

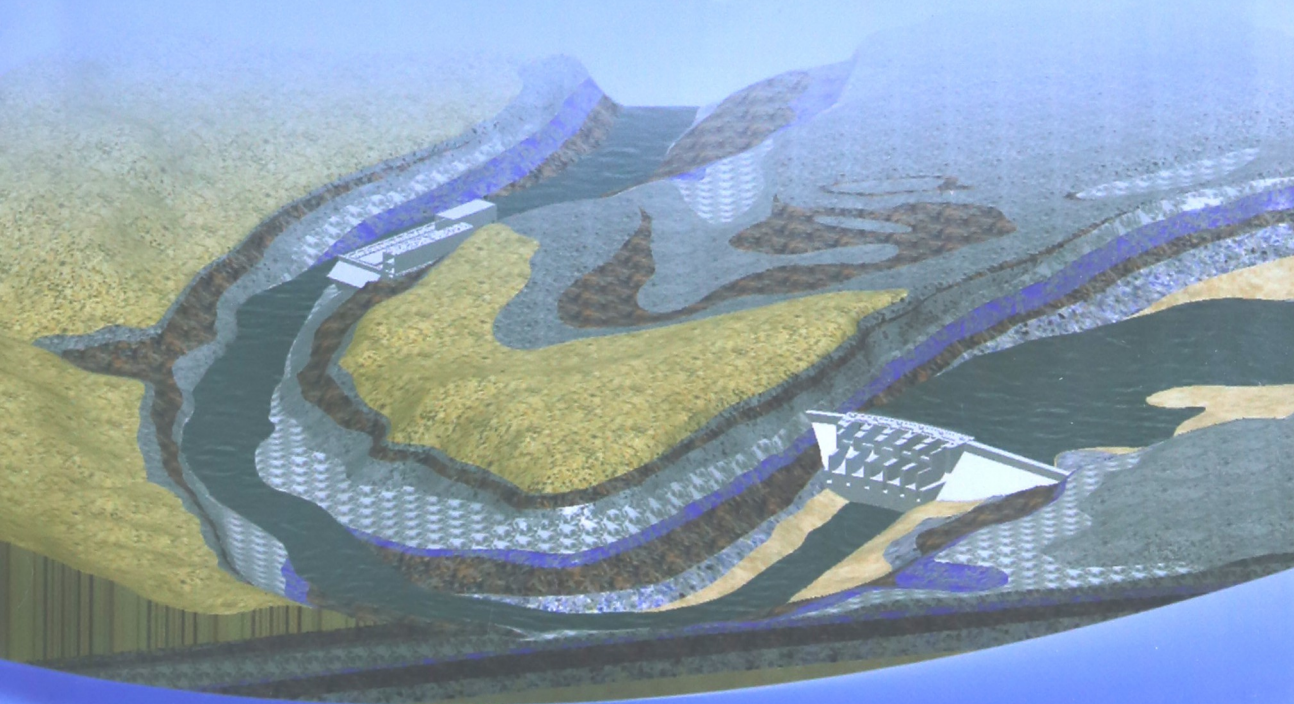
基于CATIA V5的



三维地质建模 应用教程

*Jiyu CATIA V5 de Sanwei Dizhi
Jianmo Yingyong Jiaocheng*

韩 旭 冯明权 等 编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

基于 CATIA V5 的三维地质建模应用教程

JIYU CATIA V5 DE SANWEI DIZHI JIANGMO YINGYONG JIAOCHENG

韩旭 冯明权 向能武 杨汉良
苏小宁 徐俊 马丹璇 雷世兵 编著
邓争荣 殷先松 李小龙 罗仁辉



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

基于 CATIA V5 的三维地质建模应用教程/韩旭等编著. —武汉:中国地质大学出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5625 - 3527 - 0

I. ①基…

II. ①韩…

III. ①三维-地质模型-计算机辅助设计-应用软件-教材

IV. ①P628 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 213861 号

基于 CATIA V5 的三维地质建模应用教程

韩旭 冯明权 向能武 杨汉良
苏小宁 徐俊 马丹璇 雷世兵 编著
邓争荣 殷先松 李小龙 罗仁辉

责任编辑:舒立霞 陈琪 选题策划:陈琪 责任校对:代莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区青菱路 300 号) 邮政编码:430074

电 话:(027)67883511 传真:67883580 E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店 http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16 字数:270 千字 印张:10.5

版次:2014 年 9 月第 1 版 印次:2014 年 9 月第 1 次印刷

印刷:武汉中远印务有限公司 印数:1—1 300 册

ISBN 978 - 7 - 5625 - 3527 - 0 定价:55.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

近年来,随着三维可视化技术的发展,基于地质体三维重构与可视化表达分析的三维地质建模技术也日趋发展成熟,三维可视化地质模型正逐步替代传统的平剖面图纸,将地质行业由平面带入三维时代。

目前,国内外流行的三维设计软件很多,如 CATIA、3ds max、Inventor、Maya、CINEMA 4D、LightWave 3D 等。其中,CATIA 是法国 Dassault Systems 公司旗下的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位,广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子电器、消费品等行业,其产品以幻影 2000 和阵风战斗机最为著名。

2003 年,加拿大 QUEBEC 电力公司首次将 CATIA 软件应用于水利水电行业地质重构、大坝设计、厂房设计和机电设备安装等专业。2006 年,CATIA 三维设计软件被引入我国水利水电行业,目前,该软件凭借其强大的功能,在国内水利水电行业内得到了广泛的应用。

相对于水电行业的其他专业,由于地质信息的不可见性、不规则性以及数据量庞大等特点,使得三维地质建模成为水电行业三维设计的主要难点,建模的过程相对较复杂,普及起来也比较困难。

CATIA 软件不仅具有强大的曲面建模功能,而且支持多种语言进行二次开发,如 VB、C++、CAA 等。通过二次开发,不仅可以实现复杂地质体的三维可视化地质建模,而且可以通过 CATIA 自身的渲染、材料应用、剖切及虚拟漫游等功能,真实地展示地质模型的三维效果,帮助工程技术人员更加直观地了解 and 查询工程区域的地形地质信息,从而提高工程设计的效率以及后期施工的服务水平。

为顺应水电行业三维设计的发展趋势,向本行业地质从业人员普及三维地质建模技术,我们结合地质专业的需求,针对地质建模的特点及难点编撰了此书。

本书基于 CATIA 软件,结合地质专业进行二次开发,编写了三维地质建模教程。本书总共分为 10 章,对软件的概况、软件及地质工具的安装方法、软件的工作界面及基本操作、地质建模常用模块、地质建模的流程及思路、地质数据的整理

及导入、地质模型的创建过程、三维到二维的参数化输出、地质模型的渲染及虚拟漫游,以及模型的应用等方面进行了系统和详细的介绍。

本书主要有如下几个主要特点。

(1)章节的安排次序采用由浅入深、循序渐进的原则。

(2)在内容安排上,书中结合大量的实例,对地质建模过程中所涉及到的 CATIA V5 软件各个模块中一些抽象的概念、命令和功能进行介绍,通俗易懂。

(3)在编写方式上,本书紧贴 CATIA V5 中文版的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、按钮等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习,提高学习效率。

(4)在专业应用上,本书从地质的建模流程入手,逐步引导读者系统地掌握软件和地质建模的各种技能。

(5)本书针对地质建模的特点及难点,进行了二次开发,并对所开发软件的安装及操作使用进行了详细的介绍:如开发了三维地质建模平台,可大大简化入门及建模的难度;开发了地质数据库以及数据库与 CATIA 的接口软件,可显著提高建模的效率;开发了模型的剖切软件,可由地质模型快速地切割及输出标准化二维地质剖面;开发了 CATIA 软件与岩土数值分析软件的接口,可将 CATIA 地质模型导入 FLAC3D 软件,进行岩土工程数值分析计算;等等。

(6)本书结构严谨,内容翔实,步骤明确,专业性强,可以作为地质专业工程技术人员快速地理解和掌握 CATIA 基本功能及地质建模技术的专业指导用书。

感谢郭麒麟、孙云志、石林等领导对三维项目的关心和支持。

感谢中南大学乔世范老师、蔡旭晖老师为本书编写提供的帮助。

感谢参与本书编写以及为本书编写提供过帮助的所有同事。

由于编者水平有限,或学习深度不够,书中难免有疏漏之处,敬请读者批评指正。

编著者

2014 年 5 月

目 录

1 CATIA 简介	(1)
1.1 CATIA 概况	(1)
1.2 三维地质建模常用模块及地质工具介绍	(1)
1.2.1 常用模块	(1)
1.2.2 地质工具	(2)
2 CATIA 软件及地质工具的安装方法	(4)
2.1 CATIA V5 的安装方法	(4)
2.2 地质工具的安装方法	(12)
2.3 三维地质建模集成平台的安装方法	(14)
3 CATIA 的工作界面与基本操作	(15)
3.1 工作界面	(15)
3.1.1 标题栏	(15)
3.1.2 菜单栏	(16)
3.1.3 通用工具栏	(18)
3.1.4 特征树	(20)
3.1.5 指南针	(20)
3.1.6 命令提示栏	(20)
3.2 基本操作	(20)
3.2.1 文件管理	(20)
3.2.2 鼠标	(22)
3.2.3 指南针	(22)
3.2.4 特征树	(23)
3.3 三维地质建模集成平台	(24)
3.3.1 主界面	(24)
3.3.2 主要工具栏介绍	(24)
4 CATIA 三维地质建模的思路及流程	(27)
4.1 三维地质建模的思路	(27)

4.2	三维地质建模的流程	(27)
4.2.1	地形模型的建立流程	(27)
4.2.2	地质模型的建立流程	(28)
5	地质数据的整理及导入	(29)
5.1	地形数据	(29)
5.1.1	地形数据清理	(29)
5.1.2	地形数据的提取	(30)
5.1.3	地形数据的导入	(31)
5.2	勘探数据	(33)
5.2.1	钻孔数据格式	(33)
5.2.2	钻孔数据导入	(34)
5.3	工程地质图	(36)
5.3.1	图层清理	(36)
5.3.2	图件导入	(36)
5.4	工程地质剖面图	(37)
5.4.1	图层清理	(37)
5.4.2	剖面线导入	(37)
5.4.3	直线剖面导入	(38)
5.4.4	折线剖面导入	(40)
5.5	地质数据库钻孔数据的导入	(43)
5.5.1	钻孔数据导入	(43)
5.5.2	虚拟钻孔数据导入	(43)
6	地形建模	(46)
6.1	点云的处理	(46)
6.1.1	合并点云	(46)
6.1.2	过滤点云	(46)
6.1.3	移除点云	(48)
6.1.4	激活点云	(49)
6.1.5	保护点云	(49)
6.2	创建地形网格面	(50)
6.3	网格面的处理	(51)
6.3.1	清理网格	(52)
6.3.2	修补空洞	(53)

6.3.3	删除网格	(54)
6.3.4	创建交互式三角网格	(55)
6.3.5	优化网格	(55)
6.3.6	抽稀网格	(57)
6.4	网格面转换为曲面	(58)
6.5	地形曲面模型的创建	(60)
6.5.1	导入建模边线	(60)
6.5.2	创建凸台	(61)
6.5.3	生成地形模型	(61)
6.5.4	将曲面转化为实体	(64)
6.6	地形网格面模型的创建	(65)
7	地质建模	(69)
7.1	覆盖层建模	(69)
7.1.1	建模基本方法与流程	(69)
7.1.2	导入覆盖层轮廓线	(70)
7.1.3	覆盖层顶面分割	(70)
7.1.4	覆盖层底面生成	(74)
7.1.5	覆盖层网格体模型的生成	(79)
7.1.6	覆盖层曲面体模型的生成	(82)
7.2	断层建模	(86)
7.2.1	断层引导线的生成	(86)
7.2.2	断层曲面的生成	(87)
7.2.3	封闭断层曲面	(89)
7.2.4	断层的切割	(91)
7.3	岩体建模	(92)
7.3.1	岩体分界线的生成	(92)
7.3.2	岩体界面的生成	(93)
7.3.3	岩体的切割	(96)
7.4	风化建模	(97)
7.4.1	分割基岩顶面	(98)
7.4.2	风化面的生成	(100)
7.5	溶洞建模	(105)
7.5.1	基本方法与流程	(105)
7.5.2	剖面数据导入	(105)

7.5.3	创建引导线	(105)
7.5.4	洞壁曲面生成	(107)
7.6	褶皱建模	(108)
7.7	标注	(111)
8	二维地质剖面的剖切	(114)
8.1	直线及折线剖面切割	(114)
8.1.1	文件格式转换	(114)
8.1.2	模型切割	(116)
8.1.3	剖面保存	(119)
8.1.4	曲面实体模型的剖面切割	(121)
8.2	弧线剖面	(122)
8.2.1	基本方法及流程	(122)
8.2.2	提取相交线	(122)
8.2.3	剖面展开	(123)
8.2.4	导出二维图件	(124)
8.3	平切图	(129)
8.4	基于二次开发工具的剖面切割	(130)
9	地质模型的渲染及虚拟漫游	(135)
9.1	地形渲染	(135)
9.2	材质渲染	(137)
9.3	虚拟漫游	(140)
10	地质模型的其他应用	(142)
10.1	地质模型的测量	(142)
10.1.1	测量距离	(142)
10.1.2	测量长度	(145)
10.1.3	测量面积	(145)
10.1.4	测量体积	(147)
10.2	土石方计算	(148)
10.3	钻孔取芯	(149)
10.4	快速生成等值线图	(152)
10.5	CATIA 与 FLAC3D 软件的对接	(154)

1

CATIA 简介

1.1 CATIA 概况

CATIA 是法国 Dassault Systems 公司旗下的 CAD/CAE/CAM 一体化软件。Dassault Systems 成立于 1981 年, CATIA 是英文 Computer Aided Three - Dimensional Interface Application 的缩写。

20 世纪 70 年代 Dassault Aviation 成为了该公司的第一个用户。Dassault Aviation 是世界著名的航空航天企业, 其产品以幻影 2000 和阵风战斗机最为著名。

从 1982 年到 1988 年, CATIA 相继发布了 1 版本、2 版本、3 版本, 并于 1993 年发布了功能强大的 4 版本, V5 版本的开发始于 1994 年。

CATIA V5 是美国 IBM/法国达索系统公司 DS 基于 Windows NT/2000 操作系统上开发的高端 CAD/CAM 软件, 作为 PLM 协同解决方案的一个重要组成部分, 它可以帮助制造厂商设计他们未来的产品, 并支持从项目前阶段、具体的设计、分析、模拟、组装到维护在内的全部工业设计流程。

CATIA 如今居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位, 广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子/电器、消费品行业。它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域, 其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术更是推动着企业竞争力和生产力的提高。

2003 年, 加拿大 QUEBEC 电力公司进行 Mercier 水电站设计时, 通过对各种三维设计软件的测试, 决定采用 CATIA 软件, 成功地将该软件应用于水利水电行业地质重构、大坝设计、厂房设计和机电设备安装等专业, 并建立起水电站三维设计的标准环境。

2006 年, 该软件被引入我国水利水电行业, 从 V5R19 版本开始增加地形地质建模功能。目前, 该软件凭借其强大的功能, 已成功应用于水利水电行业三维地质建模。

1.2 三维地质建模常用模块及地质工具介绍

1.2.1 常用模块

CATIA V5 应用于三维地质建模常用的模块主要有:【零件设计】(PDG)、【装配设计】(ASD)、【创成式外形设计】(GSD)、【数字外形编辑】(DSE)、【快速曲面重建】(QSR)、【造型雕刻】(Shape Sculptor)、【实时渲染】(Real Time Rendering)七个模块, 其功能介绍见表 1.2.1。

表 1.2.1 地质建模常用模块

图标	名称	功能
	零件设计 (PDG)	通过草图设计,确定实体的平面图形,再利用该模块提供的各种功能可以建立地形地质实体的初步模型。
	装配设计 (ASD)	在该模块下可以很方便地定义装配之间的约束关系,实现零件的自动定位,可加快装配件的设计进度,后续应用可利用此装配模型进行下一步的设计、分析、制造等。
	创成式外形设计 (GSD)	是曲面设计的主要模块,具有强大的曲面造型能力,可以建立和修改用于复杂外形设计所需的各种曲面。在该模块下可以实现地层及断层分界曲面的建立、地质实体的分割等功能。
	数字外形编辑 (DSE)	提供数字化数据的输入、清理、组合、截面生成、特征线提取、实时外形和指令分析等功能。地形点云数据的输入、分析检查、清理、修补、生成地形网格面、覆盖层底面网格的建立均可在该模块下完成。
	快速曲面重建 (QSR)	可以直接依据点云数据重建曲面,也可以将原有实体修改后通过数字化处理成点云数据利用 QSR 重建原有的曲面。在该模块下可以将地形网格面及覆盖层地面网格快速地转成曲面,实现曲面重构功能。
	造型雕刻 (Shape Sculptor)	提供了快速造型工具,可以从概念设计或现有的物理模型快速生成、编辑。在该模块下可以实现地质曲面的网格化、地形地质网格实体的布尔运算等功能。
	实时渲染 (Real Time Rendering)	通过图像或材质,以交互方式实时创建三维模型真实、动态的渲染和动画,创建和操作材料、光源以及环境。在该模块下可以实现利用卫星图片或航拍照片对三维地形进行实时渲染,以及对三维地质模型进行材质渲染等功能。

1.2.2 地质工具

根据三维地质建模的特点,达索系统公司在中国的合作伙伴——希盟泰克科技发展有限公司有针对性地进行了二次开发,解决了 CAD 地形图数据提取、平剖面图导入、钻孔数据导入等专业技术问题,为 CATIA 在三维地质建模方面的应用奠定了良好的基础。

(1)地形数据提取工具 DtoA:该工具可将 CAD 地形图等高线转换为点云数据,然后在 CATIA 平台 DSE 模块下导入,可利用该数据直接创建地形表面。

(2)平剖面图导入工具 CATIA_DEV:该工具可将 CAD 平面地质界线、剖面线及剖面地质界线等导入 CATIA,然后利用这些地质界线可以建立地层分界面。该工具界面如图 1.2.1 所示,命令见表 1.2.2。

(3)钻孔数据导入工具 :该工具提供按固定格式导入钻孔数据及坐标转换的功能。



图 1.2.1 地质工具菜单

表 1.2.2 地质工具命令

图标	功能	图标	功能
	剖面定位导入		检查导入线重点
	剖面定位点		导入平切图
	剖面导入		分类显示
	连线		

2

CATIA 软件及地质工具的安装方法

2.1 CATIA V5 的安装方法

本节以 CATIA V5R19 为例,介绍 CATIA V5 主程序和服务包的安装过程。安装步骤如下。

(1)以管理员身份登录。

(2)启动虚拟光驱,载入【CAT2-R19-WIN-1.ISO】压缩包,选择安装。

【说明】如果有安装光盘,可直接采用光驱进行安装。

(3)系统弹出如图 2.1.1 所示对话框,单击 **下一步 >** 按钮。

(4)系统弹出如图 2.1.2 所示对话框,单击 **下一步 >** 按钮。

【说明】可略过此步骤。如果用户已申请节点锁定许可密钥,可单击【导入节点锁许可证】按钮,输入节点锁许可密钥文件的位置。

(5)系统弹出如图 2.1.3 所示对话框,可以选择软件的安装路径,单击 **下一步 >** 按钮。



图 2.1.1 【欢迎】对话框

(6)系统弹出如图 2.1.4 所示对话框,确认创建目录,单击 **是(Y)** 按钮。

(7)系统弹出如图 2.1.5 所示对话框,输入安装标识字符,单击 **下一步 >** 按钮。

(8)系统弹出如图 2.1.6 所示对话框,选择环境位置,单击 **下一步 >** 按钮。

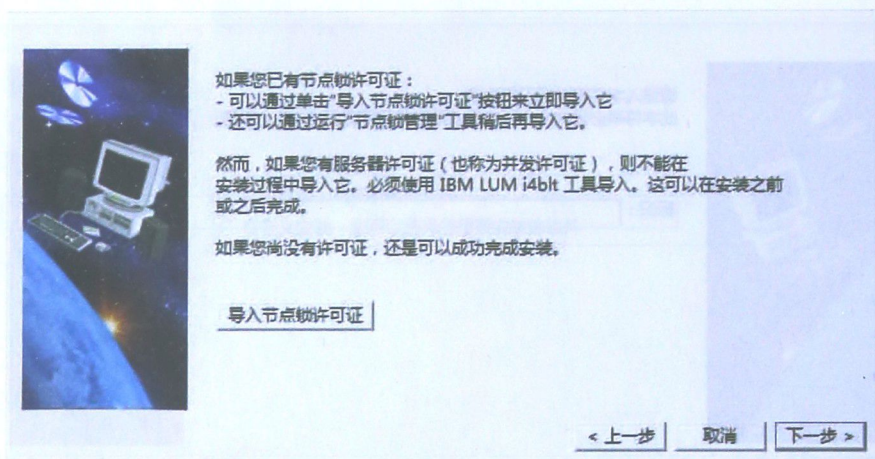


图 2.1.2 【许可证】对话框

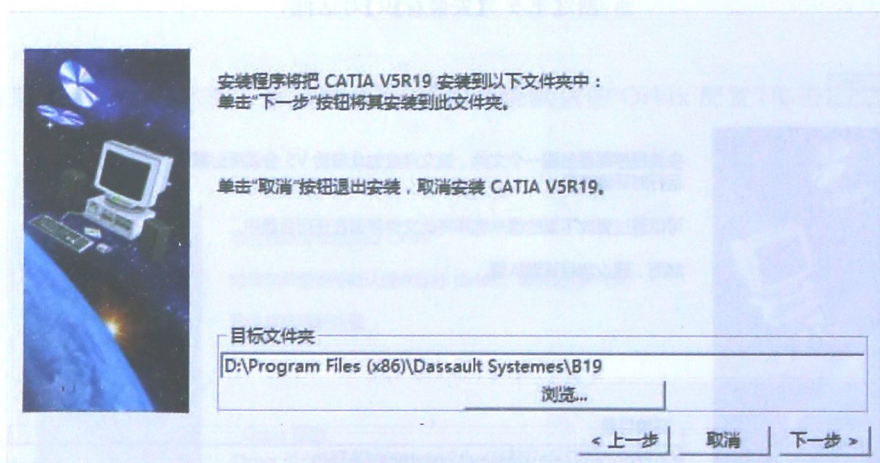


图 2.1.3 【安装路径】对话框

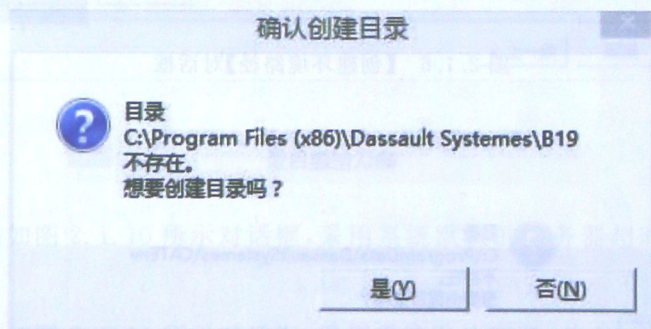


图 2.1.4 【确认创建目录】对话框

(9) 系统弹出如图 2.1.7 所示对话框，确认创建目录，单击 是(Y) 按钮。

(10) 系统弹出如图 2.1.8 所示对话框，采用系统默认的安装类型，单击 下一步 > 按钮。

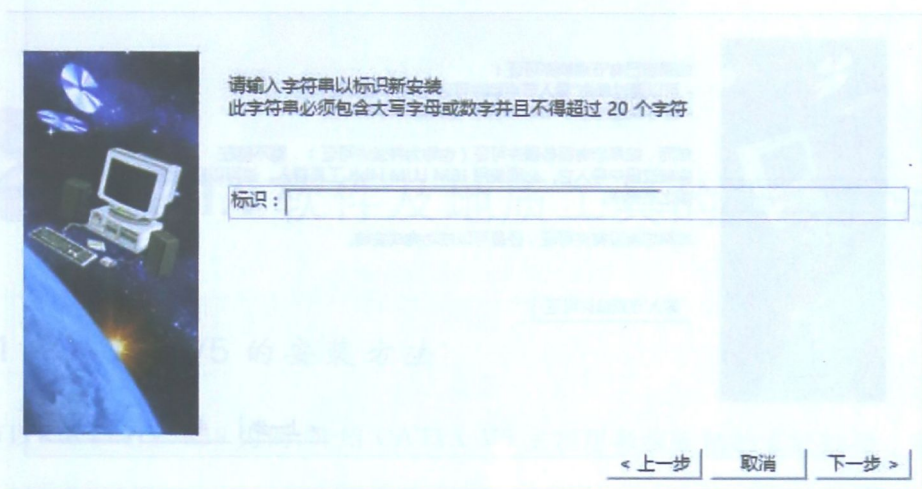


图 2.1.5 【安装标识】对话框

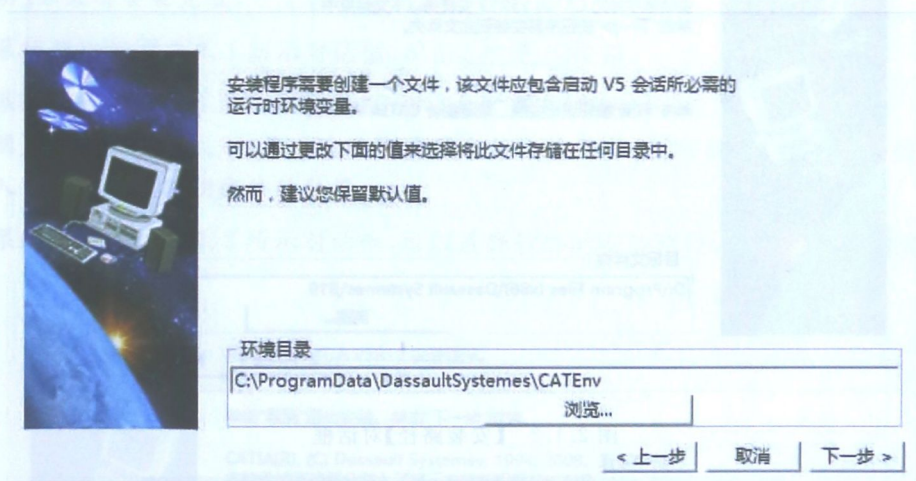


图 2.1.6 【创建环境路径】对话框

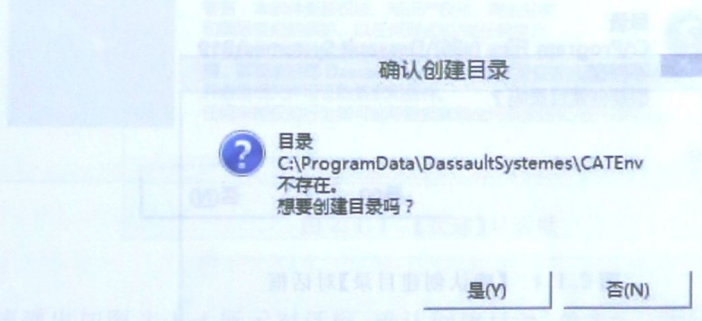


图 2.1.7 【确认创建目录】对话框

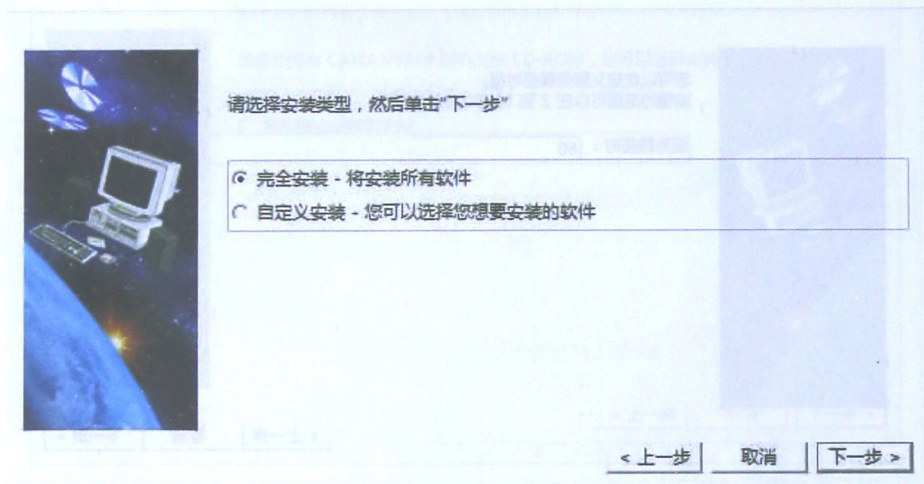


图 2.1.8 【选择安装类型】对话框

(11) 系统弹出如图 2.1.9 所示对话框, 采用系统默认的 Orbix 配置, 单击 **下一步 >** 按钮。

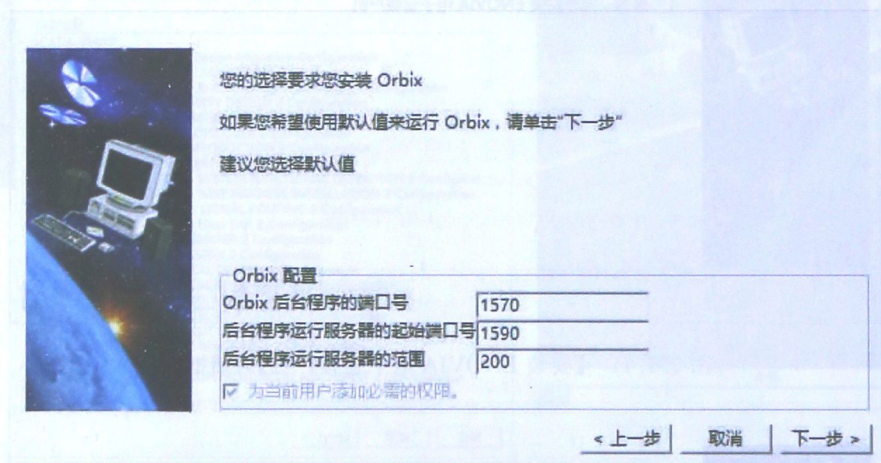


图 2.1.9 【选择 Orbix 配置】对话框

(12) 系统弹出如图 2.1.10 所示对话框, 采用系统默认的服务器超时配置, 单击 **下一步 >** 按钮。

(13) 系统弹出如图 2.1.11 所示对话框, 采用系统默认配置, 单击 **下一步 >** 按钮。

(14) 系统弹出如图 2.1.12 所示对话框, 可自定义创建快捷方式, 单击 **下一步 >** 按钮。

(15) 系统弹出如图 2.1.13 所示对话框, 采用系统默认配置, 单击 **下一步 >** 按钮。

(16) 系统弹出如图 2.1.14 所示对话框, 单击 **安装** 按钮, 此时 CATIA 主程序开始安装, 并显示如图 2.1.15 所示【安装进度】对话框。

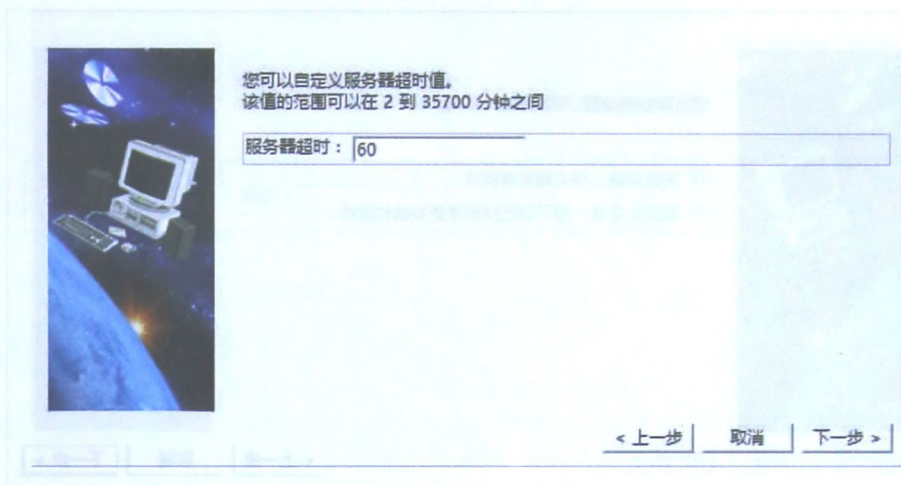


图 2.1.10 【自定义服务器超时值】对话框

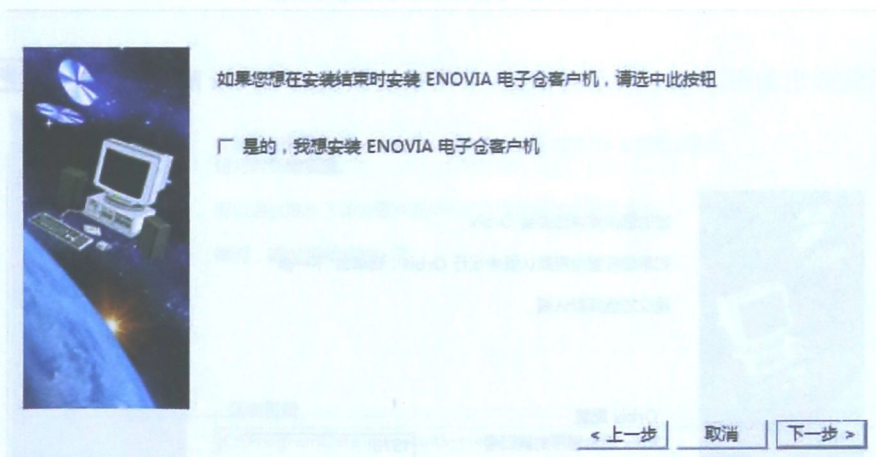


图 2.1.11 【安装 ENOVIA 电子仓客户机】对话框

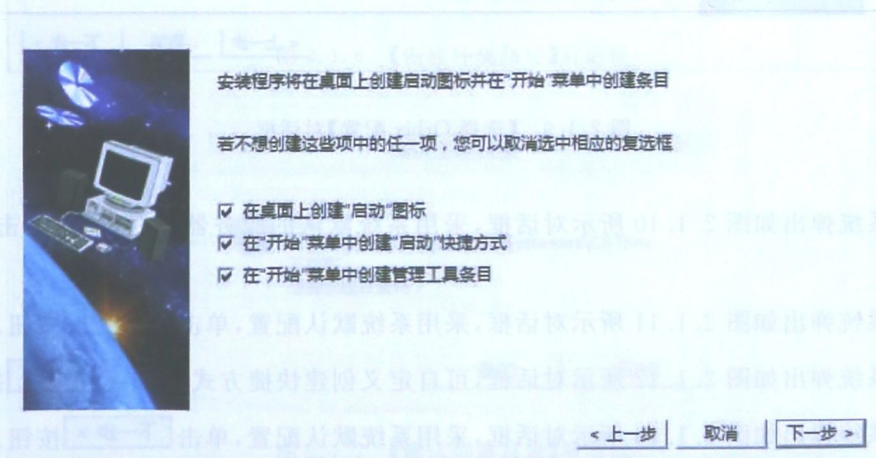


图 2.1.12 【创建快捷方式】对话框