

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.03.012

蓄电池生产线极板上料装置

王贵民¹, 马晓建¹, 赵言正²

(1. 东华大学 机械工程学院, 上海 201620; 2. 上海交通大学 机械与动力工程学院, 上海 200240)

摘要:针对蓄电池生产线包封工序中存在大量手工上料,铅粉危害操作人健康,提出了极板自动上料的方案,分析比较各方案的优缺点,设计了极板上料装置。极板上料装置投入运用后,解决了极板包片机上料的瓶颈,降低了工人劳动强度,提高了劳动生产率。

关键词:蓄电池;上料装置;真空吸附;极板层叠

中图分类号:TM912

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)03-0047-05

Design of Plates Feeding Device for Battery Production Line

WANG Guimin¹, MA Xiaojian¹, ZHAO Yanzheng²

(1. College of Mechanical Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China;

2. College of Mechanical and Power Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: The existence of a large number of hand-feeding, ceruse operation hazards human health presented plate automatic feeding programs, and analyzed and compared the advantages and disadvantages of the programs designed plates for battery production line feeding device encapsulation process. By use of feeding device of the plates, the device solved the bottleneck of machine materials, reduced labor intensity and improved labor productivity.

Key words: battery; feeding device; vacuum suction; laminated plates

蓄电池是一种性能优异的储能设备。发展电动车是减少城市大气污染的得力措施,但它却受制于蓄电池的发展和水平^[1]。

在蓄电池生产过程中,包片工序是将蓄电池的电池构成要素的负极板、正极板与隔板交互重叠起来,作为前工序的极板上料装置是将多片负极板或多片正极板一片片输送到包片工位的装置^[2]。极板的上料是蓄电池自动包片工序中的重要环节,它不仅会影响生产效率而且会影响电池产品的质量。因此,研究和开发具有高度自动化水平的极板上料装置对于蓄电池的生产行业具有重要的现实意义。

1 工作原理

要完成极板上料,首先要对极板进行可靠的握持,握持的方法有夹持和真空吸附2种方式,由于夹持有可能会破坏极板活性物质^[3],因此,实际应用中主要用真空吸附的方式。文中研发的极板上料装置就是以真

空吸附的方式连续不断地将一叠叠的极板群一片一片输送到包封工位的装置。

可以有3种方法实现极板的输送,它们的原理如下所述:

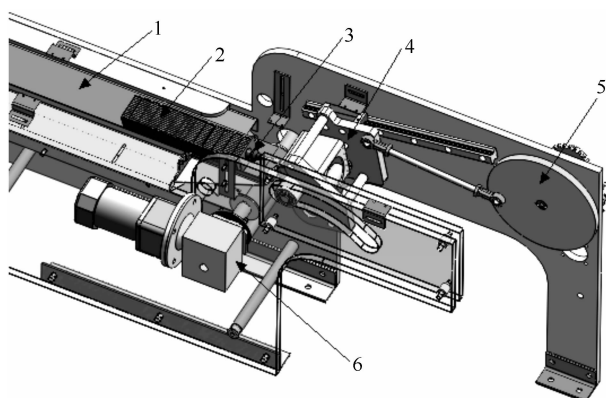
1) 采用曲柄连杆机构实现从侧面到平面2个位置的转换(方案1)

从图1可知,在极板输送链上布置托架,在该托架上面以5~10°倾斜面上竖列着众多极板(从直立状态到稍稍倾斜状态的极板层叠体),逐片向前输送,当传感器检测到第1片,输送电机停止运动。由曲柄滑块机构带动的摆动吸盘吸附其最前列的极板,然后保持该吸附状态在0~90°作摆动运动,将极板从侧面放置到水平面,由传感器检测到位后,释放真空,放下极板,反复进行上述操作,即可将该极板层叠体一片片地供给到下一工位。

2) 采用真空皮带或者皮带上装有吸盘实现椭圆

收稿日期:2013-12-03;修回日期:2013-12-30

作者简介:王贵民(1979),男,江苏南通人,硕士研究生,工程师,主要研究方向为生产线自动化设备。E-mail:1404383423@qq.com

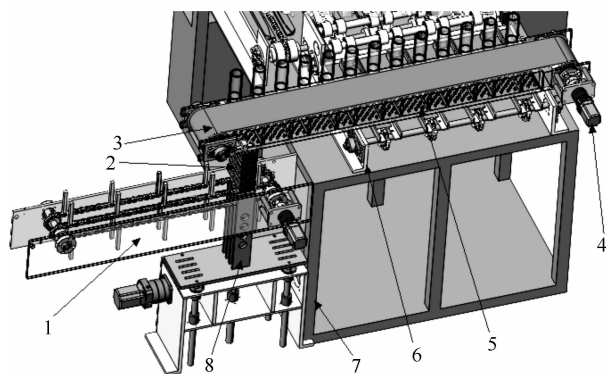


1—皮带;2—极板层叠体;3—吸盘;4—滑块;5—圆盘;
6—减速电机

图1 极板上料装置方案1

Figure 1 Plates feeding device sketch of Program 1
环状循环运动(方案2)

如图2所示,采用真空皮带吸附极板输送装置是在转动的皮带上均匀布置吸盘(或者均匀的在皮带上开相同数量及大小的孔),随着该皮带转动变成向下的各吸盘,将众多水平状态极板层叠体的最上位极板一次次吸附保持,输送到指定位置时解除负压,这样就实现极板一片片的输送^[4]。



1—极板输送链;2—极板层叠体;3—真空皮带;4—驱动端;
5—真空腔体;6—极板输送链;7—机架;8—升降机构

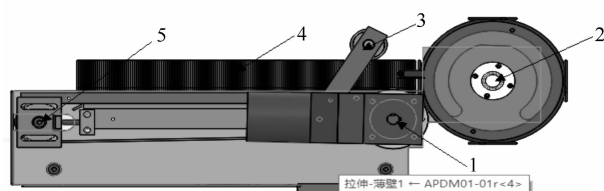
图2 极板上料装置方案2

Figure 2 Plates feeding device sketch of Program 2

3) 采用真空圆盘吸附,通过圆周方向上实现将侧面(垂直面的极板)变成水平面(方案3)

如图3所示,在真空滚筒周围面上均匀设置吸盘,随着真空滚筒同时转动的各吸盘,将最前边的直立倾斜的极板一片片吸附保持,到达滚筒下方时,真空被切断,掉落入其真空滚筒下方的极板输送链条上,供给下一工位,这样就实现极板一片片输送^[5]。

以上3种方法具有各自的优缺点:①曲柄连杆机构随着速度越大,其惯性越大,振动越大;②真空系统



1—输送电机;2—转动吸盘;3—滚轮组件;
4—极板层叠体;5—皮带调整装置

图3 极板上料装置方案3

Figure 3 Plates feeding device sketch of Program 3

比较复杂,控制相对复杂,成本较高;③方法相对比较容易,但是随着极板的大小需要重新设计,随着极板尺寸增大,圆盘的直径也越来越大。这也是其比较大的弊端,但是方案3简单可靠。文中主要以该方案作为设计选择,并提供主要的设计参数。

极板尺寸范围:长为78~135 mm,宽为44~66 mm,厚度为1.8~3.2 mm。

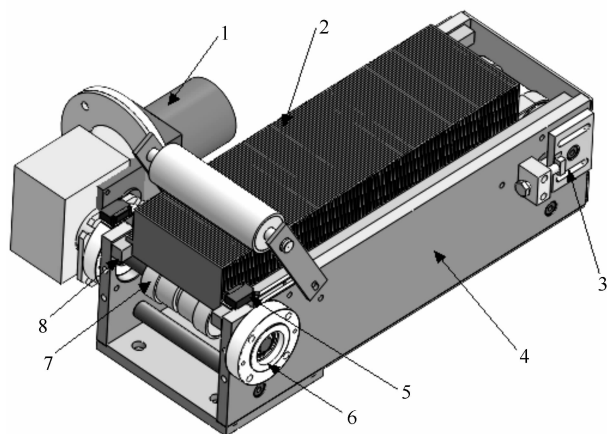
吸片速度:70~140片/min。

真空度:20~75 kPa。

2 总体设计

极板上料装置由2个部分组成,分别为极板层叠体输送装置和极板吸取装置。

极板层叠输送装置由上料板1、皮带主动轮组件、皮带轮从动轮组件、托板、带刹车减速马达等组成,如图4所示。



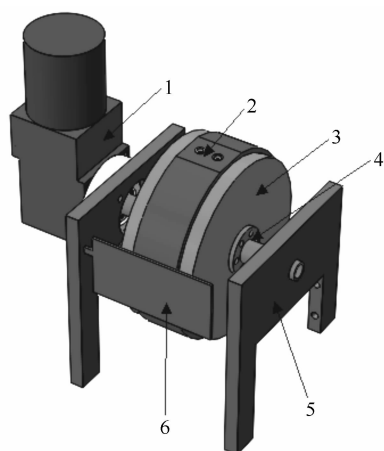
1—刹车减速马达;2—极板层叠体;3—上料从动轴;4—机架;
5—光电开关;6—上料主动轴;7—皮带;8—拖板

图4 极板层叠体输送装置

Figure 4 Laminated plates conveying device

极板吸取装置由转动吸盘、固定密封腔体、真空抽管、带刹车减速马达等组成,如图5所示。

图4中极板层叠体2侧放在皮带7上,由驱动电



1—刹车减速马达;2—转动吸盘;3—固定密封腔体;
4—真空抽管;5—机架;6—极板

图5 极板吸取装置

Figure 5 Plates suction device

机1带动,如果有粉尘从带有孔的拖板掉落到收集室,由真空泵从下面抽到排放管道里,当最前面极板被传感器5检测到就停止电机。

图5中转动吸盘2在圆周方向均布4个吸盘,吸盘绕着固定不动的密封腔体3旋转,当吸盘转动需要切断真空的时候,此时密封腔完全被封闭,此时如果适当加入正压,极板就会吹落在指定的地方。

2.1 动力计算

极板层叠体数量大概有300~500片,每片1.8~3 mm,极板重量为40~200 g,皮带直径为60 mm,皮带中心距为800 mm。采用皮带输送,按照每分钟吸片140片设计,皮带输送速度为 $v=420$ mm/min。皮带宽度为 $B=20$ mm,输送皮带略微与水平倾斜角度 10° ,皮带驱动功率 $P=\frac{F_u v}{1000\eta_1\eta_2}$ [6]。

式中: F_u 为圆周驱动力/N, $F_u=500$ N; η_1 为电机效率,取 $\eta_1=0.9$, η_2 为减速器效率,取 $\eta_2=0.82$,通过计算得 $P=47.4$ W,应选择功率为60 W,转速 $n=1400$ r/min的电机。

皮带主动轮转速 $n_1=\frac{v_1}{\pi D_1}$, $v_1=420$ mm/min, $D_1=60$ mm, $n_1=2.2$ r/min,减速比 $i_1=n/n_1=636$;但是实际应用是通过传感器来反馈位置,实现控制,速度比 v 大很多,选择减速比 $i_1=180$ 就够,这样根据厦门精研电机样本,选型号为90GF180RC90YT60GV11减速电机。

极板吸取装置的转速 $n_2=140/4=35$ r/min,根据极板尺寸设计出圆盘直径 $D_2=200$ mm,采用铝合金材

料制成,降低转动惯量。转盘速度为 $v_2=\frac{\pi D_2 n_2}{60000}=\frac{3.14 \times 200 \times 35}{60000}=0.36$ m/s,同理根据 $P=\frac{F_u v}{1000\eta_1\eta_2}$,通过计算得出 $P_2=22$ W,可以选择25 W电机,减速比 $i_2=n/n_2=1400/35=40$,这样根据厦门精研电机样本,选出减速电机型号为80GF40RC80YT25GV11。

2.2 真空系统的计算

真空系统原理简化为如图6所示,它由真空室、管道和真空泵3部分组成。 S 为泵的有效抽速; S_p 为泵的名义抽速; p 为真空室某一时刻的压强; p_0 为真空室的极限压强; U 为管道流导。

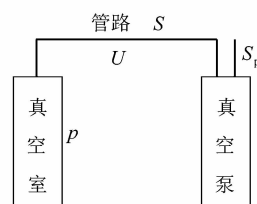


图6 真空系统原理图

Figure 6 Schematic diagram vacuum system

在粗真空、低真空下,真空设备本身内表面的出气量与设备总的气体负荷相比可以忽略不计,因此,计算抽气时间一般不需要考虑出气的影响[7]。

当流导为 U 时, $\frac{1}{S}=\frac{1}{U}+\frac{1}{S_p}$,则 $t=2.3V_i(\frac{1}{S_p}+\frac{1}{U})\lg\frac{p_i}{p}$ 。

式中: t 为抽气时间/s, V_i 为真空设备单位时间有效体积/(L·s⁻¹), S 为泵的有效抽速/(L·s⁻¹), S_p 为泵的名义抽速/(L·s⁻¹), p 为设备经 t 时间抽气后的压力/Pa, p_i 为设备开始抽气时压力/Pa, p_0 为真空室的极限压力/Pa, U 为管道的流导/(L·s⁻¹)。

当吸附速度确定为60片/min,抽气时间为0.75 s,放气时间为0.25 s, $U=0.05$ L/s, $S_p=5$ L/s, $p_i=10^5$ Pa, $p=0.75 \times 10^5$ Pa,根据上式计算所需的真空腔体的单位时间有效体积 $V_i=0.132$ L/s,根据真空吸附的工作原理,该极板吸附所产生的力为 $k_1 mg=A(p_a-p_0)$ 。

式中: m 为吸附极板的质量, $A=\frac{\pi n d^2}{4}$ 为吸附腔的有效面积,其大小决定于吸附气孔的孔径大小与布置分布密度, n 为吸附气孔的布置分布数目, d 为吸附孔的直径, p_a 为大气压强, p_0 为腔内剩余压强,一般为1~1.5 kPa, k_1 为安全系数,1.1~1.3[8]。因此设计吸附气孔

的孔径大小与分布密度时,综合考虑两者的关系,须满足 $\pi nd^2 = 4k_1 g \frac{m}{p_a - p_0}$ 。当 $m = 200$ g, $n = 2$, $A = 8\ 910$ mm²时, $5.6\text{ mm} \leq d \leq 8.4\text{ mm}$,取 $d = 8\text{ mm}$ 。

为了保证密封腔密封的可靠性,装有吸盘的转动体1与带有密封腔的固定体2之间设计了密封槽,内部嵌入橡胶条,防止定位元件与密封板配合间隙处漏气。转动体中间的吸气管直接与真空泵连接,在中间管路上加一个三通电磁阀,通过电磁阀换向,使吸盘吸口在正负压之间转换,满足工件的吸附和释放。

由于采用皮带输送和减速电机直接驱动,整个传动系统简单,不再详细说明。

3 主要零部件的设计

吸附极板质量为200 g,长为135 mm,宽为66 mm,厚为3 mm的转动吸盘和固定密封腔的具体结构如图7和图8所示。计算一下这些设计尺寸是否能够满足吸附距离小于10 mm? 取极板尺寸宽度作为圆周吸附尺寸的弦,代入公式 $l = R - \sqrt{R^2 - (1/2L)^2}$,计算得 $l = 5.6\text{ mm}$ 。其中: R 为吸盘外圆半径, L 为吸附尺寸所对的弦, l 为吸附距离。吸附腔的有效体积 $V = 0.75\pi(D^2 - d^2)h/4$,式中: D 为圆环外径, d 为圆环内径, h 为环高度。将 $D = 160\text{ mm}$, $d = 120\text{ mm}$, $h = 45\text{ mm}$ 代入公式,计算得 $V = 296\ 919\text{ mm}^3 \approx 270\text{ mL}$,因此8个直径为8 mm的喷嘴每个流量约为33.75 mL,满足初始吸盘吸取所需流量。

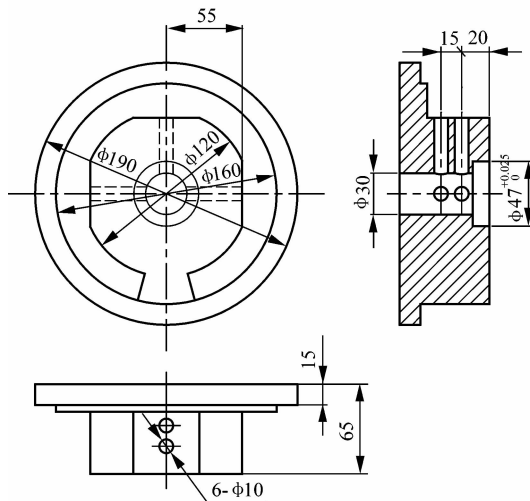


图7 固定密封腔的具体结构及尺寸
Figure 7 Specific structure and size of the stationary seal cavity

4 设计结果

工作过程:将有极耳的极板群放在轨道支撑板上,

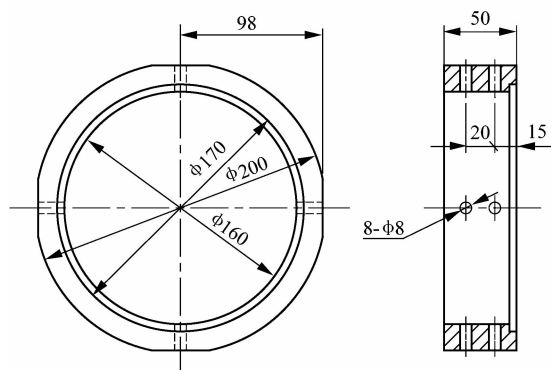
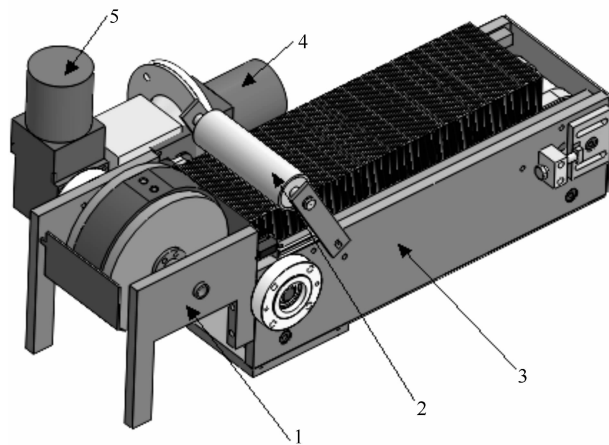


图8 转动吸盘的具体结构及尺寸
Figure 8 Specific structure and size of the rotating suction cup

在皮带上呈10°的倾斜输送,皮带松紧由从动轮进行张紧,通过调整螺钉来实现。当最前端的极板被传感器检测到,此时输送电机停止工作,转盘电机从初始位置转1/4圈,真空吸附极板后继续转1/8圈,此时料被完全吸走,输送电机继续运动到传感器检测位置,如此反复行程,当到达3/4圈时,真空被切断,极板就会掉落到指定位置。考虑运动有惯性,实际运动时要提前10°角度切换真空阀,具体见图9。



1—极板吸取装置;2—压滚组件;3—极板层叠体输送装置;
4—输送电机;5—吸料电机

图9 极板上料装置

Figure 9 Plates feeding device

5 结语

由上述极板上料装置设计结果表明:在蓄电池生产过程中,如何吸附板状物是极板供送系统中的关键技术之一,极板供送系统是极板包封配组机的必不可少的组成部分,也可以说是它的“厄口”,其设计成败对提高蓄电池质量、生产效率起重要作用,并直接影响

(下转第55页)