

关于爆破和爆炸的世纪思絮

发布时间: 2008-04-28

来源: 工程爆破网

徐天瑞

在这世纪更迭和千禧之交的时节,自然而然地激发人们总结过去,展望未来的思绪和热情。这确是需要做又很难做的工作。正确认识过去并不容易,一则我们对爆破的认识比较肤浅,再则爆破工作者要超越爆破来观察爆破,常受行业习惯和感情的限制,“不识庐山真面目,只缘身在此山中”。预见未来更难,试想19世纪末的学者并未清楚预见到20世纪爆破技术和工业炸药的长足发展,我们要确切预测21世纪爆破的发展也是不可能的。因此,写这篇文章的态度是尝试着站在庐山之外看庐山,通过学习本世纪爆破技术进步的经验,“温故而知新”,认识体察进一步发展的要求及其可能性,虽然做不到“预则立,不预则废”,但求整理思路,减少盲目性,就算有收获了。

1 20世纪: 爆破十爆炸工艺

从纪元开始,我们的祖先在第一个千禧中发明了黑火药,人类从此知道了“爆炸”;第二个千禧的17世纪,匈牙利人最先用黑火药采矿,从此出现了“爆破”。此后西欧发明了硝化甘油、梯恩梯、黑索金等多种后来叫做猛炸药的物质,由于没有可靠的起爆手段,军事和工业都难以有效利用。直到1867年,诺贝尔同时发明了雷管和工业硝化甘油药卷,从此启动了爆炸和爆破的飞速发展。激波原理和爆破漏斗概念是这种发展的理论基础,爆炸和爆破的效益则是这种发展的巨大动力。

当我们在这20世纪之末回顾爆破百余年来发展时,也许应该提到19世纪的学者未曾清楚预见到的下列几项进展。

1.1 爆破漏斗原理的扩展和异化

有了爆破,就需要计算用药量,基于几何相似的爆破漏斗概念是爆破原理的基础,该原理假设爆破用药量 Q 与被爆破的岩石体积 V 成正比,有 $Q=R \cdot V$,其中 R 定义为爆破单位体积岩石的用药量。若以球形药包爆破为典型,可导出计算单个药包炸药用量的通式 $Q=KW^3f(n)$,其中 W 定义为最小抵抗线,表示自药包中心至临空面的最小距离; $n=r/W$ 表示漏斗底面半径 r 与最小抵抗线 W 之比,反映漏斗的张开程度,漏斗开度越大,爆破作用越强,故将 n 定义为爆破作用指数, $n>1$ 为抛掷爆破, $0.75<n<1$ 为减弱抛掷爆破, $n<0.75$ 为松动爆破; $f(n)$ 则是爆破作用指数的幂函数。成群药包爆破时,药包的行距 $a_i=\varphi(n_i, n_{i+1}, W_i, W_{i+1})$,列距 $b_j=\psi(n_j, n_{j+1}, W_j, W_{j+1})$,都是几何尺寸的线性代数函数。这一原理到十九世纪末已相对完善。但是,当时的学者未必想象到了漏斗原理在本世纪会有如此巨大的扩展,演化和异化。

☑ 相关信息 [\[更多\]](#)

- [对毫秒延时爆破地震公式的讨论](#)
- [复杂环境下高层框架楼定向爆破](#)
- [铁路路基边坡弱扰动爆破开挖](#)
- [路堑爆破边坡质量控制技术的](#)
- [试析我国加入WTO对工程爆](#)
- [薄层岩体中的预裂爆破](#)
- [强化爆破工程安全管理及质量](#)

☺ 热点排行



- [爆破安全规程\(GB672\)](#)
- [某公司招聘爆破工程师](#)
- [爆破工程技术人员](#)
- [工业炸药专用术语](#)
- [某公司急聘3名爆破专业工](#)
- [爆破工程技术人员安全技术](#)
- [爆破工程技术人员](#)
- [工业炸药的主要成分有哪些](#)
- [某公司急聘爆破专业工程技](#)
- [中爆网简介](#)
- [起爆器材专用术语](#)
- [中国典型爆破工程与技术目](#)
- [工业炸药](#)
- [工业雷管的作用原理是什么](#)

☺ 站内搜索

输入关键字

搜索

关键字

搜索

[超值商品热卖](#) [蓝天365](#)

20世纪的爆破实践证明：随W值增大，K和f(n)值需要相应增大，表明几何相似应考虑力学特征进行修正，已提出的 $Q=k_1W^2+k_2W^3+k_3W^4$ 或 $Q=kW^{3.5}f(n)$ 等反映了这种修正的尝试；此外，成排的群药包为避免邻近药包相互作用产生的应力削弱区，要求减小 w/a 值；光面爆破相反要求增大 w/a 值，以获得平整轮廓面和减小小压碎圈；定向抛掷堆积的体积平衡原理和弹道原理描述了漏斗边缘以外的现象；以及用不耦合装药降低爆炸初压，减小过粉碎和增大抛掷功的比例，在抛掷爆破和轮廓爆破方面取得的成功，等等，可归结为漏斗原理的扩展和演化。

预裂爆破、水压爆破、软基处理、爆炸成型都存在某种几何相似，但都不能用爆破漏斗来解释；建筑物定向倾倒或定向滑坡筑坝则是爆破启动的重力作用过程；都应归结为爆破漏斗的异化，显示出新的爆破作用机制。

上述进展表明，激波和爆炸产物做功原理有普适性，爆破漏斗原理有局限性，20世纪也许可以说是爆破向爆炸工艺演化的世纪。

1.2 爆破器材和爆破技术相互促进，协同发展

20世纪中，爆破规模不断扩大和爆炸工艺多样化的需求，刺激了爆破器材的快速发展；爆破器材的快速发展又推动了爆破和爆炸工艺的巨大进步。

20世纪爆破器材有五大发明：电和非电毫秒延时起爆系统；硝铵基炸药及其含水衍生品

种系列；不耦合装药；塑性薄膜炸药；无起爆药雷管。当我们思考它们的发明过程时，可以得出结论：爆破发展的需求是爆破器材发展的动力，基础科学和技术科学的成果则是爆破器材进步的保证。固体火焰理论促进了微气体产物的毫秒延时药剂的诞生；管道效应导致非电导爆管和不耦合装药的发明；表面化学和表面物理学进展演化出抗水硝铵类炸药；爆燃转为爆轰的研究成果促进了无起爆药雷管的构思。

电和非电延时起爆系统的先后发明，成为大规模群药包依序爆破的导演，同时又是减轻爆

破地震、冲击波等有害效应和防止现代化引起的各种干扰危害的有力工具；抗水起爆器材和抗水炸药是软基处理和各种水下爆炸工程的可靠手段；比硝化甘油安全、便宜得多的硝铵基炸药及其含水衍生品种的发明为实施上述爆破提供了最经济的能源；塑性、薄层或聚能装药是爆炸成型、复合、穿孔、切割，表面硬化和消除残余应力的动力。无起爆药雷管的问世则根本改善了雷管造、存、运、用的安全性，并为根治起爆药的生产污水提供了保证。

在技术上，像爆炸工艺与爆破器材这样相辅相成，没有矛盾的姐妹技术是不多见的。

1.3 采掘机械和爆破是在竞争中相互促进的伙伴

20世纪中，风动、液压钻机和硬质合金钻具的发展，极大地提高了凿岩效率，它们与爆破器材的进步相配合，使万吨炸药洞室群药包一次爆破1300万m³岩石成为可行的工艺方法（中国），而配备了大容积铲斗的电力或液压挖装机械和大型运车型的出现，则使1500—3000吨炸药深孔群药包一次爆破70—150万m³矿岩成为日常生产环节（美国）。新型机械、新型爆破器材与爆破的配合，极大提高了生产效率，创造了巨大财富。另一方面，水力采煤，带锯开采装饰用石料几乎取代了同类的爆破开采；机械全断面掘进巷道或拆除建筑物，也是同类爆破方法的有力竞争对手。通过优胜劣汰是科技进步的法则。历史上爆破的出现曾使基于杠杆原理的锹、镐、锄相形见绌；今天，一些落后的爆破工艺被新型机械淘汰，可能促进新型爆炸工艺的诞生。这是竞争促发展的规律，本文第二部份将作讨论。

2 21世纪：爆破+爆炸工艺+爆炸产业

20世纪的产业进步开辟了广阔的发展空间，同时又提出了严峻的挑战！有限的陆地资源的强化开采，强迫

人们想到海底资源；世纪末宣告60亿人口日到来，引导人们思考食物链和生存空间的扩展，诸如育种、纤维酪化、无土栽培和山地、冰川和沙漠改造，以及生活垃圾的处理；交通运输的压力和生态保护的呼吁，促使坑口电站、煤层气化、油页岩原地析馏和侵析采矿的发展等等。本文的问题是：爆破业者能做什么？当面对重大课题时，爱因期坦说过：“想象力比知识更重要”，让我们展开想象的翅膀吧。

2.1 发展内部药包和大抵抗线药包爆破技术

内部药包已在扩大油井产油强度、提高早井出水率和改善防雷接地电阻方面做出贡献。

预期在21世纪中，由于煤层气化、油页岩原地析馏以及陆地、深海浸析采矿的需求，以内部药包爆炸获取范围广阔、裂缝细匀的爆破技术将会发展。这种爆破的装药应有高能量密度，以减小钻孔直径和孔网密度；有适当的爆炸初压，既促使裂缝产生又无大范围过粉碎；有较长的爆压持续时间，以支持裂缝扩展，因此，可能的方案之一是不偶合或水偶合的，间隔装填的或相继起爆的药包群。LosAlamos国家试验室的Shale模型是解决原地爆炸油页岩的有益尝试，说明内部药包有发展前景。

另一方面，大抵抗线药包扬弃爆破或以其启动的重力滑坡过程用于山脉、冰川、沙漠或河道改造以及海底非浸析采矿可能会逐渐普及，爆破漏斗的几何相似原理将进一步异化，从而建立爆破的现代力学模型。

2.2 爆破器材将有划时代的进展

首先，工业炸药可能向三方面发展：

(1) 可能出现比硝酸铵炸药更经济有效的缔合键能炸药

以空气和煤为原料的硝酸铵价格低廉，爆炸力中等，成为20世纪工业炸药的基础成分。然而，绝大多数现有工业炸药都是氧化还原型炸药，爆炸产生有害气体，据估计，工业爆炸每年排入大气的一氧化碳约70—80万吨，氮氧化物约20—30万吨，成为环保问题之一。地球能接受的爆炸产物是 N_2 、 O_2 和 H_2O 。因此，发展以空气为原料，爆炸后再生成空气成分的炸药是诱人的思路。相同原子的缔合键比不同原子的化合键的能量大，以缔合键能炸药取代化合键能炸药应是方向之一，试制 N_3 或 O_3 及其缔合物，如可能的 $(N_3)_{2n}$ 或 $(N_3)_{2n+1}$ 和 $(O_3)_{2n}$ 或 $(O_3)_{2n+1}$ 值得实践。最近， N_3 在美国试验室强烈爆炸，预示着以空气为原料的振荡共价键能炸药的诞生，其爆炸产物为 N_2 ，故同时也是环保炸药。

(2) 核爆炸能和平利用

现实的困难是保安、价格和产物的放射性污染。保安在于加强管理。降低价格在于民用化，面向市场的规模生产是降低成本的关键。放射污染有待发展清洁的核爆炸。相信在21世纪能解决这些问题。在没有清洁核爆炸之前，核炸药可以用作内部药包为前述目的服务，即利用核爆炸的高温使药包附近的岩石熔化形成玻璃体壳，将放射产物“关闭”在壳中，俄罗斯在地下销毁核武器，表明了这个方案的可行性。在实现清洁的核爆炸之后，核炸药在大抵抗线药包爆破中将举足轻重，并为大地改造和深海爆破作出极大的贡献。

(3) 更小夸克的爆炸能源的利用

李政道在1999年预言：尽管宇称守恒定律已被证明，但现实中宇称都不守恒，表明空间中存在着无限的能源。并且说，正像20世纪初蒲朗克常数和测不准关系引导出核能、激光一样，新的发现现将在21世纪出现。这是否预示着爆破业在21世纪可能利用更小夸克的爆炸能，尽管利用的方式目前还不清楚。

其次，起爆器材也将有更进一步发展：

(1) 信息延时起爆技术

信息技术将促进更精确且延时段别可能任意控制的起爆系统问世，使爆破效果和爆破有害效应得到更精确的控制。

(2) 无起爆药雷管将会普及，无雷管起爆也可能实现。

虽然20世纪未能实现工业炸药的无雷管起爆，但我们衷心期望着21世纪能有一种价格可与雷管竞争的非雷

管高新技术起爆器材问世。

(3) 高抗水和耐热起爆器材

随着地层深部采矿和海底采矿的发展，耐地热和耐深水起爆器材将会发展。双层管真壳的水压自补偿式雷管和非雷管起爆应当有广阔的应用前景。

2.3 机械和爆炸在竞争中相互渗透和协同发展

前面提到水力采煤、带锯开采石料、机械掘进巷道和拆除建筑物同爆破的竞争，将促进爆炸工艺原理的改进。事实上，20世纪60—70年代在美国曾有一轮相互代谢的竞争。当时火力钻机曾部份取代了老一代钻机，随后又被新型的液压式牙轮钻机所取代；同期发展的全自动连续小量爆炸掘进巷道系统也未能胜过现已投产的液压牙轮掘巷机。火钻是液体燃料与压缩空气的亚音速燃烧实现钻了L的机械，破岩机制是利用岩石晶粒的各向异性膨胀产生热应力来实现的，由于热交换时间短，热渗透层浅，各种岩晶的热膨胀各向异性也不同，火钻只在石英岩中效果最好，终于被牙轮钻机取代。连续爆炸掘巷系统采取不断输送雷管起爆固态炸药的设计，竞争力自然不足。

上述教训的启示是：应该发展连续的马赫数 $M=2-4$ 的超音速燃烧或带有激波的连续精确爆燃为基础的破岩设备。其作用时间较快，激波渗透层较厚，利于快速钻孔或掘巷。其工作介质宜用液体混合炸药或悬浊态、乳浊态的流态炸药。这种系统若能聚焦，就是岩石切割设备。

另一方面，爆炸聚能切割可否由单级几何形状的聚能结构衍生为多级的聚能结构，或由多个聚能穴组成的蜂窝状聚能聚焦结构，从而提高切割的精度和深度。

至于地下煤矿的水力采煤，迄今仍是最安全、高效的技术方案，看不出在同样条件下用爆炸方法取而代之的途径。但是，爆炸可能在煤层气化工艺中发挥作用。“水”不转“山”转或许也是竞争的法则之一。

2.4 可能形成兴旺的爆炸产业

钱学森在1981年就指出：爆炸可以产生极强的脉冲电流，脉冲磁场和极高的压力，“这里有能量转化问题，而对研究来说，特别要求转化过程的精密控制。爆炸所产生高压已用于生产，如爆炸成型和爆炸金刚石”等。近年来，利用爆炸产生的极强脉冲电磁场作为军用电子对抗手段已装备部队，用爆炸效应育种，纤维糖化等也有报导。因此，期待21世纪出现爆炸产业应是有根据的。

(1) 巩固和发展爆炸加工

爆炸成型、复合、异型件冲孔等已经形成一定规模的产业，而爆炸切割、硬化和消除残余应力多在废旧结构拆除，大型设备维修后处理中发挥作用。从一定意义上说，爆炸加工是机接制造业的组成部份。但由于机械业中激光、等离子、电火花，高频感应，精密氧割等高新技术的发展，又与爆炸加工形成竞争。

(2) 未来爆破的“黑匣子”产业

利用爆破时的脉冲电磁场、高压场和后继的负压场生产伴生产品，是诱人的设想。20世纪用于爆破的数十亿吨炸药，只有爆破效果，没有伴生产品，极大地降低了爆破效益，确是憾事。不过，从理想到现实，需要解决的关键问题，首先是如何实现能量转化的精密控制。例如，利用电磁场的产品，要避免高压或负压的损伤；利用高压或负压的产品，要排除电磁场的干扰，等等。把爆破伴生产品称为“黑匣子”产业，含义在此。因此，设计各种“黑匣子”，是未来产业成败的核心。其次，要使炮孔和药室装药满足生产伴生产品所需的参数。以爆炸金刚石为例，硝铵类炸药的爆速和爆压峰值可能偏低，或需以高能炸药包围“黑匣子”，或需设计聚能装药结构向“黑匣子”聚集能量。同理，生产其他产品所需的参数也要采取附加措施给以满足，才能获得所求产品。

人们早有预测，仅实现金刚石生产这一项，就比工程爆破本身的效益更好。还可以设想生产贮存脉冲电磁能器件，高压记忆和回放器件，等等。

(3) 利用爆炸来扩展食物链的产业

利用爆炸脉冲高压，负压或电磁场进行育种、纤维酯化或膨化等已有报导。这里预示未来的属于精细的产业，可能需要造成瞬态环境参数跨度很大的条件，需要从气体爆炸直至核爆的瞬态脉冲参数，相信爆炸科学会予以满足，同时爆炸科学本身也得到极大的促进。当然机接或其他的物理、化学工艺在扩展食物链方面将是爆炸的有力竞争伙伴，爆炸产业将在竞争中确立自己的适当位置。

当我们回顾过去，展望未来时，确实感到一个美好的爆破和爆炸的新世纪正在微笑着向我们走来，让我们充满信心地跨进新时代！



责任编辑：段雅兰



评论本文：

姓名：

邮箱：

主页：

内容：

本站文章内容未经授权严禁转载、摘编、复制或建立镜像。如有违反，追究法律责任
版权所有 中国爆破网 CBSW.cn