

智慧化土雞飼養監控 管理系統



邱奕志 張明毅 洪振義 劉姿吟 黃珮雯 編著

行政院農業委員會畜牧處

補助

國立宜蘭大學農業推廣委員會

編印

中華民國108年12月

目錄

第一章、緒言	1
第二章、臺灣土雞飼養現況	2
2.1 禽舍之分類	2
2.2 土雞種類之介紹	6
第三章、土雞飼養管理	8
3.1 雞舍與環境	8
3.2 餵飼與飲水管理	9
3.3 雞隻生長管理	11
3.4 雞群健康與生物安全	12
第四章、智慧化密閉式土雞禽舍	14
4.1 禽舍大小與規格	15
4.2 密閉式禽舍之密閉性	17
4.3 建材	17
4.4 環控設備	18
4.4.1 通風及降溫	19
4.4.2 保溫	20
4.4.3 環境感測	22
4.5 餵飼與生長管理	26
4.5.1 雞隻飲水供應與監測	26
4.5.2 雞隻飼料供應與計量	26
4.5.3 雞隻增重監測	26
第五章、智慧化土雞舍監控管理系統	28
5.1 雞舍現場環境控制	28
5.2 遠端網路監控與管理	34
5.3 環境與飼養資料統計與分析	40
第六章、土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析說明	43
6.1 成本效益分析	43
6.2 成本效益分析的實例	46
6.2.1 土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本效益評估	46
6.2.1 包含飼料節省的土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本 效益評估	52
6.3 陽光電禽舍監控管理系統之環境改善效果	57
6.4 土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析結論	57
第七章、結語	58
參考文獻	59

第一章、緒言

臺灣位處亞熱帶，夏季高溫多濕，為降低禽畜養殖熱緊迫，逐漸以密閉式禽舍輔以強制通風替代傳統禽舍粗放畜養方式，但國外的密閉式禽舍系統並不適合臺灣氣候。因此針對臺灣的氣候搭配精準環境監控系統為發展之目標，將物聯網技術導入土雞產業，增加雞隻育成率，讓產業品質得以提升。本文將介紹以「智慧化土雞舍監控管理系統」實際應用於土雞飼養之實例，闡述智慧化禽舍應用於臺灣土雞產業之特色及展望。

第二章、臺灣土雞飼養現況

2.1 禽舍之分類

近年來臺灣面臨嚴重的禽隻疫病威脅，為了降低禽流感病毒的傳播，阻絕野鳥或動物對於家禽接觸的機會，政府單位對於生物安全防範要求愈加嚴格。因此禽隻在符合密閉式、非開放式及半開放式等不同標準禽舍中飼養，皆須符合「使外界禽鳥無法接觸禽舍內家禽，禽舍具遮蔽物或頂棚，外界野(候)鳥排遺不掉入禽舍內」之規定。這些禽舍需具有遮風避雨效果、良好的保溫效果、避免陽光直接曝曬，造成熱緊迫等特點。

禽舍建置位置與其他養殖禽場或可能汙染源，至少有 1.6 km 以上的距離，遠離可能運送畜禽或交通繁忙的公路、鐵路或機場，以避免受到外界干擾。場地周圍應設有隔離設施，以防止不必要的人員或動物進入。禽舍一般以長軸東西向為主，避免日曬，若因地形、氣候、風向或位置等因素，則宜依禽舍的方位設計。禽舍屋脊高 4 m 以上、屋簷高 2.8 m 以上較佳，屋頂型態分為山型、斜背式等(周和柯，2017)。

(a) 開放式禽舍

開放式禽舍為在禽舍二側開設窗戶或二側完全開放之方式，如圖 1 所示。有色肉雞常以在禽舍外放牧方式飼養，供雞隻運動。有些水禽舍除了附設運動場外，也會設置水池或水溝，供禽隻戲水。以開放式禽舍飼養家禽，極易受天候氣溫之影響，野生動物也易入侵攜入病原微生物，導致禽場之生物安全不易落實(許，2013)。

(b) 密閉式禽舍

圖 2 為密閉式禽舍示意圖，是完全密閉、不見陽光的生產系統，主要採用水簾降溫方式。外界空氣從水簾端進入禽舍，穿過噴有水的巢狀水簾片時降溫，再透過導流板引至禽舍末端，最後藉由負壓風扇一併將二氧化碳、氨氣及粉塵排出，

側邊應設補風口，以維持舒適的生長環境。禽舍寬度約 12~18 m，長度不宜超過 100 m。密閉式禽舍除了能提供雞隻穩定的生長環境條件外，且具有有效隔離及防疫的效果。

一般密閉式禽舍常用自然通風及強制通風方式，進行舍內空氣流通。強制通風即為透過風扇強制對舍內進行空氣交換，通風主要供應禽隻呼吸所需之氧氣，並除去多餘的熱、水氣，減少禽舍內粉塵、氨氣及二氧化碳等有害成分，維持雞隻生長環境。負壓風扇出風口至相鄰禽舍或周邊界須保留 5 m 以上之距離，並設有防止粉塵飛散設施，且禽舍內平均風速須達 1.5 m/s 以上(許，2013)。

(c) 非開放式禽舍

圖 3 為非開放式禽舍示意圖，禽舍頂端採用透光帷幕或透光屋頂，因此可讓自然光進入禽舍中，四周採用細目鐵絲網圍幕，可同時透光與通風，且禽舍內仍是家禽獨立生活空間。防鳥設施應完整包覆禽舍前、後、左、右，並使用鍍鋅、烤漆等防鏽材質，空隙宜非菱形且不得大於 2.5 cm，以防止任何野(候)鳥或動物進入禽舍中(周和柯，2017)。

(d) 半開放式禽舍

對於已有防野外禽鳥動物措施的禽舍，只要仍有機會與野禽接觸，就歸類為半開放式禽舍，圖 4 為半開放式禽舍示意圖。不管是透光帷幕、透光屋頂或細目鐵絲網圍幕，對於完全無隔離的全開放式禽舍，是一個很大養殖成本。介於全開放式與非開放式中間，產生了半開放式禽舍的折衷方式。野外禽鳥主要進入飼養場的目的為採食飼料，將飼料餵食區增加隔絕，理論上可防止大部分野鳥進入禽舍中(周和柯，2017)。

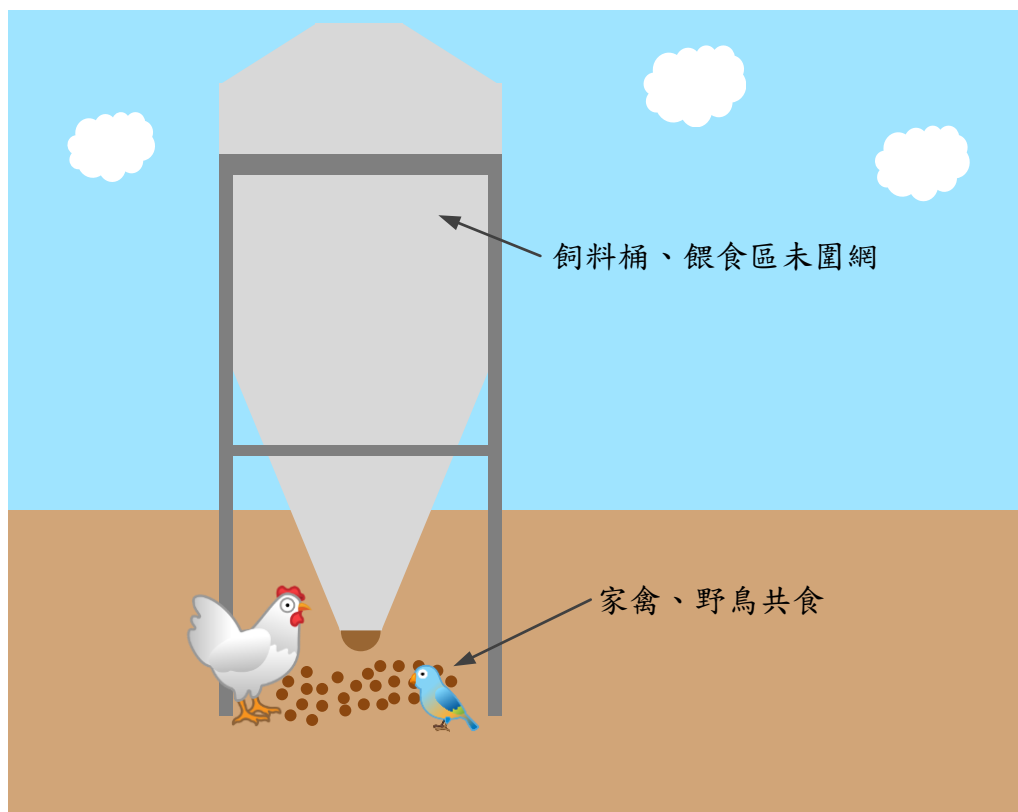


圖 1、開放式禽舍

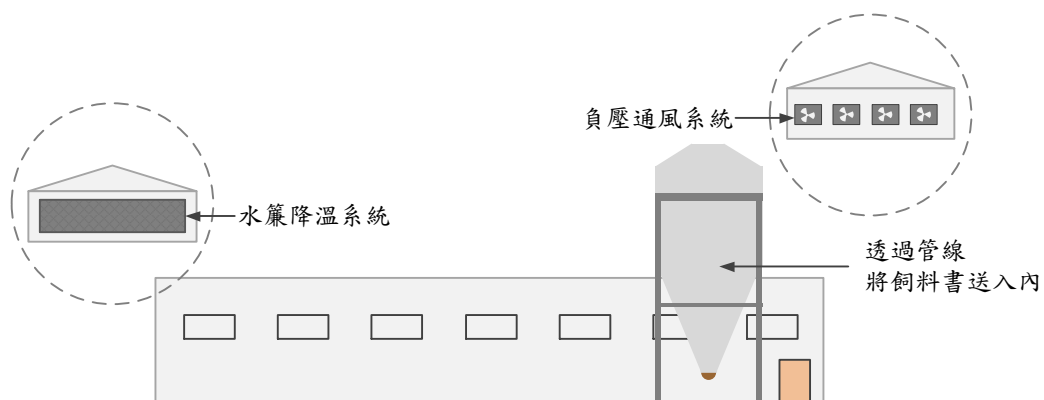


圖 2、密閉式禽舍示意圖

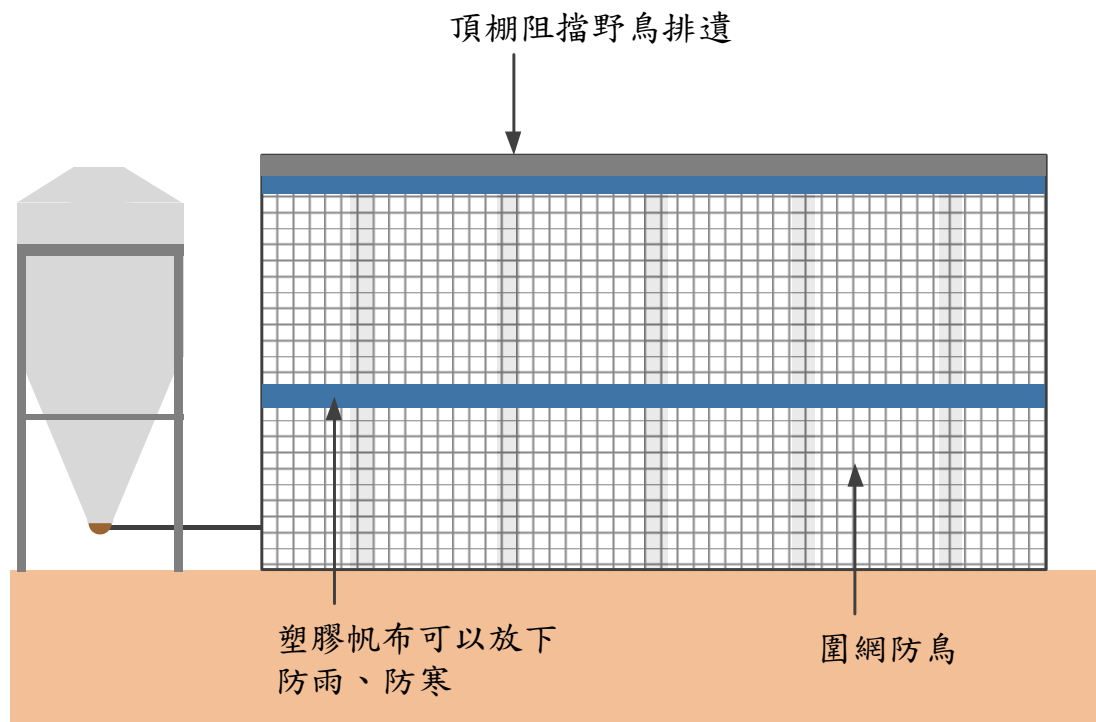


圖 3、非開放式禽舍示意圖

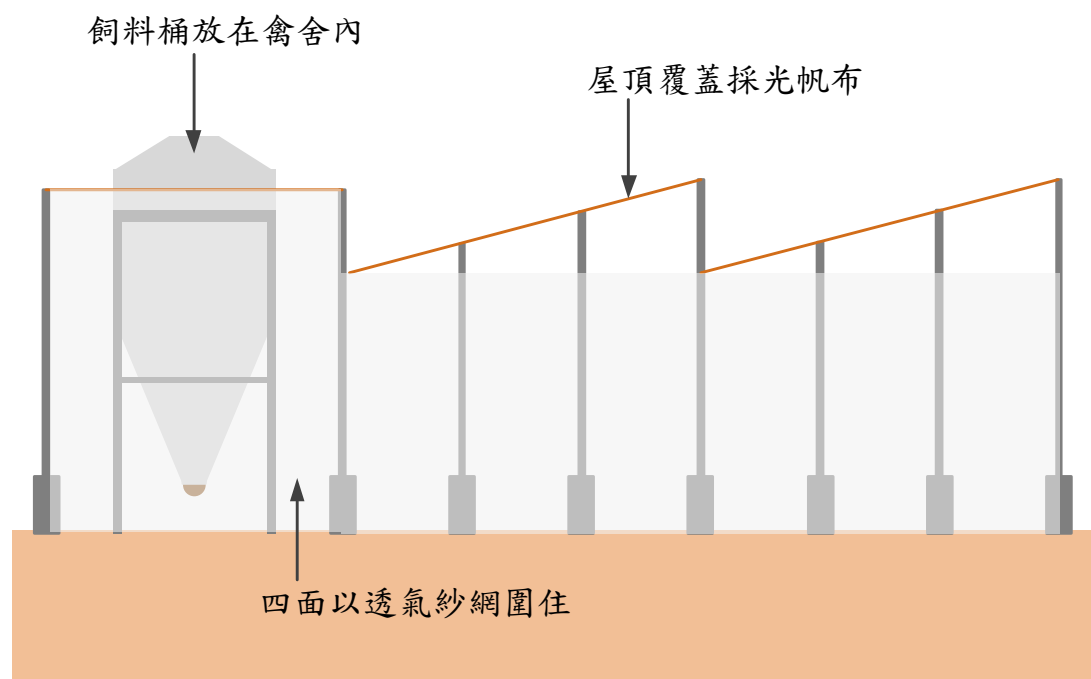


圖 4、半開放式禽舍示意圖

2.2 土雞種類之介紹

雞肉在華人的飲食中佔有相當重要的地位，不管是逢年過節、婚喪喜慶還是冬令進補皆有機會食用。在現今健康飲食推廣之下，雞肉脂肪少、蛋白脂豐富，符合低脂健康的條件，因此雞肉的需求量逐年增加。雞也是臺灣重要的畜牧產業，可分為蛋雞產業與肉雞產業，蛋雞產業可分為白殼蛋雞與褐殼蛋雞，極少數蛋雞生產其他顏色的雞蛋；肉雞產業可分為白肉雞與有色肉雞。依行政院農業委員會農業統計年報畜禽統計調查結果顯示，105 年家禽屠宰隻數約 3.7 億隻，蛋雞佔 4.7 %、鴨佔 10 %、鵝佔 0.6 %、白色肉雞佔 56.2 %及有色肉雞佔 28.4 %，白色肉雞屠宰隻數 2.1 億隻、有色肉雞屠宰隻數為 1 億隻。2016 年養雞產業年產值約 650 億元，占畜產產值近 40%。而蛋雞、白肉雞及有色肉雞年產值分別約 235 億元、192 億元及 224 億元(行政院農業委員會，2018)。

蛋雞及白肉雞的種原是來自國外育種公司提供的商用生產雜交或合成的雞種，種原完全掌握在外國的育種公司，而有色肉雞的種原則多在臺灣，且呈多樣性的樣貌。除少數傳統土雞外，商用土雞以紅羽土雞、黑羽土雞、烏骨雞、珍珠雞及鬥雞等為主，而又以紅羽土雞與黑羽土雞為最大宗，近年來商用土雞業者以紅羽土雞公雞配黑羽土雞母雞生產出雜交的皇金雞也占了相當大的市場(林，2018)。以下將針對臺灣常見之土雞品種進行介紹(愛沛特教育雲，2015)：

古早雞具有黃褐色羽毛，產肉能力佳，喜歡吃青草及中草藥植物，須野放飼養。公雞屠體脂肪率低、肉質鮮美，由於 12 週後雄性特徵明顯，爭鬥搶地盤情事時時發生，損失率高，導致繁殖育成率低。其屠體肉絲緊實且帶彈性，自古即為製作雞精、轉大人進補之最佳來源。母雞屠體脂肪率低，皮薄骨細、肉質鮮美，可供小家庭作為最佳的雞肉蛋白質來源。閹雞於 6 至 7 週齡間行「去勢手術」，故性溫和內斂，仍愛野放覓食，故造肉能力較差、體型較小。皮下脂肪堆積較少，肌肉間脂肪油花分配率較高，自古屬土雞肉中的極品、肉質鮮美滑口帶甜味，適合做白斬料理及補身之用。

黑羽土雞具有鮮紅色單冠，眼睛渾圓有神，尾羽長而翹直，腳脛為鉛色或黑色，喙呈黑色，肉髯鮮紅、大而自然下垂呈渾圓狀。公雞羽毛為黑色，於頭、頸、背部有白色羽毛分布，11 週逐漸性成熟後喜愛打鬥，損失較大。母雞性情活潑好動，緊迫時易產生啄毛現象。閩雞屬於中型土雞，飼養 42 天時進行去勢手術，肉質細且帶彈性，雞肉間質脂肪適中，故常以白斬原味料理。

紅羽土雞有著直立且鮮紅色的單冠，眼睛渾圓有神，羽毛為紅、黃、褐色，並於頭、頸、背部有白棕色羽毛分布，尾羽長而翹直，鉛色腳脛，喙呈白色，肉髯呈鮮紅色，自然下垂呈渾圓狀。

珍珠雞的雞冠與肉髯呈鮮紅色小片狀，眼睛小而圓，體型渾圓，腳脛為黃色，頸部裸露沒有羽毛，故有「裸頸雞」之稱，淺褐色至紅褐色羽毛覆蓋頸部以外身軀。

烏骨雞可分為白毛烏骨雞、黑毛烏骨雞、斑毛烏骨雞等品種，統稱為絲羽烏骨雞（Silkie bantam）。烏骨雞體型頭小、頸短、腳矮，總外貌具有「十全」特徵：絲羽、藍耳、鳳頭、毛腳、鬍子、五爪、玫瑰冠、烏骨、烏皮、烏肉。絲羽烏骨雞性情溫馴，不善飛翔，適應性強且外型美觀，肉質鮮嫩，集觀賞、肉用、藥用於一身。烏骨雞自中國引進後，多次與肉雞雜交而使得體型變大，致「十全」特徵已不完整，坊間常見之烏骨雞多為白色絲羽烏骨雞。

鬥雞具有豆冠型雞冠，羽毛為紅褐色與金黃色交雜分布，直立挺拔之體型，肉髯小圓，眼大圓而突出，喙長而略彎曲，頸長背短，胸平寬深長，黃色腳脛。喜野放，12 週性成熟後喜歡打鬥，少進食，故肉質硬。為製作雞精、轉大人進補之最佳來源。

第三章、土雞飼養管理

3.1 雞舍與環境

雞舍主要可保護雞隻免受氣候變化之影響，雞舍長度視飼養規模而定。建置雞舍時需考量生物安全，雞舍與雞舍之間應有一定的距離且排列整齊，勿雜亂排列或三舍成一線的狀況，以避免前棟排出之廢氣被後棟進風口吸入。

禽舍進氣窗設置於風扇的對面端，應設 30~45 cm 高的水泥基座，上方可放置水濺或百葉窗，才可提供足夠的通風量與風速，如圖 5 所示。禽舍抽風側地面至風扇中心高度約為 120 cm。禽舍內空氣流速宜達 1.5~2 m/s 以上，理想溫度以不超過 30℃為宜，如圖 6 所示。

除了評估飼養雞隻的密度外，也需考量設備能否適當操作，如機械飼料器、飲水器、加熱器等。只要通風設備良好，雞舍寬度最多可到 12 m。雞舍太長或密閉性不足可能產生通風不良問題。禽舍設置的場域離附近其他的養殖場或可能汙染源，至少 1.6 km 以上，遠離公路，四周宜設有隔離設施，以防止不必要人員或動物進入。除此須考量是否對周圍環境造成公害或汙染、區域防疫及建築難易度等事項。禽舍內是使用強制通風方式調整，因此其位置與座向須考慮當地地形、季節、風向等，一般臺灣禽舍宜東西向較佳，此方向具有冬暖夏涼之效果。禽舍座向決定入風與出風處的方向，盡可能將排風口設置於下風側，排出的空氣帶有微細粉塵、惡臭等形成公害問題，因此宜盡可能避開此些位置，選擇空曠地區(雷等人，2013)。

3.2 餵飼與飲水管理

密閉式禽舍餵飼與飲水系統，以自動給料與自動供水系統為主，可避免人員時常進出禽舍使雞隻受到驚嚇，且自動給料可定時定量，平均給予每隻禽隻所需的飼料量(雷等人，2013)，圖 7 為飼料輸送管，圖 8 為懸吊式水線。

- (1) 餵飼系統數量應足夠，以滿足雞隻採食與飲水需求。飼料桶與飲水器分布需均勻，以避免生長不均。定時調整高度，以方便雞隻使用。
- (2) 飼料管線於每次出雞後，應進行清潔及保養，避免飼料殘留變質，而影響下一批雞隻飼養。
- (3) 飲水系統應定期清潔，可加裝過濾系統，以確保乾淨的水質。
- (4) 使用自動給料及給水系統，應備有緊急電源及緊急通報系統，於停料或停水時通知管理人員。
- (5) 供料系統需依照禽舍內飼養的雞隻密度，平均分配飼料至桶中。
- (6) 供水系統主要利用加壓系統將水運送至水塔存放，透過水錶紀錄每日耗水量，並裝設過濾系統提高飲水品質，再將水平均分配至飲水器中。
- (7) 禽舍內每日平均每3~4小時需餵飼一次，然而溫溼度較高時，影響雞隻食慾；而溫度較低時，則須提高餵飼次數。餵飼時須考慮禽隻生長密度，會影響通風性，過於悶熱會導致禽隻食慾不振，亦影響飼料採食率。



圖 5、進氣窗



圖 6、禽舍抽風扇



圖 7、飼料輸送管



圖 8、懸吊式水線

3.3 雞隻生長管理

圖 9 為土雞飼養成長過程，一般土雞分為 3 個階段，分別為周齡 1~4 周的雛雞、周齡 5~8 周的中雞、周齡 9~12 周的大雞。良好的禽舍，應避免雞隻生長在極端溫度或不適合的環境，雛雞在日齡 14 天前，無法自行調節體溫，需透過禽舍提供良好的環境生長。因此應定期觀察環境溫度及濕度變化，以確保整體保育區域的溫度。隨著雞隻長大可逐漸降低禽舍溫度，或根據動物行為進行溫度調節。禽舍內空氣品質取決於氣體、粉塵和微生物的水平，若禽舍內通風不足，易產生的污染物主要有粉塵、氨氣、二氧化碳和一氧化碳。

許(2013)建議禽舍內理想空氣品質標準：氧氣濃度大於 21 %、二氧化碳濃度低於 2,000 ppm。當禽舍內氧氣不足、二氧化碳濃度過高，雞隻活動力不佳進而聚集昏睡，減少其採食與飲水量，造成重量降低之現象，增加脫水及腹水症之機率。氨氣濃度需小於 10 ppm，硫化氫小於 20 ppm，若氨氣高於 20 ppm，易引發雞隻呼吸道受損、氣囊炎、飼料效率變差、體重降低、呼吸道疾病等症狀；當氨氣超過 100 ppm 以上時，對啄傷眼睛黏膜導致結膜炎。禽舍內粉塵應小於 3.4 mg/m³，若粉塵濃度過高，易誘發呼吸道疾病。一氧化碳需小於 10 ppm，若一氧化碳濃度過高，造成雞隻急性缺氧，使得雞隻死亡。因此，除了雞舍的溫溼度需要掌控之外，二氧化碳、氨氣、一氧化碳、粉塵等環境因子的濃度也需要注意。

當雞隻水分攝取過多，排泄物含有過多水分，導致禽舍內墊料濕度過高，造成雞隻足墊接觸性膚炎，即為俗稱的「臭腳」，此症狀使得雞隻腳部疼痛，影響屠宰品質，造成利益損失(行政院農業委員會，2018)。飼養人員必須隨時注意墊料的狀況，若有過濕的情形，需要減少開啟水濺及噴霧的機率，並且鋪上新的墊料，避免雞隻罹患足墊接觸性膚炎。

土雞育成階段適合溫度範圍如圖 10 所示，第一天禽舍內溫度須保持在 36~37.5 °C，平均每日降 1.5 °C，直到白天溫度為 33 °C、夜晚溫度為 32 °C，持續到第 5 周。第 5~6 周時，雞隻翅膀逐漸長出黑色羽毛，白天溫度不超過 34 °C、夜

晚溫度需維持在 32 °C。第 7~8 周時，溫度維持在 28~31.5 °C。第 8 周後，白天溫度不可超過 31 °C。

在正確的飼養管理條件下，土雞成長有一定的平均標準重量，本手冊參考立瑞畜產有限公司提供的育成階段標準重量(圖 11)。經過育雛期(5 周)後，雞隻的體重小於標準重量，則代表飼養管理條件差；3 天內雞隻體重若無成長，須注意雞隻是否感染疫病；雞隻體重若高於標準體重，說明飼料營養水平高於飼養標準，導致雞肉品質下降。因此禽舍內需監測雞隻重量變化，當實際重量和標準重量相差過大，須即時查明原因並改善管理措施，以確保雞隻正常生長與增重。雞隻在前 8 周體重成長的較為緩慢，當日齡 70 天候，體重會有較顯著的成長。

3.4 雞群健康與生物安全

野禽是禽流感散播的重要途徑之一，尤其臺灣位於候鳥在東亞的遷徙路線上，候鳥身上的病毒可能在南遷或北返時擴散各地，若無法有效阻絕野禽與雞隻接觸，感染禽流感的風險也隨之上升。除了阻絕野禽與雞隻接觸，人員與車輛的進出也是養禽場外部生物安全管理重點。因此雞舍需要維持一個乾淨衛生的環境，盡可能減少疾病的負面影響，需建置正確的生物安全防護措施，給予雞隻良好的生長環境，提供食品安全的相關保障。

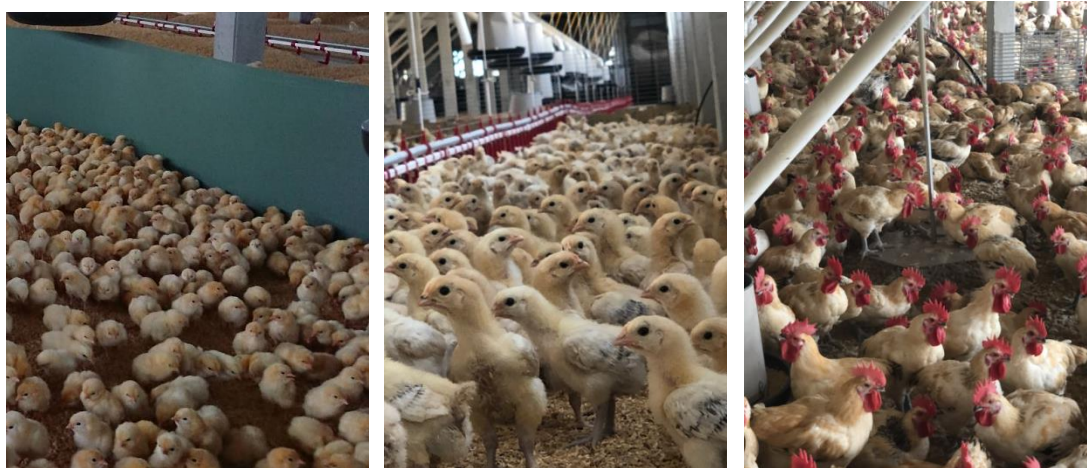


圖 9、土雞飼養成長過程

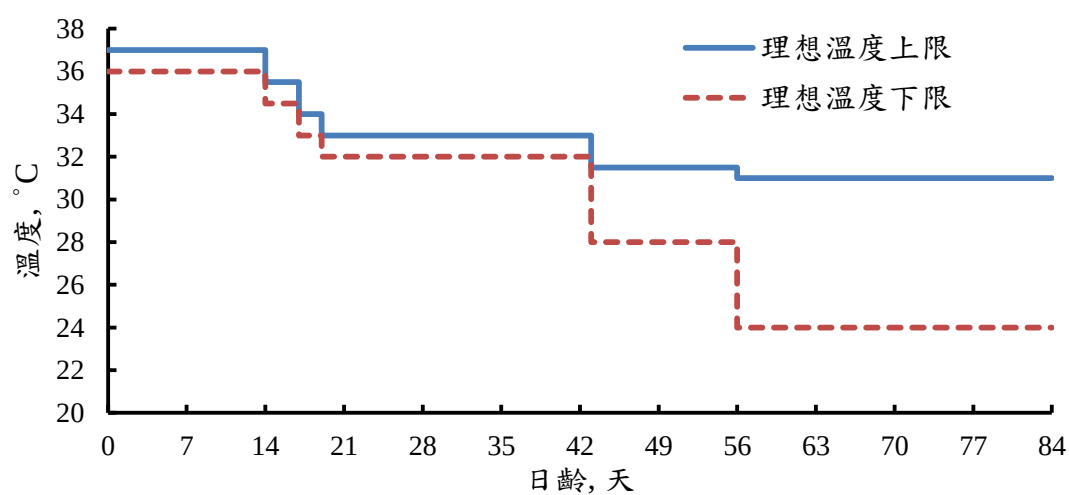


圖 10、土雞育成階段適合之環境溫度圖

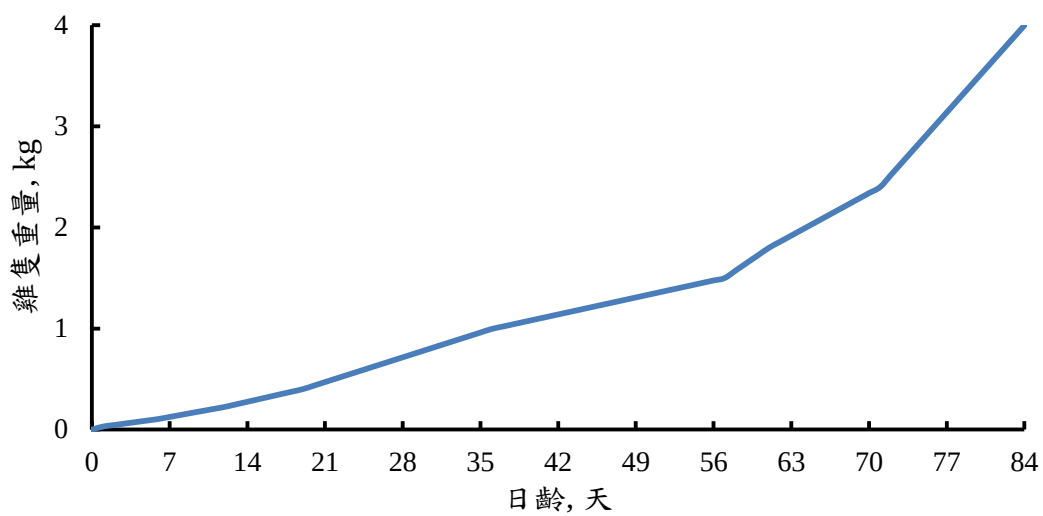


圖 11、土雞育成階段標準重量圖

第四章、智慧化密閉式土雞禽舍

圖 12 為智慧化密閉式土雞禽舍系統架構圖，利用無線感測技術將感測器數據傳回處理系統，經由系統分析後，回饋相對應的環控策略。控制噴霧及機械抽風設備，透過自動化禽隻秤重系統，禽隻重量與飼料量進行比較得知換肉率、禽隻增重。透過每日增重，可判斷禽隻的生長情形、生理反應及飼料利用率。本手冊以立瑞畜產有限公司的二林廠、新庄場為例，由此章節說明智慧化密閉式土雞禽舍之構造與規格等。



圖 14、智慧化密閉式土雞禽舍系統架構圖

4.1 禽舍大小與規格

智慧化密閉式土雞禽舍長 108.7 公尺 x 寬 15 公尺 x 高 3.8 公尺。圖 13 為本土智能化土雞飼養系統禽舍前視圖，圖 14 為禽舍配置圖。禽舍內設置風速感測器、負壓感測器、氨氣感測器、二氧化碳感測器、飼料秤重及水表計量各 1 組。並在前中後段各設置 3 組溫溼度環境監測點，禽舍內具有 1 組雞隻秤重系統，室外設置 1 組溫溼度感測器，感測器皆為無線配置，與主機無直接連接，維護及增減感測器都非常方便。

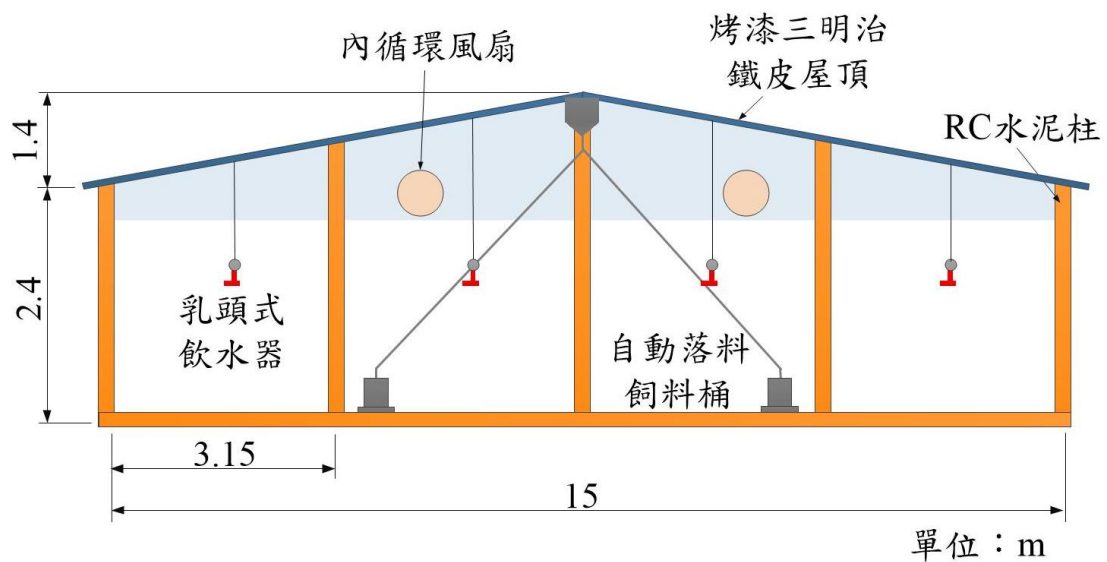


圖 13、禽舍前視圖

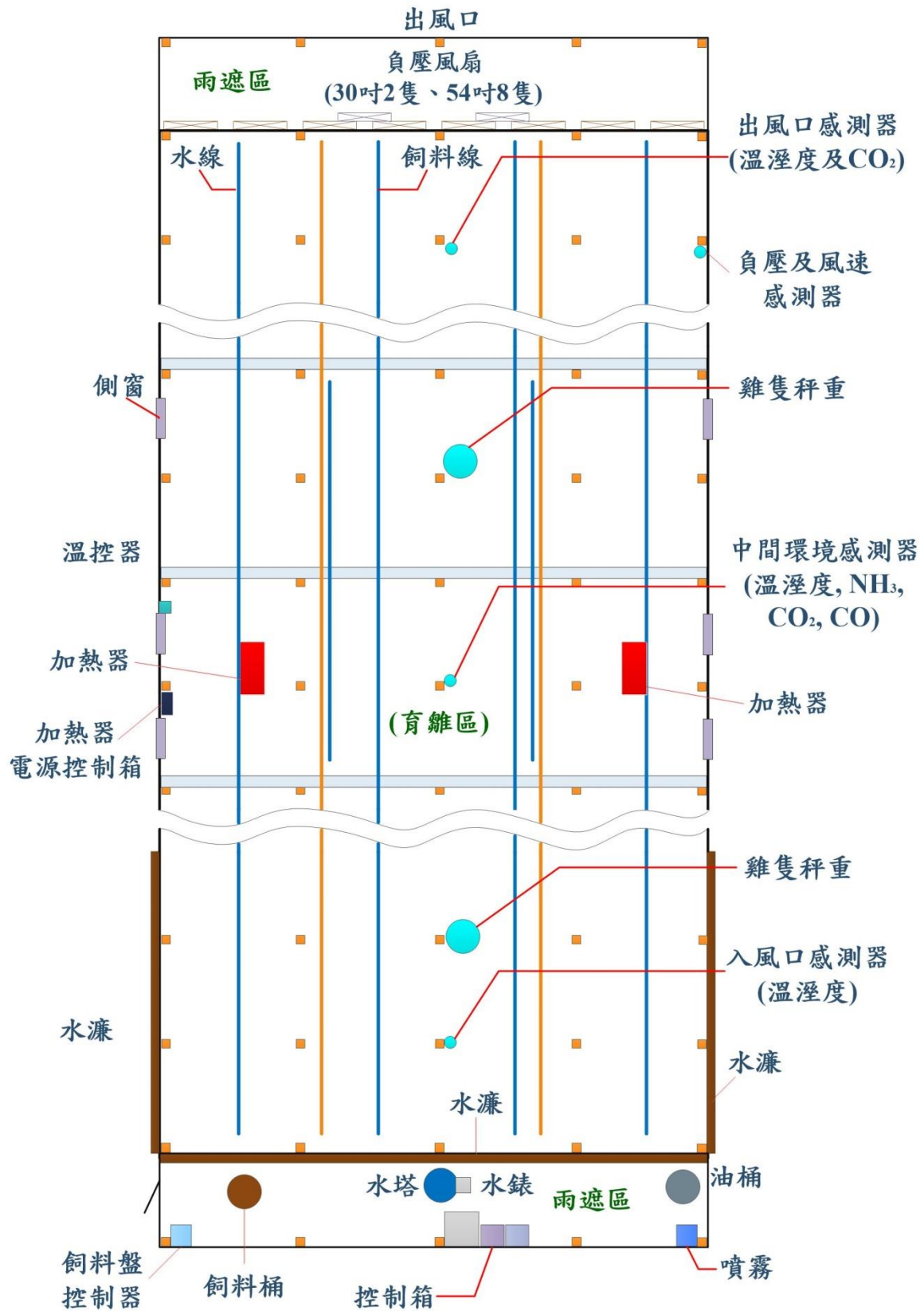


圖 14、禽舍配置圖

4.2 密閉式禽舍之密閉性

密閉式禽舍其密閉性相當重要，若密閉性差，過多的外界空氣從孔隙流進禽舍，會減低排風扇與入風口間的壓力差，造成入風口處空氣流量降低，減低降溫效果，流入的空氣無法排出禽舍內的空氣。因此水禽舍於建築施工時要注意容易出現孔隙的部位，盡量減少孔隙的生成。孔隙常出現於隔熱材接縫、梁柱銜接處、基礎地檻銜接部位、出入門、集糞帶等開口周圍、排水、電線等管路。孔隙處理方式，可透過填縫劑將孔隙內外完全消除，進行密閉式接合，以有效阻隔孔隙內外空氣通路。對轉角、出入門部位使用密合度高的氣密條，接縫處貼合指定膠帶(雷等人，2013)。

4.3 建材

禽舍建材選擇應以節能與經濟性為重點，台製材料組成複層外殼的屋頂和牆壁結構，具有暑熱季節的阻隔效率與經濟性。建築外殼的性能優劣，除了需考慮材料的輻射熱外，也需注意防潮防水效益，且需配合建築物所在氣候環境，選擇合適的外殼材料(雷等人，2013)。

(a) 屋頂

屋頂主要功能為遮陽、遮雨、隔熱與隔絕禽鳥糞便，目前多使用複層三明治 RC 鋼板(三合一板)，採用 2 層合金鋼板作為面板與底板，中間夾層為保溫隔熱複合製成的材料，其導熱係數低、隔熱良好、節約能源且容易施工等特點。

禽舍若採用斜背式設計，其斜面及其延伸區域可設置太陽能板，傾斜角約 23.5°，可降低太陽輻射熱產生的高溫，進而減少通風與散熱的成本，且此設計有助於太陽能板發電效率之提升。

(b) 外牆

禽舍立面牆以隔熱性及密閉性為主要設計重點，適合做為建築牆體之建材，採用密閉式 RC 建構的水泥圍牆，可有效地防止外來動物進入禽舍中。於梁柱間設立百頁窗戶，除了具有通風效果，還可讓外界自然光進入，增加室內採光效果。

(c) 結構(樑柱)

梁柱為禽舍結構安全性的主體，其強度需足以保護禽舍不受地震或強風破壞。傳統禽舍梁柱多使用木材，但其材料強度不足，易受潮使穩定性降低，不具有耐久性。近年來多採用 H 型鋼，作為禽舍支柱，梁柱接合處以螺栓固定。

建置禽舍時需考慮基礎之穩固，梁柱基底至少要有 90 cm 深度，並以水泥固定，地面上柱的部分也可使用水泥包覆 H 型鋼方式，以確保梁柱於地面上處部會發生鏽蝕的問題。禽舍內每隔 5 m 應設立一梁柱，整體穩定性佳。

4.4 環控設備

控制禽舍的環境相當重要，使用適當的通風設施與溫控設施，可精準地排出禽舍中過多的水氣或熱氣，以確保禽隻有個良好的生長環境與生產力。禽舍的環控設備包含水濺、負壓風扇、噴霧、內循環風扇、保溫設施等。密閉式禽舍換氣與溫控，大部分是以水濺式與機械通風方式調控，當禽舍內溫度超過 30 °C 時，可開啟負壓通風設備，抽出禽舍內不良氣體與熱氣；並開啟水濺、噴霧設備，以達到降溫效果。若濕度大於 90 % 時，必須關閉水濺、噴霧系統，以避免濕度過高使禽隻難受。冬天需特別注意禽舍保溫與溼度問題，當遇到低溫或外界濕度過高時，需啟動加溫措施。夏天則需注意溫度過高及通風量，因密閉式禽舍容易造成悶熱情形，需特別注意。禽舍需設置發電機，以備停電時發電供風扇及水濺馬達等設備之動力(雷等人，2013)。

4.4.1 通風及降溫

密閉式禽舍內溫度可透過風扇就可達到適合的環境，也可提供室內足夠新鮮的空氣。舍內應有適當的空氣流速，製造舒適的環境，流速宜達 1.5 ~ 2.0 m/s 以上。基本禽舍所需風扇數目，可利用單位時間欲換空氣體積，除以欲使用之風扇的風量計算。圖 15 為新庄場雞舍通風扇，現場具有 8 台 54 吋三葉主通風扇，其通風量 42000 m³/hr，功率 1600 W；2 台 30 吋七葉次通風扇，其通風量 12000 m³/hr，功率 400 W。

(a) 水濂與排風扇降溫

負壓水濂搭配排風扇降溫方式，為目前最有效的降溫裝置。圖 16 為禽舍水濂及帆布裝置，夏天的時候，可以將帆布拉下來，以水濂作為進風口；冬天的時候，若天氣過於寒冷，可將帆布要拉上，改以側窗當進風口。通常安置於禽舍前後兩端，也可以安置於禽舍前端的兩側，一端為水濂裝置、另一端為排風扇。當排風扇啟動時，禽舍內形成負壓狀態，使外界空氣透過水濂進入禽舍內，當空氣經由水濂進入時會產生熱交換，使進入的空氣溫度降低，可有效減少禽舍內溫度。

(b) 噴霧降溫

溫度不是很高時，密閉式負壓通風雞舍啟動風扇就可降到適當的溫度。但此系統在超過 30°C 時，就會減少效果。在這種情況下，採用蒸發降溫是較有效的方法。高壓噴霧為利用蒸發冷卻原理的降溫設施，由噴霧所噴出的霧粒，接觸到周遭未飽和之空氣，在絕熱狀態下，蒸發成水蒸氣時須從周遭空氣吸取所需之蒸發熱量，使得周遭空氣溫度降低。但是噴霧蒸發所能降低溫度受限於相對濕度，在同一溫度下，相對濕度愈低，利用蒸發冷卻技術所能降低的溫度則愈低。噴霧方向應與舍內風向平行，各條管線應依適當間距裝設數個合適孔徑的噴頭，使舍內溫度分佈均一，噴口宜向斜上約 45°，使噴霧呈拋物線噴出，如圖 17 所示。噴霧的粒徑大小，可影響其在空氣中停留的時間，粒徑越小之霧粒，所需之蒸發

時間越短、蒸發效率越高，所帶來的降溫效果也更好。噴霧顆粒太大，還沒蒸散的水滴會落在墊料上面，不但沒有降溫效果，反而使雞舍潮濕(李等人，2013)。

(c) 內循環風扇通風

圖 18 為禽舍內循環風扇，可採用直徑 35 cm 小型內循環風扇，以三葉軸輪方式轉動，額定電壓為 220 V、馬力 0.25 hp，禽舍內每隔 5 m 設置一支，並交錯放置。當禽舍內採自然通風時，可透過內循環風扇增加室內空氣之流通，讓空氣均勻分布。

4.4.2 保溫

禽舍內環境溫度過低，會造成禽隻身體不適，因此禽舍需具備保溫裝置以提供適合的飼養溫度，本系統採用柴油加熱機，熱量 650000BTU，加熱範圍為 250 坪，加熱機下方具有輪子，可以根據禽舍保溫位置的不同去移動，如圖 19 所示。



圖 15、禽舍通風設備



圖 16、水濺及帆布



圖 17、噴霧裝置



圖 18、內循環風扇



圖 19、柴油加熱器

4.4.3 環境感測

大部分的密閉式禽舍具有的感測設備是以溫溼度為主，許多飼養管理者認為只要將溫度控制好就可以提供給雞隻良好的生長環境、良好的育成率。然而不僅需要溫溼度要做到良好的控制，二氧化碳、氨氣等環境因子也與雞隻生長息息相關，因此系統使用了以下各項感測設備進行雞舍環境之監測：

(1) 溫溼度量測

溫度是養雞成敗的關鍵之一，良好的溫度控制給予雞隻舒適的生長環境。小雞孵化時，孵化室的溫度約為 38 °C，小雞從孵化室轉到禽舍後，溫度不宜相差過大。剛孵化的小雞，絨毛稀疏又短，禦寒能力較低，且小雞的體溫調節功能較差，因此在前幾天需要特別注意保溫。圖 20 為溫室度感測器，使用台灣宣光 SPC-007 及 SMC-002 溫溼度感測器，感測器由一個電容式聚合體測濕元件及一個能隙式測溫元件組成，溫度量測範圍為 0 ~ 60 °C，精確度 $\leq \pm 0.3$ °C，濕度量測範圍為 30 ~ 90 %，精確度 $\leq \pm 2$ %。

(2) 二氧化碳量測

根據量測二氧化碳的濃度可得知禽舍是否有正常的排氣，提供給雞隻足夠的氧氣，禽舍內的二氧化碳含量需要低於 2000 ppm。當禽舍內氧氣不足且二氧化碳過高時，雞隻會活動力不佳及聚集在一起與昏睡，雞隻會減少採食量及飲水量，造成增重降低之現象，增加脫水及腹水症 (Ascites) 之機率。本系統使用台灣柏昇 SIC-003 二氧化碳感測器(圖 21)，感測器為紅外線波導技術及空氣採樣感測模組，感測範圍 0~9999 ppm，精確度 $\leq \pm 70$ ppm。

(3) 氨氣量測

禽舍內氨氣濃度需小於 10 ppm，氨氣的生成主要因為雞糞與飼料、墊料等腐爛，由厭氧菌分解而產生。尤其是在溫熱潮濕的環境、飼養密度大、墊料反覆利用、通風不良等情況下，都會使氨氣的濃度升高。若氨氣超過 20 ppm 會引發

雞隻呼吸道受損、氣囊炎、飼料效率變差、體重降低、呼吸道疾病，氨氣超過 100 ppm 以上時，甚至會灼傷眼睛粘膜導致結膜炎。本系統使用台灣派樂特 SIS-005 氨氣感測器(圖 22)，感測器為電化學式感測器，感測範圍 0~100 ppm，精確度 $\leq \pm 2\%$ 。

(4) 一氧化碳量測

在養雞的過程中，小雞時期以及冬天的保溫在養雞的過程中是非常重要的，所以禽舍會使用加溫機來加熱禽舍內的溫度。但在加熱的過程中會有不完全燃燒的情況發生，若一氧化碳濃度過高，會造成雞隻急性缺氧，使雞隻死亡。本系統使用型號台灣柏昇 SIS-001 感測器進行一氧化碳的量測(圖 23)，感測器為電化學式感測器，感測範圍 0~100 ppm，精確度 $\leq \pm 5\%$ 。

(5) 負壓、風速量測

禽舍內是否有足夠的通風，也直接影響雞隻的生長發育，並與育成率密切相關，因此可根據負壓及風速的量測，判斷禽舍是否有良好的通風，避免禽舍的通風量不足以及造成雞隻熱緊迫之情況發生。負壓感測器使用法國 KIMO CP110 進行量測(圖 24(a))，感測範圍 $\pm 100 \sim \pm 2000$ mbar，風速感測器為法國 KIMO CTV 110 熱線式風速計(圖 24(b))，感測範圍 0~30 m/s，精確度 $\leq \pm 2\%$ 。

(6) 粉塵量測

禽舍空氣中的粉塵來源為雞隻排泄物、羽毛、飼料、墊料等，粉塵除了對環境造成嚴重汙染之外，粉塵濃度過高也會造成雞隻呼吸系統的損傷、抵抗力下降，使雞隻發生疫病的機率變高。本系統使用日本 SHARP GP2Y1051AU0F 感測器進行粉塵的量測(圖 25)，當粉塵經過檢測區域時，對光線形成散射。散射光線的一部分通過光軸，經過透鏡聚集到感光元件，再將光訊號轉換為電壓訊號輸出。

(7) 墊料含水率量測

若禽舍內墊料含水率過高會引起雞隻感染足墊接觸性皮膚炎，也就是俗稱的臭腳，臭腳會使雞隻感到疼痛且會影響雞隻屠體品質。本系統使用台灣久德生產型號之 JSH-100 含水率感測器(圖 26)，量測範圍 0~100 %，精確度 $\leq \pm 3\%$ 。將墊料含水率感測器放置禽舍中間點，並且靠在樑柱旁，將感測器探頭埋入墊料中，以量測墊料含水率。



圖 20、溫溼度感測器



圖 21、二氧化碳感測器



圖 22、氨氣感測器



圖 23、一氧化碳感測器



(a)



(b)

圖 24、(a)負壓感測器、(b)熱線式風速計

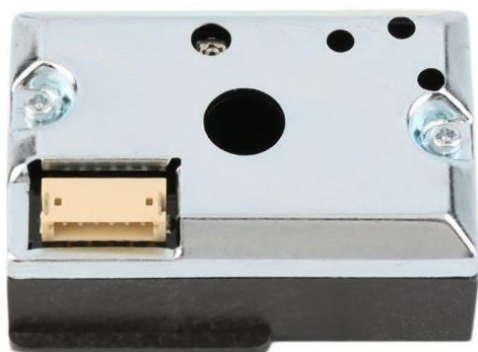


圖 25、粉塵感測器



圖 26、墊料含水率感測器

4.5 餵飼與生長管理

4.5.1 雞隻飲水供應與監測

水塔應建置於室內，避免水塔曝曬於陽光下。本系統使用之水表為容積式(圖 27)，量測額定流量為 $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。水表數值透過無線感測技術即時傳回至雞舍管理室，並且上傳至雲端。依照雞隻日齡不同，系統自動判斷不同日齡的飲水量正常區間，若飲水量超出正常區間的情況下，系統會判定為管線漏水並且發出警報。

4.5.2 雞隻飼料供應與計量

透過雞隻的餵飼量去了解雞隻的生長狀況，並與其他環境參數的分析，也能夠察覺雞隻是否因環境或其他因數而造成不適。圖 28 為飼料秤重系統，於飼料槽上方安裝 3 個荷重元，每 120 秒讀取飼料槽隻重量，根據所量測之飼料重量，能夠得知雞隻每天的進食量。

4.5.3 雞隻增重監測

一般雞舍都是以人工方式測量雞隻重量，但人工測量隻數有限，且沒辦法即時了解雞隻重量。如果過了育雛期(五周後)，雞的體重小於標準重量，代表飼養管理條件差；三天內雞隻如果體重沒有成長，就須注意雞隻是否感染疫病；雞隻重量如果高於標準重量許多，則說明飼料營養水平高於飼養標準，這樣也會導致肉的品質下降。圖 29 為生禾禾科技公司生產之雞隻秤重系統，最大量測重量為 35 kg，精確度 $\leq \pm 10 \text{ g}$ 。當秤盤上有墊料時能夠自動歸零，當秤盤上超過 1 隻雞時，秤重系統能夠將所測得之總重除以標準重，能夠得到秤盤上的雞隻總數及當前的重量，雞隻秤重是以立瑞畜產有限公司所提供的標準日齡體重來當作判斷的基礎。雞隻秤重系統每 1 秒得讀取 10 次量測值，將 30 秒內所測得的量測值除以測量次數，再將資料上傳。



圖 27、雞隻飲水監測



圖 28、雞隻飼料計量



圖 29、雞隻增重監測

第五章、智慧化土雞舍監控管理系統

5.1 雞舍現場環境控制

雞舍現場環控系統可以提供給雞隻一個良好的生長環境，藉此提升雞隻育成率，並且節省大量的管理人力。此系統將會依照土雞的飼養日齡，自動切換適合的飼養溫度控制，並可偵測有害氣體進行警報發送與緊急排除策略。圖 30 為雞舍現場系統主畫面，可透過主畫面得知禽舍內溫濕度、室外溫度、每日溫度(雞隻不同日齡適合之溫度)、雞隻日齡、雞舍前後溫差及系統日期時間。除此之外可以看到現場設備運轉之條件，以圖 30 為例，在雞隻日齡的 4 天時，雞舍內的溫度要維持於 34 °C，所以當室內溫度為 33 °C 時，加熱器就會啟動。但若是只注重保溫，會造成禽舍的通風量不足，因此風扇 1、2、9、10 皆是在運轉的狀態，確保雞隻有足夠的氧氣。以下將針對雞舍現場環控系統的其他功能進行介紹：

(1) 日齡溫度參數設定

以往飼養期間的溫度是由飼養者決定，若飼養者對於溫度的掌握度不夠了解，可能會造成飼養期間溫度過高或過低，因此可預先設定每日所需控制溫度範圍(圖 31)，當每日溫度設定為自動時，每天零點會進行設定，將雞隻日齡溫度自動帶入，降低使用者可能的疏失。

(2) 風扇參數設定

圖 32 為風扇參數設定，禽舍內是否有足夠的通風，也直接影響雞隻的生長發育，並與育成率密切相關。在正常通風的模式下，當設備設定為自動模式時，會自動帶入啟動溫差設定為新的設備啟動溫度。當設備設定為自動時，會以運轉時間與停止時間此設定為主。

(3) 噴霧及水濺參數設定

圖 33 為噴霧及水濺參數設定，在設定自動的情況下，當室內溫度高於噴霧啟動溫度設定值，就會啟動噴霧。當室內溼度超過噴霧停止濕度設定值，噴霧會自動停止，直到室內溼度降低。在正常模式與自動控制的狀態下，以運轉時間與

停止時間來控制噴霧間歇運轉，當運轉時間設定為 0，設備將停止運轉；當停止時間設定為 0，設備將持續運轉。當噴霧因為濕度原因停止時，濕度需降到噴霧停止濕度減噴霧磁滯濕度以下才會重新開啟噴霧。在設定自動的情況下，當室內溫度高於水濺啟動溫度設定值，就會啟動水濺。當室內溼度超過水濺停止濕度設定值，水濺會自動停止，直到室內溼度降低。當水濺因為濕度原因停止時，濕度需降到 水濺停止濕度減水濺磁滯濕度以下才會重新開啟水濺。

(4) 溫度警報參數設定

圖 34 為溫度警報參數設定，當室內溫度超過高溫警報及低溫警報設定值會發出警報。當室內溫度超過超高溫警報設定值會發出警報，並且延長噴霧運轉時間。當室內溫度低於超低溫警報設定值會發出警報，並改變風扇 9/風扇 10 的運轉時間。

(5) 氣體警報參數設定

在小雞時期，當溫度低於判斷溫度設定值時(圖 35)，不因為氣體超標而改變設備控制參數，若當氣體濃度超過氣體濃度超標 1 設定值時，系統會發出警報。直到當氣體濃度超過氣體濃度超標 2 設定值時，系統除了發出警報，將會依右側的設備狀態設定改變設備控制的參數，並且依運轉時間與停止時間設定修正設備運轉與停止時間。

在中大雞時期，當溫度低於判斷溫度設定值時(圖 36)，不因為氣體超標而改變設備控制參數，若當氣體濃度超過氣體濃度超標 1 設定值時，系統會發出警報。當氣體濃度超過氣體濃度超標 2 設定值時，系統除了發出警報，會依右側的設備狀態設定改變設備控制參數，並且會依運轉時間與停止時間設定修正設備運轉與停止時間。

(6) 手動設定

雞舍現場環控系统具有手動設定功能，可針對單一設備進行手動與自動切換，增加場區控制的靈活度(圖 37)。



圖 30、雞舍現場環控系統主畫面

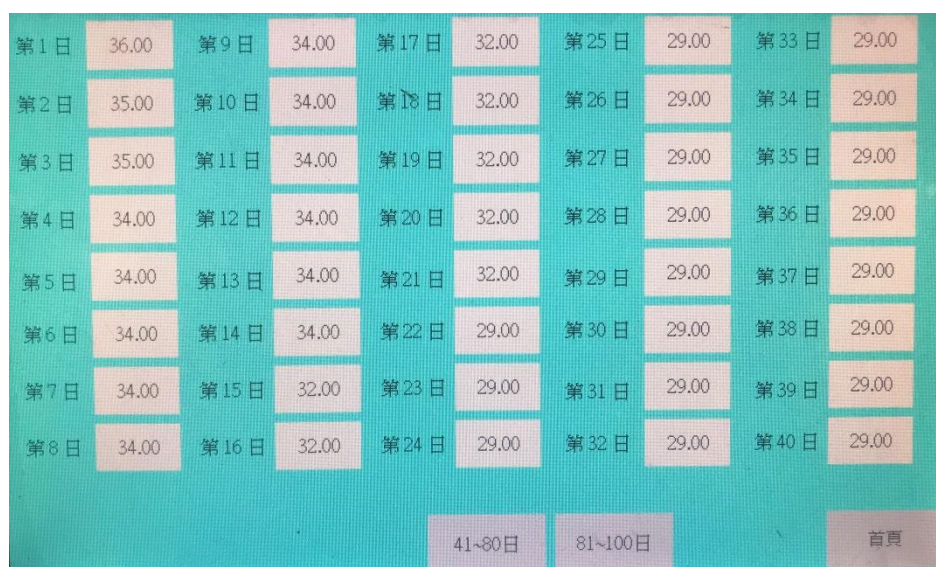


圖 31、土雞飼養期間每日的溫度設定

風扇參數設定_正常模式

	啟動溫差	運轉時間(秒)	停止時間(秒)
風扇1	2.00	120	0
風扇2	2.00	120	0
風扇3	2.50		
風扇4	2.00		
風扇5	2.00		

	啟動溫差	運轉時間(秒)	停止時間(秒)
風扇6	2.00		
風扇7	2.00		
風扇8	2.00		
風扇9	1.00	30	0
風扇10	1.50	30	0

[回上層](#)
[首頁](#)

圖 32、雞舍環控系統風扇參數設定

噴霧 及 水濺參數設定

噴霧

噴霧啟動溫度	40.00
噴霧停止濕度	101.00
運轉時間(秒)	60
停止時間(秒)	30
噴霧磁滯濕度	0.50

水濺

水濺啟動溫度	42.00
水濺停止濕度	101.00
水濺磁滯濕度	1.00

[回上層](#)
[首頁](#)

圖 33、雞舍環控系統噴霧及水濺參數設定

溫度警報參數設定

高溫警報	38.50
超高溫警報	42.50
運轉時間(秒)	停止時間(秒)
噴霧	90 10

低溫警報	31.00
超低溫警報	28.00
運轉時間(秒)	停止時間(秒)
風扇9	20 0
風扇10	20 0

回上層 首頁

圖 34、雞舍環控系統溫度警報參數設定

氣體警報參數設定_小雞

氣體濃度超標 1	
一氧化碳	100.0
二氧化碳	5000
氨氣	100.0

氣體濃度超標 2	
一氧化碳	100.0
二氧化碳	8000
氨氣	100.0

溫度高於 50.00 進行氣體判斷
氣體超標時啟動下列控制

運轉時間(秒)	停止時間(秒)	運轉時間(秒)	停止時間(秒)
風扇1_關閉	30 60	風扇6_關閉	
風扇2_關閉	30 60	風扇7_關閉	
風扇3_關閉		風扇8_關閉	
風扇4_關閉		風扇9_關閉	30 60
風扇5_關閉		風扇10_關閉	30 60

回上層 首頁

圖 35、雞舍環控系統氣體警報參數設定(小雞時期)

氣體警報參數設定_中大雞

氣體濃度超標 1

一氧化碳	100.0
二氧化碳	5000
氨氣	100.0

氣體濃度超標 2

一氧化碳	100.0
二氧化碳	8000
氨氣	100.0

溫度高於 50.00 進行氣體判斷

氣體超標時啟動下列控制

	運轉時間(秒)	停止時間(秒)		運轉時間(秒)	停止時間(秒)
風扇1_關閉	80	0	風扇6_關閉		
風扇2_關閉	80	0	風扇7_關閉		
風扇3_關閉			風扇8_關閉		
風扇4_關閉			風扇9_關閉	60	0
風扇5_關閉			風扇10_關閉	60	0

[回上層](#)
[首頁](#)

圖 36、雞舍環控系統氣體警報參數設定(中大雞時期)

手動設定

風扇1 自動	風扇6 自動	加熱器 自動	室外溫度 自動
風扇2 自動	風扇7 自動	噴霧 自動	室內溫度 自動
風扇3 自動	風扇8 自動	水濺 自動	室內濕度 自動
風扇4 自動	風扇9 自動		每日溫度 自動
風扇5 自動	風扇10 自動		

關閉

圖 37、雞舍環控系統手動設定畫面

5.2 遠端網路監控與管理

網絡監控管理系統使用 MySQL 資料庫，儲存感測器的數據，使用者除了透過網頁查看雞舍飼養情形，也能夠下載 APP，使用手機查看。以下針對網頁及 APP 進行功能介紹：

(1) 網頁版

使用者可選擇廠區總覽即可看到所有的廠區(圖 38)，此頁面彙整了最新飼養週期的毛雞重、增重、雞隻數量以及室內溫度。並可使用右上角的條件篩選，篩選重量範圍、或隱藏已出雞廠。

首頁上方處可切換廠區的功能：首頁、飼養週期、標準表、統計圖表、曲線圖、現場裝置，左邊為最新資訊面板，右邊為手抄記錄面板(圖 39)。最新資訊面板上方顯示飼養開始日期、飼養天數、預計結束日期、以及最新紀錄日期，中間為圖表區，呈現每日的毛雞重、增重與標準重分布，下方為當日重點參數（毛雞重、溫度等）。手抄記錄面板供使用者填寫每天需要手動記錄的參數，如死亡數與淘汰數，下方如溫度、吃料量、飲水量，可搭配智慧化密閉式土雞禽舍，自動記錄相關數據。

圖 40 為飼養週期，提供使用者設定每一次飼養週期的相關資訊，每一次進雞，皆需至此分頁進行設定，才能讓軟體自動進行數據分析作業。圖 41 為日報表，是以飼養週期為單位，挑選想要檢視的週期，將會列出週期中每一日齡的資料。

將感測器與秤重資料以曲線圖的方式呈現(圖 42)，系統提供使用者挑選不同的參數進行堆疊分析。在檢視週期可挑選不指定飼養週期或指定特定週期的檢視模式。左側可挑選不同的感測參數供顯示堆疊，在圖中按住滑鼠左鍵後移動，可自訂選擇時間區間範圍。

現場裝置分頁呈現的是現場所有的感應器，使用者能夠檢視每一個感應器的即時資訊與狀態(圖 43)。

(2) APP

圖 44 為 APP 首頁，顯示目前飼養的最新週期，以及雞隻的毛雞重、增重等資訊。在首頁左上方點開來，能夠選擇 APP 其他的功能，如圖 45。若同一位用戶有多個簽約場區的狀況，僅須一組帳號即可切換各個廠區查看情況。

日報表分頁是以飼養週期為單位(圖 46)，挑選想要檢視的週期，將會列出週期中每一日齡的資料。選擇右上方的小日曆，即可查看不同飼養週期的日報表。

曲線圖分頁提供使用者挑選不同的參數進行堆疊分析(圖 47)。在下方週期可挑選不指定飼養週期、或指定特定週期的檢視模式。可挑選不同的感測參數供顯示堆疊。於選擇日期介面，可自訂選擇時間區間範圍，查看禽舍內的飼養參數。

感測器分頁呈現的是現場所有的感應器，使用者能夠檢視每一個感應器的即時資訊與狀態(圖 48)。

點選設備分頁能夠更改日齡溫度，若飼養管理者不在現場，卻想修正原本設定的日齡溫度，只要使用 APP，即可遠端更改溫度參數，雞舍現場端將會根據使用者所更改之溫度進行控制。



場區	最新飼養週期	毛雞重	增重	飼料飲水比	健康隻數	室內溫度
立瑞畜產有限公司-彰化二林廠	2019-06-12 58 / 90 天 2019-09-09	2154.93 g	49.94 g		7000	27.8 / 33.8
立瑞畜產有限公司-新莊第一棟	2019-05-22 79 / 90 天 2019-08-19	3526.49 g		0.3	14813	28.9 / 34.1
立瑞畜產有限公司-新莊第三棟	2019-05-22 79 / 90 天 2019-08-19	3266.05 g	66.47 g		16328	28.6 / 34.7
立瑞畜產有限公司-新莊第二棟	2019-05-22 79 / 90 天 2019-08-19	2943.92 g	12.38 g	0.2	15696	5 / 36.4

圖 38、網絡監控管理系統廠區總覽



圖 39、網絡監控管理系統 Web 首頁

首頁 飼養週期 標準表 日報表 曲線圖 現場裝置 關於

	開始日期	結束日期	飼養天數	種雞來源	額定進雞數量	實際進雞數量	雞雞重量	用藥檢測合格日期	每日結算時間
Q	2019-02-12	2019-05-02	80	仿土雞經驗法則標準表	7600	7600	42	0000-00-00	00:00
Q	2018-10-24	2019-01-11	80	仿土雞經驗法則標準表	6900	6900	42		00:00
Q	2018-07-01	2018-09-23	85	仿土雞經驗法則標準表	6000	6000	42	0000-00-00	00:00
Q	2018-01-31	2018-04-25	85	仿土雞經驗法則標準表	7000	7100	42		00:00
Q	2017-10-20	2018-01-17	90	仿土雞經驗法則標準表	6000	6120	42		06:00

圖 40、網絡監控管理系統飼養週期新增畫面

首頁

飼養週期

標準表

日報表

曲線圖

現場裝置

關於

瀏覽本場區的數據日報表

週期吃料累計67396

週期叫料累計0

檢視週期:

2019-05-22 ~ 2019-08-19

日期	日齡	毛雞重	標準重	增重	秤重隻數	累計隻數	手磅重里	手磅隻數	死亡	淘汰	育成率	換肉率	飼料糞	日吃料	標準料	水糞比	日飲水	飼料飲水比	用藥紀錄	用藥成本	最高溫
2019-08-02	73	3245.19	2645	21.58	274	33976					92.58%	1.19	30726	684	0	746610	4280	0.2			35.2
2019-08-01	72	3223.61	2522	102.02	523	33702					92.58%	1.21	30042	723	0	742330	3234	0.2			33.9
2019-07-31	71	3121.59	2399	48.77	530	33179					92.58%	1.22	29319	428	0	739096	3523	0.1			34.9
2019-07-30	70	3072.82	2339	42.06	472	32649					92.58%	1.22	28890	590	225	735573	3660	0.2			35.9
2019-07-29	69	3030.76	2279	110.68	440	32177					92.58%	1.24	28300	677	227	731913	3965	0.2			34.9
2019-07-28	68	2920.08	2219	22.56	486	31737					92.58%	1.25	27624	1248	229	727948	3779	0.3			34.1
2019-07-27	67	2897.52	2159	73.18	573	31251					92.58%	1.25	26376	0	231	724169	3168	0			33.9
2019-07-26	66	2824.34	2099	34.27	418	30678					92.58%	1.27	25784	620	232	721001	3476	0.2			34
2019-07-25	65	2790.07	2039	110.03	345	30260					92.58%	1.29	25164	572	234	717525	3808	0.2			33.9
2019-07-24	64	2680.04	1979	18.96	344	29915					92.58%	1.3	24592	317	235	713717	3589	0.1			33.9
2019-07-23	63	2661.08	1919	87.07	301	29571					92.58%	1.34	24274	1012	236	710128	3418	0.3			32.9
2019-07-22	62	2574.01	1859	47.08	280	29270					92.58%	1.33	23263	1117	237	706710	3407	0.3			34
2019-07-21	61	2526.93	1799	122.79	279	28990					92.58%	1.36	22146	644	237	703303	3577	0.2			34.9
2019-07-20	60	2404.14	1724	60.23	141	28711					92.58%	1.38	21502	834	237	699726	3460	0.2			32.9
2019-07-19	59	2343.91	1649	92.07	245	28570					92.58%	1.4	20668	7874	238	696266	3351	2.3			33.9
2019-07-18	58	2251.84	1574	142.75	273	28325					92.58%	1.23	12794	6777	237	692915	3544	1.9			33.9
2019-07-17	57	2107.52	1499	0	365	28052			21	0	92.58%	1.04	6016	356	237	689371	3288	0.1	0		34.9
2019-07-16	56	2109.09	1475	39.33	349	27687			13	0	92.71%	1.05	5660	2169	237	686083	3388	0.6	0		35.9
2019-07-15	55	2069.76	1451	40.85	321	27338			10	0	92.79%	0.99	3491	143	236	682695	3166	0	0		34.9

圖 41、網絡監控管理系統日報表

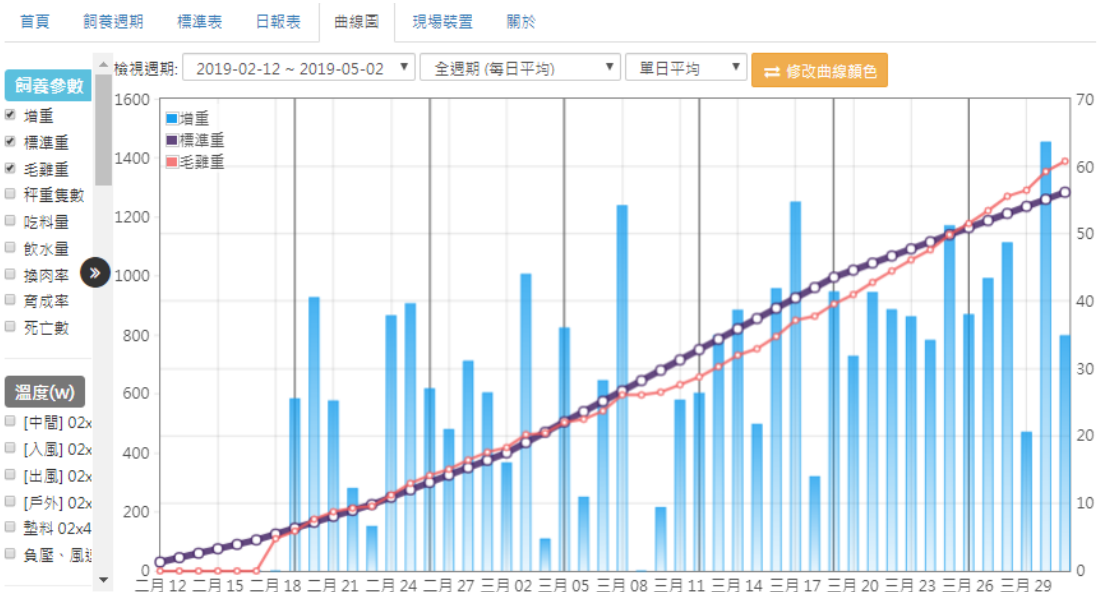


圖 42、網絡監控管理系統曲線圖

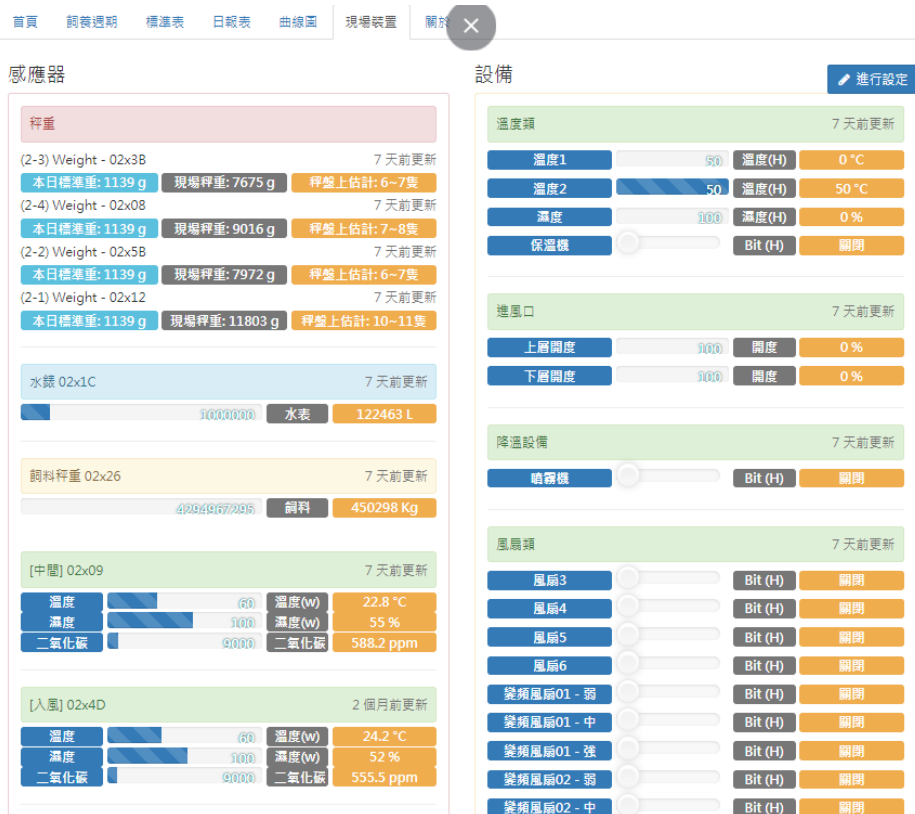


圖 43、網絡監控管理系統現場裝置狀態



圖 44、網絡監控管理系統 APP 首頁



圖 45、網絡監控管理系統 APP 功能選單

日期(日齡)	毛雞重	標準重	增重	均勻度
2019-03-02 (75)	2889.63	2891	73.72	68.83
2019-03-01 (74)	2815.91	2768	0	68.93
2019-02-28 (73)	2815.91	2645	52.61	68.2
2019-02-27 (72)	2763.3	2522	46.26	70.53
2019-02-26 (71)	2717.04	2399	54.28	66.95
2019-02-25 (70)	2662.76	2339	93.86	67.17
2019-02-24 (69)	2568.9	2279	22.55	68.04
2019-02-23 (68)	2546.35	2219	66.44	67.45
2019-02-22 (67)	2479.91	2159	76.48	68.74
2019-02-21 (66)	2403.43	2099	128.89	68.24
2019-02-20 (65)	2274.54	2039	25.24	67.9
2019-02-19 (64)	2249.3	1979	72.09	68.89
2019-02-18 (63)	2177.21	1919	42.8	70.01
2019-02-17 (62)	2134.41	1859	46.26	69.93

圖 46、網絡監控管理系統
APP 日報表

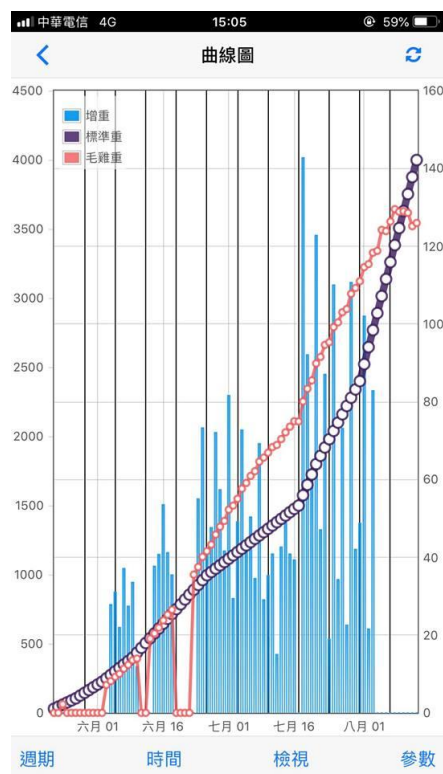


圖 47、網絡監控管理系統
APP 曲線圖

感測器	
- 啟動風扇4	1
AI	
- 加熱器啟動溫度	2500
- 設定溫度(XX.XX)	2400
- 室內溫度(XX.XX)	2770
- 低溫1_設定	3200
- 前後溫差	9999
溫度(w)	
[中間]02x6A - 溫度	27.9 °C
[入風]02x91 - 溫度	27.1 °C
[出風]02x7F - 溫度	27.3 °C
[戶外]02x5F - 溫度	24.3 °C
濕度(w)	
[中間]02x6A - 濕度	59 %
[入風]02x91 - 濕度	66 %

圖 48、網絡監控管理系統 APP 感測器狀態畫面

5.3 環境與飼養資料統計與分析

以飼養週期 2018/09/12~2018/12/10 為例，在飼養期間內，雞舍環境溫度有維持適合雞隻生長的溫度範圍。臺灣冬天日夜溫差大，透過智慧化環控系統能夠讓雞舍的溫度較為穩定，減少雞隻冷熱緊迫。圖 49 為禽舍室內溫度與系統設定溫度曲線圖，綠色曲線為系統設定溫度，紫色曲線為禽舍室內溫度，可以看出禽舍的室內溫度維持在設定的溫度範圍內。圖 50 為禽舍室內及室外溫度曲線圖，藍色曲線為禽舍室外溫度，紅色為禽舍內溫度，可以由室外的溫度曲線看出日夜溫差差距甚大，但紅色曲線所代表的禽舍內溫度起伏比較沒有那麼大。透過智慧化環控系統讓禽舍內日夜溫差起伏較小，給予雞隻良好穩定的生活環境。

圖 51 為禽舍內二氧化碳濃度曲線圖，在飼養期間內，有少數幾段時間二氧化碳濃度是超出於 2,000ppm。由數據紀錄可以發現，二氧化碳濃度偏高的時期大多於凌晨以及半夜等時段，皆屬飼養管理人員下班或是休息的時間。圖 52 為禽舍內二氧化碳濃度與風扇開關曲線圖，紅色曲線為二氧化碳濃度，紫色為風扇的運轉狀態(2 為開啟，1 為關閉)，透過智能化系統，禽舍的風扇會進行間歇運轉，讓雞舍內的二氧化碳濃度逐漸下降，避免因雞舍的通風量不足，導致雞隻死亡。

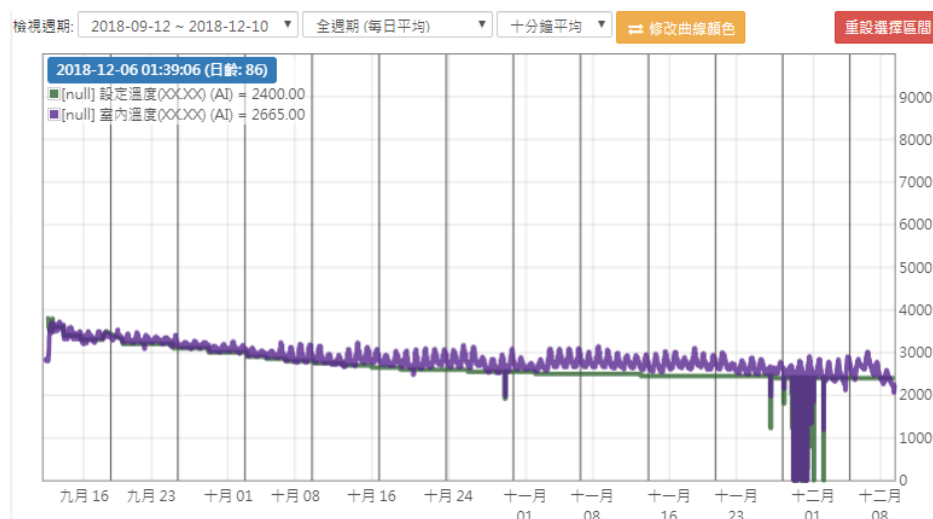


圖 49、禽舍室內溫度及系統設定溫度曲線圖

紅色為禽舍內溫度
藍色為禽舍戶外溫度

⇌ 切換場區

首頁 飼養週期 標準表 日報表 曲線圖 現場裝置 關於

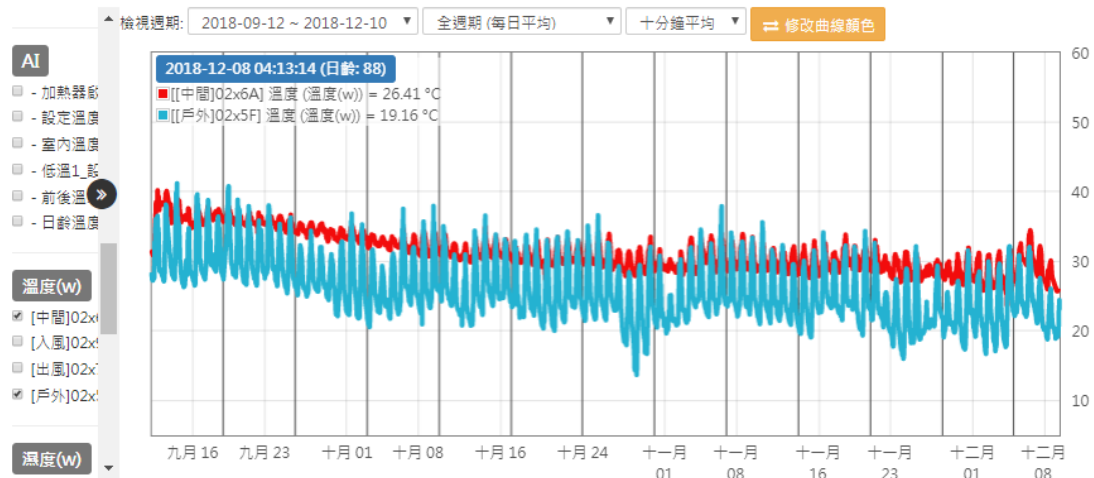


圖 50、禽舍室內及室外溫度曲線圖

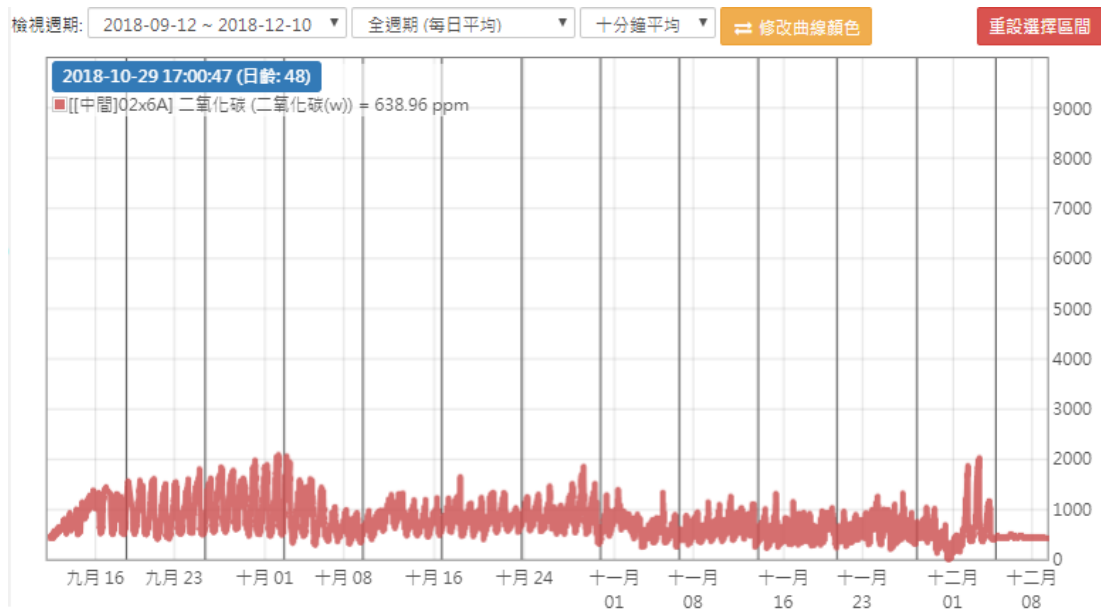


圖 51、禽舍內二氧化碳濃度曲線圖

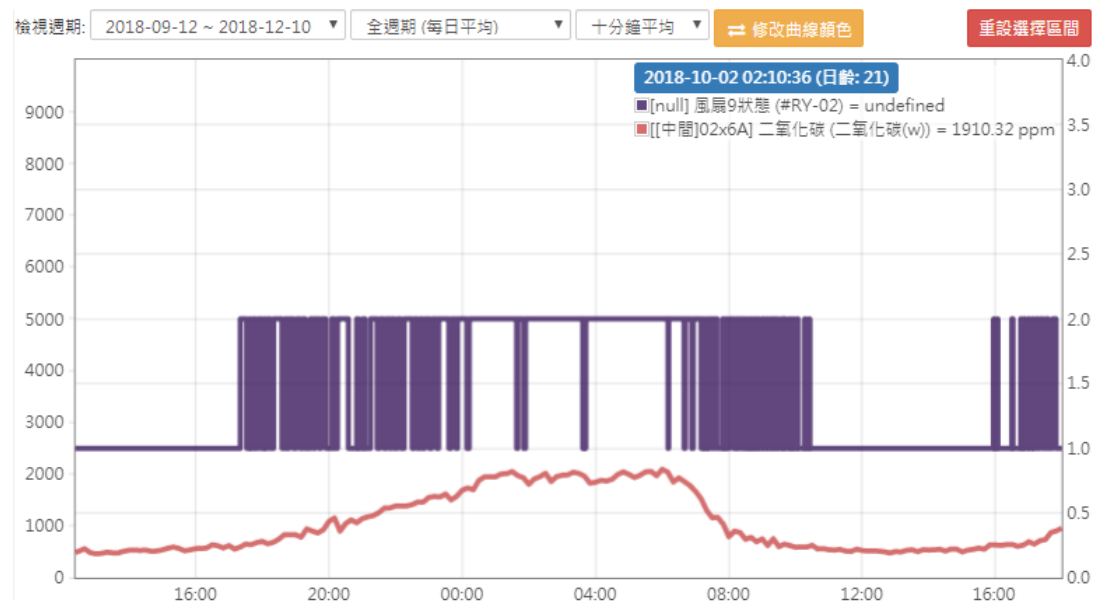


圖 52、禽舍內二氧化碳濃度與風扇運轉狀態曲線圖

第六章、土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析說明

隨著科技的快速發展，經濟產業的經營模式也隨之改變，特別近年來在 IOT，AI 以及大數據平台的應用與建構之下，已經對生產與消費的行為模式有了轉變，其中建立禽舍監控管理系統就是明顯的趨勢之一。過去產業的發展模式已經逐漸無法因應新時代的需求，永續經營需要與時俱進。

另一方面，當利用資訊與科技設備的結合為家禽產業帶來經營利益之際，如何妥善的規劃與管理攸關將來的經營成果。換言之，妥善的「規劃與管理」需要有一套的評估標準，而首先面臨的問題在於能否通過成本與效益兩者之間合理利潤的要求，成本效益分析就成為一項計畫投資之前的評估方法。

本章節建立在「土雞飼養」與「土雞禽舍監控管理系統」的生產與科技技術的投資評估，以成本效益分析評估這項投資的可行性，作為經營決策的一環，這將有助於土雞產業未來的發展與經營。

6.1 成本效益分析

本章節所規劃土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統所需之投資金額，會因實際推動的規模大小的差異而有所不同，有分成「大規模、中規模及小規模」等不同禽舍模組。所以本章節在土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析上也需針對不同的飼養規模進行評估。一般而言對一項投資的成本效益評估的分析角度都常以「財務學」理論的財務變數指標建立分析模型，評估是否適合投資。蒐集過去文獻資料建立土雞以及水禽舍的監控管理系統成本效益分析模型，一般而言可以分成以下三種計算方式。

1. 成本效益分析方法

(a) 淨現值 (Net Present Value, NPV) 法

針對智慧化的土雞以及水禽舍的監控管理系統成本效益分析可以採用淨現值 (Net Present Value, NPV) 法。NPV 的計算方法是將各年的淨收益(=總收入扣除總成本後的差額)以現值方式加總，推估方式如下式：

$$NPV = \sum_{t=0}^n [(R_t - C_t) / (1 + i)^t]$$

其中，NPV 為經濟淨現值； R_t 為第 t 年的產出效益； C_t 為第 t 年的投入成本； i 為折現率； t 為設置以及營運年期； n 為評估期間。其中之折現率是指不同年期之成本及效益，轉換成同一年價值的轉換率，可以參考中央部會所編著的「公共建設計畫財務評估中折現率如何訂定之研究」之折現率評估建議值以及比較最近幾年各項交通建設計畫之經濟效益分析作為設定之基礎。

(b)內部報酬率法(Internal Rate of Return, IRR)

以內部之報酬率之折現將投資的淨現值設定等於零，再利用內插補法得出內部報酬率，當投資案的內部報酬率大於報酬率門檻時，表示可以接受該投資案的評估方法。

$$NPV = CF_0 + \left\{ \frac{(CF_1)}{(1+d)^1} + \frac{(CF_2)}{(1+d)^2} + \cdots + \frac{(CF_n)}{(1+d)^n} \right\} = 0$$

其中， CF_t 表示第 t 年的淨現金流量(t 為年期)，亦即現金流入扣除現金流出的部份。 d 為 NPV 為 0 時的折現率，即 IRR。 n 為評估期間。當 IRR 大於計畫所要求之報酬率或資金成本時，表示該活動計畫之淨現值大於 0，可以推動該計畫。

(c)現值指數法 (Present Value Index, PVI)

現值指數也稱獲利指數(Profitability Index)，即現值指數 $PVI = \text{未來現金流入量的總現值} \div \text{原始投資額}$

NPV 為正的投資其獲利指數一定會大於 1。

NPV 為負的投資其獲利指數一定會小於 1。

傳統財務分析雖然有各種方法可以評估，且每種方法各有其優缺點，而成本效益分析以淨現值的方法被視為最可靠的指標。因此本計畫為了使評估更具客觀，將採用比較通用的淨現值法作為評估土雞禽舍監控管理系統之成本效益。

2. 成本效益分析之前的準備

(1) 成本效益分析步驟

在土雞禽舍監控管理系統建置之前應該確認投資的經濟效益，透過成本效益分析並評估是否值得投資，其步驟可分為：

步驟一：土雞禽舍監控管理系統設置的識別階段：先確立判斷某一項目是否可以達到投資所期待之目標。

步驟二：透過調查階段作為掌握能否能實現生產之經營目標，飼養戶應檢討各項可能的土雞禽舍監控管理系統的投資內容。

步驟三：在收集各種相關信息階段以獲取有關土雞禽舍監控管理系統的各種設備之購置，從中選擇符合經營目標所設定的投資資料。

步驟四：接下來，進入設置土雞禽舍監控管理系統之建置與運作的評估階段，首先選擇定量財務指標與非財務指標的量化分析以及質性指標的分析，分別各採用不同的指標與分析方法。由於質性指標關係到組織管理人或飼養戶的判斷決，當面臨最終決策時，質性的因素占了很大比重，因此這將會影響到決定投資項目與計畫方案的選擇排序。

步驟五：進入土雞禽舍監控管理系統設置的最後決策階段。

由上的的五個步驟，土雞禽舍監控管理系統的投資評估決定可以建立在上述次序為依據，但還需視飼養戶的財務狀況，生產規模或是區域等各種限制條件之情況而定。

(2) 成本效益分析設定

淨現值 (Net Present Value, NPV) 評價方法，是將未來的時間價值納入考慮的評價方法，也稱為貼現現金流量分析技術法。我們生活的現實中，往往許多項目的建設與投資期間可橫跨幾個年期，所以無法將任何一個項目的投資成本和未來收益直接加總，必須先將未來的貨幣時間價值考慮進去，分成不同時點的成本與收益，並按一定的貼現率換算成同一時點的成本與收益進行投資的成本效益。因此，當成本效益分析之前必須先行確定關於幾項參數的設定。

A 評估期間：

一項設備投資涵蓋了固定成本與變動成本，不同產業投資計畫案的使用年限存在很大的差異。土雞禽舍監控管理系統的評估年限設定 30 年，這是經過文獻資料與實地參訪業者的調查結果的數據。

B 折現率(discount rate)：

折現率代表計畫方案在未來的使用年限內的預期總收益換算成現在價值的比率，也就是在「經過折現計算後」的整體淨效益。所以折現率的設定將關係到「經過折現計算後」的預期總收益，折現率越高(越低)，總效益則越低(越高)，淨現值則越少(越多)，那麼折現率如何設定並沒有一定的標準。一般而言，折現率的設定水準與計畫投資案的性質有關，參考政府公布的『促進民間參與公共建設法』(簡稱促參法)可分成「社會經濟效益型」、「社會企業型」以及「公益事業型」。不同政策的計畫投資型態將影響折現率的設定水準。

另外，依據中央編制的《公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊》，公共建設計畫社會折現率之設定基準，有政府借款利率、社會機會成本率或是民營企業內部報酬率，其中常以政府借款利率作為成本效益分析之貼現率，又以中長期公債平均殖利率最為普遍。本章節綜合參考上述的意見與現在銀行之間的存放款利率水準分別設定為 0.01(1%)與 0.03(3%)分別推估成本效益。

因此，以淨現值法(NPV)推估土雞禽舍監控管理系統的成本效益需考量原物料市場價格的波動，連帶影響國內物價水準。基於此，計算監控管理系統建置與土雞飼養的成本效益將會考慮物價產生的成本與土雞價格的影響因素。

6.2 成本效益分析的實例

本計畫之監控管理系統建置與土雞飼養的成本效益分析分成兩種，分別為土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本效益評估；包含飼料節省之土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本效益評估。

6.2.1 土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本效益評估

本計畫將土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析分為三種型態，分別為「大規模土雞飼養禽舍」(51,000 隻/年)、「中規模土雞飼養禽舍」(30,000 隻/年)以及

「小規模土雞飼養禽舍」(15,000 隻/年)。在這三種型態的禽舍建置上，又將因不同的建置內容成本上也各自不同，整理如表 1 所示。

表 1、飼養規模的土雞禽舍監控管理系統成本與飼養淨收益

項目 \ 規模	大規模	中規模	小規模
飼養面積	長 108.7m*寬 15m (約 494 坪)	長 63.94m*寬 15m (約 290.6 坪)	長 31.97m*寬 15m (約 145.3 坪)
飼養密度	10 隻/m ²	10 隻/m ²	10 隻/m ²
飼養規模	51,000 隻/年	30,000 隻/年	15,000 隻/年
系統總成本, 元	4,659,022	3,235,758	2,419,740
A 禽舍基礎建設相關材料費用, 元	2,417,500	1,264,291	632,146
B 噴霧系統, 元	265,272	184,847	136,424
C 負壓系統, 元	555,660	555,660	555,660
D 給水系統, 元	241,960	241,960	241,960
E 給飼系統, 元	460,530	270,900	135,450
F 禽舍設備, 元	590,600	590,600	590,600
G 管理室, 元	127,500	127,500	127,500

資料來源：土雞的淨收益由農委會資料計算得出。

以下以淨現值法推估土雞禽舍監控管理系統的成本效益，考量近年國際原物料市場價格的波動，連帶影響國內物價水準。基於此，計算監控管理系統建置與土雞飼養的淨收益以每年增加 1%作為基礎，故 $R_t - C_t$ 產生該年度的淨收益從第一年的 691,560 元提高到第 30 年的 922,890 元。依不同的社會折現率($i=0.01$ 與 $=0.03$)分別計算淨現值，結果如表 2。

表 2、飼養規模(51,000 隻)的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析(1)

年期(t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 ($i=0.01$) 單位:元	淨現值 ($i=0.03$) 單位:元	備註
1	691,560	691,560	691,560	
2	698,476	691,560	678,132	
3	705,460	691,560	664,964	
4	712,515	691,561	652,068	
5	719,640	691,563	639,396	

6	726,837	691,567	626,962	
7	734,105	691,573	614,777	i=0.01，第 7 年回收成本 (4,659,022 元；4,840,944 元)
8	741,446	691,583	602,851	i=0.03，第 8 年回收成本 (4,659,022 元；5,170,709 元)
9	748,860	691,532	591,143	
10	756,349	691,551	579,667	
11	763,912	691,573	568,429	
12	771,552	691,541	557,399	
13	779,267	691,575	546,547	
14	787,060	691,556	535,962	
15	794,930	691,544	525,539	
16	802,880	691,542	515,327	
17	810,908	691,547	505,333	
18	819,018	691,563	495,534	
19	827,208	691,588	485,907	
20	835,480	691,565	476,464	
21	843,835	691,555	467,214	
22	852,273	691,556	458,137	
23	860,796	691,569	449,244	
24	869,404	691,540	440,517	
25	878,098	691,579	431,965	
26	886,879	691,578	423,574	
27	895,747	691,536	415,351	
28	904,705	691,565	407,286	
29	913,752	691,555	399,385	
30	922,890	691,562	391,619	

初期土雞禽舍監控管理系統建置產生的淨現值可知，社會折現率(i)=0.01 所估算累積第 7 年的淨現值總額已經超過「大規模土雞飼養禽舍」的建置成本 4,659,022 元，意味著回收成本之後的第 8 年開始此型態的土雞飼養可以開始獲得更多的利潤。而在社會折現率(i)=0.03 時的淨現值總額在第 8 年也超過建置成本，第 9 年起可以開始有超額利潤產生。

表 3、飼養規模(30,000 隻)的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析(2)

年期(t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 ($i=0.01$) 單位:元	淨現值 ($i=0.03$) 單位:元	備註
1	406,800	406,800	406,800	
2	410,868	406,800	398,901	
3	414,977	406,800	391,155	
4	419,126	406,800	383,570	
5	423,318	406,802	376,115	
6	427,551	406,804	368,801	
7	431,826	406,808	361,633	
8	436,145	406,813	354,618	$i=0.01$ ，第 8 年回收成本 (3,235,758 元；3,254,427 元)
9	440,506	406,784	347,731	$i=0.03$ ，第 9 年回收成本 (3,235,758 元；3,389,324 元)
10	444,911	406,795	340,980	
11	449,360	406,808	334,370	
12	453,854	406,788	327,882	
13	458,392	406,809	321,498	
14	462,976	406,798	315,272	
15	467,606	406,791	309,141	
16	472,282	406,789	303,134	
17	477,005	406,793	297,255	
18	481,775	406,802	291,490	
19	486,593	406,816	285,828	
20	491,459	406,803	280,273	
21	496,373	406,797	274,832	
22	501,337	406,797	269,493	
23	506,350	406,805	264,261	
24	511,414	406,788	259,127	
25	516,528	406,811	254,097	
26	521,693	406,810	249,161	
27	526,910	406,786	244,325	
28	532,179	406,803	239,580	
29	537,501	406,797	234,932	
30	542,876	406,801	230,364	

而在「中規模土雞飼養禽舍」的成本效益由表 3 的推估數據來看，當折現率為 $i=0.01$ 時，累積到第 8 年的淨現值總額(3,254,427 元)超過「中規模土雞飼養禽舍」的建置成本 3,235,758 元，意味著回收成本之後的第 9 年開始此型態的土雞飼養將可以開始獲得更多的利潤，但是比起「大規模土雞飼養禽舍」的成本回收慢了 2 年。另一方面，當折現率 $i=0.03$ 時的淨現值總額(3,389,324 元)在第 9 年才超過建置成本，第 10 年起才開始有超額利潤的產生。

表 4、飼養規模(15,000 隻)的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析(3)

年期 (t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 ($i=0.01$) 單位:元	淨現值 ($i=0.03$) 單位:元	備註
1	203,400	203,400	203,400	
2	205,434	203,400	199,450	
3	207,488	203,400	195,578	
4	209,563	203,400	191,785	
5	211,659	203,401	188,058	
6	213,775	203,402	184,400	
7	215,913	203,404	180,817	
8	218,072	203,407	177,309	
9	220,253	203,392	173,866	
10	222,456	203,397	170,490	
11	224,680	203,404	167,185	
12	226,927	203,394	163,941	$i=0.01$ ，第 12 年回收成本 (2,419,740 元; 2,440,801 元)
13	229,196	203,405	160,749	
14	231,488	203,399	157,636	$i=0.03$ ，第 14 年回收成本 (2,419,740 元; 2,514,664 元)
15	233,803	203,395	154,570	
16	236,141	203,395	151,567	
17	238,502	203,396	148,627	
18	240,888	203,401	145,745	
19	243,296	203,408	142,914	
20	245,729	203,402	140,137	
21	248,187	203,398	137,416	
22	250,669	203,399	134,746	

23	253,175	203,403	132,130	
24	255,707	203,394	129,564	
25	258,264	203,406	127,048	
26	260,847	203,405	124,581	
27	263,455	203,393	122,162	
28	266,090	203,401	119,790	
29	268,751	203,399	117,466	
30	271,438	203,401	115,182	

最後，推估「小規模土雞飼養禽舍」的成本效益，結果如表 4 所示。當折現率為(i)=0.01 時，累積到第 12 年的淨現值總額(2,440,801 元)才能超過「小規模土雞飼養禽舍」的建置成本 2,419,740 元，使得回收成本必須在第 12 年之後才開始將開始累積的利潤，但是比起「大規模土雞飼養禽舍」的成本回收慢了 5 年，比「中規模土雞飼養禽舍」也慢了將近 4 年。另一方面，當折現率(i)=0.03 時的淨現值總額(2,514,664 元)在第 14 年才超過建置成本，距離估算設定期間還有 16 年起開始有超額利潤的產生。

從上述的成本效益分析土雞禽舍監控管理系統的投資效率可知，土雞飼養的規模越大將可以越快回收成本累積更多的利益。這可以從表 5 的數據得知。

表 5、飼養規模的土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析(4)

30 年限計算	大規模 淨收益	大規模 0.01	大規模 0.03	中規模 淨收益	中規模 0.01	中規模 0.03	小規模 淨收益	小規模 0.01	小規模 0.03
合計，元	24,055,842	20,746,799	15,838,253	14,150,491	12,203,998	9,316,619	7,075,246	6,102,001	4,658,309
報酬倍數	5.16	4.45	3.40	4.37	3.77	2.88	2.92	2.52	1.93
平均淨收益，元	801,861	691,560	527,942	471,683	406,800	310,554	235,842	203,400	155,277
平均報酬率，%	17.21%	14.84%	11.33%	14.58%	12.57%	9.60%	9.75%	8.41%	6.42%

註：淨收益表示不考慮折現率情況下。

土雞禽舍監控管理系統建置產生的淨收益以「大規模土雞飼養禽舍」最佳(24,055,842 元)，其次為「中規模土雞飼養禽舍」的 14,150,491 元，最少為「小

規模土雞飼養禽舍」的 7,075,246 元。另外在不考慮折現率的情況下，比較三種不同規模的平均報酬率，「大規模土雞飼養禽舍」、「中規模土雞飼養禽舍」以及「小規模土雞飼養禽舍」分別為 17.21%、14.58%以及 9.75%。顯示禽舍監控管理系統投資的收益水準受到土雞飼養規模大小的影響。

6.2.1 包含飼料節省的土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的投資與成本效益評估

當禽舍監控管理系統節省飼料 3%情況下之成本效益的評估結果如表 6～表 9。從表 6 可知，包含飼料節省 3%時的初期土雞禽舍監控管理系統建置產生的淨現值可知，社會折現率(i)=0.01 所估算累積第 7 年的淨現值總額已經 5,381,734 元，超過「大規模土雞飼養禽舍」的建置成本 4,659,022 元，從第 8 年開始回收成本。土雞飼養可以開始獲得更多的利潤。同時在社會折現率(i)=0.03 時的淨現值總額也在第 7 年也超過建置成本的 5,127,147 元，同樣在第 8 年起可以開始有超額利潤產生。

表 6、包含飼料節省的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析-
飼養規模 51,000 隻 (1)

年期 (t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 ($i=0.01$) 單位:元	淨現值 ($i=0.03$) 單位:元	備註
1	896,953	896,953	896,953	
2	905,923	896,953	879,537	
3	914,982	896,953	862,458	
4	924,132	896,955	845,732	
5	933,373	896,957	829,297	
6	942,708	896,962	813,170	
7	952,134	896,970	797,366	$i=0.01$ (5,381,734 元)與 $i=0.03$ (5,127,147 元)都在第 7 年回收成本(4,659,022 元)。
8	961,655	896,983	781,898	
9	971,271	896,917	766,712	
10	980,985	896,942	751,828	
11	990,794	896,970	737,252	

12	1,000,703	896,929	722,947	
13	1,010,709	896,973	708,871	
14	1,020,817	896,948	695,143	
15	1,031,024	896,933	681,624	
16	1,041,335	896,930	668,379	
17	1,051,748	896,936	655,417	
18	1,062,266	896,957	642,708	
19	1,072,889	896,990	630,221	
20	1,083,618	896,960	617,974	
21	1,094,454	896,947	605,977	
22	1,105,398	896,948	594,204	
23	1,116,452	896,965	582,669	
24	1,127,617	896,927	571,351	
25	1,138,893	896,978	560,259	
26	1,150,282	896,977	549,375	
27	1,161,784	896,922	538,710	
28	1,173,402	896,960	528,250	
29	1,185,136	896,947	518,002	
30	1,196,988	896,956	507,930	

在飼料節省之下的飼養規模(30,000 隻)的土雞禽舍監控管理系統，當折現率為(i)=0.01 時，累積到第 8 年的淨現值總額(3,693,355 元)超過「中規模土雞飼養禽舍」的建置成本 3,235,758 元，意味著回收成本之後的第 9 年開始此型態的土雞飼養將可以開始獲得更多的利潤，但是比起「大規模土雞飼養禽舍」的成本回收慢了 1 年。另一方面，當折現率(i)=0.03 時的淨現值總額(3,485,007 元)在第 8 年才超過建置成本，第 9 年起才開始有超額利潤的產生，但是比先前的表 3 提早 1 年回收成本。

表 7、包含飼料節省的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析-
飼養規模 30,000 隻(2)

年期 (t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 (i=0.01) 單位:元	淨現值 (i=0.03) 單位:元	備註
1	527,620	527,620	527,620	
2	532,896	527,620	517,375	

3	538,225	527,620	507,328	
4	543,606	527,620	497,490	
5	549,043	527,622	487,821	
6	554,534	527,625	478,335	
7	560,078	527,630	469,038	
8	565,680	527,636	459,940	i=0.01(3,693,355 元)與 i=0.03(3,485,007 元)都在第 8 年回收 成本(3,235,758 元)。
9	571,336	527,599	451,007	
10	577,050	527,613	442,251	
11	582,820	527,630	433,678	
12	588,649	527,604	425,263	
13	594,534	527,631	416,983	
14	600,480	527,617	408,908	
15	606,485	527,608	400,956	
16	612,550	527,605	393,165	
17	618,675	527,611	385,540	
18	624,862	527,622	378,063	
19	631,111	527,640	370,719	
20	637,422	527,623	363,514	
21	643,796	527,616	356,457	
22	650,234	527,616	349,532	
23	656,736	527,626	342,747	
24	663,304	527,604	336,088	
25	669,937	527,634	329,564	
26	676,636	527,633	323,162	
27	683,402	527,601	316,890	
28	690,236	527,623	310,735	
29	697,139	527,616	304,707	
30	704,110	527,621	298,782	

表 8 為「小規模土雞飼養禽舍」的成本效益。當折現率為(i)=0.01 時，累積到第 10 年的淨現值總額(2,638,102 元)才能超過「小規模土雞飼養禽舍」的建置成本 2,419,740 元，使得回收成本必須在第 10 年之後才開始將開始累積的利潤。比較表 6 與表 7 可知，「小規模土雞飼養禽舍」比「大規模土雞飼養禽舍」的成

本回收慢了 3 年，也比「中規模土雞飼養禽舍」也慢了 2 年。另一方面，當折現率(i)=0.03 時的淨現值總額(2,635,942 元)在第 11 年才超過建置成本，比起沒有飼料節省的情況成本回收提早了 2 年。

表 8、包含飼料節省的土雞禽舍監控管理系統成本效益分析-
飼養規模 15,000 隻 (3) 單位:元

年期 (t)	淨收益 ($R_t - C_t$) 單位:元	淨現值 ($i=0.01$) 單位:元	淨現值 ($i=0.03$) 單位:元	備註
1	263,810	263,810	263,810	
2	266,448	263,810	258,687	
3	269,112	263,810	253,665	
4	271,803	263,810	248,745	
5	274,522	263,811	243,911	
6	277,266	263,812	239,167	
7	280,039	263,815	234,520	
8	282,839	263,819	229,970	
9	285,668	263,799	225,504	
10	288,525	263,806	221,126	$i=0.01$ ，第 10 年回收成本 (2,419,740 元；2,638,102 元)
11	291,410	263,815	216,839	$i=0.03$ ，第 11 年回收成本 (2,419,740 元；2,635,942 元)
12	294,324	263,802	212,631	
13	297,267	263,816	208,491	
14	300,240	263,809	204,454	
15	303,242	263,803	200,477	
16	306,275	263,803	196,582	
17	309,337	263,805	192,769	
18	312,432	263,811	189,031	
19	315,555	263,820	185,359	
20	318,711	263,812	181,758	
21	321,899	263,807	178,229	
22	325,118	263,809	174,766	
23	328,368	263,814	171,373	
24	331,652	263,802	168,045	
25	334,968	263,818	164,781	

26	338,319	263,816	161,582	
27	341,701	263,801	158,444	
28	345,119	263,811	155,368	
29	348,570	263,809	152,353	
30	352,055	263,811	149,391	

綜合表 6～表 8 的土雞禽舍監控管理系統成本效益的投資效率可知，與表 5 的結果一樣，土雞飼養的規模越大將可以越快回收成本累積更多的利益，如表 9 所示。

表 9、包含飼料節省的不同飼養規模土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析(4)

30 年限計算	大規模 淨收益	大規模 0.01	大規模 0.03	中規模 淨收益	中規模 0.01	中規模 0.03	小規模 淨收益	小規模 0.01	小規模 0.03
合計，元	24,055,842	20,746,799	15,838,253	14,150,491	12,203,998	9,316,619	7,075,246	6,102,001	4,658,309
報酬倍數	5.16	4.45	3.40	4.37	3.77	2.88	2.92	2.52	1.93
平均淨收益，元	801,861	691,560	527,942	471,683	406,800	310,554	235,842	203,400	155,277
平均報酬率，%	17.21%	14.84%	11.33%	14.58%	12.57%	9.60%	9.75%	8.41%	6.42%

註：淨收益表示不考慮折現率情況下。

飼料節省的條件下土雞禽舍監控管理系統建置產生的淨收益以「大規模土雞飼養禽舍」最佳(31,200,427 元)，其次為「中規模土雞飼養禽舍」的 18,353,187 元，最少為「小規模土雞飼養禽舍」的 9,176,594 元。另外在不考慮折現率的情況下，比較三種不同規模的平均報酬率，「大規模土雞飼養禽舍」、「中規模土雞飼養禽舍」以及「小規模土雞飼養禽舍」分別為 22.32%、18.91%以及 12.64%。顯示禽舍監控管理系統投資的收益水準受到土雞飼養規模大小的影響。另一方面，當考慮折現率時，折現率為 0.01 與 0.03 的「大規模土雞飼養禽舍」、「中規模土雞飼養禽舍」以及「小規模土雞飼養禽舍」分別為，19.25%、14.70%；16.31%、12.45%以及 10.90%、8.32%。

6.3 陽光電禽舍監控管理系統之環境改善效果

以太陽能的禽舍監控管理系統的設置產生的 CO₂ 排放量的改善效果。透過太陽能設備投資產生經濟效益所需的電力消費與 CO₂ 的排放，並以相同經濟效益規模下，推估太陽光電禽舍監控管理系統，比較不同的發電方式 CO₂ 排放的差異產生的改善環境效果，推估結果如表 10 所示。太陽能的禽舍監控管理系統與火力發的燃氣發電系統、燃煤發電系統比較之下，CO₂ 排放量降低了 90.19% 與 95.40%。

表 10、太陽能發電的 CO₂ 排放之環境改善效果

電力系統 環境改善效果	燃氣發電系統	燃煤發電系統
總效果	-90.19%	-95.40%

資料來源:本研究模型推估。

6.4 土雞飼養與土雞禽舍監控管理系統的成本效益分析結論

依上述的推估結果可以整理為表 11 與表 12。表 11 可知投資土雞禽舍監控管理系統的省成本回收年的速度，在無飼料節省成本回收年情況下，以大規模土雞飼養禽舍投資成本回收最快，而最慢的回收年數為小規模土雞飼養禽舍投資，當折現率=0.01 與折現率=0.03 的回收年分別需要 12 年與 14 年，相差 5 年與 6 年，顯示飼養規模大小的投資與資本回收呈現正相關。另外在飼料節省形況下的成本回收年也與飼養規模大小有關，更加快速縮短投資的回收年數。

表 11、飼養規模的土雞禽舍監控管理系統的成本回收年數

飼養規模	折現率=0.01	折現率=0.03
無飼料節省成本回收年		
大規模土雞飼養禽舍	第 7 年回收成本	第 8 年回收成本
中規模土雞飼養禽舍	第 8 年回收成本	第 9 年回收成本
小規模土雞飼養禽舍	第 12 年回收成本	第 14 年回收成本
飼料節省的成本回收年		
大規模土雞飼養禽舍	第 7 年回收成本	第 7 年回收成本
中規模土雞飼養禽舍	第 8 年回收成本	第 8 年回收成本
小規模土雞飼養禽舍	第 10 年回收成本	第 11 年回收成本

表 12 為有無飼料節省比較之下投資土雞禽舍監控管理系統的投資效益的差異。一般而言，大規模飼養的淨收益差額最大(7,144,585 元)，最少為小規模飼養(2,101,348 元)，在報酬倍數、平均淨收益以及平均報酬率的落差來看也呈現相同的結果。

表 12、比較飼料節省的成本效益落差

30 年限計算	大規模 淨收益	大規模 0.01	大規模 0.03	中規模 淨收益	中規模 0.01	中規模 0.03	小規模 淨收益	小規模 0.01	小規模 0.03
合計, 元	7,144,585	6,161,799	4,703,961	4,202,696	3,624,588	2,767,039	2,101,348	1,812,294	1,383,518
報酬倍數	1.54	1.33	1.01	1.3	1.12	0.85	0.87	0.75	0.57
平均淨收益, 元	238,153	205,393	156,798	140,090	120,820	92,235	70,044	60,410	46,117
平均報酬率, %	5.11%	4.41%	3.37%	4.33%	3.74%	2.85%	2.89%	2.49%	1.90%

第七章、結語

透過智慧化土雞舍監控管理系統，建置更完整與完善的智慧化平台，由環境監控功能逐步擴大到智慧化生產管理，發展為遠端控制與決策系統的作業平台。自動化收集禽舍及家禽生產管理資訊，藉以建立大數據，為未來發展決策支援系統的基礎，並可提供動物專家做飼養管理決策及發展之重要參考研析數據。未來可應用於產銷追蹤追溯，透過 IoT 可進行遠端監控、網管服務與代管服務等國產有家禽產業，使雞隻品質得以提升，並增加雞隻育成率，維護消費者食品安全。

參考文獻

1. 周崇熙、柯皓翔。2017。禽疫當前，何種飼養較抗病？先搞懂這些再說！。台北：農傳媒。網址：https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=325。上網日期：2019-01-21。
2. 林德育。2018。禽疫當前，正港臺灣雞！優良育種，認識臺灣土雞新品種。台北：農傳媒。網址：https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=1766。上網日期：2019-03-19。
3. 行政院農業委員會。2018。肉雞足墊皮膚炎預防之思維。台北：行政院農業委員會。網址：<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=1012686&ctNode=1817&mp=101&kpi=0&hashid=>。上網日期：2018-08-30。
4. 李淵百、謝廣文、林美峰、陳志峰。密閉式肉用雞舍之設計與管理。出自“新式生產禽舍標準作業手冊”，14~16。許振忠主編。台北：財團法人中央畜產會。
5. 許振忠。2013。禽舍與家禽生產。出自“新式生產禽舍標準作業手冊”，5~7。許振忠主編。台北：財團法人中央畜產會。
6. 黃振芳、邱奕志、鄭智翔、周楚洋。2013
7. 雷鵬魁、謝廣文、黃裕益、侯文祥。2013。密閉式禽舍之設計準則。出自“新式生產禽舍標準作業手冊”，8~13。許振忠主編。台北：財團法人中央畜產會。
8. 愛沛特教育雲。2015。台灣土雞品種知識通。台中：愛沛特教育雲。網址：<http://ipetec.tv/ipetec/forum.php?mod=viewthread&tid=190>。上網日期：2018-03-19。

