

# 自动化 立体仓库工程

ZIDONGHUA LITI CANGKU GONGCHENG

冯云 郭凌 汪贻生 主编



首都经济贸易大学出版社  
*Capital University of Economics and Business Press*

# 自动化 立体仓库工程

ZIDONGHUA LITI CANGKU GONGCHENG

冯云 郭凌 汪贻生 主编

 首都经济贸易大学出版社  
*Capital University of Economics and Business Press*

·北京·

## 图书在版编目(CIP)数据

自动化立体仓库工程/冯云,郭凌,汪贻生主编. —北京:首都经济贸易大学出版社,2016.8

ISBN 978 - 7 - 5638 - 2554 - 7

I. ①自… II. ①冯… ②郭… ③汪… III. ①自动化—技术—应用—立体仓库—仓库管理 IV. ①F715.6 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 217764 号

自动化立体仓库工程

冯云 郭凌 汪贻生 主编

---

责任编辑 舒平

封面设计 风得信·阿东  
FondesylDesign

出版发行 首都经济贸易大学出版社

地址 北京市朝阳区红庙(邮编 100026)

电话 (010)65976483 65065761 65071505(传真)

网址 <http://www.sjmcb.com>

E-mail [publish@cueb.edu.cn](mailto:publish@cueb.edu.cn)

经销 全国新华书店

照排 北京砚祥志远激光照排技术有限公司

印刷 人民日报印刷厂

开本 787 毫米×960 毫米 1/16

字数 214 千字

印张 13.5

版次 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978 - 7 - 5638 - 2554 - 7/F · 1435

定价 28.00 元

---

图书印装若有质量问题,本社负责调换

版权所有 侵权必究

# 前 言

自动化立体仓库是一种集机械、电子、计算机、通信、网络、传感器和自动控制等多种技术于一体,以搬运机械化、控制自动化、管理计算机化、信息网络化为特征的高科技产品,是现代物流的重要组成部分。在我国,立体仓库从20世纪70年代初期发展到现在,正在运行使用中的有几百座。自动化立体仓库现正处于不断发展和完善的阶段,其建设和使用过程中出现的问题也较多,但这方面的专业书籍相对较少,特别是缺少对自动化立体仓库建设过程的综合性论述。本书从工程建设的角度出发,对自动化立体仓库可行性论证、规划、建设、监理等方面依次进行了论述,包括自动化立体仓库可行性研究报告的编制、自动化立体仓库规划设计、自动化立体仓库建设合同、自动化立体仓库项目的组织实施、自动化立体仓库监理、自动化立体仓库验收及质量保证等内容。

第一章自动化立体仓库概述,介绍自动化立体仓库的概念、结构及关键技术;第二章自动化立体仓库建设可行性研究,主要介绍自动化立体仓库建设过程中的可行性分析及可行性研究报告的编制;第三章自动化立体仓库规划设计,介绍自动化立体仓库总体规划及单元货格式自动化立体仓库设计;第四章自动化立体仓库建设合同管理,介绍自动化立体仓库建设合同的拟制步骤及相关内容;第五章自动化立体仓库项目的组织实施,介绍自动化立体仓库施工的组织机构设置以及货架、天轨、地轨等的安装施工;第六章自动化立体仓库监理,介绍自动化立体仓库监理目标、监理内容、监理实施及监理质量保证;第七章自动化立体仓库验收,介绍

自动化立体仓库验收的组织、实施步骤及验收方法;第八章自动化立体仓库使用维护,介绍自动化立体仓库设备监控系统、堆垛机、输送机、分配车的日常使用与维护;第九章案例:自动化立体仓库建设技术方案案例。

本书由冯云、郭凌、汪贻生主编。参加本书编写的人员还有姜大立、王锐琪、甘明、姜玉宏、刘洪娟、田哩。

由于自动化立体仓库涉及的技术、方法发展变化较快,本书还有待不断充实和完善,加之编者水平有限,书中难免存在不当之处,恳请读者给予批评、指正。

编者

# 目 录

第一章 自动化立体仓库概述	1
第一节 立体仓库结构	3
第二节 巷道堆垛机	9
第三节 立体仓库自动化系统	11
第二章 自动化立体仓库建设可行性研究	14
第一节 项目建设程序	14
第二节 可行性研究报告编制依据	16
第三节 报告编制步骤	17
第四节 可行性研究报告的主要内容	18
第三章 自动化立体仓库规划设计	28
第一节 总体规划原则	28
第二节 自动化立体仓库总体规划	32
第三节 单元货格式立体仓库设计原则	40
第四节 托盘的选择	41
第五节 货架系统设计	45
第六节 巷道堆垛机	50
第七节 管理与控制系统	58
第八节 人出库输送系统	67
第九节 自动化立体仓库建筑及公用工程	68

<b>第四章 自动化立体仓库建设合同管理</b> .....	71
第一节 项目名称 .....	71
第二节 承包方式与期限 .....	72
第三节 质量保证 .....	72
第四节 承包价格及结算价格 .....	74
第五节 银行担保及履约保证 .....	75
第六节 付款及结算方式 .....	75
第七节 施工方案编制及实施 .....	76
第八节 检测与验收 .....	77
第九节 售后服务承诺及响应时间 .....	78
第十节 人员培训 .....	79
第十一节 技术专利与知识产权保护 .....	80
第十二节 仲裁 .....	81
第十三节 补充条款 .....	82
第十四节 附则 .....	82
<b>第五章 自动化立体仓库项目的组织实施</b> .....	84
第一节 项目实施的组织安排 .....	84
第二节 施工准备 .....	86
第三节 基础部分安装 .....	87
第四节 货架系统安装 .....	89
第五节 堆垛机安装 .....	95
第六节 输送机等周边设备安装 .....	99
第七节 视频监控系统 .....	99
第八节 施工过程中的环境保护 .....	100

<b>第六章 自动化立体仓库监理</b> .....	101
第一节 概述 .....	101
第二节 施工质量监理 .....	107
第三节 施工准备阶段监理工作 .....	117
第四节 施工过程监理 .....	120
第五节 施工进度监理 .....	130
第六节 工程投资监理 .....	132
第七节 合同管理监理 .....	134
第八节 信息管理监理工作 .....	144
第九节 交工及缺陷责任期监理 .....	147
第十节 监理与施工安全生产管理 .....	151
第十一节 监理重点和难点分析 .....	153
<b>第七章 自动化立体仓库验收</b> .....	154
第一节 验收依据 .....	154
第二节 资料验收 .....	156
第三节 设备综合验收 .....	157
第四节 立体库存取系统验收 .....	158
第五节 计算机管理系统验收 .....	161
第六节 计算机控制系统验收 .....	163
第七节 物流系统综合验收 .....	165
第八节 试运行 .....	167
第九节 最终验收 .....	167
<b>第八章 自动化立体仓库使用维护</b> .....	168
第一节 设备监控系统使用维护 .....	168



第二节	堆垛机使用与维护	170
第三节	输送机使用与维护	178
第四节	自动分配车检查与维护	180
第五节	AGV 管理系统的使用与维护	183
<b>第九章</b>	<b>自动化立体仓库建设技术方案案例</b>	<b>190</b>
第一节	现场情况及需求	190
第二节	项目内容	191
第三节	技术方案	193
第四节	主要设备及参数	195
第五节	建筑及配电要求	201
第六节	堆垛机控制系统	202
第七节	计算机管理信息系统	204
<b>参考文献</b>		<b>208</b>

# 第一章 自动化立体仓库概述

在先进的工业国家里，生产力发展越快，企业之间的竞争也就越激烈。在作为第三利润源泉的物资流通领域，生产技术得到了飞速的发展，自动化立体仓库就是其中的一个重要方面。

自动化立体仓库是20世纪60年代初产生的新事物。20世纪70年代，它迅速发展了起来，现在逐步走向成熟。为什么自动化立体仓库发展得这么快？这是因为它给人们来了很多益处，它在生产上的应用已经取得了明显的效益。

目前，自动化立体仓库在发达的工业国家已经相当普及了。日本是自动化立体仓库发展最快、建造数量最多的国家。美国、德国、瑞士、意大利和英国等国家也建造了很多这样的仓库。自动化立体仓库在我国虽然还处于发展阶段，但是很多企业在这方面已取得了一些成果。

那么，什么是自动化立体仓库呢？自动化立体仓库包括的内容非常广泛，含义也有很多。从字面上看立体仓库是指仓库向高空发展。立体仓库的高度一般在十几米到几十米，那么立体仓库跟一般仓库有什么区别呢？其主要区别是：一般仓库在平面地板上堆放物资，而在立体仓库里是成行成列的货架，这些货架跟书架一样，它分成许多货格，每个货格都是存放货物的空间单元。搬运工人往往是将货物放在集装箱内或托盘上，再将整个集装箱或托盘放入货格中。如果不借助新型的搬运工具，就没有办法在立体仓库里完成存取货物的作业。这说明随着自动化立体仓库的建立，人拉肩扛的工作方法已经不适用了，即使一般的

铲车和叉车也难以胜任存取工作。在自动化立体仓库中必须使用一种专门的搬运堆垛机，这种堆垛机可以在货架之间的巷道中来回、上下地运行，并能把货物放进左右货格中。它专门负责存取货架上的小型集装箱和托盘。这种作业于立体仓库中的机器为巷道式堆垛机，简称为堆垛机。

堆垛机可以手动操作，操作员就像火车司机一样，按动前进、后退、上升、下降、左伸叉和右伸叉等控制按钮，堆垛机便会相应地运动。堆垛机也可以自动控制运行，操作员只需设置好堆垛机的作业功能、目标位置，堆垛机便会自动地完成存取作业，我们称这种具备自动作业功能的堆垛机为自动堆垛机。若整个仓库实现计算机管理，堆垛机的指令由管理系统自动下达，从而形成整个仓库的计算机管理和控制，我们称这种仓库为自动化仓库。其中，计算机管理部分称为计算机管理系统，自动作业部分称为作业自动控制系统。

由于自动化立体仓库存储物资种类多、数量大，信息量也大，传统的人工管理方法显然已不能胜任，所以要靠计算机来管理。计算机在自动化立体仓库管理中的作用主要有四个方面：第一是物资的分发；第二是全部货物的统一管理和分配；第三是对仓库里所有储运机械的监视和管理；第四是信息的存储和处理。由此可见，自动化立体仓库应由下列六部分组成：

- (1) 高层仓库建筑物及高层货架。
- (2) 货物存取机械——堆垛机。
- (3) 物资检测及货箱的识别装置。
- (4) 各种运送机械和输送设备。
- (5) 包装系统。
- (6) 计算机及控制管理系统。

## 第一节 立体仓库结构

### 一、立体仓库概述

立体仓库为单层式建筑，建筑结构的高度比一般平房仓库高。它一般设置多层较高的货架存放货物。

立体仓库的建筑高度一般在 5 米以上，最高的立体仓库的高度可达 40 米，常用的立体仓库的高度在 7 ~ 25 米。

立体仓库必然是机械化仓库，由于货架高 5 ~ 12 米以上，人工劳动已难以对货架进行进出货的操作，必须依靠机械进行作业。

立体仓库中必然配置多层货架，由于货架高度高，又称高层货架仓库。根据立体仓库货架高度的不同，还可将其细分为高层立体仓库、中层立体仓库及低层立体仓库等。

立体仓库货架形式可以多种多样，目前建设较多的是储存单元货物（以货箱、托盘为一单元组合）的立体仓库。

立体仓库中的自动化立体仓库，是当前技术水平较高的形式。自动化立体仓库的主体由货架、巷道式堆垛机、入出库工作台和启动运行及操作系统组成，货架是储存货物的钢结构或钢筋混凝土结构的建筑物或结构体。在货架内是标准尺寸的货位空间，巷道堆垛机穿行于货架之间的巷道中，完成存取货的工作。

立体仓库按要求规则排列货架，其位置表示方法为：

- (1) W 方向：与巷道堆垛起重机运行方向垂直的方向。
- (2) L 方向：与巷道堆垛起重机运行方向平行的方向。
- (3) 排：沿 W 方向的货架数量计位。
- (4) 列：沿 L 方向的货架数量计位。
- (5) 层：沿货架高度方向的计数。

以上表述如图 1-1 所示。

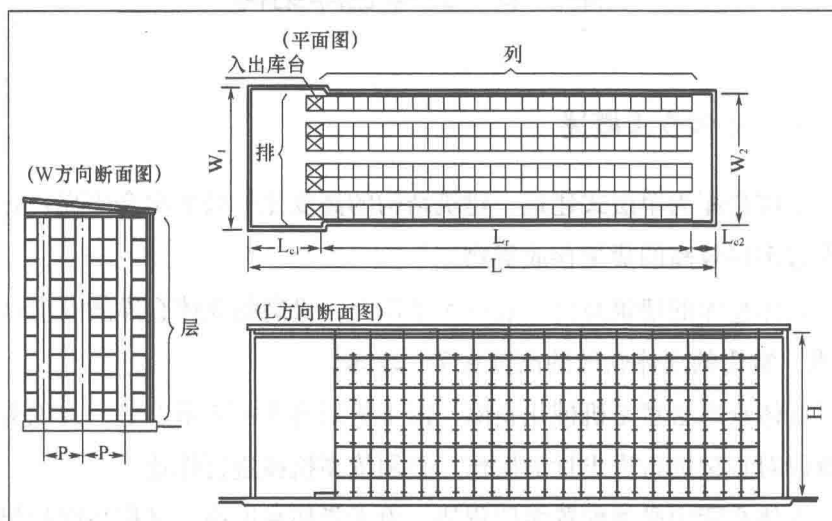


图 1-1 立体仓库位置表示方法

## 二、立体仓库分类

### (一) 接货架高度分类

主体仓库可分为高层立体仓库（货架高度在 15 米以上）、中层立体仓库（货架高度在 5 ~ 15 米）、低层立体仓库（货架高度在 5 米以下）。目前，中层立体仓库建造较多，具有充分利用空间的优点，对设备、机械的要求也不太高；高层立体仓库造价过高，对机械装备要求特殊，安装难度也较大，建造的相对较少；低层立体仓库建设主要适用于老库改造，是提高老库技术水平和库容的可行之路。

### (二) 按货架构造分类

1. 单元货格式立体仓库。它是一种标准格式的通用性较强的立体仓库，其特点是每层货架都是由同一尺寸的货格组成，货格开口正对着货架之间的通道，装取货物机械在通道中行驶并能对左、右两边的货架

进行存、取作业。每个货格中存放一个货物单元或组合货物单元。货架以两排为一组，组间留有通道。所以这种仓库需留有较多的通道，面积利用率不太高（约为 60%），但空间利用率较高。

单元货格式立体仓库可用多种起重装卸机械进行作业。一般而言，中、高层主要采用沿轨道行驶的巷道堆垛机，以保证其能在狭窄的巷道内进行作业，中层立体仓库中高度较低者和低层立体仓库，用一般叉车或高架叉车进行作业。为减少叉车转弯所需通道宽度，叉车不从正面进行作业，而采取侧叉式叉车作业方式。

2. 贯通式立体仓库。贯通式立体仓库又称重力流动式货架仓库，是一种密集型的仓库，这种仓库的货架之间没有间隔，不留通道，货架紧紧靠在一起，实际整体上成了一个货架组合。这种货架的独特之处在于，每层货架的每一列纵向贯通，像一条条隧道，“隧道”中能依次放入货物单元，货物单元排成一列。货架结构一端高一端低，使贯通的通道成一定坡度。在每层货架底部安装滑道、辊道（如图 1-2、图 1-3 所示）或在货物单元装备（如货箱、托盘）底部安装轮子，这样，货物单元便可在其自身重力作用下由坡道高端自动向低端运动。如果单元货物容器有自动运行机构，或货架中安装相应机构，货架也可水平安装而不需坡度。

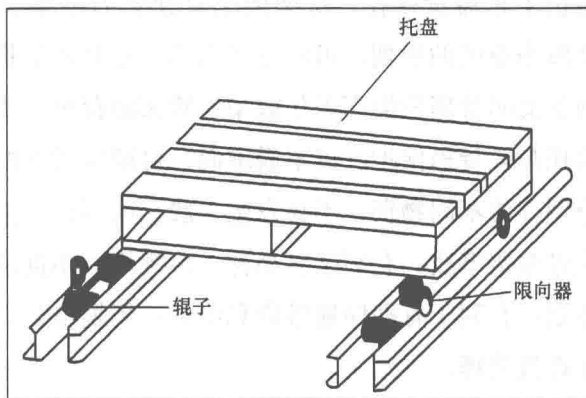


图 1-2 重力流动式货架辊道与托盘

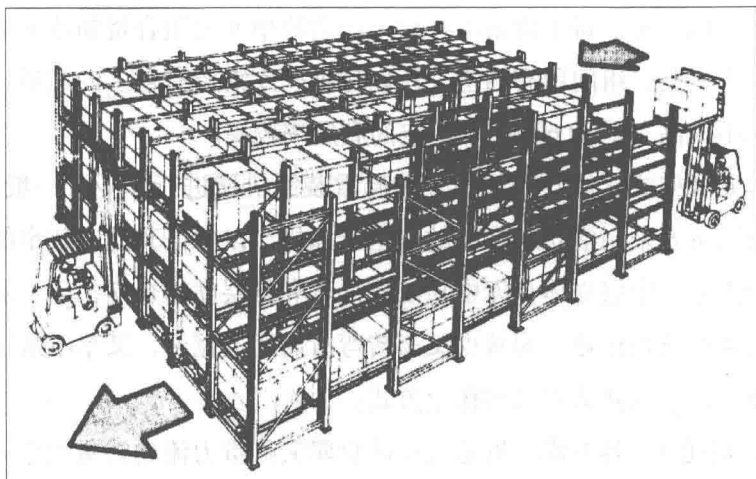


图 1-3 重力流动式货架仓库

这种货架运行方式是从货架高端送入单元货物（进货），单元货物自动向低端运动，从低端出库。或货物由一端被送入，在行走机构推动下运动到另一端。

这种立体仓库货架的主要优点是：所有货架紧密排列，因而仓库平面利用率和容积利用率大幅度提高，均可达 90%；只在货架高低两端进行作业，也大大减少了设备和机械的运行消耗；严格实行货物的先进先出，有效防止了呆滞货存在；货架两端是独立的进库和出库操作区域，有利于仓库作业区的规划，可防止进出库作业互相干扰及管理混乱的问题，有利于文明管理和提高工作效率；货架储存单元货物，每单元货物有各自的托盘或货箱保护，又不需堆码，可减少货物的损失；各条货格通道中分别存放不同物资，不会发生一般仓库不同货格混存时常见的混杂、混乱等差错事故；有利于多品种、多规格、小批量、多批次商品的储存和规划；有利于有秩序地进货和出货；规划整齐，有利于无人自动操作和计算机管理。

这种立体仓库货架的主要缺点是：每一通道中只能存入同种物资，所以存货种类有限，也很难灵活进行存储；另外，由于通道的大小、长

度一样, 每种货物存储容量大致相同, 或成倍数关系, 因此, 往往出现某些通道货位不够, 某些通道有多余货位的不平衡状况, 这也会降低利用率; 仓库技术要求较高, 设备制造及仓库建筑的精度要求较高, 对托盘、货箱等单元载体要求也较高, 须防止单元载体在重力滑动中的卡死状况出现, 一旦卡死, 故障排除难度较大; 此外, 这种仓库结构是钢结构, 造价较高。

这种仓库的适用领域有三个: 一是拥挤地区的工厂或流通仓库的储备库, 主要是为了减少占地面积而提高储存量; 二是配送中心的拣选仓库, 尤其是成单元件的自动拣选; 三是站台发货仓库, 发货端位于站台之上, 有利于提高装车速度, 缩短装车距离。

3. 自动化柜式立体仓库。它是小型可移动的封闭式立体仓库, 由柜外壳、控制装置、操作盘、储物箱及传动机构组成。其主要特点是小型化、轻量化、智能化, 尤其是封闭性强, 有很强的保密性。它适于贵重的电子元件、贵金属、首饰、资料文献、档案材料、音像制品、证券票据等的储存。

4. 条型货架立体仓库。这种仓库其货架每层都伸出支臂, 专门利用侧式叉车进行物资进出的操作, 是用于存放条型、筒型货物的立体仓库。

### (三) 按建筑物构造分类

1. 一体型立体仓库。这种仓库其高层货架与建筑物是一体的, 高层货架不能单独拆装, 高层货架兼仓库的支撑结构, 仓库不再单设柱、梁。货架顶部铺设屋面, 货架也起屋架作用, 是一种永久性设施, 这种仓库建造费用较少。一体型立体仓库一般层数较高, 采用钢结构或钢筋混凝土结构。

2. 分离型立体仓库。这种仓库的建筑物与高层货架不是联结为一体, 而是分别建造, 一般是在建筑物完成之后, 按设计及规划在建筑物内部安装高层货架及相关的机械装备。分离型立体仓库不是永久性设施, 可按需要进行重新安装和技术改造, 因此比较机动。一般说来, 由



于其建筑物与高层货架分别建造，造价较高，分离型立体仓库也适合旧库改造时采用。分离型立体仓库一般层数较低，主要是钢结构，可装配，也可拆移，具有一定机动性。

现代物流系统中，储存型的物流中心、吞吐量及储存量较大的仓库、配送中心的存货库等多采用一体型立体仓库，而车间仓库、配送中心的配货部、转运中心等多采用分离型立体仓库。

### （四）按立体仓库装取货物机械种类分类

1. 货架叉车立体库。立体仓库中所用的叉车有三种：高起升高度（高扬程）叉车、前移式叉车、侧式叉车，后两种叉车也需要有一定的起升高度。叉车由地面承重，不是固定设施，因而机动性较强。但叉车运行所占通道宽度较大，且最大起升高度一般不超过6米，因此只适用于中、低层立体仓库。

2. 巷道堆垛机立体仓库。这种立体仓库的货架间通道采用巷道堆垛机。所用的巷道堆垛机主要是上部承重的下垂式和下部轨道承重、上部导轨限定的下部承重两种类型，主要用于中、高层立体仓库。

### （五）按操作方式分类

1. 人工寻址、人工装取方式。由人工操作机械运行并在高层货架上认址，然后人工将货物从货架中取出或将搬运车上的货物装入货架。

2. 自动寻址、人工装取方式。按输入的指令，机械自动运行寻址认址，运行到预定货位后，自动停住，然后由人工进行装货或从机械货架中取货。

3. 自动寻址、自动装取方式。这是一种无人操作方式，是按控制者的指令或按计算机出库、入库的指令进行自动操作的方式。

以上三种方式，人工寻址、人工装取方式主要适用于中、低层立体仓库，另两种适用于中、高层立体仓库。

### （六）按功能分类

1. 储存式立体仓库。这种仓库的主要优点是能大量存放货物，货