

關於鑽粒鑽進時岩石破壞原理的一些問題

周 宁

最近,在“地質与勘探”雜誌上发表了一系列的关于对鑽粒鑽進時岩石破坏原理的文章,大家的爭論很多,意見也不很統一,这里发表一些我个人的意見。

我們知道,鑽粒(包括鉄砂和鋼粒)在井底只可能有两种形狀存在:破碎的和完整的。因此,也就只可能有两种基本的破坏岩石的方法:以破碎的鑽粒来破坏岩石,和以完整的鑽粒来破坏岩石。这样就必須闡明两个問題:一、破碎的鑽粒和完整的鑽粒是如何来破坏岩石的;二、在鑽粒鑽進实际生产过程中,鑽粒(包括鉄砂和鋼粒)主要是以什么样的形狀(当然也就牽涉到以什么作用)来破坏岩石的。

一、破碎的鑽粒和完整的鑽粒是如何来破坏岩石的。

首先我們先談一下破碎的鑽粒如何破坏岩石。很長時間,人們存在着这样一种看法,認為破碎的鑽粒以它的尖稜切入岩石,然后,由于鑽头的迴轉而切削岩石。这种看法是不正确的。众所周知,若工具要有效地切入某一种材料,工具的硬度必須大大地超过所切入的材料硬度,否則切削作用便不能产生,或者此作用表現得很不好。而在鑽粒鑽進時,無論是鋼粒或者是鉄砂,它們的硬度都远远地低于它們所鑽進的岩石,因此用碎鑽粒鑽進時,鑽粒切入岩石而产生切削作用是不可能想象的。應該同意 Н. А. 奥斯特洛烏什柯(Остроумко)的意見[1],碎鑽粒对岩石的破坏,主要是藉助于碎鑽粒对岩石的研磨作用(Истирание),只有当所鑽進的岩石的硬度大大地低于鋼粒或鉄砂時(如鑽進螢石,石鹽等時),碎鑽粒才有可能切入岩石。但是在这种情况下使用鑽粒鑽進已經是不合理的了。此时用其他的鑽進方法(如硬質合金鑽進)鑽進效率將會更高。正如斯坦(Итан)所說[2]:鉄砂之所以能够破坏比它硬度大得多的岩石,是因为它具有极大的研磨能力。

从另一方面也可以証明这一論点,我們知道,硬質合金的硬度远远地超过了鋼的硬度(Ст.6号鋼的硬度为洛克維爾硬度C級 53~54,而硬質合金为88),若碎鑽粒对岩石主要是切削作用,那末使用硬質合

金鑽進的鑽進效率應該比鑽粒鑽進為高,但是事实并不如此。此外,在鑽進Ⅵ級以下岩石時,硬質合金鑽進的鑽進效率要較鑽粒鑽進為高,这就說明,在以切削作用破坏岩石的硬質合金,鑽進可鑽性較低的岩石時,它能够很好地进行切削作用;而在鑽進可鑽性較高的岩石時,特別是在鑽進研磨性大的富含石英的岩石時,这种切削作用就表現得很不好,在这种岩石中,若碎鑽粒仍以切削作用来破坏岩石当然就會更不好。

其次,我們再來談一下,完整的鑽粒是如何来破坏岩石的,鑽粒鑽進应用的範圍是在Ⅶ級以上的岩石中,这些岩石我們認為是脆性体,因而在外力的作用下,它所表現出来的是脆性变形,而不是塑性变形。

無論是塑性体,还是脆性体,当在其上加一个外力時,在材料的內部就会产生一个彼此相套住的应力圈(圖1),在这些应力圈里,每个应力圈上的应力是相等的,但是,各个应力圈之間的应力值并不相等,外力繼續增大,則各应力圈的应力值亦随之而增大,各应力圈之間的应力差也增大,当外力增大至某一数值(超过岩石的临界抗压碎强度)時,应力圈之間的应力差超过了材料分子之間的連結力,此时沿此应力圈表面发生残余变形。此残余变形,在塑性体中表現塑性变形,而在脆性体(如岩石)中則产生脆性变形,即該部份物体与材料之整体分离。

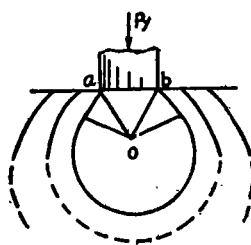


图 1

这种残余变形的发展,其必要条件是必須使被分离物体有自由移动的可能性,也就是与自由表面的位置有很大影响。靠近自由表面的地方,这种自由移动的条件优越些,而离开自由表面向材料深处发展,自由移动的条件就恶化了,因此,在岩石中,这种使岩体遭致破坏的残余变形就表現出在鑽粒与岩石接触面周圍的岩体(体积 K 和 K')的崩离(圖2)。(以上材

料均引自[1])。

这种作用 И. А. 奥斯特洛烏什柯(Остроушко)

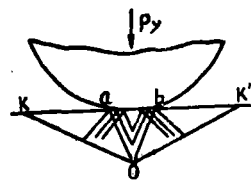


图 2

称之为对岩石的压皱作用 (Смятие) 与压碎作用 (Раздавливание)。关于这种对岩石的破坏作用原理, И. А. 奥斯特洛烏什柯在其所著“鑽进时岩石

的破坏”(Разрушение горных пород при бурении)一書中阐述得很清楚, 这里就不詳細叙述了。因此, 我們认为, 以完整的鑽粒破坏岩石时, 主要是由于鑽粒对岩石的压皱作用与压碎作用。有些同志认为, 整鑽粒破坏岩石只是藉助于鑽粒对岩石的研磨, 这一論点是不正确的。

二、在鑽粒鑽进实际生产过程中, 鑽粒(包括鉄砂和鋼粒)主要是以什么样的形状(当然也就牵涉到以什么作用)来破坏岩石的。

上面已经說到了鑽进过程中破坏岩石的两种方式: 以碎鑽粒破坏岩石——主要藉助于碎鑽粒对岩石的研磨作用, 和以整鑽粒破坏岩石——主要藉助于整鑽粒对岩石的压皱和压碎作用。那末, 究竟在实际生产鑽进过程中以那一种方式来破坏岩石的呢? 我个人的意見, 不能把这样一个問題孤立起来看, 应该考虑到鑽粒的质量(主要是它的韌性和临界抗压碎强度)、压力、轉数和所鑽进的岩石的性质。

鑽粒的质量直接影响到鑽粒在井底所保持的形状。鑽粒基本上可以分为两种: 脆性的鑽粒和韌性的鑽粒, 前者典型的代表是鉄砂, 后者的典型代表是质量好的鋼粒。

鉄砂由于它的較小的临界抗压碎强度(200~300公斤)和极大的脆性, 在井底由于脈动压力的影响, 很快就压碎成碎块, 而以它的尖稜来研磨岩石。而质量高的鋼粒, 由于其高的韌性和临界抗压碎强度(根据全苏矿物原料科学研究所的要求, 直径3.0公厘的鋼粒, 它在两块 BK—15 硬質合金片之間的临界抗压碎强度不应小于 1300 公斤), 即使在 45 公斤/平方公分的压力下和轉数为 200 轉/分时鑽进亦不破碎[3]。它对岩石的破坏当然是由于压皱和压碎作用。

上述两种鑽粒最根本的区别不在于制做它們的材料, 而在于它們本身的鑽进性质。因为由于鋼絲繩牌号的不同和对鋼絲繩的加工和热处理規程的不同, 也可以得到脆性的鋼粒。作者在鞍山分局四〇一队即看到了这样的鋼粒。这种鋼粒由于淬火温度较高(超过

1100°C), 淬火以后亦不回火, 而性質較脆, 同时由于在切断鋼絲繩时, 未預先退火, 这样, 由于鋼絲繩本身較硬, 在切制过程中很容易产生內应力而导致裂隙的产生, 和降低了鋼粒的质量。这种鋼粒在鑽进时, 由于鑽头上傳来的脈动压力, 当然易破碎成块。对于这种鋼粒, 作者的意見, 不能很單純地认为它是以碎鑽粒来研磨岩石, 考虑到这种鋼粒具有比鉄砂大得多的临界抗压碎强度(將近 1000 公斤), 以及它具有一定的韌性, 因此, 可以认为, 这种鋼粒在鑽进时, 不是一开始就压成碎块, 而在井底还保持有一段时间完整的形状, 然后由于反复作用于其上的脈动压力的影响, 破碎成碎块。如[4]中所述, 在赤鉄石英岩中用这种鋼粒鑽进时, 最初的十回次时间中, 只有10%的鋼粒磨成碎块, 而 90% 的鋼粒未被破碎。以后的時間內, 碎鋼粒的比率逐漸增多, 而整鑽粒慢慢地被破碎。因此, 也可以认为, 在鑽进刚开始的阶段, 鋼粒对岩石的破坏主要是以压皱和压碎作用, 伴随着比重很小的研磨作用, 随着鑽进時間的延長, 整鑽粒慢慢地被压碎, 压皱和压碎作用的比重减小, 而研磨作用增强, 最后过渡到以研磨作用为主, 而压皱和压碎作用居次, 当鋼粒都被压碎时, 鑽进效率就很不高了, 回次也就結束。

所鑽进的岩石的性质, 对鑽粒在井底所保持的形状也有很大影响。因为鑽粒在不同的介質中被挤压时, 每顆鑽粒的抗压强度也不同。如用 OBO 鋼絲切制的直径为 3.0 公厘的鋼粒, 在用未被淬火的 Ст. 6 号鋼(布氏硬度 188)两块板中挤压时, 鋼粒受压至 3000 公斤仍不破碎, 而在用淬火的 Ст. 6 号鋼(布氏硬度 526', 洛克維尔硬度 C 級 53—54)中挤压时, 临界抗压碎强度近 2000 公斤, 在硬質合金(洛克維尔硬度 C 級 88)中挤压时, 临界抗压碎强度仅达 1500 公斤[3]。同样的道理, 鋼粒在硬岩石中(Ⅷ—Ⅸ級)鑽进时, 其每顆鋼粒的临界抗压碎强度較小, 而易于破碎, 在可鑽性較低的岩石中(Ⅶ—Ⅷ級)鑽进时, 其临界抗压碎强度則較大, 而难于破碎。同时, 硬岩石本身的临界抗压碎强度亦較軟岩石为高, 这就更促使了在鑽进这些岩石时鑽粒在井底所保持的形狀的差別。鞍山分局四〇一队和四〇二队在鑽进 Ⅶ 級綠泥片岩时, 即使用上述的脆性鋼粒时, 鋼粒在井底亦不破碎。而在鑽进 Ⅷ~Ⅸ 級赤鉄石英岩时, 大部份鋼粒均被破碎了。而在硬岩石中, 即使使用韌性鋼粒, 当轉数增大, 压力增大时, 鋼粒也会破碎。全苏矿物原料科学研究所用 OBO 鋼絲切制的鋼粒, 以 45 公斤/平方公

送水管路电热防寒方法介紹

關世傑

勘探工程中送水管路防寒是冬季施工中保証生产,防止发生事故的重要問題之一。特別是东北地区气候寒冷,过去由于缺乏妥善的防寒方法,經常发生水管凍結事故,不但損失管材,造成浪費,而且影响了勘探工作。去年冬季我队曾采取了以絕緣材料(稻草、紙帶、麻刀等)包紮鉄管,水池燒热水,加大水箱容积,減少送水次数,敷設备用管路等方法,来防止水管凍結。但是这些方法不仅拆卸搬移麻煩,成本昂貴,而且也不能完全杜絕凍結事故发生。特別是在山勢陡峻,岩石坚硬的地区,更不宜采用埋入地下的方法。对于某些淺鑽孔來說,因經常搬遷,采用固定性防寒設備是不經濟的。为了克服这些毛病,我队去年曾在

部份管路上进行了多次生产性电气防寒試驗,根据初步效果来看,不但完全可以达到防止凍結,而且能節約資金,降低工程成本。現將試驗的經過、方法結論和尙存問題分述于下。

一、防寒的方法

我分局在1956年曾进行了下列两种电热防寒方法的試驗,并投入生产。

(一) 电阻法

电阻法电热防寒主要原理是:电流通过管路內的鉄線利用电阻产生之热量来防止管路凍結。其方法是在水管內穿入 8# (4.00mm) 的鉄線,外套 $\frac{3}{8}$ " $\times$ 6"

分和 300 轉/分鑽进Ⅴ級玉髓时,鋼粒被磨損和破碎得很厉害。

此外,鑽进規程(主要是压力和轉数)对鑽粒在井底所保持的形狀也有很大影响。用高的压力和低的轉数鑽进Ⅴ級以上的硬岩石时,鑽粒(無論是韌性的还是脆性的)磨損和破碎都很厉害。全苏矿物原料科学研究所曾以45公斤/平方公分和 120 轉/分鑽进Ⅴ級的玉髓,鑽进 200 公厘后,鋼粒就被磨損得很小,并且非常破碎。

最后,比較一下研磨作用和压皺、压碎作用破坏岩石的效率,不难确定,压皺、压碎作用的效率比研磨作用为高,因为前者是以体积破碎的形式来破坏岩石,而后者是以表面破碎的形式来破坏岩石。因此,我們應該力求鋼粒以完整的形狀,藉助于压皺和压碎作用来破坏岩石。这就給我們提出了一个明确的任務:寻找抗压强度更大的、韌性更好的和在高压下不变形的鑽粒(無論是鋼制的或者是其他質量更高的材料制做的)。

从以上的叙述中,我們可以得出以下結論:

(1) 鑽粒的質量和所鑽进的岩石的性質直接影响到鑽粒在井底所保持有的形狀,在探討鑽粒鑽进破坏岩石的原理时,一定要考虑到这一因素。

(2) 在使用現在的鑽进規程时,可以認為:

1) 鉄砂由于其抗压强度較小和很大的脆性,在

井底被破碎成碎块,而以其本身的尖稜来研磨岩石。

2) 韌性的鋼粒,由于它具有很大的抗压强度和很高的韌性,在井底仍保持完整的形狀,而主要以压皺和压碎作用来破坏岩石。

3) 脆性的鋼粒,考虑到它具有比鉄砂較大的抗压强度和一定的韌性,因而在鑽进开始时,仍保持有完整的形狀,随着鑽进時間的延長,鋼粒逐漸破碎,因此,它以压皺、压碎作用和研磨作用一同来破坏岩石。

(3) 必須寻找質量更好的鑽粒,以提高鑽进效率。

参 考 書

[1] И. А. Остроушко

Разрушение горных пород при бурении

Госгеоллиздат 1952 г.

[2] И. Н. 波波夫, 鑽探工程講义,

北京地質勘探学院鑽探教研室 1955~1956 年

[3] ВИМО

Пособие по бурению разведочных скважин
стальной др. бью-сечкой

Госгеолтехиздат 1954 г.

[4] 宋福臨, 試談鋼粒鑽进剋取原理, “地質与勘探” 1957年第9期