CECS 08:88

中国工程建设标准化委员会标准

砖砌圆筒仓技术规范

TECHNICAL CODE FOR BRICK SILO

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

CHINA COMMITTEE FOR ENGINEERING
CONSTRUCTION STANDARDIZATION

中国工程建设标准化委员会标准

砖砌圆筒仓技术规范

CECS 08：89

主编单位：全国贮藏构筑物标准技术委员会
批准单位：中国工程建设标准化委员会
批准日期：1989年2月10日

1989 北京

前　　言

砖砌圆筒仓是我国煤炭、水泥、粮食等部门生产贮运系统中的重要构筑物之一。我国对砖砌圆筒仓具有长期的设计、施工和使用经验，特别是在中小型企业和乡镇企业建设中应用尤为广泛。这种砖仓具有就地取材、节约钢材、施工简便、易于建造和经济效益好等特点，是结合我国国情和生产实践的产物。

本规范在总结设计、施工和使用经验的基础上，经过广泛的调查研究，并多次组织有关专家共同审议，最后经全国贮藏构筑物标准技术委员会审查定稿。

根据国家计划委员会计标〔1986〕1649号“关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知”精神，现批准《砖砌圆筒仓技术规范》为中国工程建设标准化委员会标准，编号为 CECS08：89，并推荐给各工程建筑设计、施工单位使用。在使用过程中，如发现需要修改、补充之处，请将意见及有关资料寄交北京月坛南街乙二号北京市市政设计院转全国贮藏构筑物标准技术委员会。

中国工程建设标准化委员会

1989年2月10日

中国建筑资讯网 www.sinoec.com

目　　录

主要符号…… (1)
第一章　总　　则…… (1)
第二章　布置原则及结构选型…… (4)
第一节　布 置 原 则 …… (4)
第二节　结 构 选 型 …… (7)
第三章　荷　　载 …… (10)
第一节　荷载及荷载组合…… (10)
第二节　贮 料 压 力 …… (11)
第四章　结 构 计 算…… (16)
第一节　一 般 规 定 …… (16)
第二节　仓壁、仓底结构及环梁 …… (16)
第三节　仓下支承结构 …… (22)
第四节　地基与基础 …… (22)
第五章　构造及施工要求 …… (25)
第一节　仓　　顶 …… (25)
第二节　仓　　壁 …… (25)
第三节　仓底及内衬 …… (27)
第四节　仓下支承结构及环梁…… (29)
第五节　基　　础 …… (31)
第六节　施 工 要 求 …… (32)
附录一　贮料的物理特性参数 …… (34)
附录二　系数 $\zeta=\cos^2\alpha+k\sin^2\alpha$
及 $k=tg^2(45°-\frac{\varphi}{2})$ 值表 …… (35)
附录三　深仓贮料压力 $(1-e^{-\mu k s/\rho})$ 计算值表 …… (36)

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

附录四　本规范用词说明 …… (39)
附加说明 …… (40)

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

主 要 符 号

A ——仓壁(筒壁)横截面面积

A_1 ——仓壁砌体单位周长的计算受压面积

A_g ——钢筋截面积

C_h ——深仓贮料水平压力修正系数

C_v ——深仓贮料竖向压力修正系数

D ——筒壁内直径

d ——钢筋直径

d_u ——圆筒仓内径

E ——砖砌体弹性模量

E_g ——钢筋弹性模量

e ——自然对数的底

e_o ——纵向力作用点至截面重心的偏心距

F ——基础底面面积

ΣG ——仓壁(筒壁、基底)计算截面以上的设备荷载、活荷载及结构自重、土体自重

H ——环形基础台阶高度

h ——仓壁高度

h_1 ——仓底填料高度

h_h ——圆锥漏斗高度

h_n ——仓壁计算高度

K ——安全系数(分别见有关公式)

K' ——附加安全系数

K_f ——配筋砖砌体抗裂安全系数

K_p ——配筋砖砌体轴心受拉安全系数

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

k ——侧压力系数

$$k=t_g^2(45°-\frac{\varphi}{2})$$

l ——圆锥漏斗计算截面至锥顶的距离

M_D ——基底处的弯矩

N_m ——圆锥漏斗环形截面单位长度上的径向拉力

N_p ——圆锥漏斗环形截面单位长度上的环向拉力

N_t ——仓壁沿壁高方向单位高度的环向拉力

N_v ——仓壁横向截面上单位周长的竖向压力

P ——基础底面的平均压力

P_{max} ——基础底面边缘处的最大压力

P_{min} ——基础底面边缘处的最小压力

P_f ——贮料顶面以下距离 s 处的计算截面以上仓壁单位周长上的总竖向摩擦力

P_h ——贮料作用于仓壁单位面积上的水平压力

P_n ——贮料作用于漏斗单位面积上的法向压力

P_v ——贮料作用于仓底或漏斗顶面处单位面积上的竖向压力

P_{v1}、P_{v2}——分别为贮料作用于漏斗底部、顶部单位面积上的竖向压力

q ——圆锥漏斗壁单位面积自重

R ——修正后的地基容许承载力；砖砌体抗压强度

R_t ——砖砌体轴心抗拉强度(沿齿缝)

R_g ——钢筋抗拉强度

r ——圆筒仓内半径、截面回转半径

s ——贮料顶面至所计算截面处的距离

t ——仓壁(筒壁)厚度

中国建筑标准设计网 www.s.noaac.com

W_D ——基底面的抵抗矩

α ——圆锥漏斗壁与水平面的夹角、基础刚性角

α_1 ——纵向力的偏心影响系数

α_E ——钢筋与砖砌体的弹性模量比

——贮料重力密度

δ_{fmax} ——裂缝开展最大许宽度

ζ ——系数 $\zeta=cos^2\alpha+k\sin^2\alpha$

μ ——贮料与仓壁的摩擦系数

ρ ——筒仓水平净截面的水力半径

φ ——贮料内摩擦角

φ_1 ——纵向弯曲系数

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

第一章　总　　则

第1.0.1条　为了在砖砌圆筒仓的建造中做到技术经济合理、安全适用、确保质量，特制定本规范。

第1.0.2条　本规范主要适用于砖砌圆筒仓的设计、施工。对于混凝土小型砌块圆筒仓可结合具体条件参照使用。

第1.0.3条　本规范具体适用于煤仓，中转和原料粮仓(贮有无粘结性散料)，水泥厂的生料、熟料、碎石、水泥散料仓的设计和施工。不适用于用压缩空气混合粉料的调匀仓，贮存青饲料的圆筒仓。

第1.0.4条　筒仓的单仓容量不宜超过下列限值：

粮　仓　　400t；

煤　仓　　500t；

水泥仓　　600t。

第1.0.5条　筒仓的适宜直径d(内径)为6～8m。

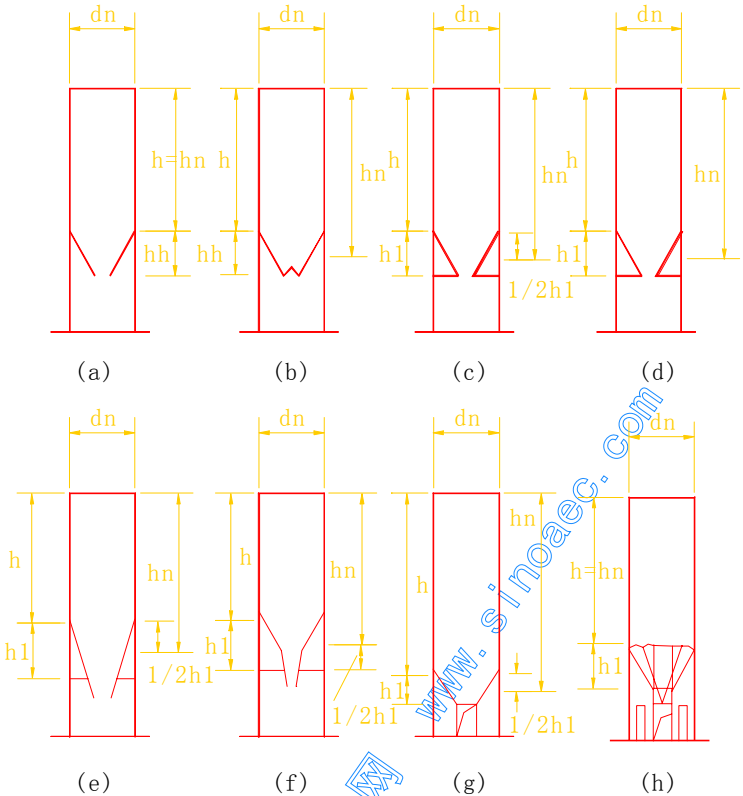
第1.0.6条　仓壁高度(*h*)(图1.0　6)不宜超过下列限值：

水泥仓　　12m；

煤　仓　　15m；

粮　仓　　18m。

中国建筑资讯网 www.sinoec.com



(a)漏斗单口　(b)漏斗双口　(c)梁、板填料单口

(d)梁板填料双口　(e)平板半填半吊钢漏斗单口

(f)双曲线漏斗单口　(g)通道式单口　(h)砖拱单口

图 1.0.6　不同仓型仓壁 h、h_n、d_n 示意图

第 1.0.7 条　本规范适用于非地震区和基本烈度为 7 度的地震区。在基本烈度为 8 度的地震区，如必须采用时，应根据实际情况采取相应的抗震措施。在基本烈度为 9 度的地震区不应建造砖筒仓。在湿陷性黄土地区、膨胀土地区兴建砖筒仓，应遵守国家现行有关规范的规定。

www.sinoaec.com 中国建筑资讯网

第 1.0.8 条　凡本规范未规定的内容均应符合国家现行的有关标准、规范、条例的规定。

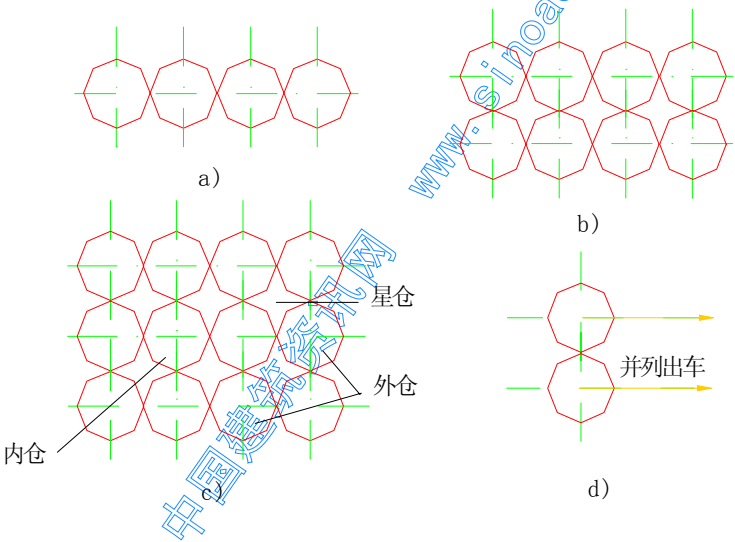
中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

第二章　布置原则与结构选型

第一节　布 置 原 则

第 2.1.1 条　筒仓的布置，应根据工艺、地形、工程地质、材料、施工条件、环境保护和安全要求等因素合理确定。

第 2.1.2 条　群仓的布置型式宜采用单排单列式、双排行列式和多排行列式。当仓下采用汽车运输时，宜采用单排并列出车布置(图 2.1.2)。



(a)单排单列式　(b)双排行列式　(c)多排行列式　(d)单排并列式

图 2.1.2　群仓平面布置示意图

第 2.1.3 条　仓壁应采用外圆相切连结，筒壁截面中心宜

www.sinoaec.com
中国建筑资讯网

和仓壁截面中心相重合。群仓总长度不宜超过50m，柱支承时(裸露)不宜超过36m，否则应设伸缩缝。

第2.1.4条 筒仓与毗邻的建筑物之间或在群仓范围内地基土的压缩性有显著差异时，应采取防止不均匀沉降的措施。

第2.1.5条 跨铁路布置的筒仓，除岩石、碎石土、老粘性土地基外，均应考虑地基下沉对铁路建筑限界的影响。

第2.1.6条 仓上建筑物的安全出口不应少于2个。但当每层面积不超过250m²(水泥仓400m²)，且同一时间的生产人数不超过20人(水泥仓30人)时，可设1个。仓上厂房由最远工作地点至外部出口或楼梯的距离不得大于60m。与仓上建筑物相连的输送机通廊也可当作安全出口。仓上建筑物应在外墙上设通往屋面的消防(检修)爬梯。

第2.1.7条 仓上建筑物不宜多于2层，建筑物的耐火等级不低于二级。

第2.1.8条 仓内应布置圆漏斗，不应在圆筒仓内填筑方漏斗。

第2.1.9条 仓底斜坡角(α)应配合工艺要求确定。一般情况下宜采用下值：

煤仓		
无烟煤	≥60°	
烟煤	≥55°	
分级块煤	≥55°	(粒度＜300mm)
水泥仓	55°	
生料仓	60°	
熟料仓	55°	
谷仓	45°～50°	
麦仓	40°～45°	

第2.1.10条 仓底斗口宜做成圆形，其数量、大小、间距应配合工艺设计确定，要保证卸料通畅，满足装车需要，一般情况

www.shoaic.com 中国建筑资讯网

下宜符合以下要求：

一、煤仓和水泥仓的斗口尺寸不宜小于 800mm；粮仓斗口尺寸不小于 300mm，不大于 600mm。

二、装车斗口数量一般以设 1～2 个为宜，斗口间距在顺车方向宜取筒仓内径的 1/2～1/3。（图 2.1.10）。

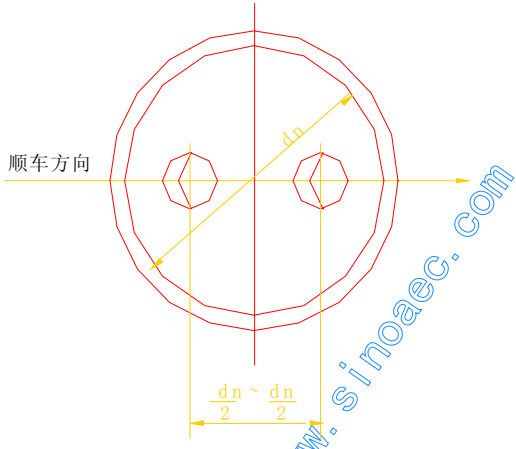


图 2.1.10　斗口间距图

第 2.1.11 条　靠近筒仓处不宜设置堆料场，当必须设置时，应考虑堆料对筒仓结构及地基的不利影响。

第 2.1.12 条　仓下洞口的建筑限界规定如表 2.1.12。

第 2.1.13 条　仓下采用机车及汽车运输时，应设装车平台，平台高度视车辆类型而定。

第 2.1.14 条　严寒地区兴建的煤仓，应根据需要考虑相应的防冻措施及对砖砌体的冻融影响。例如在仓下设防寒楼板，仓壁考虑保温，板上开孔加密闭盖，环柱支承时设围护结构等。

中国建筑设计院 www.sinoaec.com

筒壁洞口尺寸表　　表2.1.12

类型			洞口适宜尺寸(mm) 洞高	洞宽
标准轨	机车通过时		5000	无调车作业一侧2000
				有调车作业一侧2440
	车辆通过时		4000	无调车作业一侧2000
				有调车作业一侧2440
窄轨(762mm)			3600	3200
载货汽车		自卸车	4000	3500
		普通车	3500	3500
输送机	宽度 B=800mm		2200	1900
	宽度 B=650(600)mm		2200	1700
	宽度 B=500(400)mm		2200	1500
人行通道			2200	700

注：当采用其他类型运输方式时，应按有关建筑限界确定。

第二节　结构选型

第2.2.1条　筒仓可分为仓上建筑物、仓顶、仓壁、仓底、仓下支承结构(筒壁或柱)及基础等六部分(图2.2.1)。

第2.2.2条　筒仓仓壁的壁厚，应根据筒仓的直径、容量、使用要求和气温影响等因素确定。贮存粮食的仓壁还要满足气密性的要求。一般情况下，仓壁壁厚可为240～370mm。

第2.2.3条　仓壁砌体可以在灰缝内分层配置水平环筋；也可以沿仓壁高度按不同间距设置钢筋混凝土圈梁来承受仓壁的环向拉力。直径大，容量大或在地震区兴建的筒仓宜采用钢筋混凝土圈梁承受仓壁的环向拉力。

第2.2.4条　筒仓仓底结构应综合考虑下列要求：

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

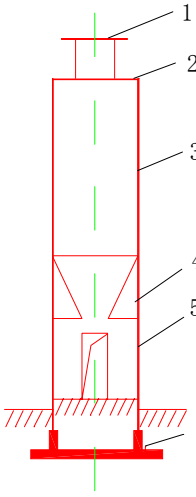


图 2.2.1　筒仓结构示意图

一、卸料通畅；

二、荷载传递明确，结构受力合理；

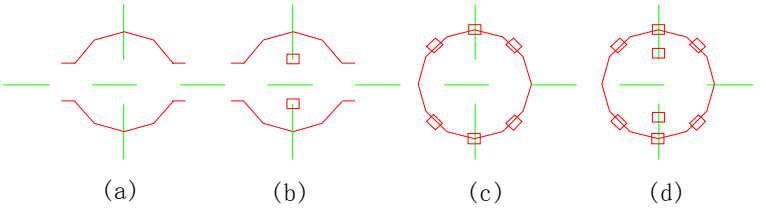
三、造型简单，安全可靠，材料供应及施工方便；

四、填料少，容重轻。

常用的仓底结构可采用钢筋混凝土梁板填料式、钢筋混凝土漏斗式、钢筋混凝土环板半填半吊钢漏斗式、钢筋混凝土梁板半填半吊钢筋混凝土漏斗式，双曲线漏斗式及砖拱漏斗式等(图 1.0.6)。

第 2.2.5 条　仓下支承结构应根据工艺、采光、通风和防寒要求，分别选用筒壁支承、环柱支承、筒壁加内柱或环柱加内柱共同支承的型式(图 2.2.5)。对基本烈度为 7 度的地震区或湿陷性黄土地区、膨胀土地区，宜采用筒壁支承或筒壁加内柱共同支承的型式。

中国建筑设计院 www.sinoaec.com



(a)筒壁支承　(b)筒壁加内柱支承　(c)环柱支承　(d)环柱加内柱支承

图 2.2.5　仓下支承结构型式图

第 2.2.6 条　基础选型应根据工程地质条件、上部荷载、上部结构型式、基础材料和施工条件等综合分析确定。一般情况下，应采用砖、毛石、毛石混凝土或钢筋混凝土结构的环形条带基础。当环柱支承时且基础砌置于坚固的基岩上，可采用单独基础或锚栓基础。当为软弱地基时，宜采用筏式基础或桩基础。

第 2.2.7 条　基础的埋置深度除应考虑冻结深度影响外，尚应满足下列要求：

一、地基强度和稳定性的要求，以防止建筑物整体倾覆及滑移。

二、在地震区对一般的砂土及粘土类地基，基础埋置深度不宜小于筒仓高度的 1/12。

第 2.2.8 条　筒仓与邻近建筑物(如工作塔提升间)的基础之间，应考虑由于基础底面标高不同和不均匀沉降等引起的不利影响。并应采取相应措施。当筒仓按第 2.1.3 条的规定设置伸缩缝时，伸缩缝应做成贯通式，将基础断开。缝宽应符合沉降缝的要求，在地震区还应符合防震缝的要求。

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

第三章　荷　　载

第一节　荷载及荷载组合

第 3.1.1 条　筒仓应考虑以下荷载对结构的作用：

一、恒载：结构自重、附属于仓上的建筑物重、设备重等。

二、活荷载：贮料荷载、仓上建筑物屋面活荷载、楼面活荷载（仓顶活荷载）、雪荷载、风荷载、积灰荷载以及筒仓外部的堆料荷载等。

三、地震荷载。

第 3.1.2 条　各项荷载取值应按下列规定采用：

一、屋（楼）面活荷载：

仓上建筑物屋面（不上人）　500N/m²；

仓上建筑物输送机设备层　2000N/m²；

仓上建筑物筛分检矸设备层　4500N/m²；

附属于筒仓的提升机设备层　4000N/m²；

仓顶面（考虑施工堆载）　2000N/m²；

装车平台、楼梯板、楼梯平台　2000N/m²。

二、积灰荷载：　750N/m²。

三、贮料荷载：　按满仓计。

四、设备荷载、堆料荷载：　由工艺提供。

五、风荷载：遵照国家现行荷载规范取值。对作用于筒仓上的风荷载仅在双排或多排群仓时不予考虑；对单仓或单排群仓则应予考虑。

风荷载体型系数按下列规定取值：

对单个筒仓　体型系数为 0.8；

中国建筑学术网 www.sinaec.com

对群仓　　体型系数为 1.4。

六、地震荷载：在计算作用在筒仓的水平地震荷载，取贮料总重的 80%作为贮料的有效重量，其重心可取贮料总重的重心。

在计算总水平地震荷载 Q_0 时，其结构影响系数 C 值：钢筋混凝土环柱支承取 0.4，筒壁支承取 0.5。

仓上建筑物应作为突出筒仓的结构，按现行抗震设计规范计算其地震影响。

第 3.1.3 条　计算仓下支承结构和基础时，应根据使用过程中可能同时作用的荷载进行组合，并应取其最不利情况进行设计，各项荷载的取值应符合下列规定：

一、结构自重、附属于仓上的设备重及贮料荷载，楼面活荷载、积灰荷载，堆料荷载及风荷载取全部；屋面活荷载与雪荷载取二者之间的最大值。

二、当地震荷载与下列荷载组合时：

结构自重及设备重取全部；

贮料荷载取贮料总重的 90%；

雪荷载取 50%；

风荷载不考虑；

活荷载取全部。

第 3.1.4 条　贮料的物理特性参数可根据试验分析确定；当无试验资料时可采用附录一所列数值。

第二节　贮 料 压 力

第 3.2.1 条　贮料压力应按深仓或浅仓分别计算。当仓内的仓壁高度 h 与筒仓内径 d_n 之比大于或等于 1.5 时为深仓，小于 1.5 时为浅仓。

第 3.2.2 条　深仓贮料压力(图 3.2.2)的计算应符合下列规定：

www.sinoaec.com 中国建筑设计院网

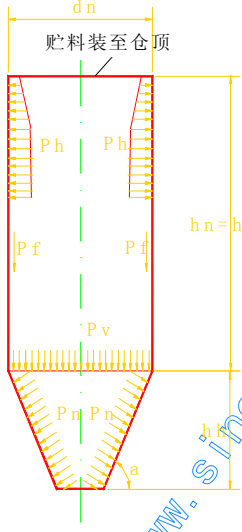


图 3.2.2　深仓压力示意图

一、贮料顶面以下距离 s 处，贮料作用于仓壁单位面积上的水平压力(P_h)应按下式计算：

$$P_h = C_h \frac{\rho}{\mu}(1-e^{-\mu k s/\rho}) \qquad (3.2.2\text{—}1)$$

式中　$(1-e^{-\mu k s/\rho})$的计算值见附录三。

二、贮料作用于仓底或漏斗顶面处单位面积上的竖向压力(P_v)应按下式计算：

$$P_v = C_v \frac{\rho}{\mu k}(1-e^{-\mu k h_n/\rho}) \qquad (3.2.2\text{—}2)$$

注：　当按上式计算的 p_v 值大于 γh_n 时，应取 γh_n。

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

三、贮料顶面以下距离 s 处的计算截面以上仓壁单位周长的总竖向摩擦力(P_1)应按下式计算：

$$P_f=\left[s-\frac{\rho}{\mu k}(1-e^{-\mu k s/\rho})\right]\rho \qquad (3.2.2-3)$$

四、仓壁计算高度(h_n)应按下列规定取值(图 1.0.6)：

1. 上端取至仓顶内面。

2. 下端：

(1)仓底为圆锥形漏斗时取至漏斗顶面；

(2)仓底为平板填料时取至填料顶面距平板顶面的中点处；如填料顶面高度不相等时，则取至填料的最低顶面距平板顶面的中点处；

(3)仓底为平板无填料时取至平板顶面。

五、圆筒仓水平净截面的水力半径(ρ)的确定，应按下式计算：

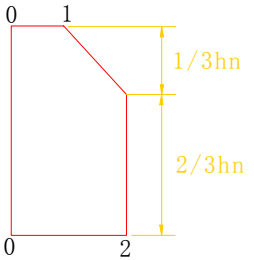
$$\rho=\frac{d_n}{4} \qquad (3.2.2-4)$$

六、深仓贮料压力修正系数(C_h、C_v)应按表 3.2.2 选用。

七、星仓可不考虑水平压力。

www.sinoaec.com
中国建筑资讯网

深仓贮料压力修正系数表　　表 3.2.2

部　位	名　称	修正系数值	
仓壁	水平压力修正系数（C_h）		1. 当$\frac{h}{d_n}>3$时，C_h乘以系数1.1 2. 对于流动性较差的散料，C_h乘以系数0.9
仓底	竖向压力修正系数（C_v）	混凝土漏斗	1. 粮仓取1.0 2. 其他仓库取1.4
		钢漏斗	1. 粮仓取1.3 2. 其他仓取2.0
		平板	1. 粮仓取1.0 2. 漏斗填料最大厚度大于1.5m的筒仓取1.0 3. 其他筒仓取1.4

注：群仓的内仓取$C_h=C_v=1.0$

第 3.2.3 条　浅仓贮料压力的计算应符合下列规定（图3.2.3）：

一、贮料顶面以下距离 s 处，作用于仓壁单位面积上的水平压力（P_h）应按下式计算：

$$P_h=k\ s \qquad (3.2.3\text{—}1)$$

二、贮料顶面以下距离 s 处，单位面积上的竖向压力（P_v）应按下式计算：

$$P_v=\ s \qquad (3.2.3\text{—}2)$$

三、仓壁计算高度（h_n）取值与深仓取值相同（图1.0.6）。

www.sinoacc.com 中国建筑学会网

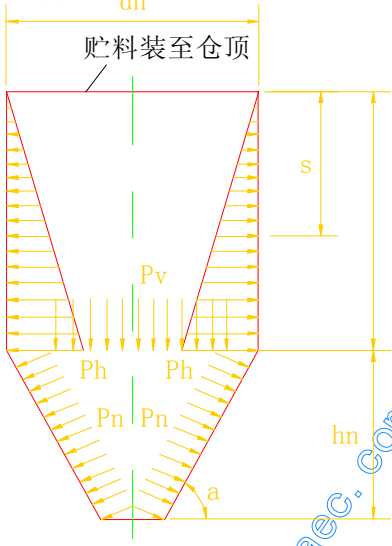


图 3.2.3　浅仓压力示意图

第 3.2.4 条　作用于漏斗壁单位面积上的法向压力（P_n）应按下式计算：

$$P_n = \xi P_v \qquad (3.2.4\text{—}1)$$

第 3.2.5 条　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（P_v）宜按下列规定取值：

一、深　　仓

在漏斗高度范围内均取漏斗顶面之值。

二、浅　　仓

在漏斗顶面　　$P_{v2} = h_n$　　(3.2.5—1)

在漏斗底面　　$P_{v1} = (h_n + h_h)$　　(3.2.5—2)

中国建筑学术网 www.sinoaec.com

第四章　结 构 计 算

第一节　一 般 规 定

第 4.1.1 条　砖砌圆筒仓结构应根据使用条件进行下列计算和验算：

一、强度计算：所有结构构件均应进行强度计算。

二、限制裂缝开展的验算：砖砌配筋仓壁和仓底除按强度计算外，尚应进行限制裂缝开展的验算。

第 4.1.2 条　仓顶支承仓上建筑物的钢筋混凝土梁，仓底平板承重大梁，筒壁洞口过梁等，当荷载分布在砌体的局部面积上时，均应进行截面的局部承压计算。

第 4.1.3 条　当筒仓建筑在不均匀地基土层上时，应对筒仓基础进行不均匀沉降差的验算。

第 4.1.4 条　建在地震区的砖筒仓，对筒仓底部剪力、弯矩、仓上建筑物的突出影响等，应根据国家现行抗震设计规范进行抗震验算。

第 4.1.5 条　仓壁外圆相切的群仓，可按单仓计算。

第二节　仓壁、仓底结构及环梁

第 4.2.1 条　深仓仓壁内力计算应符合下列规定：

一、仓壁沿壁高方向单位高度的环拉力 N_t 应按下式计算：

$$N_t = P_h \cdot r \qquad (4.2.1—1)$$

二、仓壁横向截面上单位周长的竖向压力 N_v 应按下式计算：

中国建筑设计网 www.sinoec.com

$$N=\frac{\Sigma G}{\pi d_n}+P_t \qquad (4.2.1—2)$$

第 4.2.2 条 浅仓仓壁内力计算应符合下列规定：

一、仓壁沿壁高方向单位高度的环拉力 N_t 应按下式计算：

$$N_t=P_h \cdot r \qquad (4.2.2—1)$$

二、仓壁横向截面上单位周长的竖向压力 N_v 应按下式计算：

$$N=\frac{\Sigma G}{\pi d_n} \qquad (4.2.2—2)$$

第 4.2.3 条 仓壁截面计算应符合下列规定：

一、当环拉力作用下的配筋砖砌体竖向截面承受环向拉力时，截面应按强度及限制裂缝开展核算。

1. 按强度核算截面时，如环拉力全由钢筋承担，应按下式计算：

$$K_g N_t \leqslant R_2 A_g \qquad (4.2.3—1)$$

式中 K_g——配筋砖砌体轴心受拉安全系数 1.6；

N_t——仓壁沿壁高方向单位高度的环向拉力；

R_2——钢筋抗拉强度，应按《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10—74) 取值；

A_g——钢筋截面积。

2. 按限制裂缝开展核算截面时，如环拉力由钢筋与砖砌体共同承担，应按下式计算：

$$K_f N_t \leqslant R_f (A+\alpha_B A_g) \qquad (4.2.3—2)$$

式中 K_f——配筋砖砌体抗裂安全系数可取 1；

R_f——砖砌体轴心抗拉强度（沿齿缝）应按《砖石结构设计规范》(GBJ3—73) 取值；

A——仓壁横截面面积；

α_B——钢筋与砖砌体的弹性模量比。

二、当环拉力作用下的砖砌体竖向截面设有钢筋混凝土圈梁时，应按照下列要求分别核算。

中国建筑设计网 www.chinaaec.com

1. 按强度核算截面时，如环拉力全由钢筋混凝土圈梁承担，应按下式计算：

$$KK'N_t \leqslant R_g A_g \qquad (4.2.3—3)$$

式中 K—钢筋混凝土轴心受拉的强度基本安全系数 1.4；

K'—附加安全系数 1.1。

R_g—钢筋抗拉强度，应按《钢筋混凝土结构设计规范》（TJ10—74）取值；

每道圈梁承受上下各半段砖仓壁高度范围内所产生的环拉力。

2. 当设置钢筋混凝土圈梁时，在上、下二道圈梁之间的砖仓壁，可视为上、下两端是弹性固定的弧形垂直条带，该条带除承受贮料的水平侧压力（侧压力取条带中的均值，跨中弯矩系数取 1/10）外，尚需考虑截面以上的竖向荷载所产生的轴力，按偏心受压构件计算。

3. 验算钢筋混凝土圈梁与砖砌体之间的剪切强度。

三、砖仓壁配筋砌体等厚截面底部在单位周长竖向压力作用下的横向截面核算，应按下式计算：

$$KN_v \leqslant \alpha_1 \varphi_1 R A_1 \qquad (4.2.3—4)$$

式中 K ——砖砌体受压安全系数取 2.3；

α_1 ——纵向力的偏心影响系数，可取 1；

φ_1 ——纵向弯曲系数，可取 1；

A_1——仓壁砌体单位周长的计算受压面积；

R —— 砖砌体抗压强度，应按《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）取值。

第 4.2.4 条 仓底圆锥斗的计算应符合下列规定（图 4.2.4）：

一、圆锥漏斗环形截面单位长度上的径向拉力 N_m 应按下式计算：

自重作用下

中国建筑标准设计网 www.cnbaozhuang.com

$$N_m=\frac{ql}{2\sin\alpha}\left(1-\frac{l_1^2}{l^2}\right) \qquad (4.2.4-1)$$

贮料压力作用下

$$N_m=\frac{l\operatorname{ctg}\alpha}{2}\left[\frac{l_2\ (pv_1-npv_2)\ -1\ (pv_1-pv_2)}{l_2-l_1}\right.$$

$$\left.+\frac{\sin\alpha}{3}\left(1-\frac{l_1^3}{l^2}\right)\right] \qquad (4.2.4-2)$$

二、圆锥漏斗单位长度上的水平环向拉力 N_p 应按下式计算：

自重作用下

$$N_p=ql\cos\alpha\ \operatorname{ctg}\alpha \qquad (4.2.4-3)$$

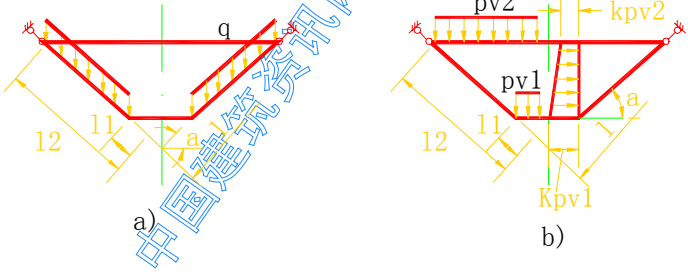
贮料压力作用下

$$N_p=\frac{\xi\operatorname{ctg}\alpha}{1-n}\left[\left(Pv_2-Pv_1\right)\frac{l^2}{l_2}+\left(Pv_1-nPv_2\right)l\right]$$

$$(4.2.4-4)$$

在上列各式中 n —系数　　即 $n=\frac{l_1}{l_2}$

l_1、l_2——见图 4.2.4 所示



(a) 自重作用下　　(b) 贮料压力作用下

图 4.2.4　圆锥漏斗荷载图

三、圆锥漏斗斗壁的厚度应满足限制裂缝开展的要求，裂缝

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

开展最大允许宽度（δ_{fmax}）为 0.2mm。裂缝宽度计算公式见《钢筋混凝土筒仓设计规范》（GBJ77—85）附录二。

第 4.2.5 条 梁板填料仓底或平板半填半吊钢漏斗仓底的计算应按下列规定：

一、作用在仓底梁板上的荷载为填料重量，梁板结构自重，仓口设备重及贮料在底板上产生的竖向压力 P_v（式 3.2.2—2 或式 3.2.3—2）。

二、荷载作用在仓底为平板半填半吊钢漏斗时，应将钢斗上贮料的竖向压力乘以平板孔洞面积，再加上钢斗自重，斗内贮料重，然后将上述荷载按孔口周长平均分担，以此视为作用于孔边的线荷载。

此时，仓底平板按周边简支的环形板计算内力，但环板支座周边应配置一定的构造负筋。

三、仓底平板如系直接开洞卸料，因洞口一般较小，此时，可按圆形板计算内力。

四、星仓仓底板可近似按双向板计算内力。

五、仓底平板厚度应满足抗冲切、抗弯和抗裂的要求。

第 4.2.6 条 漏斗上端的环梁或仓底平板的周边环梁设计应符合下列规定：

一、环梁高度可采用 $0.06\sim0.10d_n$。

二、当筒壁支承时，环梁按构造需要配置钢筋。

如环梁兼做洞口过梁，则在洞口范围内除考虑吊挂漏斗的实际荷载外，尚应考虑高度相当于 1/3 洞口宽度的仓壁砌体重量的均布荷载，按计算另行增加其配筋。

三、环柱支承时的环梁还要起到支承仓壁的作用。当仓底为平板填料时，环梁应按受弯及受扭进行计算；当仓底为圆锥漏斗时，环梁应按受压、受弯及受扣进行计算。

环柱与环梁应为刚性连结，环梁在均布荷载作用下的最大弯矩，剪力及扭矩按表 4.2.6 计算。

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

环梁最大弯矩、剪力、扭矩计算表

表 4.2.6

环柱数	最大剪力	最大弯矩		最大扭矩	支柱轴线与最大扭矩截面间的中心角
		柱间跨中	支柱上		
4	$\frac{1}{4}\pi q' r$	$0.03524\,\pi q'' r^2$	$-0.06831\,\pi q'' r^2$	$0.0106\,\pi q'' r^2$	19°12′
6	$\frac{1}{6}\pi q' r$	$0.015\,\pi q'' r^2$	$-0.02964\,\pi q'' r^2$	$0.00302\,\pi q'' r^2$	12°44′
8	$\frac{1}{8}\pi q' r$	$0.00833\,\pi q'' r^2$	$-0.01653\,\pi q'' r^2$	$0.00126\,\pi q'' r^2$	9°32′

注：① q' 为环梁以上全部仓壁砌体自重、直接作用在仓壁上的荷载、全部贮料重、仓底结构自重以及环梁自重之和化为沿周长的均布荷载；

② q'' 为环梁以上仓壁砌体重量取高度相当于 1/3 环梁跨度的均布荷载、全部贮料重、仓底结构自重以及环梁自重之和化为沿周长的均布荷载；

③ r 为圆筒仓内半径。

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

第三节　仓下支承结构

第 4.3.1 条　筒壁支承时，筒壁在竖向荷载和风荷载作用下的横向截面强度，应按下式计算：

$$K\Sigma G \leqslant \alpha_1 \varphi_1 R A \qquad (4.3.1\text{—}1)$$

式中　K——砌体受压安全系数 2.3；

α_1——纵向力的偏心影响系数，可按下式计算；

$$\alpha_1 = \frac{1}{1+\left(\frac{e_o}{r}\right)^2} \qquad (4.3.1\text{—}2)$$

φ_1——可取 1；

r——计算截面的回转半径；

R——按《砖石结构设计规范》(GBJ3—73) 取值。

第 4.3.2 条　筒壁上开有宽度大于 1m 的洞口时，洞口上下方的筒壁或洞口上方的仓壁，应计算其在竖向荷载下的内力。

第 4.3.3 条　当洞口间筒壁的宽度小于或等于 3 倍壁厚时，应按柱子进行计算，其计算长度可取洞高的 1.25 倍。

第 4.3.4 条　当环柱支承时，柱数宜大于或等于 4 根，环柱应按最不利荷载组合下的偏心受压构件计算，柱顶和柱底均按固定端考虑。计算时除应考虑风或水平地震力使柱产生附加弯矩外，尚应考虑这些力在仓底产生的弯矩，从而使柱产生附加轴力。

垂直荷载引起的柱轴力计算，对于仓底下的附加内柱可按每根柱所占仓底面积分配；对于环柱可由环梁支座反力求柱的纵向力。

第四节　地基与基础

第 4.4.1 条　基础的计算，应符合下列规定：

一、验算地基强度时，应考虑最不利的荷载组合。在偏心荷

中国建筑学会 www.sinaac.com

载 作用下，基础边缘地基承载力容许提高 20%。

二、基础边缘处地基最小压力宜大于零。

三、地基承载力的计算为：

1. 当承受轴心荷载时，应按下式计算：

$$P=\frac{\Sigma G}{F}\leqslant R \qquad (4.4.1-1)$$

2. 当承受偏心荷载时，除应符合式(4.4.1—1)的要求外，尚应符合下式计算要求：

$$P_{max}=\frac{\Sigma G}{F}+\frac{M_D}{W_D}\leqslant 1.2R \qquad (4.4.1-2)$$

$$P_{min}=\frac{\Sigma G}{F}-\frac{M_D}{W_D}>0 \qquad (4.4.1-3)$$

第 4.4.2 条 基础的倾斜率不宜超过 0.004，最终沉降量不宜超过 400mm。

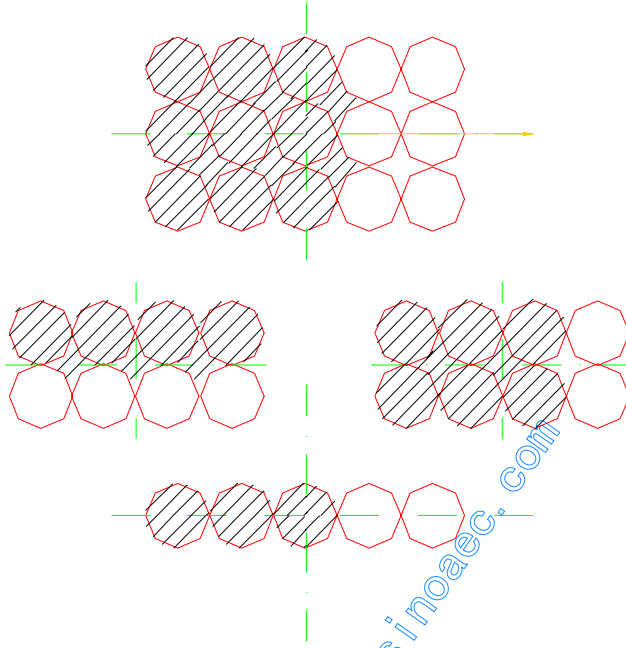
第 4.4.3 条 基础板的内力计算。

一、筒壁支承时的整板基础按周边嵌固的圆板计算。

二、环柱支承时的整板基础，宜在柱下加环形圈梁，可按周边嵌固的圆板计算。

三、整体相连的群仓基础，应考虑空仓与满仓的不利组合(图 4.4.3)。

中国建筑资讯网 www.sinoec.com



有斜线的仓为满仓，无斜线的仓为空仓。

图 4.4.3　群仓基础荷载最不利组合图

第 4.4.4 条　有必要时，应对首次装载及沉降观测提出要求。

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

工程建设标准全文信息系统

第五章　构造及施工要求

第一节　仓　　顶

第 5.1.1 条　仓壁顶应设构造圈梁。

第 5.1.2 条　仓顶板应设进人孔（粮仓尚宜在仓底处的适当部位另设进仓人孔），并相应设置进仓的铁梯或采取其他能下人的措施。

第 5.1.3 条　粮仓、水泥仓仓顶的排水，宜用无组织排水，挑檐长不少于 500mm。

第 5.1.4 条　仓顶进料口、人孔等处应考虑安全措施，仓顶沿周边应设防护栏杆。

第 5.1.5 条 仓上建筑物应按照工艺需要设置安装孔，起吊、安装梁并标明吨位。

第二节　仓　　壁

第 5.2.1 条　仓壁的材料标号，应根据材料来源和计算需要确定。但不得用低于 75 号普通粘土砖 50 号砂浆砌筑。

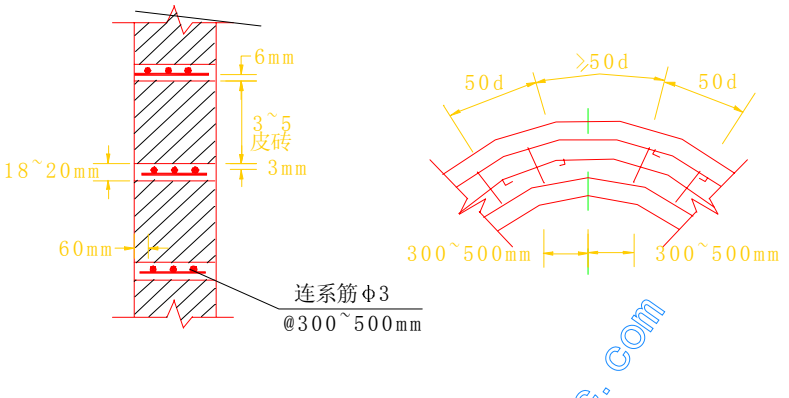
第 5.2.2 条　仓壁外表不抹灰时，应用水泥砂浆勾平缝。

第 5.2.3 条　配筋砌体内的环向钢筋间距按计算确定，一般每隔 3～5 皮砖设一层（图 5.2.3），但最小间距为 3 皮。环向钢筋宜采用 ϕ6～8 的 I 级钢，搭接长度为 50d（d 为钢筋直径）并应加弯钩。同一截面搭接根数不多于 1 根。接头之间水平净距不小于 50d，不得采用焊接接头。环筋之间用 3ϕ 或 ϕ4 钢筋连接，间距 300～500mm；环筋与内外壁的保护层为 50mm，中距取 60mm。

对 240mm 厚的仓壁，每皮布置的环筋不宜多于 3 根，最多为

www.sinoec.com

4 根；对 370mm 厚的仓壁，每皮布置的环筋不宜多于 6 根，最多为 7 根。



(a) 砖缝配筋　　(b) 钢筋搭接接头

图 5.2.3　配筋砌体构造示意图

第 5.2.4 条　仓壁采用钢筋混凝土圈梁承受环拉力时，最小配筋为 4ϕ10；圈梁宽度一般和仓壁厚度相同，高度不小于 180mm，混凝土标号为 200 号；钢筋搭接可用绑扎或焊接，箍筋一般用 ϕ6，间距不大于 300mm。

第 5.2.5 条　钢筋混凝土圈梁间距应按计算确定，分段不等距布置。一般为 1.0～2.5m 设一道；在仓壁厚度变化处应在其底部设置圈梁。

第 5.2.6 条　仓壁内表面，一般作 1∶2 水泥砂浆粉面厚 20mm。如因卸料困难及耐磨需要，可采用其他光滑耐磨面层。

第 5.2.7 条　在地震区兴建群仓，仓壁外圆相切处和筒壁相交处均应采取整体连接。连接处的砖砌体厚度不应小于筒仓壁厚，在环（圈）梁交接处还应配置构造钢筋（图 5.2.7）。

www.jzsec.com

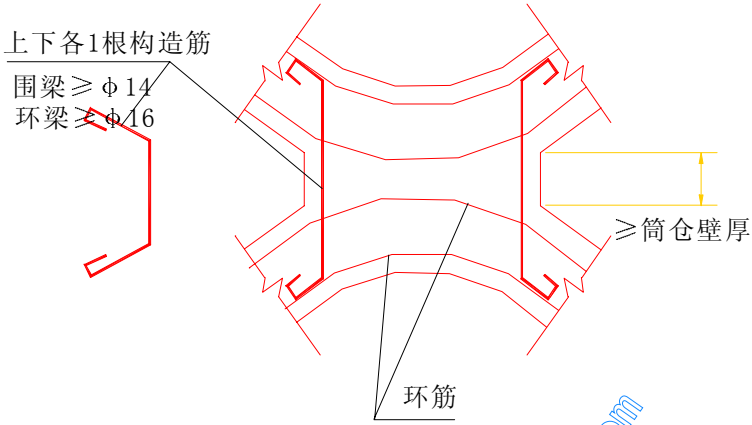


图 5.2.7　筒仓壁连接构造图

第三节　仓底及内衬

第 5.3.1 条　当仓底用填料形成漏斗时，填料应采用轻质混凝土，标号不低于 50 号。面层宜采用 150 号混凝土，最小厚度处不少于 100mm。

第 5.3.2 条　当仓底为钢筋混凝土圆锥漏斗时，混凝土标号不宜低于 200 号，受力钢筋的混凝土保护层不应小于 20mm。

第 5.3.3 条　钢筋混凝土漏斗壁的厚度不宜小于 120mm；受力钢筋的直径不宜小于 8mm，间距不应大于 200mm，也不应小于 70mm。当壁厚大于或等于 120mm 时。宜配置内外层钢筋。

第 5.3.4 条　圆锥形漏斗的环向或径向钢筋，其最小配筋率均不应小于 0.3%。

第 5.3.5 条　圆锥形漏斗的径向钢筋不宜采用绑扎接头，钢筋应伸入到漏斗顶部环梁内，锚固长度不应小于 50d。环向钢筋绑扎接头，搭接长度不应小于 50d。接头位置应错开布置，其错开距离：水平方向不应小于一个搭接长度，也不应小于 1m；在同一竖向截面上每隔三根允许有一个接头。

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

第 5.3.6 条 填料平板配筋率宜在 0.5～0.7%。板上开洞宜按下列规定处理：

一、洞口宽度（直径）大于 300mm 但小于 1000mm 时，应按不小于洞口宽度所截断的钢筋面积，相应加配在洞口的二侧，且每侧不小于 2Φ12，钢筋伸出洞口外的锚固长度不应小于 35d（图 5.3.6）。

二、洞口宽度（直径）小于或等于 300mm 时，可不设附加钢筋，板中受力钢筋可绕过孔洞边，不需切断。

三、洞口宽度（直径）大于 1000mm 时，如无特殊要求宜在洞边加小梁。

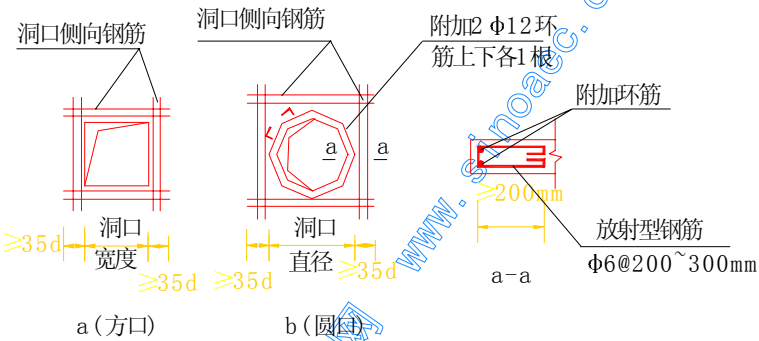


图 5.3.6 填料平板洞口四侧钢筋示意图

第 5.3.7 条 当仓底采用砖拱漏斗时，砖拱厚度按计算确定。砖拱最小厚度不应少于半砖，砖砌体不应低于 75 号普通粘土砖、50 号砂浆砌。砖拱顶面用 200 号细石混凝土，厚 40mm 内铺间距 200mm 的钢丝网一层，再用 1∶2 水泥砂浆抹平。

第 5.3.8 条 仓底内表面应根据贮料容重、粒径、硬度、落料高度、卸出难易设置相应的耐磨，助滑与防冲击层内衬，

第 5.3.9 条 常用的内衬材料为石英砂水泥砂浆、铁屑水泥

www.sinoaec.com 建筑设计资讯网

浆、铸石板、钢板、旧钢轨（钢轨间可填混凝土）等。

第四节　仓下支承结构及环梁

第 5.4.1 条　筒壁材料：砖砌体不应低于 75 号普通粘土砖，50 号砂浆砌，厚度不应小于 370mm；平毛石砌体不应低于 300 号平毛石，50 号砂浆砌；毛石混凝土，标号不低于 100 号；平毛石砌体及毛石混凝土筒壁的厚度均不小于 500mm。

第 5.4.2 条　在筒壁上开洞时，相邻两洞之间的筒壁宽度不得小于筒壁厚度的 3 倍。设置采光窗时，宜取较大窗高，较小窗宽，并宜用中旋窗。门窗洞口顶部应采用钢筋混凝土过梁；出车洞口的过梁支承长度不宜小于 500mm。

第 5.4.3 条　砖筒壁支承时，如仓下采用机动车辆运输，其出车洞口应加钢筋混凝土边框，截面不宜小于 400×1000mm。边框与筒壁并应用钢筋拉结（图 5.4.3）。

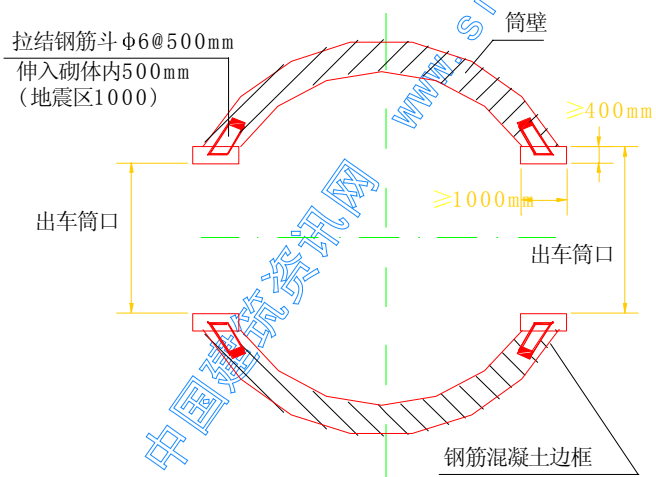


图 5.4.3　出车洞口边框构造示意图

www.sinoacc.com 中国建筑资讯网

边框顶梁一般由仓底环梁代替。当洞口另设钢筋混凝土单跨梁的边框顶梁时，其支承长度不应小于500mm。

第5.4.4条 仓下支承柱的纵向钢筋，其配筋率不应大于2%，也不应小于0.5%，在基本烈度为7度的地震区则不应小于0.7%，独立圆筒仓的支承柱不应小于0.9%。

第5.4.5条 当仓底选用钢筋混凝土圆锥形漏斗，其下为筒壁支承时，环梁的环向钢筋面积不应小于环梁计算截面的0.4%，钢筋应沿环梁截面均匀布置，混凝土标号200号（图5.4.5）。

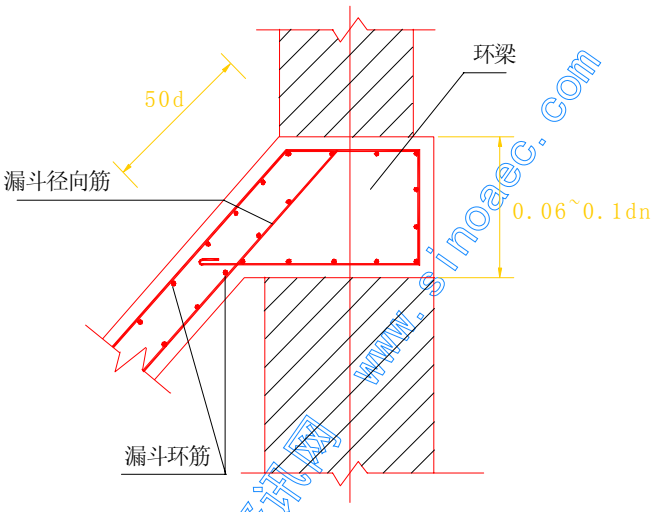


图5.4.5 环梁及配筋示意图

第5.4.6条 在地震区，当仓下支承结构必须采用柱支承时，则柱的净高与柱截面长边之比宜大于4；且支承柱上下两端柱长不小于柱净高的1/6，并不少于1m的范围内，箍筋间距应为100mm，箍筋直径不小于8mm。

第5.4.7条 砖石筒壁底应有不少于300mm高的勒脚。筒壁周围应设散水。

当仓下采用汽车运输时，仓下应按车道要求做混凝土地面。

www.sinoaec.com

第五节　基　　础

第 5.5.1 条　刚性基础台阶宽高比的容许值按表 5.5.1 采用。

刚性基础台阶宽高比的容许值　　表 5.5.1

基础名称	质量要求	台阶宽高比的容许值			
		P≤100	100<P≤200	200<P≤300	300<P≤400
混凝土基础	100 号混凝土	1∶1.00	1∶1.00	1∶1.25	1∶1.50
	75 号混凝土	1∶1.00	1∶1.25	1∶1.50	1∶1.75
毛石混凝土基础	75～100 号混凝土	1∶1.00	1∶1.25	1∶1.50	1∶1.75
砖基础	75 号砖 50 号砂浆	1∶1.50	1∶1.50	1∶1.50	
毛石基础	300 号毛石 50 号砂浆	1∶1.25	1∶1.50		

注：① P——基础底面的平均压力（kpa）；

② 阶梯形毛石基础的每阶伸出宽度不宜大于 200mm；

③ 当基础用不同材料叠合组成时，应对接触部分作抗压验算。

第 5.5.2 条　环形刚性基础的外形尺寸，应按下列条件确定（图 5.5.2）：

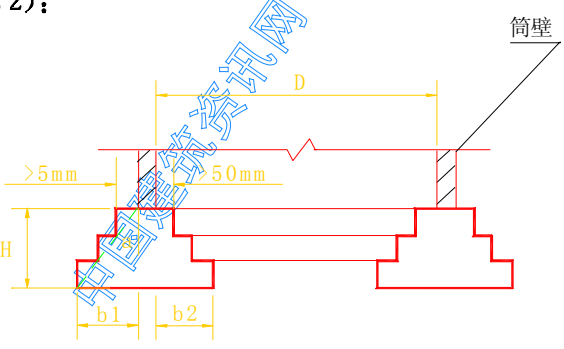


图 5.5.2　环形刚性基础图

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

图中 $b_1 \leqslant 0.8H\,\mathrm{tg}\alpha$

$b_2 \leqslant H\,\mathrm{tg}\alpha$

$\mathrm{tg}\alpha$ 为基础台阶的宽高比，可按表 5.5.1 选用。

第 5.5.3 条 混凝土和毛石混凝土刚性基础不得采用风化石料，在毛石混凝土中掺入的毛石量应控制为基础体积的 20～30%，毛石最大尺寸不宜超过 300mm，毛石混凝土的厚度不宜小于 400mm。

第六节 施工要求

第 5.6.1 条 仓（筒）壁宜采用顺砖和顶砖交错砌筑或顶砌。砌体应上下错缝，内外搭接，砌筑前砖应提前浇水湿润，砌筑时灰缝应横平竖直，灰浆饱满。水平灰缝厚一般为 10mm，配筋层为 18～20mm，钢筋净保护层不得少于 3mm。在仓壁中不得使用半截砖，在筒壁中不得使用小于 1/2 砖的碎砖块。

第 5.6.2 条 每两道圈梁之间的砌体或每 1.5m 高的配筋砌体，应作一组不少于三块的砂浆试块。

第 5.6.3 条 砖、石、钢筋、水泥，都应有出厂合格证明，否则必须按规定抽样检验方得使用。

第 5.6.4 条 砌体中的配筋所选用的直径，不应采用大于 8mm 的钢筋来代用。

第 5.6.5 条 对于冬季施工采用掺盐法施工的砌体，砂浆标号应按原设计标号提高一级，对于配筋砌体则不得采用掺盐法施工。

第 5.6.6 条 钢筋混凝土圆锥形漏斗应一次浇灌而成，不允许留水平施工缝。冬季进行混凝土施工时，不允许掺入氯盐。

所有混凝土工程均应按施工规范留出试块。

第 5.6.7 条 筒仓中心线的垂直误差不得超过筒仓高度 0.15%；筒仓任何截面点上的直径误差不得大于 50mm；仓（筒）壁内外表面的局部凹凸不平的差值不得大于 25mm。

中国建筑设计资讯网 www.sinoadc.com

第 5.6.8 条 严禁在仓壁及筒壁上留施工进料孔洞。仓壁上不宜留脚手架孔洞，如必须留孔洞时，施工完毕后应及时用 200 号细石混凝土填塞密实。

第 5.6.9 条 仓壁砌体内所配置的钢筋必须顺直，放置平稳。

第 5.6.10 条 施工过程中应有沉降观测记录和隐蔽工程验收记录（包括地基基础、结构配筋等的隐蔽工程记录）。设置的固定水准基点不得少于 2 个，观测点应埋设在筒壁勒脚上。

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

附 录 一

贮料的物理特性参数

散料名称	重力密度γ (kN/m³)	内摩擦角 φ (°)	摩擦系数 μ	
			对混凝土板	对钢板
稻谷	6.0	35	0.50	0.35
大米	8.5	30	0.42	0.30
玉米	7.8	28	0.42	0.32
小麦	8.0	25	0.40	0.30
大豆	7.5	25	0.40	0.30
葵花子	5.5	30	0.40	0.30
水泥	16.0	30	0.58	0.30
水泥生料	14.0	30	0.58	0.30
干粘土	16.0	35	0.50	0.30
水泥熟料	16.0	33	0.50	0.30
石膏碎块	15.0	35	0.50	0.35
矿渣(干粒状提炉渣)	11.0	30	0.50	0.35
石灰石	16.0	35	0.50	0.30
萤石粉	20.0	28～32	0.60	0.45
无烟煤	8.0～12.0	25～40	0.5～0.6	0.30
烟煤	8.0～11.5	25～40	0.5～0.6	0.30
精煤	8.0～9.0	30～35	0.5～0.6	0.30
中煤	12.0～14.0	35～40	0.5～0.6	0.30
煤矸石	16.0	35～40	0.60	0.45
褐煤	7.0～10.0	32～38	0.5～0.6	0.30

注：① 表中内摩擦角和摩擦系数指散料处于含水量小于12%的值，当超过时，需另行考虑。

② 表中的重力密度γ不含水重，设计时应按散料的实际含水量进行修正。

③ 对铸石板的摩擦系数μ值，如无试验资料时，可参照对钢板的摩擦系数μ值采用。

④ 对铁屑混凝土，石英砂混凝土板的摩擦系数μ值，均采用对混凝土板的摩擦系数μ值。

中国建筑标准网 www.sinobc.com

附　录　二

系数 $\zeta=\cos^2\alpha+k\sin^2\alpha$

及 $k=tg^2(45°-\frac{\varphi}{2})$ 值表

α (°)	φ值 (°)						
	20	25	30	35	40	45	50
	$k=tg^2(45°-\frac{\varphi}{2})$ 的值						
	0.490	0.406	0.333	0.271	0.217	0.172	0.132
25	0.909	0.893	0.881	0.869	0.860	0.852	0.845
30	0.872	0.852	0.833	0.818	0.804	0.793	0.783
35	0.832	0.805	0.781	0.760	0.742	0.727	0.715
40	0.789	0.755	0.725	0.699	0.677	0.657	0.642
42	0.772	0.734	0.701	0.673	0.650	0.629	0.612
44	0.754	0.713	0.678	0.648	0.622	0.600	0.581
45	0.745	0.703	0.667	0.636	0.609	0.586	0.566
46	0.736	0.698	0.655	0.623	0.595	0.571	0.551
48	0.719	0.672	0.632	0.598	0.568	0.543	0.521
50	0.701	0.651	0.608	0.572	0.540	0.513	0.491
52	0.684	0.631	0.586	0.547	0.514	0.486	0.461
54	0.666	0.611	0.563	0.523	0.487	0.457	0.432
55	0.658	0.601	0.552	0.511	0.475	0.444	0.418
56	0.649	0.592	0.542	0.499	0.462	0.430	0.404
58	0.633	0.573	0.520	0.476	0.437	0.404	0.376
60	0.617	0.555	0.500	0.453	0.413	0.378	0.349
62	0.602	0.537	0.480	0.431	0.389	0.354	0.324
64	0.588	0.520	0.461	0.411	0.367	0.330	0.299
65	0.581	0.512	0.452	0.401	0.357	0.320	0.287
66	0.574	0.504	0.443	0.391	0.346	0.308	0.276
68	0.561	0.490	0.426	0.373	0.327	0.287	0.254
70	0.550	0.476	0.412	0.356	0.309	0.268	0.234

中国建筑设计网 www.sjjzsjw.com

附　录　三

深仓贮料压力（$1-e^{-\mu ks/\rho}$）计算值表

$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$
0.01	0.010	0.20	0.181	0.39	0.323	0.58	0.440
0.02	0.020	0.21	0.189	0.40	0.330	0.59	0.446
0.03	0.030	0.22	0.197	0.41	0.336	0.60	0.451
0.04	0.039	0.23	0.205	0.42	0.343	0.61	0.457
0.05	0.049	0.24	0.213	0.43	0.349	0.62	0.462
0.06	0.058	0.25	0.221	0.44	0.356	0.63	0.467
0.07	0.068	0.26	0.229	0.45	0.362	0.64	0.473
0.08	0.077	0.27	0.237	0.46	0.369	0.65	0.478
0.09	0.086	0.28	0.244	0.47	0.375	0.66	0.483
0.10	0.095	0.29	0.252	0.48	0.381	0.67	0.488
0.11	0.104	0.30	0.259	0.49	0.387	0.68	0.493
0.12	0.113	0.31	0.267	0.50	0.393	0.69	0.498
0.13	0.122	0.32	0.274	0.51	0.399	0.70	0.503
0.14	0.131	0.33	0.281	0.52	0.405	0.71	0.508
0.15	0.139	0.34	0.288	0.53	0.411	0.72	0.513
0.16	0.148	0.35	0.295	0.54	0.417	0.73	0.518
0.17	0.156	0.36	0.302	0.55	0.423	0.74	0.523
0.18	0.165	0.37	0.309	0.56	0.429	0.75	0.528
0.19	0.173	0.38	0.316	0.57	0.434	0.76	0.532

中国建筑设计网 www.sinoaec.com

续表一

$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$
0.77	0.537	0.96	0.617	1.30	0.727	1.68	0.814
0.78	0.524	0.97	0.621	1.32	0.733	1.70	0.817
0.79	0.546	0.98	0.625	1.34	0.738	1.72	0.821
0.80	0.551	0.99	0.628	1.36	0.743	1.74	0.824
0.81	0.555	1.00	0.632	1.38	0.748	1.76	0.828
0.82	0.559	1.02	0.639	1.40	0.753	1.78	0.831
0.83	0.564	1.04	0.647	1.42	0.758	1.80	0.835
0.84	0.568	1.06	0.654	1.44	0.763	1.82	0.838
0.85	0.573	1.08	0.660	1.46	0.768	1.84	0.841
0.86	0.577	1.10	0.667	1.48	0.772	1.86	0.844
0.87	0.581	1.12	0.674	1.50	0.777	1.88	0.847
0.88	0.585	1.14	0.680	1.52	0.781	1.90	0.850
0.89	0.589	1.16	0.687	1.54	0.786	1.92	0.853
0.90	0.593	1.18	0.693	1.56	0.790	1.94	0.856
0.91	0.597	1.20	0.699	1.58	0.794	1.96	0.859
0.92	0.601	1.22	0.705	1.60	0.798	1.98	0.862
0.93	0.605	1.24	0.711	1.62	0.802	2.00	0.865
0.94	0.609	1.26	0.716	1.64	0.806	2.05	0.871
0.95	0.613	1.28	0.722	1.66	0.810	2.10	0.878

中国建筑结构网 www.sinoec.com

续表二

$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$	$\mu ks/\rho$	$(1-e^{-\mu ks/\rho})$
2.15	0.884	2.55	0.922	3.00	0.950	3.80	0.978
2.20	0.889	2.60	0.926	3.10	0.955	3.90	0.980
2.25	0.895	2.65	0.929	3.20	0.959	4.00	0.982
2.30	0.900	2.70	0.933	3.30	0.963	5.00	0.993
2.35	0.905	2.80	0.939	3.40	0.967	6.00	0.998
2.40	0.909	2.85	0.942	3.50	0.970	7.00	0.999
2.45	0.914	2.90	0.945	3.60	0.973	8.00	1.000
2.50	0.918	2.95	0.948	3.70	0.975		

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com

附录四　本规范用词说明

本规范对条文执行严格程度的用词采用以下写法：

一、表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词一般采用“必须”；

反面词一般采用“严禁”或“不允许”。

二、表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词一般采用“应”；

反面词一般采用“不应”或“不得”。

三、表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词一般采用“宜”或“一般”；

反面词一般采用“不宜”。

四、表示允许有选择，在一定条件下可以这样作的，采用“可”。

五、条文中必须按指定的标准、规范或其它有关规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……规定”，非必须按所规定的标准、规范执行的写法为“可参照……”。

中国建筑学术网 www.sinoacc.com

附加说明

本规范参编单位和起草人员名单

参编单位：

武汉煤炭设计研究院

湖南省煤炭工业设计院

起草人员：

王廷镛　李德馨

审查单位：

全国贮藏构筑物标准技术委员会

中国建筑资讯网 www.sinoaec.com