

煤矿 TBM 盾构机破岩机理及效率提升研究

杨宏斌

陕西长武亭南煤业有限责任公司

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12608

[摘要] TBM 全称为全断面硬岩掘进机, 是一种集机、电、液、光、气、传感、信息等技术于一体的隧道施工成套设备。能够同时完成破岩、支护、出渣、导向等作业, 具有施工安全性好、掘进速度快、成巷质量高等优点, 特别适合在围岩稳定性好、中-高强度的岩层中掘进使用。

[关键词] 煤矿 TBM; 盾构机; 破岩机理; 效率提升

1 引言

近年来, 随着地下工程建设的快速发展, TBM 作为一种大型机械掘进设备, 其应用越来越广泛。TBM 在掘进施工过程中, 依靠刀盘上的滚刀挤压剪切破岩, 使用主机皮带机出渣, 配套支护系统, 完成巷道一次成形。TBM 掘进机是隧道施工最有效的专用大型设备, 具有快速、高效、安全性高、施工质量好等优点。然而, TBM 在掘进过程中, 刀具磨损跟层位选择限制高效掘进的主要因素。因此, 研究 TBM 盾构机破岩机理及效率提升方法, 对于提高隧道施工效率和安全性具有重要意义。

2 煤矿TBM盾构机破岩机理

2.1 TBM 盾构机的工作原理

在 TBM 盾构机开始掘进之前, 其支撑系统会进行撑紧硐壁, 随后刀盘开始旋转, 并调整 TBM 的方向和姿态。主推进油缸逐渐施加压力, 滚刀首先与开挖面接触, 并在推力作用下紧压在岩面上。随着刀盘的持续旋转, 盘形滚刀不仅绕刀盘中心轴公转, 还绕自身轴线自转。在刀盘推力和转矩的共同作用下, 盘形滚刀在掌子面上切削出一系列同心圆沟槽。在刀盘旋转并深入岩石的过程中, 盘形滚刀对岩石施加了挤压、剪切、拉裂等多种综合作用。

2.2 破岩过程分析

当刀盘旋转并深入压入岩石时, 盘形滚刀对岩石施加了挤压、剪切和拉裂的综合效应。起初, 在刀刃下方形成小块的破碎体, 这些破碎体随后被碾压成细小的粉末, 并进一步压实形成一个密实的核心。紧接着, 这个密实核心将滚刀施加的压力传递至周围的岩石, 导致径向裂纹的产生。这些裂纹中的一条或多条会向刀刃的两侧扩展, 直至达到自由面或与其他裂纹相交, 最终形成岩石碎片。

2.3 影响因素分析

TBM 盾构机破岩效率受到多种因素的影响, 主要包括岩石性质、刀圈几何尺寸、推压力及刀间距等。岩石硬度越大, 破岩难度越大; 刀圈几何尺寸和推压力直接影响滚刀对岩石的作用力; 刀间距则影响滚刀之间的相互作用, 进而影响破岩效率。

3 煤矿TBM盾构机破岩效率提升研究

3.1 优化刀具设计

刀具作为 TBM 盾构机直接接触岩石的关键部件, 其设计和性能对破岩效率具有决定性影响。为了提升破岩效率, 刀具设计需从材料选择、几何形状及布置方式等多方面进行优化。煤矿井下以细粒砂岩、泥岩为主, 硬度较小, 黏度较大。采用滚刀进行切削掌子面, 则容易出现糊刀现象, 进而导致停转和偏磨。撕裂刀还可以利用刀盘的高速旋转产生的惯性

能量,对砂层中的卵石、砾石和漂石等进行锤击破碎[3]。在砂土层段,撕裂刀比滚刀的优势明显。故采用撕裂刀代替滚刀进行切削,并配以刮刀对切削下来的渣土进行集中和搅动。在上软下硬段,因为撕裂刀可能出现较为严重的合金磕碰现象,故宜采用光面滚刀,而不选用撕裂刀。

其次,刀具的几何形状对破岩效果有直接影响。根据岩石的硬度和韧性,设计合理的刀具刃角、刃口半径和刀具厚度,可以更有效地切削和破碎岩石。例如,对于硬度较高的岩石,采用较小的刃角和较大的刃口半径,可以提高刀具的切入能力和破碎效率。最后,刀具的布置也是影响破岩效率的关键因素。根据刀盘的直径和掘进速度,合理布置刀具的数量和位置,确保刀具在掘进过程中能够均匀受力,减少刀具磨损和损坏的风险。同时,通过优化刀具的排列方式,还可以减少岩石碎片的堆积和堵塞,保持掘进过程的连续性。

3.2 改进掘进参数

选择合适的掘进参数对于TBM盾构机的破岩效率和掘进速度具有决定性影响。通过精确调整这些参数,可以进一步提升破岩效果并增强施工效率。首先,推进压力是掘进过程中一个关键的参数。根据岩石硬度和掘进速度,适当调整推进压力,确保刀具在岩石表面施加足够的切削力,同时避免因压力过大而造成刀具的过度磨损或损坏。其次,刀盘转速是影响破岩效率的另一个重要因素。依据岩石特性和施工条件,选择恰当的刀盘转速,有助于刀具在岩石表面形成连续的切削轨迹,从而提高破岩效率。此外,适宜的刀盘转速还能减少刀具与岩石间的摩擦和磨损,进而延长刀具的使用寿命。最后,掘进速度的控制对于提升破岩效率同样至关重要。依据岩石硬度和掘进参数,合理控制掘进速度,可以确保掘进过程的安全性和高效性。过快的掘进速度可能会导致刀具超负荷和磨损加剧,而过慢的掘进速度则会降低施工效率。

3.3 加强施工管理

加强施工管理也是提高TBM盾构机破岩效率的关键环节。首先,应制定合理的施工计划,根据地质条件,提前设计好掘进路线。通过科学的施工计划,确保掘进过程的有序进行,避免因施工不当导致的效率低下和安全事故。其次,加强设备维护也是提高破岩效率的重要措施。定期对TBM盾构机进行检查和维护,可以及时发现并排除潜在故障,确保设备的正常运行和高效使用。同时,对设备进行定期保养和润滑,还可以减少设备磨损和故障率,延长设备的使用寿命。最后,提高施工人员的素质也是提高破岩效率的关键因素。通过加强对施工人员的培训和教育,提高其操作技能和安全意识,可以确保施工过程的顺利进行。同时,还应建立完善的激励机制,激发施工人员的工作积极性和创造力,为提升破岩效率提供有力保障。

4 结论

总之,煤矿TBM盾构机破岩机理及效率提升研究对于提高隧道施工效率 and 安全性具有重要意义。通过优化刀具设计、改进掘进参数、选择合适的层位和加强施工管理等措施,可以显著提高TBM盾构机的破岩效率和施工效果。未来,随着科技的不断进步和施工技术的不断创新,TBM盾构机在煤矿掘进领域的应用将更加广泛和深入。

[参考文献]

- [1]盾构机刀盘刀箱损坏原因分析及改造技术[J].彭飞;胡青山;单昊恣;林赉贻.设备管理与维修,2024(04).
- [2]土压平衡盾构机掘进工程中松动地层的控制及监测研究[J].刘畅.四川水泥,2024(02).
- [3]陈馈,洪开荣,焦胜军.盾构施工技术(第二版)[J].北京:人民交通出版社,2016