

浅谈井下钻探主要危险因素辨识及防治措施

张 超

河北冀中邯峰矿业有限公司 河北 邯郸 056004

摘 要：近年来随着煤矿开采深度的增加，地质条件也变的越来越复杂，煤矿水害威胁也日趋显现。在这些水害事故中底板承压水害事故尤为突出。底板承压水具有突发性、高压性、隐蔽性、复杂性等特点，传统处理方法是通过对含水层进行注浆加固，将含水层改造为隔水层，阻断充水通道的方式进行。本文就钻探施工环节存在的主要危险因素进行分析，并提出相应整改措施，从而有效提高钻探施工安全。

关键词：钻探施工；承压水害防治；底板注浆加固

引言

井下钻探施工，作为承压水害防治的关键环节，在施工过程中面临诸多危险因素，威胁着作业人员生命安全。因此，对井下钻探主要危险因素进行准确辨识，并制定科学有效的防范措施，对提升作业人员施工安全和钻探施工质量具有重要意义。

1 钻探事故统计

从2021年至2023年，公司井下发生钻探事故共计58起，经分析主要为钻孔孔内事故、设备倾倒是事故和水害事故，其中钻孔孔内事故占95%以上。

钻孔孔内事故主要发生在地质构造变化段，特别是在断层破碎带、揭露陷落柱、层位变化段时，极易发生卡钻、塌孔、埋钻等事故。设备倾倒是伤害主要是钻机设备和固定钻机的单体液压点柱，发生侧翻、倾倒是砸伤事故。水害事故主要是指钻孔揭露强含水层后，不能及时控制水量从而造成的淹头面及人员伤亡事故。

2 井下钻探主要危险因素

2.1 钻孔孔内事故

2.1.1 钻孔孔内事故发生的原因分析

(1) 钻机在钻进过程中遇地层变化时，钻进压力和钻进速度未根据岩层变化进行调整，尤其突然钻进至软岩层段时，极易发生堵钻事故。

(2) 钻机在过断层破碎带和陷落柱时，孔内岩粉冲不净冒然钻进，极易发生堵钻事故；钻孔后路经循环水冲蚀，极易发生埋钻事故。

(3) 钻机在钻进过程中，泥浆泵供水不足，孔内岩粉不能及时冲出，极易发生堵钻事故；钻头因得不到充足的循环水进行降温，极易发生烧钻事故。

(4) 钻机在钻进过程中，使用临近报废钻杆，钻杆因承受不住扭矩强度，极易发生折钻杆事故。

(5) 钻机在钻进过程中，当冲洗液携带岩粉上升

时，一旦达到钻孔孔径变大部分，流速立即降低，一部分冲洗液会形成涡流，于是岩粉逐渐沉积，形成“悬桥”，极易造成钻具卡阻事故。

(6) 钻探施工过程中，由于人为因素不慎将小物件落入孔内，卡在钻具与异径接头连接处，极易发生卡钻事故。

2.1.2 孔内事故危害分析

孔内事故不仅会造成施工进度延迟，同时也会对施工质量造成较大影响，施工成本相应也会增加；而在处理事故过程中，也容易造成磕碰伤人风险。所以在钻进过程中，钻机操作人员要根据层位变化，及时调整钻进速度和钻进压力，开泵人员应密切关注泥浆泵压力变化和钻孔孔口返水情况，压力增大或孔口返水减少时应立即停止钻进，提杆冲尽孔内岩粉。

2.2 钻具断裂事故

2.2.1 钻具断裂事故的原因分析

在钻孔施工过程中，时常会出现钻具断裂损坏现象，究其原因离不开钻具组合之间匹配不合理，或在配组合时人为认扣不准，导致在钻进过程中钻具组合之间受力不均匀，再加上人为不正规操作，在过地质构造段，继续高转速强扭矩钻进，卡钻时用钻机硬拧钻杆等情况都会造成钻具断裂事故，所以钻具断裂是机械、地质、人为操作等多方面因素耦合的结果。

2.2.2 钻具断裂事故危害分析

钻具在高速转动情况下，钻具可能会因外力而造成断裂引起成金属碎屑飞溅，直接威胁现场作业人员人身安全；钻具组合损坏掉入钻孔内，可能会造成钻孔报废；处理孔内钻具，又需要购置相应工具，投入大量人力和时间，工期延迟经济成本增高。因此在钻具组合过程中，严禁使用不匹配型号，组合之间丝扣上紧上到位；过地质构造带时降低钻进压力和速度，发生卡钻现

象时严禁冒险强进。

2.3 设备倾倒地事故

2.3.1 设备倾倒地事故的原因分析

设备倾倒地事故主要是指固定钻机的单体液压点柱，经过长时间钻探作业，单体液压点柱由于钻机钻进过程中持续震动而发生松动、卸载，导致点柱倾倒地伤人的现象。其次钻机在过强含水层期间，孔内水量、水压骤然增加，钻机固定不牢被顶翻的现象。

2.3.2 设备事故危害分析

设备倾倒地事故轻则可造成设备部件损坏，直接影响钻机正常操作，延误施工进度；严重时会造成操作人员人身伤害风险。所以在当班作业前和钻进过程中，要对钻机固定情况进行检查。

2.4 水害事故

2.4.1 水害事故的原因分析

水害事故主要是指钻孔揭露强含水层或老空后，突水超出孔口装置控制能力，造成水淹头面影响生产、安全的事故。

2.4.2 水害事故危害分析

水害事故会造成头面被淹、设备报废、人员被困甚至伤亡事故。所以在钻孔施工过程中，应加强过程管控，孔口管的耐压实验，孔口装置的安设，阀门的灵活情况等，各个关键环节应安排专人紧盯。

3 井下钻探危险因素防治措施

(1) 钻探施工人员必须是经过专业培训且考试合格的，定期接受专业知识学习，具备应急处置能力的特征作业人员。

(2) 钻机固定首先采用地锚固定，采用液压点柱固定的应在每班作业前和钻进过程中，对点柱固定情况进行检查，同时用尼龙绳将点柱上头和顶板系到一起，防止点柱卸载倾倒地伤人。钻机作业人员严禁站在钻机正后侧作业。

(3) 钻探施工现场应配备与钻杆、套管相匹配的打捞钻杆工具及反丝钻杆。

(4) 钻机在钻进前，需孔口返出循环水和泥浆泵压力稳定后再进行钻进。

(5) 钻孔下孔口管时，应在孔口管丝扣连接部位缠麻绳加强其密闭性。

(6) 钻孔下孔口管时，孔口管需下入完整层位，并达到一定深度。

(7) 孔口管注浆严格按浆液水灰比进行，先稀后稠。

(8) 钻孔是施工关键环节如开孔、下套管固管、耐压试验、防喷装置安设、验孔，应安排专业人员现场监督。

(9) 钻孔施工过程中，钻杆严禁蹭磨孔口装置。

(10) 钻孔钻进过程中应根据孔深、岩性调整钻进压力和转速。

(11) 钻进过程中，沉淀池内岩粉超过1/3时应立即清理。

4 井下钻孔事故处理措施

井下发生卡钻、埋钻事故后，应立即进行处理，否则会使事故处理难度增加。处理钻孔事故时，通常采用打吊锤或千斤顶进行处理。处理方法一般可分为三步：

4.1 处理方法及注意事项

第一步处理方法及注意事项

(1) 碰：在钻机设备能力允许的情况下，可用钻机断续旋转磕碰钻杆，使钻杆先能够转动，再用钻机提拉孔内钻杆，提拉过程中安排专人负责操作泥浆泵，使孔底压力和钻机提升力同时配合处理。在处理过程中，人员要离开钻机周围，防止在磕碰过程中孔内和钻杆接口滋水伤人。

(2) 撞：利用吊锤向上、下撞击钻杆，使钻杆在孔底产生上下活动空间从而逐渐提出钻杆。这种方式较为简单，故常被采用。在使用吊锤处理孔内事故时，人员站位要在开阔地区，滑轮受力方向严禁站人，防止在处理过程中发生人员绊倒或滑轮砸伤事故。

(3) 捞：采用公锥、母锤等工具打捞脱落或折断的钻具，此方法是常用事故处理方法。在打捞过程中可开启泥浆泵充水打捞，充水打捞可将孔内岩粉碎屑冲净，同时也要做好常规风险预防。

(4) 吸：采用强磁钻头将孔内掉入的金属异物吸出孔外，此方法常用于打捞小件工具。

(5) 顶：在钻杆上头拧上自制顶盖，利用千斤顶顶住顶盖逐渐发力，缓慢将钻杆顶出埋钻范围，从而提出钻杆。此方法在顶钻杆时，人员应远离钻杆周围，严禁站在受力方向，防止顶盖受力脱离飞出伤人。

第二步处理方法及注意事项

(1) 反：在处理埋钻事故时，也可考虑用反丝钻杆，用反丝钻杆将孔内所埋钻杆逐根反出，在下反丝钻杆时可考虑冲孔钻进，将孔内岩粉、碎屑冲出。

(2) 套：采用大一号的套管扩孔，将孔内钻具套入管内提出，此方法只适用于埋深较浅事故处理。

(3) 钩：制作专用处理钩，用钻杆将其下入孔内埋钻处，使其缠绕所埋钻具，增大处理钩与钻具接触面积将其提出钻孔。

第三步处理方法及注意事项

(1) 掏：在所埋钻孔旁边紧挨重新施工钻孔，使其

在埋钻段冲孔、震动、碰撞,使其松动减少埋钻阻力,然后用“钩”的方法进行处理,从而提出钻杆。

(2)扫:用钻头重新扫孔至事故段,将孔内岩粉、碎屑冲净,然后采用“捞”或“套”的方法进行处理,从而将孔内钻杆提出。

4.2 对不同原因所造成的卡夹事故处理

(1)孔内钻具如果可以转动,并且能够上下活动,可采用上下串动的方法将钻杆提出。如果提杆有劲时,严禁强拉硬提,可开启泥浆泵,转动钻具配合进行缓慢提杆,反复多提少回,逐渐将钻具提出。如果此方式无效时,可采用吊锤配合进行上下震动,使钻具产生行动间隙,然后开泵冲孔缓慢提出。如果卡钻部位在钻孔中部,则可采用钻具旋转并反复上下爽孔的方式将钻具逐渐提出。

操作注意事项:

使用前,应对滑轮的吊挂位置、现场固定情况、拉绳质量、人员站位、现场环境安全等情况进行详细确认,防止发生新的事故。其次人员严禁站在滑轮受力方向下侧,打吊锤过程中要有专人统一指挥,若处理过程中钻杆出现向上移动时,可适当回钻杆松动钻具,反复此过程可增加钻具处理成功率。

(2)孔内探头石或岩层错位卡夹钻事故处理

可采用同孔径开孔管将孔内探头石或岩层错位部位扫碎的方法处理。如果事故钻具带有反向钻头,也可以通过向上扫的方式扫碎探头石或卡钻物。也可以通过用打吊锤的方法,将卡钻逐步震动处理。

(3)岩层缩径卡夹钻具的处理

可考虑用钻机强力提升,同时用千斤顶配合向上顶的方法进行处理。当上述处理方法效果不佳时,也可通过用反丝钻杆将钻杆反出。通常不会采用扩孔的方法,因为在缩径的钻孔中进行扩孔,很容易造成双重挤夹。

(4)颗粒、钢粒卡夹钻具的处理

当出现颗粒、钢粒卡夹钻具时,如果循环水可以循环的话,应将泥浆泵开启高档,用大水量将颗粒、钢粒卡夹物冲散,从而减轻卡夹程度。同时用钻机将钻杆进行反复上下提升,通常卡夹钻具问题可以处理。如果以上方法效果不好时,可采用打吊锤的方法进行震动冲击处理,此方法对于卡夹深度较浅的效果较为明显。

(5)钻具于孔壁直接挤夹的处理

首先用钻机起拔,但不要回转钻具。因为钻具回转,可造成钻头在孔壁内刻出沟槽,增加钻具提升的阻力。如钻机出现起拔不动时,可考虑打吊锤配合上下串动的方法进行处理。

(6)岩心夹钻的处理

岩心夹钻可采用钻机直接提升,配合钻具上下串动的方法进行,待孔内钻头有了活动空间,配合钻机旋转可缓慢提出钻孔。

(7)岩粉“悬桥”卡钻的处理

首先应增大冲洗液量并尽量使钻具不停止转动,一般通过该冲洗液冲洗,串动和回转钻具可以消除。如卡阻较严重,则可反掉“悬桥”上部的钻杆,下同径钻具扫孔,消除岩粉障碍后,再下丝锥捞取下部钻具。

结语

通过对钻探施工过程中存在危险因素进行辨识,分析出钻探施工危险因素形成的原因并提出相应措施,使钻探施工规范化、程序化,不仅减少了事故的发生同时锻炼了施工队伍。实践证明,2024年公司在钻探事故预防和事故处理方面均取得了良好的效果,钻探事故率明显下降,处理事故能力明显提高。钻探施工安全是一个全面工程,需要从多方面入手,首先要提高从业人员的业务能力,增强其事故预判和处理能力;其次要成立监督管理小组,对钻探施工关键环节进行监督把关;第三要成立钻孔事故应急处理小组,将钻孔事故处理程序化,将各环节进行分工并成立小组,安排专人进行总体协调负责;第四要对每次钻探事故处理情况进行总结,分析出成效与不足,合理改进优化。最后让我们齐抓共管,为钻探施工营造良好安全环境。

参考文献

- [1]卓运亮.煤矿井下钻探危险因素及对策探究[J].建筑工程技术与设计,2020(10):3314.
- [2]杨凯.煤矿井下钻探主要危险因素辨识及防治措施[J].内蒙古煤炭经济,2024(16):64-66.
- [3]石俊杰.煤矿井下钻探主要危险因素辨识及防治[J].建筑工程技术与设计,2021(27):1418-1419.
- [4]李谭.探析井下作业危害因素识别及控制对策[J].中国化工贸易,2020,12(20):32-33.
- [5]孙天学,陈遵义,王球旺,郭振华.浅谈井下钻探主要危险因素辨识及防治措施[A].采矿技术,2013(01)