



Устойчива ли е земната кора?

Цанко Цанков

Тези съотношения са съпоставими с обема на кокошето яйце спрямо тънката нежна ципа под неговата варовита черупка. И въпреки това литосферата вече повече от

4 млрд. години успешно изолира Земята от въздействията на открития Космос. Този парадоксален наглед факт се дължи на състава, строежа и процесите, които непрестанно протичат в твърдия земен повърхностен слой...

Земната кора се разполага между земната повърхност и Границата на Мохоровичич (Мохо). Тя е дебела от 7 – 8 до 75 – 80 км. Състои се (от горе надолу) от седиментен и условно обозначените от Дели като гранитен и базалтов слой. Тези две наименования показват, че въпросните слоеве са изградени от твърди вещества с физически особености, сходни на съответните два скални типа.

Земната кора се състои от седиментни (утаечни), магмени и метаморфни (променени) скали. Седиментните скали изграждат най-горната твърда земна обвивка – стратисферата (между земната повърхност и геофизичната Граница на Конраг). Тя липсва на места, а другаде е дебела повече от 15 км. Има общ обем от порядъка на $3,710^8 \text{ km}^3$

Твърдата земна обвивка – литосферата (земната кора заедно със състоящите се от твърдо вещество най-външни части на Горната мантия) е несравнима по дебелина (достига до 250 км) с останалия обем на планетата, чийто среден радиус е около 6372 км.

и средна плътност 1 – 2,65 г/см³. В химичния ѝ състав участват (в проценти) кислород (49,95), силиций (27,55), алуминий (6,93), желязо (3,90), калций (3,82), калий (2,33), въглерод (2,01), магнезий (1,52), натрий,

водород, титан, сяр (десетохилadni от %), фосфор (стохилadni от %). Тези сравнително трошливи, често неспоени морски, океански или континентални утайки са устойчиви до налягане от 1500 до 2500 атм и температура от 200°C, т.е. на дълбочина докъм 5 км под земната повърхност. Те съставят само около 5 % от земната кора, но покриват 75 % от земната повърхност.

Под повърхнината на Конраг следва гранитният слой. Той се разполага само под континентите. Дебелината му се мени от 0 до 20 – 40 км (тя особено нараства под високите планински вериги – Хималаи, Анди, Скалисти планини, Алпи и др.), а плътността му е 2,65 – 2,80 г/см³. Състои се главно от богати на силиций и алуминий (оттам и старото име на слоя – sial), кристалинни (магмени и метаморфни) скали. При тях скоростта на надлъжните и напречните сеизмични вълни е съответно V_p - 6,29 км/сек. и V_s - 3,57 км/сек.

Базалтовият слой заема най-долната непрекъсната част на земната кора с дебелина



Проф. ггмин Цанко Цанков е автор на повече от 300 научни труда (в това число автор и съавтор на повече от 25 монографии, монографични сборници, книги и на около 20 научнопопулярни статии). Интересите му са в областта на геотектониката, структурния и морфоструктурен анализ и регионалната геология, тектониката, геоморфологията, литостратиграфията, геодинамиката, сеизмотектониката и приложната геология на източната част на Балканския полуостров, Телския Атлас (Алжир), Куба, някои региони от Източна Европа. Редактор на 8 и автор на 15 от общо 92 картни листа и обяснителните им записки на първата цялостна геоложка карта на България.

от 5 до 30 km и средна плътност – 3,32 g/cm³. Поради повишеното съдържание на силиций и магнезий старото име на слоя е *sima*. Вероятно е изграден от кристалинни скали с физичните свойства на базалтите, амфиболитите, габро и др. Долната граница на слоя, респективно на земната кора, е геофизично установимата повърхнина на Мохоравичич (Мохо). Под нея следват намиращите се в твърдо състояние (с плътност от 3,3 до 4,68 g/cm³), достигащи на дълбочина до 250 km най-външни части на Горната мантия. Те изграждат основата на литосферата.

Земната кора бива двуслойна (без граничен слой) или океанска (разпространена по дъната на океаните), и трислойна (с граничен слой) или континентална (при континентите).

Магмените скали са продукт на огнетечната топилка (магма), която прониква в

кората от същинската горна мантия или се образува в дълбоките части на литосферата и земната кора. Тя е подвижна и прониква в горните земекорни слоеве. При движението си през студената земна кора магмата постепенно се охлажда и кристализира. Така се образуват интрузивните или плутонични магмени скали. Когато достигне земната повърхност (под формата на лава), огнетечната топилка губи газовата си компонента и застива много бързо като вулкански или ефузивни скали.

В магмените скали преобладават силициев и алуминиев триоксид, железни оксиди, магнезиев, калциев, калиев и натриев оксид. По-малко са титановият, мангановият, бариевият и стронциевият оксид. Те образуват най-често силикатни минерали: фелдшпати, амфиболи, пироксени, слюди, кварц и пр. Магмата съдържа и разнообразни летливи вещества: вода, въглероден диоксид, флуор, хлор, хлороводородна киселина, халогенни съединения на металите, сяра, сяроводород, серен диоксид и др.

Експерименталните изследвания за температурата на ненапълно изкристализиралата магма показват, че тя се движи между 600 – 870°C. На повърхността лавата има по-висока температура (до 1200 – 1300°C) поради окислителните процеси.

Метаморфните скали възникват от обединеното действие на ендегенните изменения за приспособяване на структурата и минералния състав на скалите (в твърдо състояние на веществото) към условията на дълбоките части на земната кора. Метаморфизмът се контролира от изменението на температурата и налягането в земните недра. Високата температура води до образуването на лишени от вода минерали с висока точка на топене и до прекристализация на скалната структура (поява на по-едрозърнести скални разновидности). Хидростатичното налягане влияе еднакво във всички посоки в резултат на тежестта на отгоре разположените скални маси. Величината му нараства с 250 – 300 атм на всеки километър дълбочина (при 10 km – 2700 атм, при 20 km – 5700 атм, при 5 – 60 km – 13 000 – 143 000 атм). Експерименти показват, че някои метамор-

фни изменения са станали при 25 000 атм. При високо хидростатично налягане възникват минерали с плътна кристална решетка и висока точка на топене. Насоченото (ориентираното) налягане се поражда и зависи от интензитета на тектонските движения. Действието му намалява с дълбочината. То понижава точката на топене в зоните на прилагане на максимално налягане и растеж в зоните на прилагане на минимално налягане (принцип на Рике). Затова призматичните, плочестите или люспестите минерали се разполагат перпендикулярно на посоката на ориентираното максимално налягане. Поровите и междузърновите разтвори, и газове (водата, въглената киселина, съединенията на азота, хлора, флуора, сярата, фосфора, натрия, калия и пр.) в скалите се придвижват от зоните с високо налягане към горните части на земната кора (зоните с по-ниско налягане). Те активно участват в изменението на минералния състав на скалите, защото са носители на други химични елементи. Високото порово налягане частично понижава разтворимостта на минералите.

Магмените и метаморфните скали изграждат големата и огромния дял от средната част от обема на земната кора (95 %).

Основните скални типове имат строго определени функции за непрестанната възобновяемост на устойчивостта на земната кора. Нейният основен градивен материал – метаморфните скали, се отличава с изключителна изменчивост (и то в твърдо състояние) в зависимост от непрестанноменящите се, крайно разнообразни стойности на основните параметри – температура, налягане, минерален състав и химизъм. Магмените скали са един от основните „доставчици“ (заедно със земетресенията) на астеносферна енергия за земекорните процеси. Застиналите в различните магмени камери интрузивни скали допълнително стабилизират земната черупка. А вулканизмът, заедно със земетресенията, е предпазният клапан, или „отдушник“ на астеносферната енергия. Чрез образуването на седиментните скали (в хода на процесите седиментогенеза и диагенеза) разрушените от външните земни сили повърхностни части на кората отново биват

„връщани“ във веществения кръговрат на планетата. Допълнителна стабилизираща и уплътняваща роля на кората има вертикалното дълбочинно разпределение на минералния и скалния състав в зависимост от относителното тегло на изграждащите го химични елементи.

Всички части на земната кора се намират в непрекъснато движение. Чрез него планетата „реагира“ устойчиво на неблагоприятните космически въздействия и на ефектите от ротационните процеси, в които тя участва. Негов двигател е астеносферната енергия, а изявата му – ефектите от колебателните, нагъвателните и разломните тектонски процеси – съответно израз на еластични, пластични или крехки изменения. Те довеждат до промяна на пространственото положение на скалите чрез образуването на различни структурни форми, които се означават като тектонски нарушения или деформации. Така е възникнала и непрестанно се мени структурата на земната кора – неравномерността в строежа и пространственото положение на скалите.

Колебателните тектонски движения са непрекъснати, повсеместни, периодично променящи знака си, вертикално насочени, огромни по размери, много бавни (от няколко милиметра до няколко сантиметра годишно в едно направление) огъвания на земната кора. Те образуват краткотрайни (в геоложки смисъл) широкообхватни понижения и погущини. Причина за тези процеси са непрестанните разнопосочни движения на земното ядро (в ядрената обвивка) при противодействието му на различни опити за космическо въздействие върху планетата („космически балансбор“). Колебателните тектонски движения оказват преди всичко еластично въздействие на земната кора.

Нагъвателните и разломните тектонски движения са продукт на астеносферните енергийни процеси и определят характера и същността на земекорните деформации. Нагъвателните тектонски движения предизвикват изменения в първоначалната форма на скалните комплекси, без да нарушават целостта им. При тях се оформят единични или комплекси от разнообразни гънки. Разлом-



ИДЕЕН МОДЕЛ ЗА ДЪЛБОЧИННОТО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПЛАСТИЧНИТЕ И КРЕХКИТЕ ДЕФОРМАЦИИ В ЛИТОСФЕРАТА

- Земна повърхност -

Зона на листрични деформации

Структурообразуване на границата между две среди.

Възникване на позитивни (куполни, планински) морфоструктури около центрове на максимално издигане. Около тях възниква локална разломна мрежа включваща радиални, стръмно затъващи разседи, концентрични листрични разседи. Морфоструктурите са локализирани върху блоковете, оконтурени от дълбокото разломяване.

- Преход -

Листрична морфогенеза / Дълбоко разломяване

Зона на дълбока блокова тектоника.

Възникване на първичната регионална разломна мрежа от стръмно затъващи разседи.

Крежко разчленяване и блоково генивелиране на скалния масив в дълбочина.

Образуване на дълбочинни хорстове, грабени, стъпалчест строеж и пр.

- Преход -

Блоково разломяване / Гънково-навлачни деформации

Зона на гънково-навлачно и разломно пространствено преразпределение на скалите.

Начало на крежките деформации.

Край на пластичните деформации.

- Преход -

Гънково-навлачни / Гънкови деформации

Гънкови деформации в неметаморфни скали.

- Преход -

Фронт на регионалния метаморфизъм

Гънкови деформации с нарастващ интензитет в дълбочина.

Граница Мохоровичич (земна кора/ долна (мантийна) част на литосферата)

Гънкови деформации с неясен характер.

- Преход -

Граница литосфера / Същинска горна мантия

Всеобща промяна на агрегатното състояние (от твърда в течна фаза) на мантийното вещество.



ните тектонски движения са свързани със задължително разрушаване на целостта на скалите. Породените от тях структури на разрушаване (пукнатини и разломи) са свързани към разломни плоскости или разломни зони, където интензивността на крехките деформации е надвишавала якостта (здравината) на скалата.

Коровите деформационни процеси се пораждат от стремежа на веществото в литосферата да запази равновесното си състояние и своевременно да противодейства на неблагоприятни за съществуването на планетата въздействия на екзогенни (космически и атмосферни) и ендегенни (предимно промени на енергийния потенциал) фактори.

Тектонските деформации изменят своите непосредствени изяви в зависимост от определящите условия (температура, налягане, химизъм на скалите и пр.) в съответния участък на земната кора. Разпределение на различните деформационни ефекти очертава нов аспект в слоестия строеж на земната кора. При него основната разграничителна повърхнина е заменянето на пластичните от крехките деформации (от долу нагоре). Тази граница, както и второстепенните разделителни повърхнини имат всеобхватен планетарен характер, независимо от техните конкретни дълбочини. А това означава, че всички видове тектонски процеси се осъществяват непрекъснато и едновременно в цялата земна кора, като поддържат и укрепват нейната устойчивост. В този смисъл твърденията на някои геолози и други естественици за съществуването на дълговечни и едва ли не вечни „активни тектонски зони и пояси“, респективно непроменящи се в течение на едва ли не през цялата земна история „стабилни“ участъци на земната кора (виж геосинклиналната хипотеза от миналия век) звучат твърде невероятно и крайно необосновано. Устойчивостта на земната кора се крие в нейния непрекъснат планетарно еднотипен начин на противодействие спрямо всякакви неблагоприятни за планетата космически и други въздействия. Все по-подробно описание и аргументация на коровите процеси днес предлага бързо развиващата се теория на тектониката на плочите. ■

ЛЮБОПИТНО

Нов материал с разнообразни приложения – „наногъба“



Международен колектив от специалисти под ръководството на Даниел Хашим (Daniel Hashim) от университета в Хюстън, Съединените щати, е разработил нов материал с многообещаващи възможности за различни приложения. Материалът изглежда като парче черна, мека пластмаса. Той се състои от милиони микроскопични частици, изградени от елементите въглерод и бор. Наночастиците представляват тръбички, които изграждат своеобразна, твърде лека гъба, съдържаща около 99 % въздух.

Новият материал е извънредно хидрофобен, обаче има способността да поема големи количества петрол, надхвърлящи стократно собствената му маса. Това дава основания за надеждата, че материалът може да се използва например при почистването на морски площи, замърсени с разлял се при катастрофи с танкери петрол. Предимство на „бор-въглеродната“ гъба е, че поетият от нея петрол може да бъде „изстискан“ обратно, така че да се рециклира и използва отново. От своя страна, използваната веднъж гъба впоследствие може да се употребява многократно за същата цел.

Създателите на новия наноматериал са убедени, че освен за борба със замърсяването на водни площи при инциденти с танкери той ще може да намери подходящо приложение в електрониката, електротехниката, медицината и други важни области.

По wissenschaft.de

Илюстрация: Jeff Fitlow/Rice University