

井下电视在水文钻孔中的应用

封绍武^{1,2} 李京丽²

(1.中国地质大学(武汉) 湖北武汉 430074;

2.中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所 河北保定 071051)

摘要 井下电视可以提供钻孔内壁的地层结构及构造发育情况,在水文钻孔中具有重要的作用。本文介绍了该方法的基本原理、仪器结构及在滤水管堵塞和井管破碎等工作中的应用实例。对合理利用地下水,保护和维持水井具有重要的意义。

关键词 井下电视 滤水管堵塞 井管破碎

井下电视是检测钻孔内壁地层岩性及构造分布发育的一种测试方法。它具有成果直观、图像清晰、方法简便、数据量大的特点。在水文钻孔中主要用于地层结构的划分、井壁地层裂隙及岩溶发育情况的判别,用于坏井(滤水管堵塞、井管破碎)的修复等工作。它必须在清水孔中或无水孔中测试,也可以在垂直钻孔、水平钻孔和有任意角度的钻孔中测试。其测试数据图像可通过互联网传送给有关部门,以便在室内给予指导。

1. 基本原理:

井下电视的基本原理是将摄像头和带有自动调节光圈的广角镜头装进防水承压舱里,然后放入需监测的孔内,将拍摄到的孔壁四周及下部的全景图像通过电缆传送到地面监视器显示,监测人员就可实时观看孔壁四周的图象,同时由录像机记录下整个检测过程的图像,也可根据需要记录部分图像。其基本原理图见图1。

摄像机将孔壁四周的信号拍摄下来,经电缆、电子传输设备传输到主机。传输的信号包括视频信号和光电脉冲信号。主机将视频信号和计数脉冲合成并分两路输出,一路输出到录像机将合成信号记录在磁带上,另一路输出到监视器屏幕上显示图像信号和深度。

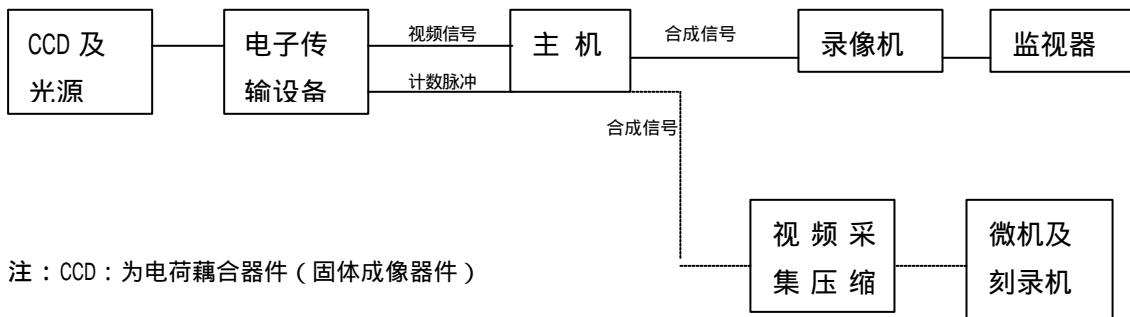


图1 井下电视监测系统原理图

第一作者简介:封绍武(1961-)男,1986年毕业于长春地质学院石油物理勘探专业。现为物探专业工程师,长期从事物探方法及地质仪器的研究,现在中国地质大学(武汉)攻读工程硕士研究生。

2. ZKDS 2 型井下彩色电视仪器介绍

2.1 系统结构

ZKDS 2 型井下彩色电视检测系统是在普通电视摄像系统的基础上，考虑到孔内特殊环境因素而设计的，ZKDS 2 型井下彩色电视仪是中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所 1998 年研制的新产品，本系统共分 6 部分：

2.1.1 探头部分：

探头部分是由承压舱、CCD 彩色摄像机、灯泡、电源和支撑架组成。探头外径有 60mm、80mm、100mm、155mm 几种规格，长度 500mm，前端为有机玻璃或玻璃视窗，承压舱采用胶圈密封以防进水。

2.1.2 电缆部分：

该系统电缆为测井专用抗拉视频电缆，该电缆内芯为国际 75-5 视频电缆，外加抗拉钢丝网和塑胶保护套，该电缆可承拉 150 公斤重量，电缆外径为 8.5mm 或 10mm。

2.1.3 电子计数绞车部分：

绞车有电动和手动轻便型，均设计有连续电信号的激流环和计数编码器，有 300m、600m 和 1000m 等几种规格。

2.1.4 深度计数视频叠加控制器部分：

该控制器的功能是通过微处理器将深度计数器的深度脉冲编码信号转换成深度视频信号，并与接收到的图像视频信号进行叠加，然后输出给录像机和监视器进行记录和显示。

2.1.5 录像机和监视器部分：

该系统可全兼容家用电器设备，随着电视机和录像机的发展，家电质量在不断提高，可用做录像显示设备的终端。新型家电设备完全可以达到该系统的视听记录效果。当然专用设备会更加理想，该部分设备用户可自行配备。

2.1.6 图像采集编辑部分：

该系统的视频输出信号可供给计算机图像采集卡进行视频采集，用户可以将录像带记录下来的图像视频信号输出给计算机有选择的进行采集，将钻孔中异常图像编辑成册并加以图像解释和文字说明，从而汇总成图文并茂的井下彩色电视检测报告，该部分为用户选配设备。

以上 6 部分构成了该系统的完整结构，通常只需要上面 1—5 项即可完成井下电视检测的工作，当然具有计算机图像采集功能将会为检测带来更好的效果和意想不到的收获。

2.2 主要指标和功能：

2.2.1 主要指标：

图像解析度：420TV LINES

CCD 解像度：542（水平）×583（垂直）高画质彩色逼真

最低照度：0.5LUX

探测深度：300m、600m、1000m

探头外径：60mm、80mm、110mm、155mm

测试条件：清水孔或干孔

电缆尺寸：10mm × 300m/600m/1000m

系统电源：220V 50HZ

系统功率：<400w

光源灯泡：交流 12v 50w 射灯灯泡

显示录像设备：普通视频电视机和家用录像机，专业监视器和专业录像设备更好。

彩色视频信号：兼容各类电视机、录像机视频输入信号，计算机图像采集卡的视频输入信号。

2.2.2 主要功能：

ZKDS 2 型井下彩色电视仪具有如下功能：实时图像的采集、对各种钻孔内的景像实时监测、任意放大、缩小，同时对远、近景物自动调焦，能呈现清晰图像，可用录像带保存监测资料。尤其在干孔和清水孔条件下，能实时获得非常清晰的彩色图像，为各种孔内事故处理提供可靠的依据，具有独特的直观性和真实性。可用于井壁破损情况检测、井中落物、滤水管孔堵塞检测、孔中地层岩性结构的划分、分辨断裂破碎发育带、确定岩溶分布位置和孔内长期监测等方面的工作。

3、图像识别方法：

3.1 岩性界面识别：

岩性识别后，从深度数字读出界面存在的位置。根据颜色变化、空间形态等确定界面上是否有裂缝发生及其它物质存在。还可根据上下层岩石中矿物的排列形式，确定岩石面的接触关系。

3.2 构造边界识别：

判识的内容是空间位置、几何形态、物质成分等，裂隙的产生形式、张开与否、充填与否、充填物性质等及它们的产状。断层性质主要是根据观察断层形态、构造痕迹、特殊物质等来判断，由于图像观察面积较小，全貌的反映需要跟踪调查，观测中要细致查找界面痕迹，如挤压破碎岩块、角砾岩、断层泥、擦痕、特殊矿物质等。断层面上都有小的不平整，并孔范围有限，在确定断层的产状时，要注意识别真正的构造面。

3.3 地下水活动观察：

并孔中的地下水总是携带有岩粉等漂浮物式气泡，观察它们的运动来判断地下水的活动情况，它们的运动方向代表了地下水的流向，根据其运动速度可大致估计流速。留心查找漂浮物运动的起始点和终止点，即可找到出水点或漏水位置，分析出地下水的性质及补给关系。

4、图像资料分析：

4.1 岩性划分：

岩性划分包括：岩性分层；确定分层界面位置；计算厚度和产状；划分出软弱泥化夹层，描述其产生形式、状态等。

4.2 统计各种地质信息特征：

统计岩性种类及分布状况；裂隙统计、分类、分组、分布、状况，计算产状，分析空间展布等；统计断层破碎带的数量、产生形式、泥化软化状况，分析相关因素；特殊信息、矿物等统计：如岩石中所含石膏、方解石、石英、钙质集合体等的分布、状态等统计；灌浆结石的分布、数量等统计。

4.3 确定地下水流速、流向，分析有关因素。

2.4 综合分析：

结合综合测井及各种试验资料综合分析，如分层界面的修正；分层物理力学参数确定；各种地质构造与参数特征；参数异常与地层结构关系等^[1]。

4.5 图件绘制综合解释：

钻孔综合测试分析图绘制及解释描述；钻孔电视图像与综合解释成果等。

5、井下电视在水文钻孔中的应用

随着国民经济的飞速发展和人民生活水平的不断提高，工业、农业和人们日常生活用水日益增多，水的缺乏是全球性的，水成为人们日常生活和工农生产不可缺少的资源。为

了合理的利用地下水、开采地下水，保护好现有的水井设施是一项有意义的工作。目前由于各水厂及各用水大户的自备井，农业灌溉的水井，井管存在老化、破损、肮脏的现象，迫切需要维护、保养、修复、清洗，利用井下电视技术能够准确、快捷、直观、清晰、真实地判断井壁异常情况部位。从经济效益方面分析，利用井下电视技术进行坏井的检测能降低成本，减小不必要的开支。就目前来讲成一口井，少则几万元，多则几十万元，对于干旱、少雨的地区水井的作用是相当的重要，其制约着国民经济和地方经济的发展，不言而喻。坏井的修井工作具有积极的作用。下面就井下电视在水文钻孔中几个应用实例给予介绍。

5.1 滤水管堵塞检测：

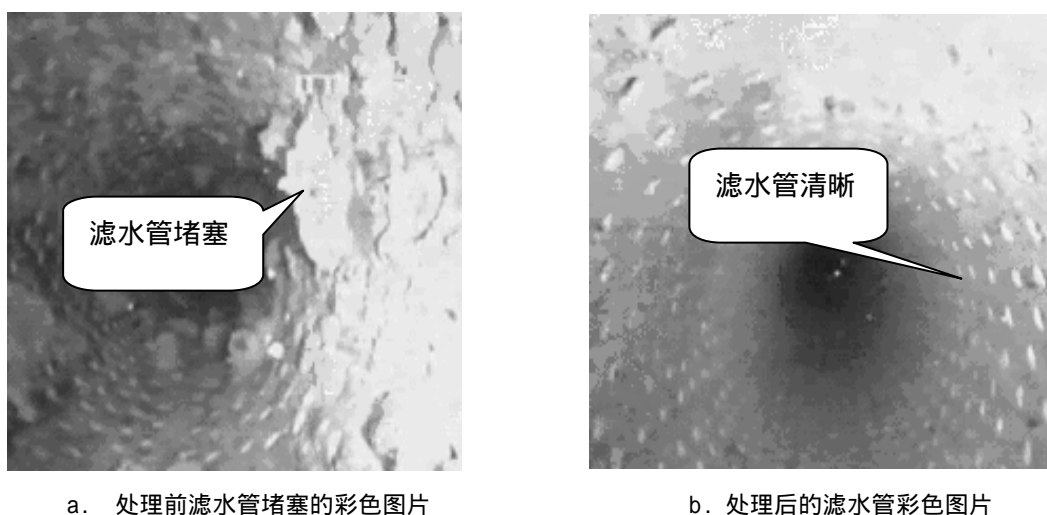


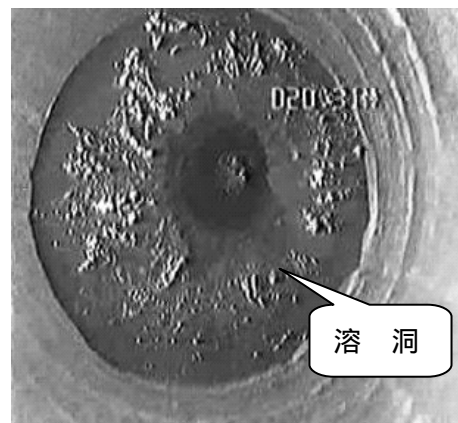
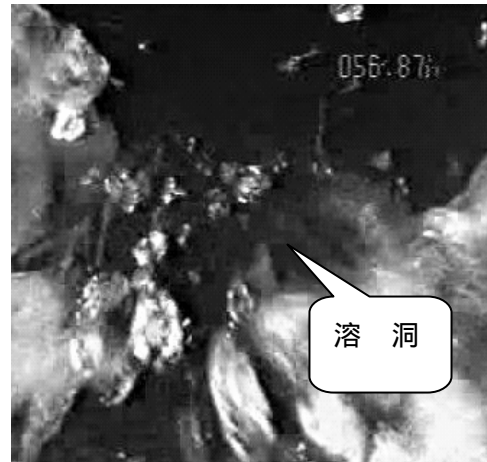
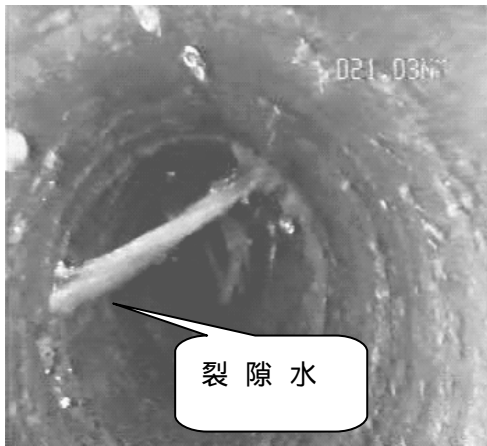
图2 滤水管处理前后状态

滤水管堵塞往往造成孔内水量减小，甚至成为干孔，给人民生活和生产用水造成极大的不便。因此，查清滤水管堵塞的位置及堵塞程度是解决该问题的关键，水文方法所采用自行研制的 ZKDS 2 型井下彩色电视仪在北京、保定、清苑、满城、蠡县、高阳、易县、定兴等地开展了滤水管堵塞检测，图 2 是保定某地井管堵塞处理前后检测结果图。图 2a 为滤水管堵塞的井下电视彩色图片，可见其堵塞严重，几乎看不见滤水孔。图 2b 为经过处理后的井下电视彩色图片，滤水管反映清晰、完整。可见井下电视在进行滤水管堵塞检测方面是非常有效的，具有十分直观的特点，对指导此类井的修复具有指导意义。

5.2 井管破损及岩溶发育检测：

井管破损是旧井经常出现的一种现象。其影响地下水的数量。岩溶发育程度影响着地下水的出水量。因此，井管破损及岩溶发育检测对旧井的修复和地下水资源的评价都具有重要的作用。这些年水文方法所利用井下电视在北京、山西、湖北、四川、重庆、新疆、

河北等地进行了井管破损情况的检测，在长江三峡库区进行了井壁破碎、岩溶发育的检测。图 3 是井壁破损和岩溶发育井下电视彩色图片，井下电视能够准确、快捷、直观、清晰、真实地判断井壁破损部位及溶洞发育情况。取得了较好的效果。



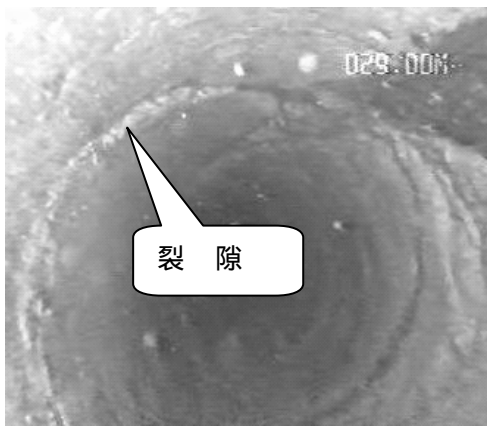
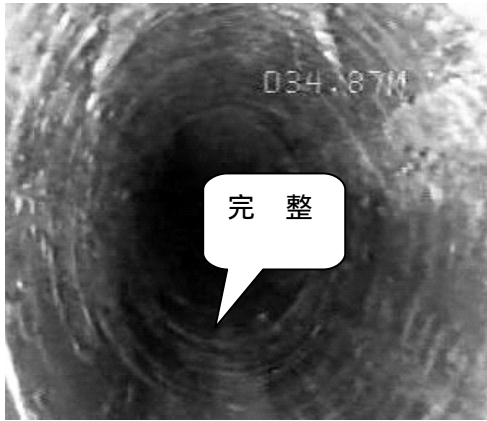


图3 井壁破损及岩溶发育井下电视彩图

6、结 束 语：

通过多年来对井下电视技术方法的研究和生产应用，其在水文钻孔中的作用越来越重要，随着科技不断发展，新的电子产品不断产生，仪器的轻便化、分辨率都将得到更进一步的提高。同时井下电视的应用范围也不断扩大，目前该系统不仅应用于水文钻孔中，在工程地质领域中也得到了广泛的应用，如水文方法所在长江三峡、北京十三陵蓄电站的茅孔以及秦皇岛地面塌陷等工作中得到应用，都取得了好的效果。

参 考 文 献

曹先玉，井下电视，《岩土工程试验监测手册》 辽宁科学技术出版社，1994年12月

