

壹. 糧食管理

一. 稻米倉儲

撰文：盧福明

目前台灣每年所生產的一期和二期作水稻，約有四分之一到三分之一量貯存於各地鄉鎮農會、民營碾米廠等公糧委託倉庫內。在政策上貯藏稻穀為考量緊急時期之糧食供應、調節市場和穩定糧價；在技術上則需考量提供合適的倉庫設備以維護稻穀品質。

早期小農戶個人所建的小倉庫都以穀籠為主，於屋外採架高式，興建圓筒形竹籠或桶形竹籠，外塗以黏土為壁，倉頂以稻草覆蓋之，小型者如茄籐和鼓亭笨。台灣大宗貯存稻穀的倉庫型式依其演進過程，約有下列幾種型式，各類型穀倉之主要建造時期如各類型倉後括弧所示年份。

本文介紹台灣現階段使用中之稻穀倉庫及貯存方式，並提出倉儲作業管理上必須考量的準則。本文所附圖片皆攝於國內各地農會或民營碾米場。老舊穀倉圖片可參閱前台灣省政府農林廳於民國 88 年編印之《台灣稻作發展史》一書。

(一) 倉庫型式之演變

1. 土塊倉（民國 35 年以前）

以黏土塊為外牆面，每一棟倉內分成數個小倉，每小倉倉容約為 50~100 公噸。

2. 木造倉（民國 35 年以前）

倉庫牆面為木板材料，強度弱，亦具有如土塊倉之通風管道。

3. 鋁板圓筒倉（民國 44 年）

由浪板狀鋁板構成，圓筒底層有一通氣網孔板與外面強制式通風機相通。每圓筒倉容量為 55 公噸。隔熱效果與筒壁強度較差，必須適當且經常通風才能維護儲穀品質。

4. 磚造倉（民國 55 年以前）

穀倉之牆壁乃以砌磚取代土塊，外牆全面塗以水泥或未塗水泥保持紅磚外觀（圖 1）。



圖 1. 磚造倉

5. 野積倉

野積倉為臨時性倉庫，長久貯存之損耗量大。堆積時，通常在底部墊以磚塊、木頭等支持物，再以布袋裝穀殼墊底。然後再將穀包堆積成金字塔型，其上覆以稻草並安以支架，或以魚網覆蓋，使稻草不致飛散，亦可覆以防水塑膠帆布。野積倉倉儲損耗率甚高。

6. 力霸倉（民國 60~69 年）

力霸倉亦為臨時性倉庫，為傳統野積倉之一種改良型倉庫。屋架與樑柱等材料均為鋼材，屋頂蓋以石棉浪瓦，牆壁可有亦可無，地板則視需要可砌磚，打混凝土或利用倉底原有壓實之土面，再鋪上各種保護層。力霸倉不貯存稻穀時，可兼作其他用途。

7. 鋼筋水泥倉（民國 60 年以後）

鋼筋水泥倉（圖 2），簡稱為 R.C. 倉，牆面、地板與屋頂由鋼筋與混凝土構成。一般為單層建築，亦有蓋兩層以上以經濟利用建地。倉內通風方式及排氣內窗等設備與磚造倉相似。防熱、漏水、滲水、出汗等現象相似於磚造倉。

少部分鋼筋水泥倉牆面為雙層，中間隔有空氣層以增加熱絕緣效果。若無此空氣



圖 2. 鋼筋水泥倉

層，則其絕熱和防止滲漏水效果較土塊倉和木造倉為差。

8. 集中型密閉式穀倉（民國 65~67 年）

此型穀倉建造材料為鋼筋水泥，較大型之倉儲面積約 1,000 坪，分隔成 10 小倉，左右側各有 5 小倉，中間留有人車走道空間，裝有進倉、出倉輸送機，每小倉儲穀量約為 1,000 公噸散裝稻穀（圖 3）。每小倉內設有 2~3 條通風溝，每條風溝配有 5 馬力離心式強制通風機。目前此類型倉庫已都改為貯存袋裝稻穀，或更改為蔬果類作物低溫冷藏庫。



圖 3. 集中型密閉式穀倉

9. 鋼筋水泥圓筒倉（民國 70~74 年）

興建此類型倉庫之原設計目的主要為貯存雜糧用，只有在稻穀倉庫不足時才改為稻穀儲倉用。圓筒倉係鋼筋混凝土建築，每一支圓筒內徑 6.8 公尺，圓筒出料漏斗口到筒頂高度即穀物最大貯存高度為 23.8 公尺，圓筒壁 20 公分厚，容積 792 立方公尺，可貯存稻穀 336 公噸（假設稻穀比重為 0.55）。此倉之進出倉及貯穀通風作業全部機械化，具有翻倉功能。

10. 鋼板圓筒倉（民國 75 年~現在）

此型倉庫主要為配合乾燥中心所興建的

附屬設備，每桶倉容量約為200~500公噸，筒外壁貼有隔熱材料，備有冷氣通風設備，可貯存較高含水率（例如18%）之稻穀。此型倉庫有平底（圖4）和錐型底（圖5和圖6）兩種型式。



圖4. 鋼板圓筒倉（平底，左下角為常溫離心式送風機，右側為鋼板方型筒倉）



圖5. 鋼板圓筒倉（上方為垂直型箕式輸送機和橫式進料螺旋輸送機）



圖6. 鋼板圓筒倉（錐形底右下角為冷藏機組）

11. 鋼板方型平底振動倉(民國79年~現在)

此型倉庫特色為改良舊式平型倉庫，使其具有通風和進出倉機械化作業之功能（圖7）。在平型倉庫內架設震動式低斜度斜底鋼板，鋼板上鑽有通風孔洞。儲倉並裝設有進倉用之箕斗式進倉輸送機和出倉用之螺旋輸送機及通風機。散裝稻穀經由輸送機進倉之後，在貯存期間利用通風機進行降低穀溫的作業。出倉時，先利用重力排出部分物料，殘存的稻穀再透過鋼板的震動，將稻穀全部輸送到出倉螺旋輸送機再運出倉外。



圖7. 鋼板方型平底振動倉（藉由左右兩側斜板之震動作用將稻穀推向位於中央之出料螺旋輸送機，斜板中央凸出物為震動器，兩斜板中間為長條型通風槽，正中央為出料螺旋機，其上方為直立式把手，用以調節出料口大小）

12. 鋼板方型筒倉（民國 90 年～現在）

由於九二一地震使得部分鋼板圓筒倉結構受損，爲了降低地震危害穀倉的程度，在穀倉設計上大多改採高度較低、單倉容量較少之鋼板方型筒倉（圖 8 和圖 9）。此型倉庫係將數個小型的方型筒（容量 50~230 公噸）連結在一起，以便增加整個結構的強度，各個方型筒下方設有錐型斜槽出料裝置及低溫冷氣送風裝置。



圖 8. 鋼板方型筒倉（中央直立物為箕式輸送機）

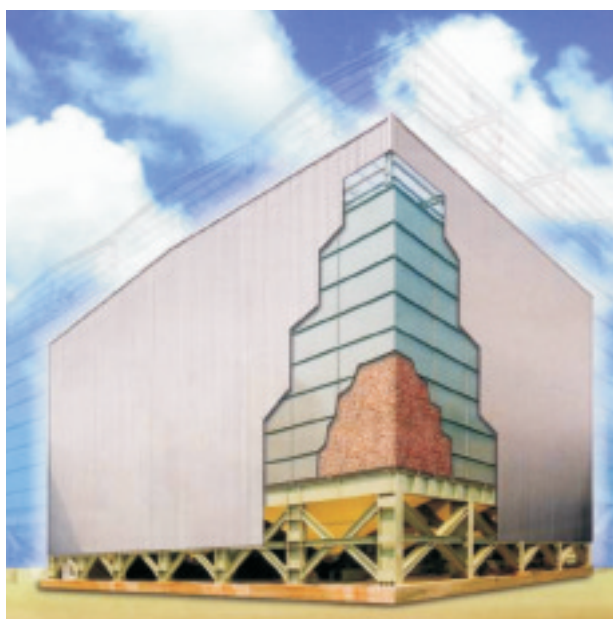


圖 9. 鋼板方型筒倉透視圖（運勤公司提供）

13. 鋼板方型平底倉（民國 91 年～現在）

此類型倉庫全部用鋼板裝置數個方型筒倉，倉底爲斜度低之平型鋼板並鑄有通風孔洞。平時貯存稻穀時，藉由孔洞吹入冷空氣進行散裝穀層之降溫作業（圖 10 和圖 11）。出料時，首先利用重力將稻穀送入左右側方型倉中央之螺旋輸送出料機，殘餘的稻穀則透過強力氣流吹入鋼板孔洞所造成稻穀之浮動現象，將稻穀往側邊移動到出料螺旋輸送機而達到完全出料的效果。此型倉庫有助於



圖 10. 鋼板方型平底倉（中央底部為出料螺旋輸送機、其左右側為平底倉）



圖 11. 鋼板方型平底倉（稻穀藉由左側大片孔板吹出氣流向右側移動，再由右側小片孔板吹出氣流向底側移動到出料螺旋輸送機）

將舊式的平型倉庫改裝為全自動化的進出倉及低溫冷藏用之散裝穀倉。

（二）貯存方式

稻穀貯存方式，有袋裝（圖 12 至圖 15）及散裝兩類型。糙米和白米則以袋裝為主。目前絕大部分農會平型穀倉皆採用袋裝貯存方式。但在推動乾燥中心稻穀加工自動化的農會及糧商之穀倉，除了袋裝之外，亦採用配備有低溫通風系統之散裝筒倉，來提升貯存稻穀品質及機械化和自動化作業效益。國



圖 12. 平倉袋裝貯存稻穀（稻穀包前為擱板式輸送機）



圖 13. 平倉袋裝貯存稻穀（蘇德明提供）



圖 14. 平倉低溫貯存袋裝稻穀（蘇德明提供）



圖 15. 平倉貯存稻穀（太空包）

內稻穀貯存方式亦有大包裝袋（太空包每包容量 1 公噸左右）的儲放方式（圖 15），以方便機械化進出倉作業（推高機或電動吊車）。

（三）通風方式

稻穀倉庫之通風目的之一為降低穀溫。通風方式由早期之自然通風法發展為強制式

通風法，強制通風設施包括通風機及風溝或風管等設備。

1. 自然通風法

自然對流通風法係在散裝平型儲倉內使用竹箴通風筒（直徑 0.2~0.3 公尺，長 5 公尺以上），約每隔 2 到 3 公尺放置一筒，採自然對流通風方式，穀層熱氣透過竹箴筒孔筒往上移到倉面再散出窗外。有些穀倉另在穀倉內裝設有窗型或屋頂型抽風機，此種小型抽風機配合竹箴通風筒使用時，僅可排出倉內穀面上之熱空氣，並不能有效控制穀層間之稻穀溫度。因此稻穀於長久貯存期間，較難控制穀溫於安全範圍內。亦有用鐵絲網圍成方型或圓型直筒來代替竹箴筒。由於目前平型儲倉大都採袋裝貯存方式，因此只靠儲倉兩側及屋頂通風扇進行排除倉內熱氣，降溫效果差。

2. 強制式通風法

強制式通風法乃是藉助強力送風機，將外界常溫空氣或經冷氣機組降溫後之低溫低濕冷氣，送入平型穀倉底部通風溝（圖 4）或筒倉底部風管（圖 16 和圖 17）。常溫或低溫空氣由底層散裝稻穀流向上層稻穀時，會將穀層間熱氣帶出穀倉上表層再排出倉外，達到降低穀倉溫度的目的。原則上必須記錄通風時穀倉內高、中、低穀層溫度，務必等到穀倉內各層穀溫都呈現下降趨勢時，才可暫時停止通風作業。強制式通風法如使用妥當，可有效控制穀層於較低溫度，維護稻米品質。國外先進國家大都採用此法。

在推行農業自動化的前提下，有些農會自民國 79 年起即重新考慮採用散裝方式貯存稻穀，並配合強制式通風法，以便提升稻穀倉儲加工機械化與自動化作業的效率。民間碾米廠商亦自 79 年起，投資興建散裝低溫圓筒倉，進行強制通風作業。目前圓筒或



圖 16. 鋼板方型筒倉倉底通風管（右上角）和倉底出料螺旋出送機（左下角）



圖 17. 鋼板方型筒倉倉內底部通風管

方型冷藏筒倉已普遍運用於貯存良質米。因此有效運用強制式冷氣低溫通風方式（圖6），已為國內穀物貯存管理事業之重要項目之一。

（四）進出倉方式

台灣各地農會穀倉的進出倉作業發展過程，係由人工搬運方式演變為散裝機械搬運，再改為袋裝機械搬運方式。穀倉內使用攔板式輸送機（圖12）、推高機和吊車來搬運袋裝稻穀。輸送散裝稻穀之進出倉設備包括帶式輸送機、螺旋式輸送機（圖18）、吸送式氣力輸送機、鏈條輸送機、箕斗式輸送機（圖8）和拖車。

穀倉輸送機械化之發展空間仍大，各類型輸送機械化的發展應以有效連結進料、出

料、乾燥、碾製、加工和倉儲等作業系統為目標。各式輸送機的連線作業，必須朝完全自動化監控的目標而規劃，以達到完全自動化的境界。

（五）安全貯存稻穀之含水率及溫度

穀物為感濕性物體，會因大氣之乾濕而改變其含水率。各類穀物含水率與大氣相對濕度之間，在一定溫度之下具有一定的平衡關係。一般而言，將穀物靜置於某固定溫度和濕度環境下，經過一段長時間，含水率即達到平衡狀態，此時穀物含水率謂之平衡含水率。稻穀平衡含水率如表1所示。例如在溫度25℃和相對濕度80%的環境下長期貯存稻穀之後，將使稻穀含水率調整為15%。



圖 18. 鋼板方型筒倉倉底出料螺旋輸送機（左下角）和鏈條輸送機（右下角）

穀物於收穫時，其含水率約為20~25%，必須乾燥到13~15%含水率才可進倉貯存。穀物含水率在13%以下，微生物及蜘蛛停止生長，含水率在10%以下，蟲害絕跡。貯存期間穀物會因季節性氣候之溫度與相對溼度之變化，進行緩慢的去濕或回潮反應而改變其平衡含水率。

據一般倉儲經驗得知，貯穀含水率每減少1%或穀溫每降低6℃，貯穀安全貯存期即可以增加1倍。穀物、微生物、蟲蟲因呼吸作用所生成的熱量與水分會提升穀物溫度及含水率，高溫及高濕的穀物更促進呼吸作用之進行，在惡性循環的情況下，將使穀溫上升造成發熱現象。

降低穀溫方式可參考前節通風方式。若長時間通風仍無法降低穀溫則須進行翻倉作業，將高溫倉稻穀轉存於其他空倉內。一般測量穀溫的位置應包括穀倉中央偏上處、積塵點或空氣對流死角。

貯藏期間，穀物受到季節溫度變化的影響，散裝穀倉上層穀物直接接觸大氣，其溫度之年變化量大，反之中間層穀物溫度比較不受到氣溫之影響。在幅度上，氣溫日變化量10℃只造成穀倉表面以下10公分處之穀溫產生1℃的變化。年平均氣溫變化量40℃，只造成穀倉表面以下4公尺穀溫產生1℃的變化。

在時效上，由於穀溫為不良導體，傳熱慢，因之氣溫變化的影響不會立即顯示出來，經延遲一段時間之後，穀溫才開始發生變化。夏季最高氣溫的影響於3個月之後才使1公尺深穀溫達到最高點，於6個月之後才使2.5公尺深穀溫達到最高點。

台灣稻穀倉庫之穀溫日變化量很不明顯，但穀溫月變化量則較顯著。在散裝穀倉內不同位置但同一深度的穀溫之間的差距小，約為1~2℃，但在同一位置不同深度穀層間的溫度差距則較為明顯，約為1~7℃。

位於穀倉中間層之穀物不易受到氣溫變動的影響，且不易散熱，長久貯存期間，中間層穀溫可能高於上層、下層或倉壁邊穀溫。穀倉內各穀層溫度之差距，會導致空氣產生對流效果，而促使各層穀物水分發生移轉現象。高溫穀層所蒸發出之水氣，隨空氣對流向上移動時，如上層穀溫低於露點溫度，水氣即凝附於上層穀物。各穀層間的穀溫差距較大時，水分移轉凝結現象較顯著，而使得上層穀物含水率增加而加速其變質、腐損程度。積聚於穀倉表層以下1公尺的熱氣與水分較不易排出，一般而言，表層下約1公尺的穀物最易腐損變質。

比較嘉義縣朴子地區鋼筋水泥圓筒倉（筒徑6.8公尺，穀層深21公尺）與平倉（長26公尺，寬13公尺，穀層深4.5公尺）長期貯存稻穀之性能，半年內稻穀含水率之變化結果為圓筒倉上層由11.7%增加為12.5%，下層由10.1%減為9.4%；平倉表層稻穀含水率由11.8%增加到13.0%。

穀倉上層稻穀含水率較高，且隨貯存期之增長而遞增。其原因為：1.上層稻穀直接與大氣接觸，較易吸收大氣溼氣而發生回潮現象；2.自然對流或強制通風之結果使得底層或中間層熱氣上升，碰觸上層低溫稻穀，產生結露而增加含水率。因之，倉儲期間應儘量通風減低穀層間溫差。長期貯存時，可耙翻上層穀物以減少回潮現象。

穀物貯存期間，穀物呼吸放熱和穀層間之昆蟲及微生物呼吸放熱等現象所積聚之熱量，若不能有效的予以抑止或排出倉外時，將導致倉內穀溫逐漸升高之結果。理論上，穀物行呼吸作用時，每產生1公克二氧化碳可生熱2.56仟卡，每產生2.45公克二氧化碳連帶產生1公克水分。呼吸作用將穀類澱粉轉化醣類並與氧氣作用，即產生二氧化碳和水並釋放出熱量。例如貯存500公噸稻穀，穀溫30℃，含水率13%，二氧化碳產

表 1 稻穀長期貯存時平衡含水率和溫度與相對溼度之關係

溫度 水分	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
1%	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.1	1.7	2.4	3.5	5.0	7.1	9.8	13.5
2%	0.4	0.6	0.9	1.2	1.7	2.4	3.3	4.6	6.2	8.2	10.8	14.2	18.4
3%	1.1	1.5	2.0	2.7	3.6	4.7	6.1	7.8	9.9	12.5	15.7	19.4	24.0
4%	2.6	3.3	4.2	5.3	6.5	8.1	10.0	12.2	14.9	17.9	21.2	25.5	30.2
5%	5.1	6.2	7.5	9.0	10.8	12.9	15.5	17.9	20.9	24.2	28.0	32.1	36.8
6%	8.9	10.6	12.3	14.5	16.5	18.9	21.6	24.6	27.7	31.2	35.0	39.1	43.5
7%	14.4	16.4	18.5	20.8	23.3	26.0	28.8	31.9	35.1	38.6	42.3	46.1	50.2
8%	21.2	23.5	25.9	28.3	31.0	33.7	36.6	39.7	42.8	46.1	49.5	53.1	56.7
9%	29.1	31.5	33.9	36.5	39.1	41.8	44.6	47.5	50.4	53.5	56.5	59.6	62.8
10%	37.5	40.0	42.3	44.8	47.4	46.9	52.4	55.0	57.7	60.4	63.0	65.8	68.5
11%	46.2	48.5	50.7	53.0	55.3	57.6	56.8	62.1	64.4	66.7	69.0	71.3	73.6
12%	54.6	56.6	58.7	60.7	62.6	64.6	66.6	68.6	70.5	72.4	74.3	76.2	78.1
13%	62.4	64.1	65.8	67.6	69.3	71.0	72.6	74.2	75.8	77.4	79.0	80.5	82.0
14%	69.3	70.8	72.2	73.7	75.1	76.5	77.8	79.2	80.4	81.7	82.9	84.2	85.4
15%	75.3	76.6	77.8	79.0	80.0	81.2	82.8	83.8	84.4	85.3	86.3	87.3	88.2
16%	80.5	81.5	82.4	83.3	84.2	85.1	86.0	86.8	87.6	88.4	89.2	89.9	90.6
17%	84.8	85.5	86.2	86.9	87.7	88.4	89.0	89.6	90.3	91.0	91.5	92.0	92.6
18%	88.3	88.8	89.3	90.0	90.5	91.0	91.5	92.0	92.5	93.0	93.3	93.8	94.2
19%	91.0	91.5	91.9	92.3	92.7	93.1	93.5	93.9	94.2	94.5	94.8	95.2	95.5
20%	93.2	93.5	93.9	94.2	94.5	94.7	95.0	95.3	95.6	95.8	96.0	96.3	96.6
21%	94.9	95.2	95.4	95.6	95.8	96.0	96.3	96.5	96.7	96.8	97.0	97.2	97.7
22%	96.2	96.4	96.6	96.8	96.9	97.0	97.2	97.4	97.5	97.6	97.7	97.9	98.0
23%	97.2	97.4	97.5	97.6	97.7	97.8	97.9	98.0	98.2	98.2	98.3	98.4	98.5
24%	98.0	98.1	98.2	98.3	98.3	98.4	98.5	98.6	98.6	98.7	98.7	98.8	98.9
25%	98.5	98.6	98.7	98.7	98.8	98.8	98.9	99.0	99.0	99.1	99.1	99.1	99.2

生量為0.8毫克/100公克乾物質/日。若穀物呼吸所放出的熱量全部積聚在穀倉內沒排出倉外，每日將使此500公噸稻穀升高0.0404℃。

穀物貯存期間，其乾物質損失率在1%以下時，屬於次安全貯存期限以內，乾物質損失率在0.5%以下時屬於最安全貯存期

限，即不易由肉眼覺察出穀物發生變色與黴菌為害等品質敗壞現象。乾物質乃指穀物水分除外之重量。根據此一原則，有關稻穀安全貯存期限如表2所示。例如稻穀含水率15%貯存於20℃之下，其貯存期可達98到196天，若貯存於10℃之下則可貯存123到246天。

表2 稻穀乾物質損失量達到0.5%與1%之安全貯藏日數

含水率(%)	溫度(°C)	乾物質損失率	
		0.5%	1%
10	10	220.36	440.71
10	20	181.87	363.75
10	30	161.41	322.81
10	40	152.67	305.33
10	50	139.51	279.02
15	10	123.19	246.37
15	20	98.22	196.44
15	30	66.01	132.02
15	40	41.02	82.04
15	50	36.01	72.03
20	10	23.43	46.85
20	20	13.74	27.47
20	30	8.00	16.00
20	40	5.46	10.92
20	50	4.66	9.32
25	10	15.69	31.37
25	20	7.89	15.75
25	30	4.55	9.10
25	40	2.97	5.94
25	50	2.47	4.94
30	10	13.11	26.22
30	20	5.76	11.52
30	30	3.08	6.15
30	40	1.27	2.54
30	50	1.03	2.00

穀物熱傳導係數約為 $0.0004\text{cal/cm.s.}^{\circ}\text{C}$ (為水泥之 $1/5\sim 1/10$)，因熱傳導係數低，故穀物本身、微生物或蟲蟲呼吸作用所生成的微熱不易傳導至倉外，因此即會大幅局部提升穀溫。從另一角度來看，熱傳導係數低表示熱絕緣性高，換言之，穀物散熱不易，因之通風降溫速率較緩慢。由於濕穀呼吸所生

熱量約為乾穀之1萬倍，所以必須儘快處理濕穀之乾操作業。

(六) 輸送系統設計原則

在選購或設計合適之輸送機或輸送系統時，應考慮或注意下列幾點：

1. 輸送量。
2. 輸送距離，例如長距離輸送時宜用帶式輸送機。
3. 輸送高度，或輸送管道之傾斜度。
4. 物料特性。
5. 與輸送機配合之加工機具。
6. 輸送機型式。
7. 裝設成本。
8. 儘量應用重力方式來輸送物料。
9. 簡化不必要的輸送方式並提高輸送效率。
10. 保養維修方式及其難易程度。
11. 輸送系統之自動化控制。
12. 安全原則。

在安全原則方面，應避免於輸送機運轉過程中發生事故，危害人員安全及損毀機件。事故發生的可能原因，諸如安裝輸送機之走道狹窄，不方便於平時實施維修工作、轉動機件缺少護蓋或護罩、機械設計或安裝不當、安裝輸送機之土木設備欠佳，不正確的操作方式、修理機件時未事先停機、超載運轉和忽視警告燈號等。在自動化倉儲系統內應裝設有輸送機異常運轉之監視裝置。

(七) 穀倉通風原則

1. 常溫通風

穀物貯存期間，用以判斷穀物品質之指標，有穀物溫度、含水率、脂肪酸度、發芽率和真菌數目等，其中以溫度及含水率為主要且易於測定之指標，因此一般倉儲管理，即以維持或控制穀物溫度與含水率於安全限



圖 19. 小型筒倉附設常溫通風機（乾燥中心濕穀暫存筒）

度以內為主要目標。例如在常溫長期貯存稻穀之含水率須在 13% 以內，穀倉溫度宜在 38℃ 以下。控制穀溫方法有自然對流通風和強制通風方法（圖 4、圖 19 和圖 20）。

強制通風，乃是指藉著通風機將外界空氣或冷氣經由穀倉底部風溝或風管送入穀倉內，迫使空氣經由穀倉下層穀物流向上層穀物，而將穀層間的熱氣帶出倉外。選擇合適風機應考慮其風壓、風量和噪音量。

一般在通風時，稻穀會對氣流產生阻力而使得中、上穀層風壓下降。以含水率 13% 稻穀為例，每平方公尺穀層截面積之通風量為 0.10 立方公尺/秒，每公尺穀層厚度之通風阻力為 3.06 公分水柱；每平方公尺穀層截面積之通風量若改為 0.010 立方公尺/秒，每公尺穀層厚度之通風阻力為 0.21 公分水柱。一般採用的通風量為每噸稻穀約為每秒 0.01 立方公尺以上。風量愈大，導致每公尺穀層厚度之通風阻力增大。選用風機之風



圖 20. 筒倉常溫通風機（軸流式風機位於筒倉尖底左側）

壓，必須大於穀層厚度之通風阻力。離心式風機之噪音較軸流式小。

穀倉強制通風的目的包括：

- (1) 冷卻穀溫，抑制或防止菌類及昆蟲活動。
- (2) 均化穀溫，防止水分移動。
- (3) 除去儲倉內不良氣味。
- (4) 協助密閉循環燻蒸作業之施行，以控制病蟲害。
- (5) 除去穀物在收穫時或乾燥後所殘留餘熱。

通風時穀溫之變化，由下層、中層而上層各有一段降溫的主要時期，其先後次序為下層最先，中層次之，上層最後降溫。換言之，通風時，穀層內有一冷卻區，由下層逐漸往上移動，當冷卻區移動至某一穀層時，即為該層穀物降溫的主要時期。隨著冷卻區往上移，各穀層逐一被冷卻下來，最後當冷卻區離開最上穀層時，即表示熱氣已被排出倉外。

通風時，因熱氣向上移動，故上層穀溫會上升，當上層穀溫上升到某一最高點再下降時，即表示大部分熱氣已被排出倉外，此時才可停止通風，否則只是將穀倉下層的熱氣移積到中層或上層而已，尚未完全達到通

風降溫的效果。

2. 低溫通風

穀物冷卻系統之冷卻空氣產生器（冷藏機組），可用於連續調節冷卻空氣之溫度（可低達 4°C ）及相對濕度（介於50~75%），因此穀物可以在低溫貯藏，即使在潮濕的雨天進行通風，也不用擔心穀物再吸濕回潮。

低溫冷藏貯存穀物的優點包括：

- (1) 減少穀類由於呼吸作用所造成的損失。
- (2) 抑制昆蟲的活動，避免蛀食。
- (3) 即使在高溫的夏天，也可維持穀物於最佳貯藏環境來維護品質。
- (4) 配合兩段式乾燥方法，可用來暫存高含水率（18%）稻穀，避免乾燥機過載，除了可提升稻穀品質之外，亦可降低稻穀烘乾的成本。

（八）自動化倉儲

稻米倉儲基本系統中若增加裝設感知器、制動器和中央監控機等設備，即可構成自動化控制系統。自動化監測及控制的項目計有重量、水分、穀層高度、穀物壓力、輸送機速度、穀溫（圖21）、穀物流動方向和各個穀倉之基本資料如穀物別和倉容量等。

自動化倉儲系統大都與乾燥及碾製加工系統串連，穀物由田間送到乾燥機之後，立即將乾穀貯存於穀倉內或直接碾製加工為成品，全部流程都由輸送機械及加工機械串接而成。目前國內已有部分農會及民營糧商裝設有全套自動化稻穀倉儲系統。

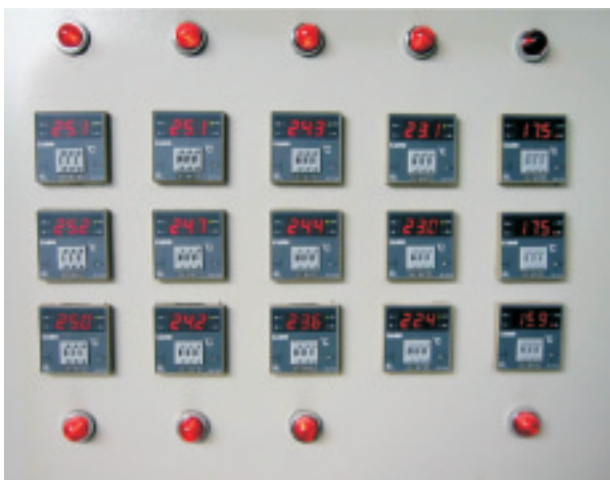


圖21. 散裝筒倉稻穀溫度顯示板（顯示各倉上、中、下層穀溫）