

清華大學燃料綜合利用試驗電廠叢書

第 19 冊

# 缸瓦管代替循環水鋸管

電廠建設者集體編寫



水利電力出版社

## 內 容 提 要

在目前鋼鐵供应十分緊張的情況下，用缸瓦管代替鋼管作发电厂的循环水管道，还是非常有意义的。这样作不仅可以節約鋼材，而且也可以減少投資。

本書主要介紹缸瓦管的一般性能，以及清华大学燃料綜合利用試驗电厂在使用缸瓦管代替循环水鋼管时的施工方法和所遇到的一些問題及其解決方法。此書通俗易懂，可供火力发电厂的职工和人民公社的社員閱讀，也可作为各大、中等技术學校教員及学生的参考書。

### 缸瓦管代替循环水鋼管

电厂建設者集体編写

\*

1633 R344

水利电力出版社出版(北京西郊外盤路三里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105号

国家統計局印刷厂排印 新华書店发行

\*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 \*  $\frac{5}{8}$ 印張 \* 14千字

1958年11月北京第1版

1958年11月北京第1次印刷(0001—20,100册)

統一書号: 15143·1275 定价(第9类)0.09元

## 目 录

|     |                    |        |
|-----|--------------------|--------|
| 第一章 | 采用缸瓦管的意義……………      | ( 1 )  |
| 第二章 | 缸瓦管的一般性能……………      | ( 2 )  |
| 第三章 | 缸瓦管施工的一般介紹……………    | ( 11 ) |
| 第四章 | 試运行中發生的問題及取得的經驗教訓… | ( 18 ) |

## 第一章 采用缸瓦



目前，鋼鐵元帥一馬當先，小工業林立全國，鋼水奔流。但是，由於工農業建設的飛速躍進，鋼鐵的供應仍舊十分緊張。因此，根據多快好省地建設社會主義的原則，在一切可能的情况下，廣泛採用代用材料，節約鋼材，是一項十分重大的任務。

缸瓦管過去是不被人重視的，如今政治掛了帥，大家鼓起干劲，破除迷信，於是，原來專吃污水、專聞臭氣的缸瓦管在清華大學燃料綜合利用發電廠里，卻被用來代替鋼管，用作循環水管道。

發電廠循環水管道的特点是：直徑大，壓力低。在一般2,000瓩的發電廠中，循環水管道的直徑約500公厘，這樣粗的管道，如果能採用其他代用材料，那末不但能節省大批鋼材用來製造其他設備，而且還能節約國家的建設投資。拿直徑400公厘的管道來說，每公尺需消耗鋼材46公斤，按北京地區價格計算，約值28元；而單面上釉的缸瓦管每公尺只有6元，雙面上釉的缸瓦管每公尺約20元。我廠共採用雙面上釉缸瓦管7公尺和單面上釉的缸瓦管20公尺，共計節省鋼材1.24噸，節約投資約500元。因此，在我國目前鋼材比較緊張的情况下，根據就地取材的原則，在小容量發電廠里，採用缸瓦管代替鋼管作循環水管道，是應該加以推廣的。

在建設本廠時，曾對缸瓦管做了一些試驗，根據試驗結果，已經成功地採用缸瓦管代替鋼管敷設在循環水管道

上。最初是采用缸瓦管作为上水管道，由于对它的性能掌握不够，因此仅用于水泵前的吸水管道上（即从吸水井到水泵入口的一段管道），以及从凝汽器出口到排水井的排水管道上。从循环水泵到凝汽器入口的上水管道，因为装有閘門，褲叉管及弯头，而且路程很短，仅1.5公尺，同时出口压力较高，运行时受振动，所以还是用了钢管。在水泵入口处，也是先接一段钢管，然后与缸瓦管连接。

我們認為，如果能对缸瓦管进一步試驗和研究，特别是提高制造質量，增加單根缸瓦管的長度，那末可以相信，在发电厂和其他工業企業中，缸瓦管將得到更为广泛的应用。附帶提一下，清华大学发电厂中有一部分缸瓦管的質量很高，这就說明只要改进制造方法，提高缸瓦管的質量是完全能做到的。

## 第二章 缸瓦管的一般性能

由于原料及制作方法的不同，缸瓦管的种类及性質也不相同，而不同制造厂家出品的缸瓦管的性能也略有差別。普通缸瓦管内表面塗一層釉，較好的缸瓦管内外表面都塗有釉，而且組織細密，强度高，不漏气。

为了探求缸瓦管的一些性質，我們做了初步試驗，所試驗的缸瓦管大多是唐山出品的。試驗的管子管徑大小有100、150、300及400公厘四种；試驗項目主要是管子和接口的耐压强度及漏气性能。由于時間短促，又缺乏經驗，所以沒有能夠对更多的缸瓦管进行試驗，也沒有对缸瓦管其它性能（如受振性，热膨胀性等）进行試驗。試驗結果也只能适应于小容量电厂的循环水管路。

## 第一节 缸瓦管的强度试验

一、试验目的：试验缸瓦管所能承受的耐压强度。

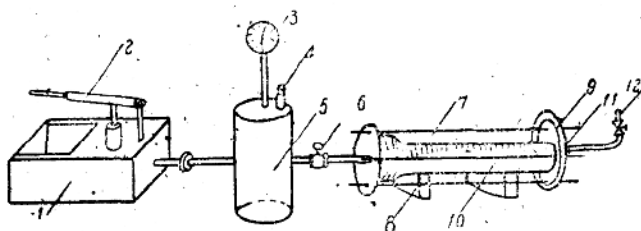


圖2-1 缸瓦管水压試驗設備裝置圖

- 1—水箱；2—水压机；3—压力表；  
4—出气空；5—蓄水箱；6—閘門；  
7—拉杆；8—磚；9—橡皮墊；  
10—缸瓦管；11—堵板；12—放气孔。

二、試驗設備及方法：設備如圖2-1所示。儲水箱的作用是穩定水压，若在手搖泵上能裝压力表時，就可不用儲水箱。

試驗所用的缸瓦管必須經過挑選，要求表面上無縱向（沿管子中心綫方向）裂縫。管子兩頭塗上白鉛油，墊以軟的厚橡皮（厚約5—6公厘，若無此類橡皮，可用數層薄橡皮來代替）；然後再在兩頭堵以鋼板，用四根拉杆拉緊。螺絲不宜擰得太緊，不然會使缸瓦管緊壓而破裂；一般只要擰緊到不漏水，使水压能上升就可以了。

三、試驗數據及討論

表 2-1

| 編号 | 試件<br>(內徑×厚度)<br>公厘                                | 破裂强度<br>公斤<br>/公分 <sup>2</sup> | 滲水压力<br>(冒汗)公<br>斤/公分 <sup>2</sup> | 备 注                                                                                                    |
|----|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 內外表面塗釉<br>的缸瓦管, 單<br>根試样 $\Phi 100$<br>$\times 15$ | 3                              |                                    | 压力升到3公斤/公分 <sup>2</sup> 时, 管子破裂成碎片。                                                                    |
| 2. | 普通缸瓦管<br>(內表面塗釉)<br>單根 $\Phi 100 \times$<br>15     | 2                              |                                    | 管子大头产生縱向裂縫。                                                                                            |
| 3. | 同 上                                                | 2                              |                                    | 同 上                                                                                                    |
| 4. | 普通缸瓦管,<br>單根試样<br>$\Phi 300 \times 21$             | 3                              | 2.5                                | 升压到1.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时, 大头有水滲出, 到2.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时, 管身局部出汗, 到3公斤/公分 <sup>2</sup> 时, 管子炸裂成三塊。 |
| 5. | 同 上                                                | 1.1                            |                                    | 管子沿縱向开裂。                                                                                               |
| 6. | 普通缸瓦管<br>$\Phi 100 \times 15$<br>水泥砂浆接口            | 2                              | 1.5                                | 管子大头产生縱向裂縫                                                                                             |

| 編<br>号 | 試 件<br>(內徑×厚度)<br>“公厘”             | 破裂强度<br>公斤/公<br>分 <sup>2</sup> | 渗水压力<br>(冒汗)公<br>斤/公分 <sup>2</sup> | 备 注                                                                                                                       |
|--------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.     | 普通缸瓦管<br>Φ100×15<br>400#石棉水泥<br>接口 | >2.5                           | >2.5                               | 升压到1.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时,<br>管身出汗, 但接口无異常<br>現象。                                                                        |
| 8.     | 普通缸瓦管<br>Φ100×15<br>300#石棉土水<br>泥  | 2.5                            | 1.5                                | 升压到2.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时,<br>管子大头近夾具处縱向裂<br>开。                                                                          |
| 9.     | 普通缸瓦管<br>Φ300×21<br>瀝青、砂、爐<br>灰接口  | >2.5                           | 1.5                                | 升压到1.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时,<br>接口处局部出微汗, 2.5<br>公斤/公分 <sup>2</sup> 时出汗較大。                                                 |
| 10.    | 普通缸瓦管<br>Φ300×21<br>瀝青、砂、石<br>灰接口  | 0.5                            |                                    | 0.5公斤/公分 <sup>2</sup> 时,<br>大头靠近夾具处裂开。破<br>坏原因可能是在实验前曾<br>敲去大头上的一塊釉(凸<br>起在管头上, 因怕夾不平<br>而用鉄錘搞去它)使管子<br>受振而引起强度迅速的降<br>低。 |
| 11.    | 普通缸瓦管<br>Φ150<br>瀝青、砂、石<br>灰接口     | >2.5                           | 1.1                                | 1.1公斤/公分 <sup>2</sup> 接口<br>局部渗水到1.5公斤/公<br>分 <sup>2</sup> 时, 管身出汗。                                                       |

| 編號  | 試件<br>(內徑×厚度)<br>“公厘”            | 破裂強度<br>公斤/公<br>分 <sup>2</sup> | 滲水壓力<br>(冒汗)公<br>斤/公分 <sup>2</sup> | 備 注                                                                            |
|-----|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 12. | 普通缸瓦管<br>Φ100<br>瀝青、砂、石<br>灰接口   | >2.5                           | >2.5                               |                                                                                |
| 13. | 普通缸瓦管<br>Φ150<br>300#石棉土水<br>泥接口 | 1.5                            | 1                                  | 升壓到1公斤/公分 <sup>2</sup> 時,接<br>口全面滲水,到1.5公斤/<br>公分 <sup>2</sup> 時,在接口處產生<br>開裂。 |

根據上述試驗的數據,得出下列結論:缸瓦管本身的耐壓強度都在1.5公斤/公分<sup>2</sup>以上(與管徑無關),大管徑的管子強度更高,所以用在循環水系統的排水管道上是不成問題的(一般小電廠循環水系統的排水管路壓力在1公斤/公分<sup>2</sup>左右)。在滲水性上,小管質量較差,多半在1.5公斤/公分<sup>2</sup>壓力下管子就全身出汗;大管質量較好,在1.5公斤/公分<sup>2</sup>壓力下管身還不會滲水。但從排水管來看,冒汗現象不是主要問題,只要管子不破裂,還是可以使用的。

## 第二節 漏氣性能的試驗

一、試驗目的:測定缸瓦管每小時、每平方公尺面積上的漏氣量(該漏氣量是指在一定的真空條件下而言)①。

① 真空愈高,漏氣量愈大,試驗過程中真空是在變化的,所以測得的漏氣量只能是對平均真空值而言。

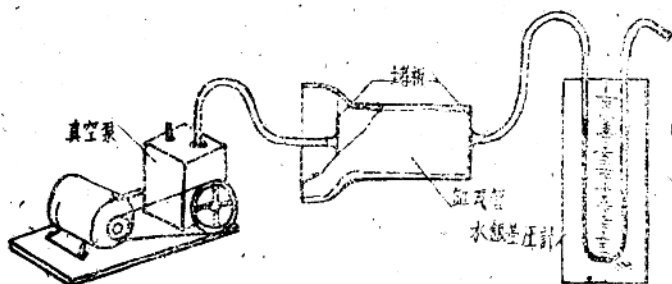


圖2-2 真空試驗設備裝置簡圖

二、試驗設備及方法：設備如圖 2-2 所示。所有接头都用瀝青來密封，以保證能夠真正測量出缸瓦管本身的漏氣量。

試驗計算中所用的主要公式如下：

1. 管子表面積：

$$S_{\text{側}} = \pi D h \text{ 公尺}^2。$$

D——管子內徑，公尺；

h——管身長度（不包括木頭，參閱圖 1-2），公尺。

2. 管身體積：

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 h \text{ 公尺}^3。$$

3. 漏氣量

$$A = \frac{\Delta N \times n}{S_{\text{側}} \times t} = \frac{\Delta P \times V}{RT} \times \frac{1}{S_{\text{側}} \times t} \times n$$

公斤/公尺<sup>2</sup>小時

$\Delta N$ ——克分子數；

t ——真空降低  $\Delta P$  所需之時間，小時；

R —— 气体常数;

T —— 室温, °K (绝对温度);

$\Delta P$  —— 在 t 时间内, 由于空气漏入管中, 引起管内压力 (绝对压力) 的升高值, 大气压;

n —— 空气分子量, 公斤/克分子。

### 三、試驗結果及討論:

表 2-2

| 編號 | 試件                 | $\Delta p$ “公厘汞柱” | t “秒” | 漏氣量公斤/公尺 <sup>3</sup> 時 | 平均真空值 “公厘汞柱” |
|----|--------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------------|
| 1. | 普通缸瓦管, 直徑300公厘     | 139               | 28.5  | 2.067                   | 312.5        |
|    |                    | 133               | 27.5  |                         |              |
| 2. | 內外表面塗釉缸瓦管, 直徑400公厘 | 81                | 646.0 | 0.071                   | 283.5        |

若循环水泵的起动是采用抽气器, 应将吸水管路中的空气抽出来, 那末抽气器的容量应该要比缸瓦管漏气量来得大, 这样才能在吸水管路中保持一定的真空, 把水从水井中吸上来。試驗中, 我們用1/2馬力的真空泵来抽的, 能使直徑为300公厘的普通缸瓦管达到最大的真空值382公厘汞柱, 使直徑为400公厘的双面塗釉缸瓦管达到515公厘汞柱。循环水系统的吸水管路能否用缸瓦管, 这要取决于吸水管路阻力的大小, 阻力愈大, 要求吸水管能保持更高的真空值。一般循环水泵的最大許可吸水高度約6公尺水柱 (相当于436公厘汞柱)。所以在实际应用中, 使用直徑400公厘双面塗釉的缸瓦管作为吸水管是完全可以的。

清华大学综合利用試驗电厂吸水管总阻力約 3 公尺水柱，使用的是直徑 400 公厘双面塗釉的缸瓦管，經過試运转証明情况良好。

### 第三节 缸瓦管接口試驗

在缸瓦管接口試驗，主要对两种接口进行了初步試驗：

1. 石棉水泥接口重量比是：石棉：水泥 = 3 : 7，水：石棉水泥 = 1 : 9，水泥采用 400 号矽酸鹽水泥及 200 号土水泥两种；

2. 瀝青、細砂及爐灰（由爐渣磨細而成，不用爐灰用石灰也可以）接口，重量比為：瀝青：細砂：爐灰（或石灰） = 40 : 45 : 15，瀝青标号是 4 号；砂的細度以能夠通过 0.75 公厘孔徑的篩子为标准；爐灰的細度是 4900 孔 / 公分<sup>2</sup>，篩子上篩余量小于 15%。

試驗結果数据參閱表 2-1。

从試驗結果来看，这两种接口的耐压强度都在 1.5 公斤 / 公分<sup>2</sup> 以上，所以用在循环水管道上是不成問題的。在滲水性上用 400 号的石棉水泥接口为最好，升压到 1.5 公斤 / 公分<sup>2</sup> 时也不出汗；瀝青接口若灌澆質量好的話也不会出汗，不然会局部出汗；用 200 号土水泥的接口滲水性最差，在 1.5 公斤 / 公分<sup>2</sup> 时接口地方就全部出汗。从滲水性上可以看出，400 号石棉水泥接口的透气性是最小的，适宜于用在循环水吸水管路上。此外，瀝青接口与石棉水泥比較起来还有以下几点优缺点：

优点：

1. 具有一定的韌性，能承受微小的振動而不裂，也能

承受一些弯曲挠度，这样在遇到地基不均匀下沉时，接口不易开裂；

2. 施工方便而且快；因为瀝青接口采用的是灌澆法，而不是打口法；此外还因为瀝青容易拆下来，只要用火把接口处的瀝青烤热，很容易的就能把管子拔出来。

缺点：

1. 价格較貴，以每一个管徑为300公厘缸瓦管接口所用原料价錢来比較的話，瀝青接口要比石棉水泥接口貴三倍。

2. 不能承受高温，不然瀝青会軟化，失去原有的强度，究竟能够耐多少温度，有待进一步进行試驗。

清华大学燃料綜合利用电厂施工中都采用了石棉水泥接口，因为此种接口价錢便宜，經過試运转，初步証明这些接口还是很可靠的。

从以上的初步試驗和試运转情况来看，用缸瓦管作为循环水系統的吸水管及排水管（即从凝汽器出来到排水溝的管路）在技术上是可行的；至于运行可靠性，还有待于将来長期运转后才能得出結論。从試件10（閱表2-1）可看缸瓦管不能受鉄器直接敲打，如受撞击后，强度会迅速降低。所以在运输及施工中，应该注意避免管子受撞击，这样才能保証管子的質量。

缸瓦管其它的一些性能，尤其是長期受振动后强度会不会降低，都应该进一步进行試驗。

## 第三章 缸瓦管施工的一般介紹

### 第一节 缸瓦管管道的敷設

#### 一、挖溝

溝的深度應比設計要求的深度深 7 公分到 10 公分，以  
便於挖完溝道之後敷設基礎。溝的寬度應比管子直徑大 30  
到 40 公分（見圖 3-1），能使一個人跨管而立，以便進行缸  
瓦管打口的施工作業。

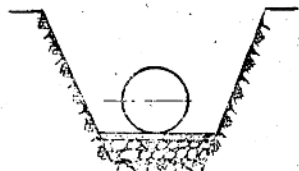


圖 3-1

#### 二、敷設基礎

缸瓦管敷設完畢以後，不能因受到壓力而產生局部下  
沉，特別是在接口處不能有折曲，這樣會使接口產生裂紋

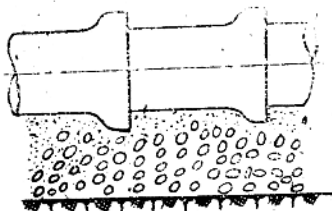


圖 3-2

造成漏气或漏水。所以必須敷設基础。基础是采用5至7公分的卵石層(或碎磚)，上面敷以黃砂(厚3—5公分)，以便宜於敷設管子时找平(見圖3-2)。

### 三、敷設管道

#### 1. 采用石棉水泥作接口材料的打口方法:

##### (1) 打口的工具: 如圖3-3

所示, 該工具是用鉄材制成。

(2) 接口处的处理: 要求管子兩端清潔, 无砂及泥垢什物; 要求管子端部(接口处)乾燥, 这些因素都会影响接头的粘接强度。

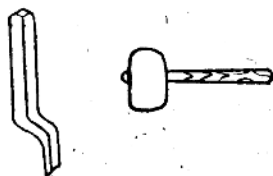


圖3-3

##### (3) 管子直立时的打口方法: 先在接头的縫中塞一圈

直徑略比縫大些的麻繩, 防止石棉水泥漏入管中, 把縫隙塞紧。然后用手把石棉水泥放入接縫中压实, 再用打口的工具夯打。夯打时, 視接头縫的大小不同而采用不同大小的工具, 較大的口甚至可以用手錘夯打, 但应注意决不能直接敲击到缸瓦管口上, 否則有可能引起管头裂縫(見圖3-4)。

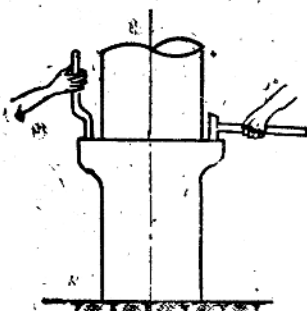


圖3-4甲

(4) 管子臥放时的打口方法: 打口前先在管口下方挖适当的坑, 能將手伸进去打口。同时在接口下方填一張紙, 防止泥土落入接口中。又因为在打口过程中一定会有很多石棉水泥脫落, 填上紙之后可以减少石棉水泥的损失。如

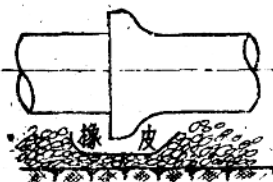


圖3-4乙

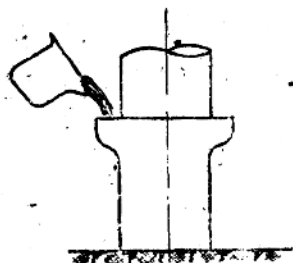


圖3-5

堵塞接头的空隙，而且能吸收瀝青，使瀝青粘得更牢。然后把瀝青、砂、爐渣加熱溶化后直接向接头縫中灌入即可。如圖3-5所示。

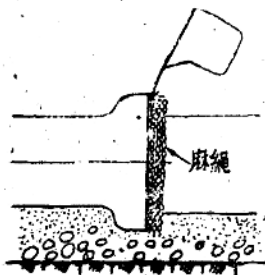


圖3-6

果地面很潮湿或有水时，可以填一塊橡皮或是鉄皮，以防止水分浸入接口，影响質量。

2. 采用瀝青、砂、爐渣作接头材料：

(1) 接口的处理：采用瀝青、砂、爐渣作接头材料与石棉水泥接口提到的要求是一样的，要求管口应乾燥这一点更为重要。因为瀝青是憎水性的物質，遇水后就澆灌不上去。

(2) 当缸瓦管立放时的澆灌方法：預先塞入麻繩一圈，它的作用不只是能夠

(3) 当管子臥放时的澆灌方法：預先在接头中塞入麻繩一圈打紧，然后在管头外緣纏一根粗草繩，草繩上塗以黃泥，纏好后在草繩外边再抹一層黃泥，防止因草繩不严而使瀝青流出；最

后在管子正上端把草繩挖开一个口，將瀝青、砂、爐渣澆

灌进去，但应注意必須等瀝青乾固后才可拆除草繩。如圖3-6所示。

### 3. 預制:

由于缸瓦管平臥在溝道中，打口比較慢，施工很不方便，所以在敷設管道時，採用了預制缸瓦管的施工方法。這種方法是將兩根缸瓦管接縫打好，搬到溝道中，然後再把兩根打好接縫的缸瓦管連接起來，將四根缸瓦管全接好之後，再倒到溝道中，這樣可以減少臥地打口（見圖3-7）。

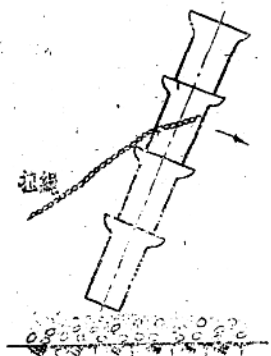


圖3-7

### 4. 回填土:

在管道全部打口完畢通過試運行認為沒有問題後；便可以回填土。回填土時，首先應填細土，防止打壞缸瓦管；然後分層在兩邊將土夯實。打夯的位置應在管子的兩邊，目的是為了加固管底土的強度，防止將來發生折曲而裂縫（見圖3-8）。以後每填30公分土後夯實一下，填到應有的標高時為止。

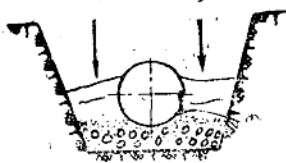


圖3-8

## 第二節 缸瓦管施工的一些問題

### 一、缸瓦管的選擇與運輸:

由于缸瓦管大多數是人工造的，質量較差，裂紋也很