



团 标 准

T/CES XXXX-XXXX

隔离开关机械负载自动测量装置 技术规范

Technical Specifications of Automatic Measurement for Mechanical Load
of Disconnector

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 录

目 录	I
前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 隔离开关机械负载自动测量装置基本参数等级	2
4.1 扭矩传感器	2
4.2 装置本体	2
5 技术要求	2
5.1 安全性能	2
5.2 可靠性	2
5.3 基本功能要求	3
5.4 主要技术指标	3
5.5 绝缘性能	4
5.6 电磁兼容性能	5
5.7 环境适应性能	6
5.8 机械性能	6
5.9 外壳防护性能	7
6 试验	7
6.1 试验条件	7
6.2 装置的型式试验	7
6.3 装置与隔离开关联合性能检测试验	11
7 检验规则	12
7.1 装置单独试验	12
7.2 装置与隔离开关联合性能检测试验	12
7.3 型式试验	12
7.4 出厂试验	13
7.5 现场试验	13
8 标志、包装、运输和贮存	13

8. 1 标志.....	13
8. 2 包装.....	13
8. 3 运输.....	14
8. 4 贮存.....	14
附录 A(资料性附录).....	15
A.1 隔离开关机械负载装置主要结构及工作原理	15

前　　言

本标准按照 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分 标准的结构与编写》给出的规则起草。

本标准由中国电工技术学会提出。

本标准起草单位：国网上海检修公司、国网上海市电力公司、江苏省如高高压电器有限公司、上海思源高压开关有限公司、上海电力高压实业有限公司、国网松原供电公司、国网江苏检修公司。

本标准主要起草人：徐楠、王栋、李宁、王大方、王威、李荪琪、李洋、顾渊博、钱程晨、张建、刘宇、付小标、钱聪。

本标准为首次发布。

隔离开关机械负载自动测量装置技术规范

1 范围

本标准规定了隔离开关机械负载自动测量装置的术语和定义、结构、技术要求、试验及要求、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于变电站110kV及以上电压等级隔离开关机械负载自动测量装置的设计、生产、选型、运行、维护等。

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/T 11287 电气继电器第21部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验第1篇：振动试验（正弦）

GB/T 14537 量度继电器和保护装置的冲击、碰撞试验

GB/T 17626. 2 电磁兼容试验和测量技术静电放电抗扰度试验

GB/T 17626. 3 电磁兼容试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验

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

GB/T 17626. 5 电磁兼容试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626. 6 电磁兼容试验和测量技术射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

GB/T 17626. 8 电磁兼容试验和测量技术工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626. 9 电磁兼容试验和测量技术脉冲磁场抗扰度试验

GB/T 17626. 10 电磁兼容试验和测量技术阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 17626. 11 电磁兼容试验和测量技术电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2423. 1 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验A：低温

GB/T 2423. 2 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验B：高温

GB/T 2423. 3 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Cab：恒定湿热方法

GB/T 2423. 4 电工电子产品环境试验第2部分：试验方法试验Db：交变湿热（12h+12h循环）

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法

DL/T 860 电力自动化系统通信网络和系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3. 1

隔离开关机械负载自动测量装置 Automatic Measurement for Mechanical Load of Disconnector

对110kV及以上电压等级隔离开关电动操动机构主轴扭矩进行长期监测，对监测数据进行汇总、分析、评价。

3. 2

主轴扭矩 Torque of Spindle

隔离开关操动机构输出轴承受的隔离开关负载扭力矩，单位N.m。

3.3

扭矩监测传感器 Torque Monitoring Sensor

扭矩监测传感器用于监测主轴扭矩值，其监测扭矩值的大小应准确反映机构主轴扭矩状态，并将其转换为可采集的信号。

3.4

扭矩标定传感器 Torque Calibration Sensor

用于在现场对主轴监测扭矩传感器进行标定和校准的标准扭矩传感器。

3.5

测量曲线 Measurement Curve

装置以隔离开关合闸、分闸转动角度（如 $1^\circ \sim 2^\circ$ ）对扭矩传感器进行采样，得出一系列转角 θ 与力矩 M 相对应的数据，并以 θ 为横坐标， M 为纵坐标绘制 $M=f(\theta)$ 的曲线。测量曲线能直观的反映某一转角下的扭矩值。

3.6

历史曲线 Historical Curve

历史曲线是同一台设备前一次测量的 $M=f(\theta)$ 曲线。

3.7

长期稳定性 Long-term Stability

在相同条件下扭矩传感器在一定时间内，变形示值保持不变的程度。

4 隔离开关机械负载自动测量装置基本参数等级

4.1 扭矩传感器

- a) 供电电压： 6~15V(DC)；
- b) 环境温度： -40~+70°C；
- c) 密封等级： IP65；
- d) 长期稳定性能： 0.1%FS/年；
- e) 电气接口(信号接口)： 屏蔽电缆；
- f) 机械连接： 按用户要求。

4.2 装置本体

- a) 工作电源： AC220V，允许偏差为-20%~+15%；
- b) 环境温度： -40°C~+70°C；
- c) 相对湿度： 不超过95%；
- d) 海拔： 不超过2000m；
- e) 使用场所无易燃易爆和化学腐蚀物质，无频繁激烈振动和摆动。

5 技术要求

5.1 安全性能

传感器的安装和接入不应改变电动机构的机械特性，不影响现场设备的安全运行，装置安装后不影响机构的检修工作。

5.2 可靠性

传感器需保证在主轴最大扭矩值条件下长期正常、稳定工作。装置的设计应充分考虑其工作条件下的各种影响因素，应能长期可靠工作，平均无故障工作时间（MTBF）应大于25000h。

5.3 基本功能要求

5.3.1 通用功能

5.3.1.1 通信：装置具备与站内监测后台数据交互的接口，与站内监测后台数据交互满足 IEC61850 通讯要求。

5.3.1.2 对时：装置应具备对时功能。

5.3.1.3 自检：装置应具备对传感器连接状况、自身关键部件和通讯回路自检功能。

5.3.1.4 监测记录：

- a) 装置应具备对分合闸主轴扭矩参量进行长期监测功能；
- b) 能测量、保存、查询操动机构主轴扭矩和转角。其输出的数据格式能在电脑专用软件下绘制以分合闸转角 θ 为横坐标，主轴 M 为纵坐标的 $M=f(\theta)$ 曲线；
- c) 可预先录入变电站名、隔离开关回路名、测量时间（即年月日时秒）等，并与测量曲线相对应；
- d) 装置不应因外部访问而删除记录数据；不应提供人工删除和修改记录数据的功能。

5.3.1.5 诊断：

- a) 在监测电脑中操作诊断软件的相关指令，能将当前曲线和历史曲线显示在同一坐标里进行比较，判断曲线的变化趋势，提出检修建议。诊断分析系统的判断依据应是大量测试数据的统计、分析和检修实践的总结，应具有较强的实际指导意义；
- b) 在监测电脑中操作诊断软件的相关指令，能将测量结果和诊断分析结果自动生成 word 监测报告和 EXCEL 文档。监测报告包括变电站名、隔离开关回路名、测量时间、测量测试以及在要求查看的时间段的分合闸 $M=f(\theta)$ 曲线。

5.3.1.6 其它：

- a) 系统能自动识别当前操作的状态是分闸或合闸，并将此状态与测量数据一起记录；
- b) 如果扭矩传感器采用现场粘贴应变片方案，其粘贴工艺应满足相关专业工艺的要求；
- c) 如果扭矩传感器采用现场粘贴应变片方案，可对其进行现场标定，标定传感器的精度不大于 3 级；
- d) 装置在不工作时应处于休眠状态，工作时自动唤醒。

5.4 主要技术指标

5.4.1 通用要求

通用技术要求按照 Q/GDW 1535 执行。

5.4.2 扭矩传感器

5.4.2.1 主要技术参数

标定扭矩传感器主要技术参数见表 1。

表 1 扭矩传感器主要技术参数

技术参数	技术指标	单位	备注
额定扭矩	1000	N·m	主轴扭矩传感器
	225	N·m	标定扭矩传感器
安全过负荷率	150	%	
输出灵敏度	1~3	mV/V	

技术参数	技术指标	单位	备注
综合精度	±0.5	%	商品传感器
	±3	%	标定用传感器
	±4	%	现场贴片式传感器
温度补偿范围	-20~+60	℃	
激励电压	6~15	VDC	
绝缘电阻	≥500	MΩ /100VDC	

5.4.2.2 安装方式

扭矩传感器可以安装在电动机构箱内主轴上，也可安装在电动机构箱外主轴上。如安装在原机构箱外，应采取防锈、防尘、防雨、防凝露措施，箱体的防护等级不小于IP65。

扭矩传感器的信号引线应连接可靠，不因主轴的转动而松动、折断影响信号传输。

5.4.3 通信

5.4.3.1 通讯协议：装置与站内监测后台之间通信应采用IEC61850协议。

5.4.3.2 通讯接口：装置应至少具备2个独立的光纤接口，接口宜采用LC/ST光接口，网络通信介质宜采用多模光纤。

5.4.4 装置

5.4.4.1 布局方式：可以安装在电动机构箱内，也可就近安装在箱外。。

5.4.4.2 装置接口：接口见表2和表3。

表2 电源端子定义

序号	输入端子名称	备注
1	电源L	
2	电源N	
3	GND	

表3 信号接口定义

序号	类型	数量	备注
1	模拟量	≥2	4~20 mA
2	RS485	1	
3	USB	1	
4	SD卡	1	
5	光以太网口	2	LC/ST
6	开入量	≥4	

5.5 绝缘性能

5.5.1 绝缘电阻

在正常试验大气条件下，装置各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，绝缘电阻的要求见表4：

表4 绝缘电阻要求

额定工作电压Ur	绝缘电阻要求
----------	--------

$Ur \leqslant 60V$	$\geqslant 100M\Omega$ (用250V绝缘电阻表测量)
$60V < Ur < 60V$	$\geqslant 500M\Omega$ (用500V绝缘电阻表测量)
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $60V < Ur < 60V$ 的要求	

5.5.2 介质强度

介质强度要求如下：

- a) 在正常试验大气条件下，装置各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，应能承受频率为 50Hz，历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象；
- b) 工频耐压试验电压值按表5规定进行选择，也可以采用直流试验电压，其值应为规定的交流试验电压值的 1.4 倍。

表 5 试验电压要求

额定工作电压Ur	交流试验电压有效值
$Ur \leqslant 60V$	0.5kV
$60V < Ur < 60V$	2.0kV
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路试验电压采用 $60V < Ur < 60V$ 的要求	

5.5.3 冲击电压

在正常试验大气条件下，装置各独立电路与外露的可导电部分之间，以及各独立电路之间，应能承受 $1.2/50 \mu s$ 的标准雷电波的短时冲击电压试验而无击穿闪络及元件损坏现象。当额定工作电压大于 60V 时，开路试验电压为 5kV；当额定工作电压不大于 60V 时，开路试验电压为 1kV。

5.6 电磁兼容性能

传感器的安装和接入不应改变电动机构的机械特性，不影响现场设备的安全运行，装置安装后不影响机构的检修工作。

5.6.1 抗干扰要求

装置的抗扰度应符合表 6 的要求。

表 6 装置的抗扰度要求

端口	试验项目	基础标准	试验等级	标准要求
外壳	静电放电 (ESD)	GB/T 17626. 2	4级	B或A
	射频电场辐射	GB/T 17626. 3	3级	A
	工频磁场	GB/T 17626. 8	5级	A
	脉冲磁场	GB/T 17626. 9	5级	A
	阻尼振荡磁场	GB/T 17626. 10	5级	A
交流电源	电压暂降	GB/T 17626. 11	3级	B或A
	脉冲群	GB/T 17626. 4	4级	B或A
	浪涌	GB/T 17626. 5	4级	B或A
	射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626. 6	3级	A
直流电源	脉冲群	GB/T 17626. 4	4级	B或A

端口	试验项目	基础标准	试验等级	标准要求
	浪涌 射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626. 5 GB/T 17626. 6-2008	4级 3级	B或A A
I/O信号控制 (包括功能 接地端口的 连接线)	脉冲群 射频场感应的传导骚扰	GB/T 17626. 4 GB/T 17626. 6	4级 3级	B或A A

5.6.2 抗扰度性能判据

性能判据如下：

- a) 试验过程中，在技术要求限值内功能或性能正常，可判定为 A 级；
- b) 试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但能自行恢复，可判定为 B 级；
- c) 试验过程中，功能或性能暂时降低或丧失，但需要人工干预或系统复位才能恢复，可判定为 C 级；
- d) 试验过程中，出现设备（元件）或软件损坏（存储数据丢失）、功能丧失，性能下降，即使人工干预或系统复位也不能恢复，可判定为 D 级。

5.7 环境适应性能

5.7.1 环境适应性能试验环境温度、类别与严酷等级

环境适应性能试验环境温度、类别与严酷等级见表 7。

表 7 考核适用温度

单位： °C

环境温度	严酷等级	
	低温温度	高温温度
-25～+45	-25	+70
-40～+45	-40	+70

5.7.2 低温

装置应能承受 GB/T 2423. 1 规定的低温试验，试验温度为表 7 规定的低温温度，试验时间 2h。

5.7.3 高温

装置应能承受 GB/T 2423. 2 规定的高温试验，试验温度为表 7 规定的高温温度，试验时间 2h。

5.7.4 恒定湿热

装置应能承受 GB/T 2423. 3 规定的恒定湿热试验。试验温度 +40°C ± 2°C，相对湿度 (93 ± 3) %，试验时间为 48h。

5.7.5 交变湿热

装置应能承受 GB/T 2423. 4 规定的交变湿热试验。高温温度 55°C，循环次数 2 次。

5.8 机械性能

5.8.1 振动

装置应能承受 GB/T 11287 中规定的严酷等级为 I 级的振动耐久试验。

5.8.2 冲击

装置应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的冲击耐久试验。

5.8.3 碰撞

装置应能承受 GB/T 14537 中规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验。

5.9 外壳防护性能

5.9.1 防尘

在电动机构箱内安装的装置，应符合 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP31 的要求；箱外安装的装置，应符合 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP55 的要求。

5.9.2 防水

5.10.2.1 在电动机构箱内安装的装置，应符合 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP31 的要求；箱外安装的装置，应符合 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP55 的要求。

5.10.2.2 户外使用的装置，应符合 GB4208 中规定的外壳防护等级 IP55 的要求。

6 试验

6.1 试验条件

除非另有规定，正常试验大气条件不应超出下列范围：

- a) 环境温度 +15 °C ~ +35 °C (户外试验不做要求)；
- b) 相对湿度 25% ~ 75%；
- c) 大气压力 86kPa ~ 106kPa。

6.2 装置的型式试验

6.2.1 结构和外观检查

结构外观要求如下：

- a) 装置各电气连接部位应密封良好，防止潮气进入。
- b) 装置外壳的外露导电部分应在电气上连成一体，并可靠接地。
- c) 外壳应满足发热元器件的散热要求。
- d) 机箱模块应插拔灵活、接触可靠、互换性好。
- e) 外表涂敷、电镀层应牢固均匀、光洁，不应有脱皮锈蚀等。

6.2.2 基本功能检验

6.2.2.1 装置

按照现场配置方案组成在线监测系统，连接电脑（电脑中需安装测试软件），给监测装置通电，施加相应信号，分项检验在线监测装置是否具有本规范 6.4 条所描述的各项功能。

6.2.2.2 诊断软件

将装置测试的多组数据传送到站内后台电脑，在专用诊断软件环境下，操作相关指令，检验诊断软件是否具有本规范 6.4.1.5 条所描述的各项功能。

6.2.3 扭矩传感器检验

6.2.3.1 重复性、直线度、滞后、长期稳定性的检定

- a) 将扭矩传感器安装调整到工作状态,按照本规范第 7.2.2.1 条要求对扭矩传感器和与其相连的电脑和激励电源进行连接和预热。
- b) 需要时,重新对扭矩传感器输入端的激励电压进行测量和调整,并进行测试前的清零。
- c) 对扭传感器施加预负荷至少 3 次,每次额定负荷的保持时间应为 30s~1min。每次加荷至额定负荷后卸荷到零负荷,等待至少 30s。
- d) 卸除最后一次预负荷之后,等待 1min。根据需要,可对激励电压进行检测或调整,读取零点输出值。
- e) 检定的初级负荷一般为额定负荷的 10%~20%,检定点应尽量均匀分布,一般不少于 5 点(不包括零负荷),推荐为 8 点(分别为额定负荷的 10%、20%、30%、40%、50%、60%、80%、100%)。
- f) 逐级施加递增负荷,直到额定负荷。在每一级负荷加到后,保持一定时间,再读取输出值。负荷保持时间可取 15s、30s、1min,推荐取 30s 在取其他时间时,应注明。
- g) 达到额定负荷后,逐级施加递减负荷。在每级负荷退回后,保持一定时间,再读取输出值,负荷保持时间可取 15s、30s、1min,推荐取 30s 在取其他时间时,应注明。
- h) 退回到零负荷,保持 1min,读取零点输出值。
- i) 连续进行 f~h 步骤至少 3 次,
- j) 对于 0.01s 级、0.02s 级、0.02s 级、0.05s 级扭矩传感器,在完成 i) 步骤后,将扭矩传感器

绕主轴线依次转到 120°、240° 方位角上,如无法实现上述转角位置,则允许采用下面的位 0°、90°、180°、270°。每次转动后,应预加额定负荷 1 次,再对扭矩传感器施加额定负荷 1 次,并记录各个方位下的额定负荷输出值,退回到零负荷。

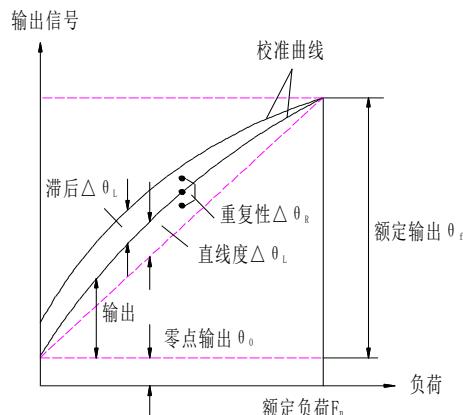


图 1 扭矩传感器校验曲线示意图

- k) 额定负荷下输出
 - 1) 没有方位试验时

$$\theta_f = \theta_{f\varphi} (\varphi = 0^\circ) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\theta_{fi} - \theta_{0i}) \quad (1)$$

- 2) 有方位试验时

$$\theta_f = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\theta_{fi} - \theta_{0\varphi}) \quad (2)$$

注: 在有方位时 θ_f 的计算中 0° 方位角的额定输出值应为 0° 方位角第一个试验循环时额定负荷下的读数值

3) 重复性

4) 直线度

$$L = \frac{\Delta \theta_L}{\theta_f} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

5) 滞后

$$H = \frac{\Delta\theta_H}{\theta_f} \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

6) 输出灵敏度

注：当配用的指示仪表直接以 mV/V 为单位时，不必按公式（6）进行计算，可以直接引用额定负荷时仪表指示值作为扭矩传感器输出灵敏度。

7) 长期稳定性

注：6.2.3 条只针对采用商品扭矩传感器时的试验。

6.2.3.2 标定传感器

标定传感器用标准砝码进行校验。将传感器(摇臂式)夹件端固定，在其另一端(拉手上)挂砝码，在检测仪的测量界面上读出力值P，用此力值与砝码值进行比较，其误差±3% N。

说明：扭矩 $M=力 P \times 力臂 L$ ，摇把臂长 L 为固定值，故校验力值等同于校验扭矩值（N·m）。

6.2.4 绝缘性能试验

6.2.4.1 绝缘电阻试验

在正常试验大气条件下，按表 4 要求对各被试回路进行绝缘电阻试验，测量时间不小于 5s。在试验整机对地绝缘电阻时，应拔出装有半导体器件（光耦器件除外）的印制板。测试前应断开被试回路与外部的电气连接。测试结果应满足 6.6.1 的要求。

6.2.4.2 介质强度试验

在正常试验大气条件下，按表 5 要求对各被试回路进行介质强度试验。试验前，除被试回路外，其余回路应等电位互联并接地。试验电压从零开始，在 5s 内逐渐升至规定值并保持 1min，然后迅速平滑地降至零值。测试完毕断电后用接地线对试品完全放电。

对额定电压为 60V 的半导体期间（光耦器件除外），在进行整机介质强度试验时应采取防护措施，如拔出有关插件或短接有关电路。

测试室在试验过程中及试验后，装置不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

6.2.4.3 冲击电压试验

在正常试验大气条件下，按 6.6.3 的要求对各被试回路进行冲击电压试验。试验前，除被试回路外其余回路应等电位互联并接地。试验过程中及试验后，装置不应发生击穿、闪络及元器件损坏现象。

6.2.5 电磁兼容性能试验

6.2.5.1 静电放电抗扰度试验

按照 GB/T 17626.2 中规定，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 接触放电或空气放电;
- c) 在外壳和工作人员经常可能触及的部位;
- d) 试验电压: 接触放电 8kV, 空气放电 15kV;
- e) 正负极性放电各 10 次, 每次放电间隔至少 1s;
- f) 在施加干扰的情况下, 装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照 GB/T 17626.3 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 频率范围: 80MHz~3000MHz;
- c) 试验场强: 10V/m;
- d) 要求在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按照 GB/T 17626.4 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 试验电压: 电源端口 4kV, 数据端口 2kV;
- c) 在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

按照 GB/T 17626.5 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 试验电压: 4kV;
- c) 在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

按照 GB/T 17626.6 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 频率范围: 150kHz~80MHz;
- c) 试验场强: 10V;

在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.6 工频磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.8 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 磁场强度: 100A/m;
- c) 在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 脉冲磁场抗扰度试验

6.2.5.7 脉冲磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.9 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 磁场强度: 1000A/m;
- c) 在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.5.8 阻尼振荡磁场抗扰度试验

按照 GB/T 17626.10 中规定, 并在下述条件下进行:

- a) 监测装置在正常工作状态;
- b) 磁场强度: 100A/m;
- c) 在施加干扰的情况下, 监测装置应满足 6.7.2 电压暂降抗扰度试验。

6.2.5.9 电压暂降、短时中断抗扰度试验

按照 GB/T17626.11 中规定进行，并在下述条件下进行：

- a) 监测装置在正常工作状态；
- b) 暂降电压：60%UT；
- c) 持续时间：10 个周波；
- d) 在施加干扰的情况下，监测装置应满足 6.7.2 中的性能判据要求。

6.2.6 环境适应性能试验

6.2.6.1 低温试验

按 GB/T 2423.1 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受表 7 中规定的严酷等级对应的低温温度、持续时间 2h 的低温试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

6.2.6.2 高温试验

按 GB/T 2423.2 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受表 5.7 中规定的严酷等级对应的高温温度、持续时间 2h 的高温试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

6.2.6.3 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受温度 $+40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度(93 ± 3)%、持续时间 48h 的恒定湿热试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

6.2.6.4 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受严酷等级为高温 55°C 、循环次数为 2 次的交变湿热试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

6.2.7 机械性能试验

6.2.7.1 振动试验

按 GB/T 11287 中规定的试验要求和试验方法，对监测装置进行严酷等级为 1 级的振动耐久试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

6.2.7.2 冲击试验

按 GB/T 14537 中规定的试验要求和试验方法，对监测装置进行严酷等级为 1 级的冲击耐久试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

6.2.7.3 碰撞试验

按 GB/T 14537 中规定的试验要求和试验方法，对监测装置进行严酷等级为 1 级的碰撞试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

6.2.8 外壳防护性能

6.2.8.1 防尘

按 GB 4208 中规定的试验要求和试验方法进行，电动机构箱内的装置，应符合外壳防护等级 IP31 的要求；箱外安装的装置，应符合外壳防护等级 IP55 的要求。

6.2.8.2 防水

按 GB 4208 中规定的试验要求和试验方法进行，电动机构箱内的装置，应符合外壳防护等级 IP31 的要求；箱外使用的装置，应符合外壳防护等级 IP55 的要求。

6.3 装置与隔离开关联合性能检测试验

联合性能检测的前提条件：传感器及应在隔离开关电动机构上安装完毕，接收装置安装在机构箱内或箱外就近安装。宜采用单独电源和接地。试验前整个装置处于正常运行状态。

联合性能检测试验中，隔离开关本体的试验项目和性能在满足 GB1985 的基础上，应补充本条款规

定的试验项目。

6.3.1 电动机构二次绝缘试验

辅助和控制回路按 GB/T 11022 中 6.2.10 规定的方法和判据进行 1min 工频耐压试验，试验电压为 2000V。试验后，整个传感系统不应损坏，不允许出现通信中断、丢包、输出异常信号等故障，进行 5 次分、合闸操作。

6.3.2 机械寿命试验

按 GB1985 中的规定和方法进行机械寿命试验，试验过程中，传感器输出信号正常、接收装置通讯正常。整个传感系统不应损坏，不允许出现通信中断、丢包、输出异常信号等故障。

7 检验规则

检测试验包括装置的单独试验及装置与隔离开关联合性能检测试验两类。

7.1 装置单独试验

装置检验分为型式试验、出厂试验、现场试验 3 类。试验项目按表 8 的规定进行。

表 8 试验项目

序号	检验项目	技术要求	型式试验	出厂试验	现场试验
1	结构和外观检查	5.5	●	●	●
2	基本功能检查	5.4	●	●	●
3	测量误差及重复性试验	5.5	●	●	●
4	绝缘电阻试验	5.6.1	●	●	*
5	介质强度试验	5.6.2	●	●	○
6	冲击电压试验	5.6.3	●	●	○
7	电磁兼容性能试验	5.7	●	○	○
8	低温试验	5.8.2	●	○	○
9	高温试验	5.8.3	●	○	○
10	恒定湿热试验	5.8.4	●	○	○
11	交变湿热试验	5.8.5	●	○	○
12	振动试验	5.9.1	●	○	○
13	冲击试验	5.9.2	●	○	○
14	碰撞试验	5.9.3	●	○	○
15	防尘试验	5.10.1	●	○	○
16	防水试验	5.10.2	●	○	○

7.2 装置与隔离开关联合性能检测试验

装置与隔离开关联合性能检测试验包括型式试验、出厂试验。试验项目按表 9 的规定进行。

表 9 试验项目

序号	检验项目	技术要求	型式试验	出厂试验	现场试验
1	二次绝缘试验	GB/T 11022	●	○	○
2	机械寿命试验	GB1985	●	○	○

7.3 型式试验

有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型；
- b) 连续批量生产的装置每4年一次；
- c) 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产1年以上又重新恢复生产时；
- e) 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- g) 合同规定进行型式试验时。

7.4 出厂试验

每台装置出厂前应在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验，检验合格后，附有合格证，方可允许出厂。

7.5 现场试验

现场试验是现场运行单位或具有资质的检测单位对现场待测装置性能进行的测试。现场试验一般分两种情况：

- a) 定期例行试验，试验周期为1年～3年；
- b) 必要时。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 在装置的显著位置应有下列标志

- a) 装置型号；
- b) 产品全称；
- c) 制造厂全称及商标；
- d) 额定参数；
- e) 出厂年月及编号。

8.1.2 在包装箱的适当位置，应标有显著、牢固的包装标志，内容包括

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 设备数量；
- d) 包装箱外形尺寸及毛重；
- e) 包装箱外面书写“防潮”、“小心轻放”、“不可倒置”等字样，标记应符合GB/T 191的规定。

8.2 包装

8.2.1 产品包装前的检查

- a) 产品的合格证书和产品说明书、附件、备品、备件齐全；
- b) 产品外观无损伤；
- c) 产品表面无灰尘。

8.2.2 包装的一般要求

产品应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防振等措施。

8.3 运输

产品应适用于陆运、空运、水（海）运，并按照运输装卸包装箱上的标准进行操作。运输允许的环境温度为-40℃～+70℃，相对湿度不大于 85%。

8.4 贮存

包装好的装置应存贮在环境温度为-25℃～+55℃、相对湿度不大于 85% 的库房内，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘雨雪的侵蚀。

附录 A(资料性附录)

A.1 隔离开关机械负载装置主要结构及工作原理

装置分为两大部分：现场测试装置和诊断分析系统（即软件）。现场测试装置通过传感器采集操动机构主轴扭矩和主轴转角后，测试电路对信号进行处理、暂存，由光缆将信号传送至后台电脑。诊断分析系统是一套诊断工具软件，它安装于后台电脑中。使用者只要打开测试数据包，输入相应的指令，系统能自动诊断该台产品与历史数据的差异及提出处理意见并输出测试报告，系统原理框图见图A.1。

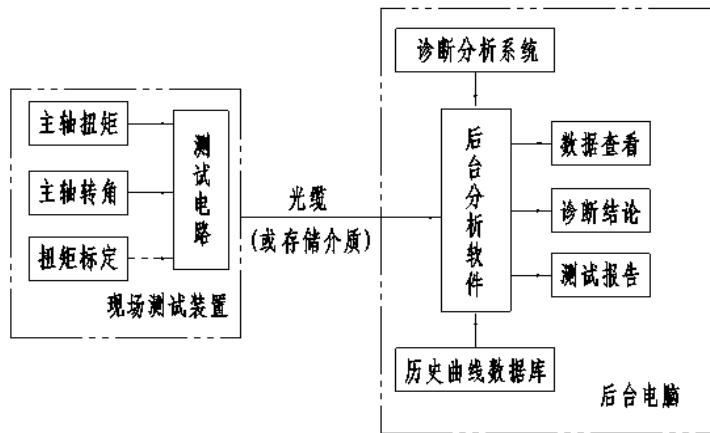


图 A.1 装置原理框图

现场测试装置由扭矩传感器、接口电路I/O及控制电路等组成。扭矩传感器根据不同使用条件，可以用电阻应变片现场粘粘在机构操作轴（管）上，也可以串接在操动机构主轴上。转角传感器固定在主轴圆周上与主轴一起转动，也可以用其它等效方案。测试电路安装在隔离开关电动机构箱内或制作专用箱安装在电动机构箱外就近位置。

来自输出轴扭矩的信号和转角信号输入接口电路，经过放大、A/D转换后续控制电路。当隔离开关分闸或合闸结束后将数据存储在移动盘（SD卡）中，或实时通过光缆输入后台电脑。本地通讯接口供现场调试与电脑通讯。

当采用电阻应变片现场制作扭矩传感器时，需要采用标定用传感器对其进行现场扭矩值标定，标定完成后标定传感器可拆除（图1中以虚线标出）。

后台分析是该装置的专用软件，现场测试数据通过光缆传输自动保存在电脑中，可以绘制测试曲线、查看历史测试数据、进行专家诊断等操作。