用警报

当使用范围为 0-10 Vdc 的自定义气隙传感器时，将最小正常限值设置为 100 mV。如果传感器断开连接或断电，则会使通道进入异常状态。



应用警报

配置上触发电平、下触发电平和平均转速，要求 UMM 的固件版本为 8.0 或更高版本。

7.3.3 相位触发器

VC-8000 气隙通道需要相位触发器。然而，UMM 通过极计数来计算最小气隙测量值；如果相位触发通道出现故障，则气隙通道会保持正常，且气隙通道仍将返回一个值。

SETPOINT CMS 气隙图也要求相位触发器。如果相位触发通道发生故障，则不会返回转子轮廓波形。



7.3.4 波形采样频率

气隙通道波形在 SETPOINT CMS 软件内使用。它们不用于机械保护。

Name *	Measurement * ▲	Sample Rate	Sample Rate Unit	Spectrum Span	Number of Sample	Collection Duration
Air Gap 1	Async Waveform	1280	Samples/Sec	500 Hz	1024	0.80 sec
Air Gap 1	Rotor Profile Wfm	512	Samples/Rev	200 X	1024	2 revolutions

图 7-3) 波形数据采集

最佳实践是采集 2（或 4）转的波形，每极至少 10 个样本。

异步波形（示例）

首先选择样本数（参见图 7-3）。如果机器有 36 极，则一转的推荐样本数 (B) 应为（至少） $36 \times 10 = 360$ 个样本。两转则需要 720 个样本。这种情况下，您要选择 1024 个样本 (B)。接下来再选择采样频率。如果机器的速度为 166.7 RPM，则每转的时间为 0.36 秒。如需采集两转的数据，则采集的持续时间 (C) 必须超过 0.72 秒。这种情况下，您要选择采样频率 (A) = 1280 个样本/秒。这会使得采集的持续时间 (C) 为 0.8 秒。



应用警报

为了帮助排除故障并进行调试，建议使用较高的采样频率和足够大的波形，以捕获每转的高分辨率数据。

转子轮廓（同步）波形（示例）

请注意，转子轮廓波形的采样频率 (A) 以“样本/旋转”为单位进行配置。如果机器有 36 极，希望采集至少 $36 \times 10 = 360$ 个样本 (1 转)；这种情况下，您要选择 512 个样本/转。选择样本数 (B)，使采集的持续时间 (C) 为 2 转（或更大）。

7.3.5 波形采集

气隙通道波形在 SETPOINT CMS 软件内使用。它们不用于机械保护。

增量时间 (分钟)

默认设置的 20 分钟对于气隙通道是可以接受的。

增量转速

将值保留为 10 RPM, 这是最低设置。

I 因子

如果禁用了自适应 I 因子, 则这是 I 因子阈值的手动设置, 又或者如果启用了自适应 I 因子, 则这是最小值。手动设置此值是一个进阶话题, 本文不再赘述。我们建议将自适应 I 因子启用。

自适应 I 因子

应启用自适应 I 因子。

如果采集的波形太多, 且自适应 I 因子已启用, 则气隙通道会自动调整设置, 直到在每个增量时间的间隔 (即 20 分钟) 内仅触发一次 I 因子。 请注意, 自适应 I 因子无法将 I 因子降低到原始设置以下。有关 I 因子的更多信息, 请参阅 VC-8000 操作与维护手册 (S1079330)。

组通道

如果组内有任何一个通道被触发来采集波形, 则组内的所有通道会一起采集波形。波形不会有完全相同的时间戳, 但它们几乎同时采集 (通常在 1 秒内)。

流体径向振动通道、气隙通道和磁通量通道应归为一组。速度通道通常不包括在内, 因为它们可能很嘈杂并触发过多的数据采集。

增压模式、低触发 (RPM)、高触发 (RPM)

不适用于低速机器。保留为默认值。

7.4 兼容的传感器

VC-8000 气隙通道设计用于 B&K 2431 和 Meggitt LS 12x/ILS 73x 系列的传感器。

但如果在查看极间空间时传感器的信号大于 +10 Vdc, 则可以使用任何气隙传感器。

某些气隙传感器的信号调节器可能有多个输出, 例如极剖面、转子剖面或最小间隙。

通常, 您会将极剖面输出连接到 VC-8000 气隙通道。极剖面是传感器表面和转子之间的瞬时值。

VC-8000 气隙通道需要电压输入。

7.4.1 传感器电源

电容式气隙传感器通常需要 +24 Vdc, 并且需要的电流大于 UMM 能提供的电流。气隙传感器的电源必须使用外部电源供电。



重要提示

电容式气隙传感器需要的电流大于 UMM 可以提供的电流。 使用外部电源为气隙传感器供电。



7.4.2 设置正常限值

如果气隙传感器的范围为 0 至 +10 Vdc，则将正常下限值设置为 100 mV；这会检测开路 (0 V) 或无电源 (0 V) 的传感器。正常上限限制默认为 +18V。

7.4.3 极点检测

气隙传感器（极剖面输出）通常是一个 0 至 +10V（或 2 至 +10 V）的信号。传感器的范围（即 20 - 50 mm）会根据传感器的零件编号而有所不同。上触发电平用于指示极点的完成。下触发电平用于指示极点的开始。

上触发电平为 +10.5 V（默认）

查看极点之间的空间时，传感器输出电压必须超过 +10.5 V。10.5 V 的 UMM 上触发电平会触发极点的完成。此电压可在较新版本的 VC-8000 配置软件中配置。

下限触发电平为 +10.0 V（默认）

当查看极点之间的空间时，传感器必须降至低于该电压电平，才能指示极点的开始。此电压可在较新版本的 VC-8000 配置软件中配置。

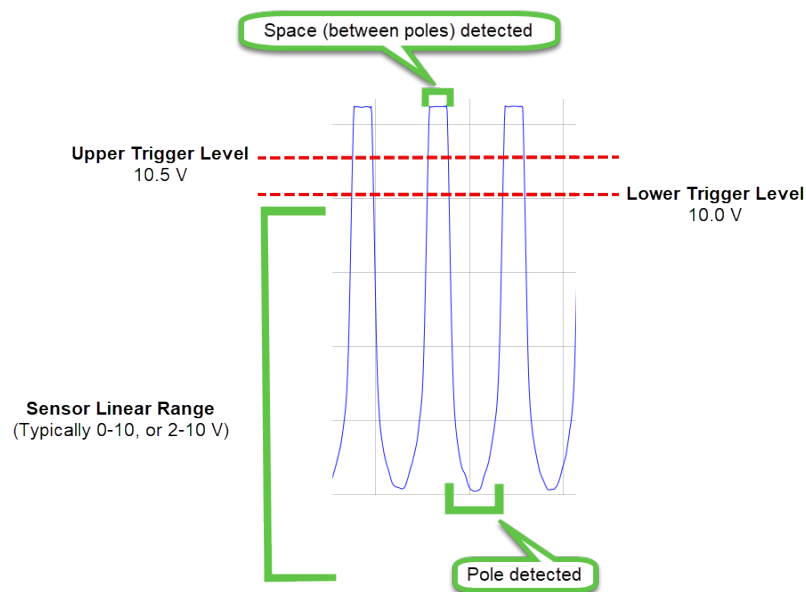


图 7-4) 典型的气隙传感器信号



重要提示

上限触发电平和下限触发电平仅在 UMM 固件 8.0 及更高版本中可配置。



重要提示

相位触发脉冲必须发生在极点检测区域内。如果相位触发事件发生在介于极点之间的空间中，则无法正确采集转子轮廓波形。调整上限触发电平和下限触发电平，确保相位触发脉冲发生在极点检测区域内。

7.5 验证气隙 报警

使用一个函数发生器 (A) 和一个 DC 电源 (B) 来模拟气隙通道, 如图 7-5 所示。最小的气隙测量是根据方波的下方部分 (传感器查看极点) 算出的; 方波的上方部分 (传感器查看极点之间的空间) 必须超过 10.5 Vdc (参见图 7-4)。

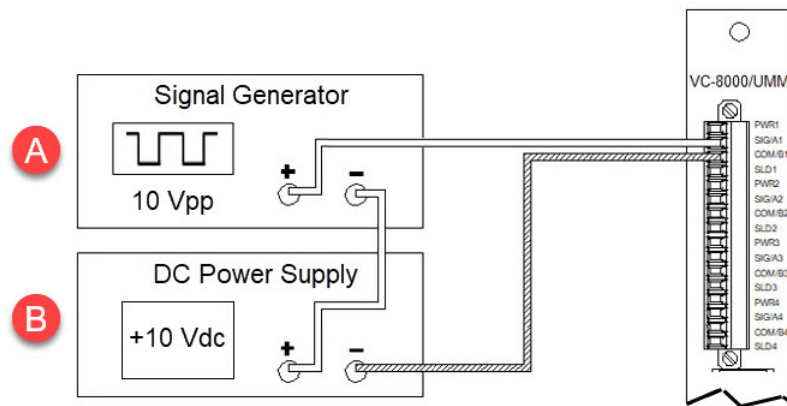


图 7-5) 测试气隙报警

配置气隙通道时需要相位触发器。但由于最小气隙测量使用“极计数”来进行每转检测, 因此您无须模拟相位触发通道, 以测试最小的气隙报警。

按如下方式计算输入电压:

公式 7.1) 输入电压 - 距离 (mm)

$$\text{距离 (mm)} = \text{Abs} ((\text{所需的气隙读数 (mm)} - \text{实际间隙 (mm)}))$$

公式 7.2) 输入电压 - 输入 (Vdc)

$$\text{输入 (Vdc)} = \text{传感器间隙 (Vdc)} - (\text{距离 (mm)} * \text{缩放因子 (V/mm)})$$

这其中:

- Abs () = 绝对值
- 所需的气隙读数 (mm) = 要模拟的值 (即 30 mm)
- 实际间隙 (mm) = 传感器间隙 + 传感器偏移距离
- 传感器间隙 (Vdc) = 传感器间隙处的电压读数 (即 6 Vdc)
- 比例因子 = 气隙传感器的比例因子 (即 267 mV/mm)
- 输入 = 查看极点时的传感器电压。

按如下方式计算输入信号的频率：

公式 7.3) 输入信号 - 频率 (Hz)

$$\text{频率 (Hz)} = \left(\frac{\text{速度 (RPM)}}{60} \right) \times \text{极数}$$

示例：使用警报来测试气隙通道

- 传感器间隙（传感器面到转子极）= 35 mm
- 传感器间隙（传感器面到转子极）电压 = 6.0 V
- 传感器偏移距离 = 5 mm
- 传感器比例因子 = 267 mV/mm
- 实际间隙（定子到转子）= 40.0 mm
- 极数 = 36
- 机器运行速度 = 166.7 RPM
- 警报 = 30 mm

如需让通道进入正常状态，请将函数发生器设置为 10 V_{pp} 的方波。将 DC 电源设置为 +10 V_{dc}。这会为您提供在 5 V_{dc} 至 15 V_{dc} 间摆动的输入信号。

使用公式 7.1 和公式 7.2 来计算所需的输入电压：

$$10 \text{ mm} = \text{abs}(30 \text{ mm} - 40.0 \text{ mm})$$

$$3.3 \text{ V} = 6 \text{ V} - (10.0 \text{ mm} * 0.267 \frac{\text{V}}{\text{mm}})$$

使用公式 7.3 计算输入信号频率。机器速度为 166.7 RPM，带 36 极，因此频率是 100 Hz。

如需模拟报警，请向下调整 DC 电源，至 +8.3 V_{dc}。这会移动输入信号，使其现在变为 3.3 V_{dc} 至 13.3 V_{dc} 间摆动（参见图 7-6）。最小气隙测量值应读取为 30 mm。

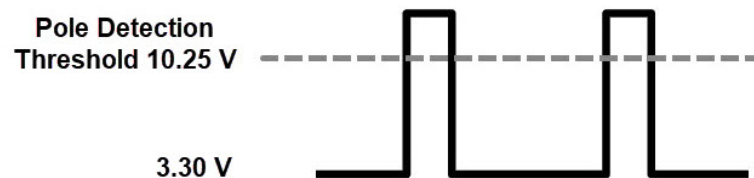


图 7-6) 信号模拟（最小气隙）

7.6 SETPOINT CMS 气隙图

VC-8000 气隙通道为 SETPOINT CMS 软件提供转子轮廓波形和异步波形。该数据用于异步时基图 (A)、转子轮廓时基图 (B) 和气隙图 (C) (参见图 7-7)。

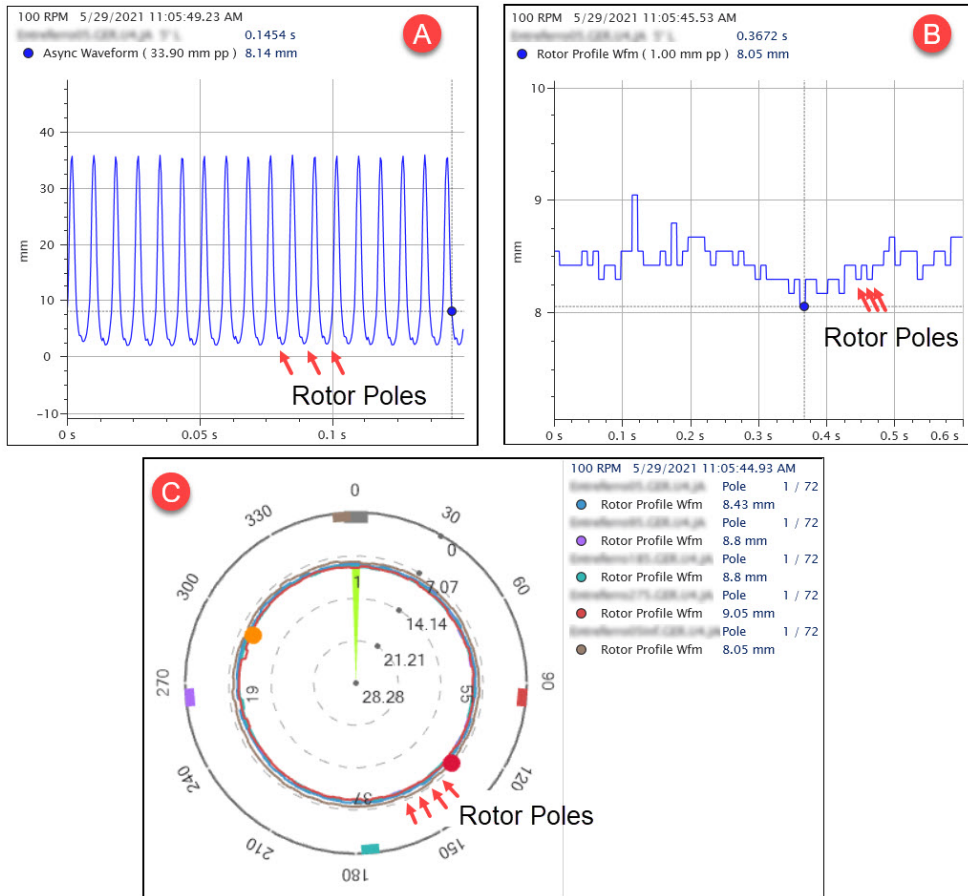


图 7-7) SETPOINT CMS 气隙图

异步时基图 (A)

是来自气隙传感器的原始数据样本。

转子轮廓时基图 (B)

转子轮廓波形由原始数据样本构成。波形显示两 (或更多) 圈中, 每个极点的最小值。通常, 发电机每转一圈会采集 1024 个样本 (参见第 7.3.4 节)。

气隙图 (C)

传感器 1 (比如) 的气隙图是根据传感器 1 转子轮廓波形构建的; 它会将传感器 1 转子轮廓波形中的两个 (或更多) 旋转合并为一转进行绘制; 会使用每极的最小值。



7.6.1 创建多个气隙图

具有相同 CMS 导航路径的气隙通道显示在同一气隙图上。如需将通道放置在单独的图上，请让每个通道（或一组通道）的 CMS 导航路径不同。例如，如果您在发电机的上侧和下侧有传感器，请为上部通道使用 CMS 导航路径“单元 1\上方”，为下部通道使用“单元 1\下方”（参见图 7-8）。

7.6.2 与 Compass 软件的区别

CMS 气隙图与 B&K Vibro 软件先前版本中的气隙图不同。例如，Compass CMS 软件始终只显示传感器 1 的转子轮廓；而 SETPOINT CMS 软件将所有传感器叠加在气隙图上。

7.6.3 验证 SETPOINT CMS 中的气隙图

如需模拟气隙图，用户必须拥有 SETPOINT PI 适配器软件和 SETPOINT CMS 软件方面的应用知识。本手册不涉及这方面内容。

按图 7-9) 模拟气隙图所示设置模拟。信号发生器 (B) 可选，但强烈建议查看完整的模拟。如果不用 (B)，则转子轮廓波形会是一条直线，气隙图会是一个完美的圆圈。

注意：(C) 和 (D) 可以位于同一台双通道函数发生器内，但 (B) 必须是独立的。

Channels	Measurements	Asset Displ.
Name *	CMS Navigation Path *	
Air Gap U1	Unit 1\Upper	
Air Gap U2	Unit 1\Upper	
Air Gap U3	Unit 1\Upper	
Air Gap U4	Unit 1\Upper	
Air Gap L1	Unit 1\Lower	
Air Gap L2	Unit 1\Lower	
Air Gap L3	Unit 1\Lower	
Air Gap L4	Unit 1\Lower	

图 7-8) 气隙组

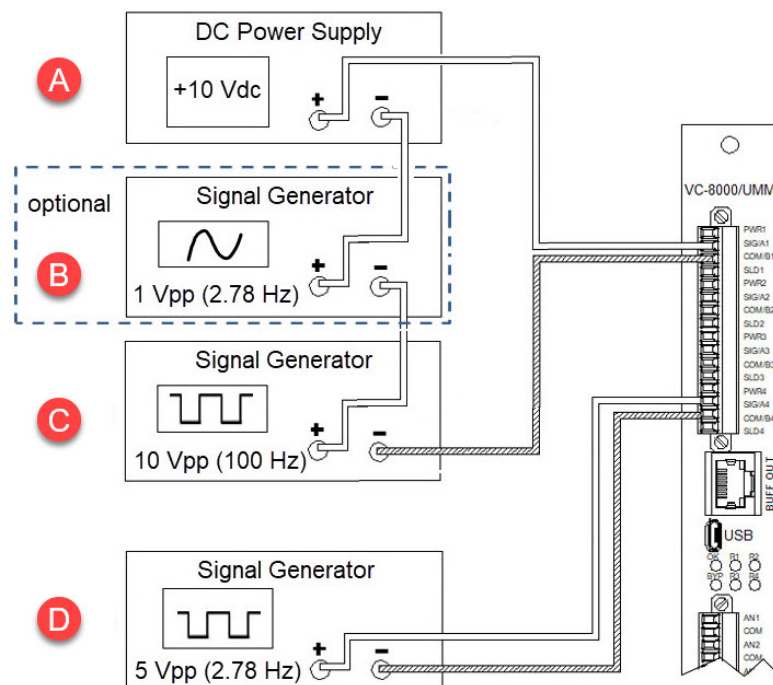


图 7-9) 模拟气隙图

示例：以 30 mm 的最小气隙模拟气隙通道。此处所述的设置是为了方便模拟通道。

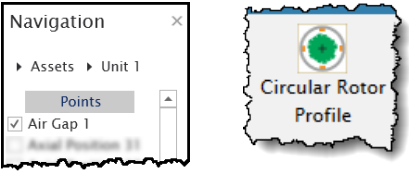
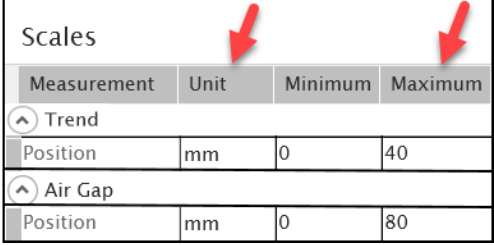
气隙通道

- 范围 = 0 - 40 mm (警报 = 15 mm, 危险 = 10 mm)
- 方向: 0 度左
- 机器名称: 水力发电机 1
- 极 = 36 (166.7 RPM 速度机器)
- 主导极 = 1
- 极计数方向 = 递增
- 传感器间隙 (传感器面到转子极) = 35 mm
- 传感器间隙电压 = 6.0 V
- 传感器偏移距离 = 5 mm
- 传感器比例因子 = 267 mV/mm
- 增量时间 (分钟) = 1
- CMS 导航路径 = 单元 1
- 异步波形 = 1,280 个样本/秒 (1,024 个样本) = 0.8 秒
- 转子轮廓 (同步) 波形 = 1,024 个样本/转 (2,048 个样本) = 2 转

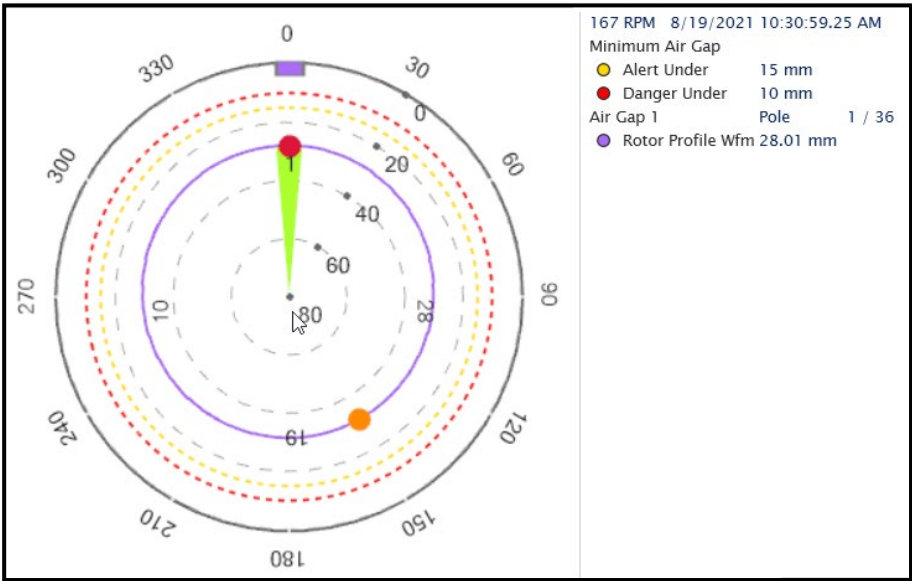

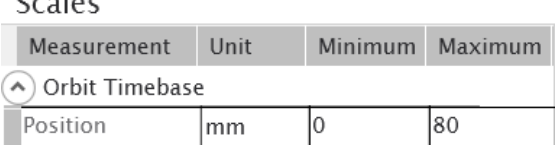
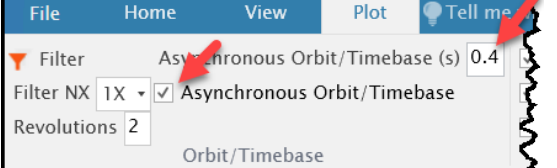
相位触发器通道

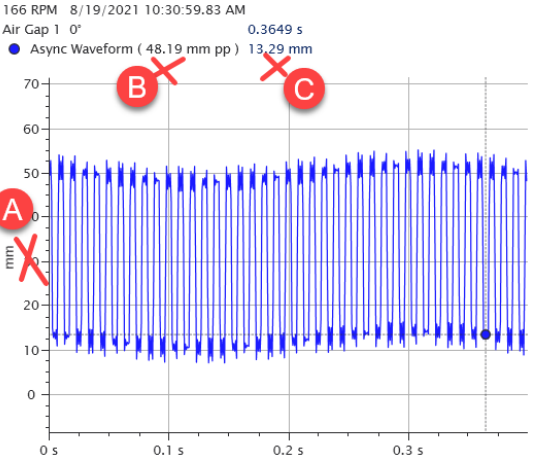
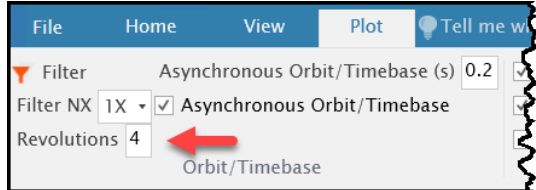
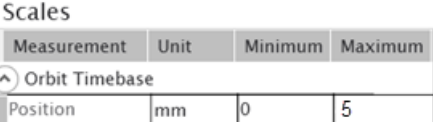
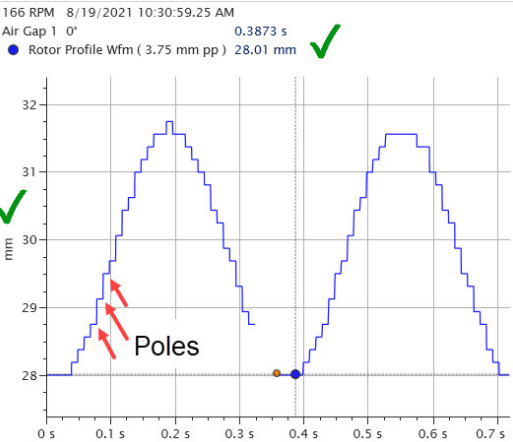
- 传感器电源 = +18 V 接近开关
- 方向 = 0 度左
- 事件比率 = 1
- 旋转方向 = 顺时针

按照以下步骤模拟和查看气隙图:

说明书	图
按图 7-1 所示设置模拟。	(A) +10 Vdc 偏移 (B) 1 Vpp (2.78 Hz) (C) 10 Vpp 方波 (100 Hz) (D) 5 Vpp (2.78 Hz) 相位触发器
在 SETPOINT CMS 软件中: 在导航窗格中选择气隙测量。 从水电功能区中选择圆形转子轮廓图。	
将趋势手动缩放设置为 0-40 mm 将气隙手动缩放设置为 0-80 mm 注意: 气隙比例增加至 80 mm, 以方便查看气隙图。	



说明书	图												
<p>气隙图在此显示。由于函数发生器之间的时间差异，您的图可能略有不同。一般情况下，您会有一个气隙图，其最小气隙约为 30 mm，最大点和最小点相距约 180 度。</p>													
<p>在 SETPOINT CMS 软件中： 选择时基图标</p>													
<p>将位置测量（轨迹时基部分）的手动缩放比例设置到 0–80 mm</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Measurement</th> <th>Unit</th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Orbit Timebase</td> </tr> <tr> <td>Position</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	Measurement	Unit	Minimum	Maximum	Orbit Timebase				Position	mm	0	80
Measurement	Unit	Minimum	Maximum										
Orbit Timebase													
Position	mm	0	80										
<p>在绘图选项卡（轨迹/时基部分）上 选择显示异步轨迹/时基 设置异步轨迹/时基 = 0.4 秒。这个可以控制异步波形显示的程度。如果机器以 166.6 RPM 的速度运行，则 0.4 秒刚好超过 1 转。</p>													

说明书	图
<p>异步波形在此显示。 该图显示来自传感器的原始波形。 Y 轴 (A) 未使用。 该图上报告的两个数字 (B) 和 (C) 也未使用。</p>	
<p>在绘图选项卡 (轨迹/时基部分) 上设置转数 = 2。这会控制转子轮廓波形会显示多少转。</p>	
<p>将手动比例设置到 0-5 mm (轨迹时基部分)。</p>	
<p>使用夸大的信号来生成该转子轮廓波形。 转子轮廓波形是每个极点的最低滤波样本值 (最小气隙)。 极点测量值在 28 mm 和 31.7 mm 之间变化 (3.75 mm 的变化)。这是位于方波顶部的 1 V_{pp} 正弦波。1 V (正弦波) x 267 mV/mm (传感器比例因子) = 3.7 mm 的变化。</p>	

7.6.4 对气隙图进行故障排查

如果转子轮廓波形未显示在 CMS 软件中：

- 使用 VC-8000 维护软件检查气隙通道的状态栏 (A)。验证状态是否正常 (参见图 7-10)。
- 请确保 UMM 配置了正确的极数。如果并不正确，则不会生成转子轮廓波形。参见第 7.3.2 节。
- 将增量时间设置暂时修改为 0.25 分钟 (通道选项卡, CMS 框架视图)。这会强制每 15 秒采集一次波形，从而简化故障排除。
- 使用高分辨率异步波形，确定适当的上触发电平和下触发电平。调整电平，使极点间隙中的噪声不会触发幻象极点 (参见图 7-11)。您会要用到传感器比例因子，以便将显示的间隙转换为电压。

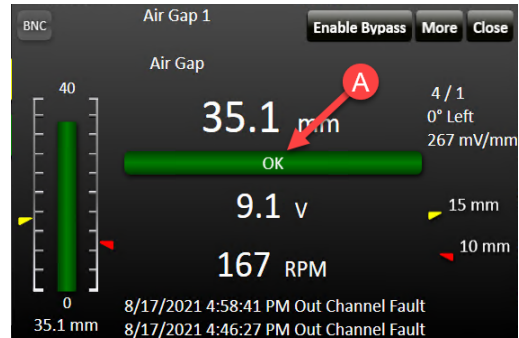


图 7-10) 状态栏

请参阅 SETPOINT CMS 使用手册

(S1176125)，获取有关气隙图的更多信息。

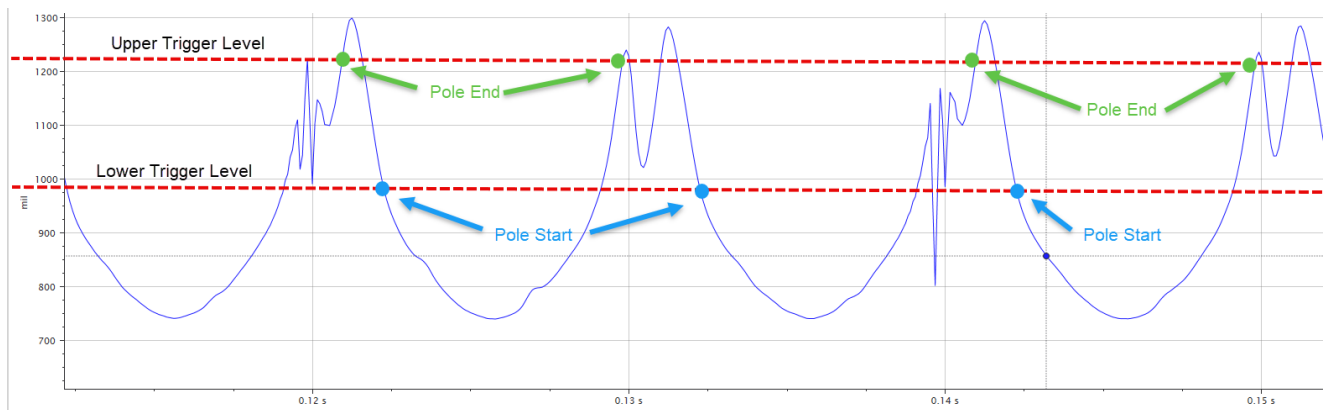


图 7-11) 选择触发电平

8 磁通量通道

水电磁通量通道使用霍尔效应传感器，以协助检测发电机的故障（如短路极线圈）并诊断发电机的磁场。通道提供以下的测量：

表 8-1) 磁通量通道 - 测量

测量	说明
最小值（初级）	测得的最小磁通量，每转更新一次。
最大值	测得的最大磁通量，每转更新一次。
平均值	测得的平均磁通量，每转更新一次。
轮廓（同步）波形	轮廓波形保存了每个极的最低过滤值（最小磁通量）。移除所有其他样本。
异步波形	异步波形是来自传感器的未经处理的原始信号。

8.1 背景

有一些潜在的故障模式与水力发电机的物理配置有关。水电单元以相对较低的速度旋转，以从水头中提取最大的能量。这意味着需要许多转子极以线性频率发电，这会导致发电机直径大，而定子和转子之间的空间（气隙）小。

监测发电机的磁通量可以检测转子极绕组中的匝间短路。这类故障会导致机械振动增加，以及发电机效率下降。



8.1.1 磁通量传感器工作原理

磁通量传感器测量发电机所产生的磁通量。发电机每个极的磁通量会在正极和负极之间交替。

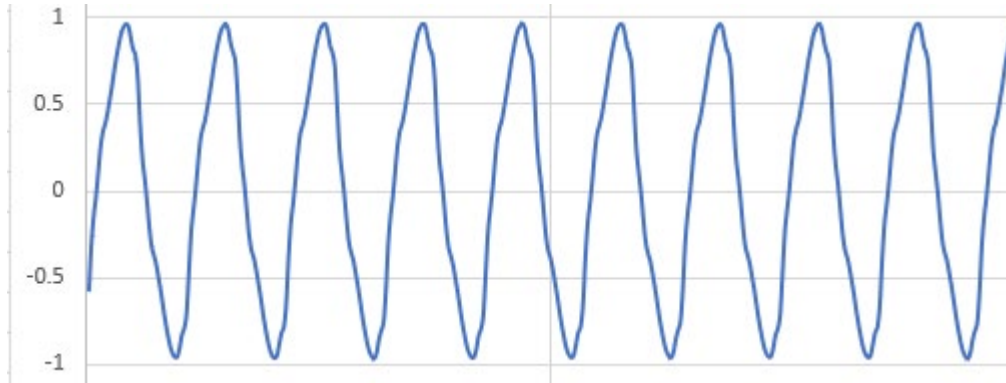


图 8-1) 特斯拉的原始磁通量信号

如需处理数据，信号会被整流，以便可以直接比较每个极点。

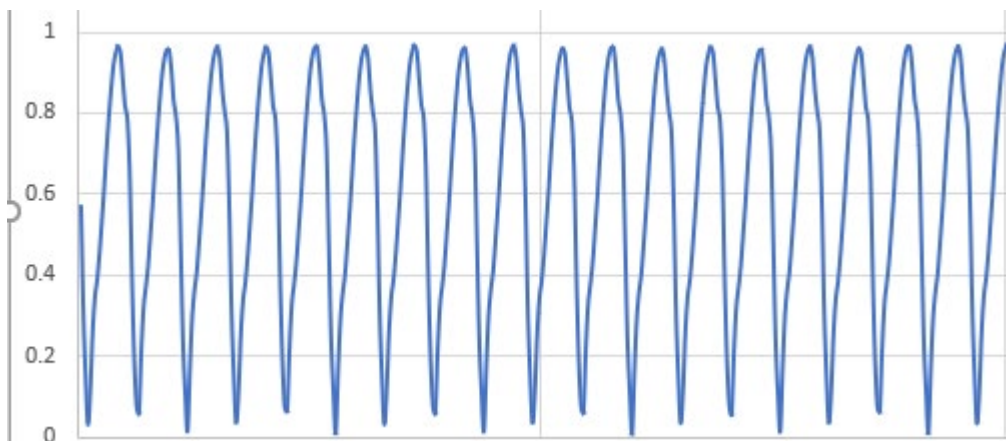


图 8-2) 整流磁通量信号



应用警报

磁通量通道要求 UMM 固件版本为 8.0 或更高版本。

8.2 配置磁通量

8.2.1 机架布局

磁通量通道可以安装在机架中的任意 UMM 通道中。通常每台机器都有一个传感器。建议将磁通量通道与同一台机器上配置的任意气隙通道分组。

8.2.2 水电视图

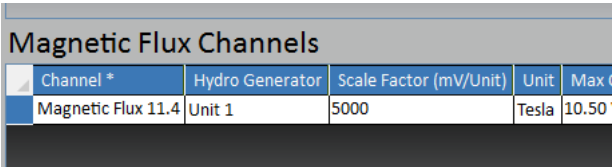
磁通量通道要求高级配置。

首先，在“通道”选项卡上完成标准配置（设置通道类型、传感器、CMS 数据采集设置等）。然后执行以下操作：

表 8-2) 配置，水电视图

说明书	图
首先选择水电视图，然后选择磁通量滤波器。	
添加并配置水力发电机。	
名称	给水力发电机分配一个唯一的名称用于标识。该字段在 SETPOINT CMS 软件内使用。
极	发电机电数。 VC-8000 使用该数字来进行极计数，并确定每转的磁通量测量值。该数字也用于 SETPOINT CMS 软件的水电图。
转速仪极	与相位触发凹槽一致的极点。SETPOINT CMS 软件使用该参数。
主导极（0 度参考极）	主导极是转速仪极通过相位触发器（发生脉冲）时与 0 度成一线的极。 0 度的位置由客户确定（通常 0 度为上游） 如果相位触发传感器安装在了 0 度， 则主导极和转速仪极是同一极。 该数字用于 SETPOINT CMS 软件。



说明书	图										
极计数方向	跟在转速仪极后面的极决定了极计数的方向（递增或减少）。 如果转速仪极是极 1，而随后的极是极 2，则方向为递增。 该数字用于 SETPOINT CMS 软件。										
旋转方向	旋转方向（顺时针或逆时针）由以下方面决定： 站在发电机上方，向下看涡轮机。 在“通道”选项卡，“相位触发视图”下设置旋转方向。										
将磁通量通道与发电机关联，并配置传感器安装参数。	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Channel *</th> <th>Hydro Generator</th> <th>Scale Factor (mV/Unit)</th> <th>Unit</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Magnetic Flux 11.4</td> <td>Unit 1</td> <td>5000</td> <td>Tesla</td> <td>10.50</td> </tr> </tbody> </table>	Channel *	Hydro Generator	Scale Factor (mV/Unit)	Unit	Max	Magnetic Flux 11.4	Unit 1	5000	Tesla	10.50
Channel *	Hydro Generator	Scale Factor (mV/Unit)	Unit	Max							
Magnetic Flux 11.4	Unit 1	5000	Tesla	10.50							
比例因子（mV/单位）	磁通量传感器的比例因子。										
单位	气隙传感器的比例因子单位。										
最大正常，最小正常	通道进入异常状态的电压位置。										
上触发电平	当查看极点之间的空间时，传感器必须超出该电压电平，才能指示极点的开始。										
下限触发电平	当查看极点之间的空间时，传感器必须降至低于该电压电平，才能指示极点的结束。该值必须低于上触发电平。										
平均转速	所有磁通量值的平均转速。										

8.2.3 相位触发器

VC-8000 磁通量通道需要相位触发器。然而，UMM 通过极计数来计算磁通量；如果相位触发通道出现故障，则磁通量通道会保持正常，且磁通量通道仍将返回一个值。

SETPOINT CMS 水电网也要求相位触发器。如果相位触发通道发生故障，则不会返回轮廓波形。

8.2.4 波形采样频率

磁通量通道波形在 SETPOINT CMS 软件内使用。它们不用于机械保护。

Name *	Asset Level 1 *	Asset Level 2 *	Measurement *	Sample Rate	Sample Rate Unit	Spectrum Span	Waveform Length	Collection Duration
Magnetic Flux 11.4			Async Waveform	12.8K	Samples/Sec	5000 Hz	2048	0.16 sec
Magnetic Flux 11.4			Profile Waveform	1024	Samples/Rev	400 X	2048	2 revolutions

图 8-3) 波形数据采集

最佳实践是采集 2 (或 4) 转的波形, 每极至少 10 个样本。

异步波形 (示例)

首先选择样本数 (参见图 8-3)。如果机器有 36 极, 则一转的推荐样本数 (B) 应为 (至少) $36 \times 10 = 360$ 个样本。两转则需要 720 个样本。这种情况下, 您要选择 1024 个样本 (B)。接下来再选择采样频率。如果机器的速度为 166.7 RPM, 则每转的时间为 0.36 秒。如需采集两转的数据, 则采集的持续时间 (C) 必须超过 0.72 秒。这种情况下, 您要选择采样频率 (A) = 1280 个样本/秒。这会使得采集的持续时间 (C) 为 0.8 秒。



应用警报

为了帮助排除故障并进行调试, 建议使用较高的采样频率和足够大的波形, 以捕获每转的高分辨率数据。

轮廓 (同步) 波形 (示例)

请注意, 轮廓波形的采样频率 (A) 以“样本/转”为单位进行配置。如果机器有 36 极, 希望采集至少 $36 \times 10 = 360$ 个样本 (1 转); 这种情况下, 您要选择 512 个样本/转。选择样本数 (B), 使采集的持续时间 (C) 为 2 转 (或更大)。



8.2.5 波形采集

磁通量通道波形在 SETPOINT CMS 软件内使用。它们不用于机械保护。

增量时间（分钟）

默认设置的 20 分钟对于磁通量通道是可以接受的。

增量转速

将值保留为 10 RPM，这是最低设置。

I 因子

如果禁用了自适应 I 因子，则这是 I 因子阈值的手动设置，又或者如果启用了自适应 I 因子，则这是最小值。手动设置此值是一个进阶话题，本文不再赘述。我们建议将自适应 I 因子启用。

自适应 I 因子

应启用自适应 I 因子。

如果采集的波形太多，且自适应 I 因子已启用，则磁通量通道会自动调整设置，直到在每个增量时间的间隔（即 20 分钟）内仅触发一次 I 因子。 请注意，自适应 I 因子无法将 I 因子降低到原始设置以下。有关 I 因子的更多信息，请参阅 VC-8000 操作与维护手册（S1079330）。

组通道

如果组内有任何一个通道被触发来采集波形，则组内的所有通道会一起采集波形。波形不会有完全相同的时间戳，但它们几乎同时采集（通常在 1 秒内）。

流体径向振动通道、气隙通道和磁通量通道应归为一组。速度通道通常不包括在内，因为它们可能很嘈杂并触发过多的数据采集。

增压模式、低触发（RPM）、高触发（RPM）

不适用于低速机器。保留为默认值。

8.3 兼容的传感器

VC-8000 磁通量通道最初是为 B&K EQ 2430 传感器而设计的。但任何磁通量传感器都可以与自定义传感器选项一起使用。

VC-8000 磁通量通道需要电压输入。

8.3.1 传感器电源

磁通量传感器一般需要一个外部的双极电源。

8.3.2 设置正常限值

磁通量传感器拥有一个双极的电压输出，例如 ± 10 V。请确保所配置的正常限值会超出传感器的线性范围。



应用警报

由于磁通量传感器的电压输出介于正电压和负电压之间，因此无法检测开路或短路传感器，因为电压检测会是 0 V。

8.3.3 极点检测

磁通量传感器（极点轮廓输出）通常为 -10 V 至 $+10$ V 的信号。该信号在内部整流为 0 V - 10 V 的信号。

上触发电平为 +1.0 V

查看极点之间的空间时，传感器输出电压必须超过 0 V。1.0 V 的 UMM 上触发电平会指示了极点的开始。该电压在 VC-8000 配置软件中进行配置。

下触发电平为 +0.5 V

当查看极点之间的空间时，传感器必须降至低于该电压电平，才能触发极点的完成。该电压在 VC-8000 配置软件中进行配置。

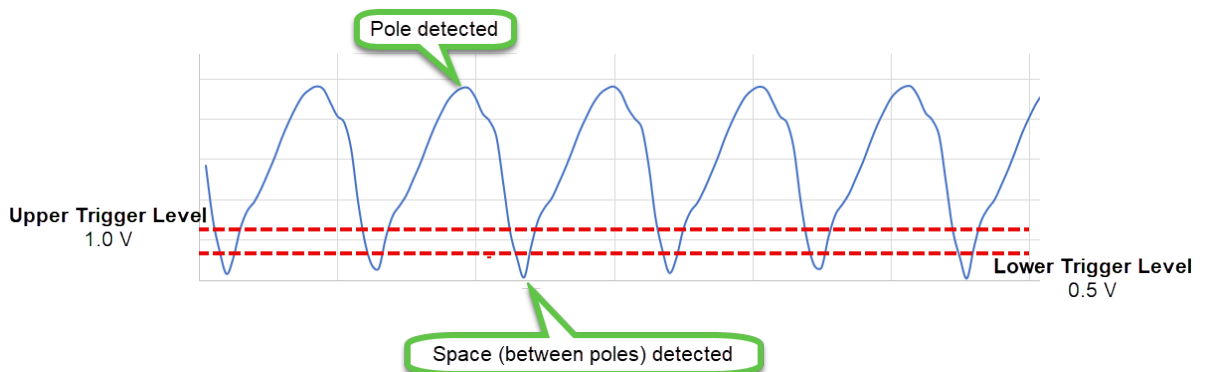


图 8-4) 典型的整流磁通量传感器信号



重要提示

相位触发脉冲必须发生在极点检测区域内。如果相位触发标志发生在介于极点之间的空间中，则无法正确采集轮廓波形。调整上限触发电平和下限触发电平，确保相位触发脉冲发生在极点检测区域内。



8.4 验证磁通量报警

使用一个函数发生器来模拟磁通量通道，如图 8-5 所示。磁通量测量从正弦波的极值（传感器查看极点）算出；且正弦波的上峰（传感器查看极点之间的空间）必须超过 2.0 V_{pp}（参见图 8-4）。

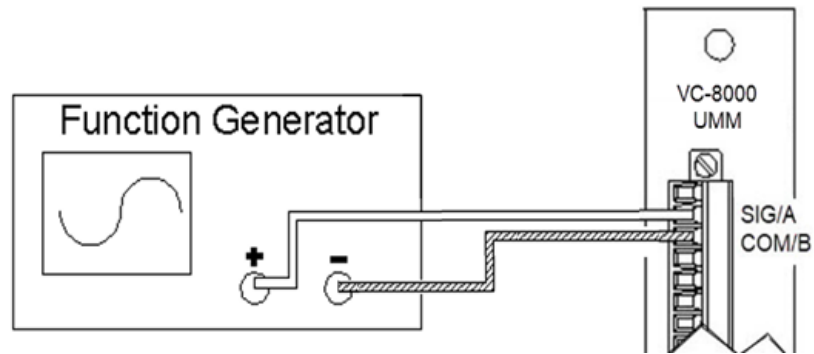


图 8-5) 测试磁通量报警

配置磁通量通道时需要一个相位触发器通道。但由于磁通量测量使用“极计数”来进行每转检测，因此您无须模拟相位触发通道，以测试磁通量报警。

按如下方式计算输入电压:

公式 8.1) 输入电压 - 输入 (Vdc)

$$\text{输入 (V}_{pp}\text{)} = 2.0 * (\text{所需的磁通量读数 (特斯拉)} * \text{缩放因子 (V/特斯拉)})$$

这其中:

- 所需的磁通量读数 (特斯拉) = 要模拟的值 (即 1.0 特斯拉)
- 比例因子 = 磁通量传感器的比例因子 (即 5000 mV/特斯拉)
- 输入 = 极点处所见的传感器峰间值电压。

按如下方式计算输入信号的频率:

公式 8.2) 输入信号 - 频率 (Hz)

$$\text{频率 (Hz)} = \left(\frac{\text{速度 (RPM)}}{60} \right) * \text{极数}$$

示例: 使用警报来测试磁通量通道

- 传感器比例因子 = 5000 mV/特斯拉
- 极数 = 48
- 机器运行速度 = 125 RPM
- 低警报 = 0.4 特斯拉

如需让通道进入正常状态, 请将函数发生器设置为 6 V_{pp} 的方波。将 DC 电源设置为 0 V_{dc}。这会为您提供在 -3 V 至 +3 V 间摆动的输入信号。

使用公式 8.1 来计算所需的输入电压:

$$4.0 \text{ V}_{pp} = 2.0 * (0.4 \text{ 特斯拉} * 5.000 \frac{\text{V}}{\text{特斯拉}})$$

使用公式 8.2 计算输入信号频率。机器速度为 125 RPM, 带 48 极, 因此频率是 100 Hz。

如需模拟报警, 请向下调整 AC 振幅, 至 4.0 V_{pp}。这会将磁通量值降至 0.4 特斯拉。

8.5 SETPOINT CMS 磁通量图

VC-8000 磁通量通道为 SETPOINT CMS 软件提供轮廓波形和异步波形。该数据用于轮廓时基图 (A) 和异步时基图 (B) (参见图 8-6) SETPOINT CMS 磁通量图)。

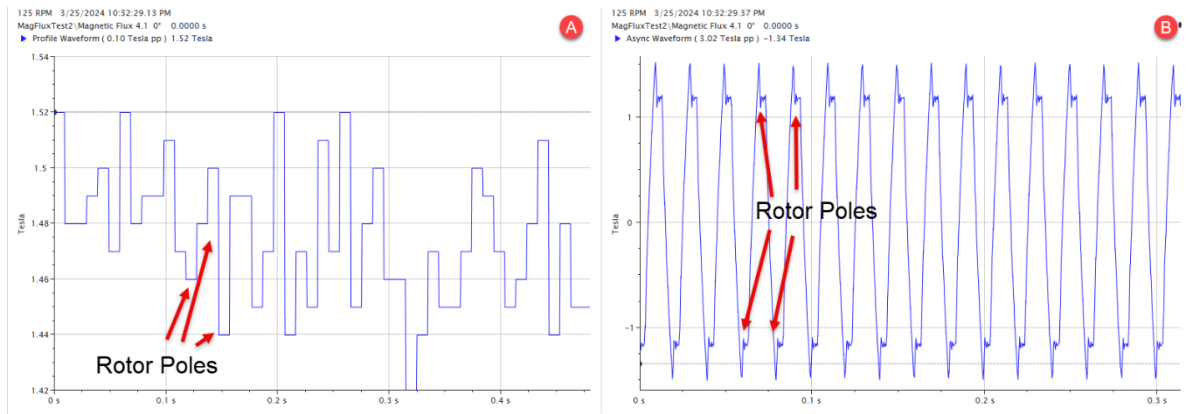


图 8-6) SETPOINT CMS 磁通量图

轮廓时基图 (A)

轮廓波形由经过滤波的数据样本构成。波形显示两(或更多)圈中, 每个极点的最小值。通常, 发电机每转一圈会采集 1024 个样本(参见第 8.2.4 节)。

异步时基图 (B)

是来自磁通量传感器的原始数据。

8.5.1 对磁通量图进行故障排查

如果转子轮廓波形未显示在 CMS 软件中:

- 使用 VC-8000 维护软件检查气隙通道的状态栏 (A)。验证状态是否正常(参见图 8-7)。
- 将增量时间设置暂时修改为 0.25 分钟(通道选项卡, CMS 框架视图)。这会强制每 15 秒采集一次波形, 从而简化故障排除。

请参阅 SETPOINT CMS 使用手册 (S1176125.002), 获取有关水电网更多信息。

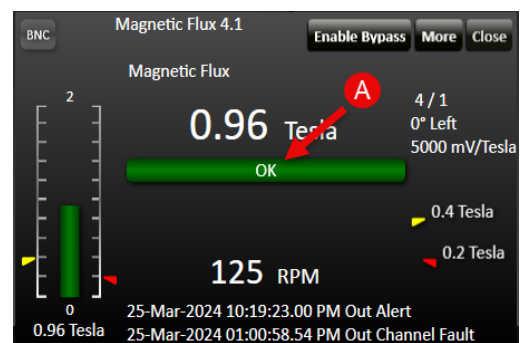


图 8-7) 状态栏

9 机器状态报警

机器状态报警允许基于机器（即泵/蓄水机组）的运行状态来改变警报和危险警报的级别。当机器发电（机器状态 A（发电））时，设置一个报警级别，而当机器将水泵回上部水库（机器状态 B（泵送））时，会使用另一个报警级别。

以下部分说明了如何配置机器状态报警。包括了：

- 配置 VC-8000 通道
- 创建机器状态（发电、泵送）
- 配置报警

9.1 配置 VC-8000 通道

在您定义机器状态逻辑之前，应完整配置 VC-8000 通道。这包括了通道类型、机架布局和通道名称。机器状态逻辑完成后，会配置机器状态报警。机器状态的控制通过机器速度或离散输入通道来完成。

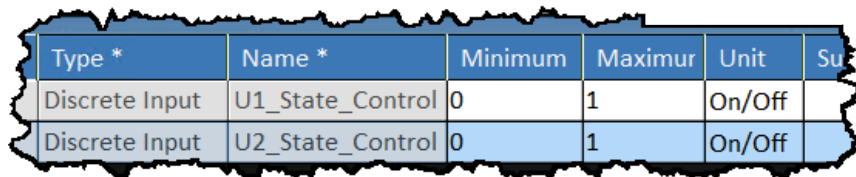
9.1.1 相位触发器（速度）通道

如需使用速度（或速度方向）作为机器状态报警的输入，则您需要在机架中配置相位触发通道。只有相位触发通道才可用于机器状态报警。转速仪通道不与机架背板共享，不能用于机器状态报警。

9.1.2 离散输入通道

如需使用离散触点作为机器状态报警的输入，则您需要在机架中配置一个离散输入，如下所示：

1. 添加一个离散输入通道（通道选项卡，摘要视图）。离散输入通道可以位于机架中的任意位置。当用于控制机器状态逻辑时，此通道将占用一条组线（在背板上）。离散输入通道的最小/最大缩放为 0 到 1，单位是“开/关”。



Type *	Name *	Minimum	Maximum	Unit	Scaling
Discrete Input	U1_State_Control	0	1	On/Off	
Discrete Input	U2_State_Control	0	1	On/Off	

图 9-1) 配置离散输入通道（使用开/关单位）

2. 配置离散输入通道的极性（“通道”选项卡，“触点”视图）（参见图 9-2）。如果极性为“闭合（逻辑低）启用”，则通道将在维护软件中显示为 0 = 开和 1 = 关。如果极性为“打开（逻辑高）启用”，则通道将显示为 1 = 开和 0 = 关。



- 3. 字段“接触功能”和“组名称”（参见图 9-2）不用于机器状态逻辑。这些字段用于旁路、抑制和跳闸倍增控制功能，很少使用（请参阅 VC-8000 说明手册，获取更多相关信息）。

Channel Type *	Name *	Contact Function	Group Name	Polarity
Discrete Input	U1_State_Control	None	None	Active Closed (Logic Low)
Discrete Input	U2_State_Control	None	None	Active Open (Logic High)

图 9-2) 设置极性

- 4. 设置钳位值（参见图 9-3）。钳位值应设置为与“关闭”位置相对应的值。例如，如果极性为“打开（逻辑高）启用”，则 1 = 开启，0 = 关闭；因此钳位应设置为 0。如果极性为“关闭（逻辑低）启用”，则 0 = 开启，1 = 关闭；因此钳位应设置为 1。当通道被绕过，或出现故障时，Modbus 输出值将钳位到此值。

Name *	Measurement * ▲	Minimum	Maximum	Unit	Clamp
U1_State_Control	Digital State	0	1	On/Off	1
U2_State_Control	Digital State	0	1	On/Off	0

图 9-3) 设置钳位

9.1.3 定义机器（资产）组

图 9-4 显示了机器（或资产）组的一个典型示例。字段“资产级别 1”用于定义两个不同的机器组；组 1 是单元 1，组 2 是单元 2。

	Asset Level 1 *	Asset Level 2 *	
U1_COP-X	Unit 1	Generator (Up)	Left
U1_COP-Y	Unit 1	Generator (Up)	Right
U1_COP-Z	Unit 1	Generator (Low)	Up
U1_COP-R	Unit 1	Generator (Low)	Down
U2_COP-X	Unit 2	Generator (Up)	Left
U2_COP-Y	Unit 2	Generator (Up)	Right
U2_COP-Z	Unit 2	Generator (Low)	Up
U2_COP-R	Unit 2	Generator (Low)	Down

图 9-4) 定义机器组

这两个组用于（参见 9.2.1）定义受机器状态逻辑影响的通道（和报警）。组 3（发电机（上））不应使用，因为它定义了轴承位置，并且对单元 1 和单元 2 通用。



小心

机器组具有多种用途（即机器状态、继电器逻辑以及组织显示屏）。更改机器（资产）组时要小心。

9.1.4 温度通道 (TMM)

TMM 无法进行机器状态报警。如果机器状态报警对温度有要求，则用户必须使用变送器（即 4-20 mA）将温度导入 UMM 过程变量通道。

9.1.5 Modbus 和机器状态报警

通道的配置报警值可以通过 Modbus 来读取。该值将随着机器的状态而变化。例如，报警配置为 250 μm （状态 = 泵送），且 300 μm （状态 = 发电）。报警值在寄存器 30001 中读取（例如）。当机器状态为泵送时，Modbus 寄存器会读取 250 μm 。当机器正在发电时，Modbus 寄存器会读取 300 μm 。

您也可以使用 Modbus（图 9-5）来验证机器的状态。配置中定义的每台机器都有一个唯一的 ID 号 (A)，显示在“属性”窗格中。寄存器的值将包含机器状态的唯一 ID 号 (B)。Modbus 映射 (C) 会按机器的 ID 号列出机器。

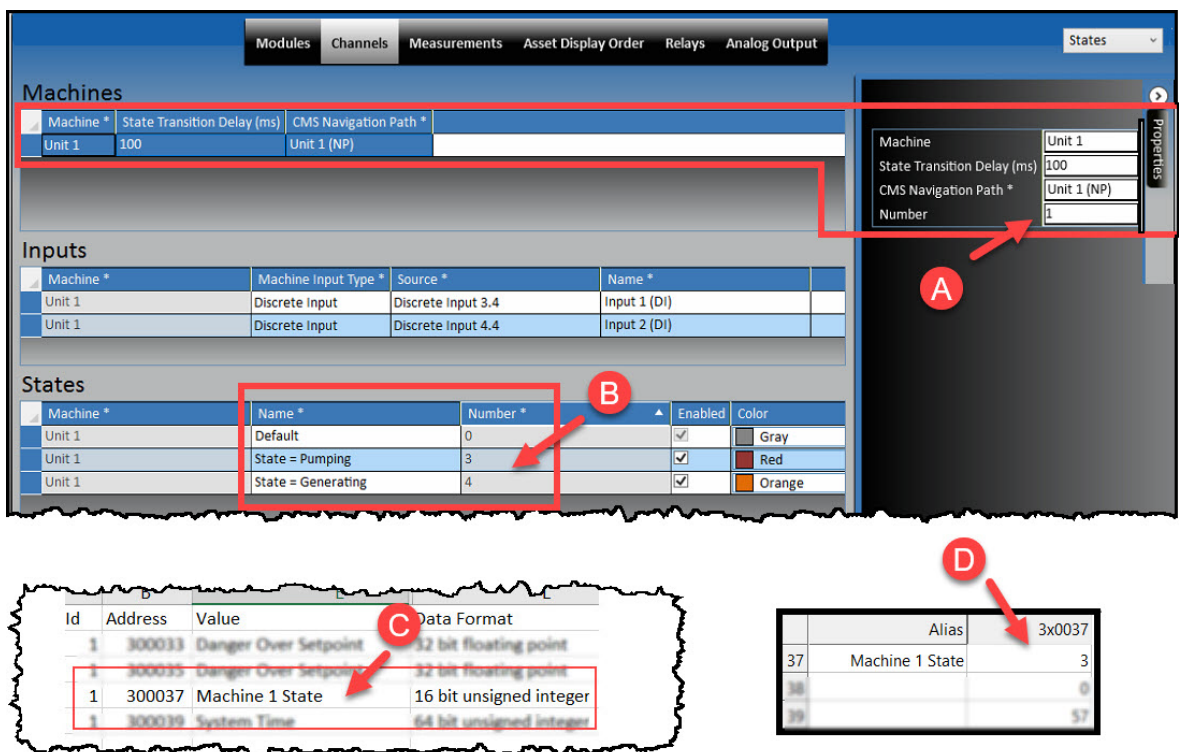


图 9-5) 机器编号 (Modbus)

读取 Modbus 寄存器 (D)，以查看机器的状态 ID 号。此处（图 9-5）的示例中，寄存器 30037 显示了机器 1 的当前机器状态 = 3（泵送）。



9.2 配置机器状态

机器状态和逻辑在“通道”选项卡，“状态”视图中配置。在配置机器状态逻辑之前，应先完成基本机架配置（通道名称、通道类型和机架布局）。

9.2.1 添加一台机器

按照以下步骤，为您的机器状态逻辑添加机器（参见图 9-6）。

1. 选择“添加”按钮，以添加机器组（“通道”选项卡，“状态”视图）。再次选择“添加”，以添加第二个机器组。
2. 从菜单中选择“添加”，“输入”。新的输入会显示在“输入”网格中。

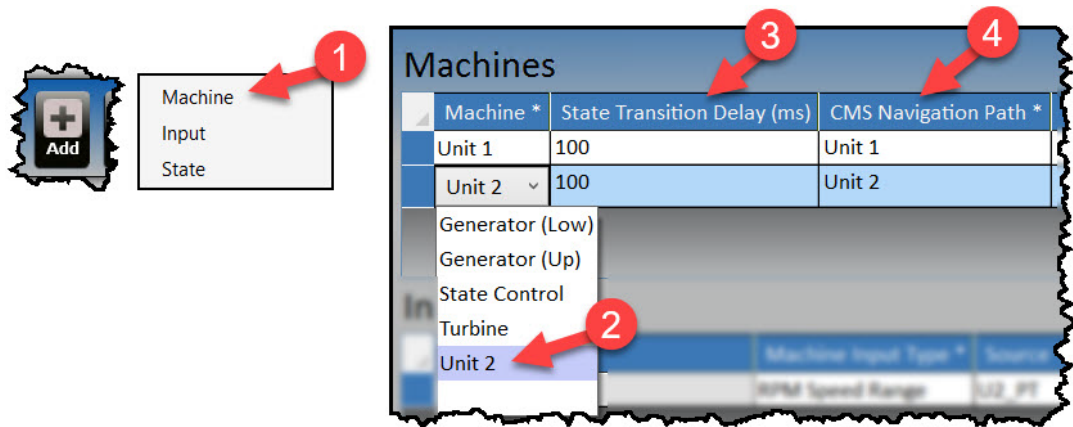


图 9-6) 添加机器

3. 如果需要，可以添加状态转换延迟（ms）。这会导致状态改变之前出现延迟。例如，如果使用了离散输入通道来改变状态，且配置了 100 ms 的状态转换延迟，则新状态会在离散输入启用后的 100 ms 激活。
4. 将 CMS 导航路径设置为类似于用于信号通道的 CMS 导航路径（“通道”选项卡，“CMS 框架”视图）。例如，如果单元 1 的信号通道的 CMS 导航路径为“单元 1\发电机”和“单元 1\涡轮机”，则机器状态的机器状态路径应为“单元 1”。请确保拼写相同。

9.2.2 添加输入

按照以下步骤为机器状态逻辑添加输入（参见图 9-7）。

1. 选择机器（行）。输入将添加到该机器。
2. 从菜单中选择“添加”，“输入”。新的输入会显示在“输入”网格中。
3. 选择机器输入的类型。

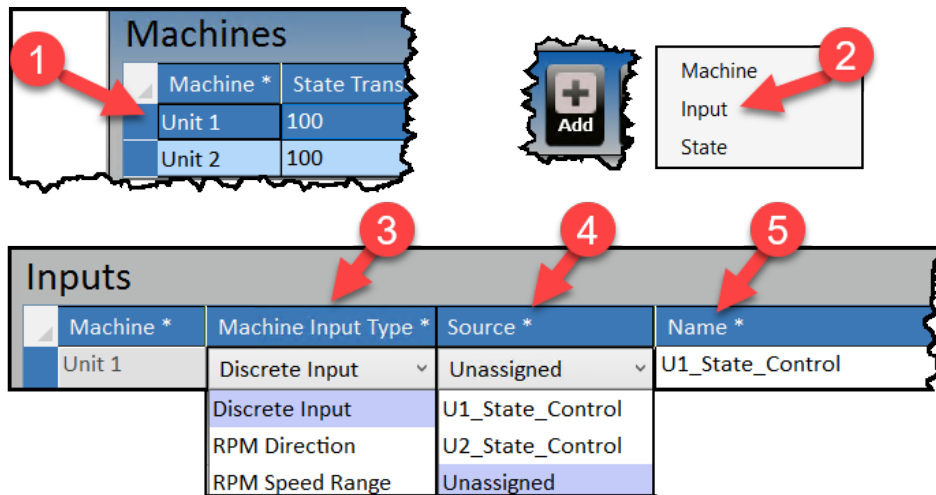


图 9-7) 添加输入

4. 选择一个来源（会是离散输入通道，或相位触发通道）
5. 为输入命名。



9.2.3 添加状态

按照以下步骤为机器状态逻辑添加状态（参见图 9-8）。

1. 选择机器（行）。将为这台机器添加状态。
2. 从菜单中选择“添加”，“状态”。一个新的状态会显示在“状态”网格中。重复该步骤，以添加其他状态。最佳的做法是保留默认状态。例如，不要将其用作（或重命名）您的其中一种状态。

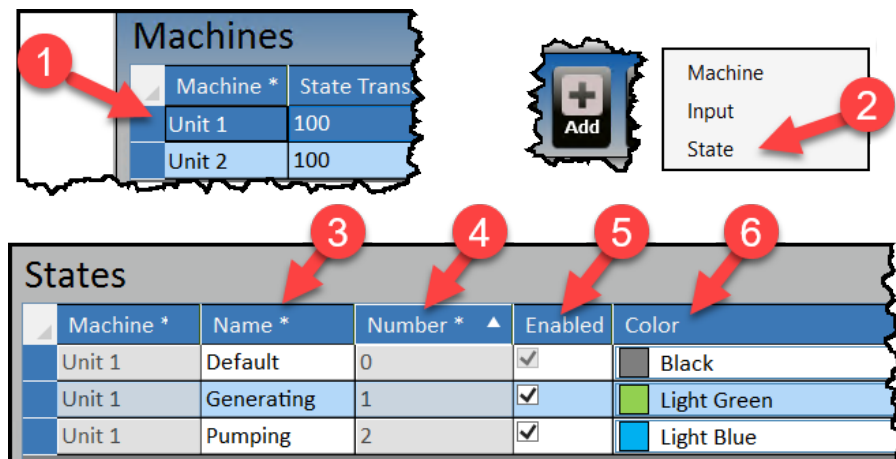


图 9-8) 添加状态

3. 命名您的状态。
4. 状态编号（用于定义 Modbus 查询的状态，参见第 9.1.5 节）。
5. 选中以启用（或禁用）每个状态。默认的状态始终启用。
6. 为每种状态选择一种颜色。状态颜色会用在 VC-8000 显示上，用在 VC-8000 维护软件内，以及用于 SETPOINT CMS 软件内。

9.2.4 设置机器状态的定义

按照以下步骤来为您的机器状态逻辑定义状态（参见图 9-9）。

1. 选择机器。
2. 注意定义的类型。
3. 默认的机器状态首先显示。如果其他的机器状态条件均不满足，则机器会进入默认状态。
4. 在此处为其他的机器状态添加参数。例如，在图 9-9 中，生成状态要求离散输入处于启用状态，且速度为 275-325 RPM。如需进入泵送状态，离散输入必须更改为禁用状态，且速度必须为 175-225 RPM。所有的其他条件都会导致默认状态。

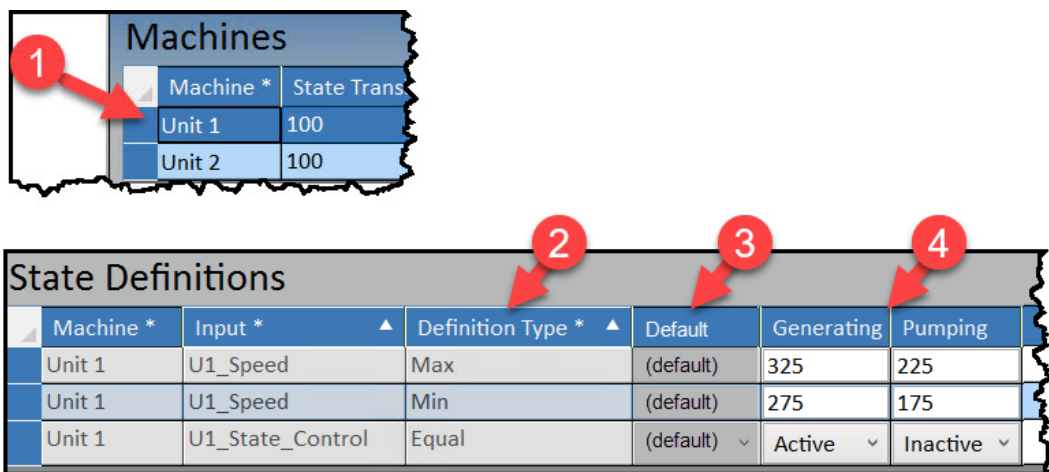


图 9-9) 状态的定义

下表说明了每个输入的定义类型（图 9-9，第 2 项）。

表 9-1) 定义类型的说明

输入的类型	定义的类型	说明
离散输入	启用	离散输入处于“启用”状态（或“禁用”状态），如 VC-8000 中的配置。参见第 9.1.2 节。
	禁用	
RPM 速度范围	最大	RPM 速度低于最大值且高于最小值。
	最小值	
RPM 方向	加速度	相关的机器速度正在加速、减速或处于稳定状态。参见第 9.2.4.1 节，获取更多的相关信息。
	减速	
	稳定状态	
	无效的相位触发器	相位触发通道无效（异常）

9.2.4.1 加速、减速、稳定状态的计算

相位触发的速度和相位触发增量 RPM 的设置用于确定机器是加速、减速还是处于稳定状态。对于该说明，以加速度状态为例。

当相位触发器变为有效时（参见图 9-10），会保存一个速度参考，且机器状态等于稳定状态（A）。之后，每 40 毫秒会检查一次速度。当速度按照增量 RPM 设置（相位触发通道）增加时，机器状态会变为加速度（B）。如果速度值继续增加，则机器状态会保持加速度。

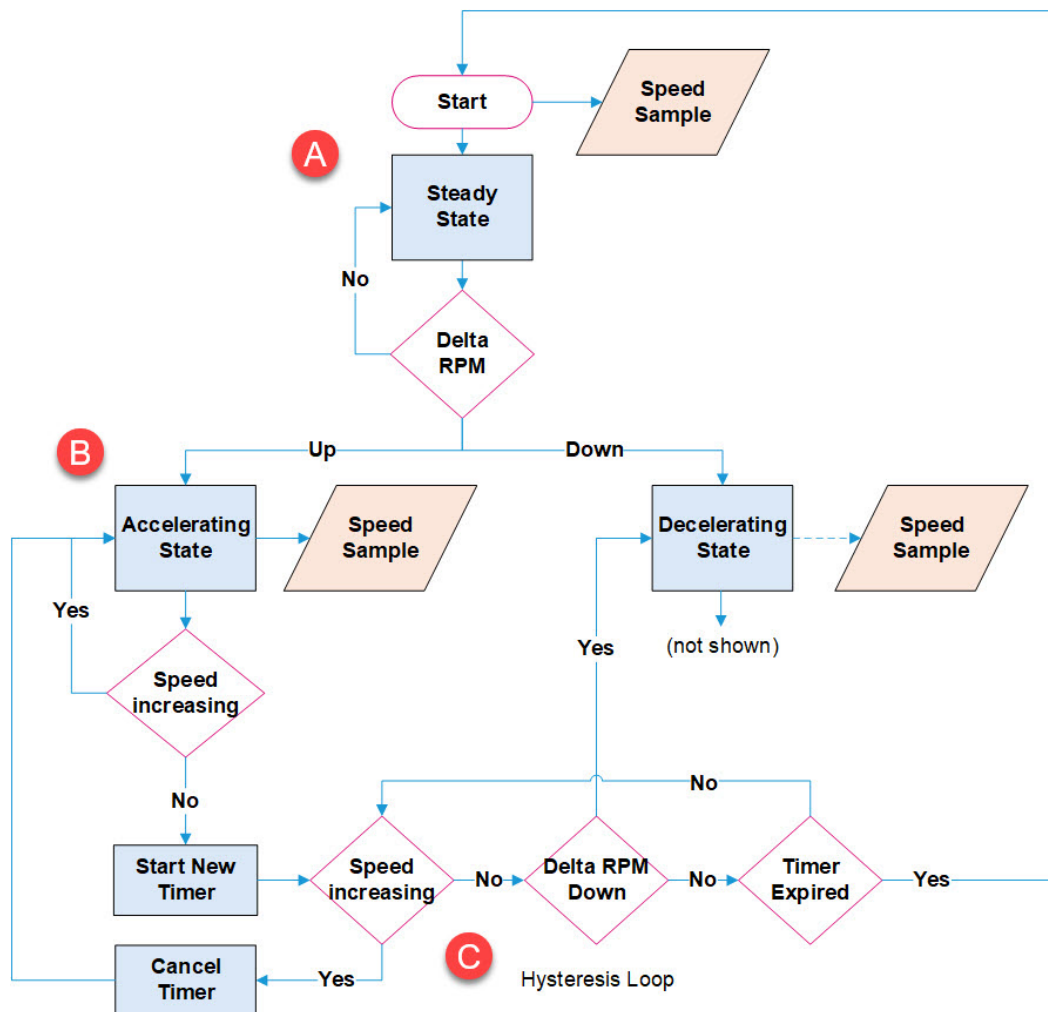


图 9-10) 机器加速度 - 状态评估

滞后计时器（C）可防止机器状态的不稳定变化。计时器是三圈的轴旋转，基于最后一次的采样速度值，或 80 ms，以较长者为准。如果机器状态已停止加速度，则计时器开启。当计时器到时见时，状态会变为稳定状态。如果机器再次开始加速度（在计时器到时间之前），则计时器会被取消，状态保持为加速度（B）。图 9-10 显示了该过程的简化图。

9.3 配置机器状态报警

在“测量”选项卡的“机器名称”（即单元 1）视图中，会配置每台机器状态的报警。图 9-11 显示单元 1 机器，状态为默认、发电和泵送。配置了机器状态后，名称（即单元 1）会显示在下拉视图中（参见 9.2.1）。

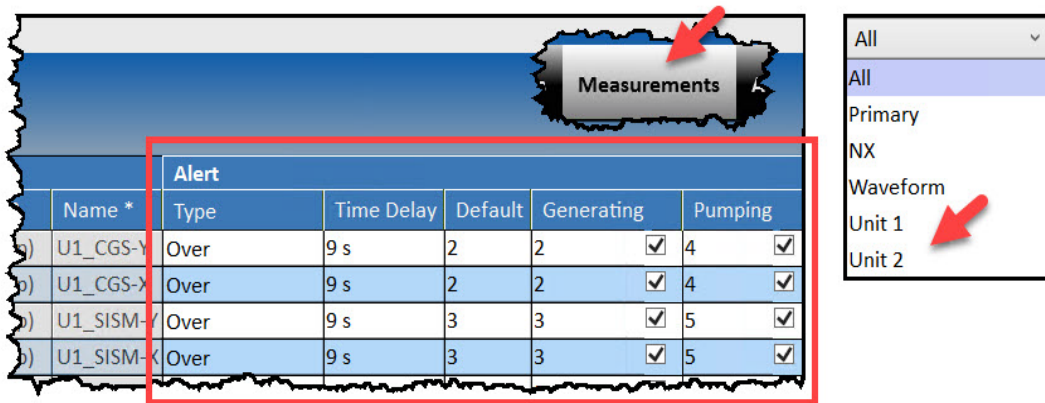


图 9-11) 机器状态报警

报警类型可以是禁用、带内、带外、过高或过低。对于所有的机器状态，报警类型和报警时间延迟必须相同。

请注意，图 9-11 可以单独禁用发电和泵送状态报警；无法单独禁用默认状态的报警；如果禁用了默认状态的报警，则该通道的所有报警都会禁用。



9.4 验证机器状态报警

以下是验证机器状态报警的基本程序。该进程中，机器的名称为单元 1，机器状态为默认、状态 A 和状态 B。

- 模拟控制机器状态的输入（即离散输入）。
- 将单元 1 置于状态 A。
- 通过查看维护软件或机器状态 Modbus 寄存器来验证机器状态。
- 模拟单元 1 上第一个通道的振动信号（即 Brg 1X 径向振动）
- 将通道置于正常状态（无报警）
- 稍稍将输入信号增加到高于警报设定点。
- 通过查看维护软件或通道状态 Modbus 寄存器，验证通道是否处于警报状态。
- 稍稍将信号增加到高于危险设定点。
- 通过查看维护软件或通道状态 Modbus 寄存器，验证信号是否处于危险状态。
- 降低输入信号并重置任意的自锁报警（无报警）。
- 对单元 1 上的所有通道重复此操作。
- 将单元 1 置于状态 B。
- 通过查看维护软件或机器状态 Modbus 寄存器来验证机器状态。
- 对状态 B 重复警报/危险通道测试。
- （如果适用）将单元 1 置于默认状态
- 通过查看维护软件或机器状态 Modbus 寄存器来验证机器状态。
- 对默认状态重复警报/危险通道测试。

9.4.1 文档

为了记录机器状态验证，您可以将机器状态报警从 VC-8000 设置软件复制并粘贴到电子表格中。只需用鼠标单击“测量”选项卡左上角，选择完整的表格，然后按 CTRL-C 复制表格。列标题不会复制，必须手动输入。

9.4.2 报警倍增与机器状态报警

报警倍增和机器状态报警均用于修改机器运行期间的保护报警。报警倍增专门为机器启动期间的短时间内而设计，报警倍增的功能由 API 670 定义。机器状态报警适用于具有多种运行模式的机器，每种模式可能持续数天或数月。

报警倍增和机器状态功能并不适合一起使用。但在机器启动场景下，机器状态报警可以代替报警倍增。下面介绍了这两个功能之间的一些差异。

9.4.2.1 报警倍增 (TM) 触点

TM 触点（在 RCM 上）不会影响机器状态的报警。但它会影响默认的状态报警级别。

9.4.2.2 Modbus 寄存器

当前机器状态所配置的设定点可以通过 Modbus 寄存器来读取（参见 9.1.5）。

当前报警倍增设定点的值不能通过 Modbus 寄存器读取。例如，如果报警倍增值为 2X，且报警配置为 70 μm ，则即使启用了报警倍增，Modbus 值也会始终读取为 70 μm 。

9.4.2.3 VC-8000 显示

当机器状态发生变化时，机器状态的设定值将更新为 VC-8000 维护显示屏上的新值。相反，当启用了报警倍增时，屏幕上的设定值不会改变；屏幕只会显示已启用的报警倍增。

9.4.3 报警延迟（计时器）和滞后

在状态之间切换时，不会重置报警延迟（计时器）。如果当前的输入超过了当前的报警设置，则报警延迟计时器启动。如果触发新的机器状态，则计时器会停止（如果输入小于新的报警设置）；如果输入大于新的报警设置，则计时器会继续。

同样的道理，如果通道处于报警状态（状态 A），则报警延迟过期。切换到状态 B 不需要启动新的报警延迟计时器。如果状态 B 处于报警状态，则从状态 A 切换到状态 B（也处于报警状态）将显示为单个的连续报警，不会中断。

切换状态时不会重置滞后。例如，状态 A 的报警设置为 250 μm ；状态 B 的报警为 300 μm 。当前值为 295 μm 。当机器状态从状态 A (250 μm) 变为状态 B (300 μm) 时，即使当前值 (295 μm) 略低于当前的报警设置 (300 μm)，报警也仍会保持启用。如需清除报警，当前值 (295 μm) 必须低于当前的报警设置，且超出滞后值。



9.5 在 SETPOINT CMS 软件中查看状态

参见 SETPOINT CMS 软件手册 S1176125.002 / V08（或更高版本）。

9.6 对状态进行故障排除

以下错误来自通道标签、状态视图。

需要分配通道来源。

输入：确保已经为输入分配了来源（速度通道或离散输入）。

需要分配机器资产

机器为“未分配”。机器使用资产级别 1 组的名称来定义（“通道”选项卡，“摘要”视图）。定义了机器组后，即可选择机器。

机器必须有一个 CMS 导航路径

参见第 9.2.1 节

机器必须拥有默认状态之外的至少一种状态

参见第 9.2.3 节

必须将输入来源分配给相关机器。

如果所选的机器组是单元 1。离散输入（或速度）通道也必须是单元 1 组的一部分。此分配是在“通道”选项卡，“摘要”视图中进行的。资产级别 1 的组名必须是“单元 1”。

状态之间没有区分条件

这是由于状态定义的重叠。例如，一个状态定义为 0-100 RPM，另一个状态定义为 90-200 RPM。

“机器名称”输入来源已经存在于另一台机器上。

离散输入（或速度）通道只能用作单台机器（即单元 1）的控制输入。您正在尝试将其用作两台机器（即单元 1 和单元 2）的输入。

联系我们

Brüel & Kjær Vibro GmbH

Wittichstrasse 6
64295 Darmstadt
德国

电话: +49 6151 428 0
传真: +49 6151 428 1000

企业邮箱:
info@bkvibro.com

Brüel & Kjær Vibro A/S

Lyngby Hovedgade 94, 5 sal
2800 Lyngby
丹麦

电话: +45 69 89 03 00
传真: +45 69 89 03 01

主页:
www.bkvibro.com

BK Vibro America Inc.

1100 Mark Circle
Gardnerville NV 89410
USA

电话: +1 (775) 552 3110