

化学沉淀法去除水中镍的研究

赵丛珏 刘志滨 马越 陈玉琢

(天津市自来水集团有限公司, 天津 300240)

摘要: 试验在自来水为原水的条件下, 调节不同的pH, 分别进行了三氯化铁、聚合氯化铝和硫化钠去除重金属镍效果的研究。结果表明三氯化铁药剂对水中镍的去处效果明显, 能将污染浓度为国家标准限值50倍的镍去除到国家标准限值以内。聚合氯化铝药剂对水中镍的去除能力有限, 仅能将污染浓度为国家标准限值10倍的镍去除到国家标准限值以内。三氯化铁的去处效果明显优于聚合氯化铝, 且处理后残余铁未超标。硫化钠沉淀法去除效果不好, 因此不可行。

关键词: 化学沉淀法 镍 三氯化铁 聚合氯化铝 硫化钠

国家标准《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)对镍的限值规定为0.02mg/L, 本文中提到的标准限值均为此值。

镍, 原子序数为28, 具磁性, 属过渡金属。镍的重要盐类为硫酸镍($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)和氯化镍($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)。镍用途很广, 大量用来制造各种类型的不锈钢、软磁合金电池、电镀和合金结构钢, 用于化工、石油和机器制造业。

经常接触镍对人体也是有害的, 它是最常见的致敏性金属, 约有20%左右的人对镍离子过敏, 在与人体接触时, 镍离子可以通过毛孔和皮脂腺渗透到皮肤里面去, 从而引起皮肤过敏发炎, 其临床表现为皮炎和湿疹。而对于污染了镍的水体进行处理, 减小或消除其危害性也是至关重要的, 本文主要研究了几种去除水中镍的方法。

目前, 对重金属的去除方法有化学沉淀法、吸附法、生物法等, 本次试验采用化学沉淀法中的碱性沉淀法和硫化物沉淀法研究对镍的去除效果。

1 试验原理

化学沉淀法是基于溶度积原理, 通过投加化学试剂, 使污染物形成难溶解的物质从水中分离的方法。在此采用碱性化学沉淀法和硫化物化学沉淀法。碱性化学沉淀法通过预先调整pH值, 使重金属形成氢氧化物沉淀; 硫化物沉淀法是在一定温度条件下, 利用硫化钠等硫化物作沉淀剂, 使其硫离子与废酸水中之金属离子浓度的乘积大于该金属硫化物的溶度积, 达到过饱和, 从而形成难溶性硫化物沉淀。

化学沉淀法需要与混凝沉淀过滤工艺结合运行,

通过控制反应条件, 使污染物形成沉淀, 投加混凝剂, 形成矾花进行共沉淀。由于混凝剂的水解作用会产生氢离子, 使水的pH降低, 特别是一些酸度较大的液体混凝剂。对于要求控制pH的化学沉淀混凝处理, pH的理论控制点是指混凝反应之后, 而不是在投加混凝剂之前, 以确保对污染物的化学沉淀去除效果。

2 试验材料、设备与检测方法

2.1 材料

2.1.1 镍标准物质

购自中国计量科学研究院, 批号为GBW08618, 浓度为1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 基体(v/v)为1.0%硝酸的水溶液, 包装为安瓿瓶, 总体积20mL。

2.1.2 药剂

碱性化学沉淀法采用铁盐混凝剂和铝盐混凝剂, 铁盐混凝剂采用三氯化铁, 由天津市津水自来水配套有限公司生产; 铝盐混凝剂采用聚合氯化铝, 由天津市瑞田化工有限公司生产。

硫化物沉淀法采用硫化钠和聚合氯化铝, 硫化钠为优级纯, 由天津市天医化学试剂厂生产。

2.1.3 试验用水

采用天津市新开河水厂出厂水作为试验用水。

硫化物沉淀法, 采用经过活性炭滤柱脱氯的自来水作为试验用水。

2.2 设备

2.2.1 六联混凝搅拌机

采用ZR4-6混凝试验搅拌机, 由深圳市中润水工业技术发展技术有限公司制造。

2.2.2 过滤装置

采用漏斗和滤纸进行过滤。

2.3 镍的配制、去除与分析方法

将镍配成满足浓度要求的原水溶液，倒入ZR4-6 混凝试验搅拌机自带的1L洁净烧杯中，然后把烧杯放到搅拌机上，之后，同时向烧杯中加入一定量的药剂，立刻进行搅拌，统一设定搅拌程序为：快转300rpm×1min，慢转60rpm×5min，45rpm×5min，25rpm×5min，之后静置沉淀30min后取上清液过滤，废弃100mL初滤液，取样测定剩余镍浓度。

镍采用石墨炉原子吸收分光光度法进行检测。每组试验都进行质控，配制标准点，检测误差控制在±10%。

3 结果与讨论

3.1 碱性沉淀法对镍去除效果的研究

3.1.1 碱性沉淀法中pH对三氯化铁去除镍的影响

用自来水配制模拟镍污染的水样，镍浓度约为0.10 mg/L (5倍国标限值)，用氢氧化钠溶液调节水样的pH分别为7.5、8.0、8.5、9.0、9.5、10.0，共6个水样，加入三氯化铁药剂，使水体中三氯化铁分别加入10 mg/L三氯化铁 (以Fe计)，按照程序进行搅拌。在反应结束后，测定上清液的pH值和镍的浓度，以镍的残余浓度为横坐标，pH为纵坐标作图，见图1。

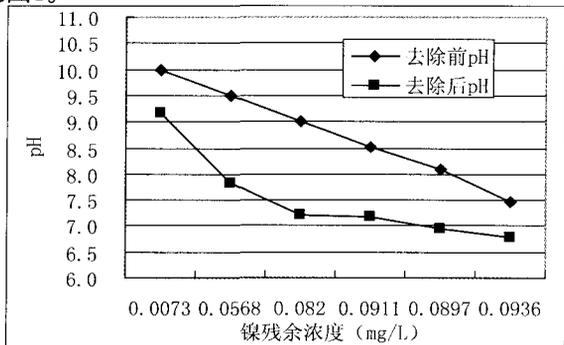


图1 pH对三氯化铁去除镍的影响

从图1.可以看出，反应前的pH≤9.5时，采用三氯化铁不能有效去除自来水中超标4倍的镍；当调节反应前pH=10.0时，可以使镍浓度降低到国家标准限值以下，效果明显，测定反应后上清液pH=9.17。

3.1.2 碱性沉淀法中pH对聚合氯化铝去除镍的影响

用自来水配制浓度为0.10mg/L的镍溶液，用盐酸或氢氧化钠调节水样的pH，pH分别为：7.0、

7.5、8.0、8.5、9.0、9.5，分别加入10mg/L聚合氯化铝 (以Al计)，按照程序进行搅拌。在反应结束后，测定上清液的pH值和镍的浓度，以镍的残余浓度为横坐标，pH为纵坐标作图，见图2。

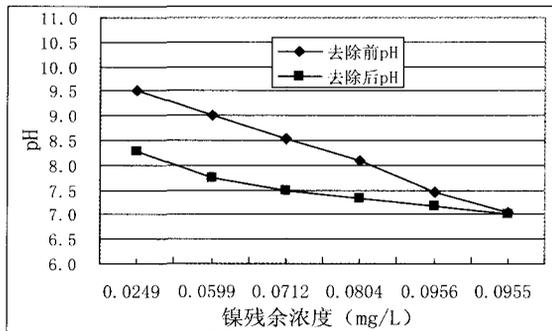


图2 pH对聚合氯化铝去除镍的影响

从图2.可以看出，反应前pH≤9.0时，采用聚合氯化铝不能有效去除自来水中超标4倍的镍，当把反应前pH调到9.5后，可以使镍浓度降低到国家标准限值以附近，测定此条件下上清液pH=8.28。

3.1.3 碱性化学沉淀法的最大应对能力测试

用自来水分别配制浓度为0.20，1.00，2.00mg/L (分别为国家标准限值的5，10，50，100倍)的镍溶液，分两组进行，一组调节pH=10.0，加入10mg/L三氯化铁 (以Fe计)，另一组调节pH=9.5，加入10mg/L聚合氯化铝，按照程序进行搅拌。在反应结束后，测定上清液中镍的浓度，以镍的初始超标倍数为横坐标，镍的残余浓度为纵坐标作图，为图3。

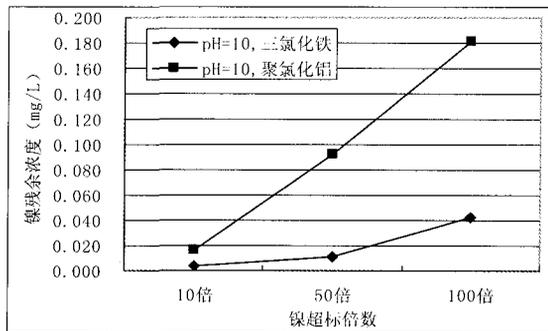


图3 碱性化学沉淀法的最大应对能力测试

从图3可以看出，当采用三氯化铁时，在pH≥10.00的情况下，可有效去除自来水中超标50倍的镍，浓度为1.00mg/L；当采用聚合氯化铝时，在pH≥9.50的情况下，能应对镍超标10倍的自来水，浓度为0.20mg/L。

3.2 硫化物沉淀法对镍效果的去除研究

硫化物沉淀法采用的硫化物为硫化钠，由于铁盐会与硫化物反应，使用的混凝剂为聚合氯化铝。

试验过程为,用自来水配制浓度为0.10mg/L的镍溶液,分别加入硫化钠,投加量为0(空白),0.03,0.05,0.10,0.15,0.20mg/L(以S计),然后各加入聚合氯化铝5mg/L(以Al计),按照程序进行搅拌。试验结束后,用滤纸过滤上清液以模拟沉淀工艺的效果,测定上清液中镍和硫化物浓度。试验后,镍溶液静止放置24h,测定上清液的镍和硫化物浓度,看沉淀物中的镍是否有再溶现象。以硫化钠投加量为横坐标,分别以镍、硫化物的残余浓度为纵坐标做图,为图4。

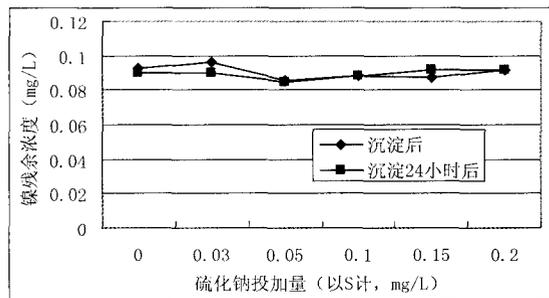


图4 硫化物沉淀法对镍的去除效果

从图4.可以看出,硫化钠不能有效去除自来水中超标4倍的镍。静止沉淀24h后,水中镍浓度没有明显

(上接第105页)

业窨井安全管理水平的进一步提高,找寻捷径起到了投石问路作用,在排水事业发展历程中具有重大的现实意义。

参考文献

- [1]王卫星,秦建华.城市道路窨井现状和面临的问题[N].浙江水利水电专科学校学报,2008.2:57-57
- [2]吴斌.当心马路上的窨井[J].素质教育博览,2007.19:22-23
- [3]张文英.浅析市政排水管道工程施工质量控制[N].邢台职业技术学院学报,2006.5:36-37

(上接第107页)

办。去年8月,东关南社区在水表周检时,就是委托一个专业公司全部负责,我们在与社区居委会定好总的框架后,由这个公司来具体操办拆装、运输等,替代了以前的管水员互助组织,在范围上还有所超越,应是承包的模式,这是值得探索研究的新形式。

二是政府的执法推动和费用减免政策。作为民生计量工作的内容,希望政府考虑建立财政补贴机制,对计量器具周期检定有所扶持。

三是调动供水企业及检定机构的积极性。与此有

变化。因此硫化钠不适合处理污染金属镍的水样。

4 结论

实验结果显示,碱性沉淀法处理水中的镍效果和稳定性很好,在试验要求的浓度下,三氯化铁对镍的去除效果最好。

(1)调节水体pH=10.0,采用三氯化铁可有效去除自来水中超标50倍的镍,镍浓度能降到国家标准限值以下。

(2)调节水体pH=9.5,采用聚合氯化铝可有效去除自来水中超标10倍的镍,镍浓度能降到国家标准限值以下。

(3)采用硫化钠沉淀法,对镍没有明显的去除效果。

参考文献

- [1]张锐,张晓健.城市供水系统应急技术研究结题报告.2009-1-16
- [2]孟多,周立岱,于常武.水体重金属污染现状及治理技术[J].辽宁化工,2006,35(9):534-536.
- [3]许达华.硫化物沉淀法除废酸水中砷和多种金属离子的理论探讨[J]
- [4]许保玖,龙腾锐.当代给水与废水处理原理.高等教育出版社

作者通联:013502035570

[4]于永清.城市道路窨井沉陷原因分析与治理[J].常州信息职业技术学院学报,2004.1:60-61

[5]何军龙.浅谈道路排水工程的施工管理[J].山西建筑,2007.33:54-55

[6]王迪,田忠远.浅谈市政排水管道的施工注意事项[N].科技创新导报,2008.25:42-43

[7]周敏.张卫民浙中地区城市道路窨井病害成因分析及防治措施[J].公路交通科技(应用技术版),2009.11:10-11

[8]陈一鸣.关于城市道路混凝土路面窨井四围裂缝产生的原因及其对策[J].大众科技,2007.4:51-52

作者通联:0575-84084328

关的各个方面建立良好的合作关系。注意到实行一户一表、抄表到户,意味着水表选型、安装、验收以及维修、更换、周检全部由自来水公司负责,应当对住宅建设的规范、设计、施工等作出自来水公司过程参与的规定,否则,既不利于企业的接收和发展,也影响到水表的首检、周检。

作者通联:0633-8220811