台灣教育研究期刊，2022，3（2），103-128

主題文章

# 自動控制技能領域電工實習素養導向教學命題初探

廖錦文
國立彰化師範大學工業教育與技術學系暨研究所教授

廖興國
國立彰化師範大學工業教育與技術學系暨研究所助理教授

陳柏翔
南開科技大學機械系兼任講師

王藝淇
國立勤益科技大學通識教育學院行政專員

林泓毅
國立秀水高級工業職業學校電機科教師

## 摘要

在全球化浪潮衝擊及新興科技更迭週期縮短的影響下，傳統教學方式所能適切協助學生面對外來的需求，以及符應全球化的期待，已經面臨嚴峻的挑戰。十二年國民基本教育職業群科課程綱要，自 108 學年度起入學新生正式實施素養導向教學設計與評量。本研究試從電機與電子群自動控制技能領域之電工實習，針對電動機控制及光學控制等單元，探討素養導向教學命題示例。本素養導向教學命題的參考架構，包含四個部分：1.援引電工實習主題單元之素養導向教學命題示例；2.考察學生整合運用知識、技能與態度來處理生活情境的問題；3.了解學生能夠融會貫通，善用不同領域或跨學科所學來處理一個主題中的相關問題；4.素養導向學習評量傾向於以較長題幹或題組的方式來命題，本研究聚焦以選擇題評量學生統整、歸納、說明、分析的重要核心能力。

關鍵詞：自動控制技能領域、電工實習、素養導向教學命題

# A Preliminary Study on the Competency-based Teaching Propositions of Electrician Practice in the Automatic Control Skills Field

Liao, Chin-Wen
Professor, National Changhua University of Education, Department of Industrial Education and Technology

Liao, Hsing-kuo
Assistant Professor, National Changhua University of Education, Department of Industrial Education and Technology

Chen, Bo-Siang
Instructor, Nan Kai University of Technology, Department of Mechanical Engineering

Wang, I-Chi
Administrative Specialist, National Chin-Yi University of Technology, College of General Education

Lin, Hung-I
Teacher, National Shiou Shuei Senior Industrial High School, Department of Electrical Engineering

## Abstract

Under the impact of globalization and the shortening of the ever-changing cycle of technology, traditional teaching methods which help students face external demands and meet the expectations of globalization have already faced severe challenges. Syllabus of vocational curriculum of twelve-year of national basic education have implemented the competency-based teaching design and evaluation formally for freshmen since the 108th school year. This research attempts to explore examples of competency-based teaching propositions from the electrician practice of automatic control skills field in the Electrical Engineering and Electronic Engineering Group, targeting electrical machinery control and optical control units. The reference framework of this competency-based teaching proposition consists of four parts: 1. Citing examples of competency-based teaching propositions in the theme unit of electrician practice; 2. Investigating students' integrated use of knowledge, skills and attitudes to deal with problems in life situations; 3. Understanding students ‘ability not only to integrate what they have learned in different fields but also to deal with issue-related problems; 4. Although competency-based teaching assessment tends to use longer question stems or question groups to make questions, this research focuses on multiple choice questions to measure the important core abilities of students to integrate, summarize, explain, and analyze.

**Keywords:** automatic control skills field; electrician practice; competency-based teaching propositions

# 壹、前言

## 一、實施十二年國民基本教育課程綱要

二十一世紀是個資訊科技爆發的世代，網路拉近了世界彼此間的距離，世代革新與變動愈來愈大也愈來愈快，我國身為地球村一份子，自然不論在企業發展、教育革新及生活日常等方面，也正迎接這流動越來越頻繁的世代，所需的人才也已與往常大相逕庭。

為迎接這波世代變革，教育部於日前邀請各領域專家學者，就我國未來人才需求為基底做教育政策革新思考，於 2014 年公佈十二年國教課程綱要總綱，於 108 學年度起高級中等學校以下各級學校入學新生逐年施行，課程發展基本理念為推廣全人教育的精神，以自發、互動及共好為發展基石，逐步引導學生成為自發主動的學習者，改變課程實施方式善誘學生的學習動機與熱情，妥善開展各種互動與溝通能力，實踐與應用所學，共同謀求彼此互惠與共好（教育部，2014）。

教育部（2014）為能促進高級中等以下各級學校，實踐十二年國教課綱總綱基本理念，於十二年國教課綱總綱中載明了「啟發生命潛能」、「陶養生活知能」、「促進生涯發展」及「涵育公民責任」等四項，為十二年國教總綱的總體課程目標，協助學生具備適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，強調學習歷程不宜以學科知識及技能為限，關注學習內容與生活經驗的結合，透過實踐力行，彰顯學生的全人發展。

十二年國教課綱推動成功與否，將取決於教師的教學品質、教育理念及教育作為的影響，所以教師理解並融入素養導向教學是重要關鍵且是必然條件。十二年國教總綱雖已訂定各教育階段部定課程及課綱實施規範，但課綱實際執行為教育各階段現場教師。因此，在教育政策推行上，需培養各階段第一線教師能具備實踐十二年國教課綱的「課程設計」、「課程教學」及「課程評量」的教學素養。引用呂秀蓮（2017）指出，教學現場教師是否具備素養課程設計的能力，將是核心素養課程是否能達到多面向及多元評量之關鍵指標。引用吳清山（2017）指出，教學現場的教師需掌握時代脈動和社會趨勢，適時與教育改革相連結，無論是師資培育機構及其教師、師資生和現職教師，都應深入瞭解素養導向教學的意涵及精神，並落實到教學實務中，才有利於學生的學習，培育學生具備未來所需的知

識、技能、態度和價值觀。

根據電機與電子群領綱，自動控制技能領域適用於電機科、控制科，其中電工實習是基礎入門的技能實習科目，考量貼近我們日常生活裡，有關於電動機裝修，以及鐵捲門控制為例，從學生的生活經驗中，援引素養導向教學命題示例。本研究教學實施過程中，教學策略及課程教材佔據了舉足輕重的地位，一套有助於十二年國教課綱落實素養導向教學策略及教材應該具備什麼樣的樣態呢？素養導向學習評量強調「知識、技能與態度整合」、「情境脈絡化的學習」、「學習方法及策略」及「活用實踐的表現」，要如何在素養導向學習評量中確實掌握？將是任課教師在教學施行中的重點工作之一。教育部中小學師資課程教學與評量協作中心規劃委員范信賢指出，要落實素養導向教學，不能只依賴課程與教學的調整，尚需從整體教學系統觀點來思考教學的各項環節，他預期教材將會朝「深化學習品質，減少學習內容」及「教材除學習內容，還需融入學習表現」兩方面做改變（教育部，2018a）。

綜合上述，實施十二年國教群科課綱，除了要能夠符應國際教育政策革新及產業新興科技發展趨勢外，培養職業群科學生具備系統化思考、解決問題，以及務實致用的能力。素養導向學習評量就扮演著重要的角色，評量的結果不僅能夠提供給授課教師掌握學生在實習技能上的知識、技能與態度，進而可以回饋修正教學設計素材引用生活情境、就業職場或學術探究場域的參考。

## 二、核心素養在十二年國民基本教育課綱定位

十二年國教課綱於 108 學年度正式實施，以「核心素養」做為課程發展主軸，在此之前課綱強調培養學生「帶得走的能力」，但其實「素養」及「能力」這兩個概念皆來自於英語的 competence 或 competency 這兩個詞，其中 competence 較常指行為表現所對應的內在能力，而 competency 較常指內在素質或特質（吳璧純、詹志禹，2018）。時序更迭，課綱培育學生的重點雖從「能力」轉化為「素養」，但若僅止於名詞轉換並不能自動轉化其內涵，這將是十二年國教課綱實施需處理的基本問題（林永豐，2014；洪裕宏，2008；陳聖謨，2013；蔡清田、陳延興，2013）。因此，就要藉由素養導向學習評量結果來掌握學生的學習狀況，以及回饋修正教師的課程設計參考。

十二年國教課綱總綱明確指出，以核心素養作為課綱發展的發展主軸，協助高級中等學校以下各教育階段課程連貫發展及領域間統整，培育學生成為自主行動、溝通互動及社會參與的終身學習者。引用蔡清田（2012）指出「素養」是課程改革的 DNA，是教育基因改造的核心，選出核心且必要的素養，分別安排各教育階段實施，以評量來確定達成程度水準。核心素養在課程綱要的轉化及其與學習重點的對應關係，如圖 1 所示（洪詠善，2018）。

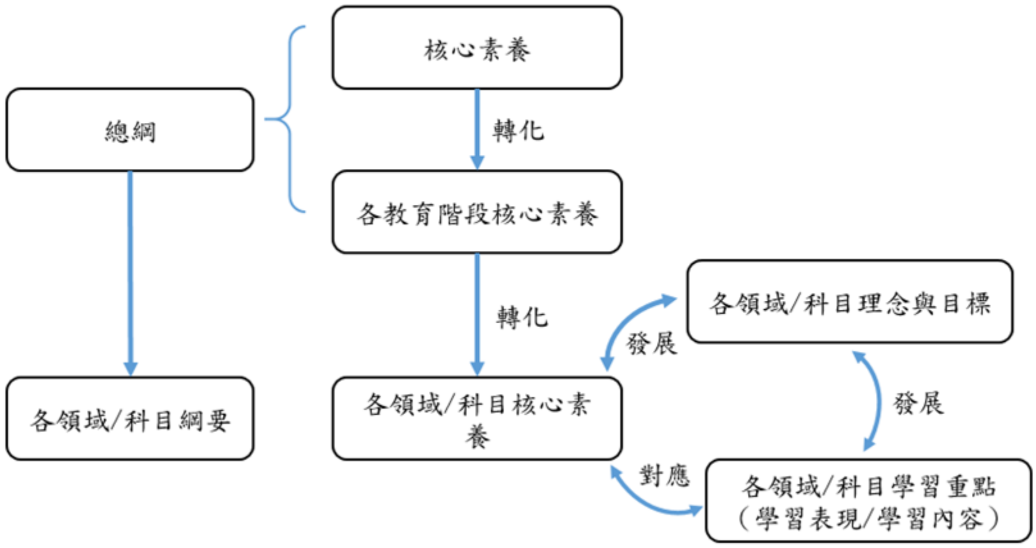



圖 1 核心素養在課程綱要的轉化及其與學習重點的對應關係

綜合上述，素養導向知識整合運用於日常環境、相關職場與校園生活情境，以及以課程與學術探究情境為出發點，轉化職業群科技能領域實習科目之素養課程，發展各群科素養導向教學設計與評量之理念、目標及學習重點，以連貫與統整各教育階段及各領域（科目）的發展脈絡。推動十二年國教課程綱要，除在深化師生重視學科知識的同時，同樣重視跨領域/科際整合、知識學習方式及知識應用的情境脈絡、價值觀與態度。在職業群科實習技能學習，尤其要能引用生活情境、就業職場或學術探究場域的真實情境教材，培養學生閱讀理解、邏輯推論、圖表判讀、批判思考、歷史解釋辨析及資料證據應用等能力。

### 三、研究目的與問題

本研究藉由發展素養導向教學命題的參考架構，針對電機與電子群自動控制技能領域電工實習之電動機控制及光學控制等單元，探討素養導向教學命題示例。透過素養導向教學命題參考架構進行命題步驟，採用傳統選擇題的題型，來體現技能科目的素養導向評量範例。

職業群科技能教學在素養導向教學命題上，容易困擾著教學現場教師，因為擔任教學的教師，接受「基本題」的基本知識、概念、技能之評量訓練。對於素養導向學習評量命題的「情境題」，比較具有挑戰性。因此，從傳統的「基本題」轉換為更具有挑戰性的「情境題」，在新舊課綱轉換中，挑選教學現場中較為熟悉的選擇題作為素養導向學習評量的題型，是本研究所關注的問題重點。

## 貳、文獻探討

技術型高級中等學校群科課程綱要部定必修實習科目，分為群共同實習科目及技能領域實習科目，電機科學生除了需要修習群共同實習科目外，還需要修習自動控制技能領域及電機工程技能領域實習科目，其中電工實習科目歸屬於自動控制技能領域課程（教育部，2018a）。電工實習科目原屬職業學校群科課程綱要電機科基本電學實習科目，主題單元包含工場安全與衛生、導線連接與處理、屋內配線、低壓工業配線元件、低壓工業配線配線要領及低壓電機控制配線及裝置等 7 項主題，課程內容為培養學生「動手作」的實作基礎課程。

### 一、素養導向教學內涵與精神

教育部（2008）在十二年國民基本教育技術型高級中等學校群科課程綱要重視素養導向教學，期望藉由課綱推動培養學生的核心素養，強調技能學習不僅以知識及技能為主，更應與生活情境相互結合應用。教育部（2018c）年公佈之技術型高級中等學校電機與電子群核心素養具體內涵，經具體歸納後，包括系統化思考、科技運用、符號辨識、問題解決、溝通協調、團隊合作及尊嚴勞動等面向。國家教育研究院於「十二年國民基本教育課程發展指引」中定義「核心素養」是指一個人為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，且應彰顯學習學習者的主體性，不再只以學科知識作為學習的唯一範疇（國家教育研究院，2014）。

核心素養的推動是這波教育世代變革的重大革新，其發展基本理念相較於上世代基本理念更為全面化。引用管子曾說「一年之計，莫如樹穀；十年之計，莫如樹木；終身之計，莫如樹人。一樹一穫者，穀也；一樹十穫者，木也；一樹百穫者，人也。」，說明了教育政策推動需要的是穩紮穩打，注重現在也發展未來，故本研究發展素養導向學習評量，選用電機與電子群自動控制技能領域之電工實習，針對電動機控制及光學控制等單元，探討素養導向教學命題示例，培養學生具備專業實作技能、系統性與創新性的思考、解決生活上的問題，以及適應社會變遷的能力，協助學生的生涯定向，進而培養學生具備務實致用能力。

## 二、科學素養導向學習評量之命題設計

素養導向學習評量係從施測過程中對受測者進行觀察及資料蒐集，記錄受測者完整的學習成果。引用 Brualdi(1998)認為在發展實作評量的同時，需思考每項過程的記錄與評分標準是否能表現出學生學習成效。引用 Quellmalz（1991）認為完善的評分標準應包含重要性、擬真性、概括化、適切性、接受性及實用性等六項特徵。引用李坤崇（2012）認為學習者的實作評量技能、態度及情意等方面的學習表現，可以從學習內容與技能、歷程與成果的行為表現、明確的規準與標準等三向度來瞭解。歸納顧炳宏等人（2014）在整理相關文獻後提出實作評量應具備（1）應以量化方式來表現結果；（2）評量結果說明應精準明確；（3）實作標準的呈現應依學生實作表現順序來表示；（4）標準應單一且明確化；（5）標準應依學生個人在學習任務中的成就來評定；（6）評量標準訂定是以學生能達到基本的表現要求，不宜過高造成多數學生無法達標等原則。

歸納張玉山、游光昭及蕭佩如（2010）認為實作評量，可分為過程及結果兩個時機，其中過程評量內容可用口頭提問、學習單及檢核表等方式來考核；在結果評量部分，可依作品發表、作品機能、作品結構、作品創意及作品材料來實施評鑑。

引用趙曉美（2019）認為於課程中融入素養導向學習評量時，學習評量應適切融入多元評量方式，如此對於素養導向學習評量實施將具有事半功倍的效果，更能確實掌握素養導向教學實施成效。引用李博宏與張美珍（2019）認為因多元評量在教學現場的使用日益興盛，評分規準就是近年來備受關注的多元評量方式之一，其兼具整體性及分析性評量的特性，在面對實作評量方面能更具全面

性。引用蔡惠如與鄭夢慈（2020）研究指出有評分規準回饋的組別在科學實作成果與科學閱讀理解上都有顯著的更好表現。

實習實作評量應為情境式、開放式且無單一正確答案的評量方式，強調學生能在模擬或真實的情境下，應用課間授予之知識與技能來解決問題（林逸棟、陳信正，2019；湯誌龍，2019；Kelly, 2019）。

引用 Rubrics (評分指標)用於學習表現評量，型式就是將學習表現之期望列於表單中的量測工具，協助教師清楚界定對於學生表現期望的標準，也可以用來作為學生學習評量與學習品質的規範與準則（李坤崇，2012；柳玉清，2016；蘇錦麗等人，2011；趙建豐、林志隆，2005；Andrade, 2005；Stevens & Levi, 2005；Mertler, 2001）。蔡惠如、鄭夢慈（2020）採用不同評分方式進行研究，研究結果發現有評分規準回饋的組別在科學筆記寫作與閱讀有較佳的表現。魏榮貴（2015）研究發現，適當運用評分標準表，可為教師提供學生寫作之正向評分態度。

## 三、電機與電子群課程核心素養學習評量發展方向

行政院規劃「前瞻基礎建設計畫」時，審慎評估我國未來新興科技發展方向，做為國家未來發展重要發展方針。引用童子賢說：「面對新科技，與其阻擋，不如善用」。由上述可知，未來的發展不論是在企業發展、科技創新及教育革新將會有讓人意想不到的發展速度，十二年國教課綱發展更是迎合這樣的趨勢規劃，以核心素養做為課程發展的主軸，培養學生能適應現在生活及面對未來的挑戰，在面對問題時能具備創新思考、系統化思考及問題解決的能力。

教育部（2018c）在技術型高中電機科課程發展核心素養內涵，包括系統化思考、科技運用、符號辨識、問題解決、溝通協調、團隊合作及尊嚴勞動等面向。要如何將前述電機科核心素養透過引用吳璧純、鄭淑慧及陳春秀（2016）倡議的「學習情境脈絡化、學習工作任務、方法應用與評量、思考與對話、行動與反思調整」等想法，轉化為課堂上教學方式，乃為本研究素養導向學習評量發展的重要方向。

在技術型高中素養導向學習評量發展方面，引用李志原與曾淑惠（2019）在相關議題研議後給予專業與實習科目學習評量實施的建議，即為「啟發學生運用有限的專業知能，實施創意實作；跨域教學部分宜從教師有熟悉領域進行」。引

用何昕家（2016）認為技職教育體系學生對於實習實作、產業鏈結及職業道德內涵較易內化，對於自信心培養及聽說讀寫基本能力較顯不足。引用張仁家（2014）指出技術及職業教學思維，主要是以建構主義的知識論為主，學生經由實作的歷程學習到與他人相處、合作、溝通及表達，實現自己的想法。

本研究參考電機與電子群核素養內涵、相關文獻探討及教學現場學生素養發展現況，設計本研究素養導向教學活動，以真實世界情境入題，引導學生從日常生活經驗與產業現況發現問題、規劃與研究問題內涵、問題反饋論證與建模及問題解決表達與分享能力等方式，進行本研究素養導向學習評量設計。

### 四、電工實習科目學習表現、內容及主題

教育部（2018b）在十二年國民基本教育技術型高中電機科課綱發展以學生為主體，適性揚才、終身學習、務實致用及職涯發展等為發展理念；在學習方面，培養學生樂於學習且有效學習，從學習歷程中破除性別傳統刻板印象，找到屬於自己的生涯發展方向。

技術型高中電機科電工實習為部定必修的基礎科目，培養學生利用基本工具及儀器，運用科技資訊解決問題，進行電機相關系統思考及規劃方式，並驗證其電路原理及功能。在工業安全及衛生方面，建立良善的工作習慣、職業倫理及安全觀念，展現良好的工作態度與情操。本研究以電動機控制及光學控制等單元，發展素養導向教學命題的參考示例。

本研究電工實習科目之學習內容、學習表現及單元主題，強調培養學生「動手做」的實作能力及與產業鏈結的務實致用能力，在素養導向學習評量發展上，結合皮亞傑（Piaget）認知發展理論為基礎的學習環境教學模式，教導學生具備從生活中發現問題、規劃與探究問題內涵、問題反饋、論證與建模及解決問題的表達能力。

### 五、電工實習實作課程之實作評量

吳清山與林天佑（1997）認為施測者依據學生實際情況完成一項特定任務或工作表現所做評量謂之實作評量。歸納顧炳宏等人（2014）認為實作評量是讓受測者在真實或模擬環境情境中，將知識、技能與理解轉化為行動力並完成任務，而施測者於評量期間蒐集、瞭解及評估受測者問題解決能力的一種評量。Lesh 與

Doerr(2003)認為實作評量和真實評量的差別在於真實性的程度，實作評量的情境安排為一種簡化的情境。以本研究評量學生電工實習科目的實作能力為例，實作評量強調實務現場的操作，如工作現場或產業生產線上，但礙於學生並未有實際操作及就業經驗等限制，故實作評量以採用模擬電路板進行假設情境下的評量。

余民寧（2007）認為實作評量可分為紙筆表現、辨認測驗、結構化實作測驗、模擬實作及工作範本等五類。引用張仁家與陳冠名（2019）認為實作評量如以測驗情境真實情境區分，可分為紙筆的實作測驗、辨認測驗、模擬的實作測驗及樣本工作的實作測量等四類。

綜合上述文獻分析結果，本研究素養導向學習評量以紙筆表現及模擬實作方式進行施測，題目設計將以真實現況問題取材，以歸納與分析方式進行題目設計，並以模擬實作方式取代實際電路。評量內容則選取電動機控制及光學控制等單元，從真實情境中家用鐵捲門延伸出相關議題，探討素養導向教學命題示例。情境方式表現，無單一正確答案，依情境中應用知識與技能解決問題的技巧，評量學生統整、歸納、說明、分析的核心能力。

# 參、研究設計與方法

本研究採用國家教育研究院審核通過電機與電子群自動控制技能領域之電工實習教科書，選用「基本電工工具使用」、「開關、插座及器具之裝配」、「電動機之正逆轉控制」及「電動機循環控制」等 4 個單元，進行教學設計。藉由生活經驗搭配課程實施，讓學生瞭解室內配線及工業配線等器具裝配及應用，並據以規劃學習評量，發展命題示例，在三個題組中，題組 1-機械結構與電機功率計算；題組 2-感應電動機控制應用與計算；題組 3-光電開關控制邏輯基礎常識與應用。為能掌握學生在素養導向學習成效，運用實作評量規準及質性回饋意見，進行資料歸納與統整。

## 一、確定命題參考架構

在探討技術型高中電機科電工實習導入素養導向學習評量後，其素養導向學習評量依照教學歷程中之學生學習評量結果，做為教學設計實施修正之依據，本研究學習成效評量方式，綜整歸納相關文獻探討後，發展本研究所需之學習成

效評量工具，其評量命題屬情境式、開放式且無單一標準答案方式命題，以學習目標為基礎發展「Rubrics」 評量規準，兼顧知識、技能及態度等領域（林逸棟、陳信正，2019；張仁家、陳冠名，2019；陳琦媛，2017；柳玉清，2016；顧炳宏等人，2014；李坤崇，2012；蘇錦麗等人，2011；余民寧，2007；趙建豐、林志隆，2005；Brookhart, 2013；Andrade, 2005；Lesh & Doerr, 2003）。評量工具發展規劃說明如下：

情境入題，經由受試者依情境問題歸納分析後，依歸納分析之結果設計電路，再依設計電路模擬實作與操作，最後撰寫學習心得與反思。本研究學習評量測驗流程，如圖 2 所示。


圖 2 本研究學習評量測驗流程

二、素養導向教學實作評量之學習表現示例

本研究電工實習評量分為紙筆表現及模擬實作兩種方式實施，以情境入題從分析歸納到模擬實作，應用課程實施期間習得之知識與技能來解決問題，其評量示例，如表 1 所示。

表 1 室內配線之開關、插座及器具之裝配素養導向教學實作評量示例

| 評量方式 | 題型 | 學習表現 | 題目內容 |
|---|---|---|---|
| 紙筆表現 | 設計寫作 | 知識 (K) | <題目情境><br>小均是一個中臺灣室內設計師，昨天接到個案是關於一般居家房間設計，房間大小約 10 坪大，業主說明此房間是要給一位長者居住，該名長者行動不便，且有慢性疾病，因此希望在進門時可以把房間照明打開，就寢時可以在床前關閉照明設備。請就業主想法簡易設計這個房間的基本電路需求，讓這位長者在此居住可滿足基本用電需求。<br><業主想法><br>1.請依上述情境說明及下列引導方向，完成歸納設計方向，做合理且適切的電路設計並簡要說明設計想法。<br>2.這名長者如在起床時感到身體不適，可以利那些材料來協助呼叫家人來協助？請找出適當之材料，並融入電路裡。<br>3.請利用上題歸納結果，簡易繪出配線電路。 |
| 模擬實作 | 情境實作 | 技能 (S) | 請依上題繪出之配線電路，完成配線盤模擬實作。 |

依據表 1 所設定條件，在傳統教學中為二處控制一燈的題型，依據電路圖完成二個三路開關，以及一個燈具配線，達到二處開關來分別控制燈泡的熄與亮，技能學習就完成，然而學生卻無法理解配線的用途與功能。因此，本研究希冀在傳統配電盤中的各項器具，分別提供立牌標示名稱，賦予在情境中的角色功能，學生有能力處理真實世界、產業界或學術探究的問題，所習得知識能夠整合運用於日常環境、相關職場與校園生活情境，以及課程與學術探究情境之綜效。

# 肆、電工實習素養導向教學命題

瞭解本素養導向教學的需求，建立清楚的評估標準，採用 Rubrics 評量的步驟，分別是：1.選擇最適合電工實習課程性質的電機控制單元及其評量目的；2.設定電動機器動/停止、正轉/反轉在生活中的應用，跨領域應用的學習目標，及其評分方式；3.建立定義清楚的知識、技能及態度等評估標準，以及評量細項；4.決定五個優、良、中、可、差等不同等級的評量標準；5.採用生活情境描述，具有明確性及淺顯易懂；6.採取分組合作學習，尋求同組成員的回饋，在綜合討論時與學生溝通、反思，以確認同學瞭解評估的標準，不斷修正。

本研究援引三組題組，題組 1-為機械結構與電機功率計算，如表 2 至表 6，此題組對應跨領域的機械常識與單相感應電動機之結合，其中講述電機功率計算、材料科學、應用力學、齒輪比應用。題組 2-為感應電動機控制應用與計算，如表 7 至表 10，引用傳統命題的「基本題」修改為素養導向教學命題的「情境題」，融入鐵捲門的情境議題，並規劃出感應電動機正逆轉控制題型。題組 3-為光電開關控制邏輯基礎常識與應用，如表 11 至表 13，此題組分為三小題型，從傳統命題方式轉化為素養題型，其中包含利用鐵捲門的感應電動機控制邏輯，透過學習正確燈號的判斷與電工實習的接線後，燈號判斷控制邏輯是否正確？最後加入跨領域，以及防災教育、安全教育及環境教育等議題，由學生自行討論使用哪種科技應用可讓鐵捲門具有防災、安全及環境永續等功能，達到跨領域整合的學習。

## 一、機械結構

### （一）命題理念說明及評析

從生活場景中以鐵捲門為教學示例，鏈結學生的生活經驗，建立其系統性瞭解鐵捲門的機械結構、電動機驅動、感測器、無線控制等專門知識，以及鐵捲門四大功能的跨領域知能，融入防災教育及安全教育等議題在素養導向教學命題，建立學生在鐵捲門的完整知識、能力與態度，以及在生活中解決問題的能力。

### （二）傳統命題與素養命題之差異

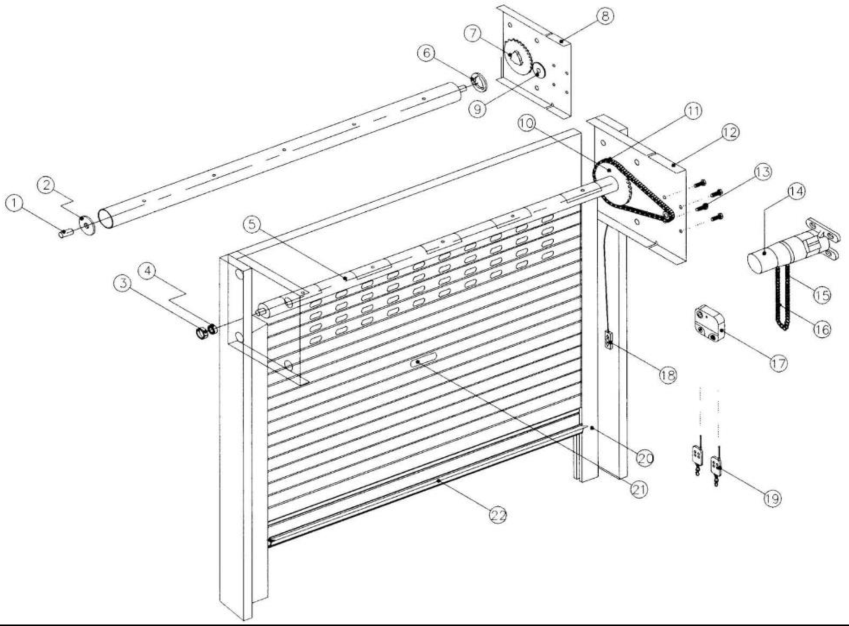
傳統命題係針對鐵捲門的基本知識、概念、技能之評量題目。教師在課堂中講授制式的控制電路圖，接下來學生就在控制面板上依照電路圖裝配元件及線路，配線完成，教師依據功能要求逐項評定給予分數，學生所獲得分數僅知其然，卻不知所以然，無法了解與掌握將課堂中所學技術，應用在生活情境中解決問題。

素養命題又稱情境命題，關照機械結構與單相電動機等知識、能力與態度的整合，在課堂中是把鐵捲門在生活情境脈絡化的學習，強調鐵捲門控制的學習歷程、學習方法及策略（學會學習）的融會貫通，並且能夠在生活及情境中整合活用、實踐力行，進而將防災教育及安全教育等議題融入在單元教學活動。素養命題能夠讓任課老師掌握學生對於鐵捲門的機械結構、電動機驅動、感測器、無線控制等專門知識，以及鐵捲門四大功能的跨領域知能。

表 2 機械結構與單相電動機功率計算

題組 1-機械結構與電動機功率計算

目前家用鐵捲門大致上可解析成四大控制功能，各別有機械結構、電機驅動、感測器、無線控制，而鐵捲門又可分為通風式、伸縮大門、平板門、鋁合金快速鐵捲門等，但這些鐵捲門的共通應用都離不開這四大功能。甚至少部分還具有門禁系統與火災自動開啟系統，並融合藝術造景的樣式。結構師可依據環境隨意改變鐵捲門的結構與情境融合，達到符合人及環境的融洽。城市人口快速增長，但因為土地有限的原因，許多建築開始傾向高樓層或挑高的設計型式。而每組鐵捲門的結構大約有 21 項零組件所建構而成，下表所述，因此要建構如此複雜的機電控制仍然是持續研究的議題，如下圖所示。




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | 軸心 | 12. | 主架版鍊條式 |
| 2. | 圓孔管頭片 | 13 | 腳座螺絲 |
| 3. | 培林座 | 14. | 電動鐵捲門機 |
| 4. | 培林 | 15. | 下降拉桿 |
| 5. | 轉軸鐵管 | 16. | 手拉鍊條 |
| 6. | 三爪管頭 | 17. | 遙控器 |
| 7. | 鍊輪 | 18. | 押扣開關 |
| 8. | 主架版齒輪式 | 19. | 遙控器發射器 |
| 9. | 驅動齒輪 | 20. | 軌道 |
| 10. | 鍊輪 | 21. | 信口 |
| 11. | 鍊條 | 22. | 底支 |

表 3 機械結構與單相電動機功率計算-題號 1-1

<table>
<tr><td>題號</td><td colspan="3">1-1</td></tr>
<tr><td>題幹</td><td colspan="3">小明最近因為疫情關係造成房屋價格下降趨勢，決定於 5 月中旬購入 20 年老屋重新整修，房屋為透天厝接近台中市郊區鄰近海岸地區。小明在重新整修老屋時，發現老屋鐵捲門有多處鏽蝕現象，於是決定要重新更換一組鐵捲門。<br>小明決定更換一組新的鐵捲門，但鐵捲門的型式非常多種，所以如果小明請裝潢師傅更換鐵捲門，請問要選用哪一種類型的鐵捲門呢？</td></tr>
<tr><td>選項</td><td>(A)工業用鐵捲門。<br>(B)304 不鏽鋼鐵捲門。<br>(C)網孔式透視鐵捲門。<br>(D)鋁合金鐵捲門。</td><td>答案</td><td>(B)304 不鏽鋼鐵捲門。<br>※不鏽鋼能夠抵抗海風的風蝕。</td></tr>
<tr><td>核心素養具體內涵</td><td colspan="3">具備電機與電子儀器或相關設備保養維修之基礎能力， 養成系統思考、規劃執行、科技資訊運用、問題解決、 善盡社會責任及環境保育之素養。</td></tr>
<tr><td>學習內容</td><td colspan="3">認識環境因素與材料的差異性，分辨應當使用的材質。</td></tr>
</table>

表 4 機械結構與單相電動機功率計算-題號 1-2

<table>
<tr><td>題號</td><td colspan="3">1-2</td></tr>
<tr><td>題幹</td><td colspan="3">當選擇好了鐵捲門的型式後，為了完成鐵捲門的安裝與客製化，一般透天厝鐵捲門的長寬為 320*350(cm)含機箱，重量為 120 公斤，因此裝潢師傅給出以下四款單相電動機都採用 4 分管(12.7mm)分別為</td></tr>
<tr><td>選項</td><td>(A)120 瓦特，電流 2A，4 分管。<br>(B)180 瓦特，電流 2.5A，4 分管。<br>(C)250 瓦特，電流 2.5A，4 分管。<br>(D)360 瓦特，電流 1.7A，4 分管。<br>請問哪一種較為合適？</td><td>答案</td><td>※參考公式$kw = \frac{V*I*PF}{1000}$，PF=1<br>(D)360 瓦特 4 分管</td></tr>
<tr><td>核心素養具體內涵</td><td colspan="3">具備電學基本知識與電路裝配、分析、設計及應用之基 礎能力，能以創新及系統思考進行電路規劃，並能解決電路的相關問題。</td></tr>
<tr><td>學習內容</td><td colspan="3">理解學生對於電機與轉軸的關係，並利用公式簡單計算。</td></tr>
</table>

表 5 機械結構與單相電動機功率計算-題號 1-3

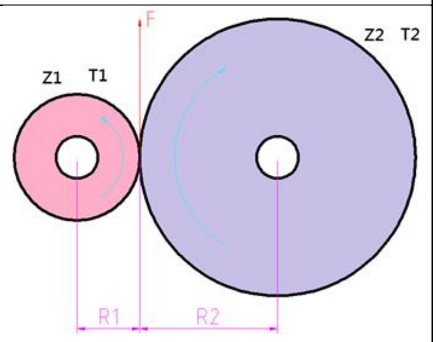
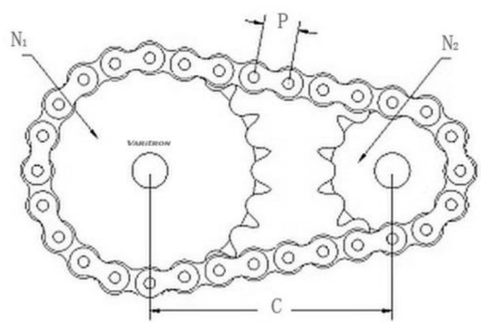
| 題號 | 1-3 | | |
|---|---|---|---|
| 題幹 | 當選擇好了電機的功率與管的寬度後，因為電機都配有減速機構，主要是為了省力，此顆電機所配置的減速機，試問如果已得知電動機齒輪齒數 Z1=30 輸出軸齒數 Z2=66，輸入扭矩 T1=15 N-m，不考慮其他損失下，輸出扭矩 T2=___N-m。   | | |
| 選項 | (A)10Nm<br>(B)33Nm<br>(C)30Nm<br>(D)40Nm | 答案 | (B)33 Nm<br>※F 為輸入扭矩作用於輸入軸齒輪時，所產生的作用力，F = T1/R1 = T1/(D1/2) = 2T1/D1 = 2T1/mZ1<br>力矩為 T2 = F*R2 = (2T1/mZ1)*(D2/2) = (2T1/mZ1)*(mZ2/2)<br>輸出扭矩為 T2 = T1Z2/Z1 = (15*66)/30 = 66/2 =33 Nm |
| 核心素養具體內涵 | 具備查閱專業使用手冊、認識與分析 接線圖或電路圖之 基礎能力，養成創新、系統思考、規劃執行、科技 資 訊 運用、問題解決之素養。 | | |
| 學習內容 | 理解齒輪的所帶來的省力裝置，再套用公式進行計算過程。 | | |

表 6 機械結構與單相電動機功率計算-題號 1-4

| 題號 | 1-4 | | |
|---|---|---|---|
| 題幹 | 當以得知第 3 題的的輸出扭矩為 33 Nm，接下來就要計算要如何配置鍊輪與鍊條，如何選擇鍊條的長度，如果兩鏈輪中心距離為 50 cm，鏈節長度 3cm，大小輪齒數分別為 60 齒及 30 齒，試求其鏈條共多少節及鏈條長度？   | | |
| 選項 | (A)498cm<br>(B)500cm<br>(C)234cm<br>(D)100cm | 答案 | (C)234 cm<br>※C=50 cm P=3 cm N1=60 N2=30<br>$L = \frac{1}{2}(60+30) + \frac{2\times 50}{3} + \frac{3}{50}(\frac{60-30}{2\times 3.14})$<br>L=78.68 節；去掉小數點為 78 節<br>故 78X3=234 cm |

| 題號 | 1-4 |
|---|---|
| 核心素養具體內涵 | 具備查閱專業使用手冊、認識與分析接線圖或電路圖之基礎能力，養成創新、系統思考、規劃執行、科技資訊運用、問題解決之素養。 |
| 學習內容 | 研究理解鍊輪與鍊條的機構應用與計算過程。 |

## 二、感應電動機控制應用

### （一）命題理念說明及評析

從生活情境裡以單相感應電動機控制鐵捲門為教學示例，喚起學生在日常生活中使用鐵捲門的經驗，建立完整瞭解感應電動機驅動鐵捲門的專門知識，及其正轉/反轉對於鐵捲門開啟/關閉、機構連動等跨域知能，再導入防災教育及安全教育等議題在素養導向教學命題，建立學生對於單相感應電動機控制鐵捲門的完整知識、能力與態度，以及在生活中解決機電問題的知能。

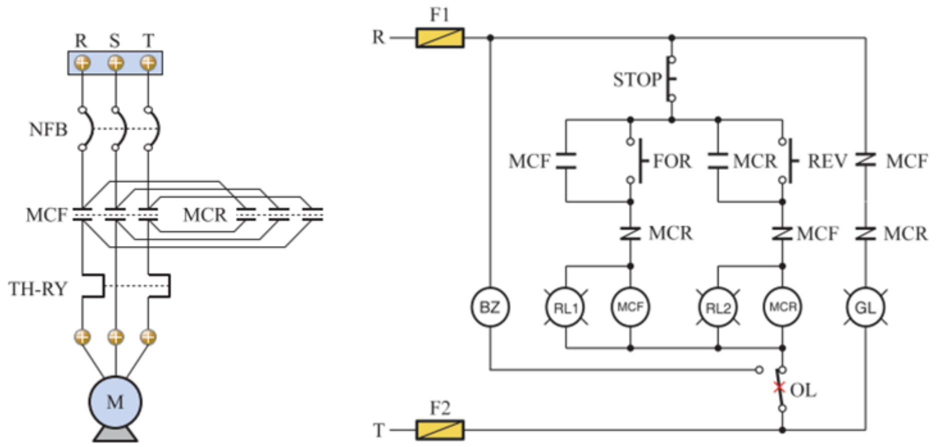
### （二）傳統命題與素養命題之差異

傳統命題係針對感應電動機控制的基本知識、概念、技能的評量。教師在課堂中說明電動機正轉/反轉控制電路圖，接下來學生分組在各自控制面板上依照電路圖裝配元件及連接線路，完成配線後，教師依據功能要求，分項檢視各項要求標準評定分數，所得分數表示學生在電動機正轉/反轉控制的技能，無法完整瞭解與掌握感應電動機控制鐵捲門開啟/關閉在生活情境中應用，並解決所面臨的問題。

素養命題聚焦在感應電動機控制與鐵捲門應用等知識、能力與態度的整合，教師會在課堂中是把感應電動機控制鐵捲門開啟/關閉，應用在生活情境脈絡化的學習，強調感應電動機控制的學習歷程、學習方法及策略的融會貫通，並且能夠在生活及情境中整合活用、實踐力行，進而將防災教育及安全教育等議題融入在單元教學活動。

表 7 感應電動機控制應用-題組 2

| 題組 2-感應電動機控制應用 |
| --- |
| 感應電動機控制的方式有很多配套方案，小明這次要使用感應電動機進行鐵捲門的驅動電機，但礙於不知採用什麼控制方式來驅動感應電動機，因此小明從 Google 入口網站查找相關資料發現，感應電動機有分為正轉與逆轉，從線路圖上可以清晰掌握完整訊息。 |




圖二 感應電動機正逆轉控制電路

表 8 感應電動機控制應用-題號 2-1

| 題號 | 2-1 |
| --- | --- |
| 題幹 | 由上圖二所示，小明現在要進行實驗並將此電路接線完成，依據下表三設計一組訊號順序切換的功能對應。<br>試問上述何者控制與燈號顯示為正確？請用○或 X 表示 |

| 動作 | FOR | STOP | REV | STOP |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 線圈接觸器 | MCR | MCF | MCR | MCR |
| 綠色指示燈 | GL 熄滅 | GL 熄滅 | GL 熄滅 | GL 亮 |

| 選項 | 判別 | | | | | 答案 | 判別 | X | X | ○ | ○ |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

| | |
| --- | --- |
| 核心素養具體內涵 | 具備查閱專業使用手冊、認識與分析接線圖或電路圖之基礎能力，養成創新、系統思考、規劃執行、科技資訊運用、問題解決之素養。 |
| 學習內容 | 利用電路圖的供應電源方式，由學生判斷電流與電源的經過順序，學習如何判斷電路的開開關應用。 |

表 9 感應電動機控制應用-題號 2-2

<table>
<tr><td>題號</td><td colspan="3">2-2</td></tr>
<tr><td>題幹</td><td colspan="3">由上圖二所示，已得知鐵捲門的機構要如何組成，再來就是如何去控制這組鐵捲門了，電動機的正反轉控制方式有多種，鐵捲門的控制迴路大致上可分為_________、_________，通常除了這兩種方式可控制鐵捲門以外，還有反煞車迴路及電動機正反轉主迴路。試問填空內應當填寫哪些功能？</td></tr>
<tr><td>選項</td><td>(A)極限開關、按鈕<br>(B)互鎖迴路、自保迴路<br>(C)控制迴路、斷電迴路<br>(D)電釋回路、互鎖迴路</td><td>答案</td><td>(B)互鎖迴路、自保迴路</td></tr>
<tr><td>核心素養具體內涵</td><td colspan="3">具備電學基本知識與電路裝配、分析、設計 及應用之基 礎能力，能以創新及系統思考進行電路規劃，並能解決電路的相關問題。</td></tr>
<tr><td>學習內容</td><td colspan="3">理解感應電動機的控制方式，應當使用哪一種迴路與控制邏輯，進而達到判別與解決問題的能力。</td></tr>
</table>

表 10 感應電動機控制應用-題號 2-3

<table>
<tr><td>題號</td><td colspan="3">2-3</td></tr>
<tr><td>題幹</td><td colspan="3">當要改變正逆轉的時候，小明想要透過工業配線的方式自己設計出一組控制電路，試問要如何防止電路中產生連鎖作用?__1__。<br>如果要變更正逆轉的話應當改變哪種接線方向?小明剛好有一組三相電動機，一樣採用此配線方式，他採用任意交換兩條電源線，會發生什麼事呢?___2___。</td></tr>
<tr><td>選項</td><td>6-1 (A)短路(B)斷路(C)過載(D)逆相<br>6-2(A)轉向不變(B)轉向相反(C)轉速增加(D)轉速減低</td><td>答案</td><td>6-1(C)過載<br>6-2(B)轉向相反</td></tr>
<tr><td>核心素養具體內涵</td><td colspan="3">具備電學基本知識與電路裝配、分析、設計 及應用之基 礎能力，能以創新及系統思考進行電路規劃，並能解決電路的相關問題。</td></tr>
<tr><td>學習內容</td><td colspan="3">探討對於感應電動機的保護機制及正確的控制邏輯能力，學習如何判斷電路的能力。</td></tr>
</table>

## 三、光電開關控制邏輯

### （一）命題理念說明及評析

從生活情境以光學、磁場及超聲波等，應用在鐵捲門的控制開關為教學示例，參採學生的生活經驗，建立完整熟悉光學、磁場及超聲波等技術，應用在鐵捲門的控制開關等專門知識，以及光學、磁場及超聲波的跨領域知能，融入安全教育、防災教育及環境教育等議題在素養導向教學命題，建立學生在鐵捲門的控制開關的完整知識、能力與態度，以及在生活中面臨鐵捲門的控制開關的問題時，有能力解決所面臨的問題。

### （二）傳統命題與素養命題之差異

傳統命題係針對鐵捲門控制開關的基本知識、概念、技能的命題。課堂中教師就教科書講解傳統手動開關來控制感應電動機的相關知識，學生就依據電路圖在操作面板上，裝配元件及線路，配線完成，教師依據功能要求逐項評定給予分數，學生無法把所習得的知識、能力與態度，應用在生活情境中解決鐵捲門控制開關的問題。

鐵捲門控制開關素養命題，能夠將光學、磁場及超聲波等開關控制技術的知識、能力與態度進行整合，鐵捲門加入光學、磁場及超聲波等控制技術，融入生活情境脈絡化的學習，強調鐵捲門控制開關的學習歷程、學習方法及策略的融會貫通，並且能夠在生活及情境中，把光學、磁場及超聲波等開關控制技術整合活用、實踐力行，進而融入防災教育及安全教育等議題。

表 11 光電開關控制邏輯-題組 3

| 題組 3-光電開關控制邏輯 |
|---|
| 感應電動機控制的方式有很多配套方案，小明這次要使用感應電動機進行鐵捲門的驅動電機，但鐵捲門的控制少不了開關的問題，因此常見的開關具有體積小、感應靈敏、利用光學、利用磁場、利用超聲波等相關技術。 |

表 12 光電開關控制邏輯-題號 3-1

<table>
<tr><td>題號</td><td colspan="3">3-1</td></tr>
<tr><td>題幹</td><td colspan="3">因此小明想了解這些開關應用在鐵捲門的控制極限停止或極限停止的功能，請問他應該如何進行實驗呢?下列作法是否可以驗證小明的假設判別是正確的，請利用○或 X 來作答。</td></tr>
<tr><td>選項</td><td><table>
<tr><th>問題</th><th>作答</th></tr>
<tr><td>近接開關之英文名稱為 LS</td><td></td></tr>
<tr><td>鐵捲門的正逆轉控制，應使用微動開關來切斷電路</td><td></td></tr>
<tr><td>磁力型近接開關之動作距離 15~25mm</td><td></td></tr>
<tr><td>光電開關之英文名稱為 PHS</td><td></td></tr>
</table></td><td>答案</td><td>X，應該為 PSX<br>○<br>X，10~20mm<br>○</td></tr>
<tr><td>核心素養具體內涵</td><td colspan="3">具備電機與電子儀器或相關設備保養維修之基礎能力，養成系統思考、規劃執行、科技資訊運用、問題解決、 善盡社會責任及環境保育之素養。</td></tr>
<tr><td>學習內容</td><td colspan="3">此題型可以學習如何抑制鐵捲門的開關，應當使用何種開關，以及開關的正確英文代號。</td></tr>
</table>

表 13 光電開關控制邏輯-題號 3-2

| 題號 | 3-2 | | |
|---|---|---|---|
| 題幹 | 目前家用鐵捲門大致上可解析成四大控制功能，部分還具有門禁系統與火災自動開啟系統，並融合藝術造景的樣式。為了呼應綠能與安全的功能，通常家裡都會安裝門禁或火災自動開啟鐵門的功能，試問要使用哪種安裝模式兼具綠能與安全，下列敘述如果正確請打○，錯誤打 X。 | | |
| 選項 | 1.小明安裝了微動開關與斜面式鐵捲門。<br>2.小明安裝了煙霧警報器與太陽能板。<br>3.小明安裝了煙霧警報器但把自動開關門的設置關掉。<br>4 小明想要利用太陽能板儲存的電能，在停電的時候可以利用除能裝置來輔助鐵捲門開啟或遇到火災時也可充當備用電源。 | 答案 | 1.X<br>2.○<br>3.X<br>4.○ |
| 核心素養具體內涵 | 具備電機與電子儀器或相關設備保養維修之基礎能力，養成系統思考、規劃執行、科技資訊運用、問題解決、 善盡社會責任及環境保育之素養。 | | |
| 學習內容 | 學習如何利用環境因素與安全議題，組件當下具備的科技，讓學生學習到如何跨領域應用，從中習得問題解決，組織科技素養。 | | |

綜合上述情境命題示例，學生在實習技能課堂中所習得單相感應電動機控制鐵捲門的實務技能，包括鐵捲門的機械結構、電動機驅動、感測器、無線控制技術，具備完整的知識、能力與態度，能夠整合運用於日常環境、相關職場與校園生活場域，以及課程與學術探究情境。本研究素養試題素材引用生活情境、就業職場或學術探究場域，而且是合常理的真實情境。亦聚焦在考察學生能夠融會貫通，善用不同領域或學科所學來的知能，有能力處理鐵捲門中的相關問題，包括鐵捲門的機械結構、電動機驅動、感測器、無線控制技術，甚至導因於學習的議題是有趣且有意義，同時也是跨學科。教師將議題的精神與價值適切融入實習技能教學活動，有助於形塑校園文化，提升學生學習成果。

# 伍、結論與建議

素養導向評量在逐步導入情境題之時，仍會有一定比例的基本題。本研究採用：(1)室內配線之開關、插座及器具之裝配；(2)機械結構與單相電動機功率計算；(3)感應電動機控制應用；(4)光電開關控制邏輯等四種素養導向學習評量示例。在電工實習教學單元中，導入居家二處控制燈具的情境實例，以及電動機正轉/反轉在鐵捲門控制應用，進而整合運用指示燈邏輯判斷控制，以及應用科技在鐵捲門兼具安全防護與綠能環保的功能，讓學生達到閱讀理解、邏輯推論、圖表判讀、批判思考，及資料數據應用等能力。

教學與評量就是素養導向學習評量的一體兩面，本研究建議在實習技能科目採用素養導向教學，教師不僅要具備該教學領域在生活情境應用能力，以及相關就業職場或學術探究場域，掌握其真實情境素材的教學資源，彰顯技能學習的有用性及易用性，來影響學生對技能學習的態度，進而提升技能行為在日常生活或是未來職場上的具體表現。教師在教學活動的教學綜合階段，尋求小組分組練習的同組成員回饋，教師歸納重點與學生溝通、反思，確認同學瞭解素養評量的標準，不斷回饋修正。教師再從知情意的素養評量過程，採用 Rubrics 評量的步驟，掌握學生的學習效果，以及回饋修正教師的教材與教法。教學過程的適當階段融入議題，有助於學生對於防災教育、安全教育，以及環境教育的友善與永續概念，具有積極性的正向行為。

# 參考文獻

何昕家（2016）。從技職教育脈絡與技職學生特質，淺談技職通識課程。**通識在線，65**，16-18。

余民寧（2007）。**教育測驗與評量─成就測驗與學習評量（第二版）**。臺北市：心理。

吳清山（2017）。素養導向教師教育：理念、挑戰與實踐。**學校行政雙月刊，112**，14-27。

吳清山、林天佑（1997）。實作評量。**教育資料與研究，15**，68。

吳璧純、詹志禹（2018）。從能力本位到素養導向教育的演進、發展及反思。**教育研究與發展期刊，14**（2），35-64。

吳璧純、鄭淑慧、陳春秀（2016）。以學生學習為主軸的生活課程素養導向教學。**教育研究月刊，275**，50-63。

呂秀蓮（2017）。十二年國教 107 課綱核心素養的評量。**臺灣教育評論月刊，6**（3），1-6。

李志原、曾淑惠（2019）。技術型高中實習科目素養導向教學設計之研議。**國家教育研究院教育脈動電子期刊，18**，1-11。

李坤崇（2012）。實作評量的編製步驟及實例。**教育研究月刊，2**，92-109。

李博宏、張美珍（2019）。評分規準在科技教育的應用初探。**工業科技教育學刊，12**，82-99。

林永豐（2014）。素養的概念及其評量。**教育人力與專業發展，31**（6），35-47。

林逸棟、陳信正（2019）。配合新課綱技術型高中實作評量之評析。**臺灣教育評論月刊，8**（9），34-41。

柳玉清（2016）。大專生專題報告 Rubrics 之發展與成效評估：以人力資源管理相關課程為例。**新竹教育大學教育學報，33**（1），77-108。

洪詠善（2018）。**素養導向教學的界定、轉化與實踐**。臺北市：教育部中小學師資課程教學與評量協作中心。

洪裕宏（2008）。**界定與選擇國民核心素養：概念參考架構與理論基礎研究總計畫**。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告（NSC 95-2511-S-010-001）。

國家教育研究院（2014）。**十二年國民基本教育課程發展指引**。新北市。

張仁家（2014）。開展技職教育的天空-論當前高職教育應走的方向。**中等教育，65**（2），21-31。

張仁家、陳冠名（2019）。技術型高中園藝科實作評量的規劃與建議。**臺灣教育評論月刊，8**（9），26-33。

張玉山、游光昭、蕭佩如（2010）。科技學習評量策略之規劃研究-以水陸兩用車活動為例。**工業科技教育學刊，3**，53-60。

教育部（2008）。**職業學校群科課程綱要-電機與電子群**。取自 https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7760,c551-1.php?Lang=zh-tw。

教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。取自 https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw。

教育部（2018a）。**素養導向教學設計參考手冊**。取自 https://cirn.moe.edu.tw/WebNews/details.aspx?sid=1172&mid=9275&nid=1391&mode=cirn&ext=0&wid=0 。

教育部（2018b）。**面向未來的能力：素養導向教學教戰手冊**。台北：教育部。

教育部（2018c）。**十二年國民基本教育技術型高級中等學校群科課程綱要-電機與電子群**。取自 https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-14113,c639-1.php 。

陳琦媛（2017）。運用 Rubrics 評量核心素養。**臺灣教育評論月刊，6**（3），87-90。

陳聖謨（2013）。國民核心素養與小學課程發展。**課程研究，8**（1），41-63。

湯誌龍（2019）。推動實作評量的意涵與因應。**臺灣教育評論月刊，8**（9），46-50。

趙建豐、林志隆（2005）。評分規準（Rubric）的類型、發展方式與使用原則。**國教天地，161**，99-107。

趙曉美（2019）。素養導向教學的思考與課堂實踐。**臺灣教育評論月刊，8**（10），27-30。

蔡清田（2012）。**素養：課程改革的 DNA**。台北市：高等教育。

蔡清田、陳延興（2013）。國民核心素養之課程轉化。**課程與教學季刊，16**（3），59-78。

蔡惠如、鄭夢慈（2020）。評分規準對科學筆記寫作及科學閱讀理解能力的影響。**科學教育學刊，28**（3），255-280。

魏榮貴（2015）。英語教師與線上寫作軟體所使用之給分標準的比較研究。**人文社會與醫療學刊，2**，199-218。

蘇錦麗、黃曙東、浮絲曼（2011）。評分量尺 rubrics 在大學生學習成效評估之運用。**教育研究月刊，207**，18-31。

顧炳宏、陳瓊森、溫媺純（2014）。以實作評量方式探討引導發現式教學模式之學習成效-以「聲音」概念為例。**科學教育學刊，22**（1），57-86。

Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly. *College Teaching, 53*(1), 27–30.

Brookhart, S. M. (2013). *How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading*. Association for Supervision & Curriculum Development.

Brualdi, A. (1998). *Implementing performance assessments in the classroom* (Report No. EDO-TM-9806).Washington, DC: Eric Clearinghouse on Assessment and Evaluation. (Eric Document Reproduction Service No. ED 423 312)

Kelly, M. (2019). *Authentic ways to develop performance-based activities*. Retrieved from https://www.thoughtco.com/ideas-for-performance-based-activities-7686

Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Mertler, Craig A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation, 7*(25). Retrieved from https://scholarworks.umass.edu/pare/vol7/iss1/25/

Quellmalz, E. S. (1991). Developing criteria for performance assessments: The missing link. *Applied Measurement in Education, 4*(4), 319-331.

Stevens, D. D., & Levi, A. J. (2005). Leveling the field: Using rubrics to achieve greater equity in teaching and assessment. *Essays on Teaching Excellence, Professional and Organizational Development Network in Higher Education, 17 (1).* Retrieved from https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1087&context=edu_fac