

太阳能电池柔性装配系统机械手运动路径研究

■ 马钢集团姑山矿业公司铁路运输车间 （安徽 243181） 曹 静

■ 皖江职业教育中心学校 （安徽 243002） 庾 鹏

摘要：根据太阳能电池装配特点，选择出符合柔性装配系统的焊接方式。针对抓取机械手和焊接机械手的运动特点，分别设计两者运动路径方案；通过合理简化运动模型，对抓取机械手和焊接机械手分别进行运动路径分析计算，优化机械手的运动路径，以提高产品质量和生产效率。

太阳能电池是将太阳能转换成电能的装置，多块太阳能电池经焊接装配形成的大型太阳能电池板，可增加太阳能的采集总量，提高太阳能的利用率。太阳能电池柔性装配系统包含抓取机械手和焊接机械手，可根据太阳能电池的尺寸参数和特点，实现太阳能电池的自动化装配。

1. 焊接机械手的焊接方案

如图1所示，太阳能电池在焊接过程中，两块相邻的太阳能电池电极需搭接在一起，即一块电池的负极与另一块电池的正极相连接，焊接接头区域被完整的嵌在两块电池中间，目标焊接区域加热非常不便，不宜采用熔化焊方式。若选用压力焊接，太阳能电池电极易在高温高压下发生变形，对太阳能电池的使用性能产生不良影响。

因此，太阳能电池的焊接选用钎焊焊接方式。

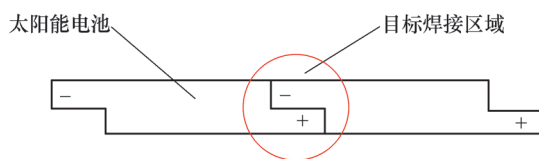


图1 太阳能电池目标焊接区域图

2. 抓取机械手的运动路径研究

抓取机械手主要起到抓取、排列太阳能电池的作用，是将太阳能电池按照预定的设计要求排列起来；机械手共抓取12块太阳能电池，排列成4行3列。

基于全局坐标系，在抓取机

械手工作时，把太阳能电池初始位置设为坐标原点；太阳能电池形状是规则的物体，则在 xoy 平面内的投影为规则矩形；在研究抓取机械手路径运动方案时可将每块太阳能电池在 xoy 平面内简化成质点，该质点即为太阳能电池的几何中心点，则抓取机械手的运

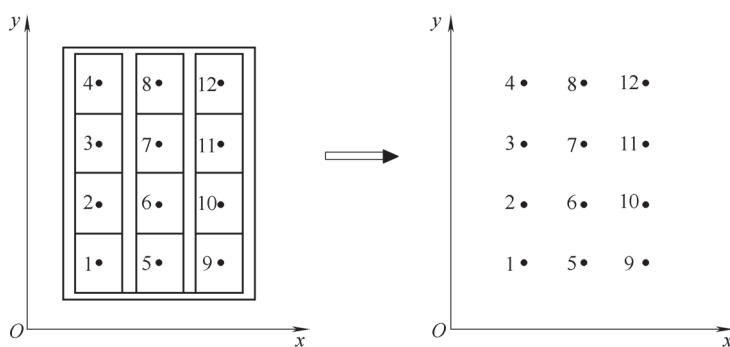


图2 抓取质点简化模型

动路径可以简化成图2所示模型。

由于太阳能电池的长度、宽度尺寸不同,故当 x 方向的速度 v_x 与 y 方向的速度 v_y 相同时,抓取机械手在 x 、 y 分量方向所需要的时间不同。当 v_x 远大于 v_y 时,抓取机械手在完成 x 方向的移动量之后需要在 y 方向运动一段距离;当 v_x 远小于 v_y 时,情况相反。

根据两点之间线段最短的原则,抓取机械手在 xoy 平面最理想的运动路径就是直线运动。在相同的运动时间内, x 轴和 y 轴可以同时达到终点,这不仅保证了最短的时间,也保证了最短的路程,即两个固定点之间选择出最优的运动路径。则抓取机械手抓取12块电池的过程就演变为同一原点到12个不同终点的直线运动,如图3所示。

考虑到相邻两块太阳能电池是堆叠搭接方式,所以不能随意抓取摆放,需按照某种抓取顺序才能完成预定的要求。以第一列太阳能电池的抓取排列为例,若第一次抓取的太阳能电池摆放在编号1的位置,则第二次抓取的太阳能电池可以摆放在编号2或者编

号5的位置;若第一次抓取的太阳能电池摆放在编号2的位置,则编号1的位置不易放置太阳能电池;若第一次抓取的太阳能电池摆放在3或者4的位置,均会出现相邻的太阳能电池抓取放置困难等问题。同理,对于第2列和第3列太阳能电池的排列抓取也会出现以上排列问题。

基于以上分析易知,抓取机械手在抓取时优先沿着 x 轴正方向或 y 轴正方向依次抓取;即若按照 x 轴正方向抓取太阳能电池,则太阳能电池的最优位置摆放顺序为1、5、9、2、6、10、3、7、11、4、8、12(电池位置编号);若按照 y 轴正方向抓取太阳能电池,则太阳能电池的最优位置摆放顺序为1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12。综上所述,抓取机械手有多种运动路径,沿着 x 轴或 y 轴顺序依次排列摆放运动路径最优。

如图4所示的运动路径,为沿着 y 轴正方向依次抓取排列方式。工位01为抓取机械手的初始位置(也是复位位置),工位02是电池位置; A_1 过程是将抓取机械手

从工位01运动到工位02,为机械手排列太阳能电池做准备运动; B_1 过程是抓取机械手工作过程。抓太阳能电池是一块一块抓取的,当机械手完成抓取和排列太阳能电池之后,会往返到工位02抓取下一块太阳能电池,再进行排列摆放。当抓取机械手完成一排电池摆放之后,将自动按照设定路径排列第二排、第三排太阳能电池,两排之间留有间隙。当抓取机械手完成其抓取和排列工作之后,沿着 C_1 过程所示的路径返回。若需要继续工作,则返回到工位02;若不再需要工作,则返回工位01复位,以方便下一次的工作。

3. 焊接机械手的运动路径研究

焊接机械手主要是将相邻的两块太阳能电池焊接在一起,完成焊接工艺。太阳能电池排列成4行3列,需要焊接9次才能完成全部焊接工艺。将焊接位置简化成9个质点,再将9个质点串联起来,即为焊接机械手在焊接过程中的运动路径,如图5所示。

根据机械手在焊接过程中走

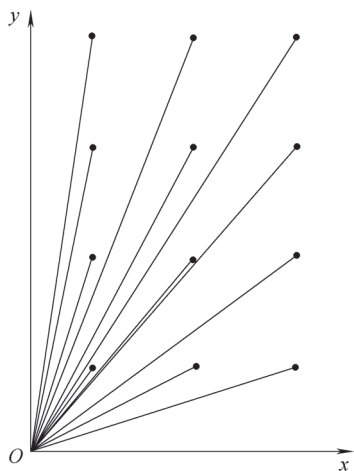


图3 抓取机械手运动路径演变

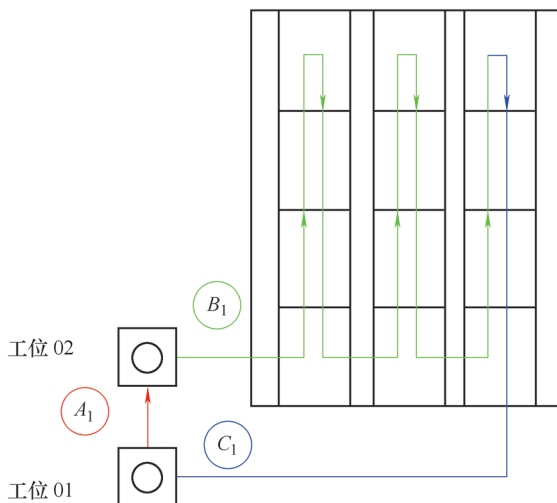


图4 抓取机械手的路径方案

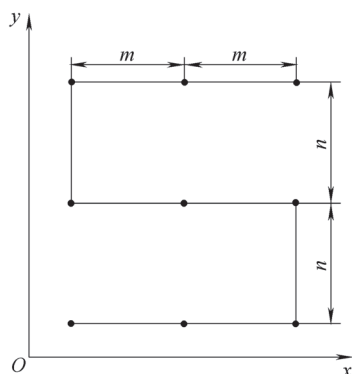


图5 焊接运动路径

的“S”型路线，可以计算出其在完成9次焊接时所需要走的总路程 S_1 ，易得：

$$S_1=6m+2n$$

已知太阳能电池的规格参

数，设长度尺寸为 a ，宽度尺寸为 b ($a>b$)，两列电池之间的

间隙为 δ ，则：

$$m=b+\delta, n=a$$

机械手完成焊接过程所走的总路程 S_1 为：

$$S_1=2a+6b+6\delta$$

抓取机械手和焊接机械手的路径规划完成后，在PLC系统的控制下，完成了两者的协同工作，实现了太阳能电池的柔性装配功能。

4.结语

太阳能电池柔性装配系统具有结构简单、运动准确、反应灵

敏和控制精度高等特点，对系统机械手运动路径的研究有助于提高太阳能电池的装配质量和生产效率，其中抓取机械手的运动路径最优；而对焊接机械手设计出“S型”运动路径方案，符合焊接机械手的运动要求。

参考文献：

- [1] 庞国星. 工程材料与成形技术基础 [M]. 北京：机械工业出版社，2005.
- [2] 彭芳. 钎焊技术的特点与应用 [J]. 内蒙古：内蒙古石油化工，2011，37 (2)：118.

MW (收稿日期：20171028)

祝邦®

北京祝邦新技术研究所 (高新技术企业)

替代汽油、柴油高效清洗机械零件

金属材料 and 零件用水基清洗剂试验方法依据权威部门HB-5227-82部颁标准检测分为4级 (0、1、2、3)，0级最优。本所清洗剂被评为0级。

特征：

- 弱碱性、不伤皮肤，不加温清洗机械零件重油污。
- 除污能力强：本品1公斤加40-200倍清水搅匀，相当40公升汽油的除污能力。
- 无污染，连续使用勿需排放，不足可补充

实例：

- 清洗机床、汽车、拖拉机零件油污。
- 清洗采油钻井平台以及沙滩原油。
- 清洗航空发动机涡轮叶片燃烧残存油污。
- 清洗运输原油油罐车阀门。
- 清洗石油天然气设备及家用抽油烟机黏油，洁净不粘手。



金属填补胶

早在上世纪70年代中期国家有关部门为降低我国铸件废品率确定金属填补胶研制项目，由本所所长刘俊邦高工 (国家有突出贡献专家、北京市劳动模范、市科技先进工作者) 课题组承担，1981年曾参加联合国在波兰召开的金属填补胶技术交流会，经多年的研制与应用实践，于1983年获得成功，并获部级科研成果奖。这一实用技术经多年广泛应用，形成ZB200金属填补胶系列产品。主要用于修补金属铸件的砂眼、气孔铸造缺陷；修复机床导轨划伤及汽车缸盖缺陷和缸体裂纹；修复水泵壳体、气轮机密封环的穴蚀；修补金属容器、管道、水暖器材的跑冒滴漏。该胶室温操作无需加热，固化后粘接牢固，可高温125℃~200℃使用，修补处软硬适度，耐磨、减摩性好，并可进行车、铣、刨、磨、锉、钻孔套扣等切削加工。

化锈防锈液

本品系酸性溶液，是去除金属锈斑专用清洗剂。其突出特点：

- 去除金属锈斑彻底，除锈能力强。除锈后的金属表面形成磷化钝化保护膜，不易生锈。
- 对钢材不产生氢脆，无过腐蚀现象。
- 可用浸泡、涂刷、喷等方式除锈，操作简便。
- 废液易处理，可连续使用，无毒不燃，不污染环境，接触皮肤无伤害，使用安全。

地址：北京市西城区育新街清芷园10A-301 (100054)
电话：010-83502255、83502521

http://www.bjzhuang.com E-mail: zb-llc@sohu.com
联系人：刘立晨 手机：13801024443

◆广告 查询编号：1948