

Preparation and Application of Potassium Ferrate(VI) for Dye Wastewater Treatment

林志成、葉啟輝、姚品全

E-mail: 359021@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This study explored the wet oxidation method for production of potassium ferrate and treatment of dye effluent. potassium of ferrate best production condition was set to achieve the high purity and maximum yield of Potassium ferrate concentration, temperature and pH was the factors to discuss the decomposition of the dye effluent. The results showed that the best preparation conditions of potassium ferrate is 40 g of NaOH, 4 g of $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, reaction temperature 25 , reaction time of 150 minutes and the dry temperature 60 , with purity > 99.99%. The study showed that a trace amount of potassium ferrate (20 mg/L) can decompose the dye effluent (1/1000 mg/L) effectively in weak acid, UV-vis detection of > 99.99% of the degradation rate.

Keywords : Ferrate(VI)、Wet Oxidation、Day Wastewater

Table of Contents

目錄	封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	英文摘要	iv	誌謝	v	目錄	vi	圖目錄	ix	表目錄	xi	第一章	前言	1.1	研究緣起	1	1.2	研究動機與目的	2	1.3	研究內容	4	第二章	文獻回顧	2.1	廢水處理方法	5	2.2	染整廢水、組成特性及處理方法	7	2.2.1	染料介紹	7	2.2.2	染整廢水組成與特性	10	2.2.3	染料處理相關文獻	14	2.3	高鐵酸鉀之特性	15	2.3.1	結構及形態	15	2.3.2	穩定性	15	2.3.3	絮凝性	17	2.3.4	氧化性	18	2.4	高鐵酸鉀之合成	20	2.4.1	高溫氧化法	20	2.4.2	次氯酸鹽氧化法(濕式氧化法)	22	2.4.3	電解法	24	2.4.4	高鐵酸鉀製備相關研究	26	2.5	高鐵酸鉀之氧化劑應用相關研究	27	第三章	研究方法	3.1	實驗流程	29	3.2	儀器與材料	31	3.2.1	實驗設備與相關儀器	31	3.2.2	實驗藥品與耗材	31	3.3	高鐵酸鉀合成	32	3.3.1	合成步驟	32	3.3.2	合成實驗變數	34	3.4	高鐵酸鉀的分析與鑑定	35	3.4.1	FT-IR分析	35	3.4.2	X-Ray分析	36	3.4.3	UV-vis分析	37	3.5	高鐵酸鉀染料廢水分解應用	40	3.5.1	染料檢量線製備	40	3.5.2	染料分解及分析	42	第四章	研究方法	4.1	合成結果	43	4.1.1	氫氧化鈉用量對高鐵酸鉀之影響	43	4.1.2	硝酸鐵用量對高鐵酸鉀之影響	45	4.1.3	反應時間對高鐵酸鉀之影響	47	4.1.4	反應溫度對高鐵酸鉀之影響	49	4.1.5	烘箱溫度對高鐵酸鉀之影響	51	4.2	高鐵酸鉀的定性分析	52	4.2.1	FTIR分析高鐵酸鉀	53	4.2.2	XTD分析高鐵酸鉀	53	4.2.3	UV-vis分析高鐵酸鉀	55	4.3	高鐵酸鉀處理染料污水	56	4.3.1	高鐵酸鉀投藥量之影響	56	4.3.2	溫度之影響	60	4.3.3	pH值之影響	63	第五章	結論與建議	5.1	結論	66	5.2	建議	67	參考文獻	69	圖目錄	圖2-1	FeO ₄ ²⁻ 分子結構圖	15	圖3-1	實驗流程圖	30	圖3-2	IR檢測高鐵酸鉀參考圖譜	36	圖3-3	X-Ray檢測高鐵酸鉀參考圖譜	37	圖3-4	UV-vis檢測高鐵酸鉀參考圖譜	38	圖3-5	高鐵酸鉀檢量線	39	圖3-6	AR27檢量線	40	圖3-7	MB檢量線	41	圖3-8	RB5檢量線	41	圖4-1	氫氧化鈉用量對高鐵酸鉀之影響	44	圖4-2	硝酸鐵用量對高鐵酸鉀之影響	46	圖4-3	反應時間對高鐵酸鉀之影響	48	圖4-4	反應溫度對高鐵酸鉀之影響	50	圖4-5	烘箱溫度對高鐵酸鉀之影響	52	圖4-6	以FTIR檢測高鐵酸鉀樣品之圖譜	53	圖4-7	以XRD分析高鐵酸鉀樣品之圖譜	54	圖4-8	以UV-vis分析高鐵酸鉀樣品之圖譜	55	圖4-9	高鐵酸鉀用量對AR27降解的影響	58	圖4-10	高鐵酸鉀用量對RB5降解的影響	58	圖4-11	高鐵酸鉀用量對MB降解的影響	59	圖4-12	不同溫度對AR27降解的影響	61	圖4-13	不同溫度對RB5降解的影響	62	圖4-14	不同溫度對MB降解的影響	62	圖4-15	改變pH值對AR27降解的影響	64	圖4-16	改變pH值對RB5降解的影響	64	圖4-17	改變pH值對MB降解的影響	65	表目錄	表2-1	染整廢水主要污染物質來源	12	表2-2	染整廢水之放流標準	13	表3-1	合成實驗參數設計	34	表3-2	染料分解參數設計	42
----	------	-----	------	-----	------	----	----	---	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	------	---	-----	---------	---	-----	------	---	-----	------	-----	--------	---	-----	----------------	---	-------	------	---	-------	-----------	----	-------	----------	----	-----	---------	----	-------	-------	----	-------	-----	----	-------	-----	----	-------	-----	----	-----	---------	----	-------	-------	----	-------	----------------	----	-------	-----	----	-------	------------	----	-----	----------------	----	-----	------	-----	------	----	-----	-------	----	-------	-----------	----	-------	---------	----	-----	--------	----	-------	------	----	-------	--------	----	-----	------------	----	-------	---------	----	-------	---------	----	-------	----------	----	-----	--------------	----	-------	---------	----	-------	---------	----	-----	------	-----	------	----	-------	----------------	----	-------	---------------	----	-------	--------------	----	-------	--------------	----	-------	--------------	----	-----	-----------	----	-------	------------	----	-------	-----------	----	-------	--------------	----	-----	------------	----	-------	------------	----	-------	-------	----	-------	--------	----	-----	-------	-----	----	----	-----	----	----	------	----	-----	------	--------------------------------------	----	------	-------	----	------	--------------	----	------	-----------------	----	------	------------------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	-------	----	------	--------	----	------	----------------	----	------	---------------	----	------	--------------	----	------	--------------	----	------	--------------	----	------	------------------	----	------	-----------------	----	------	--------------------	----	------	------------------	----	-------	-----------------	----	-------	----------------	----	-------	----------------	----	-------	---------------	----	-------	--------------	----	-------	-----------------	----	-------	----------------	----	-------	---------------	----	-----	------	--------------	----	------	-----------	----	------	----------	----	------	----------	----

REFERENCES

參考文獻 1.王冠中,以連續回流式紫外線/過氧化氫程序處理含染料及異丙醇廢水之光反應器設計研究。大葉大學環境工程學研究所,碩士論文,2003。 2.何冠賢,以高鐵酸鉀去除本環類化合物。嘉南藥理科技大學環境工程與科學系,碩士論文,2009。 3.吳嘉峰,在可見光照射下以鐵、硫改質之二氧化鈦光觸媒進行亞甲基藍溶液的光催化降解研究。大葉大學環境工程學研究所,碩士論文,2008。 4.宋亞瑞,高鐵酸鉀穩定性的研究及其氧化鉀苯和苯甲醛的研究。大慶石油大學,學位論文,2005。 5.林志彥,以高鐵酸鉀(高鐵酸鉀)應用於腐植酸去除之研究。國立台北科技大學環境規劃與管理研究所,碩士論文,2004。 6.林奇璋,以紫外線/臭氧程序處理染料廢水之光反應器設計研究。大葉大學環境工程學研究所,碩士論文,2002。 7.邱永亮 譯,染整之合成與特性。徐氏基金會,1989。 8.涂善勇,化學混凝法探討染整廢水脫色之研究。淡江大學水資源及環境工程研究所,碩士論文,1991。 9.張吉辰,以奈米鐵及複合雙金屬處理偶氮染料廢水脫色之研究。弘光科技大學環境工程研究所,碩士論文,2009。 10.張博荀,H₂O₂/Fe²⁺化學氧化法處理反應性染料-Black B之研究。國立成功大學化學工程學系碩博士班,碩士論文,2004。 11.許良,多功能水處理藥劑高鐵酸鉀的研製及應用研究。上海大學環境工程系,碩士論文,2005。 12.郭佳婷,以TiO₂/UV光反應器處理養殖及染整廢水之研究。屏東科技大學環境工程與科學系所,碩

士論文，2008。 13.陳正南，TFT-LCD廠廢水回收效益之研究-以某3.5代廠為例。中興大學環境工程學系，碩士論文，2006。 14.陳姍玕、簡良榮、張嘉修、陳博彥，以混合菌相進行廢水退色之生態工程研究。第二十五屆廢水處理技術研討會論文集，第6-10頁，2000。 15.黃全億，臭氧在捲氣攪拌槽中對染料水溶液之脫色及臭氧利用率之研究。國立台灣工業技術學院化學工程技術研究所，碩士論文，1994。 16.經濟部環保署工業減廢聯合輔導小組，工業減廢技術手冊1-染整工業。第20-43頁，1993。 17.裴慧霞，高鐵酸鉀的製備及其穩定性研究。太原理工大學，碩士論文，2007。 18.劉偉，新型水處理藥劑高鐵酸鹽。北京:中國建築工業出版社，2007。 19.蔡慧儀，黏粒金屬觸媒對水中亞甲基藍脫色之研究。屏東科技大學環境工程與科學系所，碩士論文，2007。 20.賴昌祐，以改質光觸媒結合臭氧化程序處理染料廢水之反應行為研究。大葉大學環境工程學研究所，碩士論文，2009。 21.簡名彥，結合超音波程序於Photo-Fenton法降解染整廢水之研究。大葉大學環境工程學研究所，碩士論文，2010。 22.顏上惟，豬糞尿廢水淋滲土壤時氮傳輸之研究。國立台灣大學環境工程研究所，碩士論文，2000。 23.羅兆鈞，二氧化鈦奈米管應用於處理染料廢水之研究。元智大學化學工程與材料科學學系，碩士論文，2006。 24.羅志勇，高鐵酸鉀的合成及其處理含酚廢水的研究。重慶大學，碩士論文，2003。 25.鐘富鳳，紫外光/二氧化鈦/超音波程序對染整廢水處理之研究。大葉大學環境工程學研究所，碩士論文，2009。 26.Bouzek K., Rousar I., Current efficiency during anodic dissolution of iron to ferrate(VI) in concentrated alkali hydroxide solutions, *J. Appl. Electrochem.*, 23, 1317-1322, 1993. 27.Delaide L., Laszlo P., Lehance P., Oxidation of organic substrates with potassium ferrate(VI) in the presence of the K10 montmorillonite. *Tetrahedron Lett.*, 36, 8505-8508, 1995. 28.Fan M., Li N., Chuang C., Shi Y., Brown R.C., van Leeuwen J., Banerjee K., Qu J. and Chen H., Arsenite oxidation by ferrate in aqueous solution, *Trace Metals and other Contaminants in the Environment*, 9, 623 - 639, 2007. 29.Graham N., Jiang C.C., Li X.Z., Jiang J.Q., Ma J., The influence of pH on the degradation of phenol and chlorophenols by potassium ferrate. *Chemosphere*, 56, 949-956, 2004. 30.Hrostowski H.J., Scott A.B, The influence of electrolyte composition on electrochemical ferrate(VI) synthesis. *J. Chcm. Physics*, 18, 105-105, 1950. 31.Jun M., Wei L., Effectiveness and mechanism of potassium ferrate(VI) preoxidation for algae removal by coagulation, *Water Research*, 36, 871 - 878, 2002. 32.Kenneth A.W., Suyamaa A.N., Suyamaa W.E., Jeosadaque J.S, Walter A.Z., Edgar M.A, Roszkowski A.J., Anderson M.A., Characterization and performance of high power iron(VI) ferrate batteries, *Journal of Power Sources*, 134, 318 - 323, 2004. 33.Kiselev Y.M., Kopelev N.S., Zavyalova N.A., Perfiliev Y.D., Kazin P.E. Evaluation of Potassium Ferrate (VI) as an Oxidant and Coagulant for Water Treatment, *Russ J. Inorg Chem.*, 34, 1250-1253, 1989. 34.Kooti M., Tarassoli A., Javadi H. and Jorfi M., A facile conversion of alcohols to esters mediated by potassium ferrate, *E-Journal of Chemistry*, 5(4), 718-722, 2008. 35.Lee S.M, Tiwari D., Application of ferrate(VI) in the treatment of industrial wastes containing metal-complexed cyanides, A green treatment, *Journal of Environmental Sciences*, 21, 1347 - 1352, 2009. 36.Lee Y., Hwanum Ik., and Eyongyoon J., Arsenic(III) oxidation by iron(VI) (Ferrate) and subsequent removal of arsenic(V) by iron(III) coagulation, *Environ. Sci. Technol.*, 37, 5750-5756, 2003. 37.Li C., Li X.Z., Graham N., A study of the preparation and reactivity of potassium ferrate, *Chemosphere*, 61, 537 - 543, 2005. 38.Licht S., Naschitz V., Halperin L., Halperin N., Lin L., Chen J., Ghosh S., Liu B., Analysis of ferrate (VI) compounds and surper-iron Fe(VI) battery cathodes, FTIR, ICP, titrimetric, XRD, UV/VIS, and electrochemical characterization, *Journal of Power Sources*, 167-176, 2001. 39.Lionel D., and Laszlo P., A novel oxidizing reagent based on potassium ferrate(VI) , *J. Org. Chem.*, 61, 6360-6370, 1996. 40.Lionel D., Laszlo P., and Lachance P., Oxidation of organic substrates with potassium ferrate (VI) in the presence of the K10 montmorillonite, *Tetrahedron kers*, 36(46), 8505-8508, 1995. 41.Ohta T., Kamachi T., Shiota Y., and Yoshizawa K., A theoretical study of alcohol oxidation by ferrate, 66, 4122-4131, 2001. 42.Robert, H.W., The heat free enerhy and entropy of the ferrate(VI) ion, *Journal of the American Chemical Science*, 8,2038-2041, 1958. 43.Schreyer J.M., Thomopson G.W., Ockerman L.T., Ferrate Oxidimetry, *Andl. Chem.*, 22(5), 691-692, 1951. 44.Simon W.P., Michael D.K., Jaap V.R., Raiswella R., The use of hydrous iron (III) oxides for the removalof hydrogen sulphide in aqueous systems, *Water Research*,36, 825 - 834, 2002. 45.Stuart L., Vera N., Bing L., Susanta G., Nadezhda H., Leonid H., Dmitri R., Chemical synthesis of battery grade supper-iron barium and potassium Fe(VI) ferrate compounds, *J. Power Sources*, 99, 7-14, 2001. 46.Thompson G.W., Ockerman L.T., Schreyer J.M., Preparation and purification ferrate(VI), *Chem. Anal.*, 73,1379-1381, 1951. 47.Venkatadri A.S., Wagner W.F., Bauer H.H., Ferrate(VI) analysis by cyclic voltammety. *Analytical Chemistry*, 13(8), 1115-1119, 1971. 48.Venkatadri A.S., Wagner W.F., Bauer H.H., Potentiostatic anodic synthesis of ferrate(VI). *J. Electrochem. Soc.*, 121,246-249, 1974. 49.Yuana B.L., Lia X.Z., Grahamc N., Aqueous oxidation of dimethyl phthalate in a fe(VI)-TiO₂-UV reaction system, *Water Research*, 42, 1413-1420, 2007.