

動機系 PME 11120 工場實習(I) Work Shop Practices (I)  
課綱 - 111 學年下學期 Syllabus for the 2023 Spring Semester

授課和實驗時間 清班 W6W7W8 Tsing Class Wednesday 14:20-17:20  
Lecture and lab time 華班 R6R7R8 Hua Class Thursday 14:20-17:20

授課教室 Classroom 工一 215 教室 Engineering I, Room 215

實驗教室 Lab room [科儀中心 Scientific Instrument Center Building](#)

先修課 Prerequisite 工程圖學 I Computer Drawing I

教師 Instructor 石昭明 Professor Albert Shih, shiha@umich.edu, Phone: 03-5715131 ext. 33792

Lab leaders 張金榮 Jhing-Zong Chang [jinrong.chang@mx.nthu.edu.tw](mailto:jinrong.chang@mx.nthu.edu.tw)

李玉山 Yu-Sang Li [leeyusan@mx.nthu.edu.tw](mailto:leeyusan@mx.nthu.edu.tw)

### 助教 Teaching Assistants (TA)

製造實驗 General manufacturing labs

柳冠宇 / [jk7755986@gmail.com](mailto:jk7755986@gmail.com)

吳烜維 / [tony880201@gmail.com](mailto:tony880201@gmail.com)

邱顯睿 / [harry246254@gmail.com](mailto:harry246254@gmail.com)

機器手和 5 軸機器 Robotic and 5-axis machine lab

許孝誠 / [s109033802@m109.nthu.edu.tw](mailto:s109033802@m109.nthu.edu.tw)

朱祐德 / [adam950979514324@gmail.com](mailto:adam950979514324@gmail.com)

林俊廷 / [a25394486@gmail.com](mailto:a25394486@gmail.com)

課程網站 Course Website <http://elearn.nthu.edu.tw> NTHU official links for all announcements

教科書 Textbook Chinese Translation of *Metal Cutting Theory and Practices*, 3<sup>rd</sup> Ed., 2016, CRC Press, ISBN 978-1466587533

成績 課堂測驗 (15%)、實驗室出勤率和成績 (70%)、期末考試 (15%)

Grade In-class quiz (15%), Lab attendance and grade (70%), Final exam (15%)

### 課程目標 Course Objectives

本課程為動機系之基礎課程，教學以實際工場內常見機器及手藝學習為主，並輔以先期上課知識說明兩部分；主要操作內容共分十一個項目，包括：

1. 傳統車床 (張威宗): 認識機具結構與功能、操作材料夾持、車削、切斷、鑽孔等。
2. 數控車床 (李玉山): 認識機具、程式撰寫、加工參數、刀具路徑、工件刀具夾持、歸零操作、機具操作、2D 和 3D 加工、故障排除。
3. 傳統銑床 (錢忠騰): 認識機具、功能操作、刀具裝設、平面銑削加工、槽邊銑削及鑽孔加工。
4. 數控銑床 (潘百釗): 認識機具、：腦繪圖、程式撰寫、加工參數、刀具路徑、工件刀具夾持、歸零操作、機具操作、2D 和 3D 加工、故障排除。
5. 焊接 (張景郎): 焊接技術介紹、基本防護措施、焊接及治具使用。
6. 玻璃吹製 (洪金法): 玻璃管加熱及火焰控制介紹、高溫熔融操作技巧及成品製作
7. 自行車及手工具 (陳吉醇): 自行車結構介紹、使用手工具拆卸組裝及調整。
8. 鉗工 (林泳利): 各種鉗工工具及操作介紹，畫線、打中心孔、鑽孔、攻牙、鋸切等。

9. CAM 基本功能 (黃文宏): 認識 CAM 基本功能、電腦繪圖、模擬加工、輸出程式。
10. 機器手和五軸銑床 (許孝誠): 認識機具、程式撰寫、路徑、機具操作、故障排除。
11. 同組設計製造 (張金榮): 4-5 位同學一同設計,製造,和裝配一組用鉗工和傳統車床的配合工件。

我們與圖學劉俊賢老師協調，為數控車床(Lab 2 李玉山)和機器手和五軸銑床(Lab 10 許孝誠)準備 CAD 以學習數位製造的基礎知識。

上課知識說明部分著重於基本工具機結構、刀具介紹，並輔以介紹卓越製造的公司，期望學生能對製造工場有基本知識。優秀的產品設計及製造工程師，除圖學與繪圖的技能之外，更需要對工件的專業性質與機械加工方式有實務親手操作經歷。工場實習是良好的機械加工學習課程，讓學生有機會操作一般傳統工具機及了解工件製造相關設備與流程，以期培養學生卓越製造之知識。

This is a foundational course for NTHU Power Mechanical Engineering curriculum. The aim is for students to have experiential learning on 1) hands-on skills in practical machines from shop practice and 2) knowledge of manufacturing factory, computer-numerical controlled (CNC) machine, and shop operations with Internet of things (IoT) for smart manufacturing from lectures. The course has 11 labs.

1. Manual lathe (W Chang): Components and function of the turning machine, operating the clamping, spindle, turret, cutting tool, tail stock, and turning/drilling functions
2. CNC lathe (Yu-Shan Li): Understanding of the CNC lathe, controller, encoder, programming, process parameters, tool path, workpiece clamping, home/zero the position, CNC operation, 2D and 3D cutting, troubleshooting.
3. Manual milling machine (CT Cheng): Components and function of the milling machine, tool holder, surface milling, groove edge milling, and drilling.
4. CNC milling machine (Bai-Zhao Pan): Understanding of the CNC mill, controller, encoder, programming, process parameters, tool path, workpiece clamping, home/zero the position, CNC operation, 2D and 3D cutting, troubleshooting.
5. Welding (Jing-Lang Chang): Introduction of welding techniques, protective equipment, fixture for welding.
6. Glass material processing (Chin-Fa Hung): Glass tube heating and flame control, high temperature melting operation skills, and finished product production
7. Hand tools and bike assembly (Jchun Chen): Introduction of hand tools and bicycle structure, the disassembly, assembly and adjustments using hand tools.
8. Drilling and filing (Y Lee): Techniques for line drawing, center hole punching, drilling, tapping, sawing, etc.
9. Computer-aided manufacturing (CAM) basics (Wen-Hong Huang): Basic functions of CAM, computer graphics, simulation processing, output program., additive manufacturing.
10. Robot and 5-axis machine (Hsu): Components and design of a robot arm, programming the paths, machine operations, troubleshooting.
11. Design for manufacturing as a team (Jhing-Zong Chang): 4-5 students per group to design, fabricate, match, and assemble a part using manual lathe, drilling, and filing skills.

We have coordinated with the Graphics professor (劉俊賢) to transfer CAD drawings for the CNC lathe lab (Lab 2 with Yu-Sang Li) and 5-axis machine lab (with 許孝誠, 朱祐德, 林俊廷) to learn the basics of digital manufacturing.

The lecture part of the class focuses on the machine tool and tooling introduction, supplemented by the introduction of companies with excellence in manufacturing. To achieve the excellence in product design and manufacturing, in addition to CAD skills, engineers also need to have practical experience in manufacturing processes and systems. The workshop practice course is important for experiential learning, which allows students to have the opportunity to operate machine tools and understand the equipment and processes in manufacturing. The goal is to cultivating students' knowledge of “manufacturing excellence.”

## Group Arrangement

1. 一班大約 60 位同學分組，概分 12 組，一組 4-5 人 (由助教分組). 輪流實施上述十項實體操作項目於 12 星期內。
  2. 每一個項目皆由科儀中心人員指導說明，並評估該組學員該週學習分數。
  3. 採用師傅學徒制模式，學徒必須聽從師傅指揮。在安全可控制狀態下，也因受限機床數量，數人同時到場，由個人輪流進行實際操作。
  4. 修課學徒每次到課及離場需填寫工作紀錄表。
  5. 為考量實作之工作安全，工作期間指導者(科儀中心人員)全程參與，學徒必須遵守工廠規範，若因故無法到課，必須先行請假。
1. Each class has about 60 students and is divided into 12 groups, each group has 4 to 5 students (arranged by TAs). Each group will rotate during the semester to complete all 10 labs within a 12-week period.
  2. Each lab will be guided and explained by the staff of the Scientific Instrument Center. Each week, the staff will evaluate the student learning and give a score.
  3. The apprenticeship model is utilized in the lab. Apprentices must obey the command of the master instructor. In a safe and controllable state, and due to the limited number of machines, an individual is operating the machine while the others are observing and waiting for their turns.
  4. Students are required to fill in an attendance record form each time they arrive at and leave the class.
  5. To enforce the safety, the instructor (personnel of the Scientific Instrument Center) participates in the whole process during the training. The apprentice must abide by regulations of the factory and lab. If the student cannot attend the class for some reason, he/she must ask to be excused from the master/lab in advance.

## 課程表 Course Schedule:

星期 Week	清班 Tsing	華班 Hua	授課 Lecture	實驗 Lab
#1	2/15	2/16	製造與社會:創造價值與製造產品 Manufacturing and the society: making values vs. making products	No Lab
#2*	2/22	2/23	工場安全規則和工場基本知識 Shop safety rules and Basics shop knowledge 張金榮	Lab#1
#3	3/1	3/2	卓越製造一: 瓦特, 惠特尼, 福特T型車, 帕森 Manufacturing excellence I: James Watt, Eli Whitney, Ford Model T and John Parson	Lab#2
#4	3/8	3/9	卓越製造二: 豐田製造系統 Manufacturing Excellence II: Toyota manufacturing systems	Lab#3
#5	3/15	3/16	卓越製造三: 台積電核心價值與經營理念 Manufacturing Excellence III: TSMC value and business philosophy	Lab#4
#6	3/22	3/23	卓越製造四: 特斯拉和太空探索技術公司 Manufacturing Excellence IV: Tesla and SpaceX	Lab#5

#7	3/29	3/30	卓越製造五：台灣製造的隱形冠軍 Manufacturing Excellence IV: Hidden Champions (Mittelstand) of Taiwan Manufacturing	Lab#6
#8	4/5	4/6	不上課 No class – Spring break	No class
#9	4/12	4/13	工具機和半導體製造設備 Machine tools and Taiwan Machine tools industry	Lab#7
#10	4/19	4/20	清大動機畢業生在半導體產業 NTHU Power Mechanical Engineering graduates in semiconductor industry	Lab#8
#11	4/26	4/27	世界級的工具機和工件的例子：齒輪，航空發動機，和半導體 World-class machines and workpiece examples: gears, aircraft engines, and semiconductor	Lab#9
#12	5/3	5/4	製造供應鏈，工業4.0，物聯網和 智慧製造 Manufacturing supply chain, Industry 4.0, Internet of Things (IoT), and smart manufacturing	Lab#10
#13	5/10	5/11	循環經濟 和 製造對環境的影響 Circular economy and the impact of manufacturing to the environment	Lab#11
#14	5/17	5/18	卓越製造五：舊和新一代的台灣卓越製造領導人 Manufacturing Excellence IV: The past and a new generation of Taiwan manufacturing leaders	Lab#12
#15	5/24	5/25	不上課 No class	Make up lab
#16	5/31	6/01	期末考準備 Exam preparation lecture	Make up lab
#17	6/7	6/8	期末考 Final exam	Make up lab

\*：石教授出席國際會議的日期 Potential travel date of Professor Shih attending an International Conference

111 二工場實習一 星期三 分組站別及實習課時間:15:00~16:30 共 12 組，分 10 站進行實習

站別 日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2/22	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組
3/01	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組
3/08	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組
3/15	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組
3/22	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組
3/29	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
4/12	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組
4/19	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組
4/26	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組
5/03	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組

5/10	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組
5/17	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組
5/24										
5/31										

05/24~05/31 為補缺調課之時段及工場實習專題實作繳交

站別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名稱	傳統車床	數控車床	鉗工	傳統銑床	數控銑床	自行車保修	CAM 基本功能	焊接	玻璃加工	機器手和五軸
師傅	張威宗	李玉山	林泳利	錢忠騰	潘百釗	陳吉醇	黃文宏	張景郎	洪金法	許孝誠

**111 二工場實習一 星期四 分組站別及實習課時間:15:00~16:30 共 12 組，分 10 站進行實習**

站別 日期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2/23	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組
3/02	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組

3/09	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組
3/16	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組
3/23	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組
3/30	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
4/13	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組	第四組
4/20	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組	第三組
4/27	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組	第二組
5/04	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組	第一組
5/11	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組	第十二組
5/18	第二組	第三組	第四組	第五組	第六組	第七組	第八組	第九組	第十組	第十一組
5/25										
6/1										

05/25~05/01 為補缺調課之時段及工場實習專題實作繳交

站 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 稱	傳統車床	數控車床	鉗工	傳統銑床	數控銑床	自行車保修	CAM 基本功能	焊接	玻璃加工	機器手和五軸
師 傅	張威宗	李玉山	林泳利	錢忠騰	潘百釗	陳吉醇	黃文宏	張景郎	洪金法	許孝誠

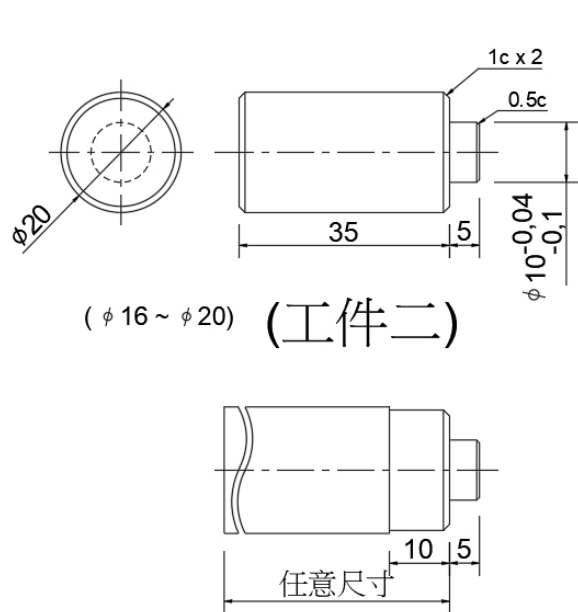


111(二) 工場實習一 實作評分表

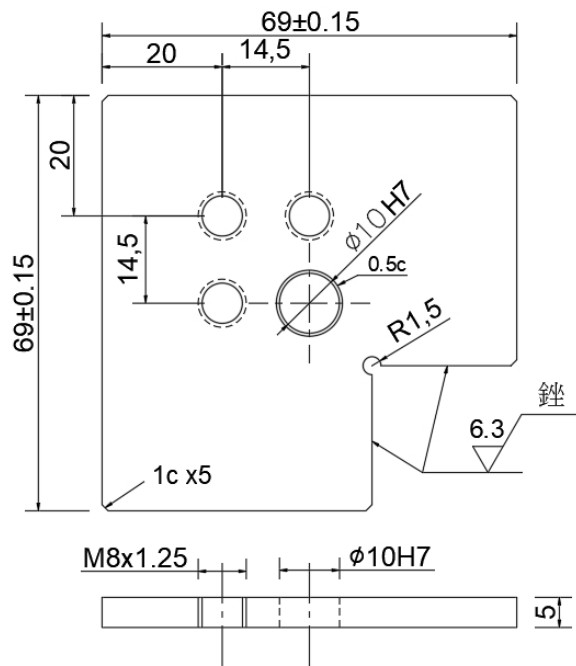
題號	1~5	測試日期		年	月	日	評審		
場次							簽名		
		應檢人學號及姓名							
		評審項目內容及評審結果							
主要 要求 部位	件 1	69±0.15	上限	69.15					
			下限	68.85					
			表粗度	6.3a					
		∅10H7	表粗度	3.2a					
	件 2	∅16±0.05 ~ ∅20±0.05	上限	15.95					
			下限	20.05					
			表粗度	6.3a					
		5±0.2	上限	5.2					
			下限	4.8					
			表粗度	6.3a					
		40±0.3	上限	40.3					
			下限	39.7					
表粗度	6.3a								
一般 要求 部位	件 1	∅3 ∅10	倒角	~					
			倒角	~					
			理毛邊	~					
	件 2	35±0.8	上限	35.8					
			下限	34.2					
			表粗度	6.3a					
			倒角	~					
			理毛邊	~					
小組 合作 配合	組 間 配 合	1~2	80±0.8	~					
		2~3	80±0.8	~					
		3~4	80±0.8	~					
		4~5	80±0.8	~					
		(4~1)	80±0.8	~					

合	(5~1)	80±0.8	~					
工作安全規範		違例扣分	~					
實作測試成績		及格						
		不及格						
		不及格原因						

術科測試試題 1



車床加工工序: 允許只做單邊階梯之工序  
包含至少10mm長之外徑加工



## 術科測試試題 2

1. 銑 or 銑

2. 銑

註：件1與件2依照組合圖，必須能相互配合  
同時各分組之組合，必須依照小組組合圖

件號	件數	名稱	規格	備註
2	1	圓柱	6061T6 φ20x50	
1	1	支撐版	S20C 5x70x70	

(工件一)

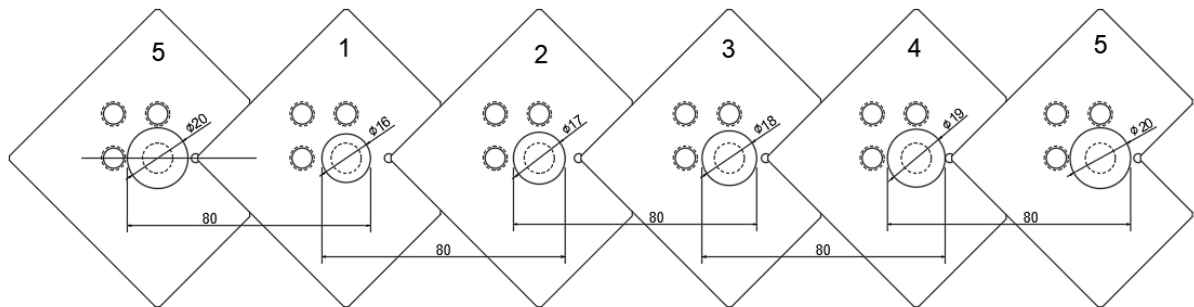
(工件二)

一般許可公差	
標示尺寸	許可差
0.5 以上至 3	±0.15
超過 3 至 6	±0.2
超過 6 至 30	±0.5
超過 30 至 120	±0.8
超過 120 至 315	±1.2

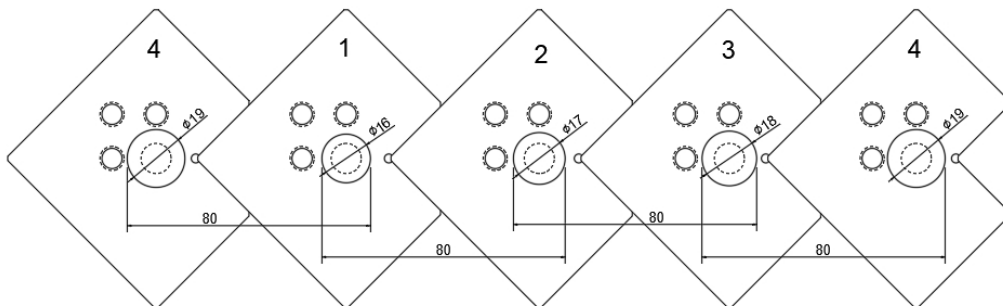
各小組內分組	
題號別	外徑尺寸
1	φ16
2	φ17
3	φ18
4	φ19
5	φ20

國立清華大學 111學年度 工廠實習一 術科測驗試題					
級別	無	測試時間	3小時	題號	1~5
投影法		比例	1:1	單位	m/mm
材料	如材料表			出題單位	SIC/張金榮
				核定日期	民國 年 月 日

## 術科測試試題 3

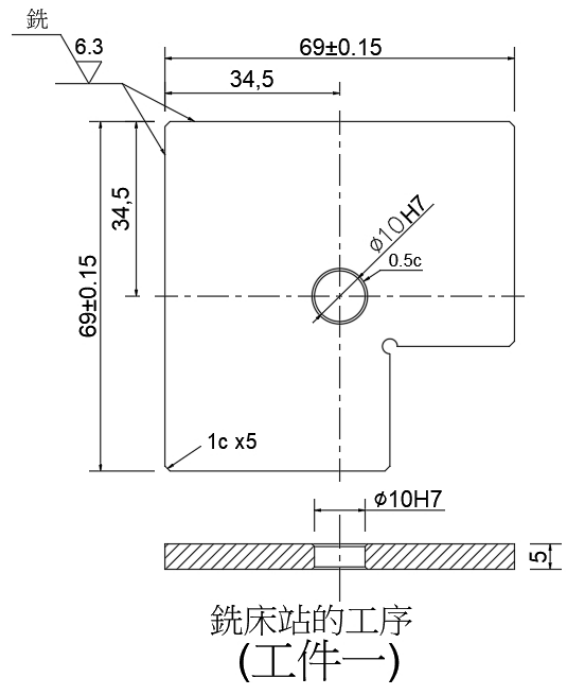
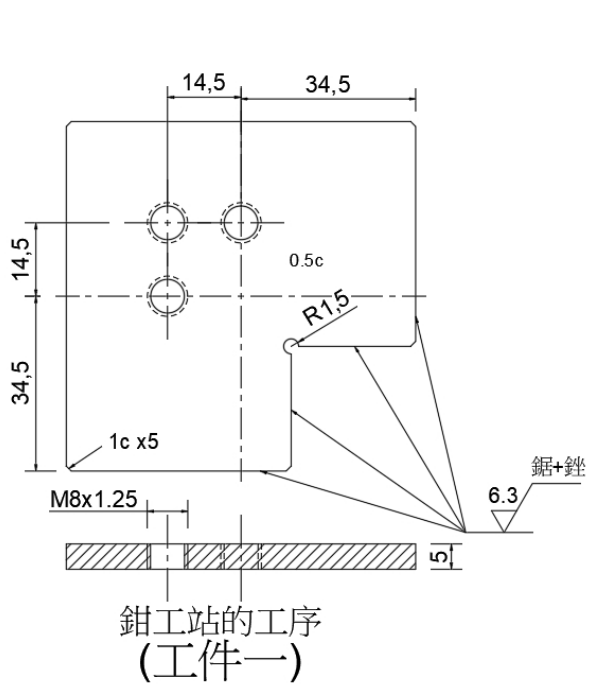


(組合圖)(五人一組:第五組的缺口要能配合第一組)



(組合圖)(四人一組:第四組的缺口要能配合第一組)

術科測試題 4: 鉗工與銑床



## 作業 Homework:

### 作業1. 清班 3/1 和 華班 3/2 之前提交

用兩頁總結 工場實習(I) 課程所需的安全規則和工場基本知識.

Homework 1.

Summarize the shop safety rules and basics shop knowledge required for Shop Practice (I) class in two pages.

### 作業2. 清班 3/8 和 華班 3/9 之前提交

用兩頁討論福特 T 型車的產量和製造創新.

Homework 2.

In two pages, discuss the production rate and innovation of manufacturing Ford Model T.

### 作業3. 清班 3/15 和 華班 3/16 之前提交

用兩頁比較台灣豐田/Lexus 與其他競爭對手的銷量，訪問車主和討論為什麼台灣人喜歡買豐田？

Homework 3.

In two pages, compare the sales of Toyota/Lexus in Taiwan to other competitors and interview car owners and discuss why they love Toyota cars?

### 作業4. 清班 3/22 和 華班 3/23 之前提交

用兩頁寫下你從台積電核心價值與經營理念學到的五個關鍵功課.

Homework 2.

In two pages, highlight five key lessons you learned from studying the TSMC value and business philosophy.

### 作業5. 清班 3/29 和 華班 3/30 之前提交

用兩頁選擇和描述特斯拉和太空探索技術公司的五個創新.

Homework 5.

In two pages, select and explain five most impressive innovations of the Tesla and SpaceX.

### 作業6. 清班 4/12 和 華班 4/13 之前提交

用兩頁討論和描述四家製造公司獲得台灣經濟部頒發的卓越中堅企業獎.

[卓越中堅企業獲獎名單](#)

Homework 2.

In two pages, find and elaborate four manufacturing companies received the Mittelstand (hidden champions) awards by Taiwan's Ministry of Economic Affairs (MOEA).

### 作業7. 清班 5/3 和 華班 5/4 之前提交

選擇兩家傑出的台灣工具機或半導體設備公司（大小公司都可以），用兩頁討論它們賺錢的原因.

Homework 2.

In two pages, identify two outstanding Taiwan machine tool or semiconductor equipment companies (can be big or small) and explain why they are successful in sales and business.

**作業8. 清班 5/10 和 華班 5/11 之前提交**

用兩頁討論新竹地區許多半導體製造公司之間的供應鍊和供應關係.

Homework 2.

In two pages, describe the supply chain and supply connections among many companies in the Hsinchu area on semiconductor manufacturing.

**作業9. 清班 5/17 和 華班 5/18 之前提交**

用兩頁討論製造業對您長大的城市環境的影響以及如何減少這種影響。如果你的長大的城市沒有製造業，那就以新竹為城市。.

Homework 2.

In two pages, describe manufacturing impacts to the environment in your hometown and how this may be reduced. If your hometown has no manufacturing industry, then use Hsinchu as the site of discussion.

**作業10. 清班 5/24 和 華班 5/25 之前提交**

用兩頁選擇五位台灣卓越製造的領導人和討論他們的貢獻.

Homework 2.

In two pages, select five outstanding leaders in Taiwan manufacturing and explain their contributions.