

ICS xxxx
CCS E xxxx

团体标准

T/CPI XXXX—202X

炼油与化工装置离心式压缩机组 在线监测系统技术规范

Technical specification for on-line monitoring system
for centrifugal compressor units in oil refining and chemical plants

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国石油和石油化工设备工业协会 发布

目 次

前言	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 总体要求.....	2
5 系统构架.....	3
6 系统硬件技术要求.....	4
6.1 传感器单元.....	4
6.2 数据采集单元.....	4
6.3 上位机单元	5
7 系统软件功能要求.....	5
7.1 采集监测功能	5
7.2 图谱分析功能	6
7.3 报警功能	6
7.4 数据传输及共享	6
7.5 数据存储与管理	6
7.6 系统其他要求	7
8 安装与调试.....	7
8.1 测点布置	7
8.2 传感器安装	7
8.3 数据采集单元安装	8
8.4 接线方式	8
8.5 系统调试	9
9 验收.....	9
9.1 现场验收	9
9.2 系统验收	9
9.3 验收资料	9
9.4 培训	10
10 安全管控	10
附录 A（规范性） 离心式压缩机状态监测管理要求.....	11
附录 B（规范性） 常用传感器主要性能指标	14
附录 C（规范性） 数据采集单元性能指标	15
附录 D（规范性） 离心式压缩机组在线监测系统分析图谱列表.....	16

附录 E（规范性） 离心式压缩机组常见结构测点布置.....	17
参考文献.....	19

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。

本文件由中国石油和石油化工设备工业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

炼油与化工装置离心式压缩机组在线监测系统技术规范

1 范围

本文件规定了炼油与化工装置离心式压缩机组（以下简称“机组”）在线监测系统（以下简称“系统”）的总体要求、系统架构、硬件性能、软件功能、系统安装与调式、验收等方面的基本要求。

本文件适用于炼油与化工装置离心式压缩机，轴流式压缩机、蒸汽轮机、烟气轮机、发电机等滑动轴承支撑的转动设备可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 2298 机械振动、冲击与状态监测 词汇

GB 3836 爆炸性环境

GB/T 7665 传感器通用术语

GB/T 11348.3 机械振动 在旋转轴上测量评价机器的振动 第3部分：耦合的工业机器

GB/T 19873.1 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则

GB/T 20273 信息安全技术 数据库管理系统安全技术要求

GB/T 20921 机器状态监测与诊断 词汇

GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范

SH/T 3019 石油化工仪表管道线路设计规范

SH/T 3081 石油化工仪表接地设计规范

SH/T 3082 石油化工仪表供电设计规范

SH/T 3521 石油化工仪表工程施工技术规程

API 670 振动、轴向位置温度监测系统

3 术语和定义

GB/T 7665、GB/T 2298、GB/T 20921 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总体要求

4.1 系统硬件质量性能应符合国家或行业标准的规定，具有国家或行业认可的认证、测试机构出具的检测、试验报告及质量证书。

4.2 系统应根据生产环境，配备满足工作温度、防雷接地要求、防爆等级和防护等级的硬件设备。在有防爆要求的环境，应符合 GB 3836 中适用部分的相关要求，并根据不同系统硬件配套相应的隔离安全栅。

4.3 系统应对机组的振动及运行参数进行实时采集、监测与报警，能长时间、大容量、完整

保存机组历史数据。用户能方便、快速地查询机组数据趋势及专业分析图谱开展故障诊断。

4.4 在敷设系统供电线路、传输线缆及其附属设施时，应满足 SH/T 3521 中对布线方式、敷设环境、防火封堵等方面的要求。

4.5 系统应根据现场网络拓扑关系、带宽限制等环境因素，制定高效的数据传输策略，宜实现自适应带宽传输，以满足不同层级使用者的访问需求。

4.6 系统信息系统安全管理、信息安全配置基线等应符合 GB/T 20273 的相关要求，包括但不限于网络安全、访问控制、灾备及应急响应。系统接入应安全可靠，应不改变被监测设备的密封性能、绝缘性能，应不影响现场设备的安全运行。系统传输回路应不影响其他系统的安全运行。

4.7 企业宜坚持“统一规划、统一标准、统一设计、统一管理”的思路和原则，开展系统建设及管理工作，参考附录 A。

5 系统构架

系统一般由传感器单元、数据采集单元、上位机单位（包括数据服务器、工程师工作站等）及相应配套的组态、数据管理、图谱分析等系统功能组成。传感器单元实现信号变送；数据采集单元实现数据的采集和信号处理；数据服务器完成数据解析。传感器感知机组键相、振动、位移、温度等状态数据，经数据采集单元处理形成数字信号，通过网络传输至数据服务器进行存储，由在线监测软件进行数据解析，实现数据自动报警。诊断工程师通过用户终端、远程监测中心或工程师工作站在统一监测平台上完成机组相关故障诊断和分析。

系统基本结构组成和网络架构见图1和图2。

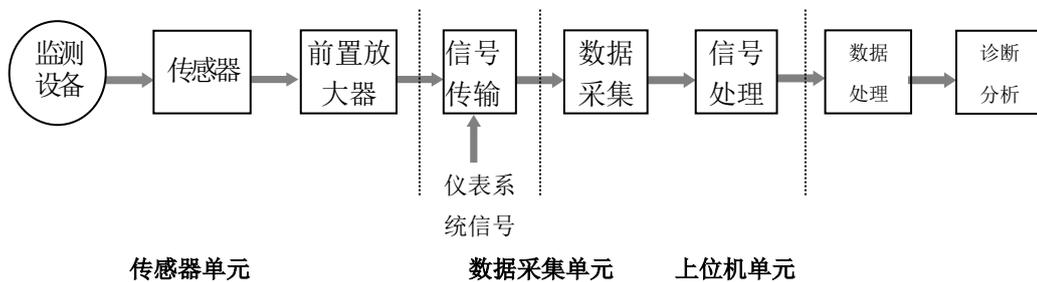


图1 在线监测系统的基本单元组成示意图

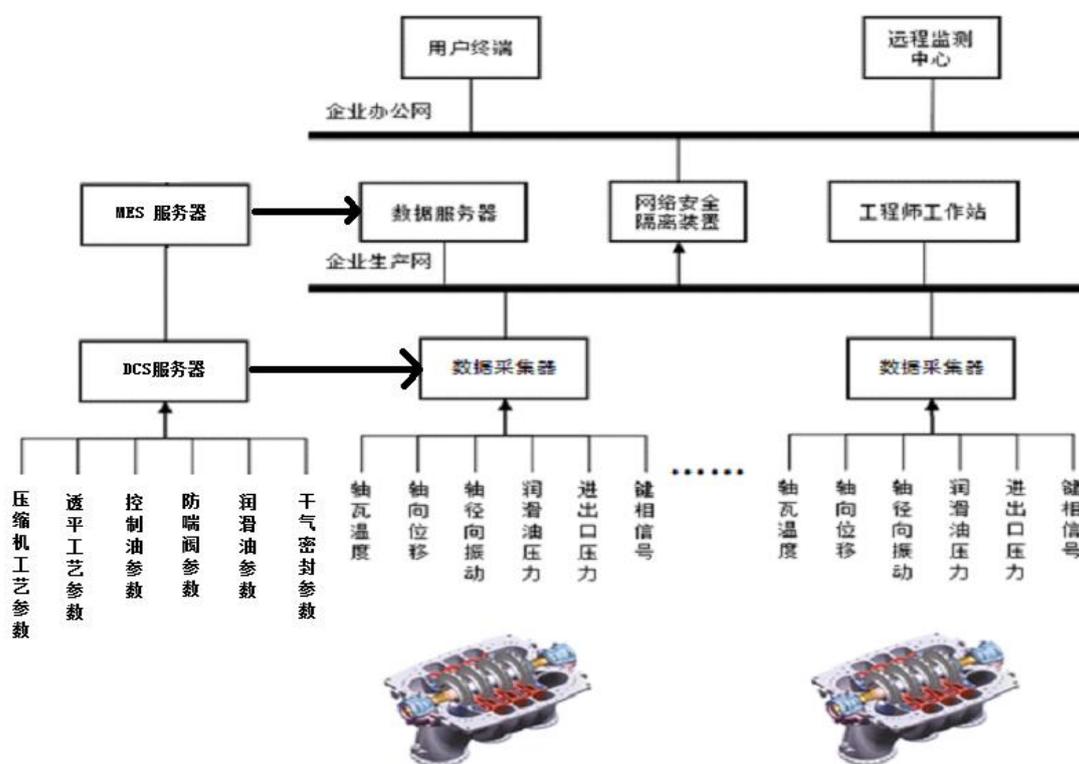


图2 在线监测系统的网络架构示意图

6 系统硬件技术要求

6.1 传感器单元

- 6.1.1 传感器单元指所用到的各种传感器及其附属线缆设备，是系统的基础。
- 6.1.2 传感器的防爆型式、防爆级别和温度组别要与现场危险区域等级相适应，宜优先选择本质安全型传感器，并选配防爆等级适合的安全栅，安全栅的安装要符合对应的防爆要求。
- 6.1.3 振动测量常用的传感器类型包括电涡流传感器、加速度传感器和速度传感器。常用传感器主要性能指标可参考附录B。
- 6.1.4 传感器性能应符合 API 670 的要求，并注意以下几点：
- 应根据实际需求选用合适的传感器类型，测量相对振动，选用电涡流传感器；测量绝对振动，选用加速度传感器或速度传感器。
 - 选用传感器时应注意传感器的使用温度、量程、适用环境等参数范围。
- 6.1.5 电缆的选用、敷设应满足 SH/T3019 要求。

6.2 数据采集单元

- 6.2.1 数据采集单元指完成信号采集和处理的装置及其辅助设备，将传感器采集的数据进行信号处理并将原始数据及特征值传输至数据服务器中。
- 6.2.2 数据采集单元应具有实时采集原始波形信息的功能，数据采集应实现多通道、高速、高精度并行同步整周期采样，同一机组所有振动、轴位移数据采集时差应达到微秒(μs)级，最大数据采集速率不低于 51.2kHz，A/D 有效分辨率不低于 24 位。
- 6.2.3 数据采集单元对报警、启停机、监测数值超出正常范围等事件要进行加密采集，实

现毫秒级采集存储。满足异常事件发生后，进行机组运行状态评估及故障诊断的需求。

6.2.4 数据采集单元内部设计宜采用模块化方式，可根据现场实际通道数进行组合使用，采集通道可分为键相通道、过程量通道、振动通道等，各数据采集模块之间应相互独立、互不影响，且不影响、干扰原有控制系统信号。

6.2.5 数据采集单元应具有通道和模块的状态指示灯或显示屏，能指示数据采集单元的工作状态。

6.2.6 数据采集单元应有自诊断和抗干扰等措施，满足电磁兼容性标准要求。

6.2.7 轴振信号、键相转速信号、轴位移信号可从二次监测表缓冲输出或传感器引入的端口接入，也可通过其他方式读取。

6.2.8 数据采集单元应具备数据采集、存储和管理功能；存储机组稳态、瞬态的原始采样数据，还应具备数据断点续传、导出、删除、异常事件存储等管理功能。具体数据采集单元性能指标可参考附录 C。

6.2.9 数据采集单元应具备网络接口、串口通信端口，可通过 Modbus、OPC 等通信协议与机组控制系统实现数据通信，获得进出口压力、进出口温度、润滑油温度等重要过程参数，并一同上传至数据服务器。

6.2.10 数据采集单元系统供电应为 220V 交流电源，宜采用专用的 220V 交流不间断电源（UPS）供电。系统应有防止过电压的保护、保护接地和信号接地，接地电阻小于 4Ω。

6.2.11 数据采集单元应能提供单独的本地访问功能，当数据服务器故障时，可就地开展机组在线监测分析诊断功能。

6.3 上位机单元

6.3.1 上位机单元指完成数据存储与传输的设备单元。包括数据服务器、工程师工作站及网络设备等，可通过上位机单元进行数据分析。

6.3.2 上位机单元应采用标准化、开放式的硬件结构，所选设备应采用成熟的主流产品，硬件配置应满足系统的性能及存储要求，并有适当的冗余。

6.3.3 上位机单元辅助设备包括网络设备、光纤通信设备等，一般要求如下：

- a) 系统与用户办公网、生产网等相连时，除应符合 GB/T 20273 中规定的物理安全、网络安全等要求外，也需要符合用户自身的安全防护规定。
- b) 系统应根据现场设备分布位置及实际数据量配置相应规格的网络通信设备。
- c) 当上位机单元与数据采集单元之间距离超过 80m 时，应采用光纤通信。

6.3.4 服务器的设置信息可导出到文件中备份。历史数据、启停机数据和报警数据应根据数据库的备份策略来备份。系统的正常数据与备份数据应保存在不同的硬盘上，以防止硬盘崩溃或故障导致备份数据丢失。

7 系统软件功能要求

7.1 采集监测功能

7.1.1 系统应具备中文显示，宜采用 B/S 访问方式。系统支持定制化功能开发，具有良好的兼容性，满足系统软硬件升级的需要。

7.1.2 系统应实现设备状态数据和生产工艺数据的自动采集、传输及监测功能，并采用组态结构图对传感器位置和故障报警点进行准确标识与统计显示。

7.1.3 监测界面数据刷新频率可根据用户诊断分析需求调整，刷新频率最小可达 1s。

7.1.4 当系统自身出现异常状况时，应对通信异常、数据存储异常等状况进行自检。

7.1.5 系统应给出特征值包括但不限于：转速、径向振动位移值、轴向位移值。

7.2 图谱分析功能

- 7.2.1 系统应具备数据分析的能力，将传感器采集的数据波形利用多种图谱进行展示，且符合用户使用习惯。
- 7.2.2 用户通过总貌图能实时监测各参数变化，并能通过总貌图上的测点直接进入分析图谱界面。
- 7.2.3 系统能实现不同类型图谱的灵活配置，支持灵活选取不同时间范围，方便用户进行对比分析。
- 7.2.4 系统宜支持拖动、动态缩放、还原、倍频标注等分析操作控件。
- 7.2.5 系统能自动识别设备启停过程，并提供有针对性的图谱及数据浏览工具。
- 7.2.6 系统能提供趋势图、波形图、频谱图、轴心轨迹、轴心位置图、伯德图等多种专业的数据分析图谱，具体分析图谱参考附录 D。
- 7.2.7 系统宜具备故障自动诊断功能，对报警数据进行自动分析，给出诊断结果。

7.3 报警功能

- 7.3.1 系统应提供可视化报警功能，显示报警机组、测点及报警级别（用不同颜色进行区分），并提供报警确认功能。
- 7.3.2 系统应提供实时及历史报警列表，报警可列表展示，优先显示最高级别报警及最新报警记录，并提供查询测点、报警等功能。
- 7.3.3 系统至少应具有邮件报警、短信报警、声光报警等功能之一，以满足报警信息及时推送提醒；用户可根据设备级别、报警级别自定义报警策略。报警总体延迟时长 ≤ 10 秒，关键节点现场就地报警延迟时长 ≤ 5 s。
- 7.3.4 机组可参考 GB/T 11348.3 相对轴振动的评价准则或机组制造厂家要求设定报警门限，也可根据机组实际特性和运行工况进行适当调整。

7.4 数据传输及共享

- 7.4.1 数据存储及传输应采用原始波形无损压缩，可完整保留原始波形的全部信息。
- 7.4.2 支持数据断网保存、通网续传，不应因网络中断造成数据丢失。
- 7.4.3 系统通信应具备多种标准数据通信接口，包括但不限于 MODBUS485、TCP/IP、OPC、Web API 访问。
- 7.4.4 可向其他设备信息管理系统提供相应状态监测数据、报警数据及辅助决策等信息。

7.5 数据存储与管理

- 7.5.1 数据处理及存储应实现数据自适应加密存储。正常数据，根据用户需求自定义逐步稀疏存储，历史数据存储时间宜大于 4 年且大于机组大修周期；异常数据或开停车数据，应实时存储、永久保存。用户能随时追溯异常波动、超标报警、启停机等事件记录。固定存储硬盘容量应为储存数据容量的 2 倍，云存储占用率不大于 80%，系统服务器和数据库服务器应分分管控。
- 7.5.2 应支持将数据存储到外部可移动存储设备进行长周期保存或调用。
- 7.5.3 数据库软件的结构应适应分散分布式控制方式的要求，应具有良好的可维护性，并提供用户访问数据库的标准接口。数据库管理系统应满足以下要求：
 - 实时性：在发生访问数据库、在线生成、在线修改数据库时，应不影响系统的正常实时运行，对数据库的访问时间必须小于 0.5s（长时段历史数据趋势分析图除外）。在多个用户同时访问数据库时，也应满足上述要求。
 - 灵活性：可提供多种访问数据库的方式。

- 可维护性：应提供数据库维护工具，以便监视和修改数据库内的各种数据。
- 同时性：数据库中的数据应可共享，当多个用户同时访问数据库时，不应影响数据库中数据的完整性和正确性。

7.5.4 系统应提供全面的传感器设定、信号处理、报警参数等控制和管理功能。

7.6 系统其他要求

- 7.6.1 系统能自动生成即时报表、定期报表、报警汇总表等，用户可以对报表的字段进行组态，可随时导出 EXCEL 格式文档。
- 7.6.2 系统能对所有的超标参数以不同的颜色进行差异化显示。
- 7.6.3 系统应具有诊断报告、统计报表等文档管理模块。
- 7.6.4 系统内所有设备应采用标准时钟，可与计算机监控系统合用时钟同步接收装置。
- 7.6.5 系统应具备多种标准数据通信接口，包括但不限于 Modbus、OPC 等，便于与其他设备管理系统进行数据交互。

8 安装与调试

8.1 测点布置

- 8.1.1 应根据机组测试需求选择合适的传感器，测点布置可参考 GB/T 19873.1。
- 8.1.2 传感器测点布置从驱动设备的非驱动端开始，按顺序功率传递方向依次编号。离心式压缩机组常见结构测点布置可参考附录 E。测点编号宜与已有 DCS 或 SIS 系统传感器位号一致。

8.2 传感器安装

8.2.1 总体要求

机组的设计应满足安装轴承部位传感器的需要。电涡流传感器(包括径向轴振动传感器、轴向位移传感器、相位基准转换器)、加速度传感器、轴承温度传感器等安装宜按照 API670 要求执行。

8.2.2 径向轴振动传感器

8.2.2.1 从原动机端看，分别定义为 X 和 Y，X 方向在垂直中心线的右侧，Y 方向在垂直中心线的左侧，与轴的旋转方向无关，见图 3。

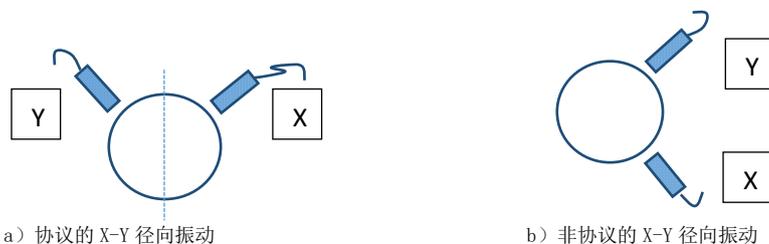


图 3 径向振动 X-Y 电涡流传感器测点布置图

8.2.2.2 传感器中心线应与轴心线正交，轴表面没有刻痕或任何其他机械的不连续性，例如油孔或键槽。这些区域不应喷涂金属或电镀，表面光洁度应为 $0.4\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 或 $16\mu\text{in} \sim 32\mu\text{in}$ 微英寸均方根值，最好用珩磨或抛光获得。这些区域应作适当退磁或其他处理，趋近传感

器磁路的高斯 (Gs) 级不应超出 ± 2 Gs, 周围的 Gs 级不应超出 1 Gs。电气偏差和机械偏差总和不超过最大允许的振动量值峰峰值的 25% 或 $6\mu\text{m}$ 或 0.25 mil, 取其较大者。

8.2.2.3 对于转子轴向窜动和热膨胀的所有情况, 要求侧间隙最小为传感器头部直径的 1/2。

8.2.3 轴向位移传感器

8.2.3.1 测量轴向位移时, 测量面应与轴是一个整体, 且以传感器的中心线为中心, 宽度为传感器直径 1.5 倍以上的测量圆环。应配备两个轴向定位的传感器, 传感器安装距离止推法兰盘不应超过 305mm 或 12 英寸 in。

8.2.3.2 轴向传感器测量面电气偏差和机械偏差总和宜不多于 $13\mu\text{m}$ (或 0.5 mil), 且遵守 8.2.2.2 有关表面光洁度的规定和 8.2.2.3 关于最低侧间隙的要求。

8.2.3.3 轴向传感器应标定初始位置, 转子在推力浮动中心时, 前置放大器的输出电压是它的线性范围中心的 $\pm 0.2\text{V (DC)}$ [标称 -10V (DC)]。

8.2.4 相位基准转换器

8.2.4.1 机组的驱动机上应提供每转一圈一个相位标记和一个对应的相位基准转换器。当机组具有不同的转速时, 要在不同转速的轴系上提供每转一圈一个相位标记和一个对应的相位基准转换器, 为机组的各部分提供有效的相位信号。

8.2.4.2 标记槽要足够大, 以使产生的脉冲信号峰峰值不小于 7V。若采用 $\phi 5$ 、 $\phi 8$ 探头, 标记槽宽度应大于 7.6mm (或 0.3 mil), 深度或高度应大于 1.5mm (或 0.06 mil), 长度应大于 10.2mm (或 0.4 mil)。标记槽应平行于轴中心线, 长度尽量长, 当轴产生轴向窜动时, 传感器应能对着标记槽。

8.2.5 加速度传感器

8.2.5.1 用来测量径向振动的加速度传感器应位于径向轴承箱上。加速度传感器的位置和数量应与用户共同研究来确定。在某些应用场合中, 最佳安装位置需要现场确定。

8.2.5.2 对于不满足安装电涡流传感器条件的机组, 可选用加速度传感器测量壳体振动。催化烟机宜在后轴承座位置安装加速度传感器, 监测烟机轴承箱振动烈度; 空压机宜在变速箱水平/垂直方向各安装一个加速度传感器, 监测空压机变速箱振动烈度和振动加速度。加速度传感器安装, 宜采用焊接基座+螺纹连接方式, 对不具备焊接条件的设备表面, 可选择磁吸+胶粘的方式, 测点位置尽量靠近被测对象表面, 符合 API 670 的要求。

8.3 数据采集单元安装

8.3.1 主机应放在通风、恒温恒湿的环境中, 宜安装于机柜间内。因距离等原因无法安装在机柜间的, 可考虑现场安装, 主机后背板及机箱上部的散热孔至少留出 20 cm 空间用来散热。

8.3.2 避免主机直接照晒, 远离热源。

8.3.3 宜采用上架式安装方式。

8.4 接线方式

8.4.1 当现场二次仪表具有振动信号缓冲输出接口, 可通过监测信号输入电缆与数据采集单元主机的相应接口直接相连。

8.4.2 当机组的振动信号直接来自现场传感器的原始电压输出或变送器的缓冲输出端子, 则信号应首先接到接线端子模块, 然后再由监测信号输入电缆接到数据采集单元主机的相应

接口。

8.4.3 所有传感器延长电缆应按照 SH/T 3521 的要求接线，宜采用单管穿线，穿线管要设置可靠的密封装置，防止润滑油通过仪表电缆窜入接线箱内。

8.4.4 信号和电源线应按照《仪表安装规范》隔离。所有导管、信号和电源电缆，以及监测系统部件应远离高温设备、管线等区域。信号线不应该敷设在高于 30V 的交流或直流电路的导管或托架中。

8.4.5 信号电缆的实际长度被限制到连续敷设 150m 或 500ft 以内。较长电缆的使用必须由仪表制造商审核和书面批准，非连续敷设的使用必须由最终用户批准。

8.5 系统调试

8.5.1 传感器调试

传感器在安装之前应将探头和前置放大器进行组合试验，寻找最佳动态工作点，并根据动态工作点确定静态安装间距对应的电压值。

8.5.2 系统功能调试

应按照第 7 章的要求，对系统采集监测、图谱分析、报警、数据传输及共享、数据存储与管理等系统软件功能进行调试。

9 验收

9.1 现场验收

9.1.1 仪表部分、光缆部分、电气部分工程交接验收应符合 GB 50093、SH/T 3082 的相关要求。

9.1.2 防爆和火灾危险环境仪表装置施工，应符合 GB 3836 中适用部分的相关要求。

9.1.3 接地部分验收应符合 SH/T 3081 的相关要求。

9.1.4 数据采集单元、数据服务器宜单独安装在专门机柜内，机柜型号、规格宜与仪表机柜间 DCS、SIS 系统机柜保持一致。机柜应采取必要的防电磁干扰措施，应有可靠接地，满足发热元器件的通风散热要求，模块插拔灵活、接触可靠、互换性好，外表涂敷、电镀层应牢固均匀、光洁，不应有脱皮锈蚀等。

9.2 系统验收

9.2.1 应具备出厂试验报告、现场调试报告、整体调试报告，且均符合系统的技术要求。

9.2.2 系统流畅性要求：对数据库的访问时间须满足 7.5.3 的要求。

9.2.3 存储性能试验要求：待监测系统正常运行 1 个月，根据数据存储情况，估算存储的最大容量，确保数据存储空间满足 7.5.1 的要求。

9.2.4 报警性能试验：模拟数据超阈值，系统能正常报警，报警延时满足 7.3.3 的要求。

9.2.5 系统可靠性试验：监测系统连续正常运行 1 个月且无故障或异常。

9.2.6 数据采集频次不低于 6.2.2 的要求。

9.2.7 监测界面数据刷新频率满足 7.1.3 的要求。

9.3 验收资料

9.3.1 应提供内容详尽、完整，格式统一，图文工整清晰，印刷装订美观的系统文件与资料，以及相应的电子版资料。

9.3.2 系统文件与资料要求如下：

- a) 设计文件应包括：系统总体结构图和设备布置图，硬件系统框图，机柜内设备布置和布线图，电缆、光缆布线图，系统输入、输出测点清单，电缆、光缆清单，自动化元件清单，各设备厂家提供的有关资料，设计说明书等。
- b) 安装文件应包括：系统布置方案，测点布置及安装图，安装过程资料，系统施工方案及安装工艺要求。
- c) 操作维护文件应包括：系统操作使用及维护说明书。
- d) 试验文件应包括：系统设备在工厂和现场各试验阶段的文件。

9.4 培训

- 9.4.1 应对用户进行系统操作及功能运用培训，满足用户应用系统进行分析诊断的需求。
- 9.4.2 应对用户进行系统常见故障维护培训，使用户能判断常见故障类别，提出排除故障措施。

10 安全管控

- 10.1 系统应具有用户权限分配及管理功能。
- 10.2 系统应具备安全审计功能，保持对应用系统运行情况及系统用户行为的跟踪，便于事后追踪分析。
- 10.3 系统可对通信数据的完整性进行保护，防止数据传输时被篡改。
- 10.4 系统可通过容错技术、硬件配置冗余备份保证可靠性，软件设计上要具备对错误、故障的检测处理能力。
- 10.5 系统应具有对资源的控制措施，保证资源合理有效的使用，防止系统资源被滥用而引发的攻击，如限制单个用户的多重会话、限制最大并发会话连接数、限制单个用户对系统资源的最大最小使用限度等。

附录 A
(规范性)
离心式压缩机状态监测管理要求

A.1 系统安装原则

宜坚持“统一规划、统一标准、统一设计、统一管理”的原则开展系统建设。

A.2 规划建设

系统的建设应以业务需求为导向，用户应优先选择设备等级较高的机组作为实施对象。实施过程中，可根据运行管理要求合理选择建设规模及监测项目，可以一次规划整体实施，也可以统筹规划、分步实施。设备分级参考标准可参考A.8。

A.3 经济性考量

系统建设应遵循保护已有投资、充分利旧的原则，对现场已安装的各种传感器进行适度集成，避免重复建设。

A.4 数据共享

秉承“数据共享”的原则，系统监测数据应按照用户数据接口规范要求发送至用户指定的互联网平台，实现数据同步，便于监测数据的管理与共享。

A.5 系统应用

用户应每天登陆在线监测系统，监测设备运行状态，发现异常数据应及时分析、及时处理。

A.6 系统维护与更新

用户应进行系统维护，发现问题立即处理。对不能满足现场监测需求的系统，应及时改造升级或更新，确保监测系统完好、监测数据准确、历史数据保存完整，满足分析诊断需要。

A.7 检维修管理

机组检维修时，传感器及线缆拆装应小心谨慎，避免磕碰损坏。回装前应对传感器进行检查校验，按API 670的规定进行传感器回装，传感器与延伸电缆要连接紧固，保证信号有效传递；同时对传感器至前置放大器部分进行系统联校，保证数据输出准确可靠。对系统其他硬件进行检查，损坏部件及时更换，保证系统完好。

A.8 动设备分级参考

炼油与化工企业一般根据设备的价值及对生产、安全、环保、质量及成本等方面综合影响程度，将设备划分为A、B、C级。A级设备是指本身价值昂贵，在生产中占有重要地位，对生产影响程度重大；设备损坏后维修困难且费用较高；一旦发生故障或非正常停机，对人员、系统、机组或其他重要设施的安全构成重大威胁或直接导致环境严重污染的设备。B级设备是指数量较多的通用类设备，对生产影响较大；设备损坏后维修较困难，故障检修周期或备件采购（或制造）周期较长；一旦发生故障或非正常停机，对人员、系统、机组或其他设施

的安全构成较严重影响或导致环境污染的设备。C级设备是指小型的普通设备，发生故障或非正常停机对生产、安全及环保产生影响较小的设备。

设备分级通常采用多因子打分评定法，即根据因子对设备在生产、质量、维修、安全及环保等方面的影响程度，是既定量又定性的一种判定方法。多因子包括：生产影响程度、价值大小、设备利用率、有无备机、维修难度、检修频次、备件供应及关联风险（工艺、安全、环保）。多因子打分评定方法为：

每台设备按其对生产、质量、维护、安全环保4个维度进行打分评价，每个评估项分别定为4分、2分、1分。

每个类别中的每个评估项根据其对主类别的影响程度划分为不同的比重。对生产的影响占40分，对质量的影响占10分，对维护的影响占20分，对安全环保的影响占30分。

计算公式如下：

$$D = (P_1 * 10\% + P_2 * 20\% + P_3 * 35\% + P_4 * 35\%) * 40 / 4 + (Q * 100\%) * 10 / 4 + (M_1 * 25\% + M_2 * 25\% + M_3 * 25\% + M_4 * 25\%) * 20 / 4 + (S_1 * 50\% + S_2 * 50\%) * 30 / 4$$

评价依据见表A.1。

表A.1 评价依据

类别	分值比例	评分项目	评分标准
对生产的影响 P (40分)	P ₁ (10%)	平均利用率	≥80%以上，4分； ≥50%~80%，2分； 50%以下，1分
	P ₂ (20%)	有无备机及切换难度	无，或切换很费时，4分； 有，切换很费时，2分； 有，且切换很容易，1分
	P ₃ (35%)	故障时是否会影响到其他设备（包括联锁停车）	会，又影响到系统运行，4分； 会，只影响到设备运行，2分； 对系统和设备运行影响很小，1分
	P ₄ (35%)	因故障修理而导致系统停运	平均一次24h及以上，4分； 平均一次4h~24h及以上，2分； 平均一次4h以下，1分
对质量产生的影响 Q (10分)	Q (100%)	对产品或工作质量的影响程度	有很大影响，4分； 有较大影响，2分； 影响很小，1分
对维护的影响 M (20分)	M ₁ (25%)	设备备品备件存储、采购难易程度	很难采购或采购周期很长且平时不便存储，4分； 很难采购或采购周期很长但有存储，2分； 很好采购或采购周期短，平时方便存储，1分
	M ₂ (25%)	年平均每次单台检维修费用总金额	油气生产 ≥10万元，炼油化工 ≥50万元，4分； 油气生产 ≥5~10万元，炼油化工 ≥30~50万元，2分； 油气生产 <5万元，炼油化工 <30万元，1分。

类别	分值比例	评分项目	评分标准
	M_3 (25%)	设备的价值	油气生产 ≥ 100 万元, 炼油化工 ≥ 500 万元, 4分; 油气生产 $\geq 20 \sim 100$ 万元, 炼油化工 $\geq 200 \sim 500$ 万元, 2分; 油气生产 < 20 万元, 炼油化工 < 200 万元, 1分。
	M_4 (25%)	设备维修的复杂程度	设备维修的复杂程度很高, 4分; 设备维修的复杂程度较高, 2分; 设备维修复杂程度一般, 1分。
对安全环保的影响 S (30分)	S_1 (50%)	故障对安全所造成的危险性	具有相当的危险性, 4分; 具有较高的危险性, 2分; 危险性较小, 1分。
	S_2 (50%)	故障对环境所造成的危险性	具有相当的危险性, 4分; 具有较高的危险性, 2分; 危险性较小, 1分。

评价等级划分及运行建议见表A. 2。

表 A. 2 评价等级划分

D 分值	重要度	设备等级划分
≥ 80	关键、重点设备	A
$40 \sim 80$	主要设备	B
≤ 40	一般设备	C

注 1: A 级设备是重点关键设备, 是各单位及设备部门的管理重点。在维修策略上实行预知性维护, 开展设备在线监测工作, 定期开展设备经济技术评价工作, 对设备的技术状况、运行状态和发展趋势进行分析, 确保设备完好高效运行。推荐为此级设备配备机械保护系统以及在线监测系统;

注 2: B 级设备属固定资产原值比重较大的通用类设备, 是企业中种类多、数量大、分布范围较广的主要设备。在维修上实行预知性维护和定期检修相结合的方式, 定期开展设备检查和维修保养活动, 开展设备在线监测工作。建议为此级设备配置机械保护系统以及有线或无线在线监测系统;

注 3: C 级为一般普通级设备。建立设备技术档案, 视情开展各项管理工作, 设备维修可采取事后维修的方式, 保证设备正常运行。不要求为此级设备配置机械保护系统, 建议开展定期的离线在线监测工作。

附录 B
(规范性)
常用传感器主要性能指标

B.1 电涡流传感器（适用于转轴的径向振动、轴向位移、键相、轴转速、胀差等测量）：

a) 转轴的径向振动、键相、轴转速等测量：

频率范围：0Hz~10kHz；

量程范围：2mm；

温度范围：-35℃~+120℃；

防爆等级：Ex ia IICT4/T5。

b) 轴向位移、胀差等测量：

频率范围：0Hz~10kHz；

量程范围：4mm；

温度范围：-35℃~+120℃；

防爆等级：Ex ia IICT4/T5。

B.2 加速度传感器（适用于变速箱、滚动轴承部位绝对振动测量）：

频率范围：0.5Hz~10kHz。

量程范围：±50g。

温度测量范围：

分体式-40℃~120℃；

一体式-40℃~+70℃。

防爆等级：Ex ia IIC T4 Ga。

B.3 速度传感器（适用于滑动轴承部位绝对振动测量）：

频率范围：3Hz~1000Hz；

量程范围：63.5mm/s；

温度范围：-29℃~121℃；

防爆等级：Ex ia IICT4。

附录 C
(规范性)
数据采集单元性能指标

C.1 数据采集单元主要技术指标如下：

- a) 最大数据采样速率：不低于51.2kHz；
- b) A/D转换器：不低于24位分辨率；
- c) 供电方式：AC220V或DC24V；
- d) 通信方式：包括但不限于Modbus、OPC等；
- e) 数据缓存空间：不低于1G；
- f) 工作温度范围：0℃~+50℃（室内）；
- g) 防护等级：IP66以上；
- h) 支持防爆场合安装；
- i) 数据采集硬件抗电磁干扰认证III级及以上认证，具体要求如下：
 - GB/T 17626.2，等级3；
 - GB/T 17626.4，等级3；
 - GB/T 17626.5，等级3。

C.2 数据采集硬件可靠性认证，具体要求如下：

- a) 低温测试：-40℃，持续时间2h，工作正常；
- b) 高温测试：70℃，持续时间2h，工作正常；
- c) 恒定湿热测试：温度40℃，相对湿度93%RH，持续时间48h，工作正常；
- d) 绝缘电阻测试：测试电压500V（DC），测试时间1min，要求 $\geq 100M\Omega$ ；
- e) 工频耐压测试：测试电压500V（AC），测试时间1min，无击穿。

附录 D

(规范性)

离心式压缩机组在线监测系统分析图谱列表

离心式压缩机组在线监测系统分析图谱列表见表D. 1。

表D. 1 离心式压缩机组在线监测系统分析图谱列表

序号	名称	功能描述	选取
1	机组状态总貌图	概括显示各个测点的基本信息，包括机组运行信息如时间、键相及振动、温度、位移等参数	●
2	历史比较图	实现同一测点不同时刻的波形比较或不同测点同一时刻波形比较	●
3	单值/多值棒图	显示实时通频值及各主要振动分量的振动值，可大致了解机组运行是否正常	○
4	过程振动趋势图	显示机组的过程参数及振动值与时间的关系	●
5	波形图	显示振动幅值与时间的变化关系，又称幅值时域图	●
6	频谱图	显示在各振动分量的频率及其振幅值	●
7	振动趋势图	显示振幅及相位与时间的关系	●
8	轴心轨迹图	显示转子轴心相对于轴承座涡动运动的轨迹	●
9	轴心位置图	显示转子轴心相对于轴承中心的稳态（即忽略振动）位置	●
10	转速时间图	显示启停机过程中，转速随时间变化的关系	●
11	伯德图	显示转子振幅和相位随转速变化的关系曲线	●
12	奈奎斯特图	把启停机过程中振幅与相位随转速变化关系用极坐标的形式表示出来，又称极坐标图	●
13	频谱瀑布图	显示各时间间隔下的频谱变化，简称瀑布图	●
14	级联图	显示转子在各转速间隔下的频谱变化	●
15	全息谱	综合反映转子测量面处的幅值、频率、相位的全部信息	○
16	全频谱图	显示一个机组下某个轴承两个通道波形及该通道对应的全频谱	○
注：“●”表示必选，“○”可选。			

附录 E
(规范性)
离心式压缩机组常见结构测点布置

E.1 汽轮机（烟气轮机）驱动的离心式压缩机：测点自汽轮机（烟气轮机）非联轴器侧开始编号，各轴承箱依次按顺序编号，详见图 E.1。

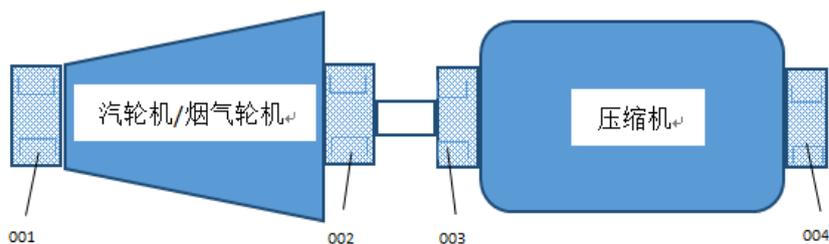


图 E.1 汽轮机（烟气轮机）驱动压缩机测点布置图

E.2 电动机驱动的离心式压缩机：测点自电动机非联轴器侧开始编号，各轴承箱依次按顺序编号，详见图 E.2。

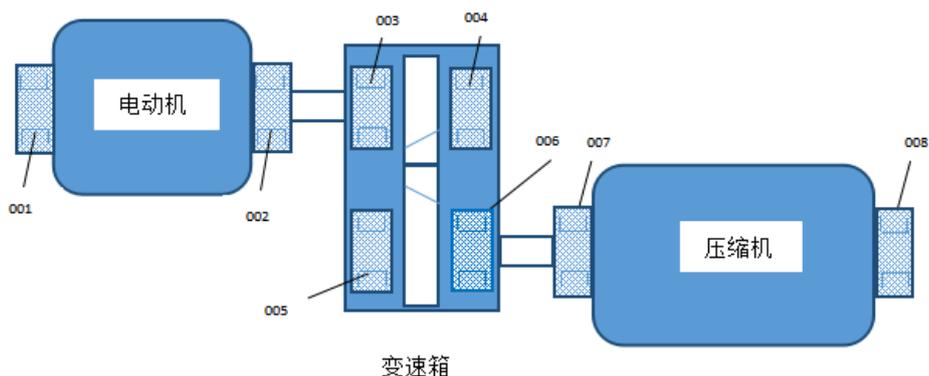


图 E.2 电动机驱动压缩机测点布置图

E.3 混合驱动的压缩机：汽轮机（烟气轮机）、电动机混合驱动的压缩机，测点自汽轮机（烟气轮机）非联轴器侧开始编号，各轴承箱依次按顺序编号，详见图 E.3。

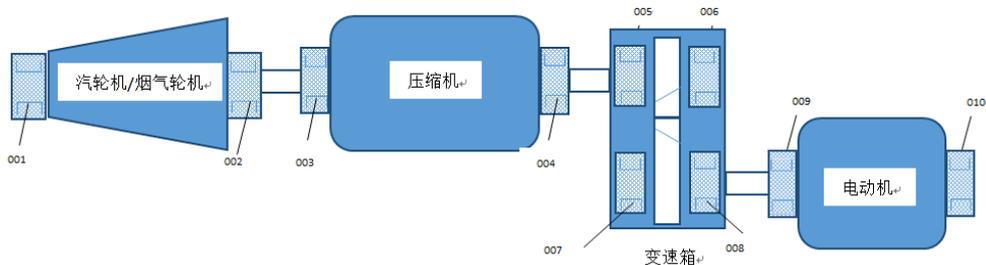


图 E.3 混合驱动压缩机测点布置图

E.4 驱动机在中间的压缩机：测点自任一侧开始，各轴承箱依次按顺序编号，详见图 E.4。

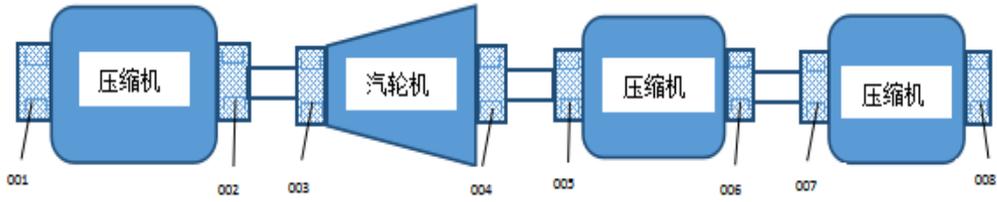


图 E. 4 驱动器在中间的压缩机测点布置图

参考文献

- [1] GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
 - [2] GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
 - [3] GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
-