

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(43) 国际公布日  
2013 年 10 月 3 日 ( 03.10.2013 )

W I P O | P C T

(10) 国际公布号  
WO 2013/143145 A 1

- (51) 国际分类号 : G01N 3/303 (2006 .01) G01M 7/08 (2006.01)  
G01N 3/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号 : PCT/CN20 12/0734 17
- (22) 国际申请日 : 2012 年 3 月 31 日 ( 1.03.2012 )
- (25) 申报语言 : 中文
- (26) 公布语言 : 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 中国矿业大学 (北京) (CHINA UNIVERSITY OF MINING & TECHNOLOGY (BEIJING)) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路丁 11 号 Beijing 100083 (CN)。
- (72) 发明人 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 何满潮 (HE, Manchao) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路丁 11 号 Beijing 100083 (CN)。郭志彪 (GUO, Zhibiao) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路丁 11 号 ,Beijing 100083 (CN)。张国锋 (ZHANG, Guofeng) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路丁 11 号, Beijing 100083 (CN)。
- (74) 代理人 :隆天国际知识产权代理有限公司 (LUNGTIN INTERNATIONAL INTELLECTUAL PROP - ERTY AGENT LTD.); 中国北京市朝阳区慧忠路 5 号远大中心 B 座 18 层 Beijing 100101 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

[见续页]

- (54) Title: DYNAMICS PERFORMANCE TESTING SYSTEM
- (54) 发明名称 动力学性能测试系统

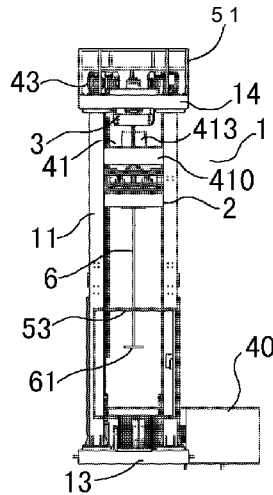


图 11 Fig. 1

(57) Abstract: A dynamics performance testing system, for use in testing the dynamics performance of an anchor rod or an anchor rode, comprising a main machine and a measurement and control system. The main machine comprises a vertical machine frame (1), a clamping apparatus (3) arranged on the top of the vertical machine frame (1) and used for vertically clamping the top end of a sample (6), where the sample (6) is provided at the bottom end thereof with a tray (61), a drop-hammering apparatus (2) used for being dropped vertically from the vertical machine frame (1) at a set height to impact the tray (61), a lifting apparatus used for lifting the drop-hammering apparatus at the bottom of the vertical machine frame (1) to the set height, and a protection apparatus used for physical protection and isolation to reduce bodily injury and noise. The measurement and control system controls the drop-hammering apparatus to select a parameter for drop-hammering and a process of lifting and dropping. The real-time impact on the tray (61) when the drop-hammering apparatus is dropped vertically is sensed by a force sensor, while real-time impact data received from a sensor device is analyzed, and a test result is outputted. The dynamics performance testing system is provided with versatility while the test result is accurate and reliable.

(57) 摘要:

[见续页]



RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, 本国际公布,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, \_ 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。  
TG)。

---

一种动力学性能测试系统，用于测试锚杆或锚索的动力学性能，包括主机和测控系统。主机包括立式机架 (1)；夹持装置 (3)，设置于立式机架 (1) 顶部，用于垂向夹持试样 (6) 的顶端，试样 (6) 的底端带有托盘 (61)；落锤装置 (2)，用于从立式机架 (1) 的一设定高度处垂直落下以冲击托盘 (61)；提升装置，用于将处于立式机架 (1) 底部的落锤装置提升到设定高度；以及防护装置，用于进行物理防护与隔离以减少人身危害和噪声。测控系统控制落锤装置进行落锤的参数选择及提升、落下的过程，由力传感器感测落锤装置感测落锤装置垂直落下时对托盘 (61) 的实时冲击，并分析从感测装置接收的实时冲击数据，输出测试结果。该动力学性能测试系统具有通用性且测试结果准确可靠。

## 动力学性能测试系统

### 技术领域

5 本发明涉及动力学性能测试系统，尤其涉及一种用于室内测试恒阻大变形锚杆（索）以及其他普通锚杆（索）的动力学性能的动力学性能测试系统。

### 背景技术

10 近年来，随着国民经济的高速发展，各行各业对能源需求日益增加，我国露天矿山目前已经陆续进入深部开采阶段，在矿山、水利、交通等领域涉及大量边坡、活动性断层、洞室围岩稳定性问题。

15 目前我国正处于各项工程建设高速发展的时期，矿产资源开采和地下工程建设过程中也出现了许多灾害：如岩爆、冲击地压、塌方等灾害。对于发生在高陡边坡及巷道围岩稳定中出现的自然灾害和工程灾害的控制，主要依靠传统预应力锚杆（索）加固体系及其衍生支挡结构工程。然而，由于大部分岩土体加固结构失稳是弹塑性大变形问题，基于传统预应力锚杆（索）体系的支护和加固理念已经无法适应岩土体（边坡岩体、隧道围岩）的大变形演变规律，导致巷道支护过程中出现部分锚杆端部断裂、锚索（杆）中部断裂、支护区域多次返修、钢架扭曲破坏失效等事故。

20 针对上述问题，在以柔克刚，刚柔相济哲学思想的启迪下，何满潮教授提出了恒阻抵抗、变形吸收能量的设计思想，并研发了一种新型锚杆—恒阻大变形锚杆（例如公开号为 CN101858225A 的中国发明专利所公开的一种恒阻大变形锚杆），在此基础上形成了边坡加固、滑坡和地震灾害监测预警、地下工程支护整套的控制理念和技术装备体系，为解决岩土工程问题中的大变形问题提供了一种良好的探索模式。

25 在恒阻大变形锚杆（索）研发以后，需要一种动力学性能测试系统，以更好的对恒阻大变形锚杆（索）的动力学特性进行系统测试与研究，检验恒阻大变形锚杆抵抗和吸收冲击能量的性能，测量出每次冲击后杆体自身的伸长量和径向变形量。总结恒阻大变形锚杆动载测试数据，通过对测试曲线的对比分析，总结出恒阻器伸长量、冲击阻力和冲击能量之间的变化规律，根据测试结果优化恒阻器几何参数、结构参数，进一步提高恒阻大变形锚杆抵抗冲击的能力。进而通过计算与相关测量，对软岩大变形、冲击（岩爆）大变形、30 突出大变形、滑坡大变形、发震断层大变形提供更好的支护。

## 发明内容

针对现有技术中存在的问题，本发明的目的在于提供一种能够准确、有效测试锚杆或锚索的抵抗和吸收冲击能量性能的动力学性能测试系统。

本发明是通过以下技术方案来实现的：一种动力学性能测试系统，一种动力学性能测试系统，用于测试锚杆或锚索的动力学性能，其特征在于，所述动力学性能测试系统包括主机和测控系统：所述主机包括：立式机架；夹持装置，设置于所述立式机架顶部，用于垂向夹持试样的顶端，所述试样包括试样本体和所述试样本体底端的托盘；落锤装置，用于从所述立式机架的一设定高度处垂直落下以冲击所述托盘；提升装置，用于将处于所述立式机架底部的所述落锤装置提升到所述设定高度；以及防护装置，用于进行物理防护与隔离以减少人身危害和噪声。所述测控装置，控制所述落锤装置进行落锤的参数选择及提升、落下的过程，并由力传感器感测所述落锤装置垂直落下时对所述托盘的实时冲击数据，并分析从所述感测装置接收的所述实时冲击数据，输出测试结果。

本发明的有益效果在于，通过本发明的动力学性能测试系统，可以准确、可靠的得出包括恒阻大变形锚杆在内的各类锚杆和锚索的动力学参数，检验出被测试锚杆（索）的抵抗和吸收冲击能量的性能，并且测量出每次冲击后杆体自身的伸长量和径向变形量，分别绘制“冲击高度-冲击变形量”试验曲线、“冲击高度-累计变形量”试验曲线、“累计冲击能量-累计冲击变形量”试验曲线、“冲击能量-冲击阻力”试验曲线。通过对试验曲线的对比分析，总结出恒阻器伸长量、冲击阻力和冲击能量之间的变化规律，根据试验结果优化恒阻器几何参数、结构参数，进一步提高恒阻大变形锚杆抵抗冲击的能力，对恒阻大变形锚杆的结构参数和技术参数进行进一步的优化调整，对软岩大变形、冲击（岩爆）大变形、突出大变形、滑坡大变形、发震断层大变形提供更好的支护。

进而，本发明的动力学性能测试系统，可以进行不同高度或不同高度复合的控制方式，实现锚杆（索）的多种方式的动力学性能测试；且具有节能环保的优点及较高的安全性。

## 附图说明

- 图 1 为本发明实施例的动力学性能测试系统的主机的主视示意图；  
图 2 为本发明实施例的动力学性能测试系统的主机的左视示意图；  
图 3 为本发明实施例的动力学性能测试系统的提升框架的示意图；  
图 4 为本发明实施例的动力学性能测试系统的吊钩组件的示意图；  
图 5 为本发明实施例的动力学性能测试系统的夹具组件的立体示意图；

图 6 为本发明实施例的动力学性能测试系统的夹具组件的仰视示意图；

图 7 为图 5 的油路原理图；

图 8 为本发明实施例的动力学性能测试系统的落锤装置的俯视示意图；

图 9 为本发明实施例的动力学性能测试系统的落锤装置的主视示意图。

5 图 10 为落锤装置中定位杆的一横截面示意图。

## 具体实施方式

10 体现本发明特征与优点的典型实施例将在以下的说明中详细叙述。应理解的是本发明能够在不同的实施例上具有各种的变化，其皆不脱离本发明的范围，且其中的说明及附图在本质上是当作说明之用，而非用以限制本发明。

本发明实施例的大变形拉力测试系统，可以分为主机和测控系统两部分。主机可以分为五大部分，即立式机架 1、落锤装置 2、夹持装置 3、提升装置及防护装置。测控系统可按照功能来区分为五大模块，即感测模块、控制模块、分析模块、输出模块和防护模块。以下分别介绍上述各大部分。

### 15 1、立式机架

20 如图 1 和图 2 所示，立式机架 1 是竖直设置的框架结构，主要包括四根支撑立柱 11、两根导向立柱 12、工作台 13、固定横梁 14。工作台 13 位于立式机架 1 的最底端，而支撑立柱 11 和导向立柱 12 都是设置在工作台 13 上，支撑立柱 11 和导向立柱 12 的顶端设置有固定横梁 14，在固定横梁 14 的位置，形成一个框架结构的带有围栏 51 的顶端平台，用于设置提升装置的滑轮组 43 及固定夹持装置 3。

25 如图 1 和图 2 所示，每一侧的两根支撑立柱 11 由横拉板 15 互相连接，四根支撑立柱 11 的上下两面均由高强度的六角头螺栓加蝶形锁紧垫圈紧固于固定横梁 14 和工作台 13 上，保证了立式机架 1 具有足够的刚性。导向立柱 12 是用于对自由落下的落锤装置 2 起到导向作用，其优选的是对称的设置于每一侧的两根支撑立柱 11 之间中点的位置。

30 导向立柱 12 需要润滑，润滑时只需在导向立柱 12 上定期加适量润滑油即可。

由以上可知，本发明的立式机架 1 的框架结构，具有结构合理、刚性高、造型美观等优点。

### 2、落锤装置

35 如图 1、图 2、图 4 和图 7 所示，落锤装置 2 是用于从立式机架 1 的一设定高度处垂直落下以冲击试样 6 的托盘 61。

落锤装置 2 包括上锤体 201、连接锤体 202、下垂体 203、配重砣 23 和下吊环 21 等主要部件，以及定位杆 25、定位柱 281、282、定位块 24、压紧螺母 242 等部件。

上锤体 201 和下锤体 203 之间通过左右两个连接锤体 202 进行连接，连接方式例如为通过螺栓 291 进行连接。两个连接锤体 202 之间的空间用于设置配重砣 23。多组配重砣 23 之间由定位杆 25 和定位柱 281、282 进行水平定位。

如图 8 和图 9 所示，定位杆 25 的底部可旋转的设置于下锤体 203 上表面；定位杆 25 的顶端可为正四棱柱形状，定位杆 25 顶端穿过上锤体 201，与定位块 24 的相互垂直的凹陷面相对接，以限制定位杆 25 旋转；定位块 24 抵靠于下吊环 21 的端面 210，定位块 24 上设置有长孔 241，长孔 241 上穿设压紧螺母 242 以将定位块 24 固定于上锤体 201 上表面，进而限制定位杆 25 转动，从而实现对配重砣的水平定位；

如图 9 和图 10 所示，上锤体 201 和下锤体 203 之间的定位杆 25 具有两平行侧面 252 和两圆弧端面 251，与圆弧端面 251 相配合的，在配重砣 23 上相配合的设置圆弧凹陷，圆弧端面 251 的圆弧的弧度与圆弧凹陷的圆弧的弧度可以相等也可以不等。圆弧端面 251 与配重砣 23 的圆弧凹陷相配合以水平定位配重砣 23，旋转定位杆 25 将两圆弧端面 251 转离圆弧凹陷，解除定位杆 25 对配重砣 23 的横向限位，这样就可以增减配重砣 23，以增减所述落锤装置 2 的自重。

在拆卸配重砣 23 前需要用扳手将配重砣 23 顶部的压紧螺母 242 松开，然后移开锤体 20 上顶面的定位块 24，转动定位杆 25，然后将配重砣 23 移出。

如图 9 所示，配重砣 23 与定位柱 281 接触的位置，也具有与定位柱 281、282 相匹配的圆弧凹陷。中央的两组配重砣 23 可以取出，以增减落锤装置 2 的自重。但是，两侧的两组配重砣 230，在不取出定位柱 281、282 的情况下，并不能进行增减。因此，也可以将定位柱 281、281 按照定位杆 25 的做法，做成可选择的形式，就可以增加能够增加落锤装置 2 的自重的配重砣的数量。

下吊环 21 设置于上锤体 201 的上表面上，下吊环 21 具有两端面 210 和两侧面 212，在两侧面 212 上设置有吊钩凹槽 213，用于与提升装置的吊钩 423 相卡合；下吊环 21 的中心位置具有用于试样 6 穿过的中心通孔 211，在中心通孔 211 的两边对称的设置有一对用于导向立柱 12 穿过的导向滑套 22。

落锤装置 2 是本发明的动力学性能测试系统最主要的工作部件，冲击试样 6 过程中需要承受巨大的冲击力、弯曲力和震动。落锤装置 2 的重量通过改变配重砣 23 的数量进行调节。

### 3、提升装置

提升装置是用于将处于立式机架 1 底部的落锤装置 2 提升到进行测试的设定高度；为安全的考虑，落锤装置 2 在不使用时是置于立式机架 1 的底部。

如图 1-图 4 所示，提升装置主要由提升框架 41、吊钩组件 42、滑轮组 43、钢丝绳和 5 提升电机 40 等组成。

提升电机 40 采用变频制动摆线针轮减速电机，该电机在控制系统的控制下能够实现无级变速功能，使落锤装置的提升速度无级可调，增加测试效率。该电机类型为电机和减速机一体式减速电机，减速机采用摆线针轮减速机，具有体积小、工作效率高、输出扭矩大等优点。

10 提升装置的吊钩 423 设置在提升框架 41 内，提升框架 41 也可称为是活动横梁，因为其需要在立式机架 1 内上下移动；如图 3 所示，提升框架 41 包括横向框架 410 和连接于横向框架 410 后端的竖向框架 413；

如图 3 所示，横向框架 410 可由钢板焊接而成，横向框架 410 内设置有吊钩组件 42，吊钩组件 42 包括吊钩 423；横向框架 410 的两端具有卡轮套 412，用于通过钢丝绳夹固定 15 钢丝绳的下端，钢丝绳的上端经过顶端平台上设置的滑轮组 43，进而连接于提升电机 40，以实现提升框架 41 的升降。卡轮套 412 的内侧设置有用于导向立柱 12 穿过的通孔 414。

15 竖向框架 413 内设置有电磁铁 415，电磁铁 415 用于控制吊钩组件 42 锁紧落锤装置 2 或者松开落锤装置 2；吊钩组件 42 两侧铰接有旋转臂 416，旋转臂 416 的形状例如为 Y 字形，旋转臂 416 上连接有锁芯 425，电磁铁 415 通电时带动旋转臂 416 旋转以使锁芯 415 20 脱离吊钩组件 42，电磁铁 415 断电时旋转臂 416 下落以使锁芯 425 返回吊钩组件 42 以锁紧落锤装置 2。

如图 4 所示，吊钩组件 42 为关键部件，其包括锁芯 425、吊钩 423、转轴 421、复位弹簧 428 和导向部 429 等。其中，吊钩 423 为两组，每组两个，两组吊钩 423 相对设置，每组吊钩 423 具有共同的旋转轴 421 以与另一组吊钩 423 相向旋转；

25 吊钩 423 的内侧上缘具有台阶部，以在两所述台阶部之间容纳锁芯 425；如图 4 可知，图 4 所示的状态为吊钩 423 锁紧的状态，在锁芯 425 位于两所述台阶部之间时，可以限制吊钩 423 转动，从而防止吊钩 423 意外松脱落锤装置 2；在该状态下，两吊钩 423 之间的相对面的间隙较小，为防止两吊钩的向对面之间有运动干涉，可将上述间隙加大，或者将转轴 421 设置于上述相对面的上端以上的位置。

30 吊钩 423 之间连接有复位弹簧 428，复位弹簧 428 的两端部分别连接于两吊钩 423 上

部设置的连接柱 427。复位弹簧 428 用于在锁芯 425 脱离吊钩组件 42 后带动两组吊钩 423 反向旋转以松开落锤装置 2；

而吊钩 423 的内侧下缘具有半圆形的导向部 429，在所述提升框架 41 在向下靠近落锤装置 42 的过程中，两吊钩 423 之间是张开的，复位弹簧 428 处于收缩状态，下吊环 21 穿过两吊钩 423 底端，向导向部 429 靠近，直至与导向部 429 接触，在下吊环 21 的作用力下带动吊钩 423 克服复位弹簧 428 的反作用力，相向旋转以使所述吊钩与下吊环 21 侧面 211 的吊钩凹槽 213，同时锁芯 45 卡入两台阶部之间，实现锁紧。

提升电机 40 位于立式机架 1 的底部，提升电机 40 与立式机架 1（主要是其工作台 13）分开单独安装，这样能够大大减小立式机架 1 的震动对提升电机 40 的影响，而且便于安装与维修。

#### 4、夹持装置

夹持装置 3，设置于立式机架 1 顶部，用于垂向夹持试样 6 的顶端；

如图 5 所示，本发明的试样夹持方式采用液压楔形夹持方式。夹持装置 3 包括夹具油缸 33、活塞 32、夹具体 31、两夹头块 36、斜向下倾斜设置的钳口压板 34 和推板 35。如图 5 和图 6 所示，以图 6 中的上方为前方，下方为后方，夹持装置的前面具有等腰梯形状的开口，夹头块 36 呈直角梯形的形状，在前后方向上，被固定在钳口压板 34 和背板 39 之间。

推板 35 连接于活塞 32 的下端部，在活塞 32 带动下上下移动。两夹头块 36 上端具有与推板 35 相配合工作的滑槽，可水平滑动的与推板 35 相连接。两夹头块 36 侧边可沿倾斜设置的钳口压板 34 滑动。

如图 6 所示，试样 6 安装至两夹头块 6 底部形成的圆孔 360 中，两夹头块 6 的前端部具有凸沿 361，与钳口压板 34 的凹槽 340 相配合，以实现两夹头块 36 侧边与钳口压板 34 的滑动连接。

在活塞 33 的作用力下，推板 35 向上运动时，可带动两夹头块 36 向上向外相对打开，以夹持试样；试样放入后，在活塞 33 的作用力下，推板 35 向下运动，可带动两夹头块 36 向下向内相对闭合，以将试样夹持在圆孔 360 中。

夹头块 36 采用高强度、高硬度材料，而夹头块 36 内加工有与试样 6 螺旋纹相符的螺旋线，保证测试时试样 6 夹持的可靠性。

夹持装置 3 配有独立的液压源，可以实现夹持装置 3 的手动控制，油路原理图如图 6 所示。油路上的组件包括油箱 331、粗滤油器 332、柱塞泵 333、电机 334、溢流阀 335、



压力表 337、电磁换向阀 338，按手持控制盒上的油泵启动按钮，油泵得电，再按油缸 33 的夹持按钮，电磁阀 338 左位得电，实现夹紧功能，夹紧试样 6，夹紧按钮为点动按钮；当一次试验结束后，按油缸 33 的松开按钮，电磁阀 337 的右位得电，实现松开功能，松开试样 6；当整个试验结束时，按油泵停止按钮，停机。

## 5 5、防护装置和防护模块

本发明的动力学性能测试系统，由于落下的落锤装置 2 会产生较大的冲击力，因此会产生噪声及对参加测试人员的潜在危害，因此尤需做好防护工作，本发明的动力学性能测试系统的防护主要包括两个方面，即主机中的防护装置，其侧重于是物理防护，主要是通过隔离等方式减少潜在危害，而测控系统中的防护模块则侧重于是安全控制，即从控制测试进程方面防止测试系统产生潜在危害。

首先，本发明的动力学性能测试系统，其立式机架 1 优选的设置在四面有防护墙或三面有防护墙的下沉环境中，减少噪声的危害，而测控系统中的控制台则最好设置在相对较高的位置，例如防护墙的顶部。为了便于操作人员操作，可以在相对的两面防护墙之间搭建天桥。

除之前所说的可以给维修人员在立式机架 1 顶部作业带来安全保障的护栏 51 外，防护装置还包括设置于立式机架 1 的左、前、右三个方向，高度为两米的钢板防护网 53，用以防止飞物伤人；还有就是设置于工作台 13 上的四个能量缓冲器 52，缓冲器 52 用于对落下的落锤装置 2 起到缓冲和弹性支承的作用，能够有效的减少噪声，缓冲器 52 位于落锤装置 2 正下方，用以吸收试样 6 断裂后落锤装置 2 的剩余冲击能量。其工作方式为液压阻尼式，总能量吸收能力可为 10000 焦耳。

对于本发明测控系统中的防护模块，可有以下几方面的保护：

1) 开门断电保护：当主机的某一部分出现故障，或是需要拆卸配重砣 23 时，操作人员需要将防护门打开才能进入主机，一旦防护门处于打开状态时，本发明的动力学性能测试系统的电气控制系统就会处于停机状态，不接受任何指令。

2) 上极限限位保护：为避免提升电机 40 操作疏忽而超过提升行程而造成“撞车”现象，在最大行程处设有行程开关，到达极限位置会自动停机。

3) 声光报警：在其中一个支撑立柱 11 顶端可设有一个声光报警器，一旦主机进入预备落锤态，声光报警器会闪动并发出报警声音。落锤装置 2 释放后，报警器再自动关闭。

4) 另外，对于提升装置的吊钩组件 42，在其锁芯 424 旁边设有检测装置，用来判断吊钩 423 是否到位。如果吊钩 423 没有到位，提升电机 40 就不会向提升落锤装置 2 的方

向运转。

## 6、控制装置

本发明的动力学性能测试系统,其控制装置包括人机界面、可编程控制器(简称 PLC)、提升电机 40 的变频器、信号输入端和信号输出端等部分,以控制落锤测试过程的正常进行。

信号输入端输入的的信号可以包括落锤高度选择、二次打击选择、防护网状态、落锤落下状态、挂钩状态、落锤开关状态、由编码器获得的位移计数等,而信号输出端输出的信号可以包括落锤准备灯信号、落锤使能信号、光报警、声报警、防二次打击信号、变频器运行信号、变频器停止信号等。

人机界面可以为触摸屏,触摸屏显示语言的选择画面,用户根据可选择简体汉字或英语(ENGLISH)的画面:一旦选择了画面,用户在不重新上电的情况下不能进行切换,从汉字界面切换到英语(CHINESE TO ENGLISH)界面或从英语界面切换到汉字界面(ENGLISH TO CHINESE)必须切断电源,重新上电进行选择。人机界面中还具有"调试(Test)"选项:是为检验防二次打击和落锤三个电磁铁的动作是否正常而作的功能选项,用户正常做试验时不需进入,一旦进入可在调试画面中退出。

例如选择中文进入后有下列选项:

移动速度(Speed):为用户选择落锤装置 2 的提升速度,用户通过速度给定编码器来输入按用户要求的速度提升;

提升高度(Hight): 在用户正确的确定了零位的情况下,通过增量式的旋转编码器测量来显示落锤装置 2 所处的高度;

具有的能量(Energy): 按照当时的高度和落锤装置 2 的质量,计算出的落锤装置 2 具有的冲击能量;

预置高度(Pre-hight): 通过触摸屏输入需要的提升高度,系统可以自动运行到该高度,同时用户可通过点动进行位置的细调;

重锤质量(Weight): 在基锤质量的基础上,加上用户选择的配重砣的质量,可以选择增加或减少配重砣。

## 7、感测装置

感测装置,至少包括设置于所述托盘,感测所述落锤装置垂直落下时对所述托盘的实时冲击数据的测力传感器;

本实施例的动力学性能测试系统,测力传感器可为 YFF-2 冲击力传感器。感测装置

还可包括 KS60 位移传感器、作为测应变传感器的应变片、DLF-4 型多功能电荷放大器、作为数据采集模块的 INV3018A 数据采集仪等。各传感器所采集的信号均发送给 INV3018A 数据采集仪，然后再传送给控制模块和分析模块。

5 YFF 力传感器为压电石英晶体传感器。它由两组石英晶体片、电片、力板、壳和插座组成，为圆环形。YFF 力传感器具有很高的分辨率，能在较大初始负载情况下，测量小到 0.025N 力的变化。

当需要测量的外力均匀地作用在传感器承力面时，石英晶体片的表面产生与外力成正比的电荷，由导电片接收，通过连接导线连到电荷放大器，输出成比例的电压信号。

10 YFF 系列传感器是利用石英晶体的纵向压电原理，将“力”转换成“电荷”的变换装置。传感器产生的电荷正比于被测外力，通过电荷放大器将电荷按比例地转换成电压，再用显示或记录仪直接读出被测力的大小及其变化。

本发明的动力学性能测试系统，YFF 力传感器是设置在托盘 61 的下表面。其感测点可分布于同一圆周上且间隔 90 度

#### 8、分析模块

15 通常由电脑运行数据分析程序（DASP V10 工程版）来完成，对于按照测试要求采集来的数据，按照本领域的通行分析方法进行分析，并且测量出每次冲击后杆体自身的伸长量和径向变形量，分别绘制“冲击高度-冲击变形量”试验曲线、“冲击高度-累计变形量”试验曲线、“累计冲击能量-累计冲击变形量”试验曲线、“冲击能量-冲击阻力”试验曲线，由输出模块进行输出。

#### 20 9、输出模块

输出模块的输出，主要有两个方面，一个是测试结果的输出，一个是测试中间数据的输出。测试结果可以通过显示器输出，并将测试数据存储于电脑的硬盘中，也可以通过外接的显示屏进行输出。而对于测试中间数据，也可以通过电脑显示器和外接显示屏实时输出。

25 本发明的动力学性能测试系统，主要技术指标可为：

试样尺寸：2.5η X Φ32、取样空间：500mm、最大冲击能量：15000J、锤体总质量：1000kg；基本锤体质量：840kg，配重砣数量 4 件，每件 40kg、有效使用高度范围：0-1.5m、提升高度线性度：0.5%（采用拉线编码器）、提升速度：0~3m/min 无级可调、主机高度：约 4.5m、主机高度空间：约 5.5m、主机占地面积：约 3m X 3.5m。

30 以下再介绍一下本发明的动力学性能测试系统的操作步骤：

准备工作包括以下的步骤：

(1) 安装试样，检查夹持部位是否与锚杆杆体啮合。

(2) 在托盘底部安装力传感器，位移传感器（如果要连接应变片，应在实验前将应变片贴在锚杆上）。

5 (3) 打开总电源开关，接通电路，检查电路是否能够正常工作。

(4) 检查力传感器，位移传感器和应变片是否能够正常读数。

(5) 检查所有控制键是否能够正常工作。

测试过程中的操作步骤：

(1) 接通电源。

10 (2) 打开启动开关，等待数秒种，触摸屏显示语言的选择画面，用户根据可选择简体汉字或英语（ENGLISH）的画面，例如选择中文界面。

(3) 进入中文界面。

(4) 设置落锤装置的提升速度，刚开始速度不要设置的太快，在 100mm/s 左右最佳。

15 (5) 手动控制将锤体轻轻落在垫块上，以仪器上位移拉线处于保持弹性的极限为标准，然后位置对零。

(6) 在用户正确的确定了零位的情况下，通过触摸屏输入需要的提升高度，系统可以自动运行到该高度，同时用户可通过点动进行位置的细调。

(7) 锤体运行到设定高度后，点击落锤准备，这时响起警报声，再点击控制台上红色按钮，落锤装置 2 自由降落。

20 (8) 冲击完成后点击自动取锤。

本发明的技术方案已由优选实施例揭示如上。本领域技术人员应当意识到在不脱离本发明所附的权利要求所揭示的本发明的范围和精神的情况下所作的更动与润饰，均属本发明的权利要求的保护范围之内。

## 权利要求

1.一种动力学性能测试系统，用于测试锚杆或锚索的动力学性能，其特征在于，所述动力学性能测试系统包括主机和测控系统：

所述主机包括：

5 立式机架；

夹持装置，设置于所述立式机架顶部，用于垂向夹持试样的顶端，所述试样包括试样本体和所述试样本体底端的托盘；

落锤装置，用于从所述立式机架的一设定高度处垂直落下以冲击所述托盘；

10 提升装置，用于将处于所述立式机架底部的所述落锤装置提升到所述设定高度；以及  
防护装置，用于进行物理防护与隔离以减少人身危害和噪声。

所述测控装置，控制所述落锤装置进行落锤的参数选择及提升、落下的过程，并由力传感器感测所述落锤装置垂直落下时对所述托盘的实时冲击，并分析从所述感测装置接收的实时冲击数据，形成并输出测试结果。

15 2.如权利要求1所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述落锤装置具有用于所述试样本体穿过的中心通孔。

3.如权利要求2所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述立式机架包括四根支撑立柱、两根导向立柱、设置于所述支撑立柱顶端的固定横梁、设置于支撑立柱底端的工作台及所述固定横梁顶端由围栏所围成的顶端平台，所述落锤装置上在所述中心通孔的两侧与所述中心通孔平行的设置有一对用于所述导向立柱穿过的导向滑套。

20 4.如权利要求2或3所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述力传感器为压电式力传感器。

5.如权利要求2所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述立式机架的四周具有防护墙，所述立式机架的底部具有对落锤装置落地起到缓冲作用的液压阻尼缓冲器。

25 6.如权利要求2所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述夹持装置采用楔形夹持方式，所述夹持装置的夹头块内加工有与所述试样的螺旋纹相符的螺旋线。

7.如权利要求6所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述力传感器上的感测点分布于同一圆周上且间隔90度。

8.如权利要求1所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述落锤装置包括可以增减所述落锤装置自重的配重砣。

30 9.如权利要求1所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述控制装置检测到所述

落锤装置已经到达设定高度时，切换所述控制状态至落锤准备状态，并发出警告信号。

10. 如权利要求 7 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述提升装置通过提升电机来提升所述落锤装置，所述提升电机为变频制动摆线针轮减速电机。

11. 如权利要求 8 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述落锤装置包括上锤体、下锤体、多组配重砣、设置于所述上锤体上表面的下吊环和连接所述上锤体和所述下锤体的两连接锤体，所述配重砣设置于两所述连接锤体之间；所述下吊环具有两端面和两侧面，在所述两侧面上设置有吊钩凹槽，用于与所述提升装置的吊钩卡合；所述多组配重砣之间由定位杆和定位柱进行水平定位。

12. 如权利要求 11 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述定位杆可旋转的设置于所述下锤体上表面；

所述定位杆的顶端为正四棱柱形状，所述顶端穿过所述上锤体，对接于一设置在所述上锤体上表面的定位块的垂直凹陷面以限制所述定位杆旋转；

所述定位块抵靠于所述下吊环的端面，所述定位块上设置有长孔，所述长孔上穿设压紧螺母以将所述定位块固定于所述上锤体上表面；

15 位于所述上锤体和所述下锤体之间的所述定位杆具有两平行侧面和两圆弧端面，所述两圆弧端面与所述配重砣上的圆弧凹陷相配合以水平定位所述配重砣，旋转定位杆将两圆弧端面转离所述圆弧凹陷以增加所述配重砣。

13. 如权利要求 11 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述提升装置的吊钩设置在一提升框架内，所述提升框架包括横向框架和连接于横向框架后端的竖向框架；

20 所述横向框架内设置有吊钩组件，所述吊钩组件包括吊钩；所述横向框架的两端具有用于固定连接钢丝绳一端的卡轮套，所述钢丝绳的另一端经过所述顶端平台上设置的滑轮组，进而连接于设置于所述立式机架底部的提升电机；所述卡轮套的内侧设置有用于所述导向立柱穿过的通孔；

25 所述竖向框架内设置有电磁铁，所述吊钩组件两侧铰接有旋转臂，所述旋转臂上连接有锁芯，所述电磁铁通电时带动所述旋转臂旋转以使所述锁芯脱离所述吊钩组件，所述电磁铁断电时所述旋转臂下落以使所述锁芯返回所述吊钩组件以锁紧所述落锤装置。

14. 如权利要求 13 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述吊钩组件包括相对设置的两组吊钩，每组所述吊钩具有共同的旋转轴以与另一组所述吊钩相向旋转；

所述吊钩的内侧上缘具有台阶部，以在两所述台阶部之间容纳所述锁芯；

30 两所述吊钩之间连接有复位弹簧，所述复位弹簧用于在所述锁芯脱离所述吊钩组件后

带动所述两组吊钩反向旋转以松开所述落锤装置；

所述吊钩的内侧下缘具有半圆形的导向部，以在所述下吊环的作用力下带动所述吊钩相向旋转以使所述吊钩锁紧所述落锤装置。

5 15. 如权利要求 11 所述的动力学性能测试系统，其特征在于，所述夹持装置包括夹具油缸、活塞、夹具体、两夹头块、斜向下倾斜设置的钳口压板和推板，所述推板连接于活塞端部，在所述活塞带动下上下移动，所述两夹头块上端可水平滑动的连接于推板底部，所述两夹头块侧边可滑动的连接于所述钳口压板。

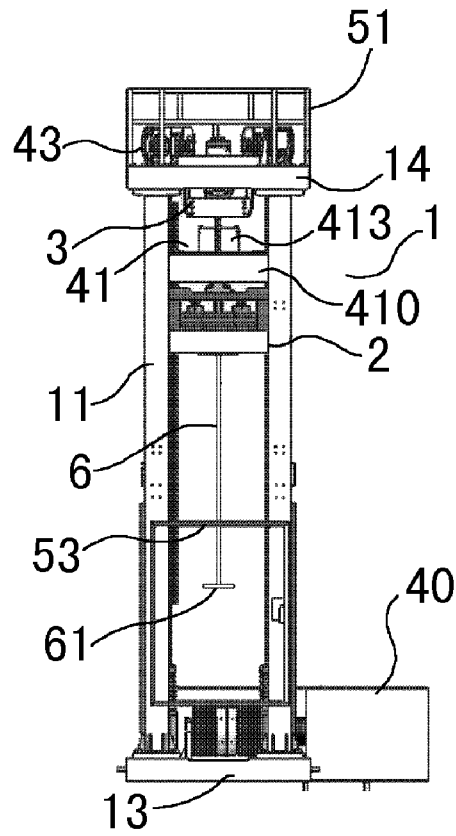


图 1

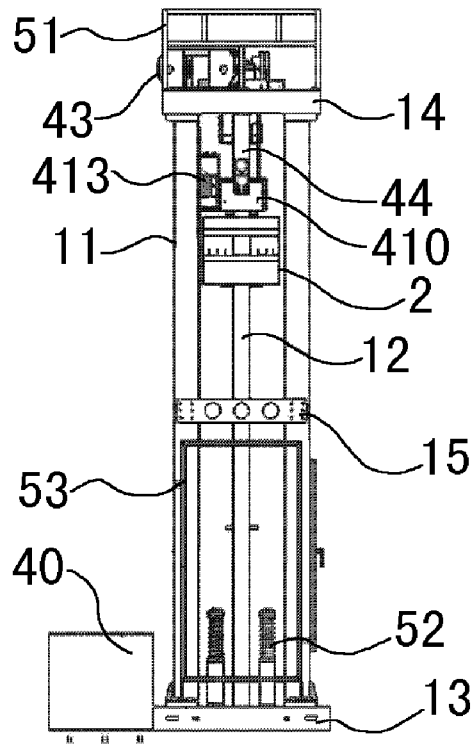


图 2



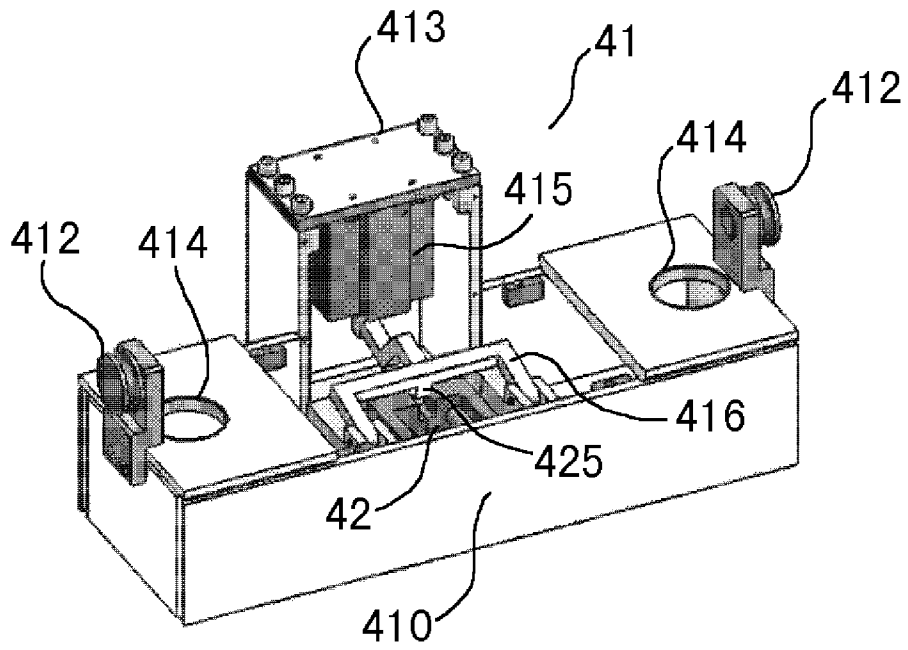


图 3

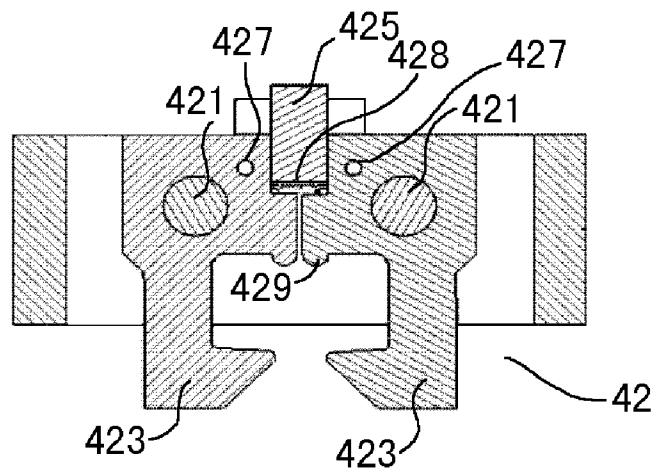


图 4

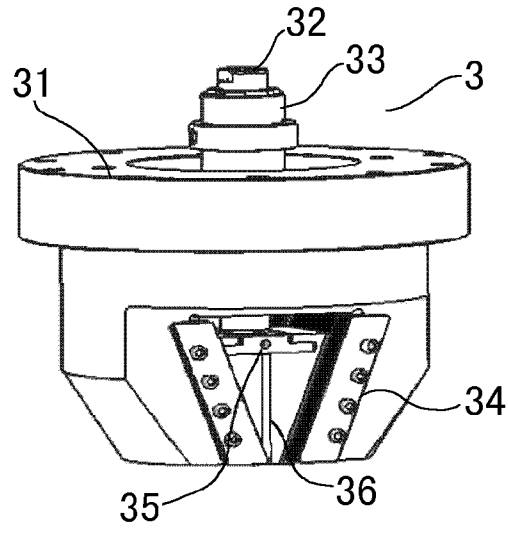


图 5

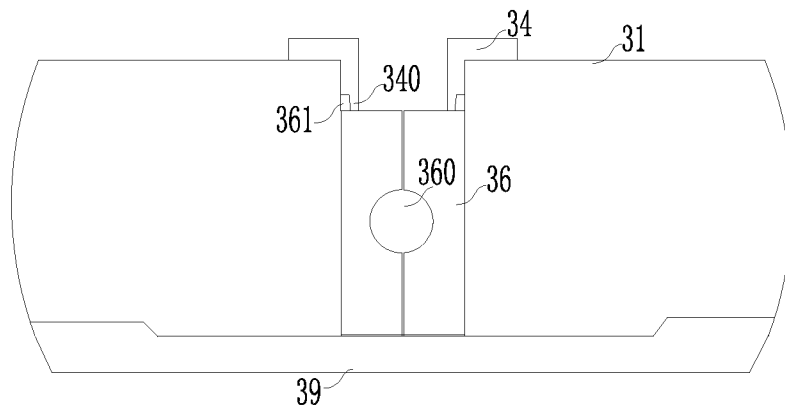


图 6

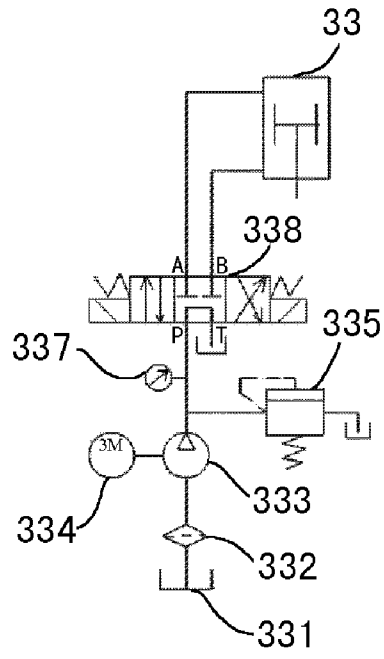


图 7

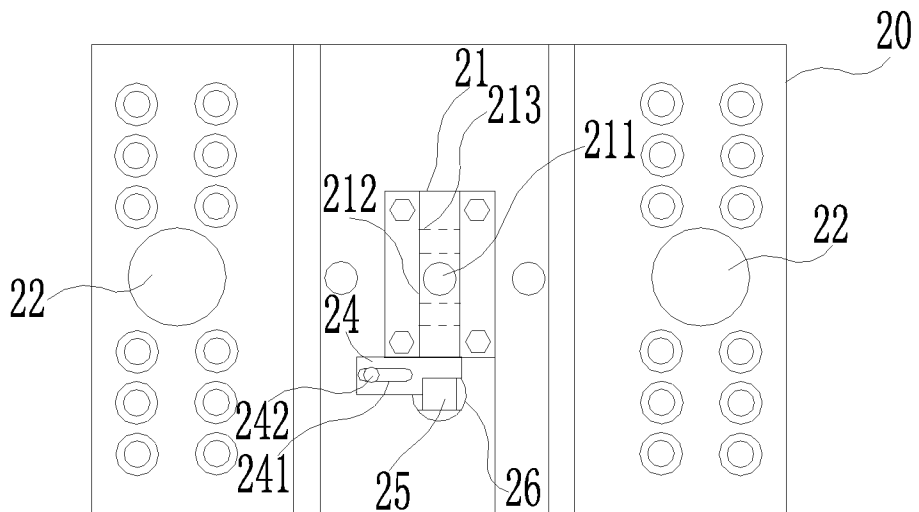


图 8

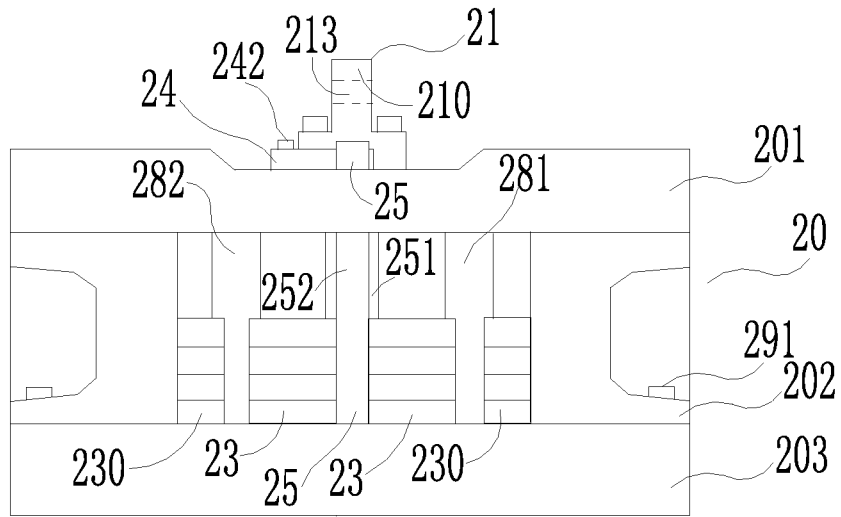


图 9

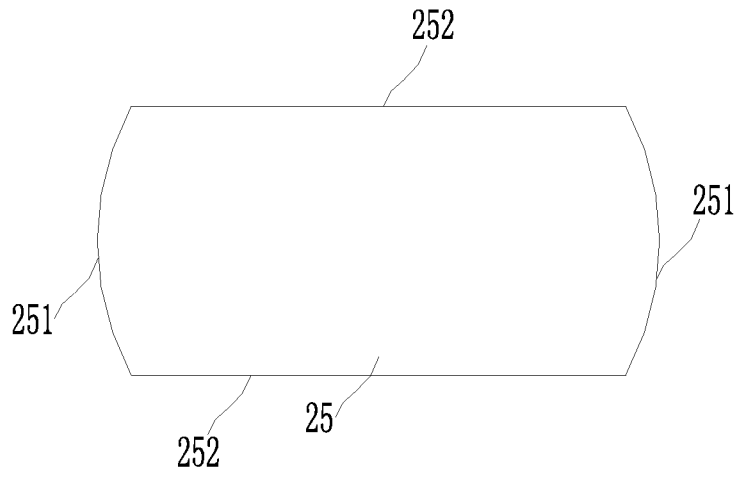


图 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/073417

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, VEN, CNTXT, CJFD: anchor rod, anchor cable, force sensor, anchor, rod, impact, hammer, force, sensor, lifting, clamping

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 102621013 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY, BEIJING), 01 August 2012 (01.08.2012), the whole document	1-15
A	CN 102279135 A (HUNAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 14 December 2011 (14.12.2011), the whole document	1-15
A	CN 202101909 U (HUNAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 04 January 2012 (04.01.2012), the whole document	1-15
A	CN 2480829 Y (TIANJIN PIPE CORPORATION), 06 March 2002 (06.03.2002), the whole document	1-15
A	CN 101387569 A (WEIHAI TESTING MACHINE MANUFACTURING CO., LTD.), 18 March 2009 (18.03.2009), the whole document	1-15
A	CN 101571515 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY BEIJING), 04 November 2009 (04.11.2009), the whole document	1-15
A	CN 101581646 A (WUHAN KAIMENG ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CO., LTD.), 18 November 2009 (18.11.2009), the whole document	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A,” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T,” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 17 December 2012 (17.12.2012)	Date of mailing of the international search report 10 January 2013 (10.01.2013)
--	--

Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer  HU, Yuelan  Telephone No.: (86-10) 62085736
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/073417

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101769838 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 07 July 2010 (07.07.2010), the whole document	1-15
A	CN 201635754 U (XI'AN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 17 November 2010 (17.11.2010), the whole document	1-15
A	CN 102323152 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY, BEIJING), 18 January 2012 (18.01.2012), the whole document	1-15
A	CN 2311765 Y (CHEN, Aili et al.), 24 March 1999 (24.03.1999), the whole document	1-15
A	US 2004/0261494 A1 (LEE, K.T.), 30 December 2004 (30.12.2004), the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2012/073417

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102621013 A	01.08.2012	None	
CN 102279135 A	14.12.2011	None	
CN 202101909 U	04.01.2012	None	
CN 2480829 Y	06.03.2002	None	
CN 1013 87569 A	18.03.2009	CN 1013 87569 B	02.06.2010
CN 101571515 A	04.11 .2009	CN 101571515 B	17.08.2011
CN 1015 81646 A	18.11 .2009	CN 1015 81646 B	30.11.2011
CN 101769838 A	07.07.2010	None	
CN 201635754 U	17.11 .2010	None	
CN 102323152 A	18.01.2012	None	
CN 2311765 Y	24.03.1999	None	
U S 2004/0261494 A 1	30.12.2004	None	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/073417

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

G01N 3/303 (2006.01) i

G01N 3/30 (2006.01) i

G01M 7/08 (2006.01) i



A. 主题的分类		
参见附加页		
按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)		
IPC: G01		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))		
CNABS, VEN, CNTXT, CJFD, 锚杆, 锚索, 冲击, 锤, 力传感器, 提升, 夹持, anchor, rod, impact, hammer, force, sensor, lifting, clamping		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
E	CN102621013A (中国矿业大学(北京)) 01.8月2012 (01.08.2012) 全文	1-15
A	CN102279135A (湖南科技大学) 14.12月2011 (14.12.2011) 全文	1-15
A	CN202101909U (湖南科技大学) 04.1月2012 (04.01.2012) 全文	1-15
A	CN2480829Y (天津钢管公司) 06.3月2002 (06.03.2002) 全文	1-15
A	CN101387569A (威海市试验机制造有限公司) 18.3月2009 (18.03.2009) 全文	1-15
A	CN101571515A (中国矿业大学(北京)) 04.11月2009 (04.11.2009) 全文	1-15
A	CN101581646A (武汉凯盟机电工程有限公司) 18.11月2009 (18.11.2009) 全文	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当%之后公布, 且先申请或专% "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相%虫, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 17.12月2012 (17.12.2012)		国际检索报告邮寄日期 10.1月2013 (10.01.2013)
ISA/CN的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 10008S 传真号: (86-10)62019451		授权官员  胡跃澜  电话号码: (86-10) 62085736

C (续). 相关文件		
类 型	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN101769838A (北京理工大学) 07.7 月 2010 (07.07.2010) 全文	1-15
A	CN201635754U (西安科技大学) 17.11 月 2010 (17.11.2010) 全文	1-15
A	CN102323 152A (中国矿业大学(北京)) 18.1 月 2012 (18.01.2012) 全文	1-15
A	CN23 11765Y (陈爱莉等) 24.3 月 1999 (24.03.1999) 全文	1-15
A	US2004/0261494A1 (LEE, Kun Ta) 30.12 月 2004 (30.12.2004) 全文	1-15

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号  
PCT/CN2012/073417

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102621013A	01.08.2012	无	
CN102279135A	14.12.2011	无	
CN202101909U	04.01.2012	无	
CN2480829Y	06.03.2002	无	
CN101387569A	18.03.2009	CN101387569B	02.06.2010
CN1015715 15A	04.11.2009	CN101571515B	17.08.201 1
CN101581646A	18.11.2009	CN101581646B	30.11.201 1
CN101769838A	07.07.2010	无	
CN201635754U	17.11.2010	无	
CN102323 152A	18.01.2012	无	
CN23 11765Y	24.03.1999	无	
US2004/0261494A1	30.12.2004	无	

主题的分类：

G01N3/303 (2006.01) i

G01N3/30 (2006.01) i

G01M7/08 (2006.01) i