

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31122 — 2017

风力发电机组在线状态监测系统 技 术 规 范

Technical specification for condition monitoring system of
wind turbine generator system

2017-11-15 发布

2018-03-01 实施

国家能源局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 检测单元 2

 4.2 振动传感器及测点配置 2

 4.3 转速传感器 4

 4.4 油液颗粒传感器（选配） 4

 4.5 通信 5

 4.6 数据采集及存储策略 5

 4.7 服务器数据存储 5

 4.8 数据显示及分析平台 5

 4.9 数据分析报告 5

5 包装、运输及贮存 5

 5.1 包装 5

 5.2 运输 6

 5.3 贮存 6

附录 A（资料性附录） 振动测点配置 7

附录 B（资料性附录） 振动传感器安装方法 9

 B.1 螺柱安装方式 9

 B.2 底座胶粘方式 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由能源行业风电标准化技术委员会风电电器设备分技术委员会（NEA/TC1/SC6）归口。

本标准起草单位：华锐风电科技（集团）股份有限公司、巴合曼电子技术服务（上海）有限公司、北京飞跃新能科技有限公司、北京观为时代科技有限公司、安徽容知日新信息技术有限公司、SKF 中国有限公司、北京威锐达测控系统有限公司、深圳市亚泰光电技术有限公司。

本标准主要起草人：汪锋、张雯、解锡伟、肖泽、瞿千上、徐建雷、韦俊、梁振奋、张峰武、麻郁、陈龙、果岩、华青松、陈涛、孙涛、江春、李亮、李林、刘先名、张兰兰。

本标准在执行过程的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

风力发电机组在线状态监测系统 技术规范

1 范围

本标准规定了风力发电机组（以下简称“风电机组”）在线状态监测系统的检测单元、传感器单元、通信单元、数据采集及存储、数据显示及软件功能等方面的技术要求。

本标准适用于并网型风力发电机组的传动链部件等的运行状态监测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 19873.1—2005 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第1部分：总则

GB/T 19873.2—2009 机器状态监测与诊断 振动状态监测 第2部分：振动数据处理、分析与描述

NB/T 31004—2011 风力发电机组振动状态监测导则

VDI3834 Blatt 1-2015 陆上带齿轮箱风力发电机组及其组件机械振动测量与评估（Measurement and evaluation of the mechanical vibration of wind energy turbines and their components Onshore wind energy turbines with gears）

3 术语和定义

NB/T 31004—2011 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

在线状态监测系统 condition monitoring system; CMS

根据风电机组的传动链结构特点，在传动链部件上安装传感器，通过在线方式连续监测各部件的数据，并通过分析来评估风电机组运行状况的系统。

3.2

检测单元 detection unit

实现对传感器、变送器及其他信号源的信号采集、信号调理、模数转换、信号预处理等功能，并具有一定的数据存储介质、数据通信接口的硬件设备。

3.3

振动传感器 vibration sensor

测量风电机组内相关部件的振动量的传感器，是借助于检测元件将被测对象的振动参量（位移、速度、加速度等）转换为与之成比例的电量（如电压、电流）输出的装置。

3.4

转速传感器 rotational speed sensor

测量风电机组内相关旋转轴的转速的传感器。

3.5

油液颗粒传感器 oil particle sensor

用来检测齿轮箱或轴承润滑油中金属颗粒含量的传感器。

3.6

数据瘦身 data reduction

按照保留有效数据及特征数据的原则，对系统数据库进行精简。

4 技术要求

4.1 检测单元

4.4.1 检测单元可以是独立单元或者半独立单元（内置机舱控制柜）。

4.4.2 检测单元技术参数应符合表 1 中的要求。

表 1 检测单元技术参数要求

参 数	指 标
AD 位数	不少于 24 位
振动测量范围	不超过±6V
输入通道	不少于 8 通道的同步信号采集，支持 ICP 传感器输入； 不少于 2 通道的模拟量输入通道（如不接入相应类型传感器，可不做配置）； 不少于 2 路计数器输入通道（如不接入相应类型传感器，可不做配置）； 所有通道均应实时同步采集
通信接口	可通过 Modbus/TCP 或其他方式同步采集风电机组运行参数（如转速、功率、风速等）
动态范围	不小于 96dB
幅值精度	±2%以内
频率响应	DC~≥20 000Hz ^a
供电	AC100V~AC240V，50Hz~60Hz 或 DC18V~DC30V
工作温度	常温型：-20℃~+45℃ 低温型：-30℃~+45℃
IP 防护等级	IP65（依据 GB/T 4208）
数据传输	支持网络传输
存储	具有内置存储介质，通信异常、掉电情况下数据不丢失
机械性能	满足 NB/T 31004—2011 中 6.3.7 要求
电气性能	满足 NB/T 31004—2011 中 6.3.4 要求
其他	具有时钟同步功能； 具有 ICP 传感器偏置电压检测功能
^a DC 表示直流，频率为 0Hz，即 0Hz~≥20 000Hz，该频率响应范围下限为 0Hz，上限最小值为 20 000Hz。	

4.2 振动传感器及测点配置

4.2.1 振动传感器

风电机组的振动状态监测宜选用振动加速度传感器。

所选用通频振动加速度传感器的技术参数应符合表 2 的要求，所选用低频振动加速度传感器的技术参数应符合表 3 的要求。

表 2 通频振动加速度传感器的技术参数要求

参 数	指 标
量程	不低于±60g
线性度	±1%以内
频率响应范围（±3dB）	0.5Hz~≥10 000Hz ^a
横向灵敏度	<5%
输出阻抗	<100Ω
壳绝缘电阻	>10 ⁸ Ω
冲击极限	5000g
工作温度	-40℃~+120℃
^a 本标准中该范围的含义都表示为频率响应下限为 0.5Hz，上限最小值为 10 000Hz。	

表 3 低频振动加速度传感器技术参数要求

参 数	指 标
量程	不低于±10g
线性度	±1%以内
频率响应范围（±3dB）	0.1Hz~≥10 000Hz ^a
横向灵敏度	<5%
输出阻抗	<100Ω
壳绝缘电阻	>10 ⁸ Ω
冲击极限	5000g
工作温度	-40℃~+120℃
^a 本标准中该范围的含义都表示为频率响应下限为 0.1Hz，上限最小值为 10 000Hz。	

4.2.2 振动传感器线缆

振动传感器线缆应具备较强的抗干扰和屏蔽能力，具有双绞屏蔽、独立地线引出，在有效距离范围内 10kHz 信号不衰减。

4.2.3 振动测点配置

振动测点个数及位置选择应根据风电机组的传动链结构而定，推荐测点个数见表 4。常见风电机组的推荐测点配置可参见附录 A。

表 4 风电机组在线状态监测系统所需的测点个数（括号中内容为可选）

风电机组部件	传感器数量	测量方向	频率范围
主轴承	1（+1）	径向（+轴向）	0.1Hz~≥10 000Hz
齿轮箱	4（+1）	径向+轴向	输入轴：0.1Hz~≥10 000Hz 其他：0.5Hz~≥10 000Hz

表 4（续）

风电机组部件	传感器数量	测量方向	频率范围
发电机	2	径向	0.5Hz~≥10 000Hz
塔筒（机舱机架）	（2）	a) 转子轴的方向 b) 转子轴的横截方向	0.1Hz~≥100Hz ^a
^a 本标准中该范围的含义都表示为频率响应下限为 0.1Hz，上限最小值为 100Hz。			

4.2.4 振动传感器安装方式

振动传感器的安装应遵循传递路径短、沿路径刚性最大的原则。要保证传感器端面与设备表面紧密接触，应满足 GB/T 19873.1 中的基本要求。

振动传感器的安装方式原则上采用螺柱固定安装方式，如风电机组传动链部件上不便于用螺柱安装时，可采用底座胶粘方式。具体安装方法可参见附录 B。振动传感器安装方式如图 1 所示。

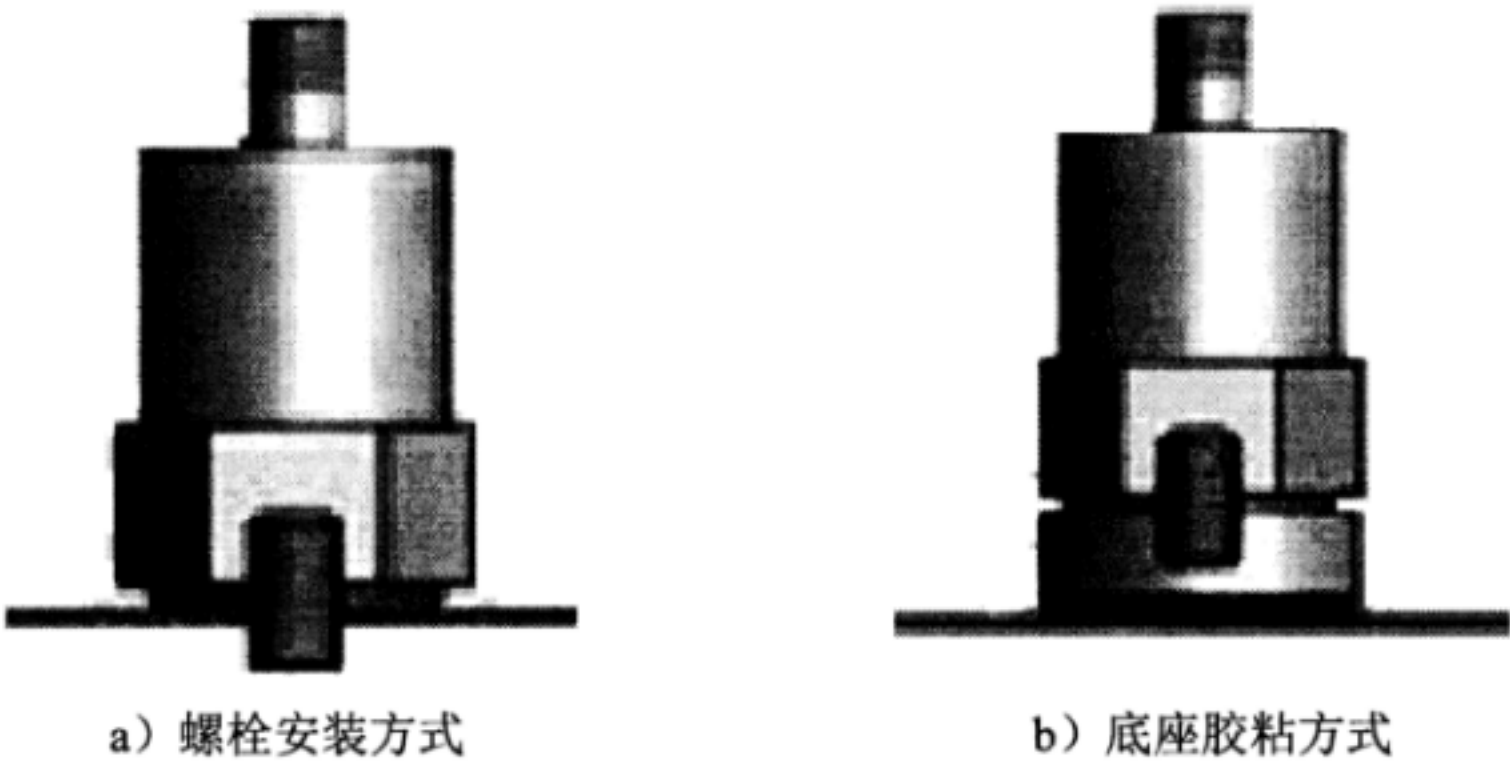


图 1 振动传感器安装方式

4.3 转速传感器

转速传感器技术参数应符合表 5 的要求。如风电机组上已有的转速编码器满足测量精度要求时，可采用该编码器测量转速。

表 5 转速传感器技术参数要求

参 数	指 标
测量转速范围	0r/min~3000r/min
供电电压	DC 18V~30V
工作温度	-40℃~85℃
防护等级	IP67
有无屏蔽	有

4.4 油液颗粒传感器（选配）

4.4.1 在风电机组上除测量振动外，可通过连续采集齿轮箱润滑油液中金属颗粒的含量反映齿轮箱的健康状况。

4.4.2 所选用油液颗粒传感器应能监测油液中颗粒物（黑色金属、有色金属等）的数量。

4.4.3 油液颗粒传感器安装在齿轮箱油液回路中过滤器的前端，以保证所要监测的油液未经过滤。

4.5 通信

系统所用通信设备应能保证数据安全、可靠地传输至数据服务器。

4.6 数据采集及存储策略

4.6.1 系统应具备实时连续循环采集功能，且采集数据长度应满足测量点所在转轴的 6 个~10 个周期（全转速范围内）。

数据存储策略应包含基于时间条件的数据存储、基于事件条件的数据存储。

4.6.2 基于时间条件的数据存储

系统应具备定时存储功能，时间间隔可设置，至少满足 6h 一次。

4.6.3 基于事件条件的数据存储

- a) 基于报警事件的数据存储：系统应具备至少预警和报警两个级别的触发采集及存储功能，报警阈值可设置。
- b) 基于工况事件的数据存储（推荐）：系统应能同步采集风机运行工况信息，如转速、功率、变桨、偏航、风速等信息，根据工况信息进行触发采集。

4.7 服务器数据存储

系统应具备数据库功能，保存原始数据、特征值、频谱等，且支持数据瘦身及导出。系统应具备数据同步功能，将风电场数据同步到远程中心，支持断点续传。

4.8 数据显示及分析平台

数据显示及分析平台具备的功能包括：

- a) 数据通信功能：用于与检测单元进行数据交互，接收检测单元所采集的数据。
- b) 数据管理功能：用于管理本地服务器数据，存储接收数据（如振动、功率、转速、风速等数据）；具备手动或自动备份数据库功能。
- c) 数据显示功能：用于对时域、频域数据进行显示，包含二维曲线图、三维瀑布图等。
- d) 振动幅值报警功能：系统应具备对振动幅值数据根据相关标准提供报警功能，至少可以设置两个级别的报警（即预警、报警）。
- e) 数据分析功能：包括统计分析（如均方根值、峭度等）、频域分析（如幅值谱、速度谱、包络谱、倒谱分析等）、趋势分析、阶次分析等，每通道数据分析谱线数应至少 6400 条。数据的处理及分析方法按照 GB/T 19873.2 要求。
- f) 运行控制及通信功能：系统应能对传感器、检测单元及通信设备状况进行监控，并能对异常状况进行记录存储；应能对检测单元采集参数进行更改，实现手动采集；具备手动复位功能。
- g) 用户管理功能：系统应具备用户管理功能，实现不同用户不同的访问及操作权限。

4.9 数据分析报告

系统应能满足数据分析的要求。分析报告的内容、周期由供应商与用户协商。

5 包装、运输及贮存

5.1 包装

产品包装应坚固牢实，能适应多次装卸运输，包装箱应采用防潮和防淋措施。

每套设备应附下列文件，文件应放在防潮袋内并固定于包装体内部：

- a) 文件目录；
- b) 产品技术性能参数；
- c) 安装使用说明；
- d) 维护说明；
- e) 产品合格证；
- f) 用户要求的其他文件。

5.2 运输

产品在运输过程中不得受雨雪侵蚀，不应受到有害碰撞。

5.3 贮存

产品贮存应放置在干燥、清洁、无雨雪侵入，无有害气体，空气流通，空气相对湿度不大于 90%，环境温度在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 的仓库中。

附录 A
(资料性附录)
振动测点配置

A.1 单点支撑结构的风电机组，传动链结构为“主轴+齿轮箱（两级行星+一级平行）+发电机”的测点配置见表 A.1。

表 A.1 （单点支撑）传动链结构为“主轴+齿轮箱（两级行星+一级平行）+发电机”的测点配置

部件名称	测点名称	传感器频率范围
主轴承	主轴承径向	0.1Hz~≥10 000Hz
	主轴承轴向（选配）	0.1Hz~≥10 000Hz
齿轮箱	一级行星级大齿圈径向	0.1Hz~≥10 000Hz
	二级行星级大齿圈径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	低速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端轴向	0.5Hz~≥10 000Hz
发电机	驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	非驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz

A.2 三点支撑结构的风电机组，传动链结构为“主轴+齿轮箱（一级行星+两级平行）+发电机”的测点配置见表 A.2。

表 A.2 （三点支撑）传动链结构为“主轴+齿轮箱（一级行星+两级平行）+发电机”的测点配置

部件名称	测点名称	传感器频率范围
主轴承	主轴承径向	0.1Hz~≥10 000Hz
	主轴承轴向（选配）	0.1Hz~≥10 000Hz
齿轮箱	齿轮箱输入端径向	0.1Hz~≥10 000Hz
	一级行星级大齿圈径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	低速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端轴向	0.5Hz~≥10 000Hz
发电机	驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	非驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz

A.3 支撑结构为主轴内置型的风电机组，传动链结构为“主轴 + 齿轮箱（两级行星+一级平行）+发电

机”的测点配置见表 A.3。

表 A.3 （主轴内置）传动链结构为“主轴+齿轮箱（两级行星+一级平行）+发电机”的测点配置

部件名称	测点名称	传感器频率范围
主轴承	主轴承径向	0.1Hz~≥10 000Hz
齿轮箱	一级行星级大齿圈径向	0.1Hz~≥10 000Hz
	二级行星级大齿圈径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	低速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	高速轴输出端轴向	0.5Hz~≥10 000Hz
发电机	驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz
	非驱动端径向	0.5Hz~≥10 000Hz

A.4 直驱式风电机组单主轴承结构的振动测点配置见表 A.4。

表 A.4 单主轴承直驱式结构测点配置

部件名称	测点名称	传感器频率范围
主轴承	主轴承径向垂直	0.1Hz~≥10 000Hz
	主轴承径向水平	0.1Hz~≥10 000Hz
	主轴承轴向	0.1Hz~≥10 000Hz

A.5 直驱式风电机组双主轴承结构的振动测点配置见表 A.5。

表 A.5 双主轴承直驱式结构测点配置

部件名称	测点名称	传感器频率范围
主轴承	前主轴承径向水平	0.1Hz~≥10 000Hz
	前主轴承径向垂直	0.1Hz~≥10 000Hz
	前主轴承轴向（选配）	0.1Hz~≥10 000Hz
	后主轴承径向水平	0.1Hz~≥10 000Hz
	后主轴承径向垂直	0.1Hz~≥10 000Hz
	后主轴承轴向（选配）	0.1Hz~≥10 000Hz
定子	径向水平（选配）	0.5Hz~≥10 000Hz

注：表中前后主轴承是指从风电机组叶轮侧向电机侧方向看。

附录 B

(资料性附录)

振动传感器安装方法

B.1 螺柱安装方式

螺柱安装方式适用于风电机组传动链部件上已事先预留好安装孔(内螺纹孔垂直度不大于 0.04mm, 内螺纹长度应参考传感器厂家的要求进行加工)的情况, 具体安装方式如下:

首先擦拭清理设备表面预留的传感器安装平面(平面直径不小于传感器直径的 1.1 倍); 然后用安装螺柱把传感器固定在安装位置, 再用力矩扳手固定传感器, 确保传感器和测点表面紧密接触(安装力矩一般为 $2.7\text{N}\cdot\text{m}\sim 6.8\text{N}\cdot\text{m}$, 具体参照传感器安装说明)。螺柱安装方式如图 B.1 所示。

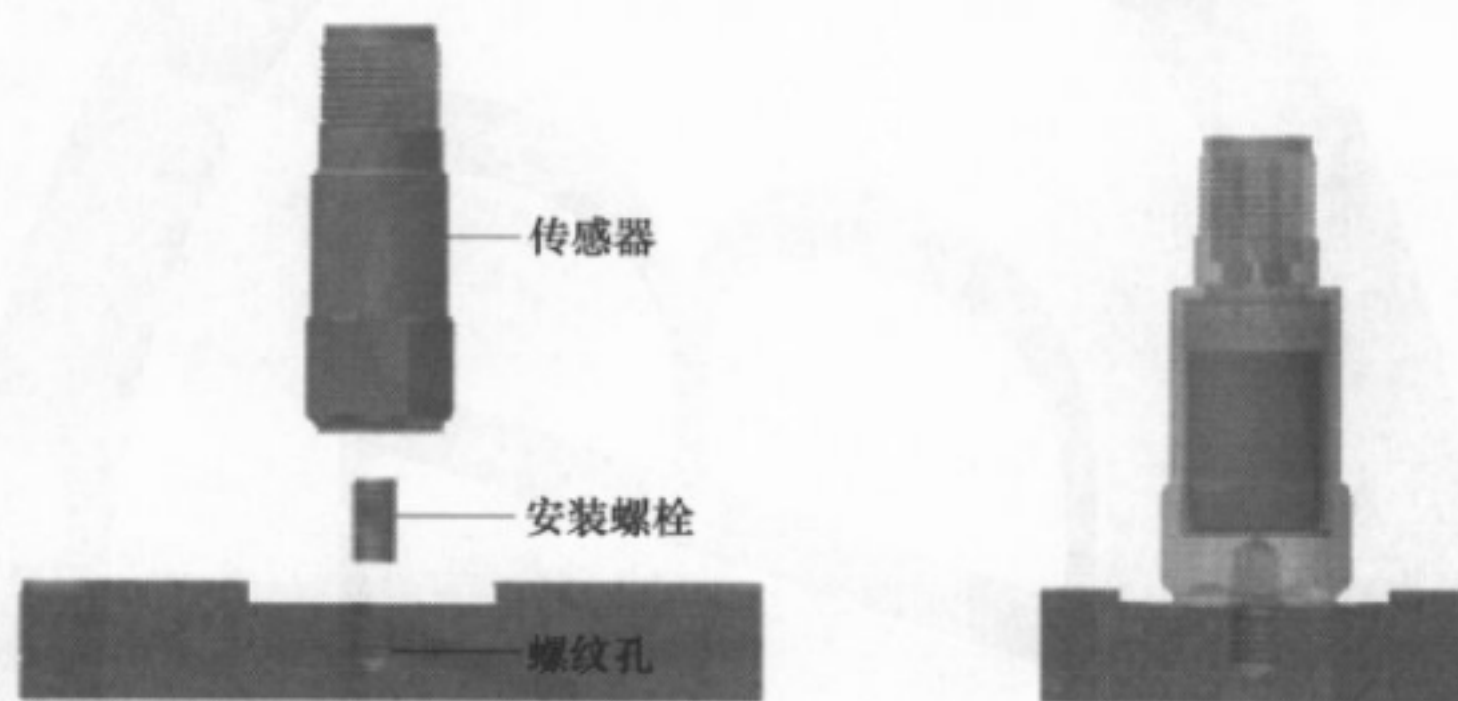


图 B.1 螺柱安装方式

B.2 底座胶粘方式

底座胶粘方式适用于风电机组传动链部件上未预留安装孔的情况, 具体安装方式如下:

首先擦拭清理设备表面的传感器安装平面, 打磨一个直径为安装面直径大小的平面(一般不小于胶粘底座直径的 1.1 倍), 喷涂适量活化剂; 然后再用专用胶水把传感器粘接座粘接到安装平面上, 将粘接的两部分按压结实, 待传感器粘接座固定好后, 将传感器安装到粘接座上, 力矩参考螺柱安装方式。底座胶粘安装方式及传感器底座示意图如图 B.2 所示。

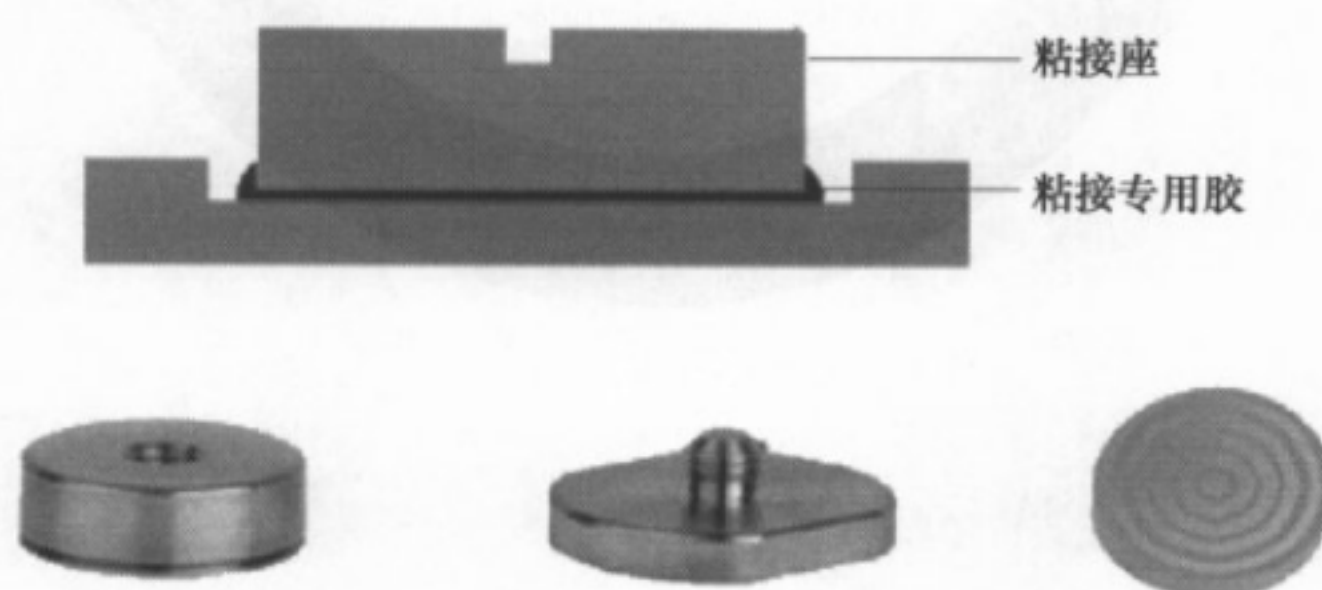


图 B.2 底座胶粘安装方式及传感器底座示意图