

出國報告（出國類別：實習）

聚合材質避雷器應用實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：賴志能 八等電機工程師

派赴國家：法國、德國

出國期間：95.10.10~95.10.23

報告日期：95.12.22

目 錄

	頁次
壹、計畫緣由及目的	2
貳、實習過程	2
一、本次實習行程計畫簡述	3
二、參訪德國PFISTERER公司	3
三、參訪法國AREVA公司	4
參、避雷器概述	6
一、引用規範及電氣規格簡述	6
二、避雷器的演進、結構及操作特性	8
三、氧化鋅元件	9
四、避雷器的10個黃金準則	11
五、避雷器的6個錯誤觀念	13
肆、聚合材質(Polymer)	14
一、聚合物的種類	14
二、聚合物的優點	15
三、EPDM vs Silicone Rubber	15
伍、矽橡膠(Silicone Rubber)的應用	18
一、矽橡膠的種類	18
二、聚合套管的製程	19
三、聚合套管之相關應用	21
陸、綜合結論	22
一、使用優點	22
二、各型套管優劣比較	23
柒、實習心得與建議事項	23

壹、計畫緣由及目的

本公司變電所內裝置之變壓器、開關設備及所內連接站等，在所外架空線路引接至所內連接站或開關設備及屋外開關設備引接至變壓器前，皆需裝置避雷器以防止雷擊、電力調度及開關啓閉所造成的過電壓突波破壞；以往避雷器瓷質套管在日夜溫差大熱脹冷縮影響下，易有間隙發生，導致水氣容易滲入，是造成避雷器故障主要原因。

近年來由於都市景觀日受重視，加上抗爭意識抬頭，導致許多架空線路施設不易，被迫經由所外連接站引接至地下電纜，連接站的增加，相對的避雷器的需求也跟著大增，此時避雷器的品質變得額外重要，但是近來幾次所採購的避雷器礙於價格壓縮，多由少數幾家代理印度避雷器工廠之廠商得標，品質較佳之歐美各大廠(如OB、SIEMENS、ABB等)皆無法搶進本公司市場，由於品質良莠不齊造成近來新桃供電區營運處等單位多起停電事故，經查多屬防水不佳導致絕緣劣化，引發線路事故。

參考國際知名技術期刊 Insulator News & Market Report (INMR)及國外近年來改善經驗，得知最佳改善方式係採用一體成型之高分子聚合材質套管避雷器(Polymer Arrester)，其與內部元件毫無間隙完全密閉，水氣無法滲入，氣密問題得以解決，進而降低因避雷器故障無法有效保護雷擊與開關突波而造成之停電事故，此外該型避雷器具有高抗污染特性且不需清洗，能有效減少運轉維護成本。

法國、德國等國有多家廠商致力研發各電壓等級聚合材質避雷器，銷售至世界各地，且當地電力公司已有使用實績，用以取代瓷質套管避雷器，作為標準配備，另外台灣屬多震地區，聚合材質套管避雷器具有較佳之耐震性，若評估可行能夠引進，對供電可靠度有相當助益。

貳、實習過程

一、本次實習行程計畫簡述

- 10/10-10/14 往程：台北 → 法蘭克福，德國 PFISTERER 公司及附近中高壓變電所參訪。
- 10/15-10/16 法蘭克福 → 瑞士琉森州，至 PFISTERER 公司 SEFAG 及 INTERNATIONAL 部門，該部門係聚合套管製造工廠。
- 10/17-10/19 法蘭克福 → 巴黎，法國 AREVA 公司，瞭解該公司內主要生產設備、銷售實績及當地變電所設置情況。
- 10/20-10/23 巴黎 → 蒙彼利艾 至 AREVA 公司 T&D 之 RD 中心
- 10/24-10/29 (順道觀光6天) 返程：巴黎 → 台北。

二、參訪德國 PFISTERER 公司

德國 PFISTERER 公司，在全球 12 個國家中有 16 家分公司，員工總數約 1000 人，年營業額約 1 億 5 千萬歐元。總公司位於德國斯圖加市 (Stuttgart) 附近，該公司主要生產 Insulators、CT、PT、避雷器及電纜頭等設備使用之聚合材質套管、插入式避雷器、電壓檢出裝置及接地導線..等，該公司已將近 70 年歷史，在國際間享有非常高的知名度，尤其在聚合材質的應用方面更是這個領域當中的翹楚，近年來各大避雷器製造廠基於投資成本及技術分工明確，PFISTERER 公司製之聚合材質套管更提供西門子、ABB 等歐洲大廠使用；此次在 PFISTERER 公司的參訪行程，由該公司產品經理 Mr.Andreas 負責說明及進行技術討論。另因聚合材質套管工廠位於瑞士琉森州，原本非屬本次實習行程，但在該經理強力建議之下，自付火車費跑了一趟琉森，果然不需此行，透過該公司國際部經理 Mr.Manfred 的說明得知，該

工廠研發聚合材質已超過 30 年，研發包含目前市面上較常使用的三種聚合物(RTV、HTV、LSR)及兩種聚合材質套管製程(MOUDLING、MODULAR)，此行不僅讓職對整個套管製造流程及產品技術有深一層的認識，更讓職對於他們的研發精神及其所做的努力不由得發出讚嘆之聲。

本次行程中有關變電所安裝實績方面，職經 PFISTERER 公司安排參訪了 EnBW 電力公司所屬之 Unterturkheim 變電所（位於斯圖加市郊），EnBW 電力公司供電系統規模與本公司規模大小差不多，亦擁有將近 300 所 110kV 級（含以上）變電所，Unterturkheim 變電所為一次側 110kV、二次側 33kV、三次側 11kV 之地上屋內型變電所，裝設兩具變壓器，各電壓級開關採用 G.I.S. 設備；變電所外觀部份因其變壓器散熱採取自然風冷式，利用對流方式排熱，因此建物外部無冷卻器等設施，不僅建物外型相當簡潔明亮無噪音，而且無風扇等用電設施，非常具環保概念。



圖 1：Unterturkheim 變電所外



圖 2：PFISTERER 公司同仁與職

三、參訪法國 AREVA 公司

總公司位於巴黎市，主要業務原為法國核廢料處理公司，於 2004 年收購 ALSTOM T&D 部門，其中聚合材質套管避雷器工廠位於法國南部盧爾德市

(Lourdes) ，員工 51 人，年營業額約 1 仟 2 佰萬歐元，出產的避雷器約 85% 以上外銷世界各地。

AREVA 公司為一跨國性事業集團，其營運重心除核廢料處理之外，在收購 ALSTOM T&D 部門後，更跨足電力系統、輸電系統等多角化的事業營運，在全球多數國家皆設有工廠或分公司（台灣亦設有分公司）；全球營運總部位於巴黎市，由機場搭乘電車約 30 分鐘到達，負責所有的行政事務及跨國技術支援；本次參訪由高壓避雷器產品部門經理 Mr.Nicolas 在此為職介紹該公司生產之聚合材質套管避雷器及相關技術。

AREVA 聚合材質套管避雷器工廠，以生產 3kV-144kV 之聚合材質套管避雷器（Polymer Arrester）為主，該廠採全自動化倉儲及生產系統製造避雷器相關組件，大量降低人力成本，亦因自動化生產而有非常不錯的製造品質，相當值得現場研習。



圖 3：24KV 避雷器



圖 4：110KV 避雷器



圖 5：Mr.Nicolas 與職合照

參、避雷器概述

一、 引用規範及電氣規格簡述

1、 國際規範

交流系統氧化金屬閘避雷器，在 IEEE C62.11-2005（IEEE,美國電機和電子工程師協會簡稱）及 IEC 60099-4（IEC,國際電工委員會簡稱）中都有相關規定。IEEE C62.11-2005 這個版本是由 IEEE C62.11-1999 修正而來，主要修改內容即是配合目前使用量大增的聚合材質套管避雷器所增訂的相關試驗，其中最重要的一項試驗即是針對聚合材質套管的加速老化鹽霧試驗。

聚合材質套管在使用初期最讓人垢病的就是這些製造廠一直無法提出讓人信服的耐候性試驗報告，尤其台灣屬海島型國家，沿海地區鹽害特別嚴重，不像歐美大陸地區氣候穩定，但近年來在聚合物材質方面持續的研發，其耐候性問題有顯著的改善。

2、 台電公司規範

本公司輸工處避雷器規範 LA01 最新修訂版是 2003 年版，主要是參考相關國際規範及本公司系統特性而編定，作為電力設備保護用，並非使用於架空線路上，本規範能適用於本公司各電壓等級之避雷器，但在相關套管材質方面並沒有詳細規定，僅在試驗與報告一章中載明承製廠商之廠試報告需依 IEEE 最新修訂版之規定施作，所以在採購審查時須額外查核廠商所提報的廠試報告，確保設備品質，現將其對電氣部份之規格摘錄於下頁：

註：因架空線路用配電級（11.4 kV 、22.8kV）聚合套管避雷器在本公司已
有非常多的使用實績，故本報告以高壓級（69kV、161kV）聚合套管避雷器相關特性及應用為主。

項次	項目	161kV 等級	69kV 等級
1	系統電壓	161 kV	69 kV
2	責務(額定)電壓	144 kV	72 kV
3	最高連續運轉電壓(MCOV)	110 kV	57 kV
4	避雷器額定電壓	144 kV	72 kV
5	套管絕緣耐壓 kV	60Hz , rms	
	乾燥，1分鐘	335 kV	175 kV
	注水，10秒鐘	275 kV	145 kV
6	衝擊波電壓 1.2x50 μ s BIL，波峰值	650 kV	350 kV
7	波前保護基準電壓	405 kV	205 kV
8	全波保護基準電壓	350 kV	175 kV
9	開關突波保護基準電壓	290 kV	145 kV
10	衝擊電流試驗，8x20 μ s	限制(殘餘)電壓	
	At 1.5 kA	305 kV	155 kV
	At 3 kA	320 kV	160 kV
	At 5 kA	330 kV	165 kV
	At 10 kA	350 kV	175 kV
	At 20 kA	380 kV	190 kV
	At 40 kA	435 kV	215 kV
11	放電能量kJ/ kV MCOV	7.2kJ/ kV	7.2kJ/ kV
12	單元數(每相)	2	1

表 1： 避雷器電氣規格

二、 避雷器的演進、結構及操作特性

1、 避雷器的演進

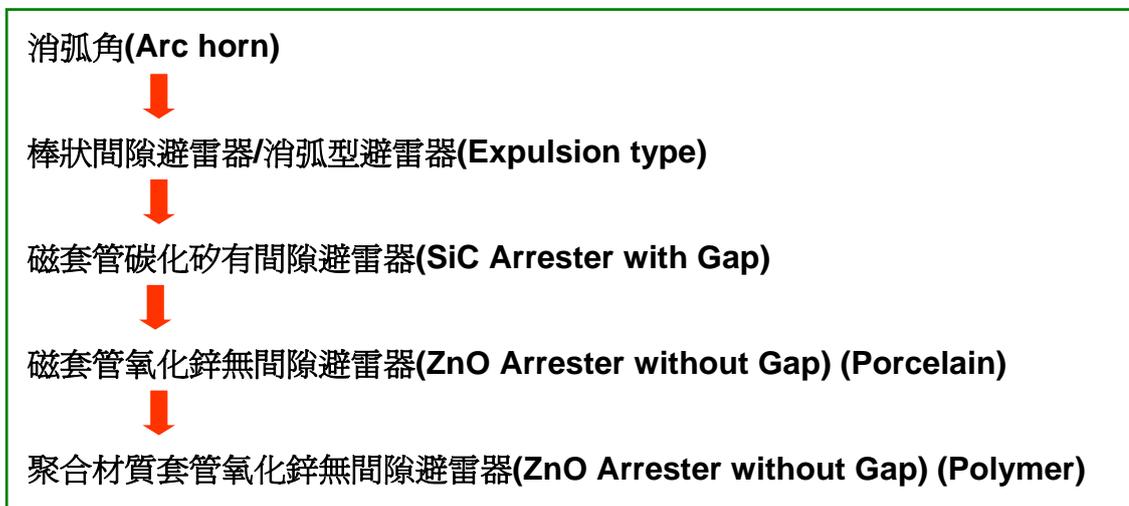


表 2： 避雷器演進流程表

2、 聚合材質套管氧化鋅無間隙避雷器的結構

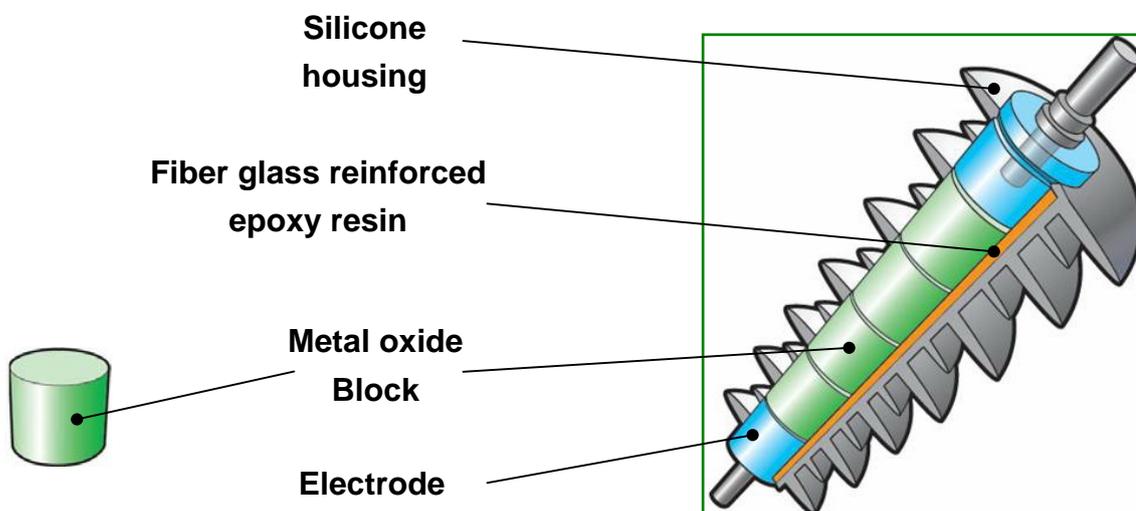


圖 6： 避雷器結構圖

Silicone housing：矽橡膠套管，即聚合材質套管，為本次計畫的實習主題。

Fiber glass reinforced epoxy resin：強化玻璃纖維，其主要目的為固定閾元件及電極板的水平位置。

Metal oxide Block：氧化金屬元件，即避雷器的主要元件，閥元件。

Electrode：電極板，用以連接閥元件與外部接線端子的橋樑。

3、 避雷器的操作特性

消弧角是最早被採用且有效的避雷裝置，但該設備在每次突波放電後，正常系統電也會經由此通路接地，而消弧角無能力切斷此電流，必須由斷路器跳脫，才能切斷，所以在每一次遭受雷擊之後即必須停電一次。

隨著工業技術的發達，避電裝置亦不斷的改良更新，目前最新使用之聚合材質套管氧化鋅無間隙避雷器，其內部的閥元件由早期使用之碳化矽金屬汰換成現在所使用的氧化鋅金屬，其工作特性為在正常系統電壓時，阻阨極大，只有數十毫安培洩放電流(Leakage current)，故無需串聯間隙，而所稱的閥元件亦稱電阻元件，為一種非線型可變電阻，電壓高時電阻變低；電壓低時電阻變大，當避雷器遇到突波時，突波電壓加到閥元件，使其電阻變得很小，突波電流導入大地。突波電流通過後，接著就是系統電流，施加到閥元件兩端的電壓是系統電壓，電壓較低，閥元件的電阻變大，使電流大為減少，在電流的波形為零的瞬間啓斷電流，完成避雷器的任務。

三、 氧化鋅元件

氧化鋅元件即前述的閥元件，是由純氧化鋅粉末加上若干比例的其它氧化金屬粉末混合調配而成的，經衝壓定型、燒結、塗裝、上釉、表面處理、去污處理、接合面金屬塗裝及品管測試等一連串繁雜的流程才能完成，雖然看似耗時的製程，但拜科技進步所賜，目前各製造廠多以自動化生產線及倉儲管理系統，來大量降低人力成本及提高廠房利用空間，亦因自動化生產而大幅提昇製造品質，真是一舉數得。

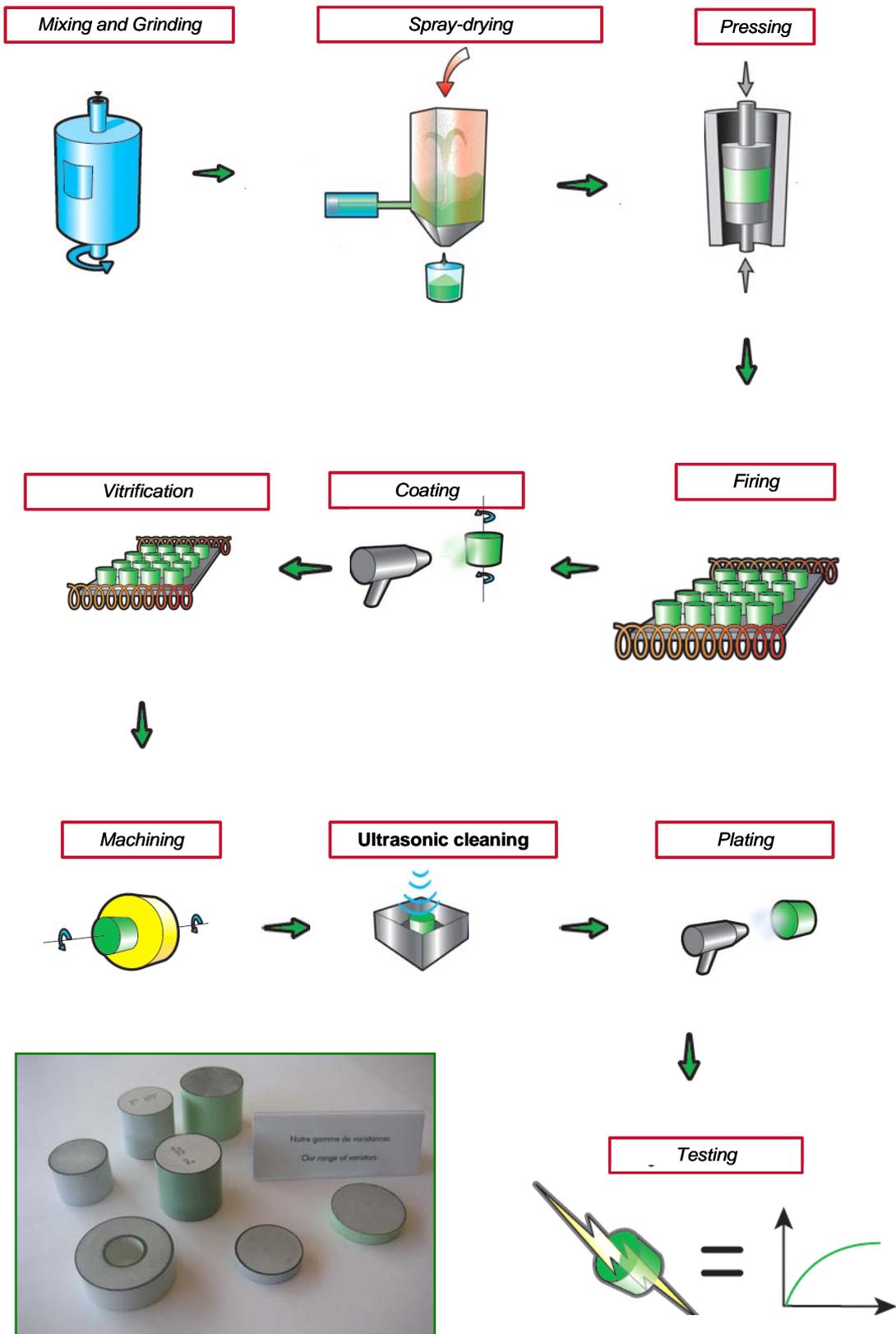


圖 7： 氧化鋅元件製程流程圖及
各類型成品

四、 避雷器的 10 個黃金準則

(此準則係根據AREVA公司建議一般電力公司選用避雷器及裝置準則)

1、 確定電壓等級

- The maximum system voltage °
- The neutral earthing mode °
- The earth fault clearing conditions °

2、 相對地避雷器的額定電壓 U_{r-ph}

- The rated voltage (U_r) of a *phase-to-earth surge arrester* shall never be lower than 75 % of the maximum phase-to-phase voltage of the network (U_m) ;

$$\rightarrow U_{r-ph} \geq 0.75 \times U_m$$

3、 中性點對地避雷器的額定電壓 U_{r-ne}

- The rated voltage (U_r) of a *neutral-to-earth surge arrester* shall never be lower than 55 % of the maximum phase-to-phase voltage of the network (U_m) ;

$$\rightarrow U_{r-ne} \geq 0.55 \times U_m$$

4、 取得額定電流

- The maximum energy amount which may be injected °
 - » Under external lightning conditions °
 - » Under internal switching conditions °

5、保護基準電壓 U_p

- The *protective level* (U_p) of a surge arrester shall always be below 70 % of the lightning voltage impulse withstand of the equipment to be protected (U_w) ;

$$\rightarrow U_p \geq 0.70 \times U_w$$

6、避雷器的配置位置

- The surge arresters always have to be installed *as close as possible* to the equipment to be protected °

7、接地電阻值

- The ohmic value of the *common earth* used for both the *surge* arresters and the equipment to be protected shall be *as low as possible* °

8、接地處理

- The line and earth *connection leads* of a surge arrester shall be as *short and straight* as possible °

9、短路容量計算

- The *cross section of the connection leads* of a surge arrester must be calculated from the *short circuit power* available at the erection point °

10、避雷器的絕緣設計

- Whenever a surge counter is used, the surge arrester has to *be* fitted with an *insulating pedestal* and the cable between the

surge arrester and the surge counter has to be *isolated*°

五、 避雷器的 6 個錯誤觀念

(此避雷器常犯錯誤觀念係AREVA公司整理提供)

1、 避雷器不能操作 => 錯誤

- A gapless metal oxide surge arrester is a passive *component* which cannot not operate ; *But it may not protect if not properly selected and/or installed*°

2、 避雷器動作太慢 => 錯誤

- The response time of a gapless metal oxide surge arrester *is* only a few nanoseconds ; *Often, the distance to the equipment to be protected is just too large*°

3、 避雷器只能承受雷擊或突波一次 => 錯誤

- Generally a surge arrester is not a sacrificial device ; *It is able to operate many times with a full reversibility*°

4、 避雷器的額定電壓等於系統電壓 => 錯誤

- The voltage rating of a surge arrester is determined also *from* other features of the network ; *For the same system voltage, the rated voltage required for the surge arresters may then be in a wide range of values*°

5、將避雷器能承受的最大過電壓視為其保護基準電壓

=> **錯誤**

- The residual voltage of a surge arrester still increases with the current flowing ; Therefore, a significant margin must be kept between the protective level of the surge arrester and the lightning impulse withstand level of the equipment to be protected.

肆、聚合材質(Polymer)

一、聚合物的種類

目前市面上最常見到的聚合物種類有下列三種：

- EPR：乙丙橡膠--乙烯與丙烯的聚合物
- EPDM：三元乙丙橡膠--EPR 與二烯單体的聚合物，屬於非有機的合成材料。
- PolyDiMethylSiloxane (PDMS)：聚二甲基矽氧烷；即俗稱之 Silicone Rubber 矽樹脂橡膠，屬於天然的有機材料，此類聚合物又可依其硫化的方法及硫化的溫度分為以下三種：

RTV：Room Temperature Vulcanizing

HTV：High Temperature Vulcanizing

LSR：Liquid Silicone Rubber

二、 聚合物的優點

- 1、**耐候性**：有長期的抗嚴寒、炎熱、乾燥、潮濕的能力，對雨雪水的侵蝕有極好的抗耐腐蝕性，可以延長避雷器的使用壽命。
- 2、**耐熱老化**：有很強的耐熱空氣老化特性，可長期在 100-120°C 下使用，甚至長時間在 140-150°C 下時也可保持有效的物性。
- 3、**耐臭氧性**：由於聚合物具有卓越的耐臭氧性，又被譽為“無裂紋橡膠”，可適用在不同的大氣指數下。
- 4、**聚合物適用於絕緣套管的三大特性**：抗紫外線、耐電痕特性及超強的防潑水特性，職將在下個章節依前述三種特性針對市面上最常使用的 EPDM 及 Silicone rubber 做更深入的比較，藉以找出最適合本公司使用的聚合材質套管。

三、 EPDM vs Silicone Rubber

- 1、**化學式比較**：由底下兩張圖示中可以很清楚看到 Silicone rubber 的化學式主鏈是由 Si-O 組成的，具有阻燃的特性，且屬於有機聚合材料；而 EPDM 的主鏈是由 C-C 組成的，它本身就具有助燃性，屬於非有機的聚合材料，所以當 EPDM 套管因發生事故導致起火燃燒時會產生毒氣，造成二次傷害。

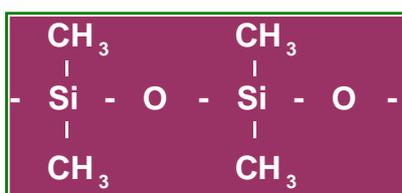


圖 8： Silicone rubber

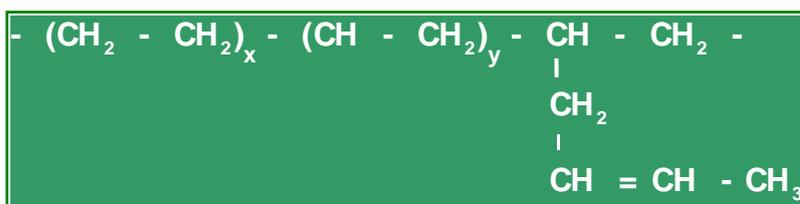


圖 9： EPDM

2、**鏈結能量與抗紫外線效果**：由表 3 中可以看出太陽光紫外線的輻射能量是 348 kJ ，而 Silicone rubber 的主鏈鏈結能量是 445 kJ ，遠高於紫外線的輻射能，所以其抗紫外線效果非常好，另外在 EPDM 的主鏈鏈結能量是 348 kJ ，略低於紫外線的輻射能，所以 EPDM 套管在長期紫外線照射下，表面會產生裂紋及白色粉狀物(圖 10、11)。

Chemical bond	Energy (kJ per mole)
— Si — O — (Silicone rubber Backbone)	445
— C — C — (EPDM and Epoxies Backbone)	348
Energy of UV radiation (300 nm)	398

表 3： 紫外線輻射能及聚合物鏈結能量比較表

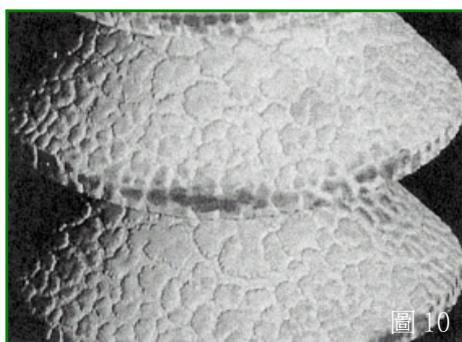


圖 10、11： EPDM 套管經紫外線照射所產生的裂紋及白色粉狀物

3、**耐電痕特性**：下頁圖 12 中之 EPDM 套管是在線上使用 4 年後的情形，可明顯的看出因電痕效應而受損的痕跡，而圖 13 是 EPDM 套管在實驗室經 1000 小時試驗後的結果，亦可明顯的看出受損的痕跡；另外圖 14 則是 SR 套管一樣在實驗室內經 1000 小時試驗後的結果，我們即可很清楚的區別出 SR 套管的耐電痕特性是優於 EPDM 套管的。



圖 12



圖 13



圖 14： SR 套管

圖 12、13： EPDM 套管

4、防潑水特性(憎水性)：圖 15 中箭頭往左是指憎水性較強的聚合物，而箭頭往右則是指親水性較佳的聚合物，其中親水性最佳的是環氧樹脂，憎水性最強的是氟化物，由此圖中可發現我們所探討的矽橡膠 (SILICONES；SR)防潑水效果比乙丙烯橡膠(EPRS；EPDM)更好。另外在耐壓污染等級設計值相同的情況下，將 SR 及 EPDM 一同施作霧氣試驗 (下頁圖 16)，試驗結果 SR 的耐污染特性也比 EPDM 顯著。

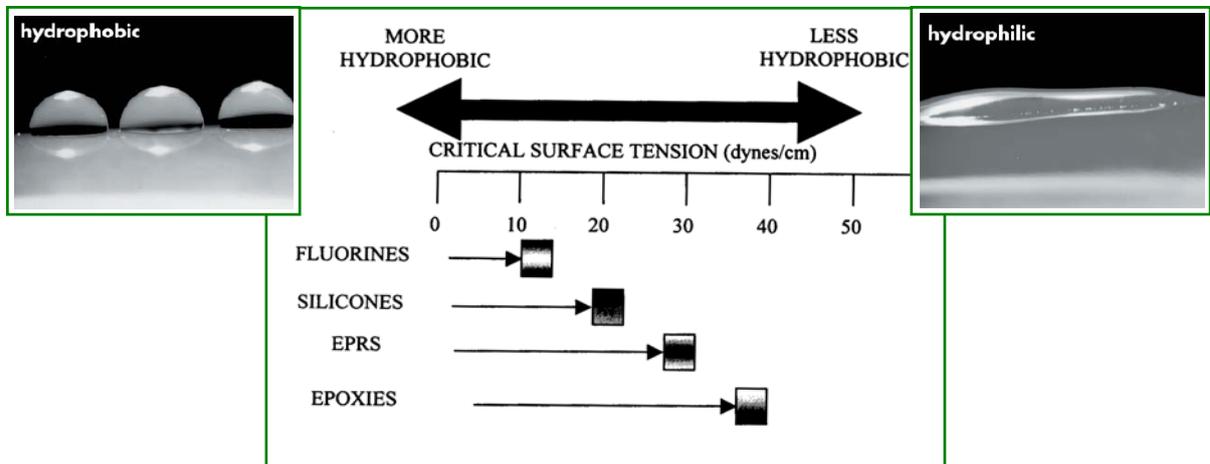


圖 15： 各種聚合物的表面張力

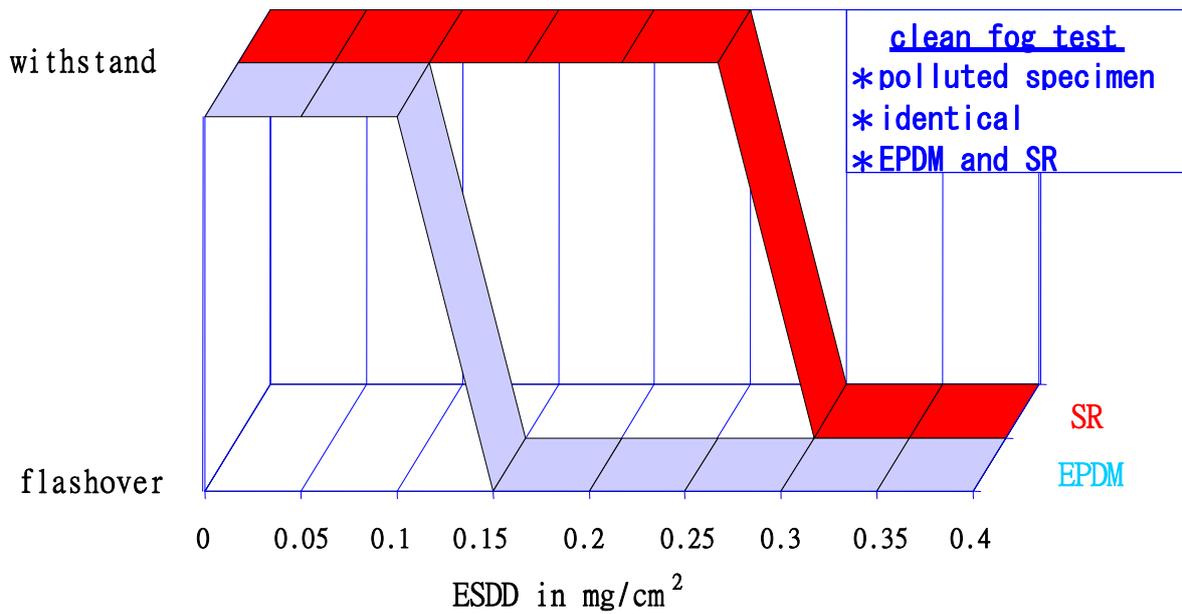


圖 16：霧氣試驗

伍、矽橡膠(Silicone Rubber)的應用

一、矽橡膠的種類

矽橡膠可依其硫化的方法及硫化的溫度分為以下三種：

RTV：Room Temperature Vulcanizing

HTV：High Temperature Vulcanizing

LSR：Liquid Silicone Rubber

職依其硫化溫度、聚合物的黏稠度及業界較常應用的設備，整理成一覽表如下頁表 4：



圖 17：HTV



圖 18：RTV & LSR

	RTV	LSR	HTV
Vulcanisation Temperature	20... 100°C	90...140°C	130...160°C
Process Viscosity	< 30`000 mPas	< 150`000 mPas	35...45 Mooney
Processes used for	<ul style="list-style-type: none"> • prototyping • specialities 	<ul style="list-style-type: none"> • hollow core insulators • tension/ suspension insulators 	<ul style="list-style-type: none"> • tension/ suspension insulators • compact line arrangements • MV-equipment • railway insulators • hollow core insulators • surge arrester

表 4：矽橡膠分類一覽表

二、 聚合套管的製程

目前在業界較常使用的套管製程有兩種，一種是直接模鑄式，另一種是單元組件式。

- 1、直接模鑄式(射出成形)：適用於低黏稠度的 RTV、LSR 及高黏稠度的 HTV，主要優點是效率好、成本低，適合大量生產，唯一的缺點是洩露距離固定，需配合用戶需求的污染等級重新開模。

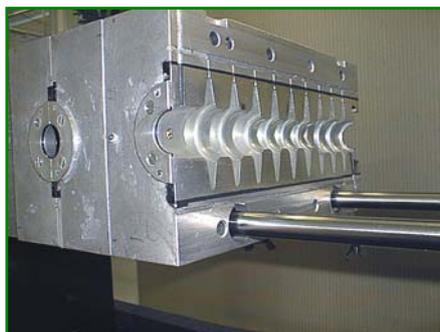


圖 19： 套管模具



圖 20： 聚合材質套管成品

2、單元組件式：適用於高黏稠度的 HTV，其組件分為 SHEATH(中心套管)及 SHED(葉片)，SHEATH 是採用擠出成形方式(圖 21)，最薄可以做到 3.5mm；而 SHED 的部分則是採用射出成形方式(圖 22)，可配合設計需求修改葉片大小；在套管組合的部分，則利用自動化定位系統加上化學力(矽橡膠硫化接著劑)與機械力(機械擠壓)兩種作用力強化了接著面的結合，保證決不因一般外力脫落而引發線路事故，另外本製程的最大優勢除了自動化定位系統大大節省了人力成本，更使得避雷器的洩露距離長度可隨意調整，以符合客戶各種污染等級的需求。

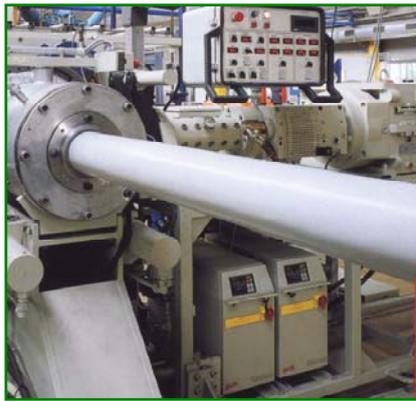


圖 21： extrusion process



圖 22： injection molding process



圖 23： 葉片組裝



圖 24： 組裝成品

三、 聚合套管之相關應用

職利用此次出國實習機會，順道參訪幾處當地屋內式/屋外式變電所，實地瞭解聚合材質套管目前的應用情形並利用圖片做個簡單分類：

1、 避雷器 (屋內式/屋外式)：



圖 25：瓷套管避雷器

圖 26~28：聚合套管避雷器

2、 氣體斷路器：



圖 29~30：聚合套管氣體斷路器

3、其它：



圖 31：聚合套管比壓器



圖 32：聚合套管電纜頭

陸、綜合結論

一、使用優點

1. **容易組裝及拆卸**：因為聚合材質套管避雷器的重量僅約瓷套管避雷器的 1/2~1/3 而已，所以至現場組裝時，不需吊車僅靠人力即可搬動，並可節省大量組裝時間。
2. **現場安裝風險減少**：以往在現場組裝瓷套管避雷器時，常因套管碰撞或施工不慎造成套管破損，使得避雷器無法使用，進而造成工期延宕；聚合材質套管具有彈性不會因碰撞而破損，僅需注意的是，在拆封過程中嚴禁使用刀片，避免刀片使用不慎劃破套管葉片。
3. **降低事故及風險**：聚合材質套管完全密閉，水氣不易侵入避雷器本體，可降低事故發生率，另外該材質為防爆材質，亦可降低二次事故與提高人員安全。

二、各型套管優劣比較

特性\種類	磁套管 碳化矽	磁套管 氧化鋅	高分子套管 氧化鋅(EPDM)	高分子套管 氧化鋅(PDMS)
穩定性	中	高	高	高
耐衝擊	中	高	高	高
耐濕氣	中	中	高(完全密封)	高(完全密封)
耐候性	高	高	中(抗紫外線差)	高
搬運/安裝	重/不方便	重/不方便	輕/方便	輕/方便
抗污染	中	中	高(防潑水性)	高(防潑水性)
沿面距離	短	短	長	長
礙掃清洗	要	要	不要	不要
事故時	可能碎裂	可能碎裂	不會碎裂	不會碎裂
價格	低	中	中高	中高

表 5：各型套管優劣比較表

柒、實習心得與建議事項

一、實習心得

這次的法德之行非常感謝公司長官的支持及課內同仁的幫忙，讓參訪行程得以順利圓滿，行前鍾副處長的殷切叮嚀，在旅程中立即派上用場，職於蒙彼利艾假日廣場上遭到竊賊覬覦，證實法國宵小真的很多，幸運的是事先已有防範才未導致任何損失，要不然此行難免留下缺憾。

回歸正題，現正值政府大力鼓吹拚經濟之際，職認為維持良好的供電品質是電力公司永續營運的不二法門，而穩定的電力供應則是最重要的一環，其中，變電所設備與輸電線路能否正常運作更是重要關鍵，為防止設備不受雷擊與開關突波破壞，避雷器則是扮演了第一線的角色，此行實習的主要的目的正是為此。行前已先行透過 E-mail 聯繫此行欲參訪的設備廠家說明本次

實習主要目的並提出一些本公司目前所面臨到的技術問題，希望對方能事先準備好相關資料，藉時才能迅速的進入主題，也幸好有這一步行前作業，參訪行程特別順暢，設備廠商提供了的相當多聚合材質的技術資料及使用實績，並藉著參觀工廠生產線的機會，讓職對聚合套管避雷器的生產流程有了更深的印象。

在參訪的行程中另外值得一提的，無論是在國外的電力公司、變電所、製造廠商中所接觸到的每個人，不管是研發工程師或試驗工程師甚至是現場作業員，只要和他們討論起個人相關工作時，每個人所展現出對工作的熱忱與執著，決不是一般人能夠想像的，但與他們相處一段時間後似乎是受到感染似的，對於自己的工作不自覺的亦有同樣的感觸，一股衝勁瞬間在心中萌然而生，好想趕快回國，為工作為公司多盡一分心力。

二、建議事項

- 1、本公司架空線路用配電級（11.4 kV、22.8kV）早已開始使用聚合型套管避雷器，穩定性及安全性良好；高壓（161kV、69 kV）聚合型套管避雷器與傳統瓷套管避雷器比較之下，確有許多優點值得採用，但因其使用時間仍短且有關耐候性試驗部分，承製廠商一直無法提出相關試驗報告，為解決此方面問題，新版 IEEE C62.11 特增訂加速老化鹽霧試驗並要求各製造廠列入定型試驗，既有國際規範背書，職建議爾後新購案可以試用方式引進，待確實評估其可靠性後再全面採用，避免對系統造成衝擊。
- 2、目前本處、供電處與公司內各相關單位正研擬“輸電聚合型避雷器暫行規範”，惟該型避雷器主要的使用目的是防止傳統瓷套管避雷器因

事故爆裂而影響高鐵人車安全，所以初期僅考慮使用於高鐵沿線連接站，職建議供電處於設備正式上線使用後評估該規範使用情形及設備可靠性，回饋本處做為日後採購規範修改依據。

- 3、職於聚合套管之相關應用中，曾以圖例說明目前國外各電力公司在聚合材質應用不僅只於避雷器方面，此材質套管亦廣泛應用於絕緣礙子、斷路器、電力電纜頭、比壓器、比流器等設備上，使用情形反應良好，職認為若日後聚合型套管避雷器在本公司使用後可行且運轉穩定，建議上述相關設備亦可評估修改規範引進使用，勢必更加能大幅提昇供電品質。
- 4、經過這次法德的參訪行程，深刻體會到公司內員工一直待在國內埋頭苦幹，如果不走出去看看，你真的無法想像國外的電力事業是進步到那種情況，說是望其項背一點也不為過，但是近幾年來出國計畫的預算不斷刪減，出國的機會不斷減少，到最後可能什麼都沒有了，導致於我們只能在原地踏步，土法煉鋼，所以職希望公司不應只是一昧的抓緊預算，而是要企圖往更遠的路去走，所以建議公司應該與國外電力公司及電力設備製造廠，建立一套完整的技術交流機制與知識平台，才能讓公司進一步與世界接軌。