



# 中华人民共和国电力行业标准

DL / T 328 — 2010

---

## 真空激光准直位移测量装置

Vacuum laser alignment displacement measuring apparatus

2011-01-09发布

2011-05-01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 产品原理、结构及规格 ..... 2

5 技术要求 ..... 3

6 试验方法 ..... 4

7 检验规则 ..... 6

8 标志、包装、运输、储存 ..... 6

9 产品随行文件 ..... 7

## 前 言

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。

本标准主要起草单位：北京木联能工程科技有限公司。

本标准参加起草单位：西安联能自动化工程有限责任公司。

本标准主要起草人：郭晨、杜荣锋、尚宏、贺海龙、李锬、闫坤、朱棣。

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管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 真空激光准直位移测量装置

## 1 范围

本标准规定了真空激光准直位移测量装置（以下简称真空激光准直装置）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真空激光准直法测量水平、垂直位移的真空激光准直装置，作为该产品的设计、生产、试验、使用、维护及仲裁检验的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所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（包括所有修改单）适用于本文件。

GB/T 7261 继电器及装置基本试验方法

DL/T 478 静态继电器保护及安全自动装置通用技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**激光发射装置** **lasing light emitter**

一种由定位扩束小孔光栏、激光器和电源适配器等组成的装置。用于产生一条作为真空激光准直装置测量的激光束。

### 3.2

**波带板** **zone plate**

对激光束起衍射聚焦作用，安装在测点箱内部，反映测点位移变化的部件。

### 3.3

**测点箱** **measuring point box**

安装于测点位置，用于安放波带板及其控制装置的部件。

### 3.4

**激光接收装置** **laser spot displacement receiver**

用于对各测点波带板起落的控制、成像光斑位置测量及管道真空度控制的装置，有人工或自动两种。

### 3.5

**真空管道** **vacuum pipeline**

用于通过激光束的专用管道，由激光发射装置平晶密封段、激光接收装置平晶密封段、测点箱、软连接段、连接管道等部件组成，测量时管道内处于真空状态。

### 3.6

**测量真空度** **measuring vacuum**

真空激光准直装置测量时的真空管道内的真空度，要求真空泵关闭状态 0.5h 以上。

### 3.7

**保持真空度** **vacuum keep**

真空激光准直装置非测量状态时真空管道内的控制真空度。

3.8

抽真空时间 vacuumizing time

从保持真空度状态到测量真空度状态的抽真空时间。

3.9

漏气率 leakage rate

从测量真空度状态到小于保持真空度状态单位时间真空度变化值。

3.10

系统综合误差 systematic combined error

真空激光准直装置在测量范围内由于波带板成像、折光差（真空度、温度梯度）、光斑测量误差等因素影响而产生的总误差。取极差，即校正过程中，光斑测量按该测点归化系数计算位移值与该测点标准位移给定量的最大偏差值。

4 产品原理、结构及规格

4.1 产品原理

真空激光准直装置是根据光的衍射原理，利用激光源（点光源）、波带板中心和像点中心三点一线，在一端安装激光发射装置，在另一端安装激光接收装置，在中间测点上安装波带板。激光发射装置发射出的激光束在真空中传输，照满波带板，波带板起聚焦作用，在激光接收装置上形成圆形亮点（对圆形波带板）或十字形亮线（对方形波带板）。在激光接收装置上测出亮点或亮线的中心位置，即可计算出测点的测值。

如图 1 所示，将激光发射装置置于 A 点，激光接收装置置于 B 点，波带板置于 i 点。当 i 点位移变化时，在激光接收装置的读数值为 L，根据相似三角形原理，计算出成像波带板所在测点的测值 L。

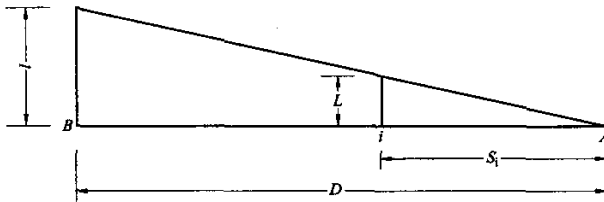


图 1 真空激光准直装置测点测值计算示意图

$$L = Kl \tag{1}$$

$$K = \frac{S_i}{D}$$

式中：

L ——测点测值，mm；

l ——激光接收装置读数值，mm；

K ——归化系数；

S<sub>i</sub> ——测点至激光发射装置的距离，m；

D ——激光准直全长，m。

4.2 结构形式

真空激光准直装置由激光发射装置、测点箱（含波带板）、真空管道（含真空泵及配套设备）、激光接收装置组成。真空激光准直装置结构示意图见图 2。

4.3 规格和主要参数

真空激光准直装置规格和主要参数见表 1 和表 2。

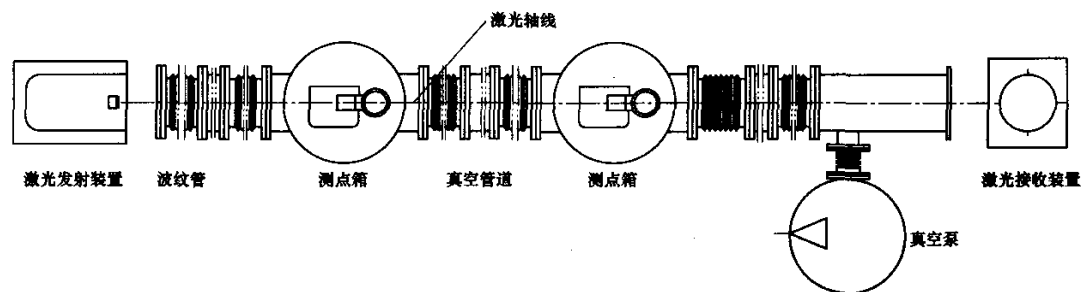


图 2 真空激光准直装置结构示意图

表 1 真空激光准直装置规格和主要参数（一）

| 序号 | 光斑位置测量范围<br>mm | 光斑位置测量<br>分辨力<br>mm | 两个“半测回”<br>测得偏离值之差<br>mm | 系统综合误差<br>mm | 通光口径<br>mm | 准直线长度<br>m |
|----|----------------|---------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|
| 1  | 150×150        | ≤0.1                | ≤0.3                     | ≤0.3         | ≥150       | <400       |
| 2  | 200×200        | ≤0.1                | ≤0.3                     | ≤0.3         | ≥200       | 400~800    |
| 3  | 250×250        | ≤0.1                | ≤0.3                     | ≤0.4         | ≥250       | 800~1200   |
| 4  | 300×300        | ≤0.1                | ≤0.3                     | ≤0.6         | ≥300       | 1200~2000  |

表 2 真空激光准直装置规格和主要参数（二）

| 序号 | 名 称   | 参 数      |
|----|-------|----------|
| 1  | 测量真空度 | <66Pa    |
| 2  | 保持真空度 | <20kPa   |
| 3  | 漏气率   | <120Pa/h |
| 4  | 抽真空时间 | <1h      |

5 技术要求

5.1 环境条件

5.1.1 正常工作条件

- a) 环境温度：-20℃~+60℃；
- b) 相对湿度：不大于 95%；
- c) 大气压力：53kPa~106kPa。

5.1.2 正常试验条件

- a) 环境温度：+15℃~+35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

5.1.3 周围环境要求

无爆炸危险、无腐蚀性气体及导电尘埃、无严重霉菌、无剧烈振动冲击源。  
一般地区，接地电阻不宜大于 10Ω，对于强雷击区，接地电阻应不大于 4Ω。

5.2 性能参数

真空激光准直装置的性能参数应满足以下要求：

5.2.1 真空激光准直装置在往返一测回中，测点两次测量的偏离值之差应符合表 1 的规定。

5.2.2 系统综合误差。真空激光准直装置的系统综合误差应符合表 1 的规定。

### 5.3 真空度

真空激光准直装置的测量真空度、保持真空度、漏气率、抽真空时间应符合表 2 的规定。

### 5.4 零部件

#### 5.4.1 激光发射装置

- a) 小孔光栏的直径应使激光束在最靠近激光发射装置的波带板处，形成的光斑直径大于波带板有效直径的 1.5~2 倍。
- b) 激光器应采用发散角小 ( $1\text{mrad}\sim 3\text{mrad}$ )、功率适宜 (一般  $1\text{mW}\sim 3\text{mW}$ ) 的 He-Ne 或固态激光器。
- c) 激光电源应和激光器相匹配。

#### 5.4.2 波带板起落装置

- a) 波带板保证成像质量满足测量要求。
- b) 波带板起落宜采用微电动机驱动，由激光接收装置操作控制。

#### 5.4.3 真空管道

- a) 真空管道内径应大于波带板最大通光孔径的 1.5 倍，或大于测点最大位移量引起像点位移量的 1.5 倍，但不宜小于 150mm。
- b) 每个测点箱和两侧管道间应设软连接段。软连接段宜采用波纹管，其内径应和管道内径匹配，长度应依据管道的长度、温差等因素确定。
- c) 两端平晶密封段应具有足够的刚度。
- d) 真空泵应配有电磁阀门和真空度测量仪表；在真空泵和真空管道之间应设金属减震波纹管；真空泵应采用自动和人工控制的工作方式。
- e) 真空管道内的测量真空度、保持真空度、漏气率、抽真空时间应满足表 2 的要求。

#### 5.4.4 激光接收装置

- a) 激光接收装置应具有自动或人工观测方式。
- b) 激光接收装置光斑位置测量量程、分辨力应满足表 1 的要求。
- c) 激光接收装置的交流输入回路与外壳之间绝缘电阻值应大于  $50\text{M}\Omega$ 。
- d) 激光接收装置的交流输入回路与外壳之间介质强度应满足 DL/T 478 中 4.10.3 的要求。

### 5.5 连续通电

激光发射装置、激光接收装置、波带板起落装置应进行 72h 连续通电试验。

### 5.6 耐运输颠簸性能

真空激光准直装置激光发射装置、激光接收装置、波带板起落装置在运输包装的情况下，应能承受最大加速度  $3g$ ，历时 2h 的运输颠簸试验。

### 5.7 外观及其他

- a) 全部零部件表面应无锈斑，无明显划痕，无裂痕及凹陷损伤。
- b) 全部金属零部件除不锈钢金属材料外，都必须进行防锈处理。
- c) 标识、标牌图案清晰，表面无污染。
- d) 紧固件应无松动，位置调节螺栓转动灵活。

## 6 试验方法

### 6.1 性能参数检验

#### 6.1.1 主要试验设备

- a) 水平位移给进设备。

b) 500mm 游标卡尺, 示值误差 $\leq \pm 0.03\text{mm}$ 。

c) 真空表(计)。

### 6.1.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 在正常试验条件下, 将真空激光准直装置按不少于 80m 的真空管道长度及三个测点位置安装于试验场地, 将测点波带板固定在水平位移给进设备上。
- b) 开启抽真空设备, 抽真空至真空管道内的真空度满足 5.3 的要求。
- c) 在真空管道内真空度满足 5.3 的条件下, 从设定的水平零点位移开始, 按激光接收装置量程范围内, 选取三个给定值 (0, 50%F.S, 100%F.S), 分别记录测点给进位移和激光接收装置测量位移。
- d) 按 a) ~c) 的步骤至少进行 3 次试验。

### 6.1.3 参数的确定

- a) 真空激光准直装置水平位移量在往返各次测回中, 测点两次位移测量的偏离值之差应符合 5.2.1 的规定。
- b) 系统综合误差。按 6.1.2 中 d) 试验的各次测值与给定值之差值应符合 5.2.2 的规定。

## 6.2 真空度的确定

### 6.2.1 测量真空度

测量状态下, 关闭真空泵, 等待 0.5h, 读取真空度值, 应符合 5.3 的规定。

### 6.2.2 保持真空度

测量状态下, 关闭真空泵, 等待 168h, 读取真空度值, 应符合 5.3 的规定。

### 6.2.3 漏气率

测量状态下, 关闭真空泵, 读取真空度, 等待 168h 以上, 在真空度小于保持真空度状态下, 读取真空度值和等待时间, 计算漏气率, 应符合 5.3 的规定。

### 6.2.4 抽真空时间

从保持真空度抽真空时间开始, 读取时间, 到抽到测量真空度为止, 读取时间, 计算抽真空时间应符合 5.3 的规定。

## 6.3 零部件试验

### 6.3.1 激光发射装置试验

- a) 激光发射装置所选用的激光器的发散角应符合 5.4.1 b) 的规定。
- b) 用光功率计测量激光发射装置激光器的功率应符合 5.4.1 b) 的规定。

### 6.3.2 波带板起落装置试验

- a) 波带板按测点位置成像应符合 5.4.2 b) 的规定。
- b) 波带板起落操作控制应符合 5.4.2 b) 的规定。

### 6.3.3 激光接收装置试验

- a) 激光接收装置光斑位置测量所选用的自动测量或人工观测的量程、分辨力应符合 5.4.4 b) 的规定。
- b) 在正常试验条件下, 用 500V 的绝缘电阻表测量激光接收装置的交流输入回路及外壳之间的绝缘电阻值, 应符合 5.4.4 c) 的规定。
- c) 在正常试验条件下, 按照 GB/T 7261 中 19.4.1 的方法, 对激光接收装置进行抗电强度试验, 应符合 5.4.4 c) 的规定。结果应满足本标准 5.4 的要求。

## 6.4 连续通电试验

根据 5.5 的要求, 激光发射装置、激光接收装置、波带板起落装置完成装配调试后, 应进行不少于 72h 连续通电试验。通电结束后, 应能正常工作。

6.5 耐运输颠簸性能试验

将真空激光准直装置的激光发射装置、激光接收装置、波带板起落装置等部件包装好后直接固定在运输颠簸试验台上，按 5.6 的要求进行试验，试验后，满足 5.6 的规定。

6.6 外观及其他检验

采用目测及手动检验，应满足 5.7 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分出厂检验、现场检验和型式检验两种。

7.2 出厂检验

产品出厂前应由制造厂的检验部门按 6 的试验方法进行检验，检验项目见表 3。检验合格的产品，附产品合格证书后出厂。

表 3 检 验 项 目

| 序号 | 检验项目名称  | 出厂检验 | 现场检验 | 型式检验 | 技术要求  | 试验方法     |
|----|---------|------|------|------|-------|----------|
| 1  | 性能参数（1） | —    | √    | √    | 5.2.1 | 6.1.3（1） |
| 2  | 性能参数（2） | —    | —    | √    | 5.2.2 | 6.1.3（2） |
| 3  | 真空度     | —    | √    | √    | 5.3   | 6.2      |
| 4  | 零部件     | √    | —    | √    | 5.4   | 6.3      |
| 5  | 连续通电    | √    | —    | √    | 5.5   | 6.4      |
| 6  | 耐运输颠簸   | —    | —    | √    | 5.6   | 6.5      |
| 7  | 外观及其他   | √    | √    | √    | 5.7   | 6.6      |

注：“√”为应检项目，“—”为不检项目。

7.3 型式检验

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 3。

8 标志、包装、运输、储存

8.1 标志

产品必须在显著部位使用持久明晰的标志或铭牌标明产品型号、名称、生产厂家、出厂编号及日期等内容。

8.2 包装

真空激光准直装置应对激光发射装置、激光接收装置、波带板起落装置、波纹管等零部件进行包装。

### 8.3 运输

包装好的真空激光准直装置应能耐颠簸。

### 8.4 储存

包装好的真空激光准直装置，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：

- 产品合格证；
  - 产品说明书；
  - 装箱清单。
-