

XIANDAI SHENGWUGONGCHENG SHEJI
YU JIAGONG JISHU

现代生物工程设计 与加工技术

邹东恢 王金兰 佟 白 编著

东北林业大学出版社

现代生物工程设计 with 加工技术

邹东恢 王金兰 佟 白 编著

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代生物工程设计与加工技术/邹东恢, 王金兰, 佟白编著. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-81131-451-9

I. 现… II. ①邹…②王…③佟… III. ①生物工程—设计②生物工程—加工
IV. Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 070937 号

责任编辑: 倪乃华

封面设计: 彭 宇



NEFUP

现代生物工程设计与加工技术

Xiandai Shengwugongcheng Sheji Yu Jiagong Jishu

邹东恢 王金兰 佟 白 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

哈尔滨市工大节能印刷厂印装

开本 787 × 1092 1/16 印张 13.75 字数 309 千字

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 978-7-81131-451-9

定价: 32.80 元

前 言

生物技术的许多前沿技术在产业转化的过程中不可避免地涉及许多工程问题, 诸如生物原料的处理, 生物反应过程的设计与控制, 下游产物的分离、提取与纯化等过程都离不开生物加工机械与设备, 因此, 生物工程技术的设计、设备选型和应用就成为生物工程技术产业化能否实现的重要条件。

近年来, 生物加工技术发展速度较快, 特别是引进国外的新技术、新装备快速便捷, 而且新技术、新装备的国产化趋势日益增强。

生物反应器的研究开发和设计是生物工程的一个重要内容, 一种好的生物反应器往往能够大规模降低生产成本, 成为生物制品成功商业化的关键。生物反应器工程得以长足发展, 抗生素、氨基酸、有机酸、酶制剂等生物产品相继工业化生产, 到 20 世纪 80 年代基因重组蛋白质和动植物细胞培养反应器也开始商品化生产。反应器应用领域越来越宽, 一方面向着大型化、自动化发展, 这主要体现在个体反应器容积的日益扩大上, 如抗生素发酵罐容积达到 400 m^3 , 氨基酸反应器达到 790 m^3 , 单细胞蛋白反应器达到 $2\,000\text{ m}^3$, 酒精发酵罐容积达到 $3\,800\text{ m}^3$, 反应器增大有利于生产成本降低; 另一方面新型生物反应器得以涌现和发展, 如细胞组织培养是一项先进生物技术, 其产物是许多高附加值生物制品, 因而在生物医药中被重视和发展。

先进的设计理念及技术在工程设计中得以应用。随着科技的发展, 计算机技术在工程设计中得到广泛应用, 数学模型的建立有助于先进理念的形成, 将数字模型应用于工程设计, 可以优化工艺及装备条件, 大大推动了工程设计的进一步深化和发展。

本书作者以生物工程设计及加工装备的新发展为切入点, 对生物加工生产技术的原理、设备的主要性能、特点及工程设计应用等方面进行较为详细的阐述, 以期对我国生物加工产业发展产生一定的积极作用。本书可供生物加工、食品、制药等大专院校作为教材使用及企业生产一线的相关技术人员、管理者参考。

本书在编写体系上注重实用性, 共分为十六章内容, 由齐齐哈尔大学的三位老师编著, 其中邹东侠编写第一章、第二章、第五章、第八章、第十四章、第十五章; 王金兰编写第三章、第四章、第六章、第十二章、第十三章; 佟白编写第七章、第九章、第十

章、第十一章、第十六章。

本书在编写过程中参阅了相关国内外文献资料、参考了同行们的部分技术资料，在此我们向这些资料的作者致以深深的谢意。

由于编者的水平和经验有限，书中缺点和不足之处在所难免，敬请广大读者和专家提出宝贵意见。

作 者
2009 年 1 月

目 录

第一章 生物工程设计的意义与内容	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 基本建设程序	(3)
第三节 生物工厂厂址的选择	(4)
第四节 生物工厂总平面设计	(6)
第二章 工艺流程设计	(10)
第一节 概 述	(10)
第二节 生产方法的选择和工艺流程的设计原则	(10)
第三章 设备的设计与选型	(14)
第一节 概 论	(14)
第二节 专业设备的设计与选型依据	(15)
第三节 非标准设备的设计	(16)
第四章 车间布置与管路设计	(18)
第一节 车间布置设计	(18)
第二节 车间布置设计的有关资料及技术	(21)
第三节 管道设计与布置	(27)
第五章 清洁生产与综合利用	(35)
第一节 废气处理和利用	(35)
第二节 工厂废水的处理和综合利用	(37)
第三节 废渣的综合利用和噪声防治	(40)
第六章 生物反应设备与技术	(43)
第一节 生物反应器	(43)
第二节 生物反应器的应用	(45)
第七章 生物分离设备与技术	(79)
第一节 概 述	(79)
第二节 离心分离设备	(81)
第三节 膜分离设备	(85)
第四节 色谱分离设备	(90)
第八章 生物萃取设备与技术	(94)
第一节 萃取分离原理与设备	(94)
第二节 浸取设备	(99)

第三节 超临界萃取设备	(102)
第九章 生物蒸发设备与技术	(106)
第一节 蒸发设备类型	(106)
第二节 蒸发设备	(108)
第十章 生物干燥设备与技术	(115)
第一节 干燥的特点	(115)
第二节 绝热干燥设备	(116)
第三节 冷冻干燥与其他干燥设备	(127)
第十一章 生物换热设备与技术	(133)
第一节 换热设备的特点与类型	(133)
第二节 换热设备	(134)
第十二章 生物制药加工设备与技术	(142)
第一节 概 述	(142)
第二节 生物制药加工技术	(143)
第十三章 酶制剂加工设备与技术	(153)
第一节 概 述	(153)
第二节 酶制剂加工技术	(154)
第十四章 酒类加工设备与技术	(158)
第一节 啤酒加工技术	(158)
第二节 白酒加工技术	(166)
第三节 葡萄酒加工技术	(172)
第十五章 调味品加工设备与技术	(186)
第一节 味精加工技术	(186)
第二节 酱油加工技术	(190)
第三节 食醋加工技术	(195)
第十六章 空气净化、供水设备与技术	(202)
第一节 空气净化除菌技术	(202)
第二节 水处理系统技术	(207)
附 录	(212)
参考文献	(213)

第一章 生物工程设计意义与内容

第一节 概 述

工程设计是以工厂或生产装置的建设为目的，在确保技术、经济、环境和安全可靠性的前提下，设计最佳的原料和工艺路线，通过模拟技术分析，确定优化的工艺流程、工艺条件、设备选型及其他非工艺专业条件。

工程设计是科学与艺术相结合的一项工作，是将实验室的研究成果转化为工业生产的一项具有创造性的工作。设计一座现代化的生物工厂、企业，需要的知识技能是非常广博的，它不但有政治、经济以及技术上的内容，而且需要很强的综合能力。

一、工厂设计在国民经济中的地位及意义

生物工业为食品工业中一个重要的分支，在国民经济中地位十分重要。因此生物工厂设计是十分重要的一项工作。比如：① 新建、改建、扩建一个工厂离不开设计工作。② 科学研究，从小试、中试到大工业生产的转化都离不开设计工作。

因此，设计工作是把科学技术转化为生产力的一门综合性的科学。工厂设计在工程项目建设的过程中，是一个极其重要的环节，可以说项目在立项以后，设计工作就成为建设中的关键。企业建设时能否加快速度，设计的工艺、质量是否合理？建成以后能否实现最大的经济效益、环境效益和社会效益？设计工作是重中之重的决定性因素。

二、工厂设计的特点

生物工厂设计是经济、政治和技术紧密配合的综合性很强的一门科学技术，它有这样的一些特点。

(1) 它依赖于科学研究工作，没有科学研究，就不会有先进的设计。

(2) 它是一项创造性的劳动，不是照搬照抄，而是消化吸收，在设计中我们不仅要珍惜我们自己的宝贵经验，也要吸收世界各国一切有用的先进技术、先进经验为我所用。

(3) 它是一项政策性很强的综合工作，一方面，我们要基于中国国情，从实际出发，本着对国家及人民负责的态度。另一方面，要严格遵守现行的国家政策法规，为人民、为国家创造财富。

(4) 它是国家基本建设的一个环节，自有一定的程序，在尊重客观规律的基础上，

设计人员应遵守工厂设计的程序与规范，按照规定的格式和要求，完成设计。

(5) 注重理论联系实际，从事工程设计，不仅要有专业理论知识，较广博的基础知识，扎实熟练的技能，还要有较为丰富的实践经验和运用先进设计手段的操作能力，因此设计人员应不断获取新知识，向工人师傅学习，向新技术学习。

(6) 针对微生物生物工厂的独特性，注重环境保护、废物利用等。

此外，还要统筹规划，只有从技术上、经济上以及社会效益上综合考虑，才能有高质量、高标准的设计。

三、设计的任务和内容

生物工厂设计任务：一要体现国家有关方针政策，切合实际；二要安全适用；三要技术先进；四要经济效益好。对于工程项目，不论是大型还是中小型，也不论是新建厂还是改、扩建项目，基本建设的第一道程序就是设计工作。

设计工作一般包括总体设计和局部设计。

总体设计是指设计范围涉及整个工业企业的设计，如生物工厂的总体设计有总平面、工艺、供排水、供电、供汽、土木建筑等设计以及有关厂址选择、生产检测与控制仪表、环境保护、生产组织与劳动定员、技术经济与概算等内容。

局部设计是指凡设计的范围不涉及整个工业企业的全部内容，而只是其中的某些部分，甚至某一个部分或某一个设备的设计。新建厂的设计多属于总体设计，扩建厂的设计多属于局部设计。生物工厂设计工作内容包括参加建设项目的决策，编制各阶段设计文件，配合施工和参加验收，进行总结的全过程。

四、生产工艺设计在总体设计中的重要性

评价一个工厂设计的优劣最主要的看以下两点。

(1) 工艺生产技术是否可靠，是否先进、安全、适用。

(2) 在经济上是否合理。

评价某工艺技术的先进性，看其是否达到国内先进水平还是国际先进水平，具体应考核：①工艺流程的先进性；②选用设备的先进性；③工艺控制和工艺条件的先进性和合理性；④产品生产技术经济指标的先进性；⑤对环境产生的污染程度等等。因此生产工艺设计在总体设计中起着决定性的作用。

生物工厂总体设计包括了企业应该配置的一切单项工程的完整设计，一般包括总平面布置、生产车间、动力车间（锅炉房、变电所、给排水工程等）厂内外运输、自控仪表、采暖、通风、环境保护工程、福利设施、办公楼等等。

生产工艺设计是总体设计的主导设计，生产工艺专业是主体专业，它起着贯穿全过程并且组织协调各专业设计的作用，而其他配套专业是根据生产工艺提出的要求来进行设计的。比如，工艺专业根据生产用水的要求，对工艺用水、冷却用水提出水质、水温等要求，供水专业在设计中就要考虑用离子交换、电透析、冷却塔等水处理流程和设备，以满足生产用水的要求。

生物工厂的总体设计是由各个车间设计所构成的，车间设计是总体设计的组成部

分。工厂的总体设计、车间设计都是由生产工艺设计和其他非工艺设计（包括土建、采暖、通风、供水、供电等）组成的。而生产工艺设计人员主要是担负工艺设计部分，其中尤以车间工艺设计为主。

五、工厂设计中注重电子计算机的应用

近几十年来，随着科技的发展，新技术、新材料的广泛应用，电子计算机的应用技术已渗入到工程设计、过程计算等较为复杂的领域，可以利用计算机制图提高质量，加快速度。

计算主要体现在以下方面。一方面，数字运算包括工艺计算中的数据处理、物料衡算、能量计算等。另一方面，可以用计算机绘图，为减轻繁琐的绘图工作量，人们可以设计程序，利用计算机完成大量的制图工作，同时使制图规范、质量、效率提高。除此以外，在生产中还可以使用计算机实现自动控制。如在生物过程中使用计算机控制，利于产品质量及产率的提高，目前，国内大部分大中型生物工厂已使用计算机实现了过程控制，如啤酒厂大罐发酵现多已实现计算机自动控制，达到稳定工艺条件、产品质量，劳动生产率提高的显著效果。

第二节 基本建设程序

基本建设程序是基本建设的客观规律，工程建设项目和一切事物的发展规律一样，它要求设计者、执行者按客观规律办事，以取得良好的建设效果，否则盲目决策势必造成浪费和不良后果。

一个新建工厂从计划建设到建成投产，一般要经过以下三个基本阶段：建设前期、建设期、生产期。

一、建设前期

建设前期的工作包括以下几项内容。

(1) 撰写项目建议书。实际就是申请立项，其任务就是向上级部门国家、省、市有关主管部门申请项目，进行厂址选择、调研工作、可行性研究工作。

建设前期的工作内容包括：

- ①建设项目提出的必要性和依据；
- ②产品方案，拟建规模和建设地点的初步设想；
- ③资源情况，建设条件和协作关系等。

项目建议书要求文字简捷，重点突出，不拖拉，主要强调项目的紧迫性、现实性、经济性。

(2) 撰写可行性研究报告。就是对计划建厂的所有地域进行建厂条件调查，收集有关经济资料，对建厂条件、规模、产品方案、技术装备、成本及投资效果等进行分析、预测和论证。

其实质是进行全面的技术经济分析,从而避免和减少建设项目决策的失误,提高建设投资的综合效益。

可行性研究结果要形成“可行性研究报告”。可行性研究报告必须对项目在技术上和经济上的先进性、合理性进行全面分析论证,通过多方案比较,提出优化方案,给出评价意见。

(3) 设计任务书编制。设计任务书对设计工作具有指令性,所有新建、改建和扩建的生物工厂,都要根据国家发展国民经济的规划、工业布局等情况提前制定设计任务书。设计任务书由有关主管部门和设计单位会同编制或委托设计单位进行编制。

(4) 设计阶段。设计阶段的划分,一般按工程规模的大小、工程的重要性、技术的复杂性、设计条件的成熟程度以及设计水平的高低,总的可分为三阶段设计、两阶段设计和一阶段设计三种情况。

三阶段设计:包括初步设计、技术设计、施工图设计。对于复杂、大规模工程或无该种设计经验的大、中型工程,可采用此设计。

两阶段设计:包括扩大的初步设计(简称初步设计)、施工图设计。我国目前大多数新建、改建、扩建工程都采用两阶段设计。

一阶段设计:即施工图设计。一般多为小厂新建或小规模改、扩建工程、技术改造。两阶段设计综合了三阶段和一阶段设计的优点,既可靠,又节省时间,是我国普遍采用的设计方法。

初步设计的目的是保证工程项目投产后收到预期的经济效益。为此,除了要有准确可靠的技术资料和基础数据外,还要积极采用先进合理的技术经济指标,积极采用成熟的或是已经过技术鉴定的新工艺、新技术、新设备和新材料。

初步设计阶段即草图设计阶段。初步设计阶段的图纸、文件及总概算完成后由上级审批后进行施工图设计。

二、建设期

建设期即项目的建设过程,按照已批准的内容开展建设工作,由设计单位、筹建单位、施工安装单位共同完成。

三、生产期

建设完成后,移交生产,进行试车验收,达标后即进入正常生产经营管理阶段。

第三节 生物工厂厂址的选择

厂址选择只是对新建厂而言,对于改、扩建厂就不存在了。厂址选择是十分重要的工作,也是基本建设前期工作中重要的环节。

厂址选择的好坏直接影响到设计质量、建设进度、投资大小及投产后的经营、管理条件。

选择不当很可能造成生产上的不利，比如水源问题、交通问题，造成生产投入加大、成本升高，影响到经济效益，因此切不可轻易处置。

一、厂址选择的一般原则及程序

厂址选择主要包含地点和场地选择，可归纳为以下几项，如自然条件，包括地理位置、地形、地势、水文、气象等情况应按有关规定选择，对原料供应与产品销售、能源、给排水、交通运输及城市规划等内容均应有所考虑。

厂址选择程序分为三个阶段：准备工作（组织准备、技术准备）、现场勘查和编写报告。

二、厂址选择报告

选厂地址结束后，要综合各项情况编写选址报告，它也是选厂址工作的成果总结。

（一）概述

要说明选厂目的、依据，即有关文件及生产品种、规模等，说明工作过程、厂址选择方案及各自优缺点、利弊。

（二）主要技术经济指标

根据生物工厂的类型、生产工艺技术特点及要求列出选择厂址的具体技术经济指标，主要包括工厂占地面积，建筑面积，水质水量要求，用电量，原料、燃料用量、运输量（出入吞吐量）等项指标。

（三）厂址条件

要说明所选厂址的自然条件及其具备的技术经济条件，并附有说明材料，如地理位置，周围环境，厂址地势、地形，交通运输条件，水源、排水情况，供热供电条件，环保工程及公用工程等。

（四）厂址方案比较

因厂址选择有多个方案，可将这几个地址进行综合分析，比如原料的基本情况，工厂面积、地形、地质条件，可列表对比分析，即可分出优劣。

比较厂址方案是必要的，具有较高的原则性、广泛的技术性和实践性。不进行比较，不知优劣，现国内外工程设计界长期研究有两种比较方法：一是统计学方法，二是方案比较法。

所谓统计学法就是把厂址的诸项条件当作影响因素，把要比较的厂址编号，然后对每一影响因素逐一比较优劣并打分，最后把诸因素比较的等级分值进行统计，得出最佳厂号的选择结论。

方案比较法就是以厂址自然条件为基础，以技术经济条件为主体，列出其中若干条件作为主影响因素，形成厂址方案，然后逐一比较优劣。此方案结果较为可靠，方法简便，使用者较多。

第四节 生物工厂总平面设计

工厂总平面设计是在厂址选定以后进行的工作，是对工厂总体布置的平面设计。

主要任务是根据工厂建筑群的组成，以生产规模、生产特点、设计资料和总平面布置的原则为依据，按生产工艺流程，结合场地，使所建工厂形成布局合理、协调一致、生产有序、与四周建筑群相互协调的有机整体。

平面布置很重要，合理的布局不仅使外形整洁、美观，而且生产使用中物料流动非常有序，可以有效地降低费用，提高效率。

一、总平面设计的内容、原则和步骤

(一) 总平面设计的基本内容

总平面设计内容因产品不同、规模不同和需要不同有很大的差异，但不管怎样，一般都包含以下几方面。

(1) 平面布置设计。平面布置是总平面布置中的必要内容之一。平面布置应根据厂址面积、地形、生产要求等方面，先进行厂区划分，然后再合理确定全厂建筑物、构筑物、道路、管路、管线等设施。在厂区平面上的相对位置，使之适应生产工艺流程的要求，以便于生产管理和操作。

(2) 竖向布置。主要是确定厂区内各个单项建筑的标高关系，它以平面坐标为依据。

(3) 运输设计。选择厂内外运送方式，分析厂内外输送量及厂内人流、物流组织管理问题（公路运输还是铁路运输）。

(4) 管线综合设计。根据工艺、水、汽、电等各类工程线的专业特点，综合规定其地上或地下敷设的位置、占地宽度、标高及间距，使之布局经济、合理、整齐。

(5) 绿化设计。厂区绿化是城镇绿化的重要组成部分。现代化生物工厂由于对卫生条件要求高，绿化设计更为重要。

(6) 其他。结合工厂实际情况及远景规划，合理布置综合利用设施和扩建预留地等。

(二) 总平面设计的原则和要求

生物工厂总平面设计主要是依据审批的设计任务书、厂址选择报告和厂址总平面布置方案草图及生产工艺流程简图，并参照国家有关的设计标准和规范，逐步编制出来的，包括以下一些内容：

- (1) 必须符合生产流程的要求；
- (2) 主生产厂房设置在厂区中心地带，附属车间布置在周边位置；
- (3) 要将人流、货流通道分开，避免交叉；
- (4) 要考虑风向问题，注意城市规划要求；

(5) 设计要符合国家有关规范和规定，如防火规范、“三废”排放标准等。

(三) 总平面设计的步骤

工厂总平面设计工作较为复杂，一般分为初步设计和施工图设计两阶段，每个阶段又分资料图和成品图两个步骤进行。

二、工厂总平面布置的形式

(一) 工厂组成

工厂应包括生产车间、辅助车间、动力车间、行政部门及其他。

(1) 生产车间。生产成品或半成品的厂内所有工艺生产主要工序部门，称为生产车间，它是全厂的主体，如在啤酒厂，糖化车间、发酵车间、灌装、包装、酒库等都属于生产车间。

(2) 辅助车间。协助生产车间正常生产的各部门，包括原料仓储、机修部门，酵母回收部门等。

(3) 动力车间。为全厂提供动力来源的部门，为保证正常生产提供保障。如水泵房、贮水池、锅炉房、变电所等。

(4) 行政部门，即行政管理、后勤等职能部门，起协调全厂、管理、服务的作用。有厂办、企管部门、财务科、食堂、托儿所、招待所、车库等。

(5) 绿化设施和美化环境布置。

(二) 厂区划分

一个工厂由上述几个部门所组成，这些部门以工艺生产的需要出发，结合地势、气象等自然条件，进行精心布局，以达到较好的经济技术性。

在进行总平面布置的时候，首先对厂区进行建筑划分，然后根据生产、管理的需要，结合安全、卫生、运输和绿化的特点，使各建构筑物结合紧凑。

通常厂区划分为厂前区、厂后区、生产区及左右两侧区，如图 1-1 所示。

厂 房 左 侧 区	厂后区	厂 右 侧 区
	生产区	
	厂前区	

图 1-1 厂区划分

厂前区基本上属于行政管理及后勤职能部门等有关设施，包括食堂、医务所、俱乐部、车库等；生产区主要布置产品生产车间，厂后区主要应布置原料仓库、污水处理站等。左右两侧又布置辅助车间部分，如机修、给排水系统、变电所及有关仓库等。

(三) 建、构筑物的布置位置

1. 主生产车间建筑物的布置位置

主生产车间建筑物的布置位置是决定全厂区布置的关键。在确定其位置时，要考虑到生产的工艺、建筑物的高低、对采光的要求等因素。一般选定在比较平坦的地势，厂

房要求平直、整齐，便于集中管理。

2. 辅助车间建筑物等的布置位置

辅助车间建筑物等的位置应安排在服务对象的最近距离。如啤酒厂的二氧化碳回收厂房应靠近发酵车间。原料仓库贮量较大，应布置在粉碎车间的附近，这样可以减少管道的输送距离。

3. 动力车间建筑物的布置位置

动力车间包括锅炉房、冷冻间、空压站、变电所等，应尽量靠近其服务的具体部门，设计时大多围绕生产区左右布置，少数也可布置在生产区内。这样可以减少管线的铺设，减少输送蒸汽、冷汽、电的常年能量损失。如啤酒厂的冷冻站应尽量靠近糖化麦汁冷却间和发酵间，以最大限度地减少管路和能耗损失。

4. 行政管理和后勤部门建筑设施的总体布置位置

行政管理和后勤部门建筑设施的总体布置位置应集中在厂前区，因为其职能性质规定要方便于全厂性的行政业务和生产技术管理及后勤服务。

5. 确定厂区建、构筑物之间的距离

从整体规划的角度在总平面图确定厂区建、构筑物的位置还必须考虑相邻建、构筑物之间的距离。

三、总平面布置的形式分类

厂区总平面图是一个结合厂址自然条件和技术经济要求，进行规划布置的图纸，为达到总体效果好，出现了许多布置形式。

总平面图通常是指水平上的布置图，主要布置形式有区带式与周边式两种。

1. 区带式

这种形式的特点是以主要生产车间的定位布置带起辅助车间和动力车间的逐一布置，它突出了主要生产车间的中心位置，各区较为协调合理、道路网井然有序、绿化区得以保证是目前生物工厂最常用的布置形式。

2. 周边式

这种形式是因地制宜的形式。因厂址四周情况与城市规划的需要，将生产车间环绕厂区周边，是从厂大门处开始布置，逐一带起辅助部门与动力部门相随布置，其特点是：厂房建筑沿周边，厂区无严格划分，生产集中，有利于车间管理联系。但厂房方位很难与主风向成 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 的合适角度，因而通风不利。

其他的布置形式还有总平面竖向布置、联合式（或组合式）布置等形式，这里不再一一介绍。

四、总平面布置的有关内容

以啤酒厂的总平面设计为例来说明总平面布置的有关内容。

1. 啤酒厂的特点

用水量多，瓶、箱数量大，堆贮场地面宽广，车间建筑形式多样，高低悬殊大等。

2. 厂区建筑物、构筑物的一般组成

(1) 主要生产建筑物：糖化、发酵、包装、配电、化验、啤酒车间及酒库。

(2) 辅助生产建筑物：副产品间，冷冻站，锅炉、配电、瓶盖制造、机器维修车间，材料储存库，易燃品仓库，供水泵房，水池，水塔，瓶、箱露天堆场等。

(3) 其他建筑物：办公楼、食堂、汽车库大门、传达室、卫生间等。

3. 设计内容

总平面布置设计根据厂址选择有关资料，总平面布置原则和要求、生产的特点来考虑具体要求。

(1) 制麦、糖化、发酵和包装等主要车间一般布置在全厂的中心地带，这样对管线铺设、交通运输、通风采光等比较经济合理。

(2) 冷冻站可建于主车间内，应尽量靠近发酵车间。

(3) 锅炉房等应安排在厂区的下风侧，对环境无影响。

(4) 供水、供电车间布置在冷冻工序附近比较合理。

(5) 瓶盖生产、机械维修、材料仓库等辅助建筑可以集中于厂区一边，便于管理（集中于两侧或一边）。

(6) 办公楼、接待室、行政楼要远离车间，消除噪音，环境卫生良好。

(7) 空压站布置在糖化楼内，离酵母培养间、发酵罐、包装车间要近，以方便服务，减少管线。

第二章 工艺流程设计

第一节 概 述

工艺流程设计在生物工厂设计中是关键的一环，因为产品的优劣，能否在未来市场中获胜很大程度上取决于工艺技术的先进与否。工艺流程设计和车间布置设计是工艺设计的两个主要内容，是决定工厂的工艺计算、车间组成、生产设备及其布置的关键步骤。

工艺流程设计的主要任务包括两个方面：

第一，由原料到成品的各个生产过程及顺序，就是生产过程中物料和能量发生的变化及流向，包括应用了哪些生化过程及设备；

第二，绘制工艺流程图。

生物生产过程中，原料往往不是直接变成产品，而是通过一系列的半成品或中间产品再变成成品，同时必须还有副产品的废液、废渣等生成，所以要注意环保设计。

工艺流程设计往往经历三个阶段：

- (1) 生产工艺流程示意图；
- (2) 生产工艺流程草图；
- (3) 生产工艺流程示意图。

生产工艺流程示意图比较简单，可以用方框把物料流向、工艺控制点、各工段及主要产品、副产物等写出。草图设计就更进一步、更全面。具体地说，生产方法和规模确定后就可以开始设计生产工艺流程示意图。设备设计全部完成后，再修改、充实工艺流程草图，根据流程草图和设备设计进行车间布置设计。

当然，在实际设计过程中未必一定遵照上面的三个过程，可根据设计的难度、技术的成熟程度及实际经验确定设计方法，如设计人员经验丰富、难度不大、技术成熟的项目，可以一次完成生产工艺流程图的设计。

第二节 生产方法的选择和工艺流程的设计原则

选择生产方法就是选择工艺路线，是工厂设计的关键步骤。一个生物产品的生产过程，大致经过扩培、发酵、后处理等步骤，对同一生物制品的生产，因采用不同的菌