



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1861982 B

(45) 授权公告日 2010.05.12

(21) 申请号 200610085948.7

(22) 申请日 2006.06.07

(73) 专利权人 张敏

地址 221000 江苏省徐州市民和小区 22 栋
703

(72) 发明人 张永立 张援朝 张敏

(74) 专利代理机构 徐州市三联专利事务所
32220

代理人 周爱芳

(51) Int. Cl.

E21B 47/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1010428 B, 1990.11.14, 全文.

CN 2436921 Y, 2001.06.27, 全文.

CN 2610315 Y, 2004.04.07, 全文.

CN 87205026 U, 1988.03.02, 全文.

审查员 焦红芳

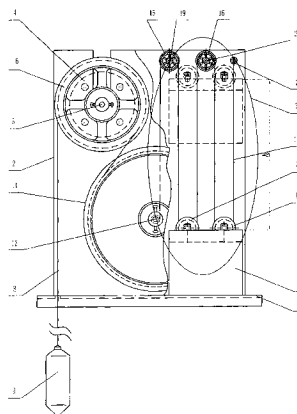
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种重力卷扬收缆浮子式水位计

(57) 摘要

一种重力卷扬收缆浮子式水位计,包括浮子、测缆、水位轮、水位编码器、重力卷扬收缆装置。测缆从收缆装置引出绕经水位轮后与浮子连接,测井中只有浮子随水位升降变化,实现水位实时在线测量。本仪器的细长型浮子可在直径 10cm 以内的水位管中工作,球形浮子可在斜井中工作。本发明可用于地表水、深井、斜井,地下水、大坝测压水位管水位测量,具有建井简单、投资低,性能稳定可靠等优点,无测缆自相缠绕问题。



1. 一种重力卷扬收缆浮子式水位计,包括:水平底板(1)、第一直立支架板(2)、第二直立支架板(3)、水位编码器(4)、水位编码器转轴(5)、水位轮(6)、重力卷扬收缆装置(7)、测缆(8)和浮子,其中浮子为细长形浮子(9)和球形浮子(10);其中收缆装置(7)包括:卷扬轮(11)、卷扬轴(12)、卷扬缆(13)、重锤(14)、第一定滑轮(15)、第二定滑轮(16)、第一动滑轮(17)、第二动滑轮(18)、第一顶部水平支柱(19)、第二顶部水平支柱(20)、第三顶部水平支柱(21)和支承件(22、23、24、25),第一直立支架板(2)和第二直立支架板(3)通过第一顶部水平支柱(19)、第二顶部水平支柱(20)、第三顶部水平支柱(21)连成一体、并通过支承件(22、23、24、25)垂直安装在水平底板(1)上,水位编码器(4)安装在第一直立支架板(2)上,其转轴(5)水平伸出第一直立支架板(2),水位轮(6)安装在转轴(5)的伸出端,重力卷扬收缆装置(7)的卷扬轴(12)通过轴承(26、27)安装在第一直立支架板(2)、第二直立支架板(3)上,卷扬轮(11)安装在卷扬轴(12)的伸出端并与水位轮(6)在同一垂直面上工作;重锤(14)位于第二定滑轮(16)的正下方;第一定滑轮(15)和第二定滑轮(16)安装在第一顶部水平支柱(19)和第二顶部水平支柱(20)的中部;第一动滑轮(17)和第二动滑轮(18)安装在重锤(14)上;卷扬缆(13)排绕在卷扬轴(12)中部,其引出端顺序绕过第一定滑轮(15)、第一动滑轮(17)、第二定滑轮(16)、第二动滑轮(18)后垂直向上固定在第三顶部水平支柱(21)的中部;测缆(8)缠绕于卷扬轮(11)工作圆周的矩形凹槽中,其引出端绕经水位轮(6)的工作圆周后与细长形浮子(9)或球形浮子(10)相连接;其特征在于:所述的收缆水位计测井中无外部平衡锤,仅以细长形浮子(9)或球形浮子(10)自动跟踪水位变化,它的测缆(8)是绕在收缆装置(7)的卷扬轮(11)工作圆周的凹槽中,其引出端绕经水位轮(6)的工作圆周后与测井中的细长形浮子(9)或球形浮子(10)相连接,卷扬轮(11)通过测缆(8)施加给细长形浮子(9)或球形(10)的提升力是一个不变的恒力,并且卷扬轮(11)的工作直径 D 大于卷扬轴(12)的工作直径 d ,卷扬轮(11)作用于测缆(8)的张紧力 f 小于重锤(14)的自重力 F ,卷扬轮(11)作用于测缆(8)的张紧力 f 与重锤(14)的自重力 F 之间的数量关系式为: $f = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot F$;而重锤(14)的行程 h 与细长形浮子(9)或球形(10)的行程 H 之间的数量关系式为: $h = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot H$,上式中 N 为动、定滑轮组组数。

2. 根据权利要求1所述的一种重力卷扬收缆浮子式水位计,其特征就在于所述的卷扬轴(12)是高强度金属轴,卷扬轴(12)排绕卷扬缆(13)区段的几何形状为始端细、末端粗的锥形圆柱体,其始末端轴径增量 Δd 的大小与测缆(8)的参重力 f_c 相关并且卷扬轴(12)轴径增量变化所产生的附加提升力的大小与测缆参重力的大小相等,方向相反,其数量关系式为: $\Delta d = (f_c/f) \times d$,式中: f_c 等于测缆(8)单位长度重量 \times 测缆(8)参重段的总长度。

3. 根据权利要求1的一种重力卷扬收缆浮子式水位计,其特征就在于所述的细长形浮子(9)的形状是直径为 $3 \sim 8\text{cm}$,两头呈尖锥形、中间为细长正圆柱形的金属或塑料制作的空心或实心密封浮子。

4. 根据权利要求1所述的一种重力卷扬收缆浮子式水位计,其特征就在于所述的球形浮子(10)是直径不小于 10cm 的类地球仪构造的密封球,它是由以垂直赤道面为分型面的2个半球壳体(10-1、10-2)对接而成的密封球,球形浮子(10)的水平方向有贯穿两个极点的水平连接柱(10-3、10-4),水平连接柱(10-3、10-4)的中点安装有轴承(10-5),轴承(10-5)外缘上安装有垂直挂板(10-6),垂直挂板(10-6)上安装配重锤(10-7),配重锤(10-7)可

在垂直面上围绕球心转动,迫使球形浮子(10)的重心始终指向地心,球形浮子(10)通过支架(10-10)与测缆(8)连接,当球形浮子(10)在斜井中随水位升降沿斜井的下壁滚动时,其重心始终指向地心。

5. 根据权利要求1或4所述的一种重力卷扬收缆浮子式水位计,其特征是所述的球形浮子(10)的球体内部结构的另一种构造形式是具有内部垂直限位轨道(10-14)、在垂直限位轨道中间有圆形钢球(10-15)作为内配重体的防侧翻密封自稳定滚动方向浮球。

6. 根据权利要求1所述的一种重力卷扬收缆浮子式水位计,其特征在于所述的水位编码器(4)是低转矩非接触式或接触式水位编码器,其编码方式为数字全量型或脉冲增量型或模拟量型,其启动转矩不大于 $30\text{g} \cdot \text{cm}$ 。

一种重力卷扬收缆浮子式水位计

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水位计,具体技术领域是指一种重力卷扬自动收缆型直井、斜井通用的浮子式水位计。

背景技术

[0002] 公知的浮子式水位计从背景技术 GB/T118281-2002 已知,它是由浮子、平衡锤、安装在竖井上方的水位编码器(水位传感器)、水位编码器转轴上的水位轮、悬挂在水位轮上的测缆(悬索)组成,测缆的两端分别连接浮子和平衡锤,其静止状态为:浮子飘浮于水面,平衡锤张紧测缆并对水位轮施加一个等于平衡锤、测缆自重的力,该力同时传递至浮子,使浮子保持一定的吃水深度。当浮子随水位升降变化时,测井中的平衡锤则拉直测缆向反方向运动,处于张紧状态的测缆将带动水位轮和编码器同步旋转,输出与水位变化相对应的编码电信号。

[0003] 公知浮子水位计的浮子直径最大为 25cm、最小为 12cm,形状为扁圆柱形,测缆的直径为 1~2mm,每米长度的重量为 4~16 克,平衡锤为直径 2cm、重量 200~500g 的细径耐腐蚀金属圆柱体,平衡锤与最小直径浮子的占位空间大于 172mm。其技术性能为:测量变幅 40m、水位变率为 40cm/min、分辨率为 1cm、0.5cm、0.1cm,测量允许误差限为 $\leq \pm 2\%$ 或 $\pm 2\text{cm}$ (10m 范围内)。浮子式水位计性能长期稳定可靠,是当前水位测量仪器的主流产品。

[0004] 公知浮子式水位计结构和原理上的缺点、不足之处也很明显:

[0005] (1) 浮子、平衡锤一起工作于深井中,测缆有时互相缠绕,影响正常工作;

[0006] (2) 测井直径大,一般为 30~100cm,建井费用高(数万元至数十万元),建井施工期长;

[0007] (3) 浮子和平衡锤同时在测井中工作,占位尺寸大,不可能用于地下水(水位管直径不大于 10cm)和大坝测压管(水位管直径一般为 5cm)水位监测,公知水位计的扁平状浮子也不可能在有固定倾斜度的斜井中工作。

[0008] (4) 公知浮子式水位计的重锤、测缆施加于浮子上的力为一个变力,仪器测量准确度与测缆重量、浮子直径尺寸相关,当浮子直径很小时,水位计测量误差受测缆自重误差的影响将导致测量准确度超差。

发明内容

[0009] 本发明的任务在于克服现有技术的缺点与不足之处,提供一种测井中无平衡锤,只以细小浮子或球形浮子跟踪水位变化,能用于地表水、地下水、大坝测压管水位测量或斜井水位测量的全新构造浮子式水位计。

[0010] 解决本发明任务的技术方案是:以重力卷扬收缆装置取代公知平衡锤,以新型细长小直径浮子和球形浮子取代公知浮子,只以浮子自动跟踪水位变化并能克服测缆自重误差影响的浮子式水位计(以下称收缆水位计)。具体地说:本发明包括:水平底板、直立支架板、水位编码器、水位编码器转轴、水位轮、重力卷扬收缆装置(以下称收缆装置)、测缆、

细长形浮子或球形浮子,收缆装置包括:卷扬轮、卷扬轴、卷扬缆、重锤、定滑轮、动滑轮、顶部水平支柱、支承件等。其构造形式为:直立支架板通过顶部水平支柱连成一体,并通过支承件垂直安装在水平底板上,水位编码器安装在直立板架板上,其转轴水平伸出支架板,水位轮安装在转轴的伸出端,收缆装置的卷扬轴通过轴承安装在直立支架板上,卷扬轮安装在卷扬轴的伸出端并与水位轮在同一垂直面上工作;重锤位于定滑轮的正下方;定滑轮安装在顶部水平支柱的中部;动滑轮安装在重锤上;卷扬缆排绕在卷扬轴中部,其引出端顺序绕过定滑轮、动滑轮组后垂直向上固定在水平支柱的中部;测缆缠绕于卷扬轮工作圆周的矩形凹槽中,其引出端绕经水位轮的工作圆周后与浮子相连接。按照上述结构,本发明水位计的测缆是绕在收缆装置的卷扬轮工作圆周的凹槽中,其引出端绕经水位轮的工作圆周后与测井中的浮子相连接,本发明水位计无外部平衡锤,仅以细长形浮子或球形浮子在测井中工作,自动跟踪水位变化。卷扬轮通过测缆施加给浮子的提升力是一个不变的恒力,并且卷扬轮的工作直径 D 远大于卷扬轴的工作直径 d ,卷扬轮作用于测缆的张紧力 f 远小于重锤的自重力 F ,卷扬轮作用于测缆的张紧力 f 与重锤的自重力 F 之间的数量关系式为: $f = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot F$;而重锤的行程 h 与浮子的行程 H 之间的数量关系式为: $h = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot H$,上式中 N 为动、定滑轮组组数。

[0011] 本发明收缆浮子式水位计的卷扬轴是高强度金属轴,卷扬轴排绕卷扬缆区段的几何形状为始端细、末端粗的锥形圆柱体,其始末端轴径增量 Δd 的大小与测缆的参重力 f_c 相关并且卷扬轴轴径增量变化所产生的附加提升力的大小与测缆参重力的大小相等,方向相反,其数量关系式为: $\Delta d = (f_c/f) \times d$,式中: f_c 等于测缆单位长度重量 \times 测缆参重段的总长度。本发明方案可以自动消除测缆参重误差的影响,尤其是浮子直径很小时必须采用本技术方案。

[0012] 本发明收缆浮子式水位计的细长形浮子包括:浮体、密封垫、浮子连接帽、内配重物,浮子帽上有安装孔,用于连接测缆。细长浮子直径是 $3 \sim 8\text{cm}$,两头呈尖锥形、中间为细长正圆柱形的金属或塑料制作的空心或实心密封浮子。

[0013] 本发明收缆浮子式水位计的浮球是直径不小于 10cm 的类地球仪构造的密封球,它是由以垂直赤道面为分型面的2个半球壳体对接而成的密封球,浮球的水平方向有贯穿两个极点的水平内连接柱,连接柱的中点安装有轴承,轴承外缘上安装有垂直挂板,垂直挂板上安装配重锤,浮球的两个极点留有直径约 $3 \sim 4\text{mm}$ 的盲孔。所述的浮球还包括环形支架(以下称支架),支架的直径略大于浮球直径,支架上对应浮球盲孔的位置上留有适配的凸起柱,支架通过适配孔、柱与浮球相连接,在支架上正对赤道面的方位上留有安装孔用以和测缆相连接。浮球的内配重锤可在垂直面上围绕球心转动,使浮球的重心始终指向地心,当浮球在斜井中随水位升降沿斜井的下壁滚动时,其重心始终指向地心,可防止浮球侧翻。

[0014] 本发明收缆浮子式水位计的浮球的另一种球体内部构造形式是具有内部垂直限位轨道、在垂直限位轨道中间有圆形钢球作为内配重锤的防侧翻密封自稳定滚动方向浮球。

[0015] 本发明收缆浮子式水位计的水位编码器是低转矩非接触式或接触式水位编码器,其编码方式可为数字全量型、脉冲增量型或模拟量型,其启动转矩应不大于 $30\text{g} \cdot \text{cm}$ 。

[0016] 本发明收缆浮子式水位计的测缆是直径不大于 1mm 、耐腐蚀、低线胀系数、轻质钢缆或包敷尼龙外套的钢缆,其单位长度重量应不大于 4g/m 。

[0017] 本发明收缆浮子式水位计的工作过程为：当浮子自井口最高水位线随水位向下运动时，浮子带动测缆向下运动，水位轮沿逆时针方向转动，这时卷扬轮、卷扬轴沿顺时针方向转动缓慢地卷起卷扬缆，提升重锤。当浮子（或浮球）沉至井底最低水位线时，卷扬轮释放完全部测缆，此时重锤将被提升至最高位，在上述过程中，测缆带动水位轮和水位编码器转动，即可连续输出与水位变幅下降相对应的编码电信号。反之，浮子（或浮球）上升，则卷扬轮、卷扬轴逆向旋转自动收回测缆、释放卷扬缆和重锤，此时编码器输出与水位上升高度相对应的电信号，完成水位变化过程的自动测量。综上所述，本发明收缆浮子式水位计的收缆装置能够产生一个张紧力，用于张紧、拉直测缆，驱动测轮旋转，同时，变径卷扬轴则产生一个与测量缆参重力大小相等、方向相反的提升力作用于测缆，使收缆装置通过测缆施加于浮子上的张紧力始终为一个不变的恒力，保证浮子的吃水深度稳定不改变，其结果是即使浮子的尺寸很小也不会由此引入测缆参重误差，实现了以微小直径浮子准确跟踪测量水位变化的目的。

[0018] 采用本发明收缆式浮子水位计测量水位变化，测井中只有一根测缆，不会发生测缆自相缠绕的问题。

[0019] 本发明收缆浮子式水位计的细长型浮子可以在 10cm 直径的地下水位管及 5cm 直径的大坝测压水位管中顺畅地工作，本发明收缆浮子式水位计的浮球可以在斜井中顺畅地工作，从而将浮子式水位计的应用领域扩展至地下水、大坝测压水位管水位监测和斜井水位监测。

[0020] 本发明收缆浮子水位计应用于斜井水位测量时，斜井水位变幅 H 与浮球行程 L 及斜井倾角 α （斜井的中轴线与大地水平线之间的夹角）有关，其数学模型关系式为： $H = \sin \alpha \cdot L$ 。

[0021] 本发明的有益效果是：可用于地表水、浮井、斜井、地下水、大坝测压水位管测量，具有建井简单、投资低、性能稳定可靠等优点，且无测缆自相缠绕问题。

附图说明

[0022] 本发明将通过附图及两个具体实施例加以详细说明：

[0023] 图 1 是本发明收缆浮子式水位计的构造、原理图的主视图。

[0024] 图 2 是图 1 的侧视图。

[0025] 图 3 是图 1 的俯视图。

[0026] 图 4 是本发明收缆浮子式水位计的卷扬轴构造图。

[0027] 图 5 是本发明收缆浮子式水位计的细长浮子构造图。

[0028] 图 6 是本发明收缆浮子式水位计浮球的构造原理图的主视图。

[0029] 图 7 是图 6 的侧视图。

[0030] 图 8 是本发明收缆浮子式水位计的另一种浮球构造原理图的主视图。

[0031] 图 9 是图 8 的侧视图。

[0032] 图 10 是本发明收缆浮子式水位计用于地下水、大坝测压水位管水位测量的实施例图。

[0033] 图 11 是本发明收缆浮子式水位计用于斜井水位测量的实施例图。

具体实施方式

[0034] 实施例 1:如图 1-图 4 所示,收缆浮子水位计构造包括:水平底板 1、直立支架板 2、3、水位编码器 4、水位编码器转轴 5、水位轮 6、重力卷扬收缆装置(以下称收缆装置)7、测缆 8、细长形浮子 9 或球形浮子 10,收缆装置包 7 括:卷扬轮 11、卷扬轴 12、卷扬缆 13、重锤 14、定滑轮 15、16、动滑轮 17、18、顶部水平支柱 19、20、21、支承件 22、23、24、25 等。其构造形式为:直立支架板 2、3 通过顶部水平支柱 19、20、21 连成一体、并通过支承件 22、23、24、25 垂直安装在水平底板 1 上,水位编码器 4 安装在直立板架板 2 上,其转轴 5 水平伸出支架板,水位轮 6 安装在转轴 5 的伸出端,收缆装置 7 的卷扬轴 12 通过轴承安装在直立支架板 2、3 上,卷扬轮 11 安装在卷扬轴 12 的伸出端并与水位轮 6 在同一垂直面上工作;重锤 14 位于定滑轮 15、16 的正下方;定滑轮 15、16 安装在顶部水平支柱 19、20 的中部;动滑轮 17、18 安装在重锤 14 上;卷扬缆 13 排绕在卷扬轴 12 中部。其引出端顺序绕过定滑轮 15、动滑轮 17、定滑轮 16、动滑轮 18 后垂直向上固定在水平支柱 21 的中部;测缆 8 缠绕于卷扬轮 13 工作圆周的矩形凹槽中,其引出端绕经水位轮 6 的工作圆周后与浮子 9 或 10 相连接。按照上述结构,本发明水位计的测缆 8 是绕在收缆装置 7 的卷扬轮 11 工作圆周的凹槽中,其引出端绕经水位轮 6 的工作圆周后与测井中的浮子 9 或 10 相连接,本发明水位计无外部平衡锤,仅以细长形浮子 9 或球形浮子 10 在测井中工作,自动跟踪水位变化。卷扬轮 11 通过测缆 8 施加给浮子 9 或 10 的提升力是一个不变的恒力,并且卷扬轮 11 的工作直径 D 远大于卷扬轴 12 的工作直径 d ,卷扬轮 11 作用于测缆 8 的张紧力 f 远小于重锤 14 的自重力 F ,卷扬轮 11 作用于测缆 8 的张紧力 f 与重锤 14 的自重力 F 之间的数量关系式为: $f = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot F$;而重锤 14 的行程 h 与浮子 9 的行程 H 之间的数量关系式为: $h = (1/N^2) \cdot (d/D) \cdot H$,上式中 N 为动、定滑轮组组数。

[0035] 本发明收缆浮子式水位计的卷扬轴 14 是高强度金属轴,卷扬轴 12 排绕卷扬缆区段的几何形状为始端细、末端粗的锥形圆柱体,其始末端轴径增量 Δd 的大小与测缆的参重力 f_c 相关并且卷扬轴轴径增量变化所产生的附加提升力的大小与测缆参重力的大小相等,方向相反,其数量关系式为: $\Delta d = (f_c/f) \times d$,式中: f_c 等于测缆单位长度重量 \times 测缆参重段的总长度。本发明方案可以自动消除测缆参重误差的影响,尤其是浮子直径很小时必须采用本技术方案。

[0036] 如图 5 所示,本发明收缆浮子式水位计的细长形浮子 9 包括:浮体 9-1、密封垫 9-2、浮子连接帽 9-3、内配重物 9-4,浮子帽 9-3 上有安装孔,用于连接测缆。细长浮子 9 直径是 3~8cm,两头呈尖锥形、中间为细长正圆柱形的金属或塑料制作的空心或实心密封浮子。

[0037] 如图 10 表示的实施例中,水位管直径为 5cm,水位变幅为 10m,实施例各部件参数设置为:浮子 9 的直径为 3cm 或 4cm,测缆的直径为 1mm,单位长度重量为 2g/m,水位轮直径为 10.2cm,水位编码器的启动转矩 $\leq 20g \cdot cm$,卷扬轮 11 工作直径 D 为 15cm,卷扬轴细端工作直径 d 为 1cm,卷扬缆为直径 1mm 的高强度钢缆,重锤 14 的重量为 6Kg,本实施例收缆式水位计有二个动、定滑轮组, $1/N^2 = 1/4$,按照上述参数,收缆装置 7 作用于测缆 8 引出端的张紧力 f 为: $f = (1/N^2) \times d/D \times F = 1/4 \times 1cm/15cm \times 6000g = 100g$;而机内重锤 14 的有效行程 h 为(水位变幅这 10m 时), $h = (1/N^2) \times d/D \times H = 1/4 \times 1cm/15cm \times 1000cm = 16.67cm$;卷扬轴 12 轴径末端增量 $\Delta d = (f_c/f) \times d$,式中参重力 f_c 为 $2g/m \times 10m = 20g$,由

此 $\Delta d = 20\text{g}/100\text{g} \times 1\text{cm} = 0.2\text{cm}$ 。按照上述参数设的收缆式浮子水位计,当浮子 9 处于最高位时,收缆装置 7 通过测缆 8 施加于浮子 9 的张紧力为 100g,当浮子下沉 10m 至最低水位时,10m 长测缆的总参重力为 20g,收缆装置 7 施加于测缆 8 引出端的张紧力 f_1 为 120g,即 $f_1 = (1/N^2) \times (d + \Delta d) / D \times F = 1/4 \times (1\text{cm} + 0.2\text{cm}) / 15\text{cm} \times 6000\text{g} = 120\text{g}$,上述结果表明,由卷扬轴 11 轴径增量变化产生的附加提升力的大小与测缆参重力的大小相等,且方向相反,使测缆 8 施加于浮子 9 的张紧力是一个不变的恒力,即本发明技术方案可以自动消除测缆参重误差的影响。

[0038] 对于公知技术而言,当浮子 9 直径为 4cm 或 3cm,测缆每米重量为 2g 时,10m 测缆的参重量为 20g,由此引入的参重误差 $\Delta H = f_c / \Delta f$,式中 Δf 为浮子 9 工作区段每升或降 1cm 所排开水体积的重量,对于直径 4cm 的浮子而言, $\Delta f = \pi r^2 \times 1\text{g}/\text{cm}^3 = \pi \times 2^2 \times 1\text{g}/\text{cm}^3 = 12.6\text{g}$,对于直径为 3cm 的浮子而言, $\Delta f = \pi r^2 \times 1\text{g}/\text{cm}^3 = \pi \times 1.5^2 \times 1\text{g}/\text{cm}^3 = 7.68\text{g}$,由公式 $\Delta H = f_c / \Delta f$ 可计算出 10m 长测缆引入的测缆参重误差 $\Delta H = 20/12.6 = 1.59\text{cm}$ (当浮子直径为 4cm 时) 或 $20/7.68 = 2.83\text{cm}$ (当浮子直径为 3cm 时),显然上述值均为国家标准 GB/T118281-2002 所不允许的,而采用本发明技术方案,则可完全克服测缆参重误差的影响。本发明技术方案不仅解决了小直径浮子在 5cm 直径水位管中顺畅工作的问题,而且无测缆自相缠绕的问题,又能自动消除测缆参重误差,实现了使用小直径浮子测量准确度不超差。经过对本实施例产品测验,本发明浮子水位计在 10m 变幅范围内的测量误差不大于 $\pm 1\text{cm}$ 。

[0039] 实施例 2:图 11 为重力收缆水位计用于斜井水位测量的实施图,它的收缆装置 7 和卷扬轴 12 的构造原理与实施例 1 相同,在本实施例中,测缆 8 的长度为 40m,测井口径为 15cm,测井中心线与地面夹角为 30° ,浮球 10 直径为 $\Phi 13\text{cm}$,测缆 8 直径为 0.5mm,单位长度重量为 0.6g/m,重锤 14 的重量为 12Kg,卷扬轮 11 的工作直径 D 为 30cm,卷扬轴细端直径 d 为 1cm,根据上述参数,收缆装置 7 作用于测缆 8 引出端的张紧力 f 为: $f = (1/N^2) \times d / D \times F = 1/4 \times 1\text{cm} / 30\text{cm} \times 12000\text{g} = 100\text{g}$,而机内重锤 14 的有效行程 h 为, $h = (1/N^2) \times d / D \times H = 1/4 \times 1\text{cm} / 30\text{cm} \times 4000\text{cm} = 33.33\text{cm}$;卷扬轴 12 的轴径增量 $\Delta d = (f_c / f) \times d$,式中测缆 8 参重力 $f_c = 0.6\text{g}/\text{m} \times 40\text{m} = 24\text{g}$,由此导出 $\Delta d = (f_c / f) \times d = 24\text{g} / 100\text{g} \times 1\text{cm} = 0.24\text{cm}$ 。

[0040] 如图 6、图 7 和图 11 所示,本实施例的浮球 10 是直径为 13cm 的类地球仪构造的密封球,它是由以垂直赤道面为分型面的 2 个半球壳体 10-1、10-2 对接而成的密封球,浮球 10 的水平方向有贯穿两个极点的水平内连接柱 10-3、10-4,连接柱 10-3、10-4 的中点球芯安装有轴承 10-5,轴承 10-5 外缘上安装有垂直挂板 10-6,垂直挂板 10-6 上安装配重锤 10-7,配重锤 10-7 可在垂直面上围绕球心转动,使浮球 10 的重心始终指向地心,如图 11 所示,浮球 10 通过环形支架 10-10 与测缆 8 相连接,当浮球 10 在斜井中随水位升降沿斜井的下壁滚动时,其重心始终指向地心,可防止浮球侧翻,避免浮球 10 的连接支架 10-10 与井壁产生碰撞摩擦,从而保证仪器正常工作。

[0041] 如图 8、图 9 所示,本实施例的浮球 10 的球体内部构造的另一种形式是具有内部垂直限位轨道 10-4。在垂直限位轨道 10-4 之间有圆形钢球 10-5 作内配重锤的防侧翻密封自稳定滚动方向的浮球。

[0042] 与竖井水位测量不同,斜井水位的垂直变幅 H 与浮球倾斜行程 L 的大小及斜井

倾角 α 呈固定函数关系,其数量关系式为: $H = \sin \alpha \times L$,本实施例 $\alpha = 30^\circ$,因此 $H = \sin 30^\circ \times L = 1/2 \times 40\text{m} = 20\text{m}$,因为水位编码器 4 的输出数值与 L 相对应,在实际计算水位变幅 H 时,通常用微处理器和固化软件进行数据自动处理,即可获得真实的水位测量值。本实施例与实施例 1 相同,收缆装置 7 通过测缆 8 施加于浮球 10 上的张紧力是一个不变的恒力,从而克服测量参重误差带来的影响,实现了仅以浮球 10 自动跟踪测量斜井水位变化的目的,且无测缆缠绕问题,既节约了建井费用,又不引入测缆参重误差。

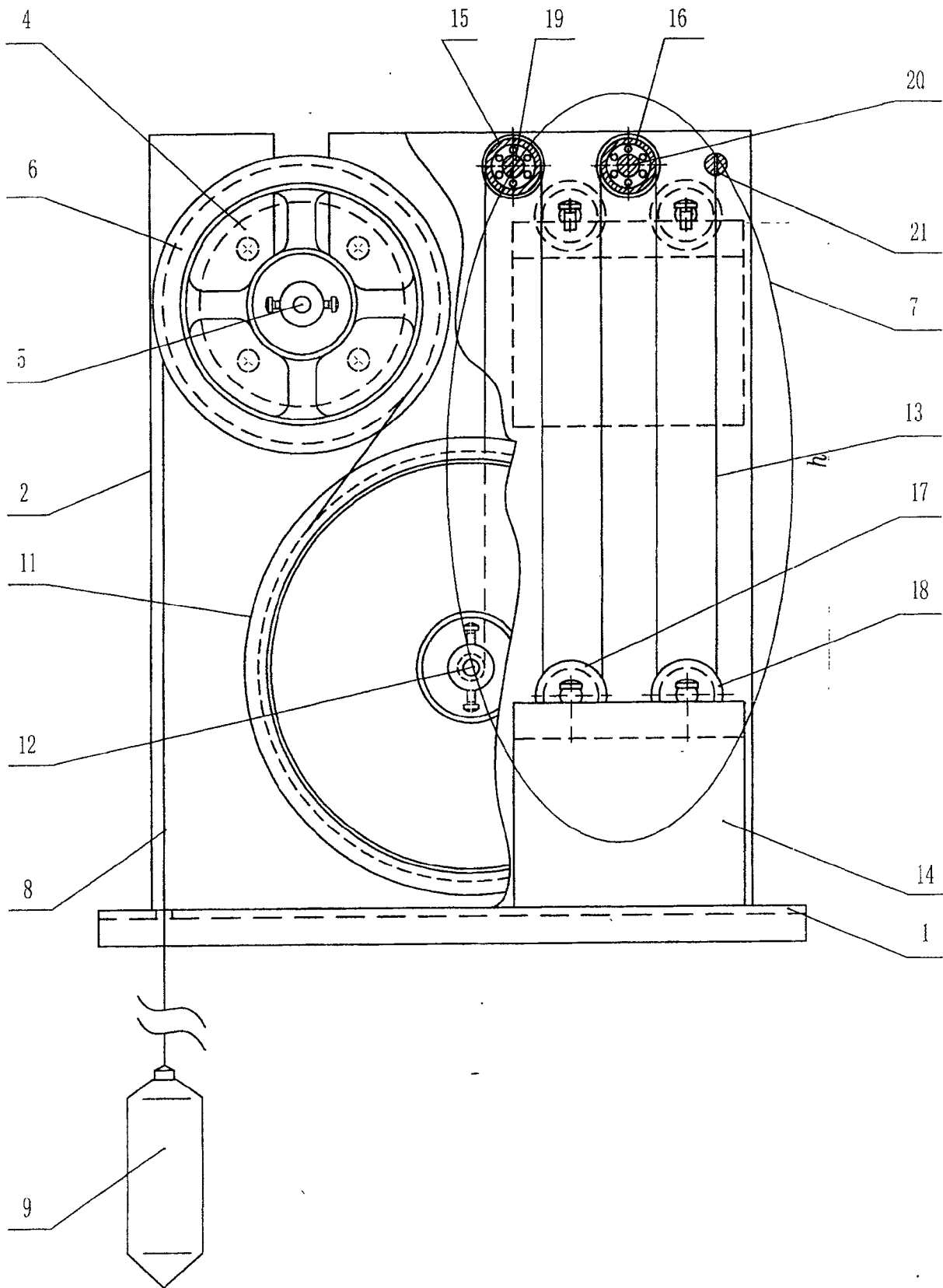


图 1

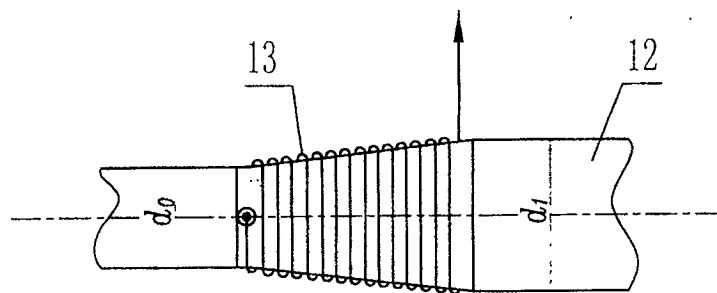
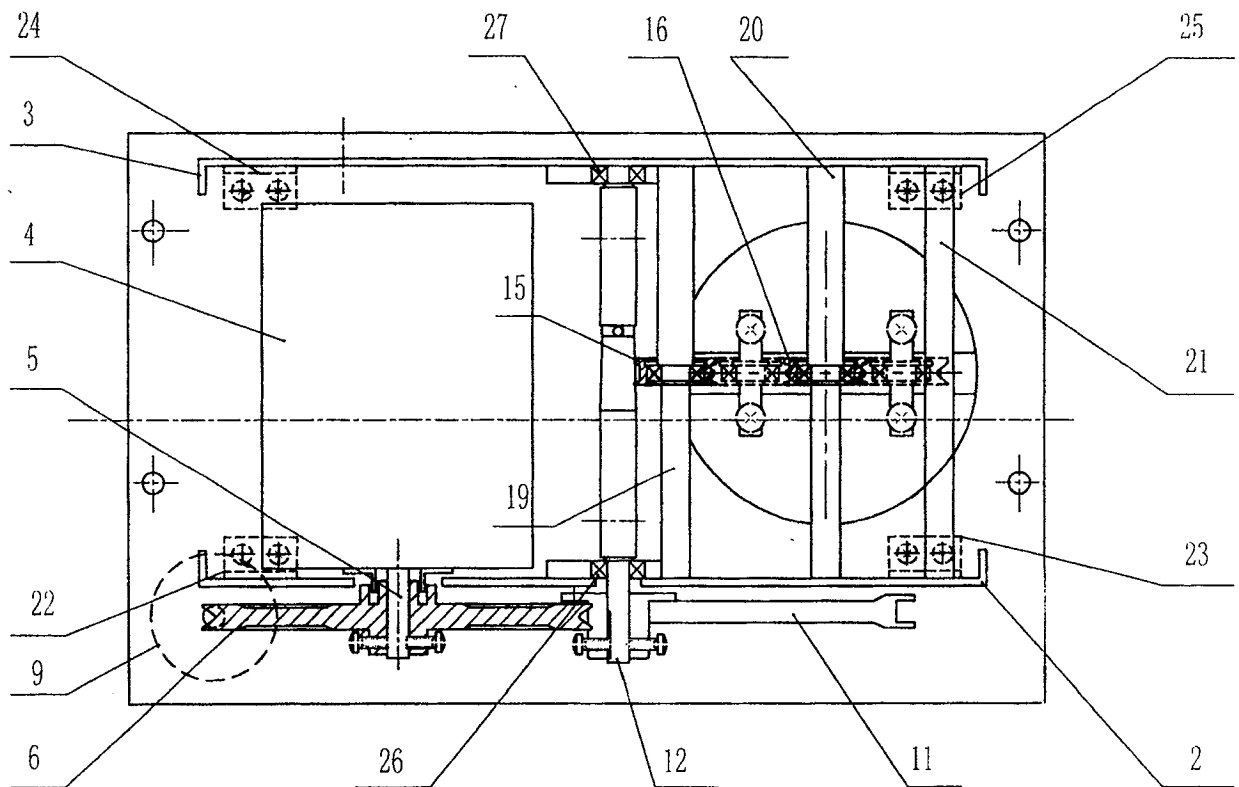


图 4

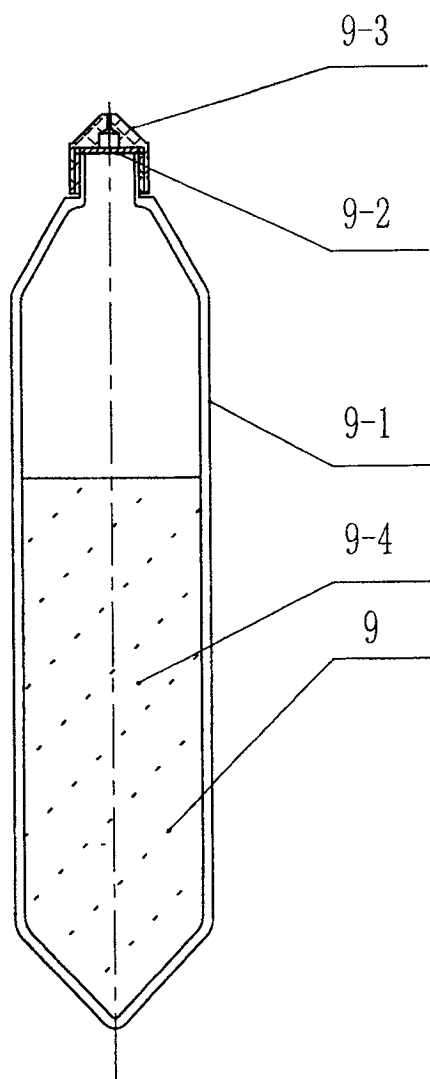


图 5

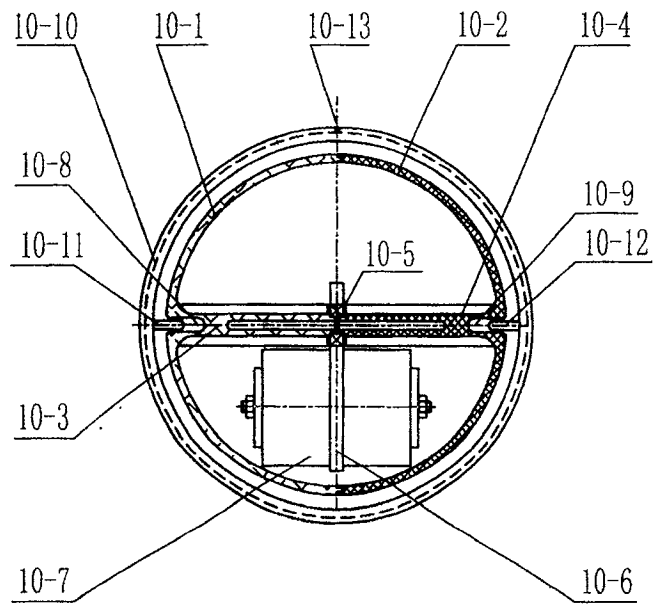


图 6

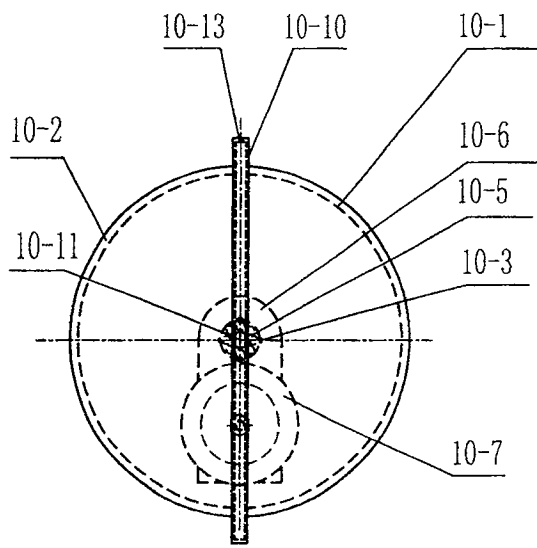


图 7

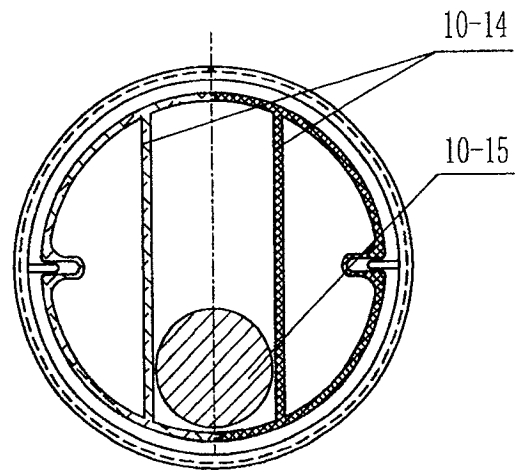


图 8

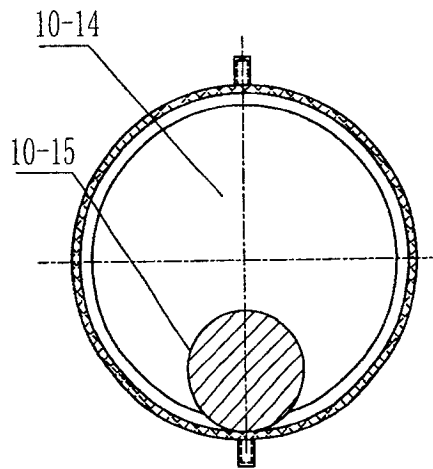


图 9

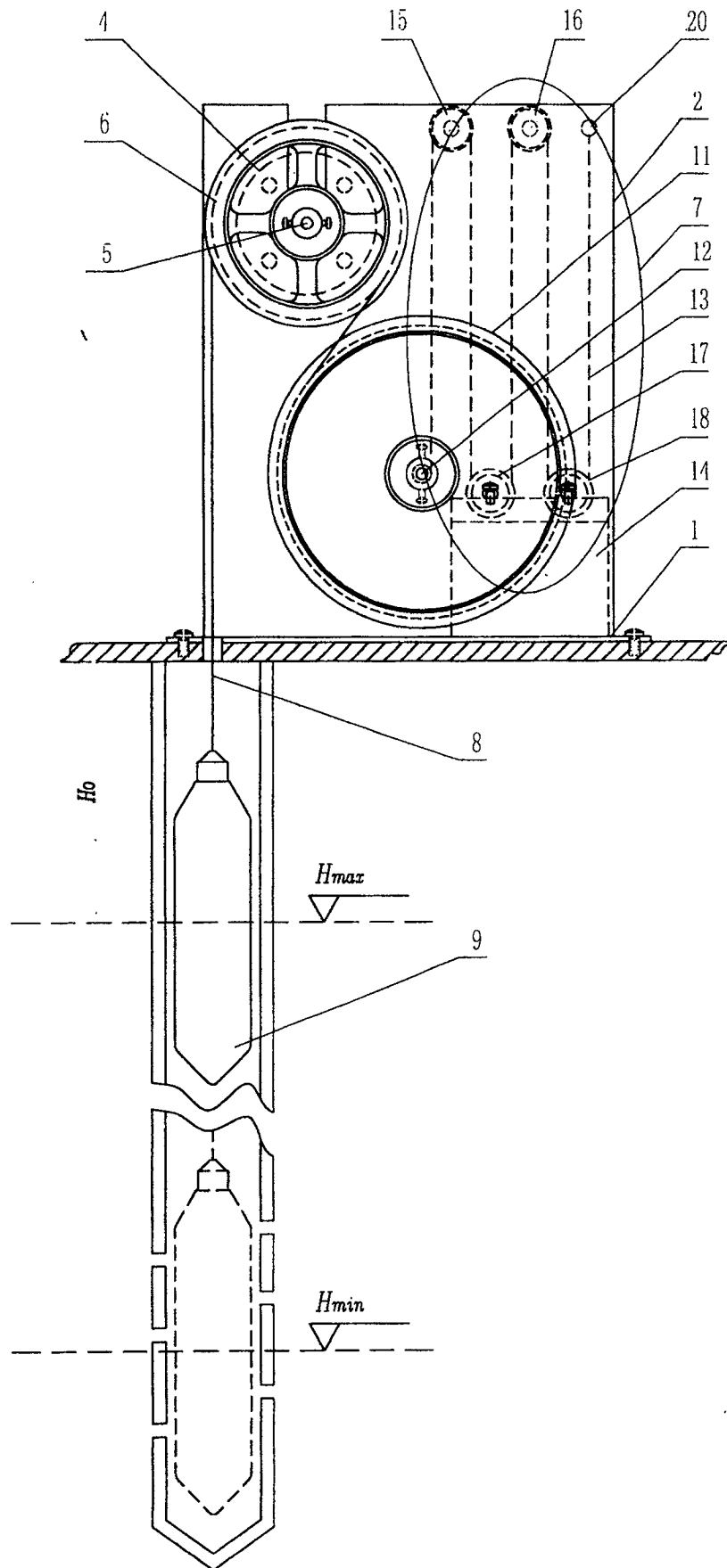


图 10

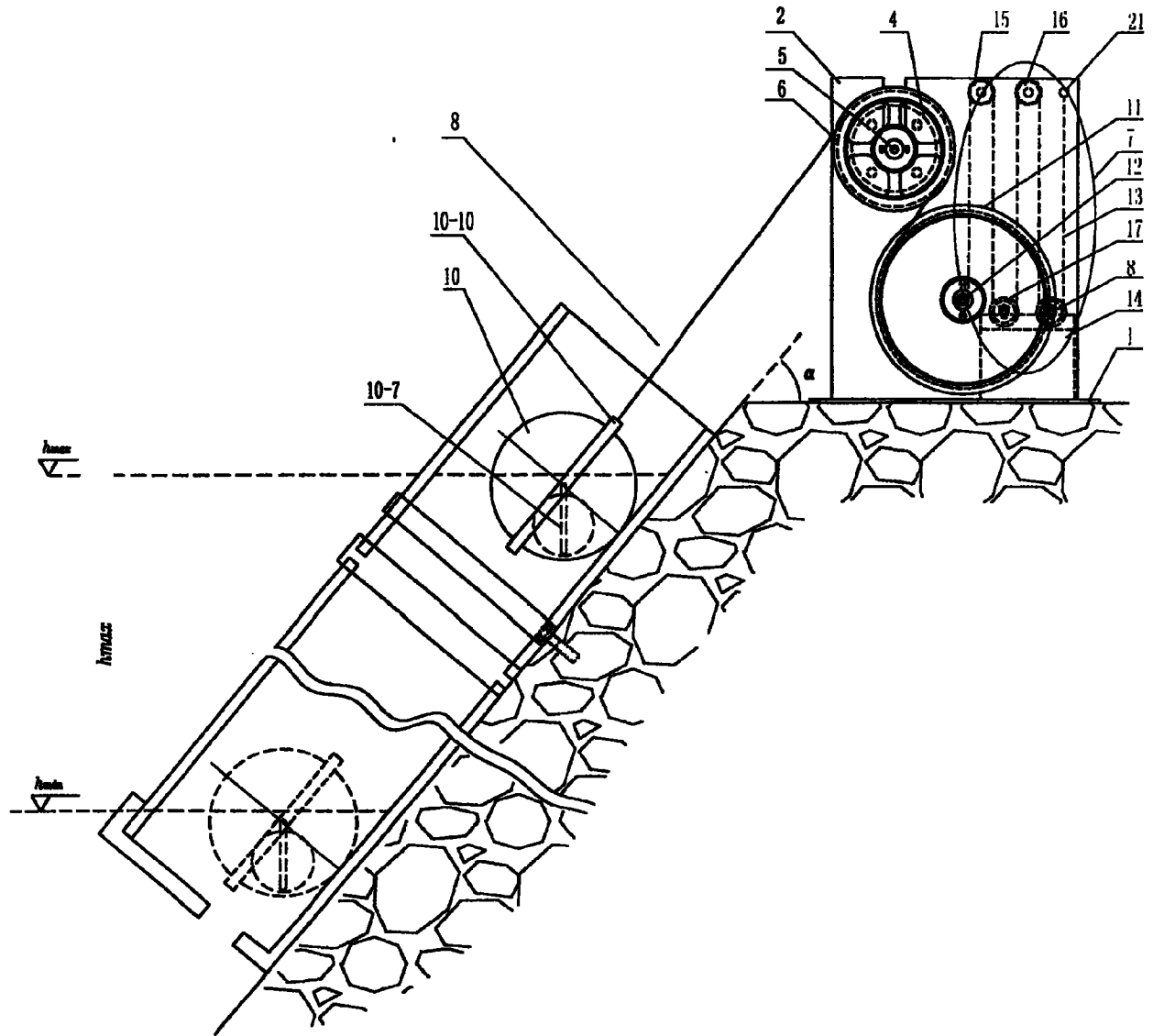


图 11