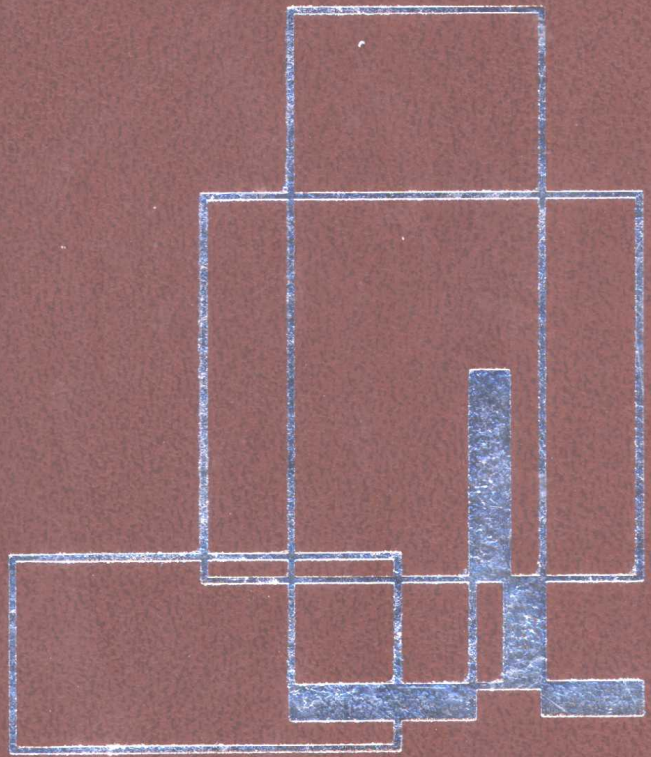


---

---

# 贮仓结构 设计手册

贮仓结构设计手册编写组 编



中国建筑工业出版社

TU249-62

2000475

# 贮仓结构设计手册

贮仓结构设计手册编写组 编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

贮仓结构设计手册/《贮仓结构设计手册》编写组编.  
北京: 中国建筑工业出版社, 1999  
ISBN 7-112-04002-7

I. 贮… II. 贮… III. 仓库-结构设计-手册  
IV. TU249-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 49315 号

本书根据国家现行的《钢筋混凝土筒仓设计规范》等有关规范、规程、标准的规定编写。书中分别介绍各类贮仓的几何尺寸、生产工艺要求、结构内力分析和构造。对各类贮仓均编有一个较完整的设计与计算例题, 并附有各类贮仓设计中经常使用的公式、系数、参数的应用图表。全书按贮仓类型分为八章: 一、贮仓设计要点; 二、钢筋混凝土浅仓——包括矩形或圆形斗仓、矩形筒仓、圆形浅仓、低壁槽仓; 三、钢筋混凝土深仓——包括仓上建筑、仓顶锥壳、仓下锥斗支承、基础; 四、钢仓——包括锥形斗仓、圆形斗仓、双曲线或抛物线钢仓; 五、砖砌筒仓; 六、房式粮仓——包括平房仓、楼房仓; 七、抗震设计; 八、贮仓的构造与防护。

本书可供土木建筑结构专业设计及施工技术人员、大专院校师生学习与参考使用。

责任编辑: 黎钟

## 贮仓结构设计手册

贮仓结构设计手册编写组 编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 30 $\frac{3}{4}$  字数: 784 千字

1999 年 12 月第一版 1999 年 12 月第一次印刷

印数: 1—2,000 册 定价: 45.00 元

ISBN 7-112-04002-7

TU·3132(9401)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 编写组人员名单：

煤炭部太原设计研究院

刘善维 仇振元 邢顺琦 董继斌 张建民

沈阳市粮食建筑工程设计院

唐瑞森 汪学安 李春玉



## 前 言

贮仓结构广泛应用于煤炭、电力、冶金、建材和粮食等工业系统，用来存贮原材料，燃料、粮食、工业品或半成品。

贮仓建筑的结构形式很多，选用材料也多种多样，但其结构类型往往不同于一般的梁板结构，故常被称为特种结构或特种构筑物。其设计与计算都比较繁冗和复杂。为方便广大土建技术人员从事贮仓结构与施工的需要，我们综合了上述各工业部门生产中常用贮仓结构的有关资料，编写了这本手册。

本手册对各类贮仓进行独立分章叙述，尽量详细介绍，将其几何尺寸的确定、生产工艺的要求、结构的内力分析和构造要求等详细资料进行汇总。

编写过程中为了尽量使每章都能完整系统地介绍一种贮仓的内容，各章采用的符号和技术资料难免有重复或不相一致。但为使读者能在一章内便于迅速熟悉和掌握该章的内容，我们对每章每类贮仓结构都编制有一个较完整的设计与计算例题。对于各类贮仓设计中经常使用的系数、参数和图表，属于各章专用的也都尽量编在本章内，属于各种贮仓可以公用的则放在书末附录中。

贮仓结构随着计算力学和计算手段的发展和进步，其设计与构造也在不断改进和创新。新的结构形式、计算方法远不止本手册中所介绍的几种形式和内容。手册中所介绍的只是目前国内设计实践中较常用的结构形式和计算方法。

手册编写中所采用的技术条件和应用系数等都是按照国家现行的各类技术标准、规范和规程为依据的。由于各种设计规范也在不断推出新版本或由于我们对已有规范理解不够透彻，手册提出的内容规定不全面或出现与国家规范有矛盾时应服从国家技术规范的规定。

本手册编写过程中参考了中国工业出版社1970年出版的《建筑设计手册——贮仓结构》<sup>①</sup>一书，吸取其中大量有益的内容，并采用了国内各工业部门、兄弟设计单位在贮仓设计与施工中创造的先进实践经验，在此一并表示感谢。

手册编写过程中得到中国建筑工程出版社同志们的鼎力帮助和煤炭部太原设计研究院各级领导的大力支持。

参加本手册编写工作的有煤炭部太原设计研究院的仇振元、邢顺琦、董继斌、张建民和刘善维同志。其中第六章“房式粮仓”是由沈阳市粮食建筑工程设计院的唐瑞森、汪学安、李春玉同志编写的。由于编写者水平所限，手册中难免有缺点或不妥之处，希望广大读者批评指正。

---

<sup>①</sup> 水利电力部东北电力设计院、水利电力部华北电力设计院、冶金工业部鞍山焦化耐火材料设计研究院、冶金工业部沈阳铝镁设计院、冶金工业部长沙黑色金属矿山设计院编。《建筑设计手册——贮仓结构》。北京：中国工业出版社，1970

# 目 录

第一章 概述 .....	1	三、高壁浅仓算例 .....	56
第一节 贮仓的作用与发展 .....	1	第九节 计算图表 .....	63
第二节 贮仓的分类与形式 .....	2	第三章 钢筋混凝土深仓 .....	74
一、贮仓的分类与用途 .....	2	第一节 概述 .....	74
二、常用贮仓的形式与特征 .....	2	第二节 深仓的布置 .....	74
第三节 贮仓设计要点 .....	4	第三节 深仓的结构选型和构造 .....	75
一、调查收集资料 .....	4	一、仓上建筑 .....	75
二、设计前必须掌握的其他资料 .....	4	二、仓顶 .....	75
三、荷载与计算 .....	4	三、仓壁及筒壁 .....	75
第四节 设计注意事项 .....	5	四、仓底 .....	78
第二章 钢筋混凝土浅仓 .....	7	五、仓下支承结构 .....	79
第一节 概述 .....	7	六、基础 .....	79
第二节 矩形和圆形斗仓的几何特性 .....	7	第四节 深仓的计算 .....	80
一、矩形斗仓的几何特性 .....	7	第五节 深仓计算例题 .....	82
二、圆形斗仓的几何特性 .....	8	一、屋顶锥壳计算 .....	82
第三节 贮料压力 .....	9	二、环梁 HL-5 的计算 .....	85
第四节 矩形筒仓的内力计算 .....	10	三、环梁 HL-4 的计算 .....	85
一、拉力计算 .....	10	四、仓顶锥壳计算 .....	85
二、仓壁及漏斗壁平面外的弯曲计算 .....	12	五、环梁 HL-3 的计算 .....	88
三、板壁平面内弯曲计算 .....	13	六、仓壁及锥斗计算 .....	89
第五节 圆形浅仓的内力计算 .....	16	七、仓下锥斗支承梁的计算 .....	92
一、仓顶计算 .....	16	八、仓下支承柱的计算 .....	98
二、仓壁计算 .....	17	九、基础计算 .....	99
三、仓底计算 .....	18	十、关于偏心卸料的影响及在仓壁裂缝 验算时 $C_b$ 的取值问题 .....	105
第六节 低壁槽仓的内力计算 .....	19	第六节 计算用表 .....	105
一、概述 .....	19	第四章 钢仓 .....	295
二、拉力计算 .....	19	第一节 概述 .....	295
第七节 仓壁及仓底设计 .....	23	一、钢仓的适用范围 .....	295
一、截面计算 .....	23	二、钢仓的材料选用 .....	295
二、裂缝宽度及变形验算 .....	25	三、结构构件变形的规定 .....	298
三、构造 .....	27	第二节 荷载 .....	298
第八节 计算例题 .....	43	一、钢仓的荷载及荷载组合 .....	298
一、漏斗浅仓算例 .....	43	二、贮料荷载 .....	299
二、低壁浅仓算例 .....	50	三、钢仓恒荷载 .....	301

第三节 矩形斗仓 .....	301	五、仓壁截面计算 .....	362
一、形式与布置 .....	301	第五节 构造 .....	363
二、几何特性 .....	302	一、仓壁 .....	363
三、矩形斗仓计算 .....	304	二、仓底及支承结构 .....	365
第四节 圆形斗仓 .....	311	第六节 计算例题 .....	365
一、形式 .....	311	第七节 计算图表 .....	369
二、几何特征 .....	311	一、砌体计算指标 .....	369
三、圆形斗仓计算 .....	321	二、圆板及环板计算系数表 .....	372
第五节 双曲线钢仓 .....	323	<b>第六章 房式粮仓</b> .....	381
一、形式 .....	323	第一节 粮仓的分类 .....	381
二、几何特征 .....	323	一、房式仓 .....	381
三、双曲线钢仓计算 .....	323	二、立筒仓 .....	381
第六节 抛物线钢仓 .....	324	第二节 平房仓的结构设计 .....	381
一、形式 .....	324	一、荷载计算 .....	381
二、几何特征 .....	324	二、平房仓的内力计算 .....	384
三、抛物线钢仓的计算 .....	325	三、平房仓的承载力计算与构造 .....	404
第七节 钢仓构造设计 .....	332	第三节 楼房仓的结构设计 .....	406
一、钢仓与上部结构的连接构造 .....	332	一、楼房仓的结构选型 .....	406
二、钢仓仓体构造设计 .....	341	二、荷载计算 .....	407
三、钢仓内衬设置构造 .....	344	三、内力分析及配筋 .....	408
第八节 计算实例 .....	345	四、构造要求 .....	409
一、带钢筋混凝土竖壁的贮煤钢		第四节 计算例题 .....	409
漏斗仓 .....	345	一、荷载计算 .....	409
二、贮煤钢筋混凝土矩形仓的双曲		二、扶壁柱间墙体计算 .....	411
线圆形料斗 .....	350	三、带扶壁柱纵墙计算 .....	412
三、带钢筋混凝土竖壁的抛物线贮矿		第五节 计算图表 .....	419
钢仓 .....	354	<b>第七章 贮仓抗震设计</b> .....	429
<b>第五章 砖砌筒仓</b> .....	357	第一节 概述 .....	429
第一节 概述 .....	357	一、抗震设防标准及适用范围 .....	429
一、砖砌筒仓的特点 .....	357	二、场地、地基和基础 .....	429
二、砖砌筒仓适用范围 .....	357	三、结构体系的一般规定 .....	436
第二节 砖砌筒仓布置 .....	357	第二节 抗震计算 .....	437
一、选型及布置 .....	357	一、一般规定 .....	437
二、地震区砖砌筒仓 .....	358	二、水平地震作用和作用效应计算 .....	438
第三节 荷载 .....	358	三、竖向地震作用计算 .....	443
一、基本规定 .....	358	四、截面抗震验算 .....	443
二、贮料荷载 .....	359	五、抗震变形验算 .....	444
第四节 结构设计 .....	362	第三节 构造措施 .....	445
一、基本规定 .....	362	一、柱承式贮仓 .....	445
二、仓顶及屋顶板 .....	362	二、筒承式圆筒仓 .....	447
三、仓壁内力分析 .....	362	三、钢结构贮仓、砖贮仓及仓上建筑 .....	447
四、仓底 .....	362		

<b>第八章 一般构造与防护</b> .....	449	三、筒仓基础配筋实例 .....	459
<b>第一节 一般规定</b> .....	449	<b>第五节 内衬与防护</b> .....	465
一、混凝土 .....	449	一、贮料对仓壁的冲击和磨损 .....	465
二、钢筋 .....	449	二、贮仓中的防护区 .....	465
三、受力钢筋的混凝土保护层 .....	449	三、各种内衬构造 .....	466
<b>第二节 圆锥壳顶板</b> .....	450	四、防护构造 .....	470
一、圆锥壳屋面配筋 .....	450	五、其他防护设施 .....	472
二、圆锥壳仓顶配筋 .....	451	<b>附录</b> .....	474
<b>第三节 深梁与仓下支承结构</b> .....	451	<b>附录一 散料的物理特性参数</b> .....	474
一、深梁一般规定 .....	451	<b>附录二 系数<math>\zeta</math>及<math>\lambda</math>计算用表</b> .....	475
二、单跨简支深梁配筋 .....	452	<b>附录三 圆弧梁及折线梁内力</b>	
三、多跨连续深梁配筋 .....	453	<b>计算表</b> .....	476
四、变高度深梁 .....	453	<b>附录四 常用材料计算指标表</b> .....	479
五、深梁钢筋锚固 .....	454	<b>附录五 现行规范采用的计量单位及</b>	
六、仓下支承结构 .....	455	<b>结构计算时的运算单位</b> .....	481
<b>第四节 基础</b> .....	456	<b>主要参考文献</b> .....	483
一、一般规定 .....	456		
二、常用筒仓基础形式 .....	457		



# 第一章 概 述

## 第一节 贮仓的作用与发展

### 1. 贮仓的作用

贮仓一般指贮存散料的直立容器，是贮存松散的粒状或小块状原材料或燃料（如谷类、水泥、砂子、矿石、煤及化工原料等）的贮藏结构；可作为生产企业调节、运转和贮存物料的设施，也可作为贮存散料的仓库。

### 2. 贮仓建设概况

我国贮仓建设起步较早，如上海水泥厂的圆筒仓建于1922年。建国后各部门大量兴建各种型式的贮仓，并积累了一定的经验。贮仓结构具有容量大、占地少、卸料通畅的优点，深受各部门使用单位的欢迎，发展较快。目前贮仓已成为我国国民经济建设中一项不可缺少的构筑物。

贮仓结构建设的发展，可归纳为以下几点：

#### (1) 向大容量发展。

就筒仓而言，50~60年代，贮仓直径一般在5~12m，单仓容量为0.2~2.0kt；80~90年代贮仓直径达10~21m，单仓容量达2.0~15kt；现有筒仓直径达40m、单仓容量达30kt，甚至更大的。贮仓的直径及单仓容量不能简单地认为越大越好，应因地制宜统筹规划。关于大直径、大容量筒仓的设计技术和经济效益问题，有待进一步研讨。

#### (2) 向轻型结构发展。

大直径筒仓的仓顶和仓上建筑结构采用轻型钢结构、网架及网壳结构，对减轻结构自重有很大作用。对配仓设备进行改革，在仓顶处进行露天布设配仓设备，可省去仓顶及仓上建筑。

#### (3) 向多功能、电气化、自动化方面发展。

在贮仓内设置自动监测设施，对贮仓内贮料温度、粉尘、自燃情况及防爆等进行自动监测，并设置消除仓内贮料的堵塞、贴帮、积滞等的设施，使贮料的装、贮、运一体化，加快单位时间内装卸的吞吐量，提高贮运周转能力。利用贮料自重卸料，将下部空间作为一个综合性车间，设置包括有自动计量，以及装、卸、运全部自动化、电气化的装置，将贮仓由原来仅作为装车手段变成多用途的整体车间。国内已建成一批包括贮、装、运、自动化、电气化的万吨筒仓，效益显著。这是个发展方向。

## 第二节 贮仓的分类与形式

### 一、贮仓的分类与用途

1. 贮仓按其结构计算方法可分浅仓与深仓两大类。当仓壁计算高度 ( $h_n$ ) 与圆形筒仓内径或矩形筒仓短边之比大于或等于 1.5 时为深仓, 小于 1.5 时为浅仓。

(1) 深仓多用作贮存物料的设施。

(2) 浅仓一般用作卸料、受料、配料与给料的设施。

2. 贮仓按采用材料的不同, 可分为钢筋混凝土仓、金属筒仓与砌体筒仓。

(1) 钢筋混凝土筒仓有现浇与预制两种, 一般采用现浇结构为多。

(2) 金属筒仓一般指钢板筒仓, 有压型钢板筒仓, 卷板钢筒仓, 波纹钢板仓等, 钢板仓一般用于贮存粮食, 它具有自重轻, 施工期短等优点。

(3) 砌体筒仓, 主要有砖砌筒仓及砌块筒仓, 还有配筋砌体及钢筋混凝土圈梁混合砌体筒仓, 一般采用砖砌筒仓及配筋砌体筒仓较多。

3. 贮仓按平面形状分有: 方仓、矩形仓、圆筒仓、多角形筒仓。这些不同平面形状的贮仓又可布置成独立仓、单列仓和多列群仓等, 一般采用圆筒仓较多。

4. 贮仓按出料口位置不同, 可分为底卸式仓、侧卸式仓两种, 一般采用底卸式仓较多; 仅在工艺上有困难时, 或采用底卸式受限制时, 才采用侧卸式仓。见图 1.2.1。

### 二、常用贮仓的形式与特征

#### 1. 卸料仓

卸料仓一般采用矩形浅仓, 且多为槽仓形式, 也有底卸式仓与隙缝仓 (图 1.2.2)

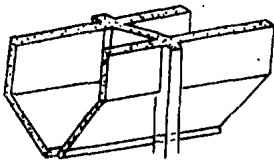


图 1.2.1 底卸槽仓

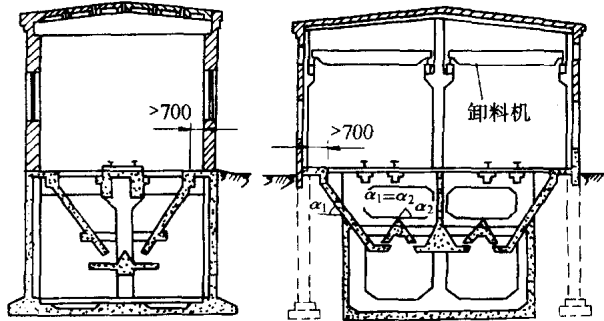


图 1.2.2 底卸隙缝仓

#### 2. 受料仓

受料仓一般将地面贮料, 用机械或人工集中到受料斗, 再通过底部输送机送进集运设施。受料仓分地面式和架空式。受料仓的上口多为敞开式的, 除个别情况外一般在上口均设有钢篦子 (图 1.2.3)。

#### 3. 给配料仓

给配料仓系通过给料机将物料连续直接投入生产设备的给料设施。这种给料仓均应考虑一定数量的贮存。给料仓有时根据生产设备要求也做成侧卸式 (图 1.2.4e)。如个别锅炉房给料仓等。一般给配料仓在电厂或锅炉房中应用较多 (图 1.2.4)

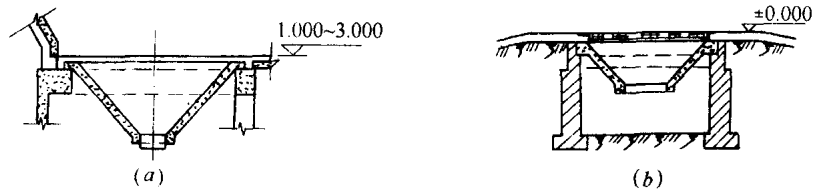


图 1.2.3 受料斗

(a) 架空受料斗; (b) 地面受料斗

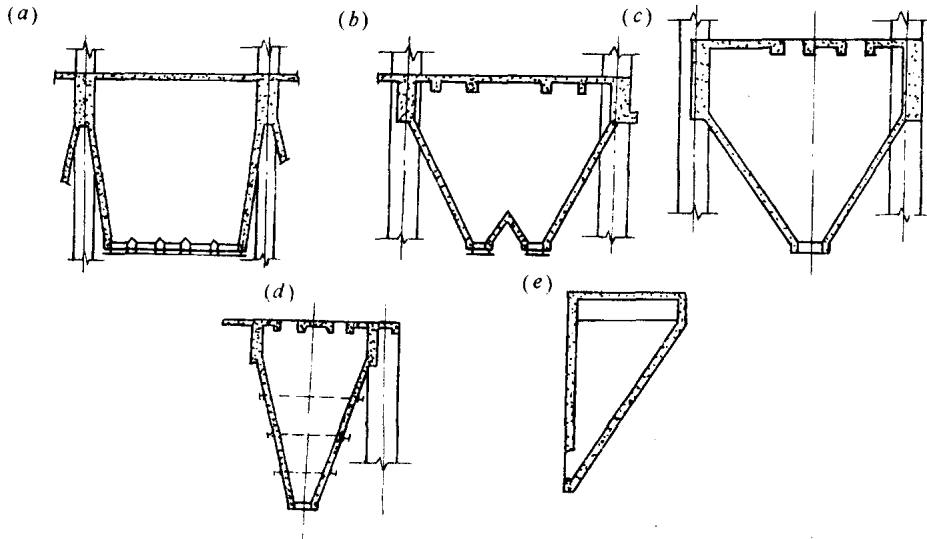


图 1.2.4 给配料仓

(a) 多孔排料式; (b) 双孔排料式; (c) 单孔排料式; (d) 混合结构承重骨架式; (e) 侧卸给料仓

#### 4. 贮料仓

贮料仓贮存量较大，一般都采用深仓。独立贮料仓，多用圆筒形仓，也有采用矩形仓的。单排贮料仓和多排群仓，采用圆筒仓较多，个别也有采用方形网格仓的（图 1.2.5）。

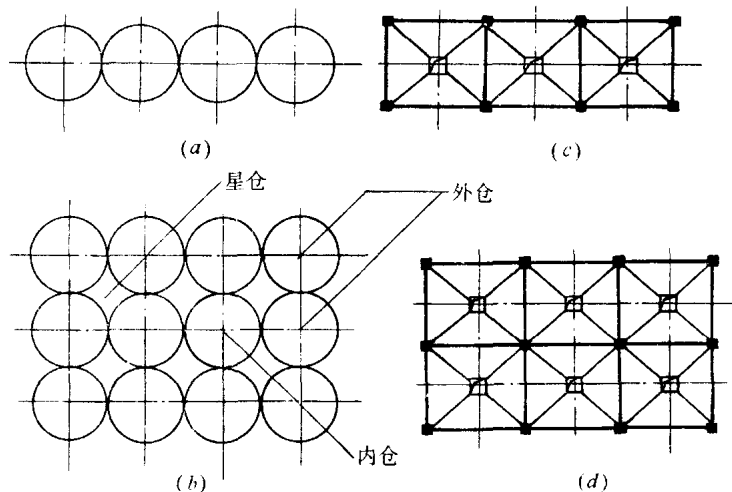


图 1.2.5 群仓平面布置示意图

(a) 单排圆形筒仓; (b) 多排圆形筒仓; (c) 单排矩形筒仓; (d) 多排矩形筒仓

### 第三节 贮仓设计要点

#### 一、调查收集资料

设计必须了解的工艺资料，包括：

1. 工艺布置简图及贮仓容量
2. 贮料特性资料：如重力密度 ( $\gamma$ )、粒径、硬度、安息角、内摩擦角 ( $\varphi$ )、对仓壁的摩擦系数、温度及湿度等。这些资料一般通过试验确定。本书附录一中所列各种贮料的物理特性可供参考。
3. 装卸方式，进料和出料口的控制标高、位置与外形尺寸等。
4. 漏斗壁的最小倾角，防止堵塞、积料的措施及要求。
5. 固定工艺设备的预埋件与孔洞位置，以及与贮仓有关的细部构造。
6. 悬挂在贮仓上的荷载，如小钢漏斗、钢平台、给料机、配料设备及其他吊重等。
7. 仓壁的耐磨、保温、隔热、防冻、防潮及光滑程度等要求。
8. 人孔、防爆孔、接入管道、钢篦子、爬梯及吊挂平台等的布置和构造要求。
9. 地下受料仓上的荷载及堆料高度，给料机械设备及地面活荷载等。
10. 其他特殊要求。

#### 二、设计前必须掌握的其他资料

1. 支承筒仓的结构形式与布置，包括厂房柱、横梁、楼板梁等有关尺寸、构造方案等；对于地下贮仓还应考虑与地上及地下运料结构物的关系。
2. 厂房结构的施工方案及贮仓本身拟采用的结构形式、材料、起重机械与施工方法。
3. 独立建设或在矿区建设的贮仓，还须有工程地质、地形、气象、当地材料和施工能力等有关资料。

#### 三、荷载与计算

1. 荷载取值及组合，可参阅现行荷载规范规定及本手册有关章节。
2. 荷载计算应考虑结构在使用过程中的最不利组合，如对群仓纵横向一部分空载而另一部分为满载等情况。

##### 3. 直接作用于仓上的荷载：

- (1) 贮料荷载与贮仓自重（包括内衬荷载）。
  - (2) 吊于仓下的设备自重及仓上行车或运料设施的荷载。
  - (3) 仓顶平台传来的荷载及独立仓的风荷载。
4. 贮料荷载尚应考虑装卸料方式、贮料粒径、装料落差等不利因素。

由卡车、火车等卸料的冲击荷载，贮料在装卸过程中出现的起拱及塌落的情况，贮料气运过程中的液化和偏心卸料等所有可能几种同时产生的荷载组合，并取其最不利者进行设计。

- (1) 当仓底设有多个卸料口时，应考虑偏心卸料所产生的附加荷载。
- (2) 当粉状贮料使用压缩空气运送入仓时，应考虑混合形成沸腾匀质入仓的调匀仓附

加荷载。

(3) 仓底设有特殊卸料设备进行卸料时,如采用大流量给煤机及用定量斗设备进行卸料等可能使仓内产生整体流动压力的影响。

(4) 仓底使用风动卸料设备,对贮仓产生较大振动或塌拱现象对仓壁产生附加压力的影响。

## 第四节 设计注意事项

本节着重介绍贮仓布置时应注意的一些问题。

1. 仓底漏斗斜壁的倾角,应根据工艺提供资料确定,但一般比贮料休止角大 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ;两斜壁相交的倾角也应大于贮料休止角。

2. 筒仓平面形状宜优先选用圆筒形。圆形群仓宜选用仓壁外径相切的连接方法。

直径大于15m的圆筒仓,除岩石地基外,一般宜采用独立布置形式。

3. 圆筒仓的直径小于等于12m时,宜选用2m的倍数;大于12m时,宜选用3m的倍数。

4. 筒仓仓壁的高度(一般指漏斗上口至仓顶板)一般采用0.6m的倍数,当直径大于或等于12m时不宜小于15m,亦不小于筒仓的直径。

5. 圆形筒仓群仓总长度超过50m或柱子支承矩形群仓总长度超过36m时,应设伸缩缝,或沉降缝。

6. 跨铁路布置的筒仓,除岩石地基外,应考虑筒仓基础下沉对铁路轨面上净空的影响。

跨铁路布置的筒仓下部净空,其宽度和高度应符合铁路建筑界限的规定。根据过去习惯,在正线通过线上按“建限-1”执行,在装车站线上,宜不小于“建限-2”执行。

7. 筒仓设计中应注意布置沉降观测点,并提出对筒仓首次装料和卸料作出观测记录要求。

8. 当筒仓贮存含有粉状物料及有可能产生自燃或粉尘爆炸的贮料时,应根据工艺布置要求设置事故通风设施。

9. 筒仓内设置特殊卸料设备或大流量卸料设备时,应考虑采取预防仓顶产生负压造成事故的措施,或采取在仓顶板下的仓壁开设通风孔洞及其他的安全措施。

10. 筒仓仓顶与地面之间,应有连接通道和安全出口,一般除利用上仓运输机栈桥作为通道外,尚应根据仓顶设备和操作人员情况设置安全出口,通向地面出口的楼梯坡度应较缓(不小于1:1.5)、且宽度不小于800mm,也可采用刚度较大的钢筋混凝土螺旋梯通向地面。

11. 筒仓仓壁、筒壁及漏斗壁应尽量选用等截面,其厚度一般可按下列经验公式估算。

(1) 直径等于或小于15m的圆筒仓仓壁厚度 $t$ 为

$$t = \frac{d_n}{100} + 100 \quad (t \text{ 为 mm}).$$

式中  $d_n$ ——圆筒仓内径 (mm)。

(2) 矩形筒仓仓壁及漏斗壁厚度可选用短边跨度的  $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}$ 。

(3) 直径大于 15m 的筒仓仓壁厚度可参考圆筒仓经验公式计算, 但须按抗裂度验算。

12. 筒仓顶部设置二层及二层以上厂房时, 其楼面、屋面板的支承结构宜布置在钢筋混凝土仓壁上, 在仓顶须加圈梁。如用钢筋混凝土框架结构时, 框架柱应尽量布置在仓壁环梁上, 并在柱底设置纵横连系梁形成整体。



## 第二章 钢筋混凝土浅仓

### 第一节 概 述

当贮仓内贮料计算高度  $h_n$  与圆形筒仓内径  $d_n$  或与矩形筒仓短边  $b$  之比小于 1.5 时为浅仓。

浅仓按平面形状分为矩形浅仓和圆形浅仓。矩形浅仓, 根据计算和构造的特点, 又可划分为漏斗仓、低壁浅仓和高壁浅仓。当无竖壁时为漏斗仓; 竖壁高度  $h$  与短边  $b$  之比小于 0.5 时为低壁浅仓, 大于或等于 0.5 时为高壁浅仓。

浅仓主要供短期贮料用, 可作为卸料、受料、配料和给料的设施。其常用形式有: 矩形斗仓、圆形斗仓、槽形仓、单斜仓、平底仓等几种(图 2.1.1)。其结构选型主要取决于贮料的性质、贮存效率、结构传力是否可靠合理和使用是否方便等。

矩形斗仓是应用最广的一种。但圆形筒仓与矩形相比, 具有体型合理、仓体受力明确、计算和构造简单、便于连续施工、仓内死料少、有效贮存率高等优点, 是最经济的结构型式。槽形仓是指在支承结构之间, 仓体各横剖面均一致的仓, 多用于单一贮料的多排料口装车仓。

浅仓既可采用独立布置形式, 也可选用单排群仓布置或多排行列式群仓布置。

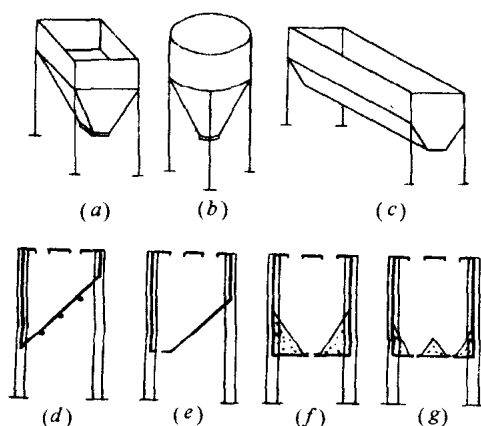


图 2.1.1 常用钢筋混凝土贮仓形式

(a) 矩形斗仓; (b) 圆形斗仓; (c) 槽形仓;  
(d) (梁板式) 单斜仓; (e) (平板式) 单斜仓;  
(f) 平底仓; (g) (排料口较复杂的) 平底仓

### 第二节 矩形和圆形斗仓的几何特性

#### 一、矩形斗仓的几何特性

1. 仓的体积 (容积尺寸应采用净空尺寸) (图 2.2.1、图 2.2.2)

$$\begin{aligned} V &= V_2 + V_1 = abh + \frac{h_h}{6} [(2a + a_h)b + (2a_h + a)b_h] \\ &= abh + \frac{h_h}{6} (A_2 + 4A_0 + A_1) \end{aligned} \quad (2.2.1)$$

2. 仓的几何容积的重心坐标

$$x_c = x_0 h_n \frac{(a_h + a)(b_h + b) + 2a_h b_h}{12V} \quad (2.2.2)$$

$$y_c = y_0 h_n \frac{(a_h + a)(b_h + b) + 2a_h b_h}{12V} \quad (2.2.3)$$

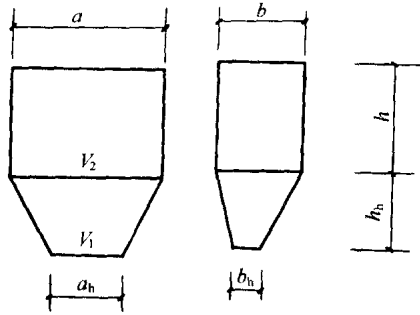


图 2.2.1 矩形斗仓几何尺寸

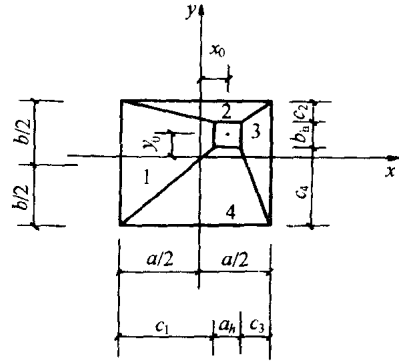


图 2.2.2 矩形斗仓底部尺寸

### 3. 斜壁的斜高 $H_n$ 及该壁与水平面夹角

$$H_n = \sqrt{h_n^2 + c_n^2} \quad (2.2.4)$$

$$\alpha_n = \arctan(h_n/c_n) \quad (2.2.5)$$

式中  $n$ ——斜壁编号 1~4。

### 4. 相邻斜壁 $n$ 和 $n+1$ 的相交肋长 $l_i$ 及该肋与水平面的夹角 $\beta_i$ 。

$$l_i = \sqrt{h_n^2 + c_n^2 + c_{n+1}^2} \quad (2.2.6)$$

$$\beta_i = \arctan\left(\frac{h_n}{\sqrt{c_n^2 + c_{n+1}^2}}\right) \quad (2.2.7)$$

式中  $a_h$ 、 $b_h$ ——漏斗底部边长（计算尺寸采用仓壁的轴线尺寸）；

$a$ 、 $b$ ——漏斗上部边长；

$h_h$ ——漏斗部分的高度；

$h$ ——竖壁的高度；

$x_0$ 、 $y_0$ ——仓的上部平面和底部平面中心轴线间的距离；

$c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$ 、 $c_4$ ——由  $a$ 、 $b$  边到  $a_h$ 、 $b_h$  的水平距离；

$V_2$ ——斗式仓上部体积；

$V_1$ ——斗式仓漏斗部分的体积；

$A_1$ ——漏斗锥台下底的面积 ( $a_h \cdot b_h$ )；

$A_2$ ——漏斗锥台上底的面积 ( $a \cdot b$ )；

$A_0$ ——漏斗锥台在高度  $1/2$  处的水平截面积  $\left(\frac{a_h+a}{2}\right) \cdot \left(\frac{b_h+b}{2}\right)$ 。

## 二、圆形斗仓的几何特性

### 1. 周长 $u$

$$u = \pi(d_n + t) \quad (2.2.8)$$

2. 斜壁长  $h_3$

$$h_3 = \sqrt{h_h^2 + (d_n/2 - d_h/2)^2} \quad (2.2.9)$$

3. 斜壁倾角  $\alpha$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot h_h}{d_n - d_h} \quad (2.2.10)$$

4. 斜壁面积  $A_s$

$$A_s = \frac{h_3 \pi}{2} (d_n + d_h) \quad (2.2.11)$$

5. 贮仓总容积  $V$

$$V = V_1 + V_2 = \frac{\pi}{4} d_n^2 \cdot h + \frac{\pi \cdot h_h}{12} (d_n^2 + d_h^2 + d_n \cdot d_h) \quad (2.2.12)$$

式中  $d_n$ ——竖壁内径；  
 $d_h$ ——漏斗口内径；  
 $h$ ——竖壁高度；  
 $h_h$ ——漏斗部分高度；  
 $t$ ——竖壁厚度。

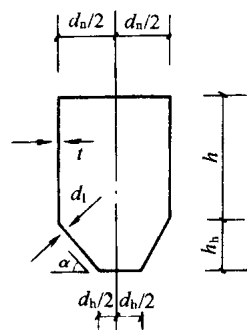


图 2.2.3 圆形浅仓外形尺寸图

### 第三节 贮料压力

浅仓贮料压力计算，应按下式进行

1. 贮料顶面或贮料锥体重心以下距离  $s$  处，单位面积上的竖向压力标准值

$$p_v = C \cdot \gamma \cdot s \quad (2.3.1)$$

2. 贮料顶面或贮料锥体重心以下距离  $s$  处，作用于仓壁单位面积上的水平压力标准值

$$p_h = k \cdot p_v \quad (2.3.2)$$

3. 作用于漏斗壁单位面积的法向压力标准值

$$p_n = \xi \cdot p_v \quad (2.3.3)$$

式中  $k$ ——侧压力系数， $k = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2)$ ， $\varphi$  为贮料的内摩擦角；

$s$ ——贮料顶面或贮料锥体重心至计算截面处的距离 (m)；

$\gamma$ ——贮料的重力密度 ( $\text{kN/m}^3$ )；

$\xi$ ——系数， $\xi = \cos^2 \alpha + k \sin^2 \alpha$ ， $\alpha$  为漏斗壁与水平面之夹角。

$C$ ——冲击影响系数。

4. 计算作用于漏斗壁单位面积上的法向压力时，贮料作用于仓底或漏斗顶面处单位面积上的竖向压力标准值

$$\text{漏斗顶面} \quad p_v = C\gamma h \quad (2.3.4)$$

$$\text{漏斗底面} \quad p_v = C\gamma(h + h_h) \quad (2.3.5)$$

式中  $h_h$ ——漏斗高度 (m)。

由卡车、火车等将散料瞬间直接卸入浅仓时，对仓底结构产生冲击荷载，设计时应予以考虑。根据装料方法、贮料粒度、装料时的落差等因素采用不同的冲击系数，以确定贮