 21世纪工业工程专业规划教材

蒋祖华 苗瑞 陈友玲 编著

工业工程专业课程设计指导

Guidebook of

Industrial Engineering Term Project



机械工业出版社
China Machine Press

21 世纪工业工程专业规划教材

工业工程专业课程 设计指导

蒋祖华 苗瑞 陈友玲 编著

江志斌 主审



机械工业出版社

本书按照课程设计指导书的规范和要求,通过生产管理、车间物流规划、生产系统仿真、质量管理与设备可靠性、人机工程学等五个方面的工程训练实例,构建了工业工程专业实践性教学的内容。每章的主要内容应用方法和步骤、典型案例分析及练习等构成。

本书可供工业工程专业的本科生在课程设计中应用,也可供物流工程与管理、企业管理专业的学生,制造业和服务业的工业工程师等工程技术人员以及有关工程管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工业工程专业课程设计指导/蒋祖华,苗瑞,陈友玲编著. —北京:机械工业出版社,2006.7

21世纪工业工程专业规划教材

ISBN 7-111-19495-0

I. 工... II. ①蒋... ②苗... ③陈... III. 工业工程—高等学校—教学参考资料 IV. F402

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第072158号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:张敬柱 版式设计:冉晓华

责任校对:李秋荣 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2006年7月第1版第1次印刷

169mm×239mm·8.625·印张·1插页·334千字

定价:22.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379711

封面无防伪标均为盗版



蒋祖华

博士，教授，博士生导师，上海交通大学工业工程系副主任。国际工业工程学会会员；中国汽车工程学会汽车现代化管理分会委员；上海市机械工程学会工业工程专业委员会委员。主要从事知识管理与知识工程、人因工程等领域的研究和应用工作。2001年和2006年分别到香港大学和德国访问工作半年。负责及参加上海市曙光计划项目、国家973重大研究项目、国家自然科学基金重点项目以及企业应用项目共20多项。曾获中船总公司科技进步二等奖和江苏省国防工业科技进步二等奖。著有著作一部；发表学术期刊论文70多篇，其中SCI收录5篇，EI收录20篇。



苗 瑞

博士，上海交通大学副教授。
主要研究应用统计学、统计过程控制、六西格玛管理、项目管理等。
参加国家自然科学基金研究项目2项，
负责企业应用项目10多项，发表
学术期刊论文30多篇。



陈友玲

陈友玲，副教授，重庆大学机械学院工业工程系副主任。长期从事生产管理、时间管理、产能及效率管理、设施规划与物流等方面的科研和教学工作。主编或参编了《生产管理》、《基础工业工程学》等教材多部，负责完成了省部级项目5项，企业协作项目10项，发表论文30余篇，获省部级奖1项，其他奖励10余项。主要研究方向：精良生产管理。

21 世纪工业工程专业规划教材

编 审 委 员 会

名誉主任：汪应洛 西安交通大学

主任：齐二石 天津大学

副主任：

夏国平 北京航空航天大学 薛 伟 温州大学

易树平 重庆大学 李泰国 首都经济贸易大学

钱省三 上海理工大学 吴爱华 山东大学

苏 秦 西安交通大学 许映秋 东南大学

郭 伏 东北大学 邓海平 机械工业出版社

秘书长：易树平 重庆大学

秘 书：张敬柱 机械工业出版社

委 员（按姓氏笔画排序）：

方庆瑄 安徽工业大学 周跃进 南京大学

王卫平 东莞理工学院 姜俊华 南昌航空工业学院

王德福 东北农业大学 徐人平 昆明理工大学

卢明银 中国矿业大学 徐瑞园 河北科技大学

李兴东 山东科技大学 海 心 南京工程学院

任秉银 哈尔滨工业大学 龚小军 西安电子科技大学

齐德新 辽宁工程技术大学 曹国安 合肥工业大学

刘裕先 北京机械工业学院 曹俊玲 机械工业出版社

李 萍 黑龙江科技学院 傅卫平 西安理工大学

陈友玲 重庆大学 韩向东 南京财经大学

陈 立 东北农业大学 程国全 北京科技大学

张绪柱 山东大学 蒋祖华 上海交通大学

张新敏 沈阳工业大学 鲁建厦 浙江工业大学

周宏明 温州大学 戴庆辉 华北电力大学

序

每一个国家的经济发展都有自己特有的规律，而每一个国家的高等教育也都有自己独特的发展轨迹。

工业工程（Industrial Engineering，简称 IE）学科于 20 世纪初在美国诞生以来，在各国得到了较快的发展。工业化强国在第一、二次世界大战中都受益于工业工程。特别是战后经济恢复期，日本、德国等均在工业企业中大力推广工业工程的应用和培养工业工程人才，获得了良好的效果。美国著名企业家艾柯卡先生，是美国福特和克莱斯勒汽车公司的总裁，他就是毕业于美国里海大学工业工程专业。日本丰田生产方式从 20 世纪 80 年代创建以来，至今仍风靡世界各国，其创始人 大野耐一的接班人——原日本丰田汽车公司生产调查部部长 中山清孝说：“所谓丰田生产方式就是美国的工业工程在日本企业的应用。”亚洲“四小龙”——韩国、新加坡、中国台湾和香港特别行政区均于 20 世纪 60 年代起步工业工程，当时正值亚太地区经济快速发展时期（中国大陆因文化大革命而错过此次发展机会）。台湾的工业工程发展与教育是相当成功的，经过 30 年的努力，建立了工业工程的科研、应用和教育系统。20 世纪 90 年代初，全台湾 60 所大学有 48 所开设了工业工程专业，至今人才需求仍兴盛不衰。更重要的是于 1992 年设立了工业工程学科。目前，在大陆的合资企业都设有工业工程部和工业工程工程师岗位。在亚太地区的学校都广泛设立工业工程专业。工业工程高水平人才的培养，对国内外经济发展和社会进步起到了重要的推动作用。

1990 年 6 月中国机械工程学会工业工程研究会（现已更名为工业工程分会）的正式成立，以及首届全国工业工程学术会议在天津大学的胜利召开，标志着我国工业工程学科步入了一个崭新的发展阶段。人们逐渐认识到工业工程对中国管理现代化和经济现代化的重要性，并在全国范围内自发地掀起了学习、研究和推广工业工程的活动。更重要的是，在 1993 年 7 月由原国家教委批准，天津大学、西安交通大学首批试办工业工程专业并招收本科生，由此开创了我国工业工程学科的先河。而后重庆大学等一批高校也先后开设了工业工程专业。时至今日，全国开设工业工程专业的院校至少有 140 所。发展速度之快，就像我国经济发展一样，令世界各国瞩目。我于 2000 年 9 月应邀赴美讲学，2001 年应台湾工业工程学会邀请到台湾清华大学讲学，2003 年应韩国工业工程学会邀请赴韩讲学，其题目均为“中国工业工程与高等教育发展概况”。他们均对中国

大陆的工业工程学科发展给予了高度的评价，并表达了与我们保持长期交流与往来的意愿。

虽然我国工业工程高等教育自1993年就已开始，但教材建设却发展缓慢。最初，大家都使用由北京机械工程师进修学院组织编写的“自学考试”系列教材。至1998年时，全国设立工业工程专业的高校已达三四十所，但仍没有一套适用的专业教材。在这种情况下，工业工程分会与中国科学技术出版社合作出版了一套工业工程专业教材，并请西安交通大学汪应洛教授任编委会主任。这套教材的出版有效地缓解了当时工业工程专业高等教育教材短缺的压力，对我国工业工程专业高等教育的发展起到了重要的推动作用。

然而，近年来我国工业工程学科发展十分迅猛，开设工业工程专业的高校数量直线上升，同时教育部也不断出台新的政策，对工业工程的学科建设、办学思想、办学水平等进行规范和评估。在新的形势下，为了适应教学改革的要求，满足全国普通高等院校工业工程专业教学的需要，机械工业出版社推出的这套“21世纪工业工程专业规划教材”是十分及时和必要的。在教材编写启动会上，编审委员会组织国内工业工程专家、学者对本套教材的学术定位、编写思想、特色进行了深入研讨，力求在确保高学术水平的基础上，适应普通高等院校教学的需求，做到适应面广、针对性强、专业内容丰富。同时，本套教材还将配备CAI课件，相应的实验、实习教程，案例教程以及企业现场录像，实现立体化。尽管如此，由于工业工程在我国正处于快速成长期，加上我们的学术水平和知识有限，教材中难免存在各种不足，恳请国内外同仁多加批评指正。

教育部管理科学与工程类专业教学指导委员会主任
中国机械工程学会工业工程分会主任
天津大学管理学院院长



于天津

前 言

工业工程专业课程设计是以工程实际需求为背景,以培养学生综合运用所学的专业知识和基本技能解决工程实际问题为目的的重要的实践教学环节之一。一些高校根据各自的具体情况,针对某些骨干专业课程,已经开展了相关的课程设计或作业训练,但目前国内尚缺乏完整的、系统的工业工程专业课程设计指导书。本教材正是为了探索工业工程专业实践性教学环节而进行的一次大胆尝试。

本书编写的思路是在工业工程课程设计实践教学思想的指导下,按照课程设计指导书的规范和要求,通过对生产管理、车间物流规划、生产系统仿真、质量管理与设备可靠性、人机工程学等五个方面进行综合分析,培养学生应用工业工程专业知识分析问题及解决实际问题的能力,达到综合训练的目的。本书不包括相关内容的的基本原理,每章的主要内容应用方法和步骤、典型案例分析以及练习等构成。

本书的特点是工程实际应用性强,应用的方法和步骤清晰。学生通过本环节的训练,能树立正确的设计思想,掌握一般的设计方法和步骤,熟悉相关的国家标准,熟练地应用相关参考资料、计算图表、手册、图集和技术规范,为以后进行深入复杂的应用和开发工作打下坚实的基础。由于各个高校设立工业工程专业的院系背景、发展时间以及软硬件条件不同,各学校具体运用时可根据具体情况进行取舍和重新组合。

课程设计报告的总体要求是:深入分析需求和现状,强调方案的科学性、规范性以及可操作性,参考内容有出处,分析过程逻辑性强,计算结果具有可信性,语句通顺,技术用语准确,符号统一,编号齐全,图表完备、整洁、正确。课程设计报告中还应说明相关原理和方案选择(包括各种方案的分析 and 比较),阐述所采用方案的特点;计算工作中要列出工作条件、给定的参数、计算公式以及各主要参数的详细计算步骤和计算结果;测试工作要包括实验方法和数据处理。课程设计的答辩递交材料有:课程设计报告(人均8~12页,含必要的图表)和软件仿真文件。

本书的编写人员有:蒋祖华、苗瑞、陈友玲、潘尔顺、杨东、张志英、于谨维、李树刚、李厚毅、金玉兰。蒋祖华编写了第一章的第一节,第三章的第一、二节,第四章的第五、六节,第五章的第一、二节;苗瑞编写了第四章的

第一、二、三、四节；陈友玲编写了第二章；潘尔顺编写第一章的第二、三节和第一章的第四节的部分内容；杨东编写了第三章的第三节；张志英、于谨维编写了第五章的第三节；金蝶软件中国有限公司李厚毅先生编写了第一章的第五节；金玉兰编写了第一章的第四节的部分内容。李树刚参与了部分文字编写和图片整理工作。蒋祖华和苗瑞对全书进行了统稿。

感谢江志斌教授为本书担任主审，并对本书提出了许多非常有益的建议。感谢郭伏教授、戴庆辉教授、韩向东教授和鲁建厦教授等对书稿提出的宝贵建议。感谢上海交通大学博士研究生金玉兰对本书进行的大量排版工作。参加排版和校对工作的还有上海交通大学硕士研究生顾希尧，重庆大学硕士研究生周雪、钟建平等。

由于作者水平有限，加之时间仓促，本书有不少不尽人意之处，恳请各位读者批评指正。

作者

目 录

序

前言

| | |
|-----------------------|----|
| 第一章 生产计划与控制课程设计 | 1 |
| 第一节 课程设计的要求 | 1 |
| 一、课程设计的目的 | 1 |
| 二、生产计划与控制的理论计算内容 | 1 |
| 三、ERP 软件系统的学习和应用 | 2 |
| 第二节 物料需求计划 | 4 |
| 一、物料需求计划的计算逻辑 | 4 |
| 二、物料需求计划的范例 | 6 |
| 练习题 | 10 |
| 第三节 能力计划 | 11 |
| 一、能力计划概述 | 11 |
| 二、能力需求计划的范例 | 12 |
| 练习题 | 19 |
| 第四节 库存管理 | 20 |
| 一、库存的 ABC 分类 | 20 |
| 二、实施程序和控制策略 | 21 |
| 三、分析范例 | 22 |
| 四、库存模型 | 23 |
| 五、确定型需求的库存控制 | 25 |
| 六、有数量折扣的库存控制 | 26 |
| 七、随机型需求的库存控制模型实例 | 28 |
| 练习题 | 29 |
| 第五节 应用金蝶 ERP 软件进行生产管理 | 32 |
| 一、概述 | 32 |
| 二、课程设计的内容及步骤 | 37 |
| 三、课程设计示例 | 38 |
| 练习题 | 50 |
| 第二章 设施规划与物流分析课程设计 | 51 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 第一节 课程设计的目的和内容 | 51 |
| 一、课程设计的目的 | 51 |
| 二、课程设计的内容 | 52 |
| 三、课程设计的过程 | 52 |
| 四、系统布置设计模式 | 53 |
| 第二节 详细的工厂布置设计 | 57 |
| 一、工厂空间位置的确定 | 57 |
| 二、工厂生产类型的确定 | 57 |
| 三、作业单位的划分 | 57 |
| 四、绘制产品的工艺过程 | 58 |
| 五、物流分析 | 63 |
| 六、作业单位相互关系分析 | 65 |
| 七、作业单位综合相互关系分析 | 68 |
| 八、工厂总平面布置 | 69 |
| 九、方案的评价与选择 | 70 |
| 第三节 工厂设施布置设计案例分析 | 71 |
| 一、设计产品名称 | 71 |
| 二、原始给定条件 | 71 |
| 三、产品—产量分析 | 79 |
| 四、产品工艺过程分析 | 79 |
| 五、物流分析 | 84 |
| 六、作业单位非物流相互关系分析 | 87 |
| 七、作业单位综合相互关系分析 | 88 |
| 八、工厂总平面布置 | 92 |
| 九、方案的评价与选择 | 97 |
| 练习题 | 97 |
| 第三章 生产系统建模与仿真课程设计 | 105 |
| 第一节 课程设计的要求 | 105 |
| 一、目的 | 105 |
| 二、主要内容 | 105 |
| 三、主要步骤 | 106 |
| 第二节 空压机装配线仿真 | 109 |
| 一、研究对象分析 | 109 |
| 二、数据分析 | 110 |
| 三、采用 Flexsim 软件模拟空压机装配线仿真 | 113 |
| 练习题 | 122 |
| 第三节 自动变速箱换挡机构 10 万套轮番装配车间生产线仿真 | 129 |
| 一、问题简述及初步设计 | 129 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 二、ProModel 建模与仿真 | 134 |
| 练习题 | 150 |
| 第四章 质量管理与设备可靠性课程设计 | 151 |
| 第一节 课程设计的目的和要求 | 151 |
| 一、目的 | 151 |
| 二、内容和要求 | 151 |
| 三、练习重点和注意点 | 153 |
| 第二节 质量功能展开 | 153 |
| 一、质量功能展开课程设计概论 | 153 |
| 二、QFD 在机载天线研制过程中的应用案例 | 156 |
| 练习题 | 165 |
| 第三节 质量控制 | 171 |
| 一、质量控制课程设计概论 | 171 |
| 二、质量控制课程设计案例 | 174 |
| 练习题 | 182 |
| 第四节 试验设计 | 184 |
| 一、试验设计课程设计概论 | 184 |
| 二、试验设计课程设计案例 | 186 |
| 练习题 | 196 |
| 第五节 设备故障数据统计及可靠性分析 | 196 |
| 一、引言 | 196 |
| 二、可靠性可维护性分析技术 | 198 |
| 三、设备运行数据的采集 | 199 |
| 四、超声波焊机(4台)可靠性指标计算 | 200 |
| 练习题 | 203 |
| 第六节 设备预防性维修审核分析 | 205 |
| 一、预防性维修审核的目的意义 | 205 |
| 二、超声波焊机的 PM Audit 实例 | 206 |
| 三、PM Audit 后可靠性与可维护性指标比较 | 207 |
| 四、PM Audit 后维修费用比较 | 209 |
| 练习题 | 211 |
| 第五章 人机工程学课程设计 | 212 |
| 第一节 课程设计的的要求 | 212 |
| 一、目的 | 212 |
| 二、主要内容 | 212 |
| 三、空压机装配作业仿真步骤和方法 | 213 |
| 四、船厂埋弧焊作业的工作分析步骤和方法 | 214 |
| 第二节 空压机装配作业仿真和工效分析 | 216 |

| | |
|------------------------|-----|
| 一、研究对象分析 | 216 |
| 1、氮气检漏工序的操作仿真及改进 | 220 |
| 练习题 | 227 |
| 第三节 埋弧焊工作研究 | 231 |
| 一、埋弧焊工作现状描述 | 231 |
| 二、埋弧焊作业工作单元提取 | 233 |
| 三、工作单元时间的计算 | 241 |
| 四、单道焊作业时间计算 | 243 |
| 五、工作效率的实例比较 | 245 |
| 练习题 | 247 |
| 参考文献 | 263 |

@ 第一节 课程设计的要求

一、课程设计的目的

生产管理的目的在于跟踪市场需求的变化,合理地安排物料、设备、人力资源和资金等,以降低生产成本、缩短交货期和提高产品质量,提高企业运行的效率,使生产系统实现最优化的功效,最终满足顾客的需求。作为现代生产与运作管理重要部分的生产管理,同时也是比较盛行的企业资源规划(ERP)系统中的最核心模块。本课程设计是与《生产计划与控制》或《生产管理学》等课程相配合的实践教学环节之一。

本章通过具有较强工程背景的四个专题的计算应用和软件操作,帮助学生认识物料需求计划(MRP)、能力计划(Capacity Planning)、库存分析与控制等生产管理中的概念与重要性,以及了解生产管理的各项做法,并增进对生产管理的执行或运用能力。

二、生产计划与控制的理论计算内容

本章安排了第二节至第四节共三节内容,让学生在物料需求计划、能力计划以及库存分析与控制等方面进行案例学习和练习。

在第二节物料需求计划中,要求学生了解物料需求计划的基本概念,掌握物料需求计划的数据处理和计算处理逻辑,掌握物料需求计划的基本数据,掌握物料清单(BOM)的概念,学会制定产品的主生产计划,掌握物料需求计划中的批量确定方法。

在第三节能力计划中,要求学生了解能力计划的基本概念,掌握粗能力计划(RCCP)和细能力计划(CRP)的区别及编制技术,熟练分析主生产计划,建立准备时间矩阵和加工时间矩阵,进行工作中心的能力需求和工作时间计算。

在第四节的库存分析与控制中,要求学生了解库存分析与控制基本概念,掌握库存 ABC 分析基本思想和方法,熟练计算和分析最佳经济订购批量和订货点。

库存的 ABC 分类并不是影响物料重要性的惟一标准,除此之外,还有其他标准:如物料的单位成本、生产物料的资源、提前期、物料的缺货成本等。

这三节重点掌握内容有:物料需求计划的计算处理逻辑;能力计划的编制技术;定量订货模型、数量折扣模型、定期订货模型,以及随机型需求的库存控制模型。

三、ERP 软件系统的学习和应用

本章第四个任务是运用金蝶公司 K/3 的 ERP 系统进行离散制造业的车间工序加工生产任务管理,希望学生在一个工程背景的需求下,运用软件的几个主要相关功能:能进行系统设置和初始化;能制定销售订单;能进行物料需求计划的计算,安排采购任务和生产任务;能按计划完成生产用料采购、质检及入库;能生成工序计划单和定额投料单;能从仓库办理生产领料;能制定工序派工单;能完成工序转移单、工序检验单及工序汇报单,直至办理产品成品入库。

1. ERP 软件系统课程设计的内容及步骤

根据生产计划管理流程,进行以下七个方面的工作,见图 1-1。

(1) 系统设置和初始化。对一般公用基础资料、核算项目公用基础资料、业务基础资料等进行设置,并对库存数据、业务数据、财务数据进行初始化。这对应于图 1-1 中三个方面。

(2) 生产计划安排。根据客户的要求,制定销售订单;进行物料需求计划的计算,运用系统生成自制件的生产任务单和外购件的采购申请单,完成采购任务和生产任务的计划安排。

(3) 原料的生产准备。利用 ERP 系统的采购、仓存管理功能,按计划完成生产用料采购、质检及入库。

(4) 车间工序加工生产任务管理。将生产任务单下达给生产车间,生成工序计划单和定额投料单;根据投料单填制领料单,从仓库办理生产领料;按工序计划单的安排,制定工序派工单,将加工任务分配到具体的班组和岗位;按工艺路线的规定,依据工序的先后,一道一道地完成工序转移单、工序检验单及工序汇报单,直至最后一道工序完工。

(5) 加工件的完工入库。按照产品结构和工艺路线,即时办理加工完工零、部件的入库。最后要完成产品成品入库。

2. 练习重点和注意点

本节的练习重点有:

1) 系统设置和初始化。

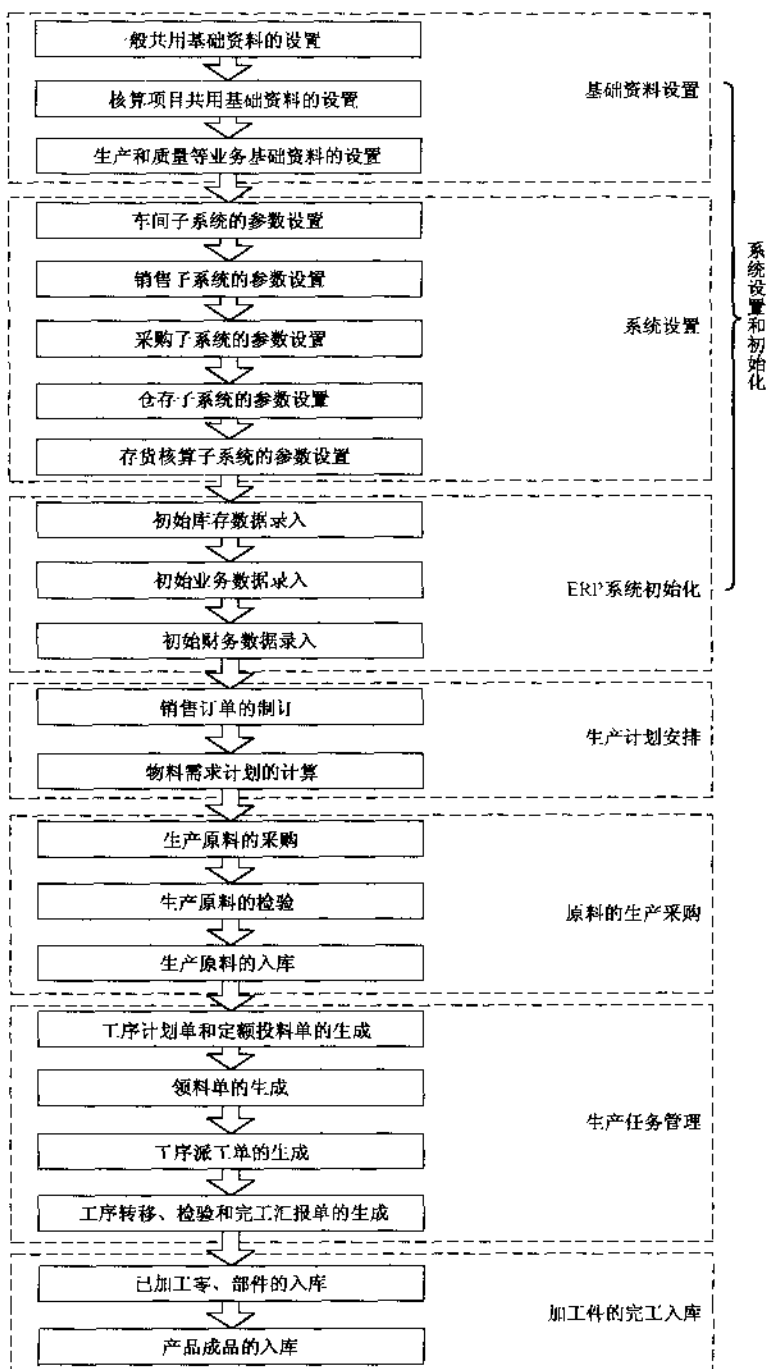


图 1-1 生产计划管理流程