



水泥护壁堵漏概况分析

中南矿冶学院 曾祥熹

水泥在钻探工程中的应用历史起码有五十多年了。各种钻井方法均有采用水泥进行固井（油井和水井）、堵漏、护壁、封孔、止水，甚至纠斜和处理井内事故等等。

实践证明，泥浆和水泥是当前复杂地层钻进中护壁堵漏的最基本材料。特别是这几年来，我国岩心钻探工作中，使用水泥护壁堵漏得到很大发展，灌注成功率越来越高。在小口径金刚石钻孔中也正在逐步推广应用。

我国水泥工业生产了许多新的水泥品种（如快硬早强水泥、矾土水泥等等）和新的水泥速凝早强剂（如红星一号、711型等），为岩心钻探注水泥护壁堵漏工作，提供了有利条件。

应当说明：岩心钻探注水泥进行护壁堵漏等工作是属于暂时性工程，这和油井注水泥固井（特别是生产井）属于永久性工程（岩心钻探封孔注水泥也应属永久性工程）的要求是有所区别的。即在强度方面的要求可以低一些（只要继续钻进中不被钻具敲打破坏即可），而凝固及强度增长时间则要求快一些（尽量少影响钻进时间）。

以下就水泥护壁堵漏有关的问题作些分析与介绍。

一 岩心钻孔中有时灌注水泥为什么长时间不凝固

这是岩心钻探中较普遍存在的问题。甚至有的用水泥封闭的钻孔，过了一年后检查

仍然没有凝固。这是什么原因呢？有人强调是水泥质量不好，有人说是孔内条件（温度、地下水影响……）与地面不同所造成的。

通过这几年的科研实践，我们认为水泥浆在孔内长时间不凝固或凝固时间长的主要原因不是水泥质量问题（当然也要重视水泥质量），也不是孔内条件限制的问题（如遇酸性强的地下水或流动水等，当然有影响），而是由于灌注不得法使孔内水泥浆被稀释造成的。1972年加拿大金刚石钻探协会年会有一篇报告，谈到岩心钻孔中注水泥失败的原因也是水泥浆被稀释。

当孔内水泥浆的实际水灰比过大时，就会使水泥浆凝固时间变长，并且水泥结石强度降低，很易被冲洗液或地下水冲刷掉。灌注水泥浆过程中，使水泥浆稀释的水，来源大概有三方面。

1. 地面配制水泥时，水加得太多，即水灰比太大。特别是有的现场不按比例加水，将水泥浆冲得较稀，生怕水泵抽不动。

2. 用钻杆泵送或输送器送水泥浆时，钻具没有下到孔底，没有做到使水泥浆从孔底返上而顶开（顶起）孔内水；或地面水泥浆虽已抽光而由于数量不太够，水泥浆还没有灌到孔底就提起钻具，都会使水泥浆和孔内水大量混合，使实际水灰比变大。从孔口倒入水泥浆（寄希望于水泥浆比重大会下沉）的做法，也往往会使水泥浆被孔内水所稀释。

3. 没有较准确地计算与掌握压送水（有

的是洗钻杆水)的数量,使压送水将水泥浆稀释。

因此,即使有的现场采用了600号以上的优质水泥或油井水泥,但由于灌注不得法,过一星期后检查时,水泥浆仍然不凝固。我们的实践证明,只要灌注得法,即使是采用无标号的地方产水泥(但要求新鲜),完全可以在1~2天内取上较好的水泥岩心来,而且灌注成功率都是较高的。

关于改进灌注方法的问题,拟另文介绍。

二 新品种水泥和速凝早强剂的应用

岩心钻孔注水泥,目前多采用400或500号普通硅酸盐和矿渣(或火山灰)硅酸盐水泥。这些水泥来源广,较便宜,只要灌注得法,一般是可以满足岩心钻探护壁堵漏要求的。但是,为了加快水泥的凝固与早强,减少灌水泥后的停工时间,也应当寻找更理想的新品种水泥和速凝早强剂。

(一)新品种水泥 在岩心钻探中试用过的新品种水泥有:

1. 矾土水泥 郑州503厂附属水泥厂生产,属铝酸盐水泥,具有速凝早强的特性,候凝一天的强度即可达到其标号强度(300号、400号或500号)的80~90%。国外也用这种水泥作为良好的堵漏材料。硅酸盐水泥中渗入20%矾土水泥也可起到速凝早强剂的作用。湖北冶金地质勘探公司曾用过此种水泥。由于来源有限,没有得到普遍采用。

2. 双快水泥 即快凝快硬水泥。据介绍,苏州水泥厂曾生产过这种水泥。辽宁煤田103队试用过,水泥浆15分钟初凝,抗压强度每小时提高100公斤/厘米²,6~10小时即达到标号强度。如嫌凝固太快,可加入硼酸作缓凝剂。由于货源有限且价格高,现未见推广。

3. B₁型早强水泥 是北京建筑材料科学院水泥研究所和石家庄水泥制品厂共同研究的产品,原料为矾土、石灰和石膏,成分是硫铝酸钙和硅酸二钙,强度相当于500号矾土水泥。地科院勘探所和北京地质局102队初步试验,在此水泥中加入氯化钙10%,铁铬盐0.5%时,所得效果较好。灌入孔内停待4小时后钻穿水泥塞可提出较完整的水泥岩心。每吨价格约100元。

此外,在建筑等部门还有特快硬水泥、快硬石膏矾土膨胀水泥、快硬硅酸盐膨胀水泥、特快硬超高强水泥等等,可供选试。

在国外钻井工程中,有用密封水泥、耐寒水泥、防漏水泥等。

(二)新型速凝早强剂和速凝混合物 岩心钻探用得较多的水泥速凝早强剂有氯化钙、三乙醇胺加食盐复合剂。通过钻杆泵送水泥浆于钻孔时,这种速凝早强剂候凝1~2天可取得很好的效果。但是,凝固时间还嫌长,应当利用喷浆混凝土加速凝剂的经验,选用新的速凝早强剂,使来源容易,价格便宜的普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥达到速凝早强(争取候凝数小时后可钻进)的目的。目前生产的这些速凝早强剂都是属于铝酸盐类型,如红星一型(黑龙江鸡西水泥速凝剂厂)、阳泉一型(山西阳泉市建筑工程公司预制厂)、711型(上海硅酸盐制品厂)、73牌(陕西铜川煤炭基本建设公司建筑材料厂)等等都是这一类型产品。73牌速凝剂质量标准是:将1级品73牌速凝剂3%加入500号普通硅酸盐水泥浆(0.4水灰比)中时,初凝时间小于5分钟,终凝时间小于10分钟,数小时后具有早期强度。但总的说,加入上述速凝剂后,晚期强度要降低。

目前使用这类速凝剂存在的一个较大问题,是如何进行速凝混合并将速凝水泥浆送到钻孔中去。因为工作条件和坑道内喷浆混凝土不同。

水泥速凝混合物,主要是用于堵漏,如

往水泥浆中加石灰、氯化物、水玻璃、碱、粘土、石膏、锯木屑、铝粉、砂子、膨胀珍珠岩粉、火山灰等,使水泥浆速凝或膨胀,达到堵塞的目的。速凝混合物的配方很多,但没有很好推广,原因是灌注方法及工具还存在问题。

三 灌浆问题

前面已提到,灌浆方法是岩心钻孔注水泥护壁堵漏工作成败的一个关键问题。灌浆方法目前用得最多的是钻杆泵送法。使用输送机送水泥浆也有一些经验,有各种型式的输送机,但都不很成熟,没有得到普遍推广。岩心钻孔注水泥目前存在的较大问题是,采用711型速凝剂灌水泥浆的方法和溶洞或老坑道中灌水泥浆的问题。711型速凝剂的使用,过去有的队采取地面混合后灌注的方法,这样做难于掌握凝固时间,效果也不好。有的单位(包括我院实习队)采用过双吸浆管同时吸水泥浆和711水溶液的方法,由于比例难掌握,效果也不理想。考虑到岩心钻孔灌浆量不是很大,一般现场又不可能配备双液注浆泵(比例泵),我们设计了喷射式地面混合器,用于孔内水位低于50米以下的钻孔中混和速凝剂注水泥浆的方法,值得进一步研究探讨。

关于大溶洞裂隙及老坑道中注水泥采用网袋法防止流失和速凝混合浆液等方法都是值得研究的。

此外,注水泥工作中还有一些经验和问题,如酸性水污染泥浆影响、如何使水泥浆与岩石固结强度增加,坍塌孔注水泥等问题,都应当总结和研究解决。

至于孔内水泥结石强度达到多少才能钻进和提出水泥岩心的问题,一般岩心钻探现场提出要达到3~4级岩石硬度为标准。这里介绍某些国外资料提出的要求供参考:多

数钻孔内水泥石抗压强度要达到35公斤/厘米²,斜孔达到100公斤/厘米²以上,而堵漏时要求抗压强度7公斤/厘米²即可。要达到7公斤/厘米²抗压强度,在地面25°C条件下试验,普通硅酸盐水泥要候凝8小时,加入2.5%氯化钙后,则候凝4小时可以达到。

四 小口径金刚石钻孔注水泥问题

小口径金刚石钻孔注水泥护壁堵漏和大口径有一些区别,主要是钻孔口径小,钻具与孔壁间隙小,泵送水泥浆时,泵压损失大。为了减少阻力,最好在钻具下部接上几十米小一级直径的钻杆。采用岩心钻探现场目前使用的泥浆泵,只要减少泵入水泥浆的泵量,完全可以将浓水泥浆泵送到几百米至千米以内的深度。例如有些地质队用 $\Phi 42$ 钻杆,在 $\Phi 47$ 钻孔内将0.4~0.5水灰比的浓水泥浆送到400多米孔深。

此外,对于较小口径的金刚石钻孔(如 $\Phi 47$ 毫米以下),由于断面小,水泥浆被孔内水稀释的可能性小些,也可考虑孔口注入或孔口密封用泵压入的方法。

五 测定水泥性能指标方法的改进

过去采用建筑水泥测定凝固指标的方法,对于钻孔注浆是不合适的。初凝期不能反映可泵期(稠化时间)的长短,终凝期也不能反映水泥石是否达到堵漏护壁的强度。因此,根据钻孔注浆的特点,应另确立反映凝固过程的性能指标及其测定方法。国外注水泥有关资料中也有相同的建议。地科院勘探所提出测定可泵期及固化期的划分及测定方法的改进,是值得提倡和进一步完善的。