

显提高;同时,复合定向钻进时由于钻杆持续旋转,使钻孔内沉渣少、孔壁光滑,大幅降低了孔内钻具摩阻,钻孔弯曲强度较滑动定向钻进大幅度降低,如图 2 所示,有利于实现深孔钻进钻压的传递,显著提高钻孔深度^[12]。



图 1 复合钻进工艺原理

Fig.1 Principle diagram of compound drilling technology

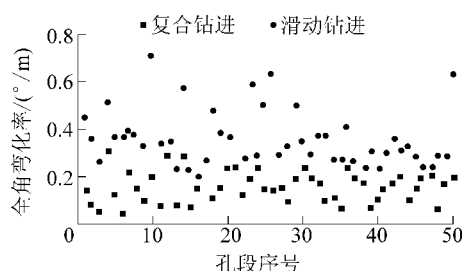


图 2 滑动和复合钻进钻孔弯曲强度对比

Fig.2 Comparison of bending strength of sliding drilling and compound drilling

因此,在定向钻孔施工中,在保证钻孔轨迹精度控制的情况下,应尽量增大复合钻进尺比例,提高轨迹平滑性,降低钻具摩阻,提高钻进效率和实现超深孔钻进。

3 钻孔轨迹控制技术

钻孔轨迹控制技术是保障井下顺煤层超长定向钻孔安全、高效施工的关键技术,其主要包括:复合定向钻进轨迹控制技术、煤层钻孔递进式延伸钻进技术、分支点选取原则、顶板趋势预测技术和钻孔轨迹剖面控制技术等。

3.1 复合定向钻进轨迹控制技术

复合定向钻进过程中最关键环节是钻孔轨迹控制,复合钻进时螺杆马达弯头朝向不断变化,钻孔轨迹基本处于稳斜状态,但为提高复合定向钻进效率,发挥复合钻进技术优势,可通过钻具组合和钻进参数优化,实现钻进过程中“稳斜快打”。当钻孔轨迹发生偏移时,利用滑动定向钻进工艺进行纠偏,当钻孔轨迹处于控制范围内时,利用复合钻进进行稳斜钻进,为此形成了“滑动纠偏+复合稳斜”的钻孔轨迹控制方法,流程如图 3 所示^[13]。

3.2 煤层钻孔递进式延伸钻进技术

在本煤层钻进时为保证钻孔沿煤层延伸,可采

用“主动探顶+开分支+主动探顶+……”的递进式延伸钻进技术,如图 4 所示。该技术特点是每钻进一定距离主动上调钻孔倾角,使钻孔轨迹进入煤层顶板,根据探查到的顶板信息预测煤层及顶板岩层走向,然后退钻开分支沿顶板下方煤层继续钻进,探明煤层顶板起伏情况,从而保证钻孔轨迹沿煤层延伸。主孔完成后,退钻过程中再进行主动探底作业,探明验证煤层的厚度及起伏变化情况,为同一区域内钻孔施工提供借鉴^[14]。

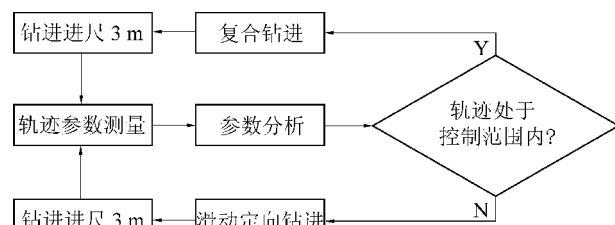


图 3 复合定向钻进技术流程

Fig.3 Technical flow chart of compound directional drilling

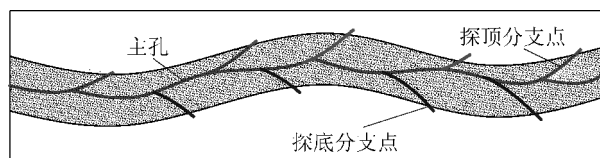


图 4 递进式延伸钻进技术原理

Fig.4 Technology principle progressive extension drilling

3.3 分支点选取原则

钻孔开分支作业是顺煤层定向钻孔施工中常见且重要的环节,分支点的选择在开分支作业中至关重要,直接影响到后续钻孔施工质量和钻孔综合施工效率,分支点选择一般遵循的以下原则:①选择在钻孔轨迹倾角上升孔段,满足螺杆马达向下开分支的需要;②选择在位于煤层顶底板中间偏上位置的孔段,为分支孔开出后钻孔轨迹调整预留足够的空间;③选择的分支点钻孔轨迹倾角与预测的煤层倾角偏差不宜超过 5° ,避免分支孔开出后连续利用滑动造斜钻进进行轨迹纠偏,导致局部孔段轨迹弯曲严重,影响钻进动力传递;④若分支点选择在煤层或较软的岩层时,可提高开分支时钻头侧向切削速度,提高开分支的成功率和效率。

3.4 顶板趋势预测技术

在完成探顶退钻开出分支后,剖面上钻孔轨迹超过最新探顶点位置前,钻孔轨迹控制均可由已探明的顶板起伏情况指导施工;当钻孔轨迹超过最新探顶位置后,就没有准确的信息作为指导,这种情况下可将最新探测的顶板趋势向前延伸 60~80 m 作