

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU500056

12

BREVET D'INVENTION

B1

21 N° de dépôt: LU500056

51 Int. Cl.:

G01N 3/08, G01N 29/07

22 Date de dépôt: 19/04/2021

30 Priorité:

43 Date de mise à disposition du public: 19/10/2021

47 Date de délivrance: 17/02/2022

73 Titulaire(s):

SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND
TECHNOLOGY - 266590 Qingdao, Shandong (Chine)

72 Inventeur(s):

TAN Yunliang - Chine, MA Qing - Chine, CHEN Shaojie - Chine, GAO Xiaojie - Chine, ZHAO Zenghui - Chine, LV Xianzhou - Chine

74 Mandataire(s):

Patent42 SA - 4081 Esch-sur-Alzette (Luxembourg)

54 Eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus.

57 Die Erfindung offenbart eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus. Die Erfindung realisiert eine genaue Steuerung der Gesteinswirkung durch unterschiedliche Feuchtigkeitswerte durch Kontrollzentrum, Luftpumpe, Luftventil, Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung und digitales Hygrometer. Die drucktragenden Schallwellenübertragungssonden und die drucktragenden Schallwellenempfangssonden und das Kontrollzentrum werden verwendet, um die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in Gesteinsproben aufzuzeichnen. Der Elastizitätsmodul von Gestein wird durch Berechnung erhalten, und die Daten der Verschlechterung des Elastizitätsmoduls von Gestein mit der Zeit sind in der Grafik aufgetragen. Durch die Analyse des Diagramms wird das Alterungsverschlechterungsgesetz im Prozess der einachsigen Kompression unter Einwirkung der relativen Feuchtigkeit erhalten und die Echtzeitprüfung der Makroegenschaften im Prozess der Mesoalterungsverschlechterung von Gestein wird realisiert.

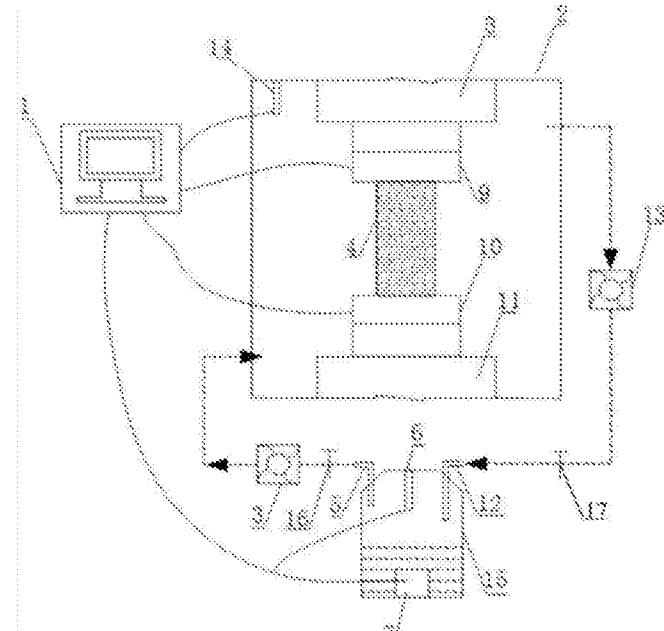


Fig.1

Beschreibung

Eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft das technische Gebiet der Gesteinstechnik, insbesondere eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus.

Stand der Technik

In den letzten Jahren steigt mit der zunehmenden Tiefe der unterirdischen Speicherung nuklearer Abfälle, der unterirdischen Energiespeicherung, der unterirdischen Speicherung von Kohlendioxid, der geothermischen Entwicklung, der Erdölförderung und vielen anderen Gesteinstechniken die Bodentemperatur, wodurch das Grundwasser in Wasserdampf umgewandelt wird. Die Langzeitwirkung der Feuchtigkeit führt zu einer unterschiedlichen Verschlechterung verschiedener mechanischer Gesteinsparameter. Andererseits führt die Verschlechterung der mechanischen Gesteinsparameter auch zu einer Änderung des Feuchtigkeitsfeldes. Mit zunehmender Tiefe der Gesteinstechniken ist die Auswirkung der In-situ-Spannung auf das Gestein nicht zu unterschätzen. Daher ist es notwendig, den Verschlechterungstest der mechanischen Parameter von Gestein unter Einwirkung von Spannung und Feuchtigkeit durchzuführen, um die Stabilität von Gestein unter Einwirkung von Spannung und Feuchtigkeit zu analysieren.

Der Test der Gesteinsmechanik ist ein wichtiges Mittel zur Untersuchung verschiedener mechanischer Eigenschaften des Gesteins und die Grundlage für die Unterstützung der Entwicklung der Gesteinsmechanik. Gegenwärtig gibt es viele Testgeräte für Gestein unter Einwirkung von Spannung, relativer Feuchtigkeit, Spannung und Wasser, Spannung und Wasser und Temperaturkopplung. Beispielsweise ist die Erfindung (ein chinesisches Patent mit Patentveröffentlichung Nr. CN102928512B) mit der Bezeichnung ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess von Gestein. Die technische Lösung dieser Anmeldung führt ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess von Gestein ein. Die Berechnungsformel des Elastizitätsmoduls in dieser Anmeldung

benötigt jedoch viele Parameter, was leicht zu Messfehlern führen kann, und die Berechnungsformel ist relativ komplex, was nur den Test der Verschlechterung des Elastizitätsmoduls von Gestein unter Spannung realisieren kann. Nach dem chinesischen Patent mit Patentveröffentlichung Nr. CN104990795A ist der Erfindungsname eine Testvorrichtung und deren Testverfahren für den beschleunigten Trockennasszyklus von Gesteins- und Bodenproben unter Last. Die Technologie dieser Anmeldung beinhaltet den Test des beschleunigten Trockennasszyklus von Gesteins- und Bodenproben unter Last, der einfach zu bedienen ist, aber die Vorrichtung ist komplex und testet nicht die Verschlechterung der mechanischen Parameter von Gesteins- und Bodenproben während des gesamten Prozesses.

Daher kann die vorhandene Testvorrichtung die Anforderungen zum Testen des Alterungsverschlechterungsprozesses des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nicht erfüllen, was einer weiteren Verbesserung und Entwicklung bedarf.

Inhalt der Erfindung

Um die Mängel des Standes der Technik zu beheben, stellt die Erfindung eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus bereit, um die Echtzeitprüfung der Makroegenschaften im Prozess der Mesoalterungsverschlechterung von Gestein zu realisieren.

Um den obigen Zweck zu erreichen, ist die technische Lösung der Erfindung wie folgt:

Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus umfasst Lösungsfasche, einachsige Kompressionsvorrichtung, Gesteinsprobe, Luftpumpe und Kontrollzentrum, wobei die Lösungsfasche mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung und einem digitalen Hygrometer I versehen ist, wobei die einachsige Kompressionsvorrichtung in einem transparenten geschlossenen Behälter angeordnet ist, wobei die Gesteinsprobe zwischen einachsigen Kompressionsvorrichtungen angeordnet ist, wobei eine Gruppe von drucktragenden Schallwellenübertragungssonden und drucktragenden Schallwellenempfangssonden symmetrisch an der oberen Endfläche und der unteren Endfläche der Gesteinsprobe angeordnet ist, wobei die Luftpumpe eine Luftpumpe I und eine Luftpumpe II umfasst,

wobei der Luftauslass der Lösungsflasche mit der Unterseite einer Wandfläche auf einer Seite des transparenten geschlossenen Behälters durch die Luftpumpe I verbunden ist, wobei der Lufteinlass mit der Oberseite der Wandfläche auf der anderen Seite des transparenten geschlossenen Behälters durch die Luftpumpe II verbunden ist, wobei das Kontrollzentrum mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung, einem digitalen Hygrometer I, einer drucktragenden Schallwellenübertragungssonde und einer drucktragenden Schallwellenempfangssonde verbunden ist.

Ferner ist ein digitales Hygrometer II in dem transparenten geschlossenen Behälter angeordnet, wobei das digitale Hygrometer II mit dem Kontrollzentrum verbunden ist.

Ferner umfasst die einachsige Kompressionsvorrichtung einen Druckkopf am oberen Ende einer Prüfmaschine und einen Druckkopf am unteren Ende einer Prüfmaschine, wobei die Gesteinsprobe zwischen dem oberen Druckkopf und dem unteren Druckkopf platziert wird.

Ferner befinden sich die drucktragende Schallwellenübertragungssonde und die drucktragende Schallwellenempfangssonde auf der Mittellinie der Gesteinsprobe und zur kontinuierlichen Messung der Längswellengeschwindigkeit der Gesteinsprobe während des Alterungstests verwendet werden.

Ferner ist ein Luftventil I zwischen der Luftpumpe I und der Lösungsflasche angeordnet, wobei das Luftventil I zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe I dient, wobei ein Luftventil II zwischen der Luftpumpe II und der Lösungsflasche angeordnet ist, wobei das Luftventil II zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe II dient, wobei die Luftpumpe I, die Luftpumpe II, das Luftventil I und das Luftventil II mit dem Kontrollzentrum verbunden sind.

Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus umfasst folgende Schritte:

Schritt 1: Das Kontrollzentrum startet das Kontrollprogramm, um den transparenten geschlossenen Behälter zu vakuumieren.

Schritt 2: Das Kontrollzentrum steuert automatisch die Sättigung der Gesteinsproben. Wenn die Gesteinsprobe gesättigt ist, starten Sie die drucktragende

Schallwellenübertragungssonde und die drucktragende Schallwellenempfangssonde und steuern Sie die einachsige Kompressionsvorrichtung, um den axialen Kompressionsversagensversuch an der Gesteinsprobe durchzuführen.

Schritt 3: Das Kontrollzentrum liest und zeichnet die Schallwellenübertragungszeit der drucktragenden Schallwellenübertragungssonde und die Schallwellenempfangszeit der drucktragenden Schallwellenempfangssonde in Echtzeit auf, bis die Gesteinsprobe beschädigt ist. Dann wird der Test gestoppt.

Schritt 4: Entsprechend der Schallwellenübertragungszeit und der Schallwellenempfangszeit wird die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe erhalten und der Elastizitätsmodulwert E der Gesteinsprobe wird durch Umrechnung erhalten.

Schritt 5: Nehmen Sie die Messzeit als Abszisse und den Elastizitätsmodul der Gesteinsprobe entsprechend der Messzeit als Ordinate und zeichnen Sie die Kurve des Elastizitätsmoduls der Gesteinsprobe, die sich mit der Zeit ändert. Durch die Analyse der Kurve wird das Alterungsverschlechterungsgesetz des Elastizitätsmoduls von Gesteinsproben im Alterungsverschlechterungsprozess erhalten.

Ferner umfasst der Vakuumierungsprozess des ersten Schritts die folgenden Schritte: Öffnen Sie das Luftventil I und die Luftpumpe I, das Luftventil I steuert die Luftpumpe I, um den transparenten geschlossenen Behälter zu vakuumieren, und schließen Sie das Luftventil I und die Luftpumpe I nach Erreichen der eingestellten Zeit.

Ferner umfasst der Gesteinsprobensättigungsprozess in dem obigen Schritt 2 die folgenden Vorgänge. Bitte öffnen Sie die Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung in der Lösungsflesche und lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers I über der Lösungsflesche ab. Wenn die Feuchtigkeit in der Lösungsflesche den eingestellten Wert erreicht, öffnen Sie gleichzeitig das Luftventil, die Luftpumpe I und die Luftpumpe II. Der Wasserdampf tritt durch die Gasleitung in den transparenten geschlossenen Behälter ein und bildet darin einen Wasserdampf-Feuchtigkeitszyklus. Lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers II im transparenten geschlossenen Behälter ab. Wenn die Feuchtigkeit den Testwert erreicht, ist der Sättigungsprozess der Gesteinsprobe abgeschlossen.

Ferner lautet die Umrechnungsformel des Elastizitätsmodulwerts E der Gesteinsprobe im vierten Schritt wie folgt:

$$V = \frac{l}{t} \quad (1)$$

$$E = \rho V^2 \quad (2)$$

Dabei ist l die Höhe der Gesteinsprobe, t die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe und ρ die Dichte der Gesteinsprobe.

Ferner umfasst das Testverfahren Folgendes: Nehmen Sie die Feuchtigkeit als Abszisse und die Versagenszeit von Gesteinsproben, die der unterschiedlichen Feuchtigkeit entsprechen, als Ordinate, um die Kurve der vollständigen Versagenszeit von Gesteinsproben zu zeichnen, die mit der Feuchtigkeit variiert. Durch die Analyse der Kurve wird das Einflussgesetz der Feuchtigkeit auf den Alterungsverschlechterungsprozess von Gesteinsproben erhalten.

Gegenüber dem Stand der Technik hat die Erfindung die folgenden vorteilhaften Effekte:

Die Erfindung realisiert eine genaue Steuerung der Gesteinswirkung durch unterschiedliche Feuchtigkeitswerte durch Kontrollzentrum, Luftpumpe, Luftventil, Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung und digitales Hygrometer. Die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe kann durch drucktragende Schallwellenübertragungssonde, drucktragende Schallwellenempfangssonde und Kontrollzentrum aufgezeichnet werden. Der Elastizitätsmodul von Gestein wird durch Berechnung erhalten, und die Daten der Verschlechterung des Elastizitätsmoduls von Gestein mit der Zeit sind in der Grafik aufgetragen. Durch die Analyse des Diagramms wird das Alterungsverschlechterungsgesetz im Prozess der einachsigen Kompression unter Einwirkung der relativen Feuchtigkeit erhalten und die Echtzeitprüfung der Makroegenschaften im Prozess der Mesoalterungsverschlechterung von Gestein wird realisiert.

Beschreibung der Figuren

Die Figuren der Beschreibung, die Teil der Anmeldung sind, werden verwendet, um ein besseres Verständnis der Anmeldung zu ermöglichen. Die veranschaulichenden Ausführungsformen der Anmeldung und ihre Beschreibung

werden zur Erläuterung der Anmeldung verwendet und stellen keine unangemessene Einschränkung der Anmeldung dar.

Fig. 1 ist ein Strukturdiagramm der Testvorrichtung der vorliegenden Erfindung.

Bezugszeichenliste: 1. Kontrollzentrum; 2. Transparenter geschlossener Behälter; 3. Luftpumpe I; 4. Gesteinsprobe; 5. Luftauslass; 6. Digitales Hygrometer I; 7. Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung; 8. Oberer Druckkopf einer Prüfmaschine; 9. Drucktragende Schallwellenübertragungssonde; 10. Drucktragende Schallwellenempfangssonde; 11. Unterer Druckkopf einer Prüfmaschine; 12. Lufteinlass; 13. Luftpumpe II; 14. Digitales Hygrometer II; 15. Lösungsflasche; 16. Luftventil I; 17. Luftventil II.

Spezifische Ausführungsform

Die Erfindung wird anhand den Figuren und spezifischen Ausführungsbeispielen weiter beschrieben.

Es ist anzumerken, dass die folgende detaillierte Beschreibung veranschaulichend ist und eine weitere Erklärung für die vorliegende Anmeldung liefern soll. Sofern nicht anders angegeben, haben alle hier verwendeten technischen und wissenschaftlichen Begriffe die gleiche Bedeutung wie diejenigen, die vom technischen Personal auf dem Gebiet dieser Anmeldung allgemein verstanden werden.

Es ist anzumerken, dass die hierin verwendeten Begriffe nur zur Beschreibung spezifischer Ausführungsformen dienen und nicht dazu gedacht sind, die beispielhaften Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Anmeldung einzuschränken. Wie hierin verwendet, soll die Singularform auch die Pluralform einschließen, sofern der Kontext nicht ausdrücklich etwas anderes angibt, und es sollte auch verstanden werden, dass, wenn der Begriff "einschließlich" in dieser Beschreibung verwendet wird, sie das Vorhandensein von Merkmalen, Schritten, Operationen, Geräten, Komponenten und / oder ihre Kombinationen davon anzeigen.

In der vorliegenden Erfindung basieren die Ausrichtungs- oder Positionsbeziehungen, die durch Begriffe wie "oben", "unten", "links", "rechts", "vorne", "hinten", "vertikal", "horizontal", "Seitlich", "Boden" usw. Angegeben werden, auf den in den Figuren gezeigten Ausrichtungs- oder Positionsbeziehungen. Sie sind nur relationale Wörter, die zur Vereinfachung der Beschreibung der strukturellen Beziehung der Komponenten oder Elemente der Erfindung bestimmt

wurden, und beziehen sich nicht speziell auf eine Komponente oder ein Element der Erfindung und können nicht als Einschränkung der Erfindung verstanden werden.

In der Erfindung sind die Begriffe wie "feste Verbindung", "Verbindung", "Anschluss" und dergleichen im weiteren Sinne zu verstehen, was anzeigt, dass es sich um eine feste Verbindung, eine integrale Verbindung oder eine abnehmbare Verbindung handeln kann. Es kann direkt oder indirekt über Zwischenmedien verbunden werden. Für die relevanten wissenschaftlichen Forscher oder Techniker auf dem Gebiet kann die spezifische Bedeutung der obigen Begriffe in der Erfindung gemäß der spezifischen Situation bestimmt werden und kann nicht als Einschränkung der Erfindung verstanden werden.

Wie in der Hintergrundtechnologie beschrieben, können die vorhandenen experimentellen Geräte im Stand der Technik die Anforderungen zum Testen des Alterungsverschlechterungsprozesses des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nicht erfüllen. Um das obige technische Problem zu lösen, stellt die Anmeldung eine Testvorrichtung und ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus bereit. Diese Vorrichtung ist einfach und leicht zu bedienen und kann den Alterungsverschlechterungsprozess des Elastizitätsmoduls bei einachsiger Kompression von Gestein bei unterschiedlichen Feuchtigkeiten testen. Es bietet eine praktikable Testplattform und Testmethode für den Test und die Erforschung des Alterungsverschlechterungsprozesses des Elastizitätsmoduls bei der einachsigen Kompression von Gestein unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus.

Wie in Fig. 1 gezeigt, umfasst eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus Lösungsflasche 15, einachsige Kompressionsvorrichtung, Gesteinsprobe 4, Luftpumpe und Kontrollzentrum 1, wobei die Lösungsflasche 15 mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung 7 und einem digitalen Hygrometer I 6 versehen ist, wobei die einachsige Kompressionsvorrichtung in einem transparenten geschlossenen Behälter 2 angeordnet ist, wobei die Gesteinsprobe 4 zwischen einachsigen Kompressionsvorrichtungen angeordnet ist, wobei eine Gruppe von drucktragenden Schallwellenübertragungssonden 9 und drucktragenden Schallwellenempfangssonden

10 symmetrisch an der oberen Endfläche und der unteren Endfläche der Gesteinsprobe 4 angeordnet ist, wobei die Luftpumpe eine Luftpumpe I 3 und eine Luftpumpe II 13 umfasst, wobei der Luftauslass 5 der Lösungsflasche 15 mit der Unterseite einer Wandfläche auf einer Seite des transparenten geschlossenen Behälters 2 durch die Luftpumpe I 3 verbunden ist, wobei der Lufteinlass 12 mit der Oberseite der Wandfläche auf der anderen Seite des transparenten geschlossenen Behälters 2 durch die Luftpumpe II 13 verbunden ist, wobei das Kontrollzentrum 1 mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung 7, einem digitalen Hygrometer I 6, einer drucktragenden Schallwellenübertragungssonde 9 und einer drucktragenden Schallwellenempfangssonde 10 verbunden ist.

Ein digitales Hygrometer II 14 ist in dem transparenten geschlossenen Behälter 2 angeordnet ist, wobei das digitale Hygrometer II 14 mit dem Kontrollzentrum 1 verbunden ist.

Die einachsige Kompressionsvorrichtung umfasst einen oberen Druckkopf 8 einer Prüfmaschine und einen unteren Druckkopf 11 einer Prüfmaschine, wobei die Gesteinsprobe 4 zwischen dem oberen Druckkopf 8 und dem unteren Druckkopf 11 platziert wird.

Die drucktragende Schallwellenübertragungssonde 9 und die drucktragende Schallwellenempfangssonde 10 befinden sich auf der Mittellinie der Gesteinsprobe 4 und zur kontinuierlichen Messung der Längswellengeschwindigkeit der Gesteinsprobe 4 während des Alterungstests verwendet werden.

Ein Luftventil I 16 zwischen der Luftpumpe I 3 und der Lösungsflasche 15 angeordnet ist, wobei das Luftventil I 16 zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe I 3 dient, wobei ein Luftventil II 17 zwischen der Luftpumpe II 13 und der Lösungsflasche 15 angeordnet ist, wobei das Luftventil II 17 zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe II 13 dient, wobei die Luftpumpe I 3, die Luftpumpe II 13, das Luftventil I 16 und das Luftventil II 17 mit dem Kontrollzentrum 1 verbunden sind.

Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus umfasst folgende Schritte:

Schritt 1: Das Kontrollzentrum 1 startet das Kontrollprogramm, um den transparenten geschlossenen Behälter 2 zu vakuumieren.

Schritt 2: Das Kontrollzentrum 1 steuert automatisch die Sättigung der Gesteinsprobe 4. Wenn die Gesteinsprobe 4 gesättigt ist, starten Sie die drucktragende Schallwellenübertragungssonde 9 und die drucktragende Schallwellenempfangssonde 10 und steuern Sie die einachsige Kompressionsvorrichtung, um den axialen Kompressionsversagensversuch an der Gesteinsprobe 4 durchzuführen.

Schritt 3: Das Kontrollzentrum 1 liest und zeichnet die Schallwellenübertragungszeit der drucktragenden Schallwellenübertragungssonde 9 und die Schallwellenempfangszeit der drucktragenden Schallwellenempfangssonde 10 in Echtzeit auf, bis die Gesteinsprobe 4 beschädigt ist. Dann wird der Test gestoppt.

Schritt 4: Entsprechend der Schallwellenübertragungszeit und der Schallwellenempfangszeit wird die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe 4 erhalten und der Elastizitätsmodulwert E der Gesteinsprobe 4 wird durch Umrechnung erhalten.

Schritt 5: Nehmen Sie die Messzeit als Abszisse und den Elastizitätsmodul der Gesteinsprobe 4 entsprechend der Messzeit als Ordinate und zeichnen Sie die Kurve des Elastizitätsmoduls der Gesteinsprobe 4, die sich mit der Zeit ändert. Durch die Analyse der Kurve wird das Alterungsverschlechterungsgesetz des Elastizitätsmoduls von Gesteinsproben 4 im Alterungsverschlechterungsprozess erhalten.

Der Vakuumierungsprozess des ersten Schritts die folgenden Schritte umfasst: Öffnen Sie das Luftventil I 16 und die Luftpumpe I 3, das Luftventil I 16 steuert die Luftpumpe I 3, um den transparenten geschlossenen Behälter 2 zu vakuumieren, und schließen Sie das Luftventil I 16 und die Luftpumpe I 3 nach Erreichen der eingestellten Zeit. Beim Vakuumieren sind das Luftventil II 17 und die Luftpumpe II 13 immer geschlossen.

Der Gesteinsprobensättigungsprozess in dem obigen Schritt 2 umfasst die folgenden Vorgänge. Bitte öffnen Sie die Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung 7 in der Lösungsfasche 15 und lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers I 6 über der Lösungsfasche 15 ab. Wenn die Feuchtigkeit in der Lösungsfasche 15 den eingestellten Wert erreicht, öffnen Sie gleichzeitig das Luftventil I 16, die Luftpumpe I 3, das Luftventil II 17 und die Luftpumpe II 13. Der Wasserdampf tritt durch die Gasleitung in den transparenten geschlossenen Behälter 2 ein und bildet darin einen Wasserdampf-Feuchtigkeitszyklus. Lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers

II 14 im transparenten geschlossenen Behälter 2 ab. Wenn die Feuchtigkeit den Testwert erreicht, ist der Gesteinsprobensättigungsprozess abgeschlossen.

Die Umrechnungsformel des Elastizitätsmodulwerts E der Gesteinsprobe 4 im vierten Schritt lautet wie folgt:

$$V = \frac{l}{t} \quad (3)$$

$$E = \rho V^2 \quad (4)$$

Dabei ist l die Höhe der Gesteinsprobe, t die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe und ρ die Dichte der Gesteinsprobe.

Das Testverfahren umfasst auch Folgendes: Nehmen Sie die Feuchtigkeit als Abszisse und die Versagenszeit von Gesteinsproben, die der unterschiedlichen Feuchtigkeit entsprechen, als Ordinate, um die Kurve der vollständigen Versagenszeit von Gesteinsproben zu zeichnen, die mit der Feuchtigkeit variiert. Durch die Analyse der Kurve wird das Einflussgesetz der Feuchtigkeit auf den Alterungsverschlechterungsprozess von Gesteinsproben erhalten.

Ausführungsbeispiel 1:

In diesem Ausführungsbeispiel beträgt der Durchmesser der drucktragenden Schallwellenübertragungssonde 9 und der drucktragenden Schallwellenempfangssonde 10 80 mm, und die Gesteinsprobe 4 ist eine Standardgesteinsprobe mit einem Durchmesser von 50 mm und einer Höhe von 100 mm, und es gibt insgesamt 10 Proben.

Die Dichte der Gesteinsproben wird jeweils gemessen. Die Dichte der Gesteinsproben kann nicht exakt gleich sein, daher wird die durchschnittliche Dichte als $\rho = 2600 \text{ kg} / \text{m}^3$ angenommen.

Nach dem Schmieren von Butter an den beiden axialen Enden der zu prüfenden Gesteinsprobe 4 sind die drucktragenden Schallwellenübertragungssonden 9 und die drucktragenden Schallwellenempfangssonden 10 jeweils symmetrisch angeordnet und die drucktragenden Schallwellenübertragungssonden 9 und die drucktragenden Schallwellenempfangssonden 10 befinden sich jeweils auf der Mittellinie der Gesteinsprobe 4, um die Genauigkeit der Messung der Longitudinalwellengeschwindigkeit der Gesteinsprobe 4 sicherzustellen.

Die Gesteinsprobe 4 mit den gut angeordneten drucktragenden Schallwellenübertragungssonden 9 und den drucktragenden Schallwellenempfangssonden 10 sind zwischen dem oberen Druckkopf 8 und dem unteren Druckkopf 11 der Gesteinsprüfmaschine angeordnet. Installieren Sie nach dem Platzieren den transparenten geschlossenen Behälter 2 um die gesamte einachsige Kompressionsvorrichtung.

Die Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung 7 wird vom Kontrollzentrum 1 gesteuert, um Wasserdampf zu erzeugen. Der Wasserdampf wird von der Luftpumpe I 3 und der Luftpumpe II 13 angetrieben, um in den transparenten geschlossenen Behälter 2 einzutreten. Lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers II 14 über dem transparenten geschlossenen Behälter. Wenn die Feuchtigkeit den Testwert erreicht, starten Sie die Gesteinsdruckprüfmaschine und belasten Sie die Gesteinsprobe 4 mit einer Geschwindigkeit von 0,3 MPa / min, bis die Gesteinsprobe 4 beschädigt ist. Lesen und notieren Sie dabei die Schallwellenübertragungszeit der drucktragenden Schallwellenübertragungssonde 9 und der drucktragenden Schallwellenempfangssonden 10 durch das Kontrollzentrum 1, um die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe 4 zu erhalten.

Für den Test wird die Standardgesteinsprobe mit einer Höhe von $L = 100$ mm und einem Durchmesser von $d = 50$ mm verwendet. Nachdem die Dichte ρ der Gesteinsprobe bekannt ist, wird die im Test erhaltene Übertragungszeit t der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe 4 in (Formel 5) und (Formel 6) gebracht, um den Elastizitätsmodul e der Gesteinsprobe nach der Umrechnung zu erhalten.

$$V = \frac{l}{t} \quad (5)$$

$$E = \rho V^2 \quad (6)$$

Nehmen Sie die Messzeit als Abszisse und den Elastizitätsmodul der Gesteinsprobe 4 entsprechend der Messzeit als Ordinate und zeichnen Sie die Kurve des Elastizitätsmoduls der Gesteinsprobe 4, die sich mit der Zeit ändert. Durch die Analyse der Kurve wird das Alterungsverschlechterungsgesetz des Elastizitätsmoduls von Gesteinsproben 4 im Alterungsverschlechterungsprozess erhalten.

Die obige Beschreibung ist nur die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung und wird nicht verwendet, um die vorliegende Anmeldung

einzuſchränken. Für das technische Personal auf dem Gebiet kann die vorliegende Anmeldung verschiedene Modifikationen und Änderungen aufweisen. Änderungen, gleichwertige Ersetzungen, Verbesserungen usw., die im Sinne und in den Grundsätzen dieser Anmeldung vorgenommen werden, sind in den Schutzmumfang dieser Anmeldung aufzunehmen.

Obwohl die spezifische Ausführungsform der Erfindung anhand den Figuren beschrieben wird, ist dies keine Einschränkung des Schutzmumfangs der Erfindung. Das technische Personal auf dem Gebiet sollten verstehen, dass auf der Grundlage der technischen Lösung der Erfindung alle Arten von Modifikationen oder Varianten, die vom technischen Personal auf dem Gebiet ohne Bezahlung kreativer Arbeit vorgenommen werden können, ohne Bezahlung kreativer Arbeit vorgenommen werden können, immer noch im Schutzbereich der Erfindung liegen.

Patentansprüche

1. Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus, dadurch gekennzeichnet, dass sie Lösungsflasche, einachsige Kompressionsvorrichtung, Gesteinsprobe, Luftpumpe und Kontrollzentrum umfasst, wobei die Lösungsflasche mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung und einem digitalen Hygrometer I versehen ist, wobei die einachsige Kompressionsvorrichtung in einem transparenten geschlossenen Behälter angeordnet ist, wobei die Gesteinsprobe zwischen einachsigen Kompressionsvorrichtungen angeordnet ist, wobei eine Gruppe von drucktragenden Schallwellenübertragungssonden und drucktragenden Schallwellenempfangssonden symmetrisch an der oberen Endfläche und der unteren Endfläche der Gesteinsprobe angeordnet ist, wobei die Luftpumpe eine Luftpumpe I und eine Luftpumpe II umfasst, wobei der Luftauslass der Lösungsflasche mit der Unterseite einer Wandfläche auf einer Seite des transparenten geschlossenen Behälters durch die Luftpumpe I verbunden ist, wobei der Lufteinlass mit der Oberseite der Wandfläche auf der anderen Seite des transparenten geschlossenen Behälters durch die Luftpumpe II verbunden ist, wobei das Kontrollzentrum mit einer Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung, einem digitalen Hygrometer I, einer drucktragenden Schallwellenübertragungssonde und einer drucktragenden Schallwellenempfangssonde verbunden ist.
2. Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein digitales Hygrometer II in dem transparenten geschlossenen Behälter angeordnet ist, wobei das digitale Hygrometer II mit dem Kontrollzentrum verbunden ist.
3. Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einachsige Kompressionsvorrichtung einen Druckkopf am oberen Ende einer Prüfmaschine und einen Druckkopf am

unteren Ende einer Prüfmaschine umfasst, wobei die Gesteinsprobe zwischen dem oberen Druckkopf und dem unteren Druckkopf platziert wird.

4. Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die drucktragende Schallwellenübertragungssonde und die drucktragende Schallwellenempfangssonde auf der Mittellinie der Gesteinsprobe befinden und zur kontinuierlichen Messung der Längswellengeschwindigkeit der Gesteinsprobe während des Alterungstests verwendet werden.

5. Eine Testvorrichtung für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Luftventil I zwischen der Luftpumpe I und der Lösungsflasche angeordnet ist, wobei das Luftventil I zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe I dient, wobei ein Luftventil II zwischen der Luftpumpe II und der Lösungsflasche angeordnet ist, wobei das Luftventil II zur Steuerung des Lufteinlasses und der Luftabsaugung der Luftpumpe II dient, wobei die Luftpumpe I, die Luftpumpe II, das Luftventil I und das Luftventil II mit dem Kontrollzentrum verbunden sind.

6. Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus umfasst folgende Schritte:

Schritt 1: Das Kontrollzentrum startet das Kontrollprogramm, um den transparenten geschlossenen Behälter zu vakuumieren;

Schritt 2: Das Kontrollzentrum steuert automatisch die Sättigung der Gesteinsproben; Wenn die Gesteinsprobe gesättigt ist, starten Sie die drucktragende Schallwellenübertragungssonde und die drucktragende Schallwellenempfangssonde und steuern Sie die einachsige Kompressionsvorrichtung, um den axialen Kompressionsversagensversuch an der Gesteinsprobe durchzuführen;

Schritt 3: Das Kontrollzentrum liest und zeichnet die Schallwellenübertragungszeit der drucktragenden Schallwellenübertragungssonde und die Schallwellenempfangszeit der drucktragenden Schallwellenempfangssonde in Echtzeit auf, bis die Gesteinsprobe beschädigt ist, dann wird der Test gestoppt;

Schritt 4: Entsprechend der Schallwellenübertragungszeit und der Schallwellenempfangszeit wird die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe erhalten und der Elastizitätsmodulwert E der Gesteinsprobe wird durch Umrechnung erhalten;

Schritt 5: Nehmen Sie die Messzeit als Abszisse und den Elastizitätsmodul der Gesteinsprobe entsprechend der Messzeit als Ordinate und zeichnen Sie die Kurve des Elastizitätsmoduls der Gesteinsprobe, die sich mit der Zeit ändert; durch die Analyse der Kurve wird das Alterungsverschlechterungsgesetz des Elastizitätsmoduls von Gesteinsproben im Alterungsverschlechterungsprozess erhalten.

7. Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Vakuumierungsprozess des ersten Schritts die folgenden Schritte umfasst: Öffnen Sie das Luftventil I und die Luftpumpe I, das Luftventil I steuert die Luftpumpe I, um den transparenten geschlossenen Behälter zu vakuumieren, und schließen Sie das Luftventil I und die Luftpumpe I nach Erreichen der eingestellten Zeit.

8. Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dass der Gesteinsprobensättigungsprozess in dem obigen Schritt 2 die folgenden Vorgänge umfasst; bitte öffnen Sie die Feuchtigkeitserzeugungsvorrichtung in der Lösungsflesche und lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers I über der Lösungsflesche ab; Wenn die Feuchtigkeit in der Lösungsflesche den eingestellten Wert erreicht, öffnen Sie gleichzeitig das Luftventil, die Luftpumpe I und die Luftpumpe II; der Wasserdampf tritt durch die Gasleitung in den transparenten geschlossenen Behälter ein und bildet darin einen Wasserdampf-

Feuchtigkeitszyklus; Lesen Sie die Anzeige des digitalen Hygrometers II im transparenten geschlossenen Behälter ab; Wenn die Feuchtigkeit den Testwert erreicht, ist der Sättigungsprozess der Gesteinsprobe abgeschlossen.

9. Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Umrechnungsformel des Elastizitätsmodulwerts E der Gesteinsprobe im vierten Schritt wie folgt lautet:

$$V = \frac{l}{t} \quad (1)$$

$$E = \rho V^2 \quad (2)$$

Dabei ist l die Höhe der Gesteinsprobe, t die Übertragungszeit der Ultraschallwelle in der Gesteinsprobe und ρ die Dichte der Gesteinsprobe.

10. Ein Testverfahren für den Alterungsverschlechterungsprozess des Gesteinselastizitätsmoduls unter Einwirkung des relativen Feuchtigkeitszyklus nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Testverfahren Folgendes umfasst: Bitte nehmen Sie die Feuchtigkeit als Abszisse und die Versagenszeit von Gesteinsproben, die der unterschiedlichen Feuchtigkeit entsprechen, als Ordinate, um die Kurve der vollständigen Versagenszeit von Gesteinsproben zu zeichnen, die mit der Feuchtigkeit variiert; durch die Analyse der Kurve wird das Einflussgesetz der Feuchtigkeit auf den Alterungsverschlechterungsprozess von Gesteinsproben erhalten.

