



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105293643 A

(43) 申请公布日 2016.02.03

(21) 申请号 201410330935.6

(22) 申请日 2014.07.11

(71) 申请人 中国石油化工股份有限公司

地址 255400 山东省淄博市临淄区 124 信箱
齐鲁石化公司科技处

(72) 发明人 梁斌 李留忠 李波 张立红
郭卫东

(74) 专利代理机构 青岛发思特专利商标代理有
限公司 37212

代理人 耿霞

(51) Int. Cl.

C02F 1/467(2006.01)

B01J 31/22(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

电解催化氧化处理污水的方法

(57) 摘要

本发明属于污水处理技术领域,具体涉及一种电解催化氧化处理污水的方法,首先制备螯合型催化氧化树脂催化剂,然后将污水加入到电解催化氧化反应槽中,反应槽内同时加入螯合型催化氧化树脂催化剂,反应槽阴阳极板间施加电压,反应槽下部设置充氧曝气设施,通过 COD 在线分析仪观察污水处理效果,待污水 COD 达到目标值时停止电解,得到目标出水;螯合型催化氧化树脂催化剂包括活性组分和载体,载体是螯合树脂。本发明可用来处理成份复杂、各种污染物浓度高的难生物降解污水,不产生二次污染, COD 低于 50mg/L,使污水达标排放。

1. 一种电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于首先制备螯合型催化氧化树脂催化剂,然后将污水加入到电解催化氧化反应槽中,反应槽内同时加入螯合型催化氧化树脂催化剂,反应槽阴阳极板间施加电压,反应槽下部设置充氧曝气设施,通过 COD 在线分析仪观察污水处理效果,待污水 COD 达到目标值时停止电解,得到目标出水;

所述的螯合型催化氧化树脂催化剂包括活性组分和载体,载体是螯合树脂。

2. 根据权利要求 1 所述的电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于所述的螯合树脂是 N、O 配位基螯合树脂, N、N 配位基螯合树脂, O、O 配位基螯合树脂,含硫螯合树脂或含磷螯合树脂中的一种。

3. 根据权利要求 1 所述的电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于所述的活性组分是铁、铜、锰、铬、镍、钒或钛金属离子中的一种或几种。

4. 根据权利要求 1 或 3 所述的电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于所述的活性组份的负载量为 1-15%。

5. 根据权利要求 1 所述的电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于所述的螯合型催化氧化树脂催化剂的加入量是反应槽容积的 10-70%。

6. 根据权利要求 1 所述的电解催化氧化处理污水的方法,其特征在于所述的电压为 10-36V。

电解催化氧化处理污水的方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体涉及一种电解催化氧化处理污水的方法。

背景技术

[0002] 近年随着工业的迅速发展,工业污水的排放量及排放物种类逐年增加,尤其是石化行业,其排放的污水中不仅成份复杂而且各种污染物浓度高。生化处理法由于投资少、操作简单、处理成本低、效果稳定,一直是石化污水处理优先采用的方法。部分成分简单、毒性较低、生物降解性略好的污水可以通过现有生化处理技术处理后达标排放,但是许多生物降解性差的污水采用生化法处理却很难达到排放标准。随着污水排放标准的日益严格,即使是可降解性较好的污水只经过生化处理也难以达到新的排放标准。因此,对难生物降解污水的处理成为解决石化污水升级达标排放的关键。

[0003] 难生物降解污水在石化各生产企业内普遍存在,如化学制水的再生水、污水回用装置的反渗透浓水、化工废碱液等。特别是高硫、高酸原油的开采和加工比例在逐年递增,使得油品加工过程产生了明显乳化和高含盐量的电脱盐排水,如果将其与其它污水一起进入处理场处理,除了增加污水处理系统负荷外,其高盐度还会对生化系统造成不利影响。国内对难生物降解污水处理的方法和国外基本一致,主要方法是生物强化法、物化法和高级氧化法。其中,近些年新兴的高级氧化水处理工艺,已成为国内外水处理研究领域的热点课题。高级氧化技术的基础在于运用光辐照、电、声、催化剂,有时与氧化剂结合,在反应中产生氧化性极强的自由基(如 $\cdot\text{OH}$),再通过自由基与有机化合物之间的加合、取代、电子转移、断键等,使水体中难降解有机物氧化降解成低毒或无毒的小分子物质,甚至直接降解成 CO_2 和 H_2O ,接近完全矿化。根据氧化剂和催化剂的选取不同,高级氧化技术大体可分为以下几类,Fenton 和类 Fenton 法、湿式氧化法、光化学氧化法和光催化氧化法、臭氧氧化法和电解氧化法等等。一般认为,电解氧化法实质是电极、电解质界面上发生了氧化还原反应,电荷的转移产生了活性基团 $\cdot\text{OH}$ 来氧化有机物,使废水中有害物质在阳极和阴极上进行氧化还原反应,沉淀在电极表面或沉淀在电解槽中,或生成气体从水中逸出,从而降低废水中有害物质的浓度或把有毒物质变成无毒、低毒物质。实现电解氧化过程的电化学反应器即为电解槽,它由两个电极(第一类导体)和电解质(第二类导体)构成,在外电源作用下由外部通入电流后发生电化学反应。在电解槽中为了使反应成为可能,或者为了使反应以某一速度进行,必须把相应电压加在电解槽上来达到有机物降解所需的活化能,此外加电压在实际应用中称为槽压。一般来说,槽压越大则体系内产生的羟基自由基量越多,实际应用中为使出水 COD 达标,作为驱动力的外加槽压需要根据水质进行调整。但对体系施加电压越高,相应能耗增大,应综合考虑选取适当的电压。

[0004] 如 Radha 等采用电化学氧化法(石墨棒为阳极,不锈钢为阴极)处理纺织工业污水,污水 COD、TOC 去除率为 68%;Panizz 等采用电化学絮凝(铁为阳极电极)和电化学氧化(硼掺杂金刚石为阳极)对洗车污水降解处理,污水 COD 去除率为 75%,电能消耗 $0.14\text{kWh}\cdot\text{m}^3$ 。电解氧化法是一种有效的污水处理工艺,它操作简便易于控制,是生物法和

物理化学方法无法比拟的。电解氧化技术的优点在于：

[0005] (1) 过程中产生的 $\cdot\text{OH}$ 具有强氧化性,可无选择地直接与污水中的有机污染物反应,将其降解为二氧化碳、水和简单有机物,对污水处理深度高且不产生污染,因此,被称为“环境友好”技术。

[0006] (2) 反应条件温和,一般在常温常压下就可进行。

[0007] (3) 既可单独处理,又可与其它处理技术相结合,如作为生化法的前处理,用以提高污水的可生化性;也可以作为生化法后处理,提高污水的处理深度。

[0008] 但针对成分复杂、种类多样的石化企业污水,该技术也存在很多问题,如:析氧、析氢副反应、能耗大,实际操作和处理效果中仍有不同的局限性。自 20 世纪 80 年代以来,随着人们对环境科学认识的不断深入和对环保要求的日益提高,催化剂在电解氧化水处理工艺领域得以应用,使电解催化氧化水处理技术具有低槽压运行、深度降低 COD 的优势,而引起广大环保工作者的兴趣。例如 Fe^{2+} 盐催化剂具有较低的电极电位,可在较低槽压下发生与 Fe^{3+} 盐的氧化还原对反应,产生活性基团 $\cdot\text{OH}$ 来氧化有机物,在较低的槽压和能耗下即可达到有机物氧化分解的活化能,使得电化学反应具有较高的反应速率。在电场一定的前提下,电催化反应速率受催化剂的活性影响较大,一般可选择电极电位较低的金属或其盐类。催化剂既可以为一般的单独活性组分,也可以将活性组分负载在载体上,催化剂树脂即为后一种情况。

[0009] 国内传统水处理中电解催化氧化技术还没有得到广泛应用,主要是由于探索时间短,基础理论还不十分完善,再加上实际污染系统复杂多样,使该技术无论在理论研究还是实践应用都存在不少有待研究解决的问题。少部分文献讨论了催化剂在电解催化氧化的作用,例如向污水中分别投入 NaCl 、 FeSO_4 、 Ni_2O_3 、 Na_2SO_4 等作为添加剂以提高污水的导电能力,考察了 COD 去除率随添加剂投加量的变化,虽可以提高 COD 的去除率,但也是对水质的二次污染。例如发明专利 CN1522968A,公开了一种多相多元催化电解氧化污水处理方法与装置,以活性炭、石墨、焦炭、无机载体或树脂颗粒做固体吸附材料,以石墨、贵金属或普通碳钢做电极材料,以水溶性铁、铝、镁或锰金属盐为催化剂,采用 36V 以下安全电压,组成了一个具有综合脱除过程的污水物理-化学-电解处理装置,用于生化前的预处理及生化后的污水深度处理,但由于未对金属盐催化剂做特殊工艺处理,需要连续补充金属盐催化剂,投入污水中使得出水中的金属含量增加,易形成出水金属离子二次污染。

[0010] 发明专利 CN101434443B,涉及一种炼油污水的处理方法和装置,炼油污水送入电解催化氧化反应器中,以金属钴、铜、铁、锰、镍、钒或钛的一种或几种为催化剂活性组分,以活性炭颗粒作为载体组成催化剂颗粒,反应器阴阳极板施加 10-36V 直流电压,反应器下部设置充氧曝气设施,可深度处理炼油电脱盐装置排水、油品和液化石油气等高浓度含盐混合废水,处理出水减少了金属离子二次污染。但以专利所提供信息进行污水电解催化氧化试验,并未能达到污水深度处理的目标。

[0011] 专利 CN1412124A 将高浓度有机废水和二价铁盐置于电解槽中,利用平板回流式电解方式,提高三价铁在阴极的反应速率,进而提高电化学还原效率,并在反应过程中连续加入双氧水,使之与还原所得二价铁可以不断的反应生成三价铁,使溶液中三价铁对二价铁的比率一直维持在高值,保持高处理效率。但这种方法需要消耗大量双氧水,且缺少表面积较大的催化载体,同样存在出水发生金属二次污染问题。

[0012] 专利 CN102557308B 公开了一种煤焦油污水处理方法,将经过预处理后的煤焦油污水输入催化湿式氧化单元进行处理,催化湿式氧化单元反应压力为 3-9Mpa,反应温度为 200-290℃,催化剂可以为贵金属催化剂、金属氧化物催化剂和复合金属催化剂,停留时间 45min-75min,去除污水中的 COD、氨氮、挥发酚、CN⁻、硫化物;催化湿式氧化单元出水后进入电解高级氧化单元,所述电解高级氧化单元采用固体钻石合金作为正负两极,两极电压为 220 伏,电流为 20-80A,通过对两极通电,使污水中的水电解,产生具有高氧化性的羟基,羟基将污水中剩余的 COD、氨氮、挥发酚等污染物进一步氧化分解。使污水处理系统出水指标达到《污水综合排放标准》中的一级标准。但过程涉及高温高压操作,并且工程投资和运行费用也较高。

[0013] 专利 CN103721746A 公开了一种电解氧化法工业废水处理符合催化剂及其制备方法,其特征在于将活性组分金属离子负载于磺化聚苯乙烯树脂载体上,提供了一种催化活性高、活性组分分散性好、使用寿命较长的电解催化氧化工业废水处理催化剂及其制备方法,作为电解催化氧化装置的填料用于催化氧化难生物降解废水处理,废水 COD 去除率大于 75%。但是此催化剂载体由于为阳离子型离子交换树脂,在实际污水处理过程中,所负载的活性组分会少量的与污水中阳离子发生交换而形成水质二次污染。

[0014] 这些专利和文献中,科研和企业单位就电解反应池形状、电极材料、催化剂装填方式等进行了开发,或者是将不同高级氧化方式进行了各种组合,以期在污水处理方面进行突破,未在树脂催化剂方面做更深入研究,或者使用普通催化剂,同时增加了水质的二次污染。随着国家水质标准的日益严格以及中水回用的紧迫需求,传统生化法和物化法很难达到水质要求,这样就为电解催化氧化技术带来了机遇。深入研究电解催化氧化的发生机理,合理改进现有工艺并开发新工艺就成为当务之急。螯合型离子交换树脂是一类能与金属离子形成多配位络合物的交联功能高分子材料,其功能基中存在着具有未成键孤对电子的 O、N、S、P、As 等原子,这些原子能以孤对电子与金属离子的空轨道进行配位形成配位键,构成与小分子螯合物相似的稳定结构。与普通离子交换树脂相比,螯合树脂与金属离子的结合力更强。

发明内容

[0015] 本发明的目的是提供一种电解催化氧化处理污水的方法,用来处理成份复杂、各种污染物浓度高的难生物降解污水,而不会对水质产生二次污染,使污水达标排放。

[0016] 本发明所述的电解催化氧化处理污水的方法是首先制备螯合型催化氧化树脂催化剂,然后将污水加入到电解催化氧化反应槽中,反应槽内同时加入螯合型催化氧化树脂催化剂,反应槽阴阳极板间施加电压,反应槽下部设置充氧曝气设施,通过 COD 在线分析仪观察污水处理效果,待污水 COD 达到目标值时停止电解,得到目标出水;

[0017] 所述的螯合型催化氧化树脂催化剂包括活性组分和载体,载体是螯合树脂。

[0018] 所述的螯合树脂是 N、O 配位基螯合树脂,N、N 配位基螯合树脂,O、O 配位基螯合树脂,含硫螯合树脂或含磷螯合树脂中的一种。

[0019] 所述的活性组分是铁、铜、锰、铬、镍、钒或钛金属离子中的一种或几种。

[0020] 所述的活性组份的负载量为 1-15%。

[0021] 所述的螯合型催化氧化树脂催化剂的加入量是反应槽容积的 10-70%。

[0022] 所述的电压为 10-36V。

[0023] 所述的螯合型催化氧化树脂催化剂是将具有反应活性组分负载到螯合树脂上,得到性能稳定的树脂催化剂。其中催化剂载体主要为活性组分提供有效、稳定的承载作用,一般要求载体有合适的孔结构、机械强度、温度稳定性等,催化剂的活性组分在电解过程中可降低氧化还原反应的电极电位,在相同槽压和能耗时可以达到深度处理污水降低其 COD 的目的。

[0024] 所述的催化剂载体部分,包括各种类型的螯合树脂。螯合型离子交换树脂是一类能与金属离子形成多配位络合物的交联功能高分子材料,其功能基中存在着具有未成键孤对电子的 O、N、S、P、As 等原子,这些原子能以孤对电子与金属离子形成配位键,构成与小分子螯合物相似的稳定结构。按照配位原子的类型,可以分为 N、O 配位基螯合树脂,包括氨基羧酸类及其衍生物品种;N、N 配位基螯合树脂,包括多胺类、吡啶类、胍类、吡唑类、咪唑类、胍类、西佛碱类等品种;O、O 配位基螯合树脂,包括羟基羧酸类、 β -二酮类、酚类等品种;含硫螯合树脂,包括硫脲树脂、巯基螯合树脂、巯基胺树脂等品种;含磷螯合树脂,包括膦酸树脂、氨基磷酸树脂、 α -胺基膦酯基树脂等品种。其粒径为 10-100 目。

[0025] 催化剂的活性组分在电解过程中可降低氧化还原反应的电极电位,在相同槽压和能耗时可以达到深度处理污水降低其 COD 的目的。所述活性组份负载,为铁、铜、锰、铬、镍、钒或钛金属离子的单独一种或几种混合进行负载,几种混合时以任意比混合,通过离子交换,活性组份与螯合树脂载体形成稳固的络合物,负载量为 1-15%。

[0026] 所述的电解催化氧化反应槽,可根据污水类型选择不同的电极,阴阳极板可以为石墨电极、普通不锈钢电极、二氧化铅电极、活性炭纤维电极等。

[0027] 所述的反应槽阴阳极板间施加电压,可根据污水类型和出水水质要求选择电压 10-36V,操作温度为 0-80°C。

[0028] 本发明是通过电解催化氧化的方法对成份复杂、各种污染物浓度高的难生物降解污水进行处理,通过添加螯合型树脂催化剂来电解氧化处理各种污水,而不会对水质产生二次污染,工艺关键是将螯合型树脂催化剂应用在电解催化氧化的污水处理工艺中。

[0029] 本发明与现有技术相比,具有如下有益效果:

[0030] 本发明可用来处理成份复杂、各种污染物浓度高的难生物降解污水,不产生二次污染,COD 低于 50mg/L,使污水达标排放。

具体实施方式

[0031] 以下结合实施例对本发明做进一步描述。

[0032] 实施例 1

[0033] 苯乙烯系胺基磷酸型树脂 D402 为含磷型螯合树脂,以此作为催化剂载体,首先制备螯合型树脂催化剂,然后用此催化剂进行污水电解催化氧化试验。

[0034] 第一步,树脂催化剂制备

[0035] 螯合型离子交换树脂 D402 出厂型式为钠 (Na) 型,含水量 50%~60%,首先用大量软水清洗除去漂浮物等杂质;然后用 6%稀盐酸淋洗数次,直到淋出液 PH 值达到 5~6,Na 型树脂酸化转成氢 (H) 型;再以 10%的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 盐溶液淋洗,进行活性组份 Fe^{2+} 盐的负载;待离子交换完毕,用约 5 倍体积水淋洗树脂,以去除游离态金属盐。经过上述操

作方法,得到 Fe^{2+} 盐的螯合型树脂催化剂,装入烧杯中待用。

[0036] 第二步,污水电解催化氧化试验

[0037] 使用以上方法制备的 Fe^{2+} 盐螯合型树脂作为催化剂,应用于经生物法预处理 COD 为 180mg/L 的某石化炼油电脱盐废水进行电解催化氧化,PH 值调为 3.5。其中电解装置容积为 5L,电极为石墨电极,反应电压 15V,反应电流 0.8A,污水流速 2L/h,空气鼓入量 80ml/min,催化剂装填量为电解槽容积的 30%。出水无金属离子检测出,通过 COD 在线分析仪观察污水处理效果,COD 如表 1 所示。

[0038] 实施例 2

[0039] 与实施例 1 相比,不同点为反应电压 25V,污水流速为 3L/h,空气鼓入量 100ml/min,催化剂装填量为电解槽容积的 20%,其余与实施例 1 试验条件相同。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0040] 实施例 3

[0041] 与实施例 1 相比,不同点为以 10% 的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 盐溶液淋洗,进行活性组份 Cu^{2+} 盐的负载,得到 Cu^{2+} 盐的螯合型树脂催化剂,装入烧杯中待用。

[0042] 使用以上方法制备的 Cu^{2+} 盐螯合型树脂作为催化剂,与实施例 1 相比,不同点为反应电压 10V,催化剂装填量为电解槽容积的 40%,其余与实施例 1 试验条件相同。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0043] 实施例 4

[0044] 与实施例 3 相比,不同点为反应电压为 36V,污水流速为 3L/h,空气鼓入量为 100ml/min,催化剂装填量为电解槽容积的 10%,其余与实施例 3 试验条件相同。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0045] 实施例 5

[0046] 苯乙烯系胺基二乙酸型树脂 D401 为 N、O 配位基螯合树脂,以此作为催化剂载体, Fe^{2+} 盐、 Cr^{3+} 盐为活性组分制备螯合型树脂催化剂,然后用此催化剂进行污水电解催化氧化试验。树脂催化剂制备过程与实施例 1 相同,并与实施例 1 相同条件进行电解催化氧化试验。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0047] 实施例 6

[0048] 与实施例 5 相比,不同点为 Cu^{2+} 盐、 Ti^{2+} 盐为活性组分制备螯合型树脂催化剂,反应电压为 20V,催化剂装填量为电解槽容积的 60%,其余与实施例 5 试验条件相同。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0049] 实施例 7

[0050] 苯乙烯系二硫代氨基甲酸型树脂 D403 为含硫螯合树脂螯合树脂,以此作为催化剂载体, Cu^{2+} 盐为活性组分制备螯合型树脂催化剂,其余与实施例 6 相同条件进行电解催化氧化试验。出水无金属离子检测出,COD 如表 1 所示。

[0051] 实施例 8

[0052] 水氧酸-脲-甲醛树脂为 O、O 配位基螯合树脂,以此作为催化剂载体, Cu^{2+} 盐、 Ni^{2+} 盐、 V^{5+} 盐为活性组分制备螯合型树脂催化剂,树脂催化剂制备过程与实施例 1 相同,然后用此催化剂进行污水电解催化氧化试验。

[0053] 使用以上方法制备的螯合型树脂作为催化剂,反应电压 10V,污水流速为 2L/h,空

气鼓入量 100ml/min, 催化剂装填量为电解槽容积的 50%, 其余与实施例 1 试验条件相同。出水无金属离子检测出, COD 如表 1 所示。

[0054] 实施例 9

[0055] 偕胺肟基聚丙烯腈-二乙烯基苯树脂为 N、N 配位基螯合树脂, 以此作为催化剂载体, Ni^{2+} 盐、 Mn^{2+} 盐为活性组分制备螯合型树脂催化剂, 树脂催化剂制备过程与实施例 1 相同, 然后用此催化剂进行污水电解催化氧化试验。

[0056] 使用以上方法制备的螯合型树脂作为催化剂, 与实施例 6 相比, 反应电压 36V, 催化剂装填量为电解槽容积的 70%, 其余与实施例 6 试验条件相同。出水无金属离子检测出, COD 如表 1 所示。

[0057] 对比例 1

[0058] 与实施例 1 相比, 不同点为不加入树脂催化剂, 其余与实施例 1 试验条件相同。污水 COD 变化情况如表 1 所示。

[0059] 对比例 2

[0060] 与实施例 1 相比, 不同点为不加入树脂催化剂, 提高电极电压到 36V, 空气鼓入量提高至 100ml/min, 其它试验条件不变, 进行污水处理。污水 COD 变化情况如表 1 所示。

[0061] 对比例 3

[0062] 与实施例 1 相比, 不同点为不加入树脂催化剂, 提高电极电压到 36V, 空气鼓入量提高至 100ml/min, 污水流速降至 1L/h, 其它试验条件不变, 进行污水处理。污水 COD 变化情况如表 1 所示。

[0063] 对比例 4

[0064] 与实施例 1 相比, 不同点为加入仅经酸洗转型而未经活性组分负载的 D402 树脂, 其它试验条件不变, 进行污水处理。污水 COD 变化情况如表 1 所示。

[0065] 对比例 5

[0066] 与实施例 1 相比, 不同点为加入仅经酸洗转型而未经活性组分负载的 D402 树脂, 而提高电极电压到 36V, 空气鼓入量提高至 100ml/min, 污水流速降至 1L/h, 树脂装填量为电解槽容积的 70%, 其它试验条件不变, 进行污水处理。污水 COD 变化情况如表 1 所示。

[0067] 对比例 6

[0068] 与实施例 1 相比, 以活性炭为催化剂载体, 进行活性组份 Fe^{2+} 盐的负载, 其余与实施例 1 试验条件相同。出水有痕量铁离子检测出, COD 如表 1 所示。

[0069] 实施例及对比例主要试验条件及污水 COD 变化情况见表 1, 出水 COD 目标值为低于 50mg/L。

[0070] 表 1 试验条件及污水 COD 变化情况

[0071]

测试项目	载体类型	活性组分含量,wt%	直流电电压,V	废水流速,L/h	空气鼓入量,ml/min	催化剂加入量(占反应槽容积),%	处理后污水COD,mg/L
实施例 1	含磷型螯合树脂	Fe: 5.0	15	2	80	30	45
实施例 2			25	3	100	20	40
实施例 3		Cu: 5.5	10	2	80	40	50
实施例 4			36	3	100	10	43
实施例 5	N、O 配位基螯合树脂	Fe: 2.3	15	2	80	30	39
实施例 6		Cr: 1.3	20	2	80	60	45
实施例 7	含硫型螯合树脂	Cu: 5.6	20	2	80	60	40
实施例 8	O、O 配位基螯合树脂	Cu: 6.3 Ni: 4.9 V: 3.8	10	2	100	50	45
实施例 9	N、N 配位基螯合树脂	Ni: 0.6 Mn: 0.4	36	2	100	70	50
对比例 1	—		15	2	80	—	123
对比例 2	—		36	2	100	—	109
对比例 3	—		36	1	100	—	102
对比例 4	未经活性组分负载的含磷型 D402 螯合树脂		15	2	80	30	110
对比例 5			36	1	100	70	97
对比例 6	活性炭	Fe: 5.0	15	2	80	30	87

[0072] 从表中可以看出,与常用的电解污水技术相比,螯合型树脂催化剂应用在污水电解催化氧化处理工艺中,可在废水流速较高、槽压较低操作条件下大幅度降低污水 COD,使得处理后污水达标排放。