

# 基于 ObjectARX 的离心刻度标牌绘制<sup>①</sup>

于萧榕

(江苏科技大学 计算机科学与工程学院, 镇江 212003)

**摘要:** 为了提高标牌行业的绘制标牌的工作效率, 操作流程的标准化, 研究标牌参数化绘制方法及技术, 结合 ObjectARX2008 与 Visual Studio 2008 中的 C#进行了 AutoCAD 的二次开发, 详细阐述了标牌参数化绘图系统的结构、设计流程以及应用设计结果进行参数化绘图的过程, 使标牌企业绘制人员在绘制的过程中, 只需输入必要参数就可以由计算机自动生成所要绘制的离心刻度标牌, 从而大大提高了工作效率并扩展了 CAD 二次开发的范围。

**关键词:** ObjectARX; AutoCAD 二次开发; 离心刻度; 参数化

## Centrifugal Scale Drawing for Plate Based on ObjectARX

YU Xiao-Rong

(Jiangsu University of Science and Technology, ZhenJiang 212003, China)

**Abstract:** In order to improve the efficiency of the draw plate in Signs Industry and standardize of operational process, this paper proposed a parameterized drawing way and technology. The method combined ObjectARX2008 and C# in Visual Studio 2008 to proceed customised AutoCAD. Elaborated in detail the structure of the design and parameterization cartography system, the design as well as the process of the parameterization cartography using the design result. In the process of drawing, the computer will automatically generate the Centrifugal scale plate when the drawing person input the required parameters. Real applications show that the proposed method can greatly enhance the working efficiency. This system extends the scope of AutoCAD secondary development.

**Key words:** ObjectARX; AutoCAD secondary development; centrifugal scale; parameterized

ObjectARX<sup>[1]</sup>程序的本质上是 Windows 动态链接库(DLL)程序, 这些库与 AutoCAD 在同一地址空间运行, 并能直接利用 AutoCAD 核心数据结构和代码, 使得二次开发者可充分利用 AutoCAD 的开发结构, 直接访问 AutoCAD 数据库结构、图形系统以及 CAD 几何造型核心, 能够在运行期间实时扩展 AutoCAD 的功能, 同时它也是一个可扩展的编程框架, 可以扩展 AutoCAD 的对象和协议。AutoCAD 自身的许多模块均是用 ObjectARX 开发的, ObjectARX 是 AutoCAD 最强大的定制开发工具。目前 ObjectARX 的开发语言以 C++为主, 而 C#也可以进行 AutoCAD 二次开发<sup>[2]</sup>。C#的现代化设计能够消除很多常见的 C++编程错误。

例如: (1)资源回收减轻了程序员内存管理的负担。(2)C#中变量由环境自动初始化。(3)变量的类型是安全的。而且开发出的界面与 AutoCAD 系统界面保持了良好的一致性<sup>[3]</sup>。

- 1 基于ObjectARX的AutoCAD二次开发的流程  
进行 AutoCAD 二次项目开发不是在 CAD 中建个命令就可以, 需要建立菜单, 对话框<sup>[4]</sup>, 动态链接库的自动调用<sup>[5]</sup>, 对象参数的输入与读取等。开发流程如图 1。
- 2 目前离心刻度标牌的绘制方式  
随着计算机在工厂的普及, 越来越多的企业使用

① 收稿时间:2011-03-30;收到修改稿时间:2011-04-29

AutoCAD 软件进行绘图<sup>[6]</sup>，在标牌厂的标牌制作工艺中，一般先用 CAD 绘图软件将需要制作的标牌图形在计算机中绘制好并保存，然后将标牌图形文件转换成和激光照排机兼容的文件格式输出到照排机，照排机打印出胶片后进行生产。现有技术已对标牌绘制软件做了一些改进，基于 AutoCAD 绘图软件，以输入标牌圆弧、刻度线、刻度值的各项参数<sup>[7]</sup>的方法绘制标牌，提高了工作效率。但对某些特殊标牌，例如万用表、扭矩表的标牌，主体部分是一条圆弧或多条弧，每条圆弧有多个刻度线与刻度值，但圆弧与刻度线的中心不在一个圆心上，如图 2、图 3 所示，其中 A 是圆弧，B 是圆弧的圆心，C 是刻度线起点所在路径弧的圆心，D 是某根刻度线的起点，其它刻度线类似，E 是某根刻度线的终点，即圆弧按照圆弧的圆心 B 绘制，刻度线按另一个中心 C 通过角度偏转进行绘制，但刻度线的起点 D 必须与圆弧的圆心 B 保持相等的距离，即刻度线的起点 D 在以圆弧的圆心 B 为中心的同心圆上，不在以刻度线的中心 C 进行角度偏转的圆弧上，而且刻度线的偏转方向必须都指向刻度线的中心，而刻度线的半径是指刻度线起点 D 到刻度线圆心 C 的距离，这样就造成了刻度线的半径随着角度的偏转从小到大又从大变小，即刻度线与圆弧的交点到刻度线的中心距离是不等的，如图 2 所示按目前的标牌绘制方法刻度线与圆弧的交点到圆弧的中心距离是相等的，因此无法获得此类离心刻度标牌刻度线的不等半径，也就是说绘制时无法得到圆弧与每个刻度线的交点的位置，标牌企业工作人员在绘制的时候必须手工测量出每个刻度线与圆弧的交点到刻度线的中心的距离或根据偏转角度分别计算出每个刻度线的实际半径后进行绘制此类标牌，以目前绘制这类标牌的时候绘图员工作量很大，工作效率不高。

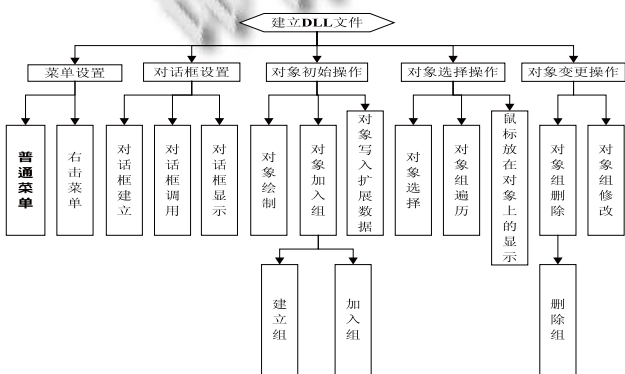


图 1 二次开发流程框架

如图 2, 3 中上面的点是圆弧的圆心，下面的点是作为离心点的刻度线的中心，图 2 是分别以圆弧的圆心绘制圆弧和以刻度线的中心绘制刻度线的绘制方法，可以看出刻度线的起点并不在圆弧上，而图 3 是扭矩表或万用表必须达到的效果。图 4 中上面的点是刻度线的中心，也即离心点，下面的点是圆弧的中心，图 4 与图 3 类似，只是离心点的位置不同，导致了圆弧的起终角度和刻度线位置的不同。图 5 和图 6 都是离心标牌与其他标准标牌的对比，图 5 的圆弧圆心是 (0,0)，是图中的最下面的点，离心的刻度线圆心是 (0,5)，是图的上面的点，圆弧和刻度线起始角度和终止角度是 0 到 180 度，里面的弧与刻度是标准弧，弧与刻度线的圆心均是 (0,0)，起终角度一样，可以看出离心刻度圆弧的起始角度和终止角度不是理论的 0 到 180 度，根据刻度线的圆心在圆弧圆心的上下位置，可能是小于 180 度的弧长（如图 5），也能是大于 180 度的弧长（如图 6），刻度线中的 0 度刻度线仅仅是理论偏转 0 度，实际相对圆弧的圆心的偏转角度在十几度，针对图 4,图 5，图 6 的标牌所要解决的问题就是得到圆弧的实际起始角度，实际终止角度，图 3 的圆弧是个整圆，无需考虑圆弧的实际起始角度，实际终止角度，图 3,4,5 中都要得到每个刻度线的实际定位点，再由实际起点、刻度线的理论偏转角度、刻度线的长度等参数逐一绘制刻度线，由图可见，刻度线的方向是指向刻度线的圆心而不是圆弧的圆心，这就是这类离心标牌的特点。图 6 与图 5 的区别是刻度线的圆心 (0, -5) 在圆弧圆心 (0,0) 的下方，上面的弧与刻度是离心的，下面的弧与刻度是同心的。

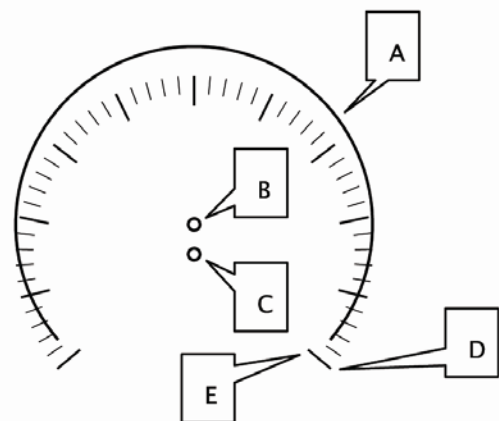


图 2 目前的绘制方式

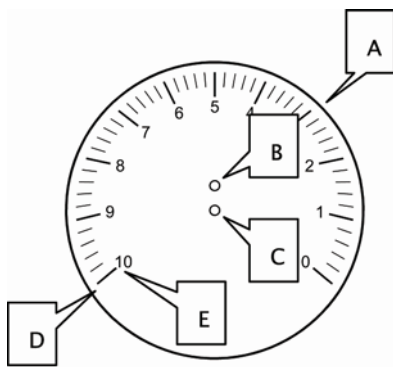


图3 扭矩表实际要达到的效果

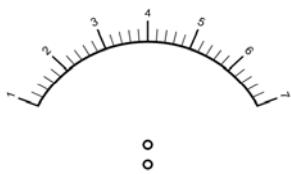


图4 万用表实际要达到的效果

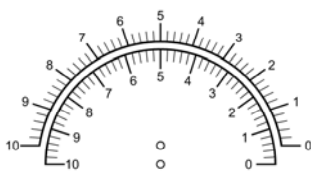


图5 离心表与非离心表的区别



图6 刻度线圆心在弧圆心的下面

### 3 改进的标牌离心刻度绘制方法

标牌制作系统一般由绘图用计算机和激光照排机组成,计算机与照排机互联进行通讯,计算机将绘制好的标牌图形文件转换成和激光照排机兼容的文件格式输出到照排机,照排机打印出胶片后进行生产。本发明利用 ObjectARX2008 针对 AutoCAD2008 进行二次开发<sup>[8]</sup>,通过参数化的方法<sup>[9]</sup>,能识别标牌中圆弧的各项参数,能绘制圆弧,能绘制离心刻度线(包括均分刻度、按角度偏移刻度、按相对位置偏移的刻度三种形式)的特殊标牌。图 15 所示即为一种包含圆弧与刻度线不同圆心的万用表标牌主视图,其中每个弧线

与刻度线都是不同圆心的。

已知圆弧 A 的圆心 B 与半径 R,圆弧的起始角度和终止角度,刻度线的圆心 C 与半径 R1,刻度线的长度 l。但由于刻度线的圆心 C 与圆弧圆心 B 不重合,导致圆弧的起终角度仅仅是理论角度,非相对坐标系的实际角度,所以必须通过三角计算或其他方法得到实际角度,由于圆弧起终角度在直角坐标系中的四个象限的位置不同,如果通过三角计算的方法计算的话,首先不同象限计算方法不同,需要分区间操作,而且计算得出的实际角度会出现两个结果,一个是真值,一个是伪结果,系统判断起来比较麻烦,所以本文通过使用 ObjectARX 中对对象模型空间中的绘制方法绘制与圆弧的半径 R、圆心 B 相同的辅助圆,根据圆弧的起始角度参数绘制辅助射线,起点为刻度线的圆心 C,偏转角度为圆弧起始角度,得到两者的交点 Point(x,y),该点是圆弧的实际起点或终点,再根据圆弧半径与这两个点绘制圆弧;同样绘制离心刻度线时,刻度线在圆弧上的起始点和相对圆心的偏转角度 a 由于位置的不同,通过三角计算起来比较麻烦,同样需绘制与圆弧的半径 R、圆心 B 相同的辅助圆,根据刻度线的理论偏转角度参数绘制与之相交的辅助射线,得到两者的交点 Point(x,y),最后通过极坐标的方式绘制从点 Point(x,y)开始,方向角度 a,长度 l 的线段即是离心刻度线。所以利用 ObjectARX 的特点进行绘图的改进,可以极大的简化计算并可以得到需要的结果,用绘图的方式解决绘制的问题。

### 4 标牌离心刻度绘制流程

如图 7 所示,实现标牌离心刻度计算机绘图方法,包括以下步骤:

- (1) 输入圆弧参数,包括圆弧的半径、圆心坐标、起始和终止角度、刻度线的离心坐标;
- (2) 绘制与圆弧的半径、圆心相同的辅助圆;
- (3) 根据圆弧的起始角度参数绘制辅助射线,起点为刻度线的圆心,偏转角度为圆弧起始角度;
- (4) 得到辅助射线与辅助圆的交点,该点就是圆弧的实际起点,根据该点计算圆弧的实际起始角度;
- (5) 用同样的方法得到圆弧的实际终止角度,根据得到的实际起始角度、终止角度、圆弧圆心,圆弧半径绘制主圆弧;
- (6) 删除辅助射线与辅助圆;

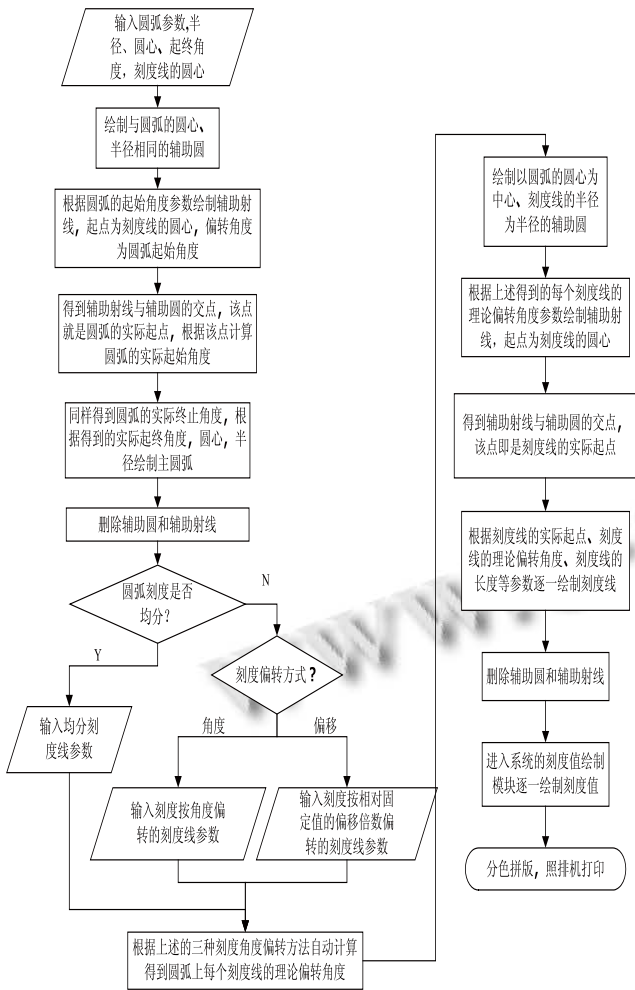


图7 标牌离心刻度绘制流程

(14) 根据刻度线的实际起点、刻度线的理论偏转角度、刻度线的长度等参数逐一绘制刻度线, 刻度线条可以用多段线的方式绘制<sup>[10]</sup>;

(15) 删除辅助圆和辅助射线;

(16) 进入刻度值绘制模块逐一绘制刻度值;

(17) 分色拼版, 照排机打印。

### 5 系统具体实现

#### 5.1 系统实施实例

在用本系统绘图时用户首先输入要绘制的标牌主刻度弧的参数, 根据起始角度和终止角度绘制辅助圆和辅助射线得到实际起/终角度并绘制圆弧, 再根据标牌中主弧的刻度均分与否, 进入相应的功能。注意此处的均分与否是刻度线针对自身的中心点进行均分或不均分角度的旋转, 由于弧与刻度的圆心不相同, 即使刻度旋转角度是均分的, 但映射到对应的弧上时, 相对弧来说, 刻度偏转角度方向的射线与弧的交点就是刻度的定位点, 所以刻度在弧上位置是不均分的, 半径也是不等的, 但刻度的方向是正对自己的圆心而不是弧的圆心, 从这里可以看出目前常规的绘制方法只是不等半径刻度标牌绘制方法中的特例。如果是均分刻度, 进入“不等半径均分刻度”窗口, 选择刻度方向, 输入刻度自己的中心点, 输入刻度的旋转参数, 均分格数, 系统自动计算得到圆弧上每个刻度线的理论偏转角度, 再根据流程图的方法得到刻度线的实际定位点, 最后所有的刻度将添加到 AutoCAD 窗口中。如果是不均分的刻度, 由于绘制标牌的企业收到的刻度参数表有两种情况, 直接根据角度旋转的刻度作为参数, 还有根据某一固定的、均分的弧的刻度的偏移倍数作为参数, 用户分别进入相应的窗口进行操作。用户依次将不同角度或偏移值的刻度加入下方的列表框中, 可以一次性加好, 也可以分次操作, 加好后添加到 AutoCAD 窗口中; 为了方便用户的操作, 加快绘制速度, 在增加刻度的同时还可以输入刻度值的参数, 将刻度与刻度值一起绘制出来。刻度绘制完成后, 进入绘制刻度值的窗口, 选择或输入刻度值的参数, 刻度值也分为按角度均分旋转和不规则角度两种, 两者的区别在于均分刻度值的参数一次性生成在列表框中, 不规则角度的刻度值依次输入到列表框中, 输入好后生成特殊仪表标牌的刻度

(7) 询问圆弧刻度是否均分;

(8) 如果圆弧刻度均分, 则输入均分刻度线参数后转到步骤(10);

(9) 如果圆弧刻度不均分, 则询问刻度旋转方式, 若刻度按角度旋转则输入刻度按角度偏转的刻度线参数, 若刻度按相对固定值的偏移倍数偏转则输入相应的刻度线参数;

(10) 根据上述三种刻度角度偏转方法自动计算得到圆弧上每个刻度线的理论偏转角度;

(11) 绘制以圆弧的圆心为中心, 刻度线的半径为半径的辅助圆;

(12) 根据上述得到的每个刻度线的理论偏转角度参数绘制辅助射线, 起点为刻度线的圆心;

(13) 得到辅助射线与辅助圆的交点, 该点即是刻度线的实际起点;



值。

下面举例说明离心刻度标牌的绘制流程，参数如下，圆弧圆心  $(0,0)$ ，半径  $30\text{mm}$ ，起始角度  $0$  度，终止角度  $180$ ，刻度线圆心即离心圆心  $(0,5)$ ，刻度线半径、起终角度与圆弧一样。

(1) 先绘制圆弧

① 先绘制与圆弧的圆心、半径相同的辅助圆，如图 8；

② 根据圆弧的起始角度参数绘制辅助射线，起点为刻度线的圆心  $(0,5)$ ，偏转角度为圆弧起始角度  $0$  度，得到辅助射线与辅助圆的交点，该点就是圆弧的实际起点，根据该点计算圆弧的实际起始角度；如图 9；

③ 同样根据圆弧的终止角度参数绘制辅助射线，起点为刻度线的圆心  $(0,5)$ ，偏转角度为圆弧终止角度  $180$  度，得到辅助射线与辅助圆的交点，该点就是圆弧的实际终点，根据该点计算圆弧的实际终止角度；如图 9；

④ 根据得到的实际起始角度、终止角度、圆弧圆心，圆弧半径绘制主圆弧；如图 10；

⑤ 删除辅助射线与辅助圆；如图 11；

⑥ 绘制刻度线

⑦ 绘制以圆弧的圆心为中心、刻度值的半径为半径的辅助圆，虽然此图中该辅助圆与绘制圆弧的辅助圆相同，但也有刻度值半径与圆弧半径不一样的情况，所有此处以刻度值的半径绘制辅助圆；

⑧ 根据上述得到的每个刻度线的理论偏转角度参数绘制辅助射线，起点为刻度线的圆心；图中以理论偏转  $36$  度的刻度线举例，得到射线与辅助圆的交点，该交点即为刻度线的实际起点；如图 12；

⑨ 根据刻度线的实际起点、刻度线的理论偏转角度、刻度线的长度等参数逐一绘制刻度线；如图 13；

⑩ 删除辅助射线与辅助圆，最后绘制好的如图，如图 14。

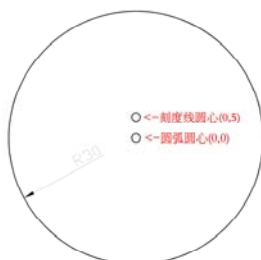


图 8 绘制辅助圆

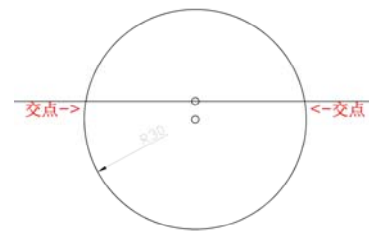


图 9 圆弧交点

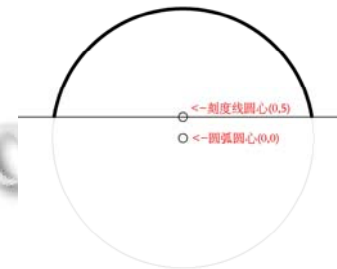


图 10 得到圆弧起终角度

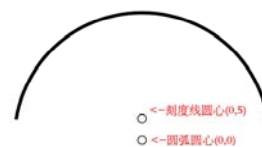


图 11 删除辅助圆和射线



图 12 得到离心刻度线交点

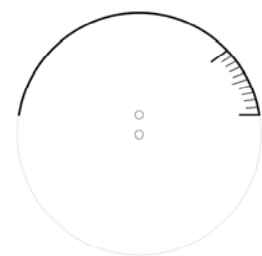


图 13 绘制离心刻度线

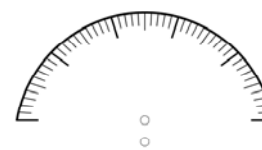


图 14 离心刻度绘制完成

## 5.2 离心刻度标牌示例

图15是具有离心刻度的标牌图,也是万用表,虽然看上去很复杂,但每一条弧与刻度线的绘制规律是一样的,以直流档(DCV)为例,刻度弧起始角度45度,终止角度135度,弧半径40毫米,圆弧圆心(0,-12),离心圆心即刻度线圆心(0,-12.4),刻度线均分圆弧50格,可见两个圆心相差很少,但标牌刻度是很精密的,差一点都不行,系统按照前面的方法可方便的绘制出圆弧与刻度线。

## 6 结语

利用ObjectARX2008与VS2008中的C#的结合针对标牌行业进行离心刻度标牌的AutoCAD二次开发,拓宽了AutoCAD二次开发的范围,改进了现有标牌绘制方法,解决了现有绘制方法在圆弧与刻度线离心的情况下不能自动获得该刻度线的不等半径,不能自动得到刻度线与圆弧的交点并绘制离心刻度线的技术问题,减少了绘制时间,提高了工作效率。



图15 离心刻度标牌

## 参考文献

- 1 王大鹏,张立文,张国梁,等.ObjectARX 中结合 MFC 开发 AutoCAD ARX 应用程序.计算机辅助工程,2001,10(4):55-58.
- 2 童时中,李平.二次开发是 CAD 取得实效的关键环节.电子机械工程,1999,(4):64-68.
- 3 赵雪.中文 AutoCAD 2006 标准教程.西安:西北工业大学音像电子出版社,2005.3-10.
- 4 杜立,赵韩,董玉德,陈兴玉,等.基于 ObjectARX 齿轮设计系统的开发与研究.机械设计与制造,2008,(12):75-77.
- 5 孙江宏,丁立伟,米洁.AutoCAD ObjectARX 开发工具及应用.北京:清华大学出版社,1999.
- 6 薛长健,黄靖.AutoCAD 2000 高级使用及开发.北京:人民邮电出版社,2000.413-496.
- 7 老大中,赵占强.AutoCAD 2000 ARX 二次开发实例精粹 (ObjectARX).北京:国防工业出版社,2001.5-82.
- 8 杜刚,刘东学,张磊.基于 ObjectARX 的 AutoCAD 二次开发及应用实例.机械设计与制造,2004,(3):30-32.
- 9 李长勋.AutoCAD ObjectARX 程序开发技术.北京:国防工业出版社,2005.
- 10 吴红丹,梅树立,李丽,等.采用 ObjectARX2006 的多段线自动生成及编辑.工程图学报,2007,(2):179-182.

(上接第192页)

## 参考文献

- 1 Hofmeister C, Kruchten P. A general model of software architecture design derived from five industrial approaches. The Journal of Systems and Software, 2007,80(1):106-126.
- 2 梅宏,申峻嵘.软件体系结构研究进展.软件学报,2006,17(6):1257-1275.
- 3 同向前,薛钧义.嵌入式系统测控软件的结构化设计.计算机工程,2002,27(8):43-44.
- 4 杨永安,冯祖仁,杜小宁.面向测控的运载火箭仿真设计与实现.系统仿真学报,2004,16(11):2507-2510.
- 5 潘清,张晓清.操作系统微内核技术研究.软件学报,1998,9(8):609-612.
- 6 邢建生,王永吉,刘军祥,曾海涛,等.一种静态最少优先级分配算法.软件学报,2007,18(7):1844-1854.