

品質與效率學刊

Journal of Quality and Efficiency

2023年03月 / 創刊號

ISSN : 2959-3506

應用卷積神經網路-支持向量機和遷移學習於自動缺陷判別-----P01
顏瑋辰、蘇朝墩、薛友仁

參數為估計時 Laney p' 管制圖之特性研究和績效評估-----P21
鄭春生、陳佩雯、吳雨唐、王靖雯

製造業品管人員專業職能建置之研究-----P31
劉廷揚、吳玫宜、何映婷、林威志

頭皮養護流程之優化：以SIG (沈默是金)為例-----P45
蔡月梅、塗榮香、凌祥發

地方行政部門計畫優先順序的選擇與行政效能提升-----P61
紀俊臣



中華六標準差管理學會

財團法人臺灣品質文教基金會

共同發行

品質與效率學刊

Journal of Quality and Efficiency

發行顧問： 蘇朝墩，國立清華大學 工業工程與工程管理學系

總編輯： 張旭華，國立臺北商業大學 管理學院

執行編輯： 侯世傑，國立臺灣戲曲學院 通識教育中心

副執行編輯： 簡宇泰，國立臺北商業大學 企業管理系

編輯顧問（依中文姓氏筆劃排序）：

毛筱豔，文化大學 國際企業研究所

何瑞正，臺灣品質文教基金會

吳啟豐，臺灣品質文教基金會

呂學正，臺灣品質文教基金會

林昌雄，臺灣品質文教基金會

紀俊臣，國立臺北大學 公共行政暨政策學系

廖德銘，臺灣品質文教基金會

謝登旺，元智大學 社會暨政策科學系

公共行政領域主編：

劉廷揚，國立高雄師範大學 人力與知識管理研究所

醫療服務領域主編：

廖宏昌，中山醫學大學 醫療產業科技管理系

決策科學領域主編：

陳麗妃，台灣師範大學 工業教育學系碩士班科技應用管理組

工商管理領域主編：

傅新彬，國立高雄科技大學 行銷與流通管理系

電子商務領域主編：

葉清江，國立臺北商業大學 企業管理系

編輯委員（依中文姓氏筆劃排序）：

李永恒，中國文化大學 商學院企業實務管理數位碩士在職專班

李旭華，淡江大學 管理科學學系

席代麟，銘傳大學 公共事務與行政管理學系

徐志明，明新科技大學 企業管理系

高義芳，輔仁大學 企業管理學系

張志平，華梵大學 智慧生活科技學系

Utilizing a CNN-SVM with Transfer Learning for Automatic Defect Classification

Wei-Chen Yen, Chao-Ton Su*, and Yeou-Ren Shiue

Department of Industrial Engineering and Engineering Management, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan.

*Email: ctsu@mx.nthu.edu.tw

Received: January 13, 2023; Accepted: March 1, 2023

Abstract

Defect inspection and classification are an essential part of the manufacturing process in the industry. Many machine learning methods have been applied in the actual production process in recent years. This study discusses the potential benefits of employing a hybrid convolutional neural network-support vector machine (CNN-SVM) combined with transfer learning, squared hinge loss (L2 loss), and pre-trained weights for defect classification. A three-phase procedure is proposed that includes data pre-processing, training of multiple differently configured models, a performance evaluation, and selection of the optimal model. A light-emitting diode (LED) lead frame dataset obtained from a real-world application is used to evaluate the scheme. It is found that the proposed system increases the classification accuracy by up to 18.03% compared to similar models, while reducing the training time by at least half. Therefore, this study suggests selecting ResNet50-V2 with pre-trained weights, a custom output fully connected layer, and L2 loss as the optimal base model to construct an automatic defect classification system for the LED lead frame problem. In particular, this study focuses on the comparative evaluation of the performance of different transfer learning approaches. The proposed method is a low-cost and efficient solution that can be effectively used for defect classification in the industry.

Keywords Convolutional neural network, Support vector machine, Transfer learning, Automatic defect classification

1. Introduction

In recent years, many machine learning methodologies have been applied in the field of quality engineering. These approaches can significantly improve the inspection process, reducing the time and costs required (Wuest et al., 2014; Valizadeh and Wolff, 2022). For example, Chou et al. (1997) utilized a hybrid classifier for defect detection and adaptive learning in a semiconductor manufacturing task. Lin (2009) proposed a neural network approach for the automated defect inspection of LEDs. In recent years, the rise of pattern recognition and the increasing body of research on convolutional neural networks (CNNs) (LeCun et al., 2015) has allowed for more accurate and complex applications, while hardware such as graphics processing units (GPUs) has boosted the computational power of deep models. Competitions such as the ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) have provided an annual

platform for creative model architectures and configurations. They have motivated the development of classical models like AlexNet (Krizhevsky et al., 2012) and GoogLeNet (Szegedy et al., 2015). In a 1000-class classification problem, models can often achieve error rates of below 10%, surpassing even human performance. Some CNN applications related to the inspection process include Park et al. (2016) constructed a surface defect inspection system utilizing a CNN. Lin et al. (2019) applied a deep CNN approach to the automated defect inspection of LED chips.

Machine learning removes the need for hand-crafted prediction models and the direct transfer of knowledge from data to the model, thus significantly improving the inspection process and enabling the development of fully automated factories. However, in real-life applications, the requirements for computational resources and training time for high-capacity models can be high, making them unfeasible; in addition, the requirements for massive datasets for high-capacity models can lead to expensive manual 2aturn2d2 costs. In order to better balance the performance of the models and the computational effort involved, the use of transfer learning has become increasingly popular. For example, Yang et al. (2018) proposed a transfer learning-based online scheme for mura defect classification that achieved accuracy over 90% and a classification time of 1.5 ms for new inputs without the need for long training times and massive datasets, while **Ng et al.** (2015) tackled emotion recognition in small datasets using a fine-tuning strategy, and achieved superior performance.

Support vector machines (SVMs) (Vapnik, 1999) have long been regarded as one of the most powerful machine learning methods. However, the total number of pixels in an image can easily surpass 400 (a 20×20 greyscale image) or more in image classification problems. SVMs are not only unable to detect spatial structures in images, but large input dimensions also lead to computational inefficiency. Researchers, therefore, began to explore the possible benefits of combining CNNs with SVMs is a hybrid classification system, with the former used for feature extraction and the latter for classification. Most studies have focused on the independent training of a CNN and the use of the extracted features to train another SVM model for classification. Sun et al. (2019) proposed a CNN-SVM method for the classification of remote sensing data that yielded an accuracy of up to 96.42%, that is, 4% higher than a traditional CNN; Kang et al. (2017) constructed an ensemble CNN-SVM for leakage detection in a water distribution system by combining the predictions of a typical CNN and an SVM trained on the extracted features and achieved an accuracy of 95.1%.

Rarely have studies discussed the potential of utilizing transfer learning in a hybrid CNN-SVM system, which may benefit the training time, efficiency, performance, or manual 2aturn2d2 costs. However, in real-world applications, insufficient data may be available to train a complete model, or the price of manual 2aturn2d2 may be too

high. This study proposes a classification model that combines a CNN with transfer learning and an SVM for defect classification in LED lead frames at the incoming quality control (IQC) stage. In multiple experiments, differently configured models are trained on the LED lead frame dataset, and the models' performance metrics are collected and analyzed. Based on an analysis, this study aims to discuss the impact of transfer learning and SVM classification, considering the computational restrictions, resources, and efficiency.

2. Related work

2.1. Convolutional neural networks

LeCun et al. (1998) proposed the famous LeNet-5 structure, which achieved superior performance compared to most state-of-the-art models in pattern recognition and paved the way for the blossoming of CNN research. A typical CNN mainly consists of multiple convolution layers, pooling layers, and fully connected layers.

Convolution layers comprise multiple filters of various sizes, forming multiple feature maps. The weights within the filters are trained over time, each extracting different features. In the first few layers, lower-level features such as edges or corners are extracted from the input images; deeper layers in the model then extract higher-level and more complex features.

Pooling layers are often utilized to decrease dimensionality. There are multiple approaches for achieving this, including max pooling, average pooling, averaging, or taking the maximum values of areas of the input feature maps to output smaller-dimensional maps.

Fully-connected layers behave similarly to a backpropagation neural network, outputting the model's predictions. Using a softmax activation function, a typical k -class classification model would have an output layer of k nodes.

In subsequent years, more CNN architectures were proposed, including popular ones such as LeNet-5 (LeCun et al., 1998), AlexNet (Krizhevsky et al., 2012), VGG16, and VGG19 (Simonyan and Zisserman, 2014), and GoogLeNet (Szegedy et al., 2015).

2.2. Transfer learning

Machine learning, whether using 3aturn3d or unlabeled data, initially used a typical process in which the weights were first randomly initialized, and the model was then trained via backpropagation. These approaches assume that the training and testing data come from the same distribution; transfer learning allows this limitation to be lifted. In Pan and Yang's (2009) study, transfer learning was defined as follows: a domain \mathcal{D} is comprised of two components, a feature space \mathcal{X} and a marginal probability distribution $P(X)$, where $X = \{x_1, \dots, x_n\} \in \mathcal{X}$. Given a source domain \mathcal{D}_S , a learning task \mathcal{T}_S , a target domain \mathcal{D}_T and a task \mathcal{T}_T , then we can use the knowledge in \mathcal{D}_S and

\mathcal{T}_S to help improve the learning of the prediction function $f_T(\cdot)$ in \mathcal{D}_T . For example, in an image classification problem in which the source task is a classification problem between cats and dogs, learning a target task of classifying lions and tigers could potentially be improved using knowledge from the source task.

With transfer learning, we can either use a complex model, in which the parameters are trained on larger datasets from another domain, to perform the intended task, or use the complex model as a feature extractor only and follow it with a new classifier with randomly initiated weights, thus dramatically reducing the number of trainable parameters to avoid overfitting. The rationale behind the use of transfer learning, apart from improving the performance, is that more complex models have a more significant number of parameters, leading to overfitting and impacting the model's generalization. Another rationale might be that the data available from the target domain may be insufficient for high-capacity model structures or that obtaining a dataset of sufficient size might be too costly; in this case, utilizing transfer learning allows for faster convergence speed and avoids overfitting.

In order to utilize transfer learning and optimize the performance, it is crucial to select the optimal base model. This study selected three candidate base models: *VGG16*, *Inception-V3*, and *ResNet50-V2*.

VGG16

VGG 16 was trained on the ILSVRC-2012 dataset, containing RGB images with 1000 classes; 1.3 million training images, 50,000 validation images, and 100,000 testing images were used, all of size $224 \times 224 \times 3$. The convolution stride was one pixel, and a valid padding method was applied before each convolution to preserve the spatial resolution. ReLU nonlinearity was added to all layers, and max-pooling was configured with size 2×2 and stride two. VGG16 has a total of 138 million trainable parameters.

Inception V3

The basic structure of the Inception network has four parts: a 1×1 convolutional layer, a 3×3 convolutional layer, a 5×5 convolutional layer, and a 3×3 max-pooling layer. Inception-V3 (Szegedy et al., 2016) uses several different convolution factorization schemes according to the relative depth position in the network and carries out feature extraction at different levels. In this case, the auxiliary classifiers were further batch-normalized to improve performance, and label smoothing was applied to prevent overtraining. The Inception-V3 model was also trained on the ILSVRC-2012 dataset, where the model was 42 layers deep with 1000 classes.

ResNet-V2

He et al. (2015) introduced the idea of deep residual networks. A deep residual learning model consists of multiple residual blocks. Unlike a traditional model structure,

in which a model is trained to fit the desired mapping using several stacked layers, residual networks motivate layers to fit a residual mapping through “shortcut connections” using the following approach. We denote the selected mapping as $\mathcal{H}(x)$, and the model allows the stacked layers to fit another mapping of $\mathcal{F}(x) := \mathcal{H}(x) - x$. The original mapping is then recast into $\mathcal{F}(x) + x$.

ResNet V1 can achieve model depths of up to 152 layers by utilizing stacks of residual blocks with impressive performance. The following year, an updated ResNet-V2 was proposed with a slight variation in the residual blocks (He et al., 2016). This scheme allowed for better backpropagation and a consistent improvement in performance. The model variation selected for this study was ResNet50-V2.

2.3. CNN with support vector machines

SVMs were initially designed to tackle binary classification problems. Given a set of training data with labels $(\mathbf{x}_n, t_n), n = 1, \dots, N, \mathbf{x}_n \in \mathbb{R}^D, t_n \in \{-1, +1\}$, SVMs use constrained optimization as follows:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{w}, \xi_n} \quad & \frac{1}{2} \mathbf{w}^T \mathbf{w} + C \sum_{n=1}^N \xi_n \\ \text{s.t.} \quad & \mathbf{w}^T \mathbf{x}_n t_n \geq 1 - \xi_n \quad \forall n \\ & \xi_n \geq 0 \quad \forall n \end{aligned} \quad (1)$$

where ξ_n are variables which penalize violation of the margin requirements. The corresponding unconstrained optimization problem is:

$$\min_{\mathbf{w}} \quad \frac{1}{2} \mathbf{w}^T \mathbf{w} + C \sum_{n=1}^N \max(1 - \mathbf{w}^T \mathbf{x}_n t_n, 0) \quad (2)$$

The above equation is the primal form of the problem of L1-SVM, with the second part of the objective being a standard hinge loss. However, L1-SVM is not differentiable, and L2-SVM, which can be differentiated and strengthens the penalization effect for violations of the margin, is more popular. The optimization problem is then

$$\min_{\mathbf{w}} \quad \frac{1}{2} \mathbf{w}^T \mathbf{w} + C \sum_{n=1}^N \max(1 - \mathbf{w}^T \mathbf{x}_n t_n, 0)^2 \quad (3)$$

In an SVM multiclass classification problem, one possible approach is *one-vs-rest*, where for a classification problem with K classes, K independent SVMs will be trained. For linear SVMs, the k -th SVM output is

$$a_k(\mathbf{x}) = \mathbf{w}^T \mathbf{x} \quad (4)$$

The predicted class is determined by

$$\arg \max_k a_k(\mathbf{x}) \quad (5)$$

Tang (2015) study showed that replacing the softmax output layer with linear SVM results in a consistent performance gain for some deep learning architectures. To achieve this, the objective of an L2-SVM should be set as the model loss function to take advantage of the L2-SVM classification effect. Traditional multiclass classification models utilize cross-entropy loss, as shown in Equation 6:

$$H = - \sum_n t_n \log(x_n) \quad (6)$$

The objective in Equation 3 can be set as the model objective, replacing the original cross-entropy loss, in the following way: apply L2 regularization (Ng, 2004) to the layers, hence satisfying the $\frac{1}{2} \mathbf{w}^T \mathbf{w}$ part; set the activation function of the final outputting layer to linear to satisfy the term $\mathbf{w}^T \mathbf{x}_n$ within the second part; and lastly, configure the model loss as a slightly modified version of the squared hinge loss, combining all the previous elements together and adding the hyperparameter C to form the objective based on which the model will backpropagate, update weights and minimize the objective. Hence, differentiation should be performed on the loss concerning the activations of the previous layer to obtain the gradient. Letting the loss be $\ell(\mathbf{w})$, and the penultimate activations \mathbf{A} , we have

$$\frac{\partial \ell(\mathbf{w})}{\partial \mathbf{A}_n} = -2C t_n \mathbf{w} (\max(1 - \mathbf{w}^T \mathbf{A}_n t_n, 0)) \quad (7)$$

In this way, we obtain the same backpropagation procedure as a typical neural network. In his paper, Tang also stated that L2-SVM performed better than L1-SVM, and we, therefore, selected L2-SVM for this study.

2.4. Automatic defect classification

Manual defect classification can be labor-intensive and time-consuming. The accuracy may fluctuate or even decrease due to the repetitiveness of the work, a lack of insight, process advancements, or difficulty in classification. To improve performance and reduce costs, the adoption of automatic defect classification (ADC) has become increasingly common over the years. As early as the 1990s, several studies had already been published that discussed the benefits of ADC for integrated circuits and semiconductor manufacturing (Chou, 2019; Breaux and Singh, 1995; Bennett et al., 1995). Although most studies focused on offline ADC, Bennett et al. (1995) stated that in addition to improving the classification algorithm, “on the fly” ADC on defect detection should also be developed, which Skumanich (1999) later addressed.

With the increasing popularity and development of machine learning and computer vision, ADC has become increasingly feasible and attractive in terms of speed and performance. Concerning an LCD manufacturing process, Kang et al. (2009) proposed several classification models based on machine learning methods such as

SVM and BPN. They achieved a classification accuracy of 86% for four classes. Deng et al. (2018) constructed a CNN model for PCB defect classification and obtained an accuracy of 97.6%. Lin et al. (2019) proposed a deep learning method to detect a steel surface automatically. Cheon et al. (2019) not only trained a CNN model for wafer surface defect classification, but also combined a k -nearest-neighbors algorithm for the detection of unknown defect classes. Lu et al. (2020) combined convolutional and generative adversarial networks to eliminate moiré patterns in defect images without impairing the image quality in TFT-LCD manufacturing. With ADC, the cost of manual classification and training can be reduced while maintaining similar or better performance, increasing throughput, and moving towards the development of fully automated factories.

3. Proposed approach

The proposed procedure, which uses a CNN-SVM model with transfer learning, has three phases, as discussed below.

Phase 1: Data collection, cleansing, and preprocessing

The image data is first obtained, and data cleansing is performed; normalization is performed on the image data as the only preprocessing procedure. For RGB images of size width \times height, there are a total of width \times height \times 3 pixels, and each pixel takes a value of between zero and 255. In order to speed up training, all images are normalized by dividing the value of pixels by 255. This is called min-max feature scaling and uses the following formula,

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{X - 0}{255 - 0} = \frac{X}{255} \quad (8)$$

where X is an original value and X' is the normalized value. This normalization method rescales the pixel values to the range $[0, 1]$.

The images are then split up randomly into three subsets, where 60% are used for training, 20% for validation, and 20% for testing.

Phase 2: Training the models

Multiple base models are selected to make up the full model. This study uses three popular models: VGG16, Inception-V3, and ResNet50-V2. The final fully connected layer at the top of the base models is removed and is replaced by a new output layer to carry out the target task of the dataset. The above comprises the full model. For comparison, each model has used three different configurations: one with no pre-trained weights, one with pre-trained weights trained on the cross-entropy loss, and one with pre-trained weights trained on the L2-loss. Therefore, nine models are trained on the training and validation datasets. The testing set is then used to evaluate the trained model. The training process is repeated ten times, and the performance metrics are collected and averaged for better representation and to eliminate the variability due to

the randomness. The following procedure is used for the construction and training of the models:

- Step 1. Select the base model.
- Step 2. Randomly initiate the weights or load in pre-trained weights. Pre-trained weights are then frozen and cannot be updated during training.
- Step 3. Remove the original output layer and replace it with a custom output layer with randomly initiated weights.
- Step 4. Set the loss function to cross-entropy (traditional loss) or L2 loss (CNN-SVM).
- Step 5. Input the training dataset, including pairs of images and labels.
- Step 6. Compute the output values for each layer.
- Step 7. Compute the loss and the classification accuracy of the training set.
- Step 8. If pre-trained weights are not used, update all weights via gradient descent; otherwise, since the weights in the base model are fixed, update only the weights between the output layer and the penultimate layer via gradient descent.
- Step 9. Input the validation dataset, including pairs of images and labels.
- Step 10. Compute the output values of each layer.
- Step 11. Compute the loss and the classification accuracy of the validation set.
- Step 12. Record the weights and the loss for the validation set.
- Step 13. Return to Step 5 and repeat for N epochs. Step 12 is only executed if the loss for the validation set of the current epoch is smaller than the previously recorded loss (N is decided by the user and can be set to e.g., $N=100$).
- Step 14. Load in the weights recorded with the lowest loss for the validation set.
- Step 15. Input the testing dataset with pairs of images and labels.
- Step 16. Compute the classification accuracy over the entire testing set.

Phase 3: Performance evaluation and model selection

All the models are analyzed in this phase based on the performance metrics, categorical classification accuracy, the total number of weights, and training time for N training epochs. The best model is then selected as the ADC system model.

4. Implementation

4.1. Case study

An LED lead frame dataset was obtained from an IQC process for real-life products. Each lead frame contains several hundred cells into which LED light bulbs are welded. The dataset contains 1,250 images of cells, with one OK (no defect) class and four defect classes: dents, contamination, foreign material, and excessive glue. The images were obtained with front lighting and RGB cameras during the inspection process. Sample images are shown in Fig. 1-5.

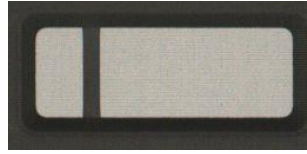


Fig. 1. A sample image from the OK class.

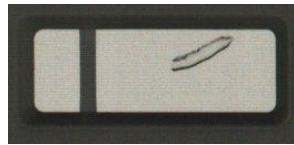


Fig. 2. A sample image from the dent class



Fig. 3. A sample image from the contamination class



Fig. 4. A sample image from the foreign matter class



Fig. 5. A sample image from the excessive glue class

The OK class contained 530 images, and the other classes each held 180. These were RGB images of size $260 \times 126 \times 3$, and were randomly split into three subsets: a training set of 750 images, a validation set of 250 images, and a testing set of 250 images. To speed up training, all images were normalized by applying min-max feature rescaling, i.e., dividing by 255 to rescale the pixel values between zero and one. During training, the training and validation sets had a batch size of 2, which was set empirically. No batching was used for the testing set. The labels were one-hot encoded.

4.2. Experimental setup

Base model

The selected base models were implemented using Keras Applications and Tensorflow Hub. In Keras Applications, the argument “include_top” was set to false, thus removing the original output layer and replacing it with a new, randomly initialized output layer, and the “weights” argument was set to “None” or “imagenet,” indicating that pre-trained weights were used. In Tensorflow Hub, the feature vector versions of the base models were utilized, meaning that the original fully connected layer for the

output was left out. A new output layer was then added.

Loss: L2 loss (Lee and Lin, 2013)

We used the L2 loss as the loss function for the entire model. The value of the hyperparameter C was set to 10, which was the optimal value observed from multiple experiments.

Optimizer: Adam optimizer (Kingma and Ba, 2014)

The name *Adam* is from adaptive moment estimation, and this approach combines the advantages of Adagrad (Duchi et. Al., 2011) and RMSProp (Tieleman and Hinton, 2012). It utilizes estimations of the first and second moments of the gradients to achieve an adaptive learning rate for each parameter update, resulting in both a scaling effect on the learning rate, like RMSProp, and a more stochastic update process like stochastic gradient descent. In this study, we used the default settings for Adam from the original 2014 study.

Training process

Zero padding was utilized before the base model for better recognition, while after the base model, a dropout layer with a probability of 0.5 was also used for regularization. The models were trained using an Intel Core i5-9400F CPU with 32 GB RAM, and an NVIDIA GeForce RTX 2070 GPU. The same model was trained three times: once without the pre-trained weights and once each for categorical cross-entropy and L2 loss. The model trained with L2 loss used a “linear” activation function in the output layer. The callback function “model checkpoint” was applied to automatically record the weight values of the epoch with the best validation set loss. The three datasets were evaluated using the best weights recorded by the callback function when completing training. This process was repeated ten times, and the performance metrics were averaged over the ten experiments for a more representative result.

Configuration

Fig. 6–8. Show the configurations of the models to be trained. The grey boxes indicate the base model (with fixed pre-trained weights when performing transfer learning and randomly initiated weights otherwise), while the white boxes indicate the randomly initialized weights.

4.3. Performance measures

In order to better understand the performance for the different settings, three performance measures were used, and the results were collected for the three phases, including the total number of weights (including untrainable and trainable weights), the categorical accuracy of testing, and the training time for each epoch. The total number of weights represents the computational resources required by the model. At the same time, the categorical accuracy of the test set indicates how well the model can differentiate between the classes, and the training time for each epoch is a measure of

the processing time for each epoch.

4.4. Experimental results

Classification accuracy

Table I shows the experimental results for the testing classification accuracy of the models. VGG16, being the simplest and the least capable model, showed the most significant improvement from the use of transfer learning and L2 loss, with increases of up to 12.33% and 18.03% in the categorical accuracy, respectively. ResNet50-V2 achieved the highest accuracy, with results of up to 96.71% for categorical cross-entropy and 97.03% for L2 loss.

The results indicate that the use of transfer learning gives a consistent boost in performance, and a further constant improvement can also be obtained from the use of L2-loss to give a CNN-SVM hybrid system rather than the traditional categorical cross-entropy loss. It was also observed that the impact of the proposed method was more substantial for simpler, stacked models such as VGG16, while powerful structures such as Inception-V3 and ResNet50-V2 experienced a performance boost of 1% to 2%.

Number of weights

Table II lists the total trainable and untrainable weights in the models. It is easy to see that VGG16 has the lowest number of weights, whether trainable or untrainable. This means that whether or not pre-trained weights are used, VGG16 will require the least computational resources of the three models, especially memory. When transfer learning is used, the full model with VGG16 as the base model needs to train fewer than 3,000 weights, five times less than its counterparts. However, VGG16 has the lowest capacity and gives poorer accuracy than the others, either due to the lower number of weights or its less effective structure.

ResNet50-V2 has only two million more weights than Inception-V3; however, as shown in Table I, it outperforms Inception-V3 by 1.29% and 1.57% in terms of the testing accuracy with cross-entropy and L2 loss, respectively, indicating that ResNet50-V2 is a more effective structure than Inception-V3 with similar computational resource requirements, and can extract better features for use in transfer learning.

Training time

The training times for all the models are shown in Table III. When pre-trained weights are not used, Inception-V3 takes the longest time to train, while the simplest model, VGG16, takes the shortest. With transfer learning, the learning times required are similar among the models for both cross-entropy and L2 loss, ranging from 3.5 to 4.5 minutes. It is easy to show that when transfer learning is used, the learning time is significantly reduced compared to when pre-trained weights are not used. This is because the values of the weights in the base model are fixed, and the number of trainable weights is significantly reduced, thus reducing the computational complexity

and requirements.

It is also worth mentioning that when transfer learning was used, VGG16 took the longest to train, although it had the lowest number of trainable weights of the three models. When developing the Inception and ResNets networks, their authors raised the issue that VGG16 is not an efficient model in terms of computing and therefore proposed new structures that were more computationally efficient. Our results aligned with these findings.

Table I. The testing classification accuracies of the models

Base model	No	Transfer	Transfer	Performance gain	
	pretrained	learning	learning	Cross	L2-loss
	weights	(Cross entropy)	(L2-loss)	entropy	
VGG16	75.10%	87.43%	93.13%	12.33%	18.03%
Inception V3	94.86%	95.74%	95.98%	0.88%	1.12%
ResNet50-V2	94.26%	96.71%	97.03%	2.45%	2.77%

Table II. The number of weights in the models

Base model	Trainable	Untrainable	Total weights
	weights	weights	
VGG16	2,565	14,714,688	14,717,253
Inception V3	10,245	21,802,784	21,813,029
ResNet50-V2	10,245	23,564,800	23,575,045

Table III. The training time of the models (measured in seconds).

Base model	No pretrained	Transfer learning	Transfer learning
	weights	(Cross entropy)	(L2-loss)
VGG16	547.87	271.35	272.45
Inception V3	975.44	190.14	194.70
ResNet50-V2	746.40	242.86	260.54

Analysis of results

In summary, the use of transfer learning dramatically reduces the training time. It improves the classification accuracy, changing the loss from the traditional cross-entropy loss to the L2 loss, thus achieving a hybrid CNN-SVM system, further enhancing the performance. Without requiring the addition of more computational resources, the proposed CNN-SVM with transfer learning requires less training time

and outperforms alternative models in terms of accuracy. We recommended using ResNet50-V2 as the base model of the nine configurations, with pre-trained weights and L2 loss. It results in the highest classification accuracy and requires slightly more computational resources than the alternatives.

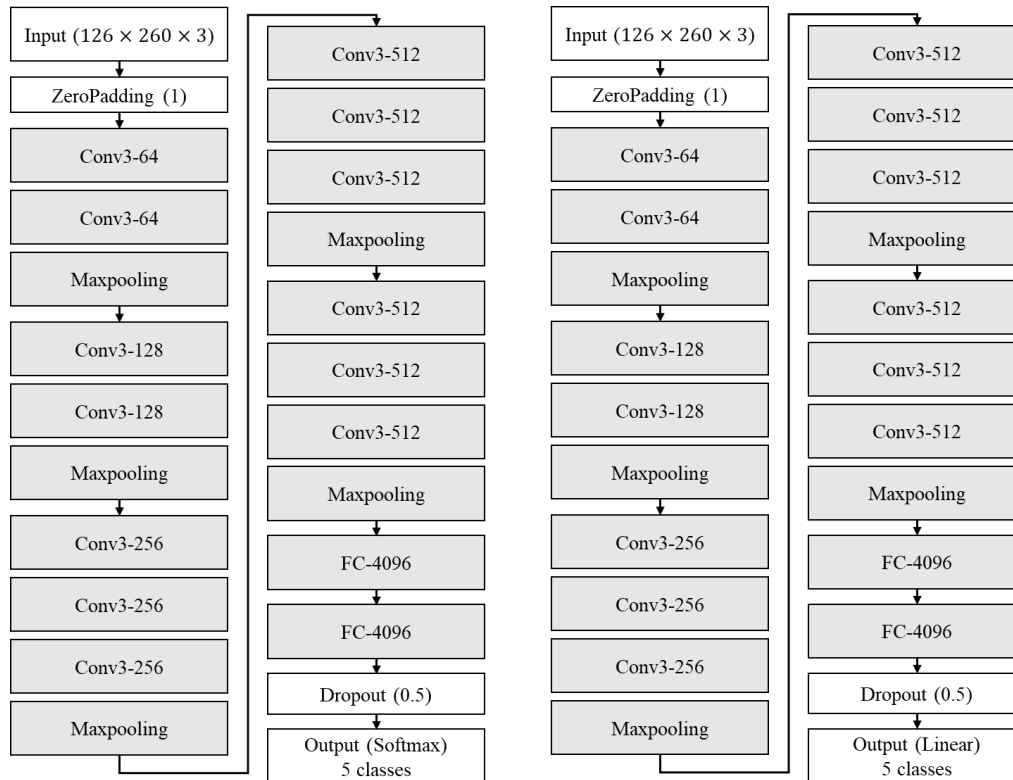


Fig. 6. Full model with VGG16 as base model.

Left: Cross Entropy Loss, Right: L2-Loss

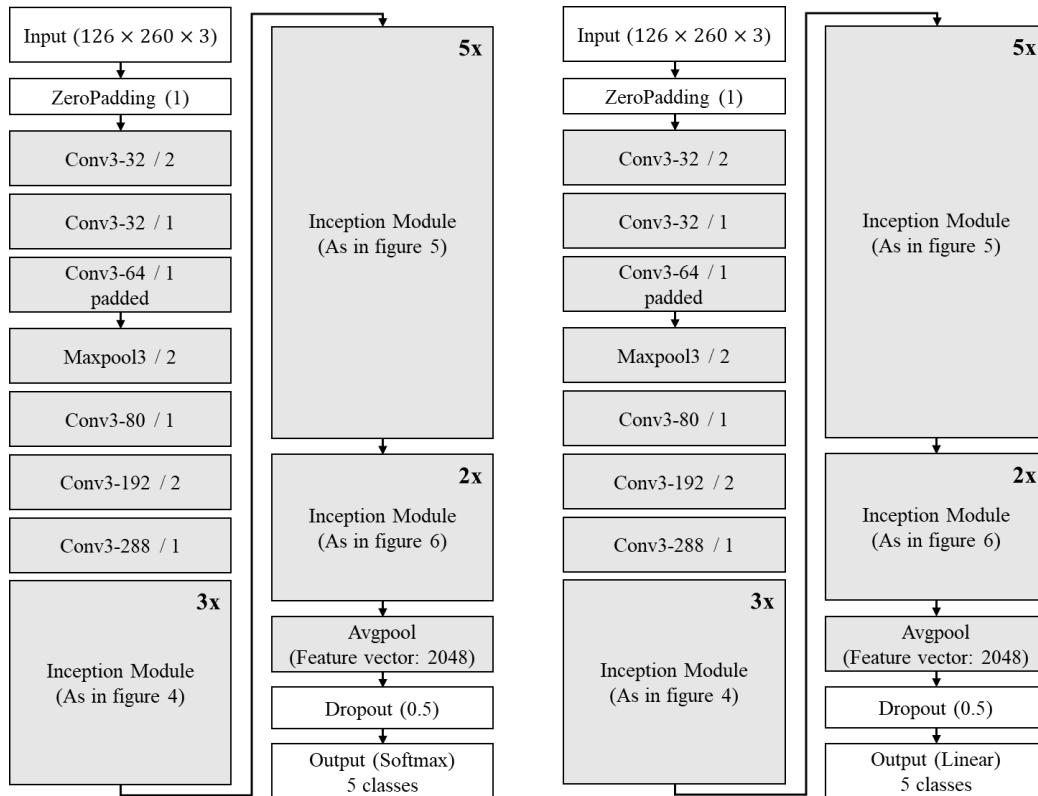


Fig. 7. Full model with Inception V3 as base model.

Left: Cross Entropy Loss, Right: L2-Loss

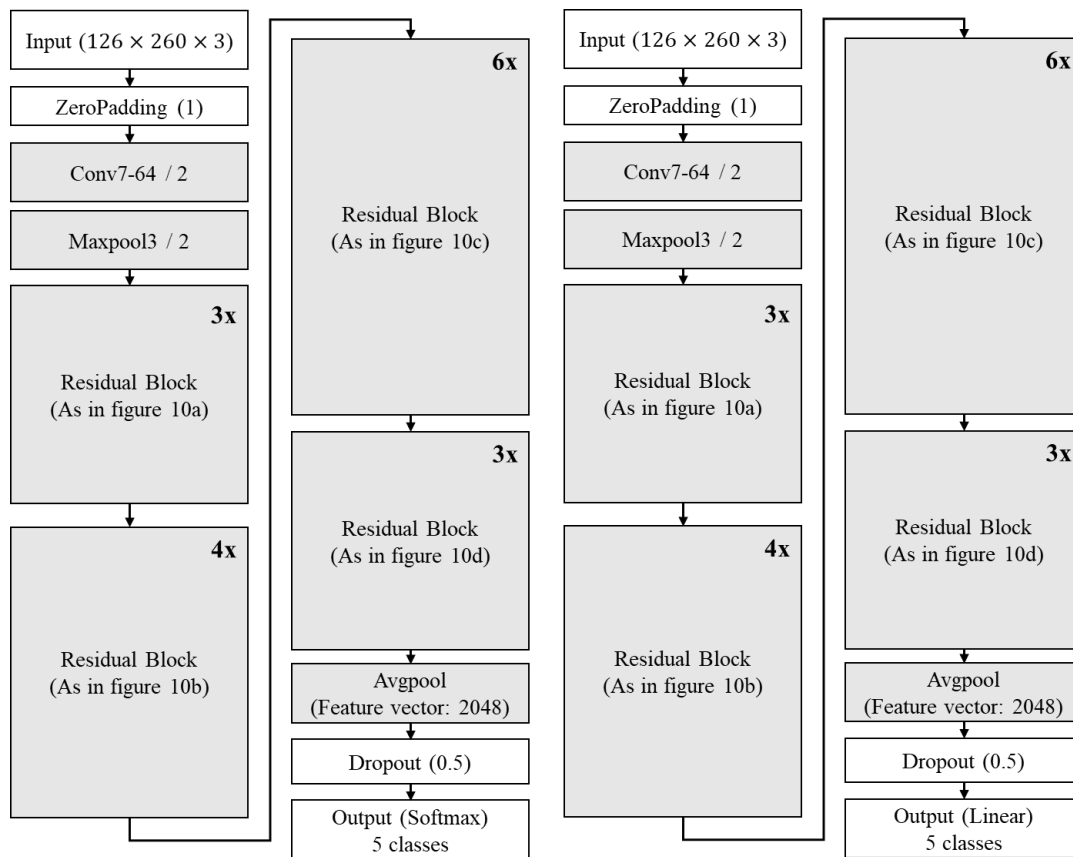


Fig. 8. Full model with ResNet50-V2 as base model.
Left: Cross Entropy Loss, Right: L2-Loss

5. Conclusion

The automatic identification and classification of defects can help manufacturers identify product abnormalities and quickly respond to problems in the process. Therefore, the loss of production cost can be reduced. In this study, a three-phase procedure involving a hybrid CNN-SVM system with transfer learning is proposed for defect classification. When applied to data on LED lead frames, the proposed scheme achieved consistent superiority over alternative models in terms of performance while significantly reducing the training time. It can be observed that when using transfer learning, the model takes a shorter time to train while offering superior classification accuracy; in addition, the use of L2 loss to achieve an L2-SVM classification effect in the output layer further boosts the accuracy and results in a consistent increase in performance. By combining the power of L2-SVM and transfer learning, the classification accuracy can be improved by up to 15% while remaining feasible in terms of computational restrictions. This method can be applied in real-world cases as a low-cost classification method with quick results and excellent performance.

In addition, the base model also determines the performance of the full model. VGG16 obtained the lowest accuracies while ResNet50-V2 achieved the highest, which aligns with the results observed in the IRSVRC competition. This indicates that the base model should be carefully chosen when transfer learning is implemented. Other factors such as computational restrictions and training time should also be considered.

In conclusion, the proposed method is a low-cost, efficient solution for tackling image classification problems. The use of transfer learning allows for a shorter training time, while the L2-SVM classification effect in the top layer improves the classification accuracy.

When using transfer learning, the pre-trained weights in the base model can be set to initial values and then further trained to better fit the target problem, a process referred to as fine-tuning. This could be compared with other methods in terms of increasing performance, and could be combined into an ensemble system to improve the performance of the models. Other base models could be selected in future studies, and the optimal field of applications in real life could be analyzed or compartmentalized.

Acknowledgment

This work was partially supported by the Ministry of Science and Technology, Taiwan, under Grant MOST-111-2221-E-007-053-MY3.

References

1. Bennett, M.H., Tobin, K.W. Jr., Gleason, S.S., 1995. Automatic defect classification: status and industry trends. Proc. SPIE 2439, Integrated Circuit Metrology, Inspection, and Process Control IX. <https://doi.org/10.1117/12.209203>.
2. Breaux, L., Singh, B., 1995, Automatic defect classification system for patterned semiconductor wafers. Proceedings of International Symposium on Semiconductor Manufacturing, pp. 68-73. <https://doi.org/10.1109/ISSM.1995.524362>.
3. Cheon, S., Lee, H., Kim, C.O., Lee, S.H., 2019, Convolutional neural network for wafer surface defect classification and the detection of unknown defect class. IEEE Trans. Semicond. Manuf. 32 (2), pp. 163-170. <https://doi.org/10.1109/TSM.2019.2902657>.
4. Chou, P., Rao, A., Sturzenbecker, M., 1997, Automatic defect classification for semiconductor manufacturing. Mach. Vis. Appl. 9 (4), pp. 201-214. <https://doi.org/10.1007/s001380050041>.

5. Chou, P., Rao, A., Sturzenbecker, M., Brecher, V., 1993. Automatic defect classification for integrated circuits. Proc. SPIE 1907, Machine Vision Applications in Industrial Inspection, pp. 95-103.
<https://doi.org/10.1117/12.144802>.
6. Deng, Y.S., Luo, A.C., Dai, M.J., 2018. Building an automatic defect verification system using deep neural network for PCB defect classification. 4th International Conference on Frontiers of Signal Processing (ICFSP).
<https://doi.org/10.1109/ICFSP.2018.8552045>.
7. Duchi, J.C., Hazan, E., Singer, Y., 2011. Adaptive subgradient methods for online learning and stochastic optimization. J. Mach. Learn. Res. 12, pp. 2121-2159.
8. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J., 2015. Deep residual learning for image recognition. arXiv: 1512.03385.
9. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J., 2016. Identity mappings in deep residual networks. arXiv: 1603.05027.
10. Kang, J., Park, Y.J., Lee, J., Wang, S., Eom, D.S., 2017. Novel leakage detection by ensemble CNN-SVM and graph-based localization in water distribution systems. IEEE Trans. Ind. Electron. 65 (5), pp. 4279-4289. <https://doi.org/10.1109/TIE.2017.2764861>.
11. Kang, S.B., Lee, J.H., Song, K.Y., Pakh, H.J., 2009. Automatic defect classification of TFT-LCD panels using machine learning. IEEE International Symposium on Industrial Electronics.
<https://doi.org/10.1109/ISIE.2009.5213760>.
12. Kingma, D.P., Ba, J., 2014. Adam: A method for stochastic optimization. arXiv: 1412.6980.
13. Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G., 2012. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Advances in Neural Information Processing, 25. MIT Press, Cambridge, MA.
14. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G., 2015. Deep learning. Nature, 521 (7553), 436–444, <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
15. LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., Haffner, P., 1998. Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 89 (11), pp. 2278-2323, <https://doi.org/10.1109/5.726791>
16. Lee, C.P., Lin, C.J., 2013. A Study on L2-Loss (Squared Hinge-Loss) Multiclass SVM. Neural Compu. 25 (5), pp. 1302-1323. https://10.1162/NECO_a_00434.
17. Lin, H.D., 2009. Automated defect inspection of light-emitting diode chips using neural network and statistical approaches. Expert Syst. Appl. 36 (1), pp. 219-226. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.09.014>.

18. Lin, H., Li, B., Wang X., Shu Y., Niu, S., 2019. Automated defect inspection of LED chip using deep convolutional neural network. *J Intell. Manuf.* 30 (6), pp. 2525-2534. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1415-x>.
19. Lu, H.-P., Su, C.-T., Yang, S.-Y., Lin, Y.-P., 2020. Combination of convolutional and generative adversarial networks for defect image demoiréing of thin-film transistor liquid-crystal display images. *IEEE Trans. Semicond. Manuf.* 33 (3), pp. 413-423. <https://doi.org/10.1109/TSM.2020.3005164>.
20. Ng, A., 2004. Feature selection, L1 vs. L2 regularization, and rotational invariance. In *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, Morgan Kaufmann, San Francisco, CA. <https://doi.org/10.1145/1015330.1015435>.
21. Ng, H.W., Nguyen, V.D., Vonikakis, V., Winkler, S., 2015. Deep learning for emotion recognition on small datasets using transfer learning. *Proceedings of the 2015 ACM on International Conference on Multimodal Interaction*, pp. 443-449. <https://doi.org/10.1145/2818346.2830593>.
22. Pan, S. J., Yang, Q., 2009, A survey on transfer learning. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 22 (10), pp. 1345-1359. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.191>.
23. Park, J.K., Kwon, B.K., Park, J.H., 2016. Machine learning-based imaging system for surface defect inspection, *Int. J. of Precis. Eng. And Manuf.-Green Tech.* 3 (3), pp. 303-310, <https://doi.org/10.1007/s40684-016-0039-x>
24. Simonyan, K. Zisserman, A., 2014. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv: 1409.1556.
25. Skumanich, A., 1999. Process and yield improvement based on fast in-line automatic defect classification. *Proc. SPIE 3884, In-Line Methods and Monitors for Process and Yield Improvement*. <https://doi.org/10.1117/12.361342>.
26. Sun, X., Liu, L., Li, C., Yin, J., Zhao, J., Si, W., 2019. Classification for remote sensing data with improved CNN-SVM method. *IEEE Access.* 7, pp. 164507-164516. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2952946>.
27. Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., Rabinovich, A., 2015. Going deeper with convolutions. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. Boston, MA, USA, pp. 1-9, <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>.
28. Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., Wojna, Z., 2016. Rethinking the inception architecture for computer vision. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Patter Recognition (CVPR)*. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.308>.
29. Tang, Y., 2015. Deep learning using linear support vector machines. arXiv: 1306.0239.

30. Tieleman, T., Hinton, G., 2012. Lecture 6.5-rmsprop: Divide the gradient by a running average of its recent magnitude. COURSERA: Neural Networks for Machine Learning, 4 (2), pp. 26-31.
31. Yang, H., Mei, S., Song, K., Tao, B., Yin, Z., 2018. Transfer-learning-based online mura defect classification. IEEE Trans. Semicond. Manuf. 31 (1), pp. 116-123. <https://doi.org/10.1109/TSM.2017.2777499>.
32. Valizadeh, M., Wolff, S.J., 2022. Convolutional Neural Network applications in additive manufacturing: A review. Advances in Industrial and Manufacturing 4, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.aime.2022.100072>.
33. Vapnik, V.N., 1999. The nature of statistical learning theory, New York, Springer.
34. Wuest T., Irgens C., Thoben K.D., 2014. An approach to monitoring quality in manufacturing using supervised machine learning on product state data. J Intell. Manuf. 25 (5), 1167–1180. <https://doi.org/10.1007/s10845-013-0761-y>.

應用卷積神經網路-支持向量機和遷移學習於自動缺陷判別

顏瑋辰、蘇朝墩*、薛友仁

國立清華大學工業工程與工程管理學系

*Email: ctsu@mx.nthu.edu.tw

收稿：2023 年 1 月 13 日；正式接受：2023 年 3 月 1 日

摘要

缺陷檢測和分類是工業製造過程中必不可少的部分。近年來，許多機器學習方法被應用到實際生產過程中。本研究討論使用一個結合卷積神經網路-支持向量機與遷移學習的模型所帶來的潛在優勢，並提出一個三階段程序（包括資料前處理，訓練多種不同配置的模型，和模型評估與最佳模型選取）於缺陷之自動判別。經由一個真實個案之分析，本研究收集發光二極體引線框缺陷之數據進行判別與分類。執行結果顯示，與類似的模型相比，使用本研究之模型能夠提升分類準確率高達 18.03%，並縮短至少一半的訓練時間。特別的是，本研究側重於對不同遷移學習方法的性能進行比較評估。所提出的方法是一種低成本且高效的解決方案，可以有效地用於產業中的缺陷分類。

關鍵字：卷積神經網路、支持向量機、遷移學習、自動缺陷分類

參數為估計時 Laney p' 管制圖之特性研究和績效評估

鄭春生^{1,*} 陳佩雯² 吳雨唐³ 王靖雯⁴

¹ 元智大學 工業工程與管理學系、教授、ieccheng@saturn.yzu.edu.tw

² 元智大學 工業工程與管理學系、助理教授

³ 元智大學 工業工程與管理學系、研究生

⁴ 元智大學 工業工程與管理學系、研究生

收稿：2023 年 2 月 5 日；正式接受：2023 年 3 月 3 日

摘要

Laney p' 管制圖是一種新的計數型管制圖，可應用於製程具有過度散布 (overdispersion) 或者散布不足 (underdispersion) 之情況。本研究利用模擬的方式，探討 Laney p' 管制圖在參數是估計之情況之下，評估其偵測製程異常之能力。本研究利用平均連串長度 (average run length, ARL) 之平均數 (AARL) 和標準差 (SDARL)，評估 Laney p' 管制圖之績效。研究成果可供實務界參考。
關鍵字(3~5個字)：Laney p' 管制圖、過度散布、散布不足、平均連串長度。

1. 緒論

在統計製程管制 (statistical process control, SPC) 中， p 管制圖是一種用於監控樣本中不合格率 (fraction conforming) (不合格品比例) 的管制圖，其中不合格品比例定義為不合格品數與樣本大小 n 的比值。本節簡要概述 p 管制圖之原理。有關 p 管制圖之更多詳細內容，讀者可參閱 Montgomery (2020)。

不合格率 p 通常無法事先知道，必須根據歷史資料進行估算。一般是利用 m 組初步樣本 (稱為階段 I 樣本) 來估計，其中每組樣本的大小為 n 。統計量 \bar{p} 是用於估計未知的不合格率 p 。不合格率 p 管制圖的參數可寫成：

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (1)$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2)$$

在某些情況下，製程可能會出現過度散布的情況 (overdispersion)。圖 1 為過度散布之範例。過度散布會導致傳統 p 管制圖上的點落在管制界限外，但實際上製程並未失控。在圖 1 中，傳統 p 管制圖被用來監控無法回收廢料之比率。此管制圖出現許多超出管制界限的點，顯示製程可能受到可歸屬原因影響。過度散布通常會發生在樣本大小非常大，而不合格率非常小之情況。

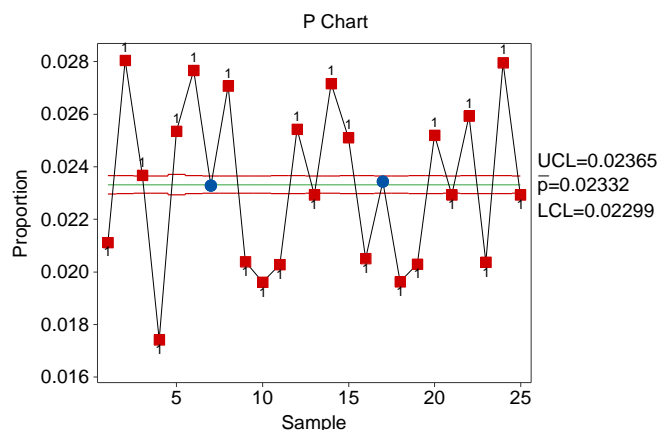


圖 1 過度散布之 p 管制圖 (資料來源：本研究整理)

在過去有許多學者研究資料出現過度散布或者散布不足 (欠散布) (underdispersion) 之影響，並提出解決方案。Jones and Govindaraju (2001) 指出，過度散布是指資料之變異，超過其假設之機率分布的變異。他們提出一種簡單的圖形方法，來驗證計數型管制圖的分配假設。此方法還可指出資料中是否存在過度散布或散布不足。他們也簡要回顧文獻中，可以用來處理未能遵循二項分配或卜瓦松分配的製程屬性。

由 Laney (2002) 首次提出的 p' 管制圖可以防止製程數據中之過度散布所產生的不良後果。

Sellers (2012) 提出一個廣義統計管制圖，可以用來監測計數型資料出現過度散布或者出現散布不足之情形。此研究考慮之分配，包含二項分配、卜瓦松分配和負二項分配。

Vidmara and Blagus (2014) 指出，過度散布的比例資料，在醫療品質的異常值檢測 (outlier detection) 中很重要。其研究發現，Laney 方法產生的錯誤警報最少，但在小樣本而且不良比率很小之情況下，不易檢測到異常值，或者當比例值很高，則無論樣本大小如何，都不易檢測到異常值。

評價藥品微生物品質 (microbiological quality) 是製劑是否可以安全放行至藥品市場的重要準則。Eissa (2017) 指出，由於藥品中總活菌數 (total viable count, TVC) 資料，未能遵循任何分配類型，因此 Laney U' 管制圖適合應用在這種情況下。Eissa (2017) 認為，當資料分布出現顯著過度散布或出現散布不足之情形時，Laney U' 管制圖模式非常適合用來監測劑型藥物的微生物學特徵。

Moon (2020) 將 Laney U' 管制圖應用於進度管理。他將計劃價值成本 (planned value costs) 視為樣本大小，並將每一美元假定為一個屬性 (檢驗) 單位。掙值成本 (earned value cost)，即迄今為止完成之工作的價值，視為一個變數。將掙值成本除以計劃價值成本後，得到一個進度績效指標 (schedule performance index, SPI)。該研究將 SPI 視為一個統計量，並以 Laney U' 管制圖監測其變化。

Arafah (2022) 利用 Laney p' 管制圖監測約旦該國 COVID-19 的變化情形。該研究將感染率 (infection rate, IR) 定義為確診病例數除以進行聚合酶連鎖反應 (polymerase chain reaction, PCR) 的檢測數。研究目的是要了解，在 COVID-19 大流行期間，該國政府限制人口流動和活動的舉措，對於控制感染率的效益。研究結果證明，採取限制措施可以有效降低感染率，而放鬆這些措施則會產生相反的效果。

Valdés-Manuel and Cogollo-Flórez (2022) 指出，過度散布是一種大樣本資料分析中，經常出現的一種現象。在離散型資料 (discrete data) 分析中，它指的是資料存在的變異，比參考二項分配或卜瓦松分配所隱含的變異更高之情形。在臨床實驗室中，不合格單位的比例會出現高度的變異性，造成過度散布之現象。因此，需要分析並找出最合適的管制圖，克服傳統管制圖的限制，來處理過度散布的資料。

隨著 Laney p' 管制圖被提出和應用，最近，有一些學者開始探討 p' 管制圖之績效。Ahsan *et al.* (2017) 利用模擬之方式，評估和比較 p 管制圖和 Laney p' 管制圖之管制內和管制外平均連串長度之差異。其研究是要探討 Laney p' 管制圖之績效是否優於 p 管制圖。Hagan and Li (2018) 利用模擬之方式，評估 Laney p' 管制圖之階段 II 績效。他們的研究允許樣本大小 n 和製程不合格率 p ，能夠在樣本組 (sub group) 之間變動。該研究假設 n 和 p 之分佈為截斷常態分配，平均數 μ 為 n (或 p)，標準差為 $\mu/5$ (或 $\mu/3$)。上述兩個研究均假設製程參數為已知，再進行階段 II 之績效評估。換言之，上述研究並未考慮估計參數之誤差對於管制圖績效之影響。

最近 Goedhart and Woodall (2021) 也進行研究，評估 Laney p' 管制圖之績效。

2. Laney p' 管制圖

Laney p' 管制圖類似於傳統的 p 管制圖。這兩種管制圖都可以用來監控製程中的不合格率隨時間變化之情形。如果存在過度散布，則 Laney p' 管制圖的管制界限將比傳統 p 管制圖的管制界限更寬。更寬的管制界限意味著只當製程中的重要偏差才會被視為管制外。對於 Laney p' 管制圖，共同原因 (common cause) 變異的定義不僅包括組內變異 (within-subgroup)，還包括連續數組間的變異 (between-subgroup)。

在應用 Laney p' 管制圖時，必須先計算 σ_Z ，用來調整過度散布或散布不足。為了計算 σ_Z ，首先使用公式 (1) 對樣本統計量 p_i 進行標準化：

$$Z_i = \frac{p_i - \bar{p}}{\sigma_{p_i}} \quad (3)$$

其中

$$\sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \quad (4)$$

σ_Z 的值可以估計為：

$$\frac{\overline{MR}_Z}{d_2} \quad (5)$$

其中如果使用長度為 2 之移動全距，則 $d_2 = 1.128$ 。

Z_i 之移動全距的平均值可以利用下列公式計算：

$$\overline{MR}_Z = \frac{\sum_{i=1}^m |Z_i - Z_{i-1}|}{m-1} \quad (6)$$

其中 m 是組數。Laney p' 管制圖的參數可以寫成下列公式：

$$UCL = \bar{p} + 3\sigma_{p_i} \times \sigma_Z \quad (7)$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sigma_{p_i} \times \sigma_Z \quad (8)$$

如果 σ_Z 值為 1，則代表傳統管制圖無需調整，Laney p' 管制圖將與傳統

p 管制圖完全相同。

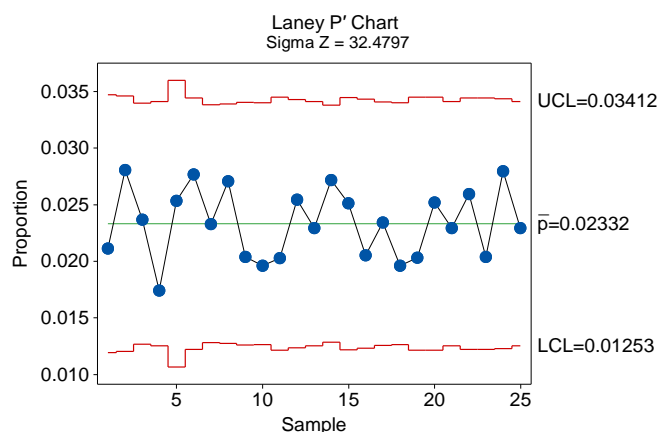


圖 2 Laney p' 管制圖 (資料來源：本研究整理)

3. Laney p' 管制圖之績效評估

管制圖之偵測能力通常是利用平均連串長度 (average run length, ARL) 來評估。ARL 是指一個管制圖偵測到異常時，平均所需的樣本組數。當製程為管制內 (in control) 時，其 ARL 稱為 ARL_0 ；反之，當製程為管制外 (out of control) 時，其 ARL 稱為 ARL_1 。

當管制圖參數為已知時，管制圖的 ARL 是一個常數值。以使用 3-sigma 管制界限之 \bar{x} 管制圖為例，根據常態分配之機率分布，其型 I 錯誤 α 為 0.0027。此時管制內 ARL_0 為 $1/\alpha = 370.37$ 。

然而，當參數是利用樣本估計時，由於受到階段 I 抽樣之影響，ARL 變成一個隨機變數 (Hany and Mahmoud, 2016)。Chakraborti and Human (2006) 曾針對 p 管制圖之參數為估計時，評估管制圖之績效。當管制圖是使用估計參數來建立時，一般是利用 ARL 的平均數 (average of the ARL, AARL) 來進行評估。然而，AARL 並無法反映 ARL 的其他重要屬性。另一個重要度量是 ARL 的標準差 (standard deviation of the ARL, SDARL)。此可用來反映從業者與從業者之間的變異性 (practitioner-to-practitioner variability) (Saleh *et al.*, 2015)。從業者之間的變異性，指的是不同使用者所收集到之階段 I 資料會有所差異，此將會得到不同之參數估計值，進而影響管制圖之績效表現。

當製程參數為估計時，為了具有穩定之管制內 ARL (ARL_0) 績效，我們必須要有足夠數量的階段 I 樣本資料，使得管制內 AARL 值能夠接近 ARL_0 ，而且要有較小的 SDARL 值。Zhang *et al.* (2014) 建議 SDARL 值應在期望管制內 ARL (ARL_0) 之 10% 內。在一般計量型管制圖中，當製程參數已知時，只要利用適當的管制圖參數組合，即可獲得期望之 ARL_0 值 (Zhang *et al.*, 2014; Hany and Mahmoud, 2016)。對於 p 和 p' 管制圖，當各組間之樣本大小 n 不合格率均會變動時，則不容易估計其預期之 ARL_0 。Zhang *et al.* (2014) 所建議的準則，不一定完全適用於本研究進行 p 和 p' 管制圖之績效評估過程。

假設階段 I 蒐集之資料組數為 m ，本研究採用的模擬程序包含下列步驟：

1. 定義管制內（製程在正常狀態下）不合格率 p_0 之變動範圍，假設為均等分配 $U(p_{min}, p_{max})$ 。定義 n 之變動範圍，假設為均等分配 $U(n_{min}, n_{max})$ 。
2. 利用模擬得到之 p_i 和 n_i 值，從具有參數 p_i 和 n_i 之二項分配，獲得 m 個獨立之 X_i 值，計算 $p_i = X_i/n_i$ 。
3. 計算樣本不合格率之平均數，用來估計未知之管制內製程不合格率 p_0 。

$$\hat{p}_0 = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^m X_i}{\sum_{i=1}^m n_i} \quad (9)$$

4. 利用公式 (3-8) 計算 Laney p' 管制圖之管制界限。

上述步驟說明如何產生一次階段 I 之 m 組資料。接著產生階段 II 資料，根據上述管制界限，評估連串長度 (run length)。評估 p 或 p' 管制圖之 ARL 績效，並非一件簡單的工作。樣本大小 n 和製程不合格率 p ，均會影響 ARL 之特性。另外， p 管制圖之 ARL 具有 ARL-biased 之特性。在此特性下，管制內 ARL 並非是整個 ARL 曲線之最高點。圖 3 說明具有 ARL-biased 之特性之 p 管制圖。圖 3 之 ARL 曲線的 y 軸為對數刻度顯示。此例管制內不合格率為 0.05，各組樣本大小為 $n = 250$ ， $ARL_0 = 240.23$ 。傳統 \bar{x} 管制圖具有 ARL-unbiased 之特性。製程產生異常變化時，其 ARL (亦即管制外 ARL_1) 會低於製程為正常狀態時之 ARL (亦即管制內 ARL_0)。

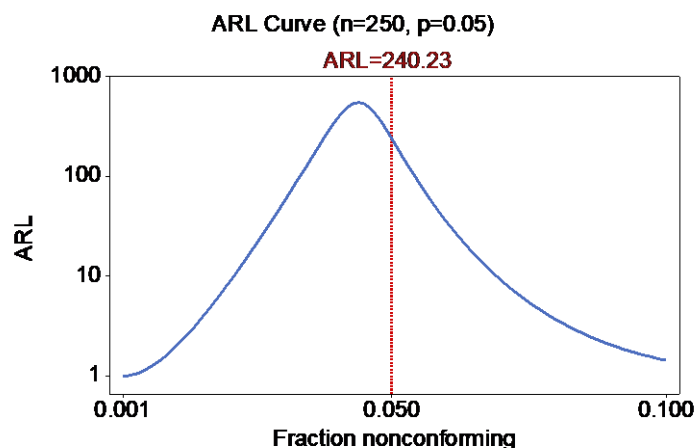


圖 3 ARL-biased 之特性之 p 管制圖 (資料來源：本研究整理)

圖 4 說明本研究估計 AARL 和 SDARL 之過程。對於每一組階段 I 資料，本研究重複 10000 次實驗 ($j = 10000$)，以估計 ARL。由於階段 I 所收集之資料會有差異，其所反映的是從業者與從業者之間的變異性。本研究產生 10000 組階段 I 資料 ($i = 10000$)，以獲得 AARL 和 SDARL 值。

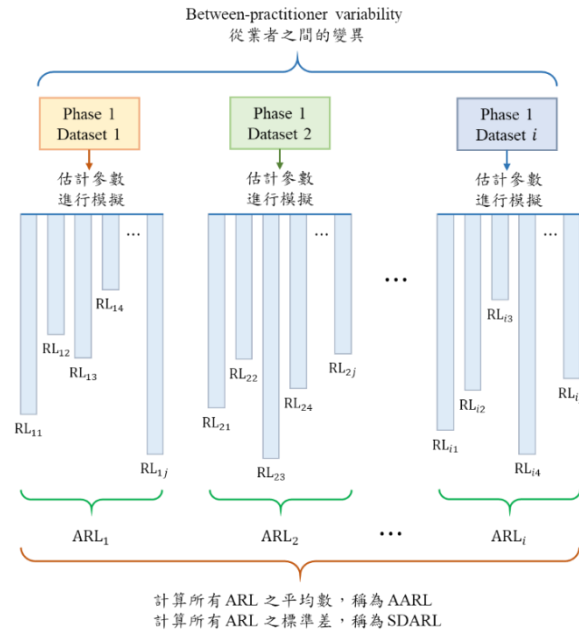


圖 4 模擬之示意圖 (資料來源：本研究整理)

4. 結果與討論

本研究利用多項實驗，評估 Laney p' 管制圖之績效。本節說明模擬實驗之結果。表 1 為製程參數為估計時， p 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL。當樣本大小 n 為 250、200 和 125 時，其理論 ARL_0 分別為 240.23、375.39 和 248.37。由表可看出，若使用少量的階段 I 樣本來估計未知參數時，會導致 ARL 之標準差非常的大。一般管制圖之實務應用，假設階段 I 之樣本組數為 $m = 20$ 到 25。然而，當 $m = 20$ ， $SDARL = 231.42$ ，約為 ARL_0 之 96.33%。若要符合 Zhang *et al.* (2014) 之建議，當樣本大小 n 為 250、200 和 125 時，則階段 I 之組數分別需要 5000、2000 和 1000 組。由表 1 可看出，隨著階段 I 樣本組數的增加，AARL 會越來越接近期望值，而 SDARL 也會越來越小。

上述所描述之現象，也會發生在其他計量型管制圖 (Zhang *et al.*, 2014; Saleh *et al.*, 2015; Hany and Mahmoud, 2016)。若管制圖之參數是利用估計的方式，通常需要很大的樣本，才能滿足 Zhang *et al.* (2014) 所描述之要求。

表 1 階段 I 組數對於 p 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL 之影響

m	$n = 250$		$n = 200$		$n = 125$	
	$p = 0.05$		$p = 0.05$		$p = 0.05$	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
20	360.99	231.42	357.90	242.45	402.16	407.85
50	346.76	168.81	328.17	149.33	316.84	209.30
100	329.87	122.41	327.07	108.89	285.48	143.05
1000	272.95	79.27	363.15	38.05	248.60	5.62
2000	254.17	54.80	368.43	21.01	248.59	5.62
3000	249.03	43.54	369.70	13.75	248.59	5.60
4000	243.51	26.99	370.33	8.36	248.59	5.57
5000	241.93	19.12	370.34	8.34	248.58	5.66
6000	241.57	16.82	370.31	8.36	248.59	5.57
8000	240.65	8.97	370.32	8.34	248.58	5.61
10000	240.43	5.43	370.38	8.40	248.56	5.56

接著，我們探討當製程不合格率具有過度散布特性，對 p 管制圖所造成之影響。過度散布是指資料之變異，超過其假設之機率分布的變異。此實驗假設製程不合格率之平均數為固定，但不合格率之變動為均等分配。表 2 為製程參數為估計時， p 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL。此實驗假設 $p \sim U(0.025, 0.075)$ ，亦即平均數為 0.05，如先前所描述的，當樣本大小 n 為 250、200 和 125 時，其理論 ARL_0 分別為 240.23、375.39 和 248.37。由表可看出，傳統 p 管制圖之管制內 AARL 均非常的小，遠低於使用 3 倍標準差 p 管制圖之理論值。此乃因為過度散布所造成。當樣本大小 n 越大時，過度散布對於管制內 ARL 之影響越大。亦即當製程不合格率在組間之變動程度過大時，隨著 n 增加， p 管制圖 ARL_0 之降低幅度越大。

表 3 為製程參數為估計時， p' 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL。比較表 2 和表 3 之 (A)-(C) 三個欄位，我們可以發現，在相同之 n 和 p 之下，使用 p' 管制圖確實可以提高管制內 ARL，降低型 I 錯誤。但另一方面，當 n 較大時， p' 管制圖之管制界限也有過度放寬之風險，造成 ARL_0 過大。另一方面，當製程不合格率出現散布不足之情形時，使用 p' 管制圖反而會得到較小之 ARL_0 值。比較表 2 和表 3 之 (D) 欄位，可看出此現象。當 n 為 100， $p \sim U(0.005, 0.015)$ ，亦即平均數為 0.01，其理論 ARL_0 分別為 54.42。

觀察表 2 和表 3 之 (E)-(F) 欄位，可看出當 $n \times p$ 相當時， p 管制圖和 p' 管制圖有類似的績效表現。

表 2 製程參數為估計時， p 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL

m	(A) $n = 250$		(B) $n = 200$		(C) $n = 125$		(D) $n = 100$	
	$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.005, 0.015)$	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
20	33.67	12.90	46.64	22.54	91.38	79.89	131.73	169.38
50	34.52	10.71	45.51	15.30	73.38	38.91	112.41	93.40
100	33.95	8.12	45.34	11.38	69.05	27.19	112.34	73.51
1000	31.62	5.23	49.17	6.10	62.07	3.09	105.81	72.75
2000	30.58	4.55	50.55	3.80	61.94	1.39	99.30	71.52
3000	29.70	3.62	50.99	2.45	61.94	1.37	97.95	71.18
4000	29.41	3.19	51.11	1.95	61.94	1.41	95.89	70.57
5000	29.14	2.67	51.20	1.48	61.94	1.41	92.72	69.61
6000	28.99	2.35	51.23	1.34	61.95	1.39	90.40	68.71
8000	28.73	1.59	51.25	1.19	61.96	1.40	87.91	67.74
10000	28.67	1.27	51.27	1.15	61.93	1.42	82.79	65.43

表 2 (續)

m	(A) $n = 250$		(B) $n = 200$		(C) $n = 125$		(D) $n = 100$	
	$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.025, 0.075)$		$p \sim U(0.005, 0.015)$	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
20	33.67	12.90	46.64	22.54	91.38	79.89	131.73	169.38
50	34.52	10.71	45.51	15.30	73.38	38.91	112.41	93.40
100	33.95	8.12	45.34	11.38	69.05	27.19	112.34	73.51
1000	31.62	5.23	49.17	6.10	62.07	3.09	105.81	72.75
2000	30.58	4.55	50.55	3.80	61.94	1.39	99.30	71.52
3000	29.70	3.62	50.99	2.45	61.94	1.37	97.95	71.18
4000	29.41	3.19	51.11	1.95	61.94	1.41	95.89	70.57
5000	29.14	2.67	51.20	1.48	61.94	1.41	92.72	69.61
6000	28.99	2.35	51.23	1.34	61.95	1.39	90.40	68.71
8000	28.73	1.59	51.25	1.19	61.96	1.40	87.91	67.74
10000	28.67	1.27	51.27	1.15	61.93	1.42	82.79	65.43

表 3 製程參數為估計時， p' 管制圖之管制內 AARL 和 SDARL

m	(A) $n = 250$ $p \sim U(0.025, 0.075)$		(B) $n = 200$ $p \sim U(0.025, 0.075)$		(C) $n = 125$ $p \sim U(0.025, 0.075)$		(D) $n = 100$ $p \sim U(0.005, 0.015)$	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL	AARL	SDARL
20	1853.70	3422.91	1475.78	3045.81	389.66	441.29	188.20	290.36
50	961.91	1781.33	791.63	1558.81	352.03	360.56	116.84	149.74
100	646.98	910.73	489.06	497.36	291.80	253.45	95.49	75.32
1000	426.06	143.20	337.10	112.86	236.45	65.04	64.91	52.37
2000	412.41	97.81	316.25	84.39	246.00	43.70	52.65	36.58
3000	407.16	70.31	306.08	65.53	251.60	34.74	47.94	26.80
4000	404.45	53.06	302.74	58.48	255.35	27.28	45.25	18.29
5000	403.49	39.08	297.54	46.16	257.28	22.42	43.65	10.36
6000	402.39	25.48	292.80	31.42	258.11	19.84	43.44	8.60
8000	402.11	17.69	291.57	26.02	260.17	10.92	43.08	4.78
10000	401.84	13.61	290.66	20.54	259.77	13.31	43.05	4.76

表 3 (續)

m	(E) $n = 2000$ $p \sim U(0.0025, 0.0075)$		(F) $n = 1250$ $p \sim U(0.0025, 0.0075)$	
	AARL	SDARL	AARL	SDARL
20	1663.76	4402.78	1059.80	3210.86
50	700.50	1758.06	393.37	762.03
100	417.23	433.27	273.09	259.45
1000	295.15	94.48	205.18	52.47
2000	283.14	83.92	207.60	21.51
3000	276.63	79.06	209.34	11.61
4000	269.09	73.59	209.73	9.63
5000	263.94	69.29	210.09	7.55
6000	257.94	62.77	210.25	6.29
8000	255.46	59.62	210.34	5.27
10000	251.07	53.40	210.39	4.77

5. 結論

Laney p' 管制圖是一種新的計數型管制圖，可應用於製程具有過度散布或者散布不足之情況。本研究利用模擬的方式，探討 Laney p' 管制圖，在參數是估計之情況下，評估其 ARL_0 之整體績效。本研究利用 ARL 之平均數 (AARL) 和標準差 (SDARL)，評估 Laney p' 管制圖之績效。研究成果可供實務界參考。研究發現，Laney p' 管制圖確實可以降低因為過度散布所造成的型 I 錯誤增加，但也有可能導致過寬的管制界限，造成型 II 錯誤增加。後續研究可從下列幾個方向進行。第一，本研究只評估管制內 ARL_0 ，未來研究可評估 Laney p' 管制圖之 ARL_1 績效。未來研究也可考慮樣本組之間，會有樣本大小 n 之變動同時具有製程不合格率之變動。未來之研究，也需對更多的 n 和 p 之組合，進行更全面性之探討。

參考文獻

1. Ahsan, M., Mashuri, M., Khusna, H., 2017, Evaluation of Laney p' chart performance, International Journal of Applied Engineering Research, 12(24): 14208-14217.
2. Arafah, M., 2022, Using the Laney p' Control Chart for monitoring COVID-19

-
- cases in Jordan, *Journal of Healthcare Engineering*, Volume 2022, Article ID 6711592, 18 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/6711592>
3. Chakraborti, S., Human, S. W., 2006, Parameter estimation and performance of the p -chart for attributes data, *IEEE Transactions on Reliability*, 55(3): 559-566.
 4. Eissa, M. E., 2017, Application of Laney control chart in assessment of microbiological quality of oral pharmaceutical filterable products, *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 52(3): 239-246.
 5. Goedhart, R., Woodall, W. H., 2021, Monitoring proportions with two components of common cause variation, *Journal of Quality Technology*, 54(3): 324-337.
 6. Hagan, J., Li, B., 2018, Phase II performance of P -charts and P' -charts, *Journal of Medical Statistics and Informatics*, Volume 6, Article3. <http://dx.doi.org/10.7243/2053-7662-6-3>
 7. Jones, G., Govindaraju, K., 2001, A Graphical method for checking attribute control chart assumptions. *Quality Engineering*, 13(1): 19-26.
 8. Laney, D. B., 2002, Improved control charts for attributes. *Quality Engineering*, 14(4): 531-537.
 9. Montgomery, D. C., 2020, *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.), New Jersey: John Wiley & Sons.
 10. Moon, J., 2020, An investigation into the use of Laney u chart as a visual schedule tracker to graphically monitor the schedule performance index, *Journal of Engineering, Project and Production Management*, 10(1): 35-41.
 11. Sellers, K. F., 2012, A generalized statistical control chart for over-or under-dispersed data, *Quality and Reliability Engineering International*, 28(1): 59-65.
 12. Valdés-Manuel, J. I., Cogollo-Flórez, J. M., 2022, Monitoring overdispersed process in clinical laboratories using control charts, *DYNA*, 89(224): 28-33.
 13. Vidmara, G., Blagus, R., 2014, Outlier detection for healthcare quality monitoring -a comparison of four approaches to over-dispersed proportions, *Quality and Reliability Engineering International*, 30: 347-362.
 14. Zhang, M., Megahed, F. M., Woodall, W. H., 2014, Exponential CUSUM charts with estimated control limits, *Quality and Reliability Engineering International*, 30(2): 275-286.
 15. Hany, M., Mahmoud, M. A., 2016, An evaluation of the Crosier's CUSUM control chart with estimated parameters, *Quality and Reliability Engineering International*, 32(5): 1825-1835.
 16. Saleh, N. A., Mahmoud, M. A., Jones-Farmer, L. A., Zwetsloot, I., Woodall, W. H., 2015, Another look at the EWMA control chart with estimated parameters, *Journal of Quality Technology*, 47(4): 363-382.

Properties and Performance Evaluation of Laney p' Control Charts with Estimated Parameters

Chuen-Sheng Cheng^{1,*} Pei-Wen Chen² Yu-Tang Wu³ Ching-Wen Wang³

¹ Department of Industrial Engineering and Management, Yuan Ze University 、
Professor 、 ieccheng@saturn.yzu.edu.tw

² Department of Industrial Engineering and Management, Yuan Ze University 、
Assistant Professor

³ Department of Industrial Engineering and Management, Yuan Ze University 、
Graduate Student

Received: February 5, 2023; Accepted: March 3, 2023

Abstract

Laney p' control chart is a new type of attribute control chart, which can be applied to the situation where the process has overdispersion or underdispersion. By means of simulation, this study explores the ability of Laney p' control chart to detect process variation when the parameters are estimated. This study evaluates the performance of Laney p' control chart using the mean(AARL) and standard deviation (SDARL) of the average run length (ARL). The research results can provide useful information for the practitioners.

Keywords: Laney p' control chart, overdispersion, underdispersion, average run length.

製造業品管人員專業職能建置之研究

劉廷揚¹、吳玫宜²、何映婷³、林威志^{4*}

¹ 國立高雄師範大學人力與知識管理研究所教授

² 燁輝公司人力資源處資深課長

³ 國立高雄師範大學人力與知識管理研究所碩士生

^{4,*} 台北海洋科技大學校務研究中心主任、wclin@mail.tumt.edu.tw

收稿：2023年1月15日；正式接受：2023年2月26日

摘要

本研究聚焦於高雄地區三間基本金屬製造業上市公司之品管人員，建立品質專業職能模型問卷之題項及職能項目，建構『品管人員專業職能評鑑量表』，並進行研究對象之不同背景變項之品管人員在專業職能之差異性分析與重要性分析。結果顯示，製造業品質專業人員所需之七項主要職能，其重要性排序分別為：(1) 品質意識、(2) 持續改善、(3) 執行力、人際溝通能力、專業導向、(4) 問題分析與解決能力、(5) 顧客導向。不同教育程度與職務別之品管人員於顧客導向項目有顯著差異。

關鍵詞：職能模型、製造業、品管人員

1. 緒論

當今全球各行各業朝向智慧轉型發展，伴隨物聯網架構、大數據雲端運算系統、人機協同系統、智慧設備等技術發展愈趨成熟，製造環境亦隨之丕變。但我國製造產業大多仍透過自動化設備進行生產，對提高品質管理效率收益有限，且須耗費人力及時間成本在品質檢測上，對品管人員的素質提升仍非常重視(林書琪，2022)。企業如能透過全體員工品質意識之提升，建立全面品質管理的品質文化與組織氛圍，再輔以良好的甄選機制，選拔出組織內具價值且認同組織文化的人加以激勵與發展、培育，才能將優秀人才轉為企業重要的人力資本(羅佳蘋，2004)。Schuler與MacMillan(1984)認為透過良好的人力資源管理實務，可以協助組織取得優秀的人才，進而維持組織的競爭優勢。職能(Competency)指個人潛藏的特質，這些特質與個人的績效表現有因果關係，而且可經由一定的標準加以衡量(Spencer & Spencer, 1993)，Lawler與Mcdermot(2003)認為是可以用來區別工作績效高低，且進一步做為組織未來識別、獎酬、晉升等，為重要評估考量員工工作績效的重要依據(引自Sweins, 2010)。職能模式在實務上被廣泛運用於組織的人力資源活動中，利用建立職能的人才發展系統可連結績效評核，有助於分析及設定不同職務的人所需要具備的知識與技能。

品質好壞和生產力高低有相互之影響，提升品質通常也意味著生產力可以跟著變好，確保企業永續經營。企業通常會提供必要的訓練以提升品管人員知識與技能。但訓練也可能為組織帶來抱怨與浪費，於訓練需求與課後評估同時，是否有正視到企業訓練真正的價值？因此，建構品管人員的專業職能系

統，發揮其關鍵指標對人員績效管理評估與人員訓練的建議尤為重要。

為瞭解職能體系是否能夠運用於分析及設定不同職務所需具備的知識與技能，本研究以隸屬「基本金屬製造業」製程中游的三間上市鋼鐵企業（分別為民營、中鋼子公司與外資比例佔50%以上的企業，三間企業製程相似，使用管理系統不同）為研究對象，探討與建置製造業之品管人員的專業職能項目。經由文獻整理與資料蒐集，通過「行為事例訪談」獲取品管人員實務上的經驗，再利用「內容分析」進行訪談資料歸納與整理，以及專家意見之「焦點訪談」，進而發展出品管人員職能問項，並編製「品管人員專業職能評鑑量表」。最後，通過問卷調查，分析與確認品管人員的專業職能構面，以證實本評鑑量表的信度與效度，並進行不同背景變項之品管人員在專業職能之差異性分析與重要性分析。

2. 文獻探討

2.1 職能的定義

Boyatzis (1982) 對職能所做的定義指出，職能乃是一個人所具備的某些基本特質，而這些基本特質就是足以導致，以及影響個人在工作領域上，表現出更好、更有效率的工作績效，以及達成良好成果的基本關鍵特性。

Spencer 與 Spencer (1993) 為解釋何為職能，提出了冰山模型概念。他們將職能分為外顯的部分：包含技能 (skill) 與知識 (knowledge) 以及內隱的部分：包含自我概念 (self-concept)、特質 (trait) 與動機 (motive)，如圖 2-1-1 所示，而其意含個人技能與知識為一般人最容易觀察的管理職能。研究者必須考慮隱藏在表面行為背後深層的自我概念、特質與動機等三者。

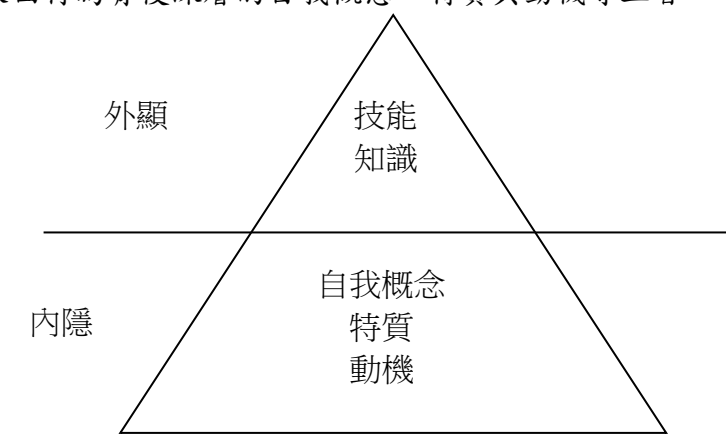


圖 2-1-1 冰山模型

資料來源：Spencer, L. M. & Spencer S. M. (1993). *Competence at Work: Models for Superior Performance*, New York: John Wiley & Sons.

2.2 品管與職能關係

品質對組織而言是競爭力的保障，面臨全球快速改變的環境，組織需以創新策略迎接挑戰，而建立關鍵職能已成為成功關鍵因素 (Spencer & Spencer, 1993; Avkiran, 1999; Rifkin *et al.*, 1999; Crawford, 2005; Dainty, *et al.*, 2005; Graf & Harland, 2005; Shirish, 2005)。組織建立優秀的品質管理系統更需要仰賴建立品質管理單位與品管人員的專業職能 (Professionals Competent)。品管專業人員為了符合此一知識、技術等的職能，必須具有分析及整合能力，以及於品質管理領域的專業技能 (Dew, 1999; Kenett & Albert, 2001; Kenneth, 2002; Elshennawy, 2004; Oltesving, 2006)。組織可以強化訓練使人員具備良

好知識與技能，並配合人力資源政策的績效與激勵來鼓勵或要求員工實踐，對於個人特質方面是否適合擔任「品管」職務，很難以專業考試或加強訓練等方法評核。當組織將實踐品管精神納入重要組織競爭策略之一時，就應展開相關員工的工作所需職能，依其訂定績效管理目標，來衡量員工的個人績效表現，以提升組織績效。

2.3 職能之相關研究

2.3.1 職能與工作績效之關係

工作績效 (Job performance) 在組織行為中，Robbins (2003) 將之定義為個人或組織的效率 (efficiency)、效能 (effectiveness) 與效力 (efficacy) 三方面的總體表現。有關職能是否影響組織績效，有學者認為其有待商榷，但對於職能影響個人的工作績效，大多認為具有因果關係 (Arthey & Orth, 1999; Kim & Hong, 2005; Levenson *et al.*, 2006; Spencer & Spencer, 1993)。林燦螢 (2011) 指出，每位員工的績效產出，主要的能力來自於：行為能力、技術能力與專業知識等三能力，這三項能力是產生績效的基石，如圖 2-3-1。而每個人的行為能力是受基本才能、人格特質及工作角色／價值觀及喜好所直接影響，同時也受經歷與資格條件間接影響；而專業知識及技術能力則受基本才能、經歷與資格條件直接影響，人格特質也間接影響專業知識的學習與吸收。

諸多學者就職能與工作績效關係進行了實證研究，結果表明職能與績效有正向關係 (Mayer, 2003; Kim & Hong, 2005; Levenson *et al.*, 2006)。盧建中、費吳琛與廖良文 (2007) 針對政府公務單位人力資源專業人員進行探索性研究，發現職能構面與工作績效間均具有顯著的相關性，表示政府公務單位人力資源專業人員職能具備性程度愈高，對於高度的工作績效表現將愈有幫助。建立與運用職能體系來找到認同與符合企業價值的人才，而獲致員工應具備之職能時，應考量此職能必須能適當反應工作績效 (吳欣蓓、陸洛與巫姍如，2010)。

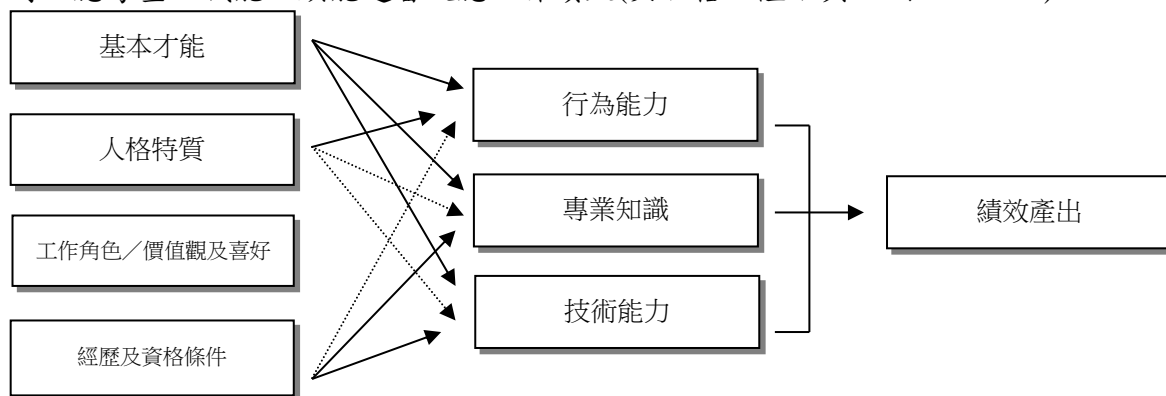


圖 2-3-1 職能與績效產出關係

資料來源：林燦螢 (2011)，掌握 3 眉角化解 5 大績效狀況劇。《能力雜誌》，667 (9)，26-

2.3.2 職能與教育訓練之關係

員工訓練 (employee training) 與能力發展 (development) 是指有計畫的協助員工學習有關工作所應具備的能力，這些能力關乎工作績效成果所需的知識、技術與態度。對於員工而言是提升自己的技能，但對企業而言是為取得競爭優勢。

企業為了提升競爭優勢，訓練的角色由原傳統的發展特定的知識與技能，轉變成策略性的支援行動。為提升員工績效，於原有的傳遞過程轉變為學習、

創造與分享，訓練角色轉變如圖 2-3-2。

企業要求高工作績效應從教育訓練著手，教育訓練的效果需與工作實用性相關。訓練的內容能增加員工工作上不足的技能，則能促進員工學習力，使訓練成效發揮最大。透過職能評鑑瞭解員工能力不足處，以實施教育訓練提升員工的專業知識，教育訓練對職能與工作績效是具正面意義（劉廷揚與鍾佩璇，2011）。

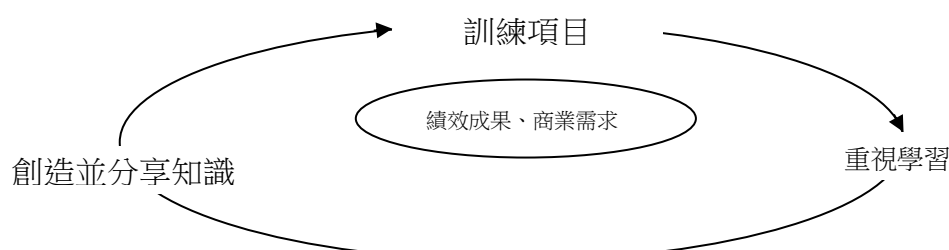


圖 2-3-2 訓練角色的演變

資料來源：簡貞玉（譯）（2007），員工訓練與能力發展（原作者：Raymond A. Noe）。臺北市：五南（原著出版年 2004）

2.4 職能模型之用途

職能模型可應用於人力資源管理之所有功能，Bratton（1998）指出職能模型提供組織策略與人力資源管理活動上之媒介，並藉由圖 2-4-1 中各系統的相互搭配，將組織內個人的能力發揮至極，幫助員工以有效且符合公司價值觀之行為，共同達成組織的目標。

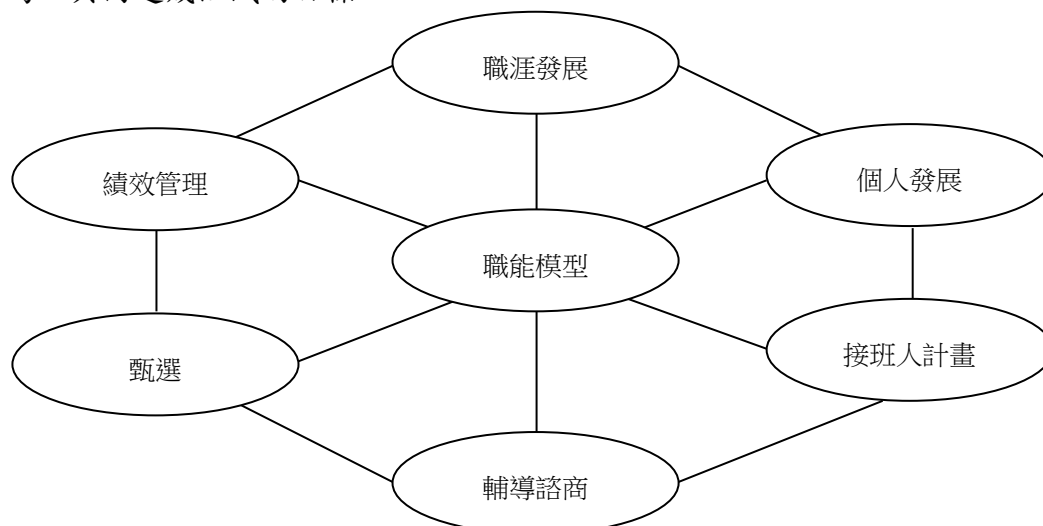


圖 2-4-1 職能模型與人力資源管理活動關係圖

資料來源：Bratton, D. A., (1998). Develop a framework of core competencies, *Credit Union Magazine*, 64(10), 17-18.

3. 研究方法

3.1 研究流程

針對本研究之研究目的，為使品管人員專業職能內涵之獨特性與實務性能充份展現，本研究採用質化與量化並行的方式進行研究，本研究之研究架構流程如圖3-1-1所示，並分別說明於次頁。

3.2 研究對象

本研究對象為高雄地區三間基本金屬製造業上市公司，隸屬民營、中鋼子公司與外資等不同的經營管理模式。而本研究所稱之品管人員專業職，係指從事品管相關職務人員，在本研究對象之基層人員也稱之為品檢人員。

3.3 建立量表、檢驗與問卷設計

本研究首先以A公司、C公司所建立的品管人員工作說明及人力銀行所建立的職務分析資料，整理出工作說明書。其次，依據品管績優人員與專家一對一訪談進行內容整理，並參考陳玄嶽（2009）針對台灣中小企業品管專業職能之研究發展與定義品管人員專業職能的構面，並由個案A公司品管主管進行焦點訪談以建立共識。

本研究依據訪談內容與相關參考文獻，先行歸納出品管人員專業職能七個構面與定義，進行焦點訪談後則以訂為初稿。七職能構面分別為：「專業導向」、「品質意識」、「執行力」、「問題分析與解決能力」、「顧客導向」、「持續改善」與「人際溝通能力」等。由於本研究對象為設定範圍，問卷設計有效性採以專家效度為評定，依據問卷內容的正確性、相關性、問題敘述的適當性，給予評定及修改意見。本研究職能項目定義與題項邀請五位品管、管理背景相關的專家針對題項設計與前瞻性部份予以修正，且委請一位本研究個案公司之資深基層主管就題項文字部份，依據品管人員習慣用語予以修飾調整。經文獻整理、訪談與專家修正後形成品管人員專業職能項目，項目與其定義如表3-3-1。

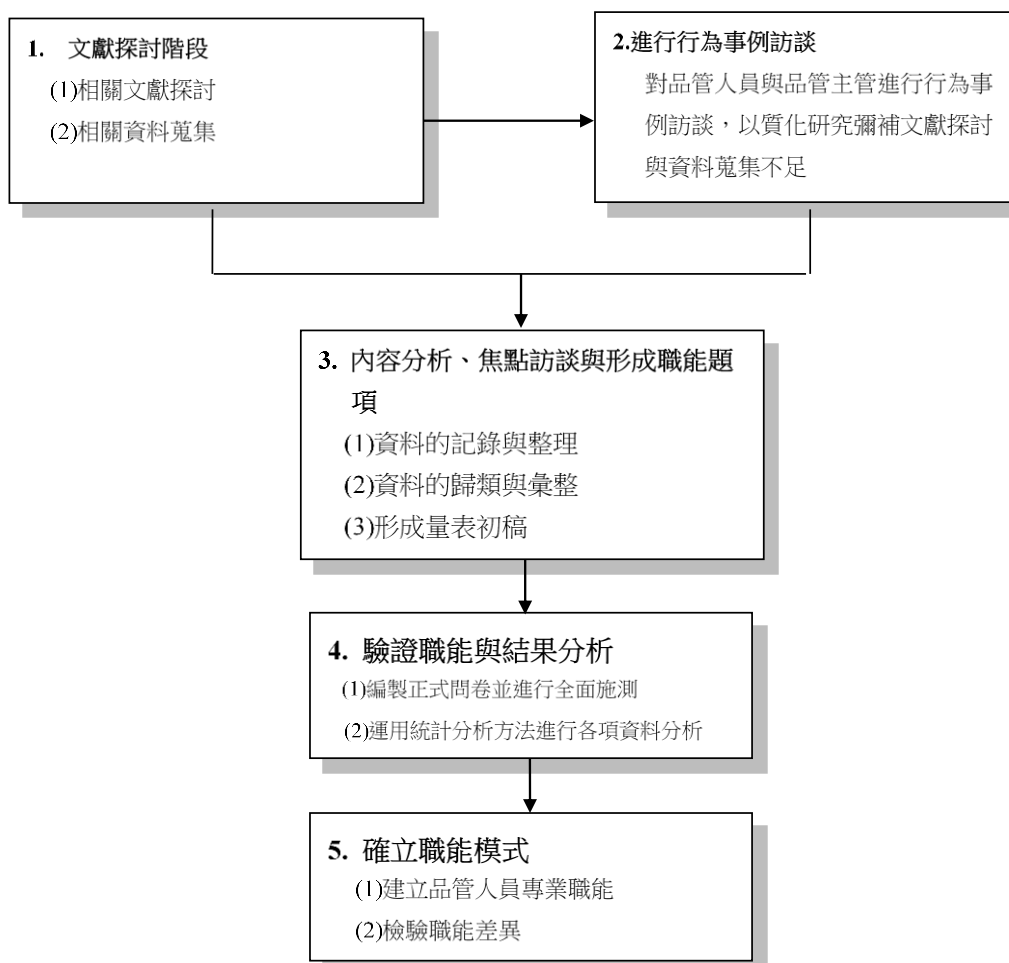


圖 3-1-1 研究架構流程圖

依據職能項目的定義形成的關鍵行為指標，建置職能項目的目的是希望明確的指出每一職務所須具備的知識、技術、能力與個人特質，在品管專業職能行為指標建立時，即可設定未來轉換成訓練的方針。衡量關鍵行為指標經學者專家與產業資深主管修正後形成品管人員專業職能指標問項。

表 3-3-1 職能項目與職能定義

職能項目	職能定義
專業導向	以專業知識與技術確實達成工作職責及要求，注重工作細節，分析品質問題並進行改善，不斷提升品質
品質意識	確實遵循工作標準程式，堅持事前預防觀念與實踐品質之行為
執行力	能夠依標準流程作業，依工作的輕重緩急排定優先順序，妥善運用自己的時間與資源，有效管理工作流程及進度。將組織策略或工作計畫有效落實，以達到工作計畫所設定的績效指標。
問題分析與解決能力	具有足夠之分析能力，並能蒐集、整合及有效運用不同來源的資料，針對議題進行邏輯性、系統性及全面性分析。
顧客導向	能獲得有關顧客的產品使用資訊與知識，能充分瞭解顧客的需求及偏好，知道以最佳方法解決顧客的問題，不斷創造顧客價值。
持續改善	能夠運用適當的方式找出改善之方向及改善量，並發展行動方案，主動採取行動並追求成長。
人際溝通能力	為組織品質策略進行團隊合作，化解組織或部門間衝突，能整合上下游不同功能組織，為整體目標共同努力。

4. 研究結果

針對本研究個案之品管（檢）人員進行問卷發放，包含個案所屬技術部門中之品質管理與異常判定職務相關人員、與直接生產單位職務為產品判定人員。共發放問卷數230份，回收228份，填寫不完全之無效問卷共37份，有效問卷共計191份，即有效問卷回收率為83%。

4.1 因素分析、信度分析與項目分析

按變數定義與衡量，所萃取之7個因素可解釋67.679%的變異量，分別依量表編製所依據之行為事例訪談後之內容分析與專家意見，將因素命名為「專業導向」、「品質意識」、「執行力」、「問題分析與解決能力」、「顧客導向」、「人際溝通能力與持續改善」，而各題項之因素負荷量皆大於0.5，故予以保留。

信度係指測量工具所得到結果的一致性或穩定性，為瞭解問卷的可靠性與有效性，須進行信度考驗。本品管專業職能量表之信度問卷結果總量表 Cronbach α 為0.963，說明本量表測量得到的結果具一致性。

項目分析主要就量表題項或測驗試題中的每一個題目為對象，逐題分析其可用程度，試題品質可透過項目分析而提高。通過品管專業職能量表項目分析，Q1至Q37的t值均達顯著，表示本研究之問卷37個題項均具有鑑別度，所有題項均能鑑別出不同受試者的反應程度。

4.2 建構品管專業職能

4.2.1 職能項目重要性排序

本正式量表量測尺度以Likert scale五點表作職能重要性評量，所建構職能七構面的重要性將以平均數評比。結果表明，本研究對象基本金屬製造業對品管人員專業職能項目的重要性程度分別為（1）品質意識；（2）持續改善能力、執行力；（3）人際溝通能力、專業導向；（4）問題分析與解決能力；

(5) 顧客導向。

研究結果顯示，不同公司對品管人員專業職能重要性程度分別為：

A 公司：(1) 品質意識；(2) 持續改善能力、執行力；(3) 人際溝通能力、專業導向、問題分析與解決能力、顧客導向。

B 公司：(1) 品質意識；(2) 持續改善能力、執行力、人際溝通能力、專業導向、問題分析與解決能力；(3) 顧客導向。

C 公司：(1) 品質意識；(2) 持續改善能力、執行力、人際溝通能力、專業導向、問題分析與解決能力；(3) 顧客導向。

4.2.2 不同背景變項之品管人員與專業職能之差異性分析

針對本研究各不同變項與品管人員專業職能項目以 t 檢定與單因數變異數分析進行差異性分析，以發掘其中是否有討論與差異。

(一) 性別與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-1 性別與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	t 值	p 值
專業導向	0.228	0.820
品質意識	0.564	0.573
執行力	-0.085	0.933
問題分析與解決能力	1.312	0.191
顧客導向	-0.075	0.940
人際溝通能力	0.929	0.354
持續改善能力	0.987	0.325

表 4-2-1 說明不同性別對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。

(二) 年齡與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-2 年齡與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	p 值
專業導向	1.506	0.215
品質意識	1.029	0.318
執行力	1.927	0.127
問題分析與解決能力	1.605	0.190
顧客導向	0.429	0.732
人際溝通能力	0.556	0.645
持續改善能力	1.077	0.360

表 4-2-2 說明不同年齡層對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。

(三) 教育程度與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-3 教育程度與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	p 值	Scheffe
專業導向	0.928	0.397	
品質意識	0.580	0.561	
執行力	3.421	0.035*	B < C
問題分析與解決能力	0.608	0.644	
顧客導向	4.376	0.014*	B < A B < C
人際溝通能力	1.314	0.271	
持續改善能力	0.637	0.530	

*表示 $p < .05$

【A 代表高中職】【B 代表專科】【C 代表大學、碩士】

表 4-2-3 說明不同教育程度對於品管專業職能項目中「執行力」與「顧客導向」有顯著差異 ($p < .05$)，其餘五項目無顯著的差異。扣除本次研究樣本教育程度國中者 1 人，經 Scheffe 多重比較檢定，「執行力」專業職能項目則為教育程度為大學、研究所者重視度高於專科者；「顧客導向」專業職能項目則為教育程度為大學、研究所與高中職者重視度高於專科者。

(四) 品管年資與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-4 品管年資與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	p 值
專業導向	0.691	0.599
品質意識	0.151	0.962
執行力	0.286	0.886
問題分析與解決能力	0.415	0.798
顧客導向	1.162	0.329
人際溝通能力	0.178	0.950
持續改善能力	0.627	0.644

表 4-2-4 說明不同品管年資對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。

(五) 公司年資與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-5 公司年資與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	p 值
專業導向	2.637	0.051
品質意識	2.200	0.090
執行力	1.122	0.341
問題分析與解決能力	1.350	0.260
顧客導向	0.275	0.843
人際溝通能力	1.692	0.170
持續改善能力	1.082	0.358

表 4-2-5 說明不同公司年資對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。

(六) 公司別與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-6 公司別與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	P值
專業導向	0.861	0.424
品質意識	0.044	0.956
執行力	1.502	0.225
問題分析與解決能力	0.672	0.512
顧客導向	0.244	0.786
人際溝通能力	0.448	0.640
持續改善能力	0.388	0.679

表 4-2-6 說明公司別對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。

(七) 職務別與品管專業職能項目差異性分析

表 4-2-7 職務別與品管專業職能項目差異性分析 (N=191)

職能項目	F 檢定	p值	Scheffe
專業導向	1.119	0.329	
品質意識	2.933	0.053	
執行力	2.501	0.085	
問題分析與解決能力	1.200	0.304	
顧客導向	4.045	0.019*	B<C
人際溝通能力	0.755	0.472	
持續改善能力	1.773	0.173	

*表示 $p < .05$

【A 代表技術人員】【B 代表工程師】【C 代表主管】

表 4-2-7 說明不同職務別對於品管專業職能項目中「顧客導向」構面有顯著差異 ($p < .05$)，其餘六項目則無顯著的差異。經 Scheffe 多重比較檢定，「顧客導向」專業職能項目則為主管重視程度高於工程師。

(八) 不同職務人員品管專業職能重要性排序

表 4-2-8 不同職務人員與品管專業職能重要性排序 (N=191)

職能項目	技術人員			工程師			主管		
	平均數	標準差	排序	平均數	標準差	排序	平均數	標準差	排序
專業導向	4.0387	0.6750	5	3.9216	0.4223	5	4.1226	0.5821	7
品質意識	4.2589	0.6702	1	4.2010	0.5431	1	4.5345	0.5206	1
執行力	4.0408	0.6729	4	4.1064	0.5479	2	4.3251	0.5713	3
問題分析與解決能力	3.9576	0.7381	6	3.8873	0.5794	6	4.1293	0.5886	5
顧客導向	3.7366	0.9090	7	3.5784	0.7271	7	4.1293	0.7398	5
人際溝通能力	4.0692	0.7151	3	3.9559	0.6298	4	4.1379	0.6498	4
持續改善能力	4.0893	0.7835	2	4.0941	0.5787	3	4.3517	0.5227	2

表 4-2-8 說明,同屬基本金屬製造業上市公司,雖隸屬不同的經營管理模式,但有相似的原物料、製程與產品,人員對專業職能重視相似度也極高,尤其身為品管(檢)人員無論是技術員、工程師與主管,最重視的專業職能--「品質意識」看法更是一致的。

不同職務對品管人員專業職能重要性程度分別為:

技術人員:(1)品質意識;(2)持續改善能力;(3)人際溝通能力;(4)

執行力；(5) 專業導向；(6) 問題分析與解決能力；(7) 顧客導向。
工程師：(1) 品質意識；(2) 執行力；(3) 持續改善能力；(4) 人際溝通能力；(5) 專業導向；(6) 問題分析與解決能力；(7) 顧客導向。
主管：(1) 品質意識；(2) 持續改善能力；(3) 執行力；(4) 人際溝通能力；(5) 問題分析與解決能力；(5) 顧客導向；(7) 專業導向。

5. 結論與建議

5.1 研究結論

本研究以高雄地區三間基本金屬製造業之品管職務人員為對象，建置製造業品管人員專業職能。品管人員專業職能共有七項目，依重要性排序分別為：(1) 品質意識；(2) 持續改善能力；(3) 執行力、人際溝通能力、專業導向；(4) 問題分析與解決能力；(5) 顧客導向。組織可就不同職務人員對品質專業職能重要性作為訓練需求分析的依據。

本研究建立了品管人員專業職能量表，共分為七職能項目與三十七項關鍵指標。量表信度檢定顯示品管人員專業職能量表所測得的結果具一致性。

另外，本研究進行了不同背景變項之品管人員與專業職能之差異性分析。結果發現，同為品管(檢)人員，對於專業職能的個別差異：

- (1) 不同性別之品管(檢)人員對於品管專業職能各項目，無顯著差異。
- (2) 不同年齡層之品管(檢)人員對於品管專業職能各項目，無顯著差異。
- (3) 不同教育程度對於品管專業職能項目中「執行力」與「顧客導向」有顯著差異，其餘五項目無顯著的差異。經Scheffe多重比較檢定，「執行力」專業職能項目則為教育程度為大學、研究所者重視度高於專科者；「顧客導向」專業職能項目則為教育程度為大學、研究所與高中職者重視度高於專科者。
- (4) 不同職務年資之品管(檢)人員對於品管專業職能各項目，無顯著差異。
- (5) 不同公司服務年資之品管(檢)人員對於品管專業職能各項目，無顯著差異。
- (6) 不同職務別之品管(檢)人員對於品管專業職能各項目於「顧客導向」有顯著差異，其餘六項目則無顯著的差異。經Scheffe多重比較檢定，「顧客導向」專業職能項目則為主管重視程度高於工程師。
- (7) 任職不同公司對於品管專業職能各項目並無顯著的差異。說明同屬基本金屬製造業對於品管(檢)人員的品質專業看法是具一致性。

5.2 研究限制與建議

首先，本研究受限於研究對象限制，無法取得該組織相關績效與所建構的專業職能構面做討論，以使本研究結果無法論定建構的職能是具備能做為提升績效的指標。其次，本研究僅就該職務人員進行重要性討論，且執行上受無法進行記名問卷的限制。在實務上建構職能時，建議進行記名問卷。如此可清晰該職務對職能項目與關鍵指標「重要性」檢驗、從事此職務的「應具備能力」以及自評「實際具備能力」。主管同時針對該職務進行關鍵指標「重要性」、「應具備能力」與評量從事該職務個人的「實際具備能力」，互相比較後可真正檢驗出人員行為、能力與態度的現況與差異。

許多研究或學術單位或管理顧問公司經調查與資料分析後建置職能的範本與架構提供企業界直接套用，由於建立時有經歷調查且多以職能辭典為基礎架構，故所建置模式有其參考價值，但行為事例面談與績效關聯性結合仍是不可

省略的步驟。無論建置模式選擇為何，能評鑑組織績效成果的職能就是最佳化模式。

參考文獻

1. 吳欣蓓、陸洛、巫姍如，2010，績效優異員工之背景與職能條件：在臺上市電腦系統公司為例。人力資源管理學報，10(2)：1-26。
2. 林書琪，2022，透過大數據建模建立智慧製造知品質管理解決方案。國立政治大學企業管理研究所 MBA 學位學程碩士論文。
3. 林燦螢，2011，掌握 3 眉角化解 5 大績效狀況劇。能力雜誌，667(9)：26-33。
4. 陳玄嶽，2009，品質專業人員職能模式發展—以台灣中小企業為例。國立中央大學企業管理研究所博士論文。
5. 劉廷揚、鍾佩璇，2011，職能與績效關係之研究—以教育訓練為調節變項。2011 第十四屆科際整合管理研討會，Jun 25：215-229。
6. 盧建中、費吳琛、廖良文，2007，政府公務單位人力資源專業人員職能模型指標構面建構之探索性研究。交大管理學報，27(2)：111-139。
7. 簡貞玉(譯)，2007，員工訓練與能力發展(原作者：Raymond A.Noel)。臺北：五南(原著出版年：2004)。
8. 羅佳蘋，2004，企業員工品質提昇之成效評估—以 IC 製造業為分析對象。元智大學工業工程與管理學系碩士論文。
9. Arthey, T. R., & Orth, M. S., 1999, Emerging competency methods for the future. *Human Resources Management*, 38(3):215-225.
10. Avkiran, N., 1999, An improve subordinate appraisal of bank manager's competence. *The International Journal of Human Resource Management*, 10(2): 273-286.
11. Boyatzis, R.E., 1982, *The Competence Manager: A Model for Effective Performance*. New York: John Wiley & Sons.
12. Bratton, D. A., 1998, Develop a framework of core competencies, *Credit Union Magazine*, 64(10):17-18.
13. Catano, V. M., 1998, Appendix 1: Competencies: A Review of the Literature and Bibliography, Canadian Council of Human Resources Associations. Retrieved from <http://www.chrpcanada.com/en/phaseIreport/appendix.asp>
14. Crawford, L., 2005, Senior management perceptions of project management competence. *International Journal of Project Management*, 23:7-16.
15. Dainty, A. R.J., Cheng M., & Moore. D. R., 2005, Competency- base model for predicting construction project managers' performance. *ASCE Journal of Management in Engineering*, 21(1):2-9.
16. Dew, J. R., 1999, Go with the flow: stress and quality professional. *Quality Progress*, 32(12):65-68.
17. Elshennawy, A. K., 2004, Quality in the new age and the body of knowledge for quality engineers. *Total Quality Management*, 15(5):603- 614.
18. Graf, A., & Harland, L. K., 2005, Expatriate selection: Evaluating the discriminate, convergent, and predictive validity of five measures of interpersonal and intercultural competence. *Journal of Leadership and Organizational Studies*, 11(2):46-62.
19. Kenett, R. S. & Albert, D., 2001, The international quality manager. *Quality Progress*, 34(7):45-48.
20. Kenneth, E. C., 2002, Come soon the future: ASQ finds revealing insights for

-
- quality Professionals. *Quality Progress*, 35(11) November:25-29.
21. Kim, S., & Hong, J., 2005, The relationship between salesperson competencies and performance in Korean Pharmaceutical Industry. *Management Revue*, 16(2): 259-268.
 22. Levenson, A. R., Vander Stede, W. A., & Cohen, S. G., 2006, Measuring the relationship between managerial competencies and performance. *Journal of Management*, 32(3):360-380.
 23. Mayer, J. P., 2003, Are the public health workforce competencies predictive of essential service performance? A test at a large metropolitan local health department. *Journal of Public Health Management and Practice*, 9(3):208-231.
 24. Oltesving, J., 2006, 12 Key to career success. *Quality Progress*, 40(6):22-27.
 25. Rifkin, K. I., Fineman, M., & Ruhnke, C. H., 1999, Developing technical managers – first you need a competency model. *Research Technology Management*, 42(2):53-57.
 26. Robbins, S. P., 2003, *Organizational Behavior* (10th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
 27. Schuler, R. S., & MacMillan, I.C., 1984, Gaining competitive advantage through human resource management practices. *Human Resource Management*, 23(2): 241-255.
 28. Shirish, C. S., 2005, Managing core competence of organization. *The Journal for Decision Makers*, 30(4):49-63.
 29. Spencer, L. M., & Spencer S. M., 1993, *Competence at Work: Models for Superior Performance*. New York: John Wiley & Sons.
 30. Sweins, C., 2010, Employee knowledge and the effects of a deferred profit-sharing system: A longitudinal case study of personnel funds in Finland. *Thunderbird International Business Review*, 52(3):231-247.

Research on Developing of a Competency Model of Quality Specialists in Manufacturing Industry

Ting-Yang Liu¹, Mei-Yi Wu², Ying-Ting Ho³, Wei-Chih Lin^{4*}

1 Professor, Graduate Institute of Human Resource and Knowledge Management, National Kaohsiung Normal University

2 Senior Supervisor, Department of Human Resource Management, Yieh-Phui Enterprise

3 MBA student, Graduate Institute of Human Resource and Knowledge Management, National Kaohsiung Normal University

4,* Director, University Affairs Research Center, Taipei University of Marine Technology, wclin@mail.tumt.edu.tw

Received: January 15, 2023; Accepted: February 26, 2023

Abstract

The research adopted questionnaire and the subjects of this research were quality specialists in three listed companies of basic metal manufacturing industry in Kaohsiung. After literature review, this study builds a competency model questionnaire and competency group for quality specialists. Secondly, it applied quantitative method to test the competency model questionnaire as well as the different personal demographic background in competency by statistics. The study results showed that the importance ranking in seven major competency groups were: (1) “quality consciousness,” (2) “continuous improvement,” (3) “execution,” “relationship communication capability,” “professional orientation,” (4) “problem-solving & problem-analysis capability,” (5) “customer orientation.” The other result showed that there are significant differences in customer orientation affected by different education background and job position.

Key words: competency model, manufacturing, quality specialists

頭皮養護流程之優化：以 SIG (沈默是金) 為例

蔡月梅¹ 塗榮香² 凌祥發^{3,*}

¹ 沈默是金開發企業有限公司 首席講師

² 雅瑟頭皮健髮養護館負責人、中華亞太頭皮產業發展協會頭皮講師

^{3,*} 國立台北商業大學企業管理系 副教授

email: ling@ntub.edu.tw

收稿：2023 年 1 月 12 日；正式接受：2023 年 2 月 27 日

摘要

現在越來越多人美髮沙龍業者將服務項目關注在頭皮護理與保養，特別是處理落髮的問題。本研究主要是探討雄性禿之落髮現象並以典型雄性禿之患者為個案研究對象，進行案例改善分析與討論。因此，本研究彙整育毛原理與雄性禿之脫髮原因，並針對雄性禿患者提出無副作用的頭皮護理與育毛流程。研究結果顯示此護理流程能讓植髮處的毛孔能正常張開，以利毛髮延長其生命週期，並提升製造新生髮的機率。本實驗歷經 20 個月的個案實證研究，比較頭頂頭髮之實驗前與實驗後之目視效果，有顯著提升。然而，所增加的髮量尚未達到足以完全遮蓋頭皮的水準。所以，本實驗未來將持續進行 28 個月的個案護理流程並定時追蹤效果。

關鍵詞：頭皮養護、育毛、落髮、雄性禿、美髮沙龍

1. 緒論

根據 EOLembrain 東方快線(2008)進行的「頭皮毛髮護理行為與態度調查」，調查發現有近九成受訪者有頭皮毛髮的困擾。而為了預防頭皮異常和禿頭，超過半數受訪者更表示願意接受專業毛髮機構的服務或商品。經調查也發現，當頭髮稀少時，「自信心」會受到影響，「吸引異性魅力減低」，擔心外表看起來更蒼老，因掉髮和頭皮屑影響外觀，導致心情低落，而男性掉髮症狀多為禿頭，主要影響外貌自信問題，女性掉髮症狀多為髮量減少，主要困擾頭髮造型影響外貌造成心理傷害。

如上現象，無論是國際上抑或是台灣本土，都有許多有關於美髮、頭皮護理的產業崛起。可以看到最為普遍的就是我們普遍俗稱的髮廊、美容院、理髮廳等，他們不再是只有人們耳熟能詳的剪髮、燙髮、洗髮、染髮等偏向日常以及美容領域的服務，而是更多的去著重於頭髮以及頭皮本身的清潔和保養。在與客人交流時也大都會依照顧客的髮質與頭皮去做適合的調理，讓顧客擁有更加亮麗健康的秀髮、頭皮以及毛囊。有了這樣的服務成長趨勢，也促使了消費者更加願意花錢去購買這樣的服務，從而改變了大眾對美容美髮產業的看法與價值觀念(楊佳璋等人，2019)。

毛髮的健康被視為人們體態與美貌的重要指標之一，美化毛髮也已成爲現代人生活上不可或缺的一部分。特別是頭髮，它能保護頭皮，減少和避免外來的機械性(如摔、碰、砸、打等)、物理性(如紫外線等)和化學性(如酸、鹼等)損傷，

緩衝對頭部的傷害對頭部有著保溫和防凍的作用；人體內的有害重金屬元素如汞，非金屬元素如砷等都可以從頭髮中排泄到體外還能為皮脂腺和汗腺的分泌物提供出路以及具有冬季保暖、夏季散熱等作用。頭髮的功能除了美觀外，其他的生理功能包含機械性保護功能、防日曬、禦寒功能、調節體溫功能、引流液體功能、觸覺功能、身體中毒分析功能等(張菊芳, 2013)。頭髮除上述生理機能外，一頭濃密漂亮的頭髮可以給人美感，並能增加人們在心理上的自信心。這也說明這幾年頭皮健康產業日益興起的現象，許多美髮沙龍也開始藉由增加頭皮護理的營業項目以提升服務競爭力(黃筠嵐, 2016；柯姵慈, 2018；廖宗武, 2019)。

目前市場上需最迫切解決的頭皮症狀便是雄性禿(Androgenetic alopecia；AGA)脫髮，也是美髮業界產值占比相當大的營業項目之一。最常見的AGA脫髮現象大都發生在30歲以後的男子頭髮上。發生AGA的前兆特徵包含：掉髮量變多、掉落頭髮的粗度變細、髮質變得更沒有彈性、髮量變少、頭皮變硬(Hairlife, 2019)。當上述五種徵兆都出現時，在頭頂部的外觀上可能已可用肉眼明顯看出稀疏的頭髮，這也是目前困擾許多AGA脫髮男子的問題。準此，在經過審慎地思考、評估以及觀察，並綜合各項研究環境因素，故決定將本研究範圍鎖定在頭皮養護及育毛相關領域。

本研究主要著重於研究頭皮的養護與育毛的創新有效流程，所以會將主要論述的要點擺放於頭髮上。本研究主要是探索雄性禿之落髮現象，以典型雄性禿之患者為個案研究對象，並進行進行育毛研究案例之分析與討論，本研究目的包含：

1. 彙整育毛原理與雄性禿之脫髮原因。
2. 針對AGA禿頭患者提出無副作用的頭皮護理與育毛流程，並予以驗證。
3. 期望透過有效的育毛流程提升美髮沙龍之服務競爭優勢。

2. 頭皮理療與育毛之相關研究

近年國內開始有育毛相關的研究出現。趙詩欣(2011)以母鼠進行動物試驗，該研究依據雄性禿的主要原因是禿髮部位毛囊裡二氫睪固酮(DHT)含量太高所引起之理論基礎，故而採取具抑制 5α 還原酶的天然萃取物塗抹於患區。該研究利用四種不同萃取方式萃取紅花三葉草，並以高效能液相層析儀針對紅花三葉草萃取物中的異黃酮含量分別進行測量。四種不同萃取方式包含99.5%乙醇微波萃取、99.5%乙醇回流裝置萃取、99.5%乙醇冷泡萃取、乙酸乙酯冷泡萃取。然後，再以7週大的母鼠進行動物試驗後，該研究結果顯示：紅花三葉草以99.5%乙醇微波萃取的含量最高，不僅讓屬於休止期階段的毛髮再生，其皮膚組織切片也有明顯增厚，而且有毛囊變大及毛囊數量增加的現象發生。

陳秋榮(2014)也是採用天然植物萃取物作為頭皮滋養調整露，其運用其調整露來刺激頭皮毛囊之毛乳頭，進而促進毛髮生長。該研究比較三種天然植物萃取物(包含側柏葉、何首烏、掌狀海帶)之生髮功效。該研究以小鼠為實驗，連續四週塗抹植物萃取物於患區。其實驗結果顯示：三種植物萃取物之生髮速率由快到慢分別是側柏葉、掌狀海帶、何首烏。

此外，王健祐(2014)在探討內服食用的神應養真丹對於睪固酮引起之雄性禿是否具有促進頭髮再生的能力的研究中指出，當抽提神應養真丹之水溶液百分之九十五、乙醇水溶液百分之五十、去離子水之萃取物，餵食於模擬雄性禿髮大鼠體內，經過14天後的動物實驗得出，相較於百分之九十五的乙醇水溶液萃取物以及去離子水萃取物，神應養真丹的乙醇水溶液百分之五十之萃取物在促進頭髮

再生能力，具有最好的效果；再將動物實驗研究延長至 28 天候，百分之五十的乙醇水溶液之神應養真丹萃取物一樣具顯著促進毛髮之再生效果。總結上述可得知，神應養真丹萃取物中，百分之五十之乙醇水溶液具有與治療雄性禿的口服藥物—非那雄胺 (Finasteride) 的相似效果，不僅能夠刺激毛髮，使之再生長，更能進一步誘導出在循環中的毛髮生長期。

李立宇(2016)利用老鼠進行微針皮下給藥的方式，探討雄性禿外用藥 minoxidil 的吸收效果。該研究用高生物相容性的透明質酸製作可溶解式微針貼片，並包覆 Minoxidil。該微針貼片經由機械強度測試及體外實驗證實其微針兼具可溶解性和足夠穿刺角質層的機械強度。並經藥物釋放實驗與動物實驗得知含藥微針在給藥效率上遠大於傳統給藥方式。

郭宛靈(2019)探討米糠超臨界萃取物應用於頭皮養護之成效。米糠醇(γ -Oryzanol)存在於米糠萃取物中，因傳統萃取米糠時方法易破壞成份及產生廢溶劑汙染等問題，因此該研究利用二氧化碳超臨界體方式萃取米糠，進而對毛髮之效能加以研究。該研究以超臨界二氧化碳萃取米糠之萃取試劑應用於頭皮，篩選受試者條件為具有頭皮乾燥或油脂分泌過多等症狀。經試樣前後拍攝比對，為期四週樣品擦拭，其結果顯示，在第三週時頭皮乾燥或油脂分泌過多等症狀有明顯的改善，其餘在第一、二、四週的觀察中，頭皮狀況並無顯著差異。

蔣瑞恩(2020)探討運用精油於頭皮養護的按摩技法上尋求最適化的流程，並以穿戴裝置監控頭皮養護過程的生理指標(血壓及脈搏)變異。其研究成果歸納出頭皮按摩的最適手法，但實驗過程中有無導入按摩技法，對於血壓及脈搏的影響與變化並不顯著。

如上各種育毛之相關研究，以母鼠或小鼠進行雄性禿之動物試驗，其效果是否能驗證在人體尚有疑慮。而探討內服食用的神應養真丹具有與治療雄性禿的口服藥物—非那雄胺 (Finasteride) 的相似效果，故推論其對於人體具有相同的副作用。而精油用於頭皮的養護，並沒有明顯的生髮效果。

3. 研究方法

本單元介紹本研究採用、針對實驗案例進行介紹並說明實驗目標以及研究之限制。

一、實驗方法與流程

本研究採用實證研究，針對典型雄性禿男性患者進行頭皮個案實驗。本研究以 SIG (Silence Is Gold; 沈默是金) 公司所提供的生化頭皮養髮組進行實驗並驗證其有效性，實驗所需的耗材包含油性礦泥、保鮮膜、一般性洗髮精、一般性生化保養液組(包含護基液與保養液)、超油性洗髮精、超油性生化保養液組(包含護基液與保養液)，相關的洗髮精、護基液與保養液之成份詳見附錄一。所需的工具設備包含頭皮按摩木梳、洗梳、抽取筒、吹風機以及負離子沖洗機，相關耗材、工具與設備如圖 1 至圖 6 所示(SIG, 2022)。

本頭皮護理實驗之進行為期四年，每個月拍照以便觀察微細毛髮與毛囊發育狀況，每周進行 2 至 3 次的頭皮護理，依個案頭皮之屬性決定以每周一次使用一般性洗髮精與生化保養液組，其餘次數則使用超油性洗髮精與生化保養液組。每次頭皮護理的流程，包含每個細部步驟、目的以及其作用，如下所述：



圖 1：SIG 死海礦物泥



圖 2：洗髮精與生化保養液組



圖 3：SIG 頭皮電腦檢測系統



圖 4：頭皮檢測之各式顯微鏡頭



圖 5：高氧負離子調理機



圖 6：洗梳

由頭皮護理師檢測頭皮屬性，分為一般性、乾脂性、或超油性。

1. 依上述分類選用適當產品，包含礦泥、洗髮精、保養液以及護基液。
2. 洗髮前先以按摩木梳梳頭約 100 下，採由下而上逆梳的方式進行梳理。
作用：把微生物脫離頭皮、促進頭皮血液循環。
目的：避免微生物攻擊頭皮、促進新陳代謝。
3. 於頭皮上塗抹死海礦泥。
作用：利用死海礦泥的微量礦物元素來活化皮膚細胞，分解異常增生的毛孔細胞至角質層以利去除脫落，並且可將菌類代謝調理。於頭皮上塗抹死海礦泥得功能包含調理油脂、改善發炎、皮膚修復、抗氧化、傷口修復及肌肉放鬆與穩定神經等。
目的：脫落異常增生的毛孔細胞，以利毛髮自清空的毛孔冒出。
4. 然後用保鮮膜將頭皮包覆起來，包覆時間約 30 分鐘。
作用：讓頭皮保溫。
目的：以利死海礦泥發揮作用。
5. 取下保鮮膜後，先用溫冷水(約 25-30°C)將礦泥沖洗掉。
作用：若用熱水沖洗會讓毛孔大量張開促使礦物質大量進入毛孔，導致頭皮發癢。
目的：避免頭皮發癢。
6. 用洗髮精洗頭。取適量洗髮精洗頭，讓泡沫停留於頭皮約十分鐘後再沖洗掉。

作用：清潔頭皮與頭髮。

目的：避免頭皮或頭髮髒汙。

7. 使用高氧負離子調理機讓頭皮沖泡負離子(每周可另外單獨使用 2 至 3 次)。

作用：讓皮膚增加血氧量。

目的：協助毛囊啟動再生毛髮的能力。

8. 清洗後用毛巾擦乾。

9. 以抽取筒在保養液抽取 2.5ml 抹於患區或目標區，緩緩按摩到保養液體完全被吸收為止。

作用：協助毛囊吸收胺基酸。

目的：提供毛髮生長之營養及原料。

10. 以抽取筒在保養液(小玻璃瓶)取 2.5ml 再取護基液(大玻璃瓶)取 10ml(1:4) 於調和瓶中搖。勻用滴管抹於全部的頭皮及毛髮上以手指按摩三分鐘。

作用：帶動製造毛囊細胞生長的完整性。

目的：提升製造毛球的成熟度。

11. 用吹風機將頭皮與頭髮吹乾。

作用：因頭部有溫度，若有濕氣容易孳生微生物。將頭髮吹乾可降低濕氣。

目的：使頭髮與頭皮乾燥，可防止微生物孳生。

二、實驗案例介紹

本個案研究挑選一名具家族遺傳史的典型雄性禿男性患者，具有坊間多項養髮經驗者。個案背景資料如下：男性，52 歲，文字工作者，30 歲開始掉髮。個案用過育髮的方法依發生期間的順序包含使用 Minoxidil (落健) 相關的洗髮育毛產品、服用具 Finasteride (菲那雄胺) 成分之藥品、使用遠紅外線雷射健髮梳、歷經 PRP(platelet-rich plasma；高濃度血小板血漿)治療(Gupta et al.,2019)、以及微創型植髮。

各項療法中，使用具 Minoxidil 成分的相關洗髮育毛品大約 2 年時間，對於案例患者完全無效。服用具 Finasteride 成分之藥品 1-2 個月後，尚未見到效果卻已出現副作用(Amory et al., 2007)，所以就停止服用。案例患者也購置一台遠紅外線雷射健髮梳，每天照射使用為期一年，亦無效果。案例患者也曾接受 PRP 的療程大約歷經 2-3 年；然而，育毛成果也不顯著。其中，PRP 是指將自體血液抽出全血後，運用特殊離心法將全血分段離心而得到血漿，再將血漿塗抹於經過微針穿刺過的頭部患區部位(Gupta et al.,2019)。至於微創型植髮手術，案例患者歷經一整天的手術，移植永久毛的毛囊大約 1100 株，植入前額部位，一年後大約存活 650 株。

本實驗的理論基礎在於清潔頭皮以創造出良好的毛囊與頭髮的生長環境，再以含豐富胺基酸的生化營養液給頭髮提供養分，因為胺基酸可謂是頭髮製品的原料(陳紀光，1984)。其中，頭皮清潔係利用礦泥、洗髮精以及負離子機；而頭髮生長所需的營養則是以外用的方式塗抹護基液與保養液於頭皮表面。

三、個案現況與實驗目標

受試者的頭皮與頭髮之實驗前狀況說明如下：

1. 毛孔閉合，尤其前額雄性區域，因此區是最早產生落髮，毛孔也是最早閉合，相對恢復毛孔的張開時間會比較久。
2. 超油性頭皮，頭髮出油處容易影響頭髮的生命週期。

3. 頭髮的髮根深度不夠，這會帶動頭髮的生命週期較短，進而影響髮幹的直徑。
4. 在前額到頂部點呈現一個毛孔存有一根頭髮的現象比例很高，正常一個毛孔應有 2~4 根的頭髮。

本研究設定最終的實驗目標如下說明：

1. 毛孔張開，以利新毛囊形成新的頭髮脫穎而出。
2. 改善油性頭皮屬性，維持頭皮的正常以利頭髮營養的角質素吸收。
3. 頭髮的髮根毛球更有深度，以利延長頭髮的生命週期。
4. 運用原本閉合的毛孔調理張開製造一根新生髮，再利用新生髮的毛球再橫向發育製造第二根新生髮，以利一毛孔能有 2~3 根的頭髮。
5. 因新生髮的成長需要時間的滋養，搭配外在營養素噴灑頭髮以利頭髮茁壯。
6. 將現有的植髮區毛孔恢復生機以利製造新生髮。

四、研究限制

本研究之範圍與限制說明如下：

1. 研究對象：本個案研究對象選取典型的雄性禿患者為實驗對象擔任受試者。受限於研究經費，我們選取一名曾有各種養髮經驗且失敗的男性參與本實驗研究。
2. 研究其期間受試者不能使用實驗品以外的洗髮精、潤絲精等清潔頭髮或頭皮之各種物質。
3. 研究其期間受試者不能使用實驗品以外的各種生髮液(或養髮液)塗抹或接觸於頭皮，包含天然草本植物類或含有 Minoxidil (落健)、前花青素(Procyanidin B-2)、鋸棕櫚樹(Saw palmetto)、Aminexil、胸腺萃取物、腺苷(Adenosine)等各種化學物質(莊麗津，2020)。
4. 受試者於研究期間不可服用具 Finasteride (菲那雄胺)成分之藥品，包含柔沛(Propecia, 1mg/tab)、波斯卡(Proscar, 5mg/tab)等。
5. 受限於碩士班修課年限，所以實驗之成果撰述期間自 109 年 3 月至 110 年 11 月，為期 20 個月。整體生髮實驗期間則預計為期四年。

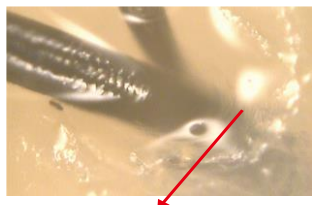
4. 實驗過程與討論

本章節說明整體個案實驗之記錄過程與頭髮生長的變化與狀況，並做實驗前後的頭髮照片做比較。由於個案開始掉髮至今已 20 餘年，部分毛孔已閉合呈現壞死性毛孔，尤其在雄性禿區域毛孔要張開的時間需要越久，先依照實驗流程進行一至三個月後以檢測儀顯微鏡觀察生髮狀況，如圖 7 所示。由圖中可以判斷個案的頭皮屬於油性，依照流程實驗一個月後毛孔開始有張開的現象，亦可看見新生髮的狀況。

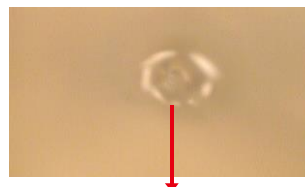
然而，個案的新毛孔張開與新生細毛經過三個月後有脫落的現象，如圖 8 所示。重新再生第二代新毛髮後可能再脫落，其過程可能經過數代的脫落與再生才會讓頭髮越來越粗壯。圖 9 顯示經過四脫的過程後的新生髮示意圖，第五代新生髮相對較強壯也不易脫落(壽命可達 3-4 年)，這過程可能要經過至少 18 個至 24 個月。由圖 9 可看出前端掉落的頭髮定點，後端銜接的新生髮生命週期，會比前端所掉落的頭髮髮根會生長得更深生命週期也會更長。

本實驗的目標是一毛孔最少生長二至三根的頭髮，毛囊成長過程中以檢測儀

顯微鏡觀察並記錄如圖 10 至圖 16。由於初期效果不佳，在實驗五個月後於油性洗髮精內加上尤加利葉精油(1 比 0.001 之比例)，以強化基質生長能力。



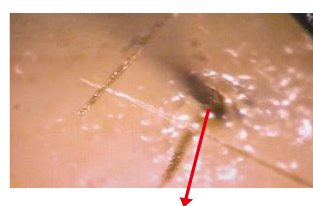
2020.04.14-油性(1000 倍)



2020.04.14-毛孔開始張開(1000 倍)



2020.4.14-新生髮-毛孔未全開(1000 倍)

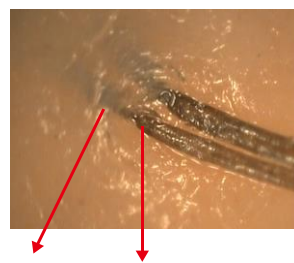


2020.05.08-新生髮(1000 倍)

圖 7: 實驗進行一至三個月後的檢測儀之顯微鏡觀察狀況

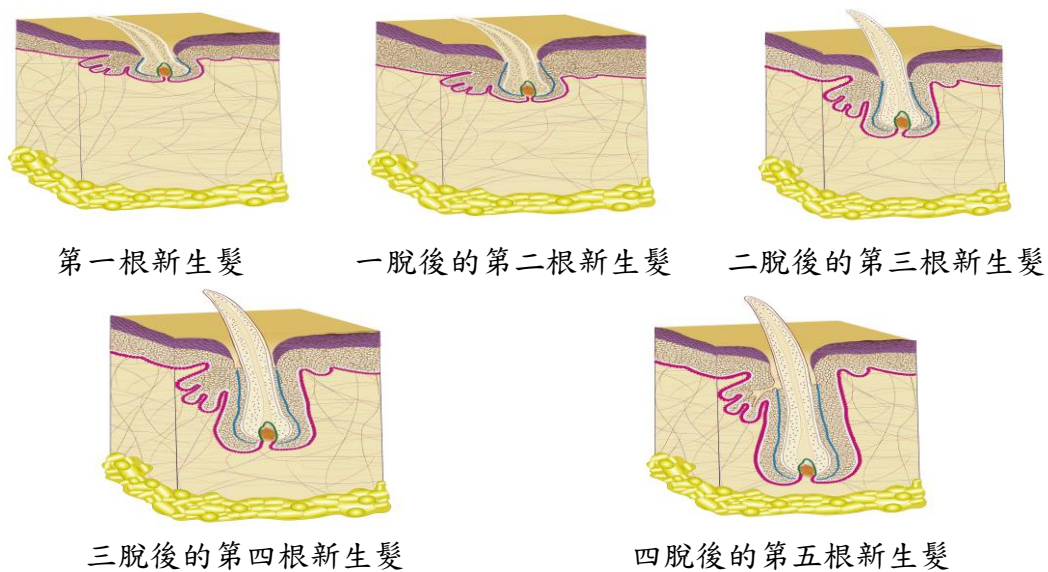


新生髮-1 脫(650 倍)



新毛囊新生髮-2 脫(650 倍)

圖 8: 新生髮第 1 脫與第 2 脫



第一根新生髮

一脫後的第二根新生髮

二脫後的第三根新生髮

三脫後的第四根新生髮

四脫後的第五根新生髮

圖 9：數代的脫落與再生新髮示意圖



2020.06.08-新生髮 2 根(1000 倍)

2020.06.08 毛孔未全開(1000 倍)

圖 10：2020.06.08 的再生新髮紀錄(1000 倍) (說明：1. 從 1000 倍的檢測儀顯微鏡清晰看到，原本無頭髮的毛孔已增生 2 根新生的頭髮。2. 圖中顯示毛孔未全開時會影響新生髮的製造，因頭髮須經由毛孔而出)



2020.07.06 毛孔間焦距-側面(50 倍)

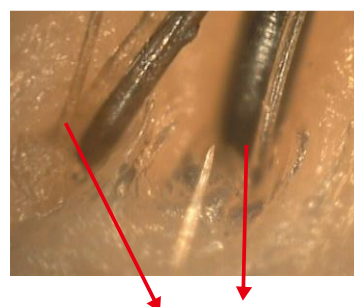
2020.07.06 毛孔間焦距-前側(50 倍)

圖 11：2020.07.06 的頭髮紀錄(50 倍) (說明：運用檢測儀顯微鏡的 50 倍來觀察，毛孔與毛孔之間的距離預估可增加新生髮的數量)



2020.09.17-增生第二支新生髮(650 倍)

2020.10.09-毛孔未全開(650 倍)



2020.10.09-脫落初期(650 倍)

2020.10.09-新生髮與成長中期髮
(650 倍)



2020.11.20-成長末期(200 倍)

2020.11.20-新生髮已形成脫落中期(650 倍)

圖 12：2020.09.17 的頭髮紀錄(650 倍)

由圖 12 顯示：1. 新生髮的增生並非一朝一夕，隨著時間及頭皮毛孔細胞的增強，新生髮會陸陸續續地呈現，但毛孔未全開新生髮從旁而出髮根卻無法向下而伸，影響新生髮的生命週期，當頭髮進入脫落初期意味著正孕育另一根新的頭髮。2. 頭髮的成長中期是一根頭髮生命最強壯的週期，與新生髮的直徑尺寸有很大的對比。

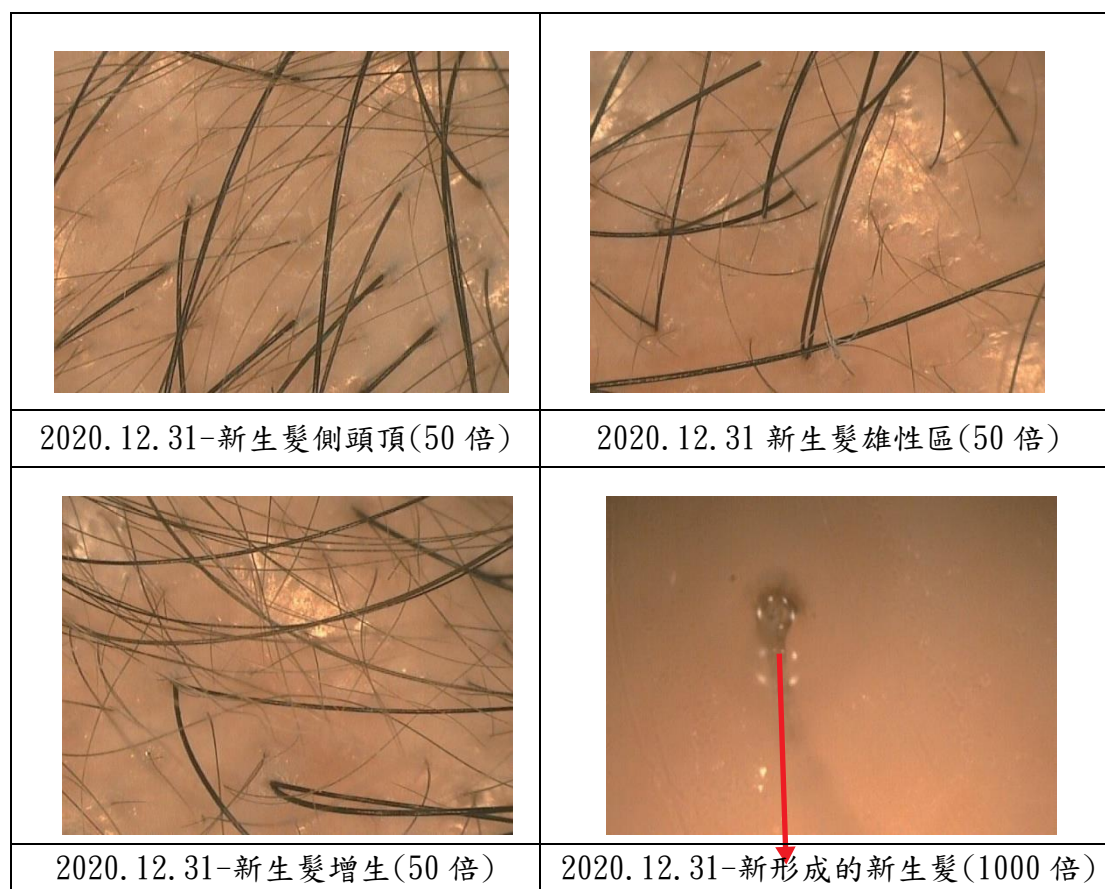


圖 13：2020.12.31 的頭髮狀況

由圖 13 顯示：

1. 新生髮的增生在不同區域有著不同的髮量與粗細，是因落髮後毛孔閉合的時間長短而定。
2. 新形成的新生髮過程經由毛囊→毛乳頭→基質，從檢測儀的顯微鏡頭 1000 倍可看出此根的新生髮已完成髮根的架構。

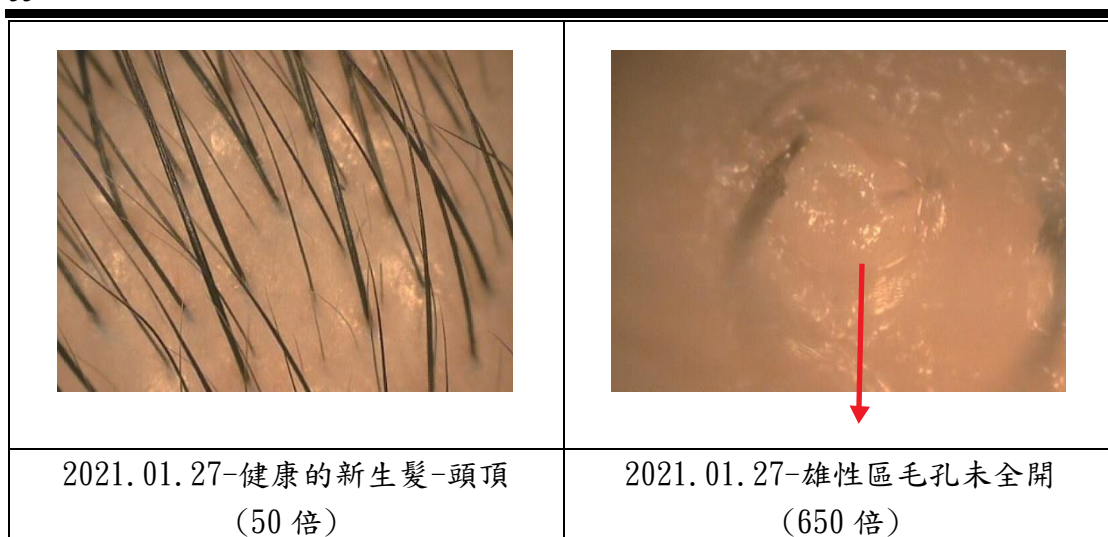


圖 14：2021.01.27 的頭髮狀況(說明：頭頂的新生髮能成長健康與毛孔閉合的時間長短有關，而在雄性區的毛孔閉合時間過久，在毛孔未全開情況下新生毛囊的推動相對難度較高)

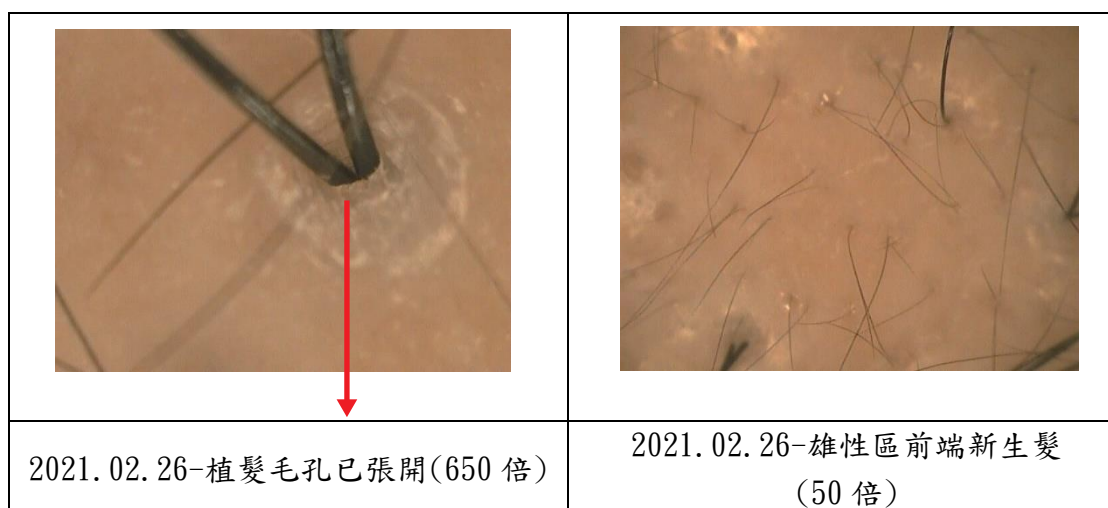


圖 15：2021.02.26 的頭髮狀況

由圖 15 顯示如下說明：

一、植髮處的毛孔能正常張開，好處有三點：

1. 生命週期延長。
2. 可提高從毛孔處推動新的毛囊。
3. 植髮的頭髮能有生命接代的能力來維持髮量，反之毛孔的張開度不好會影響製造新生髮的機率及新生髮營養的吸收。

二、位於雄性區因毛孔閉合的時間太久，毛孔細胞機能不佳連動影響毛孔的張開度，而使新生髮的增生速度緩慢。

三、最先落髮處其毛孔的閉合時間一定最久，育毛的處理過程時間需要越多，也是最難的點。





	
2021. 04. 23-後頭頂(50 倍)	2021. 04. 23 健康毛孔(200 倍)
	
2021. 04. 23-側中頭頂新生髮(50 倍)	2021. 04. 23-雄性區前端新生髮 (50 倍)

圖 16：2021. 04. 23 的頭髮狀況(說明：有健康的毛孔才能孕育出健康的新生髮，由不同的區域可以很明顯呈現出不同的髮量與粗細)

最後，我們比較使用本頭皮護理流程之頭髮量比較，如圖 17 顯示。圖 17 包含四張頭頂照片，分別拍攝於 2020 年 3 月、2021 年 6 月、2021 年 10 月以及 2022 年 9 月。由四張照片中的比較，可觀看到受試者的雄性禿區域，因毛孔的閉合時間太過於長久，需要更多的時間才能明顯的改善。而在頭頂處都有長出新生髮，尤其後頭頂處，因為毛孔的閉合時間較短的緣故，這一區的改善成效較佳。



2020 年 3 月頭頂照片



2021 年 6 月頭頂照片



2021 年 10 月頭頂照片



2022 年 9 月頭頂照片

圖 17: 頭頂頭髮實驗前後比較

5. 結論

有鑑於頭皮護理產業的興起，讓頭皮護理的營收漸漸在美髮沙龍佔有越高的營業比例，本研究遂針對典型的雄性禿患者進行頭皮護理的個案實驗，試圖藉由有效的頭皮護理來提升美髮沙龍的競爭優勢。本研究彙整育毛原理與雄性禿之脫髮原因，歸納出造成雄性禿的原理是身體內的男性賀爾蒙—睪固酮，經 5α 還原酶轉化為「二氫睪固酮」(DHT)，此代謝產物 DHT 對男性第一性徵、第二性徵及性功能的發育有密切而重要的影響。但在頭皮毛囊中，因為遺傳基因的關係，DHT 會開始攻擊毛囊，DHT 會抑制毛母細胞增生，使毛囊生長受到抑制而提早萎縮，造成毛髮生長週期紊亂、生長週期縮短，最後導致掉髮增加，漸漸形成永久性禿頭。

本研究針對 AGA 禿頭患者提出無副作用的頭皮護理與育毛流程共計 12 道程序，並透過頭皮護理實驗，每周進行 2 至 3 次的頭皮護理。在歷經 30 個月的追蹤實驗下，將個案頭皮以檢測儀之顯微鏡觀察其毛囊狀況並拍照記錄做比較。過程中實驗個案並未發生生理機能的副作用。而結果顯示此護理流程能讓植髮處的毛孔能正常張開，以利毛髮延長其生命週期，並提升製造新生髮的機率。此外，

由於頭頂的新生髮能成長健康與毛孔閉合的時間長短有關，所以在雄性區的毛孔閉合時間因為過久，在毛孔未全開情況下新生毛囊的推動相對難度較高。而後頭頂處，因為毛孔的閉合時間較短的緣故，這一區的改善成效較佳。

總體而言，比較頭頂頭髮之實驗前後目視效果，雖稍有提升，但髮量尚未達到足以遮蓋頭皮的水準。所以本實驗未來將持續進行二年的個案護理流程並定時追蹤效果。

參考文獻

1. Amory, J. K., Wang, C., Swerdloff, R. S., Anawalt, B. D., Matsumoto, A. M., Bremner, W. J., Walker, S. E., Haberer, L. J., Clark, R. V., 2007, The Effect of 5alpha-Reductase Inhibition with Dutasteride and Finasteride on Semen Parameters and Serum Hormones in Healthy Men, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(5), 1659–1665.
2. EOLebrain 東方快線，2008，<https://www.panelpower.com.tw/>，2008 年 3/4-3/12。
3. Gupta, A.K. Cole, J., Deutsch, D.P., Everts, P.A., Niedbalski, R.P., Panchaprateep, R., Rinaldi, F., Rose, P.T. Sinclair, R., Vogel, J.E., Welter, R.J., Zufelt, M.D., and Puig, C.J., 2019, Platelet-Rich Plasma as a Treatment for Androgenetic Alopecia, *Dermatol Surg*, 1-12. (DOI: 10.1097/DSS.0000000000001894).
4. Hairlife, 2019, 雄性禿 5 大徵兆, <https://hairlife.com.tw/categories/troubles/hair-loss/article-415/#AGA5>. 引用日期: 2021.05.02
5. SIG, 2022, <https://www.sighair.com/index.php?lang=tw>. 引用日期: 2022.05.05
6. 王健祐，2014，探討中藥方劑-神應養真丹在雄性禿大鼠模式中對毛髮生長促進的作用。中國醫藥大學藥學研究所碩士論文。
7. 巫瑞景，(2019)，探討天然草本精萃之頭皮保養認知研究。明新科技大學化學工程與材料科技系研究所在職專班碩士論文。
8. 李立宇，2016，微針貼片用於治療雄性禿之研究。國立清華大學化學工程學研究所碩士論文。
9. 柯姍慈，2018，連鎖美髮業展店策略與商業模式之研究。國立臺北科技大學管理學院經營管理 EMBA 專班碩士論文。
10. 莊麗津，2020，專業沙龍毛髮科學，昇陽國際設計，台中。
11. 郭宛靈，2019，米糠超臨界萃取物應用於頭皮養護之成效探討。正修科技大學化妝品與時尚彩妝研究所碩士論文。
12. 陳紀光，1984，頭髮科學圖解，力成文化事業出版。
13. 陳秋榮，2014，天然植物萃取物作為頭皮毛囊調整露之應用研究。國立高雄應用科技大學化學工程與材料工程系碩士論文。
14. 楊佳璋、楊彩秀、劉家全、蔡新茂，2019，美容醫學（第三版）。新文京開發出版。
15. 張菊芳，2013，毛髮整形美容學。浙江科學技術出版社，杭州，中國。
16. 趙詩欣，2011，天然萃取物應用於雄性禿保養品之細胞及動物模式評估。嘉南藥理科技大學化妝品科技研究所碩士論文。
17. 廖宗武，2019，頭皮健髮養護行銷策略之研究—以沈默是金開發企業有限公司為例，國立臺北商業大學企業管理系碩士論文。
18. 黃筠嵐，2016，臺灣美髮業關鍵成功因素之研究。輔仁大學織品服裝學系碩

士論文。

19. 蔣瑞恩，2020，精油按摩技法應用於頭皮養護流程最適化之探討。經國管理暨健康學院健康產業管理研究所碩士論文。

Optimization of the Scalp Care Process: A Case Study of SIG

Yueh-Mei Tsai¹, Jung-Hsiang Tu², Hsiang-Fa Ling^{3*}

¹SIG Inc. Chief lecturer

²Director of Arthur Scalp Care Center 、Lecturer of CAPS

^{3,*}National Taipei University of Business Association Professor

*email: ling@ntub.edu.tw

Received: January 12, 2023; Accepted: February 27, 2023

ABSTRACT

Nowadays, more and more hair salon operators are focusing their service items on scalp care and maintenance, especially dealing with the problem of hair loss. This study is mainly to explore the findings of androgenetic alopecia and take the patients with typical male baldness as the case study, and conduct case improvement analysis and discussion. Therefore, this study integrates the principles of hair growth and the causes of androgenetic alopecia, and proposes a side-effect-free scalp care and hair growth process for androgenetic alopecia patients. Research results show that this treatment process can allow the pores of the hair transplant to open normally, so as to extend the life cycle of the hair and increase the chance of creating new hair. After a 30-month case study in this experiment, the visual effects of the hair on the top of the head before and after the experiment were compared. There was a significant improvement, but the increased hair volume has not yet reached a level sufficient to completely cover the scalp. Therefore, this study will continue to carry out the nursing process of the case study in the next two years and track the effect regularly.

Keywords : Scalp treatment, Hair growth, Hair loss, Androgenetic alopecia (AGA), Hair salon

地方行政部門計畫優先順序的選擇與行政效能提升

紀俊臣

國立臺北大學公共行政暨政策學系教授

profchi@gmail.com

收稿：2023 年 02 月 24 日；正式接受：2023 年 03 月 25 日

摘要

本研究旨在探討地方行政部門如何落實計畫優先順序的選擇，以期提昇地方的行政效能。本研究除以文獻研究法了解行政計畫編製的方法外，並以數十年來針對中央和地方的計畫預算編列觀察經驗，以檢視計畫預算形同虛設的緣由。本研究此種質化研究的發現，對於地方行政公部門固然是相當沉重的檢視，但愛之深、責之切，設若地方首長能深切體認計畫預算的行政功能和價值，在預算編製時能落實計畫預算的作業方法，相信地方行政效能之提昇，指日可待。本研究對地方行政在計畫預算的落實；尤其在發展效能政府過程中，苟能積極扮演計畫作為的角色。或許地方效能政府能成為未來政府的主流。

關鍵字：計畫預算、關鍵績效指標、成本效益分析、成本有效分析、行政計畫法

1. 前言：計畫實踐政策，計畫決定預算，計畫提升效能

2022 年臺灣地方選舉，已將地方自治團體的代表人；亦即地方政府行政首長順利產生，並且業已依法就任。該等行政首長如係連任，駕輕就熟；新任則處在磨合期。唯彼等皆有共同的工作重點，即係新一任期開始，須有周延的行政計畫，以規劃未來四年任期的發展願景，以及任期中每一年的施政重點；尤其是在財政資源並不充裕，而眼前的公共議題又需在任期中逐一推動完成下，如何將經費用在刀口上，更是非精打細算不可。因之，計畫治理（planning governance）乃成為當今地方新政府的治理作為。

臺灣無論中央的研考機制或是地方的計畫機制¹，皆執掌研究（research）、發展（development）和考核（review）的行政工作；是即研考工作。該項研考工作本旨上係包括前瞻性的規劃（planning）、發展性的成效（performance）以及執行性的監督（control）等公共管理事務。就管理階層而言，規劃、組織、領導和控制成為管理四件事，規劃（planning）乃成為管理首要作為。一般亦將計畫作為

1 1969 年以後，中央即已成立「研考機關」；1982 年以後，中央責成地方設立「計畫單位」，所以中央與地方對研考機制有不同名稱，係因 1969 年中央成立「行政院研究發展考核委員會」，但 1982 年地方在縣（市）政府則成立「計畫室（planning department）」，以職掌研考業務。是即二者機關名稱不同，但機關工作任務相同之由來。

列為政府施政的要領之一。經多年來的觀察，地方行政績效所以不彰，主要還是行政規劃不力的結果。本研究即由計畫作為觀點，分析地方新行政首長的計畫優先順序選擇，以期許地方行政績效的提昇。

本研究因時間匆促，僅根據多年來的觀察經驗，以及行政計畫的制度運作機制，分析地方行政部門的計畫作為模式；尤其計畫執行的績效何以不如預期之緣由，期許可行的行政計畫作為模式，用以建構發展行政的組織理性治理。

在治理理念上，本研究設想計畫可能在政策的實踐上有其依循與取向，而計畫係預算的內涵，預算是計畫的貨幣化或稱數字化，經由績效評估工具的應用，計畫可呈現行政效能的表徵。質言之，地方資源有限，以有限的資源發展地方建設，需要計畫以為建設的藍圖，並供地方領導人加速建設地方的形式管理和實質經營準繩。

2. 當前地方行政部門計畫作為檢視

雖說地方財政資源短缺，但在中央經由統籌分配稅款、補助等途徑，賦予地方建設經費後，地方在強化軟硬體的建設條件上尚稱積極。但建設條件充實，並不代表建設成就的獲致或落實。此個中原因即在於「分贓政治」(spoils politics)所肇致。

以下簡略說明當前地方行政計畫未能落實的主要原因，包括：

一、政治分配預算

學理上所稱「計畫預算」(planning budget)就是以預算為計畫的數字化旨意，先有計畫之規劃，始有預算之編列。但政府姑不論國家年度總預算就其年度歲入超收部分之普通統籌分配稅款分配地方政府，係不再「計畫預算」之列；就以 1998 年 12 月 19 日，臺灣省末代省長卸任前夕，將新臺幣高達 79.8 億元省政經費分配給各縣(市)的經費，卻獨漏省府所在地的南投縣乙事言之，即是道地的政治分配預算。蓋政府依預算法規定「收支」財源，基本前提就是一切收支均須納入預算案之立法過程，經由議會三讀通過，並由各該自治法人代表人公布施行後，始可經收財源和動用預算。

本研究經由數十年來的長期觀察，發現政府雖以「計畫預算」原理規制預算制度，但各級政府實際適用預算法時，卻常有逾越法定程序之情形。最具破壞法程序之情形，即對各該年度歲入預算未能合理和合法支用歲出預算；其中當以政治分配預算的情形，最令人詬病。蓋政府主掌財政者，竟在毫無依據下分配經由預算法定程序所通過本有「計畫的預算」的預算；質言之，政府財政支配者係在年度賸餘或年度中恣意分配非法定預算中的預算支出。一般言之，年度賸餘並不能再行分配，而須涓滴歸公繳庫，以供下年度之重要財源；至於年度中的歲入預算，務必依歲出預算的「預算科目」支用；如有需要特別支出，除以第一或第二預備金支用外，均須編列追加減預算，始可支用原已通過在案的歲入預算。

政府財政支配之公法人代表人所以動用非法定程序規制的歲出支出，應係政治考量；即如：

- (一) 前述臺灣省長在卸任前夕，不論各縣（市）財政狀況，不考慮省政府歲出狀況，即行分配財源²。
- (二) 高雄市在綠色執政後，由同為綠色執政黨中央政府所補助的經費多達 3,000 億元，但高雄市負債仍達 2,600 億元。此項龐大補助究竟有無符合「計畫預算」的程序規定，令人質疑。
- (三) 基隆交通改善計畫，中央規劃卻需要地方分攤款，而且民進黨執政和國民黨執政的分攤款竟可有三倍之差異，皆係不符「計畫預算」，完全可視為政治考量的預算分配案例。
- (四) 縣轄鄉（鎮、市）的補助經費，縣長常以各該鄉（鎮、市）長在選舉的支持情形；尤其是否屬於同一地方派系或同一政黨，而分配多寡不同的補助款，已是地方的潛規則。
- (五) 近些年各類選舉期間，中央綠色政府常在助選時，提出特定候選人當選後，中央將補助多少建設經費，即是一項政治分配預算的「政治操弄」行徑。

二、政治凌駕專業

固然人類是政治性動物，任何涉及「金錢」的事項，皆可以「權力」方式取得；反之，任何「權力」人物皆可以應用權力途徑充作掙錢工具，以取得「金錢」。這是自古至今一成不變的「交易成本」(transactional cost)，但交易成本的本旨上係以專業 (profession) 所需付出的代價。臺灣的地方建設所規劃的行政計畫，以公共財的道路建設而言，常有不必要的截直取彎，多係因途中的「障礙物」具有政治的價值，或是宗教民俗的考量，所為的道路特殊設計。此種情形下，充其量祇是道路的不筆直；比較可怕的道路特殊設計，諸如：

(一) 不該彎卻彎的離譜現象

此種道路的特殊闢建，絕不是建築師的既有設計，亦非道路土木技師的偏好，而係當地住民的習俗；尤其有政治考量者。如其不僅彎度過大，而且過長；即係當地民意代表或其他權力人物的「利益考量」肇致。

- 1、土地利害關係人企圖道路能經過其土地附近，而非企圖道路在其土地上經過。

- 2、土地利害關係人干擾道路開闢，經由權力人物的關說或遊說下，以妥協的方式調整路基，俾排除干擾以加速道路的興築。

(二) 該徵收不徵收，不該徵收徵收的矛盾現象

有些道路或橋梁係經由私人土地，理應徵收土地卻不徵收；反之，有些土地依法不該徵收卻徵收，不僅民怨，而且浪費公帑。此對道路的正功能，亦可能有所影響。

(三) 邊坡土地的徵收，兩旁土地公告現值或議價之價格有顯著差異現象

2 據獲補助縣長透露，除報載須要收據支領的補助款，尚有不須收據支領的補助款，且後者金額不比前者少。該項不須收據支領的補助款；即一般所稱「小金庫」的龐大經費。據行政院主計處前在精省後統計，省政府業經「假報銷」所累計小金庫多達新臺幣 1,000 億元。

在公共設施用地取得最受爭議者，即係邊坡土地的取得。如由議價方式取得，兩旁差異不大；比較大的爭議是依公告現值徵收。因公告現值可在主管機關；尤其主辦單位的主管或承辦人的事先操弄下調整公告現值，而致徵收兩旁土地的補償金額，竟可有顯著的差異。此種不合理的徵收，不僅浪費公帑，而且圖利特定人員。

當今完全因政治或特殊的背景所為重大公共工程的偏差計畫行為，對於行政計畫的專業規劃，固然係最明顯的霸凌，但卻屢見不鮮。此外，政治權力人物因個人的特殊考量，將原由專業的建築師所設計的建築圖說，給予不必要的調整；如果調整幅度小，就如前述的情狀；如果調整幅度大，就有可能須變更設計，更嚴重者須重新設計和發包，甚至根本廢棄原有規劃，以致建設經費爆增，但既有功能卻未必正能量增加；反而可看到社會成本增加的負能量現象出現。

中央政府近些年所興辦的重大公共工程究竟有無先行「可行性評估」(feasible evaluation)常令人懷疑。該等工程多半需與地方發展相結合，但由其規劃時間的短促，實在難以想像其如何進行可行性評估，更遑論依環境影響評估法之進行環境影響評估 (environmental impact assessment; EIA)。因之，經費固已完成法定「特別預算」程序，卻因必要的「法定程序」(due process of law)尚未完成，而須延宕工程施工；復因地上物取得困難，工程即使發包，亦因障礙物需要一一排除，而延遲施工，甚至在妥協下尚須變更設計。由該等行政計畫的推動經驗，幾乎可以確定動輒上兆元的重大建設計畫，純然係一種「政治凌駕專業」的施政計畫。此對中央或地方之整體發展，其實獲益不大；最多祇是達致「政治行銷」(political marketing)所為特定團體所屬政黨形象 (party image) 之建立而已。

三、政治設定計畫

一般言之，政治設定計畫本係行政計畫的緣起。蓋中央或地方政府的政治領導人基於國家或地方的發展需要擬定未來的施政計畫，本就有政治的意涵。因之，所為行政計畫必然具有政治性，以致政治設定計畫，乃是政治作為上極其平常的行政權力之行使。本研究稱政治設定計畫，係指行政機關依可行性評估所規劃的行政計畫，竟在政治領導人和其政治權力所及的決策圈人員姿意調整或變更的行政計畫作為而言。諸如：

- (一) 本係依動線設計的東西向行政建築，卻因行政領導人個人的偏好改為南北向行政建築固然就地方時尚的地理風水，或許南北向優於東西向；尤其坐北朝南，一向為建築的上上穴位選擇，但受制於既有的地理環境，乃至建築的時節，或許早先經由建築師所設計的方位，係屬於「地氣」所及的方位。行政領導人的建築方位調整，乃至大門的方向變更，皆是政治性的設計；尤其時任行政領導人為求政躬康泰，或可更上一層樓，對於行政首長的辦公室方位，可能會因地理堪輿師的建議而一改再改。不僅浪費公帑，而且延宕工程，甚至因而有各該行政領導人竟未及入厝辦公已他就的憾事發生。

(二) 行政建築已興築完成，卻因行政領導人對內部隔間或裝潢、顏色之一改再改而致虛耗不少公帑

由於公共工程多係連續性預算，就以行政建築通常需時數年之久；即使建築構架完成，內部隔間、裝潢或房牆顏色，乃至雜項建築亦需時甚多。因之，行政領導人常利用此一機會增修土木，並將其內部隔間、裝潢材質、房牆顏色，以及行政硬體設備，由廠牌、廠商以至其他採購規定，皆逐一檢索或調整；如遇行政領導人新任，那改變之大，可能更難以想像。該等變動與其既定功能之強化可能完全無關，卻煞費周章以迎合領導人的好惡，即是政治凌駕專業，而且是政治變更計畫，計畫成全政治的案例。

四、政治優先規制

對於公務部門任何行政計畫，祇要涉及「採購」事項，依法須適用政府採購法；即使政府採購法施行前，亦有審計法、會計法的規定；尤其稽查條例的規範，亦相當嚴密。但政府採購法施行前後，乃至當下的行政部門仍然很受行政計畫變動的行政效能不彰影響。該等行徑，甚至以行政領導人好惡或有一己之私，所衍伸的違法行為，需要主辦科長和承辦人員去「合理化採購變更」。最可能的變更說辭，就是採取「限制性招標」。本來限制性招標係針對專業的採購事項，而當今行政領導人恣意變更採購計畫所可能的法依據，卻正是應用政府採購法的「限制性招標」規定，不僅可閃避違法採購，而且可減輕承辦人採購程序變更的風險。

一般公務機關面對「政治優先規制」，總覺得不可思議。此在政府行政處分部分確係如此，一切須合於法定程序，甚至完全忽略「法理情」的施政原則。但就涉及重大公共工程等行政計畫；尤其行政部門採購硬體設備，就可能完全走樣。就多年觀察，政治領導人或是行政領導人所以不厭其煩的變動行政計畫，其出發點亦不盡是存有私心；有些甚至是為避免瓜田李下，或是弊絕風清，而做不必要的變動。其實行政領導人；尤其是政治領導人應相信專業，並且依法行政，行政計畫儘管尚無強制力的行政計畫法加以規制，卻已有政府採購法、行政程序法、預算法、決算法及會計法的相關規定。對於行政計畫的執行，該等領導人所應重視的是，法定程序的是否落實，而不是去變動程序。不僅增加計畫執行的時間，而且可能影響不專業變動所造成的行政品質之維持。

對於行政計畫所以績效不彰，其最主要的原因之一，就是執行過程中，行政領導人異動。新任的領導人為表示個人的特色，常在執行過程中因一句話的評價，需要承辦科及承辦人做不必要的計畫變更，以致出現牴觸法定程序或違反實體規制。因之，行政領導人對於正在執行中的行政計畫務必審慎將事，能維持既定計畫就儘量維持；如確有必要變動，亦當多所徵詢，並與相關專業研議後再做調整。易言之，專業是行政計畫的前提，規制係行政計畫的軌跡，政治優先規制在行政計畫的應用，應儘量避免，始為依法行政的倫理實踐。

3. 地方行政部門計畫優先順序的選擇方法與具體的成效管理

地方行政部門係地方政府的同位語³，各該地方行政部門如何規劃所轄區域之發展計畫，係地方發達之先決條件。唯有良好的計畫作為，始可確立地方發展的良好治理取向；如再有穩固的績效管理作業機制，其行政計畫將可在預期的計畫目標下逐項完成。前述地方政府的計畫作為偏差，主要仍在於計畫作業受到外在因素的干擾；當然內部的管理不力，亦是不可推卸的治理失靈所在。

一、計畫優先順序的選擇方式

在政府的財源不充裕下，計畫作為顯得更為重要，而計畫的優先順序定位，乃係促使資源用在刀口上的必要作為。究竟如何進行政府計畫的優先順序定位？其較為成熟的思維，就是將國家或地方自治團體視為一完整計畫體系，如圖 1 所示。

- 使命的設定
- 願景的建構
- 主計畫的架構
- 分計畫的實施
- 計畫單元的編列

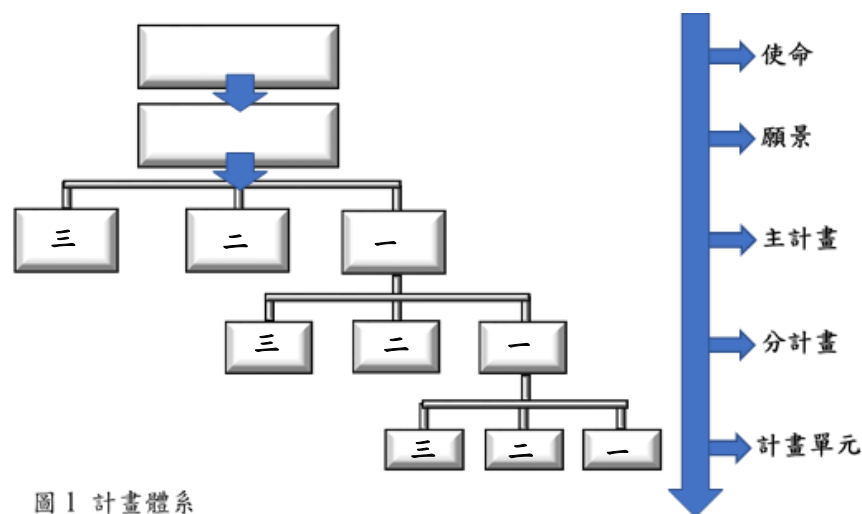


圖 1 計畫體系

資料來源：本研究繪製

蓋一個政治性組織體與一個企業性組織體之計畫體系最大的差別，在於前者以服務人群為其最高指導原則，可視之為組織的使命（mission）；在使命設定下，須規劃達成使命的藍圖；此即願景（vision）的描繪或建構，而各該願景乃組織體長遠的施政目標，則需要各項主計畫（master plan）的架構形成，始得順利實現

³ 學理上地方政府（local government）係地方機關，在單一國家係指行政、立法機關；在聯邦國家則指地方的行政、立法、司法機關；唯中華民國憲法卻將地方政府視為地方行政機關。因之，本研究依憲法規制意旨，將地方政府視為地方的行政部門。

願景。後者因係以賺錢為目的，儘管現代企業皆須有社會責任（corporate social responsibility；CSR），但企業社會責任本係企業的附加價值。其實政府計畫體系在主計畫框架下，就每一主計畫復訂定可操作的分計畫（divisional plan）。分計畫下的計畫單元，係實際規劃的計畫作為。

如果依此計畫體系建構政府組織體系發展藍圖，將可發現所稱關鍵績效指標（key performance indications；KPI）就在於掌握影響各該計畫單元成敗的因子。以下分別說明計畫優先順序的選擇途徑：

（一）可行性規劃與評估

2023年3月14日，聯合報有一則新聞，以「捷運中和公館線爭取優先推動」為標題，內載：「中永和東側苦等多年，納入『新北捷運整體路網評估報告』，月底提報交通部」。實際狀況是新北市政府捷運局業將永和居民爭取十多年的中和公館線納入「新北市捷運整體路網評估報告」，預計2023年3月底提報交通部，爭取列為優先推動路線。此項工程經費多達250億至300億元，待交通部同意後，繼續辦理可行性研究。此則新聞，正驗證政府公共工程之重大缺失，即未曾進行可行性研究和評估前，即已確立「整體路網」，難怪正式設計時會遇到諸多瓶頸，輕者調整工程經費，重者改變路線或廢棄計畫。

理論上，重大公共工程建設務須進行可行性研究評估後，才進行路網連結性規劃，但臺灣的重大公共工程建設殆多將可行性評估列為細部設計的前奏。此時面臨下列環境因素的嚴峻挑戰：

1、地質鑽探問題

路網興築在可行性評估未進行前，不可能進行地質鑽探；即使試探亦非常有限，一旦設計時務須根據地質鑽探資料；尤其捷運工程常須採取「地下鐵」結構設計，其地質鑽探資料即係編列工程預算和技術可行性的重要依據。卻在資訊不足的情形下，即行編列工程預算，難怪大幅追加預算或追減工作項目，成為中央和地方公共工程的普遍現象。

2、土地取得爭議問題

路網規劃方案雖可以提前，但路網如需使用私有土地，姑不論環境影響評估的困難，就以變更都市計畫即煞費周章，即使土地變更為道路用地後可強制徵收，但因公告現值與市價仍有顯著差距，必然引起私有地所有權人的抗爭，以致工程延遲細部設計，乃是常有的事。正式動工後物價上漲，原列工程款需要追加，乃成為臺灣重大公共工程的普遍現象。

3、環境影響評估問題

依環境影響評估法規定，重大公共工程施工前皆須完成環境影響評估，一旦進行環境影響評估，必然會發現該項公共工程的環境影響評估，遇到諸多需要一一克服的障礙。事實上，環境影響評估的工作應在路網規劃時即行著手進行，才不致浪費公帑增加無謂的社會成本。

究竟行政計畫的可行性評估的項目如何？依「公共建設計畫經濟效益評估及

財務計畫作業手冊」97年版：上冊（行政院經建會2008：1-3~1-4）規定：「先期規劃報告（即可行性研究）之內容應包括：技術可行性、市場可行性、法律可行性、土地可行性、經濟可行性、財務可行性、環境可行性、管理可行性及初步財務規劃。」質言之，技術、市場、法律、土地、經濟、財務、環境及管理八項可行性。該手冊在前言特別說明：

政府部門主辦單位應按上位計畫所設定之目標及主管業務發展需要，規劃及擬定公共建設計畫先期規劃報告陳送主管機關審核，作為是否興建之依據。各主管機關應參酌該計畫之上位計畫，檢視是否符合其政策目標，以及能否達成預定功能與目的，再將審核修正後之規劃報告報請各該上級政府核定；若涉有中央出資或補助者，應專案陳報行政院同意。

亦即說明公共建設計畫係國家發展計畫的計畫單元，應納入國家計畫體系，本諸圖一計畫體系提出先期規劃階段的可行性研究書面文件。就上揭八項可行性研究，除法律、管理二項因係既有機制的分析，不一定須有量化資料外，其他技術、市場、土地、經濟、財務、環境皆須有量化的資料分析；尤其技術、市場、土地、經濟及環境皆須蒐尋、訪談和探勘，以蒐集既有可量化資料並加分析，以供決策作成之重要參考。

1、技術可行性

此在公共建設工程因多屬硬體設施之設置，可能涉及智慧財產權或是國防科技，而有其技術應用的限制，乃屬重要的可行性評估項目；至於社會建設工程多屬軟體設備之配置，其技術可行性較少分析，甚至可刪除該一評估項目。如分析可一般分高、中、低等三等級之評估。

2、市場可行性

此謂市場可行性係指建設工程相關建材的取得，因工程性質的差異，有些涉及營業秘密，乃至國際貿易的往來。性質上以國防工業較具政治敏感性，至地方建設則較宜注意自由貿易區，或是商業是否開放問題；尤其當今中美貿易爭議，其市場如何已成為建設順利與否的關鍵因子之一。

3、土地可行性

此在重大公共建設固然是首要考量的建設課題，就是一般建設工程亦涉及土地的取得；尤其在都會區寸土寸金，需要龐大資金徵收私有地，就是公有地亦須層層上報核准始可無償或有償撥用⁴。設若政府對私有地之使用，能改用議價方式取得，其使用上抗爭可能減少許多，但政府基於「免除圖利他人風險」多半採取公告現值（號稱接近市價）徵收，以致抗爭不斷，工程延宕其來有自。

4、經濟可行性

由於經濟可行性本旨上係以社會觀點，經由經濟分析的方法，以預估計畫之經濟成本和效益，從而確定計畫之妥適性以及提高公部門的資源使用率，呈現有限資源之最適配置與使用。其主要評估項目或稱基本假設與參數設定，包括：評

4 依當前的慣例，祇要涉及國防用地之使用，皆須有償撥用，否則國防用地即不得移做他用。

估基礎年、評估期間、物價上漲率、社會折現率、經濟成長率及工資上漲率。至於經濟成本可分為可量化成本（包括：直接成本，諸如：建造、營運及維修等，社會成本，諸如：技術外部性、貨幣外部性、無形的影響）及不可量化成本。其所評估之經濟效益可分為直接效益及間接效益。各該效益評估結果，旨在建立經濟效益評估指標（包括：經濟淨現值、經濟內部報酬率、經濟益本比）及進行敏感性分析。

5、財務可行性

財務可行性與經濟可行性不同在於財務評估係由不同參與者角度分析財務之報酬率，如以民間投資者觀點、政府觀點，以分析所關心的報酬率指標，各該財務效益分析。乃在於估算計畫參與者產生之財務淨效益。唯就政府舉辦的公共工程之財務可行性，仍在於估算公共建設之財政支出，以及完工啟用後的稅收及其他營收。以大眾捷運系統為例，其基本假設與參數設定，包括：評估基礎年、評估期間、物價上漲率、地價上漲率、營運成長率、其他收入成長率、稅率及免稅期間、資產更新及殘值、折舊、土地變現價值、資金成本率及折現率。其成本及收益項目，在成本方面，包括：規畫作業費、建造成本（包括：設計作業費、用地取得及拆遷補償費、工程建造費、其他費用及施工期間利息）、營運成本及維修成本、利息費用及其他營業外費用；至收益方面，則有主要營運收入或票箱收入、其他附屬事業收入、衍生開發收入、其他營運外收入、設備殘值及土地變現價值。此外，財務可行性分析，尚須注意現金流量（cash flow）分析。

由於各該公共建設工程所為經濟可行性與財務可行性二者之評估結果，勢將對公共建設工程的興築產生決定性的影響，而經濟可行性之評估方法則可分為 KPI 的關鍵績效指標法、成本有效性分析及成本效益分析，分別說明如下：

（1）關鍵績效指標法

有學者譯為簡易指標法（江瑞祥等 2015：6-8）；即經由建立關鍵性指標為基礎，嗣經層級分析法（AHP；analysis hierarchy process）、分析網路程序法（ANP；analytical network process）或多目標決策（MCDM；multiple criteria decision·making）中之分析方法以選擇權重，以進行集體評估決策。

（2）成本有效性分析（CEA；cost-effectiveness analysis）

在投入（input）成本與產出（output）效益間缺少共同衡量時應用；經單獨比較「各替選案之效益總值」或單獨比較「各替選案之成本總值」，以成有效之評估。在各替選案中，效益相同則比較成本多寡；成本相同，則比較效益高低。

（3）成本效益分析（CBA；social cost-benefit analysis）

係就整體社會之角度，以分析評估各替選方案對社會所有成員產生的一切效益及成本；必要時，並得對各成員之效益或成本給予權重，以達致效率與公平。

至於財務可行性評估，仍可採用關鍵績效指標法、成本有效性分析及成本效益分析，以估算開發成效或所衍生之金錢效益與成本。此不僅提供私部門之投資決策依據；復供公部門提供評估之起點。財務分析最主要的特色就是以「現金」為基礎，用以預估各年期現金流量及損益情形，從而估算工程實際的財務需求量，

以定奪具有工程效益的財務計畫規劃作業。

由上述經濟可行性和財務可行性，殆可發現二者的關聯性。蓋經由上揭三個評估方法之應用，即係經濟可行性之評估；而財務可行性之評估，多可在計畫具社會經濟可行性後，據以判斷特定方案的財務或財源之效價。二者之整合評估流程如圖 2 所示，形成公共建設整合評估流程，是即經濟評估模式之應用。

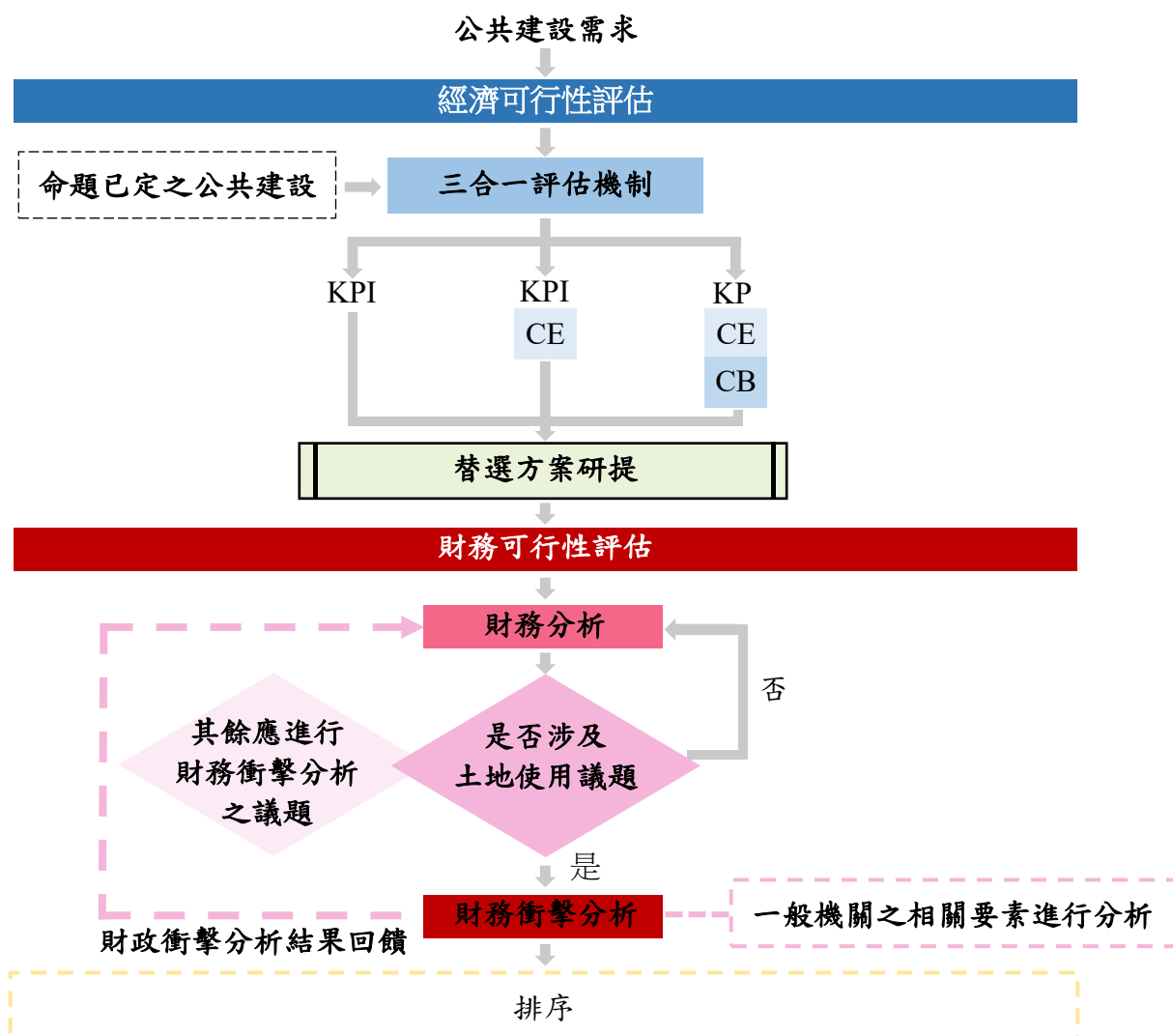


圖 2 公共建設整合評估流程

註：KPI 為簡易指標法、CBA 為成本有效性分析、CBA 為成本效益分析

資料來源：江瑞祥等（2015：63）。

6、環境可行性

環境永續係二十世紀中期以來，公共建設的起碼要求，環境影響評估更是所有重大建設工程關建的法定程序。本諸經濟、社會和環境三結合所可能「永續發展」(sustainable development) 的目標形塑，以決定公共工程的施工生命週期規劃，依環境影響評估法，下列事項須進行具有事實依據的量化或非量化評估（第 5 條第 1 項）

- (1) 工廠之設立及工業區之開發。
- (2) 道路、鐵路、大眾捷運系統、港灣及機場之開發。
- (3) 土石採取及探礦、採礦。
- (4) 蓄水、供水、防洪排水工程之開發。
- (5) 農、林、漁、牧地之開發利用。
- (6) 遊樂、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發。
- (7) 文教、醫療建設之開發。
- (8) 新市區建設及高樓建築或舊市區更新。
- (9) 環境保護工程之興建。
- (10) 核能及其他能源之開發及放射性核廢料儲存或處理場所之興建。
- (11) 其他中央主管機關公告者。

環境影響評估法第 26 條規定，有影響環境之虞的政府政策，諸如：工業、礦業開發、水利開發、土地使用、能源、畜牧、交通、廢棄物處理、放射性核廢料之處理等政策，皆依其法規命令「政府政策環境影響評估作業辦法」(2006.4.7 修正)規定辦理評估。至少包括：

- a. 替代方案分析。
- b. 政策可能造成環境影響之評定。
- c. 減輕或避免環境影響之因應政策。

針對近些年來藍、綠政府對於環境影響評估之經驗分析，綠色政府將環境影響評估政治化或政策合理化情形，實遠較藍色政府來得嚴重。此由公投結果不處理，或是原定場地之一再變更或以多數表決強勢定案，可知之一斑。

(二) 可行性思維模式

面對公共建設工程，乃至社會建設工程，依效能原則實宜有量化的評估，以為定奪的依據，但就實務言之，量化的方式所需的實證資訊，往往缺漏不全，以致量化常常半途而廢。因之，對於可行性評估實有其不易克服的限制。就行政首長去了解量化的過程固然是苛求，能有掌握結果已算難得⁵，但起碼的「規劃架構」(planning framework)思維，則是公共建設能否推動和推動勝敗的關鍵因子。

1、SWOT 分析

目前衡量一項機制的可行性，就行政首長而言，最簡單的方式，就是應用 SWOT 分析工具。其主要的理論依據，就是任何制度創新和改革，皆將面臨內部環境的既得利益者之抗拒，也有內部的潛在發展需求；反之，在二十一世紀的前二十年來看，制度變革常受制於外部環境的挑戰，以及外部的利害關係衝擊。因之，如能應用內部因素的優勢 (strengths)、劣勢 (weaknesses) 之權衡，外部因素的機會 (opportunities)、威脅 (threats) 之相繩。在應用 SWOT 分析工具，以了解機制變革或工程興築的真實情況後，如何去爭取變革的成功或創新的成就，就需要進一步採取 SWOT 混和應用的競爭策略：

5 張忠謀在回顧政府決定設置「半導體產業」，曾指出當時唯一了解半導體產業的政府決策人士祇有政務委員李國鼎，而李國鼎在過往亦以此自豪。詳見 2023.3.16 電視新聞。

a.防禦型策略 (mini-mini strategies) WT

面對劣勢和威脅的狀況，就要減少劣勢的暴露和避開威脅出現。

b.緩衝型策略 (maxi-mini strategies) ST

面對優勢與威脅的狀況，即須以所有的優勢去減少威脅的損失。

c.改善型策略 (mini-maxi strategies) WO

面對劣勢和機會的狀況，即須以可能有的機會排除劣勢的影響。

d.積極型策略 (maxi-maxi strategies) SO

面對優勢與機會的狀況，即須將優勢倡旺於機會點所在。

如以當今的兩岸關係發展可行性言之，實處於緩衝型策略的結果選擇狀態。蓋臺灣內部雖有統獨之爭，但維持現狀則是朝野共識，而針對中共軍力的強勢；尤其祖國統一的民粹力量之威脅，亦不容輕忽。因之，最可行的策略，就是臺灣朝野應以維持現狀的多數共識為基調，在兩岸交流，乃至兩岸民生經濟的合作，學術研究的「中華隊」"Team China/Team Chinese"，才是當前最可行的「避戰」策略 SWOT 分析。

2、行政三聯制 (plan-executive-review)

行政三聯制 (計畫、執行、考核) 係臺灣的本土研考制度精華，已有超過半世紀的實施經驗。但近些年來學界已無人提及，更甬論研究分析。事實上，行政三聯制係臺灣 1960 年實施研考制度以來，即為研考機關 (或單位) 與服務人員的基本服務理念。試想行政首長如能善用此一機制，並自工程規劃即能尊重專業，強化執行能力的提昇，而且重視定期或不定期的服務作為考核或監督；尤其援用例外管理理論，將每一級機關或單位的主要業務，每年選定幾項為關鍵業務或計畫，而且以整個機關設定組織能量的服務指標加以追蹤和考核，其腐敗現象將相對減少，行政績效亦將逐年提高。

3、PDCA 循環

企業常用的 PDCA (plan-do-check-act) 循環品質管理；即規劃 (plan)、執行 (do)、考核 (check) 和行動 (act) 的管理四件事作為。此因企業的 CEO (企業執行長) 所當處理的事務至為龐雜，乃建構一套管控循環制度以資因應。此就行政首長言之；即是掌握業務的規劃取向，並且嚴格執行規劃的業務價值，執行過程中尚不斷的查核，以了解規劃至執行的差異，並且適時調整預定計畫的時程、方法和目標，從而落實行動的正能量。就以行政業務言之，首長責成各部門需有計畫作為的概念，而且執行的嚴格，但對事前的規劃絕不能視為真理，尚可做因時、地的調整，形成有機的行政，而且在行動上呈現正能量，以展現行政單位的活力。

茲以近些年的市場缺蛋情形言之，行政部門一經察覺市場出現缺蛋或搶蛋的市場失靈情形，權責機關即應責成業務單位即時研擬因應策略。一旦策略定案，即須管控權責單位的執行進度，行政首長並且不斷的管控，一遇執行瓶頸就當檢討，並且研議新執行策略，直至缺蛋問題的完全解決，恢復蛋市場的正常供需。如果行政院農業委員會的蛋策略能如此規劃和執行，相信蛋市場應早已正常運作。

二、計畫優先順序的具體成效控管

行政計畫係年度預算或跨年度預算，乃至特別預算的業務發展藍圖；即使有再好的行政計畫，仍需要本諸行政倫理、財政紀律嚴格成效控管。基於數十年來的觀察發現下列作為是最起碼的內外成效控管途徑，如圖 3 所示。

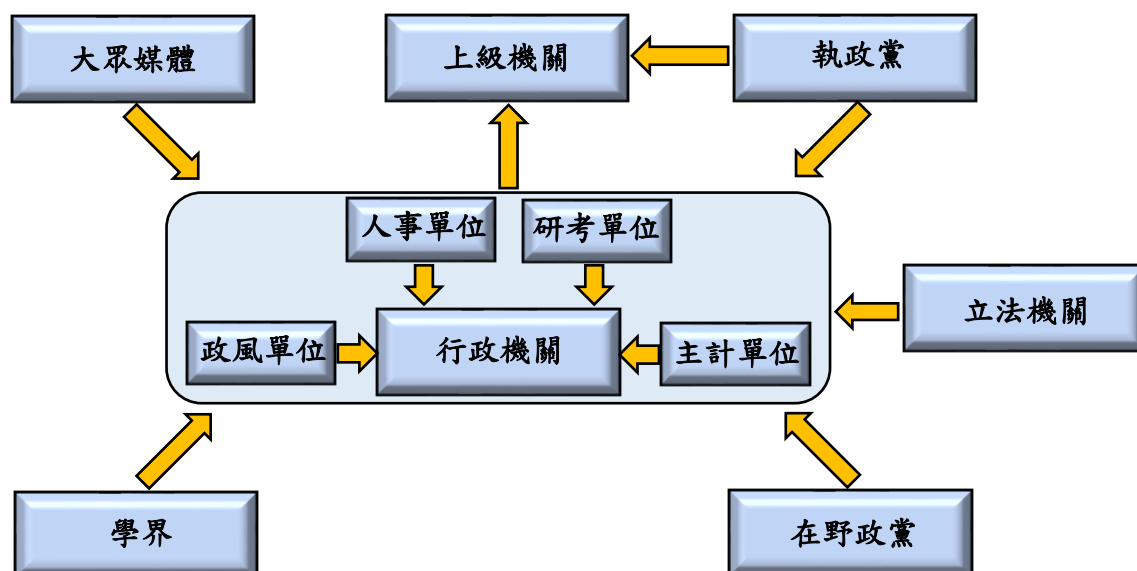


圖 3 臺灣行政計畫管考系統設計

資料來源：本研究繪製

(一) 內部稽核與監視

臺灣現行 22 地方自治團體的財政普遍困乏⁶，卻時有違反行政倫理的政治腐敗現象；就以撰寫本研究的 2023 年 3 月份，即有二件地方議長涉貪被羈押的不倫消息。無論澎湖縣或雲林縣，皆屬於臺灣的地方財政較困難的地方自治團體。但貪腐事件仍然時有所聞，令人匪夷所思。事實上，政府對行政倫理的堅持法有明定，且有諸多機制可資管控，諸如：

1、主計單位

任一行政機關，甚至行政單位皆有執掌預算編列和核銷的主計單位或稱會計單位。該單位為貫徹行政中立，且以一條鞭方式直接獨立行使職權。各該主計單位執掌各該機關各單位的經費核銷事宜，其如能善盡職責對於機關的績效管理，應有其制度性管控機制作用。就多年來觀察，主計單位所發揮的功能，就是促使用錢的過程合法，而且能節省即須節省開銷的支出；如認為服務單位有濫用之情事，不僅可上報其主計機關查核，而且可與上級機關首長報告，及早杜絕公帑之浪費。

2、人事單位

6 即使地方財政健全的金門縣，近些年亦面臨財政逐漸困難的緊張局面。因之，本研究認為節約公帑，根據計畫預算理論推動行政發展至為重要。

一個機關用人不當不僅行政效能低落，而且有政風敗壞虞慮。此在人事單位祇知查其資格，而不重視操守，自然是危險的舉措。不過，最近幾年來發現涉案者，不是主管就是約用人員，就主管而言，人事單位每年的考評不實是主要原因；尤其涉及不當場所的主管人員其平時衣著或餐敘皆可知之一、二，但人事人員卻不察，而約用人員皆係權力人士引薦，但人事人員宜加查核再予僱用卻未盡其職責，皆是效能不彰或是涉有不法的可能原因之一。若設機關首長能在人事人員的協力下，善盡考核之責任，而使具有專業，且有德行的菁英得以拔擢，相信行政效能即可有效提昇。

3、研考單位

政府自 1969 年實施研考制度以來，研考單位除扮演計畫作業的「審核」工作外，尚就各業務單位的服務績效，應用各種行政績效管考工具，諸如：平衡計分長、目標管理，乃至行政三聯制、PDCA 品質循環工具，以強化業務人員的服務績效。所以成效仍然不如預期，亦多係專業不足，或是實務歷煉不夠。研考人員一般年紀輕，衝勁大但經驗不足。因此，行政部門應職務輪調，研考人員與業務人員的互調，應是可行的機制作為。目前的情形，是地方政府的各局處研考人員多係老弱殘兵，機關首長常將待退的不適人力放在研考單位，以致研考人員的能力很受質疑，如何扮演「查核績效」的有能力作為？

4、政風單位

政風單位係行政部門中除人事、主計（或稱會計）外的另一獨立性一條鞭單位，旨在掌控機關的風紀，不僅查核貪瀆行為，而且反應機關成員的忠誠。其設置的目的，就是促進廉能，強化忠誠。行政部門的政風人員通常與一般業務人員有些隔閡，以致彼此互動少，形成機關的「小圈圈」。此種與機關相關人員互動少的行政文化，其實是錯誤的認知。理論上政風人員應如同主計人員熟悉機關的主要業務，並且與一般行政人員打成一片，不僅了解業務，而且可以深入分析機關可能腐化的原因，從而協助行政首長弊絕風清。

以上對於機關內部的稽核和監視，在制度上尚稱健全，卻因一條鞭形成機關的特別成員；復因機關的專業欠缺，以致無法協助機關首長在制度上建立「良善治理」(good governance) 的機制。未來為提昇行政效能的作為，展現積極策進的空間，若干建議可供權責單位改革機制之參考。

(二) 外部考核與監督

對於行政部門的績效管理，除前揭的內部稽核與監視外，尚有機關外的考核機制和監督作用，分別說明如下：

1、立法機關

民主法治國家行政機關須向立法機關負責，以臺灣的地方政府均須依地方制度法之規定，向同級立法機關負責。立法機關可透過質詢（包括：行政首長的施政總質詢、對機關首長或單位主管的業務質詢）、法案審查、預算案審查及其他專案報告和調查，以自治監督（autonomous control）的法定地位掌控行政部門的服務作為。前述澎湖和雲林等縣議會議長因涉貪情節重大，為地檢署所收押禁見。

試想一個平行而對等的自治監督機關，本難影響行政部門的人事任用或行政業務的推動，竟可以因而收賄，其主要的因素，應係行政部門有權力人士的接應，始可既遂收賄。對於此種事件的杜絕，最簡單的方法，就是落實遊說法的行政程序。行政部門對於立法機關非議事上的問政，一律以「遊說事件」處理，應可減少，甚至完全排除一切不可告人的惡習⁷之一再出現。

如果立法機關能依照地方制度法及其他法律，諸如：預算法、公共債務法、政府採購法、政府資訊公開法及遊說法等相關規定監督地方政府。不僅地方的行政效能可以有效提昇，其行政計畫亦可如期完成；不僅不致工程延宕，以致一再追加減預算之浪費公帑；亦可用行政計畫作為之效能提昇，而增加民眾對政府的信任之社會資本。當前改善之道，即鼓勵民意代表進修外，最重要就是議會應加強議員問政能力的自我學習；尤其議事規則的自我學習絕對必要；否則，議事混亂如何提昇問政和監督品質？

2、政黨政治

在臺灣的地方政治，由 2000 年施行總統副總統直接民選以來，派系政治（faction politics）逐漸式微，取而代之的是政黨政治（party politics）的興起。由於派系政治基本上是分贓政治，早為學界所詬病，而政黨政治則是相互監督以形成制衡政治；其作為亦多為學界所肯認。既然臺灣地方政治已走向政黨政治，其問政的品質理論上應已有所提昇；就實際觀察亦係如此。所以尚有不法情事，主要還是政黨下的派系在分贓所形成的「新分贓政治模式」所致。理論上，政黨的功能，即在於監督從政黨員的積極問政作為；如涉有不法，以目前國民黨、民進黨均為剛性政黨言之，最重可開除黨籍，輕者停止黨權。事實上，民意代表不僅常顯能力不足，而且因服務選民時間太多，其服務民眾已感吃力，問政的專業更有所不逮。因之，政黨即可於其政綱政策，或其政黨幕僚的協力，研擬成熟法案，以促使行政部門經費可用在刀口上，而行政部門政策推動為當時社會所需求，自然可與民眾共鳴，從而提昇從黨員的監督能力。

一般政黨可分為執政黨或在野黨；在地方層級執政黨容易腐化。因之，執政黨需要民意代表的互動，而且注入心血，以使執政黨議員成為有效能、講紀律的黨籍議員；反之，在野黨基本在於監督政府，對於行政部門的行政作為，在野黨本可適時的發揮監督的力量。所稱自治監督，一般即指在野黨對行政部門的施政品質監督。臺灣在直轄市部分，政黨政治已逐漸形成，一般言之，即可提昇服務效能，但不論桃園或高雄的工程問題皆說明政黨政治還不成熟，否則，工程品質不致如此；黑金政治亦不致如此囂張。至於臺南部分，派系政治固已逐漸弱化，但黑金政治則未見銷聲匿跡。縣（市）之民意代表無黨籍者甚至比有黨籍者多，其政黨政治更祇在萌芽階段，新竹市的公共工程品質令人搖頭，除說明當時市長

7 在地方議會與同級地方政府的互動過程中，如果是一致政府即可能有許多不可告人的潛規則，需要以遊說行為處理，始不致成為不法的機制；反之，如係分裂政府因其不易形成那些不可告人的潛規則，違法的關說應可有效制約。

的膽大妄為，議會監督的形同虛設外，就是中央權力人物的識人不明。改善之道，仍在於政黨政治之步上軌道一途。

3、上級政府

由於臺灣已依地方制度法實施憲法制度性保障的地方自治，因之，上級政府不論行政院對直轄市政府；內政部對縣（市）政府皆祇進行適法性監督，而不得採行適當性監督。因之，近些年來不論萊豬案、核食案或中火案，行政院或衛生福利部皆以「適法性監督」的方式重創地方自治制度。嗣後，仍期望上級政府能了解歐美日等先進國家對「地方自治」係以「輔助原則」(subsidiarity principle)監督地方行政發展。對於地方顯然不法行為始可以「適法性監督」的方式處理該等公共事務。值得一提者，即執政黨倒可協同上級政府處理地方與中央爭議問題，此種不需費盡政治考量的途徑，民進黨顯然在過去幾件爭議事件皆未能善加利用，終致形成中央與地方的嚴峻對立。

4、大眾媒體

臺灣係大眾媒體相當發達的國家和公民社會，任何公眾事件皆逃不過大眾媒體的追蹤，政論節目已是民眾茶餘飯後的另一種政治饗宴。問題是臺灣的大眾媒體；尤其電視絕大部分已成為執政黨大內宣的工具，每晚的政論節目，祇是執政黨大內宣之報導或澄清。在此種欠缺媒體倫理的宣導下，其所能監督行政部門的效能，不僅大幅降低，並且影響大眾媒體的正義言論之形塑，自然減弱其所要發揮的政治功能之逐漸強化。

在大眾媒體外，尚有諸多新興社群媒體，亦能在正義聲量上有所成就。此乃二十一世紀上半葉的媒體發達特質；設若該等媒體皆能知所增進，而將正義之聲的成就反映在節目製作上，相信成功的公民社會可以逐漸的形成。地方政府需要促進民眾的需求得到滿足，但如何滿足則需要技巧。政黨的協力，傳播工具的日新月異，必然影響到政治監督工具的應用。行政部門理當善用工具，以提昇服務效能；決不宜將之充作遮羞或蒙混的工具自許。

5、學界

學術界固然應於學術中立的立場探討公眾問題，但在臺灣大眾媒體已難以展現社會正義的世代，學界更應展現其社會責任；尤其大學的社會責任(USR: university social responsibility)已成為大學的基本倫理。時下學界對於地方行政的計畫作為，除可參與研究外，尚可根據既有施政計畫的缺失，以進行專題性的探討和分析。

近幾年來，臺灣的學界結合大眾媒體，針對社會公共議題進行專題報導，其成效已逐漸受到政府相關部門的重視。誠然大眾媒體因有其傳播工具，如能結合學者專業上山下海找尋政府施政不力的問題，並且針對各該問題再經由學者之專業協力分析，以提出問題所在，找出產生瓶頸的關鍵因子，從而引用國外或創新解決途徑或方案，相信是一件福國利民的正當性極為強度的作為。

就以核能電廠的興廢，儘管執政的民進黨完全無視學界的研究分析；尤其引述外國的新進作為，民進黨一概不理。但社會因學界和大眾媒體的合作，而深入

了解執政黨的一黨之私，相信對於社會正義的澄清，以及嗣後政治選舉的論戰；尤其如有類似公投的進行，皆可以有比較真實而可行的政策選擇，而使公民社會更加成熟。相信對社會的發展，亦必然是正面的；行政部門的施政涉及多元的意見形成，如有學界的分析，亦是極其正面的理性選擇。

4. 提昇行政效能的計畫行政行為

針對近些年來不論中央的特別預算所呈現的行政計畫或是地方的中程計畫，乃至年度預算所表徵的年度計畫，皆可看出政治介入太深，行政規劃不專業，延宕完成計畫作業，甚至有施工品質不良的負功能現象。究竟政府應如何改善計畫作業以提昇行政效能？以下即是比較可行的計畫作為改革意見：

一、長遠在於制定行政計畫法制體系

自 1984 年行政院召開全國研考會議，臺北市政府提案制定行政計畫法至今，已長達 39 年之久，除前行政院研究發展考核委員會曾委託政大公共行政系起草行政計畫法草案外，未再看到中央主管機關的研考會，或是主管全國經建行政的行政院經濟建設委員會，以及政府改造而將前二者合併為「國家發展委員會」（National Development Council），有任何起草行政計畫法的政治過程。一個法治國家，有預算法、決算法，竟無行政計畫法，如何建構一個具有「計畫法制」的行政國家（administrative state）？由於臺灣迄無行政計畫法之規制，任何重大行政計畫，包括：公共建設工程、社會建設工程皆可能半途而廢。因之，當下主要符合各該政黨利益，任何公共建設計畫之終止興築而浪費龐大公帑在所不惜，更遑論其他。

近些年來最具浪費公帑的案例，當推新北市貢寮區的核能四廠之興建。該核四廠又稱龍門核能發電廠，於 1982 年正式開工興建，至 2015 年 7 月封存。核四廠在長達 41 年的興築過程中，曾由暫緩施工至正式動工；復在民進黨政府暫時停工又復工；再至國民黨政府封存。施工一波三折，但總工程已完成 95%，施工經費高達新臺幣 3,205 億元，卻可在政治過程中停工又復工再封存。此種興建過程高度政治化卻無人因此負起政治責任案例，經多年思考的結果，即因政府尚未制定行政計畫法可資追究彼等政策決定者之政治責任。又如臺北市政府委託遠雄建設公司以 BOT 方式自 2011 年取得執照後興建大巨蛋，該工程本可在八年前完工（即 2015 年），卻因新就任市長柯文哲以查弊為託詞停工，至 2023 年 3 月尚未完工，唯蔣萬安市長已預計 2024 年試營運，試想一件重大公共工程（經費高達 360 億元），卻可因政治決策者之主觀好惡即行停工，以致延宕竣工。此種有形無形的硬體建設損失，亦因柯文哲卸任，而看不出有人為此負起無謂延宕竣工的政治責任。所以無從追究政治責任，亦係政府迄未制定行政計畫法，無從課予政治責任。

此外，國家發展委員會於蔡英文就任中華民國總統第一任任期內，提出「**前瞻基礎建設特別條例**」。該特別條例於 2017 年 7 月制定，隨即由立法院通過「**前瞻基礎建設計畫特別預算**」，第一期四年經費多達 4,200 億元；第二期另四年經

費亦達 4,200 億元，前後二期共花費 8,400 億元。實施經費過於龐大而眾多，且可長達 8 年之久，卻看不出建設經費究竟如何使用？據了解經費雖已編列，且可依法進行合法競標。但為何執行率一直偏低，竟未曾看到有人因此負起執行不力的政治責任；此或因特別條例並無考核的特別規定，以致規劃此一重大公共工程的中程計畫縱然有所閃失，卻也不必負起政治責任；經查所以仍然屬於無法監督的情狀，當在於欠缺行政計畫法制的規範。

在此擬加說明者，即行政計畫法制的立法架構，至少應包括：

- (一) 行政計畫體系的建構。
- (二) 行政計畫規劃，包括：規劃原則、優先順序選擇關鍵因子，理性選擇方法。
- (三) 行政計畫評估，包括：預評估、過程評估、結果評估。
- (四) 行政計畫執行，採取權變執行模式。
- (五) 行政計畫考核，包括：考核小組、考核標準（關鍵績效指標或成本效益比分析）。
- (六) 行政計畫執行責任（包括：積極面獎勵、消極面懲處）
- (七) 行政計畫重大違失（包括：停工、廢棄、延宕）的行政或刑事責任。

希望權責機關能儘速委託學者專家專題研究，並限期完成方法，俾資各級政府知所遵循。

二、中程在於實施計畫行政管理機制

地方政府如能依循四年一任的選舉機制，採行中程計畫的施政規劃模式，則在地方行政首長就任伊始，即須提出各該地方自治團體或地方政府的施政計畫藍圖。各級政府須依計畫體系規劃各該地方的計畫作為，形成有量化基礎的有機行政計畫，並且以地方永續為目標的中程施政計畫，就地方關鍵施政課題化為施政主目標，如澎湖縣經行政院核定之「澎湖縣第六期（112-115 年）離島綜合建設實施方案」如圖 4 所示。澎湖縣政府自 2023~2026 年即係依該施政發展體系規劃施政計畫，儘管澎湖縣長由藍色轉綠色，但該施政發展體系為行政院核定在案，綠色執政之地方政府對綠色執政之中央政府（行政院）所核定之行政計畫體系要無恣意改變的意圖，何況該等新綜合建設方案，即係在新任縣長任內來推動，不無前人種樹後人乘涼之美意。



圖 4 澎湖縣實證發展體系

資料來源：澎湖縣政府（2022：131）

經由施政發展體系之構造，可將八大項之主目標各以 25 分為其權重分配，是即每一主目標各為 x，x 代表 25 分。在主目標下再分為分目標或子目標，其分目標或子目標設為 y，每一分目標即為 xy，再細分計畫單元設為 z。因之，每一計畫單元之權重為 xyz。經由量化代入 xyz 公式，即可算出每一計畫單元的權重值。經由上述量化過程，即可獲知每一計畫單元在整個地方施政計畫體系的角色，再以權重值決定該計畫單元之優先順序。

質言之，各該施政計畫要能確立納入年度計畫或是年度預算的百分比權重，以為理性選擇建設方案之權力圈所重視，並且依權責機關的施政計畫之優先順序，決定納入年度計畫或是編入連續性的跨年度計畫，隨之編列年度預算或是特別預算，並指定研考單位加強進度控管；亦即每一主目標下再給予權重配分。此種應用關鍵績效指標規劃或管考，不僅經費可用在刀口上，而且經費與計畫可相結合；即不至於浪費公帑，並可積極的形成各項可操控的施政計畫。前揭澎湖縣政府的施政計畫，即在於建立起可量化的計畫單元，該等計畫單元尚宜依計畫評核術（PERT；program evaluation and review technique）製作網狀圖管控。目前公共工程建設計畫皆係採用 PERT 管控；其實社會建設計畫亦可以 PERT 加以管控，其績效管理應可以更加提昇績效。

三、近程在於落實計畫預算制度

臺灣最為人詬病者，竟是地方腐化現象；而且愈是偏遠，愈是貧困的地方；尤指縣、或鄉（鎮、市、山地原住民區）其腐化的情況愈是嚴重⁸。究竟偏鄉地區涉案事件會多的原因如何？固然尚待學者專家的研究和分析。本研究初步觀察和分析發現下列原因：

8 每年涉貪案件；尤指地方首長因案被羈押的案件中，縣案件比市案件多，而鄉（鎮、市、山地原住民區）的涉案羈押人數在比例上也高於縣。此種比重雖尚無研究報告，但就報載觀察似有此趨勢。

(一) 計畫並非是預算的內容

如依計畫預算原理計畫與預算應相結合，有計畫才有預算，預算就是計畫的貨幣化。是以計畫如不能視為預算的內容，就不能呈現計畫預算的制度特質。因之，偏鄉的經濟生活就在於反應偏鄉的政治文化。當偏鄉將行政與政治分離；根據在公部門服務的經驗，經常門的預算在中央機關根本不當一回事，能簡單說明就概略說明；比較認真的是資本門預算，立法委員要求可行性評估報告雖有，但相當罕見，而且在審查時並非看詳細版是看極精簡版，如何在有限的一個小時或三十分鐘完成一個經費多達數十億的司處做詳細的斟酌。其實談到立法機關審查預算，當以地方機關較會詳細審查，不要說資本門，就是經常門亦多所關注⁹，甚至要求提供受審機關的單價資料，油料使用的旅程概估。此種審查看似認真，但因民意代表專業不足，復受到行政部門的請託，真正能好好把關，樽節公帑支出的意見並不多見，以致計畫預算形同口號而已。

(二) 計畫祇是預算的添加物

就長年的觀察，權力人物關注的是一年一個機關有多少預算，甚少人去注意預算所呈現的究竟是何種計畫的預算，以致預算的分類，預算的籌編，乃至預算的執行，皆不在這些權力人物的關注範圍。因之，由預算的運作與計畫的實施，殆可看出權力人物係將計畫視為預算的添加物而已。就因權力人物祇在乎預算的總數，而不去了解預算的計畫內容，計畫的執行竟成為孤立的行政行為，如何能提昇行政效能？嗣後唯有機關組織成員能深切體認計畫預算的真諦，並且能使預算執行符合法定程序，形成各該組織動力的主要內容，以致計畫與預算能相結合，而且落實預算是計畫的另一行為表徵。

如果行政部門之決策者能有正確的計畫預算認知，始能將計畫預算的籌編視為行政機關的主要任務之一，而且會應用這些控管組織效能的工具，以強化組織的預算執行力，始符合計畫預算的真諦。

嗣後強化預算的績效管理，應該是由編列計畫預算為前提，在預算案完成法定程序後，即進入預算執行的階段。主要行政行為，包括：

(一) 肯認計畫預算的實質意義

機關組織成員上下皆了解計畫預算是計畫為內涵，預算為表徵；唯有完整的計畫規劃，始可有績效（performance）的預算執行。

(二) 豐富計畫預算的正面功能

一個有規劃的計畫編製，其預算執行即可看到計畫的價值。計畫預算旨在落實預算係計畫的數字化之實質意義；亦即預算不在於經費的執行如何？在於促進計畫的執行成果。計畫係針對未來願景的如何實現所為的藍圖規劃，一旦藍圖實現，其預算的正功能即完全呈現，而計畫的願景已成為現實的實境。不僅如此，如由綜效（synergy）的觀點，計畫實施後可以呈現 $1+1 \geq 2$ 的預期正

9 地方民意代表所以關注同級行政機關的年度預算，並不在於看緊荷包，而在於如何於地方政府辦理採購時，得以關說或承包該項資本門或經常門經費。此種經驗未在中央和地方服務者無從體會。

功能，應是計畫的價值所在。

5. 結語：有計畫就有預算、預算從零基起始

本研究係本諸長年觀察中央與地方的預算案的編製，所發現計畫預算形同虛設的感觸，企圖找出提昇預算執行力的途徑，所建構的行政機關發展行政計畫有效機制的有機思維下，研析行政計畫與預算的相結合模式。深信行政計畫係預算的內涵，而預算祇是行政計畫的數字化。無論中央政府或地方政府的提昇行政效能，唯有從「計畫預算」的機制入手，始可看到行政效能的有效提昇。

當地方大選已過，新政府剛剛成立之際，地方首長如能體認計畫預算的真諦，在行政計畫優先順序的選擇上，能善用「計畫預算」的機制運作，相信有限的地方經費必可發揮預期的效果，甚至有可能衍生更具豐富化的綜效。問題是行政首長如何體認計畫預算的價值，並且排除政治凌駕專業的非計畫預算思維，將決定未來四年的地方政府服務績效。

行政首長應了解「有計畫就有預算」，係指計畫與預算是一體之兩面；唯有計畫預算才是行政效能提昇的可行機制。此外，預算務必具有「零基」的觀念，不斷的檢討和省思，以去除無效能的預算編製。年復一年的傳統預算制度是在浪費公帑，滿足政黨或派系分贓的需要而已。地方財政本即困乏，如不能本諸計畫預算制度編列預算，將是地方發展的絆腳石，必然是地方創生的障礙，應該深以為戒。

參考文獻

- 江瑞祥等（2015），〈建置臺北市政府公共建設經濟社會財務效益專業評估機制案（含指導性文件）〉，臺北市政府財政局委託研究報告。
- 江瑞祥（2018），〈公共建設計畫成本效益評估方法〉，《國土即公共治理》，6（3）：26-39。
- 行政院經濟建設委員會（2008），〈公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊〉上、下冊。
- 行政院公共工程委員會（2018），〈公共建設工程經費估算編列手冊-總則篇〉。
- 彭錦鵬等（2012）〈我國中長程個案計畫評估機制整合之研究〉，行政院研究發展考核委員會委託研究報告。
- 彭錦鵬（2013），〈我國中長程個案計畫評估審議制度之探討〉，《公共治理》，1（2）：26-44。
- 澎湖縣政府（2022），〈澎湖縣第六期（112-115年）離島綜合建設實施方案（核定本）〉。

Local Plan Priority and Administrative Effectiveness

Chun-Chen Chi

Professor, Department of Public Administration and Policy, National Taipei University
email: profchi@gmail.com

Received: February 24, 2023; Accepted: March 25, 2023

ABSTRACT

This study aims to explore how local administrative sectors implement the choice planning priorities in order to improve local administrative effectiveness. In addition to using the literature researching method to study administrative planning, this study also uses decades of observation experience in planning and budgeting at the central and local levels to examine the reasons why planning budgets are ineffective. The findings of this germplasmic research are indeed quite heavy inspections for local administrative sectors, but with deep love and serious responsibility, if local leaders can deeply understand the administrative functions and values of planning budgets, they will be able to when the budget is prepared, the operating method of the planning budget can be implemented. I believe that the improvement of local administrative effectiveness is just around the corner. This research is on the implementation of the planning budget in local administration; especially in the process of developing performance government, government can actively play the role of planning. Perhaps local performance administration can become the mainstream of future government.

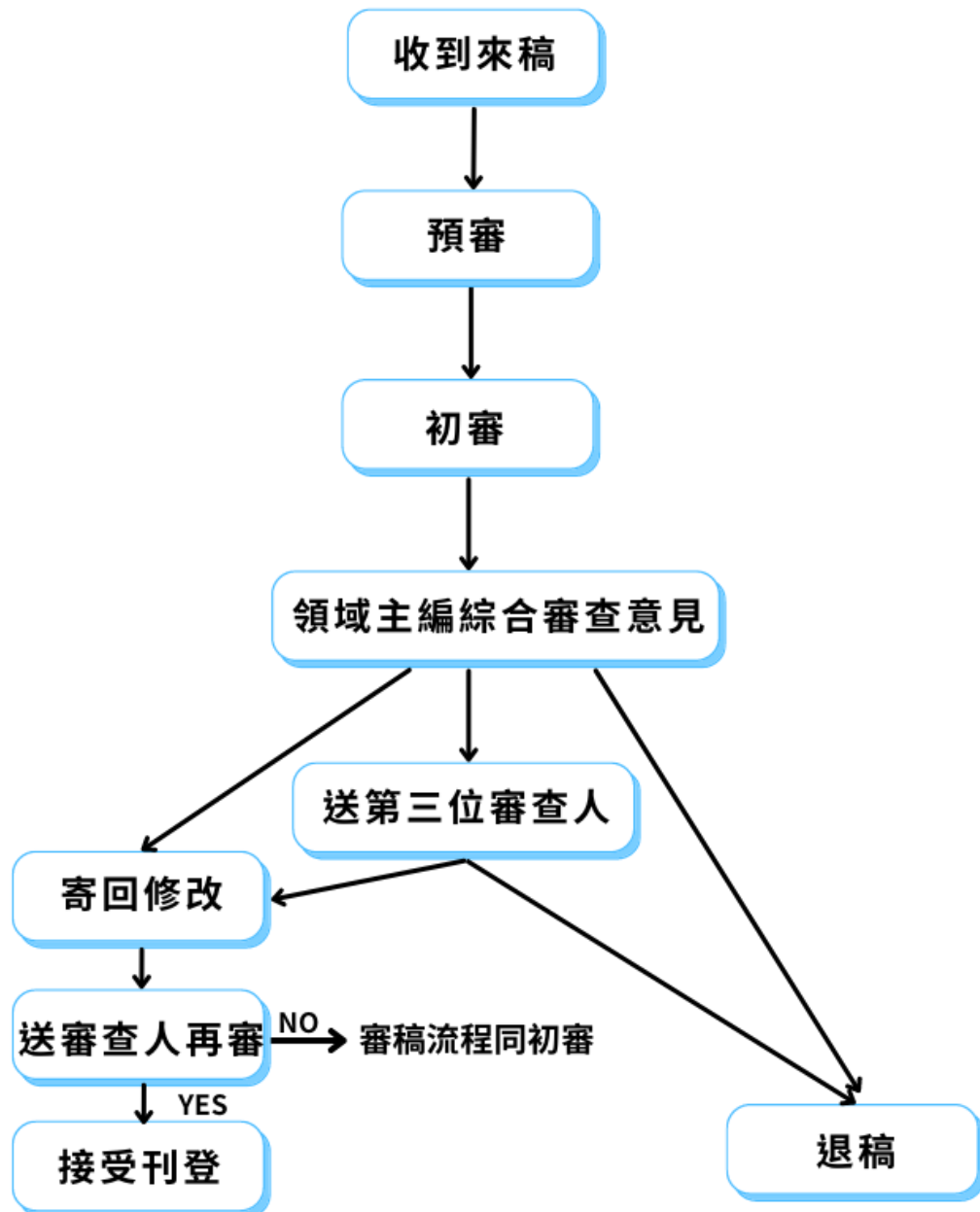
Keywords : Planning budget, Key performance indicators, Cost-benefit analysis, Cost-effectiveness analysis, Administrative Planning Act

品質與效率學刊 評審程序

- 一、來稿之評審由編輯委員及相關研究領域之學者擔任。
- 二、總編輯、領域主編就來稿性質，決定審查人。
- 三、來稿由兩位專家學者進行評審，每位審查人於評審意見表上陳述意見，並於下述四項勾選其中一項：
 1. 不必修改，直接刊登
 2. 小幅修改 (敬請說明建議)
 3. 大幅修改 (敬請說明建議)
 4. 退稿 (敬請說明建議)
- 四、處理方式：總編輯、領域主編綜合審查意見：
 1. 寄回修改
 2. 退稿
 3. 送第三位審查人：綜合三位評審意見，決議寄回修改或退稿。(詳列於「論文審查制度流程圖」)
- 五、是否刊登文件，事關投稿人權益，應將評審意見等函送投稿人，並說明處理方式。

論文審查制度流程圖

依編輯委員會公佈之審查制度流程、評審程序說明如下：



品質與效率學刊投稿論文格式

Format of the Journal of Quality and Efficiency

作者¹ 作者^{2,*}

¹ 服務機構名稱、職稱

^{2,*} 服務機構名稱、職稱、E-mail

Author, Affiliation, Position

摘要

本文舉例說明投稿論文所採用之排版格式，供投稿人準備論文時參考之用。論文必須附有中英文題目、作者、中英文摘要及中英文關鍵字。論文請以電子檔（Word）儲存，以利編輯製作。摘要請以300字為限，全文字數建議在5000-10000字之間。

關鍵字(3~5個字)：品質、效率、行政。

Abstract

This article provides an example of the typesetting format used in the submitted paper, for the reference of the contributor when preparing the paper. Papers must be accompanied by Chinese and English titles, authors, Chinese and English abstracts, and Chinese and English keywords. Please save the paper in an electronic file (Word) to facilitate editing and production. The abstract should be limited to 300 words, and the full text is recommended to be between 5000-10000 words.

Keywords : quality, efficiency, administration.

1. 格式

文章格式橫寫，用A4 大小的紙張，以十二頁（含圖片、表格、參考文獻等）為限，每頁上下緣各留2.54 公分及左右，兩側各留3.18 公分，文字部分中文請以標楷體，英文以Times New Roman字型編輯。

1.1 論文題目與作者

論文題目宜簡明，字形為14 點細明體粗體，且必須置中於第一頁第一行中央。作者部分包含姓名、所屬機構、職稱及電子郵件信箱，字型均為12 點標楷體，亦必須置中，採單行間距。

1.2 內文

內文字型均採用12點標楷體，採單行間距。文章內所有出現之英文及數字部分請使用Times New Roman字體。

1.3 章節與小節標題

論文之各節標題應置於列之中央位置。小節標題則應從文稿之左緣開始。

1.4 參考文獻

本文中所引用的文獻必須列在文章的最後。參考文獻必須依作者姓氏的字母、

筆劃、時間的前後順序加以順序排列。若同時有中英文文獻時，中文文獻列在英文文獻之前。文獻於文中應以其（作者，年分）引用，例如來自(Su, 2013；Su *et al.*, 2008；鄭春生，2020；張旭華與呂鑽洵，2009； Cheng and Fan, 2019)。而在本文中參考自雙人作者為主詞時可以用湯玲郎與王瓊慧(2019)陳述，或是三人作者時可以用鄭春生等人(1997)敘述其研究。

2. 圖片、表格及方程式

圖片及表格請置於文中。

2.1 圖片

圖標題必須置於圖片下方。若圖標題僅使用一行，則必須置中，否則應靠左對齊。



圖1. XX 圖 (Chang, 2007)

2.2 表格

表標題必須置於表格上方且置中。

表1. XX 表

2.3 方程式

方程式應於上下各留一行空白。方程式應編號，編號靠右對齊並從(1)開始。

$$F(X) = H(X) + \frac{G(X)}{2} \quad (1)$$

3. 參考文獻格式

湯玲郎與王瓊慧，2019，提升機關服務品質與創新服務—以八德戶政所為例，*品質月刊*，55(5): 4-11。

張旭華與呂鑽洵，2009，運用 TRIZ-based 方法於創新服務品質之設計：以保險業為例，*品質學報*. 16(3): 179-193。

鄭春生，2020，*品質管理: 現代化觀念與實務應用*，全華圖書股份有限公司。

鄭春生、郭仲倫與陳信嘉，1997，Fuzzy ART 類神經網路於工件分族及機器分群上之應用：演算法之修正及效益評估，*工業工程學刊*，14(2): 181-193。

- Chang, H. H., 2007, Dynamic robust design with missing data, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 24(6): 602-616.
- Cheng, C. S. and Fan, C. Y., 2019/10/21, Machine Learning-Based Control Chart Pattern Recognition: Issues and Resolution., *Asian Network for Quality (ANQ) Congress*, Bangkok.
- Su, C. T., 2019, Take a Big Byte— Know the effects of big data on quality improvement to better solve problems and address customer concerns, *Quality Progress*, October, 22-29.
- Su, C. T., 2013, *Quality Engineering: Off-Line Methods and Applications*, CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Robbins, S. P., 2003, *Organizational Behavior* (10th ed.), New Jersey: Prentice Hall.
- Lin, C. S. and Su, C. T., 2008, A Case Study on the Application of Fuzzy QFD in TRIZ for Service Quality Improvement, *Quality & Quantity*, 42(5): 563-578.
- Su, C. T., Lin, C. S. and Chiang, T. L., 2008, Systematic Improvement in Service Quality through TRIZ Methodology: An Exploratory Study, *Total Quality Management and Business Excellence*, 19(3): 223-243.

品質與效率學刊訂閱單

出刊

品質與效率學刊為半年刊，一年兩期。

定價

每期新臺幣400元整。

繳款方式

戶名：中華六標準差管理學會

銀行：永豐銀行 東門分行

帳號：033-018-0010899-6

聯絡資訊

6sigma.org@gmail.com

訂閱人基本資料	姓名		性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	
	生日	西元__年__月__日	教育程度	<input type="checkbox"/> 研究所(含)以上 <input type="checkbox"/> 大學 <input type="checkbox"/> 大專/二技 <input type="checkbox"/> 高中/職 <input type="checkbox"/> 中學(含)以下	
	連絡電話	(公)_____ (宅)_____			
	E-mail	_____			
	連絡地址	(郵遞區號_____)			
服務單位資料	公司名稱		所屬部門/系所		職稱
	行業別	<input type="checkbox"/> 製造業 <input type="checkbox"/> 營造業 <input type="checkbox"/> 金融保險業 <input type="checkbox"/> 貿易業 <input type="checkbox"/> 資訊業 <input type="checkbox"/> 電子業 <input type="checkbox"/> 政府公營事業 <input type="checkbox"/> 學術教育研究 <input type="checkbox"/> 服務業 <input type="checkbox"/> 自由業 <input type="checkbox"/> 零售流通業 <input type="checkbox"/> 學生 <input type="checkbox"/> 其它(請註明)_____			
	公司規模	<input type="checkbox"/> 1-50人 <input type="checkbox"/> 51-100人 <input type="checkbox"/> 101-500人 <input type="checkbox"/> 501-1000人 <input type="checkbox"/> 1001人以上			
訂閱方案					
勾選處	期別	郵寄方式	價格		
<input type="checkbox"/>	一年(二期)	普通郵寄	NT 800 元		
<input type="checkbox"/>		掛號郵寄	NT 860 元		
<input type="checkbox"/>	二年(四期)	普通郵寄	NT 1,600 元		
<input type="checkbox"/>		掛號郵寄	NT 1,720 元		
郵寄資料					
期刊郵寄地址	<input type="checkbox"/> 同聯絡地址 <input type="checkbox"/> 其它：_____				
收據郵寄地址	<input type="checkbox"/> 同聯絡地址 <input type="checkbox"/> 其它：_____				

品質與效率學刊

Journal of Quality and Efficiency 創刊號 First Issue

發行顧問 蘇朝墩
總編輯 張旭華
執行編輯 侯世傑
發行單位 中華六標準差管理學會
財團法人台灣品質文教基金會 共同發行
地址 台北市中山區新生北路二段58巷50號4樓之1
電子郵箱 qejournal.org@gmail.com
網頁 <https://www.6sigmai.org/>
法律顧問 張曼隆律師
排版印刷 新新文化出版社有限公司
創刊 2023年3月
定價 新台幣400元
版次 第一版第一刷
ISSN 2959-3506

版權所有，本刊圖文非經同意不得轉載。文章除另有約定外，本刊擁有隨時刊登、轉載、刪除及編輯等權利，並保有著作權。

Journal of Quality and Efficiency

First Issue / Mar. 2023

ISSN : 2959-3506

Utilizing a CNN-SVM with Transfer Learning for
Automatic Defect Classification-----P01

Wei-Chen Yen, Chao-Ton Su, and Yeou-Ren Shiue

Properties and Performance Evaluation of Laney p'
Control Charts with Estimated Parameters-----P21

Chuen-Sheng Cheng, Pei-Wen Chen, Yu-Tang Wu, Ching-Wen Wang

Research on Developing of a Competency Model of
Quality Specialists in Manufacturing Industry-----P31

Ting-Yang Liu, Mei-Yi Wu, Ying-Ting Ho, Wei-Chih Lin

Optimization of the Scalp Care Process: A Case Study of SIG-----P45

Yueh-Mei Tsai, Jung-Hsiang Tu, Hsiang-Fa Ling

Local Plan Priority and Administrative Effectiveness-----P61

Chun-Chen Chi



Chinese Society for Six Sigma

Taiwan Foundation for Quality Management

co-issued



9 772959 350000