

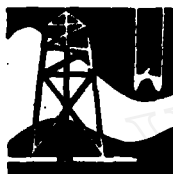
# 对提高岩石可钻性分级精度的探讨

鲁 凡

(中南工业大学·长沙市)

文章认为当前岩石可钻性分级精度不能提高的原因,在于测量手段不能同时满足标准化与模拟性的要求。作者推荐用在金刚石锯片切割下的标准岩样对比法,来确定岩石可钻性的等级。

**关键词:** 岩石可钻性分级精度; 测量手段; 金刚石切割, 标准岩样对比法



钻探技术

索。

## 提高岩石可钻性分级精度的障碍

现有的岩石可钻性分级方法很多,但基本上是从以下两种方法引伸出来的,即:以岩石单项力学性能指标来定岩石可钻性和以模拟法来定岩石可钻性。

测定岩石单项力学性能指标的方法有抗压强度、压入硬度、摆球硬度、点载法、纵波速度法等;模拟法则有微钻法和切槽法等。

以岩石的单项力学性能指标评价岩石可钻性,其优点是测量方法简单,测量手段易于标准化。有一些方法虽然也可大致确定岩石可钻性,但多不能反映岩石破碎过程,测量误差大,难于将不同等级的岩石准确地分开,例如压入硬度法和点载法就是如此(图 1、2)。

岩石可钻性分级,是岩心钻探施工技术设计最重要的根据之一。目前所采用的许多分级方法都不够理想,为此我们在这方面进行了一些研究和探索。

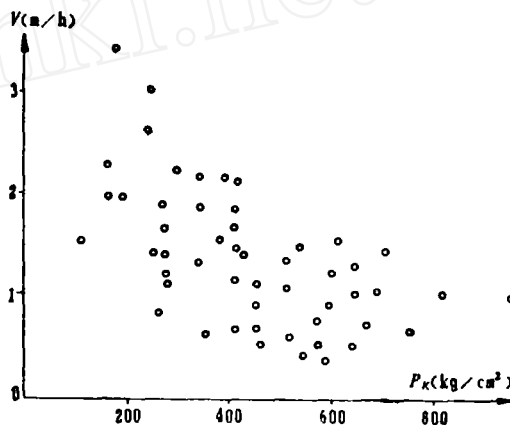


图 1 压入硬度 ( $P_k$ ) 与现场钻速 ( $V$ ) 的散点图

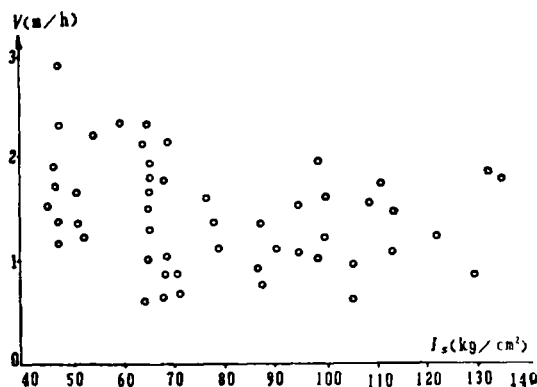


图 2 点载强度系数 ( $I_s$ ) 与钻速 ( $V$ ) 散点图

由图1可见,有6种岩石的压入硬度( $P_k$ )都为 $400\text{kg}/\text{cm}^2$ ,如按该法,应把它们划归同一等级。可是它们的钻速变化范围极大( $0.7\sim 2.2\text{m}/\text{h}$ ),将其划归同级是不合理的。

从图2看出,点载法存在同样的问题。在点载系数为 $64\text{kg}/\text{cm}^2$ 时,对应的钻速范围为 $0.5\sim 2.3\text{m}/\text{h}$ ,几乎覆盖了整个测定钻速的范围。在此范围内,包含着9种具有不同钻速的岩石。这说明点载法不能将不同可钻性的岩石分开。其他单项力学性能指标测定,也都有类似的缺点。

模拟法可以克服单项力学性能指标法的缺点,能反映岩石破碎过程并得出较准确的结果。但该法最大的缺点是测试手段无法标准化,因为测量用的磨削工具的性能,在磨削过程中是变化的。例如,我们曾用同一个钻头、同样的钻进规程钻进同一种“岩石”(耐酸瓷砖),其时效却是变化的,有时变化极大,例如第8回次为 $0.6\text{m}/\text{h}$ ,第9回次却达到 $1.8\text{m}/\text{h}$ 。此外,在同一试验中发现钻头磨耗程度也大不一样,最小磨耗量每 $200\text{mm}$ 的进尺仅耗 $46\text{mg}$ ,最大时每 $200\text{mm}$ 竟磨耗 $79\text{mg}$ 。所以,用微钻法来测定可钻性是不准确的,切槽法也有同样问题。

有人想在每次测试前修磨钻头,以保持其性能的一致性,但却难以达到预期目的,因为无法保证修磨后的钻头性能都完全一样,所以模拟法也会有较大误差。

为了克服上述缺点,有人提出用多项指标综合评定岩石可钻性的等级,即:①多项力学性能指标综合评定法;②多项力学性能及模拟法的综合评定法;③多项力学性能指标与现场数据综合评定法。应该说这是一种进步,但采用哪些指标来作综合评定,其结果能更准确,目前各持己见,尚难统一。另外,这些方法实际应用起来也很烦琐。

## 推荐“金刚石切割,标准岩样对比法”

对于一个物件进行分级,最好是给它一个具体的比较标准。我们认为以人造岩石——耐酸瓷砖作为岩石可钻性分级的对比标准较好,因为人造岩石可以做到成分及性能的稳定。对比的办法是:

用金刚石锯片同时切割(磨削)耐酸瓷棒与岩样(棒),以切断它们的时间比,来衡量岩样用金刚石磨削的难易程度。岩样被切断的时间大于瓷棒时,说明它的可钻性高于瓷棒,相反时则低于瓷棒。这样,岩样的可钻性高低,是以瓷棒为标准进行对比的,而不是以锯片为标准确定的。

采用此方案是基于以下的考虑:

1. 用金刚石锯片切割(磨削)岩石,模拟了岩石破碎过程。用金刚石锯片切割容易的岩石,用金刚石钻头钻进也应容易,反之,钻进亦难。

2. 用金刚石锯片同时切割瓷棒与岩样(棒),锯片性能的变化,对测量结果没有多大影响。锯片锋利时,对瓷棒和岩棒都锋利,锯片磨钝时,对两者都钝。

3. 瓷棒是用瓷砖加工成的,是人造岩石,可要求专门厂家提供,以保证其稳定的性能。将岩样(棒)与瓷棒比较,就为岩石可钻性分级找到了标准,同时解决了标准化与模拟性的矛盾,并使岩石可钻性的分级变得简单、易行。

## 试验的测量结果

### 1. 金刚石锯片切割,标准岩样对比法(以下简称“切割、对比法”)

(1) 测量装置 见图3。由电动机直接带动金刚石锯片旋转,锯片直径为 $300\text{mm}$ ,转数为 $1450\text{r}/\text{min}$ ,线速度 $22.8\text{m}/\text{s}$ 。

加在岩棒和瓷棒上的压力均为 $0.5\text{kg}$ ,

瓷棒和岩棒的直径均为18mm。

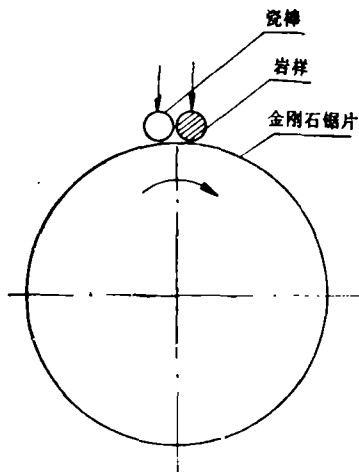


图 3 切割、对比法装置示意图

(2) 岩石可钻性的表示方法 用岩石可钻性系数来表示可钻性等级，即

岩石可钻性系数 (A) =  $\frac{\text{切断岩棒所需时间}}{\text{切断瓷棒所需时间}} \times 8$

瓷砖的可钻性为 8 级左右 (按 12 级分级法)，将时间比乘以 8，使可钻性与瓷 砖相同的岩石系数也等于 8。

2. 测得结果

对 4 个地质队 13 种岩石进行测定的结果列于附表。

3. 对测量结果的讨论

(1) 由附表数据看出，用磨削对比的办法测出的岩石可钻性等级系数与现场所定的数据成正变关系。

(2) 对现场定为 8 级的 4 种岩石，用切割对比法测定可钻性系数分别为 8.3、8.1、7.9 和 7.6，将可钻性精度提高了。

(3) 过去对于 10~12 级岩石区分得不太清楚，现在用切割对比法，把表中的这 3 种岩石分得更清楚了。

对切割对比法的验证

1. 验证方法

在试验台上，用微型钻头钻进瓷砖与岩样，将岩样相对于瓷砖的可钻性系数 B、C 与切割对比法测出的可钻性系数 A 进行对比，看它们的变化是否一致。如果 A 值与 B、C 值成正变关系就说明切割对比法可以区分岩石的可钻性，也就是可以较准确地为岩石可钻性定级。我们称它为微钻对比法。

2. 用微钻对比法验证存在的问题

用微钻法测量岩石可钻性，一般是以时效和钻头磨耗来表示岩石可钻性高低的，时效低、钻头磨耗大的岩石，其可钻性就高，反之则低，但是有时却会出现以下现象，即

甲种岩石：时效高，钻头磨耗也大

乙种岩石：时效低，钻头磨耗也小

岩石可钻性系数测定结果表

| 岩石名称       | 时间比值 | 岩石等级系数 (A 值) | 现场岩石等级 |
|------------|------|--------------|--------|
| 玉髓         | 1.91 | 15.3         | 12     |
| 硅质岩        | 1.71 | 13.7         | 11~12  |
| 致密石英岩      | 1.34 | 10.7         | 10     |
| 石英岩        | 1.23 | 9.8          | 9      |
| 含包体花岗岩     | 1.13 | 9.0          | 8~9    |
| 辉岩         | 1.04 | 8.3          | 8      |
| 粗粒等粒花岗岩    | 1.01 | 8.1          | 8      |
| 不含包体花岗岩    | 0.99 | 7.9          | 8      |
| 中粒斜长花岗岩    | 0.95 | 7.6          | 8      |
| 中粗粒斑状钾质花岗岩 | 0.93 | 7.4          | 7      |
| 中粗粒黑云母花岗岩  | 0.76 | 6.1          | 6      |
| 页岩         | 0.71 | 5.7          | 5~6    |
| 白云岩        | 0.49 | 3.9          | 4      |

按时效定, 甲种岩石可钻性小于乙种岩石; 按钻头磨损量定, 甲种岩石可钻性又大于乙种岩石, 于是形成矛盾。在现场遇到这种情况, 地质队一般按时效来定可钻性, 这就未必恰当了。

为了解决这一问题, 我们采用了恒速钻进。即用同一时效钻进, 根据钻头磨损来判断岩石的可钻性。这样, 就比较容易做到。但如要求磨损一定, 根据时效来定岩石的可钻性, 那就无法做到了。这样做, 表面上看, 似乎解决了问题, 其实仍然不完善, 因为在用恒速钻进不同岩石时, 钻头的孔底压力并不相同, 而孔底压力的大小也反映岩石的可钻性。如此一来又会出现另一种矛盾, 即

甲种岩石: 钻头磨损大, 孔底压力小

乙种岩石: 钻头磨损小, 孔底压力大

按钻头磨损程度定, 甲种岩石的可钻性大于乙种岩石; 按孔底压力定, 甲种岩石的可钻性又小于乙种岩石。

### 3. 微钻法产生指标不统一的原因

产生前述矛盾现象, 根源来自用什么为标准来评定岩石可钻性的问题。是以钻头(或其他金刚石制品)破碎岩石的难易程度, 还是以金刚石破碎岩石的难易程度来判定岩石的可钻性等级。如以金刚石为标准, 以同一效率磨削可钻性高的岩石, 压力大, 磨损也大; 磨削可钻性低的岩石, 压力小, 磨损也小, 不会出现压力与磨损相反的情况。因为它不牵涉到胎体的问题。如以金刚石钻头为标准, 问题就复杂了。因为钻进效率和钻头磨损不仅与金刚石磨削岩石有关, 还与岩粉对胎体的磨损有关。有的岩石岩粉对胎体磨损快, 金刚石出露好, 时效就高; 同时由于

胎体磨损快, 钻头消耗也大, 因此会出现时效高磨损也高的现象。这种岩石容易钻进, 并不是由于金刚石破碎这种岩石更容易而造成的。我们认为, 金刚石钻头破碎岩石的难易, 主要取决于金刚石破碎岩石的能力, 故而应当根据金刚石(而不是孕镶金刚石钻头)破碎岩石的难易程度来定岩石可钻性等级。所以, 用微钻对比法验证切割对比法, 还不是最理想的, 只能是定性地验证。

### 4. 验证结果

为了验证切割对比法的准确性, 用微钻对比法测出B值与C值, 与切割对比法测出的A值进行对比, 看它是否成正变关系, 如成正变关系, 即可肯定切割对比法所测结果是可靠的。

B值是钻进岩样与瓷砖时孔底压力的比值, C值是钻进岩样与瓷砖时钻头磨损量的比值, 即:

$$B = \frac{\text{钻进岩样时的孔底压力}}{\text{钻进瓷砖时的孔底压力}} \times 8$$

$$C = \frac{\text{钻进岩样时的钻头磨损量}}{\text{钻进瓷砖时的钻头磨损量}} \times 8$$

钻进的顺序为: 岩样→瓷砖→岩样。

(根据实测记录所列的附表, 项目较多, 数据浩繁, 故略——编者)

据微钻测量结果所作A—B值和A—C值曲线, 证明微钻对比法与切割对比法测量结果非常一致, 即用切割对比法测定可钻性高的岩石, 用微钻对比法测定的也高。这说明用切割对比法测定岩石可钻性是可靠的。

### 参 考 文 献

- [1] 李悦辉, 探矿工程, 1984, 第3期.
- [2] 费寿林, 探矿工程, 1989, 第3期.

## On Raising the Grading Accuracy of Rock Drillability

Lu Fan

Now it is realized that the grading accuracy of rock drillability is unable to be raised. The cause lies in measuring means which can not simultaneously satisfy both the standardization and simulation requirements. In this paper, a comparative method of standard samples cut off from rocks using diamond blade is recommended in order to determine accurately the grade of rock drillability.