



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104778308 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201510121227.6

审查员 刘芬

(22)申请日 2015.03.19

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104778308 A

(43)申请公布日 2015.07.15

(73)专利权人 上海数设科技有限公司

地址 200433 上海市杨浦区国泰路11号1层
展示厅A153

(72)发明人 牟全臣 王平 李洋洋 白绍鹏
任如飞

(74)专利代理机构 北京润泽恒知识产权代理有
限公司 11319

代理人 苏培华

(51)Int. Cl.

G06F 17/50(2006.01)

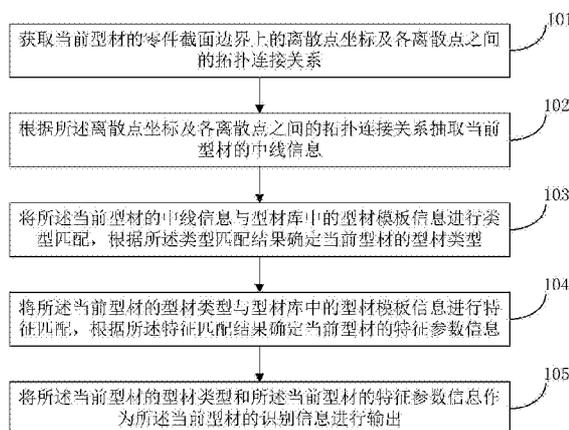
权利要求书5页 说明书16页 附图6页

(54)发明名称

飞机结构型材的识别方法和装置

(57)摘要

本发明提供了一种飞机结构型材的识别方法和装置,以解决飞机结构型材识别效率低的问题。其中,一种飞机结构型材的识别方法包括:获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息;将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;将当前型材的型材类型和当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。本发明提高了飞机结构型材的识别效率。



1. 一种飞机结构型材的识别方法,其特征在于,包括:

获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;

根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息,包括:在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上的特征点坐标;根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系;根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系;将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息;

将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;

将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;

将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,还包括:

通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面;

将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面;

从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系,包括:

建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点;

选取所述零件截面的几何拐点作为离散点;

对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,还包括:

建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于:

所述型材模板信息包括:型材模板的类型信息;

所述建立型材库包括:

选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板;

在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标;

在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标;

根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则;

将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型,包括:
调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则;

将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配;

当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:

所述型材模板信息还包括:型材模板的特征信息;

所述建立型材库还包括:

根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系;

根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成;

将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值;

将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息,包括:

在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息;

从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式;

将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值;

将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,还包括:

将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对;

当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息;

当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,执行从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式的步骤。

10. 一种飞机结构型材的识别装置,其特征在于,包括:

坐标获取模块,用于获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;

中线抽取模块,用于根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息;所述中线抽取模块包括:特征点获取子模块,用于在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上的特征点坐标;第一计算子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系;第二计算子模块,用于根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系;中线信息子模块,用于将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息;

类型匹配模块,用于将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;

特征匹配模块,用于将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;

输出模块,用于将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

11. 根据权利要求10所述的装置,其特征在于,还包括:

截面获取单元,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面;将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面;从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述坐标获取模块包括:

坐标系建立子模块,用于建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点;

离散点选取子模块,用于选取所述零件截面的几何拐点作为离散点;

离散点获取子模块,用于对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

13. 根据权利要求10所述的装置,其特征在于,还包括:

型材库建立模块,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

14. 根据权利要求13所述的装置,其特征在于:

所述型材模板信息包括:型材模板的类型信息;

所述型材库建立模块包括:

型材模板选取子模块,用于选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板;

参考点子模块,用于在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标;

特征点子模块,用于在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标;

判断准则子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则;

存储子模块,用于将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类

型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。

15. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于,所述类型匹配模块包括:

判断准则调取子模块,用于调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则;

类型匹配子模块,用于将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配;

型材类型确定子模块,用于当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。

16. 根据权利要求14所述的装置,其特征在于:

所述型材模板信息还包括:型材模板的特征信息;

所述型材库建立模块还包括:

拓扑子模块,用于根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系;

表达式子模块,用于根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成;

参数值子模块,用于将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值;

所述存储子模块,还用于将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。

17. 根据权利要求16所述的装置,其特征在于,所述特征匹配模块包括:

特征信息调取子模块,用于在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息;

表达式子模块,用于从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式;

参数计算子模块,用于将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值;

参数确定子模块,用于将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。

18. 根据权利要求17所述的装置,其特征在于,所述特征匹配模块还包括:

比对子模块,用于所述表达式子模块从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对;

所述参数确定子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息;

所述表达式子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示所述当前型材的特征点

与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比不一致时,从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式。

飞机结构型材的识别方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及识别技术领域,特别是涉及一种飞机结构型材的识别方法和一种飞机结构型材的识别装置。

背景技术

[0002] 在对飞机结构进行有限元分析计算前需要对相应有限元结构赋予属性,比如型材的面积、惯性矩、形状特征等。而这些信息往往需要先从CAD模型中进行提取,然后再赋予到对应的有限元单元上。由于结构设计和强度设计的分工不同,导致CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计) 模型与有限元模型在数据上并不是简单的一一对应关系。而进行这种映射的其中一个重要环节就是要识别出CAD模型中对应位置的型材相关类型和参数。

[0003] 由于飞机结构比较复杂,整个模型中有成千上万个零件,目前都是工程师肉眼识别判断其类型,并测量具体部位的特征尺寸,然后在赋予到对应的有限元模型上。这种通过人工识别的方法来建立有限元模型的方法操作重复繁琐,需要耗费大量的时间和人力;另外,在很多时候还会由于操作人员的错误操作或精度限制,造成识别不够精准。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种飞机结构型材的识别方法和装置,以解决飞机结构型材识别效率低的问题。

[0005] 为了解决上述问题,本发明公开了一种飞机结构型材的识别方法,包括:获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息;将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

[0006] 可选地,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,还包括:通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面;将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面;从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。

[0007] 可选地,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系,包括:建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点;选取所述零件截面的几何拐点作为离散点;对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

[0008] 可选地,所述根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息,包括:在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上特征点坐标;根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接

关系;根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系;将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息。

[0009] 可选地,所述获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,还包括:建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

[0010] 可选地,所述型材模板信息包括:型材模板的类型信息;所述建立型材库包括:选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板;在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标;在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标;根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则;将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。

[0011] 可选地,所述将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型,包括:调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则;将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配;当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。

[0012] 可选地,所述型材模板信息还包括:型材模板的特征信息;所述建立型材库还包括:根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系;根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成;将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值;将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。

[0013] 可选地,所述将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息,包括:在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息;从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式;将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值;将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。

[0014] 可选地,所述从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,还包括:将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对;当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息;当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,执行从所述型材模

板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式的步骤。

[0015] 本发明还公开了一种飞机结构型材的识别装置,包括:坐标获取模块,用于获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;中线抽取模块,用于根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息;类型匹配模块,用于将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;特征匹配模块,用于将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;输出模块,用于将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

[0016] 可选地,还包括:截面获取单元,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面;将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面;从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。

[0017] 可选地,所述坐标获取模块包括:坐标系建立子模块,用于建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点;离散点选取子模块,用于选取所述零件截面的几何拐点作为离散点;离散点获取子模块,用于对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

[0018] 可选地,所述中线抽取模块包括:特征点获取子模块,用于在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上的特征点坐标;第一计算子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系;第二计算子模块,用于根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系;中线信息子模块,用于将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息。

[0019] 可选地,还包括:型材库建立模块,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

[0020] 可选地,所述型材模板信息包括:型材模板的类型信息;所述型材库建立模块包括:型材模板选取子模块,用于选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板;参考点子模块,用于在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标;特征点子模块,用于在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标;判断准则子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则;存储子模块,用于将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。

[0021] 可选地,所述类型匹配模块包括:判断准则调取子模块,用于调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则;类型匹配子模块,用于将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配;型材类型确定子模块,用于当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断

准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。

[0022] 可选地,所述型材模板信息还包括:型材模板的特征信息;所述型材库建立模块还包括:拓扑子模块,用于根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系;表达式子模块,用于根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成;参数值子模块,用于将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值;所述存储子模块,还用于将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。

[0023] 可选地,所述特征匹配模块包括:特征信息调取子模块,用于在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息;表达式子模块,用于从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式;参数计算子模块,用于将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值;参数确定子模块,用于将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。

[0024] 可选地,所述特征匹配模块还包括:比对子模块,用于所述表达式子模块从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对;所述参数确定子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息;所述表达式子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式。

[0025] 与现有技术相比,本发明包括以下优点:

[0026] 本实施例通过将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配的方式来实现对当前型材的型材类型的自动识别,通过将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配的方式来实现对当前型材的特征参数的自动提取,简化了识别型材类型和提取特征参数的步骤,有效减少了工程师手工操作的工作量,从而节省了型材的识别时间,大大提升了飞机结构型材的识别效率和精度。并且减少人工参与可以降低飞机结构型材识别的错误率,从而提高了飞机结构型材识别准确率。

附图说明

[0027] 图1是本发明实施例一种飞机结构型材的识别方法的流程图;

[0028] 图2是本发明实施例一种飞机结构型材的识别方法的流程图;

[0029] 图3是本发明实施例J型材的原始CAD模型;

- [0030] 图4是本发明实施例J型材模板参考点和特征点的示意图；
[0031] 图5是本发明实施例型材库中J型材模板的特征参数示意图；
[0032] 图6是本发明实施例飞机结构的零部件截面图；
[0033] 图7是本发明实施例当前型材抽取中线后的示意图；
[0034] 图8是本发明实施例一种飞机结构型材的识别装置的结构框图；
[0035] 图9是本发明实施例一种飞机结构型材的识别装置的结构框图。

具体实施方式

[0036] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0037] 实施例一：

[0038] 参照图1，示出了本发明实施例一种飞机结构型材的识别方法的流程图，本实施例具体可以包括以下步骤：

[0039] 步骤101，获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系。

[0040] 飞机结构型材的零件截面是由封闭多边形构成的，而多边形由多条线组成，线由节点连接而成，因此可以选取若干节点作为离散点，然后在零件截面中建立坐标系，进而得到所述离散点的坐标。

[0041] 需要说明的是，离散点就是孤立的点集，不像区间，它在每一点上都是连续的，而像整数集，它的每一元素之间都有一点的距离。所谓在某一点上连续，就是对于该点，无论给定一个多么小的正数，总能找在定义域内找到一点，它的函数值到该点的函数值距离小于给定的数。离散与连续恰好相反。例如实数 x ， $2 < x < 4$ 所对应的 x 的点集包含的点就是连续点，而 $x=2, 3, 4, 5, \dots$ 就是离散点（或者叫孤立点）。本实施例采用在当前型材的零件截面边界上选取拐角处的节点作为离散点。

[0042] 另外，上述离散点坐标的获取，可以具体在零件截面中建立坐标系，但是本实施例对坐标系建立的具体过程不做限制，可以以所述零件截面的中心为坐标原点建立坐标系，也可以以所述零件截面的任意位置为原点建立坐标系。

[0043] 步骤102，根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息。

[0044] 本实施例中当前型材的中线信息即当前型材的中线上的点的信息，具体可以是所述中线上点的坐标。需要说明的是，由于当前型材的中线可以表征当前型材的形状特征，因此将中线上的点称为特征点。中线信息具体可以包括所述特征点的坐标，中线信息也可以包括所述特征点与所述离散点之间的相对位置和相对角度，中线信息还可以包括所述各特征点相互之间的相对位置和相对角度，本实施例对所述中线信息的具体内容不做限制，与所述当前型材的中线上的点相关的信息都可以称之为中线信息。

[0045] 本实施例中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息，是因为所述离散点是当前型材的零件截面的边界上的点，而当前型材的中线恰恰位于所述当前型材截面边界的中间位置，也就是说，当前型材的中线上的点，同样位于两个离散点的中间位置，因此可以通过求两个对称离散点的对称中心来获取所述中线上点

的坐标,即特征点的坐标。进而本实施例可以根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息。需要说明的是,所述当前型材的离散点坐标与后文型材模板的参考点坐标对应。

[0046] 需要说明的是,由于当前型材的中线可以表征当前型材的形状特征,因此根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取到的当前型材的中线信息,可以用于后续步骤103的类型匹配,来识别当前型材的型材类型。

[0047] 步骤103,将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型。

[0048] 本实施例中型材库中存储有多个型材模板,并且存储有每个型材模板的型材类型、特征点(按次序存储)、尺寸标注、以及标注与特征点的对应关系等。其中按次序存储的特征点代表了型材模板各特征点的相对位置和相对角度,而当前型材的中线信息中各特征点相互之间的相对位置和相对角度同样可以表征当前型材的各特征点的相对位置和相对角度,因此本实施例所述类型匹配,即将当前型材的中线信息中各特征点相互之间的相对位置和相对角度,与型材库中存储的型材模板信息中的型材模板各特征点的相对位置和相对角度进行匹配,如果所述当前型材的中线信息中各特征点相互之间的相对位置和相对角度,与型材库中存储的型材模板信息中的型材模板各特征点的相对位置和相对角度一致,说明当前型材的型材类型与型材模板的型材类型同样一致,而型材模板的型材类型是已知的,因此可以识别出当前型材的型材特征。即本实施例中根据类型匹配结果确定当前型材的型材类型,即如果类型匹配成功,则将型材模板的型材类型确定为当前型材的型材类型,实现了对当前型材的型材类型的识别。

[0049] 本实施例中所述型材库的建立可以事先通过剖面编辑工具和手工结合建立起来,把每种类型的型材模板的型材模板信息存储在数据库中,并用于所述步骤103的类型匹配和所述步骤104的特征匹配中。需要说明的是,本实施例对所述型材库建立的具体方式和所述型材库包含的型材模板信息的具体内容不做限制,型材库中至少包括能够表征型材模板的类型特征的信息即可。

[0050] 步骤104,将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息。

[0051] 由于型材库中存储有型材模板的特征信息,并且所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引进行存储,因此可以根据所述当前型材的型材类型在型材库中查找与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息,作为当前型材的特征参数信息。这样就实现了对当前型材的特征参数的识别。

[0052] 需要说明的是,型材模板的特征信息一般包括型材类型、型材特征参数名称、特征参数表达式,其中,所述特征参数表达式即所述特征参数的计算表达式,通过型材模板的参考点和特征点表示。

[0053] 特征参数值用来表征型材模板的尺寸标注,即型材模板的各部分的具体尺寸值。型材模板的特征参数值即将型材模板的参考点坐标和特征点坐标代入所述特征参数表达式计算得到。

[0054] 步骤105,将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

[0055] 本实施例中将步骤103中识别出的当前型材的型材类型和所述步骤104中识别出的当前型材的特征参数信息作为当前型材的识别信息,然后输出所述识别信息。

[0056] 本实施例首先获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;其次根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息;然后将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;接着将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;最后将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。本实施例通过将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配的方式来实现对当前型材的型材类型的自动识别,通过将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配的方式来实现对当前型材的特征参数的自动提取,简化了识别型材类型和提取特征参数的步骤,有效减少了工程师手工操作的工作量,从而节省了型材的识别时间,大大提升了飞机结构型材的识别效率和精度。并且减少人工参与可以降低飞机结构型材识别的错误率,从而提高了飞机结构型材识别准确率。

[0057] 实施例二:

[0058] 在上述实施例的基础上,本实施例继续论述飞机结构型材的识别方法。

[0059] 参照图2,示出了本发明实施例一种飞机结构型材的识别方法的流程图,本实施例具体可以包括以下步骤:

[0060] 步骤201,建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

[0061] 本实施例首先建立存储有型材模板信息的型材库,把具有不同型材类型的型材模板对应的型材模板信息存储在型材库中,可以用于后续步骤207的类型匹配和步骤208的特征匹配,从而实现对当前型材的类型识别和特征参数提取。

[0062] 所述型材模板信息包括型材模板的型材类型、型材模板的特征参数及其对应的特征参数值等与所述型材模板有关的信息。所述型材库,即存储有型材模板信息的数据库。本实施例中的型材库可以通过剖面编辑工具进行建立,也可以结合手工操作进行建立,本实施例对型材库的具体建立方式和建立过程不做限制,所建立的型材库包括型材模板信息即可。

[0063] 需要说明的是,在本发明的一种可选实施例中,所述型材模板信息具体可以包括:型材模板的类型信息。相应地,所述步骤201建立型材库具体可以包括以下步骤:

[0064] 1) 选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板。因为要作为型材模板用于后续的型材类型匹配,因此需要选取不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板。通常每种型材类型的飞机结构型材选取一个即可,在本发明的可选实施例中,具体可以选取结构鲜明的,能够作为型材类型的典型代表的飞机结构型材作为型材模板。本实施例以J型材模型为例进行说明,图3是J型材模板的原始CAD模型,由点和线构成。

[0065] 2) 在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标。型材模板的零件截面是由封闭多边形构成的,而多边形由多条线组成,线由节点连接而成,因此可以选取若干节点作为参考点,然后在零件截面中建立坐标系,进而得到所述参考点的坐标。需要说明的是,本实施例可以选取型材模板截面边界上的离散点作为参考点,具体可以在型材模板的零件截面边界上选取拐角处的节点作为参考点,即选取封闭多边形的节点作为参考

点,因为封闭多边形的节点最能表征型材的边缘特征。本实施例中以型材类型为J型材的型材模板为例进行说明,如图4所示为J型材模板的示意图,其中 $y_1 \sim y_{10}$ 为参考点。

[0066] 3) 在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标。本实施例中将型材模板中线上的点称之为特征点,因为型材模板中线上的点可以较好地表征型材模板的结构特征。如图4所示点M、N、O、P、Q为特征点,点M、N、O、P、Q所在的线段为J型材模板的中线。本实施例具体可以在几何模型处理库(Computational Geometry Algorithms Library, CGAL)中直接抽取型材模板的截面模型得到。需要说明的是,CGAL,也称为计算几何算法库,以C++库的形式提供方便、高效、可靠的几何算法。CGAL应用于各种需要几何计算的领域,如计算机图形学、科学可视化、计算机辅助设计和建模、地理信息系统、网格生成,数值方法等等。CGAL提供计算几何相关的数据结构和算法,诸如三角剖分(2D约束三角剖分及二维和三维Delaunay三角剖分),Voronoi图(二维和三维的点,2D加权Voronoi图,分割Voronoi图等),多边形(布尔操作,偏置),多面体(布尔运算),曲线整理及其应用,网格生成(二维Delaunay网格生成和三维表面和体积网格生成等),几何处理(表面网格简化,细分和参数化等),凸壳算法(2D,3D和dD),搜索结构(近邻搜索,kd树等),插值,形状分析,拟合,距离等。

[0067] 4) 根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则。需要说明的是,所述各特征点之间的拓扑连接关系即特征点的相对位置信息,具体可以包括特征点之间的连接关系、相对距离及相对角度。本实施例中以图4特征点M、N、O、P、Q的坐标来计算各特征点之间的拓扑连接关系,即特征点M、N、O、P、Q的相对位置信息,如图4所示MN与NP垂直,OP与NP垂直,PQ与NP垂直,用数学公式表示出来如下: $\vec{MN} \cdot \vec{NP} = 0, \vec{OP} \cdot \vec{NP} = 0, \vec{PQ} \cdot \vec{NP} = 0$ 。本实施例将特征点M、N、O、P、Q之间的拓扑连接关系“ $\vec{MN} \cdot \vec{NP} = 0, \vec{OP} \cdot \vec{NP} = 0, \vec{PQ} \cdot \vec{NP} = 0$ ”作为J型材模板的型材类型判断准则。

[0068] 5) 将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。本实施例中将J型材模板和J型材模板对应的型材类型判断准则作为J型材模板的类型信息存储在所述型材库中。

[0069] 需要说明的是,在本发明的一种可选实施例中,所述型材模板信息具体还可以包括:型材模板的特征信息。相应地,所述步骤201建立型材库还包括以下步骤:

[0070] 6) 根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系。本实施例中即根据图4所示的参考点 $y_1 \sim y_{10}$ 的坐标,和特征点M、N、O、P、Q的坐标,计算所述J型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系,即计算所述J型材模板的特征点与参考点之间的相对距离、相对角度等。例如线段MN与线段OP的夹角 a 为

$$a = \arccos\left(\frac{\vec{MN} \cdot \vec{OP}}{|\vec{MN}| |\vec{OP}|}\right), \text{任意两点M、N的距离为: } |\vec{MN}| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2},$$

其中 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 分别为点M和点N的坐标。

[0071] 7) 根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成。本实施例中根据J型材模板的特征点M、N、O、P、Q与参考点 $y_1 \sim y_{10}$ 的拓扑连接关系,即特征点M、N、O、P、Q与

参考点 $y_1 \sim y_{10}$ 的相对位置和相对角度关系,列出J型材模板的特征参数表达式。本实施例所选取的J型材模板的特征参数如图5所示,即对J型材的尺寸标注。本实施例J型材的特征参数名称分别为: t_1 、 t_2 、 b_1 、 b_2 、 h_1 。本实施例中J型材模板的各特征参数对应的特征参数表达式如表1所示,将J型材模板的特征点坐标和参考点坐标代入所述特征参数表达式即可计算出对应的特征参数值。

序号	特征参数名称	特征参数表达式
1	t_1	$ \vec{y_6 y_7} $
2	t_2	$ \vec{y_1 y_{10}} $
3	b_1	$ \vec{y_5 y_6} $
4	b_2	$ \vec{y_1 y_2} $
5	h_1	$ \vec{NP} + \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2}$

[0073] 表1J型材的特征参数表达式

[0074] 8) 将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值。本实施例中将J型材模板的参考点 $y_1 \sim y_{10}$ 的坐标,和J型材模板的特征点M、N、O、P、Q的坐标分别代入表1所示的特征参数表达式中进行计算,所得结果作为J型材模板的特征参数值。

[0075] 9) 将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。本实施例将J型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、表1中所述的J型材模板的特征参数表达式和计算得到的J型材模板的特征参数值作为J型材模板的特征信息,并将J型材模板的特征信息以所述J型材模板的型材类型“J型材”为索引存储在所述型材库中。

[0076] 步骤202,通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面。本实施例可以任意选取切面切取飞机的CAD模型。

[0077] 步骤203,将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面。如图6所示,为本实施例中飞机结构的零部件截面图,本实施例中通过切面上线的首尾连接关系,形成多个封闭的多边形,也即零件截面,图6所示的零部件截面图中每一个封闭的多边形都是一个零件截面。

[0078] 步骤204,从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。既然图6中每一个封闭的多边形都是一个零件截面,本实施例可以针对每一个零件截面进行处理,识别每一个零件截面的型材类型,因此本实施例可以从图6所示的多个零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面进行识别。

[0079] 需要说明的是,上述步骤202~步骤204描述的是获取当前型材的零件截面的具体过程,在本发明的一种可选实施例中,还可以采取以下方式获取当前型材的零件截面:首先,从飞机CAD模型中获取当前型材的CAD模型;其次,通过切面切取所述当前型材的CAD模

型,得到当前型材的结构切面;最后,将所述当前型材的结构切面上线的首位相连,所形成的封闭多边形作为当前型材的零件截面。需要说明的是,上述步骤202~步骤204和上述可选实施例仅对获取当前型材的零件截面进行举例说明,并非对获取当前型材的零件截面的具体方式的限制,还可以采取其他方式获取当前型材的零件截面,只要能够获取到当前型材的零件截面即可。

[0080] 步骤205,获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系。本实施例中步骤205获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系,具体可以包括以下子步骤:

[0081] 子步骤一,建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点。需要说明的是,本实施例仅以将当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点建立坐标系为例进行说明,并非对建立坐标系的具体限制,也可以选取其他位置作为坐标原点建立坐标系,将所述当前型材的零件截面设置在坐标系中,方便后续获取零件截面上点的坐标即可。

[0082] 子步骤二,选取所述零件截面的几何拐点作为离散点。需要说明的是,由于封闭多边形是由多条线组成,而线是由点连接而成的,本实施例中选取若干节点作为参考点,因为节点相比于封闭多边形各条边中的其他点而言,更能表征封闭多边形的边缘特征。由于所述零件截面的几何拐点并不连续,因此本实施例中将从封闭多边形各条边中选取的节点称之为离散点。

[0083] 子步骤三,对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。由于子步骤一中已经建立了坐标系,因此对照所述坐标系,可以很方便的获取到所述步骤二中所选取的离散点的坐标。然后根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

[0084] 步骤206,根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息。本实施例中所述步骤206根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息,具体可以通过以下方式来实现:

[0085] 首先,在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上的特征点坐标。本实施例中将型材模板中线上的点称之为特征点,因为型材模板中线上的点可以较好地表征型材模板的结构特征。如图7所示点p1~p10为离散点,点A、B、C、D、E为特征点,点A、B、C、D、E所在的线段为当前型材的中线。本实施例具体可以在几何模型处理库中直接抽取当前型材的CAD模型得到。

[0086] 其次,根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系。需要说明的是,各特征点之间的拓扑连接关系即特征点的相对位置信息,具体可以包括特征点之间的连接关系、相对距离及相对角度。本实施例中以图7特征点A、B、C、D、E的坐标来计算各特征点之间的拓扑连接关系,即特征点A、B、C、D、E的相对位置信息,如图7所示AB与BD垂直,CD与BD垂直,DE与BD垂直,用数学公式表示出来如下: $\vec{AB} \cdot \vec{BD} = 0, \vec{CD} \cdot \vec{BD} = 0, \vec{DE} \cdot \vec{BD} = 0$ 。

[0087] 再次,根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系。本实施例根据当前型材的特征点A、B、C、D、E的坐标,和当前型材的离散点p1~p10的坐标,来计算当前型材的特征点A、B、C、D、E与离散点p1~p10的拓扑连接关系,即计算当前型材的特征点A、B、C、D、E与离散点p1~p10的相对位置信息,具体包括当前

型材的特征点A、B、C、D、E与离散点p1~p10的连接关系、相对距离、相对角度等。

[0088] 最后,将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息。本实施例中将所述当前型材中线上的特征点A、B、C、D、E的坐标、特征点A、B、C、D、E之间的拓扑连接关系、特征点A、B、C、D、E与离散点p1~p10的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息。

[0089] 步骤207,将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型。

[0090] 本实施例中所述步骤207将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型,具体可以包括以下子步骤:

[0091] 子步骤一,调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则。需要说明的是,型材库中存储有多个不同型材类型的型材模板,每类型材模板都有对应的型材类型判断准则,如有工字形型材的型材类型判断准则、Z型材模板对应的型材类型判断准则、T型材模板对应的型材类型判断准则等。因为型材库中存储有型材模板信息,型材类型判断准则只是型材模板信息中的一种,具体来讲,是型材模板的类型信息中的一种,因此子步骤一先在型材库中调取型材库中存储的型材模板对应的型材类型判断准则。

[0092] 子步骤二,将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配。需要说明的是,当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系,即当前型材的各特征点之间的相对位置信息,由于当前型材的特征点最能代表当前型材的结构特征,而型材类型判断准则同样是型材模板的各特征点之间的拓扑连接关系,因此可以将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配。

[0093] 子步骤三,当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。本实施例中当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系 $\begin{matrix} \rightarrow^* \\ AB \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ BD \end{matrix} = 0, \begin{matrix} \rightarrow^* \\ CD \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ BD \end{matrix} = 0, \begin{matrix} \rightarrow^* \\ DE \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ BD \end{matrix} = 0$

与J型材模板的型材类型判断准则 $\begin{matrix} \rightarrow^* \\ MN \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ NP \end{matrix} = 0, \begin{matrix} \rightarrow^* \\ OP \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ NP \end{matrix} = 0, \begin{matrix} \rightarrow^* \\ PQ \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow \\ NP \end{matrix} = 0$ 一致,说明本实施例图7所示的当前型材与J型材模板具有相同的结构特征,换句话说,即本实施例图7所示的当前型材的型材类型与J型材模板的型材类型相同,此时将J型材模板的型材类型确定为本实施例图7所示的当前型材的型材类型,即本实施例中图7所示的当前型材的型材类型为J型材。需要说明的是,在本发明的一种可选实施例中,如果在型材库中没有与当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系一致的型材类型判断准则,说明型材库中所存储的型材模板的型材类型与当前型材的型材类型都不同,此时可以将当前型材确定为新的型材类型,并将当前型材作为新的型材模板,将当前型材的型材类型、当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系、当前型材的离散点和特征点之间的拓扑连接关系等与当前型材相关的信息存储在型材库中,具体可以参照前述步骤201中的相关内容将当前型材作为新的型材模板存储在型材库中,这样型材库也得到了更新,型材库可以不断完善。需要说明的是,如果在型材库中没有与当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系一致的型材类型判断准则,也可以采取其他方法判断当前型材的型材类型,本实施例对此不做限制。

[0094] 步骤208,将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,

根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息。

[0095] 本实施例中所述步骤208将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息,具体可以包括以下步骤:

[0096] S1,在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息。需要说明的是,由于型材库中存储有多个不同型材类型的型材模板,每类型材模板都有对应的型材模板信息,型材模板的特征信息只是型材模板信息中的一种,因此需要先型材库中调取与当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息。本实施例前述步骤207中确定了图7所示的当前型材的型材类型为J型材,因此本实施例中调取J型材模板的特征信息,J型材模板的特征信息可以参见前述步骤201的相关说明,本实施例在此不做赘述。

[0097] S2,从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式。本实施例中可以将表1所示的J型材的参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式。

[0098] S3,将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值。本实施例中可以对照图5所示的J型材模板的特征参数示意图,将当前型材的离散点离散点 $p_1 \sim p_{10}$ 的坐标和特征点A、B、C、D、E的坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中。需要说明的是,当前型材的特征点A、B、C、D、E对应J型材模板的特征点M、N、O、P、Q;当前型材的离散点 $p_1 \sim p_{10}$ 对应J型材模板的参考点 $y_1 \sim y_{10}$ 。本实施例中将当前型材的离散点离散点 $p_1 \sim p_{10}$ 的坐标和特征点A、B、C、D、E的坐标对应地代入当前型材的特征参数表达式中,将计算结果确定为当前型材的特征参数值。

[0099] S4,将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。本实施例中将前述当前型材的特征参数表达式和计算得到的当前型材的特征参数值确定为当前型材的特征参数信息。

[0100] 需要说明的是,在本发明的一种可选实施例中,所述步骤S2从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,还包括以下步骤:

[0101] S5,将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对。

[0102] S6,当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息。需要说明的是,当本实施例图7所示的当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,说明当前型材模板的特征点与离散点之间的相对位置关系与型材模板的特征点与参考点之间的相对位置完全一致,此时通过步骤S2、S3计算得到的当前型材的特征参数值,与J型材的特征参数值完全相同,因此无需再执行步骤S2、S3计算当前型材的特征参数值了,直接将J型材的特征参数值确定为当前型材的特征参数值,也可以将J型材的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息,因为此时当前型材的特征信息与J型材的特征信息同样一致。

[0103] S7,当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特

征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,执行从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式的步骤。需要说明的是,如果当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,说明当前型材虽然与J型材具有相同的型材类型,即当前型材的特征点的相对位置与J型材特征点的相对位置一致,但是当前型材的特征点与离散点之间的相对位置关系与J型材的特征点与参考点之间的相对位置关系并非完全相同,因此不能直接将J型材的特征参数值作为当前型材的特征参数值,但是当前型材的特征参数表达式仍然与J型材的特征参数表达式一致,因此这种情况下可以继续执行上述步骤S2、S3、S4。需要说明的是,本可选实施例当所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,直接将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息,可以简化对当前型材进行特征参数提取的步骤,节省了对当前型材进行特征识别的时间,从而提高了飞机结构型材的识别效率。

[0104] 步骤209,将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。需要说明的是,特征参数信息至少包括特征参数名称及其对应的特征参数值。本实施例中将图7所述的当前型材的型材类型J型材和对应的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息,然后将所述当前型材的识别信息进行输出。至于所述当前型材的识别信息的具体输出方式,本实施例不做限制,可以采取合适的方式输出当前型材的识别信息。

[0105] 本实施例可以实现飞机CAD模型结构与型材库中的型材模板自动对应和参数提取,为有限元网格自动赋予特性参数。通过本实施例可以有效减少工程师手工操作的工作量,同时大大的提升工作效率和精度。本实施例实现了一种高效的飞机结构型材的自动识别的技术方案,从而减少工程师人工识别的繁琐操作,提高了飞机结构型材的工作效率和精度,而且降低错误概率。需要进一步说明的是,本实施例通过抽取当前型材的中线信息,即当前型材的中线及其中线上节点之间的连接关系、相对距离、相对角度可以将当前型材与型材库中的型材进行特征匹配,进而获取型材具体部位的特征参数信息。由于本实施例在对当前型材进行识别时采用的是相对关系,比如相对距离,相对角度等,从而使本实施例同样适用于三维旋转和平移后的型材CAD模型,具有很好的鲁棒性,进而大大提升了飞机结构型材的识别效率。

[0106] 对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

[0107] 实施例三:

[0108] 在上述实施例的基础上,本实施例还公开了一种飞机结构型材的识别装置。

[0109] 参照图8,示出了本发明实施例一种飞机结构型材的识别装置的结构框图,本实施例具体可以包括:坐标获取模块801、中线抽取模块802、类型匹配模块803、特征匹配模块804和输出模块805,其中:

[0110] 坐标获取模块801,用于获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系。

[0111] 中线抽取模块802,用于根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系抽取当前型材的中线信息。本实施例中所述中线抽取模块802根据所述坐标获取模块801获取到的当前型材的零件截面边界上的离散点坐标抽取当前型材的中线信息。

[0112] 类型匹配模块803,用于将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型。本实施例中所述类型匹配模块803将所述中线抽取模块802抽取到的当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型。

[0113] 特征匹配模块804,用于将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息。本实施例中所述特征匹配模块804将所述类型匹配模块803确定的当前型材的型材类型,与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息。

[0114] 输出模块805,用于将所述当前型材的型材类型和所述当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。本实施例中所述输出模块805将所述类型匹配模块803确定的当前型材的型材类型和所述特征匹配模块804确定的当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。

[0115] 本实施例提供的飞机结构型材的识别装置首先通过坐标获取模块801获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系;其次中线抽取模块802根据所述坐标获取模块801获取到的当前型材的零件截面边界上的离散点坐标抽取当前型材的中线信息;然后类型匹配模块803将所述中线抽取模块802抽取到的当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配,根据所述类型匹配结果确定当前型材的型材类型;接着特征匹配模块804将所述类型匹配模块803确定的当前型材的型材类型,与型材库中的型材模板信息进行特征匹配,根据所述特征匹配结果确定当前型材的特征参数信息;最后输出模块805将所述类型匹配模块803确定的当前型材的型材类型和所述特征匹配模块804确定的当前型材的特征参数信息作为所述当前型材的识别信息进行输出。本实施例提供的飞机结构型材的识别装置通过类型匹配模块将所述当前型材的中线信息与型材库中的型材模板信息进行类型匹配的方式来实现对当前型材的型材类型的自动识别,通过特征匹配模块将所述当前型材的型材类型与型材库中的型材模板信息进行特征匹配的方式来实现对当前型材的特征参数的自动提取,简化了识别型材类型和提取特征参数的步骤,有效减少了工程师手工操作的工作量,从而节省了型材的识别时间,大大提升了飞机结构型材的识别效率和精度。并且减少人工参与可以降低飞机结构型材识别的错误率,从而提高了飞机结构型材识别准确率。

[0116] 在本发明的如图9所示的一种可选实施例中,所述飞机结构型材的识别装置还包括:截面获取单元806,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,通过切面切取飞机CAD模型,得到飞机结构切面;将所述飞机结构切面上线段首尾相连所形成的封闭多边形作为零件截面;从所述零件截面中选取一个或多个作为当前型材的零件截面。

[0117] 在本发明的一种可选实施例中,所述坐标获取模块具体可以包括:坐标系建立子模块,用于建立坐标系,所述坐标系以所述当前型材的零件截面对应的封闭多边形的中心为坐标原点;离散点选取子模块,用于选取所述零件截面的几何拐点作为离散点;离散点获

取子模块,用于对照所述坐标系,获取所述离散点的坐标,并根据所述离散点的坐标计算所述各离散点之间的拓扑连接关系。

[0118] 在本发明的一种可选实施例中,所述中线抽取模块具体可以包括:特征点获取子模块,用于在几何模型处理库中根据所述离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系获取当前型材中线上的特征点坐标;第一计算子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系;第二计算子模块,用于根据所述离散点坐标和所述特征点坐标,计算当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系;中线信息子模块,用于将所述当前型材中线上的特征点坐标、各特征点之间的拓扑连接关系、特征点与离散点之间的拓扑连接关系作为当前型材的中线信息。

[0119] 在本发明的如图9所示的一种可选实施例中,所述飞机结构型材的识别装置还包括:型材库建立模块807,用于所述坐标获取模块获取当前型材的零件截面边界上的离散点坐标及各离散点之间的拓扑连接关系之前,建立型材库,所述型材库中存储有型材模板信息。

[0120] 在本发明的一种可选实施例中,所述型材模板信息包括:型材模板的类型信息;所述型材库建立模块包括:型材模板选取子模块,用于选取具有不同型材类型的飞机结构型材作为型材模板;参考点子模块,用于在所述型材模板上选取节点作为参考点,并采集所述参考点坐标;特征点子模块,用于在几何模型处理库中根据所述参考点坐标抽取所述型材模板中线上的特征点坐标;判断准则子模块,用于根据各特征点坐标计算各特征点之间的拓扑连接关系,并将所述各特征点之间的拓扑连接关系作为所述型材模板对应的型材类型判断准则;存储子模块,用于将所述型材模板、型材模板对应的型材类型、型材模板对应的型材类型判断准则作为型材模板的类型信息并存储在所述型材库中。

[0121] 在本发明的一种可选实施例中,所述类型匹配模块包括:判断准则调取子模块,用于调取型材库中型材模板对应的型材类型判断准则;类型匹配子模块,用于将所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则进行匹配;型材类型确定子模块,用于当所述当前型材的各特征点之间的拓扑连接关系与所述型材类型判断准则一致时,将所述型材类型判断准则对应的型材类型确定为所述当前型材的型材类型。

[0122] 在本发明的一种可选实施例中,所述型材模板信息还包括:型材模板的特征信息;所述型材库建立模块还包括:拓扑子模块,用于根据所述参考点坐标和所述特征点坐标,计算所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系;表达式子模块,用于根据所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系列出所述型材模板的特征参数表达式,所述特征参数表达式由所述参考点和所述特征点组成;参数值子模块,用于将所述参考点坐标和所述特征点坐标代入所述特征参数表达式进行计算,所得结果作为所述型材模板的特征参数值;所述存储子模块,还用于将所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系、所述型材模板的特征参数表达式和所述型材模板的特征参数值作为所述型材模板的特征信息,并将所述型材模板的特征信息以所述型材模板的型材类型为索引存储在所述型材库中。

[0123] 在本发明的一种可选实施例中,所述特征匹配模块包括:特征信息调取子模块,用于在所述型材库中调取与所述当前型材的型材类型一致的型材模板的特征信息;表达式子模块,用于从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当

前型材的特征参数表达式;参数计算子模块,用于将所述当前型材的离散点坐标和所述当前型材的特征点坐标代入所述当前型材的特征参数表达式中,计算所述当前型材的特征参数值;参数确定子模块,用于将所述当前型材的特征参数表达式和所述当前型材的特征参数值确定为所述当前型材的特征参数信息。

[0124] 在本发明的一种可选实施例中,所述特征匹配模块还包括:比对子模块,用于所述表达式子模块从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式之前,将所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征信息中的所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系进行比对;所述参数确定子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对一致时,将所述型材模板的特征信息作为所述当前型材的特征参数信息;所述表达式子模块,还用于当所述比对子模块的比对结果显示所述当前型材的特征点与离散点之间的拓扑连接关系与所述型材模板的特征点与参考点之间的拓扑连接关系比对不一致时,从所述型材模板的特征信息中获取对应的型材模板的特征参数表达式,作为当前型材的特征参数表达式。

[0125] 对于装置实施例而言,由于其与方法实施例基本相似,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0126] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0127] 本发明可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本发明,在这些分布式计算环境中,通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0128] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0129] 以上对本发明所提供的飞机结构型材的识别方法和装置,进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

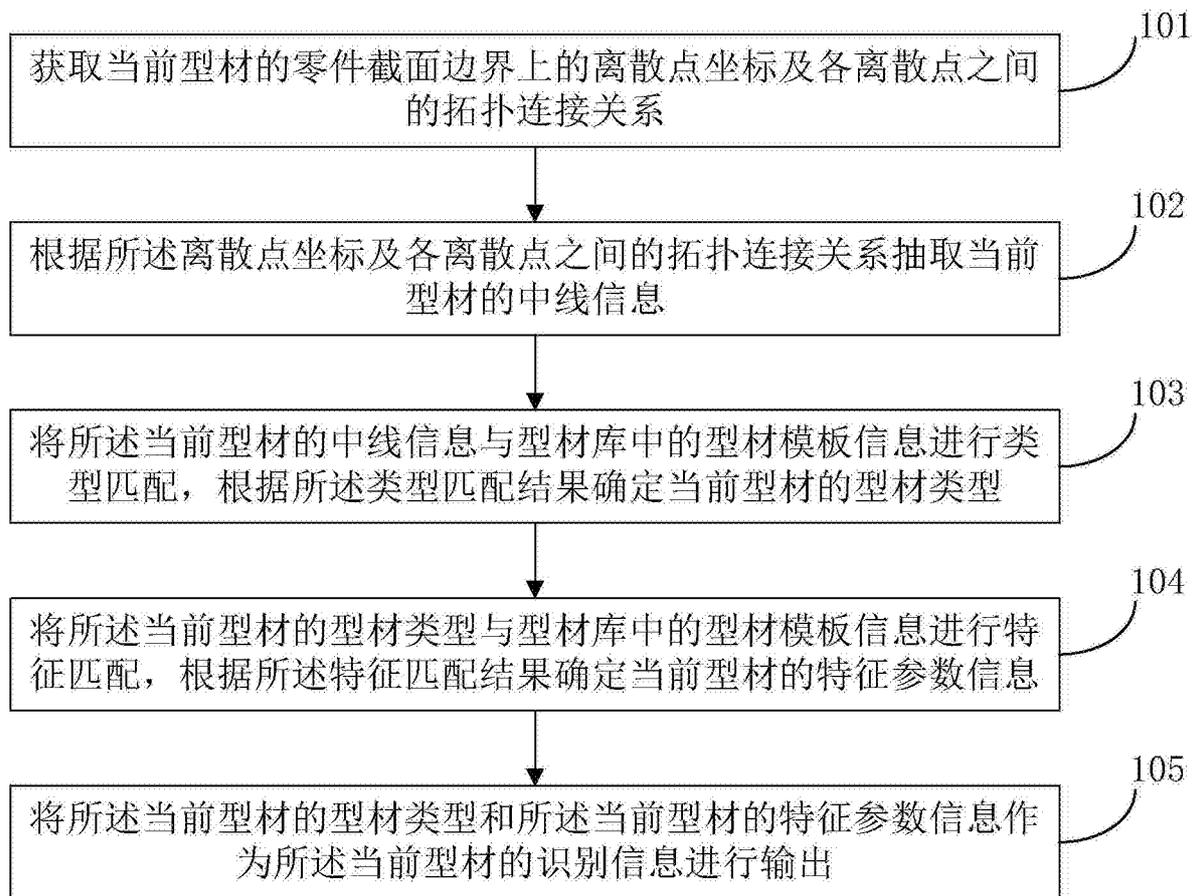


图1

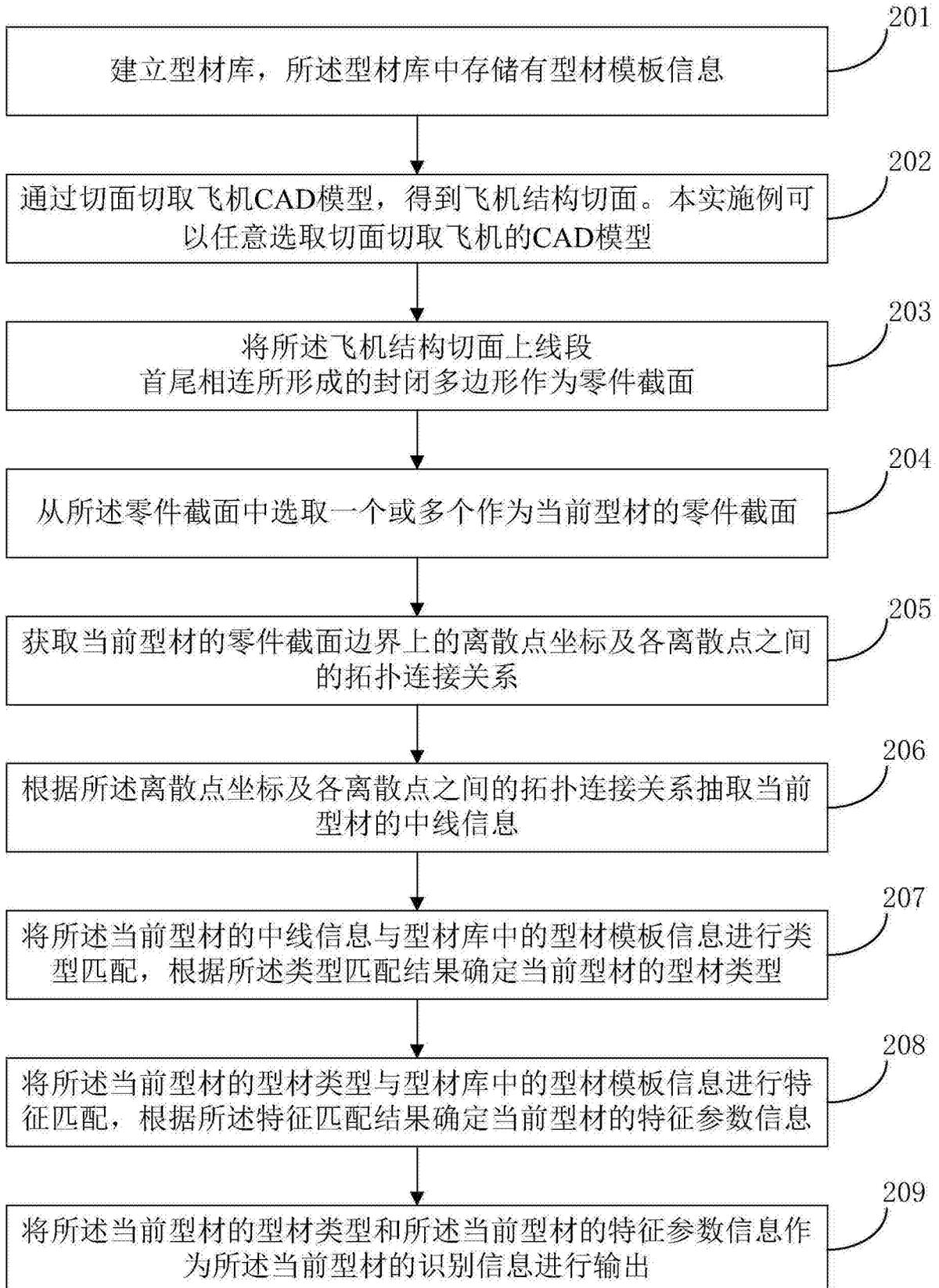


图2

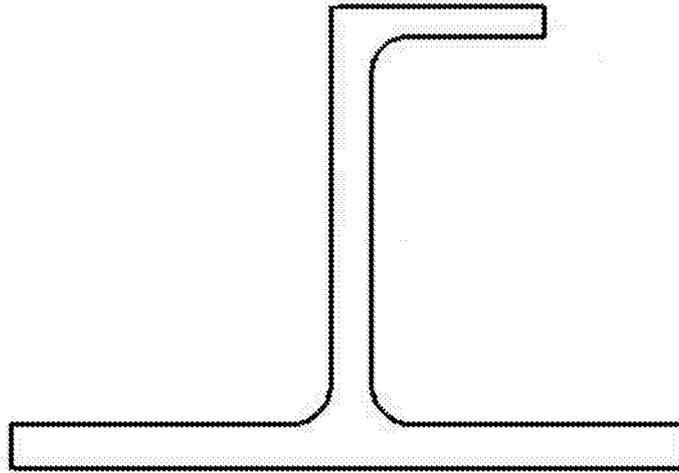


图3

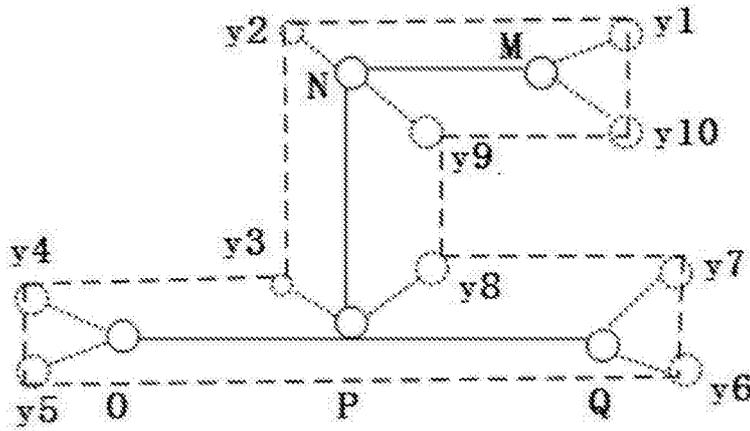


图4

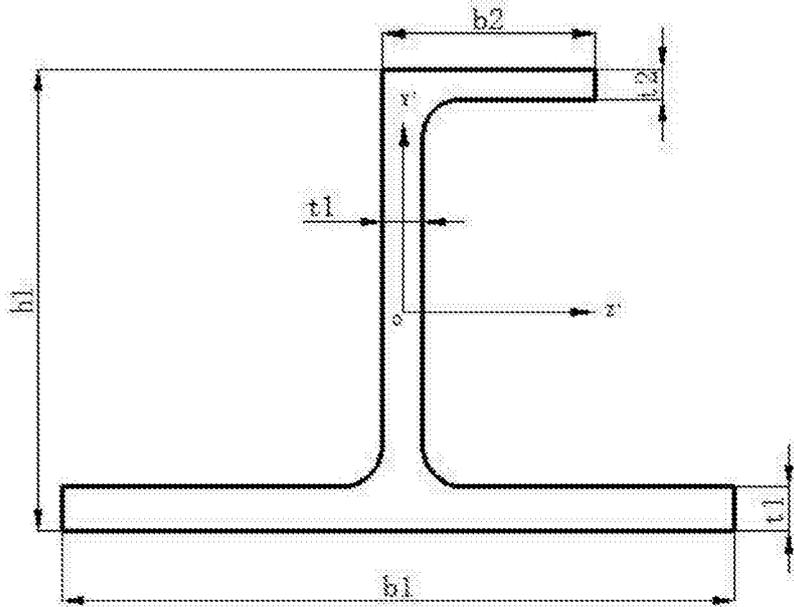


图5

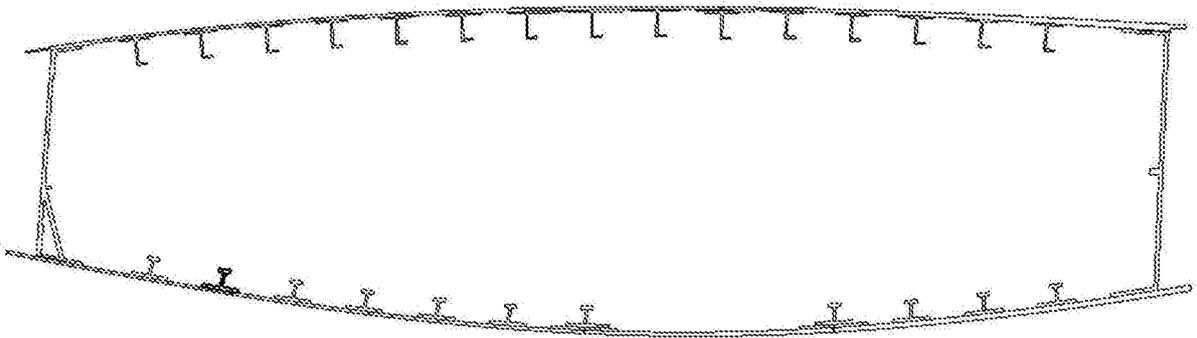


图6

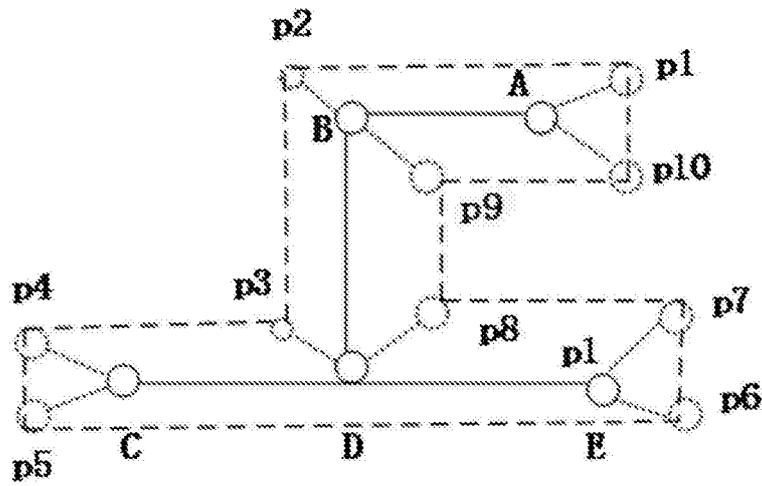


图7



图8

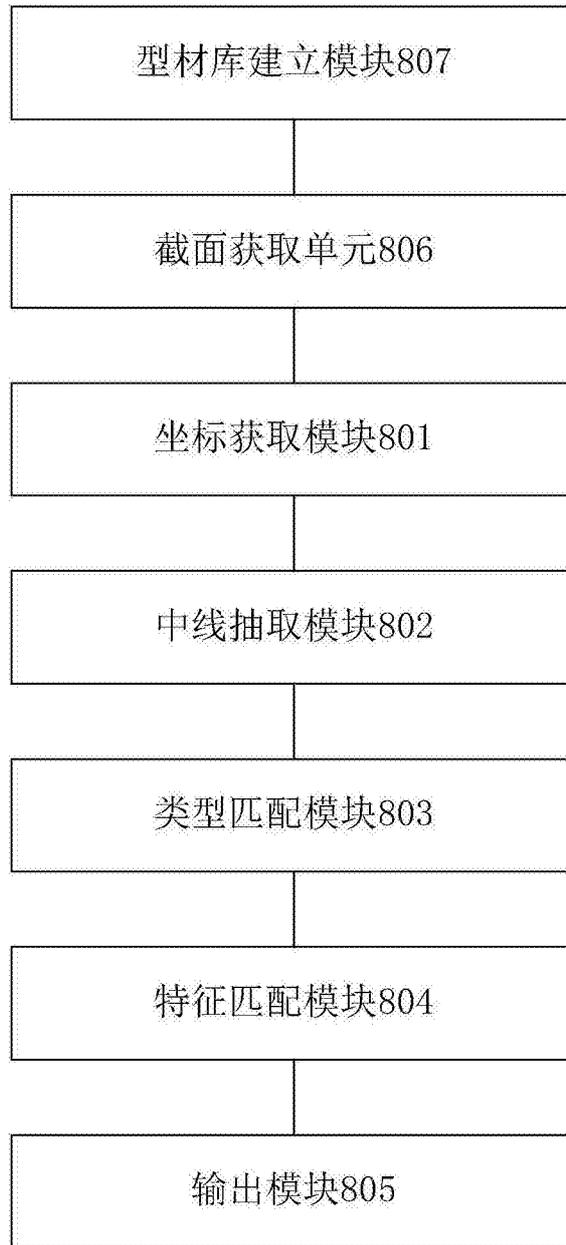


图9