

铁路路塹大爆破施工

H·H·西蒙諾夫著

人民铁道出版社

鐵路路塹大爆破施工

H·H·西蒙諾夫著

閻宗泌譯

人民鐵道出版社

一九五六年·北京

鐵路土方工程，以開挖深壑最為繁重，現已廣泛地採用爆破方法。本書詳細地介紹了在開挖鐵路路壑時使用大爆破拋棄法的施工方法、藥量計算原理及爆破結果的分析，並提出了新的計算藥量的通用公式，舉出了許多詳細而有代表性的實例，可作為爆破工作設計和施工的指導。

本書可供鐵路土方工程設計及施工工作人員以及公路工程人員作參考之用。

鐵路路壑大爆破施工

Разработка железнодорожных впадок
массовыми взрывами на выброс

苏联 Н. Н. Симонов 著

苏联內务部鐵路建筑管理总局編輯出版局出版

(一九四九年俄文版)

И данно Гупжис Мвдсср 1949

閻宗泌 譯

責任編輯 王育泉

人民鐵道出版社出版

(北京市霞公府十七號)

北京市書刊出版業許可證出字第零壹零號

新華書店發行

人民鐵道出版社印刷廠印

(北京市建國門外七聖廟)

一九五六年九月初版第一次印刷

平裝印 1—2,585冊

書號：607 開本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印張6 插頁1 333千字 定價(10)0.90元

目 錄

序 言

第一章 大爆破用炸藥和裝藥的基本說明

1. 炸藥概說..... 3
2. 炸藥能率..... 5
3. 炸藥臨界密度..... 6
4. 大爆破用炸藥..... 7
5. 藥室爆炸的基本說明..... 10
6. 集中裝藥的計算..... 19
7. 裝藥間距..... 32

第二章 鐵路路塹开挖中大量揚棄爆破的採用

1. 标准鐵路路塹的特点..... 39
2. 在开挖鐵路路塹時，对大量揚棄爆破的基本要求... 42
3. 依据路塹类型选定大量揚棄爆破作用（炸坑）
的指标..... 46
4. 爆破施工的路塹橫断面設計特点..... 53
5. 鐵路路塹施工中爆破結果的測定..... 54
6. 鐵路路塹大爆破施工設計內容..... 58
7. 大量揚棄爆破報告書內容..... 62

第三章 鐵路路塹大爆破施工实例

1. 淺型路塹大爆破施工..... 64
2. 深型路塹大爆破施工（爆破用炸藥695噸）..... 75
3. 使用联合裝藥的路塹爆破施工..... 97
4. 复雜地質条件下的路塹大爆破施工..... 112

5. 山岳支脈上的路塹爆破施工（縱向坑道裝藥）……123
6. 裝藥 277 噸的路塹爆破施工……133
7. 山隘处的路塹爆破施工……150

第四章 鐵路路塹揚棄爆破的施工条件

附錄： 爆破工程的岩土分类

序 言

近二十年來，苏联的爆破技術有了顯著的進步，且已远远超过了在这方而先進的資本主义國家。

採用几百噸炸藥大量揚棄与松土的大爆破，已成为普通的事情。

爆破技術的發展与成就，以及新工作方法的运用，是我國社会主义經濟体系的直接后果，同时更又一次地在資本主义國家面前顯示了它的优越性。一九三六年在卡尔金斯基地方進行的大量揚棄爆破工作，無論就規模方面或效果方面來說，都是長期間內無与倫比的。

当时有1808噸炸藥同时爆炸（32处基本藥室与4处輔助藥室），曾揚棄上方800,000立方公尺，構成長900公尺、上寬85公尺、深20公尺的路堑。这样的爆破，也是史無前例的。

一九四八年为开挖煤層而進行的大爆破，曾造成長400公尺、上寬85~125公尺、深20~22公尺的壕塹。总的揚棄体積为391,000立方公尺；总計消耗硝石炸藥（阿莫尼特 аммонит）1860噸。

在國外，有名的大爆破只有兩次。一次是在一九一七年，在西部战綫为突破德軍『卑特塞特斯克弧綫』障地而進行的。这一次曾爆炸了19处藥室，总共用藥425噸。第二次是一九三二年在美國（密西根礦井），当时在开採石灰岩工作中，同时爆炸过炸藥220噸。

在我國國民經濟工作中，用作揚棄与松散的爆破工作在水中、土中以及岩石中已被廣泛地採用。

在國民經濟工作中，爆破工作，對於開挖大型路塹與開採石場、開採礦產、道路與底部加深工程、整平城市時崩毀房屋、疏干沼澤、取水、森林火災的防護、植樹時松散土壤等工作，均被採用。

在鐵路建築方面，最繁重而又需要大量時間與人力的工作是土方工程，其中尤以鐵路深路塹——特別是石質與膠結岩層的路塹開挖為尤甚。

近幾年來，鐵路路塹大爆破揚棄的施工方法已普遍被採用。

這種方法使用起來，簡單而易行。甚至就是在密林和深山區域，大爆破的施工組織，比較使用大量機械和大量勞動力的施工方式要簡化得多。

本書即說明鐵路路塹的大量揚棄爆破的施工問題，共分四章。

第一章 敘述大爆破施工中所用炸藥與其裝藥的一般說明，以便於藥量的計算工作；同時也敘述了藥量的計算方法。

書中對一般爆破工作的技術安全問題未曾述及，因為這在一般爆破教科書中已有詳細說明。對於這一些問題，著者推薦：爆炸器材概說、爆破網和引火點等書。

第二章 敘述修築鐵路路塹時的大爆破施工問題。

本章着重敘述一些特殊情況下的大爆破施工，說明爆破作用的特點、藥室佈置地點的選定以及爆破效果。

第三章 引証了一些鐵路路塹大爆破施工的具有代表性的實例。

第四章 提供了鐵路路塹大爆破揚棄開挖法的特點與優點的結論。

著者對本書校閱者軍事科學碩士 M. C. 奧夫琴尼柯夫，以及幫助計算附近炸坑漏斗體積的技術科學碩士 A. П. 康德拉特琴柯和工程師 A. C. 維涅斯基，表示感謝。

第一章 大爆破用炸藥和裝藥的基本說明

1. 炸藥概說

所謂炸藥，通常系指一種物質，它能够在極短的瞬間分解出大量的熱，並形成大量的氣體，因而在爆炸處所構成高度的壓力。例如當有一公斤的普通炸藥，如硝石炸藥，爆炸時，即產生約 3200° 的高溫，形成約11立方公尺的高熱氣體，也就是說在體積上比裝藥的原始體積增大了11.000倍。

按照炸藥（B.B.）的分解速度可將炸藥分為：快燃炸藥、第二類炸藥、和爆發炸藥或第一類炸藥。

快燃（爆燃）炸藥分解速度小，氣體形成過程緩慢，以致不能使其周圍介質遭受破壞（如受潮的硝石炸藥）。

第二類炸藥分解速度為每秒400~2000公尺，分解同時形成一種逐漸增強的氣體壓力，因而產生一種拋擲的能力。

爆發炸藥或第一類炸藥，炸藥分解速度極高，可達每秒2—8公里，並能被其他炸藥（引藥）引起爆炸。當爆發時可得到急劇的衝擊作用，因此可使物質粉碎。

炸藥也可按下列特征進行分類：（1）按組成；（2）按作用特性；（3）按使用條件；（4）按效果以及其他。

按組成來分可有：

（1）**化學化合物**，組成部分僅可以化學方法分離（如三硝基甲苯或茶色炸藥，米力尼特）。

（2）**機械組成與混合物**，其組成部分之間無化學上的關聯，並可以物理方法使其互相分離（如黑火藥，硝石炸藥等）。

按作用特性來分，可有拋擲性炸藥（МВВ），粉碎性炸藥（ДВВ）和中間性炸藥（ПВВ）。

（1）**拋擲性炸藥**具有較小的化氣速度和緩慢的遞加壓力（小於每秒2000公尺）。其中黑火藥的分解速度約為每秒400公尺。МВВ的作用除了爆炸炸藥周圍的介質以外，還可能把它拋擲到一定的距離。在爆破工作中，МВВ還可以採用於以下情況，即當需要炸成大石塊，而不破壞其內部結構，例如，用以制作塊石時

（2）**粉碎性炸藥**，當爆炸時所生气体的壓力瞬息遞加，能將周圍介質炸成粉碎。ДВВ可普遍應用於爆破工作中。其中包括：三硝基甲苯，米力尼特及其他，其爆炸速度每秒可達5~8公里。

（3）**中間性炸藥**，其平均爆炸分解速度每秒為2~3公里，按其能力來說是介乎上述二種炸藥之間。這種炸藥包括：硝石炸藥[⊖]和一些其他炸藥。

按照使用條件，炸藥可分為：

（1）可使用於具有危險性的氣體及塵埃的豎井中，所謂預防性炸藥或安全炸藥。其中包括安全硝石炸藥（Ш1，八號，一號，АП—1），藥中含有10~30%的食鹽。

（2）可使用於具有無危險性的氣體及塵埃的豎井中的炸藥。其中包括硝石炸藥（二號Г，二號К，六號，七號），狄納孟（Динамон）（К，Ж，О，Т）和粒狀二藥炸藥（Динафталит）。對該類炸藥的基本要求是它們在爆破時只能產生一定限度的有害氣體（每公斤炸藥不大於100公升）。

（3）可使用於露天工程的炸藥。該類炸藥包括所有上述炸藥以外的其他爆破工程用炸藥。如：硝石炸藥（三號Т，三號К），硝氨炸藥（Аммонал），銨（氨）硝石（Аммонийная Селитра），法國混合炸藥，三硝基甲苯（Тротил），米力尼特（苦味酸），液氧炸藥（Оксиликвит）（被液體氧氣浸制過的多孔易燃物質）等等。

⊖ 硝石炸藥即是阿莫尼特（АММОНИТ），以下同——編註。

2. 炸藥能率

炸藥的作用，按其能力或作用能率，可分兩方面說明，即按炸藥爆炸時所生气体的体積（地雷性）和按炸藥的粉碎作用程度（爆發性）方面說明。

在堅硬介質中爆炸的炸藥，其炸藥作用能率與爆炸時所生的气体体積、气体溫度以及炸藥的爆炸分解速度有關。

炸藥能或其能率是代表炸藥效率的基本指標。該項指標也用決定炸藥的相對能率系數，後者使用於各種炸藥藥量的計算公式中。通常取二號硝石炸藥的能率作為炸藥能率的基準，因此該項炸藥的相對能率即等於一。

炸藥能率可在鉛彈中和在鉛制及銅制的圓筒上用試驗的方法測定之，或按現有公式由理論上求得之。

在鉛彈中和在圓筒上的炸藥經驗試驗法，還不是十分完善的；在實際情況下，還不可能用它判斷炸藥能率並將其結果使用於藥量計算中。

第1表

炸藥系數（與基準的二號硝石炸藥之比）

順序	炸藥名稱	炸藥能率系數
1	黑色火藥	0.65
2	鉍硝石	0.65
3	十四號、十五號12%格里諾定-甘油炸藥(Динами- ты-гризутины)	0.70
4	八號和九號硝石炸藥	0.80
5	十二號29%格里諾定-甘油炸藥	0.80
6	二號、三號無鉍硝石炸藥	1.00
7	5/5溶劑	1.05
8	8/5溶劑	1.20
9	一號、四號、五號有鉍硝石炸藥	1.30
10	三硝基甲苯	2.65
11	米力尼特	3.65

在現有的理論計算炸藥能率的公式中，火藥比熱公式和用於其他一切炸藥的爆發性公式，是最為適用的。

爆發性公式，除考慮比熱外，還考慮爆發速度和裝藥密度。根據爆發性公式所計算的能率，系被經驗所証實；因此，按爆發性公式測定炸藥的相對能率，對實用目的來說是完全正確的。

現代工業用各項炸藥品種的相對能率系數（按爆發性公式求得），如第1表。

3. 炸藥臨界密度

爆破工程的實踐表明：每一種炸藥都有其一定的密度，在這一特定的密度條件下，一定的炸藥，在其實用的情況下，就具有最大的爆炸效能，也就是具有最大的能率。這種最適當的密度，叫做最佳式臨界密度。

臨界密度並不一定和炸藥的最大密度相同。大密度的或小臨界密度的炸藥具有小的能率。如硝石炸藥過度壓實到 1.1 的密度時，將較其臨界密度 0.9 時的效能為低。

由臨界密度的測定上可見，為獲得爆炸的最大效果，必須使炸藥在爆炸當時處於臨界密度狀態。對於連續結構的（壓縮的、熔化的或可塑的）炸藥，如米力尼特、三硝基甲苯、膠質甘油炸藥等，其密度在數值上與其比重相等（以公斤/立方公寸或噸/立方公尺計），並叫做**工作密度**，這類炸藥應由其製造工廠保證其臨界密度。多孔質（粉狀、粒狀、松散體）炸藥，如硝石炸藥、黑色火藥和格里諾定炸藥的密度在數值上等於單位體積重量（單位與上述比重相同），並叫做**比重密度**。顯然，比重密度的數值，與工作密度相反，是關係於物體壓實的程度，也就是關係於其中或大或小的空隙。因此，對於松散體炸藥，在裝藥以前，必須測其比重密度，如不符合臨界密度的要求時，則必須將炸藥弄散，然後重新壓實至臨界密度狀態。

各種炸藥，當保證有最大能率時，其臨界密度如第 2 表。

炸 藥 臨 界 密 度
(以公斤/立方公寸或噸/立方公尺計)

順 序	炸 藥 名 稱	臨 界 密 度	
		連續結構 性 炸 藥 (工作密度)	松散體炸藥 (比重密度)
1	0號黑色火藥, OCT 4260	—	0.90
2	一號、四號、五號含鉛硝石炸藥, 二號、三號、七號無鉛硝石炸藥, 八號 Фавье 成分, 九號 Шнейдерит, OCT 4117	—	0.90
3	格里諾定-甘油炸藥十二號29%, 十四號、十五號12% OCT 630	1.5	—
4	8/5和5/5溶劑	1.00	—
5	粉狀三硝基甲苯	—	1.00
6	壓縮三硝基甲苯	1.50	—
7	熔融三硝基甲苯	1.60	—
8	米力尼特 (熔融苦味酸)	1.70	—
9	粉狀米力尼特	—	1.00
10	壓縮米力尼特	1.60	—
11	粉狀特屈兒 (Тетрил)	—	1.00
12	壓縮特屈兒	1.68	—

4. 大爆破用炸藥

在大爆破施工中, 使用下列工業炸藥: 硝石炸藥、銹硝石 (作為基本炸藥的外加劑)、狄納孟, 並可採用三硝基甲苯、苦味酸和一些其他炸藥。

銹 硝 石

銹硝石或氮硝石系硝石炸藥的主要組成部分, 並可使用於大型裝藥中作為基本炸藥的外加料。該項外加料常佔裝藥总量的極大百分數。

銹硝石系一種白色或黃色結晶粉末, 具有強烈的吸濕性。此外, 它還有一種不良的性質, 就是在上層物質壓力下及干燥時的結塊性, 以及當加熱超過 82°C 然後冷卻時的凝結性。

为减少其吸湿性与结块性，鉍硝石常用石蜡包封。鉍硝石的正常湿度不应超过1.5%。

在炎热气候条件下，鉍硝石由于日間受热与夜間冷却，体积显著增加，因此炸药装袋不得装满。同一原因，鉍硝石也应保存于密闭的倉庫中。

鉍硝石不因火簇、火星及灼热物体而爆炸及着火。如在密闭的外殼中加热时，它可能爆炸。

单个起爆雷管的爆炸，对于鉍硝石的开始脉动（最初冲动）作用很小，为此，进行爆破时，应使用大量雷管（150个或更多）或取用其他炸药作为起爆之用。

鉍硝石对冲击及磨擦作用不敏感。2公斤之重物落高3公尺打击到鉍硝石上不能发生爆炸。鉍硝石的起爆速度每秒为1000~2500公尺。爆炸气体温度为1300°。爆炸气体体积为980公升/公斤[⊖]。

硝 石 炸 药

硝石炸药是鉍硝石和三硝基甲苯、三硝基二甲苯（Ксилит），二硝基萘（Динитронафталин）或木粉的粉状混合物。使硝石炸药能够广泛使用于爆破工作的一个最大优点，就是它在保存上、使用上、和运输上的高度安全性。

可资使用的硝石炸药主要有以下几种：

1. **二号和三号硝石炸药**。——86—90%鉍硝石和14~10%三硝基甲苯或三硝基二甲苯。
2. **一号、四号和五号含铝硝石炸药（硝氮炸药）**——硝石炸药中含有5~6%的铝。
3. **八号、九号硝石炸药（粒状二萘）**——88%鉍硝石和12%二硝基萘。
4. **狄納孟（К, Ж, О, Т）**——90%鉍硝石和10%松皮粉

⊖ 此处所指鉍硝石爆炸中，以及以后所指其他炸药的爆炸中所形成的气体体积，其在爆炸中由于高温作用的气体膨胀作用未计算在内。

或其他混合物。

硝石炸藥由於它的主要組成部分——鉍硝石，具有高的吸濕性，這也就是它的大缺點。含有較高濕度（超過2.5%）的硝石炸藥，對於起爆雷管敏感較差，爆炸性也低。潮濕的硝石炸藥可能給予不完全的爆炸，甚至不全燒光。

硝石炸藥的標準濕度應不超過1.5%。含有較高濕度的硝石炸藥必須使其干燥。

硝石炸藥的缺點，正如鉍硝石一樣，就是當在上層物質的壓力下和在干燥時的結塊性，以及當加熱超過32°C然後冷卻時的凝結性。硝石炸藥對於低溫（冰冻）無感覺。

為了減低硝石炸藥的吸濕性與結塊性，炸藥應用蜡封並置於不透水的外殼中。為預防其凝結性，可加以硬脂酸鹽類外加劑。

硝石炸藥的密度顯著影響其爆體特性。硝石炸藥的能率以在密度為0.9~1.05時較好。硝石炸藥的爆炸氣體溫度為2000~2700°（狄納孟—1900°）。爆炸氣體體積為450~930公升/公斤。硝石炸藥起爆速度——2400~5000公尺/秒（狄納孟—1500公尺/秒）。

硝石炸藥借火燄可以燒着和灼熱而不爆炸。燒着的硝石炸藥可用水熄滅。硝石炸藥不致因火星而燒着。當在密閉的外殼中加熱時，硝石炸藥可能爆炸。

硝石炸藥對於沖擊及磨擦微有感覺。2公斤重物落高1.8公尺方便在鐵鉗上的硝石炸藥爆炸。

三硝基甲苯（茶色炸藥）

三硝基甲苯，在爆破技術中用作硝石炸藥的一個組成部分，也作為一種獨立的炸藥使用。

三硝基甲苯以結晶粉狀、壓縮成棋子狀、或以熔化狀態使用之。三硝基甲苯不易溶解於水，因此可用於水下爆破而不加外殼。當加熱到65°，三硝基甲苯一直無變化；當繼續加熱時即燒着，但不爆炸。在赤熱的鐵上，將被燒毀而不發生爆炸。

三硝基甲苯对冲击微有感觉，而对磨擦則無感觉。2公斤重物落高1.1公尺，可引起薄层三硝基甲苯的爆炸。压缩的三硝基甲苯借起爆雷管而爆炸，熔解的炸药借压缩三硝基甲苯而爆炸。

三硝基甲苯的爆炸气体温度是 $2\ 800^{\circ}$ 。超爆速度6 800公尺/秒。爆炸气体体积690公升/公斤。

米力尼特（熔解的苦味酸，三硝基酚）

米力尼特，或熔解的苦味酸，以粉状或压成棋子状使用之。

苦味酸是一种淡黄色结晶粉末，具有变红的特性。它不易溶于冷水，但极易溶于热水。

苦味酸当迅速加热到 300° 时即引起爆炸，当缓慢加热时即被蒸发。米力尼特由火星和火焰即可燃烧，但燃烧缓慢而不爆炸。

压缩的米力尼特借雷管而爆炸，熔化的则借压缩的米力尼特而爆炸。2公斤重物落高40公分可引起米力尼特薄层粉末的爆炸。

含有水分和湿气的苦味酸与米力尼特，当和一些金属（铁、铅、铜等）化合时，易于变成盐类，叫做苦味酸盐。苦味酸盐对于冲击和磨擦，对于火星和火焰都十分敏感，这样就使苦味酸当含有苦味酸盐时，在使用上十分危险。苦味酸盐如受有2公斤重物，落高在5~7公分即能爆炸。

米力尼特的爆炸气体温度是 $3\ 230^{\circ}$ 。超爆速度7 250公尺/秒。爆炸气体体积675公升/公斤。

5. 药室爆炸的基本说明

药室装药和堵塞

在岩土的大量扬弃或排除，以及松散的爆破工作中，一般采用药室爆炸的方法。爆炸可使岩土全部或局部扬弃和排除，因而就可筑成铁路路堑。在这项爆炸方法中，是将炸药放置到装药室内；装药室是借助于所开挖的竖井、坑道或平洞，以达到布置装药的地点。向装药室中放炸药的工作，叫做装药工作。

藥室作成集中式的形狀，亦即具有正方形或近於正方的形狀。如果它的長度稍大於寬度和高度（至多2.5倍），其集中式裝藥的性質仍然保持不變。

為了造成阻力以防止爆炸氣體由豎井或坑道外洩，在裝藥以後必須將豎井或坑道堵塞。

在堵塞時，應力求不使氣體有沖出的可能，也就是不減弱爆破介質上的爆破作用。應當使堵塞處對於爆炸作用的抵抗力如同炸藥周圍介質的抵抗力一樣。這樣，就可認為堵塞的程度與周圍介質相比具有100%的強度。要做好這一點，就要採取適當的堵塞長度、適當的堵塞材料和結構。

在豎井或坑道中進行堵塞所需用的材料，一般是利用當地挖出的岩土。當填塞豎井或坑道時，用土必須加以夯實。為了加強堵塞作用，可在藥室口和豎井或坑道井筒部分設置木制的堅固擋板（Щит）和隔板（Переборка）。

裝 約 密 度

裝藥的密度是指裝藥的純重量（以公斤或噸計）對於裝藥藥室體積（以立方公寸或立方公尺計）之比。上述裝藥藥室體積不只包括炸藥所佔體積，也包括藥室中一切未被堵塞所充滿的空隙體積在內。

當裝藥密度等於炸藥的臨界密度時，炸藥即保證具有最大的能率。

這就要滿足下列兩個條件：即炸藥本身應有臨界密度和裝入炸藥應充滿藥室全部體積，而不許有任何空隙。

爆 炸 作 用 圈

當設置在堅硬介質中的炸藥爆炸時，出現三個作用圈（範圍）：壓縮成粉碎圈，松散圈和震動圈。

在爆破工作中，實際上只利用頭兩種：壓縮圈和松散圈，或總名為破壞圈。這樣，松散圈的界限同時也就是破壞圈的界限。

裝藥設置得很深，當爆炸作用達不到炸藥周圍介質的表面，同時介質在各個方向具有同等的抵抗力時，則爆炸作用圈實際上成為球形。當介質抵抗力由於存在開敞表面，或由於在介質中存在空隙或裂縫而不均勻時，破壞圈和震動圈即具有不規則的形狀，圈將向着介質抵抗力最小的一邊發展。

壓縮粉碎圈、破壞圈和震動圈的尺寸，以其半徑測定之，其大小關係於裝藥數量、炸藥成分、和爆炸地層的物理性質。爆炸作用圈的半徑與裝藥所在深度無關。

壓縮—粉碎圈起源於在爆炸開始的瞬間所生成的爆炸氣體對於裝藥藥室牆壁的沖擊。當集中裝藥具有球形或方形或近似球形方形時，壓縮粉碎圈則具有球形。壓縮—粉碎圈的體積和裝藥的體積相較是差異不大的，因為氣體在碰到介質抵抗力後，其氣體壓力下降十分迅速。爆炸氣體經過了開始沖擊以後，即形成一種靜壓力，以進行地層的繼續破壞和移動。

關於大量塌落爆破時所形成的破壞圈（包括壓縮圈和松散圈）的大小和形式問題，由於實驗工作的複雜性，到目前為止還很少有所闡明，因而也未得到完全解決。

個別裝藥爆炸結果的觀察表明：破壞圈的形狀與大小，可能因介質的堅固性和結構、介質上有無承受爆炸作用的外露表面、開挖特點、岩層中有無足以降低介質抵抗力的空隙等而有很大變化。當介質在爆炸作用的範圍內有一面外露水平表面時，則破壞圈具有繞垂直軸旋轉的橢圓形狀。當在斜坡地點時，橢圓的旋轉軸傾斜，其位置相當於外露面的最短法綫。一切位於破壞圈限界內的地下坑道或建築物，在爆炸時將被破壞。在破壞圈與震動圈的限界上，即形成裂縫。

震動圈是指一種區域，在該區域中地層顆粒具有搖擺運動，但不致破壞地層的完整性。震動圈的界限，根據記載介質擺動的儀器（地震儀）的精確度而不同。在某一種界限內，這種搖擺是這樣顯著，即可能引起位於該強烈搖擺區域的地下建築物或地面