

面向装配的零部件表示法及 分类编码系统研究*

黄威¹⁾ 谢存禧¹⁾ 黄运尧²⁾

(1) 华南理工大学机械电子工程系, 广州, 510641 (2) 广东工业大学机械电子工程系, 广州, 510643)

摘要 文中着重阐述一种面向装配的零部件规范化表示方法, 并在此基础上提出了能反映零部件装配特征的新的零部件分类编码系统. 例中表明, 该零部件编码系统能满足机器人柔性自动化装配中根据零部件的夹持特性对零部件进行分类的要求.

关键词 零部件规范化表示法; 机器人柔性装配; 零部件编码系统

中图资料法分类号 TH163; TH165

零部件的表示方法有许多种, 但要求的侧重点不同则具体方法也不一样. 当前用得最多的是机械制造行业的三视图法以及 CAD 中使用的计算机图形学表示法. 这样的零件描述方法虽然精细, 但往往过于复杂, 不便于专门针对某一制造过程进行分析. 如果要想实现机器人柔性自动化装配, 那么, 把零部件按装配特征进行分类则是一个必不可少的重要环节. 而且对零部件进行描述必定要有一种能反映零部件装配特征的规范化表示方法.

1 零部件装配特征及其规范化表示方法

1.1 研究的前提

1) 所讨论的装配是指可以多次重复拆装的零部件装配, 不包括像焊、粘、铆这些不可拆卸的装配;

2) 零部件的可装配性以可拆可装为原则, 即符合前提 1), 可拆下, 也一定可装上, 把装看作是拆的逆操作.

1.2 零部件的属性

在表示法中, 零部件有四个属性:

第一个属性是名称, 通过名称大致可以描述零部件的整体形状.

第二个属性是功能类别, 按其功能分为三类: 1) 紧固件, 2) 被紧固件, 3) 自紧固件.

第三个属性是可夹持部位的选择以及夹持部位的形状与几何尺寸的表示. 零件在装配时常与其他零件产生接触, 因此若把夹持部位选择在接触区内, 装配时就会产生夹持机构与零件之间的干涉, 可见夹持部位的选择是零件装配时的一个重要属性. 本文中用 $A(C_1C_2)$ 来表示, 其中 C_1 为英文文字参数, 用以表示夹持部位的形状分类, 如用 cir 代表圆柱体, 用 rec 代表长

收稿日期: 1996-07-15

* 广东省自然科学基金资助项目, 编号: 950261

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www>

方体; C_2 是夹持部位几何尺寸参数, 如对圆柱体用 $l \times \phi$ (长度 $\times$ 直径) 表示, 对于长方体的几何尺寸则用 $X、Y、Z$ (长、宽、高) 表示。

第四个属性是装配部位的表示。装配部位是指在完成装配后要与其他零件发生接触的部位, 用 $H_1(C_1, C_2, C_3)$ 表示, 其中 C_1 为形状参数, 也用英文字母表示, 如 cir 表示圆柱体, rec 表示长方体, thr 表示螺纹; C_2 为几何尺寸参数, 对圆柱体用 $l \times \phi$ (长度 $\times$ 直径), 对于长方体用 $X、Y、Z$ (长、宽、高) 表示, 对于螺纹则用 $l \times Md$ 表示, d 为直径, l 为螺纹部分的长度; 参数 C_3 则为装配部位局部坐标系至零件坐标系 (即夹持部位坐标系) 的位姿变换矩阵, 用 T 表示。这里需要明确的有两点: (1) 对于图 1 所示螺栓, 装配部位应为两个, 其一是螺纹部位, 其二是螺帽下面与被紧固件接触的圆环面, 为简化表达方式, 此部位用圆柱体参数表示。由于只是面接触, 因此圆柱体参数中的长度应表示为零。这一原则也适用于其他接触装配关系的描述, 如图 2 中的圆柱体或长方体, 若装配中只有图表的 XOY 平面与其他零件接触, 对于圆柱体, 表示为 $l = 0$, 对于长方体则 $z = 0$; (2) 通孔表示。设有如图 3 所示装配, 盖板 K 即法兰盖由两个螺栓固定于箱体上, 盖板 K 上的两孔为螺栓通孔, 装配时孔内壁可能并不与螺栓接触, 但突出盖板是被螺栓所固紧的这一特征, 在对盖板 K 的描述中, 通孔内壁也作为一个装配部位考虑。当一个零件上有多个装配部位时, 用 $H_1, H_2, \dots, H_n$ 表示。因此如图 3 所示盖板 K 共有 6 个装配部位 $H_1, H_2, \dots, H_6$ 。

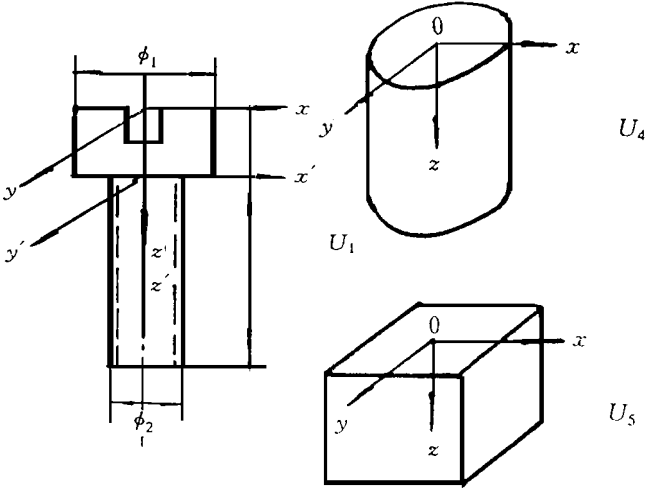


图 1 螺栓

图 2 圆柱体及立方体

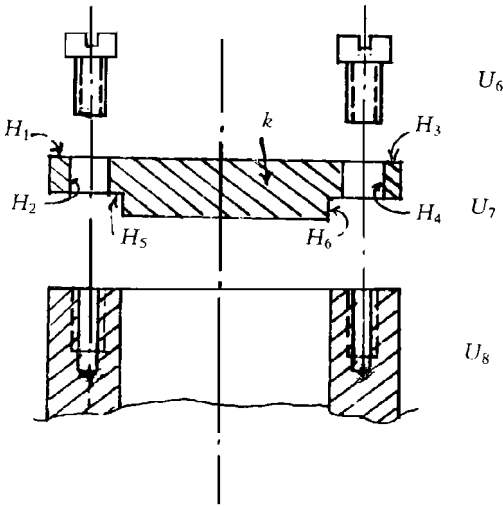


图 3 法兰装配

图 4 带定位槽零件装配

图4是带定位槽的零件装配图,它同时体现了规范化装配方法,此方法将在下一节详述。

1.3 装配规范化表示法

现以图1和图4所示零件为例来说明本规范化的表示方法。

图1所示为一螺栓,名称 U_1 ,夹持部位是圆柱形螺帽,装配部位有两个,一为圆柱形螺杆,一为螺帽下部的圆环面,(图示 $c'x'y'z'$ 坐标中的 $x'o'y'$ 平面)螺栓属紧固件,参照图示参数,此零件可表示为:

$$(U_1, 1, A(cir l_1 \times \phi_1), H_1(cir, o \times \phi_1, T_1), H_2(thr, l_2 \times Md_2, T_2)), \quad (1)$$

零件上各坐标系的设定服从以下原则:

1) 由于零件与夹持工具之间的接触是在夹持部位,因此设定夹持部位坐标系为零件的基础坐标系。当然基础坐标系的设定要考虑到在装配时有利于夹持工具对零件的夹持。

2) 装配部位坐标系设定如图2所示,一般将装配时的插入正方向定为 Z 轴正方向,对于图1所示螺栓,装配部位坐标系可选定在螺帽之下,如图1中 $o'x'y'z'$ 所示。由此可得式(1)中装配部位坐标系至夹持部位坐标系间的位姿变换矩阵为:

$$T_1 = T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

变换矩阵 T 的设定,可以提供零件夹持部位至装配部位的位姿变化信息。

图4中的零件 U_2 为被紧固件,夹持部位是直立的长方体,装配部位有三个:

- 1) U_2 零件与 U_3 零件上的凹槽对应部位;
- 2) 螺栓穿过的孔;
- 3) 与螺栓帽接触的部位。

因此 U_2 零件规范化表示为:

$$(U_2, 2, A(rec, x, y, z), H_1(rec, x, y, z, T_1), H_2(cir, l \times \phi_2, T_2), H_3(cir, o \times \phi_3 T_3)) \quad (3)$$

2 面向装配的零件编码系统

本编码系统通过对一批零件进行分类编码,再按人们对零件分类目的建立零件族特征矩阵,以便达到把相似零件归为一族的目的。

当前国内多种编码系统都属于通用性零件编码系统,集中地反映零件加工和形状方面的信息,针对装配的信息极其有限。柔性自动化装配若用上述编码系统进行分类,很难提供装配所需信息。于此笔者以零部件规范化表示法为理论基础,设计出一种面向机器人柔性装配系统中的夹持特性来进行零件分类的崭新编码系统,它既适应于机器人对零件夹持的需要,也适于柔性夹具等辅助工具对零件夹持的需要。

2.1 VB 编码系统的特点

本文把这个零件族编码系统称为 VB(verbal) 编码系统,它有以下几个特点:

1) 对不同类型的零件选用了不同的名称来表示;而同一类型的零件中,形状近似的通过各自的夹持特征来加以区别^[1]。根据装配及夹持特征现建立零件分类树如图5。

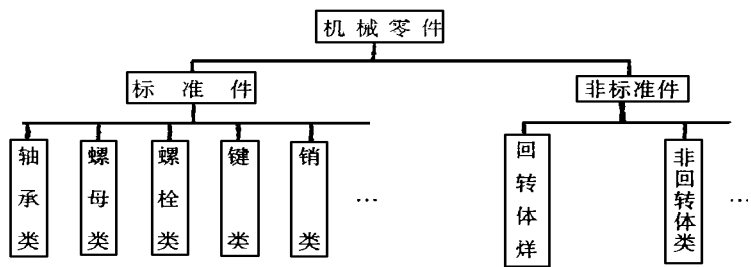


图 5 零件分类树

2) 描述了零件表面特征. 这些特征是直接与夹持规划有关的信息, 整个编码系统也只表示与装配有关的要素, 略去了零件信息中与装配工艺无关的内容^[2].

VB 分类编码系统是一个十进制七位代码的混合结构, 基本结构见表 1, 详细分类编码见表 2 和表 3(其中第 I、第 II 码位为关联环节, 其他码位为独立环节)^[3].

表 1 VB 编码系统码位顺序及其含义

I		II	III	IV	V	VI	VII
零 件 名 称 码			功 能 码	形 状 码	主 要 尺 寸 码		
零	零		功	夹	长	圆	锥
件	件		能	持	度	直	小
名	名		类	部		径	径
称	称		别	位	尺	锥	高
粗	细			形	寸	大	
分	分			状		径	度
码	码			分		宽	
				类	码	度	度
				码		码	码

表 2 VB 分类编码系统名称类别表

第 I 码 位			第 II 码 位										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	非标准件中的回转体类零件	轮盘类	盘盖	防护盖	法兰盘	带轮	手轮捏手	离合器体	分度盘 刻度盘环	滚轮	活塞	其他	0
1		环套类	垫片	环套		衬套 轴套	外螺 纹套	法兰套	平联 轴节	油缸 汽缸		其他	1
2		杆轴类	堵头 短圆柱	圆杆 圆管	螺杆	阀杆 活塞杆	短轴	长轴	蜗杆 丝杆	手把 操纵杆		其他	2
3		齿轮类	圆柱外 齿轮	圆柱内 齿轮	锥齿轮	蜗轮	链轮 棘轮	螺旋 锥齿轮	复合 齿轮	圆柱 齿轮		其他	3
4		异形类	异形 盘套	接头 弯头	偏心件	扇形件 弓形件	叉形头 叉轴	凸轮 凸轮轴	阀体			其他	4
5	标准件		轴承	螺栓	螺钉	螺母	垫圈	键	销			其他	5
6	非标准件中非回转体类零件	杆条类	杆条	杠杆 摆杆	连杆	撑杆 拉杆	板手	银条 压条	梁	齿条	拨叉	其他	6
7		板块类	板块	防护板 门板	支承板 垫板	压板 连接板	定位板 棘爪	导向板 滑块	阀块 分油器	凸轮板		其他	7
8		座架类	轴承座	支座	弯板	底座 机架	支架					其他	8
9		箱壳体类	罩、盖	容器	壳体	箱体	立柱	机身	工作台			其他	9

表 3 VB 分类编码系统分类表

数字 代码	码 位 及 特 征 项 目				
	III	IV	V	VI	VII
	功能码	形状码	主要尺寸码(mm)		
			长 度	圆直径, 锥大径 宽度	锥 小 径 高 度
0	紧固件	圆柱体	≤10	≤3	≤3
1	被紧固件	长方体	> 10~ 16	> 3~ 6	> 3~ 6
2	自紧固件	圆锥体	> 16~ 25	> 6~ 10	> 6~ 10
3		球体	> 25~ 40	> 10~ 18	> 10~ 18
4			> 40~ 60	> 18~ 30	> 18~ 30
5			> 60~ 85	> 30~ 45	> 30~ 45
6			> 85~ 120	> 45~ 65	> 45~ 65
7			> 120~ 160	> 65~ 90	> 65~ 90
8			> 160~ 200	> 90~ 120	> 90~ 120
9			> 200	> 120	> 120

需要说明的是, 当第 IV 位码是 0 时(圆柱体)则第 VII 位码恒为 0; 当 IV 位码为 3 时(球体), 第 V 位码为两截面之间距离(若为整球则为直径), 第 VII 位码为球心到两截面之间距离的最小值(若为整球, 则为半径)。

2.2 VB 分类编码系统的功用及码的组成

VB 分类编码系统是面向装配的, 主要是针对机电产品的分类编码系统. 机械零件中提供的夹持部位的形状, 绝大多数表现为圆柱形、矩形、球形、圆锥形等. 在 VB 分类编码系统中, 把标准件单列出来, 因为在装配中许多装配件特别是紧固件大多为标准件. 此外类别码的设置也都强烈突出了装配信息. 运用此编码系统, 可以将装配工艺相似的零件归为一类, 节省装配辅助时间, 减少机械手夹持元件的种类和数目, 提高装配效率, 达到提高经济效果的目的. 现仍以上述图 1~ 图 4 为例说明 VB 分类编码系统的应用.

设图 1 中螺栓上螺帽的直径为 $\Phi 20$, 长为 10, 则由 VB 系统可得出其编码为 5200040; 设图 4 中零件 U_2 的尺寸为 $5 \times 20 \times 16$, 则其 VB 码为 7311043; 零件 U_3 的尺寸为 $15 \times 30 \times 10$, 则 VB 码为 7311143; 图 2 中零件 U_4 的尺寸为 $l = 20, \Phi = 20$, 则 VB 码为 2000240; 零件 U_5 的尺寸为 $20 \times 14 \times 14$, VB 码为 7011233; 图 3 中零件 U_6 的尺寸为 $4 \times \Phi 8$, VB 码为 520020; 零件 U_7 尺寸 $6 \times \Phi 50$, 其 VB 码 0010060; 零件 U_8 尺寸 $10 \times \Phi 50$, 其 VB 码 0210260. 现归纳列表, 如表 4.

表 4 VB 码表

零件号	图号	夹持部分尺寸	VB 码
U_1	1	10×20	5200040
U_2	4	$0 \times 20 \times 16$	7311043
U_3	4	$15 \times 30 \times 10$	7311143
U_4	2	$20 \times \Phi 20$	2000240
U_5	2	$20 \times 14 \times 14$	7011233
U_6	3	$4 \times \Phi 8$	5200020
U_7	3	$6 \times \Phi 50$	0010060
U_8	3	$18 \times \Phi 50$	0210260

根据此编码信息, 按要求可组成一个零件族特征矩阵, 将符合某种要求的零件归为一族. 比如将夹持部位为圆柱形, 长度 10~ 20 之间, 直径 8~ 20 范围的零件归类, 可写出零件族特征矩阵如表 5.

把表 4 中 $U_1 \sim U_8$ 零件的 VB 码与表 5 中的特征矩阵相比较, 可以看出 U_1 、 U_4 及 U_6 是

符合条件的一族零件.

同样我们也可以把被紧固件归为一类, 把名称类别相似的零件归为一类等等. 只要利用 VB 分类编码系统, 就可以按用户的要求编制零件族特征矩阵, 从而把符合某种要求的具有相似装配工艺特性的零件归类.

3 结论

从以上研究可知, 笔者设计的面向装配的零件分类编码系统是一种新型的零件分类归族的编码方法, 它的付诸实践可将纷繁复杂、各种形状结构、多种尺寸的零件进行分类归族, 这将大大减少柔性装配系统的装配辅助时间, 减少夹持器的品种和规格, 适应“多品种, 小批量”的生产制造要求, 更为有意义的是它将成为用计算机对所要装配零件进行分类、归族、编码、鉴别、管理的理论基础.

表 5 零件族特征矩阵表

数 码	码 位						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
0	0	0	0	0	0		0
1	1	1	1		1		
2	2	2	2		2	2	
3	3	3					3
4	4	4					4
5	5	5					
6	6	6					
7	7	7					
8	8	8					
9	9	9					

参 考 文 献

1 Gerald J A. Hierarchical Representation of Three- dimensional Objects Using Verbal Models IEEE Tran. On Pattern Analysis and Machine Intelligence Vol PAM1- 3 No. 2, 1981

2 王家钦, 何著, 林光瑞. 智能装配实验系统的知识库. 见: 全国第二届机器人学术会议论文集. 沈阳: 1989. 256~ 257

3 许香德, 蔡建国主编. 成组技术, 北京: 机械工业出版社, 1986. 15~ 16

Research On the Method of Expressing Parts and Coded- classification System of Parts for Oriented Machine Parts Assembly

Huang Wei¹⁾ Xie Cunxi¹⁾ Huang Yunyao²⁾

(1) Dept. of Mechanical and Electronic Engineering, SCUT, Guangzhou, 510641

2) Dept. of Mechanical and Electronic Engineering, GDUT, Guangzhou, 510643)

Abstract A kind of standardizing expressing method about the assembly between parts or components is expounded and based on this coded- classification system, the assembly characteristics between parts or components is revealed. A living example shows that the demand for classifying parts according to circumstances clamping down in flexible automated assembly process can be met by the coded- classification system.

Key words part; standardizing expression method; flexible automated assembly system; coded- classification system