



Изображайте ЭТО...

Грэм Комбер
Менеджер по каротажным операциям,
Robertson Geo

Почему скважинные телевизионные системы стали выбирать как инструмент для геотехнических исследований и исследований минеральных ресурсов.

Robertson Geo является мировым лидером на рынке приборов каротажа для скважин малого диаметра собственной конструкции и собственными производственными мощностями и предлагает проверенные услуги по выполнению каротажных операций во всем мире. Расширение и созревание рынка скважинных телевизионных систем сопровождаются текущими разработками для сохранения спроса.

Скважинные телевизионные системы обеспечивают получение непрерывного, ориентированного изображения стенки скважины с высоким разрешением, и предлагают множество преимуществ для геологов и инженеров-геотехников. Эти данные содержат информацию о геологии, структуре, разломах, ориентации напряжений, а также являются шаблоном для ориентации кернов и обеспечивают контроль глубины в тех случаях, когда керн извлекается не полностью. В наш век информационных технологий объективные и точные данные, собранные на месте выполнения работ, передаются непосредственно из скважины в компьютер, где их можно хранить, обрабатывать, анализировать и распространять буквально одним нажатием кнопки.

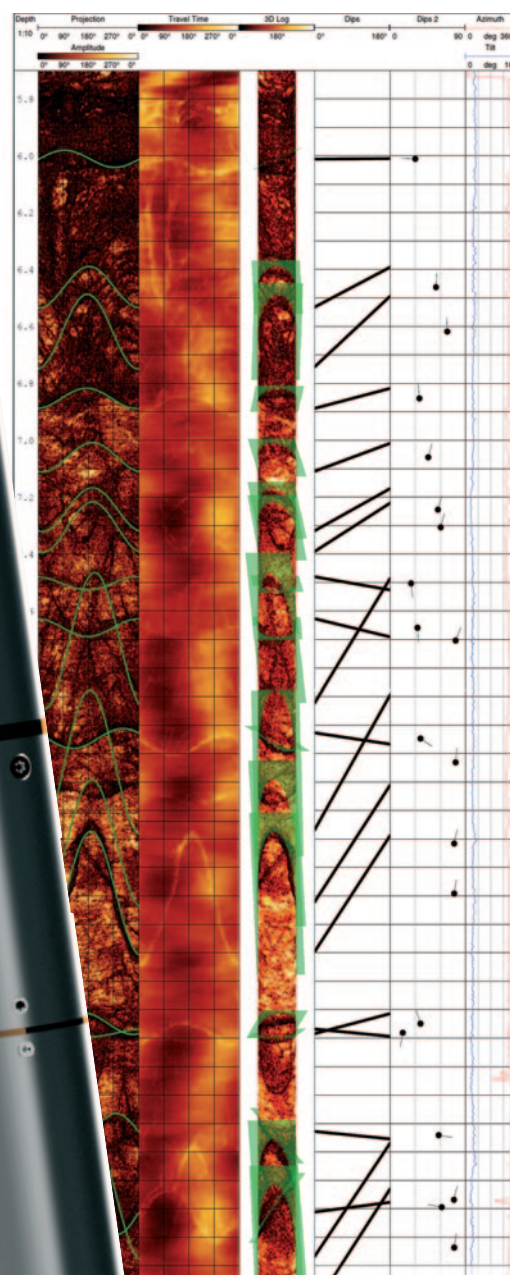


КАК РАБОТАЮТ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Акустическая телевизионная система выполняет геофизические исследования стенки скважины для определения твердости, измеряя амплитуду высокочастотного отраженного звукового импульса при очень высоком разрешении. Он предоставляет описание оболочки скважины, но не пласт за его пределами. Твердые породы отражают сигналы большой амплитуды, а мягкие породы и разломы - сигналы малой амплитуды. Отдельные измерения отраженной амплитуды производятся непрерывно вращающимся преобразователем или, чаще всего, в тонких инструментах, вращающимся звуковым зеркалом, расположенным на одной линии со стационарным преобразователем. Результатом является карта стенки скважины с индивидуальным разрешением около 2 мм в идеальных условиях. Левый край Акустической телевизионной системы высокого разрешения (HRAT) совпадает с магнитным севером. Разломы и плоскости напластования изображаются, как синусоидальные линии, где самая нижняя точка на линии представляет собой направление падения.

На примере справа, значения времени хода импульса (второй столбец слева) для каждого цикла отображаются таким же образом, как и амплитуды (левый столбец). Централизация инструмента важна для обеспечения одинакового времени хода импульса и интенсивности сигнала во всех направлениях. Разрешение уменьшается в скважинах большого диаметра и/или в буровом растворе, где распространение сигнала является проблемой. Поскольку акустическая телевизионная система обладает чувствительностью к твердости породы и может осуществлять измерение ориентации разломов и отверстий (не замеченных при бурении с помощью керна), он стал важным геотехническим инструментом, применяемым как в осадочных, так и в твердых породах. Ограничением акустических инструментов является то, что они функционируют только в заполненных жидкостью скважинах. Если необходимо получить данные из сухих скважин, следует использовать оптическую телевизионную систему высокого разрешения (Hi-OPTV). Она определяет цвет и оттенок отраженного света. Стенка скважины освещается кольцом диодов, установленных на инструменте, а отражения направляются на светочувствительный датчик через коническое зеркало. Разрешение является очень высоким, с размером пикселей менее 1 мм при диаметре скважины HQ.

Оптическая телевизионная система выполняет ориентированное фотографирование стенки скважины с высоким разрешением и без перспективы. Данная система не обеспечивает получение изображения в течение времени в пути, и качество каротажа зависит от чистоты скважинной жидкости, если она проходит ниже уровня грунтовых вод. В скважинах малого диаметра изображения, полученные с помощью оптической телевизионной системы, могут иметь настолько высокое качество и ценность, что перед каротажными операциями обычно требуется очистить стенку скважины и заменить загрязненную жидкость.



Зонд акустической телевизионной системы высокого разрешения (HRAT) с примером каротажных данных.

ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОВЕРЕННАЯ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Компания Robertson Geo предлагает оборудование телевизионной системы для скважин и услуги по выполнению каротажных операций по всему миру в самых суровых условиях. Телевизионная система продемонстрировала себя, как надежный и бесценный инструмент начиная с морских ветровых электростанций, на ледниках Антарктиды до подземных шахт и обычных областей применения для инженерно-геологических целей. Великобритания является мировым лидером в разработке морских ветровых электростанций. Литологическая информация является основой для проектирования фундаментов для массивных конструкций, которые являются опорой для турбин последнего поколения. При работе с подъемных платформ или с буровых судов технология, устойчивая к морским условиям, позволяет включить телевизионные системы в арсенал инструментов, доступных инженерам-геологам, собирающим данные по скважинам для использования в процессе проектирования. Акустические телевизионные системы были развернуты на море на ветровой электростанции Dudgeon (Великобритания) и в северо-западной части Франции. Другие виды применения на море включают в себя исследования вблизи береговой зоны (и на суше) для атомных электростанций в Уилфа и Сайзуэлл В.

Акустическая телевизионная система широко используется при разведке полезных ископаемых во всем мире, совсем недавно - в подземном золотодобывающем месторождении для Дальбраниан в Северной Ирландии, где уточнение контура подземных систем разлома имело решающее значение для проекта.

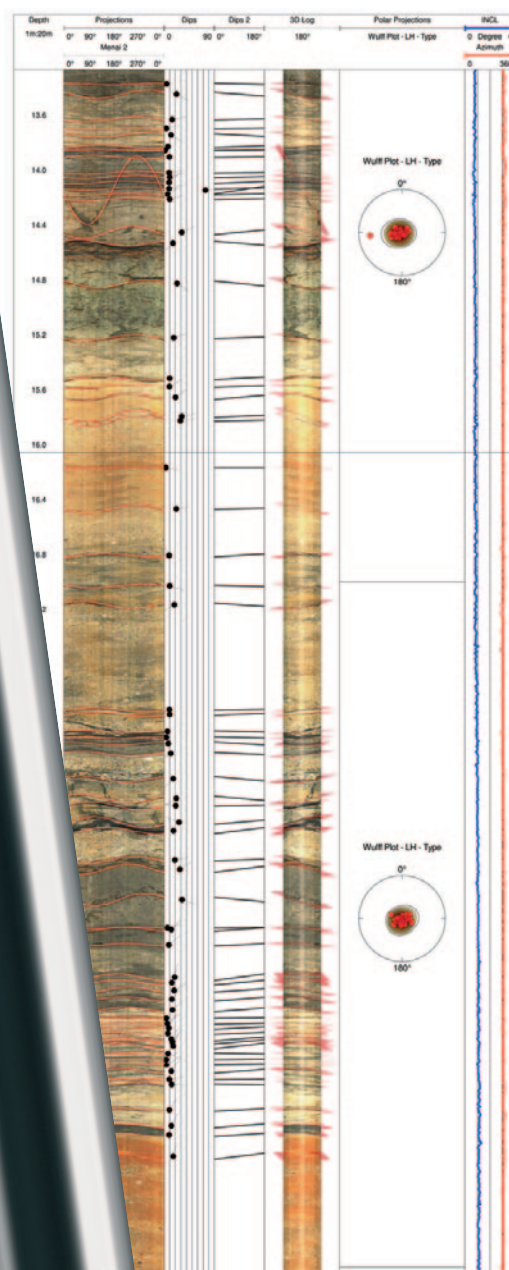
Телевизионные системы регулярно внедряют на многих из крупнейших инфраструктурных проектов Великобритании, включая Canary Wharf, HS2, Queensferry Crossing и Lower Thames Crossing в дополнение ко многим другим проектам линейных объектов инфраструктуры.

Тем не менее, простота внедрения и рентабельность технологии означают доступность даже для самых маленьких проектов. Телевизионные системы широко применяются во всем мире для инженерно-геологических целей, таких как устойчивость склона.

В рамках сезонного проекта в Антарктике на ледниках использовали портативные системы с оптическими телевизионными системами для просмотра ледяных прослоек в скважинах, пробуренных с помощью горячей воды, в научно-исследовательских целях.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ

Условия бурения играют большую роль в обеспечении качества изображения, и именно в данном случае следует задействовать персонал буровой. Скважины, пробуренные роторным способом, всегда обеспечивают лучшее качество изображения (меньшая степень неровности стенок скважин). Телевизионные системы могут обеспечивать хорошие изображения в скважинах от 60 мм до 300 мм с оптимальным диапазоном от 75 мм до 150 мм.



Зонд оптической телевизионной системы высокого разрешения (Hi-OPTV) с примером каротажных данных.

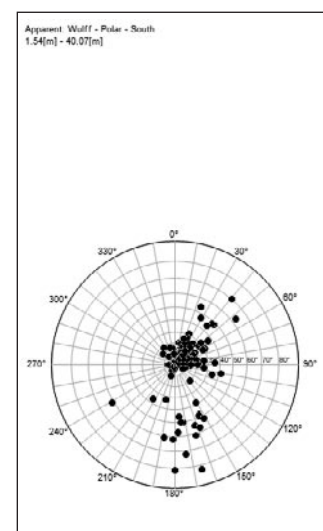
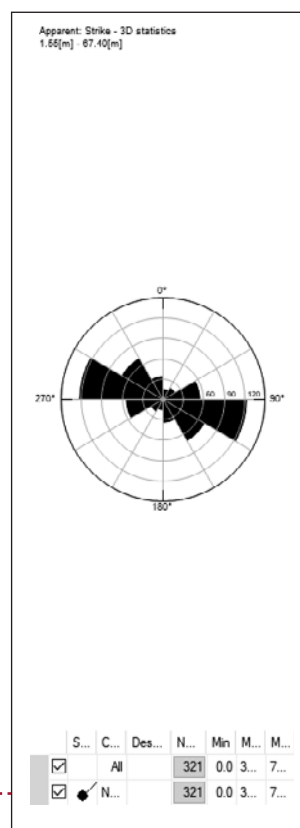
Важно, чтобы скважина была подготовлена для обеспечения наилучших условий для применения выбранной методики. Это может означать, где это возможно, промывку и очистку скважины для применения оптической телевизионной системы. В зависимости от породы, может потребоваться определенный период времени для осаждения примесей, присутствующие в жидкости. Этот период времени может составлять от нуля - для твердых пород до нескольких дней - для более мягких пород и слоев рыхлых отложений. Акустическая телевизионная система полностью зависит от жидконаполненной скважины, но является вполне устойчивой к условиям скважин с буровым раствором.

В тех случаях, когда устойчивость ствола скважины является проблемой, каротажные операции часто разделяются на отдельные прогоны, при этом буровая колонна извлекается поэтапно. Для сведения к минимуму возможной потери данных требуется тесное взаимодействие с бурильщиками, геологами и инженерно-геологическим персоналом для подтверждения местонахождения подозрительных слоев (например, гравийных оснований). Затем можно разработать план фотосъемки, в соответствии с которым буровая колонна может удаляться поэтапно, чтобы получить необсаженную часть скважины, обеспечивая при этом защиту проблемных зон. Во всех случаях, когда это возможно, следует предусмотреть схему, когда каротажные операции накладываются друг на друга для обеспечения постоянной глубины скважины.

Использование этого метода поэтапного каротажа требует, чтобы телевизионная система могла пройти через буровую колонну и буровую головку в необсаженную часть ствола скважины. Поскольку телевизионная система должна быть установлена по центру с использованием центраторов, это сопряжено с трудностями, поскольку установка по центру должна быть достаточно свободной, чтобы обеспечить прохождение центраторов через буровую головку меньшего диаметра и при этом обеспечивать установку по центру в необсаженной скважине большего диаметра. Размеры буровой головки с относительно большим внутренним диаметром по сравнению с диаметром скважины (например, Geobor S) сводят к минимуму проблему установки по центру.

ОПЕРАТИВНЫЕ ДАННЫЕ

В дополнение к данным изображения, проверяемым в режиме реального времени по мере выполнения каротажных операций, после завершения каротажа, если требуются оперативные результаты, изображение можно рассматривать подробно. Это может быть полезным для бурильщиков при просмотре каротажных диаграмм, так как это обеспечивает бесценную обратную связь для них, и изображение часто подтверждает «предчувствие» в отношении условий скважины, которое у них было во время бурения. Быстрый обмен изображениями на месторождении в настоящее время является общим требованием для инженерно-геологического персонала и геологов, которые должны принимать решения о глубине для проведения дальнейших испытаний, создания временных/постоянных систем мониторинга и возможного внесения изменений в программу бурения.



Примеры сетки Вульфа (вверху) и розы-диаграммы (слева).

ОБРАБОТКА

Все данные, полученные с помощью телевизионной системы, являются полностью ориентированными, как правило, относительно магнитного севера. Наклон и азимут скважины всегда записываются с коррекцией глубины для получения истинной вертикальной глубины и с обеспечением автоматической коррекции для разграничения объектов.

Обработка данных акустических и оптических изображений обычно выполняется таким же образом. Пустая каротажная диаграмма помещается над изображением и заполняется вручную выбранными ориентациями; синусоиды размещают над выбранными объектами. После сбора и классификации геологом данных (о разломах, сдвигах, слое осадочных пород, прожилках и т.д.), структурная каротажная диаграмма ориентируется относительно горизонтальной плоскости и истинного севера и отображается в виде векторной диаграммы наклонотрии. Падения объектов также могут отображаться под разными углами обзора, а данные могут быть сведены в различные столбчатые диаграммы и сетки Вульфа и розы-диаграммы в соответствии с выбранными диапазонами глубины и распределены на группы в зависимости от углов падения или азимута.

Акустическая телевизионная система может также создать диаграмму кавернообразования из-за излишнего горизонтального давления на основании данных по времени прохождения, на которой будут показаны каверны внутри скважины. Это может быть особенно полезно для расчета объемов цементного раствора для скважин, подлежащих обсадке.