

三维 CAD 开发结构系列化设计

陈 祝 林

(上海同济大学机械系, 200092)

摘 要

本文介绍了运用 3 维 CAD 开发结构系列化设计的基本原理及设计流程图, 并列举了设计实例, 为研制工程设计用 3 维图形软件提供了分析和借鉴的可能性。

关键词: 结构系列, 基型草图, 增长规律, 几何形状。

一、引 言

目前系列化产品在工业、农业、交通运输等各个领域已被广泛采用。产品的系列化设计也已经被广泛重视。近几年来, 德国达姆斯塔特 (Darmstadt) 工业大学机械零件及设计方法学研究所开始了运用三维 CAD 技术进行结构系列化设计的开发, 已取得了显著的效果。现将作者在该所从事过的开发情况作一介绍。

二、三维 CAD 开发结构系列化设计的一般原则及流程图

结构系列化是指产品或部件、零件的技术参数按一定规律变化而形成的一系列不同规格的结构件。这些不同规格的结构件都是基于一种基本规律经过几何相似或者半相似原理变化而形成的。这不仅大大节省了结构的开发设计时间, 同时由于遵循适当的变化规律还能提高不同规格的构件的批量。运用三维 CAD 技术开发结构系列化设计是以一个熟悉的基型草图或者一个已经存在的结构装置为基础, 然后按一定的相似关系确定所要求的变化规律, 再通过一系列的换算就可获得系列化草图的技术参数和几何尺寸。最后在三维图形软件支撑下即可在所要求的视图内显示出结构系列草图。图 1 为开发结构系列化设计的一般流程。

三、结构系列化开发实例

图 2 为一个轧辊轴系列基型草图。

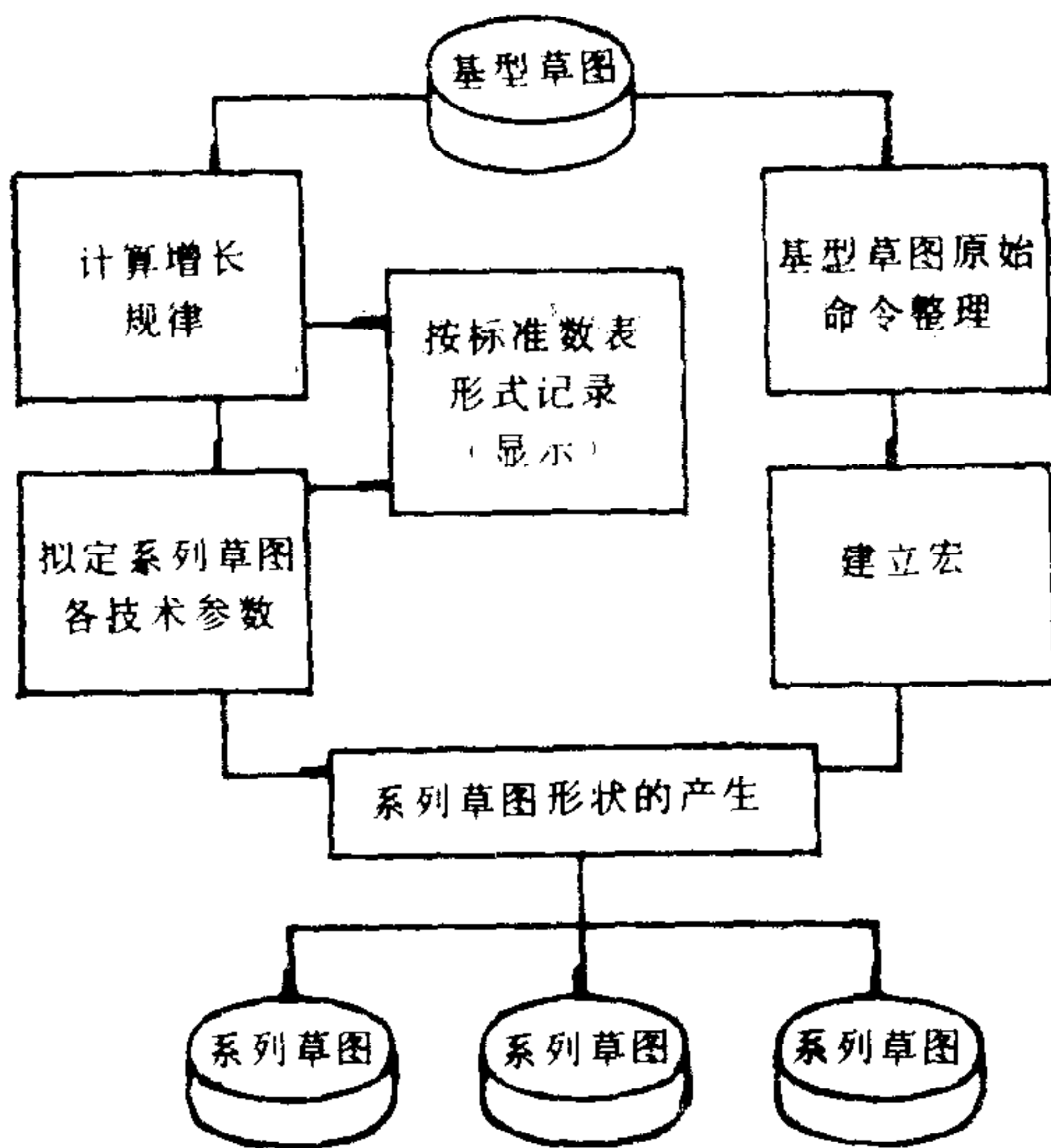


图 1 三维 CAD 支撑下开发结构系列流程图

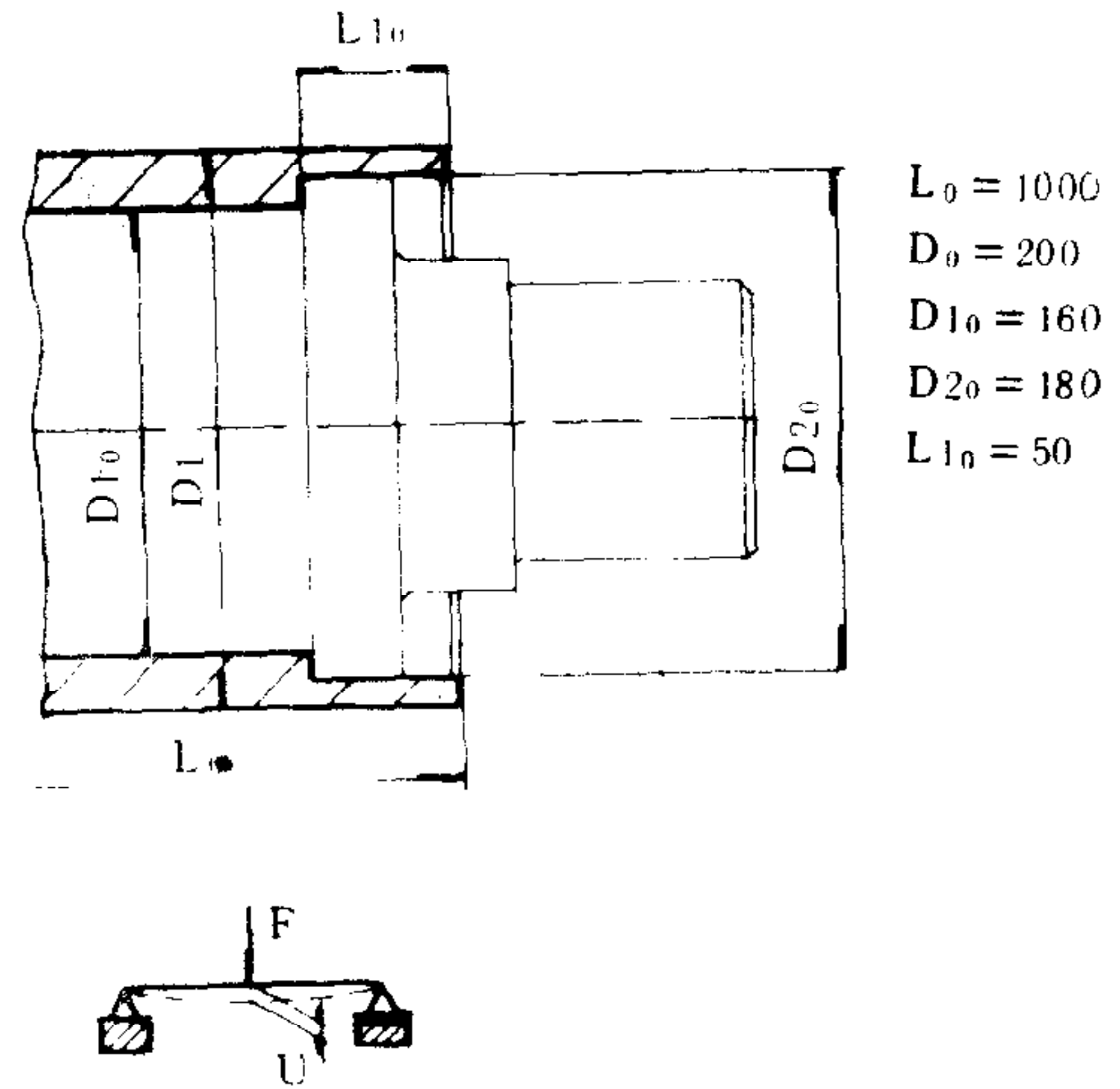


图 2 轧辊轴系列基型草图及计算公式

该轧辊轴直径 200 毫米,轴长 1000 毫米,挠度 U 和弯曲应力 σ 的计算公式为

$$U = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}, \quad I = \frac{\pi}{64} \cdot D^4 \left(1 - \left(\frac{D_1}{D}\right)^4\right),$$

$$\sigma = \frac{M_B}{W_B}, \quad W_B = \frac{I \cdot 2}{D}, \quad M_B = \frac{F \cdot L}{4}.$$

按图 1 流程分别阐明开发轧辊轴系列的过程。

1. 增长规律的确定

结构系列化设计首先要确定系列的增长规律,因此用户必须预先确定一个设计可变参数作为基本尺寸,同时将各结构尺寸的符号和几何相似(又称几何基本量)也随之定下。几何相似比的大小应限制在结构系列所许可的范围内。此外,还应搞清已建立的物理关系,选取有效的相似公式。最后依据一定的条件推导出所要的增长规律。这里,将所有计算公式输入系统,借用程序模块进行计算和确定系列的增长规律。如轧辊轴长度 L 对 D_1 的相似比 ϕ_D 和对 L 的相似比 ϕ_L 的关系中,对 D_1 的相似比增长,其指数值为 0.47,即 $\phi_{D_1} = \phi_L^{0.47}$ 。

2. 拟定系列草图所需要的各技术参数

增长指数计算出来后,系统会自动地将计算出的轧辊轴系列的各相关参数之间的物理、几何等关系,通过基本尺寸 L 以标准数表的形式显示出来。这样用户就十分直观地了解到各参数的相互关系。

3. 基型草图命令序列的整理

基型草图生成时所建立的原始命令序列常常会有不少多余的或是错误的命令,这就造成了构件重叠或者参数选择不恰当,因而造成建立宏技术的困难。为了得到尽可能简洁而又短小正确的命令序列,修改原始基型草图命令序列是十分重要的一步。修改时首先清除多余的设计命令和消去命令,然后再按一定要求进行修改。

4. 单个宏技术的建立

对原始基型草图的命令序列的自动整理之后,用户就可按建立宏技术流程,对每一个结构元件,如轧辊轴组件中的轴支承座、空心套管这两个元件分别建立单个宏技术。这样用户只要按结构可变参数 L_1, D_1, \dots 之间的相互关系,在可变参数各相应位置上输入结构系列所要求的参数,就可代替原始基型草图的各参数值。

5. 建立宏技术结构

宏结构是指置于单个宏技术之上,又具有一定层次的能反映单个宏之间相互关系的一个辅助性操作步骤。用户借助这一操作就可以产生轧辊轴总体结构,并确定出相应的尺寸位置及大小。

6. 确定不独立参数、生成系列草图的几何形状

用户在选取基本尺寸 L 作为结构可变参数后,其他参数就可视为不独立参数。这些不独立参数的相互关系,从增长指数的计算中算出来或者按标准数表形式确定,并作为单个宏技术的输入参数值。例如,将基本尺寸 L 按结构系列所要求的各个尺寸 800, 1000, \dots 等情况输入系统,通过宏结构给所有单个宏提供相应的技术参数,并将系列草图转换成 CAD 系统模型,这样就可在此要求的视图内显示。图 3 为轧辊轴结构系列草图的形成。

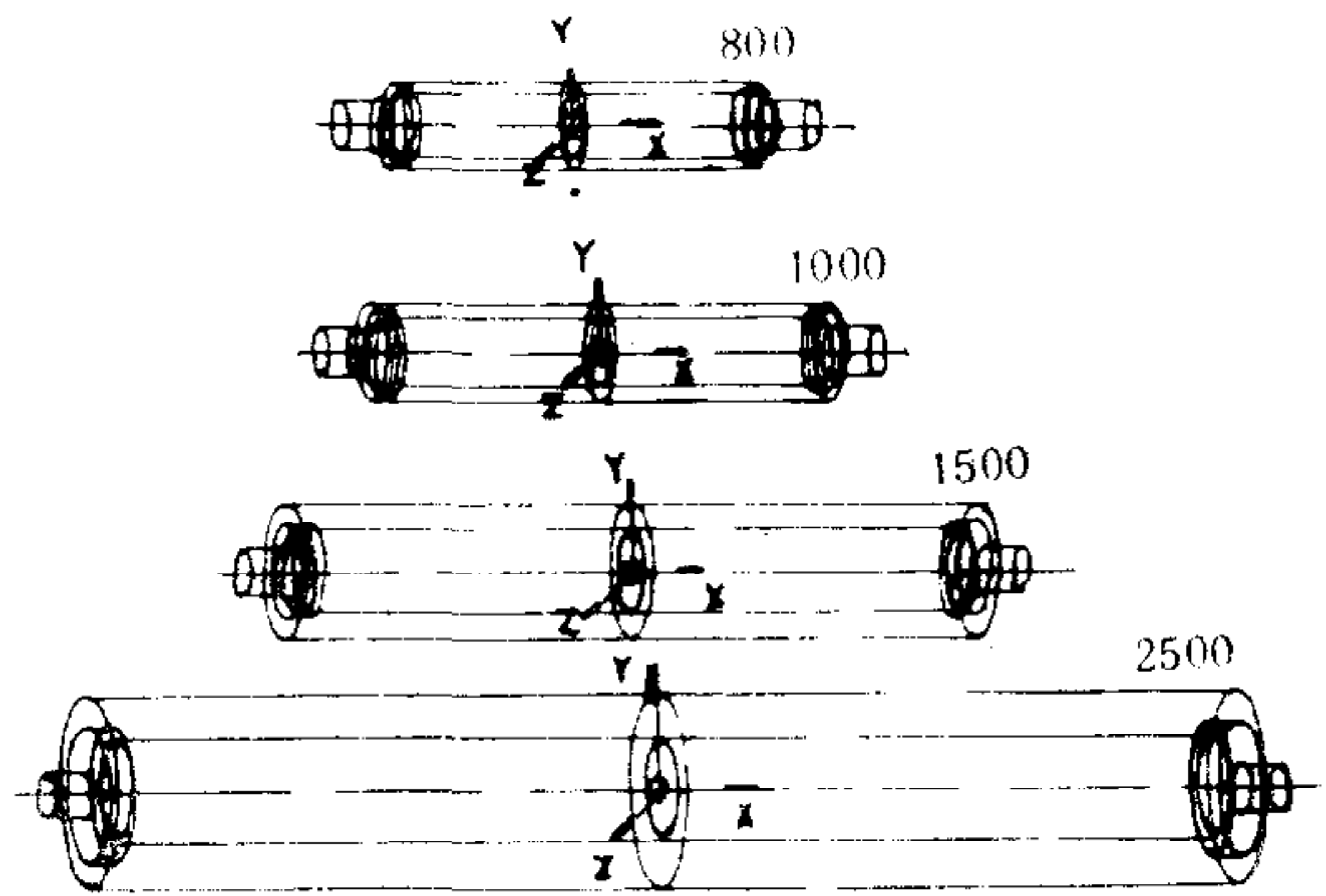


图 3 轧辊轴系列草图形成

目前结构系列只限于粗结构的设计开发,对于如自由切痕、加工凸缘、棱等图形交互内容还有待以后作进一步研究和开发。

参 考 文 献

- [1] Pahe, G. and Beitz, W., Konstruktionslehre 2 Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 1986.
- [2] Kloberdanz, H., Recherunterstutzte Baureihenentwicklung, Springer-Verlag, Berlin, 1990.

DEVELOPING STRUCTURE SERIAL DESIGNS WITH 3D-CAD

Chen Zhulin

(Mechanical Department Tongji University, Shanghai 200092)

Key words: Structure Serial, basic project, growing law, Ceometry.