

TUXING QUDONGSHI LUQIAO GONGCHENG CELIANG JISUAN

图形驱动式路桥工程 测量计算

黄 羚 杨腾峰 著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

图形驱动式路桥工程测量计算

黄 羚 杨腾峰 著

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

图形驱动式路桥工程测量计算是一款面向路桥工程测量计算领域的图形驱动式、高性能、集成化软件,涵盖了铁路、公路、地铁、隧道、桥涵等线路及其结构物的平面及三维施工测量控制计算、线路改线、导线近似平差计算、路基土方自动计量及隧道断面分析等众多领域。本书系统论述了图形驱动式路桥工程测量计算中各功能实现所涉及的有关应用基础知识、工程背景、计算原理、解题方法、实现步骤,以及面向工程实例的解题分析等,所举工程实例大多来源于现场工程实际,实用易学,深入浅出,可使读者系统掌握图形驱动式路桥工程测量计算这一高效实用的新技术。

本书可以作为项目总工、工程部长、测量主管、普通测量人员等广大路桥施工技术人员学习参考,也可作为路桥施工企业、大专院校相关专业路桥工程测量计算新技术的教学或培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

图形驱动式路桥工程测量计算/黄羚,杨腾峰著.

北京:中国铁道出版社,2008.9

ISBN 978-7-113-09143-9

I. 图… II. ①黄…②杨… III. ①道路工程-工程测量-应用软件
②道路工程-工程计算-应用软件 ③桥梁工程-工程测量-应用软件
④桥梁工程-工程计算-应用软件 IV. U4.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 13987 号

书 名:图形驱动式路桥工程测量计算

作 者:黄 羚 杨腾峰 著

责任编辑:许士杰 电话:(010)51873065 电子信箱:syxu99@163.com
封面设计:马 利
责任校对:张玉华
责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京市兴顺印刷厂

版 次:2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.25 字数:371千

印 数:0 001~3 000册

书 号:ISBN 978-7-113-09143-9/TU·959

定 价:30.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

随着我国铁路与公路等路桥工程建设事业的飞速发展,各种先进测量仪器设备及现代测绘方法被广泛采用并得到普及,路桥工程测量工作进入了崭新的数字化时代,能够借助计算机软件实现路桥工程测量计算与信息化管理是现代路桥工程测量技术的重要内容,也是现代路桥工程技术人员需要具备的基本职业技能。

图形驱动式路桥工程测量计算是一款面向路桥工程测量计算领域的图形驱动式、高性能、集成化软件。该系统采用了独特的面向功能图形对象的建模理论、图形环境及作图计算模式,以建模信息最小化为原则,有效地克服了现有数据驱动式软件固有的建模缺陷,计算方法与实现过程能够充分反映路桥工程测量计算的本质特征,使复杂多样的线路三维计算理论与方法转换成了易于学习和掌握的若干功能图形对象,通过形象直观的作图计算过程即可快捷实现有关路桥工程测量计算。本软件自 2004 年初推出第一版并得到认可以来,在广泛征求一线工程技术人员意见的基础上,不断改进完善系统。目前系统功能丰富,涵盖了铁路、公路、地铁、隧道、桥涵等线路及其结构物的平面及三维施工测量控制计算、线路改线、导线近似的平差计算、路基土方自动计量及隧道断面分析等众多领域,各计算功能得到了良好的考证,系统运行稳定可靠,表现出良好的使用性能和广泛的应用价值。

本书系统论述了图形驱动式路桥工程测量计算各功能实现所涉及的有关应用基础知识、工程背景、计算原理、解题方法和实现步骤,以及工程实例解题分析等,所举工程实例大多来源于现场工程实际,内容图表丰富,实用易学,深入浅出,可使读者系统掌握图形驱动式路桥工程测量计算新技术。本书可以作为项目总工、工程部长、测量主管、普通测量人员等广大路桥施工技术人员学习参考,也可作为路桥施工企业、大专院校相关专业用于现代路桥工程测量计算新技术的教学、培训教材。

全书共分 12 章,其中第 1 章至第 6 章由黄羚执笔,第 7 章至第 12 章由杨腾峰执笔。由于作者水平有限,且本书首次推出,书中的缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

值得提出的是,在本书写作过程中得到了石家庄铁道学院测绘系李志鹏、侯永会等老师的大力帮助和支持,还得到了中国铁道出版社的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

作 者

2008 年 6 月于石家庄

目 录

1 绪 论	1
1.1 概 述	1
1.2 系统特点	2
1.3 主要功能	3
1.4 发展历史	4
2 RBCCE 应用基础	5
2.1 RBCCE 的安装	5
2.2 RBCCE 的卸载	8
2.3 RBCCE 的系统界面	9
2.3.1 启动 RBCCE	9
2.3.2 RBCCE 界面组成	9
2.3.3 RBCCE 的工程文件	12
2.3.4 打开已有工程文件	13
2.3.5 保存 qlq 文件	13
2.3.6 另存 qlq 文件	13
2.4 功能图形对象	14
2.5 图表打印方法	17
2.6 软硬件环境要求	17
2.7 单位约定	17
3 平曲线计算与创建	18
3.1 概 述	18
3.2 单交点对称型平曲线	19
3.3 单交点非对称平曲线	22
3.4 双交点平曲线	23
3.5 对称型凸形曲线	26
3.6 S(C)型平曲线	28
3.7 三点圆曲线	31
3.8 复 曲 线	32
3.9 卵型曲线	36
3.10 回头曲线	37
4 线路平面中线的创建	40
4.1 概 述	40
4.2 交点坐标法	41

4.3	长度转向角法	47
4.4	积木法	50
4.5	强制转化法	57
5	线路平面放样计算	59
5.1	概 述	59
5.2	控制点对象的创建与功能	59
5.2.1	利用控制点对象实现极坐标放样计算	61
5.3	利用线路中线实现平面放样计算	62
5.3.1	线路中、边桩坐标的批量计算	63
5.3.2	已知桩号、平距和偏角计算边桩点位坐标	67
5.3.3	已知点位坐标反算中桩桩号和平距	69
5.3.4	桥梁锥坡放样计算	71
5.3.5	涵洞锥坡放样计算	74
5.3.6	偏角法放样数据的计算	75
5.3.7	切线支距法放样数据计算	76
5.3.8	路段截取	77
5.3.9	线路中线断链处理	77
5.3.10	线路中线偏移	80
5.4	桩线对象的创建与专业功能	84
5.4.1	指引线法创建桩线对象	85
5.4.2	将桩线桩号修改为设计桩号	85
5.4.3	创建指定桩号、长度和偏角的桩线对象	86
5.4.4	利用桩线对象计算中、边桩坐标与中桩切线方位	87
5.4.5	等间距的连续桩线创建	87
5.4.6	平曲线及线元信息查询	90
5.4.7	弦线长、弦线支距的计算	92
5.4.8	计算直线与线路中线交点坐标与桩号	94
5.4.9	计算直线与线路平行线交点坐标	96
5.4.10	多排桥桩坐标计算	96
5.4.11	单排桥桩坐标计算	99
5.4.12	斜交(正交)桥涵轮廓特征点坐标计算	101
5.5	结构定位法实现桥涵结构物坐标计算	103
5.6	利用自定义平面结构实现桥涵结构物坐标计算	106
5.7	参数化墩台平面特征点坐标计算	111
6	线路改线计算	123
6.1	概 述	123
6.2	指示线法实现平曲线计算	123
6.3	四点坐标法实现平曲线计算	126
6.4	曲线中央变距计算	127

6.5 曲线切线平移计算	127
7 典型工程实例计算分析	133
7.1 某高速公路互通立交匝道	133
7.1.1 设计资料	133
7.1.2 中边桩坐标计算	135
7.2 某立交桥特征点坐标计算	139
8 导线近近平差	152
8.1 概 述	152
8.2 导线对象的创建和操作	152
8.3 附和导线近近平差	153
8.4 闭合导线近近平差	157
8.5 支导线计算	161
8.6 无定向导线平差计算	162
9 路基路面高程计算	165
9.1 概 述	165
9.2 线路纵断面对象	165
9.2.1 纵断面设计信息	167
9.2.2 路基路面宽度变化信息	168
9.2.3 路面横向坡度变化信息	169
9.2.4 施工层厚度信息	171
9.2.5 纵断面地面线信息	171
9.2.6 边坡变化信息	172
9.3 线路纵断面对象的专业功能	172
9.3.1 表创建桩号选项	172
9.3.2 边线选项	172
9.3.3 加桩数及相关里程桩号	173
9.4 线路中边桩高程算例	173
10 路基三维测量计算与土方计量	181
10.1 概 述	181
10.2 路基横断面对象	182
10.2.1 路基边坡率	182
10.2.2 设计线描述	182
10.2.3 路基横断面设计高程与挖填高度	183
10.2.4 路基结构层描述方法	183
10.2.5 路基横断面地面线描述	184
10.2.6 路基横断面地面线三维坐标采集	185
10.2.7 关联的线路中线对象和纵断面对象	185
10.2.8 路基横断面施工地面线	185
10.3 路基横断面对象的创建方法	186

10.3.1	指引线法创建法	186
10.3.2	图形拷贝法	189
10.3.3	强制转化法	189
10.3.4	自动带帽法	191
10.4	路基三维测量计算	194
10.4.1	路基横断面上任意点三维点坐标计算	194
10.4.2	路基横断面上任意点平距、高程(高差)计算	195
10.4.3	路基横断面地面线修改	197
10.4.4	路基横断面地面信息提取	197
10.4.5	路基横断面测点检查与随机边桩放样计算	197
10.4.6	非典型路基横断面上任意点三维坐标计算方法	199
10.4.7	路基总土方计算和分层土方计算	201
11	隧道断面分析	205
11.1	概 述	205
11.2	隧道断面对象工程信息描述	205
11.2.1	设计轮廓线参数化描述方法	206
11.2.2	设计轮廓线与线路中心的位置关系	207
11.2.3	隧道横断面实测三维坐标数据	207
11.2.4	断面分析批量处理	208
11.3	隧道断面对象的创建	208
11.4	隧道断面分析的实现步骤	209
11.5	隧道断面上任意点三维坐标的计算	212
11.6	隧道断面对象的其他专业功能	212
11.7	炮眼坐标计算	214
12	基本图形对象绘制与编辑	216
12.1	概 述	217
12.2	基本图形绘制	217
12.2.1	绘制矩形	217
12.2.2	绘制折线线	217
12.2.3	尺寸标注	219
12.2.4	绘制圆	220
12.2.5	绘制圆弧	220
12.2.6	绘制文本	221
12.2.7	角度标注	222
12.3	图形对象编辑	222
12.3.1	打开图形对象的对话框	222
12.3.2	选择(选中)图形对象	223
12.3.3	创建对称的图形对象	223
12.3.4	图形对象合并	224

12.3.5	图形对象分解	224
12.3.6	删除图形对象	225
12.3.7	拷贝图形对象	225
12.3.8	移动图形对象	225
12.3.9	图形对象旋转	225
10.3.10	图形对象阵列	226
12.3.11	线段修剪	226
12.3.12	线段延长	227
12.3.13	线段打断	227
12.3.14	线段等分	227
12.3.15	转折线动态修改	228
12.4	辅助绘图功能	228
12.4.1	图形放大缩小	228
12.4.2	图形全显	229
12.4.3	移动图形窗口	229
12.4.4	将图形对象拷贝到 AutoCAD 中	229
12.4.5	读取 AutoCAD 中的几何图形	229
12.4.6	位图拷贝	229
12.4.7	特征点捕捉状态设置	230
12.4.8	正交模式设置	231
12.4.9	图形对象拷贝与粘贴	231
参考文献		232

1.1 概 述

在公路、铁路等线路施工过程中,需要进行设计资料复核、线路施工放样计算、测量结果检查、线路设计变更处理、导线平差计算、隧道断面分析等线路施工测量放样计算工作。这些工作量大、繁杂,而且责任重大。传统测量作业主要是一种手工作业模式,其基本特点是线路测量作业和成果复核计算以 CASIO、E500、PC-1500 等微型计算器或计算机为主要计算工具,需要编写小型计算程序,人工干预的环节多,各环节协同性差,劳动强度大,查错不方便,出错率高,容易导致施工事故的发生,如一个点放样错误就会影响工程质量、浪费建设资金、延误工程进度等;若放错一个桥梁墩台,直接损失就可能达上百万元;另外,测量成果主要以纸为主要载体,从管理者的角度来看,保管、查询和应用等也十分不便。

近年来,随着我国公路与铁路建设事业飞速发展,各种先进测量仪器及现代测设方法被广泛采用。而现代计算机软硬件的迅猛发展使得高性价比的台式电脑、笔记本电脑等现代先进办公设备在施工单位得到了广泛应用,特别是近几年来又出现的适合于野外作业的超便携移动式个人微型计算机(又称 Ultra-Mobile PC, UMPC),它结合了 Windows XP/Vista 与移动技术的优势,小巧轻便,可以随时携带在身边进行网络连接和通信,随时随地处理各种计算任务,不管身处何方,都能使用户迅速获取最新的信息,保持与世界的紧密联系接触。这些先进的计算机设备在线路施工测量领域的广泛应用,必将促进线路施工测量作业模式的变革,而其发展方向就是 IT 测量。

IT 测量是近几年来人们提出的并在一定程度和范围内得到应用的道路施工测量的新概念和新模式。IT 是英文 Information Technology 的缩写,其原义泛指信息化技术,即利用计算机处理问题的技术。IT 测量是一种综合性的测量信息化处理技术,其核心思想是在测量记录、输入、输出、计算等过程中摒弃传统手工作业模式,全部代之以计算机软件来处理,测量成果的检查、复核等管理工作也由计算机进行自动处理,从而实现公路、铁路测量的内外业一体化、简单化、高效化及计算和管理的规范化。IT 测量的实现需要综合应用计算机科学、计算数学、计算机图形学、工程 CAD 建模技术、工程数据库技术、软件工程等众多计算机前沿知识和技术,并需要系统融合现代线路施工测量计算的计算理论、工程习惯与实现方法,其广泛应用必将有效提高现代线路施工测量的技术水平,并成为现代路桥施工信息化技术的重要组成部分。

实现线路 IT 测量技术的关键在于相关测量软件的研究与应用。近几年来,国内出现了许

多有关线路施工测量放样计算的软件。然而,当前线路施工测量放样计算软件主要采用的是数据驱动计算的软件实现模式,其主要特点是通过数据描述来驱动计算过程,用户操作和交互的主要是数据而不是图形,图形主要是用来实现计算结果的可视化显示。该模式的主要缺陷在于:

- 难以充分反映现实路桥工程的工程特征、结构特征;
- 难以表达一些不便描述、主要是依赖形象思维实现的计算过程;
- 工程计算过程的管理机制单调,不利于计算过程的动态管理;
- 不利于各项测量计算功能的集成及计算过程的协同合作。

这些都是基于数据驱动模式的测量计算软件发展所遇到的难以克服的问题。与数据驱动模式相对应的是图形驱动模式,其特点是直接利用图形系统进行图形输入和操纵工程图形。与数据驱动模式相比,图形驱动模式更加符合工程习惯,容易处理路桥工程测量计算中所涉及的丰富多样的工程图形的各种特征,但在实现上则需要相应的建模理论、实现技术及相关图形系统的强力支持,而目前还很少能见到有关这一模式应用的软件系统。

路桥施工计算专家系统 RBCCE(Road Bridge Construction Calculation Expert System),是一款面向路桥施工计算领域的高性能、集成化软件。系统采用了先进的面向功能图形对象的工程 CAD 建模理论和实现环境,将路桥施工领域计算中烦琐复杂的专业知识、工程习惯和工程关系转化为人们熟悉的功能图形对象,通过便捷动态的作图过程即可完成路桥施工计算,极大地简化了路桥施工计算过程和实现难度,表现出良好的易用性,实现了路桥施工计算的图形化、协同化、集成化、高性能和局部自动化,可以适合于项目总工、工程部长、测量主管、普通测量人员等广大路桥施工技术人员,为路桥施工技术人员解决现场工程计算问题、提高计算水平,提供了一个极佳的工具软件 and 知识图形化应用平台。RBCCE 功能丰富,涉及路桥施工计算的多个领域,其中,线路施工测量放样计算是其系统化的功能之一,涵盖了公路、铁路、地铁、隧道、桥涵等线路及其结构物的平面及三维施工测量放样控制计算、导线近似平差计算、路基土方自动计量及隧道断面测量分析计算等多个模块,为线路 IT 测量技术提供了系统性技术求解方案,以及一种新的能够反映测量及相关计算问题本质特征的 IT 测量计算模式,是图形驱动式 IT 测量技术应用实现的一种有效工具。

任何一类测量作业模式都有相关的理论、方法与实现技术,而目前研究论文、专著、教科书等文献资料大多面向传统的测量作业模式所涉及的理论、方法与实现,很少有针对性 IT 测量模式的实现进行系统性研究与论述。本书全面介绍了 RBCCE 的系统特点及各项功能的实现方法,对功能实现所涉及相关知识背景也作了必要的介绍,所列举的众多算例大多来自现场工程实例。对本书的学习有助于系统应用 RBCCE 进行路桥工程施工测量计算。

1.2 系统特点

1. 图形驱动

这是 RBCCE 所具有的最重要特色,通过便捷、形象直观的交互作图过程实现路桥工程测量计算,所操纵的图形为具有工程属性和专业功能的“活”的功能图形对象。

2. 功能丰富

既可以集成传统数据驱动模式所能够提供的专业功能,又可以提供丰富多样的只有在图

形环境下才能实现的专业功能和实现方法,具有很强的计算结果自检和容错功能,可以从多个角度检测计算结果的正确性,计算功能力求完备规范。

3. 高性能

能够充分利用图形输入和操作功能,计算过程与操作过程简单、高效,在桥涵结构物平面放样计算及线路三维内外业一体化计算上表现尤为明显,数据输入及转抄少,图形、字体大小自适应,表现出良好的使用性能。

4. 动态性

采用多图形页面管理机制,一个工程项目可以完成任意多个计算任务,表现出很强的计算过程灵活性,支持线路测量计算全过程的数字化动态管理。

5. 无缝连接

图表丰富多样,能够与 AutoCAD、EXCELL、WORD、画笔等软件之间实现无缝连接,充分利用国际通用软件强大的编辑打印功能,便捷实现精美图表打印。

1.3 主要功能

RBCCE 系统的线路施工计算功能主要包括以下几个方面:

1. 平曲线的测设控制计算

通过给定平曲线的线型控制参数计算平曲线要素及创建平曲线中线,平曲线类型主要包括对称型和非对称型单交点平曲线、双交点虚交平曲线、双交点复曲线、卵型曲线、S(C)型曲线、凸曲线、回头曲线等。

2. 线路平面中线的创建

提供各种线路中线建模方法,主要包括交点坐标法、长度转向角法、积木法、强制转化等,可以适应各类线路平面资料的线路中线的创建。

3. 线路平面放样数据计算

主要包括线路中边桩坐标及各类桥涵结构物平面点位坐标计算,支持坐标法、极坐标法、切线支距法、弦线支距法、偏角法等现场放样方法。

4. 线路三维测量计算

提供路基横断面三维计算功能,可以实现路面、边坡任意点三维坐标计算,便捷实现路基施工测点坐标的自动检查,计算过程可考虑路基超高、加宽、断链等因素的影响。

5. 路基横断面自动带帽与土方自动计量

能够对路横断面地面三维坐标进行自动带帽计算,自动形成路基横断面及中间计量横断面,并自动完成路基土方自动计量,实现路基施工测量、放样及土方计量一体化。

6. 隧道断面分析与三维坐标计算

提供隧道断面分析功能,便捷实现隧道断面的三维点坐标、超欠挖等隧道断面分析数据的计算。

7. 导线近似平差

支持附和导线、闭合导线、支导线等导线类型的近似平差计算,计算结果以图表形式表达。

8. 其他

提供各种线路改线、坐标反算、水平角计算、直线与线路中线交点坐标计算、铁路双线间距

计算、线元素查询等计算功能。

1.4 发展历史

RBCCE 系统自 2004 年初推出第一版以来,在广泛征求一线工程技术人员意见的基础上,不断完善改进,目前已升至第四版,其计算功能得到了良好的考证和完善,系统性能稳定,表现出良好的使用性能和广泛的应用价值,为 IT 测量理念的推广提供了较为完整的图形驱动计算方法及实现平台。

2.1 RBCCE 的安装

在使用任何软件之前,首先需要将其安装好。安装 RBCCE 的操作方法十分简单,只需按照安装对话框上的提示操作即可。如果您的计算机上已安装了 RBCCE,可以跳过此节往下学习。

安装 RBCCE 的具体操作步骤如下:

(1) 将 RBCCE 的安装光盘放到光驱中,运行安装文件,出现启动安装向导的界面。安装向导准备完毕后,将弹出一个欢迎安装的界面。如图 2.1 所示。

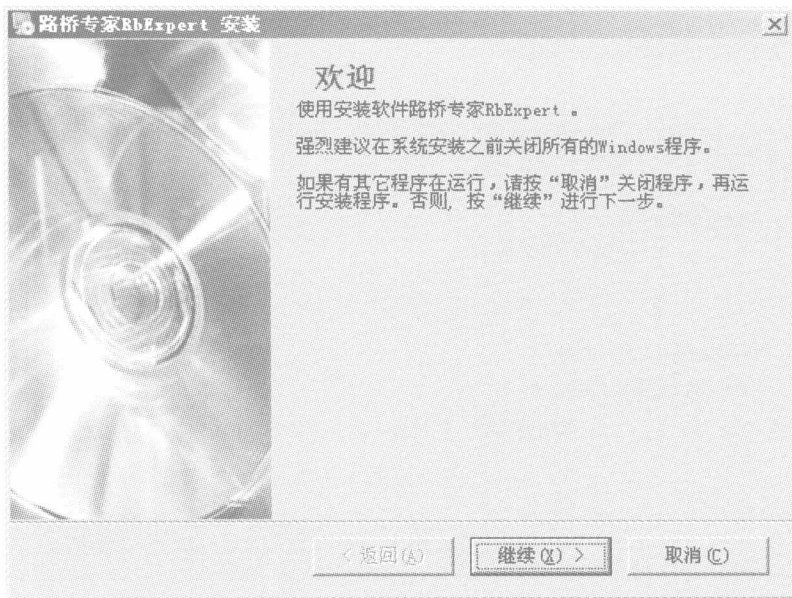


图 2.1 欢迎窗口

(2) 在欢迎界面上单击“继续”按钮,打开图 2.2 所示的对话框,询问是否接受许可条款。单击“我同意许可条款”按钮,单击“返回”按钮回到欢迎界面;单击“取消”退出安装程序。

(3) 单击“继续”按钮,出现选择安装路径的对话框,如图 2.3 所示,默认的安装路径为 C:\Program Files\路桥专家 RBCCE。若要改变安装路径,则单击“改变”按钮,在弹出对话框中浏

览硬盘目录以选择要安装的路径。

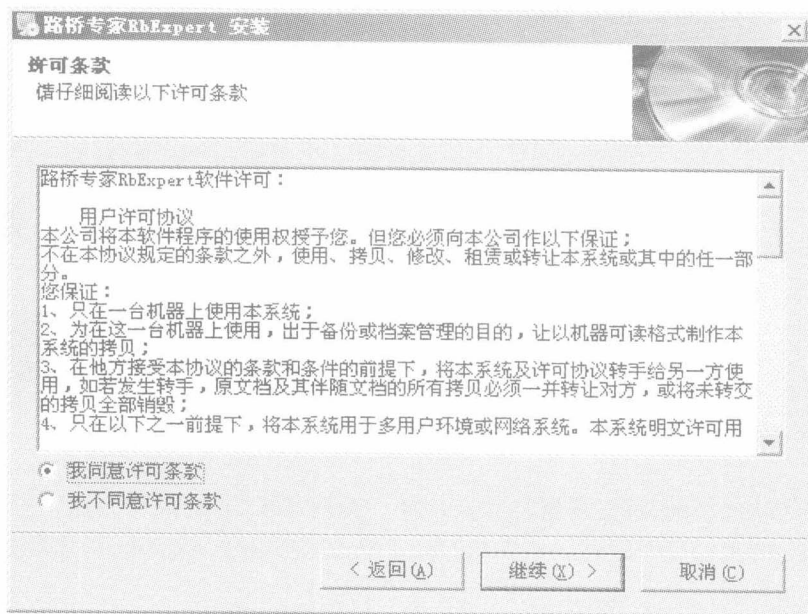


图 2.2

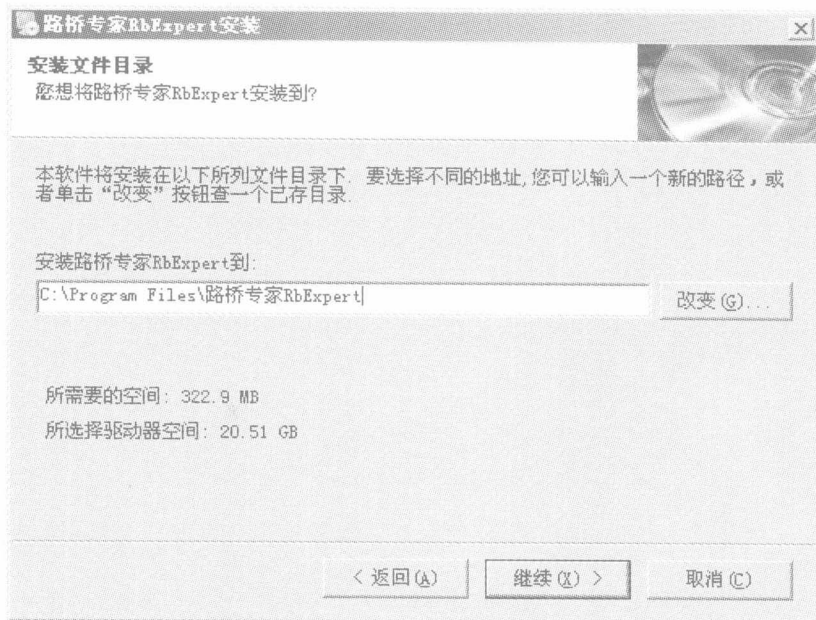


图 2.3

(4) 单击“继续”按钮, 打开如图 2.4 所示的对话框, 将要在下面指定的文件目录中创建快捷图标, 如果您想改变缺省的目录, 您可以输入一个新的目录, 或者从列表选择一个已建立的目录。

(5) 单击“继续”按钮, 打开如图 2.5 所示的对话框, 其中说明了安装路径等用户信息。若

想修改所提供的信息,可以单击“返回”按钮,返回前面的步骤进行修改。

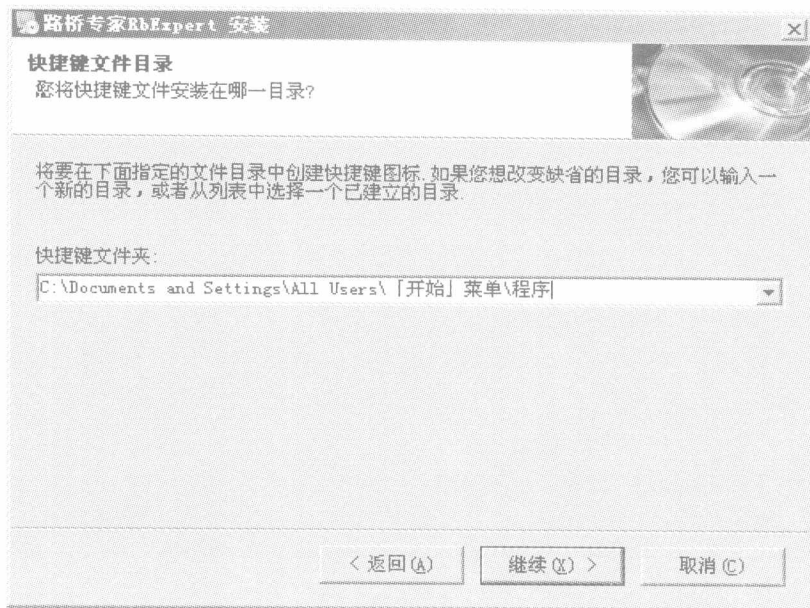


图 2.4

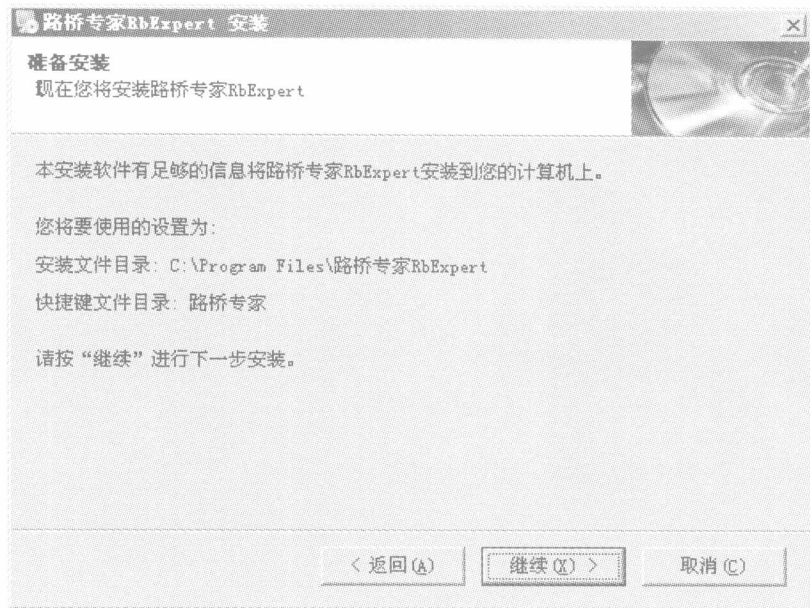


图 2.5

(6) 如果确认没有问题,单击“继续”按钮,系统开始将文件复制到硬盘上,同时显示复制的进度,如图 2.6 所示。

(7) 如果确认没有问题,会弹出一个对话框,提示安装完成,如图 2.7 所示,单击“完成”按钮,可结束安装。至此,已经顺利完成 RBCCE 的安装。

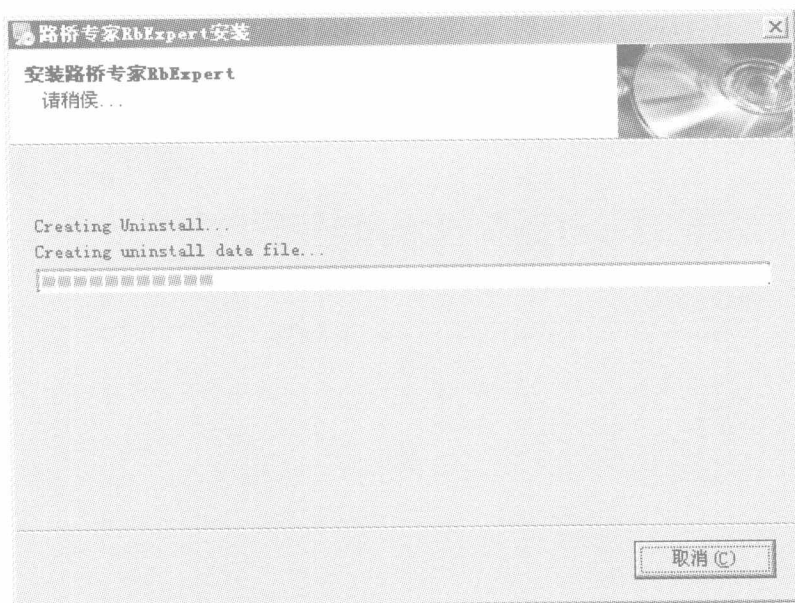


图 2.6

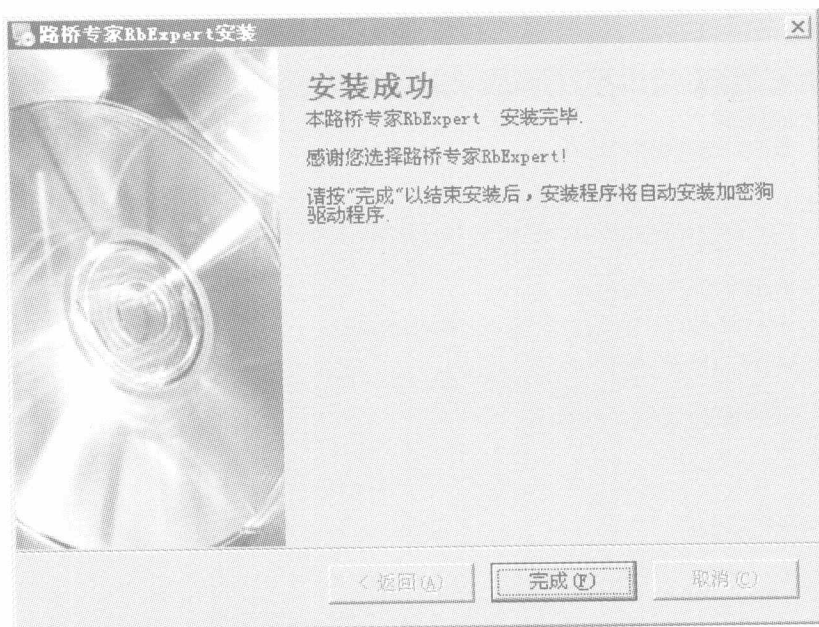


图 2.7

2.2 RBCCE 的卸载

单击“开始”→“所有程序”→“路桥施工计算专家”→“卸除路桥施工计算专家”命令,可以将 RBCCE 卸载掉。