

# 船用热球式发动机问答

王傳典 孙文順 万永茂 編著

錢洪昌 王傳典 校



人民交通出版社

本書以通俗的問答形式闡明了熱球式發動機的構造特點和工作原理，介紹了這種發動機經常發生的故障及其產生原因和消除方法，同時還介紹了在操作管理中應注意的事項和各部件的尺度關係。

本書的主要對象是安裝有熱球式發動機的小型海河船舶及漁輪的輪機員，也可供船廠的技術工人及有關機務部門的工作人員閱讀。

全書主要系由王傳典同志編寫，一小部分由孫文順和萬永茂同志編寫。

## 船用熱球式發動機問答

王傳典 孫文順 萬永茂 編著

錢洪昌 王傳典 校

\*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

\*

1960年2月北京第一版 1960年2月北京第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：2 1/2張

全書：51,000字 印數：1—1,700冊

統一書號：15044·6178

定價(3)：0.24元

## 1. 什么是热球式发动机？ A0191530

答：热球式发动机是内燃机的一种，燃料的燃烧在气缸内进行，但着火方式和柴油机以及汽油机等都不相同。它的压缩比不像柴油机那么高，却又比汽油机高，燃料单纯利用气缸内空气受压缩所产生的热还不能着火燃烧，而需要借助热球的蓄热才能达到燃烧的目的。由于热球是这种发动机的特点，所以叫作热球式发动机。

## 2. 热球式发动机还有什么其他叫法？

答：比较流行的叫法就很多，随地区和习惯而异，计有热球式内燃机，热球式柴油机，半柴油机，火胆机，冲灯引擎，火烧头机等。前几种属于书本上的名称，后几种则为通俗叫法。此外在国外也有叫作低压油机和原油机的。

## 3. 在上述这许多名称中，本书选用了“热球式发动机”的根据何在？

答：这种机器在着火方式上介乎柴油机和汽油机之间有燃油泵和喷油咀等装置，又比较接近柴油机。半柴油机没有能够表示出它的特点，用热球式柴油机又好象失去了它的独立性，况且柴油机本身的名称也有被“压燃式发动机”代替的趋向，这是使用此名称的初步依据。

通俗的叫法因受地域的限制不便在书本上采用，为了便于对照，本书后段特附有各地名称对照表。

至于原油机的叫法也是不妥的，因为在北欧使用的较新式的热球式发动机一般都燃用轻质柴油。

热球式发动机和热球式内燃机这二种名称均曾出现在中文

的書籍上，哪一个最合适，还有待于今后进一步研究；下文中的地方簡称为热球机。

#### 4. 热球式发动机按什么冲程循环运转？

答：按二冲程的动作循环运转，所謂二冲程就是每二个冲程完成一次工作循环，即曲轴每轉一圈着火燃烧一次。

#### 5. 热球式发动机为什么按二冲程循环运转？

答：最早出現的热球式发动机原是四冲程的，但四冲程发动机的气缸头上須装置进气閥和排气閥，給热球室的装置造成很大困难，而且四冲程发动机的活塞每四个冲程产生一次动力，使热球温度难以控制，所以演变到后来，正式投入生产的热球机都是属于二冲程的。

#### 6. 热球式发动机的运转动作怎样？

答：簡列于表 1：

表 1

行 程	在 气 缸 内	在曲柄箱内
活塞上升行程	排气洩出—空气进入 —空气压缩— 噴 油	空气由外界吸入
活塞下降行程	燃烧膨胀— 排气洩出— 空气进入	空气被压缩

动作情况可参看图 1。

#### 7. 热球式发动机每一循环的定时怎样？

答：一般情况如下：

排气孔开：在下死点前 $65^{\circ}$

扫气孔开：在下死点前 $47^{\circ}$

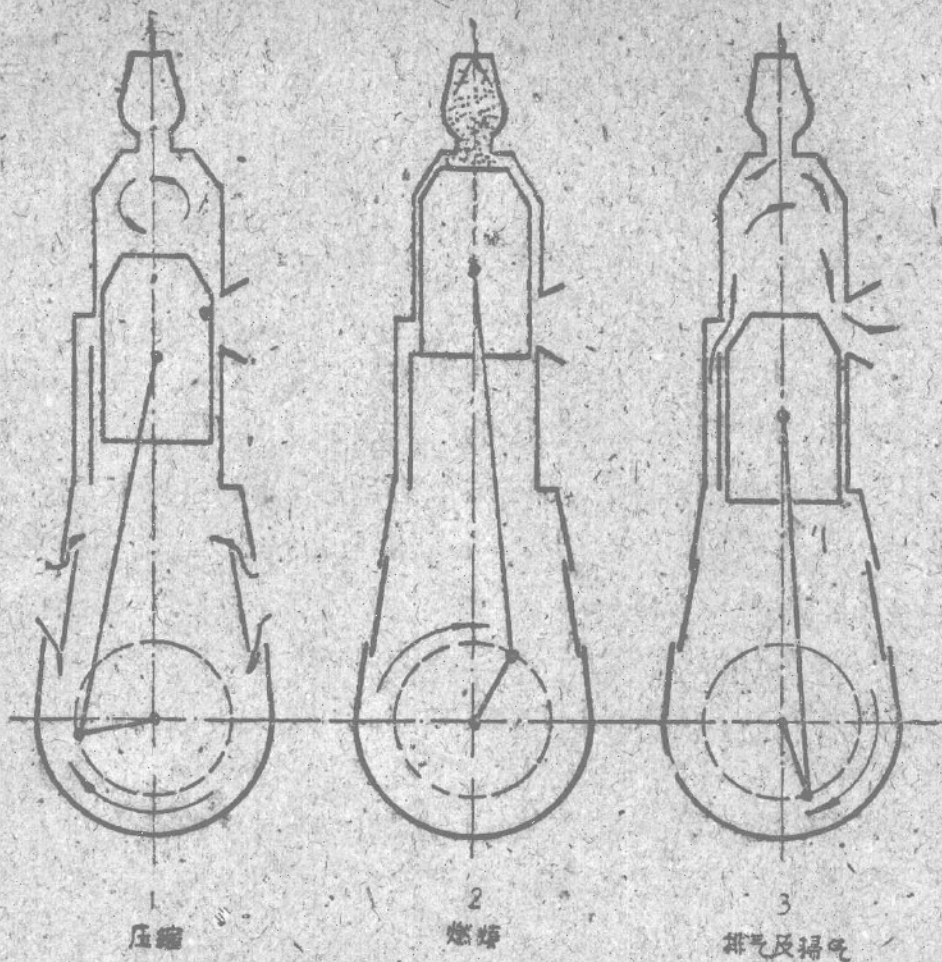


图1 热球式发动机动作图

排气孔闭：在下死点后  
65°

扫气孔闭：在下死点后  
47°

正車运转时：喷油在上死点前 30° 开始，上死点前 10° 停止。

倒車运转时：喷油在上死点前 10° 开始，上死点后



图2 热球式发动机定时图

10° 停止。

循环定时如图 2 所示。

**8. 倒車運轉時，噴油定時與正車時不同，其影響如何？**

**答：**1) 進油遲，着火晚，燃燒不完全，排氣冒黑煙。

2) 比較容易避免突然改換運轉方向時發生急迴轉引起折損事故。

**9. 排氣和掃氣怎樣與活塞的動作聯繫起來？**

**答：**活塞下降到行程的 75% 時，排氣孔開始露出，燃燒的氣體由此外排，氣缸內壓力遽然下降；活塞繼續下降到行程的 85% 時，進氣孔也開始露出，新鮮空氣由此進入，將廢氣推出並充滿氣缸內。當活塞轉過下死點開始上升時，先關閉進氣孔，次將排氣孔關閉，然後氣缸內的空氣開始受壓縮。

活塞上升時，曲柄箱內形成局部真空，外界空氣被吸入，活塞下降時產生空氣泵的作用，將空氣壓入氣缸內進行掃氣。

**10. 二沖程發動機與四沖程的比較有什麼優缺點？（指熱球機，柴油機，汽油機籠統而言）**

**答：**這二種發動機相比較，二沖程的優點如下：

1) 所用氣缸大小相同，沖程長短一樣，可多產生約四分之三的功率。

2) 氣缸頭無進排氣閥，結構簡單，鑄造便利，同時氣缸頭不會因進氣排氣溫度相差較大而膨脹不均勻引起裂損，在大型氣缸頭的設計中冷卻問題也比四沖程式容易解決。

3) 平均每匹馬力的重量、體積和成本都較小。

4) 每二沖程產生動力一次，轉矩比較平穩。

5) 氣缸溫度較高，可使用黏性較大的柴油，合乎經濟條件。

二沖程發動機的缺點：

1) 废气驅除不够干淨，充气效率差，排气口开启較早，因而减低动力冲程的效能，增加耗油量。

2) 曲柄箱压气或鼓风机压气都直接耗用动力，增加发动机負担，所以同样大小的二冲程发动机用油量增加一倍，馬力只增加75%左右（在轉数相同的情况下）。

3) 气缸热度較高，热应力增加容易受損，同时也使潤滑更加困难。

4) 进气口和排气口各在气缸的一边，因而二边溫度相差很大，致热应力不平衡，气缸容易挠弯。

### 11. 热球式发动机和柴油机比較起來有什么优缺点？

答：热球式发动机的优点有：

- 1) 造价和保养費用低廉。
- 2) 操縱簡單在管理上容易适应大众化。
- 3) 构造簡單，便于在一般中小型工厂制造和修理。
- 4) 倒車方便（柴油机少于6个缸时不能直接倒車）。
- 5) 坚固耐用，如果質量良好使用正常，气缸寿命甚至可达到廿年，有許多二三十年的老机器仍能很好地运转。
- 6) 可用質量較低的重柴油。
- 7) 轉数可以較少，以保証好的推进效率。
- 8) 最高燃烧压力还不到柴油机的一半，所以对材料的要求不像柴油机那样严格。

9) 检查周期可以比較长因此使用率高。

热球式发动机的缺点有：

1) 經濟性較低，目前最新式的热球机的耗油量仍比一般柴油机高出十分之一。

2) 由于采用曲柄箱扫气的方法，形成每个缸均有独立封閉的曲柄箱，增大了各气缸的間距，加以机器的平均有效压力較

低，所以单位馬力所占的重量和容积都比較大，这样船上所能携帶的水、油量都受到限制，影响了船只的續航能力。

3) 启动前需要充分加热热球，手續麻煩。

4) 震动大，船体所受的应力增加，接合处容易松脫。

**12. 船用热球式发动机适用于哪些类型的船只和不能用于什么性質的船只？**

**答：**可广泛用作漁輪、拖輪、貨輪、客輪、輪渡等的主机和輔机，但在运油或运其他可燃性或容易着火物質的貨船上禁止使用。

**13. 热球式发动机有几类？并概述之。**

**答：**热球式发动机分注水式和无注水式二类。

注水式热球机的压缩比稍低，当負荷增加时，为了避免热球被烧毁，用噴咀将淡水噴入气缸內或用滴水閥使水随扫气一并进入气缸內，以便水汽蒸发时吸取热球表面的热量降低其溫度。此外，在低負荷和启动时，一般不注水，使机器更令人滿意地工作，通常四分之三負荷处是注水与否的分界綫，同时注水量須随負荷調整。

无注水式的热球机在任何負荷下均不向气缸內注水，而利用調整扫气量、燃油噴霧角度、燃油噴射時間的方法使热球在不同負荷的条件下保持正常的溫度。

**14. 注水式热球机有什么缺点？**

**答：**1) 对机器而言，須增加一套控制注水的設備，而且还須与調速器配合来分別担任控制水量和油量的工作；对人來說，則需要多付出一份注意力。

2) 使气缸的潤滑情况恶化加剧磨耗。

3) 重柴油所含的硫分可能較高，硫分和水化合形成硫酸，与工作表面接触易产生腐蝕。



4) 注水的質量要求很高，其沉淀物对工作面的損害应減到最少，所以絕不可使用海水。平均水耗量將近油耗量的二倍，如果船上装备这个比数的淡水，續航能力就受到很大影响。

由于以上这些缺点，注水式热球机已被无注水式取而代之，后面的問答內容除特別指明者外，都是針對无注水式的。

### 15. 注水的热球式发动机在目前还有什么可取之处？

答：1) 水汽受到气缸內燃烧的高溫之后，一部分被分解为氢与氧，其中氢可作为燃料参与燃烧，因此使耗油量有所降低。

2) 注水后可进一步提高发动机的負荷能力。

### 16. 热球式发动机的各种压力数据怎样？

答：1) 压縮压力一般为10~12公斤/厘米<sup>2</sup>，也有高达15公斤/厘米<sup>2</sup>的。注水式热球机的压縮压力較低，約为8~10公斤/厘米<sup>2</sup>。

2) 最高燃烧压力在全負荷时为23~30公斤/厘米<sup>2</sup>。

3) 曲柄箱扫气压力为0.28~0.35公斤/厘米<sup>2</sup>。

4) 排气开始时的压力为2~2.5公斤/厘米<sup>2</sup>。

### 17. 什么叫压縮比？热球式发动机的压縮比是多少？

答：压縮比 =  $\frac{\text{行程容积} + \text{間隙容积}}{\text{間隙容积}}$

其中間隙容积指活塞在上死点时，其頂部与气缸头間的容积。

热球式发动机的压縮比在6~9范围内，采用得較多的是8~9。

### 18. 热球式发动机的燃油和潤滑油消耗量是多少？

答：燃油消耗量为240~285克/軸馬力/小时。潤滑油消耗量为11~18克/軸馬力/小时。茲将大小功率不同的机器的耗油量列于表2。

表 2

机 器 功 率 馬 力	燃 油 消 耗 量 克/軸馬力/小时	潤 滑 油 消 耗 量 克/軸馬力/小时
10—40	275—285	16—18
40—75	260—275	15—16
75—115	250—260	14—15
115—200	245—250	12—14
200—240	240—245	11—12

在現有的熱球式發動機中，燃油消耗量也有高達350克/軸馬力/小時的。

### 19. 熱球式發動機單位馬力的重量大約為多少？

答：就機器本身而論，每馬力的重量大約為60公斤/馬力，船尾軸系的重量約為10公斤/馬力。

機器本身的重量常隨機器型式和功率大小而異，一般說來，功率愈大，每馬力的重量愈小，其數據在40~85公斤/馬力範圍內。

艙軸系的重量也隨機器和船體的情況略有不同。

### 20. 試列舉不同功率的機器的重量數據如何？

答：

表 3

功 率 (馬力)	重 量 (噸)	功 率 (馬力)	重 量 (噸)
5	0.35—0.42	65	3.7—4.0
10	0.72—0.80	75	4.3—4.8

15	1.1—1.2	90	5.2—5.7
20	1.3—1.4	115	6.8—7.0
25	1.5—1.6	140	8.0—8.8
30	1.7—2.2	180	9.8—10.3
40	2.3—2.6	200	11.3—11.5
50	2.8—3.0	240	14.5—15.3

注：以上重量僅指机器本身，不包括繩軸系在內。

### 21. 热球式发动机的平均活塞速度如何？

答：一般在3.6~4.3米/秒范围内，最大值可达4.5米/秒。

### 22. 平均活塞速度怎样计算？

答：平均活塞速度 =  $\frac{\text{行程(米)} \times \text{轉数(轉/分)}}{30}$  米/秒。

### 23. 热球式发动机的活塞速度与活塞直径的关系如何？

答：可用下式来簡略表示：

$$S = 0.00226D + 3.18$$

式中：S——活塞速度，米/秒；

D——活塞直径，毫米。

### 24. 热球式发动机的行程和气缸直径关系怎样？

答：行程和气缸直径的比值在0.95~1.25范围内，但大多数在1.1~1.17之間。

### 25. 热球式发动机的行程/气缸直径比值有什么意义？

答：1)行程/直径比愈大，对同样馬力的机器來說，气缸直径就愈小，而且活塞冷却条件愈好，因为热量由中心传到冷却水夹层的路程短了，同时四周散热面积和活塞面积的比值也大了。

2)热球机的曲柄箱是兼作扫气泵外壳用的，如果行程/直径比增加，連杆长度和曲柄半径都得相应增加，这样就加大了曲柄箱的容积，减少了扫气泵的压缩比，扫气压力降低对

机器十分不利，所以行程/直径比尽可能放低，对热球机有着特殊的意义。

### 26. 热球式发动机的气缸数目怎样？

答：单缸和2缸的机器较多，3缸以上的较少，最多的缸数是6，一般均不超过4。

### 27. 为什么热球式发动机的气缸数目不能象单列的柴油机那样发展到8缸甚至10缸？

答：因一般热球机都用曲柄箱扫气，每缸都需要独立封闭的曲柄箱，因而气缸中心距和曲轴长度增加，而且曲柄箱的缩小又使机座的尺度相应减小，这样多缸机就特别容易增加变形和使曲轴等产生故障，所以缸数受了限制。

### 28. 热球式发动机的缸数和马力的关系怎样？

答：目前单缸机的马力多在3至30的范围内，但也有最大的多缸机，其每缸马力达到150匹。40~90马力的机器多采用2缸，115马力以上则为3缸甚至4缸。

也有些国外热球式发动机按用途分成交叉的系列，如10至40马力具有1，2，或3缸；适用于内河小动力设备，而60至600马力的是2至6缸，适用于渔轮、拖轮、货轮等。

### 29. 曾经制造过的最大和最小的热球式发动机功率如何？

答：最大的为6缸，900马力；最小的为单缸，3马力。

### 30. 热球式发动机通常使用的功率范围如何？

答：通常使用的热球机的功率多在300马力以下，300马力以上的机器已不制造。

### 31. 世界上使用热球式发动机最多的有哪些地区？大致情况如何？

答：使用这种机器最多的，首推北欧斯堪的那维亚半岛的挪威、瑞典、丹麦等国和远东的日本，此外，东南亚和南美等

地用得也不少。总的講来，世界上使用热球式发动机是很普遍的，其中老式新式都有。

在北欧的丹麦，90%的漁船均使用热球式发动机。日本使用热球式发动机的漁船占漁船总数的三分之二，占漁船动力总数的三分之一，即約5万只热球机漁船，总功率为120万匹馬力。

在北欧使用热球机的船长为20~27.5米，馬力为120~300匹。

在日本，情况与上述相仿，唯馬力多在200匹以下。

### 32. 我国目前所用的热球机与哪一国的情况最相似？

答：与日本的情况最相似。

### 33. 日本的热球式发动机的标准系列情况怎样？

答：日本标准系列如表4所示：

表 4

馬力数	气缸数	气缸内徑 (毫米)	行程 (毫米)	每分鐘轉数
3	1	95	165	1,000
5	1	120	120	900
8	1	152	160	700
10	1	165	170	640
12	1	178	190	580
15	1	200	220	500
20	1	225	250	460
25	1	250	280	410
30	1	275	310	370
40	2	225	250	460
50	2	250	280	410
65	2	275	310	370
80	2	305	343	335

續表 4

90	2	330	370	310
120	3	305	343	335
140	3	330	370	325
150	3	345	380	315
160	3	355	384	300
180	4	330	370	325
200	4	345	380	315
180	3	362	406	295
200	3	387	413	285

表 5

馬力數	氣缸數	長×闊×高(毫米)	重量(公斤)
3	1	786×230×598	160
5	1	850×265×715	370
8	1	947×334×895	440
10	1	1,215×500×788	750
12	1	1,141×580×1,237	750
15	1	1,177×580×1,111	1,000
20	1	1,728×780×1,265	1,300
25	1	1,610×820×1,408	1,600
30	1	1,809×890×1,523	2,000
40	2	2,129×780×1,265	2,400
50	2	2,290×820×1,408	3,000
65	2	2,509×890×1,854	4,400
80	2	2,638×950×1,695	4,900
90	2	3,007×990×1,695	5,800
120	3	3,483×950×1,768	7,000
140	3	3,778×1,080×2,174	9,500
150	3	3,816×1,020×1,971	9,000
160	3	4,180×1,070×2,260	10,200
180	4	4,810×1,080×2,174	11,500
200	4	4,485×1,110×1,798	12,000

34. 上列机器的外形尺寸和重量情况如何?

答: (見表5)

35. 什么是功率? 功率的单位是什么?

答: 功率是指发动机工作能力的大小, 也就是单位時間內作功的多少。

功率的单位是馬力。

在英制单位中

1 馬力 = 33,000 呎磅/分 (550 呎磅/秒)

在公制单位中

1 馬力 = 4,500 米公斤/分 (75 米公斤/秒)

换算后得出的关系是

1 英制馬力 = 1.0139 公制馬力

我們所說的馬力是公制馬力。

36. 热球式发动机的气缸直徑和功率的近似关系如何?

答:

$$\text{馬力数} = \frac{CD^2n}{1000}$$

式中:  $D$ ——气缸直徑, 厘米;

$n$ ——气缸数目;

$C$ ——常数, 按直徑的大小不同分为下面三种:

气缸直徑在20厘米以下时,  $C=37$

气缸直徑在20厘米以上35厘米以下时,  $C=40$

气缸直徑在35厘米以上时,  $C=42$

37. 何謂机械效率? 热球式发动机的机械效率等于多少?

答: 机械效率 =  $\frac{\text{軸馬力}}{\text{指示馬力}}$

热球式发动机的机械效率为78~85%。

### 38. 什么叫轴马力和指示马力？

答：轴马力也叫作制动马力、有效马力、纯马力等，指气缸内产生的指示马力减去由于机器各部摩擦阻力和传动各附属泵浦、扫气机构等所消耗的一部分马力而在轴的传动作用中能够发出的马力。

指示马力就是气缸内产生的马力。

### 39. 怎样测定轴马力和指示马力？

答：1) 轴马力可用摩擦圈、水力测功机、发电机或扭力仪等来测定。

2) 指示马力按示功仪作出的示功图来计算。

$$\text{指示马力} = \frac{n \times p \times L \times A \times N}{4,500}$$

式中：n——气缸数目；

p——平均指示有效压力，公斤/厘米<sup>2</sup>；

L——活塞行程，米；

A——气缸内圆横截面积，厘米<sup>2</sup>；

N——机器每分钟转数。

注：此公式适用于热球机和其他二冲程的内燃机。

### 40. 怎样在示功图上求出平均指示有效压力？

答：

$$p = \frac{a}{L \times i}$$

式中：a——示功图面积（厘米<sup>2</sup>），可用面积仪或座标图解方法求出



$l$ ——示功图的横向行程，厘米；

$i$ ——示功仪所用弹簧的指数，即代表气缸内每一公斤/厘米<sup>2</sup>压力的弹簧，变形长度，厘米。

示功图示于图 3 及图 4 之中。

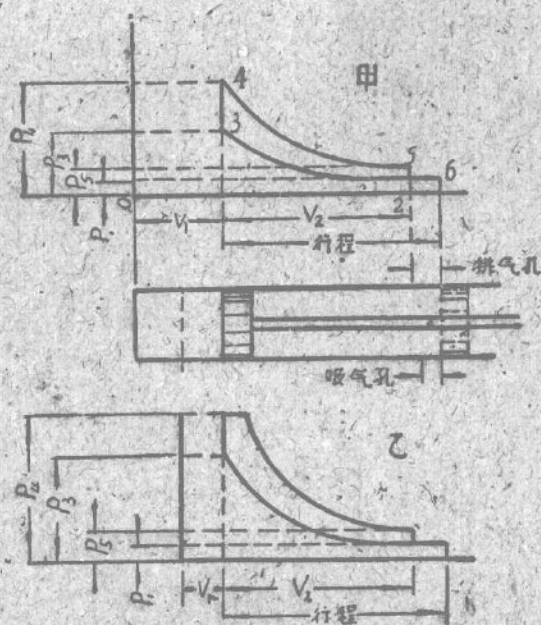


图 3 理論示功图

甲-二冲程热球机的理論示功图；乙-二冲程柴油机的理論示功图。

41. 何謂平均制动有效压力？热球式发动机的平均制动有效压力是多少？

答：平均制动有效压力 = 机械效率 × 平均指示有效压力  
热球式发动机的平均制动有效压力通常約在 2 ~ 3 公斤/厘米<sup>2</sup>范围内，日本的机器多在 2 公斤/厘米<sup>2</sup>左右，最高曾达到