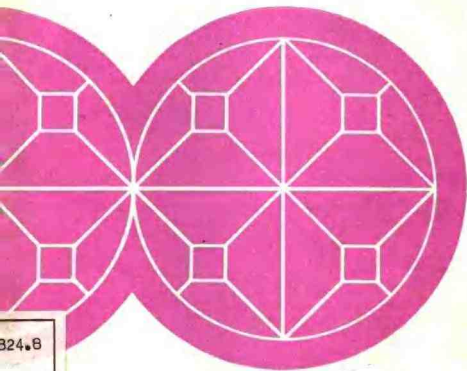


砖砌圆筒仓

王廷镛 钱敬杨 编著



324.8

煤炭工业出版社

内 容 简 介

砖砌圆筒仓系建国以来中小型企业在生产实践中出现的一种结构。水泥贮仓、粮仓多用此种结构。60年代以后,在国内中小型矿井的装载系统也相继采用砖砌圆筒仓结构,经过二十多年来的实践证明,使用效果较好。本书现对砖砌圆筒仓作一概要介绍,包括设计要点、结构计算、构造措施、施工注意事项。内容编排力求简明实用。

本书主要供地方煤矿、乡镇企业所属小型矿井的设计、施工技术人员及具有中专以上文化水平的读者使用参考。

责任编辑:陈昌 鲍仪

砖 砌 圆 筒 仓

王廷铺 钱敬粉 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安门内大街甲11号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $3^{11}/_{16}$ 插页 4

字数78千字 印数1—1,420

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

书号15035·2884 定价0.80元

序 言

煤炭是我国主要能源。“七五”期间，在搞好重点矿井建设的同时，还要发展地方煤矿、乡镇小型矿井和小煤窑，以满足国家四化建设的需要。

圆筒煤仓是煤炭储运系统的主要环节。早年矿井多以钢筋混凝土方仓或筒仓建造为主，由于我国中小型矿井及乡镇煤矿、小煤窑近几年来蓬勃发展，建筑材料如钢材、水泥等供不应求，于是各地纷纷建造砖筒仓来取代钢筋混凝土筒仓，起到了快建成早贮煤的作用。投产后实践也证明了砖筒仓具有良好的效果。据统计，除煤炭工业外，在水泥工业、粮食储藏等部门也普遍发展砖砌圆筒仓。

砖砌圆筒仓在经济上能大大节省钢材、木材、水泥，充分利用砖石土产材料，就地取材，造价低廉。在技术上施工简单，不需要特殊施工设备（如滑模设备等），一般砖石工即可胜任，从而为乡镇煤矿的发展提供有利条件。

砖砌圆筒仓是设计、施工人员结合我国国情，坚持改革，努力创新的结果，并且实践中仍在不断提高和完善，逐步扩大适用范围。

本书主要介绍砖砌圆筒仓的设计要点、适用范围、结构计算、建筑构造、施工注意事项，并附计算实例和部分已建造的各种砖砌圆筒仓仓型一览表。

由于我们水平所限，书中不妥之处，恳切地希望广大读者给予批评指正。

本书曾参考了湖南、浙江、长春、江西煤矿设计院、无锡县粮食局等单位的有关资料，在出版时，承陶琳、王蓓凝同志描绘插图，谨此一并表示感谢！

编 者

1986年6月

目 录

第一章 概述	(1)
一、砖砌圆筒仓的特点	(1)
二、砖砌圆筒仓设计前须考虑的因素	(2)
三、砖砌圆筒仓结构型式及适用范围	(5)
第二章 砖砌圆筒仓结构布置	(9)
一、设计资料	(9)
二、筒身立壁	(9)
三、仓底板漏斗及斗口	(12)
四、环梁及门框洞口	(15)
五、扶梯	(18)
六、基础	(18)
第三章 砖砌圆筒仓结构计算	(21)
一、荷载及组合	(21)
二、筒壁计算	(32)
三、底板漏斗及环梁	(40)
四、仓顶板	(45)
五、支承结构	(46)
六、门框洞口梁	(48)
七、基础计算	(49)
八、计算步骤	(60)
九、计算实例	(63)
第四章 砖砌圆筒仓建筑构造	(80)
一、屋盖及仓顶板	(80)
二、仓顶配煤间	(82)

三、砖筒壁	(83)
四、仓底板(含圆锥漏斗)	(86)
五、支承结构	(90)
六、基础	(92)
七、常用的破拱措施	(96)
第五章 砖砌圆筒仓施工	(100)
一、材料	(100)
二、基坑开挖	(101)
三、筒壁施工	(103)
四、漏斗、环梁、环柱及基础施工	(106)
五、粉刷及内衬	(110)
附表 各种砖砌筒仓仓型一览表	

第一章 概 述

煤炭的储运是矿井地面生产系统的主要环节，储煤仓又是储运的主要组成部分。建国以来，我国煤矿普遍建成了各种不同形式的钢筋混凝土方仓和槽仓，还有地沟煤仓等。1965年以后，国内又先后建造出各种具有不同特点的钢筋混凝土圆筒煤仓（简称筒仓）。由于筒仓容量大，仓内死角少，便于卸空，整体性好，受力合理，施工简便，建设速度快，又比方仓节省钢材和木材，经济效益高，故得到普遍推广使用。尤其是一些乡镇小型煤矿、小煤窑，储运方式简单，三材来源缺乏，施工设备不完备，生产年限短，故常常采用砖筒煤仓来代替钢筋混凝土筒仓，受到各矿的广泛欢迎。十多年来，已积累了不少宝贵的经验，收到较好的效果。

一、砖砌圆筒仓的特点

从已建的砖砌筒仓调查分析，砖筒仓的特点是能就地取材，充分利用当地砖石土产材料，能发挥砖材的承载能力，造价低廉，结构简单，易于施工，不需要特殊设备，适合乡镇企业技术水平。它与钢筋混凝土筒仓相比，同样具有筒仓的特点：无死角，便于卸空，尤其当仓底多口或斗口尺寸较大时，对防止煤的起拱有着较好的效果。但由于砖的强度较钢筋混凝土低，故筒仓直径不宜过大，仓深及容量也就相应受到限制。

二、砖砌圆筒仓设计前须考虑的因素

砖筒仓与钢筋混凝土筒仓一样，均为储存煤的结构。因此，筒仓的结构型式对如何保证仓体储煤容积和卸煤通畅起着很大的作用。如筒仓结构选型适当，能以最少的投资储存最多的煤量，并尽可能减轻或消除堵煤现象，从而获得较大的效益；如选型不当，则会耗费较多的投资，加重煤的堵塞。因此，在结构选型设计前宜充分掌握储煤的物理力学性质，从改善煤仓结构布置入手，合理确定仓的高径尺寸、储煤时间、仓底形式、倾角、斗口大小、数量、斗口间距、漏斗内壁面层处理等。

鉴于上述情况，在煤仓设计前，宜考虑以下因素。

1. 要首先确定储煤仓总容量

乡镇企业小矿井多在山区或偏僻地区，交通不便，因此常常要按照矿井的日产量和当地的交通运输条件来确定筒仓的储煤总容量。小型井年产量多则达到15~21万t，少则仅为3~5万t，甚至不少地区还有1万t左右的小煤窑，悬殊甚大，日产量则从100t至700t不等。另外，当仓下为铁路运输时，如每天正常运输不断，则储煤仓的总容量接近于井口的日产量。当仓下为公路运输时，还要考虑公路因冰雪影响交通受阻的不利条件，此时则宜适当增大储煤总容量以适应气候的变化。规范规定：储煤总容量可考虑1~3天的矿井日产量。

当总储煤量确定之后，则每个单仓容量亦可相应确定。

2. 仓内储煤时间不宜过长

虽然储煤总容量是按照矿井日产量和交通条件首先来确定，但是还要根据煤的性质来考虑储煤时间。因为有的煤仓

经过较长时间储煤后，煤的密实度、粘结度都显著增大。尤其湿煤入仓后，如储存时间过长，煤内水分蒸发，容易粘结成块。特别在粉煤多的情况下，只要有一定的煤压，就易固结成块，影响卸煤。从各矿生产调查分析，煤在仓内储存时间以1~2天为佳。

3. 上仓方式适当

常用的上仓机械，有胶带输送机、刮板输送机上仓如图1-1，或矿车直接上仓如图1-2。使用时以胶带上仓为好，因为溜槽受煤之前，要将煤经过拣矸除杂、滤水等过程，以改善仓内堵煤条件；而矿车直接上仓时多因矿车内常混有杂物，甚至有废坑木同时进入仓中，更有矿车内煤水混装一并倒入仓内，增加了粘结程度。再者矿车每倒一次，居高临下，冲击力较大，压密了煤体，待仓内装满煤后，仓内底部的煤早已被压实结块，形成堵仓。

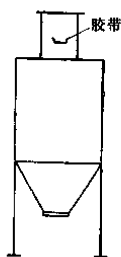


图 1-1

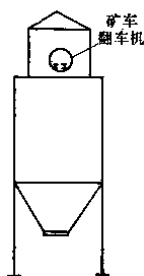


图 1-2

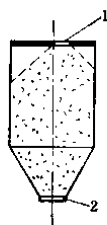


图 1-3

—受煤孔；2—斗口
(卸煤口)

无论胶带、刮板或矿车上仓时，仓顶的受煤孔均不宜与仓底的斗口在同一垂直中线上，以免受煤时斗口直接承受冲击力，将煤压实。因此，宜将仓顶受煤孔口与仓底斗口偏设，使煤先落在斜壁上（图1-3），缓冲减弱煤的向下冲击力，以改善仓底斗口的堵塞状况。

4. 选择好煤仓仓深和高径比

一般说，煤仓仓壁越高，储量就越多。为了加大容量，常常增高仓壁以提高经济效益，这是显而易见的事。但是煤仓仓壁越高，煤就易于压密，煤的颗粒间粘着力和摩擦力就越大，仓内煤就越会结块成拱。当然这不是绝对的，有的煤仓仓深20余米，卸煤却较好，这主要是根据煤质条件来确定：如果煤质好、块状多、水分少，则煤仓可建深一些；如果煤质不好、粉煤多、水分大，又没有相应的破拱措施，则煤仓就建浅一些。

煤仓的高径比是衡量浅仓或深仓的指标，一般都希望煤仓的高径比大一些，因为高径比大，仓的容积也大，但高径比有一定限度，高径比过大了，例如高径比等于3时，则仓的高度将达到20m以上。这时仓底煤的压力可达到 2kgf/cm^2 ($2 \times 10^5 \text{N/m}^2$)，加之储煤时间较长，特别当煤的湿度很大时，则更容易固结成块，延缓煤的卸落；根据国内生产矿井实际调查表明，砖筒仓的高径比最好为 $\frac{H}{D_0} = 1.2 \sim 2.0$

(H 为仓壁高度， D_0 为筒仓内径)。

当煤质硬、块煤多、水分少、且用胶带或刮板配煤入仓时，可取 $\frac{H}{D_0} = 1.6 \sim 2.0$ 。

当煤质松软、粉煤多、水分多、矿车上仓，又无相应的

破拱措施时,可取 $\frac{H}{D_0} = 1.2 \sim 1.5$ 。

介于上述两者之间的,则可视具体情况酌定。

三、砖砌圆筒仓结构型式及适用范围

按照已有的砖筒仓分类,分为以下两种型式。

1. 筒壁支承式

此种型式即从基础到仓顶均为砖筒壁,或斜壁漏斗以下为混凝土筒壁支承或为石砌筒壁支承。筒壁支承构造简单,结构刚度大,便于施工,按照不同的仓底漏斗或装车方式,又可分为三种型式:

(1) 钢筋混凝土圆锥漏斗、仓口正向卸煤。如图1-4。圆锥漏斗多为现浇钢筋混凝土结构,施工较复杂。

(2) 钢筋混凝土平板、仓口正向卸煤。如图1-5。利用纯混凝土或砖石砌体充填成斜锥,施工简便,但斜锥部分因直接置于钢筋混凝土平板上,致使平板负荷甚大,因此耗用钢材较圆锥漏斗为多。

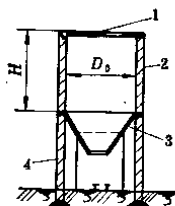


图 1-4

1—仓顶, 2—仓立壁, 3—锥漏斗
仓底, 4—筒壁支承

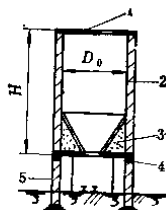


图 1-5

1—仓顶, 2—仓立壁, 3—填料, 4—
平板仓底, 5—筒壁支承

(3) 钢筋混凝土圆锥漏斗、仓口侧向卸煤。如图1-6,这种型式需在筒壁上直接开口,仓内煤体不易堵塞,装车条件较好。

以上三种型式,锥漏斗既可以与仓壁整体联接,也可与仓壁非整体联结,宜按照施工条件、地基条件的不同而确定。

2. 环柱支承式

此种型式如图1-7、1-8、1-9所示,即从基础到仓的斜壁漏斗标高之间改用钢筋混凝土环向立柱支承。柱的个数不少于4个,环柱支承多用于装车有特殊要求,尤其在群仓排列时采用该种型式,通风采光效果较筒壁支承式为好。环柱支承式根据装车方式、仓底漏斗的不同亦可分为钢筋混凝土圆锥漏斗仓口正向卸煤、钢筋混凝土圆锥漏斗仓口侧向卸煤(图1-7,图1-9)钢筋混凝土平板仓口正向卸煤(图1-8)三种。

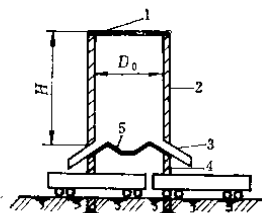


图 1-6

1—仓顶; 2—仓立壁; 3—侧向仓口; 4—筒壁支承; 5—锥漏斗

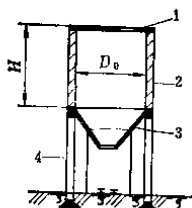


图 1-7

1—仓顶; 2—仓立壁; 3—锥漏斗仓底; 4—环柱支承

总之,砖筒仓的结构型式必须要以保证卸煤通畅、传力简捷、施工方便为原则。仓内的支承型式可以用筒壁式支承,也可以用环柱式支承,但在地震区、湿陷性黄土地区、

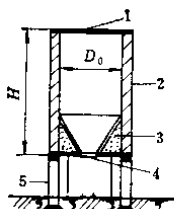


图 1-8

1—仓顶；2—仓立壁；3—填料；
4—平板仓底；5—环柱支承

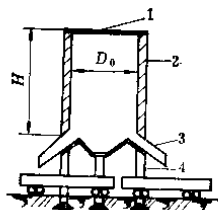


图 1-9

1—仓顶；2—仓立壁；3—侧向仓
口；4—环柱支承

膨胀土地区应优先采用筒壁式支承。

综合以上分析，砖筒仓的适用范围归纳如下，

- (1) 单仓容量不宜超过500 t；
- (2) 筒仓内径宜为6~9m；
- (3) 当煤质硬、块煤多、水分少、且用胶带（刮板）配煤入仓，仓壁高度 H 不宜超过15m。当煤质松软、粉煤多、水分多、且矿车直接上仓，仓壁高度 H 不宜超过10m。
- (4) 适合于标准轨（轻便轨）运输，也适用于公路、胶带（刮板）运输；
- (5) 仓顶可设简易筛分选矸楼；
- (6) 服务年限一般能达到30年（如仓外壁进行粉刷可适当延长服务年限）；
- (7) 如在设防烈度为七度的地震区、湿陷性黄土地区或膨胀土地区建造砖筒仓，在设计上应遵守现行规范采取相应的技术措施。对于设防烈度为八度的地震区则不宜采用砖筒仓；

(8) 在严寒地区兴建砖筒仓，应考虑防冻设施，并考虑气温对砖砌体的冻融影响（如仓下设防寒楼板，仓壁设防寒层等）。

第二章 砖砌圆筒仓结构布置

一、设计资料

砖筒仓进行结构布置以前，要调查收集下列资料：

- (1) 煤的选运工艺流程布置简图；
- (2) 筒仓储煤容量；
- (3) 煤的物理力学性质（比重、散煤容重、粒度、含水量、自然休止角、内摩擦角）当无实际的化验数据时，可参照表2-1采用；
- (4) 煤的装卸方式、受煤口及卸煤口的设计标高，位置与外形尺寸；
- (5) 固定设备的预埋件与孔洞位置，管道位置；
- (6) 筒仓上的设备荷载（手动或电动闸门、给煤机、螺旋溜槽等）；
- (7) 工程地质、地形、气象、地震、建筑材料标号（砖石、水泥、钢筋、型钢材料）等有关资料。

二、筒身立壁

筒身立壁是筒仓的主要组成部分，应根据其服务年限、容量多少、施工条件、地形地貌和使用工艺系统、经济效益大小综合考虑来进行设计，砖筒仓的立壁主要是砖砌，壁厚为240~490mm，如图2-1~图2-4所示的几种形式。

图2-1是等截面砖砌立壁，多用于壁高2~4m的浅仓。砖

煤的物理特性参数

表 2-1

名 称	容 重 (t/m ³)	内摩擦角 φ (度)	侧压系数 K	摩 擦 系 数 μ			
				混凝土板	铺石板	瓷砖板	钢板
无烟原煤	0.8~1.2	25~40	0.406~0.217	0.5~0.6	0.3~0.4	0.35	0.3
烟 煤	0.8~1.15	25~40	0.406~0.217	0.5~0.6	0.3~0.4	0.35	0.3
粉 末 煤	0.7~0.9	25~30	0.406~0.333	0.55	0.4	0.35	0.4
褐 原 煤	0.7~1.0	23~38	0.438~0.238	0.5~0.6	0.3~0.4	0.35	0.3
油母页岩	0.7~1.0	23~38	0.438~0.238	0.5~0.6	0.3~0.4	0.35	0.3
煤 泥	0.75~1.1	23~35	0.438~0.271				
粉 煤 灰	0.7~0.8	25~30	0.406~0.333	0.55			0.4
焦 炭	0.6	40	0.217	0.8			0.5
煤 矸 石	1.6~1.7	35~40	0.271~0.217	0.6			0.45



图 2-1

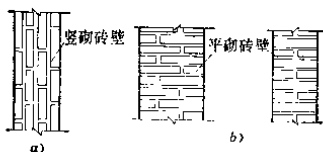


图 2-2

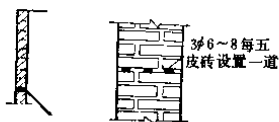


图 2-3

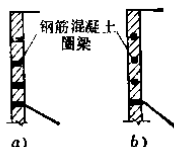


图 2-4

砌立壁又分为竖砌（图2-2a）与平砌（图2-2b）两种。平砌立壁是常用的施工方法，采用比较普遍。竖砌立壁则是一种新的施工方法（具体建筑构造、施工方法详见第四、五章），其优点是减少墙面灰缝，基本上消除了砌体水平通缝，提高砌体的抗拉能力。

图2-3为砖砌立壁配水平筋，约能提高砌体的轴心抗拉强度10%，同时具有就地取材、施工简单、不用模板的特点。

图2-4为砖砌立壁与钢筋混凝土圈梁组合而成的筒壁，由钢筋混凝土圈梁承担环向拉力或砖立壁、钢筋混凝土圈梁共同承担拉力。这种型式当立壁较高时尤为适用，但施工比较麻烦，工种交叉，不宜连续作业，且要消耗一定数量的模板。因此用图2-4b的圈梁形式比用图2-4a的形式有利，因为在浇灌圈梁时不另需模板，节约木材，而且由于圈梁设于立