

千斤顶为什么会爆炸

处理埋钻事故，用千斤顶起拔钻具，不幸千斤顶发生了爆炸。作者从力学角度分析了爆炸原因，以便吸取教训。

关键词：千斤顶爆炸；事故原因分析

在一次处理埋钻事故中，用螺旋千斤顶起拔钻具，历时3昼夜事故钻具被提出井口3m时，突然一声巨响，现场人员从基台板上被震到地上；现场的钻杆、岩心管和各种工具被震得七零八落。千斤顶爆炸了。千斤顶底座炸成5块，砸伤2人。爆炸声1km外均能听到。爆炸后，两副卡瓦连同套和衬套均外落，螺旋丝杠俱已弯曲，被提出孔口3m的事故钻杠又缩回原位。

事故经过

在陕西一石灰岩矿施工，ZK2号孔设计孔深300m。钻达300m后，因底板岩心特征不明显（应为页岩），地质人员要求再向下钻取出标志明显完整之岩心，即可终孔。因该孔溶洞多，洞内充填有粘土、页岩碎块，遇水冲散，使岩心代表性不足。为了取出合乎要求的岩心，顺利终孔，机场配备了91/75双动双管钻具，内管超前20多cm。内钻头的部位不易进水，形同干钻。采用仿苏油压300型钻机、12.5m角钢斜塔（70°）、230/30水泵、 $\phi 42$ 钻杆，硬质合金钻头钻进，清水洗井，全孔漏失。回次终了干钻采心，准备提钻。换档、松卡盘、接合离合器，用卷扬机提升钻具，但提拉不动；将4110型柴油机开到最高速，钻机手把放在最低档，强力提拔，仍提拉不动。这时意识到井内发生了事故。于是，采用主轴油缸顶拔，开车回转钻具再行顶拔等方法，均不奏效。

这样，钻机本身所具备的处理事故的功能已无法排除这次井下事故了。分析认为，首选方案是用千斤顶起拔。遂用200kN双丝杠螺旋千斤顶起拔。千斤顶下垫岩心管和木

板找平。因起拔阻力大，两人各执一根拔棍，几乎推不动丝杠；增加到4人仍很费力。后将拔棍换成八棱钢钎，加上套把，4根棍同时推，才把钻杆“顶”起来。推一杠，用卡瓦卡紧；放下丝杠再推，如此反复，直推了3昼夜将钻杆拔出孔口3m。千斤顶爆炸后，钻杆又缩回原位。此后，改用1000N吊锤震击事故钻具，再开车试转，约经半小时转转停停，钻具才松动。最后，边转边提，终于提出全部钻具。

经检查，泥包钻杆80多m，钻杆底部10m包泥最多。虽经长时间震击，岩心竟未脱落，且能满足地质要求，遂告终孔。提出的钻杆很直。孔深校正表明，钻杆被拉长30cm。

事故原因分析

1. 孔壁不稳定造成埋钻

孔深200m时，碰到多个溶洞。洞内充填物极为松散，坍塌掉块。下部地层也较破碎，超径严重。采心前，曾加大泵量冲孔，促进了坍塌。停泵干钻进，轴心压力用得较大，使钻杆弯曲，撞击孔壁，导致破碎物埋钻。由于埋钻征兆不明显，发生突然，推测是一次孔壁坍塌造成。

2. 起拔阻力太大

由于埋钻较深，钻具受挤压力很大。用千斤顶起拔虽将钻杆拉出井口3m，但钻具并无松动迹象。垫在千斤顶下的 200×200 mm的小方木被压出约60mm的深坑。钻具起拔阻力来自以下几方面：

（1）钻具重量引起的起拔阻力 在直孔施工、冲洗液全部漏失的情况下，300m

长、 $\phi 42$ 的钻杆，再加接箍、锁接箍，起拔阻力约合15.04kN。

(2) 坍塌物对钻具挤压造成的起拔阻力 ①坍塌地层对钻具的挤压力 $P(\text{N}/\text{m}^2)$ ，用普罗托吉雅柯诺夫近似公式)为：

$$P = 0.1H\gamma \lg^2(45^\circ - \varphi/2) \quad (1)$$

式中 H 为被埋钻具断面深度(m)； γ 为坍塌地层比重(取 $2.0\text{kg}/\text{cm}^3$)； φ 为岩石内摩擦角，查表，砂质粘土为 54° 。②坍塌地层对钻具挤埋的正压力 $N(\text{N})$ 为：

$$N = P \cdot S \quad (2)$$

式中 S 为被埋钻具参与计算的表面积(cm^2)。埋挤最严重的是下部10m，其中有5m是 $\phi 89$ 岩心管(S_1)，另5m是 $\phi 42$ 的钻杆(S_2)，故 $S = S_1 + S_2$ 。③坍塌地层对钻具的埋挤阻力：

$$Q = N \cdot f \quad (3)$$

式中 f 为钻杆与地层的摩擦系数，查表取0.2。将(1)、(2)式代入(3)式，得

$$Q = 0.1H\gamma \lg^2(45^\circ - \varphi/2) S f \\ \approx 260\text{kN}$$

实际上，埋钻阻力远大于此值。因为钻孔超径，又未采取固壁措施，只维持了极不稳定的平衡。一旦坍塌，岩粉、亚粘土、碎石块等一泻而下，对被埋钻具造成极大的挤压阻力。

(3) 钻杆弹性变形造成的起拔阻力 钻杆被千斤顶提起了3m高，但并未脱离孔底，而是将钻杆拉长了。这个力同样作用于千斤顶，其拉应变 $\sigma = PL/EA$ ，变换为 $P = EA\delta/L \approx 1220\text{kN}$ 。式中 P 为使钻杆拉伸的载荷(kN)； E 为弹性模量，查表得

$2.1 \times 10^5\text{MPa}$ ； A 为钻杆横截面积， $A = 0.7854(D^2 - d^2) \approx 5.8\text{cm}^2$ ， d 、 D 分别为钻杆内、外径； δ 为钻杆拉伸变形量(300cm)； L 为钻杆原长度(300m)。

千斤顶爆炸前所受的载荷，主要是钻杆伸长变形力(1200kN)，远大于丝杆千斤顶规定的200kN载荷量。因而，其薄弱的底座发生了爆炸。这1200kN的力作用于钻杆上，能产生2099.1MPa的拉应力，竟未使钻杆断裂或丝扣滑脱，确也费解。

转动千斤顶螺旋的推力可用下式计算：

$$nP = Q(r/L) \lg(\alpha + \varphi)$$

式中 n 为人数(16人)； P 为每人作用于推杆上的力(N)； Q 为千斤顶的负荷量(1220kN)； r 为螺杆平均半径(2.5cm)； L 为千斤顶手柄长度(250cm)； α 为螺旋角($3^\circ 38' 33''$)； h 为螺距，(cm)； φ 为摩擦角，查表为 5° 。经计算 $P = 116\text{N}$ 。每个人作用于手柄上的力尚属正常。

此次埋钻事故的发生，有地层方面的原因，也有操作不当的缘故。如双管内管超前太多，干钻用大水量冲孔，干钻采心时间较长，轴心压力较大，以及提升动作较缓等。采用千斤顶起拔钻具的步骤无可指责，问题出在用16人加长推杆超强度顶拔钻具，不合操作规程。千斤顶外未绕安全保护绳，对机架未固定，致使超负荷运转中爆裂崩碎。这是人为事故。现将这起少见事故向钻探界陈述和分析，目的在于记取教训，避免同类事故发生。

【鸟羽】

Why Does an Explosion Happen Occasionally to a Jack?

Niao Yu

In treating drilling accident, a jack is used for extracting drill tools. Sometimes an explosion could be happened due to carelessness. The author has made an analysis of this problem from mechanics viewpoint in order to draw a lesson from the accident.

国内统一刊号：CN11-2043

邮局代号：18-58

定价：1.60元