

# 常用逆止閥之特性分析比較與選用原則

## CHARACTERISTIC COMPARISON OF COMMON CHECK VALVES AND SELECTION GUIDE

吳新煥

### 壹、前言

近十餘年來，在自來水系統中所使用的逆止閥，其種類型式有越來越多趨勢；由於每一種逆止閥各有其不同的特性及使用對象，因此設計人員必須加以適當的選擇，以獲得最佳的操作性能及經濟效益。

逆止閥之主要用途，係在工業管路系統上，為配合工業界不同環境，空間及特定需求條件，因此才有各式各樣的逆止閥被開發出來；而自來水界對逆止閥之使用環境條件，與一般工業界在旨趣上稍有不同，最主要的有下列數點：

(一)高結構強度：自來水系統必須廿四小時不停運轉，絕少故障，以維持供水穩定，因此對逆止閥之選擇要求較高的結構強度。

(二)低水頭損失：自來水事業耗電量最大的是抽水機，逆止閥傾向於大口徑，水頭損失要求越小越佳，以降低供水成本。

(三)自動消除水錘：水錘是造成破管及抽水機、逆止閥損壞的主要原因，因此自來水系統要求逆止閥之水錘衝擊儘量減小，最好能自動完全消除，以維管線設備安全。

以上數項是自來水系統選用逆止閥之基本原則，而在一般工業界（例如化工廠，食品廠等）選用逆止閥時由於老闆大都喜歡壓低投資費用，而且現場管路複雜密集，所以他們以價格低廉且佔用空間小為優先條件；在一個自來水管網中，逆止閥僅佔整個工程費很小的比例；而在爾後長期的操作營運中，卻造成很大的功能及成本差異；茲以上述三點選用原則各舉出應用實例加以說明：

(一)結構強度實例：有一個淨水場抽水機之逆止閥口徑為500mm，其出口逆止閥採用傳統單擺式，出水壓力雖然僅有3 - 3.5 kg/cm<sup>2</sup>，但是每個逆止閥使用不到半年就會故障一次，經分析其原因，係由於軸心直徑及閥瓣強度不足，閥瓣上的封水膠板材質亦不佳所致。

(二)水頭損失實例：有一個淨水場清水抽水機出口設有750mm $\phi$ 球型無聲逆止閥(G L - O B E S I L E N T C H E C K V A L V E )，出水壓力為2 - 3.5 kg/cm<sup>2</sup>；經測定計算結果，逆止閥之水頭損失高達5 - 7 M，一個逆止閥一年之內竟吃掉新台幣50萬至75萬元之電費，約等於抽水機電力的10% - 15%，因此單位供水成本無形中就高出許多。

(三)水錘衝擊實例：有一條位於縱貫公路上400mm中送水管，每個月平均要發生五次破管，情況至為嚴重，後來在給水廠加壓抽水機增設工程時，原有傳統單擺式400mm $\phi$ 逆止

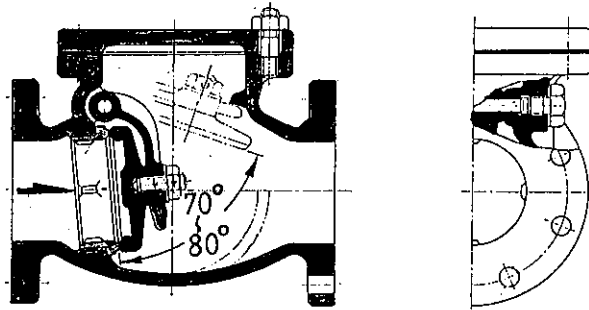
\* 吳新煥：原台灣省自來水公司第二區管理處工程員。

閥，一併被更換成球型活塞緩閉式逆止閥（當欲停止抽水機前，逆止閥自動先行緩閉至 95%，然後自動切斷馬達電源停止抽水機），工程完成後該 400 mm $\phi$  送水管之破管頻率立即大幅減少至每年僅有數次。

由是觀之，逆止閥之選用確實是一門很重要的課題。

## 貳、常用逆止閥之種類：

### 一、傳統單擺逆止閥（SWING CHECK VALVES）：



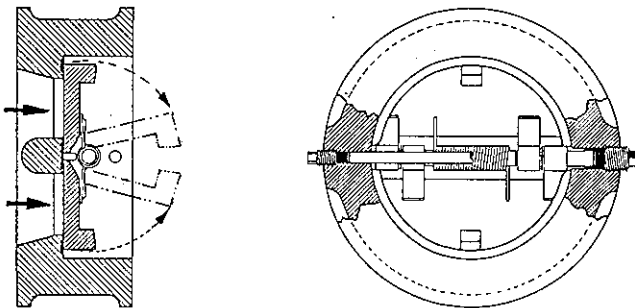
圖（一）傳統單擺逆止閥

優點：構造簡單、價格低廉、水壓很低時仍能保持良好逆止效果，零件修配容易，水頭損失很小；如果能切實把品質提高，也是一個很優良的逆止閥。

缺點：水錘衝擊是所有逆止閥中最大者，所以故障損壞率最高，耐用年限低；目前國內許多廠商為了降低成本，在結構及強度方面常加以省略降低，因此逆止功能達不到上面所列優點，故障率也相對增高。

適用：可用於水壓 6 kg/cm<sup>2</sup> 以下，口徑在 200 mm $\phi$  以下之場合，超過此範圍水錘衝擊所造成的損害，將是一個很嚴重的問題。

### 二、雙瓣逆止閥（DOUBLE DOOR CHECK VALVES）：



圖（二）雙瓣逆止閥

優點：體積短小，佔用空間少；水錘較傳統單擺逆止閥約小 50%，所以故障率也較

傳統單擺式為低。

缺點：止水閥座及橫貫支撐樑佔用了水流截面積25%-50%，又兩個半圓閥瓣全開後，中間所夾的空隙角，形成一個無效截面的亂流區，所以水頭損失較傳統單擺逆止閥大100%-200%之間；雙瓣式逆止閥雖然體積重量較傳統單擺式減少60%左右，但是其價格並未較為低廉，主要有下列幾種原因：

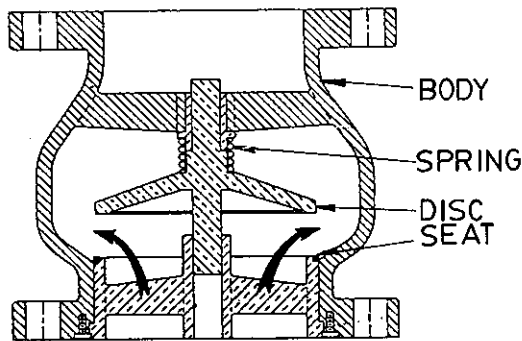
(1)、本体上的閥座止水橡膠，必須先將整個本体加溫到120℃，然後將高級耐磨橡膠(NBR 或 EPDM)，以模壓溶鑄法加硫一段時間，使得橡膠與鑄鐵緊密接合；假如廠商想偷工以膠水粘接法施工，一旦裝上現場使用數次就會脫落；又橡膠的配方及加硫溫度與時間之控制也是一門專業技術，所以製造成本很高。

(2)、閥瓣全部須用鋼或不銹鋼鑄造，封水面須精密加工。

(3)、本体及閥瓣之軸孔加工精確度要求很高，一般傳統加工機械無法做到。

適用：用於空間不足，無法裝設其他較長較大型式逆止閥之場合；大口徑或水壓很高的場所，由於水錘的衝擊力還是很大，採用前要慎重考慮。

### 三、球型無聲逆止閥(GLOBE SILENT CHECK VALVES)：



圖(三) 球型無聲逆止閥

優點：此種無聲逆止閥唯一的優點，就是它採用最簡單的方法把95%以上的水錘消除掉；體積小倒不是很重要的優點，因為還有很多種逆止閥體積更小；許多使用多年的操作管理人員，還不知道這種逆止閥為什麼能消除水錘；甚至銷售這種產品的業者，也沒有把消除水錘的原理做個明確的交代；操作人員不了解倒是情有可原，因為東西交到他們手上時已經安裝好了，而且這種閥也是蠻耐用的，三兩年也不壞上一兩次，好讓人家拆下來修理研究；至於賣閥的老闆也有他的苦衷，因為業務人員的流動率實在太大了，要培養一個優秀的銷售工程師確實不容易；有鑒於此，我願在此以一語道破的方式，把無聲逆止閥消除水錘的原理，向大家說明，請大家告訴大家！那就是“彈簧在作怪！”說穿了也沒有什麼神秘可言！你要是不相信，你不妨把彈簧拆掉再試試看，看它還消不

消水錘！

至於彈簧為什麼能消除水錘，道理也很簡單；這是一個非常強而有力的彈簧，把一個  $200\text{ mm}/\text{mm}\phi$  以上的無聲逆止閥入口朝天，然後你使出渾身力氣來推壓閥瓣，結果不開門就是不開門，你只好認輸了吧！這種逆止閥水壓不超過  $0.2\text{ kg}/\text{cm}^2$ （水頭  $2\text{ M}$ ）以上，它是不會輕易開門的，為什麼呢？因為它就是具有這個固執牛脾氣，才能在抽水機停機瞬間而且尚未發生水逆流之前，很快巧妙地把閥關閉，達到消除水錘功能；哈！原來這麼簡單！在戰場上如有類似這種能力的人攻堅克敵，必定屢建奇功；反過來講，如果有一個運動選手，有類似無聲逆止閥的個性，每次裁判還沒有鳴槍就先起跑，那麼參加奧運一定馬上被遣送回國。

缺點：無聲逆止閥具有優異的消除水錘功能，可是在水頭損失方面，它又是各種逆止閥中最大者，約較傳統式逆止閥之水頭損失大  $200\% - 400\%$ （ $3 - 5\text{ M}$ ），造成無聲逆止閥大水頭損失有下列兩個主要原因：

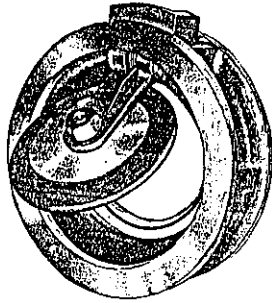
- (1)、強力彈簧所造成：上面提到需要  $0.2\text{ kg}/\text{cm}^2$  以上的水壓（ $2\text{ M}$ 水頭），才能把閥瓣推開一個小縫；假如要把逆止閥開度提到  $100\%$ ，根據彈簧變形量與外加壓力呈線性正比的特性，則水頭損失將達到  $3 - 3.5\text{ M}$  之高。
- (2)、本体（B O D Y）及閥瓣（D I S C）形狀不佳：由剖面圖可以看出，水流經整個閥體要轉四個  $90^\circ$  的大彎；而且閥瓣呈一個碗狀面對者水流，會造成一個大阻力；我們知道，世界上所有的飛機、輪船及高速火車，前端都設計成流線型以減少阻力；一定有人要問，為什麼不把閥瓣也設計成跟飛機、輪船的前端一樣呈流線型呢？理由很簡單，因為這樣做閥體長度就要大幅增加，長度增加會失掉許多需要短小安裝空間的市場，材料成本也相對增加而減低競爭力；這種逆止閥製造時加工部位都是圓形，所以只要一部車床，一台鑽床，就可加工完成，其他的螺絲、彈簧、膠圈等小零件可以到現貨市場去買；按此種逆止閥早期持有專利權。

本体與閥瓣形狀造成的水頭損失約在  $1 - 1.5\text{ M}$  之間（依流速或閥之開度而變化），加上彈簧造成的水頭損失  $2 - 3.5\text{ M}$ ，合計水頭損失約在  $3 - 5\text{ M}$  之間；這個數字是多年實際使用測試的值，與若干廠商型錄所列圖表差距很大。

適用：可以使用在水壓  $10\text{ kg}/\text{cm}^2$  以上，或水頭損失低於抽水機總揚程  $5\%$  以下且安裝空間受限制的場合；水壓在  $6\text{ kg}/\text{cm}^2$  以下之場合不宜使用，以免浪費電力；流速或水壓變化很大的地方也不適用，因為流速超過  $3\text{ M}/\text{S E C}$  以上時，逆止閥的水頭損失會直線上昇，突破  $6\text{ M}$  甚至更高；假如把逆止閥內部的彈簧拆掉，可以垂直安裝使用在橫軸式抽水機的吸水管當做底閥使用；也可以拆掉逆止閥彈簧，在閥瓣上鑽幾個小孔，然後反向安裝在複合式排氣閥底部，以防止加壓站出口快速排氣所造成的排氣閥內部浮球衝擊損壞。

適用：使用在水壓不高的污水系統中最適宜。

六、薄型單瓣逆止閥(WAFER SWING CHECK VALVES)：



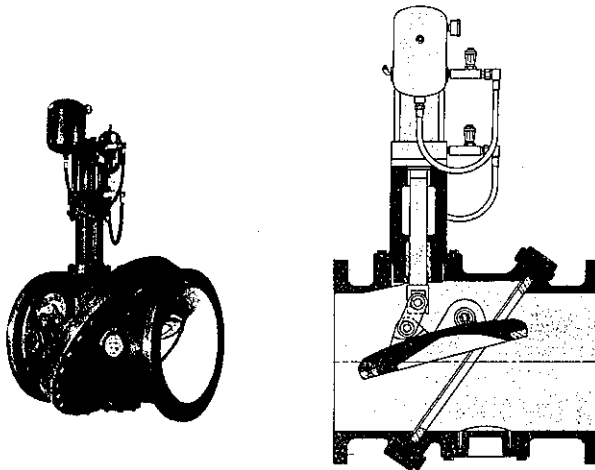
圖(六) 薄型單瓣逆止閥

優點：體積短小，水頭損失較雙瓣式逆止閥小50%-100%，較傳統單擺式大10%-20%左右；水錘衝擊力較傳統單擺式小30%左右。

缺點：故障檢修時須將整個閥體拆下，傳統單擺式僅需拆卸頂蓋即可檢修。

適用：空間窄小之加壓站或地下容井，大用戶水表防止逆流等用途。

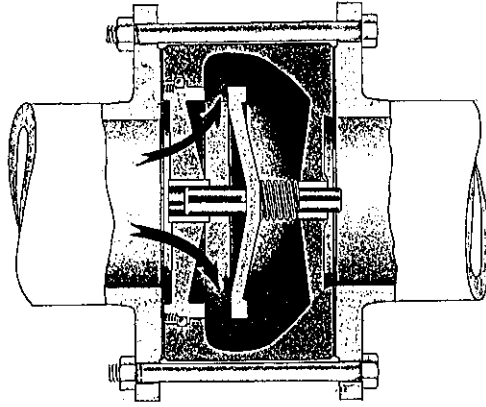
七、斜盤式逆止閥(SLANTING DISC CHECK VALVES)：



圖(七) 斜盤式逆止閥 (頂部油壓緩衝器型)

優點：斜盤式逆止閥是專為須要長期降低營運成本及高度安全性之供水系統而設計的，因此它具有其他各種逆止閥所無法達到的最小水頭損失，以及能完全消除水

四、薄餅無聲逆止閥(WAFER SILENT CHECK VALVES)：



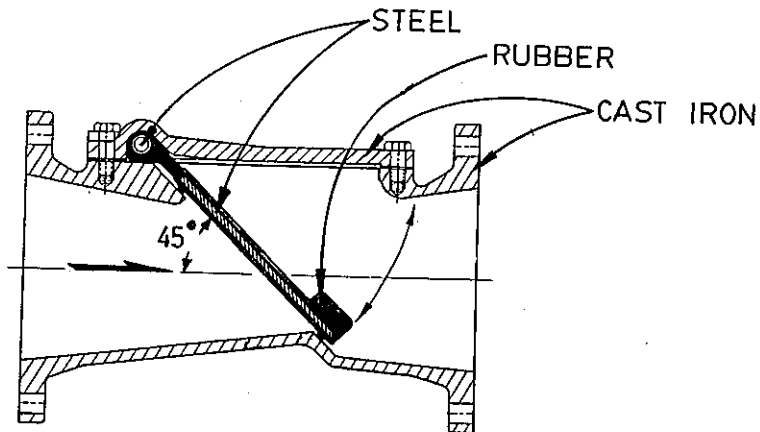
圖(四) 薄餅無聲逆止閥

優點：無水錘，佔用空間小。

缺點：水頭損失較球型無聲逆止閥更大。

適用：工業上水壓特別高且間歇性使用之場合，由於水頭損失太大，不適宜在自來水系統中使用。

五、橡膠拍板逆止閥(RUBBER FLAPPER CHECK VALVES)：



圖(五) 橡膠拍板逆止閥

優點：構造簡單，檢修容易；從剖面上看水流截面積減少了約40%，但是它的本體設計呈古典文氏管形，所以水壓復元效果可以達到80%左右，同時它的閥瓣是由薄鋼板外面被覆一層橡膠組成，非常輕巧；因此這種逆止閥的水頭損失比傳統單擺式還要小，流速在3M/SEC以下之水頭損失不到0.5M。

缺點：閥瓣薄弱，受高壓衝擊時容易變形。

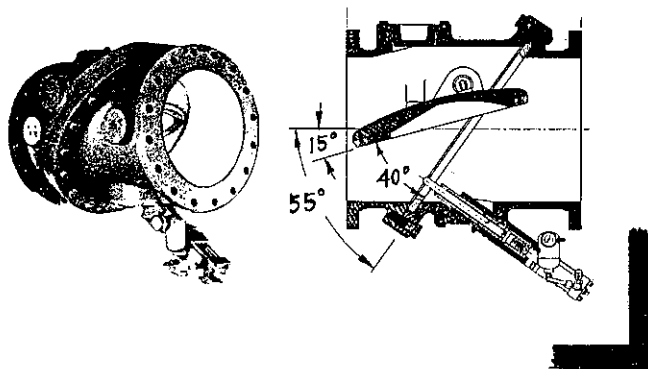
錘之功能；本体在閘瓣部份放大水流截面積 20%-28%，達到減低流速功能，流速降低可以減少閘瓣本身的水頭損失；閘瓣的圓面積約較管徑面積大 40%，閘瓣之剖面被設計呈飛機翼形狀，以達到最低阻流係數；蝶閘是大家所公認水頭損失非常低的一種閘，但是蝶閘的本体不但沒有放大水流截面積，反而縮小了 5%-20% 不等，因此斜盤式逆止閘之水頭損失也遠低於蝶閘。

斜盤式逆止閘之閘瓣關閉時與管心流向呈 55° 夾角，全開時呈 15° 夾角，因此閘瓣的操作行程只有  $55^\circ - 15^\circ = 40^\circ$ ，大約比傳統逆止閘的操作行程少了一半；另外斜盤式逆止閘之閘瓣與閘座關閉時，兩者呈 20° 角切入，不像其他逆止閘都是平面對平面的碰撞，由於行程短及關閉接處角很小，所以斜盤式逆止閘假如不附加油壓緩衝器的話，它的水錘衝擊力也只有傳統單擺逆止閘的 30% 左右；如果裝上油壓或水力緩衝器，則消除水錘功能幾乎可以達到百分之百；上面提到閘瓣全開後，與管心流向呈 15° 角，是為了便利水逆流時可以借山水力將閘瓣推引關閉。

斜盤式逆止閘附裝消水錘緩衝器的方式，目前市面有三種形式；每一種形式各有其優缺點，茲分別說明如下：

第一種：如前頁圖示，在閘體正上方裝設一只油壓缸，及兩只儲油桶，油路上有兩只針閘用以控制閘瓣啓閉速度；這種形式有兩個缺點，第一油壓缸上活塞及活塞桿的重量會影響閘瓣開度，增加水頭損失；第二是油壓缸是直線運動，而閘瓣呈圓弧軌跡運動，活塞桿使用日久潤滑逐漸不良，會產生動作不靈活、卡住、漏水等故障；由於有此種缺點，所以才有第二種形式被設計出來。

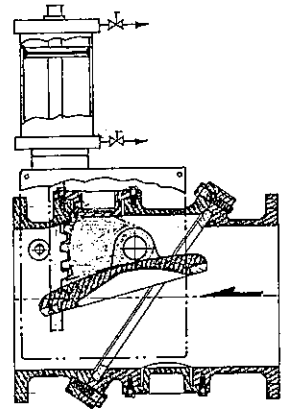
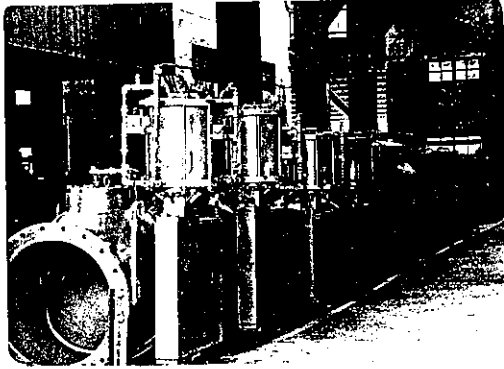
第二種：詳如下圖所示，在閘體底部裝設一只油壓缸，活塞桿深入閘體內，與管心呈 35° 夾角，僅在閘瓣關閉的最後 10% 由油壓缸控制關閉速度，閘瓣 0-90% 的關閉行程借水流操作，不受油壓缸的影響，這種形式可免除第一種形式的兩個缺點；但是這種形式必須在管底預留



圖(八) 斜盤式逆止閘 (底部油壓緩衝器型)

一個深坑，以利安裝檢修油壓缸之用，因此抽水機的安装為了遷就於它，也必須將固定台高度提昇。

第三種：由於前面兩種油壓緩衝器有許多缺點，使用日久也會漏油污染閥體及地板，所以又有一種採用水壓缸控制的方式消除水錘，詳如下圖所示。



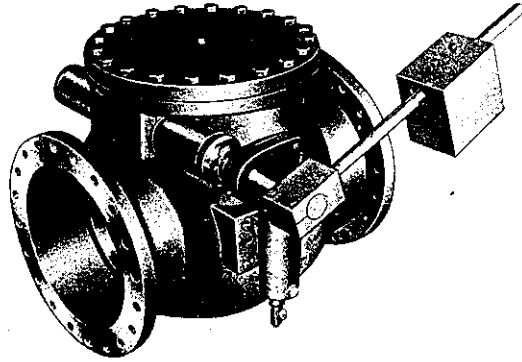
圖(九) 斜盤式逆止閥 (側面水壓緩衝器型)

這種水壓缸控制方式，係將閥瓣的軸心引出閥體外面，在軸心上裝設扇形齒輪與水壓缸活塞桿上的齒條連動，以達到水壓缸直線運動與閥瓣弧形軌跡自動重合，防止活塞桿卡住、漏水的發生；這種閥在本體上下方向原裝設第一、二種油壓缸的位置裝上封蓋，以利人員可以定期打開進入檢查內部機件狀況；這種形式的缺點就是軸心必須加大以承受扭力，機件也增加許多，所以成本較高，又水壓缸的控制清水，必須採用較大的濾清器，並且經常清洗濾網，以防止管路故障阻塞。

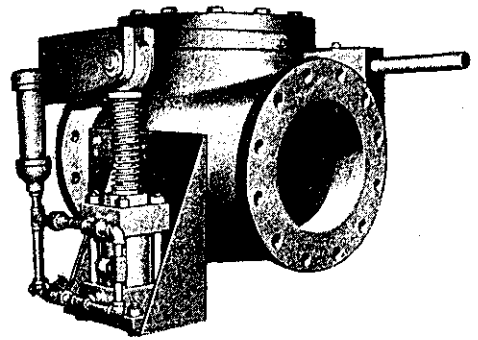
缺點：斜盤式逆止閥雖然具有低水頭損失，無水錘及堅固耐用等優點，但是體積龐大，構造複雜，需要精密加工技術，所以價格昂貴，乃是目前不能普遍使用的主要原因；又閥瓣與閥座係採用金屬對金屬的接觸，所以會有少許漏水；在美國規定有容許漏水量公式，是按管徑計算，容許漏水量為  $300z/Hr/in$

適用：斜盤式逆止閥性能優異，各種水壓、流速條件下均可適用，但是由於價格較高，比較適合在大供水系統，或是人口密集生活水準較高，供水安全性要求較高的場所使用。

八、氣墊或油壓控制單擺逆止閥(AIR CUSHIONED OR OIL CONTROLLED VALVES)：



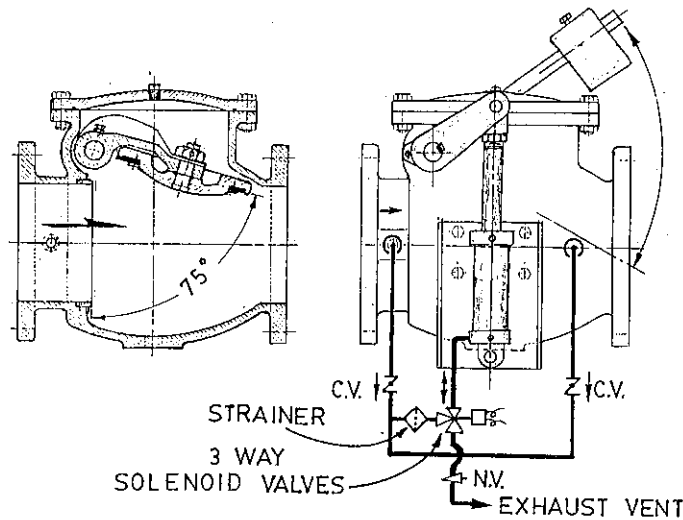
圖(十) 氣墊式單擺逆止閥



圖(十一) 油壓控制單擺逆止閥

優點：氣墊或油壓控制單擺逆止閥，在軸心、軸襯、閥瓣等結構強度上，已較傳統式單擺逆止閥大為提高，因此使用壽命相當長久；它的軸心引出本體外面，附裝了一組搖臂、油壓或氣壓缸，以及一組重錘；逆止閥關閉時受到氣壓缸或油壓缸的控制，使得閥瓣關閉的最後10-30%行程，速度逐漸緩慢，因此可以達到消除水錘功能；氣壓缸式適用在較低水壓場合，油壓缸式適用在較高水壓場合，重錘的作用在於增加關閉行程前0-80%之速度，此閥也適用於污水系統。

缺點：由於單擺逆止閥開度太大時，閥瓣受到水流沖激產生的震動量也較大；許多廠商認為本體已設計成球型，水流截面積已經增大許多，所以把閥瓣開度限制在 $45^{\circ} - 65^{\circ}$ 之間，因此增加了水頭損失；再加上重錘的下壓力量也增加了水頭損失0.3 - 0.4 M左右，所以此種逆止閥之水頭損失較傳統式大20-30%左右。



圖(十二) 水力控制單擺逆止閥

適用：氣墊式單擺逆止閥適在水壓 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下場合，超過 $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上應特別註明，要求製造商設計較大容量氣壓缸，或是採用兩個氣壓缸方式裝在閥體兩側；如果沒有特別註明，使用安全上雖然沒有問題，但是消水錘的效果就要打折扣；至於油壓控制單擺逆止閥則沒有使用水壓的限制，不過價格較氣墊式為高。

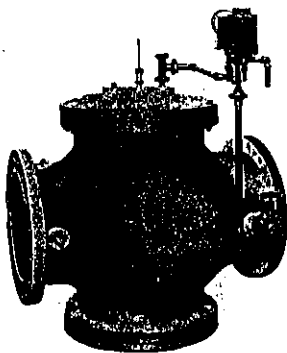
#### 九、水力控制單擺逆止閥(HYDRAULIC SWING CHECK VALVE S)：

優點：水力控制單擺逆止閥具有比傳統單擺逆止閥更小的水頭損失，同時又具油壓控制單擺逆止閥消除水錘及堅固耐用優點；詳如前頁圖(十二)所示，開度可以達到 $75^\circ$ 以上，可完全免除閥瓣對水流的阻力，但是由於外部有水壓缸將閥瓣固定住，不會發生傳統單擺逆止閥因為開度太大而受水流沖激震盪損壞的缺點；水壓缸的推力也可以完全免除掉閥瓣及重錘的重置所產生的水頭損失約 $0.4 - 0.5\text{M}$ 左右；水壓缸的昇降動作，係利用一只三路電磁閥(3 WAY SOLENDID VALVES)與抽水機馬達的電磁開關保持同步動作而達成；這個水壓缸的內部結構，係經過特殊設計，在閥瓣關閉的 $0 - 90\%$ 行程，可借重錘的下壓力量快速下關；當達到最後的 $10\%$ 行程時，關閉速度會自動緩慢下來，以達到完全消除水錘功能；另外有一種不需電磁閥的水力操作單擺逆止閥，原理大同小異，限於篇幅從略不予討論。

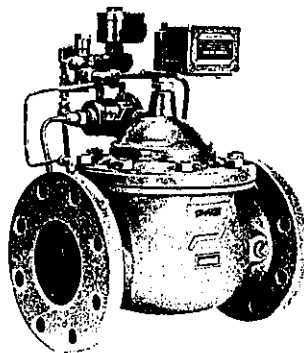
缺點：控制管路的濾網要定期清洗，以維正常操作；如使用在污水系統中，須外接水壓 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上的清水自來水控制。

適用：適用於 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下之清水及污水系統。

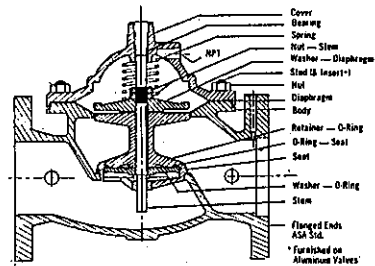
#### 十、隔膜或活塞自動逆止閥(AUTOMATIC CHECK VALVES)：



圖(十三) 活塞自動逆止閥



圖(十四) 隔膜自動逆止閥及剖視圖



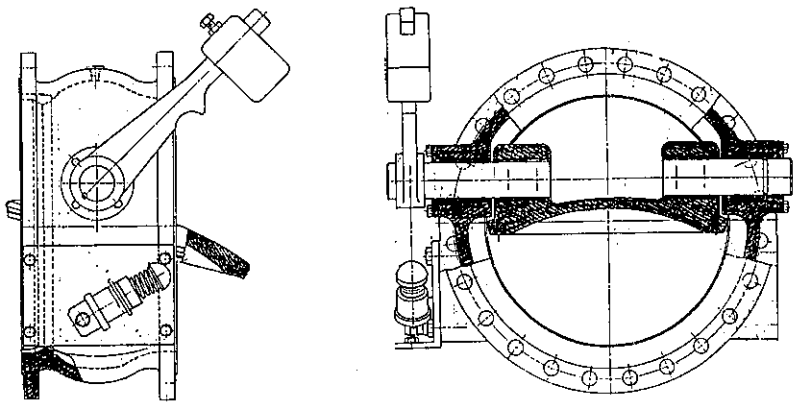
優點：隔膜或活塞自動逆止閥在國內自來水界，已有長久的使用經驗，所以操作原理不再說明；這種逆止閥具有無水錘、耐高壓、不漏水、堅固耐用的優點；同時它的省力、省電性可以完全取代電動制水閥的功能，而無電動制水閥高水壓打不開、耗電多、易故障的缺點；它在停電時也可以自動或手動操作，採用二路

電磁閥任由閥瓣浮動方式控制時，其水頭損失約較雙瓣逆止閥大40%左右；若採用三路電磁閥使閥瓣全開方式控制時，其水頭損失反而比雙瓣式逆止閥小80%以上，較傳統單擺逆止閥大20%左右；此種逆止閥可以採用遙控。

缺點：價格較高，維修人員須接受專業訓練；水壓在 $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下場合反應遲鈍。

適用：重要、高水壓、無人化之場站。

#### 十一、薄型斜盤逆止閥(WAFER TILTING DISC CHECK VALVES)：



圖(十五) 薄型斜盤逆止閥

優點：薄型斜盤逆止閥本体具有與蝶閥一樣短小的優點，水流截面已放大補償閥瓣及軸心所佔用截面積；配有最新型免配油壓管路的油壓緩衝器，可完全消除水錘，也可採用氣壓缸消水錘方式；如果裝設前述第九種水力控制單擺逆止閥的水壓缸，來抵消重錘及閥瓣重量所造成的水頭損失，則總水頭損失可以小到接近傳統單擺逆止閥；第七種長型斜盤逆止閥由於閥瓣與閥座係金屬對金屬的接觸，所以有容許滲水量的規定；但是這種薄型斜盤逆止閥的閥瓣上裝有特殊耐磨、質軟，又不會被高壓水沖脫的止水膠環，所以水壓越高越能保證不漏水，而且操作輕便，沒有蝶閥需要大扭力封水的缺點。

缺點：需要高精密的製造技術來達成上述特殊功能。

適用：高低壓、清水、原水場站均可適用。

#### 參、逆止閥水錘之研討：

當我們要計算逆止閥關閉時，所產生的水錘大小之前，首先要調查分析管線之特性資料，並計算出壓力波的傳播速度；壓力波傳播速度算出後，再估計判斷逆止閥關閉時，所花費的時間是屬於快速類還是屬於慢速類，以便採用不同的公式來計算水錘壓力之大小：

(1)、壓力波傳播速度之計算：

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} \cdot \frac{D}{t}}} \quad (\text{M} / \text{SEC})$$

D : 管內徑 (M)

t : 管徑厚 (M)

K : 水的體積彈性係數 =  $2 \times 10^8$  (kg/m<sup>2</sup>)

E : 管線的縱彈性係數

鋼管 =  $2 \times 10^{10}$  (kg/m<sup>2</sup>)

鑄鐵管 =  $1 \times 10^{10}$  (kg/m<sup>2</sup>)

RC管 =  $0.2 \times 10^{10}$  (kg/m<sup>2</sup>)

(2)、逆止閥水錘壓力之計算：

A、逆止閥快速關閉之場合 ( $T < 2L/\alpha$ )

$$P_{\max.} - P_0 = \rho \alpha v_0$$

T : 逆止閥關閉所費時間 (SEC)

L : 管線長度 (M)

$\alpha$  : 壓力波傳播速度 (M / SEC)

$P_{\max.}$  : 水管內最高壓力 (kg/m<sup>2</sup>)

$P_0$  : 逆止閥關閉前管線之壓力 (kg/m<sup>2</sup>)

$v_0$  : 閥瓣關閉前水管中之流速 (M / SEC)

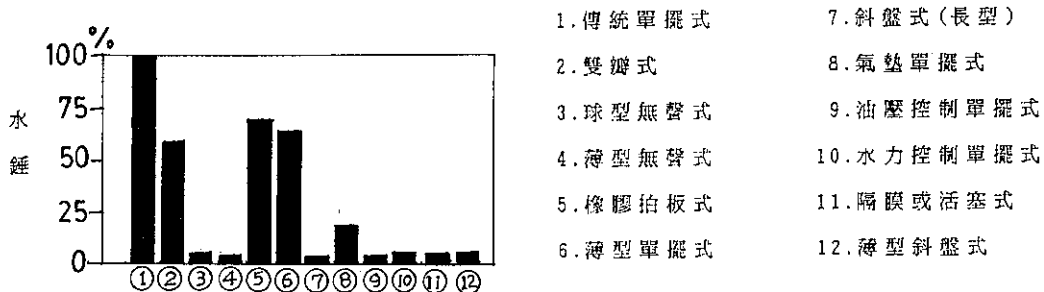
$$\rho : \text{水之比質量 (kg} \cdot \text{SEC}^2/\text{m}^3) = \frac{1000}{9.81}$$

B、逆止閥慢速關閉之場合 ( $T > 2L/\alpha$ )

$$\frac{P_{\max.} - P_0}{P_0} = \frac{1}{2} (n^2 + n \sqrt{n^2 + 4})$$

$$n = \rho L v_0 / (P_0 T)$$

水錘計算主要用於系統規劃時的安全評估，事實上由於管線材質的差異，填土的軟硬，溫度的變化，以及選用逆止閥性能的不同，都會對水錘壓力產生很大影響，因此計算結果也僅能做為參考之用；以下列出常用逆止閥客觀性的比較：



圖(十六) 常用逆止閥在同一水壓及管線條件下之水錘比較

## 肆、逆止閥水頭損失之研討：

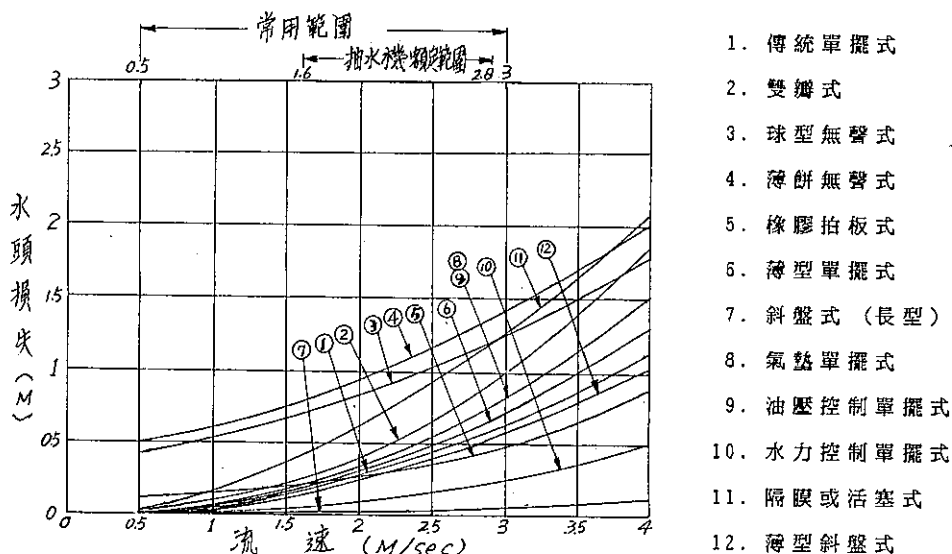
造成逆止閥水頭損失的因素很多，主要含有下列各種：

- (1) 閥體水流截面積之擴大。
- (2) 閥體水流截面積之縮小。
- (3) 流向的轉變。
- (4) 無效亂流區阻力（如死角等）
- (5) 外力的影響（如彈簧、閥瓣的重量、重錘壓力等）。
- (6) 阻擋物的阻力（如橫樑、軸心、閥瓣、止檔片等等）。
- (7) 其它（如管壁粗糙度等）。

以上各種因素已有許多專家學者做過詳實的試驗統計、散見於許多流體力學論著中，在此篇幅有限不予詳加討論；一個優良的逆止閥如果能儘量依照上列因素再妥善設計，必定可以使水頭損失減至最小；目前市面上許多廠商在產品型錄上所提供的水頭損失圖表，有的很忠實的報導，也有部份縮水及打折，所以使用者要詳加分析比較及印證；許多國人曾赴國外考察，參觀過許多大廠商，發現部份並未做動水壓流體試驗品管；據悉他們僅做一兩個口徑的樣品，送往研究機構測試，然後可依據理論或實驗公式推算產品特性；下面列出計算閥類水頭損失的簡便公式：

$$\text{LOSS HEAD} = \sqrt{\frac{Q}{C A \sqrt{2g}}}$$

圖（十七）所示為各種逆止閥的水頭損失比較，如果僅以各逆止閥水頭損失大小做比較排名的話，還算可靠；如果要想確認損失精確值，則每一種型式可能要各另乘以不同的係數，另外每一家的產品特性也會有所差異，因此此圖表僅供參考而已，不可做為實際應用之依據。



圖（十七）常用逆止閥水頭損失比較圖

## 伍、結論建議：

一、逆止閥的型式很多，本文僅就較常用的十餘種提出討論，以供操作設計人員參考；總之，自來水界選用逆止閥之原則，應以水頭損失小、水錘低、耐用為先決條件，其次才是安裝空間及價格的考量，不要盲從工業界的選用旨趣；自來水用的逆止閥口徑大，須經年累月的運轉避免停水以維民生需要，所以必須以降低供水成本及安全為主；工業用的逆止閥口徑小、間歇性使用，操作成本的重要性不如投資成本重要，可以定期停工大修抽換掉使用期限屆齡的逆止閥，下面列出逆止閥造成電費損失的計算公式，提供營運及設計人員參考：

$$P_{loss} = 0.746 \left\{ \frac{H_f \cdot Q}{(6480 \cdot \eta)} \right\} \cdot Hr \cdot 365 \quad (KWH / 年)$$

$H_f$  : 水頭損失 (M)

$Q$  : 流量 (CMD)

$\eta$  : 抽水機效率 (依比速度  $N_s$  推算約 0.5-0.82, 或依抽水機試車記錄)

$Hr$  : 每日運轉時數

365 : 一年有 365 天

0.746 : 1 HP = 0.746 KW

6480 : 常數

KWH : 一度電之單位

上式  $P_{loss}$  乘上電費單價再打七折就是全年損失金額。

二、適量的加大逆止閥口徑，可以減低可觀的電費損失；而逆止閥的口徑又決定於抽水機之出水口徑，抽水機的口徑計算公式為：

$$D = 1.46 \sqrt{\frac{Q}{V}}, \quad Q = \left(\frac{D}{1.46}\right)^2 \cdot V, \quad V = \frac{Q}{\left(\frac{D}{1.46}\right)^2}$$

$D$  : 直徑 (M/吋)

$Q$  : 流量 (M<sup>3</sup>/MIN)

$V$  : 流速 (1.6-2.8 M/SEC)

由上式觀之，流速的適用範圍由 1.6 - 2.8 M/SEC，可見口徑的決定有很大的彈性，而抽水機的口徑是由設計人員訂定，而非由抽水機廠商提供；因此你要現在多花一點點錢，將來省很多電費呢？還是現在省一點錢，以後多花一些電費呢？那就要看你評估分析的結果了！