

ICS 27.120.20

N 31

备案号: 24184-2008

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1086 — 2008

光电式 (CCD) 静力水准仪

Photoelectric type (CCD) hydrostatic level

2008-06-04 发布

2008-11-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 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 基本原理和产品规格	1
4.1 基本原理	1
4.2 产品规格	1
5 技术要求	2
5.1 环境条件	2
5.2 性能参数	2
5.3 绝缘电阻	3
5.4 抗电强度	3
5.5 抗电磁干扰	3
5.6 稳定性	3
5.7 连续通电	3
5.8 耐运输颠振性能	3
5.9 外观及其他	3
6 试验方法	3
6.1 主要试验设备	3
6.2 性能参数检验	3
6.3 绝缘电阻试验	4
6.4 抗电强度试验	4
6.5 抗电磁干扰试验	4
6.6 稳定性试验	4
6.7 连续通电试验	5
6.8 耐运输颠振性能试验	5
6.9 外观及其他检验	5
7 检验规则	5
7.1 检验分类	5
7.2 出厂检验	5
7.3 型式检验	5
8 标志、包装、运输、储存	6
8.1 标志	6
8.2 包装	6
8.3 运输	6
8.4 储存	6
9 产品随行文件	7

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于印发 2006 年行业标准项目计划的通知》（发改办工业〔2006〕1093 号）进行编制的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业大坝安全监测标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准主要起草单位：北京木联能工程科技有限公司。

本标准主要起草人：郭晨、尚宏、闵俊武、陆声鸿、刘爱梅、张立英、贡保臣、江兴南。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市宣武区白广路二条一号，100761）。

光电式（CCD）静力水准仪

1 范围

本标准规定了光电式（CCD）静力水准仪（以下简称 CCD 静力水准仪）的产品规格、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、储存。

本标准适用于大坝及其他岩土工程安全监测中应用连通管法（即流体静力水准法）测量垂直位移的 CCD 静力水准仪的设计、生产、试验、使用、维护及仲裁检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 7261	继电器及装置基本试验方法
GB/T 7665	传感器通用术语
DL/T 478	静态继电保护及安全自动装置通用技术条件
DL/T 5211	大坝安全监测自动化技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

分辨力 **resolution**

传感器在规定测量范围内可能检测出的被测量的最小变化量。

3.2

基本误差 **intrinsic error**

在正常试验条件下仪器仪表的示值误差。

4 基本原理和产品规格

4.1 基本原理

CCD 静力水准仪是采用 CCD 器件（电荷耦合器件）实现的一种非接触式高精度自动化位移测量设备，根据连通管内液面保持自然水平的原理，能够通过浮子标杆的上下相对移动在 CCD 上产生投影而测出各测点液面垂直位移变化，经与参考点液面位移变化的比较，计算出各测点的相对垂直位移。CCD 静力水准仪的基本测量原理如下：当一束光照向 CCD 时，CCD 静力水准浮子的标杆在 CCD 上产生一个投影，CCD 的像元将光强转换成电荷量存储。CCD 驱动器产生相应逻辑时序将电荷信息移出，输出信号经过处理后，算出 CCD 静力水准仪浮子标杆的准确位置，据此得到测点液面的位移值，结果由通信接口发送到监测计算机或其他外接设备，原理框图如图 1 所示。

4.2 产品规格

CCD 静力水准仪的产品规格见表 1。

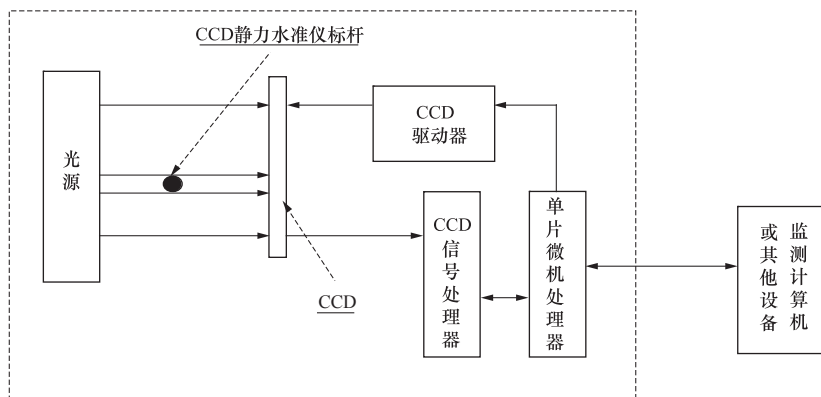


图 1 CCD 静力水准仪原理框图

表 1 CCD 静力水准仪产品规格

mm

仪器类型名称	测 量 范 围
CCD 静力水准仪	0~20
	0~35
	0~40
	0~50
	0~100

5 技术要求

5.1 环境条件

5.1.1 正常工作条件

- 环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度 $\leq 95\%$ 。
- 大气压力为 $53\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

5.1.2 正常试验条件

- 环境温度为 $+15^{\circ}\text{C}\sim +35^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度为 $25\%\sim 75\%$ 。
- 大气压力为 $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

5.1.3 仲裁试验条件

- 环境温度为 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 相对湿度为 $45\%\sim 55\%$ 。
- 大气压力为 $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

5.2 性能参数

CCD 静力水准仪的性能参数应满足以下要求：

- 通信接口：满足 DL/T 5211 中有关要求。
- 分辨力 $k\leq 0.02\text{mm}$ 。
- 基本误差 $\delta_1\leq 0.5\%F\cdot S$ 。
- 不重复度 $\delta_2\leq 0.25\%F\cdot S$ 。

- e) 滞后误差 $\delta_3 \leq 0.25\%F \cdot S$ 。
- f) 工作电源：满足 DL/T 5211 中 6.1.2 有关要求。

5.3 绝缘电阻

CCD 静力水准仪的交流输入回路与外壳之间绝缘电阻值应大于 $50M\Omega$ 。

5.4 抗电强度

CCD 静力水准仪的交流输入回路与外壳之间介质强度应满足 DL/T 478 的要求。

5.5 抗电磁干扰

CCD 静力水准仪应具备抗电磁干扰的能力，在发生干扰后数据应不丢失、不失真，保证装置正常运行。

5.6 稳定性

CCD 静力水准仪静置一个月，其漂移量 $\delta_d \leq 0.5\%F \cdot S$ ，且绝缘性能满足 5.3 的要求。

5.7 连续通电

CCD 静力水准仪出厂前，应进行不少于 72h 连续通电试验。通电结束后，CCD 静力水准仪应能正常工作。

5.8 耐运输颠振性能

CCD 静力水准仪在运输包装的情况下，经运输颠振试验后，其性能仍应满足 5.2 和 5.3 的要求。

5.9 外观及其他

CCD 静力水准仪的外壳应没有锈斑、明显划痕及凹陷损伤，紧固件应无松动。

6 试验方法

6.1 主要试验设备

- a) 专用标定设备、固定夹具。
- b) 零级千分表，0~50mm 零级百分表，数显卡尺：量程 150mm，示值误差 $\leq \pm 0.03\text{mm}$ 。
- c) 500V 兆欧表、耐压测试仪。
- d) 环境试验箱，温度偏差不大于 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度偏差不超过 $\pm 2\%$ 。
- e) 运输颠震试验台，加速度变化大于 $3g$ 。

6.2 性能参数检验

6.2.1 通信接口试验

在正常试验条件下，将 CCD 静力水准仪与计算机连接，CCD 静力水准仪对通信指令能正常响应，则 CCD 静力水准仪通信接口满足 5.2.1 的要求。

6.2.2 分辨力试验

在正常试验条件下，将 CCD 静力水准仪安放在专用标定设备上，在 CCD 静力水准仪的 $(0+2\text{mm})$ 、 $L/2$ 、 $(L-2\text{mm})$ 量程处 (L 为 CCD 静力水准仪满量程值)，用以下方法分别试验：先由千分表按 5.2.2 规定的分辨力最大值为步长缓慢给出位移，然后用 CCD 静力水准仪测量，记录测量结果，如此连续往同方向共进行 5 次。CCD 静力水准仪在 3 个量程处测量结果的变化趋势都是单调的，则 CCD 静力水准仪的分辨力满足 5.2.2 的要求。

6.2.3 基本误差试验

在正常试验条件下，将 CCD 静力水准仪安放在专用标定设备上，CCD 静力水准仪位移由百分表或数显卡尺给出。将 CCD 静力水准仪的测量范围平均分成 4~10 挡，从零位开始逐挡进给位移至满量程 (上行)，记录每档测得的结果，再依次返至零位 (下行) 同样记录每档测得结果，如此共进行 3 次循环。按下列方法计算其基本误差 δ_1 。

$$\delta_1 = \frac{|X_i - C_i|_{\max}}{L} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

X_i ——各测试点测值;

C_i ——给定位移值;

L ——CCD 静力水准仪满量程值;

i ——测点序数 (0, 1, …, n)。

试验结果应满足 5.2.3 的要求。

6.2.4 不重复度试验

不重复度试验与 6.2.3 同时进行, 计算公式如下:

$$\delta_2 = \frac{|X_{[i]\max} - X_{[i]\min}|_{\max}}{L} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$X_{[i]\max}$ 、 $X_{[i]\min}$ ——各测试点正行程的最大与最小值和反行程测值的最大与最小值。

试验结果应满足 5.2.4 的要求。

6.2.5 滞后误差试验

滞后误差试验与 6.2.3 同时进行, 计算公式如下:

$$\delta_3 = \frac{|X_{[i]P} - X_{[i]N}|_{\max}}{L} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$X_{[i]P}$ 、 $X_{[i]N}$ ——各测试点正行程 3 个测值的均值和反行程 3 个测值的均值。

试验结果应满足 5.2.5 的要求。

6.2.6 电源拉偏试验

对于交流电源工作监测系统设备, 用调压器将工作状态下监测系统设备的额定交流电压拉偏至最大允许偏差值, 选测 10% 测点, 要求测值与拉偏前的差值不超过基本误差 5.2.3 的要求。

6.3 绝缘电阻试验

在正常试验条件下, 用 500V 的兆欧表测量 CCD 静力水准仪的交流输入回路及外壳之间的绝缘电阻值, 应满足 5.3 的要求。

6.4 抗电强度试验

在正常试验条件下, 按照 GB/T 7261 的要求, 对静力水准仪进行抗电强度试验, 结果应满足本标准 5.4 的要求。

6.5 抗电磁干扰试验

抗电磁干扰试验可任选以下两种试验方法之一进行。

- a) 选用合适的 250W 电台及鞭状天线, 放置在距监测系统设备 1m 远处, 在监测系统设备正常工作的条件下, 电台天线发射出间断的白噪声, 此时设备进行数据采集、发送、传输及接收均应正确无误。
- b) 用电磁干扰器 (或 600W 以上手电钻) 在处于工作状态下的监测系统设备旁 25cm 处连续进行开关操作 10 次, 此时设备进行数据采集、发送、传输和数据接收均应正确无误。

6.6 稳定性试验

将 CCD 静力水准仪用专用夹具固定后在正常试验条件下静置一个月, 测量其静置前后的测值, 其漂移量 δ_d 计算公式如下:

$$\delta_d = \frac{X_F - X_A}{L} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

X_F ——正常试验条件下静置前测值，mm；

X_A ——正常试验条件下静置后测值，mm。

试验结果应满足 5.6 的要求。

实验结束后，对该仪器进行绝缘性能检查，应满足 5.3 的要求。

6.7 连续通电试验

根据 5.7 的要求，CCD 静力水准仪完成调试后进行连续通电试验，时间为 72h。通电结束后，CCD 静力水准仪应能正常工作。

6.8 耐运输颠振性能试验

CCD 静力水准仪按运输要求包装好后直接固定在运输颠振试验台上，最大施加 3g 加速度，历时 2 小时运输颠振试验，结束后，应满足 5.8 的要求。

6.9 外观及其他检验

采用目测及手动检验，应满足 5.9 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验两种。

7.2 出厂检验

每台 CCD 静力水准仪出厂前应由制造厂的检验部门按本标准 6 的试验方法进行检验，检验项目见表 2。检验合格的产品，附产品合格证书后出厂。

7.3 型式检验

型式检验按本标准 6 的试验方法进行。

7.3.1 型式检验规定

凡遇下列情况之一，应进行型式检验：

- a) 产品定型鉴定前。
- b) 产品在设计、工艺、材料上有较大改变时。
- c) 停止生产 1 年以上的产品再次生产时。
- d) 正常生产的产品，每 5 年应进行一次。

7.3.2 型式检验项目

型式检验项目见表 2。

表 2 检 验 项 目

序号	检验项目名称	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	性能参数	√	√	5.2	6.2
2	绝缘电阻	√	√	5.3	6.3
3	抗电强度	—	√	5.4	6.4
4	抗电磁干扰	—	√	5.5	6.5
5	长期稳定性	—	√	5.6	6.6
6	连续通电	√	√	5.7	6.7
7	耐运输颠振	—	√	5.8	6.8

表 2 (续)

序号	检验项目名称	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
8	外观及其他	√	√	5.9	6.9
注 “√”为应检项目，“—”为不检项目。					

7.3.3 型式检验的抽样与判定规则

- a) 型式检验从出厂检验合格的产品中任意抽取，样品数量应为该批产品总数的 3%且不得少于 3 台。
- b) 样品按 7.3.2 中规定的各项进行检验。
- c) 样品经过型式检验，未发现不合格项，则判定该批产品本次型式检验合格。检验中如发现有一个不合格项，则进行加倍抽样，重新进行型式检验，如未发现不合格项，仍判定该批产品本次型式检验合格。如第二次抽取的样品仍存在不合格项，则判定该批产品本次型式检验不合格。
- d) 样品型式检验结果达不到 5.2~5.9 要求中任一条时，均按存在不合格项判定。

8 标志、包装、运输、储存

8.1 标志

8.1.1 CCD 静力水准仪铭牌应包含以下内容：

- a) 产品型号。
- b) 制造厂全称及商标。
- c) 出厂编号。

8.1.2 CCD 静力水准仪合格证应包含以下内容：

- a) 产品名称、型号、规格及出厂编号。
- b) 测量范围。
- c) 分辨力。
- d) 基本误差。
- e) 不重复度。
- f) 工作电源类型及参数。
- g) 制造年、月。

8.2 包装

8.2.1 产品的内包装

- a) 产品的内包装为入库包装。
- b) 将 CCD 静力水准仪和产品检验合格证一起进行包装。

8.2.2 产品的外包装

- a) 产品的外包装是为出厂运输进行的包装。
- b) 将已经过内包装的 CCD 静力水准仪装入外包装箱内，安全可靠的封闭外包装箱。
- c) 外包装箱外应标有符合 GB/T 191 的标志。
- d) 外包装箱外应标有收货单位名称和地址并标有生产厂家名称。
外包装箱外还应书写“精密仪器”、“小心轻放”、“防潮”、“向上”等字样。

8.3 运输

产品应适于陆运、空运、水运（海运），运输装卸按包装箱的标志进行操作。

8.4 储存

长期不用的 CCD 静力水准仪应保留原包装，储存环境温度应在 $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 之间、湿度不大于

75%。储存场所应无酸、碱、盐，无有害气体及尘烟，有防御雨、雪、风、沙的措施。

9 产品随行文件

产品出厂应提供下列随行文件：

- a) 产品合格证。
 - b) 产品说明书。
 - c) 装箱清单。
-