

抽水截流防治地下水中六价铬污染

傅金升 陈雅芬 刘安生

(安阳市环境保护监测中心站,河南安阳 455000)

王 筱 龙

(安阳市自来水公司)

摘要 就城市工业区地下水环境受六价铬严重污染的情况,根据该地区环境水文地质条件,在污染中心地带采用抽水截流方法,使地下水中六价铬污染大幅度下降。经过6年防治,其污染范围由 0.321km^2 下降到 0.032km^2 。居民生活饮用水供应恢复正常,仅4号水源井已创税利30万元。

关键词 地下水,六价铬污染,抽水截流。

安阳电厂位于市区东北部轻工业区,由于1958年至1985年外排电镀废水没有采取有效防治措施,而使这一带地下水环境遭受六价铬严重污染。1986年3月距电厂走向下游30m的塑料厂2号井(简称2号井)水中六价铬浓度已高达 17.3mg/L ,自来水厂3号水源井和4号水源井水(简称3号井和4号井)六价铬浓度也超过国家规定的 0.05mg/L 的卫生标准(见图1)。

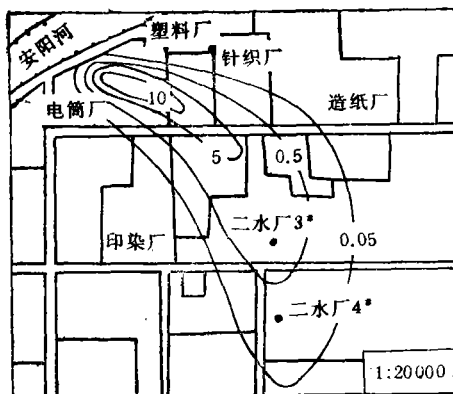


图1 1986年3月地下水中六价铬污染等值线(mg/L)

安阳市是一个以地下水作为唯一供水水源的城市,为防治自来水厂井群遭受大面积严重污染,保证这一带居民生活用水,市环保局、市节水办组织有关单位,对该区地下水环境进行综合性水文地质调查和六价铬污染途径调查,从而制定了抽水截流防治地下水中六价铬污染

的方法。

1 水文地质概况

安阳西依太行山东麓,东接华北平原,是山区与平原的过渡地带。由安阳河冲积形成冲洪积扇,为一完整的水文地质单元。市区东北部轻工业区位于冲洪积扇中心强富水地带,该区域地下水污染带内含水层顶板为上更新统和全新统组成的亚粘土弱含水层,厚度约30m,其中夹亚砂土和细砂透镜体,水量很少,透水性弱,为相对隔水层,对下层微承压含水层起一定保护

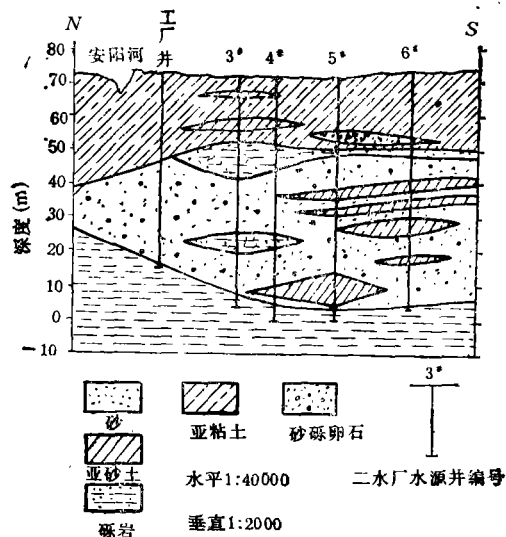


图2 东北部工业区水文地质剖面

1992年9月15日收到修改稿

作用, 下层含水层厚度 30 m 左右, 由上更新卵砾石夹粘土、亚粘土透镜体组成。卵砾石成分以灰岩为主, 石英岩次之, 直径 20—40 mm, 大者 200 mm, 磨圆度较好, 分选性差, 含砂量 10%—30%, 结构松散, 底部有轻度的钙质胶结, 单位涌水量 114.3—200.9 m³/(h·m), 渗透系数为 104—200 m/d, 透水性好, 微承压, 水位埋深 16 m 左右, 底板为下更新统粘土层(见图 2)。

该区地下水径流方向总趋势是自西向东。但随着人工井开采影响的增大, 逐步改变了地下水的径流方向, 地下水径流变为由四周向开采漏斗中心流动(见图 3)。

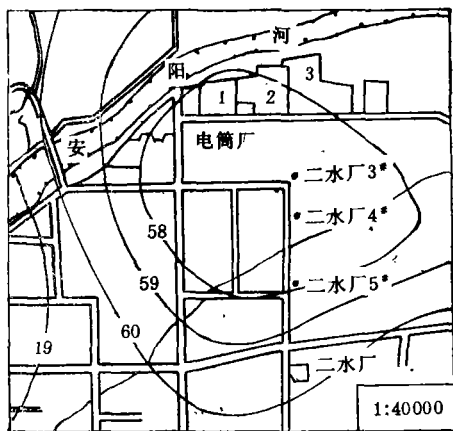


图 3 地下水等水压线图(m)

1. 塑料厂 2. 针织厂 3. 造纸厂

水力坡度由 1.0‰—1.5‰ 增至 2.8‰—5.0‰, 这样地下水的渗透流速加快, 同时还造成上下含水层之间的水位差, 使上层土中水向下层含水层渗透, 这样加快了下层含水层的污染速度。

2 地下水六价铬污染途径

根据这一带地质结构分析, 由于地下水潜水层上面一般不存在隔水层, 直接与包气带相接, 所以潜水可通过包气带接受大气降水, 地表水或污水的补给, 因此, 潜水极易受到污染。

分析其污染机理, 认为污染物是未经处理的富含六价铬的电镀污水, 污染途径为电镀厂电镀污水长期沿砖砌下水道下渗, 使上层亚粘

土吸附六价铬达饱和, 由于亚粘土弱含水层与下层微承压强含水层地下水降漏斗的形成, 发生了补给关系的转化。亚粘土中含六价铬污水下渗补给下层强含水层, 再沿地下水流向下游径流扩散, 渗透到东边约 30 m 处的塑料厂 2 号井周围(上层未封闭)的滤料层中, 沿井壁下渗到下层强含水层中, 造成污染。该地区水井深在 60—80 m 之间, 均在同一含水层, 抽水量为 60—140 t/h, 这些井承压水层中滤料是棕, 隔水层及其以上全部用石头作填料(图 4)。

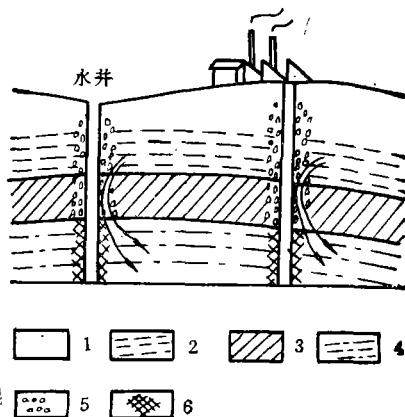


图 4 水污染示意图

1. 亚粘土 2. 潜水 3. 隔水层 4. 承压水 5. 石头 6. 棕

这些深水井原地质结构曾遭受到不同程度地破坏, 使之形成所谓“水文地质窗”, 潜水和承压水联系紧密, 被污染的潜水毫无阻拦地流入承压水层中, 污染中心呈带状分布, 距市自来水公司二水厂水源井较近。1985 年 7 月超标污染面积为 0.200 km², 1986 年 3 月超标面积已上升为 0.321 km², 二水厂 3 号井和 4 号井六价铬含量分别为 1.00 mg/L 和 0.12 mg/L, 均超过国家规定的饮用水六价铬限量 0.05 mg/L 的卫生标准。如果照此下去, 污染带还会南移, 二水厂其它水源井也将被污染, 这样将会给城市正常供水带来更大困难。

3 地下水污染治理

3.1 防治方法

防治地下水中六价铬的污染可采用多种方法, 其中多采用水力措施和工程措施, 水力措施

包括: ①在污染源处将已进入含水层中的污染物抽出, 采用这种措施要求能及时发现污染, 在其还未广泛蔓延之前实施。② 控制污染带, 即采取必要的措施形成人工阻水带或改变污染物的蔓延方向, 控制污染物向供水水源径流。

工程措施包括: ①把受污染的土体(岩层)挖出处理, 彻底清除可致污染的物质。② 打钻孔注防渗隔水墙, 隔离污染源。

通过比较, 采取工程措施的方法受场地和资金的限制, 而采取水力措施的防治方法是实际可行的。若仅采用抽出污染物的方法, 只能将污染源外滞留的部分污染物抽出含水层, 但不能很快恢复 3 号和 4 号水井的正常供水, 而要恢复该两眼井的生产, 应重点从控制污染带方面着手。为此, 应采取控制污染带和抽出污染物相结合的方法来防治污染。

3.2 防治措施

根据该处地下水径流水力坡度小的特征, 在污染源和供水水源之间选择合适的水井, 采用较大流量抽水, 使地下水形成局部降落漏斗, 以阻止污染源处的受污染水向供水水源井径流(简称抽水截流), 以达到控制污染带不再向供水水源井扩散, 恢复二水厂 3 号和 4 号水源井正常生产的目的。与此同时, 在污染源附近, 选择合适的水井, 抽出仍滞留的高浓度污染水, 配合截流控制污染带向供水水源井蔓延, 加速地下水净化。具体防治方案是, 利用处在污染源附近的塑料厂 2 号井进行大流量抽水, 则起着抽出部分残留在污染源处的六价铬污染水和控制污染带扩散的双重作用, 再利用位于塑料厂 2 号井和二水厂 4 号井之间的二水厂 3 号井进行大流量抽水, 进一步控制污染带的扩散, 尽快恢复 4 号井正常供水。

结合该地区地下水流向来分析污染带的分布情况可以得出, 污染物的蔓延主要受局部地下水流向的控制, 六价铬在污染带顶部高浓度区的蔓延方向与地下水的自然流向相同, 到东部前缘受到 3 号和 4 号水源井降落漏斗的影响, 局部地下水流向发生变化, 六价铬污染向 3 号和 4 号水井附近蔓延。这说明, 在塑料厂 2

号井处以足够的流量抽水, 使地下水形成较深的降落漏斗可以阻止污染水向下游二水厂 3 号和 4 号水井径流。

3.3 截流水的用途

针对塑料厂的工业用水量及生产工艺, 对水质要求进行了调查, 结论是塑料厂 2 号井在设备不变的情况下, 全日运行供该厂工业生产用水, 在水质和水量方面都是可行的, 完全可以不使用城市自来水。将二水厂 3 号水源井的截流水由专线供市热电厂工业用水。

4 地下水六价铬污染治理结果

4.1 抽水截流防治地下水六价铬污染效果

1986 年 3 月二水厂 3 号井首先抽水截流, 同年 7 月塑料厂 2 号井开始抽水截流(见表 1)。由表 1 可见, 由于位于二水厂 3 号井上游的塑料厂 2 号井开始抽水截流, 3 号井六价铬抽出量明显下降, 该两眼井六价铬年抽出量呈逐年减少趋势。2 号井和 3 号井抽水截流情况见表 1。

表 1 地下水六价铬污染带抽水截流情况

年份	塑料厂 2 号水源井			二水厂 3 号水源井		
	抽水量 (万 t)	平均浓度 (mg/L)	六价铬 抽出量 (t)	抽水量 (万 t)	平均浓度 (mg/L)	六价铬 抽出量 (t)
1986	12.7	13.3	1.69	268	0.59	1.58
1987	24.2	6.1	1.48	159	0.24	0.39
1988	51.7	3.0	1.55	133	0.20	0.27
1989	51.9	1.2	0.62	266	0.09	0.24
1990	21.0	2.1	0.44	266	0.06	0.16
1991	8.0	4.0	0.32	266	0.03	0.08
累计	169.5		6.10	1358		2.72

由表 1 可知, 1986—1989 年 2 号井六价铬浓度呈逐年成倍递减, 1990 年和 1991 年由于年抽水量成倍减少, 六价铬浓度则成倍上升。1989—1991 年 3 号井抽水量大幅度增加, 则其六价铬含量在逐年下降, 其抽出量也是逐年减少。离污染源近的 2 号井和距污染远的 3 号井相比, 6 年来, 2 号井是 3 号井抽水量的 1/8, 但六价铬抽出量却是后者的 2.3 倍。说明在越靠近污染源的地带采取防治措施, 其效果越好。

4.2 地下水六价铬污染带变化情况

从一系列跟踪检测资料进行分析, 由于抽水截流, 地下水六价铬污染中心地带的浓度呈逐年大幅度下降趋势, 其变化情况见表 2。

表 2 地下水六价铬污染带变化

浓度 (mg/L)	面 积 (km ²)				
	1986 年 3 月	1987 年 9 月	1988 年 6 月	1989 年 3 月	1991 年 7 月
5—17	0.023	0.017	0.014	0.000	0.000
0.5—5.0	0.117	0.070	0.043	0.055	0.001
0.05—0.5	0.181	0.180	0.222	0.125	0.031
0.005—0.05	0.000	0.054	0.042	0.144	0.289

由表 2 可知, 1986 年 3 月该区地下水中六价铬超标污染面积为 0.321 km², 1987 年 9 月下降为 0.267 km², 1989 年 3 月下降为 0.180 km², 1991 年 7 月下降为 0.032 km²。由 1991 年 7 月该区地下水中六价铬含量等值线图 (图 5) 可知, 经过 6 年的防治, 该区地下水中六价铬超标污染范围已大幅度下降, 1991 年 7 月是防

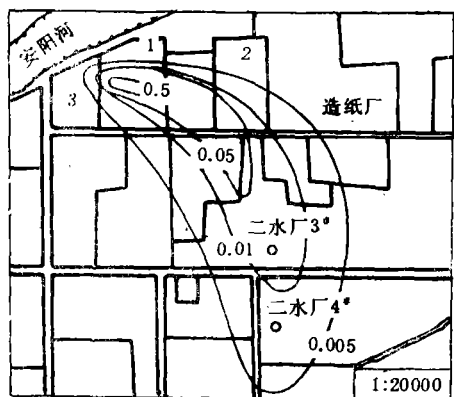


图 5 1991 年 7 月地下水六价铬污染等值线 (mg/L)

1. 塑料厂 2 号井 2. 针织厂 3. 电厂

治前 1986 年 3 月的 1/10 (图 1)。

4.3 抽水截流经济效益分析

塑料厂 2 号井和二水厂 3 号井抽水截流, 不仅防治了地下水六价铬污染带继续南移, 还使原六价铬超标的二水厂 4 号水井恢复了向居民正常供水。4 号水井从恢复生产到 92 年底, 已供水 843.3 万吨, 创产值 96.64 万元, 扣除制水成本 57.35 万元和抽水截流工程费用及能源消耗 9.27 万元, 4 号水源井已创税利 30 万元。考虑到塑料厂 2 号井和二水厂 3 号井截流水也应用于工业生产创造价值的情况, 说明抽水截流防治地下水六价铬污染源蔓延的方法是行之有效的。

5 结论

(1) 抽水截流法对防治地下水的点状或带状污染是行之有效的。

(2) 抽水截流方案的制定, 要建立在熟悉当地水文地质条件和了解污染源及污染途径的基础上, 截流井可利用原有水井或重新开凿的井, 其布置原则是在供水水源与污染源之间的污染高浓度区。最好呈带状把污染源和供水水源井分开。截流井的取水深度要与供水水源井同取一含水层, 其取水量大小经有关水文计算确定。

(3) 抽水截流过程中应做好跟踪检测工作, 以便及时调整防治方案, 取得最佳效果。

(4) 从节约能源和水资源方面考虑, 最佳方案是抽水截流防治污染和分质供水相结合。

参 考 文 献

- 1 陈葆仁. 地下水动态及其预测. 北京: 科学出版社, 1988: 344—352

ween the properties of the two kinds of immobilized microbial beads. It was observed that the beads made from PVA have higher stability and strength than those made from sodium alginate, and are more suitable for wastewater treatment. However, their mass diffusivity should be improved.

Key words: entrapping agent, immobilized microbe beads sodium alginate, PVA.

Studies on Treatment Techniques of Wastewater from Organo-phosphorus Pesticide Production. Luo Qifang, Zhang Xiaohu et al. (Institute of Environmental Medicine, Tongji Medical University, Wuhan 430030): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 32—34

Treatment techniques of wastewater from production of organo-phosphorus pesticides with cyclic structure such as Methyl-ISP etc. were studied. Results show that removal rates of COD_{cr} and organo-phosphorus were 59.6% and 91.3%, respectively, and the ratio of $\text{BOD}_5/\text{COD}_{\text{cr}}$ could be increased from 0.12 to 0.46 by wet oxidation method when operating pressure was 0.5—0.6 MPa (150—160°C), PH value was 2, and HRT is 1h. Removal rate of respective COD_{cr} was 76.0% and 82.1% for activated sludge aeration and biological activated carbon process when the diluted mixing wastewater is disposed directly under selected conditions. If the diluted mixing wastewater is disposed by biological processes after wet oxidation, removal rate of COD_{cr} could be increased by about 10% under the same conditions.

Key words: wastewater, organo-phosphorus pesticides, wet oxidation, biological treatment.

Drawing Water to Control Ground Water Pollution from Cr^{6+} . Fu Jinsheng et al. (Anyang Environment Protection Monitoring Station, Anyang 455000): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 35—38

Taking the environmental hydrological and geological conditions of an Cr^{6+} polluted urban industrial area into account, A countermeasure, i.e. drawing water from underground in the center of

the area to cut off underground streams, was taken to reduce the level of pollution of ground water from Cr^{6+} . After 6 years practice, the polluted area was reduced from 0.321km² to 0.032km² and the drinking water supply was back to normal.

Key words: ground water pollution, chromium pollution.

Design Methods for Constructed Wetlands—A New Wastewater Treatment Process. Zhu Huichang et al. (Shanghai Light Industry Design Institute, Shanghai 200031) *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 39—43

The constructed wetland is a new wastewater treatment process. Based on the flow status, the constructed wetlands can be divided into surface flow system and subsurface flow system. Basically, the wetlands are plug flow reactor using common reeds or other plant for oxygen transfer. The BOD and SS removal rates can be as high as 85%—95% and about 90%, respectively. The $\text{NH}_3\text{-N}$ and P removal rates can reach about 40%—50%. However, the costs for the construction and operation of the constructed wetlands are 0.1—0.5 of the conventional secondary wastewater treatment processes. The design methods for constructed wetlands are introduced in this paper.

Key words: constructed wetland, surface, flow, subsurface flow.

A Unified Hypothesis for Filamentous Bulking in Activated Sludge Processes. Wang Kaijun (Beijing municipal Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(2), 1993, pp. 44—48

Based on the analysis and synthesis of various existing theory and hypothesis for activated sludge bulking, a unified theory for the phenomena was proposed. The theory can satisfactorily explain most of the common bulking phenomena, and hence can be utilized in the control and prevention of sludge bulking. Experiment results show that under the guidance of the theory the SVI of slud-