



层状二氧化锰制备及应用研究进展

田中青, 林 琳, 黄伟九

(重庆理工大学 材料科学与工程学院, 重庆 400050)

摘要:对国内外层状二氧化锰的制备方法及相关锰氧化物的应用现状进行综述,详细总结层状二氧化锰主要的制备方法,如固相反应法、水热合成法、溶胶-凝胶法、液相氧化-还原法等,对层状二氧化锰在锂电池电极材料、阳离子交换材料、吸附材料及污染物处理材料等领域的应用进行概述,并对其未来的发展趋势进行展望。结果认为:层状二氧化锰的制备与使用仍是今后一段时间内重点发展对象。固相法是在实际生产和研究实验中应用最多的一种方法,而液相法则因低投入、低能耗、污染小,是值得大力发展和推广的制备工艺路线。制备技术的不断成熟将使层状二氧化锰具有更广阔的应用前景。

关键词:层状二氧化锰;制备;应用

中图分类号:TB322 **文献标志码:**A

文章编号:1008-5548(2010)03-0046-04

Progress in Preparation and Application of Layered Manganese Dioxide

Tian Zhongqing, Lin Lin, Huang Weijiu

(School of Materials Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400050, China)

Abstract:The devolvement of preparation methods and applications of layered manganese dioxide at home and abroad were reviewed. The preparation methods of layered manganese dioxide, such as solid reaction method, hydrothermal method, sol-gel method and liquid oxidation-reduction method, et al were summarized. The applications of layered manganese dioxide in lithium battery electrode materials, cation exchange materials, adsorption materials and elimination pollutions materials were described. The progress in preparation and applications of layered manganese dioxide were prospected. The results showed that their development in the future was forecasted. The solid reaction method was used widely in the practical production and research, and the liquid phase methods had many merits such as nontoxicity, low cost, high energy density, which was worthy of strongly development and expansion. The improving technologies would provide a good prospects for layered manganese dioxide.

Key words:layered manganese dioxide; preparation; application

层状锰氧化物材料具有特殊层状结构,其层间容

易插入其他离子或分子,使层状结构的锰氧化物具有很好的离子交换性能;可制备电化学性能极好的电极材料;对某些金属的吸附能力强(特别是对 Co 的吸附能力优越),对强毒性的 As(III)的氧化能力也很好,可应用于环境污染的治理;同时也可以作为其他类型的锰氧化物的前驱体,制备出催化活性更高的锰氧化物催化剂。国内外对层状锰氧化物进行了广泛的研究^[1-2],提出了多种合成方法,较普遍使用的有水热法,液相氧化还原法,溶胶-凝胶法,高温固相法等。本文中综述这几种合成层状锰氧化物的方法及层状二氧化锰的相关应用。

1 层状二氧化锰的制备

1.1 固相反应法

固相化学反应是指有固体物质直接参与的反应,它包含经典的固-固反应、固-气反应和固-液反应。大多数固相反应在较低温度下难以进行,但有些体系即使在室温下甚至 0℃都可以发生固相反应,这些物质通常是一些具有低熔点或含结晶水的无机物及一些有机物、固态配合物。Komaba 等^[3]将试剂级 KMnO_4 粉末在坩锅中以 50℃/h 的升温速率分别在 300、600、800℃空气气氛中各自加热 5 h,将所得产物在超声波中用纯水或 1 mol/L 盐酸洗涤,接着在玛瑙研钵中研磨,然后在 80℃的空气中干燥,即得产物层状 $\delta\text{-MnO}_2$ 。Vitins 等^[4]采用高温固相法合成了层状 LiMnO_2 的前驱体 $\alpha\text{-NaMnO}_2$;将 Na_2CO_3 和 MnCO_3 在 700~710℃且通入 N_2 的条件下加热 18 h。反应期间,间隙取出研磨几次。另一种制备方法: Na_2CO_3 和 MnCO_3 在 725℃的空气中加热 24 h,骤冷到室温,两种加热合成产物在研钵中研磨,即得反应物。此法所需的温度较高(700℃左右),所制备的 $\alpha\text{-NaMnO}_2$ 粉末在潮湿的空气中,颜色从黄棕色变成黑棕色,形成缺钠的 $\alpha\text{-NaMnO}_2$ 产物,较长时间后, $\alpha\text{-NaMnO}_2$ 粉末会变成黑色,且不能还原到原来的相,所以合成的 $\alpha\text{-NaMnO}_2$ 必须保存在干燥的地方。

1.2 水热合成法

水热合成法指在一个密闭的压力容器内,用水溶

收稿日期:2009-05-05,修回日期:2009-07-13。

基金项目:重庆市杰出青年科学基金,编号:CSTC-2008BA4037。

第一作者简介:田中青(1973-),男,博士,副教授,研究方向为功能材料及制备技术。E-mail:tzqmail@cqu.edu.cn。

液作为反应介质,通过对反应容器加热,使得在通常情况下难溶或不溶的物质溶解并重结晶。Tabuchi 等^[1]通过水热法合成了具有 α - NaMnO_2 型层状结构的亚稳态 LiMnO_2 ,其具体方法是:首先将 MnO_2 在 $800\text{ }^\circ\text{C}$ 的空气中加热 12 h 制取 Mn_2O_3 。然后取一定量的 Mn_2O_3 、 $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ 或 LiCl 、 KOH ,用蒸馏水溶解后混合均匀加到带有聚四氟乙烯容器的高压釜中,水热处理温度为 $220\text{ }^\circ\text{C}$,压强 $2.5\sim 3.0\text{ MPa}$,反应 $1\sim 8\text{ h}$ 。反应完毕后,产物用甲醇重复洗涤以除去剩余碱性物质,过滤,在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 下干燥 0.5 h ,即得产品。Rongji 等^[6]将 NaMnO_4 溶解在一定量的水中,滴加 HNO_3 ,调制溶液 pH 为 3.5 , $n(\text{Mn}):n(\text{H})=100:1$ 。溶液转移到带有聚四氟乙烯的高压釜容器中,密封,在 $170\text{ }^\circ\text{C}$ 下水热反应 4 d ,黑色晶体过滤。反应之后溶液控制在 $\text{pH}=12\sim 13$ 左右,然后在 $45\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下干燥,即得具有层状结构的 $\text{Na}_{0.35}\text{MnO}_2\cdot 0.7\text{H}_2\text{O}$ 。杨金燕等^[7]、朱丽珺等^[8]分别用水热法合成了 $\delta\text{-MnO}_2$ 具体方法是:按 $n(\text{KMnO}_4):n(\text{MnSO}_4)=6:1$ 混合,用蒸馏水溶解后混合均匀加到带有聚四氟乙烯容器的高压釜中,水热处理温度为 $160\text{ }^\circ\text{C}$,压强 $2.45\sim 2.94\text{ MPa}$,反应 24 h 。取出后抽滤,滤渣反复用蒸馏水洗涤后蒸干、研磨、待用。

1.3 溶胶-凝胶法

溶胶-凝胶法是 20 世纪 60 年代发展起来的一种制备玻璃、陶瓷等无机材料的新工艺,这种方法包括作为反应物的氧化物或氢氧化物浓溶胶的制备,和通过除去溶剂使其转化为半凝或凝胶的过程。溶胶-凝胶法的基本原理是:易于水解的金属化合物(无机盐或金属醇盐)在某溶剂中与水发生反应,经过水解与缩聚过程而逐渐凝胶化,再经干燥、烧结等后处理,最后制得所需的材料。

采用溶胶-凝胶法制备层状锰氧化物,在许多文献中都有报道,如 Renuka 等人^[9]利用溶胶-凝胶法合成了层状钠水锰石型二氧化锰。其具体制备方法是:将 KMnO_4 溶解在 KOH 溶液中,快速加到羟胺溶液中(羟胺溶液是羟胺溶在 KOH 溶液中),并将混合溶液快速搅拌。当形成淡红褐色的溶胶后,静止片刻,冷却,保持室温使之形成深褐色凝胶。在 393 K 下干燥成多孔的黑色凝胶,然后将黑色凝胶在 673 K 烧结成黑色粉末,然后用二次蒸馏水洗涤几次,在 393 K 温度下干燥,即得到层状钠水锰石型二氧化锰。杨顺毅^[10]等按 $n(\text{Na}):n(\text{Mn})=0.7:1$ 称取适量的分析纯无水 Na_2CO_3 、 $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶于二次蒸馏水中,在 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 下搅拌蒸发,得到浅黄色的干凝胶,将干凝胶在 ND2-2L 超级球磨机中球磨 2 h ,再置于马弗炉中,在 $250\text{ }^\circ\text{C}$ 下预烧 12 h ,然后分别升温至 500 、 600 、 700 、 $800\text{ }^\circ\text{C}$,保温 1 h ,冷却,球磨 1 h 得到层状

钠锰氧化物正极材料。

1.4 液相氧化-还原法

液相氧化-还原法是从相应的金属化合物溶液中还原出金属纳米微粒,或通过氧化还原反应制备出金属氧化物微粒的方法。氧化还原沉淀法一般在常温常压下进行。氧化还原法应用得较早^[11],目前有不少方法合成 $\delta\text{-MnO}_2$,这些方法根据反应所处体系不同可分为两大类。第 1 类:在酸性溶液中进行氧化还原反应。如 Takayuki 等^[12]在常温下将 MnSO_4 溶于稀 H_2SO_4 ,然后将此溶液滴入 KMnO_4 中,生成黑紫色的 $\delta\text{-MnO}_2$ 。李清文等^[13]在 $80\sim 90\text{ }^\circ\text{C}$ 温度下,将 HCl 滴入到 KMnO_4 中,也可得到 $\delta\text{-MnO}_2$ 。上述两种方法的 XRD 测试,发现未能形成完整结构的 $\delta\text{-MnO}_2$,除了 $\delta\text{-MnO}_2$ 特征峰外,还有其它杂峰,因此不适于合成晶型良好的 $\delta\text{-MnO}_2$ 。第 2 类:在碱性溶液中进行反应。如 Shen Y. F. 等^[14]将 NaOH 滴到 MnCl_2 中,然后将此絮状沉淀滴入到 $\text{Mg}(\text{MnO}_4)_2$ 中。又如 Golden 等^[15-16]在碱性条件下,通入 O_2 将 MnCl_2 氧化成 MnO_2 ,此方法关键是要控制好流量,以免生成 Mn_3O_4 。文献^[17]在碱性条件下($\text{pH}=9.3$),用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 氧化 $\text{Mn}(\text{OH})_2$,其中 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 由 NaOH 与 MnCl_2 反应制得;或在碱性介质中用 NaOCl 氧化 Mn_2SO_4 。因为合成方法不同,最后产物的颜色也不同,一般从酸性溶液中制得的 $\delta\text{-MnO}_2$ 为棕褐色,而从碱性溶液中制得的为灰黑色。

1.5 其它方法

杨玉娟等^[18]在室温下采用液相共沉淀法合成了纳米层状 $\delta\text{-MnO}_2$ 材料。具体操作过程是: KMnO_4 和水合 MnSO_4 按一定的物质的量比溶于蒸馏水中,在室温下搅拌 12 h 。过滤得沉淀物,用蒸馏水和无水乙醇反复洗涤,直至未反应物完全去除且洗涤液 $\text{pH}=7$ 。将所得 MnO_2 沉淀在空气中温度 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 下烘干,研细后即得 MnO_2 样品。

Sun Xiaodan 等^[19]采用模板法,在一定浓度的氢氧化钠中,加入十六烷基三乙基溴化铵溶液,然后再加入硫酸镁在 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 搅拌 2.5 h 制备出了层间距达 3.8 nm 的层状锰氧化物。

2 层状二氧化锰的应用

层状锰氧化物材料制备方法多样而具有优异的阳离子交换性、分子吸附性、氧化还原性、电化学性和磁性。因此,在可充电电池的阳极材料、吸附剂、高级分离和化学传感技术、离子导体、多相催化、有毒废水处理、放射性废物处理,以及作为合成有机-无机复合材料前驱体等领域都有着重要或潜在的应用价值。

2.1 锂电池的电极材料

锰氧化物作为电极材料研究很多,有关锰氧化

物的 Li 插层电化学研究,以前多集中在孔道较小的尖晶石型结构的研究,近年转向了层状结构。目前,层状锰氧化物是锂离子电池的正极材料研究应用最广泛的锰氧化物之一,掺杂锂离子后的层状锂锰氧化物^[20]被认为是电化学性能极佳的材料,其理论容量高达 285 mA·h/g,层状锂锰正极材料还可以通过以下方式使其电化学性能得到进一步的提高:通过掺杂半径较小的金属离子、较大的过渡金属离子及大尺寸非过渡金属离子,来规整正极材料中的阳离子分布、抑制结构相变;通过提高晶格的无序化程度使材料结构的稳定性得以提高;通过改进制备工艺和制备方法,或用自组装法把层状的锰氧化物覆盖在纳米氧化物的表面,均可以改善层状锂电池电极材料的性能^[21-22]。

2.2 阳离子交换材料

层状结构的锰氧化物 MnO_2 八面体结构层带负电荷,与层间带正电的阳离子存在静电引力。因此,层电荷密度对层间离子的浸出与插入有很大的影响,层间离子的浸出与插入会改变层间距。层电荷密度大的层状锰氧化物,层间距较难扩大,大阳离子不容易进入,适合于作离子筛。层电荷密度小的层状锰氧化物,如具有较高水化能力的 Mg^{2+} 交换 Na^+ 形成的层状镁钠锰矿,是水热软化学合成大孔道锰氧化物的理想前驱体。王永在等^[23]研究了层状 Bir 锰氧化物对碱金属和碱土金属的吸附能力如下: $\text{Li} < \text{Na} < \text{Cs} < \text{K} < \text{Rb}$, 还指出锰氧化物分子筛性能不同,其吸附不同离子半径的金属离子将根据锰氧化物孔径大小或层间距大小而被交换到骨架上,或者进入其孔径内或层间。

2.3 吸附材料、污染物处理材料

层状氧化物在环境保护中有许多应用,可参与土壤中的许多化学过程。例如阳离子吸附、与金属离子间的氧化还原反应、作为土壤有机物形成的催化剂等。层状锰氧化物能够氧化许多土壤中的无机污染物,可以使产物变为无毒或毒性较小,而被吸附的物质可保留在溶液中或吸附在层状锰氧化物表面。研究表明^[24]:水钠锰矿对二价金属离子如 Pb^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mn^{2+} 等具有很强的吸附能力,特别是对 Mn^{2+} 的亲合力极大。该矿物在 $\text{pH}=6.0$ 时对 Mn^{2+} 的吸附量比 2:1 型黏土矿物(蒙脱石和蛭石)高 10 倍,比 1:1 型黏土矿物(高岭石)和铁、铝氧化物高 30 倍。涂仕华等^[25]研究了水钠锰矿(Birnessite)对 Mn^{2+} 持留机理,指出水钠锰矿对 Mn^{2+} 的吸附反应速度很快,整个过程的时间短于 1 s。Al-Attar 等对层状 Bir 型锰氧化物、离子交换的层状 Bir 型锰氧化物、以及水热转化成的孔道氧化锰进行了吸附铀等锕系元素的实验研究,得出锰氧化物对这些放射性的金属吸附性能较佳。另外,层状

Bir 型锰氧化物对重金属,特别是对 Co 也有很强的选择性吸附能力。因此,层状 Bir 型锰氧化物对土壤和海洋中重金属特别是 Co 的分布起很重要的作用^[26]。Feng 等^[27]用化学分析、氧化还原平衡、X 射线衍射(XRD)及透射电镜(TEM)等方法与技术研究了层状 Bir 型锰氧化物、钙锰矿和黑锰矿等 3 种不同结构类型的氧化锰矿物对剧毒的 As(III)的氧化特性,发现这些锰氧化物可降低 As(III)对环境的危害。结果表明:3 种氧化锰矿物对 As(III)的氧化能力差异较大,层状的 Bir 型锰氧化物氧化能力最强,其次是钙锰矿。十溴二苯醚(BDE)燃烧分解物释放中含有苯并呋喃、苯并二恶英类致癌物。Mi-Youn Ahn 等^[28]把层状锰氧化物作催化剂用于降解 BDE,研究得出结论,使用该催化剂可以使十溴二苯醚的降解率达 100%。蔡冬鸣等^[29]研究层状 $\delta\text{-MnO}_2$ 治理碱性染料废水,发现层状锰氧化物对染料废水的罗丹明 B 具有较大的吸附容量和较快的吸附速率。

3 结语

制备层状二氧化锰的方法多种多样,总的来说,固相法是在实际生产生活和研究实验中应用最多的一种方法,因为该法合成工艺简单、无中间步骤、产率较高、可以避免或减少液相合成中易出现的团聚现象。但随着制备技术的发展,液相制备法因低投入、低能耗、污染小,是值得大力发展和推广的先进材料的环境友好制备工艺路线。而层状锰氧化物在自然界广泛存在,作为土壤及沉积物中最普遍的一类氧化锰矿物,来源丰富,因此它具有广泛的应用前景。因其极佳的电化学性能,有望研究开发出容量更高的电极材料;对层状锰氧化物催化降解有机物机理尚属探索阶段,应加强分析废水中染料的脱色机理,为 MnO_2 水处理技术的实用化提供理论依据。

参考文献(References):

- [1] KORDESEH K V. 电池组:第一卷,二氧化锰[M]. 夏熙,袁光钰译. 北京:中国轻工业出版社,1981
- [2] 夏熙. 二氧化锰及相关锰氧化物的晶体结构、制备及放电性能(1)[J]. 电池,2004,34(6):411-414
- [3] KOMABA S, KUMAGAI N, CHIBA S. Synthesis of layered MnO_2 by calcination of KMnO_4 for rechargeable lithium battery cathode [M]. *Electrochimica Acta*, 2000, 46:31-37
- [4] VITINS G, WEST K. Lithium Intercalation into layered LiMnO_2 [J]. *J Electrochem Soc*, 1997, 144:2 587-2 592
- [5] TABUCHI M, ADO K, KOBAYASHI H, et al. Synthesis of LiMnO_2 with $\alpha\text{-NaMnO}_2$ -type structure by a mixed-alkaline hydrothermal reaction [J]. *J Electrochem Soc*, 1998, 145 (49):99-103
- [6] RONGJI C, CHIRAYIL T, ZAVALI P, et al. The hydrothermal synthesis of sodium manganese oxide and a lithium vanadium oxide [J].

- Solid State Ionics, 1996, 140 (7):86-88
- [7] YANG J Y, YANG X E, HE Z L, et al. Advance in the studies of Pb adsorption and desorption in soils[J]. Ecology and Environment, 2005, 14(1):102-107
- [8] 朱丽娟, 宰德欣, 柴家觉, 等. 水热法合成 δ - MnO_2 及其对重金属 Pb^{2+} 的吸附作用[J]. 安全与环境学报, 2007, 4(7):20-23
- [9] RENUKA R, RAMAMURTHY S. An investigation on layered birnessite-type manganese oxides for battery applications[J]. J Power Sources, 2000, 91 (87):144-152
- [10] 杨顺毅, 王先友, 魏建良, 等. Na-Mn-O 正极材料的合成及电化学性能[J]. 物理化学学报, 2008, 24(9):1669-1674
- [11] MCKENZIE R M. The synthesis of birnessite, cryptomelane and some other oxides and hydroxides of manganese[J]. Mineral Mag, 1971, 38 (296):493-503
- [12] SHOJI Takayuki, YAMAMOTO Takakazu. Charging and discharging behavior of zinc manganese dioxide galvanic cells using zinc sulfate-electrolyte [J]. J of Electroanalytical Chemistry, 1993, 362:153-157
- [13] 李清文, 张波, 舒东. 酸法合成改性 α - δ - MnO_2 电极可充性研究[J]. 电池, 1993, 5(23):203-205
- [14] SHEN Y, ZERGM R P, DEGUZNMN R, et al. Manganese oxide octahedral molecular sieves: preparation characterization and applications[J]. Science, 1993, 260:511-515
- [15] GDDEN D C, CHEN C C, DIXON J B. Synthesis of todonkite[J]. Science, 1986, 231:717-719
- [16] 杨勇, 舒东, 余海, 等. 大隧道结构锂锰氧化物电极材料研究[J]. 电源技术, 1997, 5(21):190-192
- [17] PARK S H, YOON C S, KANG S G, et al. Synthesis and structural characterization of layered $\text{Li}[\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$ cathode materials by ultrasonic spray pyrolysis method[J]. Electrochim Acta, 2004, 49: 557-563
- [18] 杨玉娟, 桑林, 黄成德. 层状纳米 MnO_2 的液相合成及其电容性能[J]. 应用化学, 2008, 4(25):473-475
- [19] XIAO D S, CHUN L M, LI Z, et al. A facile method to prepare layered manganese oxides with large interplanar spacing[J]. Materials Research Bulletin, 2002, 37:331-341
- [20] 王爱华, 刘洋, 曹国辉, 等. 层状结构锰氧化物 $\text{La}_{2.2}\text{Sr}_{1.2}\text{Mn}_2\text{O}_7$ 的 EXAFS 研究[J]. 功能材料与器件学报, 2004, 10(3):313-317
- [21] 张敬华, 舒东, 张永生, 等. 层状锂锰氧化物制备及性能改进[J]. 电池, 2004, 34(3):196-198
- [22] REED J, CEDER G, van der VEN A. Layered-to-spinel phase transition in LiMnO_2 [J]. Electrochem Solid-State Lett, 2001, 4(6):78-81
- [23] 王永在, 廖立兵, 黄振宇. 多孔锰氧化物材料的制备与性能研究进展[J]. 材料导报, 2004, 6(18):43-47
- [24] TU S. Effects of KCl on solubility and bioavailability of Mn in soil and some reactions of birnessite in the presence of some Mn compounds[D]. Winnipeg: University of Manitoba, 1993:122
- [25] 涂仕华, RZCZ G J. 水钠锰矿(Birnessite)对 Mn^{2+} 滞留机理的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1994 (1): 91-97
- [26] 雷太鸣, 汤昊, 张克立. 层状 LiMnO_2 的软化学法合成及电化学性能的研究[J]. 武汉大学学报:理学版, 2004, 2(50):165-168
- [27] FENG X H, ZU Y Q, TAN W F, et al. Arsenite oxidation by three types of manganese oxides[J]. Journal of Environmental Sciences, 2006, 18 (2):292-298
- [28] MI Y A, TIMOTHY R, FILLEY, et al. Birnessite mediated debromination of decabromodiphenyl ether[J]. Chemosphere, 2006, 64:1801-1807
- [29] 蔡冬鸣, 任南琪. δ 型层状 MnO_2 治理碱性染料废水[J]. 印染, 2006, 15:11-15

浙江丰利再获省 AAA 级“守合同重信用”单位称号

为促进企业信用建设,树立诚实、守信的良好经营风尚,日前,浙江省工商行政管理局对全省 360 家企业的浙江省工商企业信用 AAA 级“守合同重信用”单位称号予以续展认定,有效期 3 年,浙江丰利粉碎设备有限公司名列其中。这是浙江丰利于 2003 年、2006 年连续两届获得此荣誉后的再次上榜。根据《浙江省工商企业信用等级“守合同重信用”单位认定管理办法》,每 3 年对企业的合同(信用)管理进行一次评定,经申报考核,省工商局决定予以续展认定。

据了解,“守合同重信用”单位的评选是工商管理机关对企业信誉状况和合同管理水平的认定,是企业信誉最重要的评价证明之一,相当程度上反映了企业的资信与经营管理水平情况。“AAA”级是省工商局对企业信用最高级别的评价。企业被认定为“浙江省工商企业信用等级‘守合同重信用’单位”的,可按规定享受企业年检免检等优惠措施。

浙江丰利自成立至今,一直以“质量为本、信誉是金”为宗旨,坚持以质量求生存,以信誉求发展,积极推进企业信用体系建设,加强合同管理,倡导企业依法经营、诚信守约,提高商业信誉,树立了良好的社会口碑,促进了企业各方面的和谐发展。连续 10 余年被评为“AAA”级资信等级企业和“重合同、守信用”单位,先后获得省金承诺信誉单位、省级诚信示范企业、AAA 级纳税信用企业和浙江省“重合同守信用”单位等荣誉称号。2009 年浙江“丰利”被认定为浙江省知名商号。

优异的信用,过硬的质量,创新的技术,周全的服务,铸造了粉碎设备行业独有的省级名牌产品。目前,浙江丰利已跻身中国科技名牌 500 强,成为我国粉体设备领域规模大、实力强、品种全、新品多的行业龙头企业,全国颗粒表征与分检及筛网标委会超微粉碎设备工作组秘书长单位,闻名海内外的成套超微粉体设备和绿色环保装备生产基地。

(吴宏富)