

工艺与设备

真空带式过滤机在镍钴粉体材料
生产中的应用徐斌^{1)*} 金倬敏¹⁾ 汤波¹⁾ 曹果林¹⁾ 吕小刚¹⁾ 刘骥飞²⁾ 刘红¹⁾

1) (兰州金川新材料科技股份有限公司, 兰州 730101)

2) (兰州理工大学理学院, 兰州 730101)

摘要: 真空带式过滤机是一种自动化程度较高的新型固液分离设备。它利用物料重力和真空吸力实现高效固液分离,将过滤与洗涤融为一体,具有洗涤效率高、卸除方便、滤带使用寿命长等特点。本文介绍了真空带式过滤机的工作原理及其在镍钴粉体材料生产中的应用。

关键词: 真空带式过滤机; 镍钴粉体; 过滤; 洗涤

Application of vacuum belt filter in the production of nickel and cobalt powder material

Xu Bin¹⁾, Jin Zhuomin¹⁾, Tang Bo¹⁾, Cao Guolin¹⁾, Lv Xiaogang¹⁾, Liu Jifei²⁾, Liu Hong¹⁾

1) (Lanzhou Jinchuan New Materials Polytron Technologies Incorporated Company, Lanzhou 730101, China)

2) (School of Science, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730101, China)

Abstract: Vacuum belt filter is a new type of solid-liquid separation equipment with higher degree of automation. Solid-liquid separation is realized by using material gravity and vacuum suction action. The filtration and washing are fused together, it has characteristics of high washing efficiency, convenient dismounting and long service life of filter belt etc. The working principle of vacuum belt filter and its application in production of nickel and cobalt powder materials were introduced.

Key words: vacuum belt filter; nickel and cobalt powder; filtration; washing

在锂离子电池用镍钴超细粉体材料的生产过程中,过滤与洗涤步骤非常重要。生产初期曾尝试过多种过滤洗涤方法,如抽滤缸洗涤、板框式压滤机洗涤、无机膜洗涤等,但都存在物料穿滤量大、耗水量大、含水量高、直收率低等问题,严重制约生产^[1]。为了提高金属回收率,降低劳动强度和生产成本,减少环境污染,经过广泛调研和技术交流,决定选用真空带式过滤机,并在工业性试验取得理想效果的基础上,成功地应用到镍钴粉体材料的实际生产中。实践表明,真空带式过滤机是一种操作简便、节水节能、洗涤效果好、物料回收率高的超细粉体材料过滤洗涤设备。

1 超细粉末过滤与洗涤设备的类型

1.1 镍钴超细粉体材料的特点

镍钴超细粉体材料具有如下特点^[2]:

1) 粒度细。镍钴超细粉体为微米级颗粒,平均粒径小于 $10.0\mu\text{m}$ 。其中,粒径为 $8.0\mu\text{m}$ 左右的颗粒约占80%(质量分数,下同), $0.5\sim 1.0\mu\text{m}$ 的颗粒约占5%。由于细颗粒的存在,导致一般滤布、滤纸与滤网等难以完全截留物料。目前工业生产上普遍使用板框式压滤机、离心过滤机、无机膜过滤器、抽滤缸等进行过滤,但过滤时会有部分细颗粒穿滤,母液金属含量在 100mg/L 左右,导致金属回收率低,

* 徐斌(1975-)男,硕士,高级工程师。E-mail: xubinkjy@163.com

收稿日期: 2012-01-10

母液处理成本高。

2) 粘性大。镍钴超细粉体属于亲水性材料,其颗粒外表面有一水化层,而且颗粒愈细,亲水性越强。采用传统的抽滤缸过滤洗涤,镍钴超细粉体材料滤饼含水量高达30%~35%,粘性大,不仅使过滤与洗涤的阻力增大,滤饼卸除难度增加;而且滤饼含水量高,造成干燥工序能耗大、效率低。

镍钴超细粉体材料的上述特性使其过滤与洗涤非常困难,要获得较满意的过滤与洗涤效果,必须使用性能优异的过滤材质和过滤设备^[2]。

1.2 工业生产中常用的过滤和洗涤设备

目前工业生产中用于镍钴超细粉末过滤与洗涤的设备有以下2类^[3]:

1.2.1 连续式

连续式过滤与洗涤装置(如离心机等)为连续操作,过滤与洗涤在机内一体完成,但 $0.5 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 的细颗粒很容易穿滤,因此过滤效果不好,耗水量大,物料回收率低。

1.2.2 间隙式

间隙式过滤机有板框式压滤机、管式过滤机等。这类过滤装置有的过滤与洗涤可在一机内完成,有的只有过滤功能,无法洗涤,整个过滤与洗涤操作采用“过滤—打浆洗涤—过滤—打浆洗涤”等多次重复操作。目前几乎所有的间隙式过滤机均用滤布,穿滤现象极为普遍,需要消耗大量的洗涤水,不仅劳动强度大,过滤洗涤周期长,而且粉体物料易受污染,回收率偏低。

2 真空带式过滤机

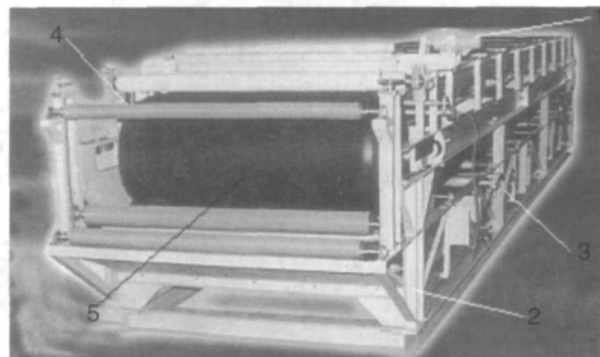
2.1 真空带式过滤机的构造、原理及特点

2.1.1 构造和原理

连续水平真空带式过滤机是一种自动化程度高的新型过滤设备,如图1所示。该机以过滤布或滤网为介质,使料浆水平布置于过滤介质之上,由传动装置做连续运行,充分利用料浆重力和真空吸力实现固液分离。连续水平真空带式过滤机可适用于多种浓度条件下的物料过滤与洗涤,过滤效率高。真空带式过滤机由机架、真空箱、驱动辊、压布辊、纠偏辊、展布辊、料浆分布器、滤布纠偏装置、滤布再生装置和传动装置、滤布等部件组成,是一种高效固液分离设备^[4-8]。

其工作原理是:料浆由分布器均匀分布在滤布

上,当真空室接通真空系统时形成母液抽滤区、滤饼洗涤区和滤饼抽干区,滤液穿过滤布进入真空室,固体颗粒截留在滤布上形成滤饼。进入真空室的滤液经自动排液罐排出,固体滤饼由刮刀卸除^[5-8]。卸除滤饼的滤布经清洗后获得再生并重新进入过滤区。



1 - 过滤液进口; 2 - 正向冲洗入口;
3 - 过滤液出口(反向冲洗入口);
4 - 过滤机外壳; 5 - 渣料出口

图1 真空带式过滤机构造示意图

Fig. 1 Schematic diagram for vacuum belt filter

2.1.2 特点

真空带式过滤机具有如下特点:

- 1) 过滤效率高: 大于 $0.3 \mu\text{m}$ 的微粒几乎可完全被截留,分离效率可达99.7%。
- 2) 自动化程度高: 喂料、过滤、洗涤、脱渣、滤布再生可连续自动完成;采用PLC控制、蛇形纠偏,解决了滤布的跑偏及打皱问题。
- 3) 滤饼洗涤效率高: 可对物料进行多级平流或逆流洗涤,同板框压滤机相比,洗涤效率高、时间短、洗涤水消耗较少,并且过滤液和洗涤液可分开集液。
- 4) 工艺方便: 滤饼厚度、洗水量、逆流洗涤级数、真空度、滤布速度等可任意调整,以达到最佳过滤洗涤效果。
- 5) 性能优异: 耐各种酸、碱浸蚀。
- 6) 滤布使用寿命长: 滤布为瑞士无纺布,可连续使用18个月。

2.2 真空带式过滤机在镍钴超细粉体材料生产中的应用

真空带式过滤机在过滤洗涤镍钴超细粉体材料的工业性试验中取得了理想的结果,在此基础上,成功地应用到实际生产中。目前,兰州金川新材料科技股份有限公司在镍钴粉体材料生产中的过滤和洗涤设备已由传统的抽滤缸全部改为真空带式过滤

机效果良好。并且,已将其推广应用到其它相关粉末产品的生产中。

根据镍钴粉体材料的合成工艺,每釜合成金属量为240kg的镍钴超细粉体材料,然后直接用浆料

泵打入真空带式过滤机中过滤洗涤,滤饼厚度为1.5~2.0cm,洗涤后滤饼中各物质的含量见表1(每次洗水量为1200kg)。

表1 洗涤后滤饼中各物质的含量(质量分数)
Table 1 Composition of filter cake after washing(mass)

样品编号	主金属含量/%	Na ⁺ 含量/%	Na ⁺ /主金属 ×100	SO ₄ ²⁻ 含量/%	Cl ⁻ 含量/%	洗涤数/道
1 [#]	55.84	0.004	0.007 2	0.55	0.10	4
2 [#]	55.44	0.003	0.005 4	0.52	0.08	5
3 [#]	55.04	0.004	0.007 3	0.42	0.05	7
4 [#]	54.96	0.001	0.001 8	0.53	0.07	5
5 [#]	46.89	0.004	0.008 5	0.51	0.08	5
6 [#]	48.88	0.002	0.004 1	0.36	0.04	7
7 [#]	47.48	<0.001	0.002 1	0.52	0.08	5
8 [#]	49.40	<0.001	0.002 0	0.50	0.05	6
9 [#]	53.94	0.003	0.005 6	0.57	0.09	4
10 [#]	53.84	0.002	0.003 7	0.51	0.08	5
11 [#]	54.37	0.002	0.003 7	0.38	0.04	7
12 [#]	59.38	0.002	0.003 4	0.53	0.08	5
13 [#]	61.01	0.002	0.003 3	0.53	0.07	5
14 [#]	61.01	0.003	0.004 9	0.40	0.03	7
15 [#]	60.23	0.002	0.003 3	0.53	0.07	5
16 [#]	60.38	0.001	0.001 7	0.50	0.06	6

Na⁺、SO₄²⁻、Cl⁻是在镍钴超细粉体的合成过程中引入的杂质元素,通过检测其含量可以确定洗涤的效果。可以看到,每240kg金属量的镍钴超细粉体材料在洗涤7道后,滤饼中Na⁺与主金属含量之比<8.0×10⁻⁵、SO₄²⁻含量<0.50%、Cl⁻含量≤0.05%,满足洗涤工艺要求(Na⁺与主金属含量之比<1.0×10⁻⁴、SO₄²⁻含量<0.50%、Cl⁻含量≤0.05%);240kg金属量的镍钴超细粉体材料每次洗水量为1200kg,所以每吨金属量洗涤用水约5t;洗涤后跟踪母液,其金属含量约50mg/L,金属回收率在99.7%以上;从打渣到洗涤结束耗时230min,工作效率大大提高,劳动强度降低,作业环境改善。

2.2.1 实际应用

在实际生产过程中,镍钴粉体材料在合成釜内合成后通过浆料泵打入真空带式过滤机,由浆料分布器均匀分布在滤带上,滤饼厚度约1.5~2.0cm,开启带式过滤机,打开纯水进水阀进行7道洗涤,洗涤过程中采样检测,结果见表2。洗涤合格后进入下一步流程。

采用传统的抽滤缸进行过滤和洗涤的生产数据如表3所示。

从洗涤效果、洗涤时间、滤饼含水量、母液金属含量各方面来看,采用真空带式过滤机都优于抽滤缸。采用真空带式过滤机,滤饼含水量低,可降低后续干燥的能耗;母液金属含量在50mg/L左右,降低了后续回收的成本,金属回收率在99.7%以上;从打渣到洗涤结束耗时约230min,工作效率也大大提高。另外,生产中还发现,洗水温度高于65℃时,母液金属含量较高,达到80~100mg/L,所以必须严格控制洗水温度为60~65℃。

2.2.2 工艺参数

通过工业性试验,确定了真空带式过滤机的过滤洗涤工艺参数:滤带上滤饼的厚度为0.5~2.5cm,带速2~10mm/min,每吨金属洗水量5t,洗水压力>0.3MPa,每次过滤洗涤230min,滤饼含水量15%~25%。

2.2.3 真空带式过滤机的优点

与传统的洗涤过滤方式相比,采用真空带式过滤机的洗水量、金属回收率、洗涤效率、劳动强度等都有很大改善,洗涤稳定性大大增强。

真空带式过滤机自动化程度高,采用PLC控制,大大降低过滤洗涤与卸料的劳动强度;加上蛇形纠偏,解决了洗涤过程中滤布的跑偏及打皱,从而保

障洗涤质量。

表2 真空带式过滤机实际生产数据

Table 2 Production data for vacuum belt filter

样品编号	滤饼中 Na ⁺ / 主金属 × 100	滤饼中 SO ₄ ²⁻ 含量 / %	滤饼中 Cl ⁻ 含量 / %	洗涤时间 / min	滤饼含水 量 / %	母液金属含量 / (mg · L ⁻¹)
17 [#]	0.005 8	0.45	0.03	230	15	30
18 [#]	0.004 2	0.40	0.05	230	18	50
19 [#]	0.002 2	0.43	0.04	230	20	36
20 [#]	0.002 8	0.42	0.04	230	17	45
21 [#]	0.004 3	0.41	0.05	230	20	48
22 [#]	0.005 2	0.42	0.03	230	15	47
23 [#]	0.005 3	0.42	0.04	230	16	45
24 [#]	0.003 9	0.43	0.05	230	15	46
25 [#]	0.004 3	0.44	0.03	230	20	45
26 [#]	0.002 9	0.42	0.05	230	18	45
27 [#]	0.002 2	0.39	0.03	230	19	45
28 [#]	0.002 8	0.42	0.04	230	20	45
29 [#]	0.001 4	0.40	0.03	230	18	47
30 [#]	0.002 6	0.38	0.03	230	24	48
31 [#]	0.001 6	0.43	0.03	230	22	36
32 [#]	0.004 2	0.36	0.04	230	21	50
33 [#]	0.003 8	0.40	0.04	230	19	52
34 [#]	0.005 1	0.42	0.05	230	21	53
35 [#]	0.003 9	0.41	0.02	230	18	55
36 [#]	0.005 1	0.36	0.05	230	25	38
37 [#]	0.004 8	0.37	0.04	230	23	39
38 [#]	0.003 8	0.41	0.03	230	22	45
标准	<0.0100	<0.50	≤0.05	230	15~25	<100

表3 抽滤缸实际生产数据

Table 3 Production data for filtering jar

样品编号	滤饼中 Na ⁺ / 主金属 × 100	滤饼中 SO ₄ ²⁻ 含量 / %	滤饼中 Cl ⁻ 含量 / %	洗涤时间 / min	滤饼含水 量 / %	母液金属含量 / (mg · L ⁻¹)
39 [#]	0.006 1	0.54	0.05	300	27	80
40 [#]	0.007 4	0.53	0.06	300	28	90
41 [#]	0.005 6	0.48	0.08	300	30	85
42 [#]	0.008 7	0.46	0.06	300	27	88
43 [#]	0.008 5	0.49	0.05	300	26	90
44 [#]	0.005 2	0.50	0.07	300	30	80
45 [#]	0.005 8	0.53	0.06	300	28	100
46 [#]	0.007 5	0.52	0.04	300	27	75
47 [#]	0.004 3	0.45	0.05	300	26	90
48 [#]	0.003 3	0.51	0.05	300	26	85
49 [#]	0.006 7	0.52	0.06	300	20	90
50 [#]	0.008 9	0.51	0.07	300	25	80
51 [#]	0.006 3	0.53	0.07	300	25	85
52 [#]	0.005 6	0.49	0.06	300	28	90

与传统的洗涤过滤方式相比,真空带式过滤机具有以下优点:

- 1) 可有效缩短洗涤时间;
- 2) 操作简便,可实现自动化控制;

- 3) 透滤量 < 0.5%, 产品的直收率大大提高;
- 4) 节水。

抽滤缸与真空带式过滤机过滤洗涤每吨金属的
(下转第 470 页)

- [17] Höganäs AB. P/M iron powder information. P/M 74-2
- [18] Kvist S Å, Lindskog P, Svensson L E. Improved tolerances of sintered ferrous components containing copper. Metal Powder Report, 1977, 32(2): 38
- [19] Mosby J. Segregation of particulate solids. Tel-Tec report (4): 410025-1
- [20] Larsson M, Höganäs AB. P/M 00-21
- [21] Svensson L E, Engström U. Improved precision of sintered components made from partially prealloyed steel powders// The Metals Soc. Powder Metallurgy Materials in the Electrical and other Engineering Industries. London, UK, 1978: 1
- [22] Larsson M. Mechanical properties and dimensional stability obtained with different alloy techniques// Japan Powder Metallurgy Association. PM World Congress. Tokyo, Japan, 2000: 963
- [23] Metal Powder Industries Federation. Powder Metallurgy Design Manual (third edition). Princeton, NJ, 1998: 160
- (韩凤麟译自“The International Journal of Powder Metallurgy, 2003, 39(4): 29-39”)

(上接第449页)

经济效益评估见表4。其中,纯水和金属分别按10元/t和100元/kg计算。

表4 抽滤缸与真空带式过滤机过滤洗涤每吨金属的经济效益对比

Table 4 The washing economic benefit comparison between filtering jar and vacuum belt filter

过滤洗涤设备	金属洗水耗量/t	纯水费用/元	透滤金属量/kg	透滤金属费用/元	成本总计/元
真空带式过滤机	5	50	3	300	350
抽滤缸	15	150	10	1 000	1 150

可以看出,采用真空带式过滤机比采用抽滤缸过滤每吨金属可以降低生产成本800元,以年产1 000t金属量计,可降低成本80万元,节约纯水1万吨,自来水3万吨(每3t自来水可制备1t纯水)。

3 结语

实际生产表明,真空带式过滤机是一种过滤洗涤效率高、耐腐蚀、性能优异的高效精密装置,适合镍钴超细粉体的过滤与洗涤。

1) 洗水用量少,物料回收率高。

2) 操作方便,结构简单,易于维护。

3) 解决了微米级颗粒在过滤洗涤过程中的穿滤问题。

4) 采用机内洗涤,过滤与洗涤在一机内完成,不需将滤饼来回人工转移,产品不受外界污染,生产效率显著提高。

5) 可在其它超细粉体材料生产中推广使用。

参考文献

- [1] 徐斌,贺建军,刘树林,等.精密微孔过滤机在氢氧化钴生产中的应用.中国有色冶金,2009(3): 46-49
- [2] 宋显洪,殷龙志,陈振良.重金属氢氧化物过滤方法的研究.水处理技术,1987,13(1): 25-28
- [3] 丁启圣.新型实用过滤技术.北京:冶金工业出版社,2011.6
- [4] 张有新,赵中伟,陈爱良,等.精密微孔过滤机在超细粉末过滤与洗涤应用.有色金属,2008(5): 47-49
- [5] 何元勇.带式过滤机在硫酸铝生产中的应用.无机盐工业,1991(5): 24-25
- [6] 李教,曹俊玲,王红娟,等.水平真空带式过滤机在氧化铝生产中的工业试验.有色设备,2003(4): 39-40
- [7] 黄海波,赵铁梅,武国宝.带式过滤机在氧化铝生产中的应用.有色冶金节能,2005(4): 31-33
- [8] 丁启圣.新型过滤机在工业领域的应用.有色设备,2008(6): 1-3