

M / E / I / G / U / O /

美国

粮食钢板筒仓技术

LiangShi GangBan TongCang Ji Shu



象 出 版 社

美国 粮食钢板筒仓技术

编译/任建林

审核/荣兰荪

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 提 要

《美国粮食钢板筒仓技术》一书主要收集了成套钢板筒仓有关工程技术方面的资料,经编译者整理而成。其内容共分六章。该书采用大量的图示和表格系统地介绍了钢板筒仓的制造方式、结构规格、工艺布置、安装方法、配套设施、安全标准、使用与维护、报价等,可供从事钢板筒仓的研究设计单位、设备制造厂家、使用管理人员参考。

美国粮食钢板筒仓技术

编译 任建林

责任编辑:李义玲 终审:周计使 陆同文

封面设计:周贤俊 责任技编:任建林 责任校对:任建林

气象出版社出版发行

(北京海淀区白石桥 46 号 100081)

郑州金水龙华印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:18.625 约 480 千字

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

印数 1-3000 册

ISBN 7-5029-2073-01/S·0272

定价: 18.00 元

目 录

第一章 钢板筒仓结构及工艺布置	(1)
一、引言	(1)
二、钢板筒仓的结构及类型	(1)
三、钢板筒仓的工艺布置	(28)
第二章 钢板筒仓安装	(52)
一、选址	(53)
二、基础设施	(54)
三、仓壁钢板、立柱加强筋及螺栓的规格标记	(55)
四、仓顶安装	(68)
五、仓壁安装	(84)
六、仓体底部连接	(103)
七、安装准备及注意事项	(107)
第三章 钢板筒仓配套设施	(109)
一、斗式提升机	(109)
二、链条输送机	(123)
三、卸粮清仓装置	(138)
四、卡车卸粮装置及称重	(152)
五、清理筛	(157)
六、分流盘	(168)
七、监测系统	(172)
八、采样系统	(174)
九、除尘系统	(198)
十、探粮装置	(218)
十一、KYAOT 流量仪	(221)
十二、气力输送机	(225)
十三、溜管	(228)
十四、散粮器	(233)
十五、卡车来粮接收与仓底出粮	(234)
第四章 钢板筒仓主要安全贮粮设施	(236)
一、料位测量系统	(236)
二、测温系统	(237)
三、通风系统	(248)
四、干燥系统	(265)

第五章 钢板筒仓安全使用.....	(277)
第六章 钢板筒仓报价.....	(282)
附录 单位换算.....	(289)

第一章 钢板筒仓结构及工艺布置

一、引言

在本世纪，美国粮食仓库的建设与发展大体上经历了以下三个阶段：

第一阶段是在四十年代以前，考虑到从田间收获的粮食主要为人们食用，粮食仓库只是作为粮食的临时贮藏设施，因此，大部分的农场主和牧场主根据当时木材充足，使用方便的有利条件都建造了单个的木结构房式仓。这种木结构形式的粮仓贮藏容量一般都比较小，建造时比较简单，适合用于贮藏高水分的粮食。在贮藏粮食期间，由于阳光的照射，外界气温变化，粮食水分可通过仓壁向外逸出，起到自然干燥的作用。但是，这种木结构的房式仓也带来一个问题，气密性较差，害虫和老鼠防治有困难。为了解决这个问题，人们通常在仓的外表面镶上一层金属板以防害虫和老鼠进入仓内。目前农场使用的木结构房式仓只是用作小型的饲料贮藏室，或者用于收获季节和其它紧急情况下粮食的临时存放，已经很少见到了。

第二阶段是从四十年代开始，美国逐步实现了农业机械化，机械化的迅速发展，使得粮食的仓储设施上了一个新的台阶，人们有了新的认识。在此期间，粮食的贮藏和运输在粮食流通领域内视为同等重要的环节。为了适应散粮运输的需要，一些国营的粮食中转库和私营的粮食经营商都先后建造了大型的钢筋混凝土筒仓。这些仓容量比较大，坚固耐用，群体性好，有利于实现进、出仓配套机械化。在当时用作钢筋混凝土的钢筋、水泥等建筑材料也比较便宜。因此，五、六十年代大量地建造了此种类型的筒仓用于粮食中转库、中转码头、大型储备库，仅在美国中部粮食主产区的堪萨斯州、明尼苏达州、艾奥瓦州、内布拉斯加州、得克萨斯州、伊利诺伊州容量在八十万吨以上的钢筋混凝土筒仓就有许多处。此外，在粮食加工厂、饲料厂也建造了一些容量不同的混凝土筒仓。钢筋混凝土筒仓的发展一直到七十年代。

第三阶段是从七十年代初大规模地发展了钢板仓。尽管过去也使用过一些小型钢板仓，但对钢板仓的认识不够，认为仓壁太薄，仓内外温差大，有结露，密封不好等，怀疑不能安全贮藏粮食。通过一段时间使用后，对钢板仓的认识有了改观，最后导致对它的优点承认。到七十年代初，许多制造厂商用标准材料进行工业化生产钢板仓，再加上粮食干燥与通风的运用，使得钢板仓迅速地发展起来。尤其是在一九七八年，钢筋混凝土建筑材料市场供应紧缺，价格猛涨的情况下，钢板仓几乎取代了任何类型的粮仓。目前在美国钢板仓作为粮食仓储设施已是很普遍了。

美国的粮仓经过了三个阶段的发展，就目前仍使用的粮食仓库还有四种类型，即：1 金属包层木结构筒仓；2 钢木结构房式仓；3 钢筋混凝土筒仓；4 钢板仓。各种类型粮仓的特点如表 1-1 所述。

钢板仓主要包括钢板房式仓和钢板筒仓，本书重点讲述钢板筒仓。

二、钢板筒仓的结构及类型

钢板筒仓自身可分四个部分，即：1 仓壁，2 顶盖，3 仓底，4 辅助构件。

钢板筒仓的仓壁大量采用各种规格的高效钢板，这些钢板都经过表面镀锌处理。以处

理后的镀锌钢板作材料直接焊接而成的谓之焊接式钢板筒仓。采用钢板折边后螺栓装配而成的谓之装配式折边钢板筒仓。通过辊压和模压成各种不同的波纹状钢板用螺栓装配而成的谓之装配式波纹钢板筒仓。在美国用于商业贮粮,通风、干燥均采用装配式镀锌波纹钢板筒仓。该仓仓壁的制作大多采用辊压法,其生产工艺流程如图 1-1 所示。辊压法的优点是波形逐次成型,内部应力得以消除,回弹量小,生产的板型质量较好,即便是较厚一点的钢板也可从在压型板成型机组上顺序一次成型。另外,压型板成型机组和开卷机,校平机,输送辊道以及液压定尺飞剪等机组配套,可以直接把卷板加工成需要规格的波纹型钢板成品。

表 1-1 各种类型粮仓的特点

特点	金属包层木结构筒仓	钢结构房式仓	钢筋混凝土筒仓	钢板仓
优点	立式,占地面积小,小型仓易单个建造,有利于仓内粮食掺合,有利于贮藏易破碎的粮食,可贮藏任何品种的粮食。	贮藏每蒲式耳粮食造价最低,结构多样化,可贮藏其它物料,可使粮食大容量长期贮藏,可使用粮食通风设施。	结构坚固耐用,可配用较大能力的输送设备,可长期贮藏粮食保持原有品质,粮食倒仓,掺合方便,气密性好,有利于熏蒸,只需少量维修,可适合大型卡车来粮发放,出粮装车方便,可适用带式输送机输送粮食,可适用通风系统。	自重轻,造价相对低,可配用较大能力的输送设备,装配方便,建造工期短,可折迁,气密性较好,进、出仓装卸方便,耐水性好,可适用通风系统。
缺点	仓容量小,样式不新颖,易潜在火灾危险,不适于大型卡车来粮,不能迅速装粮,需要安全保险,需要经常外部维护,熏蒸较困难。	清仓困难,粮食倒仓不方便,不宜堆高物料,粮食倒仓时劳动强度大,气密性较差,熏蒸困难,粮食长期贮藏品质容易降低。	造价高,建造工期长,建筑材料购置困难,不易单个建造,粮食入仓时易破碎,发生粉尘爆炸时易损坏仓体,只能用作粮食贮藏。	受日照影响仓内、外温差大,易结露,抗震性差,需要维护保养。

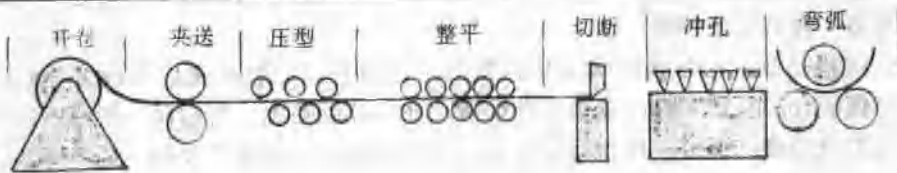


图 1-1 辊压法生产工艺流程图

钢板筒仓大多数都有顶盖,只是一些小型的钢板贮粮罐根据实际需要不设计顶盖。

钢板筒仓的仓底有锥斗式和平底式。用全钢锥斗式,仓底钢支承架的仓其容量相对较小,钢板用量大。用钢筋混凝土锥斗式仓底,混凝土支承架的仓其容量相对较大,基础处理复杂,但卸粮方便,卸粮口可中心设置和偏心设置。平底式的仓其容量相对较大,有利于配备通风系统,使粮食长期贮藏,但出仓时需要配备卸粮机械,基础需要钢筋混凝土处理。

钢板筒仓的辅助构件,常见的有仓顶排气口,人孔,斜梯,扶手,仓壁爬入门,爬梯,锥斗仓底支承件等,有些小型贮粮罐配备有行走装置,即可到处移动,如图 1-2 所示。

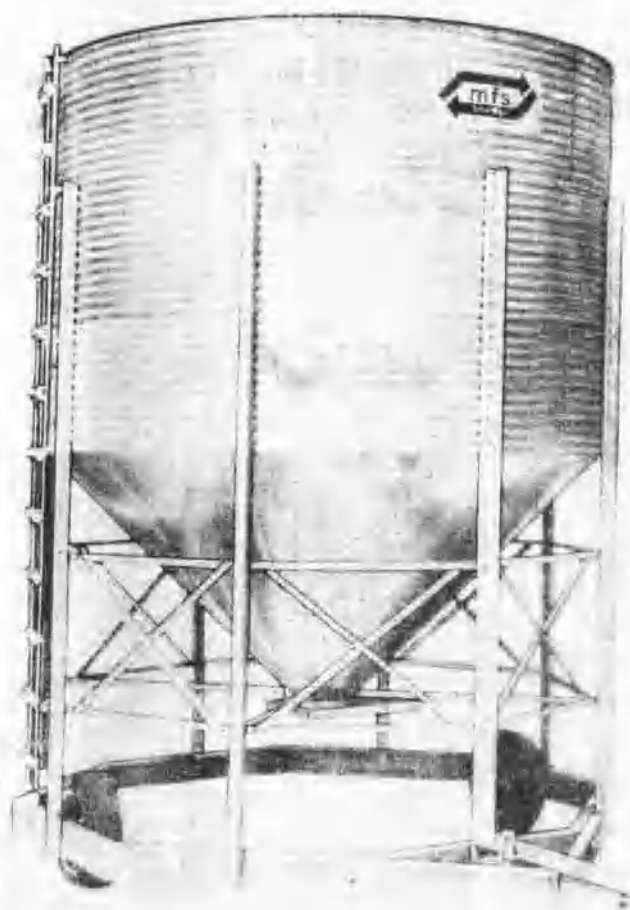


图 1-2 可移动的小型贮粮罐

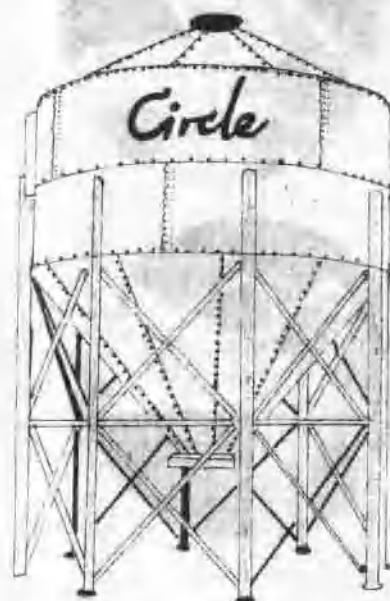


图 1-3 西克利钢板贮粮罐

钢板筒仓广泛用于农业、粮食、冶金、建材、石油、化工、轻工等行业，适合贮藏颗粒散装物料、粉状物料和液体原料。诸如：小麦、大麦、高粱、玉米、稻谷、大豆、食用油料籽、面粉、淀粉、咖啡、可可豆、饲料成品、水泥、石膏、矾土、木屑、砂石、矿石、烧碱、水、燃油、植物油等。在美国作为贮藏粮食最普遍用的是装配式镀锌波纹平底钢板筒仓。

下面简要介绍几种美国目前使用的装配式镀锌波纹钢板筒仓。

1. 小型波纹钢板贮粮罐

(1) 美国伊利诺伊州西克利钢板公司 (Circle Steel Corporation) 生产的钢板贮粮罐作为散装供料仓，如图 1-3 所示。该种贮粮罐结构采用镀锌波纹钢板作仓壁，连接缝用双排螺栓装配而成，多用锥斗底，钢结构支承仓体，经久耐用。其特点是装粮高度低，入仓方便，进粮靠移动式倾斜螺旋输送机，卸粮口采用手动插板阀或齿条齿轮滑板阀，全部打开时卸料口直径为 14 英寸和 24 英寸。如果卸粮直接装卡车或配合输送机使用时还设计有可调方向的小型倾斜绞龙。若实际需要，卸料口亦可偏心设置。

此种贮粮罐按仓体直径划分有 6 英尺、 $7\frac{1}{2}$ 英尺、12 英尺五个系列，即：6SD、

6CD、7CD、9CD、12CD (数字表示仓体直径, SD 表示偏心卸料, CD 表示中心卸料)。直径为 6 英尺的仓因锥斗结构不同分两个系列, 6SD 系列有四种仓型号, 最小仓容

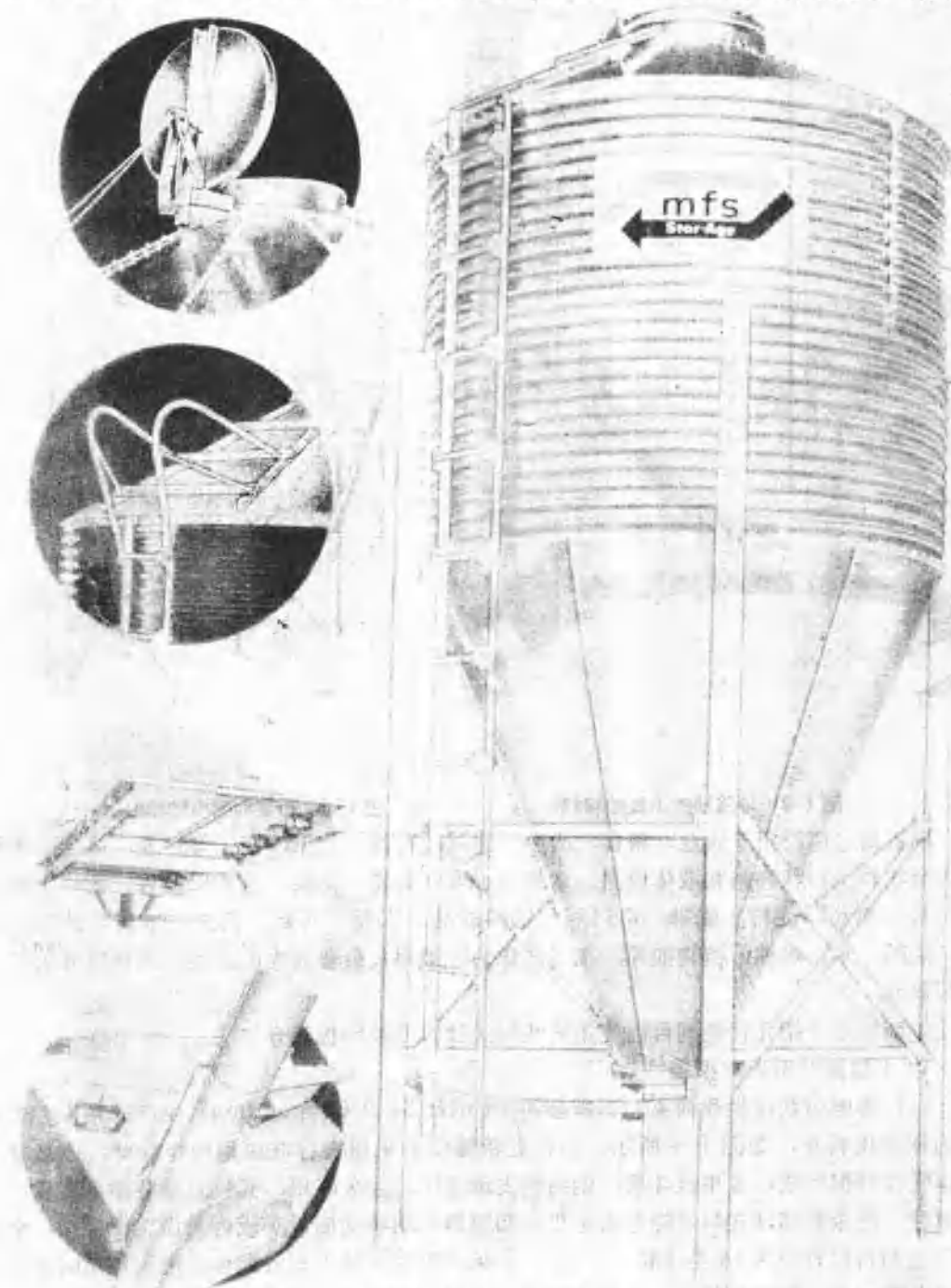


图 1-4 MFS 钢板贮粮罐

量为 3.25 吨, 最大仓容量为 7.75 吨。6CD 系列也有四种仓型号, 最小仓容量为 2.5 吨, 最大仓容量为 7 吨。6 英尺直径的仓卸粮口直径 14 英寸, 采用手动插板阀控制粮食流

量。

直径为 $7\frac{1}{2}$ 英尺的仓，即：7CD 系列有四种仓型号，最小仓容量为 4.2 吨，最大仓容量 11.1 吨。 $7\frac{1}{2}$ 英尺直径的仓卸粮口直径为 24 英寸，14 英寸或更小，采用手动插板阀控制粮食流量。

直径为 9 英尺的仓，即 9CD 系列有五种仓型号，最小仓容量为 10 吨，最大仓容量为 23.3 吨。9 英尺直径的仓卸粮口直接为 24 英寸，14 英寸或更小，采用手动齿条齿轮滑板阀控制粮食流量。

直径为 12 英尺的仓，即 12CD 系列有九种仓型号，最小仓容量为 19.6 吨，最大仓容量为 67.6 吨。12 英尺直径的仓卸粮口直径为 24 英寸，采用手动齿条齿轮滑板阀控制粮食流量。

(2) 美国艾奥瓦州 MFS 公司 (modern farm systems, inc) 生产的钢板贮粮罐，如图 1-4 所示。该种仓的结构特性：1 全镀锌波纹钢材料，经久耐用。2 为了预防气候变化进行密封加固特殊制作锥斗和顶盖。3 地面控制仓顶入粮开口。4 仓壁钢板予先冲孔，并作颜色标记，以利于现场迅速安装。5 带特殊的密封垫圈，螺栓装配连接加强密封。6 支承架采用镀锌角钢以增加强度和稳定性。7 装配连接处双密封条密封。8 贮存能力范围 3~80 吨 (118~3253 蒲式耳)。

表 1-2 M. F. S 钢板贮粮罐的规格

型号	仓体直径	仓底锥度	容 量			高 度	重 量	仓壁钢板规格
			吨	立方英尺	蒲式耳			
161	6'	60	2.9	147.3	118	10' 5"	548	17
162	6'	60	4.4	221.6	178	13' 1"	647	17-20
163	6'	60	5.9	295.9	237	15' 9"	745	17-20-20
164	6'	60	7.4	370.2	297	18' 5"	844	17-20-20-20
171	7'	67	4.6	230.6	185.3	13' 7"	883	17
172	7'	67	6.6	332.2	266.9	16' 3"	995	17-20
173	7'	67	8.7	433.7	348.5	18' 11"	1107	17-20-20
174	7'	67	10.7	535.3	430.1	21' 7"	1219	17-20-20-20
175	7'	67	12.7	636.8	511.7	24' 3"	1331	17-20-20-20-20
176	7'	67	14.8	738.4	593.3	26' 11"	1443	17-20-20-20-20-20
692	9'	60	11.4	570.8	458	17' 0"	1342	17-20
693	9'	60	14.8	739.7	594	19' 8"	1534	17-17-20
694	9'	60	18.2	908.6	730	22' 3"	1827	17-17-17-20
695	9'	60	21.6	1077.5	866	24' 11"	2058	16-17-17-17-20
696	9'	60	24.9	1246.4	1002	27' 7"	2250	16-17-17-17-17-20
492	9'	45	10	501.4	403	14' 0"	1137	17-20
493	9'	45	13.4	670.3	538	16' 8"	1328	17-17-20
494	9'	45	16.8	839.2	674	19' 8"	1630	17-17-17-20
495	9'	45	20.2	1008.2	810	22' 4"	1824	17-17-17-17-20
496	9'	45	23.5	1177.0	946	25' 0"	2012	17-17-17-17-17-20

(续表)

型号	仓体直径	仓底锥度	容 量			高 度	重 量	仓壁钢板规格
			吨	立方英尺	蒲式耳			
4122	12'	45	19.5	973.2	782	16' 11"	2504	12-17
4123	12'	45	25.4	1271.2	1022	19' 7"	2832	12-14-20
4124	12'	45	31.4	1570.2	1262	22' 3"	3141	12-14-16-20
4125	12'	45	37.4	1868.7	1502	24' 11"	3526	12-14-14-16-20
4126	12'	45	43.3	2167.2	1742	27' 7"	3836	12-14-14-16-16-20
4127	12'	45	49.3	2465.7	1982	30' 3"	4222	12-14-14-14-16-16-20
4152	15'	45	33.9	1693.7	1364	19' 6"	4014	12-17
4153	15'	45	43.3	2163.6	1742	22' 2"	4432	12-14-20
4154	15'	45	52.7	2633.5	2120	24' 10"	4825	12-14-16-20
4155	15'	45	62.1	3103.4	2497	27' 6"	5310	12-14-14-16-20
4156	15'	45	71.5	3573.3	2875	30' 2"	5975	12-12-14-14-16-20
4157	15'	45	80.9	4043.2	3253	32' 10"	6460	12-12-14-14-14-16-20

MFS 钢板贮粮罐的各种规格参阅表 1-2。

锥底为 67° 的贮粮罐，其特点：1 全钢镀锌材料。2 标准仓顶斜梯。3 可选择的仓檐处爬梯扶手。4 可选择的仓壁爬梯。5 地面控制仓顶入粮开口。6 所有连接缝双层密封。7 特殊设计的锥斗和顶缘。8 可选择的出粮口滚动阀。9 满流卸料装置，可水平旋转 360° 任意卸料，亦可从水平线以下 10° 到水平线以上 60° 范围内倾斜卸料，规格为 4 英寸、6 英寸或 8 英寸的卸料绞龙，无需使用专用的尾端进料结构。

直径为 15 英尺的仓设计用于贮藏潮湿的玉米。

2. 折边钢板筒仓

美国堪萨斯州特伦克工业公司 (trico industries, inc) 生产的折边钢板筒仓，如图 1-5 所示。仓壁是用折边的钢板靠螺栓连接装配而成，有较大的强度。在折边连接和侧边搭接处夹有密封胶垫，螺栓内外侧装有密封垫，仓体内外表面喷射银白色和使用高质量的铁丹涂料烤漆处理，外表面亦可用铝漆喷成多种鲜艳的颜色，不仅造型美观，而且以防锈蚀。

折边钢板筒仓的结构和特点如下：

(1) 仓顶盖，1:12 的小坡度为操作人员提供安全的工作区，可比较方便地安装、检查与维护与其相连的集尘器、压力真空阀、仓顶人孔和排气口等。根据不同的物料，自然休止角不同，可选择倾斜度为 35° 和 45° 较大坡度的仓顶盖。以使仓顶处装满物料，仓顶包括带扶手的斜梯、仓顶口扶手。较大型的无底仓，其仓顶坡度 30°，设计有带扶手的斜梯、仓顶口扶手以及沿仓顶外缘栏杆，仓顶盖在工作现场焊接而成。

(2) 锥斗，直径为 29 英尺以下的仓，锥斗底的锥度有 45° 和 60°，锥斗用单片钢板模压成形以确保最好装配和特性。各种锥斗的出料口尺寸和高度可根据实际需要而选用。

(3) 安全构件：

1 带有安全罩和台架的爬梯：

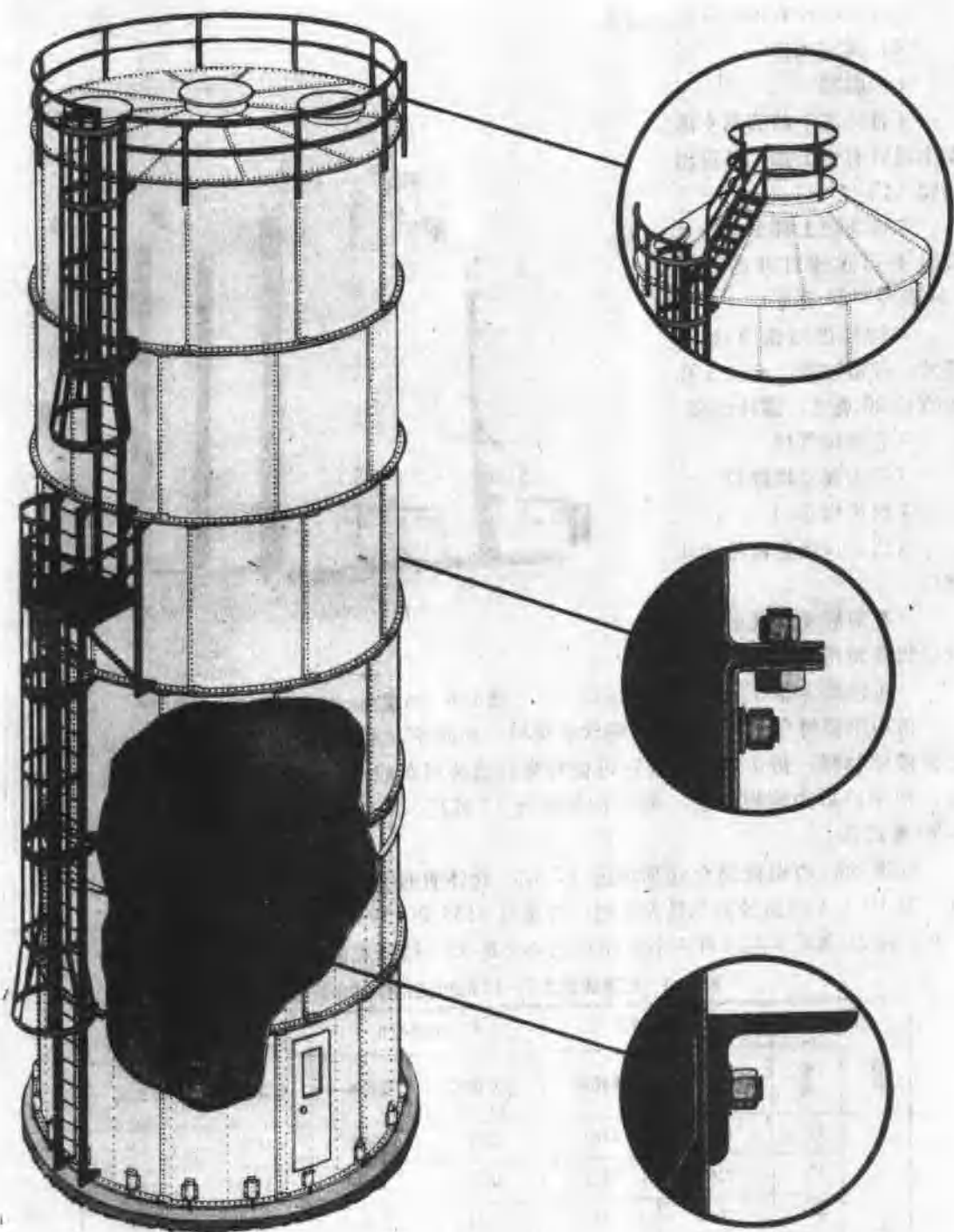


图 1-5 折边钢板筒仓

- 2 带有扶手的仓顶斜梯;
- 3 仓顶栏杆;

4 群仓设计有带栏杆的上通廊

(4) 其它构件:

1 内爬梯

2 锥斗底部圆筒支承壁上设计有供工作人员进出的爬入门

3 锥斗底上部支承壁上设计有可迅速打开的人孔 (24 英寸×24 英寸)

4 物料进口盖直径 20 英寸, 铰链连接, 仓顶人孔盖直径 20 英寸, 螺栓连接

5 仓顶排气口

6 压力真空辅助口

7 料位指示门

8 出料口齿条齿轮传动闸门

9 在筒底支承壁上可供输送机使用的特殊口

10 可供集尘器等用的特殊仓顶口

图 1-6 16 座为一组使用的折边钢板筒仓

折边钢板筒仓主要用来贮存粉状的物料: 如面粉、水泥、灰尘等不易引起结拱, 亦可贮存液体物料。折边钢板筒仓还可备有靠自流装汽车或火车的伸缩装料溜管。图 1-6 为成组使用的折边钢板筒仓, 每座仓直径为 12 英尺, 高度 61 英尺, 共 16 座, 单仓容量 8200 蒲式耳。

标准的折边钢板筒仓仓顶坡度 1: 12, 仓体直径从 12 英尺 3 英寸到 54 英尺 11 英寸, 有 10 个不同直径的仓是无底的, 容量从 6135 到 159367 蒲式耳。仓体直径从 12 英尺 3 英寸到 21 英尺 6 英寸有 4 个不同直径的仓是 35° 锥斗底的, 容量从 5671 至 18887 蒲式

表 1-3 仓顶坡度为 1: 12 的折边钢板筒仓容量表

仓体尺寸		无锥底漏斗		45° 锥底漏斗		60° 锥底漏斗	
直径	檐高	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳
9'	24'	1615	1363	1297	1095	1171	998
	32'	2153	1817	1836	1549	1709	1442
	40'	2692	2271	2374	2003	2248	1897
	48'	3230	2726	2913	2458	2786	2351
	56'	3769	3180	3451	2912	3325	2805
	64'	4307	3634	3990	3366	3863	3260

(续表)

仓体尺寸		无锥底漏斗		45° 锥底漏斗		60° 锥底漏斗	
直径	桶高	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳
12'	24'	2871	2423	2185	1843	1871	1579
	32'	3829	3230	3142	2651	2828	2386
	40'	4786	4038	4099	3459	3786	3194
	48'	5743	4846	5057	4267	4743	4002
	56'	6701	5654	6014	5074	5700	4810
	64'	7658	6462	6971	5882	6657	5617
	72'	8615	7269	7929	6690	7615	6425
15'	24'	4487	3786	3224	2720	2600	2194
	32'	5983	5048	4719	3982	4096	3456
	40'	7478	6310	6215	5244	5591	4718
	48'	5974	7572	7711	6506	7087	5979
	56'	10470	8834	9207	7769	8583	7242
	64'	11966	10096	10703	9031	10079	8504
	72'	13462	11358	12198	10293	11575	9766
	80'	14957	12621	13694	11555	13070	11029
18'	24'	6461	5452	4368	3684	3259	2750
	32'	8615	7269	6521	5503	5413	4568
	40'	10769	9087	8675	7320	7567	6385
	48'	12923	10904	10829	9137	9721	8202
	56'	15077	12722	12983	10955	11875	10020
	64'	17231	14539	15137	12772	14029	11837
	72'	19384	16356	17291	14590	16183	13655
	80'	21539	18174	19445	16407	18337	15472
	88'	23693	19991	21599	18225	20491	17289
21'	24'	8795	7421	5571	4700	3789	3197
	32'	11726	9894	8503	7175	6721	5671
	40'	14658	12368	11435	9648	9653	8143
	48'	17590	14842	14366	12122	12585	10619
	56'	20522	17316	17298	14596	15516	13092
	64'	23453	19789	20230	17069	18448	15566
	72'	26385	22263	23161	19543	21380	18040
	80'	29317	24737	26093	22017	24311	20513
	88'	32248	27210	29025	24491	27243	22987
	96'	35180	29684	31957	26964	30175	25461

(续表)

仓体尺寸		无锥底漏斗		45° 锥底漏斗		60° 锥底漏斗	
直径	槽高	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳	立方英尺	蒲式耳
24'	32'	15316	12923	10618	8959		
	40'	19145	16154	14447	12190		
	48'	22775	19385	18276	15421		
	56'	26804	22616	22105	18652		
	64'	30633	25847	25935	21883		
	72'	34462	29078	29764	25114		
	80'	38291	32309	33593	28345		
	88'	42120	35540	37422	31576		
	96'	45950	38771	41251	34807		
26'	32'	17271	14589	11711	9882	8479	7154
	40'	21613	18237	16034	13529	12802	10802
	48'	25936	21884	20357	17177	17124	14449
	56'	3059	25532	24680	20824	21447	18097
	64'	34582	29179	29002	24472	25770	21744
	72'	38905	32827	33325	28119	30092	25391
	80'	43227	36474	37648	31767	34415	29039
	88'	47550	40122	41971	35414	38738	32686
	96'	51873	43769	46294	39062	43061	36384
29'	32'	22310	18825	13597	11473		
	40'	27887	23531	19175	16179		
	48'	33465	28237	24752	20885		
	56'	39043	32943	30320	25592		
	64'	44620	37649	35907	30298		
	72'	50198	42356	41485	35004		
	80'	55775	47062	47063	39711		
	88'	61353	51768	52640	44417		
	96'	66930	56474	58218	49123		

耳。仓体直径从 12 英尺 3 英寸到 29 英尺 8 英寸有 7 个不同直径的仓是 45° 锥斗底的，容量从 5570 至 37317 蒲式耳。仓体直径从 12 英尺 3 英寸到 26 英尺 1 英寸有 5 个不同直径的仓是 60° 锥斗底的，容量从 5530 至 27134 蒲式耳。

折边钢板筒仓仓顶坡度为 30° ，则现场焊接，仓体直径从 30 英尺 9 英寸至 112 英尺 10 英寸有 8 个不同直径的仓，其容量从 45895 至 484799 蒲式耳。

仓顶坡为 1:12 的折边钢板筒仓容量可查阅表 1-3。

3. 装配式波纹钢板筒仓

装配式波纹钢板筒仓一般容量较大，平底式结构，同时采用仓下螺旋输送机卸粮，扫仓绞龙清仓的方式，如果是用于长期贮藏粮食的仓都设计有仓底通风系统和干燥系统。

(1) 美国堪萨斯市法母兰工业公司 (Farmland industries, inc) 生产的带有通风系统的装配式波纹钢板筒仓，如图 1-7 所示，该种仓的结构性能如下：



图 1-7 法母兰波纹钢板筒仓

① 仓顶采用较厚的加强钢板支承仓顶，并有支撑环，坚固耐用，设计有通风口，仓顶人孔，带扶手的斜梯等。

② 仓壁采用高质量的镀锌波纹钢板，螺栓装配而成，仓的内壁设计有高规格的加强筋以确保仓体坚固。仓壁下部第二圈上设计有爬入门，在制造厂直接安装好，同时在仓外壁设计有爬梯、台架等，仓壁钢板的厚度从下至上由厚变薄。

③ 仓底为平底式，采用仓下螺旋输送机卸粮，如需要可有通风系统进行粮食通风和冷却降温以利长期贮藏。

④ 现场装配方便，成本低，自身轻。

⑤ 适合用于贮藏象粮食之类的颗粒物料。

这种仓最大仓容量高达 261040 蒲式耳，如需要时还可以设计更大容量的仓。

(2) 美国内布拉斯加州伯哈林制造公司 (Behlen Manufacturing Company) 生产的带有干燥系统的装配式波纹钢板筒仓如图 1-8 所示，其结构和特点如下：



图 1-8 带干燥系统的波纹钢板筒仓

1 仓顶，进粮口圆盖光滑耐用，强度高，地面控制，支撑环加固仓顶或仓顶输送机。

② 仓壁钢板和加强筋预制成形并打有安装孔以利于现场迅速安装。

③ 仓底板采用 18 规格和 20 规格厚预先打过孔的波纹镀锌钢板，底板打孔面积是底板总面积的 14%。

④ 底板下地槽的设计以确保热气流顺利流动，并采用 20 规格厚的钢板使仓底部有足够的强度，中心卸粮口用重型镀锌钢板制作。

⑤ 热气流由干燥机到仓壁之间的渐扩管的设计考虑到最大强度，最小气流阻力和损失。

美国内布拉斯加州伯哈林制造公司生产的带有干燥系统的钢板筒仓的结构及容量可从表 1-4 中查阅。