

自动化仓库

堆垛机设计



〔日〕吉国宏 编著

第一机械工业部第四设计院

《堆垛机设计》 翻译组译

内 容 提 要

堆垛机是自动化仓库的组成部分之一，是自动化仓库中的主机设备。本书介绍了日本堆垛机设计。全书共十四章，主要内容包括 自动化仓库概况，堆垛机的种类，堆垛机作业周期，钢结构设计标准，焊缝强度计算，门架的结构计算，取货装置（货叉）设计，电动机的选定，走行装置与升降装置，控制系统和控制设备，供电装置与电气装置。书中最后两章对故障和安全提供了较新的分析方法。本书可供起重专业技术人员、自动化仓库设计人员学习、参考。

自动化仓库堆垛机设计

〔日〕吉国宏编著

第一机械工业部第四设计院《堆垛机设计》翻译组译

人民铁道出版社出版

责任编辑褚书铭 封面设计赵敬宇

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印张：7.125 字数：148 千

1979年12月 第1版 1979年12月 第1次印刷

印数：0001—11,000册 定价：0.84 元

译者前言

自动化仓库是近代物流系统中迅速发展的重要组成部分，具有节约用地和人力，作业迅速准确，提高保管效率以及降低储运费用等许多优点。随着物流系统发展的进一步合理化，采用电子计算机联线控制的自动化仓库，已发展成为连结生产与消费的重要环节，即不仅具有高效率贮存的功能，而且兼有控制生产或销售活动的功能。

目前国内已建造和设计了一批各种形式的立体仓库，我国铁路、工矿、企业还将大力发展立体仓库。堆垛机是立体仓库的主机，直接影响到整个仓库系统的运转功能。为了介绍国外在这方面的设计经验，我们选译了连载于日刊《生产和搬运》（1976年3～9、11、12期，1977年2～4、6～8期）中的《自动化仓库用堆垛机的设计》一文，供有关设计和工作人员参考。

译本第六章堆垛机门架的结构计算，除对原文多处错误进行校正之外，并对其中多余繁琐的公式推导部分作了必要的删节。第十三、十四两章，作者对故障和安全提供了一些较新的科学分析方法，尽管与堆垛机设计本身结合得不够具体，是其缺点，但我们认为有一定的参考价值，故未予删节。其余各章也基本上按原文相应章次全部译出。

本书在排印期间，日刊《省力と自動化》（1979年，第1期）发表了与本文相关的一篇文章，题为《关于日本工业标准制定的立体自动仓库系统设计条例》，为方便读者，将该文附于书后。

参加本书翻译工作的有文镇洋、王凤林、宗松儒、姚鹤

祥、卢春明等同志。

由于自动化仓库堆垛机设计涉及的专业范围较广，加上我们的水平所限，错误及缺点在所难免，望读者批评指正。

第一机械工业部第四设计院

《堆垛机设计》翻译组

目 录

前言.....	1
第一章 自动化仓库概况.....	3
一、自动化仓库的种类.....	3
二、捡货.....	5
三、仓库设计及其问题.....	6
第二章 堆垛机的沿革、种类和有关规范.....	11
一、堆垛机的沿革.....	11
二、巷道式堆垛机的种类.....	12
(一) 结构类型.....	12
(二) 堆垛机的控制方式.....	19
三、规范的应用.....	19
第三章 自动化仓库规划设计与堆垛机作业周期.....	21
一、自动化仓库设计.....	21
二、堆垛机设计规格与台数的确定.....	23
三、堆垛机作业周期.....	23
(一) 平均作业周期.....	28
(二) 模拟计算作业周期的例子.....	31
第四章 钢结构设计标准.....	33
一、材料.....	34
二、起重机的类别及各种载荷.....	35
(一) 实际起重量.....	42
(二) 自重.....	42
(三) 水平载荷.....	42
(四) 对缓冲器的冲击载荷.....	42
三、载荷的补加.....	42

(一) 冲击系数 (ψ)	42
(二) 作业系数 (M)	45
四、许用应力	45
第五章 焊缝强度计算和设计注意事项	50
一、焊接接头的设计	50
二、焊接接头的强度计算	51
三、脆性断裂	58
四、防止脆性断裂的方法	60
(一) 设计注意事项	60
(二) 焊接施工中的注意事项	61
第六章 堆垛机门架的结构计算	63
一、框架结构的弯矩和挠度	63
(一) 由于水平载荷产生的弯矩	65
(二) 由走行车轮的反力产生的弯矩	69
(三) 由叉取作业产生的弯矩	70
(四) 各部分的最大弯矩	71
二、计算举例*	72
第七章 取货装置	76
一、结构标准	76
二、伸缩货叉	77
三、伸缩货叉的挠度与强度	82
(一) 固定叉	83
(二) 中间叉	84
(三) 前叉	86
四、载货台和驾驶室	87
第八章 电动机的选定	91
一、电动机输出功率的计算	91
(一) 走行电动机的输出功率	92

(二) 升降电动机的输出功率·····	94
二、电动机的选定条件·····	94
(一) 三相感应电动机与起动电流·····	94
(二) 速度-转矩特性 ·····	95
(三) 温升·····	97
(四) 变速电动机 ·····	101
第九章 走行装置与升降装置 ·····	107
一、走行装置 ·····	107
(一) 下部支承下部驱动型 ·····	107
(二) 上部支承上部驱动型 ·····	113
二、升降装置 ·····	114
三、制动器的制动容量 ·····	118
第十章 控制系统 ·····	121
一、自动化仓库的控制系统 ·····	121
二、计算机系统 ·····	122
三、堆垛机的控制系统 ·····	128
(一) 位置控制 ·····	131
(二) 速度控制 ·····	134
(三) 方向判断功能 ·····	135
(四) 货叉控制 ·····	135
(五) 保护与安全功能 ·····	136
(六) 自我诊断功能 ·····	136
(七) 控制信息的收发 ·····	136
第十一章 控制设备 ·····	137
一、控制电路的框图 ·····	137
(一) 指示装置 ·····	137
(二) 显示装置 ·····	139
(三) 寄存器 ·····	139

(四) 运算电路	139
(五) 移位寄存器	144
(六) 逻辑电路	145
(七) 事故检测电路	145
(八) 电动机控制电路	145
二、检测装置	145
(一) 走行用检测器	148
(二) 升降用检测器	151
三、控制信息的收发装置	155
(一) 有线方式	155
(二) 无线方式	157
(三) 感应无线方式	157
四、控制电器	158
(一) 有触点继电器电路	159
(二) 无触点继电器电路	162
五、接口设备	164
六、控制电源	166
第十二章 供电装置与电气装置规格	167
一、供电装置	167
(一) 滑触线供电方式	167
(二) 电缆供电方式	167
二、电气装置规格	168
(一) 电气装置应具备的条件	168
(二) 电源电路	169
(三) 电器设备的保护	170
(四) 电路的构成	170
(五) 控制盘和操作盘	172
(六) 盘外电器设备	173

(七) 电线	173
(八) 配线工程	175
三、信号电缆的芯线数	176
第十三章 备用系统	179
一、顺序控制中的故障	180
二、对由于元件质量不良而造成故障的保险	182
(一) 控制装置的故障和预测	182
(二) 采用备用电路作为故障的保险	185
(三) 降低额定值的备用设计	185
(四) 由设定条件的保险	186
(五) 防止误动作、误不动作的电路	186
三、对于防止外界干扰的保险	187
(一) 由于控制电源引起的干扰	187
(二) 由于外来杂波引起的故障	188
四、防止由于人的操作错误引起事故的保险	188
五、预防保安	190
第十四章 安全	191
一、安全措施	191
(一) 与堆垛机及外围设备动作有关的作 业人员保护	191
(二) 堆垛机司机的保护	191
(三) 维护检修作业的保护	191
(四) 安全出入口	192
二、安全性	192
三、事前评价	193
(一) TA 的分类与特征	194
(二) TA 实施步骤	195
(三) 评价的研究范围	196

(四) 自动化仓库和评价	199
结束语	201
附录 关于日本工业标准制定的立体自动仓库 系统设计条例	203

前 言

使用巷道式起重堆垛机的立体仓库(或称自动化仓库),由于能节约劳动力、作业迅速准确、提高保管效率、降低物流费用而问世。并且只要需要,可满足在规定的时间内把指定的物品进行自动收集和分发的要求,因而受到产业界的重视。

自动化仓库从1967年开始在日本出现。经过了一段时期的高速度发展后,随着产业界进一步要求物流合理化,对自动化仓库的要求亦随之扩大,其质量也日见提高。

现在,对自动化仓库系统的要求,和当初因其节省劳动力或节约用地而受到欢迎的情况又有所不同,要求具有控制生产或销售活动的功能,即起到所谓“经营仓库”的作用。要实现这种要求,与其说靠仓库本身,不如说越来越取决于外围软件。这也可以认为,仓库的功能是提高有关制造工序和生产线的生产率和增加销售量的决定性环节。对仓库系统来说,外围软件的重要性增大了,与此同时,外围设备的水平也在逐步提高,其功能也变得多样化了。据日本产业机械工业会的报告提出:在“硬件+软件=总投资”中,过去外围软件占的比例是5%,最近几年在逐年上升,已超过40%。而且这种趋势还在增长,对仓库功能要求的提高,实际上是进一步对外围软件要求的提高。因此,在系统设计中,迫切期望外围软件发展成为一项丰富多采的技术。

目前,自动化仓库作为商品流通的有效环节,对企业经营作出了很大的贡献。但从另一方面来讲,随着系统的高度发展,管理水平的提高,可靠性又产生了问题,系统的集中

化程度越高规模越大，就越容易失去灵活性。如自动化系统中的一部分发生故障或一部分流程停顿，整个系统就陷于瘫痪，造成很大损失。为了缩短修复的时间和减少损失，考虑备用系统就很重要。因此，必须有与所要求的可靠性相适应的周全的保安、联锁、防止错误动作、备用、维护、监视等方面的精心设计。同时，自动化仓库设备是人和物流接触的地方，设计上必须确保人身安全。

自动化仓库系统是由仓库建筑、高层货架、堆垛机、输送机之类的外围设备、电气控制装置、信息处理系统、搬运路线等组成。要求把各部分设计得互相协调。即使单体主机设计得很优秀，但如果与现场实际情况不符，或与整个系统不平衡，也不能算是一个好的仓库系统。不过，堆垛机是代表自动化仓库特点的标志，是构成系统功能的中枢的重要主机，因而在仓库系统中，对其可靠性和安全性就有严格的要求。

本文是作者根据其设计和建造的多种自动化仓库的亲身体会，以及有关资料编写成的。

第一章 自动化仓库概况

自动化仓库因用地条件、环境条件、使用目的、业务种类、仓库前后的流程、运用方法等的不同而有多种多样的形式。现按软件划分的仓库种类、捡货、仓库设计及其他问题等方面对自动化仓库的概况加以叙述。

一、自动化仓库的种类

仓库系统可分为六种类型：

1. 省力化型系统

自动化仓库在不同程度上都具有实现省力化的目的。但是，在实际使用中，如果不和其他系统相配合，就不能充分发挥省力化的特长。

2. 工序型系统

这种仓库是作为生产工序的一环而设置的，如工件由 *A* 工序向 *B* 工序输送时，在 *A*、*B* 工序间起缓冲作用以提高灵活性的中间仓库。中间仓库一般都是用来贮存半成品。

3. 订货处理型系统

也称为周转仓库，是用电子计算机把仓库的功能和订货、发货处理联结在一起。采用由中央电子计算机处理从订货到收货，或从接受订货到发货的业务，并将实际运转情况输入在库管理系统，以及由控制用的电子计算机控制仓库管理系统，以达到物流合理化的目的，这种类型是最先进的自动化仓库。

4. 补给型系统

对于装配线等工序，按照生产节奏供给装配用的零件

等。若这种系统以装配作业为中心时，供给时间和生产工序的同步性、捡货功能以及输送线等都与现场的作业环境、作业方式等实际情况相适应。

5. 成套设备自动化型系统

这是把仓库编入生产线的工序型与补给型合为一体的生产综合型系统。

6. 综合处理型系统

这是直接把材料—生产—销售与仓库联结在一起的综合统一处理型。

这些系统类型是根据用户的使用条件和要求来选用的。新的需要又推进了这些类型的组合和更新系统的研究。

仓库的功能可分为六种：

1. 仓库起一种中间调节的作用（临时存放）。
2. 进行量的改变（入库量与出库量之间的改变）。
3. 改变货物的形态（以和入库不同的形态出库，增加商品化作业）。
4. 改变货物流动的速度（改变入库频率与形态）。
5. 变换货物的组合（从单一品种入库，组合成混合品种的形式出库）。
6. 调整时间（用改变停留时间，来调节入库后的流程）。

也有将上述其中几种功能综合起来的仓库。这些功能是规划设计的基础，需要事先作详细具体的调查。

从仓库内货物流动的路线来分，有出、入库口在仓库同一侧的回流式和出、入库口分别设在仓库两侧的贯通式（采用穿流式货架）。还有，一台堆垛机可以服务于数列货架的转移式等。究竟采用哪一种，要按货物流动的速度、用地条件等来决定。即使说物料贮运能否实现自动化是完全取决于

总体布置的设计的也不过分。在用地范围内如何建设，必须慎重地研究将来的规划。在实际的系统设计中，因受各种条件的制约，多不符合理想，主要依靠设计前对方案实施可能性的研究以及拟态模型的研究工作。

二、捡 货

在处理单一品种货物时，把一个托盘的货物作为一个集装单元，用托盘单元进行出入库作业，以先进库的货物先出库为好，这样，系统比较单纯，自动化仓库就可以发挥其最大的利用效果。但多数自动化仓库是按集装单元入库，而出库必须根据提货人的货单，在集装单元中取出所需的少量货物，并与用同样方法取出的其他货物配齐后发货，这就是所谓捡货，是自动化仓库必要的发货作业。要在各种各样的尺寸和形状的货物混合贮存的情况下，实现捡货的自动化是困难的，目前全靠人工处理。现在首先要做的工作是简化条件，进行便于自动化的通用化、标准化工作。

捡货有检出、捡入两种方式，每种方式又有货架外作业和货架内作业两种方法。

货架外检出，是使用堆垛机把货物连同托盘一起取出货架外，由输送机移到预定位置捡货后，再把托盘和剩下的货物入库。货架内检出，是使用带有货箱的捡选型堆垛机，由人驾驶这种堆垛机到各处，把所需的货物从货架和托盘中捡选到堆垛机的货箱中。图 1—1～图 1—3 是货架外捡货方式的例子。

捡入方式可以看做是单件生产方式的工序型系统仓库。把组成产品所需的零件，按工件图号、制造顺序配齐成套，向装配线供应时，一齐发付。货架内作业是人驾驶捡选型堆垛机，行走在按工件图号排好的货架之间，捡货入库。货架

外作业是在规定的位置取出相应的托盘，捡入后再入库。

三、仓库设计及其问题

建立自动化仓库，需要化费大量投资，并且不是轻易可以迁移或改造的。值得注意的是自动化仓库的功能，对整个搬运系统会带来很大影响。就是说同以前没有自动化仓库时相比，有了很大的革新，它的变化超过了预想的程度。同时，这种变化也将成为限制将来的搬运系统的制约条件。

在这儿也存在着失败的危险。它的成功与否取决于系统的设计。在设计上，一方面，应使自动化仓库所具有的本质上的优越功能同现场的实际情况相结合；另一方面，为了充分发挥自动化仓库的作用，所强调的并不在于追求它的构成部分的相互适合的单纯技术，而应使它成为整体系统上探索



图 1—1 货架外捡货方式

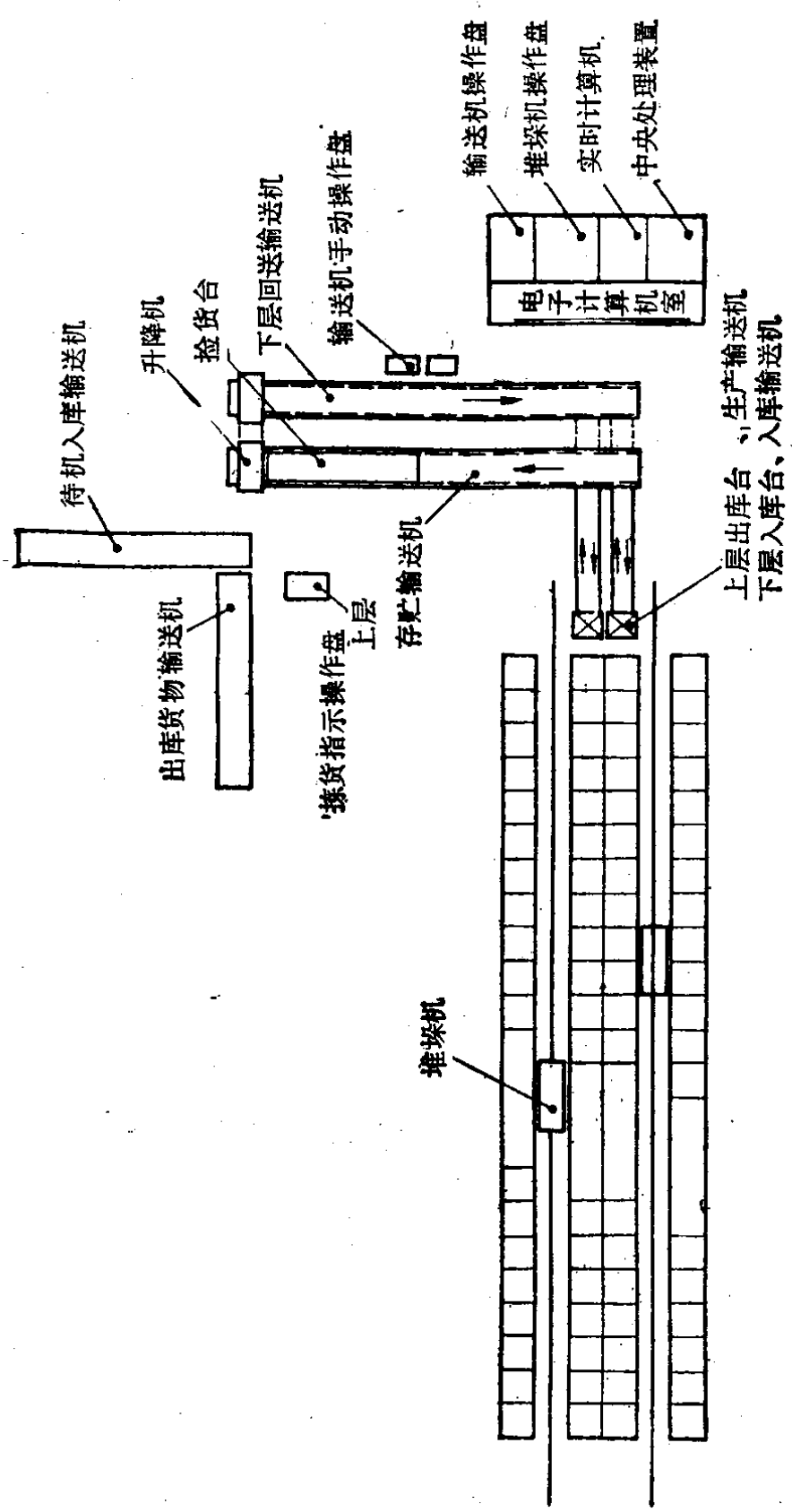


图 1—2 货架外检货方式的总体布置