

团体标准

T/CHES XXXXX-XXXX

水利水电工程钻孔可视化探测技术规程

(Technical specification for visual detection of drilling holes for
water resources and hydropower projects)

(征求意见稿)

发布日期：XXXX年XX月XX日

中国水利学会 发布

前 言

按照中国水利学会团体标准编制工作安排，依据 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求，编写本标准。

本标准共分7章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、可视化探测钻孔、钻孔影像采集、影像处理与解译、成果报告编制。

本规程批准部门：中国水利学会

本规程主持机构：

本规程解释单位：

本规程主编单位：长江三峡勘测研究院有限公司（武汉）

本规程参编单位：长江勘测规划设计研究有限责任公司

新疆兵团勘测设计院（集团）有限责任公司

本规程出版、发行单位：

本规程主要起草人：李会中 向家波 谢实宇 袁宜勋 李汉桥

孙冠军 张敬东 何铁汉 肖云华 李红星

王传宝 鹿明轩 陈德乾 郝才成

目 录

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	基本规定.....	3
4	可视化探测钻孔.....	4
4.1	一般规定.....	4
4.2	覆盖层可视化探测钻孔.....	4
4.3	基岩可视化探测钻孔.....	5
5	钻孔影像采集.....	7
5.1	一般规定.....	7
5.2	仪器设备.....	7
5.3	准备工作.....	8
5.4	钻孔影像采集分段方式.....	9
5.5	钻探现场配合工作要求.....	9
5.6	图像采集.....	9
5.7	视频采集.....	10
6	影像处理与解译.....	12
6.1	一般规定.....	12
6.2	图像编辑与解译.....	12
6.3	视频处理与解译.....	12
7	成果报告编制.....	14
	附录 A 洗孔压水时间及等待时间.....	15
	附录 B 透明套管基本要求.....	16
	本规程用词说明.....	23
	条文说明.....	24

1 总 则

1.0.1 为了规范水利水电工程钻孔可视化探测工作，明确工作内容、方法与技术要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水利水电工程钻孔可视化探测工作。

1.0.3 本规程引用的主要标准有：

GB/T9151 钻探工程名词术语

GB50487 水利水电工程地质勘察规范

CECS 240 工程地质钻探标准

SL291 水利水电工程钻探规程

SL326 水利水电工程物探规程

1.0.4 水利水电工程钻孔可视化探测工作除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关技术标准的规定。

2 术 语

2.0.1 钻孔 drill hole

在地质勘察工作中，利用钻探设备向地下钻成的直径较小、深度较大的柱状圆孔，分为一般钻孔（铅直孔）；特殊钻孔（倾斜孔、水平孔）。

2.0.2 钻孔可视化探测技术 visual detection technique

采取适宜的钻进、洗孔工艺，利用适当的护壁方法，通过人工智能光学摄像系统，采集各类钻孔孔内视频、孔壁影像，获取直观地质信息的技术。

2.0.3 可视化探测钻孔 visual detection borehole

应用可视化探测技术实施影像采集的钻孔。

2.0.4 洗孔 wash the borehole

为了配合钻孔可视化探测，采用适当方法，清洁孔壁及净化孔内浑水的作业过程。

2.0.5 钻孔影像采集 borehole image acquisition

利用钻孔智能成像仪器采集影像信息（包括图像信息和视频信息）的过程。

3 基本规定

3.0.1 钻孔可视化探测可用于各类地质体组成与结构、地下水活动的勘察，也可用于混凝土、土石体灌浆等工程质量检测与不良地质体、工程结构变形等的动态监测。

3.0.2 可视化探测钻孔应符合下列规定：

- 1 钻孔结构、孔径满足影像采集仪器要求。
- 2 孔壁稳定、清洁。
- 3 孔内有地下水时应清澈，无悬浮物。

3.0.3 钻孔可视化探测仪器应符合下列规定：

- 1 仪器设备选择应满足探测目的要求。
- 2 仪器设备性能稳定、构件牢固可靠，防潮、防水、防震和绝缘性能良好。
- 3 探测仪器应定期保养校验，影像采集前应进行检查调试。

3.0.4 钻孔可视化采集数据应真实、准确、完整，数据处理与解译应及时，成果报告编制应规范。

4 可视化探测钻孔

4.1 一般规定

1 将可视化探测钻孔按钻孔岩性的结构差异分为覆盖层可视化探测钻孔、基岩可视化探测钻孔两大类。

2 覆盖层可视化探测钻孔的孔壁一般稳定性差，钻进过程中应采取适宜的护壁措施，在开始影像采集工作前，宜采用特殊护壁方法保持孔壁稳定，然后实施洗孔工序，再进行钻孔影像采集。

3 基岩可视化探测钻孔的孔壁一般较稳定，在实施洗孔工序后，可直接进行钻孔影像采集；局部孔壁不稳定孔段，宜参照覆盖层可视化探测钻孔相关要求。

4.2 覆盖层可视化探测钻孔

4.2.1 覆盖层可视化探测钻孔工序应符合下列规定：

1 采用适宜的钻进工艺、冲洗液及护壁方法钻孔。

2 选择配置满足可视化探测的透明套管或其他护壁方式，透明套管的选择配置和加工使用宜符合附录 B 的要求。

3 选择合适的方法洗孔。

4 配合钻孔影像采集工作。

4.2.2 覆盖层可视化探测钻孔钻进工艺应符合下列规定：

1 钻孔结构应根据护壁钢套管及透明套管的口径级配、摄像探头的直径综合确定。

2 钻进方法应根据覆盖层的成因类型、特殊组成与结构特征确定，宜优先采用各类金刚石钻进工艺。

3 采用硬质合金钻进时钻孔技术参数应根据岩性、孔径和钻头结构等因素综合确定，宜选择适中钻压、中泵量及中泵压、稍低转速的操作参数组合。采用金刚石钻进时钻孔技术参数应根据岩性、孔径、钻头结构、胎体性能和金刚石质量与粒度等因素综合确定，宜选择中高钻压、中泵量及中泵压、适中转速的操作参数组合。

4.2.3 覆盖层可视化探测钻孔冲洗液及护壁方法选择宜符合下列规定：

1 可视化探测钻孔覆盖层孔段宜选择清水作为冲洗液。

2 覆盖层可视化探测钻孔宜优先选择采用分级下入钢套管的护壁方法。

3 结构松散易漏失地层，若采用泥浆冲洗液，应选择易于洗孔的低固相或无固相类泥浆，并尽量

快速通过此孔段，再采取下透明套管及相对应的洗孔措施。

4 覆盖层孔段使用金刚石钻具，若需配合采用植物胶冲洗液，应对植物胶液进行防腐烂变质处理，并尽量快速通过此孔段，再采取下透明套管及相对应的洗孔措施。

5 覆盖层可视化探测钻孔不宜选择化学浆液、惰性材料作为护壁方法。

4.2.4 覆盖层可视化探测钻孔洗孔作业应符合下列规定：

1 应下入钻杆柱至洗孔孔段底部，采用水泵压水正循环路径冲洗孔壁的洗孔方法。

2 采用清水冲洗液钻进且未下入钢套管护壁孔段的洗孔作业，应先在拟实施影像采集孔段下入与孔径相匹配规格的透明套管，再进行压水洗孔操作。

3 采用泥浆类护壁方法钻进且未下入钢套管护壁孔段的洗孔作业，宜先进行旋扫孔壁及换浆，然后下入与孔径相匹配规格的透明套管柱，再进行压水洗孔操作。

4 采用清水冲洗液钻进且下入钢套管护壁孔段的洗孔作业，应先在钢套管内下入与其相匹配规格的透明套管柱，然后分次上提钢套管至露出拟实施影像采集孔段透明套管，再进行压水洗孔操作。

5 采用泥浆类护壁方法钻进且下入钢套管护壁孔段的洗孔作业，应先连接钢套管采用正循环法断续式压水洗孔，然后在钢套管内下入与其规格相匹配的透明套管柱，分次上提钢套管至露出拟实施影像采集孔段透明套管，再次进行压水洗孔操作。

6 具备足够的技术及设备和适宜的孔内条件时，宜采用或增加抽水洗孔、风水混合洗孔等其他洗孔方法及技术措施。

7 根据钻孔综合条件和不同孔段具体状况，可选择单独使用一种或分段采用不同的洗孔方法，在必要时可作压水参数调整然后进行重复洗孔操作；特殊需要时可将不同洗孔方法交叉使用或配合使用。

8 洗孔作业结束后应注意做好孔口保护，防止污水流进或异物落入。

4.3 基岩可视化探测钻孔

4.3.1 基岩可视化探测钻孔工序应符合下列规定：

- 1 采用金刚石钻进工艺钻孔。
- 2 选择合适的冲洗液及护壁方法。
- 3 选择合适的方法洗孔。
- 4 配合钻孔影像采集。

4.3.2 基岩可视化探测钻孔钻进工艺应符合下列规定：

- 1 钻孔结构应根据钻具口径、摄像探头外径综合确定。

2 钻孔宜选择金刚石钻具钻进。破碎基岩宜选择金刚石双管或半合管钻具钻进；特坚硬及打滑地层宜选择金刚石冲击回转钻进；深孔宜选择金刚石绳索钻具钻进。

3 钻进参数应根据岩性、孔径、钻头结构和金刚石粒度、品质、数量等因素综合确定，宜选择适中钻压、较高泵量及高泵压、高转速的操作参数组合。

4.3.3 基岩可视化探测钻孔冲洗液及护壁方法选择应符合下列规定：

1 冲洗液选择应根据地质条件综合确定，一般情况宜采用清水作为冲洗液，不宜选择泥浆类冲洗液作为护壁方法。特别岩层钻进需要时可选择乳化液类冲洗液。

2 松散破碎基岩钻孔需采取护壁措施时宜选择透明套管护壁方法。

4.3.4 基岩可视化探测钻孔洗孔作业应符合下列规定：

1 应下入钻杆柱至孔段底部，采用水泵压水正循环路径冲洗孔壁。

2 采用清水冲洗液钻进的不返水钻孔，宜采用中高泵压、大泵量连续压水洗孔法，洗孔过程应达到孔口返水无杂质（达到送入孔内水的清洁程度），并需再继续压水一段时间，返水无杂质后继续压水时间选择宜符合附录 A 的要求。采用清水冲洗液钻进的不返水钻孔，宜采用大泵压、大泵量断续压水洗孔法，采取压水—停水—压水的多次循环操作方式，洗孔过程的压水及停水时间选择宜符合附录 A 的要求。

3 采用乳化液冲洗液钻进的基岩孔段，应在钻杆柱底部连接扫刷孔壁高压喷射式洗孔器，采取大泵压大泵量参数，从钻孔底部由下至上分段实施洗孔，同时以缓慢速度边旋转边上提钻杆柱。

4 应尽量选择使用清洁水进行洗孔作业。

5 使用含泥砂及浑浊水质的沉积水、沟塘水、江河水进行洗孔作业时，宜在压水洗孔后，采取倒入溶解好的净水剂溶液对钻孔内存留水进行净化沉淀的处理方法，净水处理过程的等待净化沉淀时间可参照附录 A 表 A.0.2。具备条件时，可采取在足够容积的蓄水物内对浑浊水加入性能适宜的净水剂，进行提前水质净化沉淀处理，洗孔后，接着用净化好的清水将孔内的全部存留水进行水质置换的方法，水质置换后的等待沉淀时间可参照附录 A 表 A.0.2。

6 孔壁风化破碎不稳定的基岩孔段，宜先在孔内下入适宜规格的透明套管护壁，然后再进行后续洗孔作业。

7 洗孔作业结束后应做好孔口保护，防止污水流进或异物落入。

5 钻孔影像采集

5.1 一般规定

- 5.1.1 钻孔影像采集分为一般钻孔、特殊钻孔影像采集。
- 5.1.2 钻孔影像采集仪器设备和采集内容应根据探测目的和技术要求确定。
- 5.1.3 影像采集探头直径应根据钻孔孔径和孔壁稳定性来选择，探头直径宜为孔径的 $3/5$ 至 $4/5$ ，不宜小于孔径的 $1/3$ 。
- 5.1.4 一般钻孔影像采集宜自上而下进行，采集探头应保持匀速下放，图像采集的下放速度不宜大于 $2\text{m}/\text{min}$ 、视频采集速度不宜大于 $0.5\text{m}/\text{min}$ ；探头不能自动下滑的特殊钻孔，应借助推杆或其他辅助推进设备将探头缓慢、匀速向孔内推进。
- 5.1.5 开始进行影像采集前应对设备的工作状态进行全面检查，影像采集过程应实时观察孔壁情况和影像效果。
- 5.1.6 钻孔影像资料处理解译前应对现场记录和采集的原始数据进行检查和评价，检查工作量应不小于总采集工作量的 5% ，在保质保量完成影像采集并回放影像确认无误后方可结束影像采集工作。

5.2 仪器设备

- 5.2.1 仪器设备主要参数和功能应符合下列要求：
- 1 地面仪器设备工作环境温度范围应为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。
 - 2 仪器应具实时动静态图像显示功能，并应有编辑、三维岩心制作、参数分析计算功能。
 - 3 仪器应具备随探头下放或上提时实时同步录像及孔深、方位等参数同步显示功能。
 - 4 井下设备应具有耐压、抗震、防水功能，防水耐压值不应低于 3MPa 。
 - 5 摄像机分辨率不应低于 500 万像素，彩色低照度应达到 0.11lux ，视频采样速率不应小于 20 帧/s。
 - 6 井下电缆拉断力不宜小于 2000N ；井下光源应配备良好。
 - 7 垂直孔探管应内置罗盘，水平孔与倾斜孔探管宜内置三维传感器，顶角测量允许偏差应为 $\pm 0.2^{\circ}$ ，方位角测量允许偏差应小于 5.0° 。
- 5.2.2 深度计数应符合下列要求：
- 1 深度计数装置允许偏差应小于 2% 。
 - 2 图像显示深度与电缆标记的深度相对误差宜小于 1% 。
 - 3 新电缆宜先在深孔中悬挂相当于井中探头重量的重物上下升降至少 5 次，待电缆伸长稳定后

再进行标记，且每半年宜对电缆标记进行检查、校准。

5.2.3 仪器设备使用与维护应符合下列要求：

- 1 仪器设备应按说明书规定进行操作、维护和保养。
- 2 仪器设备应储放在清洁、干燥、无尘、阴凉、通风、无强电磁辐射的库房内，对长期不使用的仪器应定期开机检查。
- 3 仪器设备在特殊环境下应做好防潮、保温等防护。
- 4 使用的仪器应在检查合格的有效期内，现场工作前应对仪器及设备一致性等进行检查；
- 5 仪器出现故障应及时维修，修复后应进行检查和验收，并记录处理过程。
- 6 外业工作结束后，入库前应检查仪器的工作状态。

5.3 准备工作

5.3.1 资料收集与现场勘查应符合下列要求：

- 1 应收集和分析工作区有关地质、钻探、物探及其他技术资料。
- 2 现场勘查宜了解工作区地形、地貌、地质、交通及工作条件，核对已收集地质、钻探、物探及测绘资料等。

5.3.2 应根据具体工作内容、工期、及技术要求，编制钻孔影像采集作业大纲或计划。

5.3.3 钻孔影像采集开始前应记录工程名称、孔号、孔深、孔径、工作日期等内容，对于水上孔还应记录采集时套管口至河床地面高差，以便计算钻孔影像采集起点深度。

5.3.4 防卡探头措施应符合下列规定：

1 影像采集前，影像采集人员应向钻探人员询问并记录钻探感觉、掉块部位、钻进过程中是否发生过孔内事故以及事故处理方法等，并查看岩心，记录孔径、岩性变化部位及岩体完整性等。以提前作好影像采集分段及安全预案。

2 当孔壁岩体完整性较差时，应在探头上部安装沉淀管，降低探头被卡风险；预测影像采集探头被卡风险极高时，应及时与技术主管沟通，制定应对措施。

3 为防止孔壁掉块、探头被卡，图像采集前应采用探孔器进行探孔，探孔器外径应略大于工作探头且重量宜略轻于所用探头。

5.3.5 仪器设备的调试应符合下列要求：

1 钻孔影像采集前应仔细检查仪器设备深度计数器、电子罗盘、电池电压、灯光调节等设备是否运行正常，并应确认各项功能及相关参数设置无误。

- 2 应根据孔径安装探头扶正器，使探头在孔内尽可能居中。
- 3 三脚架应架设在钻孔正上方并固定牢靠，调整三脚架使探头在孔口居中。
- 4 电缆绞车应固定牢固，防止采集过程中绞车在电缆、探头拉力作用下向前移动。
- 5 对于手动调焦仪器，影像采集前应将探头放入孔内，调整摄像头焦距，使图像显示清晰。

5.4 钻孔影像采集分段方式

- 5.4.1 基岩可视化探测钻孔的分段方式,宜采取从上至下连续采集方式,孔壁不稳定孔段,宜先实施影像采集,再进行护壁。
- 5.4.2 覆盖层可视化探测钻孔的分段方式应符合下列要求:
 - 1 覆盖层可视化探测钻孔应根据覆盖层厚度、岩土性状、钻进方法、冲洗液种类、护壁形式、洗孔方法等情况分析确定。
 - 2 采取随钻进回次由上至下实施的分段方式时,每次宜以 1.5~2m 作为分段长度。
 - 3 采取由下至上实施的分段方式时,在覆盖层较松散时宜以 2~3m 作为分段长度;在覆盖层较密实的时宜以 4~8m 作为分段长度。
 - 4 重要层位或关键地质结构孔段需实施影像采集工作,可根据目标孔段采取单独实施的分段方式。

5.5 钻探现场配合工作要求

- 5.5.1 现场准备工作宜包括下列内容:
 - 1 做好与影像采集人员的信息沟通,通报施钻过程中的有关信息,提供孔深、孔径和洗孔等有关情况。
 - 2 保证钻孔清洗干净,并在终孔前一定时间内通知影像采集人员进场。
 - 3 提供适宜的工作场地和必要设备。
- 5.5.2 影像采集期间现场配合工作宜包括下列内容:
 - 1 需要时配合或辅助孔内影像采集工作。
 - 2 出现孔内水质清晰度达不到要求时,应重新洗孔或更换其它适宜的洗孔方法。
 - 3 当局部孔段岩体破碎,无法保证井下探头安全时,在条件和技术要求允许的情况下,宜下套管对破碎孔段进行护壁。
 - 4 若发生孔内掉块现象井下探头无法下放时,应配合采用合适的钻具进行通(扫)孔作业。
 - 5 若出现孔内卡阻使井下探头无法上提时,不可强行提升操作,应分析卡阻原因和程度,配合影

像采集人员采取应对处理措施。

5.6 图像采集

5.6.1 一般钻孔图像采集应符合下列要求：

1 采集开始前应确认井下探头所处位置，并在仪器上设置孔号、孔深、孔径、深度系数、工作区磁偏角等参数；

2 采集数据前应调整环形图像采集窗口，避免采集图像畸变；

3 采集过程中应根据岩性及孔径变化适当调整灯光强度及摄像头焦距，使采集图像保持清晰；

4 采集过程中应实时观察孔壁和探头移动情况，如探头在某处遇阻，应立即终止采集，分析处理后继续完成采集。

5 破碎岩体、覆盖层等部位的图像采集，可采用分段多次采集、局部采集或在孔内放置透明套管后再进行图像采集。

6 采集停止前，应预览已保存图像文件，确认无误后结束采集。

7 采集图像模糊或存在其他技术问题，应分析原因，再重新采集。

5.6.2 特殊钻孔图像采集应选择具斜孔结构面定向功能的采集设备，并符合下列要求：

1 下斜孔

1) 向下倾斜钻孔采集时如探头能自行下滑，其采集方法可与一般钻孔相同。

2) 对于钻孔倾斜角度大或因岩体破碎探头无法自行下滑时，应使用辅助推进设备，推动探头匀速移动进行图像采集。

3) 在孔口安装好深度计数器，采集过程中应保持电缆与计数器滑轮紧密接触，防止相对滑动导致计数不准。

2 仰孔

1) 仰孔采集时应借助外力杆将探头匀速推进孔内进行数据采集。

2) 推进杆后方禁止站人，操作人员应站立在钻孔两侧。

3) 采集过程应注意推进设备所受阻力大小，判断探头推进是否正常，当探头被碎块石卡住时，应进行清孔，然后继续完成图像采集工作。

3 水平孔

进行水平孔图像采集时，方法与仰孔采集相似，探头应安装能帮助其滑动的扶正器，使探头移动灵活。

5.7 视频采集

5.7.1 示踪材料选择、投放应符合下列规定：

- 1 示踪材料应选择有色、无毒、可溶的试剂或其他悬移质示踪物。
- 2 示踪材料比重应与水接近。
- 3 示踪物的投放应便于观察地下水流动。

5.7.2 地下水活动视频采集孔段应为透水结构，基岩段宜裸孔采集，覆盖层段可在花管内采集。

5.7.3 视频采集宜包括下列内容：

- 1 单孔内示踪剂消散速率、消散方向、位置。
- 2 邻孔示踪剂在本孔中出现的位置、出现的时间、消散速度与方向。
- 3 特殊地质体的物质组成、结构、规模等。

5.7.4 视频采集花管制作应符合下列要求：

- 1 花管直径应比造孔护壁套管略小。
- 2 花管可用铁管或满足强度要求的非金属管制作。

5.7.5 视频观测应符合下列要求：

- 1 地下水活动观察时，示踪剂投放后应立即进行地下水活动观测与录像视频采集。
- 2 地下水活动观测时，在目标段应缓慢（小于 5mm/s）下放探头，以减少下放探头对地下水的扰动。
- 3 重点孔段宜间隔 0.3m 静止探头观察一次，时间不宜少于 30s。
- 4 当观测到明显地下水活动迹象时，应在进出水点位置上下移动一定距离仔细观看，根据示踪物的移动，判断地下水的流动方向及速度。

6 影像处理与解译

6.1 一般规定

- 6.1.1 影像处理应包括影像编辑及对图像亮度、颜色、畸变等异常的处理。
- 6.1.2 影像解译应结合探测对象其他相关资料,对所采集影像仔细观察、综合分析和系统解译,确定探测对象的分布位置、规模及性状等,并以表格、图示或视频形式定性、定量展示解译成果。
- 6.1.3 影像处理与解译应内外业同步,现场应及时对采集影像进行初步处理和解译。

6.2 图像处理与解译

6.2.1 图像处理应符合下列要求:

- 1 钻孔孔壁全景图像应明确展开方位。
- 2 同一钻孔分段采集时,图像应根据孔深依次进行拼接,形成完整连续的孔壁图像。
- 3 图像局部亮度不均、颜色失真、畸变明显时,应进行相应处理。
- 4 钻孔孔壁图像应按一定长度分段,每段长度宜为 2m~5m。
- 5 特殊钻孔计算产状时应利用井斜测量资料进行三维空间校正。

6.2.2 图像解译应符合下列要求:

1 基岩图像解译应包括下列内容:

- 1) 基岩岩性、产状、颜色、层厚、分布位置、风化及卸荷程度等。
- 2) 层面、断层、软弱层带、裂隙等结构面的分布位置、产状、厚度、性状。
- 3) 喀斯特洞穴的分布位置、高程、大小、形态及充填情况。
- 4) 应对采集孔段的地质现象进行分类统计,宜对地质断层、裂隙、软弱层带、喀斯特洞穴等的发育情况列表统计。

- 5) 应对裂隙、断层进行线密度统计,并绘制玫瑰花图。

2 覆盖层图像解译应包括下列内容:

1) 碎石土层图像解译应描述颗粒原岩成份、磨圆度和大小等,估算粒径占比,并判别土体密实度。

- 2) 滑带土图像解译应描述滑带物质组成、颜色、厚度、产状、性状等特征。

3) 混凝土浇筑质量检测成果应描述混凝土骨料级配、胶结程度、气孔大小及深度、钢筋直径、裂缝宽度及延伸长度、骨料有无离析等。

- 4) 灌浆效果检测成果应描述灌浆后裂隙、破碎带和孔洞等的浆材充填情况等。

5 混凝土、危岩体裂缝等探测成果应记录成像时间，描述裂缝的分布位置、宽度、产状、形态，宽度数据应精确至 mm 级。

6.2.3 图像解译成果应包括探测对象的特征表格、典型现象的编辑图片等文件。

6.3 视频处理与解译

6.3.1 视频处理应符合下列要求：

- 1 对原始视频应进行片头编辑，剪除无效视频段。
- 2 视频的片头编辑内容应包括工程名称、钻孔位置、钻孔编号、影像起始和终止孔深、摄像日期和责任人。

6.3.2 视频解译应符合下列要求：

- 1 地下水渗流视频解译应描述地下水渗流位置、流向、流速等。
 - 2 喀斯特洞穴视频解译应描述洞穴顶、底板高程、洞内水位、充填物组成及厚度等。
 - 3 地下暗河视频解译应描述地下暗河位置、规模、沉积物特征、暗河流向、水深、流速等。
 - 4 特殊地质体的视频解译应描述其分布位置、规模、物质组成及结构。
- 6.3.3 视频处理与解译成果应包括探测对象的特征表格、典型现象的编辑视频等文件。

7 成果报告编制

7.0.1 钻孔可视化探测工作完成后应编写成果报告。成果报告应目的明确、内容全面、层次清晰、表述准确、分析合理、依据充分、数据真实、图表齐全、结论正确。

7.0.2 钻孔可视化探测成果作为单项任务时,应编写单项物探成果报告,当作为物探项目的一部分时,宜作为物探成果的一个章节进行编写。

7.0.3 成果报告内容宜包括概述、地质简况、采集方法与技术、影像解译与成果分析、结论与建议等章节。并宜包括下列内容:

1 概述宜包括工程概况、任务由来及目的、工作依据、工作布置、质量控制、工作进展(任务解决的程度)、完成工作量等。

2 地质简况宜包括与钻孔可视化探测影像采集工作有关的地形地貌、地层岩性及地质构造等地质条件。

3 采集方法与技术宜包括方法原理简述、现场试验情况、工作布置、使用仪器设备、仪器性能及仪器参数选取、技术措施等。

4 影像解译与成果分析宜包括原始资料的评价、影像处理与解译方法、解译、数据统计、成果分析。

5 结论与建议宜包括钻孔可视化探测成果结论、与其它探测方法及前期探测成果的验证对比情况、工作中尚未解决的问题及需要补充验证的工作建议和资料使用注意事项等。

6 报告的插图可包括方法原理图、典型现象的三维截图、视频采集截图等;插表可包括工作量表、仪器技术参数、解译成果表、数据统计表等。

7 报告附图宜包括孔壁图像解译成果图。

附录 A 洗孔压水时间及等待时间

A.0.1 连续压水洗孔法继续压水时间、断续压水洗孔法压水与停水时间宜符合表 A.0.1 的要求。

表 A.0.1 洗孔过程继续压水时间、压水与停水时间

洗孔情况		钻孔基本情况			钻孔洗孔深度 (m)					
洗孔方式	时间 (min)	返水情况	冲洗液	地层情况	<50	50~100	100~150	150~200	200~300	>300
连续压水洗孔法	洗孔返水清洁后再继续压水时间	返水钻孔	清水	一般	10	20	30	40	50	≥ 50
				较破碎	20	30	40	50	60	≥ 60
				破碎、裂隙多	30	40	50	60	80	≥ 80
			非清水类	一般	30	40	50	60	70	≥ 70
				较破碎	40	50	60	70	80	≥ 80
				破碎、裂隙多	50	60	70	80	90	≥ 90
断续压水洗孔法	压水时间 / 停水时间 (循环次数)	不返水钻孔	清水	一般	10/10 (2)	20/10 (2)	30/20 (3)	40/20 (3)	60/30 (4)	60/30 (≥ 4)
				较破碎	20/10 (2)	30/10 (2)	40/20 (3)	50/20 (3)	70/30 (4)	70/30 (≥ 4)
				破碎、裂隙多	30/10 (2)	40/10 (2)	50/20 (3)	60/20 (3)	80/30 (4)	80/30 (≥ 4)
			非清水类	一般	30/10 (2)	40/10 (2)	50/20 (3)	60/20 (3)	80/30 (4)	80/30 (≥ 4)
				较破碎	40/10 (2)	50/10 (2)	60/20 (3)	70/20 (3)	100/30 (4)	100/30 (≥ 4)
				破碎、裂隙多	50/20 (2)	60/20 (2)	80/30 (3)	90/30 (3)	120/40 (4)	120/40 (≥ 4)

A.0.2 净水剂水质处理过程等待时间、水质置换后等待时间宜符合表 A.0.2 的要求。

表 A.0.2 净水剂水质处理过程等待时间、水质置换后等待时间

洗孔情况		钻孔基本情况			钻孔洗孔深度 (m)					
洗孔方式	时间(h)	返水情况	冲洗液	地层情况	<50	50~100	100~150	150~200	200~300	>300
用溶解好的净水剂溶液进行孔内水质处理	净水处理过程等待净化沉淀时间	返水钻孔	清水	一般	4	6	8	12	16	≥ 16
				较破碎	5	6	8	12	16	≥ 16
				破碎、裂隙多	6	8	10	14	18	≥ 18
			非清水类	一般	6	8	10	14	18	≥ 18
				较破碎	8	10	14	18	24	≥ 24
				破碎、裂隙多	10	12	16	24	36	≥ 36
用净化水将孔内存留水进行水质置换	水质置换后的等待沉淀时间	不返水钻孔	清水	一般	0.5	0.5	0.5	1	1	≥ 1
				较破碎	0.5	0.5	1	1	2	≥ 2
				破碎、裂隙多	1	1	2	2	3	≥ 3
			非清水类	一般	1	1	2	2	3	≥ 3
				较破碎	2	2	3	3	4	≥ 4
				破碎、裂隙多	3	3	4	4	5	≥ 5

附录 B 透明套管基本要求

B.0.1 透明套管应满足钻孔影像采集工作期间的护壁要求，并对采集影像清晰度不产生干扰和影响。

B.0.2 透明套管材质和性能应符合下列要求：

1 透明套管材质应具有高透明度和良好的透光性能，应满足钻孔影像采集工作过程对透光性要求。

2 透明套管材质应具有较高的强度及硬度，可满足实施钻孔影像采集工作期间的护壁作用和足够的抗磨损性要求。

3 透明套管材质应具有良好的耐温、耐油、耐腐蚀性，且在运输、加工、存放、使用等过程中能保持性能稳定。

4 透明套管材质应具有良好的韧性，可满足机械加工的需要和使用时具备足够的抗弯曲断裂或抗变形性要求。

5 透明套管成品应具备良好的圆度及同心度，可满足机械加工需要和连接成管柱时的同轴度要求。

6 透明套管成品应具备合适的长度及适宜的厚度，可满足不同的机械加工方法和连接方式的需要。

B.0.3 透明套管安装前准备工作应包括下列内容：

1 选择确定与钻孔口径或钢套管内径相匹配的透明套管规格。

2 选择确定钻孔透明套管柱的组合形式及透明套管的连接长度。

3 选择确定透明套管柱的连接方式和加工方法。

4 进行复合套管柱的加工与配置。

5 配备透明套管连接安装的专用器材与工具。

B.0.4 透明套管宜选用正规成品，常用透明套管的规格尺寸见表 B.0.4-1。透明套管的规格外径尺寸应与钻孔口径或护壁钢套管内径相匹配，壁厚尺寸应与透明套管连接方式和加工方法相匹配，钻孔（套管）与透明套管规格及加工方法见表 B.0.4-2。

B.0.5 钻孔透明套管柱组合形式及透明套管连接长度宜符合下列要求：

1 钻孔深度不大、影像采集孔段长度接近时，宜全部采用透明套管相互连接，形成全孔长度透明套管的单一套管柱组合形式。

2 钻孔的深度较大、影像采集孔段较长且在钻孔下部时，宜采用上部钢套管柱连接下部透明套管柱的复合套管柱组合形式，其中透明套管长度宜与一次洗孔过程能达到洗净效果的孔段长度一致。

3 钻孔的深度较大、影像采集孔段在钻孔中部时，宜采用全孔上部和下部钢套管柱连接中部透明套管柱的复合套管柱组合形式，其中透明套管长度宜与影像采集的孔段长度一致。

4 钻孔的深度大、影像采集孔段长度不大且在钻孔底部时，宜采用将透明套管从钢套管柱内投入孔底的方法（飞管），形成上部护壁钢套管柱与孔底段透明套管的非连接复合套管柱组合形式，透明套管长度不宜较长且应插入钢套管管脚内一定长度。

B.0.6 透明套管的连接方式和加工方法应符合表 B.0.6 要求，并宜符合下列规定：

- 1 采取多根透明套管连接使用时，宜选择采用丝扣连接方式及自接式公母扣加工方法。
- 2 不具备车床丝扣加工条件时，宜选择采用销钉连接方式及内外圆、插入、钻眼等加工方法。
- 3 不具备机械加工条件时，宜选择采用强力胶粘连接方式，利用透明管的内外圆插入、端面接触进行胶粘。
- 4 具备特别的专用器具和技术条件时，也可选择采用其他连接方式。

B.0.7 复合套管柱的连接方式、加工方法与配置宜符合下列要求：

- 1 复合套管柱组合形式中，钢套管之间可采用原套管的丝扣连接方式。
- 2 复合套管柱组合形式中，钢套管与透明套管之间应采用特制变径接头连接，变径接头可选择适宜规格尺寸的钢套管或透明套管加工。
- 3 按确定的透明套管柱组合形式，进行全孔复合套管柱的配置与加工准备。

B.0.8 透明套管连接安装专用器材与工具的配备应符合下列要求：

- 1 透明套管几种连接方式所需安装方法的专用器材与工具应提前配置齐全。
- 2 透明套管采用丝扣连接的安装应配置适宜口径的特制提引器、三环钳及夹板等。
- 3 透明套管采用销钉连接的安装应选择配置适宜的销钉种类和尺寸，并使用易于安装和拆卸的销固方式。
- 4 透明套管采用胶粘连接的安装应选择配置适合透明套管材质且具速干性能、粘贴牢固的粘合剂。

B.0.9 在非常规护壁套管或出现特殊孔内情况下,若无法使用常用规格成品的透明套管与钻孔或护壁套管相匹配时,可选择配置和使用非常规规格的特制透明套管。

B.0.10 透明套管安装使用过程应符合下列要求:

- 1 透明套管入孔前应作好检查工作,发现破损、变形、裂纹及外表磨痕过多时不得使用。
- 2 透明套管组合管柱在孔内下入和上提过程,应使用合适的提引方式或加工专用提引器;宜使用合适规格的套管夹板和三环钳,并宜在咬合处加垫胶皮类软质垫圈。
- 3 透明套管组合管柱在孔内下入和上提过程,应针对透明套管柱不同的连接方式,细致稳妥地做好相应的管间连接与拆除操作。
- 4 透明套管柱下入时应先了解孔内状况,操作过程中应匀速慢放,特别是快到准确位置时应注意轻触到底。
- 5 钻孔套管组合管柱中上部连接钢套管柱过重时,或由下至上实施影像采集时,每次分段上提透明套管柱后孔底无支撑时,应在孔口组合套管柱处加持套管夹板。
- 6 透明套管的运输、加工、保管过程中,宜将透明套管水平放置,并注意采取外表防摩擦防撞击措施。
- 7 需重复使用透明套管,应对其小裂纹、外表磨损、丝扣、钻眼、胶粘口等部位进行适当处理或再加工,确认其透明度和完好性均符合要求后,方可继续投入使用。

表 B.0.4-1 常用透明套管成品规格尺寸

生产方法	规格 (mm)	尺寸			生产方法	规格 (mm)	尺寸		
		外径 (mm)	内径 (mm)	壁厚 (mm)			外径 (mm)	内径 (mm)	壁厚 (mm)
冷拔成型管	Φ60~ Φ69	60~69	50~63	5、3	浇铸成型管	Φ60	60	50、52	5、4
	Φ70~ Φ79	70~79	54~71	8、6、 5、4		Φ70	70	54、58、 60、62	8、6、 5、4
	Φ80	80	64、68、 70、72	8、6、 5、4		Φ80	80	64、70、 72	8、 5、4
	Φ85	85	69、73、 75、77	8、6、 5、4		Φ90	90	70、74、 80、82	10、8、 5、4
	Φ90	90	70、74、 80	10、8、 5		Φ100	100	80、84、 90、92	10、8、 5、4
	Φ95	95	85、87	5、4		Φ105	105	85、89、 95、97	10、8、 5、4
	Φ100	100	80、84、 90	10、8、 5		Φ110	110	90、94、 100	10、8、 5
	Φ105	105	95、97	5、4		Φ115	115	95、99、 105	10、8、 5
	Φ110	110	90、94、 100	10、8、 5		Φ120	120	100、104、 110	10、8、 5
	Φ115	115	105、107	5、4		Φ125	125	105、109、 115	10、8、 5
	Φ120	120	110、112	5、4		Φ130	130	106、110、 114、120	12、10、 8、5
	Φ125	125	115、117	5、4		Φ135	135	111、115、 119、125	12、10、 8、5
	Φ130	130	120、122	5、4		Φ140	140	116、120、 124、130	12、10、 8、5
	Φ135	135	125、127	5、4		Φ145	145	121、125、 129、135	12、10、 8、5
	Φ140	140	130、132	5、4		Φ150	150	126、130、 134、140	12、10、 8、5
	Φ145	145	135、137	5、4		注：1、冷拔成型管长度——1m；1.5m；2m。 2、浇铸成型管长度——1m；1.5m；2m；3m；4m。			
	Φ150	150	140、142	5、4					

表 B.0.4-2 钻孔（套管）与透明套管规格及加工方法

钻孔（套管） 规格	透明套管规格		透明套管连接方式			连接处加工方法		
	外径 (mm)	壁厚 S(mm)	丝扣	插销	胶粘	公母扣	内外圆 及钻眼	内外圆 或端面
钻孔 Φ150	Φ140	8≤S≤10	√			√		
		6≤S≤8		√			√	
		6			√			√
(套管) Φ146	a (Φ120)	7≤S≤10	√			√		
		5≤S≤7		√			√	
		5			√			√
钻孔 Φ130	Φ120	7≤S≤10	√			√		
		5≤S≤7		√			√	
		5			√			√
(套管) Φ127	b (Φ100)	7≤S≤10	√			√		
		5≤S≤7		√			√	
		5			√			√
钻孔 Φ110	Φ100	7≤S≤9	√			√		
		5≤S≤7		√			√	
		5			√			√
(套管) Φ108	Φ90	7≤S≤9	√			√		
		5≤S≤7		√			√	
		5			√			√
钻孔 Φ91	Φ80	6≤S≤8	√			√		
		5、6		√			√	
		5			√			√
(套管) Φ89	Φ75 Φ70	6≤S≤8	√			√		
		5、6		√			√	
		5			√			√
钻孔 Φ75	Φ70 (Φ60)	6≤S≤8	√			√		
		5、6		√			√	
		(5、4)			√			√

注： 1: a (Φ120) —采用Φ146 厚壁套管时，应选择匹配透明套管为Φ120。
2: b (Φ100) —采用Φ127 厚壁套管时，应选择匹配透明套管为Φ100。

表 B.0.6 透明套管常用连接方式及加工方法

		透明套管连接方式		
		丝扣连接	销钉连接	胶粘连接
透明套管连接处	加工方法	公母扣	内外圆及钻眼	内外圆或端面
	连接方式结构示意图	<p>示意图一</p>	<p>示意图二</p>	<p>示意图三</p>
加工方法	说明	<p>示意图一</p> <p>1—上透明套管； 2—下透明套管； 3—上、下透明套管分别加工公扣和母扣，自接式公母扣连接。</p> <p>h—丝扣长度$\geq 40\text{mm}$、方形扣。</p> <p>s—透明套管壁厚，可参照表 B.0.4-2。</p>	<p>示意图二</p> <p>1—上透明套管； 2—下透明套管； 3—上、下透明套管分别加工外圆、内圆， 4—插入后钻3组或4组小直径对穿眼，采用穿销钉连接。</p> <p>h—内外圆长度$\geq 30\text{mm}$。</p> <p>s—透明套管壁厚，可参照表 B.0.4-2。</p>	<p>示意图三</p> <p>A 1、2—上、下透明套管； 3—加工内外圆，插入后采用化学胶粘合； h—内外圆长度$\geq 20\text{mm}$。</p> <p>B 1、2—上、下透明套管； 3—上、下管壁的端面采用适宜的化学胶粘合。</p> <p>s—透明套管壁厚，可参照表 B.0.4-2。</p>

本规程用词说明

规程用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允许
不必	不需要、不要求	

T/CHES XXXXX-XXXX

中国水利学会标准

水利水电工程钻孔可视化探测技术规程

T/CHES XXXXX-XXXX

条文说明

目 录

4	可视化探测钻孔.....	26
4.1	一般规定.....	26
4.2	覆盖层可视化探测钻孔.....	26
4.3	基岩可视化探测钻孔.....	28
5	钻孔影像采集.....	32
5.1	一般规定.....	32
5.3	准备工作.....	32
5.4	钻孔影像采集分段方式.....	32
5.5	钻探现场配合工作要求.....	33
5.6	图像采集.....	33
5.7	视频采集.....	34
6	影像处理与解译.....	36
6.1	一般规定.....	36
6.2	图像处理与解译.....	36
7	成果报告编制.....	37
附录 B	透明套管基本要求.....	38

4 可视化探测钻孔

4.1 一般规定

1 由于基岩地层的孔壁基本稳定，在完成钻孔并实施洗孔作业后，即可直接进行影像采集工作。而覆盖层大多因结构松散呈不稳定状态，易发生掉块、坍塌等情况，钻进过程需采取相应护壁（如泥浆、套管、水泥等）措施，在完成钻孔后进行影像采集时，须采取下入透明套管的方法，替代钻进过程的护壁措施，起到既保证影像采集工作过程的护壁作用，同时又满足对采集影像的清晰度不产生干扰影响的需要。此两类地层钻孔实施影像采集的工序流程、洗孔方法、分段方式、操作过程、技术措施等方面均有不同之处，特别是覆盖层钻孔实施影像采集存在着明显的难点，故本规程将可视化探测钻孔按覆盖层和基岩划分为两大类，并分别作出可视化探测钻孔的相关技术要求。（人工砌筑体等其他地层可视其具体性状结构特性归为前述覆盖层或基岩）。

2 在结构密实孔壁稳定性较好的覆盖层孔段，视情况亦可参照基岩可视化探测钻孔的工序实施影像采集。

3 在局部风化破碎、孔壁呈不稳定状态的基岩，视情况亦可参照覆盖层可视化探测钻孔的工序，采取下入透明套管后实施影像采集。

4.2 覆盖层可视化探测钻孔

由于覆盖层松散破碎、易坍塌的结构特性，在钻进过程中需要采取与孔径相匹配的钢质套管等护壁措施，使得覆盖层孔段因受到护壁类冲洗液和钢套管影响而无法直接实施影像采集，若在实施钻孔影像采集前进行洗孔或起拔钢套管，则会因钻孔失去护壁作用而易发生掉块、坍塌、跨孔、卡塞仪器等事故，所以使得钻孔影像采集技术方法长期以来多用于钻孔的完整基岩孔段，而难以在钻孔覆盖层孔段中得到推广与应用。近年来，国内相关水利水电勘测单位开展覆盖层可视化探测钻孔技术研究工作，逐步取得一些新的技术进步与研究成果，采用在松散覆盖层下入透明套管来分段替换钢质套管的方法，既保持了在实施钻孔影像采集期间的护壁作用，同时透明套管的高透光性又对孔内影像不造成干扰和影响。该技术成果于2010年获得《深厚松散层的可视化探测方法》国家发明专利。如此，通过松散覆盖层钻孔可视化探测技术研究所取得的技术，实现了在覆盖层的推广应用。覆盖层钻孔影像采集，能够清晰、直观地反映和了解覆盖层的物质组成、颗粒级配及结构特性。

4.2.1 覆盖层可视化探测钻孔与普通覆盖层钻孔相比，需增加透明套管配置使用和洗孔工序。

4.2.2 覆盖层可视化探测钻孔钻进工艺宜优先满足孔径均匀、孔壁完整和光滑的要求。

1 《水利水电工程钻探规程》SL291-2003 等相关规程对钻孔直径的要求，以及国内常规地勘管材标准和广泛使用习惯，生产单位目前在覆盖层钻孔普遍选择采用 $\Phi 223\text{mm}$ 、 $\Phi 198\text{mm}$ 、 $\Phi 172\text{mm}$ 、 $\Phi 150\text{mm}$ 、 $\Phi 130\text{mm}$ 、 $\Phi 110\text{mm}$ 、 $\Phi 91\text{mm}$ 等口径级配。为了钻孔直径、护壁钢套管与透明套管间的规格匹配，便于洗孔工序操作并达到良好的洗孔效果，因此覆盖层可视化探测钻孔宜选择 $\Phi 150\text{mm}\sim\Phi 91\text{mm}$ 的直径，以及相应的护壁套管口径级配。

2 随着国内水利水电岩心钻探领域在金刚石钻进方法及配套技术方面的发展，包括金刚石单管双管三重管及半合管钻进、金刚石绳索钻进、金刚石冲击回转钻进、金刚石随钻跟管钻进等技术，当前在各类型覆盖层钻孔已具备全部采用金刚石钻进工艺方法的技术条件。

3 覆盖层钻进参数组合选择应以保持合理的进尺及提高孔壁完整为基本原则，达到提高及保持孔壁的光滑度和均一性要求。

4.2.3 《水利水电工程钻探规程》等相关规程中，列有各种类的冲洗液及护壁方法以供不同条件下的选用。除清水冲洗液，其他种类冲洗液均对钻孔影像采集的成果清晰度可能带来不利影响，在此规定覆盖层可视化探测钻孔对冲洗液及护壁方法应符合的基本要求。

4.2.4 洗孔作业是覆盖层可视化探测钻孔的一个重要环节，故对洗孔方法及操作过程提出相关要求。

1 水泵压水正循环路径洗孔方法：进行洗孔作业时，分别在孔内无套管、有钢套管、有透明套管等不同情况时，采取在孔口分别将水泵连接钻杆柱，或连接钢套管柱，连接透明套管柱，组成相对应的送水管路，用水泵压水分别通过不同管路通道流向孔底，然后沿着不同管路与孔壁环状间隙的正循环路径上返到孔口流出的洗孔方法。

2 可在下入的透明套管柱脚口加工三角形水口或在底部加工水眼作为出水口，通过水泵孔口连接透明套管柱，压水正循环路径进行洗孔作业。洗孔后可采取沿透明套管内由下至上连续实施钻孔影像采集，实施中若出现某段水质不够清晰现象，则上提透明套管柱至此孔段，再进行补充压水洗孔，随后继续实施影像采集，如此循环完成全孔段影像采集工作。

3 可先使用与孔径相对应且形式合适的旋转扫刷孔壁洗孔器，并配制易于洗孔的清泥浆液循环，从下至上缓慢回转旋扫孔壁的方法，起到扫刷刮除孔壁原陈旧泥皮和置换孔内原浓泥浆液的作用，利于提高后续下入透明套管后再进行洗孔作业的效果。

4 护壁钢套管内下入透明套管柱后，可尝试先在水泵孔口连接护壁钢套管柱进行一次洗孔，然后上提钢套管柱至露出分段长度的透明套管，再水泵孔口连接透明套管柱进行管内压水洗孔作业。洗孔后实施本分段长度的孔内摄像，随后按分段长度上提透明套管柱，再按分段长度上提钢套管柱露出透

明套管，连接透明套管柱再次进行管内压水洗孔，洗孔后继续实施此分段长度的影像采集，如此循环完成全孔段孔内影像采集。

5 先行水泵孔口连接钢套管管柱进行断续式压水洗孔时，若具备钻机能够带动套管条件时，宜采取压水洗孔同时尝试使用钻机回转器带动钢套管柱回转的方法，可起到压水洗孔同时钢套管扫刷孔壁的作用，利于洗掉孔壁上的泥皮。

6 在钻孔深度、钢套管及透明套管口径、冲洗液种类、孔壁状态等孔内具体条件适宜，并具备相应设备配置情况时，可尝试采取抽水洗孔、风水混合洗孔，以及其他不同洗孔方法，来提高特殊需求时的洗孔效果。

7 针对不同孔段的具体状况，选择适宜的洗孔方法，并采取按初步洗孔实际效果进行调整技术参数和操作方式重复洗孔，或不同洗孔方法交叉及配合使用的措施，来确保最终的洗孔效果。

8 可选择采用砂袋、软泥、胶皮、水泥、棕绳圈、橡胶圈以及套管接头、盖头、孔口盖等方法或其他有效措施，做好孔口防护。

4.3 基岩可视化探测钻孔

4.3.1 基岩可视化探测钻孔与普通基岩钻孔的工序相比，需增加一道洗孔作业工序，以满足实施影像采集时孔内水质清澈、孔壁清洁的要求。

4.3.2

1 《水利水电工程钻探规程》SL291-2003等相关规程对钻孔直径的要求，以及国内常规地勘管材标准及广泛使用习惯，生产单位目前在基岩钻孔普遍选择采用 $\Phi 130\text{mm}$ 、 $\Phi 110\text{mm}$ 、 $\Phi 91\text{mm}$ 、 $\Phi 75\text{mm}$ 、 $\Phi 59\text{mm}$ 等口径级配。为了适宜与常用摄像探头外径相配合，以利于保证钻孔影像采集的清晰度，宜选择 $\Phi 110\text{mm}\sim\Phi 75\text{mm}$ 孔径，最小终孔直径不宜小于 $\Phi 59\text{mm}$ 。

2 随着金刚石钻进方法及配套技术的发展，包括金刚石双管与三重管钻进、金刚石绳索钻进、金刚石冲击回转钻进等技术，基岩地层已完全具备全部采用金刚石工艺钻进方法的技术条件。

3 基岩地层金刚石钻进参数组合，选择适中钻压、较高泵量及高泵压可减少岩粉与沉淀、保持孔内干净；高转速可提高孔壁光滑度。

4.3.3

1 当前相关钻探规程对复杂破碎基岩地层冲洗液选择中，列有清水、泥浆、低固相、无固相、泡沫剂等冲洗液种类：

1) 为减小洗孔难度及工作量，提高基岩地层钻孔影像采集质量，作出基岩可视化探测钻孔宜选择

清水作为冲洗液的要求。

2) 为减小钻孔影像采集工作前洗孔工序的难度及工作量,提高钻孔影像采集质量,作出基岩可视化探测钻孔不宜选择泥浆类冲洗液作为护壁方法的使用要求。

3) 坚硬致密基岩选择乳化液冲洗液利于提高转速和进尺效率,但会在孔壁上粘附形成一薄层油膜,且时间较长乳化物可出现分离产生细微颗粒或絮状杂物,对钻孔影像采集清晰度造成影响,因此须采取扫刷孔壁并同时压水冲孔的洗孔方法(具体方法见条文说明 4.3.4 第 3 条相关内容)。

2 松散破碎的基岩孔段,可从地层破碎程度、需护壁长度、孔径等实际情况综合分析选择护壁方法,宜优先采用透明套管护壁,使用透明套管方法与技术要求见附录 B 相关内容。

4.3.4 实施钻孔影像采集时,孔壁干净和孔内水质清澈是保证成果清晰度的必要条件之一。在实际基岩钻孔过程,孔内存留的钻进冲洗液中残留有铁锈、油污、杂质、岩粉等杂物,若使用乳化冲洗液孔壁上会粘附油膜及产生絮状分离物,这些均会对影像成果造成影响。须采取适宜的洗孔方法尽可能去除这些杂物,以达到孔内水质清晰、孔壁干净的要求,此处所述“洗孔作业”的方法与作用,与钻进过程中所指携带岩粉冷却钻头的“冲洗钻孔”方法及作用完全不同。故本规程特别对可视化探测钻孔洗孔作业提出相关技术要求。

1 水泵压水正循环路径洗孔方法:进行洗孔时将钻杆柱下至孔段底部,水泵压水使得一定压力和流量的水经过地面管路从孔内钻杆柱内径通道流向孔底,然后沿着钻杆柱外径圆周与孔壁间环状间隙的路径上返到孔口流出的洗孔方法。具有一定流速的清水上返途中进行冲洗孔壁和置换孔内含杂质水,如此循环方式达到最终洗净钻孔孔壁保持孔内水质清洁清澈的要求。

2 返水钻孔:水泵压水进行洗孔时,水流沿着钻杆柱外径与孔壁的环状间隙上返到孔口流出,且流出水量与泵入水量基本相当的钻孔。

连续压水洗孔法:水泵将清水向孔内正循环路径压入,并以连续不中断的压水方式进行洗孔的方法。返水钻孔采用连续压水洗孔法时,实施相应洗孔操作,并待孔口返水已无杂质状态达到与压入的水质清度一致后,仍需根据钻孔洗孔深度、地层情况、孔壁完整及光滑程度、冲洗液种类、洗孔方法等因素进行综合考虑,确定再保持一段继续压水洗孔时间,以确保达到洗净和稳固洗孔效果。

不返水钻孔:使用最大泵量进行洗孔时,水流沿孔壁环状间隙上返只能达到孔内一定孔深段而不能直接从孔口返出的钻孔。

断续压水洗孔法:水泵将清水向孔内正循环路径压入,以送水一段时间后停止送水一段时间,又送水一段时间、再停水一段时间的多回次循环压水方式进行洗孔的方法。不返水钻孔采用断续压水洗孔法时,应根据钻孔洗孔深度、地层情况、回水最大上返孔深段长度、孔壁裂隙或破碎程度、冲洗液

种类、洗孔方法等因素进行综合考虑，选择确定洗孔时的回次压水时间长短、停水时间间隔、循环压水回次等具体数值。并宜在洗孔过程中根据孔内实际情况，采取变换钻杆柱洗孔深度位置、改变断续压水方式或调整变化泵压泵量参数等其他技术措施，以确保和提高不返水钻孔的洗孔效果。

3 选择乳化液冲洗液钻进易在孔壁上粘附一薄层油膜及产生絮状杂物，相对应的洗孔方法应能够扫刷孔壁油膜并同时压水冲洗钻孔。扫刷孔壁高压喷射式洗孔器的制作：洗孔器底端封闭，沿周边加工合适数量的小直径孔眼，往上一节选用棉纱、布条、粗棕、麻绳、细钢丝球等软材质作为捆绑物，外径大小应与洗孔段钻孔直径相适应匹配，保证捆绑物与孔壁的紧密接触和扫刷动作力度可靠，捆绑物应使用合适稳妥的捆扎固定方式，保证在反复扫刷孔壁过程中不易松散或脱落。洗孔过程时，泵压清水从洗孔器周边小孔以高速喷射进行冲洗孔壁后上返，将钻杆柱沿钻孔由下至上缓慢提动并作回转动作，以使四周孔壁均受到高压水的冲洗，同时使用钻机回转器操作旋转扫孔动作，回转方向与钻杆正转方向一致，以防止钻杆脱扣，应保持低转速回转，缓慢上提扫刷孔壁动作。洗孔工序的大方向应采取从孔底由下至上方式，泵压送水同时操作钻机回转器，一边缓慢旋转，一边在回转行程内上下活动数次，如此行程循环回次并逐步倒杆上行，再逐根上提起出钻杆，这样由下至上逐行程回次逐孔段的完成扫刷孔壁及冲洗钻孔动作，达到洗孔器旋转式扫刷孔壁与高压水冲洗孔壁上返置换孔内污水的多重洗孔作用。

4 宜采取措施尽量提供和使用含杂质少、清晰度高的水源作为洗孔用水。

5 使用水质浑浊的水源洗孔后使用净水剂进行净化沉淀处理，目前较为简单常用和行之有效的净水方法，是采取向孔内倒入溶解好的明矾水，使孔内存留水中的杂质产生逐渐絮凝及缓慢沉淀，从而达到澄清水质的效果，可按孔内洗孔总容积估算好合适的明矾添加量，事先溶解为浓度适宜且容量足够的明矾水，再倒入孔内，并应等待足够的絮凝沉淀时间再进行后续钻孔影像采集，等待净化沉淀时间可参照附录 A 表 A.0.2 选择。

洗孔后用净化好的清水将孔内的全部存留水进行水质置换的方法：使用沟塘水、积水、河水、湖水、江水等水质浑浊的水源进行洗孔操作时，可准备超过整个孔内洗孔长度总容积两倍以上的水物（蓄水池、大水箱等），水中加入适宜的净水处理剂进行提前沉淀和净化处理，使蓄水物内的水质达到需要的清晰度；然后采用适宜的方法进行洗孔，待孔内杂质完全冲洗干净且返水与送入水质状态一致后，接着将蓄水池内提前沉淀净化处理好的清水用水泵压入，使此时孔内的全部洗孔存留水抬升上返流出孔口，如此进行全部水质置换。这种用提前净化清水置换孔内洗孔存留水的方法，其澄清水质效果显著且可靠，并可大大节省洗孔后的等待沉淀时间。

净水剂：用于澄清水质的净水剂除了明矾、漂白水外，可选择的化学净水处理剂也较多，一般常

用的化学净水剂有聚合氯化铝（PAC）、聚合氯化铝铁（PAFC）、聚丙烯酰胺（PAM）、硫酸亚铁、硫酸铝等。

6 孔壁不稳定的复杂基岩孔段进行洗孔和实施钻孔影像采集时,可能发生掉块或坍塌影响正常操作,甚至出现因卡死探头无法处理而报废孔内摄像仪器的情况。在这类复杂基岩孔段,以前一般只能采取冒险实施或被迫放弃的方法,目前则可参照覆盖层孔段实施可视化探测方法的技术手段,采取先行下入透明套管的方法,可有效解决洗孔和影像采集时的护壁问题。

7 可选择采用砂袋、软泥、胶皮、水泥、棕绳圈、橡胶圈以及套管接头、盖头、孔口盖等方法或其他有效措施,做好孔口防护工作。

5 钻孔影像采集

5.1 一般规定

5.1.1 一般钻孔影像采集是指使用影像采集设备在垂直钻孔中通过探头的重力作用而进行的数据采集；特殊钻孔影像采集是指工程中除普通的垂直孔外的各种钻孔的数据采集，其特殊性不仅是钻孔类型的特殊，还要求仪器具有获取结构面产状功能，探头也需要借助外力推动其移动而进行数据采集。

5.1.3 影像采集探头的直径除依据孔径选择外，还要考虑使用环境的安全和设备的性能；视频采集还应考虑是否对水流造成影响，由于视频采集通常要求探头直径在保证清晰度的情况下越小越好，目前市场上影像采集设备性能差别较大，故本规程未单独对视频采集探头直径提出明确要求。

5.1.4 钻孔影像采集不同的方法，精度要求不同以及设备性能的差异，探头下放速度也有差别。

探头下放速度是依据市场主要设备的性能参数和工作经验而综合制定，随着设备性能的提高，在保证影像质量的前提下也可适当提高下放速度。

借助推杆或其他辅助推进设备进行特殊孔影像采集时，推进速度原则上比一般孔影像采集速度小。

5.1.5 影像采集前重点检查设备的工作状态是否正常，深度计算器、电子罗盘等能否正常启用；影像采集过程应实时观察，一方面是保证影像效果良好，不能满足要求即时终止采集，另外也能随时看清孔壁完整情况，遇到掉块风险较大时，采取应急措施，避免出现探头被卡事故。

5.1.6 影像评价一方面是直观评价采集影像的清晰程度及图像是否存在扭曲、畸变现象；另一方面是对结构面产状及深度计数的精度评价，方法是选取裂隙或层理等结构面清晰孔段，进行二次图像采集，两次采集图像结果对比，计算其深度和磁北方向误差。对于不符合项目任务书或技术要求的影像资料应视为不合格。

5.3 准备工作

5.3.3 准备工作不仅包括应输入设备中的相关参数的搜集，还应了解工程区的基本地质条件，特别是影像孔的基本情况，提前制定分段采集方式，遇特殊情况还应制定应急预案。

5.3.4 在实时观察过程中，遇到孔壁有掉块或塌孔现象时，应立即停止图像采集，与技术主管沟通，制定可行的实施方法，在保证探头安全的前提下完成影像采集。基岩可视化影像采集宜在探头上安装沉淀管，当孔壁岩体完整性较差时，应安装沉淀管以降低探头被卡风险。在有保护管中的影像采集可不安装沉淀管。

5.4 钻孔影像采集分段方式

5.4.1 基岩可视化探测钻孔影像采集分段方式宜符合下列要求：

1 基岩可视化探测钻孔影像采集的分段方式，一般宜采取从上至下连续实施的方式。采用按相同孔径的分段实施的方式，遇孔径变化时应对探头的焦距进行调整，有利于提高和保证影像清晰度。

2 孔壁不稳定孔段，若要求获得连续的孔壁影像，应先实施此孔段影像采集工作，必要时可选择透明套管临时护壁，完成影像采集后提出透明套管，再采取下护壁套管、水泥封孔等护壁措施，继续造孔的后续工作。

3 重要或关键层位的影像采集宜采取重复实施方式，可获得对比影像资料，有利于提高准确性。

5.4.2 覆盖层可视化钻孔影像采集通常不能采取连续采集的分段方式，需通过分段逐步进行。一般通过造孔、下透明套管、提钢套管、洗孔等辅助工序，才能完成一定长度段孔壁的影像采集，而且分段方式应考虑岩土性状、钻进方法、冲洗液种类、护壁形式、洗孔方法、工期等因素，故本规程对覆盖层钻孔影像采集的分段方式提出基本要求。

1 覆盖层可视化探测钻孔的影像采集分段方式，与透明套管套管柱组合形式、分次实施长度、后续钻孔及影像采集计划也存在紧密关系，故每次影像采集实施前均应视具体情况，综合考虑选择合适的分段方式。

2 采取随钻进回次逐段实施的分段方式，分段长度一般按 1.5~2m；在覆盖层结构较密实且孔壁较稳定情况下，可采用每钻进一定长度再下入透明套管的实施方式，一般按 4~6m 作为分段长度。

3 采取由下至上实施的分段方式时，下入透明套管柱后，再上提钢套管至露出全部透明套管，在覆盖层较松散时宜以 2~3m 作为分段长度；在覆盖层较密实的时宜以 4~8m 作为分段长度。

4 对重要层位或关键地质结构的孔段，应视孔段的具体情况确定合适的方法（包括选择支护方法、洗孔方法及透明套管套管柱组合形式、分段长度等），对该孔段单独实施影像采集。重要部位的影像采集宜重复一次，有利于提高影像成果的精确度和可靠性。

5.5 钻探现场配合工作要求

钻孔影像采集工作过程中，由于涉及到影像采集的分段方式、洗孔方式等工艺流程，在覆盖层可视化探测影像采集期间，钻探人员还需承担下透明套管、起钢套管、洗孔、提透明套管等辅助工序，且这些辅助工序与影像采集需交叉循环实施，所以钻探与物探两个专业人员在工序衔接、时间安排等方面的协调配合是影像采集成败的重要一环。故本规程对钻探现场配合工作提出相应要求。

5.6 图像采集

5.6.1 一般钻孔图像采集应符合下列要求：

5 破碎岩体、覆盖层等部位的图像采集，采用分段多次采集，具体方法是用套管或透明套管进行护壁。破碎岩体段可用套管护壁，减少分段长度，一般为 1.0m 左右，可采用由上到下或由下至上的分

段方法；用透明套管进行破碎岩体、覆盖层等部位的图像采集时，按 5.4 规定的分段方式进行；滑带等特殊地质体的影像采集建议用局部采集方法。

5.6.2 采集非垂直孔时，如需通过图像资料获取结构面的产状，应使用具备相应功能的钻孔影像采集仪器，通过获取结构面的位置参数结合钻孔方位角、顶角等计算出结构面的产状数值。

特殊孔数据采集时，探头一般要求安装能帮助其滑动的扶正器。由于水平孔操作难度大，实际生产中孔深往往也设计较大，探头和推杆的重量会造成较大的摩擦力，因此本规程仅对水平孔提出安装要求。

5.7 视频采集

钻孔视频采集受地下水渗流速度的制约，仅适用于示踪条件下可视的地下水渗流速度、流向及途径观测；一般孔内地质现象可用图像采集达到勘探目的，故本规程仅限于有高精度要求的特殊地质体细部特征观察。

5.7.1 示踪材料的选择要以便于观察地下水流动并符合环保为要求：

1 示踪材料一般选择食用色素，悬移质示踪物可以是孔中的岩粉、沉淀等，也可以是投入孔中的其它颗粒状不溶性材料。

3 示踪物的投放方法：

1) 示踪剂投放方法，一般用薄纱布等容易渗透的材料将示踪剂包裹起来，用测绳放入孔中，入水后以 0.1m/s 的速度匀速下放至孔底后再提出孔外；示踪剂投入量不宜过大，一般不超过 0.5g/m（孔深按实际有水的孔段计算），当地下水流动较快时，可采用边观察边投示踪剂的方法，即将示踪剂包三至五层纱布，降低其在水中的溶解速度，与井下探头一起下放，有条件时也可加工专用示踪剂投放设备，必要时进行定点定量投放。

2) 颗粒状不溶性材料的投放，一般采用和比重较大的泥浆等可溶物混合后投入孔中，尽量保持在孔中分布均匀。

5.7.4 花管是在管材上均匀制作一定数量的透水孔，孔径宜为 5mm 左右，透水孔面积宜占管材总表面积 的 1/3 以上，以保证地下水顺畅通过花管。此外，如果地下水流速较大，且孔外砂砾料的颗粒直径多数小于 5mm，安装花管前需要用网眼直径小于 2mm 的纱窗网进行保护。

花管可用铁质和非金属管材制作，如对观察对象有测量方位要求时，应采用非磁性材料；目前市场上的非金属管材较多，常见的有 PVC、PPR 等，只要管材在管径、厚度、强度能达到要求，便于现场实施即可。

5.7.5 视频观测应符合下列要求：

1 示踪剂投放后，如果是在投放孔中观测，一般要求立即进行。如果地下水流速较慢，示踪剂数小时才会消散或者观测相近钻孔的渗流情况，观测时间需要根据具体情况来确定。

6 影像处理与解译

6.1 一般规定

6.1.1 视频编辑一般包括片头编辑、配音、剪除无效影像、添加文字说明等，图像处理是对局部异常的校正，主要包括图像的亮度、颜色、畸变等内容。

6.1.2 影像解译宜结合钻孔岩心、现场试验资料及项目相关的地质和物探成果综合进行，解译人员应具有较丰富的地质经验。

6.1.3 影像处理和资料解译内外业同步，发现问题，可及时补救。

6.2 图像处理与解译

6.2.1 图像处理应符合下列要求：

1 垂直孔采集图像沿北方向展开，方位从左到右按 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 显示，特殊孔应标注图像展开方法或指示其含义。

4 图片分段长度以能清晰显示和实际需要为原则，正常打印纸张大小以 2m~5m 长度为宜；典型三维图像的制作应选择较好的展示角度，有不同视角对比效果会更好。

6.2.2 图像解译成果的基本内容应依据水利水电工程不同勘察阶段、工程部位及勘探目的有所侧重，在提交基本地质信息的基础上，根据勘察目的突出重点。成果内容和格式在满足行业规范要求的前提下，可根据用户要求作适当调整；若设计提出了明确要求时，应以满足设计要求为目标。

7 成果报告编制

钻孔可视化探测报告的内容条款是参照《水利水电工程物探规程》和钻孔影像采集主要工作内容而制定，对于影像采集工作中应用较少的方法，个别内容和条款可根据实际内容进行增减，以满足工程实际需要。

附录 B 透明套管基本要求

透明套管是覆盖层可视化探测钻孔技术应用中的重要环节，故本规程对透明套管材质、机械性能、连接方式与加工方法、操作使用等方面作出基本要求。

B.0.1 水利水电勘测单位在持续开展“覆盖层可视化探测钻孔技术”研究工作中，通过对所需透明套管的调研、比选、购置、研制、定制等工作步骤，以及逐步的试用、改进、试验、对比、应用、推广等技术环节和工作过程，最终确定了将性能适宜且具备各种规格的国内定形成熟产品——高透明 PMMA 管，作为钻孔可视化探测技术方法的专用透明套管。透明套管必须能够同时满足钻孔护壁和不影响摄像成果清晰的需求，从而达到了钻孔可视化探测技术方法在松散覆盖层孔段也得到推广应用的目的。

B.0.2 满足需要的透明套管材质和综合性能，成为钻孔可视化探测技术在松散覆盖层孔段取得成功的基础条件。

1 PMMA 材质是目前比较优良的高分子透明材料，高透明 PMMA 管其透明度好，透光率达到 93%以上，高于玻璃的透光度。

2 PMMA 材质的重量较轻，同样大小的材料，其重量只有普通玻璃的一半，而 PMMA 管的机械强度却较高，抗拉伸和抗冲击的能力比普通玻璃高 7~18 倍；同时具有足够的表面硬度，表现出一定的抗磨损性。研发试验中正常使用情况下，透明套管柱可多次重复使用。

3 PMMA 材质的熔点达 130~140° C，耐温性一般，最高使用温度为 90° C 左右；耐紫外线、耐腐蚀和抗老化性能均较好，可长久不褪色不变形，保管及使用年限可达 5 年以上。

4 PMMA 管按加工成型方法可分为：挤出成型管（冷成型）和浇铸成型管（热成型）。在研发中经过试用，改进及完善和对比试验证明，浇铸成型管材质比挤出成型管，具有较高机械强度同时可达到良好韧性，具备更好的后加工和抗变形性能，机械加工和使用中不易发生裂缝、断裂、破碎和折断等意外损坏，综合性能更具优势。宜优先选择采用热成型方法制成的成品。

5 浇铸成型管成品，相比较其圆度及同心度更好，利于加工丝扣的成型质量和保证连接成管柱后的同轴度高。挤出成型管因其韧性、圆度及同心度相比较略逊一筹，宜采用销钉连接或胶粘连接方式及相对应条件时使用。

6 浇铸成型管成品单根长度根据模具可加工为 1m~4m，壁厚为 4mm~30mm；挤出成型管成品常规单根长度一般为 1m~2m，壁厚为 2mm~15mm。

B.0.3 透明套管安装前的准备工作，宜提前且备有余量，将不同规格、不同长度的透明套管按不同连

接方式和对应的加工方法，提前加工准备，以供实际使用，现场可视需要随时选取或及时更换合适规格及不同长度、不同连接方式的透明套管。

B.0.4 透明套管宜选用正规高透明 PMMA 管成品，其常用规格尺寸列入表 B.0.4-1 供选用。

B.0.5 选择透明套管柱组合形式时，在保证满足具体分段实施的需要前提下，以尽量减少整个管柱中透明套管的连接长度为原则，可改善透明套管工作环境并提高其使用寿命。故实施影像采集工作前，应根据不同的孔内条件和实际情况，选择采取不同的分段实施方法（包括分段方式与分段长度），并确定相应的全孔透明套管柱组合形式。

1 全孔透明套管单一套管柱的组合形式，宜在一次洗孔容易洗净较长孔段、无需分段上提透明套管、可采取连续实施影像采集的孔内情况下使用。（钻孔深度不大、影像采集孔段长度接近：指钻孔深度、影像采集长度 0~20m）。

2 全孔上部钢套管连接下部透明套管复合套管柱的组合形式，宜在采取由下至上分段实施影像采集的情况下使用，其下部连接的透明套管具体长度可根据一次洗孔易达到洗净效果的孔段长度选择确定，以尽量加长和充分满足每次实施影像采集的分段长度为原则。（钻孔深度较大、影像采集孔段较长：指钻孔深度 70m 左右、影像采集长度 4m~20m 左右范围）。

3 全孔上部和下部钢套管柱连接中部透明套管柱的复合套管柱组合形式，宜在进行影像采集孔段处于中部位置，下部钻孔需要在洗孔和影像采集期间保持护壁作用，以便在完成此孔段影像采集工作后继续进行钻孔其他后续工作的情况下使用。需在中部透明套管处采取如喷射式洗孔器等合适方式的洗孔方法。

4 钻孔上部护壁钢套管柱与孔底段透明套管飞管式复合套管柱的组合形式，其投入的透明套管飞管不能上提，故仅可在孔底局部孔段进行单次影像采集的情况下使用，且需在投入飞管前或投入飞管后下入钻杆至孔底进行洗孔；完成摄像操作后若须继续进行下部钻孔其他工作，则需采用公锥或制作打捞器进行捞取透明套管，也可采用钻具钻破磨压成碎片碎块的方法对透明套管飞管进行处理。（钻孔的深度大、影像采集孔段长度不大：指钻孔深度大于 70m、影像采集孔段长度 2m~4m）。

B.0.6 透明套管相互之间常用连接方式的特点如下：

1 丝扣连接方式—其特点是连接强度在三种连接方式中最好，利于承受管柱在孔内的反复上提下降移动，且易方便的进行连接与拆卸操作，可提高透明套管重复下孔多次使用次数。宜选择较厚的透明套管，选用热成型管加工丝扣透明套管壁厚宜 $\geq 7\text{mm}$ ，选用冷成型管加工丝扣透明套管壁厚宜 $\geq 8\text{mm}$ 。

2 销钉连接方式—其特点是可在不具备相关加工条件时使用，且连接强度相比较好，并易较方便

的进行连接与拆卸操作，可多次使用。不具备丝扣加工条件时可车床加工成内外圆台阶配合插入，用手电钻加工钻眼后再使用销钉连接；不具备车床加工条件时可采用两根规格不同且内外径配合适宜的透明套管插入，用手电钻加工钻眼后再使用销钉连接。

3 胶粘连接方式—其特点是可在不具备相应加工条件时使用，但拆卸操作不便，宜在单次连接操作时使用，或使用切割机以切断方法拆卸。不具备丝扣加工条件时可加工内外圆后用胶粘连接。不具备车床加工条件时，可用两根规格相同的透明套管采取端面胶粘连接，或用两根规格不同的透明套管但适宜的口径级配采取插入式胶粘连接。

4 需要具备相关专用加工器具和技术手段条件的其他连接方式还有：热压法、热煨法、熔接法、镶嵌法等。

B.0.7 复合套管柱的连接包括透明套管之间的连接、透明套管与钢套管之间的连接。

1 钢套管之间保持原套管丝扣连接，采用自接公母扣或套管接头接箍扣。

2 透明套管与钢套管之间可采用合适规格的钢套管接头料或透明套管料加工变径接头，根据接头料的尺寸和壁厚加工自接公母扣、内接箍扣或外接箍扣；不具备丝扣加工条件时，可采用焊接、胶粘连接的方式。

3 根据选择确定的透明套管柱组合形式对各类套管所需规格及数量，进行复合套管柱的全部材料配置及加工准备工作。

B.0.9 需要使用非常规格成品的透明套管与钻孔或钢套管才能匹配时，可向厂商提出订购非常规的透明套管，生产厂家可按特别需要进行单独加工。

B.0.10 透明套管的使用和操作也是钻孔可视化探测工作的重要环节，此处所列基本要求的内容，是相关水利水电勘测单位在开展“覆盖层钻孔可视化探测技术”研究和后续推广应用工作中取得的经验积累，以供借鉴和参照执行。