

苏联冶金和化学工業企業建造部

技術管理局

筒倉設計中 計算使用荷載的指示

$\left(\frac{y115-55}{\text{M C П M X П}} \right)$

建築工程出版社

筒倉設計中計算使用荷載的指示

$\left(\frac{У 115-55}{МСПМХП} \right)$

蔣 大 驊 譯

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 7 •

原本說明

書 名 УКАЗАНИЯ ПО УЧЕТУ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИЛОСОВ

(У 115-55)
МСИМХИ)

著 者 ЦНИПС
出 版 者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре

出版地点
及 日 期 Москва — 1955

筒仓設計中計算使用荷載的指示

蔣 大 驊 譯

*

建筑工程出版社出版 (北京市阜成門外南土路)

(北京市書刊出版業營業許可證出字第 032 号)

建筑工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行

書号447 字數9千字 787×1092 1/32 印張 1/2

1957年4月第1版 1957年4月第1次印刷

印數:1—7,700册 定價 (11) 0.12元

目 录

序 言	4
一、总 则	6
二、筒仓中儲藏物的垂直压力	7
三、由垂直压力所产生的內力	8
四、过载系数和工作条件系数	10
五、構造指示	11
附 录	16

序 言

本“指示”引用了儲藏物在筒仓仓壁和仓底上压力的一些新的計算数值,这些数值是根据各种不同的散粒材料筒仓的使用經驗,以及粒狀和粉狀儲藏物压力的实验研究結果而拟定的。

本“指示”适用于冶金、化学工业以及建筑材料工业用的散粒材料筒仓。当設計粮食谷物筒仓时,应遵照1950年的“鋼筋混凝土谷仓設計和計算指示”。

儲藏物的压力最好按通用的公式計算,但应引用修正系数,因为这一系数既考虑到了压力的作用特点,又考虑到了結構物的工作情况。

由于各种手冊中計算公式的参数数值(容重 γ 、自然休止角 φ 及儲藏物对仓壁的摩擦系数 f)选择范围很广,使得筒仓的計算內力常任意变动。因此在本“指示”的附录中,載有各种散粒物体具有特征性的一定数值。

本“指示”由中央工业建筑科学研究院(ЦНИПС)的动力實驗室所拟訂(即由技术科学副博士С.Г.塔赫塔梅雪夫[Тахтамышев]偕同技术科学副博士М.П.巴尔施杰依[Барштейн]在技术科学博士В.Г.柯烈聶夫[Корнев]教授的领导下拟定的)。在拟訂本“指示”时,还有鋼筋混凝土結構實驗室(技术科学博士А.А.格伏茲杰夫[Гвоздев]教授,技术科学副博士М.С.鮑利向斯基[Боришанский])和鋼結構實驗室(技术科学副博士В.А.巴耳丁[Балдин]講師)参加。

在拟訂本“指示”时,参考了ЦНИПС在1941年所編制的“谷仓

的設計指示”，以及糧食工業設計院在 1950 年所編制的“鋼筋混凝土谷倉設計和計算指示”。

本“指示”的總編輯和出版準備工作由技術管理局科學研究所和標準文件部門負責（工程師Л.Е.杰姆金〔Темкин〕）。

本“指示”於 1955 年 6 月 6 日經冶金和化學工業企業建設部技術管理局批准。

苏联冶金和化学工业 企业建設部 技术管理局	筒仓設計中 計算使用荷載的指示	У 115-55 МСПМХП 代替 У 115-52 МСПТИ
--------------------------------------	----------------------------	--

一、總 則

1. 本“指示”适用于冶金、化学工业以及建筑材料工业所用的各种散粒材料筒仓的設計。

附注:1. 對於儲藏散粒物体的筒倉,其牆高H與橫截面最小尺寸D的比例等于或大于1.5(即 $\frac{H}{D} \geq 1.5$)。當比例 $\frac{H}{D} < 1.5$ 時,根據過去的實際經驗,筒倉結構計算和斗倉一樣。

2. 筒倉未裝滿儲藏物時,如果不考慮散粒材料與牆壁的摩擦力可不進行複核計算。

3. 本“指示”适用于圓形筒倉,也適用於長方形筒倉,如果最大和最小邊的比例不超過1.5。對於平面上更長的截面,計算壓力時的修正系數(第10條),必須另作特殊考慮。

2. 在所有的情况下,如果对于筒仓結構的材料沒有特殊的技术要求,鋼筒仓必須改成鋼筋混凝土的,因为鋼筋混凝土筒仓有較小的对过载(其中如冲击荷載)的感应,有較大的抵抗腐蝕的能力,以及能節約金屬。

3. 本“指示”考虑到筒仓在裝滿和傾空时,由于儲藏物本身

中央工业建筑科学研究院 (ЦНИПС) 冶金和化学工业企业建造部 編 制	冶金和化学工业企业建設部 技术管理局 1955年6月6批准
---	--

所引起的荷載(其中有动力影响),以及在正常使用的条件下(由專門指示和規程所規定),由于风动輸送系統在卸荷时所引起的荷載;以上列举的都是主要荷載。

其他类型的荷載(雪載、风載)計算应符合“建筑标准和规范”的要求。

4. 本“指示”中所列举的構造要求,仅适合于儲藏物压力作用下的特殊需要;筒仓在其他方面的設計,应按照現行标准和技术规范相应材料(鋼筋混凝土或鋼)的結構設計进行。

二、筒倉中儲藏物的垂直压力

5. 筒仓儲藏物中的水平和垂直压力,按下面公式計算:

$$p = a \frac{r\rho}{f} \left(1 - e^{-\frac{y}{\rho} f k} \right); \quad (1)$$

$$q = \frac{p}{k}, \quad (2)$$

式中: p 和 q ——儲藏物中的水平和垂直压力;

a ——修正系数,按本“指示”第10条的数据采用;

r ——儲藏物的容重;

f ——儲藏物对仓壁的摩擦系数;

ρ ——筒仓横截面的水力半径。

$$\rho = \frac{F}{U};$$

F 和 U ——筒仓横截面的面积和周長;

y ——从儲藏物表面至所考虑的截面的深度;

k ——水平压力与垂直压力的比例。

$$k = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right);$$

φ ——散粒物体的自然休止角。

附注：儲藏物在水平截面上的壓力分布為均布的。

6. 通过摩擦力傳給筒仓牆壁的垂直压力 q_t ，按下面公式計算：

$$q_t = f p. \quad (3)$$

7. 筒仓漏斗处的儲藏物压力，按公式(1)和(2)計算，这时不考虑筒仓在漏斗部分横截面的减小，而采用自儲藏物表面至所考虑的截面的儲藏物总深度。

8. 儲藏物在仓底斜面上的垂直压力 q_a ，按下面公式計算：

$$q_a = p \sin^2 \alpha + q \cos^2 \alpha, \quad (4)$$

式中： α ——仓底(由錐形底所形成的)对水平面的傾斜角。

9. 容重 r 、对牆壁的摩擦系数 f 及儲藏物的自然休止角 φ 等值，可按附录中的数据采用。

10. 計算各种不同的結構部分时，公式(1)中的修正系数 a 可采用如下：

- 1) 計算仓底，以及仓壁的下面部分 $2/3$ 高度处时…… $a=2.0$
- 2) 計算仓壁的上部 $1/3$ 高度处时…… $a=1.0$
- 3) 計算承受仓壁和仓底的牆壁和柱子 負担結構和儲藏物重量所引起的压力时…… $a=1.0$

附注：根據冶金工業部國立集化工業設計院的實踐，計算儲煤的筒倉時，對於倉壁的整個高度，采用 $a=1.0$ ，對於倉底，采用 $a=2.0$ 。

三、由垂直压力所產生的內力

11. 圓形或長方形筒仓的牆壁中的水平拉力 Z ，按下面公式

計算：

$$Z = \frac{pD}{2}, \quad (5)$$

式中： Z ——倉壁單位高度上的拉力；

p ——水平壓力，按公式(1)算得；

D ——圓形筒倉的內徑或長方形筒倉的相應邊。

12. 長方形截面筒倉牆壁的水平面上的彎矩，按框架結構計算，而不考慮空間工作。在個別情況下，正方形截面牆壁按兩端固定的梁計算。

13. 由儲藏物重量所產生的、作用在筒倉橫截面單位周長上的垂直壓力 N_y (通過摩擦力傳達)，按下面公式計算：

$$N_y = \rho(r\gamma - q), \quad (6)$$

公式(6)中的符號與公式(1)和(2)中的相同，同時計算垂直壓力時的係數 a ，採取 $a=1.0$ (按第10條第3款)。

14. 掛在筒倉牆壁上的錐形漏斗的徑向截面水平拉力 Z_B ，按下面公式計算：

$$Z_B = \frac{qaD_B}{2 \sin \alpha}, \quad (7)$$

式中： Z_B ——漏斗徑向截面單位長度上的拉力；

D_B ——通過所觀察的一點所作的水平截面處的漏斗直徑。

其餘符號與公式(4)相同。

15. 掛在筒倉牆壁上的錐形漏斗的環形截面方向的拉力 T ，按下面公式計算：

$$T = \frac{\pi D_B^2 q}{4 \sin \alpha} + Q_B, \quad (8)$$

式中: T ——圓形截面單位長度上的拉力;

D_B ——所取截面水平處的漏斗直徑;

Q_B ——所取截面水平以下的漏斗部分和儲藏物的重量;

q ——按公式(2)所求出的儲藏物的垂直壓力;

α ——漏斗與水平面所形成的傾斜角。

16. 挂在筒倉牆壁上的錐形漏斗的環行支座處的壓力 N , 按下面公式計算:

$$N = \frac{T_0 D_0 \cos \alpha}{2}, \quad (9)$$

式中: D_0 和 T_0 ——在漏斗截面上面的圓環處的漏斗直徑和漏斗中的拉力;

α ——漏斗與水平面所形成的傾斜角。

17. 長方形筒倉的角錐形漏斗的邊, 應考慮到像平板一樣地受彎, 同時應考慮到在漏斗的垂直和水平截面處還作用有拉力。

四、過載系數和工作條件系數

18. 按極限狀態計算, 為了根據“建築標準和規範”(CH_{II}Π)的指示, 所得到的計算內力, 應將由垂直壓力所引起的內力數值(本“指示”第三章)乘以過載系數, 此系數 $K=1.3$ 。

19. 當按極限狀態計算時, 筒倉的工作條件系數, 應根據本“指示”第20和21條的規定。但不論本“指示”如何規定, 在“混凝土和鋼筋混凝土結構設計標準和技術規範”(H_{II}TY123-55)和“鋼結構設計標準和技術規範”(H_{II}TY121-55)中所載明的結構和接頭以及鋼筋的工作條件系數, 均應加以補充考慮。

20. 垂直壓力按修正系數 $a=2.0$ 計算時(根據本“指示”第10條的建議), 筒倉結構的工作條件系數 m 應採用為:

1) 鋼筋混凝土筒倉

- 对于單独的以及室外的圓形筒倉牆壁 $m=1.0$
同上, 但为長方形筒倉 $m=1.4$
对于室內的圓形和長方形筒倉牆壁 $m=2.0$
对于用碎石填充的平底(其最大厚度大于50公分) $m=1.8$
对于用碎石填充的平底(其最大厚度小于50公分)以及对于
漏斗和支座环 $m=1.2$

2) 鋼筒倉

- 对于牆壁、漏斗及支座环 $m=0.8$

如果計算标准压力时修正系数 $\alpha=1.0$ (按本“指示”第10条),
則鋼筋混凝土和鋼筒倉的工作条件系数, 均采用为 $m=1.0$ 。

21. 接头的工作条件系数 m_c 采用:

1) 鋼筋混凝土筒倉的鋼筋

- 对于牆壁中的水平鋼筋(根据本“指示”第36, 37 及
38条的規定, 不用焊接而用搭接) $m_c=0.9$
对于牆壁中的水平鋼筋(用焊接, 但要能保証焊接工
作的順利进行, 并对焊縫的質量有精密的控制(裝
配式筒倉等)) $m_c=1.0$
对于漏斗、平底及柱子中的鋼筋 $m_c=1.0$

2) 鋼筒倉

- 对于焊接接头 $m_c=0.9$
对于裝拆式筒倉結構物中的受剪螺栓接头 $m_c=1.0$

五. 構造指示

一般指示

22. 在筒倉倉壁和倉底的內部表面上, 最好不設置突出的水

平肋、攔板及其他配件,因为这些会使儲藏物形成拱攔和粘着現象,而使筒仓的有效容积减小,以及使仓壁和仓底上造成附加压力。

23. 根据第22条所示的原因,为了使散粒材料能自流地卸出,在筒仓的斜底中,底面与水平面所形成的傾斜角(在錐形漏斗中——即其傾斜度),最好采用自然休止角数值的一倍半。

24. 筒仓仓底适宜做成平板式的,另加垫层而不用漏斗,或者采用鋼質錐形漏斗,使之超过板中的一个圓孔,而圓孔直径等于筒仓內徑的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 。

当設置長方形筒仓的角錐形鋼筋混凝土漏斗时,最好能將漏斗垂直截面中20%~40%的鋼筋,集中于肋中及其毗連部分。

25. 在所有各种散粒材料(包括不受水損害的材料)的筒仓中,屋面上应設置可靠的排水設備,因为甚至当散粒材料部分受潮时,也能形成粘着和拱攔現象,以及引起筒仓仓壁或仓底上的附加压力。

鋼筋混凝土筒仓

26. 当筒仓用滑动模板建造时,其牆壁厚度应不小于15公分;而当用活动模板建造时,应不小于12公分。圓形筒仓的牆壁厚度应不小于筒仓內徑的 $\frac{1}{60}$ 。

附注:筒仓牆壁裂縫的形成,不須進行驗算。裂縫開展的驗算,应符合建筑标准和规范(СНП)的要求。

27. 筒仓牆壁的混凝土标号不低于200号。

28. 筒仓牆壁通常采用双层鋼筋,即在牆壁內外面各放一排。圓形筒仓允許在牆壁厚度中間放置一排鋼筋:

- 1) 在室外筒仓牆壁的上面 $\frac{1}{3}$ 高度上;
- 2) 在多排筒仓体的內部筒仓牆壁的整个高度上。

29. 在圓形筒倉的連接處(在星室角上), 为了使相鄰筒倉的牆壁間有完全可靠的連系, 應設置附加的焊網或水平鋼筋。

30. 为了保證較好的結構空間工作, 筒倉牆壁中的垂直鋼筋的數量, 在每一公尺牆壁長度中不得少於2.5~3平方公分。

31. 筒倉牆壁中的鋼筋, 通常採用規律變形鋼筋(熱軋或冷壓的), 做成焊網或單獨鋼筋。焊網也可由圓鋼筋製成。僅當不能取得規律變形鋼筋時, 才允許在筒倉中採用圓鋼筋做成單獨鋼筋。

32. 水平鋼筋(規律變形鋼筋以及圓鋼筋)的直徑應不大於16公厘; 鋼筋間距應不大於20公分。

33. 當牆壁配筋用焊網時, 最好不用垂直鋼筋(見第30條)為主網, 而使網的垂直鋼筋僅成為最少數量的架立鋼筋以及沿網邊的錨着鋼筋。在這種情況下, 網沿垂直方向並不接頭, 而必須的垂直鋼筋(見第30條)獨立地放置成無腹杆骨架, 該骨架由垂直鋼筋與水平橫鋼筋相連而成。

34. 當垂直鋼筋為焊接骨架時, 其接頭與結構受壓區域的接頭一樣, 應按“混凝土和鋼筋混凝土結構設計標準和技術規範”(H_нTY123-55)的規定交錯搭接, 但其搭接長度應延長為鋼筋直徑的10倍。

35. 當垂直鋼筋為單獨鋼筋時, 其接頭交錯搭接長度: 對於規律變形鋼筋——35倍計算直徑; 對於圓鋼筋——50倍直徑, 同時鋼筋端可不作彎鉤。

36. 用焊網當主要環向鋼筋時, 其接頭搭接部分應符合“混凝土和鋼筋混凝土結構設計標準和技術規範”(H_нTY123-55)的規定。

37. 如果筒倉在滑動模板中建造, 當環向鋼筋用單獨的規律變形鋼筋時, 其接頭用搭接, 並且其鋼筋端不作彎鉤, 而其搭接長度, 對於熱軋鋼筋——50倍計算直徑, 對於冷壓鋼筋——55倍計算

直徑。當用其他的施工方法時，鋼筋的搭接長度較上述數字少10倍直徑。

38. 如果筒倉在滑動模板中建造，當環向鋼筋用單獨的圓形鋼筋時，兩端應做彎鉤，並搭接50倍直徑。當用其他的施工方法時，圓鋼筋端部應搭接40倍直徑。

39. 不論用單獨鋼筋或焊網，環向鋼筋的接頭應交錯布置，並且在筒倉牆壁的垂直截面上，其接頭不得超過所有鋼筋的25%。

40. 為了維持以單獨鋼筋為水平鋼筋的設計位置，最好每隔2~4公尺放置垂直的剛性無腹杆的骨架，以代替單獨的垂直鋼筋，該骨架由兩根垂直鋼筋和水平橫鋼筋所組成。橫鋼筋的距離採用水平鋼筋的間距。水平鋼筋放在橫鋼筋上，用鉄絲扎住。

也允許採用其他的辦法，以維持鋼筋的設計位置。

41. 為了控制單獨布置的水平鋼筋的正確位置，施工工作應這樣組織，即模板在任何位置時，應留出不少於一排鋼筋的地位不澆灌混凝土，也就是說，每下一排鋼筋能根據未澆灌混凝土的一排鋼筋來布置。

42. 在用滑動模板建造倉壁的整個時期中，施工單位應規定逐班檢查制，檢查澆灌混凝土時在倉壁中的鋼筋是否放置得正確，並且實行記載鋼筋位置的日誌，日誌上有每班負責這項工作的人員名字。

43. 筒倉在交付使用之前，應進行抽查，看筒倉倉壁中的鋼筋是否在設計的位置上。檢查的方法是沿倉壁全高打槽。在一個滑動模板中建造的所有筒倉，槽的數量不少於一個，由4~6只筒倉組成的倉群，也不得少於一個。

當用透視法檢查鋼筋的位置及其截面時，筒倉的驗收可沿筒倉倉壁的整個高度選取透視點進行，並且為了檢查所得到的照片，必須刻溝槽，在三段（每段2公尺長）中不少於一個。

圓形鋼筒倉

44. 鋼筒倉用Cт. 3号馬丁爐鋼製造,而在冬季計算溫度低於零下25°的地区,則用Cт. 3号馬丁爐鎮靜鋼製造。

45. 在倉壁和倉底中,鋼板焊接最好用對頭焊接。

當鋼板厚為8~18公厘時,其邊要做成Y-形或K-形,并用專門的刀具剪斷或鎔斷焊缝的根部,再焊好焊缝。

當鋼板厚大於12公厘時,其邊應做成X-形。

46. 如果設置懸挂式漏斗用丁接焊在筒倉垂直牆或支座環上,其焊缝應布置在漏斗鋼板的兩面上。

47. 倉壁和倉底焊接所用的電焊條不低於Э42型。懸挂式漏斗與牆壁連接的焊接,用Э42A型電焊條。

48. 在裝拆式筒倉中,不採用粗制螺栓,而用其他的螺栓,特別是精制螺栓連結。

精制螺栓所用的計算強度值與粗制螺栓同。

附 錄

各种散粒材料的特性

序號	材 料	容 重 γ (噸/立方公尺)	自 然 休止角 φ°	水平壓力 與垂直壓力 的比例 K	磨 擦 系 數 f	
					與混凝土	與金屬
1	大塊石膏(大于10公分).....	1.45	30	0.33	0.45	0.30
2	小塊石膏(10公分以下).....	1.35	40	0.22	0.55	0.35
3	礬 土.....	1.20	30	0.33	0.50	0.30
4	大塊熟石灰(大于10公分).....	1.10	30	0.33	0.45	0.30
5	小塊熟石灰(10公分以下).....	0.80	35	0.27	0.55	0.35
6	磨碎的消石灰.....	0.70	35	0.27	0.55	0.35
7	光鹼石.....	0.80	35	0.27	0.50	0.30
8	焦 煤.....	0.60	45	0.17	0.84	0.47
9	精選礦.....	1.50	35	0.27	0.50	0.30
10	干 沙.....	1.60	35	0.27	0.70	0.50
11	湿 沙.....	1.80	40	0.22	0.65	0.40
12	飽和湿度的沙.....	2.00	25	0.40	0.60	0.35
13	蘇打灰.....	0.60	40	0.22	0.50	0.30
14	無烟煤.....	0.90	30	0.33	0.50	0.30
15	烟 煤.....	0.90	40	0.22	0.60	0.30
16	小塊的煤以及煤焦化生產中 所用的煤.....	0.80	40	0.22	0.60	0.35
17	褐 煤.....	0.70	45	0.17	0.70	0.35
18	磷化雲母.....	1.30	40	0.22	0.50	0.20
19	水 泥.....	1.60	30	0.33	0.58	0.30