

108年度空調水電及室內承裝業節能訓練班

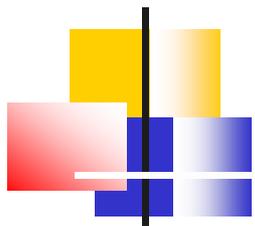


配電規畫設計與節能技術應用

主講人：楊正光

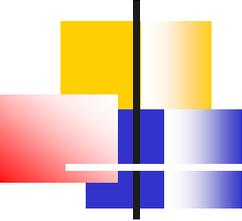
台灣能源技術服務產業發展協會

2019.09.25



內 容

- 壹、電力系統概況
- 貳、電力用電設備
- 參、用電設備裝置安全規範
- 肆、節能技術應用
- 伍、節能績效評估
- 陸、應用實例分析
- 柒、結論

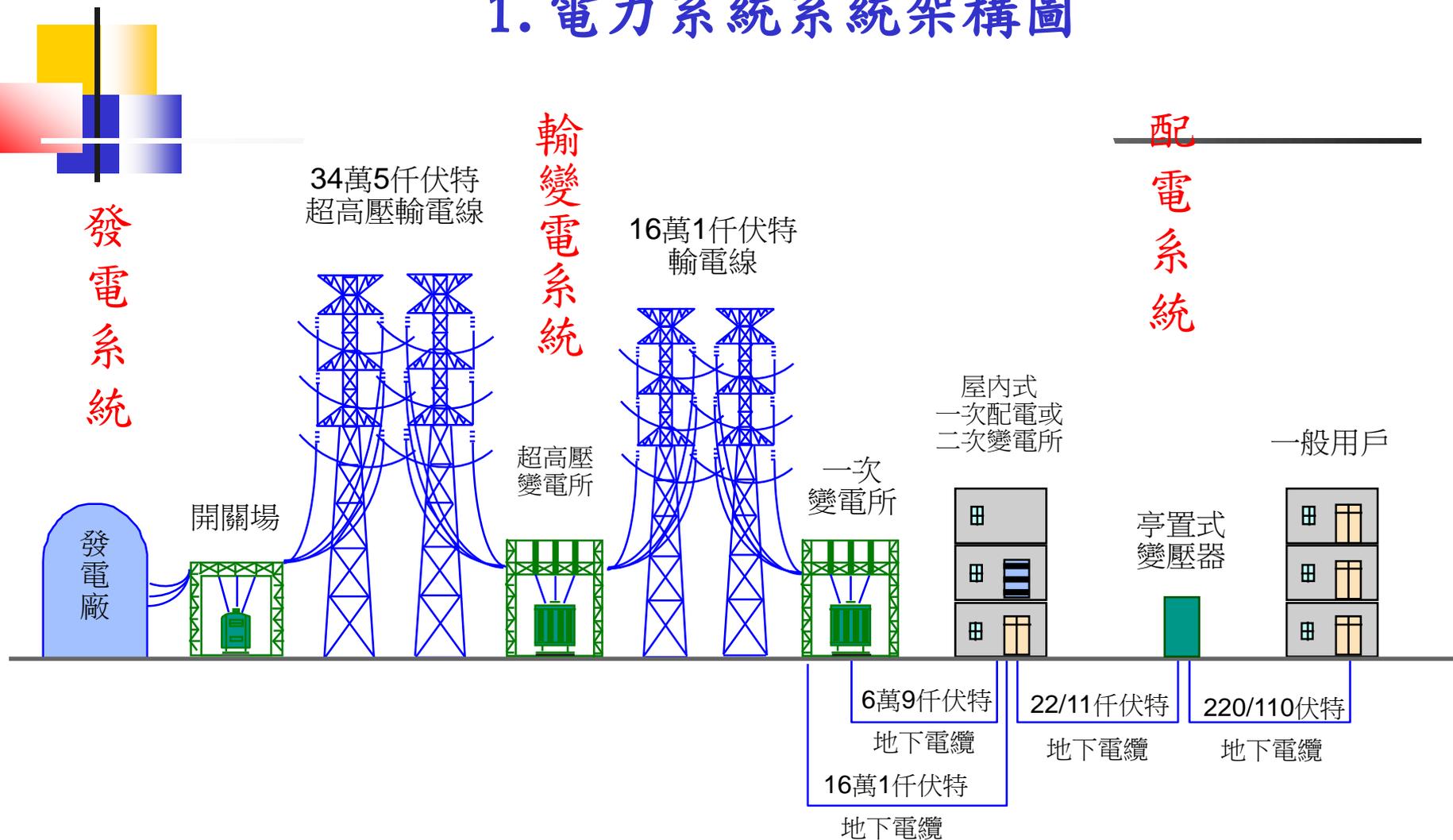


壹、電力系統概況

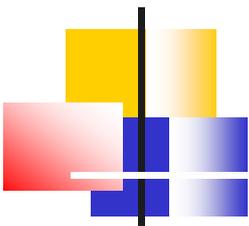
- 一、電力公司電力系統
- 二、用戶電力系統
- 三、用戶用電分佈

一、電力公司電力系統

1. 電力系統系統架構圖



2. 電力系統日負載曲線



夏季用電尖峰

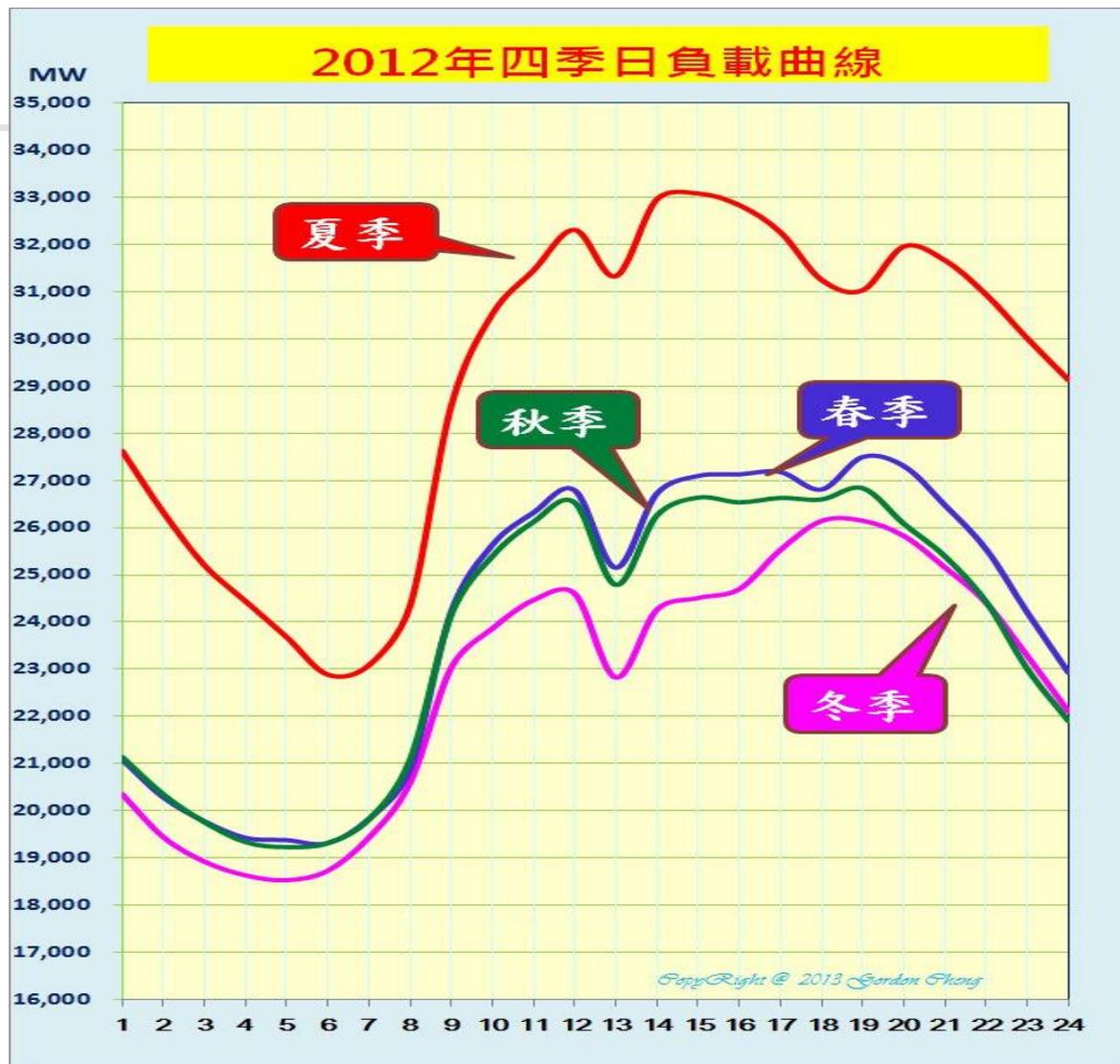
6~9月份

每日尖峰負載

11時, 15時, 20時

歷年來尖峰負載成長

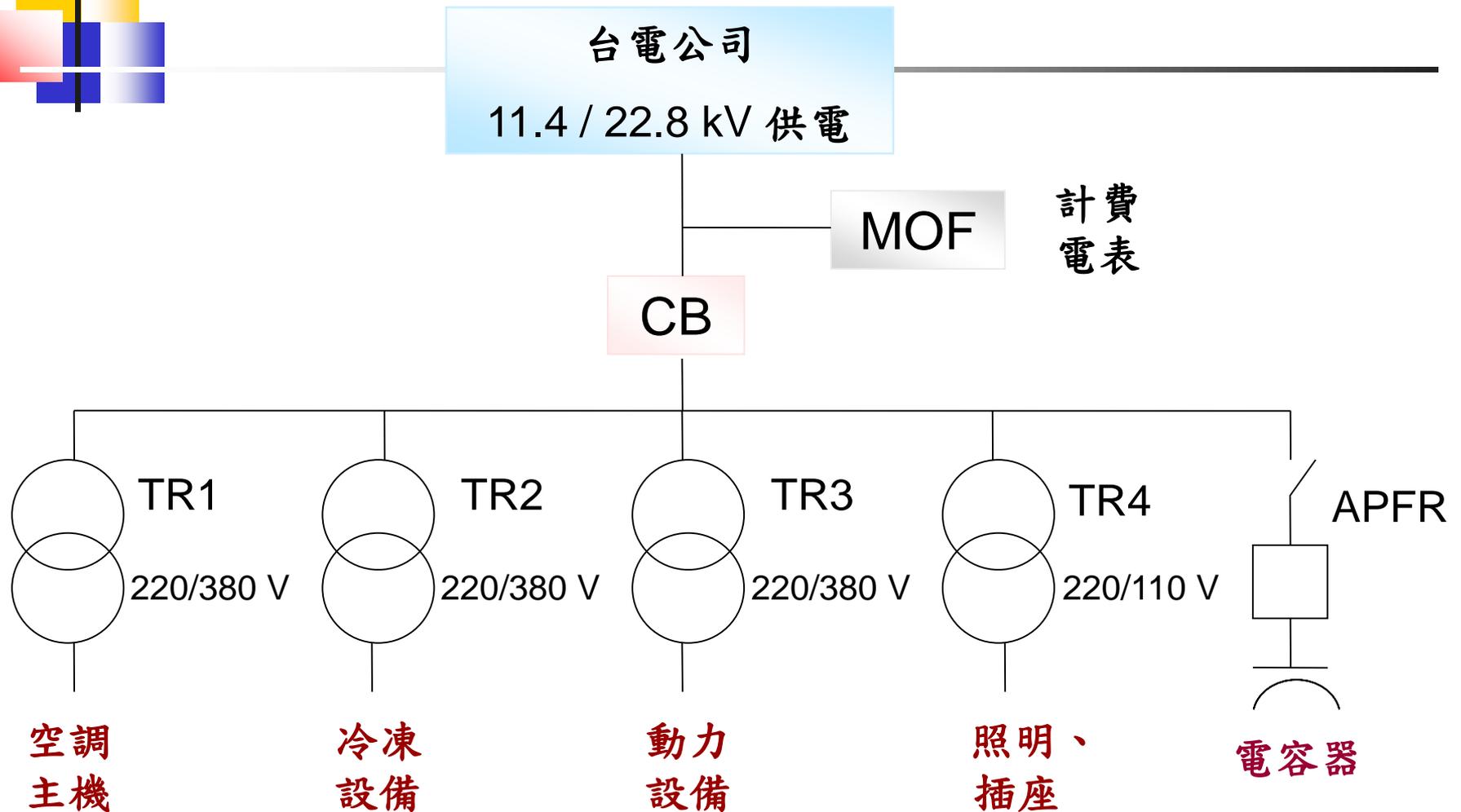
年度	尖峰負載
102年	3395萬瓩
103年	3482萬瓩
104年	3524萬瓩
105年	3586萬瓩
106年	3626萬瓩
107年	3691萬瓩



2019/9/24

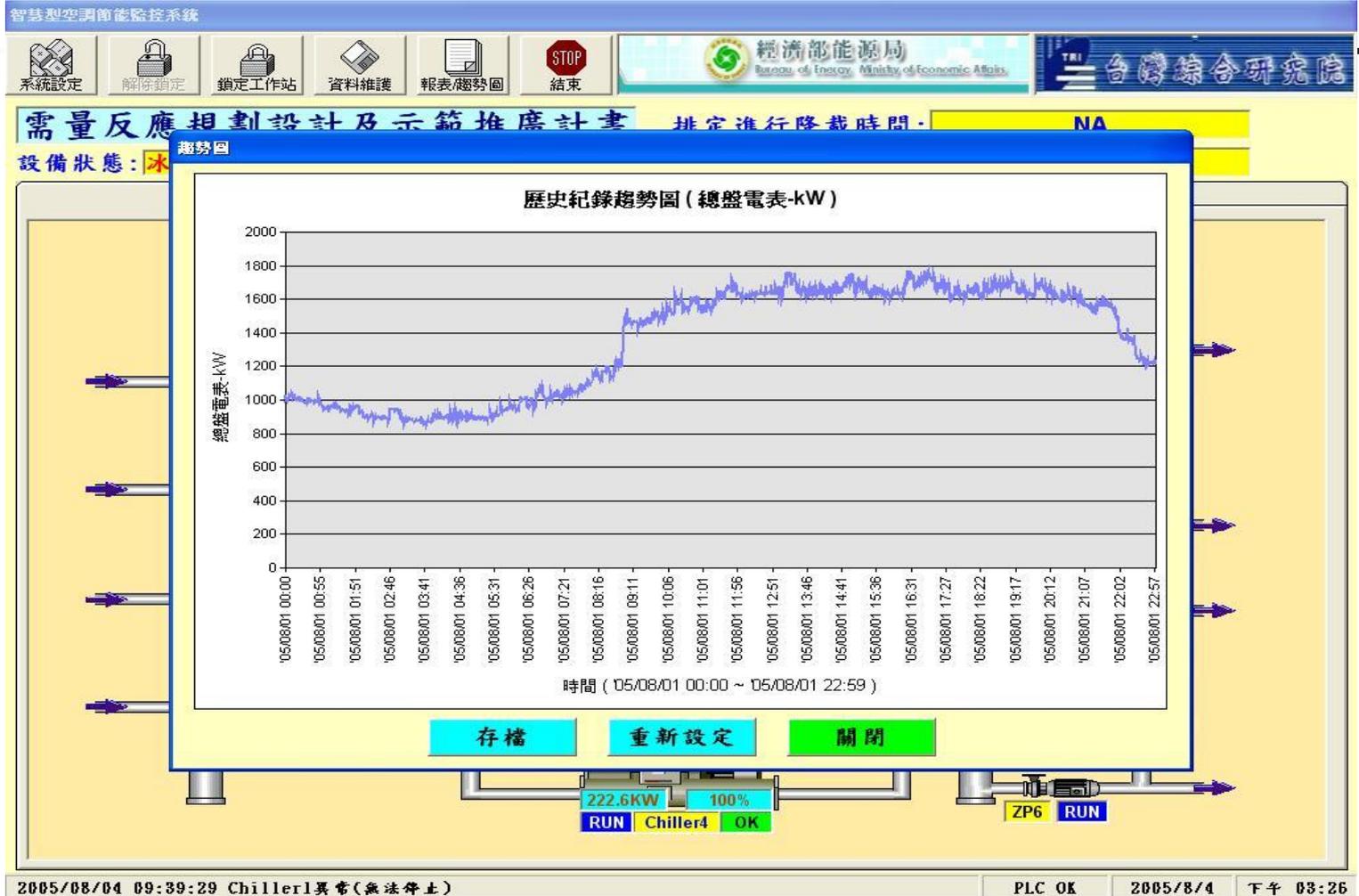
二、用戶電力系統

1. 一般高壓供電配電系統示意單線圖



2019/9/24

2. 日負載曲線圖操作畫面



2019/9/24

商業大樓

三、用戶用電分佈

用電場所	用電分佈 (佔比)			
	空調 (%)	照明 (%)	冷凍冷藏 (%)	動力 (%)
量販店	45	29	17	12
超級市場	6.7	23.7	57.7	11.8
購物中心	47	30	23	

三、用戶用電分佈

用電場所	用電分佈 (佔比)			
	空調 (%)	照明 (%)	動力 (%)	其他 (%)
政府機關	56.3	18.0	6.7	19.0
旅館業	47	28.5	11.8	
百貨業	45.6	48.2	6.2	

2019/9/24

貳、電力用電設備

(一)、電力用電設備供電階段劃分

1. 供電端

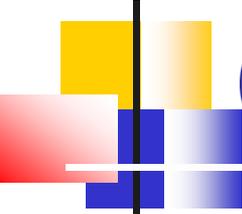
發電廠、輸電線、變電所、配電線路

供電可靠、電力品質改善

2. 用電端

受電設備、生產動力、照明設備、空調設備

用電安全、用電效率提升



(二)、用電設備功能別劃分系統(1/2)

1. 依功能別劃分系統

(1). 電力系統

(2). 動力系統

(3). 電熱系統

(4). 空調系統

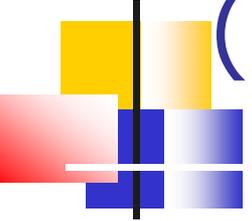
(5). 照明系統

(6). 空氣壓縮系統

(7). 排水系統

(8). 消防系統

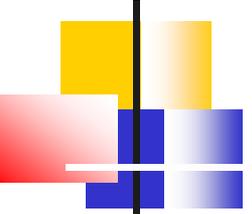
(9). 辦公室設備



(二)、用電設備功能別劃分系統(2/2)

2. 各系統之用電設備

- (1). 電力設備如變壓器、電容器
- (2). 空調設備及空調系統
- (3). 電熱設備如熱泵、熱水器、現煮設備
- (4). 照明設備
- (5). 動力設備如電動機、變頻器、電梯、抽排水
- (6). 其他如辦公室用電



參、用電設備裝置安全規範

(依據用戶用電設備裝置規則之規定)

一、用電設備裝置安全之重點

- (一) 導線
- (二) 安全容量
- (三) 過電流保護
- (四) 接地

二、低壓配電線路裝置

- (一) 通則
- (二) 金屬與非金屬管配線
- (三) 低壓電力裝置

三、空調設備之裝置

實例介紹

一、用電設備安全之重點

(一) 導線

第一章總則 第五節導線

第10條

屋內線導線應依左列規定辦理：

- 一、屋內配線之導體，其**導電率**應符合國家標準之規定。
- 二、**各種電線之導體**除匯流排及另有規定得用鋁質外，**應為銅質者**。
- 三、低壓配線應具有適用於**600伏之絕緣等級**。
- 四、絕緣**軟銅線**適用於**屋內配線**，絕緣**硬銅線**適用於**屋外配線**。
- 五、花線之使用依第二章第二節規定辦理。

說明

- ✓ **導電率**：CNS10913電工用銅材電阻係數及導電率。
IACS標準銅導電率為100%，導電率大小影響導線之電阻值。
- ✓ **軟銅線**導線率約為純銅99~100%，耐張強度較差，適合於**屋內配線**；
硬銅線導線率約為純銅97~99%，耐張強度較高，適用於**屋外配線**。

(二) 安培容量

第一章總則

第六節安培容量

第16條

絕緣電線之安培容量應符合左列規定：

- 一、常用絕緣電線按其**絕緣物容許溫度**如表16-1所示。
- 二、絕緣電線按磁珠磁夾板配線，其安培容量如表16-2所示。
- 三、絕緣電線按**導線管槽配線時，其安培容量**如表16-3至表16-6所示。
- 四、絕緣電線按PVC管配線時，其安培容量如表16-7所示。
- 五、絕緣電線裝於**周溫高於攝氏35度處所**，其安培容量應乘以表16-8所列**修正係數**。

第17條(節錄)

絕緣電纜之安培容量應符合左列規定：

- 一、600伏電纜其內部絕緣物容許溫度可分為攝式**60度、75度、80度及90度**，其安培容量如表16-3至表16-6所示。

第一章總則 第六節安培容量

表16-1：低壓絕緣電線之最高容許溫度表

絕緣電線之種類	絕緣物之種類	絕緣物容許溫度°C
1. PVC電線	聚氯乙炔 PVC	60
2. RB電線	橡膠 Rubber	
3. 耐熱PVC電線	耐熱聚氯乙炔	75
4. PE電線 POLYETHYLENE	聚乙烯 PE 橡膠	
5. SBR電線 STYRENE BUTADIENE RUBBER	苯乙烯丁二烯橡膠	
6. 聚氯丁二烯橡膠絕緣電線	聚氯丁二烯 Polychloroprene 橡膠	
7. EP橡膠電線 ETHYLENE PROPYLENE RUBBER	乙丙烯橡膠	90
8. 交連PE電線 CROSSLINKED POLYETHYLENE	交連聚乙烯 XLPE	
9. 氯磺化聚乙烯橡膠絕緣電線 CHLOROSULFUMATED POLYETHYLENE	氯磺化聚乙橡膠	

第一章總則 第六節安培容量

表16-3：導線管槽配線(導線絕緣物溫度60°C者)安培容量表 (周溫35°C以下)

線別	銅導線		同一導線管內之導線數						
	公稱截面積 (平方公厘)	根數/直徑 (公厘)	3以下	4	5~6	7~15	16~40	41~60	61以上
			安培容量(安培)						
單線		1.6	15	15	14	12	11	10	8
		2.0	20	20	17	15	13	12	11
		2.6	30	27	24	21	19	17	15
絞線	3.5	7/0.8	20	20	17	15	13	12	11
	5.5	7/1.0	30	28	25	22	19	17	14
	8	7/1.2	40	35	30	27	24	22	19
	14	7/1.6	55	50	45	40	35	30	25
	22	7/2.0	70	65	60	50	45	40	35
	30	7/2.3	90	80	70	60	55	50	45
	38	7/2.6	100	90	80	70	65	55	50
	(以下略)								

註：一、本表適用於金屬管配線、電纜、可撓管配線及金屬線槽配線。

二、本表所稱導線數不包括中性線、接地線、控制線及訊號線。但單相三相式或三相四線式電路供應放電燈管者，因中性線有第三諧波電流存在，仍應計入。

第一章總則 第六節安培容量

表16-8：絕緣導線於周溫超過**35°C**時之修正係數

周圍溫度 (°C)	絕緣物最高容許溫度			
	60°C	75°C	80°C	90°C
40	0.90	0.94	0.94	0.96
45	0.78	0.87	0.87	0.90
50	0.64	0.79	0.80	0.85
55	0.45	0.71	0.74	0.80
60		0.62	0.67	0.74
65		0.50	0.58	0.67
70		0.36	0.48	0.61
75			0.34	0.53
80				0.43
85				0.30

(三)過電流保護

第一章總則

第十節過電流保護

第50條 斷路器應符合左列規定：

- 一、斷路器之標準額定電流值為：**10**、15、20、**30**、40、**50**、60、**70**、75、**90**、**100**、125、150、175、200、**225**、250、300、350、**400**、500、**600**、**700**、**800**、**1000**、**1200**、**1600**、**2000**、**2500**、**3000**、**4000**。
- 二、斷路器之安排及裝置應使其動作時不致傷及操作人員。
- 三、斷路器應能指示**啟斷或閉合電路之位置**。
- 四、斷路器應有耐久而明顯之標示，用以表示其**額定電流、啟斷電流、額定電壓及廠家名稱或其代號**。



第一章總則 第十節過電流保護

第57條

過電流保護裝置，應裝置於保護箱內，但其構造已有足夠之保護或裝置於無潮濕或無接近易燃物處所之配電盤著，得免裝設該保護箱。過電流保護裝置如裝於**潮濕處所**。其保護箱應屬**防水型者**。

說明

- ＞過電流保護裝置原則上應有密封之外箱保護。
- ＞於潮濕處所採用防水型開關箱，可避免濕氣侵入箱內，造成漏電或過電流保護裝置因潮濕而使絕緣劣化。

無熔絲斷路器(NFB)

主要規格：極數(P)、框架容量(AF)、
額定電流(AT)、啟斷電流(Ic)



(四) 接地

第一章總則 第八節 接地

第26條(節錄)

接地導線之大小應符合左列規定之一辦理：

四、第三種接地：**(低壓用電設備接地)**

(三)用電設備單獨接地之接地線或用電設備與內線系統共同接地之
連接線按**表26-2**規定。

說明

- ✓ **接地線線徑：依據過電流保護器之額定**，如NFB跳脫值(AT)選擇。
 - 20A以下，採用1.6mm或2mm²、
 - 30A以下，採用2.0mm或3.5mm²、
 - 60A以下，採用5.5mm²、
 - 100A以下，採用8mm²、
 - 200A以下，採用14mm²。
 - 以下省略，參考表26-2。

第一章總則 第八節接地

第27條(節錄)

接地系統應符合左列規定施工：

- 六、**接地線以使用銅線**為原則，可使用裸線、被覆線或絕緣線。個別被覆或絕緣之接地線，其外觀應為**綠色或綠色加一條以上之黃色條紋**者。
- 八、**被接地導線**之絕緣皮應使用**白色或灰色**，以資識別。
- 十一、低壓**用電設備應加接地**者如左：
 - (一)**低壓電動機之外殼**。
 - (二)金屬導線管及其連接之金屬箱。
 - (三)非金屬管連接之金屬配件如配線對地**電壓超過150伏**或配置於**金屬建築物上或人可觸及之潮濕處所**者。
 - (六)**對地電壓超過150伏之其他固定設備**。
 - (七)對地電壓在**150伏以下之潮濕危險處所之其他固定設備**。

第一章總則 第八節接地

說明

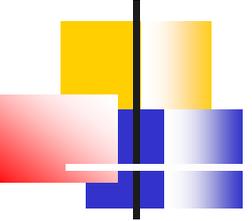
- ✓ 接地線線徑：依據過電流保護器之額定，如NFB跳脫值(AT)選擇。
20A以下，採用1.6mm或2mm²、
30A以下，採用2.0mm或3.5mm²、
60A以下，採用5.5mm²、
100A以下，採用8mm²、
200A以下，採用14mm²。
以下省略，參考表26-2。
- ✓ 接地線(設備接地)外觀為綠色或綠色加一條以上之黃色條紋；
被接地導線(中性線)之絕緣皮應使用白色或灰色。
- ✓ 常見應加接地之設備：(非帶電金屬部分)
低壓電動機之外殼、
金屬管、分電箱、
人可觸及潮濕處所之用電設備、
對地電壓超過150伏之其他固定設備，如冷氣機、電熱水器。
對地電壓在150伏以下之潮濕危險處所設備，如洗衣機、電熱水器。

第一章總則 第八節接地

第28條(節錄)

用電設備應符合左列規定之一接地：

- 一、金屬盒、金屬箱或其他**固定設備之非帶電金屬部分**，按左列之一施行接地：
 - (二)在**導線管內或電纜內多置一條地線**與電路導線共同配裝，以供接地。該地線絕緣皮，應使用**綠色**，但得不絕緣。
 - (三)個別裝設地線，以供接地。
- 二、**移動設備之接地**應按左列方法接地：
 - (一)採用**接地型插座**(Grounding Receptacles)，且該插座之固定接地接觸極應予妥接地。
 - (二)移動電具之**引接線中多置一地線**，其一端接於接地插頭之接地極，另一端接於電具之**非帶電金屬部分**。
 - (三)**220伏額定冷氣機**、電灶、乾衣機，其電源如由單相三線110/220伏之專用分路供應，**電路之中性線(被接地之一線)得作為地線**，以供接地。



二、低壓配電線路裝置

(一)通則

1. 電壓降
2. 導線絕緣
3. 導線與外物間隔
4. 幹線與分路

1. 電壓降

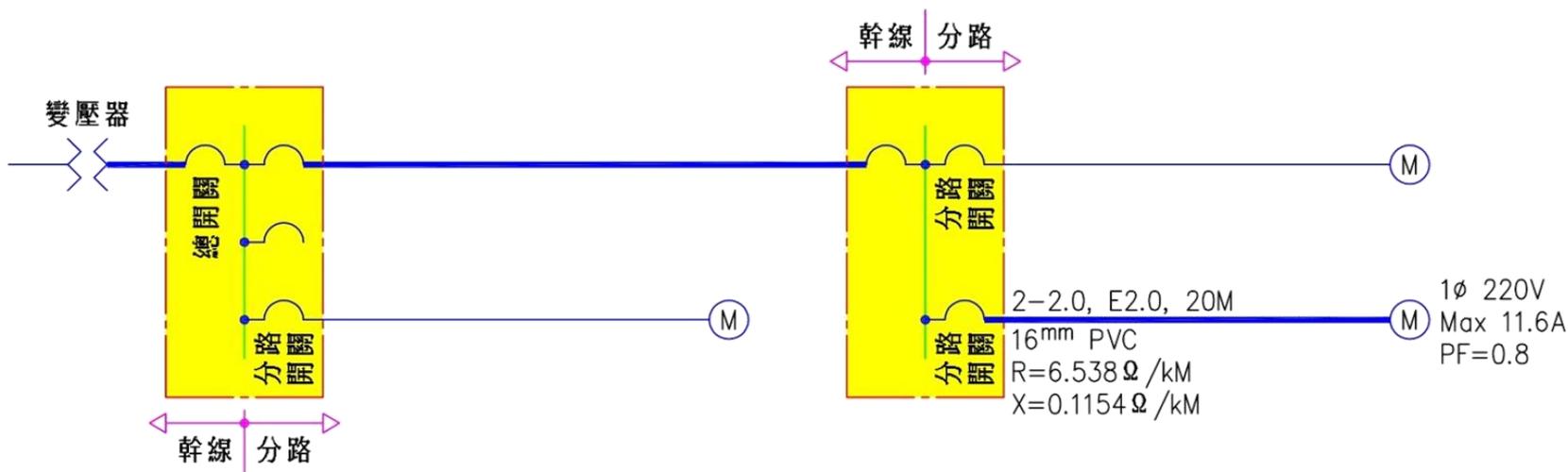
第一章總則 第四節電壓降

第9條

供應電燈、電力、電熱或該等混合負載之低壓幹線及其分路，其電壓降均不得超過標稱電壓**百分之3**，兩者合計不得超過**百分之5**。

說明

- ✓ **幹線**：由總開關接至**分路開關**之線路。
- ✓ **分路**：係指最後一個過電流保護裝置與導線出線口間之線路。
- ✓ **分路開關**：用以啟閉**分路**之開關。



2. 導線絕緣

第二章電燈及家庭用電器具 第一節通則

第78條

線路裝置應符合左列規定：

- 一、線路應裝置於不易觸及且不易受外物損傷之處所。
- 二、在有震動及可能發生危險之地點，不得裝置線路。
- 三、絕緣導線除電纜另有規定外，不得與敷設面直接接觸亦不得嵌置壁內。
- 四、線路貫穿建築物或金屬物時，應有適當之保護，以避免擦傷導線。

說明

- ✓ 線路應有適當保護、避免受到外力破壞或設於震動或易於發生危險之地點，以維持供電可靠度。
- ✓ 避免人員觸及或與敷設面接觸，防止漏電時，造成感電事故，確保用電安全。

3. 導線與外物間隔

第二章電燈及家庭用電器具 第一節通則

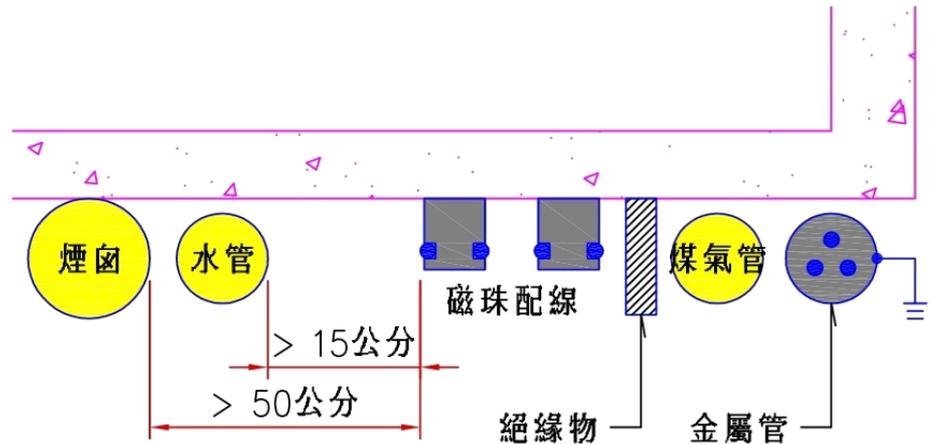
第79條

屋內線路容許間隔應符合左列規定之一：

- 一、屋內線路與電訊線路、水管、煤氣管及其他金屬物間，應保持**150公厘以上**之距離，如無法保持該項規定距離，其間應加裝**絕緣物**隔離，或採用**金屬管**、**電纜**等配線方法。
- 二、屋內線路與煙囪、熱水管或其他發散熱氣之物體，應保持在**500公厘以上**之距離，但其間有隔離設備者，不在此限。

說明

- ✓ 屋內線路為避免干擾電訊訊號、造成漏電、或氣爆，需與其他管路保持安全距離。
- ✓ 屋內線路為防止周溫上升，降低安培容量，需與熱源保持距離。



4. 幹線與分路

第二章電燈及家庭用電器具 第三節分路與幹線

第103條

分路之設置規定如下：

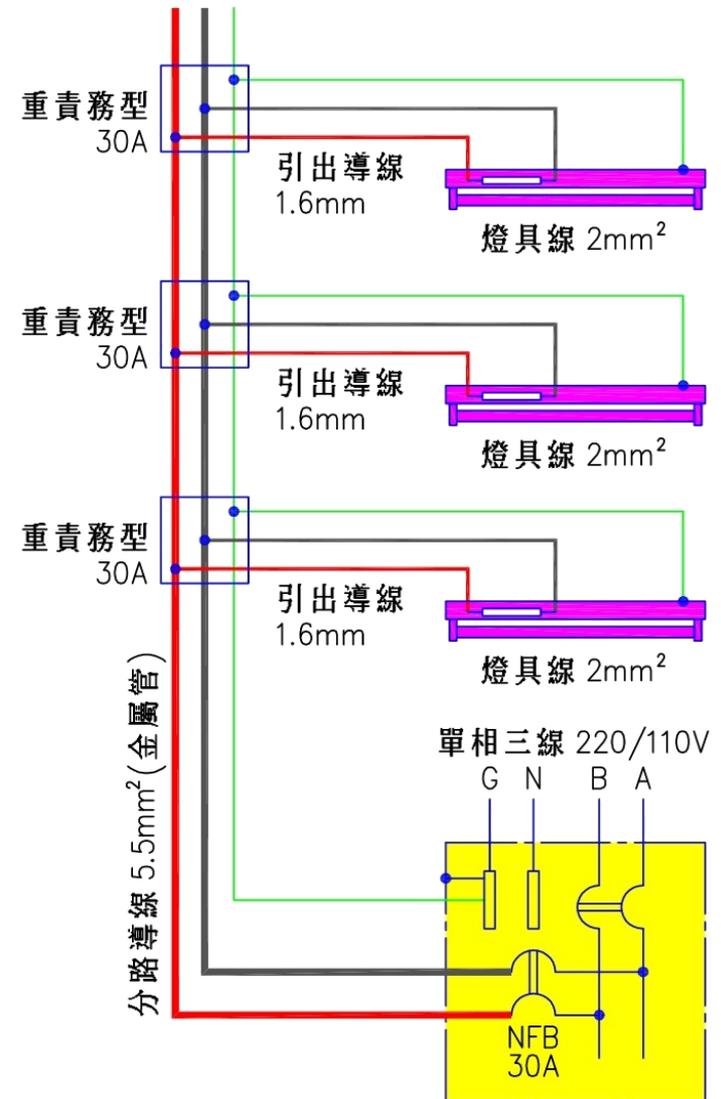
- 一、分路導線安培容量應不小於**所供應負載最大電流**；供應移動性負載插座分路，其導線之安培容量應不小於**分路保護額定**。
- 二、分路之設置，分路額定**50安以下**採用**金屬管**配線時，應按**表103**選用；若採非金屬管配線或分路額定大於50安者，其最小分路導線線徑，應依第16條規定修正。
- 三、非金屬管配線在三條以下者，周溫在攝氏35度以下時，線徑為2.0公厘之分路導線得用於保護額定為**20安**之分路。

說明

- ✓ **已知固定負載**，依最大負載電流選用分路導線(**電動機**負載除外)；**移動性負載**，依分路保護額定電流選用分路導線。
- ✓ **表16-7**，非金屬管配線每管三條以下，線徑2.0公厘之導線安培容量為**19安**。本處放寬可使用於保護額定為**20安**之分路。

表103：分路之設置

分路額定	15AT	20AT	30AT	40AT	50AT
最小線徑					
分路導線	1.6mm	2.0mm	5.5mm ²	8mm ²	14mm ²
引出導線	1.6mm	1.6mm	1.6mm	2.0mm	2.0mm
燈具線及花線	.75mm ²	.75mm ²	2mm ²	3.5mm ²	3.5mm ²
過電流保護	15A	20A	30A	40A	50A
最大裝接負載	15A	20A	30A	40A	50A
出線口器具 燈座型式 插座額定(A)	一般型 式最大 15	一般型 式最大 15或20	重責 務型 30	重責 務型 40或50	重責 務型 50



(二)、金屬與非金屬管配線

第四章低壓配線方法 第五節金屬管配線

第219條

金屬管配成之導線應符合左列規定：

- 一、金屬管配線應使用絕緣線。
- 二、導線直徑在3.2公厘以上者應使用絞線，但長度在1公尺以下之金屬管不在此限。
- 三、導線在金屬管內不得接線。

說明

- ✓ 金屬管或非金屬管配線，非接地導線、被接地導線及接地導線均需維持良好之絕緣，以免線路短路。
- ✓ 導線於金屬管或非金屬管內接續，日後如有故障，將使維護增加困難度。

第四章低壓配線方法 第五節金屬管配線

第222條

金屬管徑之選定應符合左列規定：

- 一、線徑相同之導線穿在同一管內時，管徑之選定按表222-1、表222-2及表222-3。
- 二、管長6公尺以下且無顯著彎曲及導線容易更換者，如穿在同一管內之線徑相同且在8平方公厘以下按表222-4選用，其餘可依絞線與絕緣皮截面積總和不大於表222-5或表222-6中導線管截面積之百分之60選定。
- 三、線徑不同之導線穿在同一管內時，可依絞線與絕緣皮截面積總和不大於表222-5或表222-6導線管截面積之百分之40選定。

說明

- ✓ 線徑相同時，所有導線(完成外徑)截面積總和不得超過導線管內淨截面積之60%；線徑不同時，則不得超過導線管內淨截面積之40%。

第四章低壓配線方法 第五節金屬管配線

表222-5：厚導線管
截面積之40%及60%

管徑 (mm)	截面積 之40% (mm ²)	截面積 之60% (mm ²)
16	84	126
22	150	225
28	251	376
36	427	640
42	574	862
54	919	1373
70	1520	2281
82	2126	3190
92	2756	4135
104	3554	5331

橡膠絕緣電線截面積
(CNS 675)

導線線徑 (mm) (mm ²)	完成外徑 (mm)	截面積 (mm ²)
1.6	5.0	19.6
2.0	5.4	22.9
3.5	5.8	26.4
5.5	6.4	32.2
8	7.4	43.0
14	8.6	58.1
22	10.6	88.2
30	11.5	103.9
38	12.5	122.7
(以下略)		

說明

- ✓ 3條22mm²橡膠絕緣電線+1條8mm²，總截面積3*88.2+43=307.6mm²。
- ✓ 以導線管40%截面積，應選用36mm管徑之厚導線管。

第四章低壓配線方法 第六節非金屬管配線

第239條

非金屬管配線應符合左列規定：

- 一、非金屬管係指PVC所製成之電氣用塑膠導線管。
- 二、導線管之規範以國家標準為準。

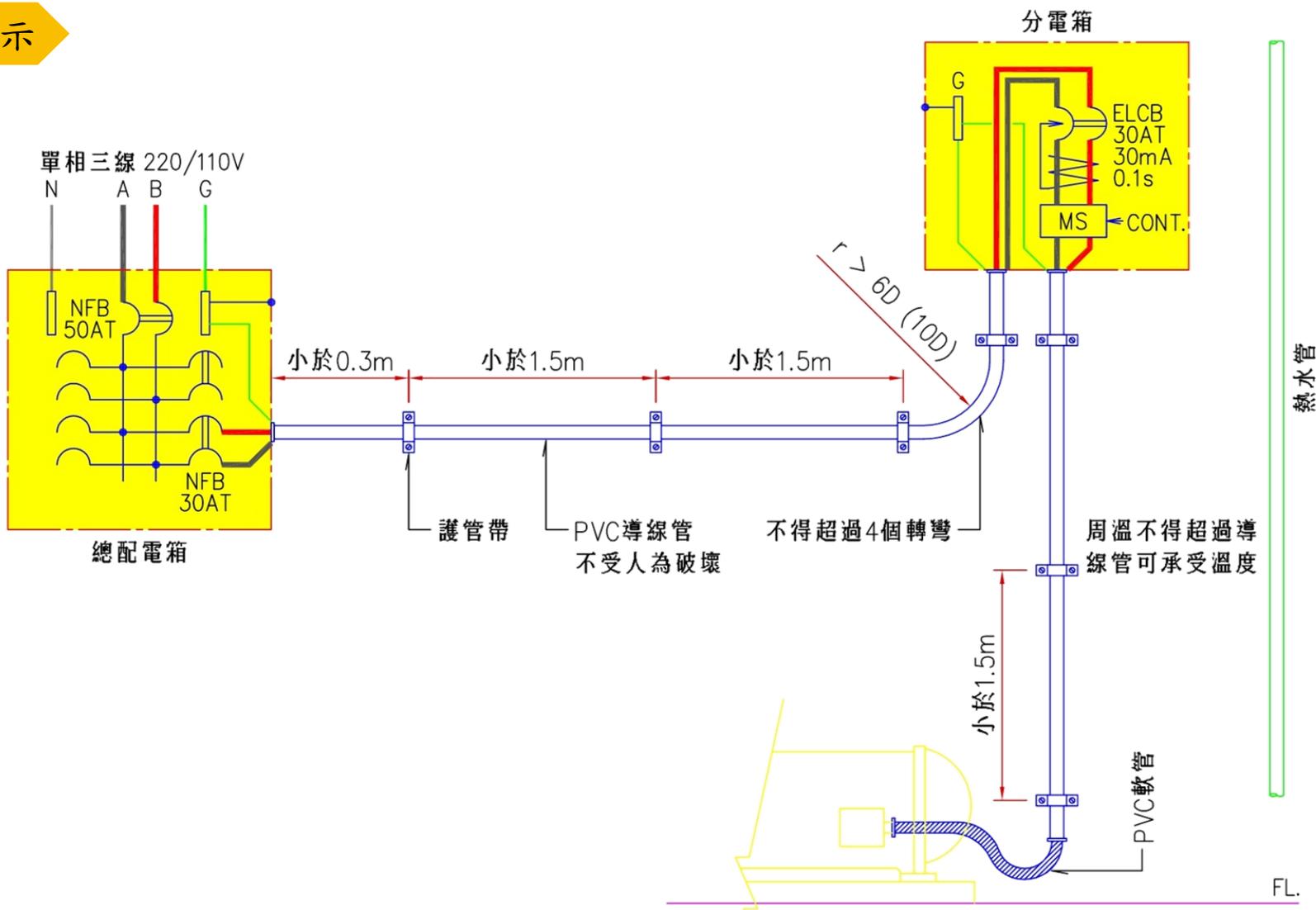
第240條(節錄)

非金屬管適用範圍應符合左列規定：

- 一、600伏以下者。
 - (一)埋設於牆壁、地板及天花板內。
 - (四)潮濕處所其裝置應能防止水份侵入管中。且各項配件應能防銹
 - (五)在第241條未禁止之乾燥及潮濕場所。
 - (六)不受人為破壞之明管裝置場所。

第四章低壓配線方法 第六節非金屬管配線

圖示



(三)、低壓電力裝置

1、電動機之安全保護

A. 規劃原則

(1). 分路之保護

a. 導線之安培容量：

應大於電動機額定電流之**1.25**倍

b. 過電流保護之額定：

應大於電動機額定電流之**1.25**倍

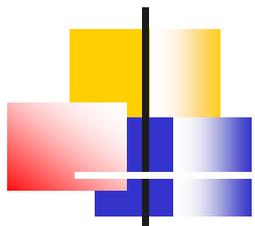
(2). 幹線之保護

a. 導線之安培容量：

應大於分路中電動機額定電流之和+分路中最大一台電動機額定電流×**25%**

b. 幹線過電流保護之額定：

應大於分路中電動機額定電流×**1.5**倍+分路中其他各台電動機額定電流之和



2. 低壓電力裝置相關規定

屋內線路裝置規則安裝摘要說明

第153條

標準電動機分路應包括左列各部分(如圖153所示)。

前項圖153之分路導線及設備，應依左列規定辦理：

- 一、幹線分歧線路(W1)：自幹線分歧點至分路過電流保護器長度在3公尺以下，不受需達幹線載流量之限制；長度不超過8公尺，不得低於幹線載流量三分之一；長度超過8公尺則應與幹線具有同等之載流量。
- 二、分路配線(W2)：自分路過電流保護器至電動機之線路，其載流量應符合第157條規定。
- 三、電動機控制線路(W3)：該控制線路應有適當過電流保護設備。但額定20安以下之分路，其控制線線徑在0.75平方公厘以上者，視為已受分路過電流保護器保護。額定超過20安之分路，其控制線在操作器內且其載流量在分路導線載流量四分之一以上者，或其控制線在操作器外且其載流量在分路導線載流量三分之一以上者，得免加裝過電流保護設備。

2. 低壓電力裝置相關規定

屋內線路裝置規則安裝摘要說明

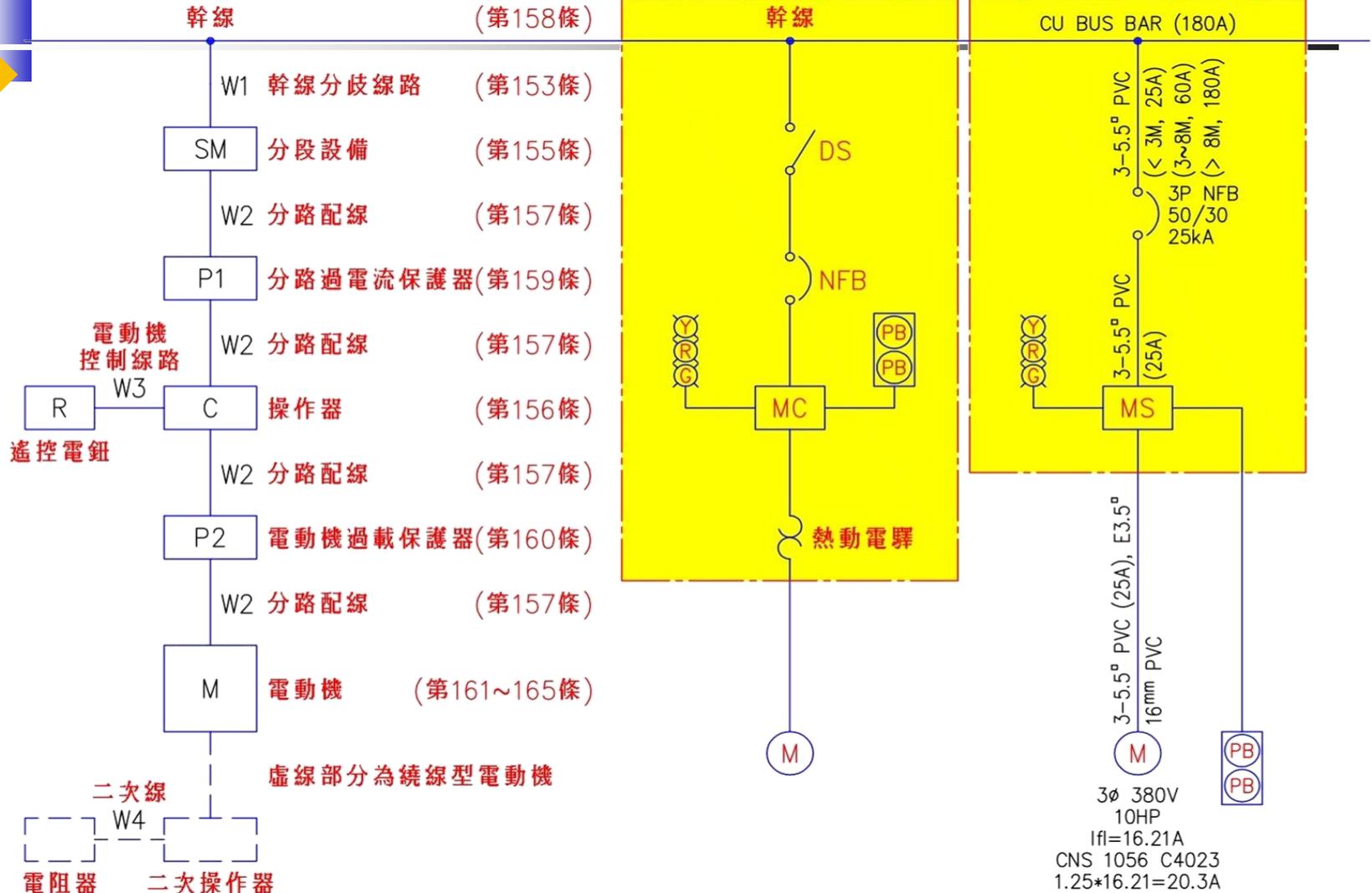
第153條(續前頁)

- 四、**二次線(W4)**：繞線型電動機自轉子至二次操作器間之二次線。其載流量應不低於二次**全載電流之1.25倍**。但非連續性負載，得以溫升限制為條件，選擇較小導線。
- 五、**分路過電流保護器(P1)**：該保護器用以保護分路配線、操作器及電動機之過電流、短路及接地故障。
- 六、**分段設備(SM)**：其主要用途係當電動機或操作器檢修時，用以隔離電路。
- 七、**電動機過載保護器(P2)**：該器旨在保護電動機、分路導線及其本身(指過載設備)免因電動機過載而燒損。
- 八、**操作器(C)**：該器用以操作電動機之運轉，如操作電動機之起動、停止、反向或變速，宜裝於鄰近電動機，俾操作者能視及電動機之運轉。

(2) 低壓電力裝置相關規定

屋內線路裝置規則安裝摘要說明

圖 153



三、空調設備之裝設

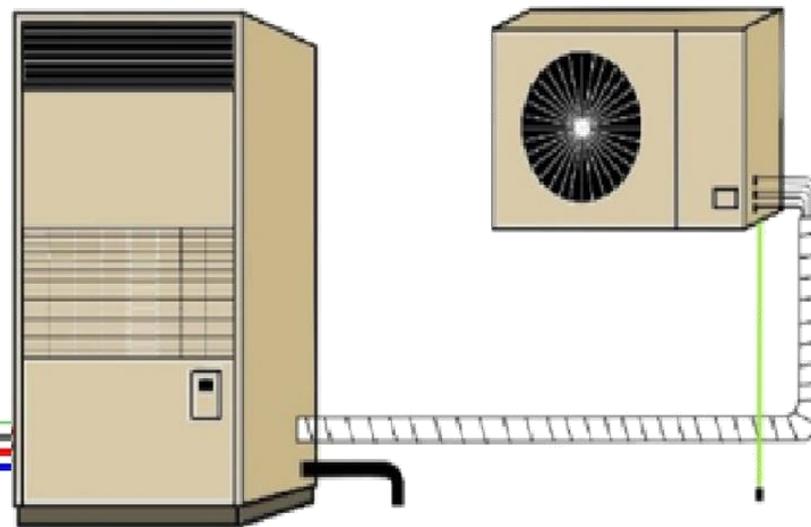
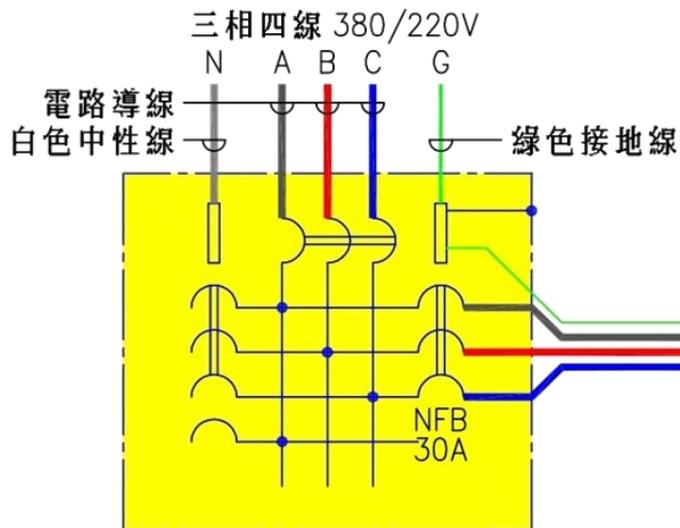
實例介紹：氣冷式冷氣

- 氣冷式冷氣安裝配管、配線與「用戶用電裝置規則」規定提示：
 - 一、冷氣額定電壓、冷房能力、消耗功率(額定電流)。
 - 二、冷氣安裝位置。
 - 三、配管、配線裝置法。



設計案例：氣冷式冷氣

圖示

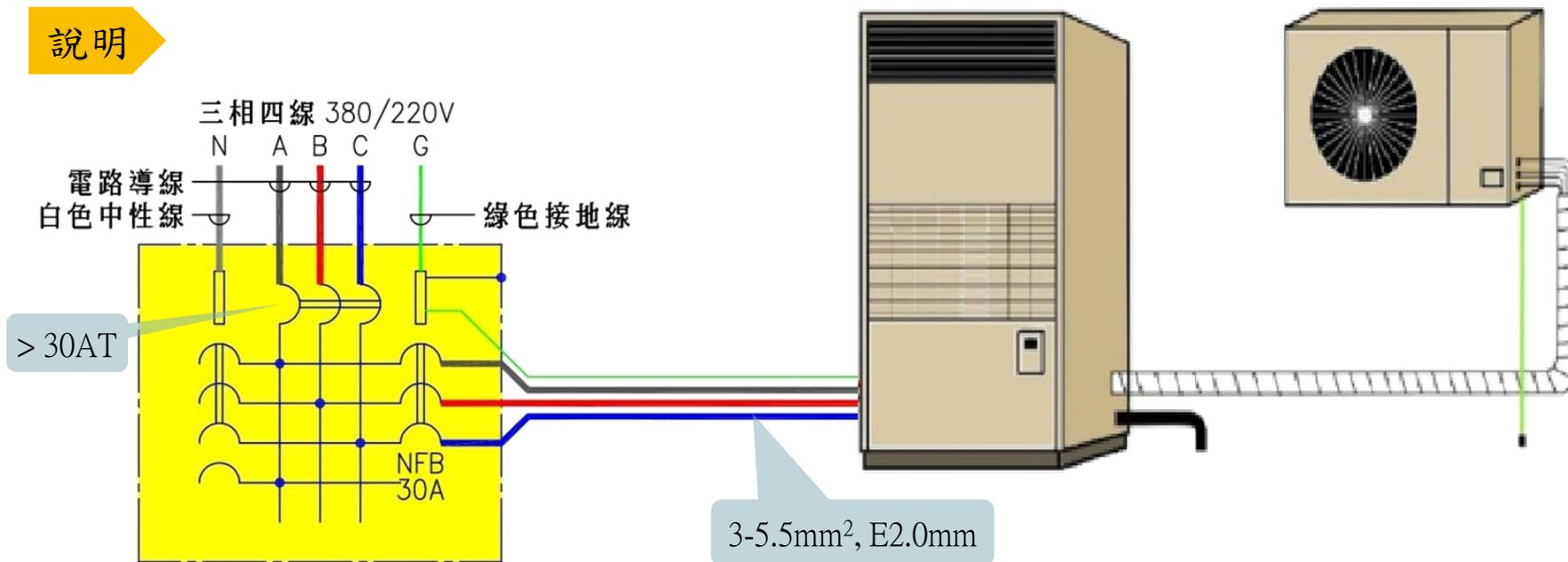


氣冷式冷氣設計案例：

- 3相380V、冷房能力32kW、消耗功率8.9kW、功因0.8，額定電流16.9A。
- 總配電箱及室內機設於室內；室外機設於屋外。
- 配線採用PVC電線，配管採用EMT金屬管。室內機接室外機配線採用銅線，並用PVC絕緣帶包覆。

設計案例：氣冷式冷氣

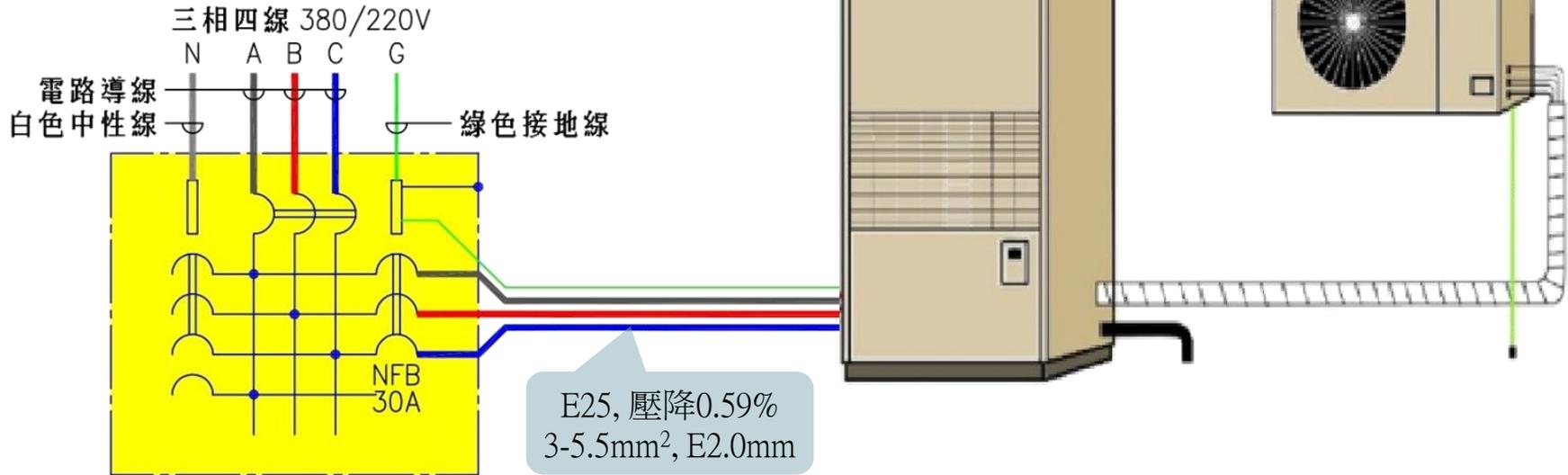
說明



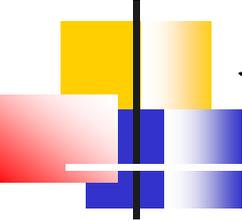
- 3相380V冷氣機、額定電流16.9A，總配電箱至室內機間導線安培容量需大於 $1.25 * 16.9 = 21.1A$ (第12條、第157條)，採用PVC 5.5mm² (30A，表16-3)。
- 考慮啟動電流，分路NFB採用約2倍額定電流者，30AT。此時總開關應大於30AT，以符合NFB上下游協調。若原有總開關容量不足30AT而需放大時，應連同進屋線一併依照管線安培容量更換。

設計案例：氣冷式冷氣

說明

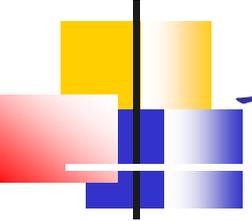


- 綠色接地線依據30AT NFB採用2.0mm。(表26-2)
- 總配電箱至室內機間有3條5.5mm² PVC, 1條2.0mm PVC, 配管採用E25 EMT管(表222-2)。
- 總配電箱至室內機間距離24公尺, 分路壓降
$$= \sqrt{3} * 16.9 * 0.024 * (3.853 * 0.8 + 0.1437 * 0.6) / 380 * 100 = 0.59\% < 3\% \quad \leftarrow$$



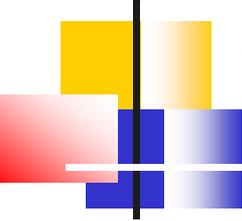
肆、節能技術應用

- 一、高效率用電設備或器具
- 二、提高用電效率
- 三、電力監控系統
- 四、負載管理



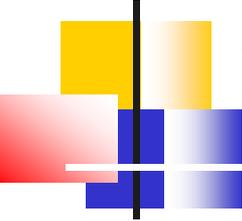
一、高效率用電設備或器具

1. 節能標章
2. 能源效率標示
3. 高效率馬達



1. 節能標章

- (1). 主辦單位：經濟部能源局
- (2). 意義：節能標章代表設備及器具能源效率比
國家認證標準(CNS)高10~50%。
- (3). 目的：
 - (1). 由政府推動自發性認證標章
 - (2). 為高效率產品之辨識標章



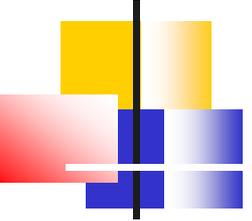
1. 節能標章

(4). 核證產品

- a. 目前核證共有310家，7009件節能標章產品。
- b. 產品為家電產品，包括冷氣機、電扇、電冰箱、除濕機、電視機、螢光燈、LED燈、電鍋、影印機等。

(5). 節能標章





2. 能源效率標示

(1). 主辦單位：經濟部能源局

(2). 依據：能源管理法第14條規定：

廠商製造或進口中央主管機關指定之使用能源設備或器具供國內使用者，其能源設備或器具之能源效率應符合中央主管機關容許耗用能源之規定，並應標是能源耗用量及其效率。不符合前項容許耗用能源規定之能源設備或器具，不准進口或在國內銷售。

(3). 執行方式

2017年7月開始實施，為強制性能源效率分級標章。

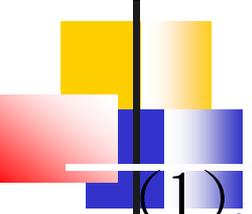
2. 能源效率標示

(4). 產品項目

- a. 窗型集箱型冷氣機、電冰箱、洗衣機、熱水器、瓦斯爐、汽、機車等。
- b. 冷氣機與電冰箱能源使用效率分一到五級，一級最省電依次排列。

(5). 能源效率標示圖樣





3. 高效率電動機

(1). 電動機效率

效率=機械能輸入/電能輸入

(2). 電動機效率標準

A. 國內電動機效率標準自2017年7月起實施**IE3**級

國際間電動機效率標準可分為IE1(標準)IE2(高級)IE3(優級)IE4(特優級)

B. 高效率電動機主要是製造材料與內部轉子定子製造精密程度不同(如矽鋼片、繞線、銅線質與量等)

C. 現行CNS標準

a. 一般低壓三相鼠籠型感應電動機(CNS10323)效率標準

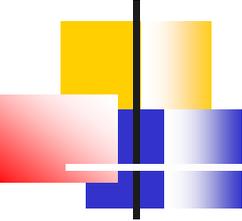
1HP-68%, 10HP-83%, 50HP-87%, 100HP-88.5%

b. 高效率低壓三相鼠籠型感應電動機(**CNS14400 IE1**)效率標準

1HP-72%, 10HP-87.5%, 50HP-91%, 100HP-92.4%

c. 超高效率低壓三相鼠籠型感應電動機(**CNS14400 IE3**)效率標準

1HP-77%, 10HP-90.2%, 50HP-93%, 100HP-94.1%



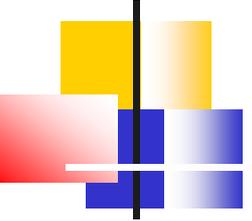
二、提高用電效率

(一)、電力系統之節能

1. 配電系統

2. 功率因數

(二)、電力系統常用節能方法



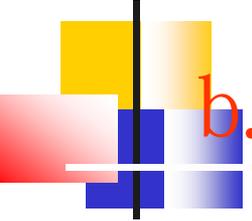
(一)、電力系統之節能

1. 配電系統

(1). 變壓器節能

a. 採用高效率變壓器

- 變壓器之損失為無載損失與負載損失：
 - 無載損失包括鐵損、激磁電流損、介質損。
 - 負載損失包括銅損、雜散損失。
- 非晶質變壓器(Amorephous Metal Transformer)
 - 鐵損為傳統矽鋼片變壓器之40%。

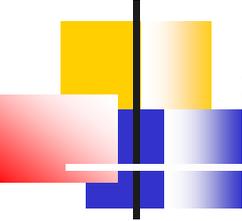


b. 適當容量運轉

- 一般變壓器滿載時銅損與鐵損之比為3時，
負載率在57.7%效率最高。
- 故負載率維持於50%~65%運轉最理想。

c. 運轉溫度

- 冷卻空氣平均溫度比30°C時，每減1°C可增加連續負載之額定容量1%



(2). 配電線路

(A). 線路電壓

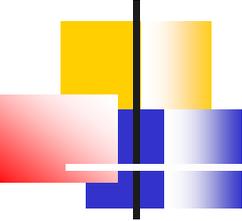
- a. 適當之供電電壓
- b. 線路電壓降
- c. 電壓不平衡

(B). 供電可靠

- a. 供電系統型態
- b. 線路過載
- c. 電力品質

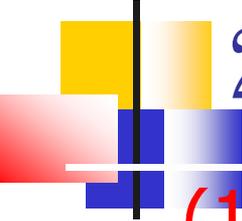
(C). 線路負載分配

- a. 負載分配均勻
- b. 提高負載率
- c. 減少線路損失



(3). 減少線路損失方法

- a. 檢討線徑大小，能承受供應之負載。
- b. 電源與負載設備間之距離儘量縮短。
- c. 避免超載用電。
- d. 維持三相供電負載平衡。



2. 功率因數改善

(1). 功率因數定義

功率因數(Power Factor):

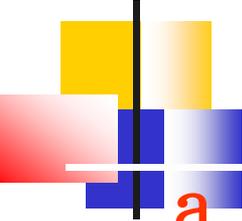
有效電流與總電流之比值或有效電力與視在功率之比值

功率因數(p.f)=kW/kVA

$$=kWh / \left[(kWh)^2 + (kVARh)^2 \right]^{1/2}$$

kWh: 當月份抄表之有效電表度數

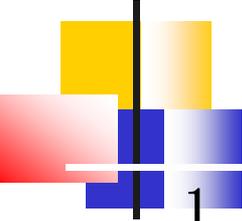
kVARh: 當月份抄表之無效電表度數



(2).提高功率因數

a. 規劃原則

- (1).現行電價表：用戶功率因數在80%以下每減1%電費加收0.1%；每加1%電費減收0.1%；95%以上不扣減。
- (2).提高功率因數可維持電壓穩定，減少線路損失，一般以裝置電容器組最經濟有效。
- (3).電容器組應儘量裝置於負載中心。
- (4).一次側裝設固定電容器組，二次側可裝設自動功因調整可變電容器組。



b.改善功率因數之效益

1. 減少線路電流

裝置電容器可提供前段越前無效電流；

$$I_2 = \left[(I_1 \cos \psi_1)^2 + (I_1 \sin \psi_1 - I_c)^2 \right]^{1/2}$$

2. 改善電壓

電容器後段電壓提升； $v\% = kVAR \times X / 10(kV)^2$

3. 線路損失降低

線路損失與線路總電流平方成反比：

線路損失減少 = 原損失 $\left[1 - (\text{原功率因數} / \text{改善後功因})^2 \right]$

4. 系統容量增加

可增加供電負載容量

C. 電容器組裝置位置

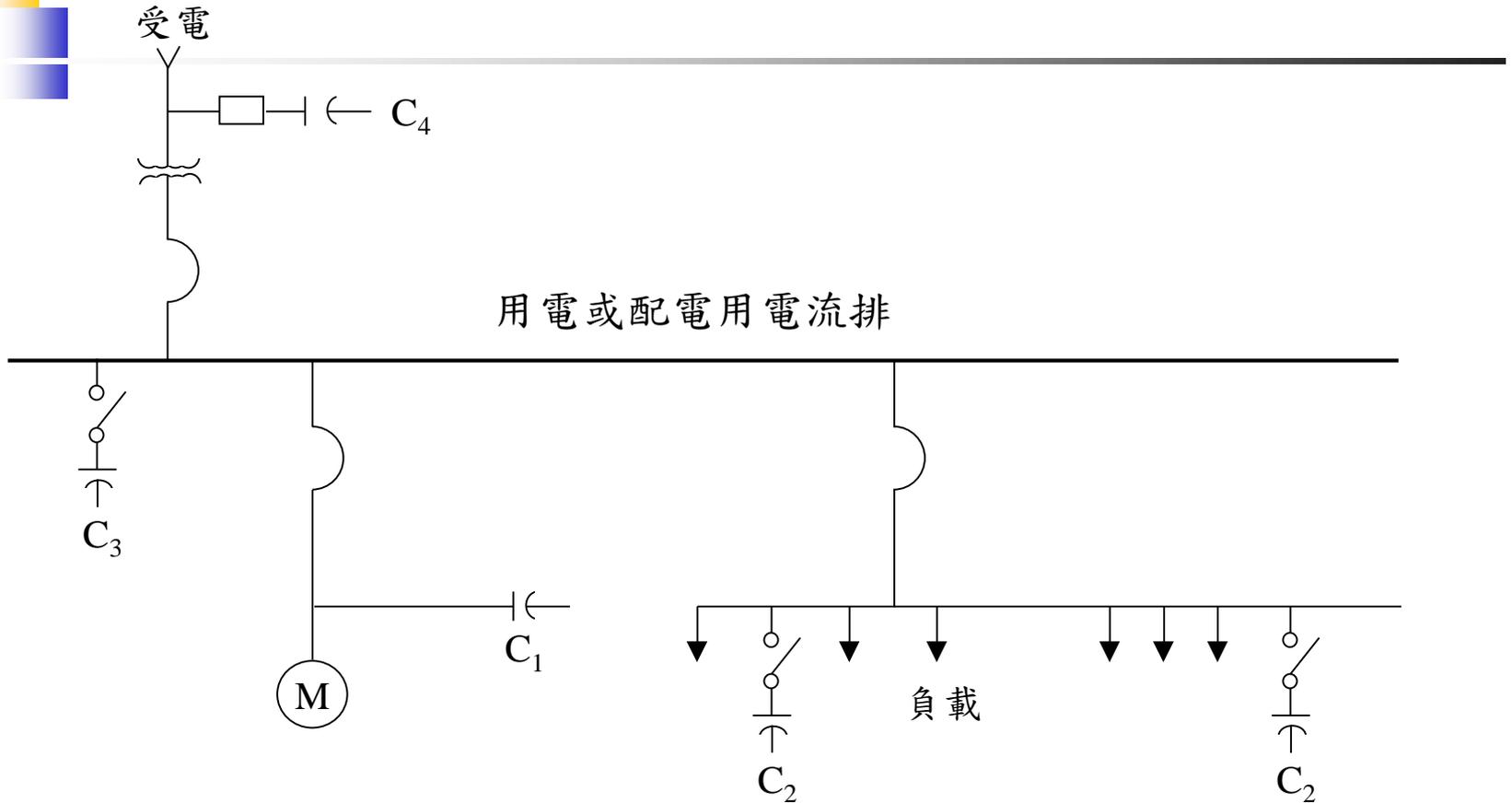
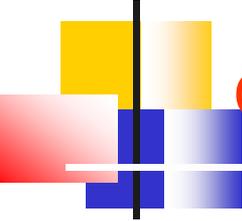


圖 並聯電容器可能裝設位置



d. 裝設電容器容量之計算

(1). 電容器裝置容量

$$C \text{ (kVAR)} = kW(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

C: 電容器裝置容量

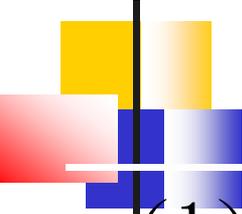
θ_1 : 改善前功率因數角

θ_2 : 改善後功率因數角

$\tan\theta_1 - \tan\theta_2$: 查表

(2). 換算低壓電容器容量

$$C \text{ (微法拉)} = kVAR \times 10^9 / 2\pi fV^2$$

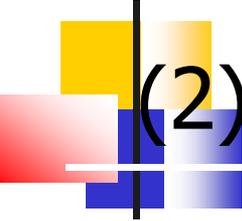


e. 電容器裝置應注意之安全事項

- (1). 每個電容器應附裝放電電阻，線路停電後可釋放殘餘電荷。

高低壓電容器放電時間及電壓

低壓電容器放電時間	一分鐘	50V以下
高壓電容器放電時間	五分鐘	



(2). 電容器開關及保護之安培容量

電容器配線之安培容量	不低於該電容器額定電流之 1.35 倍
電容器分段開關之安培容量	
電容器過電流保護之安培容量	

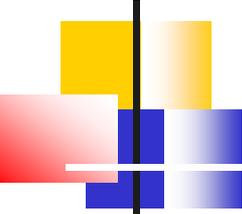
裝設電容器組提高功率因數實例



2019/9/24

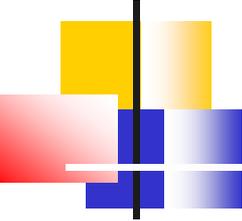
(二)、電力系統常用節能方法

序號	節能方法	節能效益說明	投資回收年限
1	契約容量合理化	<ol style="list-style-type: none"> 1.檢討適當契約容量 2.避免契約容量訂定太高、無使用，或太低超約多付2~3倍費用 	立即 ~ 2年內
2	建置需量控制設備	<ol style="list-style-type: none"> 1.檢討電費收據最高需量 2.合理控制可抑低5~10% 	立即 ~ 2年內
3	提高功率因數	<ol style="list-style-type: none"> 1.裝設自動功因控制設備 提高功率因數 2.設定pf在0.95以上 	立即 ~ 1年內
4	建置建築物能源管理系統(BEMS)	<ol style="list-style-type: none"> 1.建置建築物能源管理系統(BEMS)，將電力、空調、照明之耗能納入管理 2.建立合理操作管理模式 	約3年

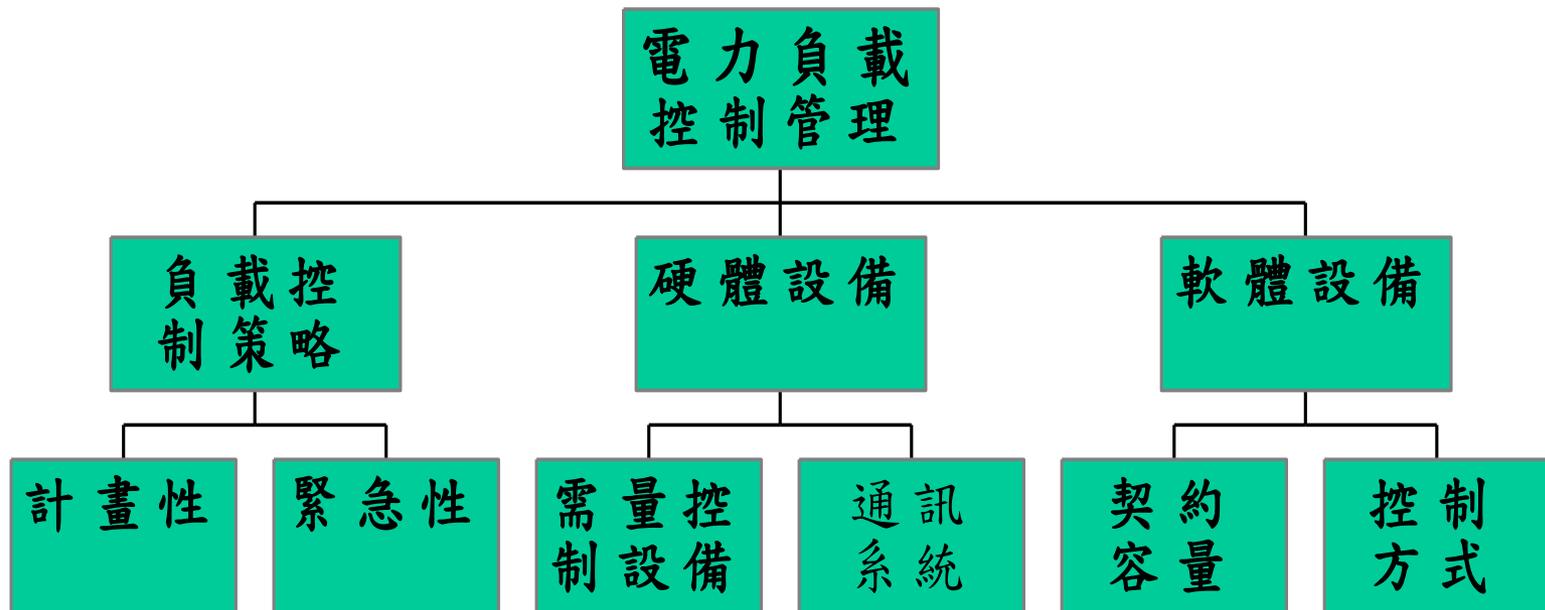


三、電力監控系統

1. 電力監控系統架構
2. 需量之定義
3. 最大需量控制器
4. 中央監控系統電力單線圖
5. 全校電力暨需量監控系統

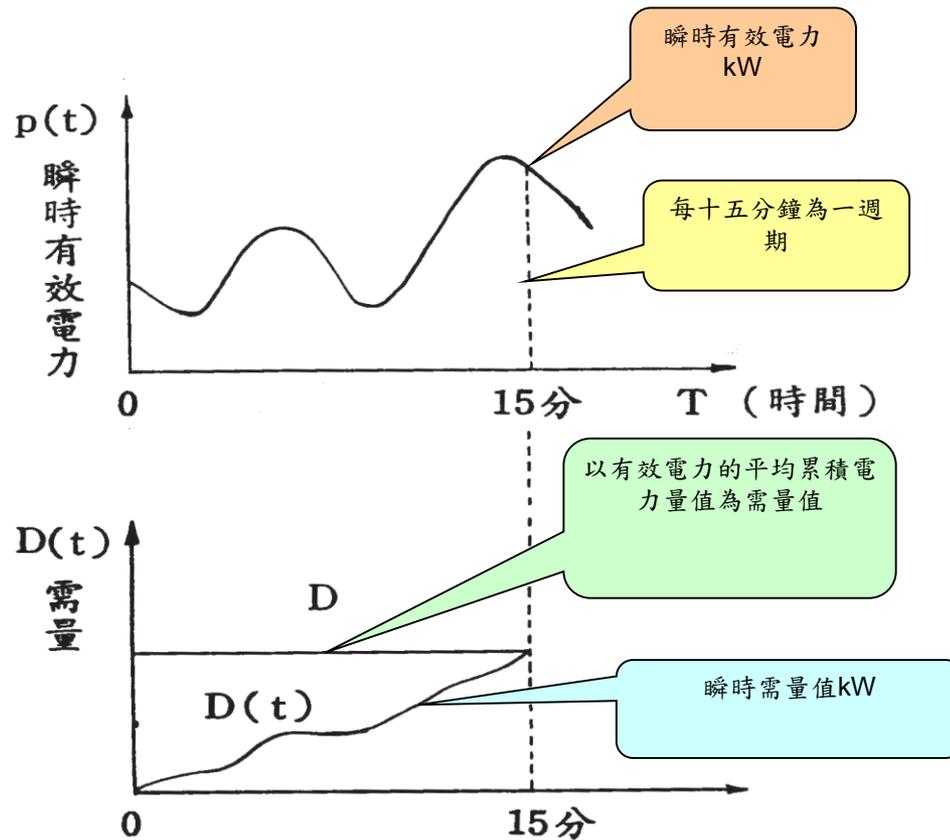


1. 電力監控系統架構



2. 需量之定義

台電公司的需量單位以每15分鐘內有效累積電力量值。



$$D(t) = \frac{1}{T} \int_0^t P(t) dt$$

$$D = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

$D(t)$: 瞬時需量值

D : 需量

$P(t)$: 瞬時有效電力

T : 需量時距 (15分)

3. 最大需量控制器 (Max demand controller)

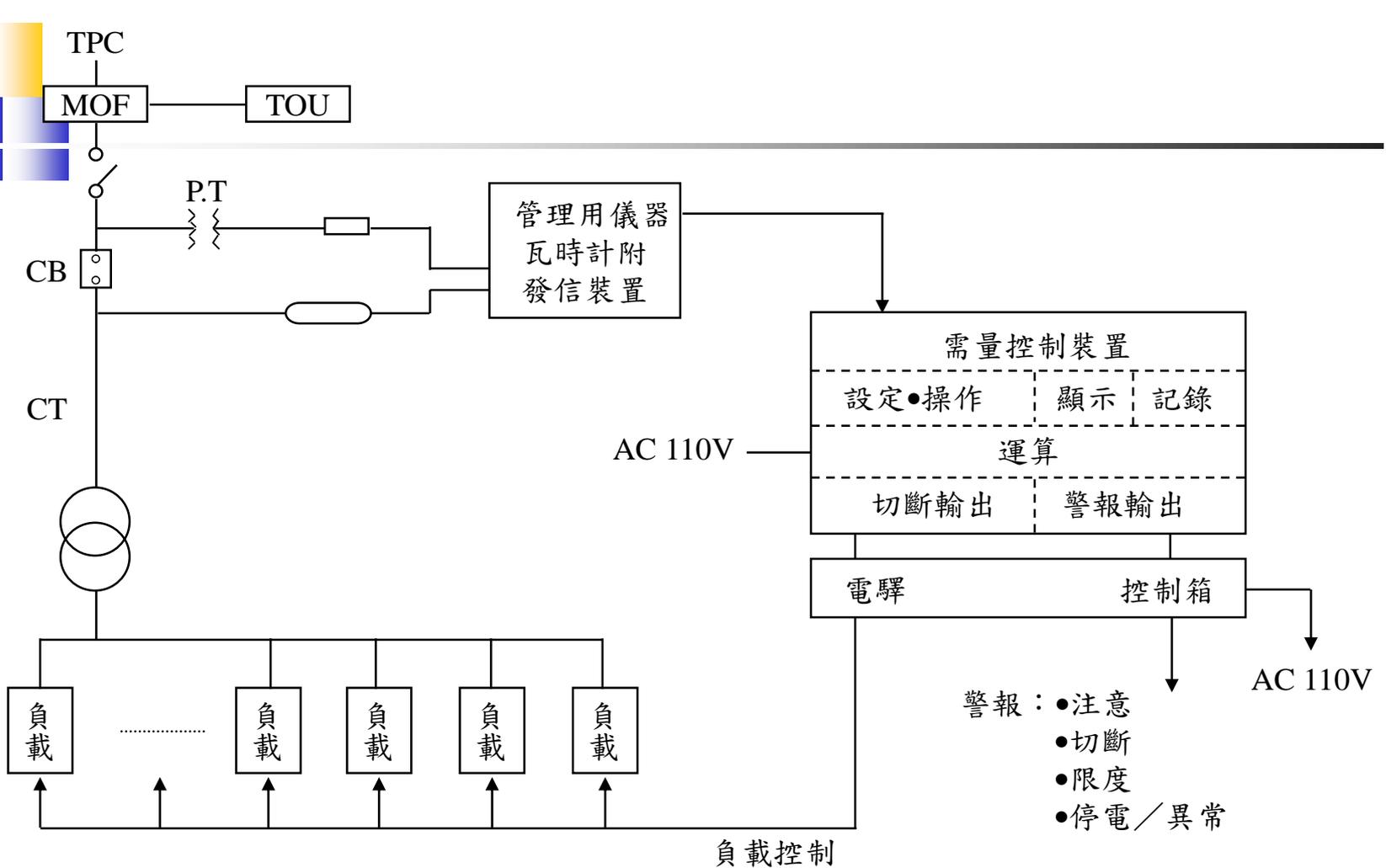
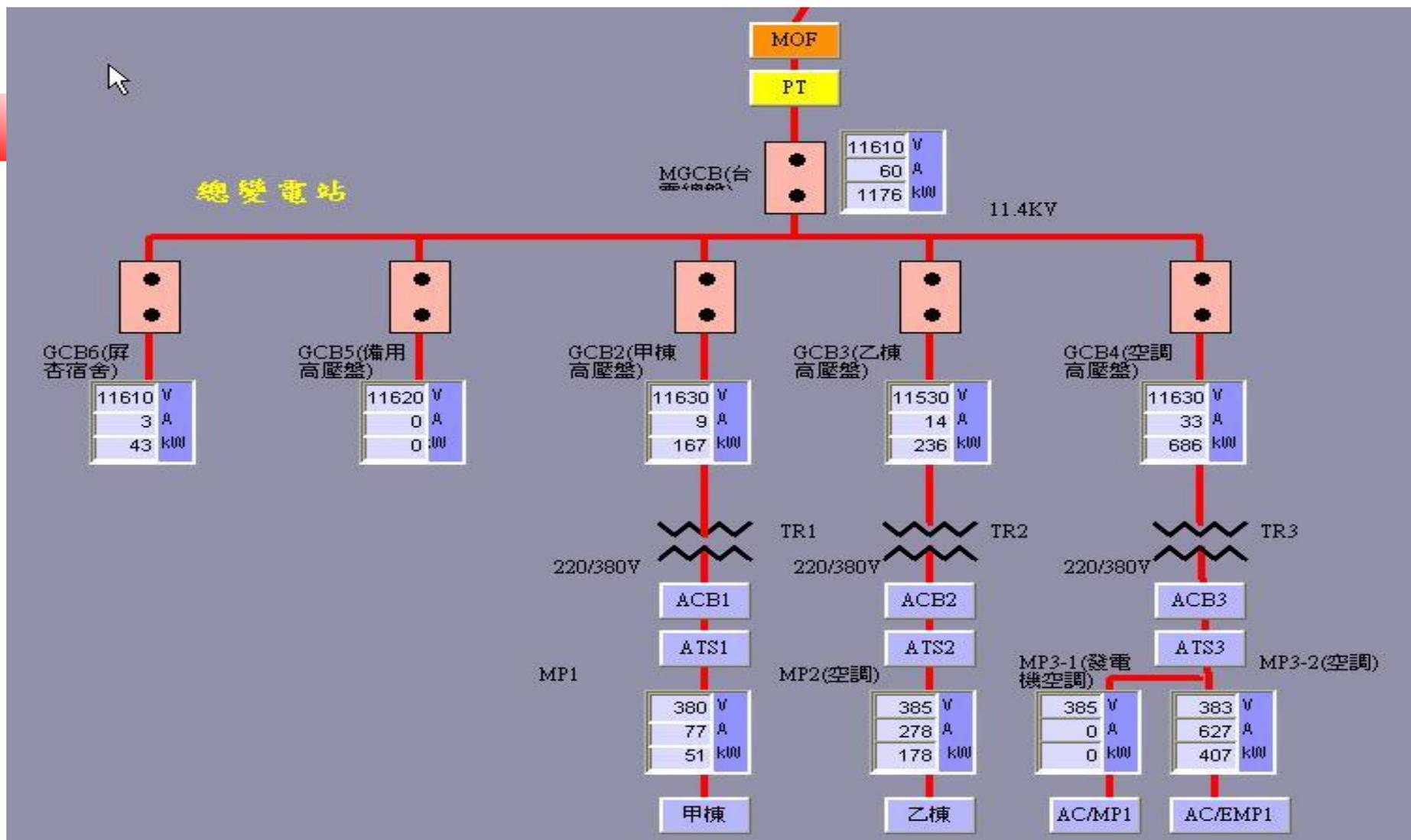
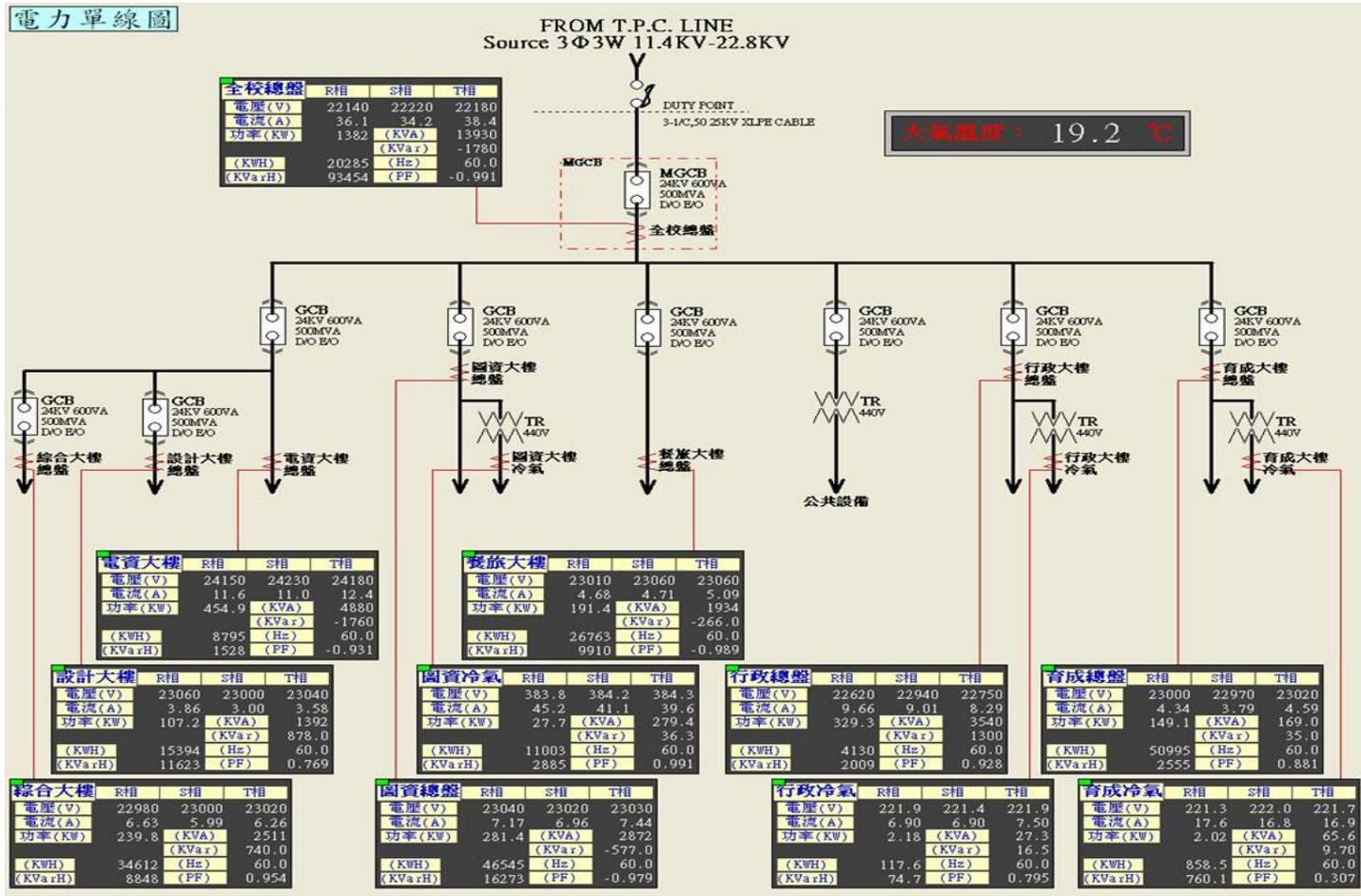


圖 需量控制裝置構造圖

4. 中央監控系統電力單線圖



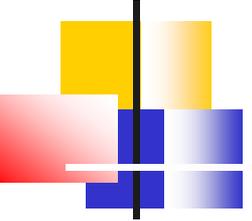
5. 全校電力暨需量監控系統



系統功能圖

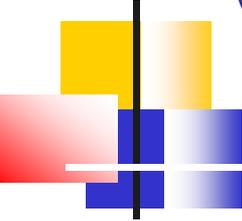
2019/9/24

電力單線圖及各變電站電力資訊



四、負載管理

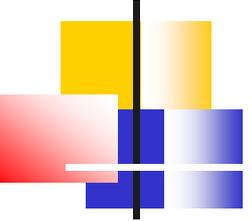
- (一)、最佳化契約容量
- (二)、需量反應措施
- (三)、電費計算
- (四)、其他優惠電價措施
- (五)、台電現行需量反應方案說明



(一)、最佳化契約容量

(1)、契約容量

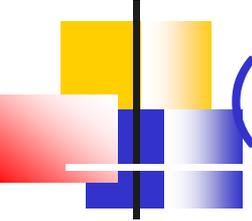
- a. 依用戶設置之用電器具總入力千伏安(kVA)數
訂定契約容量，每一千伏安(kVA)為一瓩(kW)。
- b. 器具標示：
器具標示千伏安(kVA)=瓩(kW)
馬達標示**馬力=瓩(KW)**
馬達標示瓩(kW)=(kW)/0.75=瓩(kW)
- c. 用戶依用電需求與台電公司訂定每月「經常用
電需量(kW)」稱為契約容量，並作為每月計費
之依據



(2)、超約用電

用戶每月用電最高需量超出契約容量稱為超約用電
其計費方式如下：

- a. 超出契約容量未滿10%部分，基本電費按**2**倍計收。
- b. 超出契約容量10%以上部分，基本電費按**3**倍計收。



(3). 契約容量最佳化

- (1). 檢討**全年(12個月各月份)**用電最高需量
- (2). 檢討超約用電次數與月份
- (3). 檢討可調整用電負載
- (4). 檢討訂定之契約容量
- (5). 評估全年支出之基本電費
- (6). 訂定最適當之契約容量
- (7). 最高需量係**每15分鐘**累計平均值計算。

(4). 契約容量最佳化分析

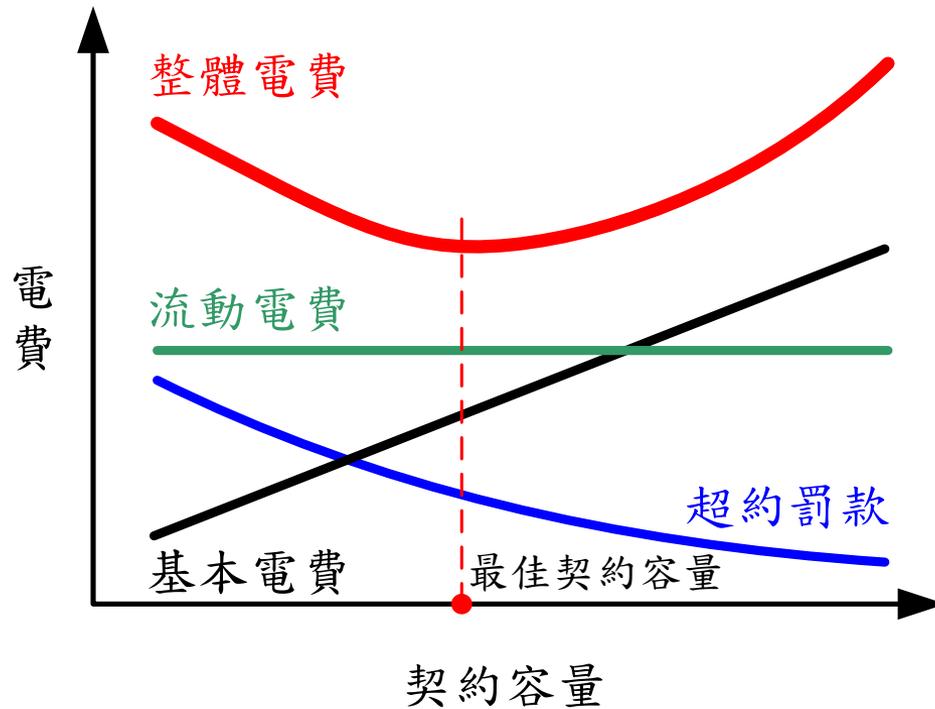


圖 契約容量與電費之關係圖

(二)、需量反應電價

1. 需量反應依時間不同訂定各種不同之電價方案

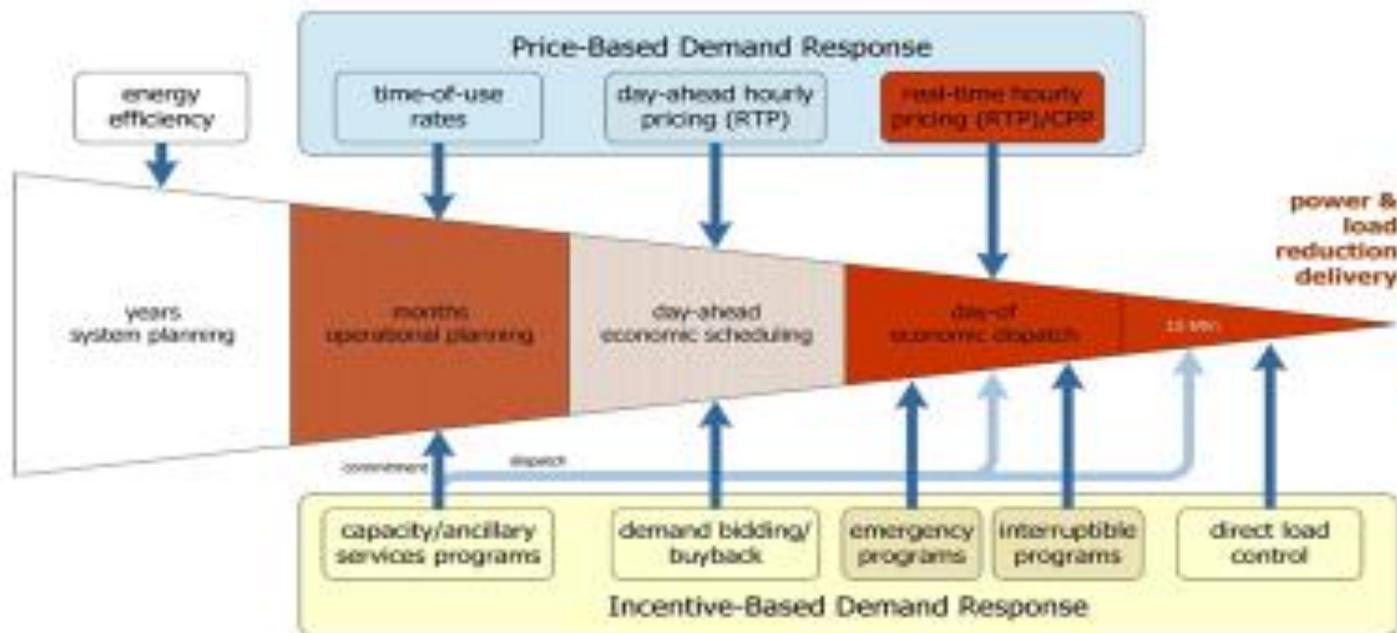
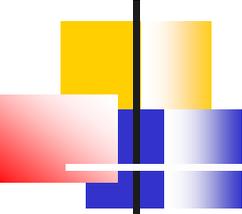


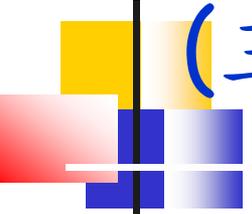
圖 1.1.2 各需量反應方案反應時間

資料來源：“Real time pricing as a default or optional service for C&I customers: A comparative analysis of eight case studies,” LBNL-57661, Lawrence Berkeley National Laboratory, 2005.



2. 台電公司現行需量反應措施類別

1. 季節電價。
2. 時間電價。
3. 儲冷式中央空調系統離峰用電措施
4. 需量反應負載管理措施。
 - (1). 各類減少用電措施(共有5種)。
 - (2). 需量競價措施。
 - (3). 空調掉週期性暫停用電措施。
5. 需量競價制度



(三)、電費計算

1. 電費計算公式

高壓電力三段式時間電價

電費=基本電費+流動電費

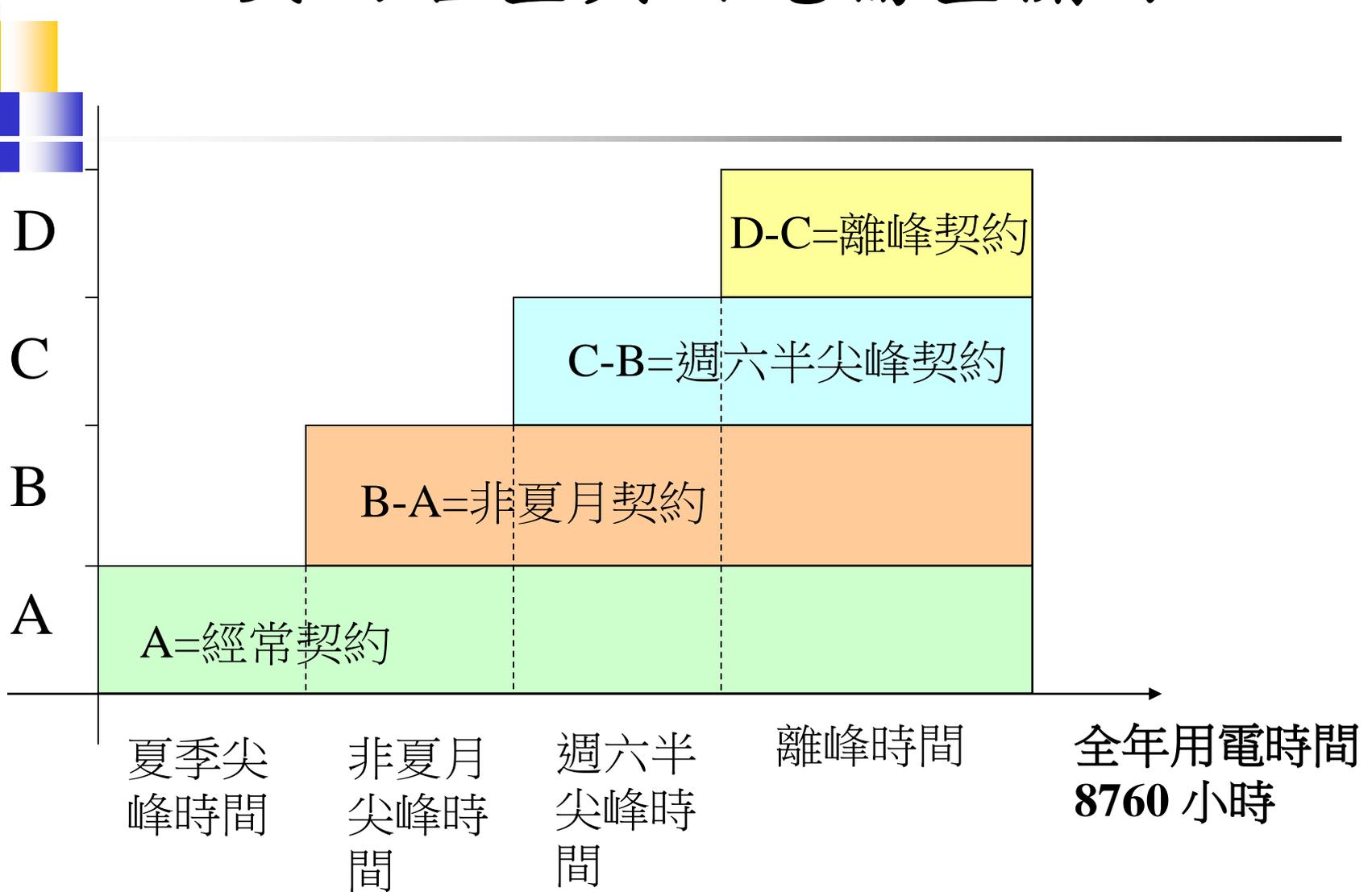
(1). 基本電費為基本電費單價(元/KW)乘契約容量數(KW)

基本電費=223.6×尖峰契約容量+166.9×半尖峰契約容量
+44.7×〔離峰契約容量-(尖峰契約容量+半尖峰
契約容量)×0.5〕

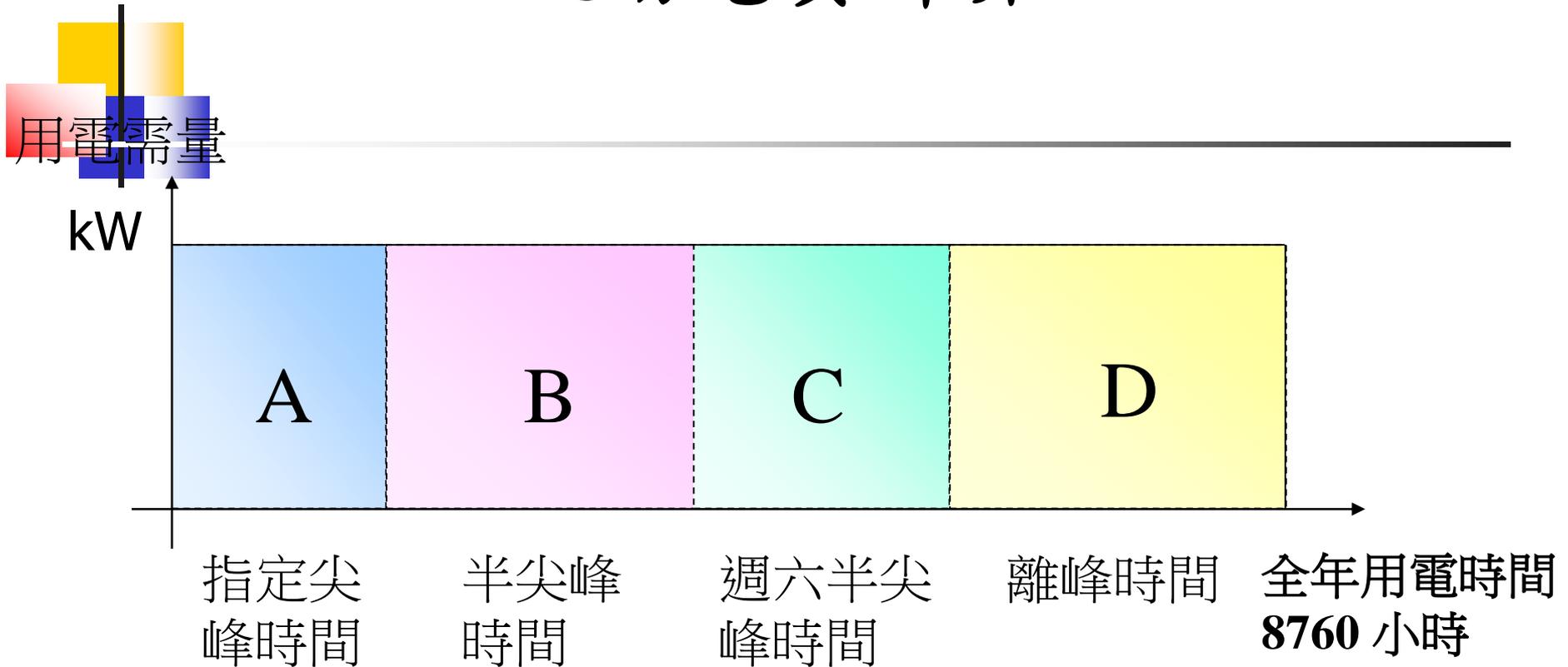
(2). 流動電費為流動電費單價(元/KWH)乘使用電度數(KWH)

流動電費=4.67×尖峰電度+2.90×半尖峰電度+1.78×週六半
尖峰電度+1.32×離峰電度

契約容量與用電需求關係



流動電費計算



$$\text{全年年用電量 (kWh)} = A + B + C + D$$

$$\text{全年電費(元)} = A \times a + B \times b + C \times c + D \times d$$

2019/9/24 a,b,c,d : 各時段單價(元 / kWh)

季節電價&時間電價之流動電費電價

(高壓供電，單位：元/度)2018.04.01

季節電價之 基本電費 電價

經常契約

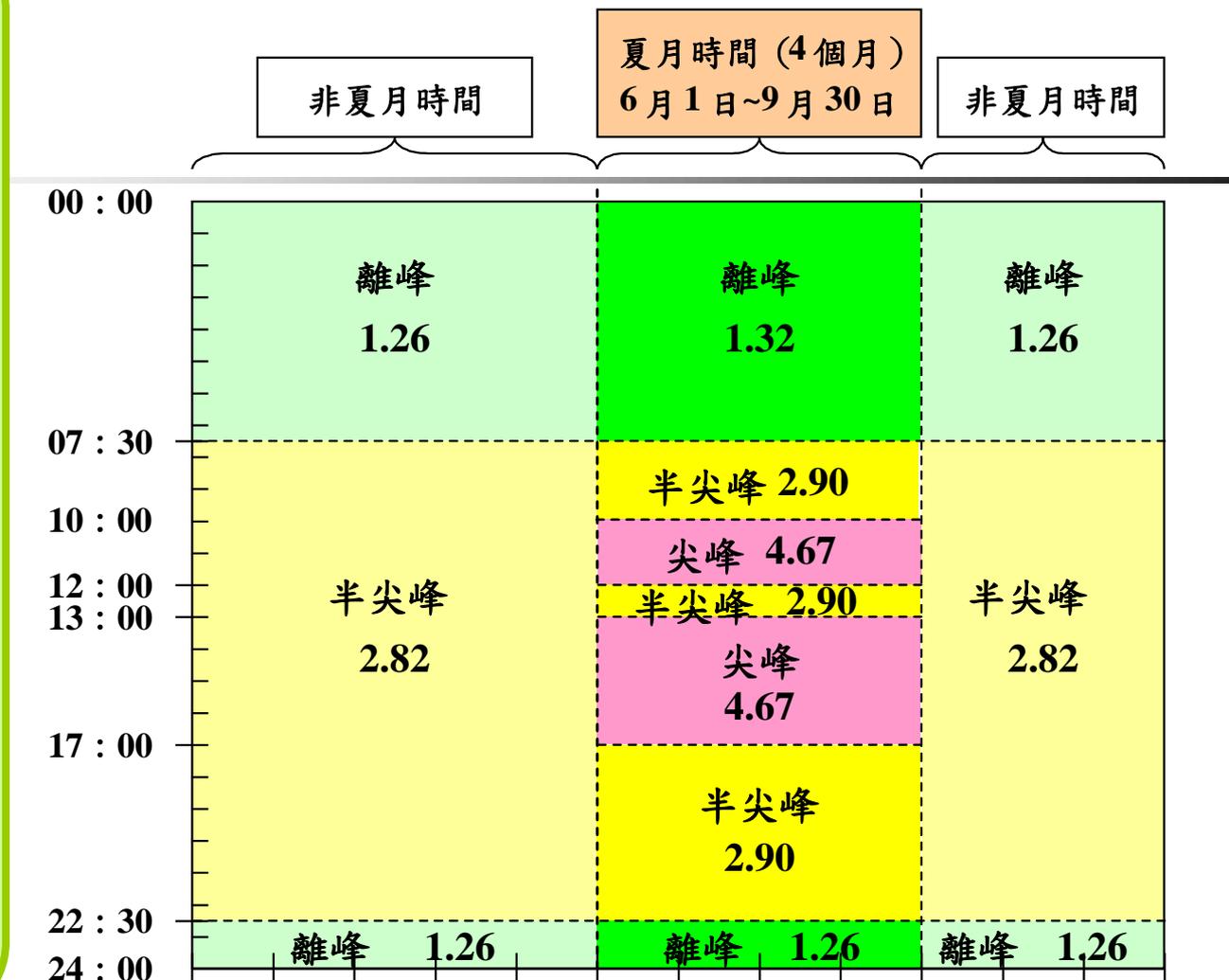
夏月	非夏月
223.6	166.9

單位：元/瓩-每月

離峰契約

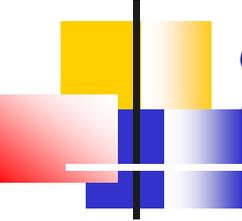
夏月	非夏月
44.7	33.30

單位：元/瓩-每月



Jan 01 Feb 01 Ma 01 Apr 01 May 01 Jun 01 Jul 01 Aug 01 Sep 01 Oct 01 Nov 01 Dec 01 Dec 31
週六半尖峰：1.78 (夏月) // 1.73 (非夏月)

2019/9/24



2. 時間電價之選用

(1). 時間電價分兩段式及三段式兩種

兩段式：尖峰時間+離峰時間

三段式：尖峰時間+半尖峰時間+離峰時間

尖峰時間：夏月(6月1日~9月30日)

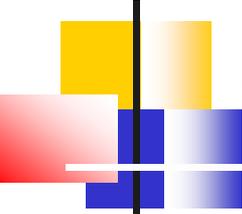
週一~週五(10:00~12:00,
13:00~17:00)

(2). 選兩段式或三段式

a. 全年尖離時間比；尖峰(42.8%)，離峰(57.2%)

b. 全年尖峰用電量大於半尖峰用電量且**離峰用電量少**，選兩段式時間電價。

c. 設備三班制運轉，**離峰用電量大**，離峰比大於45%，選三段式時間電價。



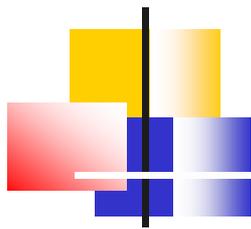
(四)、其他優惠電價

1. 儲冷式空調系統

設置儲冷式空調系統，以單獨回路供電並適用時間電價之用戶，該系統離峰時間用**電流動電費6折折扣**，尖離峰電價比為高壓（4.78:1），低壓（3.35:1）

2. 空調週期性暫停用電

申請空調週期性暫停用電，中央空調系統夏月每運轉60分鐘暫停15分鐘，箱型空調機運轉22分鐘暫停8分鐘，每月**基本電費折扣為30%及20%**。



(五)、台電現行需量反應方案說明

1. 台電現行需量反應方案彙整表

價格基礎	季節電價	夏月	非夏月			
	時間電價	二段式	三段式	住商型		
	儲冷式空調系統 離峰用電措施	儲冷式 空調系統				
誘因基礎	需量反應 負載管理 措施	減少用 電措施	計畫性	月減8日型	日減6時型	日減2時型
			臨時性	限電回饋型	緊急通知型	
			需量競價	經濟型	可靠型	聯合型
	空調暫停用 電措施	中央空調	箱型空調			

2. 各項需量反應負載管理措施抑低用電期間

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	措施明細
月減8日													每月選擇抑低用電8日，星期一至星期五（離峰日除外），每日上午10時至下午5時，每日抑低用電7小時
日減6時													星期一至星期五（離峰日除外）每日上午10時至12時，下午1時至5時，每日抑低用電6小時
日減2時													星期一至星期五（離峰日除外），每日下午1時至3時抑低用電2小時
限電回饋													依系統需要，於工業用戶限制用電前1日下午4時前通知用戶抑低用電
緊急通知													抑低用電15分鐘前、30分鐘前、1小時前、2小時前之通知方式抑低用電
需量競價													每次執行抑低時數為2小時或4小時，抑低用電前一日下午6時前或抑低用電前2小時通知用戶執行抑低用電

3. 需量反應附載管理各類措施差異

	 計畫性 減少用電措施	 臨時性 剪少用電措施	 需量競價
啟動條件	依事先約定日期及時間	電力系統緊急需要時	視系統需要及競價結果
通知方式	申請時即約定抑低用電時段，無須另行通知	依用戶選擇之通知方式於執行抑低用電前通知用戶	於抑低用電前一日及當日通知
實例	月減8日型 日減6時型 日減2時型	限電回饋型 緊急通知型	經濟型 可靠型 聯合型



4. 需量競價措施

因應短期電源不足 / 降低發電成本

報價

- ◆ 最少須抑低50瓩
- ◆ 報價上限10元
- ◆ 每日11時前可更改報價



競標

- ◆ 報價 < 台電邊際機組成本者得標
- ◆ 抑低用電前一日18時前(或抑低用電前2小時)通知



抑低

- ◆ 實際抑低容量
基準用電容量-抑低時段最高需量
- ◆ 基準用電容量
執行抑低日前5日最高需量平均值

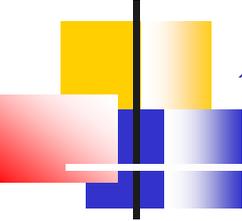


回饋

- ◆ 經濟型、聯合型
獲得流動電費扣減
- ◆ 可靠型
另獲基本電費扣減，每瓩最高72元



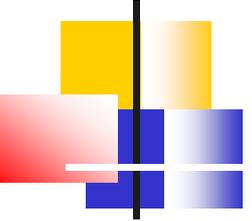
資料來源：台電公司



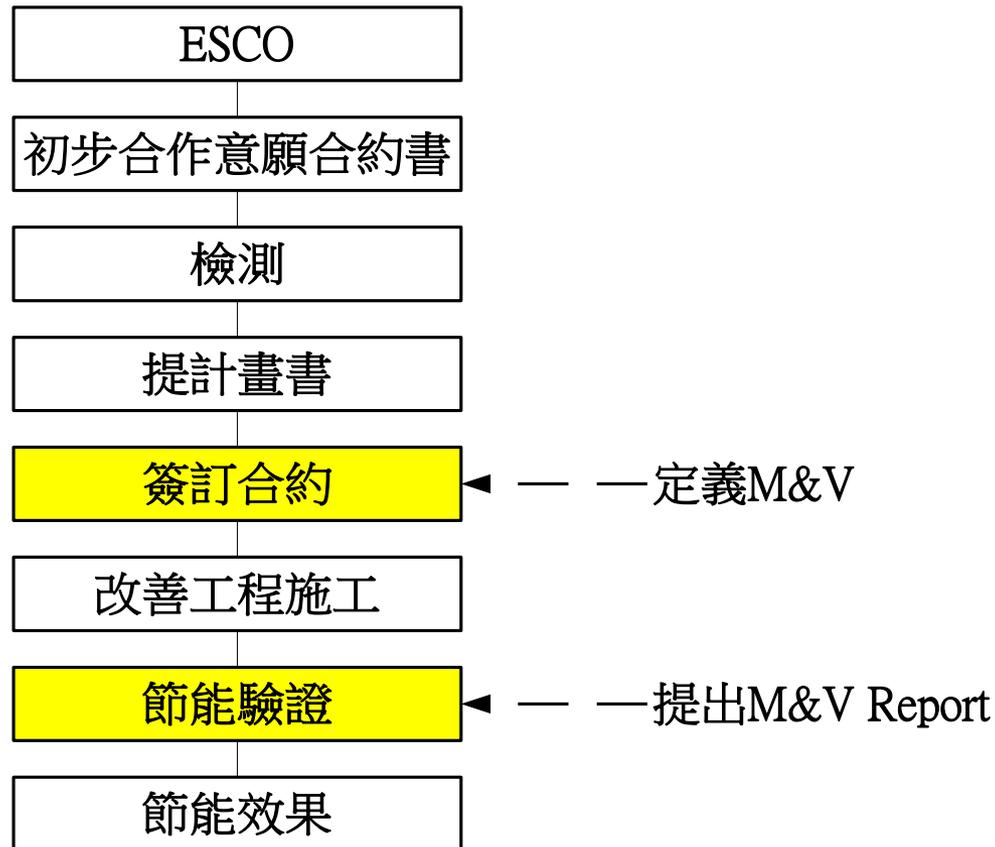
伍、節能改善績效評估

一、績效評估內容

- (一)、評估方法
- (二)、評估指標
- (三)、評估成本
- (四)、經濟效益



二、ESCO M&V 進行流程



三、檢測與驗證方式(IPMVP)

A · 簡易節能M&V

利用設備容量與運轉時間評估節能效果。

適用於**小範圍與對象**，如照明改善。

B · 長期節能M&V

節能改善前後一定期間或長期量測。

適用於較**大範圍與變動對象**，如空調、製程改善。

C · 統計性能節能M&V

統計分析方法量測處理。

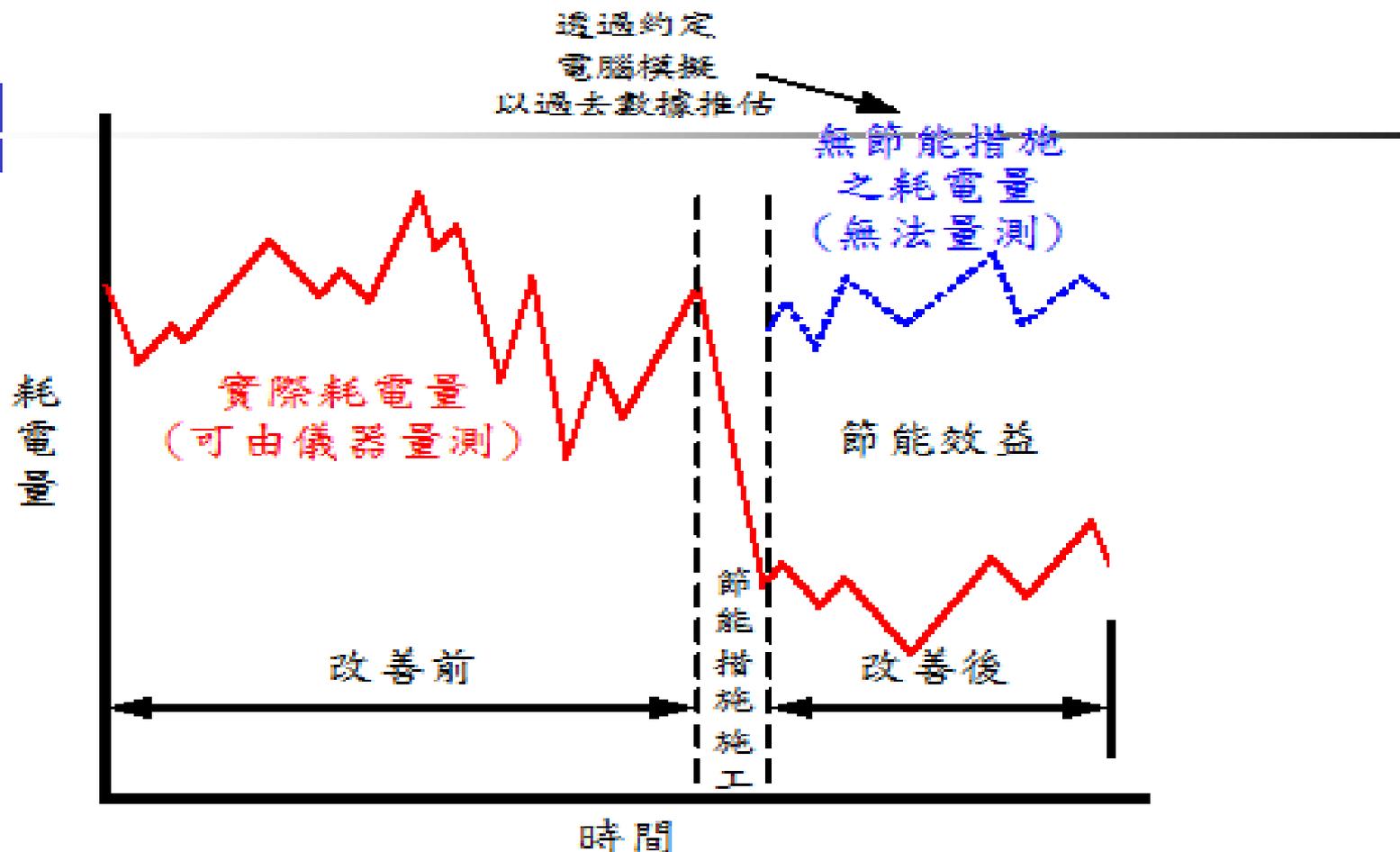
節能改善**內容較大且相互關聯性**，如冷凍製程改善包括製程省能、空壓省能分別統計、分析。

D · 模擬分析節能M&V

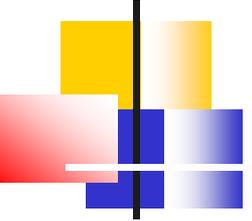
以電腦模擬分析計算消費量與實際數據比較。

如**整廠改善**需以電腦模擬各階段、時程之省能效果。

四、節能績效率量測與驗證的概念



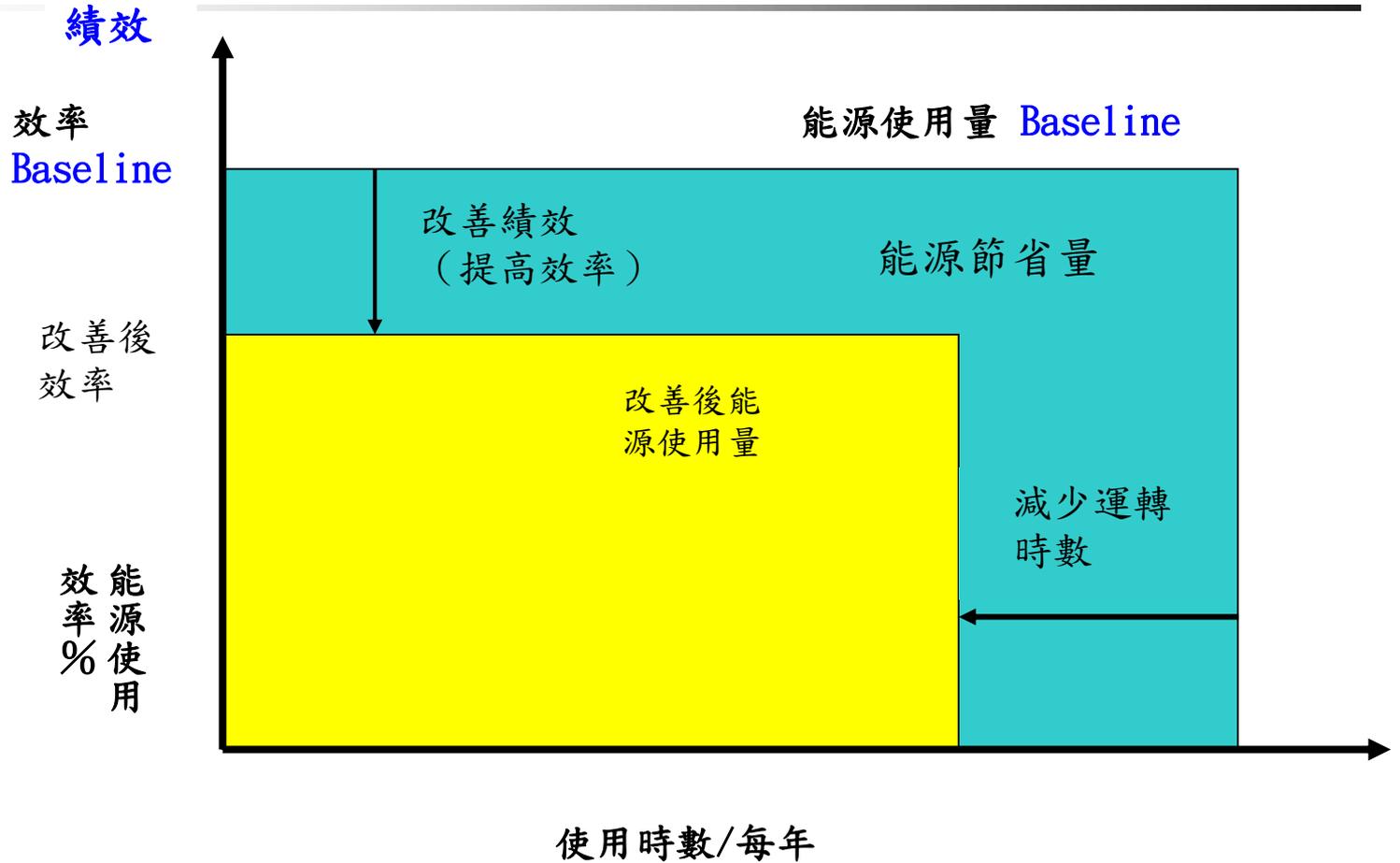
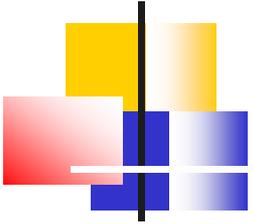
$$\text{節能量} = \text{基準線的耗能量} \cdot \text{改善後的耗能量} \pm \text{調整量}$$

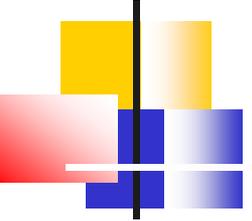


五、IPMVP Basic Equation

Savings = “Baseyear” Energy – “Post-retrofit”
energy +/- Adjustments

調整量：將兩段時期的能源使用量修正為相同的條件。通常影響之條件有天氣、居住人員、工廠產量等。





陸、應用實例分析

一、歷年來經濟部節約能源績優廠商表揚活動獲獎單位。

參考工研院網站。

(<http://www.energy.park.org.tw>)

二、ESCO實行節能績效保證案(IPMVP)實例。

三、其他個別案例

二、ESCO案例分析---

ESCO執行電力需量控制改善方案

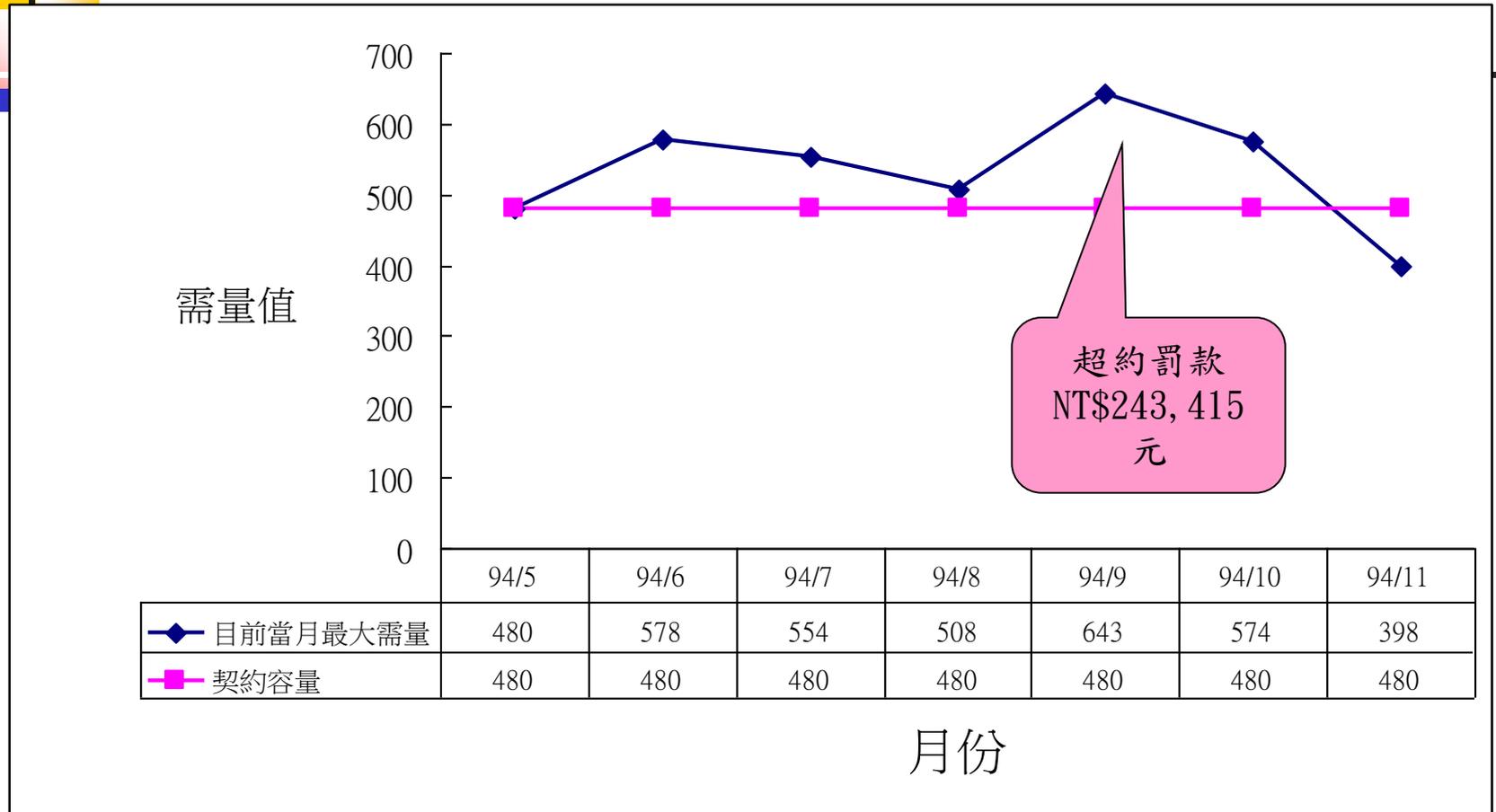
- (一)、單位相關簡介及能源管理摘要說明
- (二)、改善方案
- (三)、節能經濟效益分析
- (四)、節能績效驗證

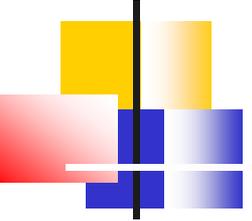
(一)、現有系統用電狀況列表說明

- 契約容量為480 KW
- 最高需量(9月)：643 KW 最低需量(2月)：209 KW
- 年度需量差距：434 KW (90%)
- 年度超約比率：以9月份643 KW時，超約比率為34%
- 年度超約罰款：NT\$243,415元

年/月	當月最高 電力需量	超約罰款	年/月	當月最高 電力需量	超約罰款
94/01	225		94/07	554	38,906.4
94/02	209		94/08	508	12,521.6
94/03	217		94/09	643	98,607.6
94/04	242		94/10	574	52,322.4
94/05	480		94/11	398	
94/06	578	41,057.4	94/12	379	
合計 1 年的超約罰款共： NT\$ 243,415					

94/5~94/11 負載曲線圖(改善前)



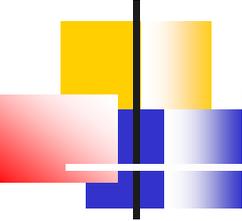


(二)、改善方案

(A). 節能方式分二大方法：

- a. 從硬體設備改善，如加裝變頻器、高效率馬達、進相補償電容器等等，進行節能。
- b. 從軟體方面改進，製程改善、系統調整、管理調控等，可大幅降低能源費用，通常以軟體方式所投資的成本低，所產生的效益大。

(B). 採用智慧型電能管理監控裝置，透過管理手段提高能源使用效率，達到合理用電降低用電成本支出。

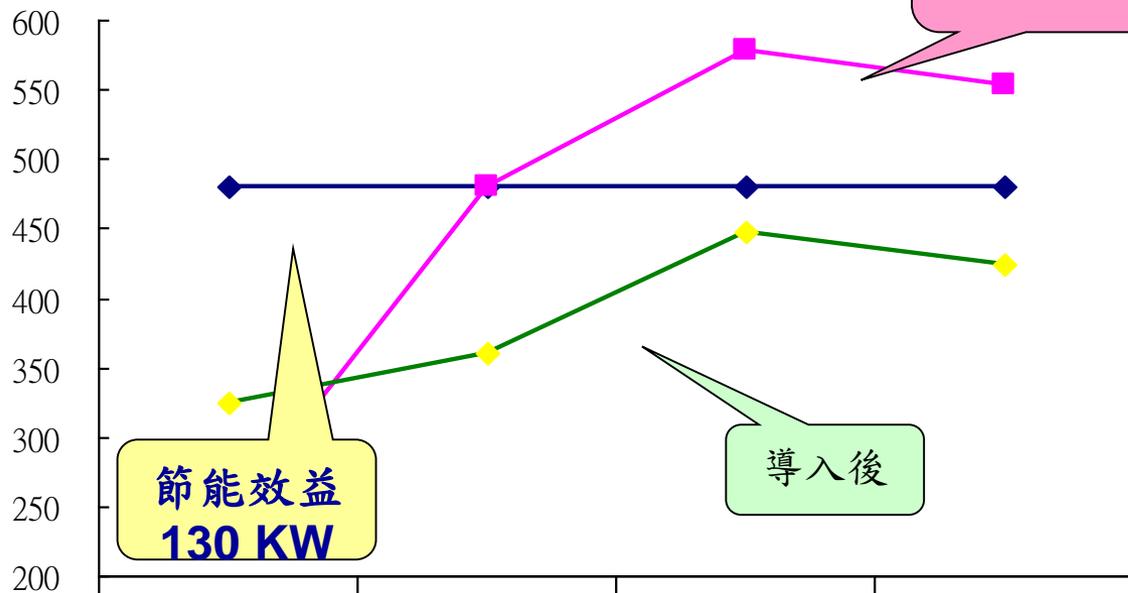


(三)、節能經濟效益分析

1. 投資金額：80萬元
2. 建置設備：能源管理監控系統一套
3. 節能成效：降低尖峰需量130kW
節省用電量60,000kWh/年
4. 投資回收年限：2年

4. 改善前後比較

最大需量 (KW)



	94/4	94/5	94/6	94/7
◆ 契約容量	480	480	480	480
■ 導入前94年(KW)	242	480	578	554
◆ 導入後95年(KW)	324	360	448	424

(四)、節能績效驗證

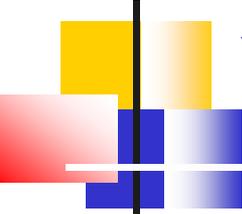
(1).評估績效模式

採用IPMVP M&V Option B

(2).節能績效驗證

以節能看板顯示實績

節能看板(SAVE MONITOR)					
			日	月	年
日期：96年4月12日			●	○	○
時間：14時30分					
EMC 節能項目	B.L 基準線	WPMD 節能管理	SAVEVALUE 節能效益	TVR 目標值比(%)	
KW (基本電費)	1,150	1,000	150	15%	
KWH (流動電費)	3,450	3,000	450	15%	
CO ₂ 減量	297KG/CO ₂		(1KWH=0.638KG/ CO ₂)		



三、其他個別案例

1. 國立醫院節能改善案例

改善內容:

- (1). 電力系統增設電力需量控制
- (2). 空調增設變頻控制

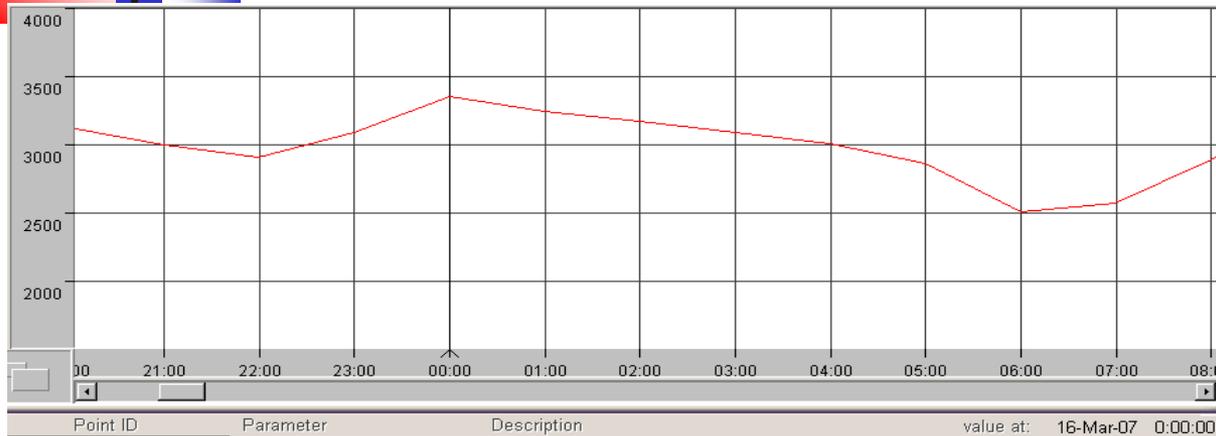
(1). 醫院中央監控系統 (大學醫院)

The screenshot displays a Honeywell SCADA interface for a hospital's central monitoring system. The main window is titled "Station - Default.stn - 冰水系統 (101)". The interface is divided into several sections:

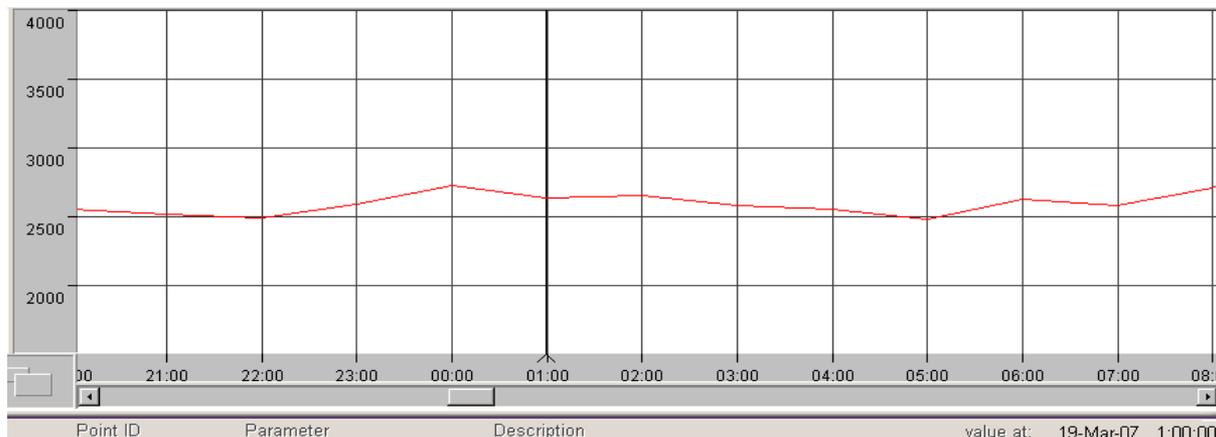
- Navigation and Tools:** A menu bar (Station, Edit, View, Action, Configure, Samples, Help) and a toolbar with various icons for navigation and control.
- System Overview:** A top bar with tabs for "醫療冰水系統", "空調箱系統", and "冰水主機系統".
- Temperature Readouts:**
 - Medical Cooling Water System: 冷卻回水 30.8 °C, 冷卻入水 26.7 °C.
 - Medical Chilled Water Storage System: 冷卻回水 25.3 °C, 冷卻入水 24.7 °C.
 - Research Building Chilled Water System: 2號冷卻水 (24.7 °C).
- Equipment Control Panels:**
 - 醫療冰水主機系統:** Includes 3號, 2號, and 1號 cooling pumps and chillers, each with manual (MAN) and automatic (AUTO) controls.
 - 醫療鹼水儲冰主機系統:** Includes CWP-5, WSP-3, CWP-4, BHP-2, BSP-1, and BHP-1, with manual and automatic controls.
 - 研究大樓冰水主機系統:** Includes 2號, 1號 cooling pumps and 2號, 1號 spiral chillers.
- Operational Data:**
 - Ice Water Outlet Temperature (冰水出水溫度): 90 °C (OR-out), 92 °C (24-out), 93 °C (12-out).
 - Ice Water Return Temperature (冰水回水溫度): 13.1 °C (OR-in), 13.5 °C (24-in), 11.9 °C (12-in).
 - Melting Ice Load Rate (融冰負載頻率): 0.0 %.
 - Melting Ice Volume (融冰噸數RT): 750.0 RT.
- Footer:** Honeywell logo, date (08-Feb-07), time (10:56:47), and system information (localhost, Strn01, Oper).

(2) 空調節約能源具體作為

---提高儲冰式主機製冰效能



● 開兩台儲冰式主機，利用中央監控系統得知夜間全院用電量平均在 3,000kwh



● 開一台儲冰式主機，利用中央監控系統得知夜間全院用電量平均在 2,600kwh

由以上用電曲線圖比較，節省電費約為375 kwh上下

2、改善功率因數

增設高壓電容器，功率因數由93%提升至接近100%，目前校內兩電表之功率因數皆維持在99%至100%，96至98年共節省約527萬元。



高壓電容器容量
200KVAR*3只



APFR自動功因調整
低壓電容器自動投入

低壓電容器具有耐諧波
與故障保護功能



第六學生宿舍電氣室

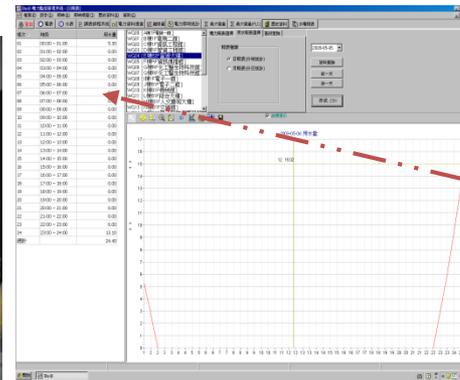
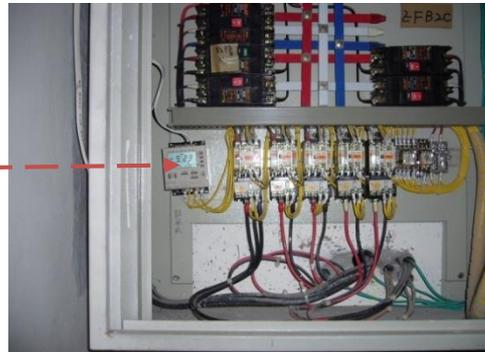
年度	96年	97年	98年
退功因調整費 (仟元)	1,606.1	1,724.7	1,953.5
節省用電量 (度)	730,043	718,610	712,948
抑低CO ₂ 排放量 (公噸)	465.8	457.8	453.4

2019/9/24

3、利用離峰用電時間抽水至水塔

利用夜間離峰時間 (22:30~07:30) 較便宜之離峰電價 (1.27元~1.35元)，將頂樓水塔抽至滿水位，供日間上班上課使用，可節省流動電費支出，同時可避免尖峰用電時間啟動，而造成超約用電罰款，目前已有 (E、S、T) 3棟完成使用中。

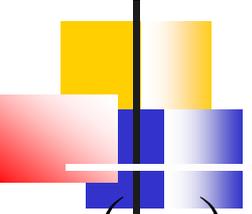
以電子式
定時器控制



日間無運
轉打水

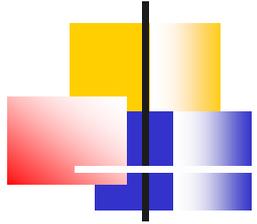
三段式時間電價	尖峰電價	半尖峰電價	周六半尖峰電價	離峰電價	與離峰電價比較
夏月	4.26元/度	2.7元/度	1.8元/度	1.35元/度	0.45~2.91元/度
非夏月		2.62元/度	1.71元/度	1.27元/度	0.44~1.35元/度

- 1.夏月用電時，3棟大樓揚水馬達用電之流動電費可節省25~68%。
- 2.非夏月用電時，3棟大樓揚水馬達用電之流動電費可節省25.7~51.5%。



柒、結論

- (一)、臺灣自產能源缺乏，99%以上能源仰賴國外進口，因之節約能源為政府既已政策，國人應積極配合推動。
- (二)、為使節約能源推動能落實有效，建立ISO 50001能源管理系統有其必要，才能使節能工作制度化系統化執行。
- (二)、節約能源推行係長期性工作，須以積極的態度及不斷的開發及引進新的軟硬體技術，更有賴各界共同努力來提升新技術水準。



~ Thank You ~

報告完畢

敬請指教