



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101261108 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200810084337.X

(22) 申请日 2008.03.19

(73) 专利权人 中国航空工业第一集团公司北京  
航空精密机械研究所  
地址 100076 北京市 2559 信箱

(72) 发明人 曲绍朋 宋婷婷 唐辉民

(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008  
代理人 李建英

(51) Int. Cl.

G01B 5/00(2006.01)

G01B 5/18(2006.01)

G01B 5/24(2006.01)

G01B 5/004(2006.01)

审查员 杨延春

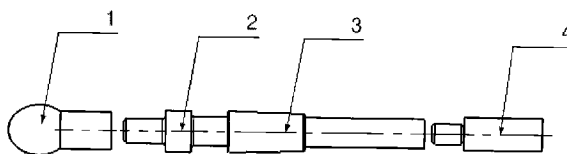
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种空间孔参数测量装置及检测方法

(57) 摘要

本发明属于测量技术,涉及一种能够快速简洁测量空间孔深度、角度和中心坐标等参数的一种空间孔参数测量装置及检测方法。本发明采用两根长短不一的球头杆,配上相应的软件,通过两次插杆测量到三个基准面的距离,可以快速准确的一次得出空间孔的孔口中心坐标、仰角、倾角以及孔的深度。本发明装置简单,方法快捷,相比原先的测量装置与方法简便、准确,成本低,效率高。大大减少了测量人员的劳动强度,提高了劳动效率。



1. 一种空间孔参数测量装置,其特征是,由标准球头(1)、标准杆(2)和短的测量杆组合成短量具,由标准球头(1)、标准杆(2)和长的测量杆组合成长量具,标准球头(1)的顶部为球体,标准球头(1)与标准杆(2)的一端用轴孔过渡配合连接,标准杆(2)的另一端与短的测量杆或长的测量杆螺纹连接,装配完成后的短量具或长量具的中心线通过标准球头的球心。

2. 根据权利要求1所述的一种空间孔参数测量装置,其特征是,标准杆(2)的一端用轴孔过渡配合与标准球头(1)连接,标准杆(2)的另一端再经支撑保护套(3)后与短的测量杆或长的测量杆螺纹连接,装配完成后的短量具或长量具的中心线通过标准球头的球心。

3. 根据权利要求1所述的一种空间孔参数测量装置,其特征是,同一直径的测量杆按长度分为所述的短的测量杆和长的测量杆,两个测量杆的长度差为所要测量孔的直径的10倍以上。

4. 根据权利要求1所述的一种空间孔参数测量装置,其特征是,测量杆的直径大于等于标准杆(2)直径的下差值。

5. 根据权利要求2所述的一种空间孔参数测量装置,其特征是,支撑保护套(3)分为直套和锥形套两种。

6. 一种利用权利要求1或2所述的空间孔参数测量装置的检测方法,其检测步骤是,

(1) 根据所要测量孔的直径确定测量杆的直径;

(2) 当测量孔为深直孔时,将标准球头(1)、标准杆(2)和短的测量杆组合成短量具,将标准球头(1)、标准杆(2)和长的测量杆组合成长量具,并分别测量出长量具的总长L2、长量具球头直径D2、短量具的总长L1以及短量具的球头直径D1,输入计算软件中;当测量孔为台阶孔或锥孔时,将标准球头(1)、标准杆(2)、支撑保护套(3)和短的测量杆组合成短量具,将标准球头(1)、标准杆(2)、支撑保护套(3)和长的测量杆组合成长量具,并分别测量出长量具的总长L2、长量具球头直径D2、短量具的总长L1以及短量具的球头直径D1,输入计算软件中;

(3) 将长量具和短量具分两次先后插入所要测量的孔内,并分别测出短量具球头到被测件的三个基准面的最大距离H1、X1、Y1和长量具球头到被测件的三个基准面的最大距离H2、X2、Y2,输入到计算软件中以如下计算公式计算:

$$\text{转角} : \beta = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2X2 - D2) - (2X1 - D1)|}{|(2Y2 - D2) - (2Y1 - D1)|} \right)$$

仰角:

$$\alpha = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2H2 - D2) - (2H1 - D1)|}{\sqrt{[(X2 - D2/2) - (X1 - D1/2)]^2 + [(Y2 - D2/2) - (Y1 - D1/2)]^2}} \right)$$

孔深:

$$L = [L1 - (H1 - D1/2) / \sin \alpha - D1/2 + L2 - (H2 - D2/2) / \sin \alpha - D2/2] / 2$$

X坐标:

$$X = \frac{(2H2 - D2)(2X1 - D1) - (2H1 - D1)(2X2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

Y坐标:

$$Y = \frac{(2H2 - D2)(2Y1 - D1) - (2H1 - D1)(2Y2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

得到测量参数。

## 一种空间孔参数测量装置及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于测量技术,涉及一种能够快速简捷测量空间孔深度、角度和中心坐标等参数的一种空间孔参数测量装置及检测方法。

### 背景技术

[0002] 航天、航空装置上采用的液压阀体、壳体空间孔较多。空间孔的测量检验是零件加工完成后的重要工作和主要难点之一。空间孔的主要测量参数有空间孔孔口中心坐标、仰角、转角以及孔的深度。目前,手工测量空间孔孔口中心坐标主要采用划线的方法求得,这种方法具有一定的局限性,当孔口是规则圆的时候,可以通过划线法求较为精确的中心坐标,而空间孔孔口是不规则的,划线得到的结果有一定的误差;较为精确的测量方法是采用测量机测量,但测量费用较高、效率较差,不容易现场实现。仰角、转角以及深度采用的是插入与被检测孔相同直径的检验棒进行检验:

[0003] 仰角测量:利用角度尺的两个测量面与插入的检验棒的外圆周面和孔所在的表面贴合完好,角度尺的读数就是仰角的数值。

[0004] 转角测量:角度块调整到图纸的转角度数或是转角余角的度数,将零件放在角度块上,与孔的轴线形成转角的平面贴实角度块的角度平面,用百分表检查外露检验棒两端的高度数值是否一致,若一致,则角度块的度数值是转角,否则调整角度块的角度,直到检验棒两端的高度数值一致,此时的角度块的角度值即为转角数值。

[0005] 深度测量:用百分表卡尺沿孔的仰角方向,分别测量插入的检验棒的总长度及检验棒插入孔后的外露长度,两值相减可得到孔的深度

[0006] 用高度尺上的平面压块的侧面贴齐孔所在平面再压在测量棒上,分别测量棒的外圆面到基准面的距离,再利用空间孔的理论角度和测量棒的直径,手工计算出空间孔的位置尺寸,但这种方法利用的不是空间孔的实际角度,受压块位置的影响,测量误差太大,只能粗略检验。所以空间孔的精确测量一直是测量技术上的一大难点。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种能够精确测量空间孔的孔口中心坐标、仰角、转角以及深度的一种空间孔参数测量装置及检测方法。本发明的技术解决方案是,量具分别由标准球头、标准杆和测量杆组合成长短不同的两个独立的量具,测量装置的标准球头的顶部为球体,与标准杆的一端用轴孔过渡配合连接,标准杆的另一端与测量杆螺纹连接,装配完成后的量具的中心线通过球头球心。

[0008] 标准杆的一端用轴孔过渡配合与标准球头连接,标准杆的另一端经支撑保护套与测量杆螺纹连接,装配完成后的量具的中心线通过球头球心。

[0009] 同一直径的测量杆分为长度不同的两个,由标准球头、标准杆和短的测量杆组合成短量具,由标准球头、标准杆和长的测量杆组合成长量具,其两个测量杆的长度差为测量孔径的 10 倍以上。

[0010] 测量杆的直径大于等于标准杆直径的下差值。

[0011] 支撑保护套分为直套和锥形套两种。

[0012] 其检测步骤是，

[0013] (1) 根据所要测量孔的直径确定测量杆的直径；

[0014] (2) 当测量孔为台阶孔或锥孔时，将标准球头、标准杆、支撑保护套和短的测量杆组合成短量具，将标准球头、标准杆、支撑保护套和长的测量杆组合成长量具，并分别测量出量具的总长以及球头直径，输入计算软件中；当测量孔为深直孔时，将标准球头、标准杆和短的测量杆组合成短量具，将标准球头、标准杆和长的测量杆组合成长量具，并测量出量具的总长以及球头直径，输入计算器中；

[0015] (3) 将长量具和短量具分两次先后插入所要测量的孔内，并测出球头到被测件的三个基准面的最大距离，输入到参数计算器中得到所需要的测量参数。计算软件采用的计算公式为：转角  $\beta = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan}\left(\frac{|(2X2 - D2) - (2X1 - D1)|}{|(2Y2 - D2) - (2Y1 - D1)|}\right)$  其中：D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面的距离，X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面的距离，Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面的距离，Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面的距离。

[0016] 仰角：

[0016] 仰角：

$$[0017] \quad \alpha = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan}\left(\frac{|(2H2 - D2) - (2H1 - D1)|}{\sqrt{[(X2 - D2/2) - (X1 - D1/2)]^2 + [(Y2 - D2/2) - (Y1 - D1/2)]^2}}\right)$$

[0018] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面的距离，X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面的距离，Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面的距离，Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面的距离。

[0019] 孔深：

$$[0020] \quad L = [L1 - (H1 - D1/2) / \sin \alpha - D1/2 + L2 - (H2 - D2/2) / \sin \alpha - D2/2] / 2$$

[0021] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，L1 为短量具的总长度，L2 为长量具的总长度。

[0022] X 坐标：

$$[0023] \quad X = \frac{(2H2 - D2)(2X1 - D1) - (2H1 - D1)(2X2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0024] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面的距离，X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面的距离。

[0025] Y 坐标：

$$[0026] \quad Y = \frac{(2H2 - D2)(2Y1 - D1) - (2H1 - D1)(2Y2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0027] 其中 :H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面的距离, H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面的距离, D1 为短量具测量用球头直径, D2 为长量具测量用球头直径, Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面的距离, Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面的距离。

[0028] 本发明具有的的优点效果, 本发明采用两根长短不一的球头杆, 配上相应的软件, 通过两次插杆测量到三个基准面的距离, 可以快速准确的一次得出空间孔的孔口中心坐标、仰角、倾角以及孔的深度。本发明装置简单, 方法快捷, 相比原先的测量装置与方法简便、准确, 成本低, 效率高。大大减少了测量人员的劳动强度, 提高了劳动效率。

### 附图说明

[0029] 图 1 为本发明结构示意图;

[0030] 图 2 为本发明测量时工作示意图。

### 具体实施方式

[0031] 量具分别由标准球头 1、标准杆 2 和测量杆 4 组合成长短不同的两个独立的量具, 测量装置的标准球头 1 的顶部为球体, 与标准杆 2 的一端用轴孔过渡配合连接, 标准杆 2 的另一端与测量杆 4 螺纹连接, 装配完成后的量具的中心线通过球头球心。

[0032] 标准杆 2 的一端用轴孔过渡配合与标准球头 1 连接, 标准杆 2 的另一端经支撑保护套 3 与测量杆 4 螺纹连接, 装配完成后的量具的中心线通过球头球心。

[0033] 同一直径的测量杆 4 分为长度不同的两个, 由标准球头 1、标准杆 2 和短的测量杆 4 组合成短量具, 由标准球头 1、标准杆 2 和长的测量杆 4 组合成长量具, 其两个测量杆的长度差为测量孔径的 10 倍以上。

[0034] 测量杆 4 的直径大于等于标准杆 2 直径的下差值。

[0035] 支撑保护套 3 分为直套和锥形套两种。

[0036] 其检测步骤是,

[0037] (1) 根据所要测量孔的直径确定测量杆 4 的直径;

[0038] (2) 当测量孔为台阶孔或锥孔时, 将标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 和短的测量杆 4 组合成短量具, 将标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 和长的测量杆 4 组合成长量具, 并分别测量出量具的总长以及球头直径, 输入计算软件中; 当测量孔为深直孔时, 将标准球头 1、标准杆 2 和短的测量杆 4 组合成短量具, 将标准球头 1、标准杆 2 和长的测量杆 4 组合成长量具, 并测量出量具的总长以及球头直径, 输入计算器中;

[0039] (3) 将长量具和短量具分两次先后插入所要测量的孔内, 并测出球头到被测件的三个基准面的最大距离, 输入到参数计算器中得到所需要的测量参数。计算软件采用的计算公式为:

[0040] 转角:  $\beta = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2X2 - D2) - (2X1 - D1)|}{|(2Y2 - D2) - (2Y1 - D1)|} \right)$  其中 :D1 为短量具测量用球头直径, D2 为长量具测量用球头直径, X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离, X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离, Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离, Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离。

[0041] 仰角：

$$[0042] \quad \alpha = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2H2 - D2) - (2H1 - D1)|}{\sqrt{[(X2 - D2/2) - (X1 - D1/2)]^2 + [(Y2 - D2/2) - (Y1 - D1/2)]^2}} \right)$$

[0043] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离，X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离，Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离，Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离。

[0044] 孔深：

$$[0045] \quad L = [L1 - (H1 - D1/2) / \sin \alpha - D1/2 + L2 - (H2 - D2/2) / \sin \alpha - D2/2] / 2$$

[0046] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，L1 为短量具的总长度，L2 为长量具的总长度。

[0047] X 坐标：

$$[0048] \quad X = \frac{(2H2 - D2)(2X1 - D1) - (2H1 - D1)(2X2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0049] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，X1 为短量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离，X2 为长量具测量用球头面距离第一个基准面 8 的距离。

[0050] Y 坐标：

$$[0051] \quad Y = \frac{(2H2 - D2)(2Y1 - D1) - (2H1 - D1)(2Y2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0052] 其中：H1 为短量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，H2 为长量具测量用球头面距离第三个基准面 10 的距离，D1 为短量具测量用球头直径，D2 为长量具测量用球头直径，Y1 为短量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离，Y2 为长量具测量用球头面距离第二个基准面 9 的距离。

[0053] 测量装置的组成：

[0054] 斜孔测量装置主要分为量具和计算软件两部分。

[0055] 量具分为长短两个测量杆，主要由四部分组成：标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 和测量杆 4。标准球头 1、标准杆 2 和测量杆 4 装配完成后同轴度要好，原则上要求杆的中心线通过球头球心。同一直径的测量杆 4 分为长测量杆和短测量杆，通过螺纹与标准杆 2 相连，测量杆 4 直径一般大于等于标准杆 2 的最小直径，与其它三部分组合成长短不同的两个量具；标准球头 1 顶部是一个精度较高的球体，与标准杆 2 采用轴孔过渡配合，原则上一个标准杆 2 配合一个标准球头 1，当标准球头 1 的球头由于磨损或者其它原因导致精度不高时，可以更换新的标准球头 1；标准杆 2 联结着标准球头 1 与测量杆 4，标准杆的长度根据被测孔的深度确定；支撑保护套 3 分为直套和锥形套两种，由有机玻璃或者橡胶等软材料加工而成，它与标准杆 2 配合，测量时卡在被测量孔口，一是起到支撑作用，提高测量精度，二是保护精密孔不被量具划伤或者碰伤。

[0056] 计算软件将输入量具的基础数据和测量得到的测量数据进行计算并输出测量结果。

[0057] 检验方法：

[0058] 首先，根据所要测量孔的直径确定测量加长杆的直径，如果需要精确测量孔的深度，需要选择测量加长杆的直径与孔的相同；如果只测其它参数，不需要测量深度，选择量程范围内的任何测量加长杆都可。

[0059] 然后，将标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 和测量加长杆 4 装配在一起组成两根长短不一的测量杆，并测量出杆的总长以及球头直径，输入计算器中。如果所要测量的孔没有台阶孔且不是锥孔，就无需加支撑保护套 3。

[0060] 将长、短标准杆先后插入所要测量的孔内，并测出球头到三个基准面的最大距离，输入到参数计算器中即可得到所需要的参数。

[0061] 如果测量的孔是单角度孔，且已知孔的倾斜角度，只需插入一次杆并测量球头最高点到基准面的距离，即可求得孔的深度。

[0062] 具体过程：

[0063] 将短的测量杆插入被测孔 5 内，测量球面到基准面 8、9、10 的距离 X1、Y1、H1，再将长的测量杆插入被测孔 5 内，测量球面到基准面 8、9、10 的距离 X2、Y2、H2，再分别测量短测量杆、长测量杆的长度和球头直径 L1、L2、ΦD1、ΦD2。将测量的数值，输入软件的短测量杆参数栏、长测量杆参数栏相应位置，可在计算参数得到该孔中心坐标、仰角、倾角以及孔的深度。

[0064] 实施例一

[0065] 孔口坐标的测量

[0066] 1. 根据被测孔的直径及深度，选择两个长短不一的测量加长杆，与标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 装配组成测量杆，测量出球头直径 D1、D2。

[0067] 2. 将短标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9、10 的距离 X1、Y1、H1。

[0068] 3. 将长标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9、10 的距离 X1、Y1、H2。

[0069] 4. 将短测量杆的测量参数 D1、X1、Y1、H1 输入到软件界面上对应的位置。

[0070] 5. 将长测量杆的测量参数 D2、X2、Y2、H2 输入到软件界面上对应的位置。

[0071] 6. 软件根据公式计算出被测孔的坐标。（软件界面上可以直接看到计算结果）

[0072] X 坐标：

$$[0073] \quad X = \frac{(2H2 - D2)(2X1 - D1) - (2H1 - D1)(2X2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0074] Y 坐标：

$$[0075] \quad Y = \frac{(2H2 - D2)(2Y1 - D1) - (2H1 - D1)(2Y2 - D2)}{2(2H2 - D2 - 2H1 + D1)}$$

[0076] 实施例二

[0077] 孔的仰角测量

[0078] 1. 根据被测孔的直径及深度，选择两个长短不一的测量加长杆，与标准球头 1、标



准杆 2、支撑保护套 3 装配组成测量杆，测量出球头直径 D1、D2。

[0079] 2. 将短标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9、10 的距离 X1、Y1、H1。

[0080] 3. 将长标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9、10 的距离 X1、Y1、H2。

[0081] 4. 将短测量杆的测量参数 D1、X1、Y1、H1 输入到软件界面上对应的位置。

[0082] 5. 将长测量杆的测量参数 D2、X2、Y2、H2 输入到软件界面上对应的位置。

[0083] 6. 软件根据公式计算出被测孔的仰角。（软件界面上可以直接看到计算结果）

$$[0084] \quad \alpha = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2H2 - D2) - (2H1 - D1)|}{\sqrt{[(X2 - D2/2) - (X1 - D1/2)]^2 + [(Y2 - D2/2) - (Y1 - D1/2)]^2}} \right)$$

[0085] 实施例三

[0086] 孔的转角测量

[0087] 1. 根据被测孔的直径及深度，选择两个长短不一的测量加长杆，与标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 装配组成测量杆，测量出球头直径 D1、D2。

[0088] 2. 将短标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9 的距离 X1、Y1。

[0089] 3. 将长标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 8、9 的距离 X1、Y1。

[0090] 4. 将短测量杆的测量参数 D1、X1、Y1 输入到软件界面上对应的位置。

[0091] 5. 将长测量杆的测量参数 D2、X2、Y2 输入到软件界面上对应的位置。

[0092] 6. 软件根据公式计算出被测孔的仰角。（软件界面上可以直接看到计算结果）

$$[0093] \quad \beta = \frac{180}{\pi} \text{Arc tan} \left( \frac{|(2X2 - D2) - (2X1 - D1)|}{|(2Y2 - D2) - (2Y1 - D1)|} \right)$$

[0094] 实施例四

[0095] 孔的深度测量

[0096] 1. 根据被测孔的直径及深度，选择两个长短不一的测量加长杆，与标准球头 1、标准杆 2、支撑保护套 3 装配组成测量杆，测量出杆的总长以及球头直径 L1、L2、D1、D2。

[0097] 2. 将短标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 10 的距离 H1。

[0098] 3. 将长标准杆插入被测量的孔内，测量球头分别距离基准面 10 的距离 H2。

[0099] 4. 将短测量杆的测量参数 D1、L1、H1 输入到软件界面上对应的位置。

[0100] 5. 将长测量杆的测量参数 D2、L2、H2 输入到软件界面上对应的位置。

[0101] 6. 软件根据公式

[0102]  $L = [L1 - (H1 - D1/2) / \sin \alpha - D1/2 + L2 - (H2 - D2/2) / \sin \alpha - D2/2] / 2$  计算出被测孔的仰角。

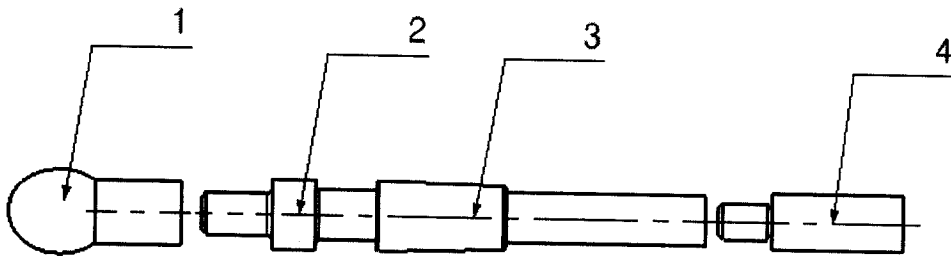


图 1

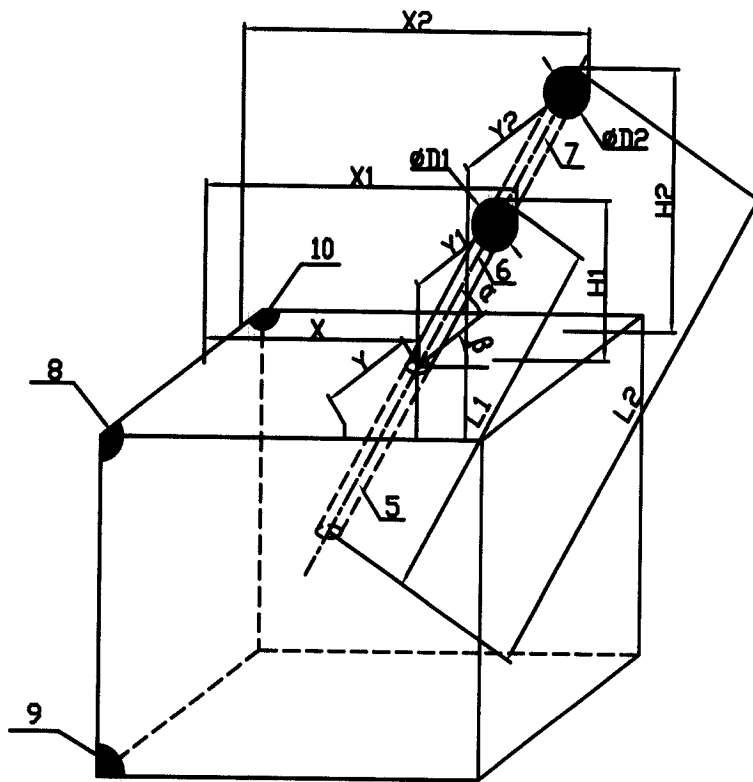


图 2