

# 基于数码电子雷管的精准爆破技术在复杂矿体中的应用

陈大伟

铜冠矿山建设股份有限公司 安徽 铜陵 244000

**【摘要】**：精准爆破技术在复杂矿体中的应用，是现代矿业中提升开采效率和安全性关键技术之一。数码电子雷管的使用大大增强了爆破作业的精准性与可控性。研究表明，该技术能够精确控制爆破时间和单段爆破能力，从而实现更高效、更安全、更精准的矿体开采。随着复杂矿体开采需求的增加，数码电子雷管的应用前景广阔，对矿业行业的可持续发展具有重要推动作用。

**【关键词】**：数码电子雷管；精准爆破；复杂矿体；矿业开采；技术应用

DOI:10.12417/2811-0528.26.11.029

## 引言

在复杂矿体的开采过程中，爆破作业面临着高风险和高难度的挑战。传统爆破技术由于受到物理限制和环境条件的影响，往往难以满足高效、精确的开采要求。数码电子雷管技术的出现，为爆破作业提供了新的解决方案，精准控制爆破时机和爆破力，极大地提升了矿山开采的精度和安全性。这种技术的广泛应用，将为矿业行业带来新的变革，特别是在复杂矿体的开采中，其优势愈加明显。

## 1 数码电子雷管在复杂矿体开采中的应用原理

数码电子雷管在复杂矿体开采中的应用，主要体现在其对爆破过程的精准控制。传统爆破技术常常受限于雷管的时间延迟、爆破顺序和爆破力的不可控性，在复杂矿体中易产生过度震动、开采边界不均匀、大块率高等问题。而数码电子雷管的核心优势在于其数字化控制系统，能够实现对雷管爆破时间、顺序和单段起爆药量的精准调控。这一技术使得每一颗雷管的爆破精度得到了显著提高，通过精确的数字控制和程序化设置，确保每次爆破都能在预定的时刻发生，最大程度地减少了因传统雷管误差导致的连锁反应或不必要的震动。数码电子雷管能够根据实际矿体和开采需求，灵活调整爆破参数，从而有效降低了爆破对矿体结构和周围环境的影响，提升了开采作业的安全性和效率。

数码电子雷管通过高精度的触发机制，能够更有效地根据矿体的地质结构变化调整爆破方案。在复杂矿体的开采中，矿石的坚硬度、层理结构和不规则性等因素对爆破效果有着至关重要的影响<sup>[1]</sup>。传统的爆破方法往往无法准确判断这些地质特征对爆破结果的影响，导致爆破效果不理想。而数码电子雷管则能够根据矿体的实时反馈，通过电子系统快速调整爆破参数，确保每次爆破的力学作用能够根据实际情况做出最佳调节，从而有效提高矿体的开采效率和质量。

随着矿业开采技术的不断进步，数码电子雷管的应用逐渐拓展到了更深层次的开采和更复杂的地质环境中。尤其在深部

矿体开采中，传统雷管的不足愈加显著。数码电子雷管能够提高深部爆破的控制精度，还能减少对周围环境的影响，如减少对邻近矿区的震动传递和对地下水系统的干扰。数码电子雷管的多重功能模块，使得其能够与其他矿山智能化技术如遥测监控系统、自动化钻探技术等配合使用，进一步提升了矿山的自动化程度和开采效率。通过实时数据的采集和分析，数码电子雷管可以实现对整个爆破过程的全面监控和评估，为复杂矿体的开采提供了全新的技术解决方案。

## 2 数码电子雷管技术优化爆破效果的关键因素

数码电子雷管技术的优势主要体现在其对爆破效果的精准控制。通过高精度的定时，数码电子雷管能够在精准的时刻触发爆破，确保爆破力的合理释放。这种精确的控制手段可以有效防止传统雷管在爆破过程中由于时差过大而引发的连锁反应或不必要的冲击波，从而降低了对矿体和周围环境的损害。优化爆破参数，使得每一颗雷管的起爆顺序和起爆时间能够精确调节，爆破效果得到了显著提升。尤其在复杂矿体的开采中，数码电子雷管能够根据实际矿体情况灵活调整爆破时机，避免了以往传统爆破方法在处理不规则地质条件时造成的资源浪费和施工难度。

数码电子雷管还能够通过多种触发模式的设定，灵活控制爆破顺序和爆破时间的协调。复杂矿体通常具有地质条件复杂、层理不均的特点，传统的爆破方式往往不能有效应对这些变化，导致爆破效果不理想，甚至出现资源浪费<sup>[2]</sup>。数码电子雷管则通过电子控制系统，能够根据矿体的不同层次和结构，通过精确的顺序控制实现分段爆破，从而避免了过度震动的产生，提高了爆破的均匀性和稳定性。数码电子雷管还能通过实时监控爆破过程中的数据反馈，动态调整爆破方案，确保每一轮爆破都能最大程度地发挥其作用。

对爆破过程的精细化管理，数码电子雷管显著提升了爆破作业的安全性。在传统的爆破技术中，由于爆破延时控制不精准，往往会带来过度震动或爆破冲孔的情况，甚至在杂散电流、

静电等情况下会导致安全隐患。而数码电子雷管的精准控制能力使得每次爆破的效果可预测、可控制，能够根据实时反馈数据优化爆破策略，减少爆破后的无效碎矿，提升矿石的利用率。数码电子雷管通过智能化数据采集与分析，能够远程监控和评估爆破效果，从而提前预判可能的风险，保障了作业人员和设备的安全，为矿山的持续、安全高效开采提供了有力的技术支持。见图1，展示了爆破后现场的清理作业，进一步体现了数码电子雷管技术在优化爆破效果和提升矿山开采效率方面的实际应用。



图1 矿山爆破后的现场清理作业

### 3 数码电子雷管在实际开采中的应用案例与前景

在一些典型的矿山开采项目中，数码电子雷管的应用已取得显著成效，尤其是在复杂矿体的开采中。在某铜矿项目的开采过程中，由于矿体分布不均，传统的爆破方式常常无法满足精准开采的需求。引入数码电子雷管，矿山能够根据矿体的实际情况，对爆破时间进行精确控制。在该项目中，数码电子雷管的精确控制使得每次爆破能够有效分解矿体，减少了碎石的

浪费，并通过精准的顺序控制降低了开采过程中的震动，确保了周围环境的稳定性。实际测试表明，该技术提高了矿石回采率，减少了对矿体的破坏，有效提升了生产效率。

另外，在深部矿山开采项目中，数码电子雷管也展现出了强大的应用潜力。深部矿体的开采面临着更高的压力和更复杂的地质条件，传统雷管的使用常常导致震动过大和矿体不均匀开采的问题<sup>[1]</sup>。在某金矿的深部开采中，使用数码电子雷管，成功实现了分段爆破，能够精确控制每一段爆破的力度和时机。这不仅大大降低了矿山的大块率，提高出矿效率，减少了开采过程中对周围岩层和地质构造的破坏，确保了回采作业过程的安全性。通过实时数据监控和分析，矿山管理人员能够及时调整爆破参数，确保每一轮爆破都能达到最优爆破效果，进一步提高了施工效率和降低材料消耗。

随着矿山开采技术的持续发展，数码电子雷管的应用前景愈加广阔。未来，通过与其他智能化技术的结合，如无人机监测、物联网数据分析等，数码电子雷管的应用将变得更加精准和高效。特别是在需要高精度控制的复杂地质环境下，其优势将更加突出。随着绿色矿山建设的推进，数码电子雷管能够有效减少爆破带来的环境污染，提升矿山开采的环保水平，因此其市场需求和应用前景将持续增长。

### 4 结语

本文探讨了数码电子雷管在复杂矿体中的应用及其优化爆破效果的关键因素。通过精准控制爆破延时和起爆顺序，数码电子雷管显著提升了矿山开采的效率和安全性。在实际应用中，该技术在深部矿山和复杂矿体开采中展现了优越性，减少震动和对围岩稳定性的破坏，提高了资源回采率。未来，随着智能化技术的不断发展，数码电子雷管将在精细化爆破方面发挥重要作用，推动矿山开采向更高效、安全、环保的方向发展。

### 参考文献:

- [1] 吴健康,钱明渊,王明,等.数码电子雷管在神山灰岩矿精准延期控制爆破的应用研究[J].现代矿业,2024,40(06):63-66.
- [2] 朱颂波.精准延时控制爆破的区域振动特性研究[D].辽宁科技大学,2024.
- [3] 周敏,张云鹏,胥国强.数码雷管露天深孔微差爆破网络数值模拟[J].中国矿业,2021,30(S2):261-265.