



# 精准爆破护航地下工程安全

杨仁树

爆破，即利用炸药等爆炸物在短时间内迅速释放巨大能量的过程，是地下岩体开挖中不可或缺的重要手段。这一技术长期且广泛地应用于立井开凿、巷道掘进、隧道施工以及矿场开采等地下工程领域。钱学森先生曾指出爆炸的优势在于其巨大的能量释放和极高的功率，并形象地描述了爆炸的威力：爆炸的好处是威力大而尤以功率极大为其特点。一个直径为1米的TNT炸药圆球，爆炸所释放的能量是 $3.52\times 10^6$ 焦耳，功率是 $4.72\times 10^6$ 千瓦。这种“毕其功于一役”的特性，可以做很多一般难以做到的事。

21世纪以来，随着浅部资源的枯竭与深地空间的持续开发，地下工程中传统的爆破技术面临着越来越多的挑战，已经无法满足国家高质量发展对地下工程爆破安全、高效、精准的需求，需要爆破技术的不断创新，推动生产力从传统的规模化发展向更高层次、更高质量的方向转型。鉴于炸药爆炸过程的瞬态性和岩体的非均质各向异性，地下工程岩体爆破亟须深入研究3个关键科学问题与技术难题：一是炸药能量释放与爆炸裂纹扩展的精准控制原理还不清晰；二是高效利用爆破正能量破碎岩体和治理灾害的方法不够先进；三是有效控制爆破对围岩损伤破坏负作用的技术尚不成熟。攻克上述三个关键科学与技术难题，不仅是对安全、高效、精准的地下工程爆破技术的迫切需求，更是推动生产力实现质变飞跃、加速国家地下工程建设能力全面提升的重要基石。

在科技部重点研发计划“深井高效破岩与洗井排渣关键技术”和多项国家自然科学基金等国家级课题的资助下，我国科研团队持续三十余年开展了地下工程安全精准爆破理论与技术研究。通过构建爆破能量“精准控制”新理论，创新性地提出“以爆抑灾”新方法，开发“减振降损”新技术，实现了控制爆炸能量“要听话”（指哪儿打哪儿）、“多干活”（高效利用爆炸能

## “要听话”：岩石爆破“精准控制”新理论

“加强基础研究，是实现高水平科技自立自强的迫切要求，是建设世界科技强国的必由之路。”在这样的理念指导下，我们在地下工程安全精准爆破方面不断进行基础理论探索。首次阐释了爆炸能量释放与爆生裂纹扩展的作用原理，原创了岩石爆破“精准控制”新理论。针对炸药能量释放与爆炸裂纹扩展原理尚不清晰的问题，发明了动光弹性与数字图像相关的综合实验方法。该方法揭示了爆炸过程中应力波与爆生气体如何先后叠加作用于岩石破裂，以及P波（纵波）和S波（横波）与爆炸裂纹之间的相互作用机理。在此基础上，推导出了爆炸主应力场的量化表达式。据此，创建了爆炸能量以最快的速度沿最小阻力路径释放的岩石爆破最小作用量理论。针对爆炸能量释放的瞬态性，精准调控爆炸能流传播方向难的问题，发明了“紧箍咒”型双聚能结构，阐明了爆炸应力波与双聚能器的相互作用规律，得到了应力波透反射作用下压力计算公式，实现从源头上精准控制爆炸能量释放和裂纹扩展，裂纹长度较普通爆破提高3倍以上，裂纹定向精度控制在 $2^{\circ}$ 以内。这些理论创新成果，不仅为实现控制爆炸能量“要听话”的目标提供了有力支持，还指导了利用爆破手段更有效地抑制灾害并削减爆破产生的振动与损伤。

## “多干活”：地下矿山“以爆抑灾”新方法

科技创新是预防和化解重大安全风险的战略手段，坚持从源头上防范化解重大安全风险，真正把问题解决在萌芽之时、成灾之前。在地下矿山的安全建设方面，我们

创造性地提出了“以爆抑灾”新方法，从源头上消除矿山灾害隐患。针对巨厚坚硬顶板易诱发动力灾害、强采动易导致巷道大变形灾变等问题，发明了轴向聚能爆破切块式弱化坚硬顶板方法、采动巷道精准爆破卸压的应力调控技术。使得微震能量峰值降低2个数量级，多个年产百万吨工作面由不可采变为可采；采动巷道由“米级”大变形控制到“厘米级”小变形，规避了灾变失稳风险。针对金属矿山深孔落矿易导致大面积悬顶的问题，发明了环向聚能爆破方法，揭示了面射流产生机制，配合采用“切—松—爆”控制爆破技术，消除了悬顶隐患，保障了人机安全；矿石产量提高15%，大块率降低35%。上述成果实现了控制爆破能量“多干活”，提高能量利用效率的目标，开创了地下矿山灾害防治新模式。

## “少惹祸”：复杂井隧“减振降损”新技术

“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的。只有把关键核心技术掌握在自己手中，才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。”必须加快突破关键核心技术，努力实现关键核心技术自主可控，把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。在地下矿山复杂井隧建设方面，我们因地制宜地研发了一系列复杂井隧爆破“减振降损”新技术，最大限度削减爆破能量负作用。针对深孔爆破效率低、围岩损伤严重等问题，发明了孔内多点起爆和周边“深+浅”孔组合的6米深孔大循环低扰动爆破方法；研发了冻结立井聚能与延时相结合的爆破技术，均化了爆炸应力场，使得立井单循环进尺提高50%，围岩损伤降低33%，振速降低40%，建成亚洲最深沙岭金矿主井和穿过世界最厚冲积层的万福煤矿主井。针对国内外尚无200平方米以上大断面隧道开挖技术规范，超小净距隧道中夹岩柱保护难度大

等问题，发明了超大断面五阶段九部开挖方法和超小净距隧道微损伤爆破控制技术，使得爆破振动速度降低60%以上，实现了北京八达岭隧道及地下长城站和深圳莲塘隧道安全高效施工。上述成果助力实现控制爆破能量“少惹祸”的目标，突破了“超深炮孔、超近间距、超大断面”井隧安全高效施工禁区。

该技术的突破和成功离不开产教融合促成的企业工程应用与高校成果研发的背靠背模式，不仅获得了十余项省部级科技奖励与百余项论文发表，还成功应用于国内外多个重大工程项目，如鞍钢集团、山能集团、中铁五局等开发的国内百余项工程，以及塞尔维亚等“一带一路”沿线国家矿业工程，实现了零伤亡、零事故。近三年内已实现约69亿元的经济效益，同时社会和生态环境效益十分显著。

实践证明，该技术所取得的成果是“新质生产力”理念在地下工程爆破领域的生动体现，充分彰显了科技创新在推动生产力跃升中的关键作用。通过揭示炸药能量释放与爆炸裂纹扩展精准控制的“新理论”，提出高效利用爆破正能量破碎岩体和治理灾害的“新方法”，并研发了有效控制爆破对围岩损伤破坏负作用的“新技术”。这些创新使得爆破技术从任性的“坏小子”转变为听话的“建设者”，推动了生产力从传统的规模化发展向更高层次、更高质量的方向转型。未来，随着爆破技术的持续创新与发展，必将引领地下工程领域迈向新高度，催生一系列革命性的技术突破，为我国实现高水平科技自立自强作出新的更大的贡献。

（作者系北京科技大学校长、教授）



近期，一则外国青少年因过度依赖AI聊天机器人导致自杀的悲剧报道，为社会敲响了警钟。作为生成式人工智能浪潮中重要应用场景，虚拟数字人正悄然成为众多家庭的“新成员”，以其独特的存在方式为人们提供情感陪伴。在当前社会对生成式人工智能的认知尚不全面的情况下，亟须加强对人工智能发展的伦理风险研判与防范，正视其在初期应用中显现的成瘾性依恋、过度信任倾向，以及长远来看可能诱发的人机关系异化等伦理挑战，实现人工智能的安全、可靠及可控发展。

### （一）

自ChatGPT问世以来，各应用商店里提供情感陪伴的人工智能应用花样迭出，从最初的简单聊天机器人，到如今的具有情感交互、个性化推荐等功能的人工智能应用，正在成为生成式人工智能的主流应用，且增长迅速。第一，与AI聊天正在受到年轻人的追捧和跟风。Character.AI是此类应用的代表性产品，专注于角色扮演，用户可以与AI扮演的知名IP虚拟角色聊天互动，获得情绪价值、情感陪伴。该产品上线的前5个月内，用户共发送超过20亿条消息，其中活跃用户平均每天花费超过2小时与AI互动。Character.AI的用户留存率、使用时长和使用次数等指标均远好于ChatGPT，展现出极强的用户黏性。第二，AI应用提供情感支持和陪伴对话，成为应对社交隔离和孤独感的潜在解决方案。斯坦福大学的一项研究显示，使用聊天机器人能有效减少孤独感，可以帮助患有社交恐惧症的人更好地与他人互动。第三，此类应用的成功主要得益于其拟人化设计理念。该设计在增强用户接纳度、使用频率及黏性方面至关重要。通过模拟人类的认知、情感反应和社会行为，AI能够创造出吸引人的用户体验，并显著提高人机交互的效率，进而自然地融入人类社会与文化，构建更加贴近真实人际关系的互动模式。当AI在思考、表达和决策方面更加接近人类时，它们便更容易与用户建立起深厚的情感联系。

### （二）

随着商业上的成功，此类应用引起了一些媒体的追捧和炒作。诸如AI觉醒、拥有人类意识等过度夸大、炒作，掩盖了人工智能的现实状况，妨碍了人们建立对人工智能的客观正确认识，可能导致错误的认知以及过度的期望或恐惧，继而引发成瘾依赖、过度信任、人机关系异化等一系列伦理问题。

成瘾依赖风险。AI本身没有偏好或个性，只是反映用户赋予它的特质，研究人员将这种现象称为“谄媚效应”。其实质是，那些感知到或希望AI具有关心动机的用户会使用激发这种行为的语言与AI交互。此时用户与AI共同创造了一个情感共鸣空间，具有极易上瘾的特性。因此，当此类应用提供了更多的情绪价值和更少的人际关系摩擦时，人们便不再迫切需要与真实的人进行交往。与这类讨好式的AI应用频繁互动，最终可能会削弱人们与真正有独立愿望和梦想的人建立深厚联系的能力，从而引发所谓的“数字依恋障碍”。

过度信任风险。AI应用的拟人化设计，利用人类的社会和情感认知模式，使用户觉得他们正在与一个具有类似情感和认知能力的“人类”交流。从认知心理学的角度看，当AI表现得越像人类，人们就越可能将其视为有自主意识和情感的主体。这种心理倾向可能导致用户对AI的能力和行为产生根本性的误解。例如，用户往往会误以为AI能够真实地理解或共情他们的情感，在需要深度同理心和真实情感交流时过度信任AI，与AI无话不谈。此时人们会将注意力和情感投入AI中，并将AI视为其身份的一部分，伴随的便是人们的心智能力下降，即“数字痴呆”现象。当机器越来越像人的时候，人却变得越来越像机器。

人机关系异化风险。随着此类应用的发展，传统的以人为中心的人机关系将遭受颠覆性的冲击。如今，AI越来越像人类，它们开始被视为可能的“社会伙伴”，而非单纯的工具。人们不仅在功能性事务上越来越依赖AI，还在情感和精神上依赖它们。有些用户认为AI友谊与真实的人际关系具有同等价值，甚至更好。未来，如果每个人都有一个人工AI伙伴，这可能会削弱人类与他人互动的能力。AI提供的情感支持越多，个人与他人之间的真实关系可能会变得愈加浅薄。此

胡晓萌 李伦

# 防范人工智能引发的伦理风险

### （三）

妥善解决AI应用引发的伦理问题至关重要。这不仅关系到技术的持续健康发展，更在于确保AI在为人类服务的同时，能够充分尊重并全面保障每个人的权利与福祉。可以从技术革新、制度建设和文化传播等多个维度入手，确保此类应用始终作为人类情感需求的贴心助手，而非导致人类异化的力量。

第一，在技术研发层面，坚持以人为本、智能向善的价值观。研发机构和企业需加强AI伦理问题研究，在产品设计研发之初就应该纳入伦理考量，识别潜在危害，并有意地进行设计以尽量降低成瘾、误导等风险。同时，确保用户能够区分AI和人类行为，减少用户对AI能力的误解，增强用户对技术的信任和控制感。例如，当用户与一个AI聊天机器人交互时，界面上可明确标示“您正在与AI对话”，以避免用户误以为自己在与另一个人交流。此外，还可以设置使用时间和频率的限制，避免用户过度沉迷于此类应用。

第二，在制度规范层面，建立完善的相关治理制度，防止技术滥用。制定详尽的技术治理框架，建立一套集科学性、前瞻性与高度可操作性于一体的标准体系，明确划分可接受与不可接受的拟人化设计界限，并严格禁止可能导致用户误解或滥用的设计。同时，强化伦理监管机制，成立由跨学科专家组成的人工智能伦理委员会，全面评估AI系统设计与应用的伦理和社会影响。推动治理标准与伦理准则的动态调整与持续监督，确保治理框架能够与时俱进。

第三，在社会文化层面，强化人机关系教育，引导公众科学客观认知此类应用的局限性及潜在影响。通过教育系统和媒体平台广泛普及AI的基础知识，明确AI作为辅助工具而非情感交流主体的角色定位，培养公众对AI产品和服务的批判性思维。同时促进AI技术与人类文化的融合，展现AI对人类生活的积极影响，并强调人类情感、创造力和道德判断的独特价值。此外，建立有效的公众反馈机制，以便及时发现并解决AI应用中的问题，促进技术的持续改进和优化。



（上接1版）推动优质文化资源直达基层，建设一批群众“文艺角”、青年“新夜校”、老少“服务站”，让更多好剧好片好戏走进剧场广场、走上大屏小屏，不断增强群众文化获得感、幸福感。

培育文化产业。积极拥抱风口，大胆向“新”发力，加快发展数字创意、数字艺术、媒体技术、线上直播、时尚文化、沉浸式体验等新型文化业态，在新赛道上抢占一席之地。坚持文化传承与产业提升并重，以徽菜、中药、茶叶、文房四宝等为重点，实施“徽风皖韵”历史经典产业振兴项目。依托遍布城乡的各类资源，鼓励支持各地因地制宜发展一批文化楼宇、特色文化创意园区（基地）和文化创意街区，推进产业规模化、集约化、专业化发展。

做优文旅行业。推动文化和旅游深度融合，加快发展全域旅游。着力构建全链条提升的文旅产品供给新体系，打造餐饮美食、康养乐活、特色市集、夜游夜市等一批文化消费新场景，培育一批“文旅+”小镇、“徽字号”精品民宿，开发一批特色文创商品，推出一批文博场馆奇妙游，努力使景区与景点都亮丽、城市与乡村都好看、假期与平时都热闹、白天与晚上都好玩。

## 坚持敢于斗争、善于斗争，在底线思维中更好防风险、守阵地、保安全

宣传思想文化战线处在意识形态工作的第一线，必须统筹发展和安全，强化纪律意识、风险意识、斗争意识，做到时时放心不下、事事心中有数、处处掌握主动。

谨慎防风险。没有意识到风险是最大的风险。意识形态领域的风险是现实存在的，有的甚至是十分紧迫的，稍不注意就可能造成严重危害。预判风险是防范风险的前提，把握风险走向是谋求战略主动的关键。要坚持“防为主、防为上，查隐患、除隐患，不出事、再出彩”理念，时刻保持警惕警惕警觉、加强预测预警预防，有效防范和处置好意识形态领域苗头性、倾向性问题。

从严守阵地。阵地是意识形态工作的基本依托，正面的、主流的内容不去占领，负面的、非主流的东西就会充斥其中。必须压紧压实意识形态工作责任制，推动各地各部门切实强化阵地意识，严格落实主管主办和属地管理责任，守土有责、守土负责、守土尽责，看好自己的门、守好自己的阵地，决不给错误思想和言论提供传播渠道，确

保各类阵地可控、不出问题。

全力保安全。宣传思想文化领域工作的链条很长，管理的链条更长，承担的安全责任也越来越大，比如内容刊播安全、信息传输安全、文旅活动安全、场馆设施安全、景区景点安全、生产经营安全等。必须牢记“安全是发展的基础”，坚持问题导向，紧紧盯住重要时间节点、工作点位、关键环节，全面落实打、防、管、治、建各项工作措施，切实筑牢安全屏障，以高水平安全保障高质量发展。

## 坚持拼搏竞进、事争一流，在改革创新中更好换思维、务实功、抓落实

习近平总书记强调，惟改革者进，惟创新者强，惟改革创新者胜。党的二十届三中全会提出深化文化体制机制改革重大任务，明确改革路径和具体举措，为新时代新征程文化改革发展指明了前进方向。面对新形势、新格局、新要求，我们将大力弘扬改革开放精神，争当击楫中流的改革先锋，积极探索新思路、新平台、新路径、新举措，努力实现各方面工作破壁出圈、登顶出彩、改革出新、项目出效。