

第四章 梧棲真武宮的生物、非生物性劣化檢測

真武宮創建於道光二十五年(一八四五年)，至今已有一百多年的歷史。並於民國四十二年重修四垂亭，六十六年於廟前廣場增建照壁一座。本章以真武宮木構件檢測為主，進行劣化因子調查並提供修復建議。

第一節 劣化調查方式與內容

壹、調查方法概述

一、目視法：

以視覺與手部觸覺判斷建物與構件的外觀，如蟲孔、真菌子實體、排遺、裂隙等劣化跡象，作為調查的基本方法。

二、敲打法：

以木槌敲擊構件，經由構件的迴響與震動，利用聽覺判斷損壞情形及可能受損範圍。

三、刺針法：

以金屬利器、刺探構件等，瞭解構件損壞程度與區域。

四、儀器檢測法：

以 MMS(Moisture Measurement System)多用途建材測濕計檢測，測濕計具有木材含水量、環境溫度、環境溼度及磚石材含水量檢測等多重檢測功能。

木材含水量檢測，係檢測木構件兩末端向內約 5~10 公分處的含水量，平均讀數為該構件當時之含水量。一般而言，台灣地區木材含水量的判定為：

- 1、讀數介於 5%~15%間屬於乾燥範圍。
- 2、讀數介於 15%~17%間屬於可接受範圍。
- 3、讀數介於 17%~20%間屬於微濕範圍。
- 4、讀數介於 20%~28%間屬於潮濕範圍。

貳、生物性、非生物性劣化分級

木構件現況的檢測，包括劣化因子之種類、來源、破壞方式、鑑定及木構件材種、尺寸、損壞程度等，應逐一詳細調查。通常單一木構件可能同時出現上述一種或多種的複雜劣化，但為讓日後使用者明瞭正確的劣化現況，應將檢測結果格式化，以利於閱讀與溝通。當完成現況檢視後，將綜合各劣化因子的

危害情形予以評估，其評估表除紀錄木構件之基本資料，如尺寸、樹種、含水率外，更應詳細紀錄木構件之危害種類、現況，建立「木構件生物劣化分級表」。木構架的使用年限及遭受劣化因子的危害程度，與使用環境或位置有絕對關聯性，因而需再建立「木構件現況整體危害等級評估表」。

既往木構件最終的修復建議經常為簡易的主觀判定，然依文資法規定外，經由上述兩項評估表單作為日後修復的參考，且以「最多的保留、最少的抽換」為原則，提出修復建議。

木構件現況的檢測，包括劣化因子之種類、來源、破壞方式、鑑定及木構件損壞程度等；通常單一木構件可能同時出現上述一種或多種的複雜劣化，但為讓日後使用者明瞭正確的劣化現況，應將檢測結果格式化，以利於閱讀與溝通。

現況檢視除紀錄木構件之基本資料外，更應詳細紀錄木構件之危害種類、現況；此外，木構件的使用年限或遭受劣化因子的危害程度，與使用環境或位置有絕對的關聯性，因此亦需加以審慎分類與紀錄。真武宮使用的各等級判定標準說明如下：

- 1、Ⅰ級：現況良好，危害程度小於 5%，建議保留使用。
- 2、Ⅱ級：輕微受損，危害程度小於 6~10%，建議保留使用。
- 3、Ⅲ級：危害程度為 10~20%，應用非破壞性檢測，建議保留並作局部整修。
- 4、Ⅳ級：危害程度為 20~50%，介於抽換與保留之間，須以非破壞性檢測之。
- 5、Ⅴ級：危害程度大於 50%，破壞嚴重，以非破壞性檢測之，若受損嚴重，建議抽換。
- 6、Ⅵ級：破壞非常嚴重，如無文化價值，建議抽換。

以上採用之數據為非破壞性檢測時測出的，實際數據方待日後修復時，會作更精確的調查及檢測。

參、調查內容

一、生物性劣化因子

生物性劣化的調查內容包括下列各因子之種類、來源、破壞方式及木構件損壞程度。

1、真菌：

真菌對木材會造成發霉（molds）、變色（stain）及腐朽（decay）等三類劣化。各類劣化皆由不同種類的木生真菌（wood-inhabiting fungi）所引起。霉菌與變色菌使木材表面變色影響外觀，但對機械強度影響甚小。一般而言，霉菌使

木建物表面布滿綠黃色的菌絲；變色菌使木材失去原本的色調而變為深藍近黑的顏色，十分容易辨識，腐朽菌則直接破壞木材內部構造，嚴重降低木材機械強度。腐朽菌種類分為白腐（white rot）、褐腐（brown rot）及軟腐（soft rot）。其危害特徵依其對細胞壁的破壞與化學成分之利用方式不同而有所差異，初期不易由木材外觀察覺，須分辨腐朽種類，以專業分離、純化與測試加以鑑別。

a、褐腐：

多侵害針葉樹材。含水率 40~80%時最易滋生，形成深色腐朽，腐朽速率較快，侵蝕較深。

b、軟腐：

在針、闊葉樹材上皆出現。發生在潮濕的木件，由表面逐層腐朽，腐朽速率較緩。手壓受害部位，可感覺木件表層如海綿般柔軟。

c、白腐：

較偏好闊葉樹材。遭受侵蝕的木構件表面會成灰白色。

受害木料的樹種、含水率的高低分布會造成不同種類腐朽菌的生長，因此木材含水率測量計可以作為輔助的功能，此外亦可以目視與觸感加以判定。

2、子實體：

腐朽菌會在木材表面繁殖，產生大量孢子，顯示木材已遭嚴重腐朽。

3、細菌：

細菌在含水率高的木材中繁衍，對木材微細構造造成穿孔（cavitation）、侵蝕（erosion）等危害。不過細菌危害通常較真菌輕微而緩慢，其危害特徵較難以肉眼辨識。

4、白蟻：

全世界已知白蟻約有二千多種，其中約二百種對木材與木製品造成危害。台灣已知危害木材的白蟻有十六種，多數為地居型白蟻（subterranean termites）。地居型白蟻築巢於地下，工蟻沿其所築成的遮蔽通道（shelter tube）侵入建物，蛀蝕纖維質材料，亦可能在建物內形成副巢。白蟻對木材造成蛀蝕，嚴重影響構件強度與建物結構安全，是建物木構件破壞的主要原因之一。

木構件遭受危害發生時，可由下列特徵辨識：

a、遮蔽管：白蟻極易失水，因此活動路徑需以泥土與排泄物等構築遮蔽管（shelter tube）。

b、排遺：白蟻蛀蝕木料時，將其排遺（frass）堆積於蛀蝕孔道內或木材表面。顏色為灰褐色或棕褐色，經常與泥沙或土塊夾雜。

c、木件外表變形：由目視可知其外部有鼓脹、變色現象，予以敲擊可分辨

出其內部是否已遭侵蝕中空，亦可用探針測得之。

d、副巢：當環境適合白蟻棲身並離地下主巢穴較遠時，家白蟻能在建物內部尋覓地點形成副巢，作為其中繼站。

e、數量統計：捕獲的活白蟻，可加以分類與數量統計，作為紀錄重點。

5、木蠹蟲：

一般分為粉蠹蟲（powder-post beetles）及樹皮蠹（bark borers）二大類。其中以粉蠹蟲類的粉蠹蟲科、竊蠹蟲科及小蠹蟲科等對木構件危害最甚。木蠹蟲危害方式為幼蟲時在木料內部蛀蝕形成孔道，至成蟲時則飛離散布，因此較難直接找到危害的種類。但由排遺及飛出口的形狀與大小，可分辨其為粉蠹蟲或竊蠹蟲。相對於白蟻，木蠹蟲危害較為輕微，侵害部位亦較分散。其危害特徵為：

a、木構件表面發現分散小孔洞。

b、木構件四周發現木屑或顆粒狀排遺。

二、非生物性劣化的調查內容

木構材質的非生物性劣化因子包括水、火、風、光線及天災等，其中以水的危害最為嚴重。建築物的水分來源主要為屋頂滲漏及地面上昇潮氣，使建物中木質材料的含水率升高，導致生物性劣化的產生。因此，水分來源的調查及控制，為修復時的重要工作。

1、開裂：

水分是影響木料開裂的重要因素。開裂大小、分布位置會降低結構用材的強度。此外，裂縫亦提供生物劣化因子侵入與擴散的途徑。因此在檢視與評估時，須將其列為主要檢視項目。

一般來說，表面的破壞現象可由目視察覺；但位於內部而無法目測的潮氣，則為潛在的危機，危害等級評估如下：

a、開裂 A 級：細微開裂，長度未達總長度 10%。

b、開裂 B 級：寬度未達 0.5 公分，長度介於總長度 10%~25%。

c、開裂 C 級：開裂寬度超過 0.5 公分，長度超出總長度 25%以上。

危害等級所採用之數據為非破壞性檢測時測得的，實際數據方待修復時，會作更精確的調查及檢測。

2、含水量測定：

水分是影響木料的重要因素，如：產生物理性開裂、提供生物性劣化因子的水源等，因此，含水量測定為非生物劣化調查之重要工作。

第二節 劣化現況概述

一、山門：(如表 4-2、附表 1-1~1-2)

山門因屋頂滲水，灰作溢漏到椽條，屋桁也遭軟腐菌及白蟻嚴重侵蝕，構件表面的彩繪、塗料，也發生嚴重的剝落及褪色等情形。

二、四垂亭：(如表 4-3、附表 1-3~1-4)

四垂亭木構件的損壞，亦是屋頂滲水造成軟腐菌及白蟻的嚴重侵蝕，尤以白蟻的破壞最為嚴重，其中石柱銜接的短木柱，因含水率較高，造成的褐腐菌及軟腐菌侵蝕。

三、廂廊：(如表 4-4、附表 1-5~1-6)

廂廊木構件共計有 14 支，僅 1 支遭白蟻蛀蝕，其它多為開裂的破壞。此區白蟻活動情況輕微，只有木構件表面遭白蟻蛀蝕及輕微的開裂狀況，經檢測判定多為 I 級至 III 危害等級之間。

四、正殿：(如表 4-5、附表 1-7~1-9)

此區木構件劣化亦屬輕微，劣化情形有白蟻蛀蝕、構件開裂等。本區 137 支構件中，約有 80%可直接保留，不須再做進一步的檢修處理；僅有 14 支達抽換等級，其餘劣化等級皆為 III 級以下。

五、磚牆、石材：(如表 4-6)

梧棲地區因靠近海邊，其風速雖大但年平均降雨量並無明顯偏高，故磚石材較為乾燥。由此推論，磚石壁體含水率偏高及發生劣化的主因，為漏水及地底潮氣所致。牆體長期處於潮濕狀態易產生白華結晶及苔蘚類微生物的滋長，也不利於木構件的保存。此外，因排水設施不良致使屋面積水，給予草本或苔蘚植物良好的生長條件，而這些生物也是導致漏水的主因。

第三節 評估與建議

經由檢測結果得知，真武宮木構件的危害情形主要為腐朽、開裂、白蟻等劣化，再則因日常維護並無確實落實，漏水或排水設施不良也使得生物性劣化因子滋長與繁衍，導致木構件危害加劇。

由氣候數據顯示，梧棲地區近三年平均降雨量約在 97.2mm、平均風速約 5.28m/sec；鄰近的台中市平均降雨量約在 1502.3mm、平均風速約 1.74m/sec，兩者相較，梧棲地區風速大但雨量卻少於台中市。

因此，真武宮主體建物因風量大而產生較佳的通風環境，建材內部的水分較易散發，由此可知木構件及磚牆體的劣化，主要是地底潮氣、漏水及排水設

施不良影響所致。

真武宮目前因管理人員人手不足，日常維護無法顧及全面。為避免劣化因子對建物產生危害及影響，茲針對真武宮木構造及磚石破壞，提供修復建議如下：

一、排水與防水設施：

目前建築物的排水設施皆未完備，應積極進行屋面防水及各項排水設施的完善規劃，以利整體防水、排水功能的發揮，避免額外水分的增加造成木構件的負擔。

二、木構件修復應首重白蟻防治：

由於真武宮四周面臨馬路及建物，且地坪為石材及尺磚等材料，無法有效的進行白蟻土壤阻絕帶或白蟻誘補的空間。因此建議於開工後，未進行任何工程處理前，給予三至六個月期限進行地上型白蟻誘補系統處理，以有效控制環境中白蟻的危害。

三、木構建材的保存：

無論更新或保留都應進行適度的保存處理，對於須抽換的木構件，應全面進行真空加壓處理，採用填充細胞處理法，以達到防腐、防蟲的效果。處理的原則與藥劑，可依 CNS 總號 3000 類號 01018 為依據（如表 4-1）。

表 4-1 木構建材處理的基本原則與方式

層級	處理原則	處理方式
I II	重點加強處理	各樁接部位鑽孔、灌藥(UWT+WPP)
III IV	重點及損害部位加強處理	1.進行組抗波非破壞性檢測，確定危害部位的位置與大小。 2.仔細清除遭受損害部位，直至健康為止。 3.進行清除部位與樁接部位的鑽孔、灌藥(UWT+WPP)。 4.必要復原的部位，以塗漆、環氧樹脂填補。 5.必要局部抽換的部位，建議截取須抽換的舊木構件。 6.對於隱密性的清除部位以不復原為原則，以減輕木構件不當與不需要的負擔。
V	構件需全面處理	1.由建築顧問或結構人員進行評估，再進行處理。 2.對於需抽換構件，應通知原管理單位。 3.仔細清除遭受損害部位，直至健康為止。 4.進行構件全面性鑽孔、灌藥(UWT+WPP)。 5.必要復原的部位，以塗漆、環氧樹脂填補。 6.對於隱密性的清除部位以不復原為原則，以減輕木構件不當與不需要的負擔。

四、木構件彩繪及塗料的選用，應考慮環境特殊性以具有耐候性的材料進行修復。

五、磚石建材部份：

- 1、由現況了解可知地底潮氣對真武宮的磚石牆有嚴重影響，建議須於牆體施作阻潮帶，防止地底潮氣上昇。
- 2、修復後磚石牆體，應將原表面塗料、錯誤的防護漆，先行去漆。再以具耐候性、呼吸性、透明、非亮面的防水材料進行表面防護刷塗。
- 3、牆體的裂縫應進行礦物砂漿填補或灌漿處理，切忌使用環氧樹脂等易老化材料，同時亦應考慮進行防潮處理。

六、日常維護建議：

真武宮修復竣工後的日常維護、管理及定期檢視，必須重視與落實。日常維護的重點不在於執行維修工作，其基本觀念是保持整潔，隨時觀察建物各部件有無異常狀況，以作好安全防護工作，並定期作整體性的檢查。

表 4-2 山門劣化現況

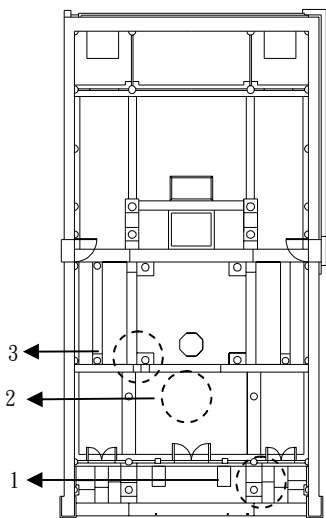

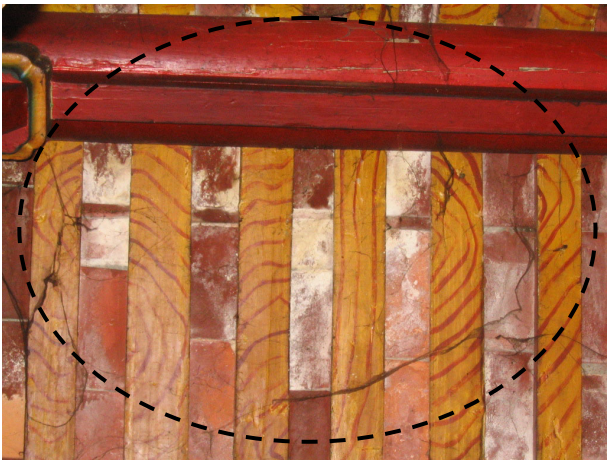
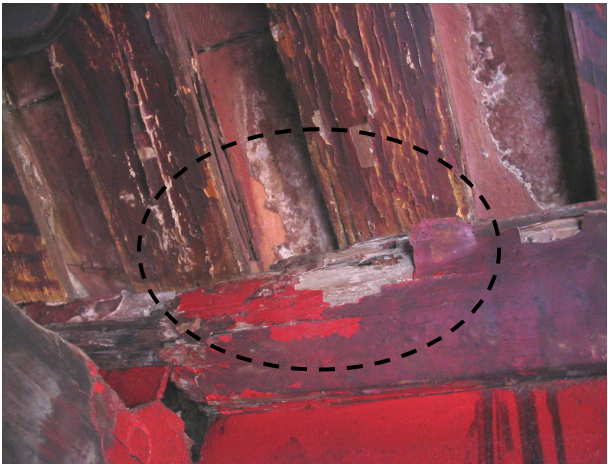
 <p>真武宮平面圖</p>		
	危害概述	1.山門木構件受天候影響，彩繪、塗料嚴重剝落及褪色。
		
	危害概述	2.因屋頂滲水導致灰作溢漏到椽條。
		
	危害概述	3.屋桁等遭軟腐菌劣化及白蟻嚴重侵蝕。

表 4-3 四垂亭劣化現況

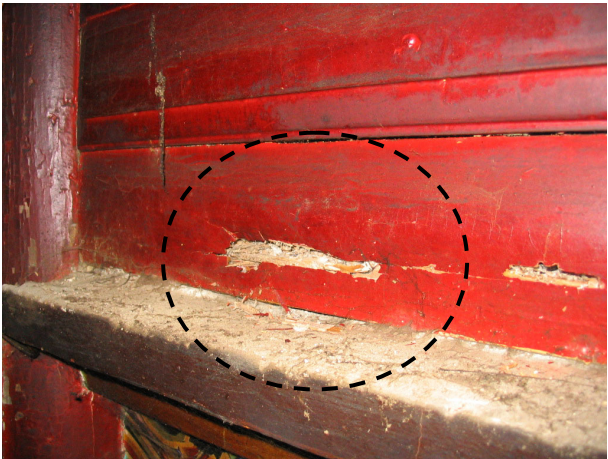
 <p>真武宮平面圖</p>	
	<p>危害概述</p> <p>1.石柱銜接的短木柱因含水較高，發生褐腐菌及軟腐菌侵蝕。</p>
	
	<p>危害概述</p> <p>2.木構件遭白蟻侵蝕破壞。</p>
	
	<p>危害概述</p> <p>3.木構件遭受白蟻侵蝕破壞，深度約 15 公分。</p>

表 4-4 廂廊劣化現況


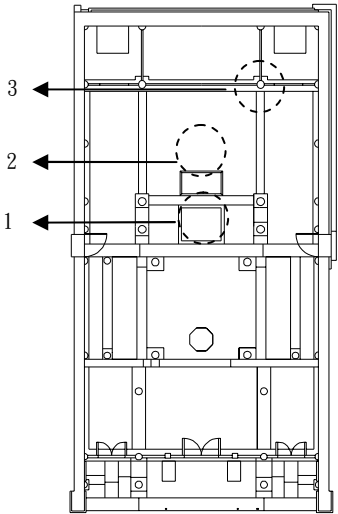



	
	<div>危害概述</div> <div>1.廂廊附壁柱有白蟻蛀蝕痕跡。</div>
 <p>真武宮平面圖</p>	
	<div>危害概述</div> <div>2.附壁柱遭白蟻蛀蝕中空。</div>
	
	<div>危害概述</div> <div>3.附壁柱有白蟻蛀蝕痕跡。</div>

表 4-5 正殿劣化現況

 <p>真武宮平面圖</p>		
	危害概述	1.因屋頂滲水導致灰作溢漏到椽條。
		
	危害概述	2.椽條因含水率過高，有腐朽情形。
		
	危害概述	3.神龕上方的椽條及木柱發現白蟻侵蝕痕跡。

續表 4-5

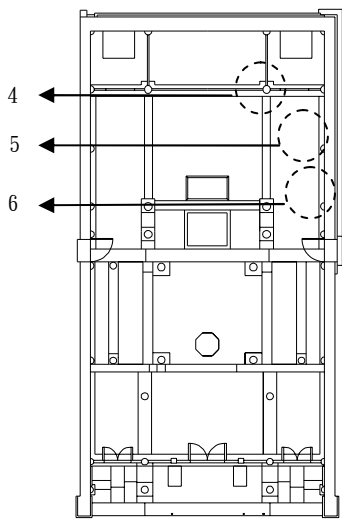

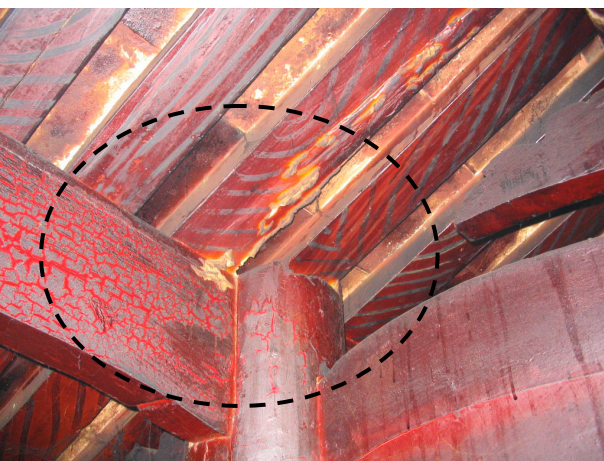
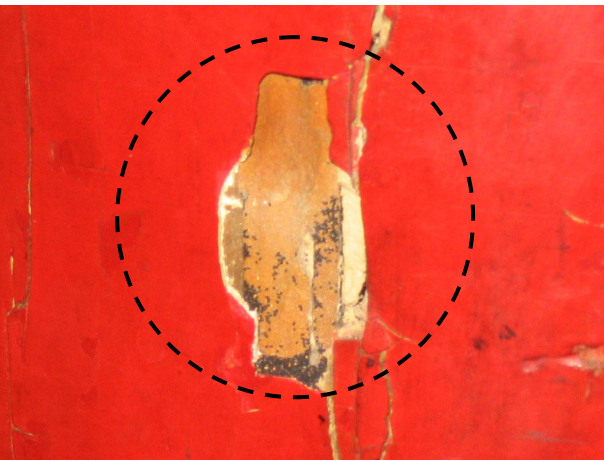
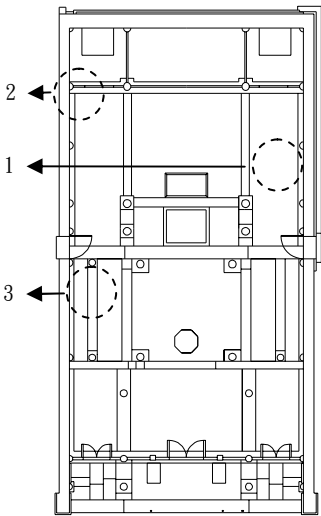


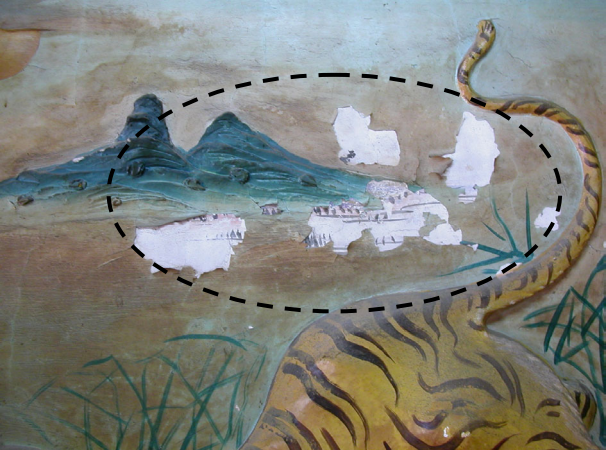
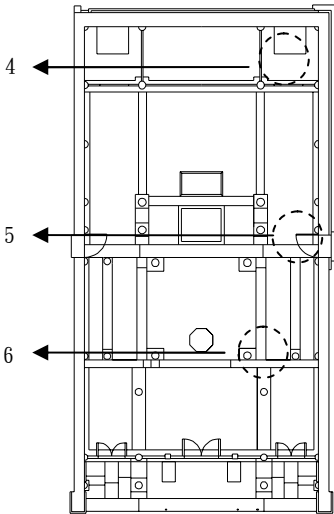



 <p>真武宮平面圖</p>		
	危害概述	4.神龕上方的椽條及木柱發現白蟻侵蝕痕跡。
		
	危害概述	5.屋頂椽條及木柱發現白蟻侵蝕痕跡。
		
	危害概述	6.木柱發現白蟻侵蝕遺跡。

表 4-6 磚牆及其他石材劣化現況

 <p>真武宮平面圖</p>		
	<p>危害概述</p>	<p>1.規帶下的望磚因風化破損。</p>
		
	<p>危害概述</p>	<p>2.壁體潮濕有明顯水漬。</p>
		
	<p>危害概述</p>	<p>3.壁體因潮氣致使彩繪及泥塑剝落。</p>

續表 4-6

 <p>真武宮平面圖</p>		
	危害概述	4.正殿次間地坪與磚造神桌嚴重風化。
		
	危害概述	5.屋頂有草本植物生長情形。
		
	危害概述	6.屋頂因排水不良造成苔蘚滋長。