

出國報告(出國類別:其他)

「籌建海巡艦艇發展計畫-
1000噸級巡防艦6艘建造案」

第5艘艦主機國外廠試

出國報告

服務機關：海洋委員會海巡署艦隊分署

姓名職稱：副分署長 吳瑞祥

技 正 黃棋模

專 員 林谷銘

派赴國家/地區：德國

出國期間：112 年 8 月 12 日起至 8 月 26 日止

報告日期：112 年 10 月 31 日

摘要

本次為海洋委員會海巡署艦隊分署 1000 噸級巡防艦 6 艘建造案(契約案號：B108204)第 5 艘艦主機廠試作業 (Factory Acceptance Tests , FAT)，於德國 MTU 主機原廠(福吉沙芬 Friedrichshafen)舉行。

本型主機(MTU 16V8000M71L)為本分署巡防艦首次使用之機型，為確認主機裝備測試過程周妥，確保主機運回船裝前之性能數據符合規範要求，並與原廠裝備商建立溝通聯繫窗口，規劃由副分署長吳瑞祥、建造技術科技正黃棋模及專員林谷銘等 3 員，會同 CR 財團法人中國驗船中心(本型艦檢驗船級協會)、台灣國際造船股份有限公司(本建造案承造廠商)及財團法人船舶暨海洋產業研發中心(本案委託監造技術服務單位)人員共同參與本次廠試，依採購契約及船級法規驗證本案主機性能。

目錄

目錄	3
1. 目的	4
2. 行程表	5
3. MTU 主機廠試過程	7
3.1 確認廠試流程	7
3.2 主機基本資料	7
3.3 測試項目	7
3.4 主機廠試小結	9
3.5 主機廠試照片及證書紀錄	10
4. 參訪 MTU 第二廠區	24
4.1 緣起及限制	24
4.2 廠區產線導覽介紹	24
4.3 MTU 第二廠區參訪小結	25
4.4 MTU 廠區參訪照片	25
5. 參訪 ZF 減速機裝備商	28
5.1 緣起及限制	28
5.2 ZF 廠區參訪過程及小結	28
5.3 拜會 ZF 及廠區參訪照片	29
6. 心得及建議	30

1. 目的

本分署籌建海巡艦艇發展計畫「1000 噸級巡防艦 6 艘建造案」於 108 年 5 月 3 日決標予台灣國際造船股份有限公司，由該公司負責承造工作，為確認主機馬力性能符合契約要求，依採購契約規定實施廠試，測試各項性能數據是否達到合約規範及船級協會標準。

本案第 5 艘艦 (CG1007) 主機廠試於德國福吉沙芬 (Friedrichshafen) MTU 一廠進行，本型艦前 4 艘因受全球 Covid-19 疫情影響，艦隊分署未派員赴德國參與主機廠試，考量本案主機為艦隊分署首次使用機型 (MTU 16V8000M71L)，為善盡履約管理責任，並使機關人員熟稔本型主機廠試作業流程以利造艦業務推展，爰由艦隊分署副分署長吳瑞祥、建造技術科技正黃棋模及專員林谷銘等 3 員會同財團法人中國驗船中心驗船師周明賢、陳彥根、台灣國際造船股份有限公司工程師羅有原及財團法人船舶暨海洋產業研發中心輪機組長彭詠耕、副組長林昇翰等人，共同參加本次主機廠試試驗，見證本次測試內容及施作程序符合契約規範。

2. 行程表

日期	起始地點	工作摘要說明
112年8月12日	台北(桃園)-泰國(曼谷) 轉機	搭乘泰國航空
112年8月13日	1. 泰國(曼谷)-德國 (法蘭克福) 2. 德國(法蘭克福)- 德國 (福吉沙芬)	1. 搭乘泰國航空 2. 搭乘漢莎航空
112年8月14日	福吉沙芬	實施首部主機廠試作業
112年8月15日	福吉沙芬	參訪 MTU 第二廠區
112年8月16日	福吉沙芬	1. 參訪 ZF 減速機廠家 2. MTU 主機模擬實境訓練系統(AR)介紹
112年8月17日	福吉沙芬	MTU 主機產品與維保系統簡報及混合動力發展趨勢介紹
112年8月18日	福吉沙芬	首部主機 MTU 二廠管線檢整及預備機體塗裝
112年8月19日	福吉沙芬	檢討首部主機廠試流程及分析測試數據
112年8月20日	福吉沙芬	彙整研析首部主機廠試後相關文件資料
112年8月21日	福吉沙芬	第2部主機 MTU 二廠預備移機運送作業
112年8月22日	福吉沙芬	第2部主機廠試程序及預擬情況因應研討
112年8月23日	福吉沙芬	第2部主機測試台吊裝及廠試前檢測作業

112 年 8 月 24 日	福吉沙芬	1. 實施第 2 部主機廠試 作業 2. 廠試結束檢討會議
108 年 8 月 25 日	1. 德國(福吉沙芬) - 德國 (法蘭克福) 2. 德國(法蘭克福) - 泰國 (曼谷) 轉機	1. 搭乘漢莎航空 2. 搭乘泰國航空
108 年 8 月 26 日	泰國(曼谷)-台北(桃園)	搭乘泰國航空

3. MTU 主機廠試過程

3.1 確認廠試流程

本分署與台灣國際造船股份有限公司、財團法人船舶暨海洋產業研發中心、財團法人中國驗船中心人員於 112 年 8 月 14 日前往德國福吉沙芬(Friedrichshafen) MTU 工廠(Plant 1)，於主機正式廠試前確認測試程序，由 Product Approval and Acceptance 經理(Manager)Wolfgang Stotz 與 Roman Reil、Naval Propulsion system 經理(Manager)Anna-Lisa Schonegg 等人講解廠區測試台相關安全守則及逃生路線宣導，俾使主機廠試順利完成。

MTU 廠方代表 Naval Application Engineering 部門最高主管(Director) Klaus Schmidt 親自接見，由副分署長吳瑞祥代表艦隊分署致贈紀念品。

3.2 主機基本資料

下表為本案 1000 噸級巡防艦主機廠家資料：

數量	6 艘艦每艦 2 部
最大輸出馬力 (kW)	7,280 kw(符合規範 6,990 kw 要求)
汽缸數	16 汽缸
額定轉速	1,150 RPM(每分鐘 1,150 轉)

3.3 測試項目

(1) 運轉測試

負載	25 %	50 %	75 %	85 %	100 %	110 %
時間	30 分	30 分	30 分	60 分	120 分	30 分

依規範要求及環境狀況進行，同步觀測及記錄負載、轉速及各項溫度、壓力、燃油消耗率等數據。

(2) 安全保護裝置測試

確認各項溫度、壓力保護裝置及監控儀表之作動功能於各設定值

下能即時顯示警報、減俾、停俾等保護機制。

(3) 調速器測試

在全負載運轉下瞬間卸除負載，同時紀錄引擎卸載前後、再回復穩定引擎轉速及回復穩定的時間，並計算轉速變化率。

(4) 啟動測試

標準啟動 6 次，檢核有無任何異常。

(5) 緊急跳脫保護裝置測試

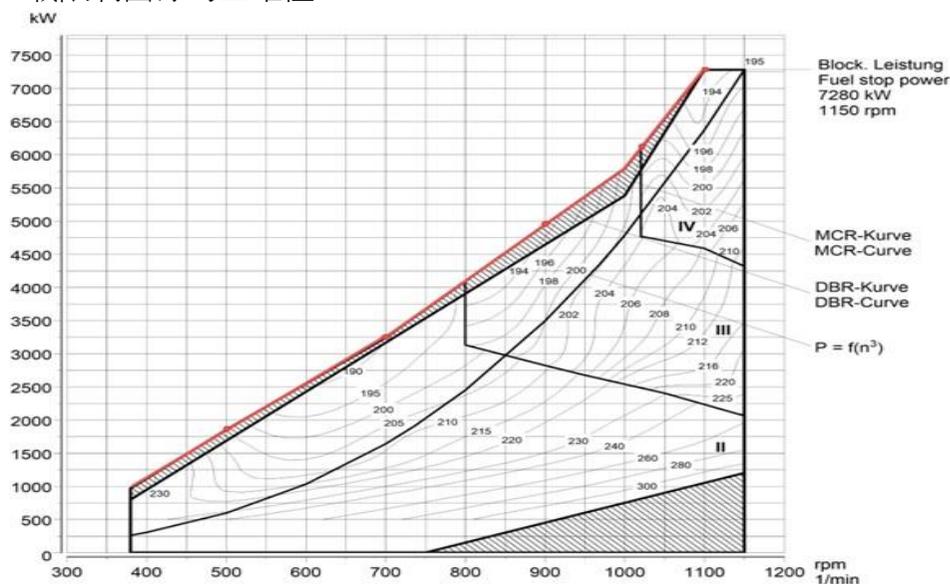
於盤面按壓緊急停止鈕，確認主機緊急停止功能作動正常。

(6) 最低轉速測試

測試主機正常啟動能夠維持運轉之最低轉速，並測試主機最低轉速之穩定性。

(7) 自動超負荷防止系統

依主機馬力之負載限制曲線中設定點轉速，當主機轉速固定在其設定點速度下，持續施予負載至與該紅色曲線相對應之負載，且主機仍能持續地穩定運轉無異常；並確認廠家圖中對應設定之負載限制曲線之正確性。



(8) 目視檢驗

機器運轉中檢視油水管路、機體與構件是否有洩漏、震動、摩擦鬆脫等異常情況；運轉完成停機後，拆卸滑油過濾器檢查濾網。

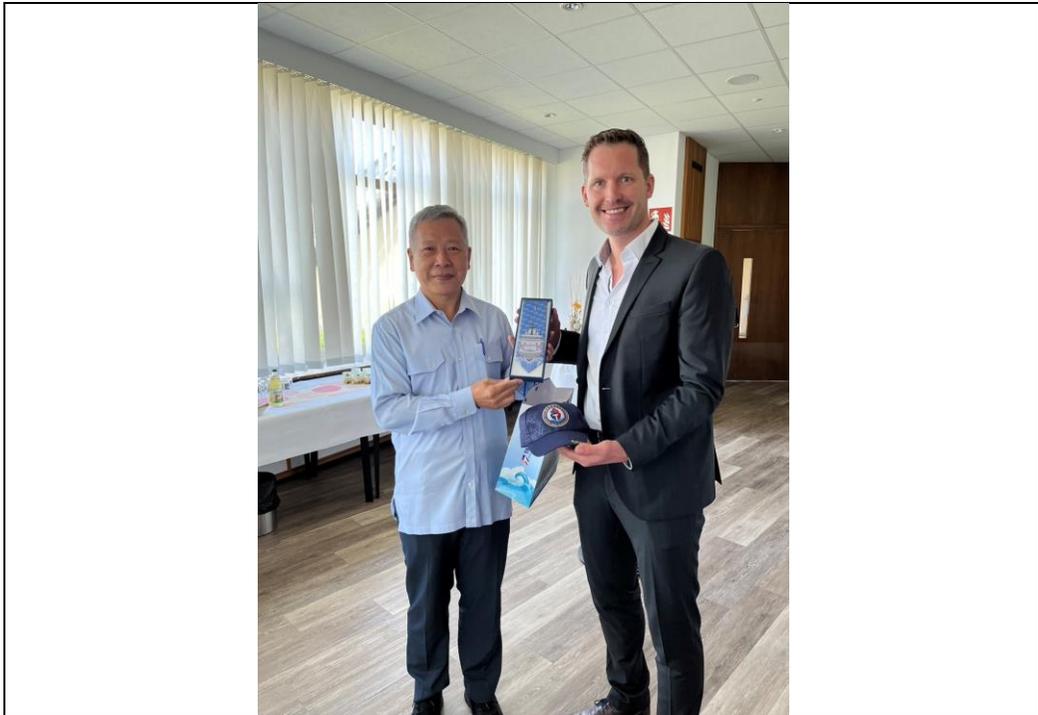
3.4 主機廠試小結

本次依計畫期程於 112 年 8 月 12 日至 8 月 26 日實施 1000 噸巡防艦第 5 艘艦主機廠試，廠家依測試程序及參驗人員要求項目執行，2 部主機引擎序號均無誤(首部 568100029、第 2 部 568100030)，主機轉向均正確(首部配置右側為順時針轉向，第 2 部配置左側為逆時針轉向)，各安全保護開關之功能與反應正常無誤，負載運轉測試依測試程序規定的負載與轉速進行，並正確登載於廠試記錄。

本次於全馬力範圍 (100%負載，7,280kw)運轉測試，另再以 110%超負載(8,008kw)運轉測試 30 分鐘後，經目視檢驗其油水管路、機體與構件，無重大缺陷、瑕疵、洩漏、震動、摩擦鬆脫等異常情況，拆卸滑油過濾器檢查濾網內部均未發現碎屑或異物殘存。

廠試結束後召開檢討會議並檢視測試數據，於各項功能、特性、馬力測試及目視檢驗結果均符合規範規定，顯見 MTU 廠家設計能力及製造品質具國際知名水準。

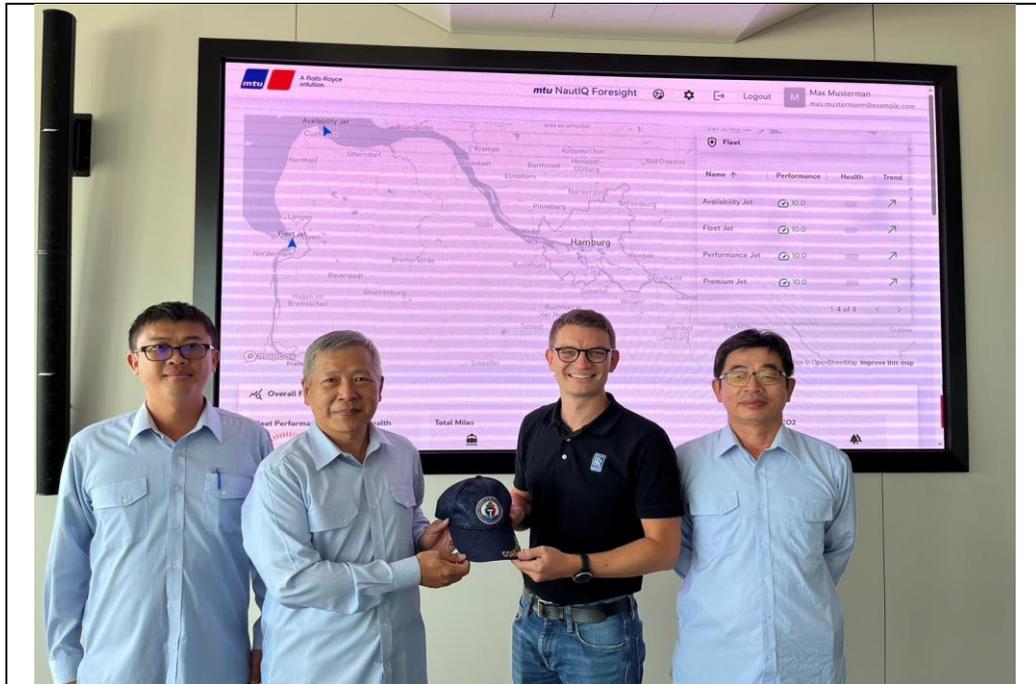
3.5 主機廠試照片及證書紀錄



副分署長吳瑞祥致贈 MTU 代表 Director Klaus Schmidt 紀念品



副分署長吳瑞祥致贈測試台安全及技術解說經理 Anna 紀念品



副分署長吳瑞祥致贈 MTU 主機遠端監視維護系統解說經理紀念品



測試前會議



核對主機序號



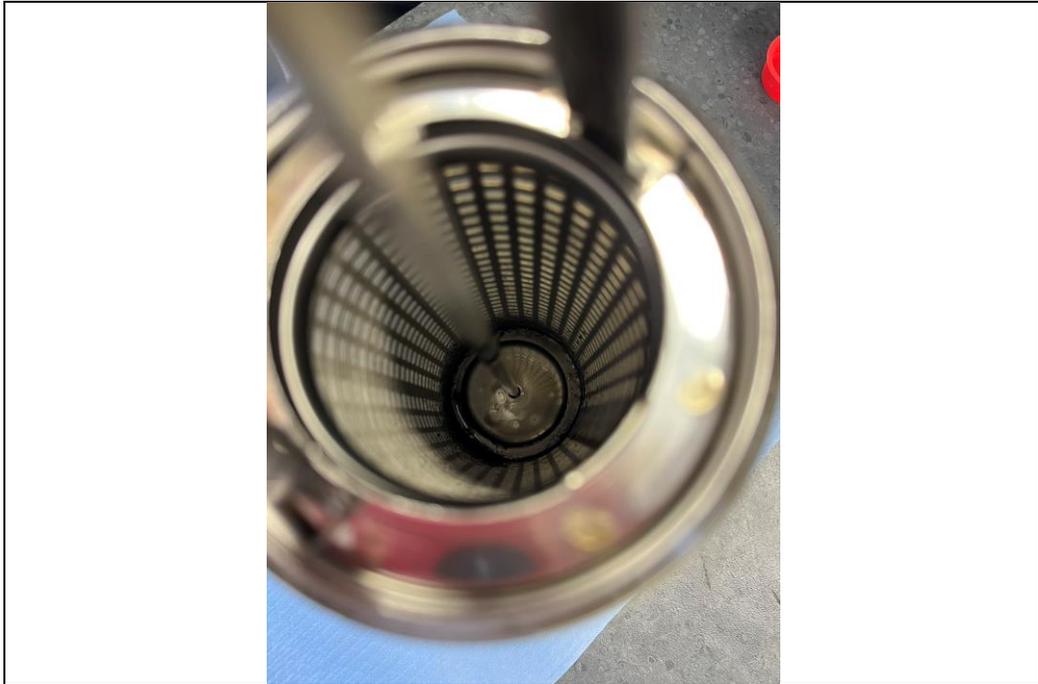
主機運轉測試並檢查油水管路有無震動洩漏情形



主機外觀巡檢



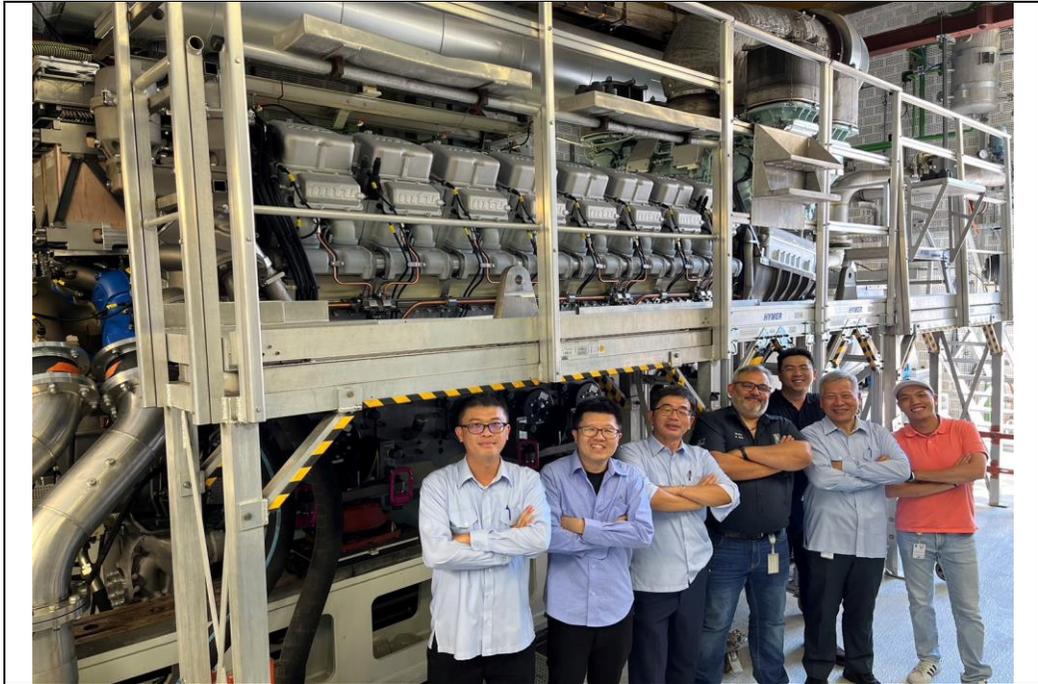
檢查滑油濾芯，以確定機件無異常磨耗情形



滑油濾芯檢查



測試後檢討會議



測試完成後參與人員於主機前合影-第 1 部



測試完成後參與人員於主機前合影-第 2 部

Inspection Report MTU Engine

Model No. 16V8000M71L
Serial No. 968100029
Order No. 1204921

Power Calculation: Fuel Type **DIN EN 590**, Spec Density at 15°C **0.822-0.84 g/cm³**, P_{yr}Z_m($\frac{g}{m^3}$)₁₀₀₀ **>42700 kJ/kg**, CASIcific Value **MTU approved**, Lubricant Oil Type **MTU approved**, Fuel Stop Power **7280kw at 1150rpm**

Power Definition acc: ISO 3046
Continuous Power
Overload Power
Fuel Stop Power

Altitude ab. Sea Level **400 m**, Intake Air Temperature **25**, Relative Humidity **69%**, Raw Water Temp. **25**

Barometric Pressure **969 mbar**, Direction of Rotation ISO 1204 **clockwise**

Page **3** of **3**, Date **14.08.2023**, Testbench **139**, Operator **Wirth / Geng**

Functional Test

Test	Testspeed	Limit Value acc. Alarm and Limit value list	Action	Unit	O.K.
Number of starting procedures with pneumatic	380	6			O.K.
Test overspeed	827	1320	security shut down	rpm	O.K.
Crankcase pressure ECS limit 1	380	27	warning only	mbar	O.K.
Crankcase pressure ECS limit 2	380	37	security shut down	mbar	O.K.
Lube oil pressure limit 1	800	4.0	warning only	bar	O.K.
Lube oil pressure limit 2	800	3.5	security shut down	bar	O.K.
Lube oil pressure piston cooling limit 1	800	3.5	warning only	bar	O.K.
Lube oil pressure piston cooling limit 2	800	3.0	security shut down	bar	O.K.
Oil temperature limit 1	800	83	warning only	°C	O.K.
Oil temperature limit 2	800	85	power reduction	°C	O.K.
Coolant temperature limit 1	800	95	warning only	°C	O.K.
Coolant temperature limit 2	800	97	power reduction	°C	O.K.
Coolant pressure limit 1	800	1.6	warning only	bar	O.K.
Coolant pressure limit 2	800	1.1	power reduction	bar	O.K.
Crankshaft bearing temperature limit 1	800	115	warning only	°C	O.K.
Crankshaft bearing temperature limit 2	800	120	security shut down	°C	O.K.
Splash oil temperature limit 1	800	82	warning only	°C	O.K.
Splash oil temperature limit 2	800	84	security shut down	°C	O.K.
Tube oil differential pressure lim 1	800	0.6	warning only	bar	O.K.
Exhaust temperature limit 1	800	100	warning only	°C	O.K.
Exhaust temperature limit 2	800	110	power reduction	°C	O.K.
Leak-off fuel limit	0		warning only		O.K.

Starting air pressure consumption

Start	1	2	3	4	5	6	bar
	30	33	30	28	25	23	21

Dataset No. X00078051
In case of sensor value 0 no sensor system available
Depending on intake air temperature the rated power as well as operation values can deviate from technical sales documentation (TSD)
Automatic Test Protocol / Measurements averaged / also valid without signature

yuyun bo 2023.8.14
SOSC
Suglen 2023.8.14
Classification Society Ltd
24 Aug 2023

廠試紀錄-1.3

Inspection Report MTU Engine

Model No. 16V8000M71L
Serial No. 968100030
Order No. 1204921

Power Calculation: Fuel Type **DIN EN 590**, Spec Density at 15°C **0.822-0.84 g/cm³**, P_{yr}Z_m($\frac{g}{m^3}$)₁₀₀₀ **>42700 kJ/kg**, CASIcific Value **MTU approved**, Lubricant Oil Type **MTU approved**, Fuel Stop Power **7280kw at 1150rpm**

Power Definition acc: ISO 3046
Continuous Power
Overload Power
Fuel Stop Power

Altitude ab. Sea Level **400 m**, Intake Air Temperature **25**, Relative Humidity **69%**, Raw Water Temp. **25**

Barometric Pressure **969 mbar**, Direction of Rotation ISO 1204 **clockwise**

Page **3** of **3**, Date **24.08.2023**, Testbench **139**, Operator **Strasser / Geng**

Functional Test

Time	Speed	Torque	Engine Power	Fuel		Temp.		Press.		Charge Air		Speed		Exhaust Gas		Fuel System		Temp. Press.											
				Cons.	Spec.	Factor	Inject.	Piston cooling	bearing	Engine	Engine	Engine	Pump	before	after	Turbo A1	Turbo A2	Turbo B1	Turbo B2	number active	after Engine	before Engine	in Rail	before after Pump					
07:00	600	380	427	17	3	160.9	139	3.8	4.6	60	67	67	1.2	32	50	0.98	2.1	2.1	2.3	2.3	4	125	0.45	33	700	23	0.90		
1800	380	8143	324	80	244.1	454	2.8	4.0	67	63	65	1.4	32	54	0.99	2.3	2.1	3.3	3.3	4	271	0.50	34	697	25	0.87			
1800	724	24007	1800	388	210.7	1250	6.6	7.2	70	64	67	2.9	31	51	2.24	28.8	28.4	2	357	3	423	0.46	27	901	25	1.88			
1800	913	38074	3640	742	203.1	1909	6.6	7.1	70	65	68	4.1	32	47	2.85	31.7	31.9	32.1	3	423	0.46	27	901	25	1.88				
1800	1045	49898	5460	1129	205.6	2652	6.5	7.1	71	65	68	5.1	32	43	3.30	33.6	33.7	33.8	33.8	4	501	0.22	26	1249	25	2.59			
1800	1095	54496	6186	1233	197.4	2791	6.5	7.1	71	65	69	5.4	32	42	3.41	34.3	34.4	34.5	34.6	4	484	0.18	26	1496	25	2.87			
1800	1095	54496	6186	1233	197.5	2793	6.5	7.1	71	65	69	5.4	33	42	3.39	34.3	34.3	34.6	34.5	4	486	0.19	27	1492	25	3.00			
1800	1110	56371	6552	1292	196.6	2891	6.5	7.1	70	65	69	5.7	33	41	3.54	35.1	35.2	35.4	35.4	4	475	0.19	28	1601	25	3.39			
1800	1150	60456	7290	1452	196.8	3150	6.3	6.9	66	65	69	6.0	33	41	3.95	37.2	37.4	37.5	37.8	4	458	0.15	29	1601	25	3.74			
Altered boundary conditions																													
1800	1150	60456	7280	1452	196.1	3156	6.3	6.9	66	67	71	6.2	45	43	3.85	37.4	37.6	37.8	37.7	4	479	0.29	19	32	1600	32	2.96		
1800	1150	60456	7280	1457	199.7	3177	6.3	6.9	66	68	72	6.3	46	43	3.78	37.7	37.7	38.0	37.9	4	492	0.30	25	32	1603	32	2.96		
1800	1150	60456	7280	1459	200.0	3180	6.3	6.9	66	68	72	6.3	44	43	3.78	37.7	37.7	38.0	37.9	4	492	0.30	25	32	1600	32	2.96		
1800	1150	60501	8008	1615	201.3	3076	6.4	6.9	68	72	77	6.5	47	45	4.13	39.4	39.5	39.8	39.7	4	500	0.34	0.30	32	1600	32	2.96		
Speed Limitation Curve																													
	1100	63508	7316																										
	1000	57205	6110																										
	900	52843	4980																										
	700	44512	3270																										
	600	36099	1890																										
Governortest																													
	1150	1370	165																										
Functional test																													
15:30	Stop																												

Dataset No. X00078051
In case of sensor value 0 no sensor system available
Depending on intake air temperature the rated power as well as operation values can deviate from technical sales documentation (TSD)
Automatic Test Protocol / Measurements averaged / also valid without signature

SOSC
yuyun bo 2023.8.24
Classification Society Ltd
24 Aug 2023
ECU Nr.: 557539670
EMU 1.: 557539674
EMU 2.: 557539676
Test Instruction: XZ569004-204521_V8.0
Performance Diagram: XZ56800100005
Alarm and Limit Value List: XZ56900100007
Lube oil filler check: OK

廠試紀錄-2.1

Inspection Report MTU Engine

Model No. 16V8000M71L
Serial No. 568100030
Order No. 1204921

A Pro-Range solution

Power Calculation P ₂ =Z ₂ M ₂ ($\frac{D_2}{D_1}$) ⁵ /1000		Fuel Type Spec. Density at 15°C Caltoric Value Lube Oil Type	DIN EN 590 8.82 cm ³ 43.076 kJ/kg MTU approved	Power Definition acc. ISO 3046 Continuous Power Overload Power Fuel Stop Power 7280kw at 1150rpm	Altitude ab. Sea Level Intake Air Temperature Relative Humidity Raw Water Temp.	400 m 28 69% 25	Barometric Pressure Direction of Rotation ISO 1204 counter clockwise	969 mbar	Page Date Testbench Operator	2 von 3 24.08.2023 139 Stratler /Geng
---	--	---	--	---	--	--------------------------	--	----------	---------------------------------------	--

Time	Speed	Torque	Single Exhaust								Combined Exhaust								
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
hr:min	rpm	Nm	kW		degC		degC		degC		degC		degC		degC		degC		
Start																			
Acceptance of engine power																			
07:00	380	427	17																
1800	380	8143	324	356	359	356	307	307	304	303	310	189	178	172	182	180	184	187	185
1800	724	24007	1820	457	455	458	463	450	455	447	449	456	456	455	452	455	454	442	449
1800	913	38074	3940	539	547	550	551	523	527	526	516	543	548	547	532	544	531	525	522
1800	1045	49898	5460	621	639	642	638	597	613	601	582	622	632	641	617	622	607	607	598
1800	1095	54466	6188	611	627	628	625	591	600	596	584	611	622	626	611	612	593	586	594
1800	1085	54496	6188	613	629	629	626	593	601	598	585	612	622	627	612	614	594	587	595
1800	1110	55271	6552	602	627	624	622	588	597	595	578	607	621	626	614	610	592	585	591
1800	1150	60456	7280	608	628	628	629	593	599	595	577	608	623	626	610	611	597	590	581
Altered boundary conditions																			
1800	1150	60456	7280	627	649	647	652	614	619	616	599	627	642	645	629	631	614	608	604
1800	1150	60456	7280	641	665	662	666	628	634	631	613	641	657	650	643	645	628	622	617
1800	1150	60456	7280	640	665	662	667	629	634	631	615	642	656	650	644	646	628	622	620
1800	1150	69501	8038	665	689	693	697	652	664	660	635	663	680	682	666	671	651	539	637

15:30 Stop

Xu Yuan Lu
2023.8.24

SOLC
Peng Fei Geng
2023.8.24

B.Y.C.C.A.
24 Aug 2023

Dataset No. X00078051
In case of sensor value 0 no sensor system available
Depending on intake air temperature the rated power as well as operation values can deviate from technical sales documentation (TSD).

No faults or deficiencies occurred during the acceptance test.
For **Rolls Royce Solutions GmbH**

Test Instruction: XZ598004-204921 V6.0
Performance Diagram: XZ56800100030
Alarm and Limit Value List: XZ56900100007

Automatic Test Protocol / Measurements averaged / also valid without signature

廠試紀錄-2.2

Inspection Report MTU Engine

Model No. 16V8000M71L
Serial No. 568100030
Order No. 1204921

A Pro-Range solution

Power Calculation P ₂ =Z ₂ M ₂ ($\frac{D_2}{D_1}$) ⁵ /1000		Fuel Type Spec. Density at 15°C Caltoric Value Lube Oil Type	DIN EN 590 8.82 cm ³ 43.076 kJ/kg MTU approved	Power Definition acc. ISO 3046 Continuous Power Overload Power Fuel Stop Power 7280kw at 1150rpm	Altitude ab. Sea Level Intake Air Temperature Relative Humidity Raw Water Temp.	400 m 28 69% 25	Barometric Pressure Direction of Rotation ISO 1204 counter clockwise	969 mbar	Page Date Testbench Operator	3 von 3 24.08.2023 139 Stratler /Geng
---	--	---	--	---	--	--------------------------	--	----------	---------------------------------------	--

Test	Testspeed	Limit Value acc. Alarm and Limit value list	Action	Unit	O.K.
Testi overageed	927	1323	warning only	mbar	O.K.
Crankcase pressure ECS limit 1	380	27	warning only	mbar	O.K.
Crankcase pressure ECS limit 2	380	37	security shut down	mbar	O.K.
Lube oil pressure limit 1	800	4.0	warning only	bar	O.K.
Lube oil pressure limit 2	800	3.5	security shut down	bar	O.K.
Lube oil pressure piston cooling limit 1	800	3.5	warning only	bar	O.K.
Lube oil pressure piston cooling limit 2	800	3.0	security shut down	bar	O.K.
Oil temperature limit 1	800	83	warning only	°C	O.K.
Oil temperature limit 2	800	85	power reduction	°C	O.K.
Coolant temperature limit 1	800	95	warning only	°C	O.K.
Coolant temperature limit 2	800	97	power reduction	°C	O.K.
Coolant pressure limit 1	800	1.6	warning only	bar	O.K.
Coolant pressure limit 2	800	1.1	power reduction	bar	O.K.
Crankshaft bearing temperature limit 1	800	115	warning only	°C	O.K.
Crankshaft bearing temperature limit 2	800	120	security shut down	°C	O.K.
Splash oil temperature limit 1	800	82	warning only	°C	O.K.
Splash oil temperature limit 2	800	84	security shut down	°C	O.K.
Lube oil differential pressure lim 1	800	0.6	warning only	bar	O.K.
Exhaust temperature limit 1	800	100	warning only	°C	O.K.
Exhaust temperature limit 2	800	110	power reduction	°C	O.K.
Leack-off fuel limit	0		warning only		O.K.

Starting air pressure consumption

Start	1	2	3	4	5	6
	35	32	30	28	26	24 22 bar

Dataset No. X00078051
In case of sensor value 0 no sensor system available
Depending on intake air temperature the rated power as well as operation values can deviate from technical sales documentation (TSD).

No faults or deficiencies occurred during the acceptance test.
For **Rolls Royce Solutions GmbH**

Test Instruction: XZ598004-204921 V6.0
Performance Diagram: XZ56800100030
Alarm and Limit Value List: XZ56900100007

Automatic Test Protocol / Measurements averaged / also valid without signature

廠試紀錄-2.3



Minutes of Meeting : A1204921 Factory Acceptance Test (FAT)

Customer participants

- | | | |
|---|-----------------|---|
| 1 | Wu, Jui-Hsiang | Taiwan Coast Guard |
| 2 | Huang, Chi-Mo | Taiwan Coast Guard |
| 3 | Lin, Ku-Ming | Taiwan Coast Guard |
| 4 | Lin, Sheng-Han | SOIC (Attendance on 14 August only) |
| 5 | Peng, Yong-Geng | SOIC (Attendance on 24 August only) <i>Peng Yong-Geng</i> |
| 6 | Lo, Yu-Yuan | CSBC shipyard <i>Yuhan W</i> |

RRS participants:

- | | | |
|---|----------------|---|
| 1 | Tay Yong Zhen | Rolls-Royce Solutions Asia, MGAA <i>Tay Yong Zhen</i> |
| 2 | Wolfgang Stotz | Rolls-Royce Solutions GmbH, TQCA (14 August) |
| 3 | Roman Reil | Rolls-Royce Solutions GmbH, TQCA (24 August) <i>i.A. Reil</i> |

Date : 14th & 24th August 2023

	Result/Action/Task
1	On 14 th August 2023, 1 x mtu 16V8000M71L (serial no. 568100029) for Taiwan Coast Guard under factory order no. A1204921 was tested according to mtu test instructions (XZ599004-204921 V06) and in the presence of CR classification surveyor. On 24 th August 2023, 1 x mtu 16V8000M71L (serial no. 568100030) was tested according to the same condition.
2	The fuel parameter used for both engines are listed as below : Fuel density : 0.827 g/cm ³ Fuel calorific value : 43,076 kJ/kg
3	The acceptance test was carried out successfully and the results were recorded in the inspection reports.
4	Inspection for any leakages was done after completion of FAT. No leakage was found. Lube oil filter was removed to check for metal debris. No metal debris was found.

DUPLICATE



中國驗船中心
CR Classification Society

Certificate No. 936-19-005

Date June 21, 2019

型式認可證書
TYPE APPROVAL CERTIFICATE

This is to certify that the undernoted product(s) has/have been approved by CR Classification Society in accordance with the requirements given in *Chapter 3, Part IV of Rules for Construction and Classification of Steel Ships, 2019* as an approved type for use in ships classed or intended to be classed with the Society.

Manufacturer : MTU Friedrichshafen GmbH

Approved Product(s) : MTU Diesel Engine Series 8000 Mx1

This certificate is valid until June 20, 2024

CHIH-WEN CHENG

中國驗船中心 總驗船師
Chief Surveyor
CR Classification Society

(See next page for further details regarding the approval.)

This certificate evidences that the type of the products of the Manufacturer has been assessed to be in compliance with the specified CR Rules or Guidelines and to be capable of providing the listed products. This Certificate may be cancelled by CR Classification Society if the applicant makes any changes or modifications relevant to the approval, which have not been notified to, and agreed in writing with the Society. Any person not a party to the contract pursuant to which this document is delivered may not assert a claim against CR Classification Society for any liability arising out of errors or omissions which may be contained in said documents, or for errors of judgment, fault or negligence committed by personnel of the Society.

Please refer to the CR website for the latest status of this approval: www.crclass.org/aw0/aw0.htm

FORM NO. KC15 / 07.2017
TYPE APPROVAL

- 1/3 -

CR 船級協會型式認可證書 - 1

Certificate No. 936-19-005

中國驗船中心
CR Classification Society

Name of Manufacturer:

MTU Friedrichshafen GmbH

Address of Manufacturer:

Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen, Germany

Product Specification:

MTU Diesel Engine Series 8000 Mx1
16 and 20 cylinders in Vee
Four stroke cycle, Single acting, Turbocharged
Bore: 265 mm
Stroke: 315 mm

Identification of engine, engine denomination, maximum approved ratings are the following:

Engine Name	Type	Rating	Particular
16V 8000	M71R	5760 kW / 1150 rpm	overloadable
16V 8000	M71	6560 kW / 1150 rpm	overloadable
16V 8000	M71L	7280 kW / 1150 rpm	overloadable
16V 8000	M91	7280 kW / 1150 rpm	overloadable
16V 8000	M91L	8000 kW / 1150 rpm	non overloadable ⁽¹⁾
20V 8000	M71R	7200 kW / 1150 rpm	overloadable
20V 8000	M71	8200 kW / 1150 rpm	overloadable
20V 8000	M71L	9100 kW / 1150 rpm	overloadable
20V 8000	M91	9100 kW / 1150 rpm	overloadable
20V 8000	M91L	10000 kW / 1150 rpm	non overloadable ⁽¹⁾

(1) Specific non-continuous ratings may be selected for application based on specific mission profiles given by the manufacturer. This should be agreed between the shipyard/ ship owner and the engine manufacturer.

Related Documents & Remarks:

1. Type approval documentation and data:

(a) Type test conducted on 16-21 October 2000 and 3-4 May 2001 at DDC-MTU in Friedrichshafen.
Diesel engine 20V 8000, serial number V3 and 569100101, nominal rating: 8200 kW/ 1150 rpm.

MTU Friedrichshafen
 Test record MTU test stand
 Performance measuring device, calibration

Test stand no.: P130
 Date: 23.01.2023
 Inspector: Arnegger

1 Details of force measuring device			
Dynamometer		Measuring device	
- Construction	Water brake	- Construction	Torque Flange
- Manufacturer	Schenk	- Manufacturer	Holtinger
- Type	D2S 8000-2	- Type	MPZ1010018/ 100kNm
- Production no.	LDN 0001/ BRE0007	- Production no.	153740009/ EQ50001139
- Measuring range	100kNm	counter-clockwise	
	100kNm	clockwise	
2 Calibration device			
Testing device		Force measurement standard	
- Lever arm	X	- Construction	X
- Screw-on side	X	- Production no.	X
- Direction of force	X	- Dial gage no.	X
- Force from	X	- Stilt no.	X
3 General test			
- Damage	OK		
- Reference	OK		
- Installation	OK		
- Damping device	OK		
- Feed and drain	OK		
- Cable connection	OK		
- Digital display	OK		
4 Measurement-related inspection			
Force measuring device	see Appendix		
- Rotation speed measuring device	OK		
5 Remarks			
Torque change			
The measuring device has been properly inspected and calibrated. This is indicated by the test label showing the validity date Januar 24 being affixed in the prescribed place.		The measuring device is suitable for the relevant tests. The displays do not need to be converted.	
			

TFIP1

TQCA

MTU Friedrichshafen
 Test record MTU test stand
 Performance measuring device, calibration

Test stand no.: P130
 Date: 23.01.2023
 Inspector: Arnegger

1 Details of force measuring device			
Dynamometer		Measuring device	
- Construction	Water brake	- Construction	Torque Flange
- Manufacturer	Schenk	- Manufacturer	Hottinger
- Type	D2S 8000-2	- Type	MPZ1010018/ 100kNm
- Production no.	LDN 0001/ BRE0007	- Production no.	153740009/ EQ50001139
- Measuring range	100kNm	counter-clockwise	
	100kNm	clockwise	

2 Calibration device			
Testing device		Force measurement standard	
- Lever arm	X	- Construction	X
- Screw-on side	X	- Production no.	X
- Direction of force	X	- Dial gage no.	X
- Force from	X	- Stilt no.	X

3 General test	
- Damage	OK
- Reference	OK
- Installation	OK
- Damping device	OK
- Feed and drain	OK
- Cable connection	OK
- Digital display	OK

4 Measurement-related inspection	
Force measuring device	see Appendix
- Rotation speed measuring device	OK

5 Remarks

Torque change

<p>The measuring device has been properly inspected and calibrated. This is indicated by the test label showing the validity date <u>Januar 24</u> being affixed in the prescribed place.</p> 	<p>The measuring device is suitable for the relevant tests. The displays do not need to be converted.</p>
---	---

TFIP1

TQCA

4. 參訪 MTU 第二廠區

4.1 緣起及限制

MTU 公司前身由威廉-邁巴赫創立於 1909 年，公司經多次改組及併購，現隸屬於勞斯萊斯集團，為世界聞名柴油發動機製造商，勞斯萊斯集團仍保留其「MTU」名稱，可見其品牌價值，該公司於陸用、水用和鐵路推動系統及發電設備引擎具備領先技術，藉由本次參加主機廠試之機會，特別由 MTU 原廠安排專人介紹其百年工藝技術發展及主機產線製程概況。

本次參訪由 MTU Marine Automation 部門經理(Manager) Mario Schulte 負責介紹解說，限於工廠內部產線製程及品管作業屬重要商業機密，全程嚴禁拍照攝影，僅同意於廠區外合影。

4.2 廠區產線導覽介紹

MTU 第二廠區廠房屋頂採用半透明設計，光線良好且可節省能源。製造過程為將委託合作廠家鑄造完成之引擎機殼，藉由多道流水線加工組裝成一部引擎。該廠區兩條主要生產線，分別生產 4000 型主機及大型主機(8000 型與 1163 型)，產線分述如下：

1、4000 型：廠房設備佈置依組裝程序先後步驟，生產線以同性質系列方式佈置分成加工區(車削、面銑、搪孔、鑽孔、研磨)、組裝區(缸套、活塞、連桿、缸體)，為保持缸體件材質的穩定及精度，機械的工件平台除有切屑冷卻液冷卻外，並有環境溫控空調系統以避免材料因受熱而發生變化。組裝區各螺絲扭力磅數均由電腦自動控制，無需以傳統人力鎖固，有效精準控制。鎖固完成進入控制房內，由影像監控組裝的完整性。量產效能平均 1 小時可生產 1 部引擎，年產量達 4000 部以上。

2、大型主機：8000 型與 1163 型等主機屬訂製型，因馬力大、機體大，生產方式不同於 4000 型方式，無法分成細項排列生產線製造，主要分成六大工作站生產，大部分均仍靠人力達成組裝，年產量約 40 餘部。

3. 塗裝階段：引擎完成測試後，進入塗裝階段，線頭包覆隔絕及烤漆部分依客戶要求等級，區分包覆步驟及塗層漆面精度，一台主機完整烤漆過程從清潔、包覆、噴漆約需 170 個工時。
4. 裝箱出貨：主機完成上述流程出貨前，於極亮照明區域，將引擎各個角度照相比對，作最終品管確認後裝箱出貨。

4.3 MTU 第二廠區參訪小結

MTU 經多年技術研發演進及大量產品實績相互幫助下，廠區展現高製造效率及低人力運用，引擎產品優良且具領先地位，公司嚴格遵守工安及環保法規，積極推動環保減碳措施，廠區整潔無油漬，廢棄物依規定儲放。人員依規定著安全鞋、工作帽、護目鏡、耳塞及顏色背心辨識等，並落實執行人員與工程車通道分流。殊值本分署推動造艦業務「沒有工安就沒有工程」之參考學習對象。

4.4 MTU 廠區參訪照片





因內部禁止拍照，參訪人員於廠區外部合影



MTU 主機虛擬實境學習訓練(AR)介紹



副分署長吳瑞祥致贈 MTU 虛擬實境訓練 (AR) 介紹專員紀念品

5. 參訪 ZF 減速機裝備商

5.1 緣起及限制

本型艦使用減速機裝備為 ZF 廠牌，雖 ZF 大型海用減速機係於義大利廠區製造，因該公司總部亦設立於德國福吉沙芬，故特地至該公司拜會及意見交流，聽取公司發展歷史及產品簡介，並參訪當地陸用減速機生產線製造流程，廠區佈置及製程產線等均不允許攝影。

ZF(ZF Friedrichshafen AG)創立於 1915 年，名稱取自德文 Zahnrad 齒輪(gear)及 Fabrik 工廠(factory)，為世界重要之齒輪及傳動系統供應商，除廣泛運用於車輛（含特種軍用車輛、消防車輛等）、混合動力、電動汽車傳動，並擴及領域至海運、航空及國防工業等。

5.2 ZF 廠區參訪過程及小結

本次參訪由 ZF Key Account 部門經理(Manager)Martin Beisert 及銷售客服部門資深專員 Matthias Kaczmarek 代表公司簡報與意見交流及減速機工廠導覽，惟受限於商業機密，禁止拍照攝影。

本次就產品維護保養重點及常見故障原因、減速機允許振動值、輸出馬力和減速比及廠試負載測試程序與觀察數據等產品及技術議題作意見交流，獲得總部正面回應並建立友善聯繫窗口。

因本型艦配置之減速機係由 ZF 義大利廠製造，本次僅參訪福吉沙芬當地齒輪減速機廠區，廠房分別依各個工作站，進行不同部位的組裝，經流水線組裝完成後進行測試，除專注品管，其對工安及環保要求亦相當嚴謹，德國對工藝及企業社會責任不輕易妥協之精神深值學習，另廠商亦因商業機密禁止廠內拍攝，足見其重視技術保護以維持世界領先地位。

5.3 拜會 ZF 及廠區參訪照片



副分署長吳瑞祥致贈 ZF 代表 Manager MARTIN BEISERT 紀念品



因內部禁止拍照，參訪人員於商品陳列展示區合影

6. 心得及建議

本次主機國外廠試為「籌建海巡艦艇發展計畫-1000 噸級巡防艦 6 艘建造案」首次派員赴德國 MTU 原廠參與見證，該裝備公司具備百年歷史豐富設計研發經驗及眾多產品實績，驗證過程及品管標準嚴謹，與參與測試人員溝通順暢，測試程序及結果均符合契約規範及船級法規要求，各項檢驗數據合格，裝備品質良好，其長期專注特定領域發展高可靠性產品造就現今世界規模與地位之精神，深值效法學習。

本次參訪 MTU 及 ZF 廠區期間，對德國企業落實環境保護及工安政策印象深刻，工廠嚴格遵守空汙廢氣廢水排放標準，測試台與廠房隔音、降噪及防震措施完善，人員工安保護設備充足，工具料件配置擺放整潔，人車分流動線清晰；且善盡企業社會責任，保障員工福利政策及人才培教訓練措施充實完整，2 家公司員工佔福吉沙芬總人口數(約 6 萬多人)4 分之 1 以上，員工具高度智慧財產保護意識，向心力極高，值得機關與企業參考。

鑒於全球暖化氣候變遷，世界各國紛紛提出 2050 淨零排放政策，我國亦不能置身事外，裝備環保節能減碳技術儼然為現今發展必然趨勢方向，高技術含量亦將相對增加投資成本，對機關未來造艦採購規格功能制訂與預算規劃及交船期程評估均有所影響，應持續關注國際商源發展變化及國內外環保海事相關法令修正情形。

機關藉由派員參加主機廠試(FAT)熟稔裝備測試流程及製造品管步驟，並見證監造單位與船級協會驗證程序，有利本分署造艦業務推動；船東(最終使用端)與國外製造商直接交流回饋並建立協調聯繫窗口，有助裝備零組件供貨順暢維持妥善率穩定，未來是類裝備廠試工作，建議機關持續遴派適員參與，以培育造艦專才及維護艦艇妥善。