

物件运送姿态及其类型的研究

刘玉生

(湖南工业大学, 湖南 株洲 412008)

摘要: 提出用姿态数描述物件的姿态特征, 按姿态数将物件划分为7类, 讨论了物件有确定姿态的条件和姿态点的选择理论, 归纳了物件运送姿态的类型和姿态机构的设计方法, 旨在为定向理论展示某种深入方向, 也为块件运送设计提供基础理论。

关键词: 定向; 姿态数; 运送; 包装

中图分类号: TS206.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)01-0009-04

Conveying Position and Their Types Study for Block Articles

Liu Yusheng

(Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

Abstract: The position characteristics described by position number are put forward. It classified the block articles as 7 position numbers and discussed the conditions and the selecting theories for a certain position. Then it also summarized the types of conveying position and designing methods for the position machines. Aiming at demonstrating the oriented direction, it can provide a design fundamental for conveying block articles.

Key words: direction; position number; conveying; package

物件运送是包装工艺及过程极其重要的辅助工序^[1]。块状包装物或包装容器, 根据后继工序的要求, 往往其运送要保证特定的位姿和排列, 这些统称为定向要求。定向要求与物件的形体特征密切相关, 因此, 运送类型直接按物件的形体特征划分。目前, 物件的自动定向理论有一些成果, 形成多个学派, 特别是物件姿态的数学描述、姿态控制与测量, 其成果相当深入、成熟; 但对物件的姿态评价、分类及工程定姿结构理论论及较少, 如 W. Groh 的姿势自由度理论, H. Heining 的姿势系数理论, 杨福馨教授提出的稳定状态理论^[2]等, 着重描述物件定向的难易程度; 梅谷氏状态图理论, U. M 编码理论以及一些著书如 A. H. Рабинович 的《机器制造工艺过程自动化》^[3], 尚久浩的《自动机械设计》^[4-6]等, 着重于定向特征描述。本文根据包装特点综述作者一己之见, 基于物件定向特征基础上, 用姿态数描述了定向程度, 为定向理论展示某种深入方

向, 也为块件运送机构的设计提供基础理论。

1 物件的姿态数及其分类

物件的姿态是指物件在坐标空间中的方向和位置, 一般针对物件的主要元素特征描述, 包括几何特征: 点、线、面等; 标识特征: 颜色、商标、光标等; 性质特征: 质心、磁极、电波等。研究自动定向理论出于下列目的:

- 1) 了解物件的姿态特征, 判断物件的定姿难易, 进行合适的评价和分类;
- 2) 描述物件姿态, 科学归类, 形成自动定向基础理论;
- 3) 研究物件定姿方法和技术, 指导定向装置设计或选择。

物件的姿态有多种描述方法, 采用直角坐标是基本的描述方式, 引入的坐标原点称为该物件的姿态

收稿日期: 2007-07-12

作者简介: 刘玉生(1942-), 男, 湖南醴陵人, 湖南工业大学教授, 硕士生导师, 主要从事包装工艺及设备, 包装学理论研究。

点,坐标轴线则称为姿态线。例如,球体可用其球心为姿态点,圆柱体用其中截面的圆心为姿态点。一般来说,有确定姿态的物件,必须在相对姿态点的3条姿态

线上,不容许再作旋转,或者说只许 360° 旋转。为此,引入姿态数描述其姿态特征,将物件划分为7类姿态特征件,说明物件姿态可确定的程度,如图1所示。

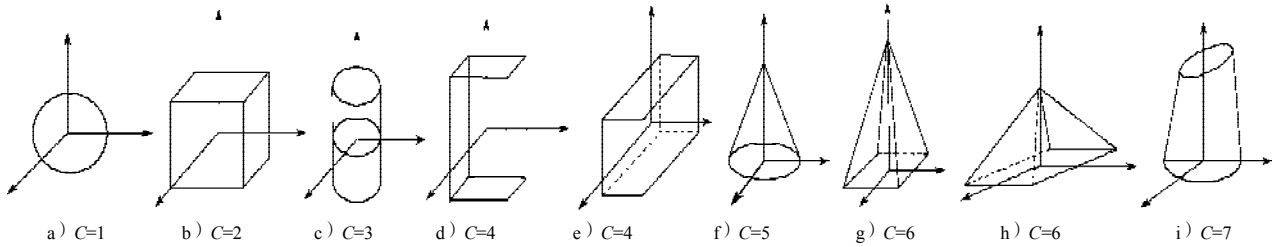


图1 7类物件的姿态数

Fig. 1 Position number of seven types articles

1) **定点件** 物件有明确的姿态点,因此姿态不变的条件是姿态点确定,也就是说,姿态点有确定的位置、速度和路径,定义其姿态数 $C=1$,典型物件是球体,如图1 a)。

2) **方定位件** 物件姿态不变的条件是相对3条姿态线均可转 90° ,定义其姿态数 $C=2$,典型物件是正方体,如图1 b)。

3) **圆定位件** 物件姿态不变的条件是相对1条姿态线可转任意角,另2条姿态线上只能转 180° ,定义其姿态数 $C=3$,典型物件是圆柱体,如图1 c)。

4) **等角定位件** 物件姿态不变的条件是相对1条姿态线可转等分角,另2条姿态线上只能转 180° ,定义其姿态数 $C=4$,等分角是物件姿态不变而容许相对姿态线旋转的角,典型物件是等棱柱体,如图1 d)所示正方柱体,它的等分角为 90° ,也称为 90° 定位件;如图1 e)所示长方体,等分角为 180° ,也称为 180° 定位件。

5) **圆定向件** 物件姿态不变的条件是相对1条姿态线上可转任意角,另2条姿态线上只能转 360° ,定义其姿态数 $C=5$,典型物件是圆锥体,如图1 f)。瓶装包装容器就属于这类。

6) **等角定向件** 物件姿态不变的条件是相对1条姿态线上可转等分角,另2条姿态线上只能转 360° ,定义其姿态数 $C=6$,典型物件是等棱锥体,如图1 g)所示正方锥体,它的等分角为 90° ,也称为 90° 定向件,正方柱容器就是这类;如图1 h)所示矩形锥体,等分角为 180° ,也称为 180° 定向件,矩形容器就是这类。

7) **确定件** 物件姿态不变的条件是相对3条姿态线上都可转 360° ,定义其姿态数 $C=7$,典型物件是斜截锥体,如图1 i)。单柄容器类就属于这类。

当一个物件姿态数 $C=7$,说明该物件姿态确定程度高,实现要求周密;反过来物件的姿态数低,物件姿态确定程度低,实现要求有所宽松。生产实践中各类物件都有,在定向设计中,首先要分析、把握它的姿态特征。此外,生产实践中各类姿态特征要求都有,在定向设计中,不是都要实现 $C=7$,应根据工艺要求,

确定合适的 C 值。

2 定点件的供送及其排列问题

定点件也叫自由姿态件,在包装工艺的供送工序中,这是对物件最基本的姿态要求,即姿态点按要求的工艺参数(路径、速度、排列)进行供送,而物件相对姿态点的方位不必作要求。例如,袋装或盒装一定数量的小件,如螺钉、螺母、糖果、水果;瓶装药片;箱装水产、农副产品等,这些产品以自由姿态供送和充填,满足计量要求即可。

供送过程物件的排列是基本问题之一,其研究可归属姿态数 $C=1$ 的问题。因此,以球体为研究对象,球心为姿态点,研究它的排序、间距的技术原理,包括推料器、送料器和隔料器等。具体内容概括为:1)姿态点的选择;2)隔离技术;3)排列精度;4)供送的稳定性;5)排列机构设计。

其中,姿态点的选择要有利于排列精度和物件的稳定性。为此,提出3条原则。

理论1 选取物件的质心为姿态点,有利于指导供送机构的稳定性设计。将离质心垂直方位距离最小的几何结构面作为物件承托面,能有效地提高物件供送过程的稳定性,称为质心最低支承原则。

理论2 选取物件技术对称结构的形心为姿态点,有利于指导供送机构的排列精度设计,这就是形心定位原则。

理论3 将离形心垂直方位距离最小的几何结构面作为物件承托面,既有利于排列精度设计,又能有效地提高物件供送过程的稳定性。因此,工艺师应建议设计师,物件设计努力做到质心形心重合原则,在实践中综合运用这些原则,以获得排列机构较好的稳定性和排列精度。

图2所示的锥体物件,选择其质心为姿态点,图2 a)以底面为承托面,能基本保证物件的稳定性;图2 b)选取锥面的一段为承托面,能基本保证物件的排列精度;图2 c)选取锥面靠近质心圆的一段为承托面,

综合兼顾了物件运送的稳定性和排列精度，是一个较好的设计方案。一般来说，质心 G 对承托面的距离 h_g 越小，越有利于物件的稳定性。 h_g 可以取负值，但过大的负值不利于物件的整体稳定。因此，在设计或选择排列机构时要遵循形心定位和质心最低支承两原

则，在技巧上要根据物件的结构特点灵活运用。如图 2d)，承托面看似远离质心，实际改善了物件的整体稳定性。

常用的排列机构有星轮机构、螺杆机构、往复机构、链带机构以及其它专用装置。

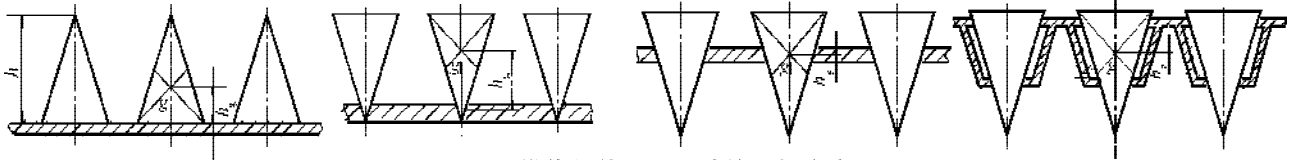


图 2 锥体物件排列设计的承托方案

Fig. 2 The hold project for design of cones arrangement

3 物件相对于运动方向的姿态

生产实践中，物件的 3 条姿态线常常有 1 条与运送的运动方向联系紧密，可称之为主姿态线，它相对于运动方向的夹角称之为姿态角 β ，与此相关的姿态

问题可谓称主姿态问题。设运动方向在水平方位，根据姿态角的特点，物件运送姿态可以分为 6 种，如图 3 所示。

1) 纵向卧式运送 姿态角 $\beta = 0^\circ$ ，即主姿态线与运动方向线的方位一致，如图 3 a)；

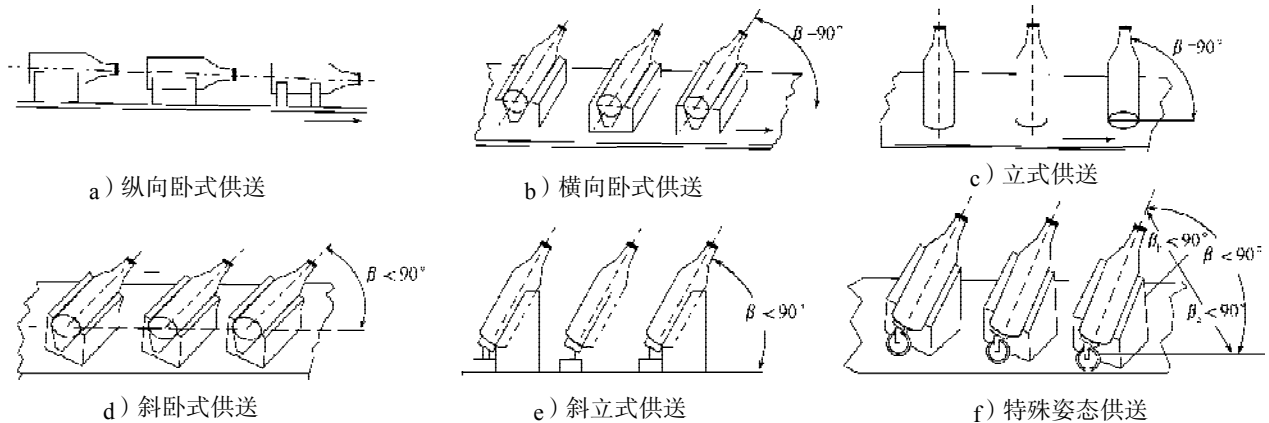


图 3 物件的运送姿态

Fig. 3 Conveying position for the articles

2) 横向卧式运送 姿态角 $\beta = 90^\circ$ ，且主姿态线与运动方向线所夹的平面在水平面，如图 3 b)；

3) 立式运送 姿态角 $\beta = 90^\circ$ ，且主姿态线与运动方向线所夹的平面在垂直面，如图 3 c)；

4) 斜卧式运送 姿态角 $0^\circ < \beta < 90^\circ$ ，且主姿态线与运动方向线所夹的平面在水平面，如图 3 d)；

5) 斜立式运送 姿态角 $0^\circ < \beta < 90^\circ$ ，且主姿态线与运动方向线所夹的平面在垂直面，如图 3 e)；

6) 特殊姿态运送 姿态角 $0^\circ < \beta < 90^\circ$ ，且主姿态线与运动方向线所夹的平面既不在水平面，也不在垂直面，如图 3 f)。

物件的运送姿态主要是按后继工序要求而确定的。后继工序如果有专门的姿态机构，其前面的排列机构可以自选适当的姿态运送。一般物件的长径比大于 1 ($l > d$)，采用卧式姿态；长径比小于 1 ($l < d$)，采用立式姿态，这有利于物件的稳定。

4 姿态机构的设计方法

姿态机构是将物件按确定的姿态排列且运送出去的装置。多数装置的设计是分 2 两步进行的，先进行定向排列，再转换到要求姿态。运用的方法已有许多文献介绍，归纳为 3 个。

4.1 纠正法

根据物件的外形或质心特点，设计出最能抓住这些特点的定位结构，引导物件改变姿态，实现定向排列。纠正法^[4]也叫主动定向法或积极定向法^[2, 7]。如图 4 所示锥形滚子是 $C=5$ 的圆定向件，由于主姿态线上容许转任意角度，具有大小头外径特点，用 2 根作相反旋转的长轴组成引导机构，2 轴心在同一平面，并倾斜 β 角，引导运动方向，轴平面内轴线夹角 α ，高处的轴心距小，致使锥体小头先落入轴间而朝下；低处的轴心距实现物件质心圆承托，之后 2 轴线平行，输出物件，或转换到要求姿态。

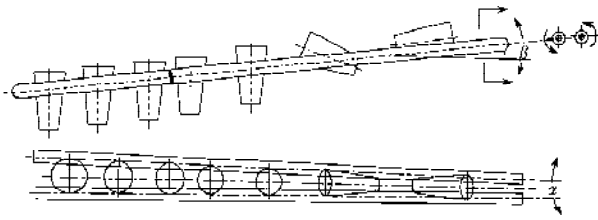


图4 锥形滚子的纠正法定向

Fig. 4 Directional of cone by rectify method

4.2 剔除法

设计一种定向排列选择结构，将不符合定向排列的物件剔除回到原料仓，将符合定向排列的物件保留，形成物件的定向排列，最后转换到要求姿态。剔除法^[4]也叫被动定向法^[2]或消极定向法^[2, 7]。图5所示圆凸件是 $C=5$ 的圆定向件，当链带载着杂乱的圆凸件向左运动时，经过一个固定挡卡板，凸台向上的可以顺利通过，而其它姿态都被挡卡板拦住并外移而剔除。

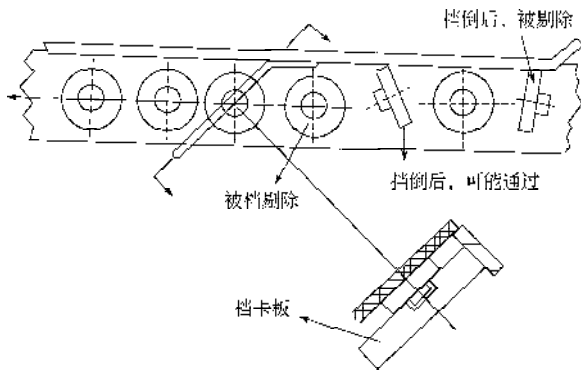


图5 圆凸件的剔除法定向

Fig. 5 Directional of convex piece by picks method

4.3 智能法

利用工业机器人先抓持任意姿态的物件，通过智

能分析，指示机械手作姿态转换运动，按要求的姿态输出。工业机器人成本较高，主要用于斜卧式、斜立式和特殊姿态的运送系统中。为降低成本，采用排列机构与机械手配套装置，即先由排列机构使物件姿态一致，然后机械手执行简单的姿态转换工作。

5 结语

运用姿态数可以描述任何物件的姿态特征，可以了解物件实现确定姿态的难易程度；在设计运送机构时，又可以根据工艺要求给出物件的姿态数，作为设计条件。据此，运送机构的研究及以一系列理论，如排列问题、主姿态问题等均可以在此基础上展开。本文定量给出的姿态数值还有待深入研究作进一步明确或调整。

参考文献：

- [1] 刘玉生, 向红, 张钦发. 从包装工程学的体系结构论包装工艺学[J]. 株洲工学院学报, 2005, 19(6): 13-15.
- [2] 杨福馨. 物件自动定向原理与方法[J]. 包装工程, 1991, 12(1): 26-31.
- [3] Рабинович Н. 机器制造工艺过程自动化[M]. 吴天林译. 北京: 中国工业出版社, 1961.
- [4] 尚久浩. 自动机械设计[M]. 北京: 轻工业出版社, 2003.
- [5] 詹启贤. 自动机械设计[M]. 北京: 轻工业出版社, 1987.
- [6] 汤瑞. 轻工自动机[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1985.
- [7] 许林成. 包装机械原理与设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.

(责任编辑: 张亦静)