



地下水采样、水文监测及地下水污染修复专题

1. 便携式测量尺
2. 3001系列水位/温度/电导率记录仪
3. 远程水文数据监测系统
4. 地下水采样泵
5. 地下水多级监测系统
6. 地下水采样器和污染监测工具
7. Waterloo Emitter™地下水修复系统

引言

地下水监测是地下水规划管理、合理开发利用和水资源优化配置调度的重要基础工作，自上世纪60年代以来，水利部门开始监测地下水水位、水质、开采量和水温等要素。多年来，这些地下水监测信息为水资源管理和合理开发利用做出了很大贡献。但目前地下水监测仍然存在许多问题，整体工作还很薄弱。如在重要水源地和大型漏斗区都缺少地下水监测井，地下水监测手段落后，信息传输时效性差等，满足不了水资源管理的需要；另外由于地下水具有的埋藏性和系统的复杂性，污染问题不如大气污染等表现直观与突出，不易受到关注，因而长期受到忽视，使得污染问题更加突出，对生态的破坏和人体健康的危害更长久、更深远，对今后水资源的可持续利用和经济社会可持续发展构成严重威胁。因此，国家水利部又于2001年印发《关于加强地下水监测工作的通知》的通知，强调各级水行政主管部门要提高认识，高度重视地下水监测工作，认真研究解决地下水监测工作中存在的问题，统一规划，完善地下水监测井网，重视和加强地下水监测资料的分析工作。

加拿大Solinst公司成立于1975年，是一家专门生产地下水监测仪器的厂家，生产的仪器质量好，精度高，使用方便，并且可以实现各个监测点之间的组网监测，很好的解决了目前普遍存在的监测信息传输时效性差的问题，其用户遍布世界各地。另外该厂家最新研制生产的Waterloo地下水修复系统发射器是一款专为被污染地下水修复而设计的仪器，已在很多地方有成功的案例，效果非常好。

一、便携式测量尺

1、电子水位尺

名称	101 型电子水位尺	102 型电子水位尺
参数		
图片	 M2: 最小刻度 0.01 英尺 M3: 最小刻度 0.001 米 电动水位尺: 最大测量水位 1800 米	
用途	用于井内地下水及管体式水塔等水位的监测	特别适合于狭窄的管道内水位的监测
测量深度	依卷轴型号不同, 可监测 10 米到 1800 米不等	依卷轴型号不同, 可监测 25 米到 300 米不等
传感器特征	标准型: 14 mm x 190 mm, 不锈钢材质, 连接处由聚氯乙烯包裹, 不能浸入水中 潜水型: 12.7 mm x 190 mm, 不锈钢材质, 连接处由 O 型环密封, 防水深度为 300m	P1 型: 6.4mm x 38mm, 有 12 节不锈钢块做配重, 共重 70 克, 非常适合于狭窄的管道 P2 型: 10mm x 38mm, 有 10 节黄铜块做配重, 共重 130 克, 从而可以下放的更深
标尺带特征	标尺带最小刻度为 1mm, 外部聚乙烯材质, 有良好的柔韧性	标尺带上有用激光技术制作的刻度, 耐磨损; 最小刻度为 1mm, 外部聚乙烯材质, 有良好的柔韧性

2、深度测量尺

103型深度测量尺主要用于安装水位监测井过程中井底至井口深度的测量, 也可用于测量井口至回填土或膨润土层的深度。

该量尺使用的标尺带是带有刻度标记 (最小刻度为50厘米)、直径为1.6 mm的不锈钢绳; 标尺带末端连接一个重锤, 方便标尺带的下落。长度有30-300米不等, 用户可根据需要选择。



3、温度/电导率/水位测量尺

107型温度/电导率/水位尺广泛用于水井及其它管道内水的剖面电导率、温度的监测。电导率及温度的数值通过卷轴上的液晶屏显示, 水位通过标尺带读出。

- 标尺带上最小刻度为1毫米, 精度高
- 读数在液晶屏上显示, 方便阅读
- 9V 电池可供90小时使用, 8分钟不使用自动关机
- 各元器件采用耐腐蚀材料, 适用于长期野外使用, 维护简单
- 电导率范围: 0-80,000 μS , 精度: 30 μS
- 温度范围: -15°C to +50°C 精度: $\pm 0.3^{\circ}C$



LED 显示屏

4、油/水界面计测量尺

122型油/水界面测量尺是一款精密设备，用于准确测量漂浮在地下水面的轻质非水相液体（LNAPL）或重质非水相液体（DNAPL）的厚度，精度达1mm。标尺带和传感器能够经受油烃类、溶剂和其它污染物的侵蚀，主要用于地下水中油污染的监测和修复工作。安全性能高，具有加拿大标准协会的安全认证，可在贮水池及爆炸性气体可能出现的区域使用。

122型油/水界面测量尺的传感器通过标尺带内的线路与卷轴上的蜂鸣器和指示灯组成一个完整回路，使用时将标尺带缓慢下放，传感器遇到水或其它非水相液体时会发出不同的警报声，根据警报声的变化，配合标尺带刻度可以确定非水相液体的厚度。



二、3001系列水位/温度/电导率记录仪

1、记录仪

名称 参数	普通版水位温度记录仪	金版水位温度记录仪	普通版水位温度电导率记录仪
图片			
水位	测量范围：0-5 米，0-10 米； 精度（典型）：全量程 0.1%； 分辨率：0.028%，0.021%； 标定：自动温度补偿；	最大测量深度为 100 米 精度（典型）：0.05%（全量程） 分辨率：0.002-0.0006%（全量程） 标定：自动温度补偿	测量范围：0-10 米，0-30 米； 精度（典型）：全量程 0.1%； 分辨率：0.2cm, 0.6cm； 标定：自动温度补偿；
温度	铂电阻温度传感器 温度测量精度：±0.1℃； 分辨率：0.1℃； 温度补偿范围：-10℃ to 40℃； 反应时间：3-5 分钟	铂电阻温度传感器 测量范围：-10 to +40℃ 精度：±0.05℃ 分辨率：±0.003℃ 反映时间：<1 分钟	铂电阻温度传感器 温度测量精度：±0.1℃； 分辨率：0.1℃； 温度补偿范围：-10℃ to 40℃；
电导率	无	无	量程：0 - 80,000 μS/cm 精度：20 μS/cm 或者 2% 读数 分辨率：1 μS 温度补偿范围：0℃ 到 40℃；
其它参数	电池寿命：5年 时钟精度：±1 分钟/年； 操作温度：-20℃ to 80℃； 存储：非易失性内存； 最大存储容量：32000组存储数据 通讯：光学红外到 USB 或者到 RS232 通讯	时钟精度：±1 分钟/年 操作温度：-20℃到80℃ 电池寿命：10 年（1 分钟采样间隔时） 内存：40000 个水位与温度值 采集间隔：0.5 秒到 99 小时 通讯：光学红外到 USB 或者到 RS232 通讯	电池寿命：5年（5分钟采样间隔时） 时钟精度：±1 分钟/年（0℃ 到 40℃）； 操作温度：-20℃ to 80℃； 存储：非易失性内存； 最大存储容量：16000组存储数据 通讯：光学红外到 USB 或者到 RS232 通讯

2、3001系列水位/温度/电导率记录仪手持数据下载器及下载示意图

- 存储容量：8M闪存
- 可存储139万组水位温度数据
- 可存储93万组水位，温度，电导率数据最多可存储34个水位记录仪的数据
- 可用来实时监测，可选密码保护功能



3、和HOB0水位温度记录仪的对比

名称 参数	3001 普通版水位温度记录仪	3001 金版水位温度记录仪	HOB0 水位自动记录仪
图片			
水位	测量范围：0-5 米，0-10 米； 精度（典型）：全量程 0.1%； 分辨率：0.028%，0.021%； 标定：自动温度补偿；	最大测量深度为 100 米 精度（典型）：0.05%（全量程） 分辨率：0.002-0.0006%（全量程） 标定：自动温度补偿	最大测量深度为 76 米 精度：±3.8cm 分辨率：0.87cm 无自动温度补偿
温度	铂电阻温度传感器 温度测量精度：±0.1℃； 分辨率：0.1℃； 温度补偿范围：-10℃ to 40℃； 反应时间：3-5 分钟	铂电阻温度传感器 测量范围：-10 to +40℃ 精度：±0.05℃ 分辨率：±0.003℃ 反映时间：<1 分钟	普通温度传感器 测量范围：0 to +40℃ 精度：±0.5℃ 分辨率：±0.5℃ 反映时间：3.5 分钟
其它参数	● 电池寿命：5年 ● 时钟精度：±1 分钟/年； ● 操作温度：-20℃ to 80℃； ● 存储：非易失性内存； ● 最大存储容量：32000组存储数据 ● 通讯：光学红外到 USB 或者到 RS232 通讯 ● 可选配手持式读数表	● 操作温度：-20℃到80℃ ● 电池寿命：10 年（1 分钟采样间隔时） ● 内存：40000 个水位与温度值 ● 采集间隔：0.5 秒到 99 小时 ● 通讯：光学红外到 USB 或者到 RS232 ● 可选配手持式读数表 ● 密封的法拉第笼设计减少了电磁信号造成的干扰	● 操作温度：-20℃到50℃ ● 电池寿命：5 年（1 分钟采样间隔时） ● 内存：21700 个水位与温度值 ● 采集间隔：1 秒到 18 小时 ● 通讯：光学专用数据下载 USB 接口 ● 不能选配手持式读数表

三、9100型远程水文数据监测系统

I、主要功能：

- 长期连续远程监测地下水或地标水文数据，包括水位、温度、电导率、降雨量等
- 多个监测站可以组成网络，数据统一由中央电脑处理
- 通过GSM/CDMA/GPRS/无线电进行双向通讯，轻松管理整个网络
- 带自动报警功能，测量指标超过或低于警戒阈值时，系统就会自动发送报警信息到用户的手机
- 带自我诊断功能，实时判断各个监测站的工作状态；
- 供电方式多样，可选蓄电池、太阳能板或交流电



II、系统组成及主要应用

- 组成：控制器，防水箱、太阳能电池板、蓄电池、水位/水温记录仪、雨量计、无线Modem

● 应用：

- 1) 多点远程水位监测和管理
- 2) 地下水资源评价
- 3) 偏远、危险及其它各种恶劣环境条件下的水文监测
- 4) 垃圾填埋场渗漏远程监测
- 5) 洪水和暴雨的监测和管理



3002型雨量记录仪

3002型雨量记录仪通过与雨量筒（另配）连接，可实现降雨量的连续监测。该雨量计最大能存储40,000组数据，采样频率可设置为5分钟至99小时。雨量计的精度与配套的雨量筒相关，常见的范围为 $100\ \mu\text{m}$ 至 $200\ \mu\text{m}$ 。配合专业软件，该雨量计可直接与电脑连接下载数据，还可选配SDI-12接口与第三方数据采集器通讯。



四、地下水采样泵

1、气驱式地下水采样泵

名称 参数	407 型囊状地下水采样泵	408 型双阀地下水采样泵	408M 微型双阀地下水采样泵
图片			
工作原理	将囊状地下水采样泵放入需要采样的井后，井内的水由于水压通过下端的入口进入到中心的聚四氟乙烯室（囊）中，当压缩气体被打入囊周围的空间时，囊开始萎缩并将水样打入采样管中。单向阀能保证采样过程中水样不会回流到泵中。将压缩空气抽出以后，其余的水样又可以进入到囊内，此过程循环往复，水样就可以源源不断地输送到上面去。	将双阀采样泵放入需要采样的井后，井内的水由于水压通过下端的入口进入到采样泵的储水室中，当压缩气体通过气流控制器被打入采样泵储水室时，采样泵底部的止水阀会关闭，储水室内的水被压入到采样管内。采样泵顶部的单向阀能保证采样过程中水样不会回流到泵中。将压缩空气抽出以后，其余的水样又可以进入到囊内，此过程循环往复，水样就可以源源不断地输送到上面去。	将微型双阀采样泵放入需要采样的井后，盖上特制的井盖，当压缩气体通过气流控制器被打入监测井时，储水室内的水被压入到采样泵内。水样通过采样管被源源不断地输送到上面去，期间不会对样品有任何的破坏。
挥发性有机物采样	适合	不适合	不适合
采样深度	150 米	150 米	60 米
采样频率	20-200 ml/min	20-200 ml/min	20-200 ml/min

气驱式地下水采样泵动力供给系统

I. 466型电子控制单元

电子控制单元使用8节AA电池供电，可连续使用30小时。通过预置的程序或手动设置，可精密控制采样速率。当进行挥发性有机物采样时，它可以将流量精确的控制到100ml/min或更低，以保证能取到具有代表性的挥发性有机物样品。标准配置可提供了高达160 psi的气压输出，为囊状采样泵和双阀采样泵提供合适的压缩气源。

II. 12V空气压缩机

12V空气压缩机重量轻（仅重9.5公斤），设计小巧紧凑，尤其适合于在野外采集不足30米深的地下水样品。压缩机使用12伏直流电源，可用汽车或卡车的车载电池供电。压缩机额定输出压力为125 psi，配合7.6L的压缩空气罐可提升至150 psi



2、其它地下水采样泵

1410型蠕动泵专为野外使用而设计，可逆式蠕动泵可用于水井或浅层水的蒸汽、水分采样，也可用作真空泵或者输送液体或气体的压力泵。

该泵整体设计轻便，泵体无排气口、格栅等开口。这些设计使得仪器在野外的维护和维修非常方便。仪器的金属外壳坚固耐用且可防水。手柄和控制按键均在泵的顶部，野外移动和操作非常顺手。蠕动泵的体积为3 cm x 13 cm x 17 cm，重量只有3.6 Kg. 依采样管的直径不同，采样频率从40 ml/min 到 3.5 L/min不等。该泵在扬程内均可有效运转，平原地区的扬程约为10 m。



425型间断式地下采样泵能够获取地下水中悬浮层的具有代表性的样品（轻质非水相液体）以及悬浮层本身（重质非水相液体）。

采样泵是一个不锈钢的取样器，带有聚乙烯管。聚乙烯管安装在卷筒上。卷筒有一个压力附件，还有一个压力/排气开关。压力附件用于高压手动气泵，压力/排气开关用于应用与释放压力在样本上。每个间断式地下水采样泵上均装有样本释放装置。

采样泵在下井前会用高压手动气泵加压，防止下井时水流入取样器。当采样泵到达设定的深度时，取样泵内的压力就会释放。在取样区域，水在空气压力下会直接进入取样器。1.66英寸的取样器内装有一个悬浮球，可以防止水进入管道。这样就避免了清洗管道。当采样泵被待采样品充满后，将采样泵取出水面。样品通过样品释放器排出。



404型地下水自流采样泵采用活塞式抽水机的原理，利用人工或者机械为动力对需监测的地下水进行采样。为了取得优质的可挥发性有机物的地下水样，采样时需要一根长2.5m，直径为6mm的采样管，在抽水过程中将此管插入到泵的出水管中，外部预留约30cm的距离。当采样泵的水流稳定后，采样管中的水样由于虹吸作用会维持稳定的流速，从而取得高质量的地下水样品。有效取样深度约为60米。



五. 地下水多级监测系统

403型CMT地下水多级监测系统可分为3级和7级系统两种，该系统是在一个监测井内放入数根监测管，通过分层填充砾石和分层止水，并在各监测管内安装地下水动态监测系统，从而实现在单一监测井内对多个含水层进行水位监测和水体采样。与传统的监测井相比，多级监测井有以下优点：

1. 同时放在一个钻孔中的监测管数量多达7级
2. 与建造多个监测井相比，多级监测系统施工周期短，成本更低
3. 对样地的干扰较小
4. 可同时对多个含水层进行监测
5. 提高监测井的利用效率
6. 在场地污染物调查、羽状污染物三位描绘中起着不可替代的作用



401型Waterloo地下水多级监测系统应用于多层地下水压力及水质监测。费用较传统方式节省，安装深度可达数百米。与传统的地下水监测相比，特点如下：

1. 获得准确的3维地下水资源信息
2. 获得污染物的分布规律
3. 获得羽状污染物的迁移规律
4. 更准确的地下水污染风险性评价



该系统用于监测地下水氯代烷含量变化（英国 Waterra）



加拿大安大略湖滑铁卢大学利用3级403型CMT监测系统研究班脱土的水位动态，共使用了3个监测井，井深超过6米

六. 地下水采样器和污染监测工具

428型一次性贝勒管采用100%原生特富龙高密度聚乙烯(HDPE)材料，具有极好的耐腐蚀性和洁净度。有两种大小的规格，38×915mm和19×1016mm。采样量分别是1L和250ml。广泛应用于地表水和地下水采样。



429型不锈钢点源式贝勒管两端各有一个逆止阀。逆止阀有效防止了样品之间的污染。该采样管的直径有12.7, 25.4, 38.1, 50.8 mm四种规格可选。长度有305 mm 和1220 mm两种规格可选。103型深度测量尺用的标尺带可以和此贝勒管连用。



601型测压式采样器适用于各种地理条件，包括洞穴、溪流和池塘淤泥等环境，取样简单可靠。采样器由60微米过滤器组件、PVC管材外套组成、确保过滤组件不受损伤。



615型贯入式采样器适用地质、水文调查，可采集地下水和土壤气体。可利用气动或电动钻机打入土层中，不用凿井，不用回填，费用低，直径小，减少洗井时间。材质SS316，内具过滤网，材质为低密度聚乙烯或特氟隆。



660型贯入式点剖面采样器可以多点采集地下水，进行污染物或深度剖面监测。适合于监测羽状污染物。采样器直径45mm，可外接各种采样泵。



800型低压封隔器主要用于地下水分层采样和监测，它有两种规格，分别适用于直径50mm和125mm的监测井。充气承压140到345 kPa，可以使用手动泵充气，操作简单。可以单个使用，也可成组使用。

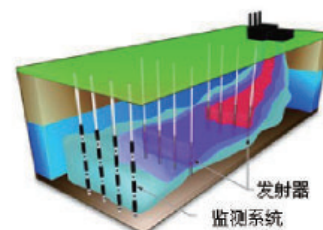


七. Waterloo Emitter™地下水修复系统

Waterloo Emitter™地下水修复系统发射器是一种简易，低消耗的装置，主要用于污染的地下水原位生物恢复过程中释放微生物生长所需的氧气或其他物质。

这项专利技术能够直接通过硅树脂或聚乙烯管把适合微生物生长的物质散播在蓄水层的空气和水中。这些管子是围着中心的聚氯乙烯框架缠绕。为了监测地下水的条件和修复状况，聚氯乙烯框架允许插入取样或监测装置。

利用氧气的散发，能够很好的分解甲基叔丁基醚（MTBE）、苯系物（BTEX）。释放氧的过程中不会产生泡沫损失气体，并增强了生物降解过程中分子氧的生物有效性。Waterloo地下水修复系统发射器同时增强了非生物反应，调节地下水层的pH值，水解作用等。



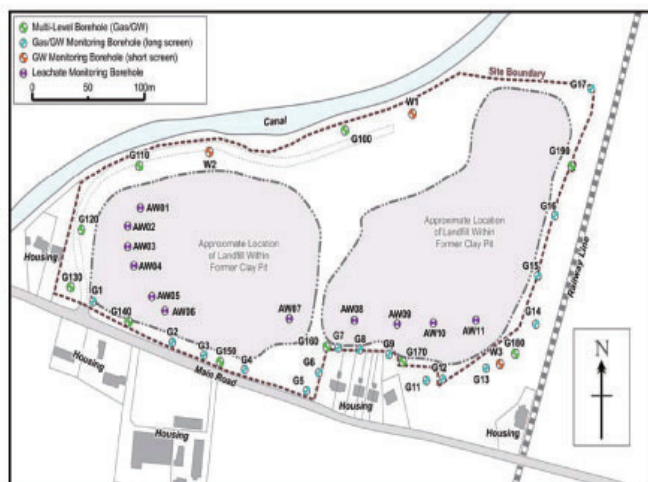
图示为 Waterloo 发射器修复羽状污染物的过程，用 CMT 或 Waterloo 多水位系统监测。

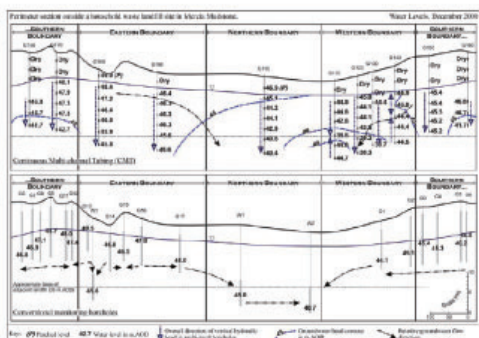


50 mm、100 mm、150 mm 的发射器

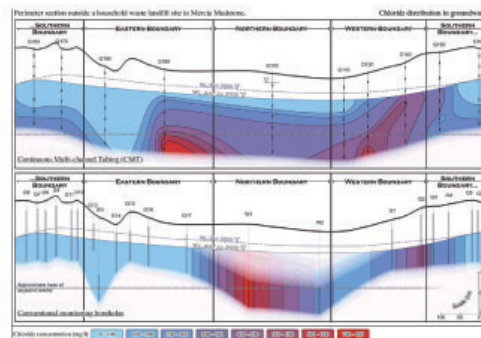
CMT多级监测系统在评估污染物在低透水性含水层的的 迁移途径和垂直梯度中的应用

在英国一个已关闭的垃圾填埋场周围建造了16个深度大于6米的常规地下水监测井和10个多级监测井（7级监测，每级1米间隔），用来定期监测地下水位和水质；通过比较这两种监测井所得出的分析数据发现，使用CMT多级监测系统得到的数据，能更好的反映出地下水的流向、液相和气相污染物的垂直梯度变化，作出的分布图更加形象直观。

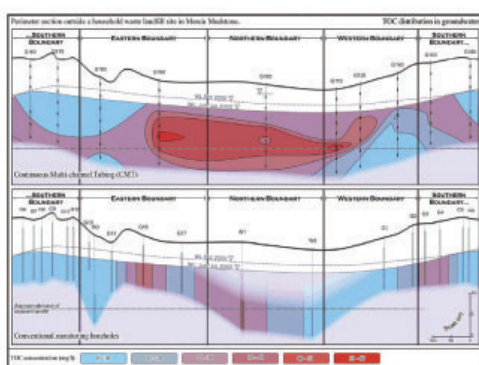




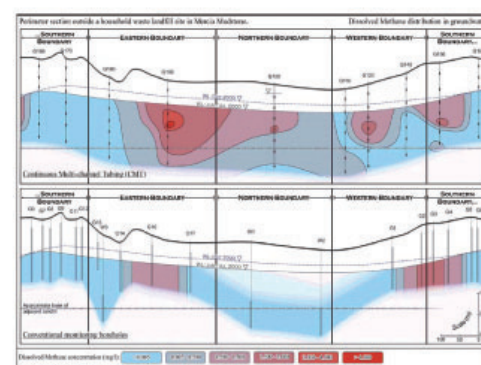
地下水水利梯度分布图



氯化物分布图



总有机碳分布图



垃圾渗液分布图

相关论文

1. Dumble, Peter, Max Fuller, Paul Beck, Paul Sojka. 2006. Assessing contaminant migration pathways and vertical gradients in low-permeability aquifer using multilevel borehole system. Land Contamination and Reclamation 14, no. 3: 699-711.
2. A New Multilevel Ground Water Monitoring System Using Multichannel Tubing by Murray D. Einarson and John A. Cherry. Groundwater Monitoring and Remediation 22, no. 4: 52-65
3. Assessing the transport and fate of MTBE-amended petroleum hydrocarbons in the UK Chalk aquifer. Wealthall et al., 2001.
4. Comparison of eight innovative site characterization tools used to investigate an MTBE plume at Site 60, Vandenberg Air Force Base, California. Einarson et al., 1999.
5. Lewis, M. 2001. Installing continuous mutli-chamber tubing using sonic drilling. Water Well Journal July 2001: 16-17
6. Multilevel System for High-Resolution Monitoring. Ground Water Monitoring & Remediation 26, No.4 Fall 2006, Pp. 57-73.
7. An Analysis of Low-Flow Ground Water Sampling Methodology. Sevee, J.E., White, C.A and Maher, DJ, 2000. Ground Water Monitoring and Remediation. Spring 2000: 87-93
8. Diffusive Oxygen Emitters for Enhancement of Aerobic In Situ Treatment. Ryan D. Wilson, Douglas M. Mackay



地址：北京市海淀区大钟寺13号华杰大厦7B15室
 邮编：100098
 电话：010-62111044/62152442/62118532/62118533
 传真：010-62114847