

12344



# 氫冷却汽輪發電机的运行

苏联 И. П. 苏沃洛夫等著



133

電力工業出版社

# 氫冷却汽輪發電机的运行

苏联 И. П. 苏沃洛夫 B. T. 卡里达著

江楓 郭順全 張宗林譯

江 楓校訂

電力工業出版社

## 內 容 提 要

汽輪發電機用氫冷卻能大大地提高功率和效率，這是發電設備的一個發展方向，我計還是第一次介紹這方面的文獻。

這本書是蘇聯自1946年制液氫冷卻汽輪發電機后的一本運行調整經驗的總結性書籍。書內對於這種發電機的檢修和運行維護工作的特點作了相當詳細的介紹；對於運行中的異常現象及其處理方法和設備改進問題也進行了討論。書內還敘述了冷卻介質的基本特性，更換冷卻介質的方法，以及冷卻介質的監視和分析方法。對於設備的構造和運行的安全措施也有扼要的介紹。這是蘇聯很少幾本關於氫冷卻汽輪發電機書籍中出版期最近的一本。我們相信，它對中國的動力工作者一定很有用處。

本書的主要對象是有氫冷卻設備的發電廠的工作人員，對於初次接觸這種發電機的工程技術人員和專業學校的學生也很有用。當然，廣大的對電機感興趣的讀者也可以利用它。

И. П. СУВОРОВ В. Т. КАЛИТА

ОСВОЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ С ВОДОРОДНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ      МОСКВА      1954

## 氫冷卻汽輪發電機的運行

根據蘇聯國立動力出版社1954年莫斯科版翻譯

江楓 郭順全 張寶林譯

江楓校訂

\*

619D155

電力工業出版社出版(北京府右街26號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第082號

北京市印刷一廠排印      新華書店發行

\*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 \* 32印張 \* 31千字 \* 定價(第10類) 0.55元

1957年7月北京第1版

1957年7月北京第1次印刷(0001—1,600冊)

## 原 序

在战后的五年計劃中，苏联的电力工業开始以更高的技术水平向前發展。高压高温蒸汽和氩冷却汽輪發电机应用以后，火力發電厂的效率有很大的提高。

1946年，“电力”工厂的职工們制成了第一部1 00 000瓩的大型氩冷却汽輪發电机，同时开始大量生产容量100 000瓩，50 000瓩，25 000瓩的氩冷却汽輪發电机；1952年又出产了150 000瓩的發电机。

氩冷却發电机比同等容量的空气冷却發电机效率提高了1—0.7%。

由此可見，应用氩气作为冷却介質对于国民經济是相当大的节约。

在苏共第十九次代表大会文件所批准的第五个五年計劃中，对于电力工業的發展是非常重視的。火力發電厂的容量將增加約一倍。现代火力發電厂的建設几乎全部是以大型氩冷却汽輪發电机为基础的。因此，苏联的电力工作者面临着一个重要而又光荣的任务，这就是迅速掌握这种汽輪發电机的运行。

在掌握第一批氩冷却汽輪發电机运行的过程中，作者曾和發电厂工人們共同对于所装設备进行了一系列的技术改进，使全部自动裝置和氩冷却設备的运行达到了稳定而無故障的境界。现在，氩冷却汽輪發电机的运行和檢修对于發电厂工作人员說来，已經不再是特別困难的事情了。所采取的

一部分技术改进措施已經用在新發電机的生产上，因而产品质量有了相当大的改进，調整時間也縮短了。

在發電厂掌握氦冷却汽輪發電机的运行和檢修时，总工程师 Б. П. 阿列克塞也夫同志，技师 А. И. 洛果夫同志，电气工人 А. А. 尤里柯夫，Н. М. 葛尔巴切夫，Н. 普拉甫金諸同志，“电力”工厂工程师 И. И. 达尼列夫斯基同志和莫斯科电業管理局工程师 Ф. В. 傑列新同志都積極地参加了这一工作。

目前，因为有关氦冷却汽輪發電机运行問題的書籍几乎沒有，所以，作者的任务除了傳達氦冷却汽輪發電机运行和檢修的經驗之外，还替讀者介紹了一些氦冷却設備中所用的各种气体的主要特性。

作者懇請讀者將自己的希望和意見寄給編輯部。

作者深深感謝 Г. Л. 符里曼和 Л. С. 林道尔夫兩位同志在审閱稿件时提出了宝贵的指示。

作者

# 目 录

## 原 序

## 第一章 冷却介质对于汽輪發电机效率的影响和气体

### 的特性 ..... 5

#### 1. 汽輪發电机的損耗 ..... 5

#### 2. 冷却介质对于提高效率的作用 ..... 6

#### 3. 气体的特性 ..... 7

## 第二章 氫冷却汽輪發电机及其通風系統的構造簡述 ..... 13

#### 4. 氫冷却發电机構造的特点 ..... 13

#### 5. 气系統 ..... 15

#### 6. 軸的油封系統 ..... 19

#### 7. 冷却水的供給系統 ..... 25

#### 8. 氫冷却系統控制盤 ..... 27

#### 9. 冷却介质环路上的压力分佈 ..... 28

## 第三章 氫冷却汽輪發电机的檢修和运行准备 ..... 31

#### 10. 汽輪發电机的檢修准备和拆卸 ..... 31

#### 11. 汽輪發电机檢修的進行 ..... 35

#### 12. 汽輪發电机的合裝 ..... 45

#### 13. 淨油設備的檢修 ..... 48

#### 14. 气系統仪表的檢修 ..... 51

#### 15. 氫气瓶出口的減压器 ..... 52

#### 16. 消除汽輪發电机轉子不动时和轉动时的能見漏气的加压

### 試驗 ..... 54

## 第四章 冷却介质的更換 ..... 61

#### 17. 汽輪發电机的充发酸气 ..... 61

|                                            |            |
|--------------------------------------------|------------|
| 18. 汽輪發電機的充氫氣 .....                        | 63         |
| <b>第五章 氫冷卻系統運行中的異常現象及其消除法 .....</b>        | <b>67</b>  |
| 19. 漏油和油跑入機殼 .....                         | 67         |
| 20. 冷卻介質的受潮及其干燥法 .....                     | 71         |
| 21. 真空淨油設備運行的調整 .....                      | 73         |
| 22. 軸的油封及其他因素對於冷卻介質狀態的影響 .....             | 76         |
| 23. 氫冷卻汽輪發電機使用空氣冷卻的臨時運行 .....              | 78         |
| 24. 在汽輪發電機帶負荷運行期間消除氣體冷卻器漏水的<br>方法 .....    | 81         |
| <b>第六章 氫冷卻汽輪發電機維護和運行監視方面的<br/>特點 .....</b> | <b>83</b>  |
| 25. 總則 .....                               | 83         |
| 26. 汽輪發電機的啟動和昇負荷 .....                     | 83         |
| 27. 軸的油封的運行方式 .....                        | 85         |
| 28. 氫冷卻設備的維護和運行監視 .....                    | 86         |
| 29. 冷卻介質受潮的監視 .....                        | 90         |
| 30. 氣體冷卻器的供水和汽輪發電機作用部分溫昇的監視 .....          | 92         |
| 31. 淨油設備的啟動和運行監視 .....                     | 94         |
| <b>第七章 工作混合氣體質量的監視和氣體分析 .....</b>          | <b>99</b>  |
| 32. 氣體分析器的用途及其應用範圍 .....                   | 99         |
| 33. 用 ГЭВ-46 型電氣氫氣分析器監視氣體的狀態 .....         | 100        |
| 34. 差壓氣體分析器 .....                          | 102        |
| 35. 分析氣樣的採取 .....                          | 103        |
| 36. 用 ГСХК 系分析器進行氣體分析 .....                | 104        |
| 37. 用 ВТИ 系分析器進行氣體分析 .....                 | 110        |
| 38. 用濕度表測定工作冷卻介質的濕度 .....                  | 112        |
| <b>第八章 氫冷卻汽輪發電機維護中的安全措施 .....</b>          | <b>114</b> |
| 39. 氫冷卻電機維護中的一般安全問題 .....                  | 114        |
| <b>附 錄 對工業用氫氣的要求和試驗方法 .....</b>            | <b>117</b> |

# 第一章 冷却介质对于汽輪發电机效率的影响和气体的特性

## 1. 汽輪發电机的損耗

汽輪發电机运行的时候，和任何电机一样，要产生損耗；这是在一种形态的能（机械能）轉变为另一种形态的能（电能）时所不能避免的。这些損耗变成了热能，因而使机器的作用部分發热。为了要保証汽輪發电机能在决定于綫卷所用絕緣材料的容許温度下長時間运行，必須經常地把銅損和鉄損所产生的热排出去。热是利用通風系統来排除的。

轉子轉动速度 3000 轉/分的汽輪發电机的体积比慢速度机器的相对地要小一些。因此它需要有强力的通風系統来冷却。100 000 瓩汽輪發电机風扇的压力达到 450—500 公厘水柱(0.045—0.05 大气压)。

冷却汽輪發电机所需的空气量可用下式估算出来，

$$v = \frac{\Sigma P}{1.1(\vartheta_1 - \vartheta_2)} [\text{立方公尺/分}],$$

式中  $\Sigma P$ ——發电机内部所产生的損耗，瓩；

$\vartheta_1 - \vartheta_2$ ——进出口冷却空气之間的温度差，°C。

汽輪發电机进出口冷却空气之間的温度差可以取作 20°C；因而，用以排除 1 瓩損耗的每分鐘空气消耗量就等于：

$$v_0 = \frac{1 \times 60}{1.1 \times 20} = 2.74 \text{ 立方公尺/分}.$$

一部 100 000 瓩的汽輪發电机需由空气排出的損耗大約为 2000 瓩。因此，冷却这种汽輪發电机的空气消耗量就等于：

$$v = 2.74 \times 2000 = 5480 \text{ 立方公尺/分。}$$

需由冷却空气排出的汽輪发电机的損耗可以分为电气損耗(銅損和鉄損)和通風損耗(風扇和通風系統的損耗及轉子与空气相摩擦的損耗)兩部分。

空气冷却汽輪发电机的通風損耗佔发电机全部損耗的35—50%，发电机的容量越大，这种損耗也越大。下列事实就是充分的証明。在汽輪发电机以額定轉速空負荷运行的时候，如果停了它的空气冷却系統，則仅仅是通風損耗就足以使密閉循环通風式汽輪发电机作用部分的温度在25—30分鐘內昇高到極限容許值。降低轉速或投入空气冷却系統都可以使温度降低下来。

## 2. 冷却介質对于提高效率的作用

通風損耗的大小决定于冷却介質的重量。冷却介質的重量越輕，損耗也越小。如果以更輕的气体代替在 $0^{\circ}\text{C}$ 时密度为1.3公斤/立方公尺的空气，則通風損耗可以減少；气体比空气輕多少成，通風損耗也減少多少成。

一切气体中最輕的是氫气，取得氫气是不困难的，所以用氫气作为冷却介質，对于減少通風損耗和提高汽輪发电机的效率是最相宜的。

氫气的重量是空气的6.95%，因此，如果使用純氫作为冷却介質，通風損耗可以減少到6.95%。然而，通常在使用时，氫气中常滲杂有別种气体。在这种情况下，通風損耗一般只能減少到12.5—10%。因此，如以大型空气冷却发电机的損耗等于2.6%，而通風損耗佔总損耗的35—50%，則由于通風損耗減少的結果，氫冷却汽輪发电机的效率可以提高0.7—1.0%。效率的提高，在大型汽輪发电机上表現得

尤其明显。

汽輪发电机的損耗和效率

表 1

| 数 据       | 125 000 仟伏<br>安發电机 |         | 35 000, 75 000<br>仟伏安發电机 |        |
|-----------|--------------------|---------|--------------------------|--------|
|           | 氫冷却                | 空气冷却    | 氫冷却                      | 空气冷却   |
| 容量, 瓩     | 100 000            | 100 000 | 25 000                   | 25 000 |
| 功率因数      | 0.9                | 0.9     | 0.8                      | 0.8    |
| 通風損耗, 瓩   | 140                | 1250    | 36.6                     | 226.5  |
| 軸承損耗, 瓩   | 210                | 210     | 82                       | 82     |
| 鉄心損耗, 瓩   | 460                | 460     | 132.6                    | 132.6  |
| 靜子銅損, 瓩   | 107                | 107     | 56.8                     | 56.8   |
| 外加短路損耗, 瓩 | 176                | 176     | 79.8                     | 79.8   |
| 勵磁損耗, 瓩   | 172                | 172     | 77.4                     | 77.4   |
| 总損耗, 瓩    | 1265               | 2376    | 465.2                    | 655.1  |
| 效率, %     | 98.7               | 97.7    | 98.1                     | 97.4   |

表 1 中所列数据是“电力”工厂 100 000 瓩和 25 000 瓩發电机在額定負荷下运行时所作損耗測定試驗的結果。

圖 1 所示是在汽輪發电机以空气冷却和以氫冷却运行时, 效率随負荷而变化的关系曲线。

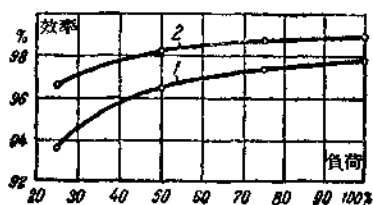


圖 1 汽輪發电机效率与負荷的关系曲线

1—以空气冷却时; 2—以氫冷却时。

### 3. 气体的特性

氫冷却汽輪發电机运行的时候, 可以使用氫气、空气和碳酸气作为冷却介質。現在分析一下这些气体的几种特性

(表2)，這可以幫助發電機運行人員避免發生錯誤。

氫氣及碳酸氣的特性與空氣特性的比較 表 2

| 氣 體 的 特 性                | 空 氣 | 氫 氣    | 炭 酸 氣 |
|--------------------------|-----|--------|-------|
| 熱傳導率                     | 1   | 6.69   | 0.638 |
| 密度                       | 1   | 0.0696 | 1.52  |
| 從表面到氣體的傳熱系數 <sup>①</sup> | 1   | 1.51   | 1.132 |
| 單位容積含熱量                  | 1   | 0.996  | 1.29  |

①採用的是層流時的數字；如系紊流，即渦流時，傳熱系數要高一些。

一切元素中最輕的是氫氣，它是無色、無味和無臭的氣體，在溫度為 $0^{\circ}\text{C}$ 、壓力為760公厘水銀柱時，一立方公尺氫氣的重量等於89.87克；在同樣情況下，空氣的重量等於1293克，碳酸氣的重量等於1977克。

氫氣瓶從電解工廠取來時，氫氣的純度是99.8%。但在發電機機殼內與汽輪機油接觸之後，氫氣就會因油中所吸收的空氣分離出來而混濁。因此，發電機機殼內的氫氣的純度通常保持在94—96%範圍以內。

這種混合氣體比氫氣要重得多；它的重量越大，氫氣的純度就越低。在進口氣體溫度等於 $35-40^{\circ}\text{C}$ 的運行條件下，發電機機殼內的混合氣體含有：

|          |            |
|----------|------------|
| 96%的氫氣   | 78.0克/立方公尺 |
| 4%的空氣和水分 | 52.0克/立方公尺 |
| 混合氣體的密度  | 130克/立方公尺  |

發電機以氫冷卻運行時，混合氣體的總重量為空氣重量的11.9%。

氫氣的成分佔98%、空氣佔2%時，混合氣體的重量只

有空气的十分之一。然而，保持这样高的純度并没有好处。因为这样作时，需要多放污，氦气的消耗量是很大的。

同时还要注意，氦气的有利特性还不只是重量輕，它的从表面到氦气的傳热系数也是比較高的。氦气的这种傳热系数是空气的 1.51 倍(發电机机壳內的混合气体的傳热系数大約是空气的 1.35 倍)。

氦气的这个宝贵特性也是絕緣的有利运行条件，因为入口冷气和出口热气之間的温度差降低了，机器各作用部分的温昇也一般地可以降低 15—20°C。作用部分温度的下降現象，在發电机从空气冷却过渡到氦冷却的历程中表現得尤其明显。

表 3 是發电机从充碳酸气到充氦气的过程中的温度变化。

表 3

發电机以空气、碳酸气和氦气冷却时的运行数据

| 冷却介质 | 出力, 瓩  | 轉子电流<br>安 | 进口冷气<br>温度, °C | 出口热气<br>温度, °C | 冷却介质的<br>温度差<br>°C | 靜子銅鉄<br>的温度<br>°C |
|------|--------|-----------|----------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 空气   | 77 000 | 500       | 36.0           | 66.0           | 30.0               | 90—95             |
| 碳酸气  | 75 000 | 475       | 36.0           | 67.0           | 31.0               | 87—90             |
| 氦气   | 85 000 | 575       | 32.0           | 51.0           | 19                 | 70                |

从上表可以看出，在發电机充入氦气以后，冷却介质的温度差从 30°C 降到 19°C，而靜子鉄和繞卷銅綫的温度則从 90—95°C 降到 70°C，因此，在發电机充氦气的过程中已經可以提高負荷。

氦气很容易通过多孔隙的隔板和(相当大的程度)通过瓷套管滲散(穿透)出去。因此，在合裝發电机时，应仔細檢查

發電機機殼的鉗縫，瓷套管和引出綫的青銅座板。

在實踐中曾經發生過從引出綫青銅座板細孔洩漏氫氣的事情，這種洩漏直到以黃銅輾軋板代替青銅鑄板以後才消除掉。

氫氣也容易通過銅板穿透出去，但要在溫度高於  $1000^{\circ}\text{C}$  時才發生此種現象。

在一般溫度時，氫氣不怎么活躍。它可以直接和氟化合，在光的作用下和氯化合，而和氧——則須在混合氣體燃燒時、或在觸媒劑的作用下才能化合。

氫氣與空氣或氧氣混合而形成有爆炸危險的混合氣體，在着火或有電火花時，就會燃燒而產生強烈的爆炸。燃燒時每生成一克分子量的水發出 51 850 卡的热量。溫度到達  $700^{\circ}\text{C}$  時，混合氣體就可以爆炸。

如果氫氣噴出在空氣中燃燒，則發出淺藍色的火焰。氫氣和空氣的混合氣體的火焰溫度是  $1000-1200^{\circ}\text{C}$ 。

在實際運行中曾經發生過氫氣着火的事情；氫氣是在螺栓折斷而鑽孔的時候從機殼和氣體冷卻器之間的隙縫處漏出來的。着火後，曾經試圖用衣服堵縫滅火，然而，氫氣很容易穿透衣服繼續燃燒，因此沒有成功。噴射碳酸氣的方法是很容易把火焰撲滅的。

氫氣的擴散作用比其他氣體迅速：在空氣中的擴散係數是  $0.645$  立方公尺/秒，所以即使是在氣站上的減壓器因不嚴密而跑氫氣時，離漏氣地點  $0.25$  公尺以外的空氣中也是發現不了有氫氣存在的。

氫氣和空氣的混合氣體只有在密閉容器內才會發生爆炸。

氫氣和空氣的混合氣體，當其中的氫氣成分在  $5-76\%$

範圍以內時，有爆炸的危險。為了防止形成有爆炸危險的混合氣體，發電機機殼內應經常保持0.03—0.05表大氣壓的正壓。在正常運行情況下，混合氣體中的氧含量不應超過2%。

發電機機殼內的混合氣體的成分通常是：96%氫、1%氧和3%惰性氣體。氫氣的純度降低時，氧氣和惰性氣體的百分含量就相應地增加。例如，在氫氣的純度等於92—93%時，相應的氧含量接近於2%。為了防止形成有爆炸危險的混合氣體，應進行放污。

由於同一目的，發電機的充氫氣必須在發電機內的空氣驅盡以後進行，充空氣也必須在氫氣驅盡以後進行。

造成真空而後充入冷卻介質是一種可行的更換冷卻介質的方法。例如，可以用真空泵造成小於0.2絕對大氣壓的負壓把空氣驅除，然後再充入氫氣；反過來也可以用這種方法。

氫氣和空氣的混合氣體，在壓力小於0.2絕對大氣壓時是不會爆炸的。要注意的是，用這種方法更換冷卻介質只能在停機時進行，因為，如果在運行時進行，冷卻介質是不夠用的，發電機就會產生過熱現象。此外，這種更換冷卻介質的方法也還研究得不够。

應用最廣泛的一種冷卻介質更換方法是：先在機殼內充入與空氣混合時不至於有爆炸危險的氣體。

最適宜作這種中間介質的氣體是碳酸氣，不論在發電機停止時和帶負荷運行時，它的物理特性都允許冷卻介質進行更換。

碳酸氣的比重是空氣的1.52倍，因而通風損耗也成比例地增加。然而碳酸氣的傳熱系數却是空氣的1.132倍，而且碳酸氣還有較高的強行對流作用。碳酸氣的這兩種特性有利

于傳热系数的提高，它的傳热系数比空气的約高30%。由此可見，用空气冷却和用碳酸气冷却，对于發电机温昇的影响实际上是一样的。

应用碳酸气作为冷却介質虽然不至于使發电机的温度升高，但是要使用这种气体作为冷却介質長時間运行却是不允許的。因为碳酸气与机壳内部既有的水分会进行化合，反应的生成物則在机器各部分結成綠垢，而使通風惡化和机件髒污。所以，發电机在充好碳酸气以后必須立刻用氫气或空气把它驅除。

工業上制造氫气的方法有数种：第一种是炭素換成法，用这种方法制造的是一种由 75% 氫和 25% 氮組成的混合气体；第二种是所謂鉄-汽法，用这种方法所制造的 氫气的純度不高于97.5%；第三种是电解法，电解液采用水、鹽水或輕金屬水合物的水溶液。用电解法所制的氫气是最純的，純度达到99.8%。这种方法是制造充作汽輪發电机冷却介質的氫气的最适宜的方法。

表 4

| 制造氫气的方法<br>气体和水分的含量           | 水的电解 | NaCl和KCl<br>溶液的电解 | 鉄-汽法 |
|-------------------------------|------|-------------------|------|
| 氫气的容积百分数，不少于                  | 99.5 | 98.0              | 97.5 |
| 其他气体的容积百分数，总共不多于              | 0.5  | 2.0               | 2.5  |
| 其中氮气的容积百分数，不多于                | 0.5  | 0.5               | 0.5  |
| 水分(以氫气未压缩的情况計)，<br>克/立方公尺，不多于 | 25.0 | 25.0              | 25.0 |

根据苏联国家标准 ГОСТ 3022-45, 氫气按制造方法的不同, 应各合乎一定的标准。氫气及其所含杂质在不同制造条件下的含量见表 4 (根据苏联国家标准 ГОСТ3022-45)。

## 第二章 氫冷却汽輪發电机及其 通風系統的構造簡述

### 4. 氫冷却發电机構造的特点

氫冷却汽輪發电机的構造与普通空气冷却發电机的不同处是, 它有严密的軸封系統、强度較高的机壳和氫冷却設備。氫冷却設備包括: 具有自动补充氫气設備的气站、監視-测量和信号仪表、以及具有真空淨油設備的軸的油封系統。

靜子机壳和兩端外部盖板具有特殊的形式, 对于机壳內混合气体可能發生的爆炸保証有高度的机械抗御强度。机壳和盖板以合裝形式在制造厂条件下經過 6 表大气压的水压試驗。

氫冷却系統的密封用下列方法达到严密的程度, 它的一切另件和構件, 如兩端外部盖板、各段气体冷却器、引出綫瓷套管座板、热工監視仪表接头板等, 在合裝时都是用橡膠垫紧固在机壳上的, 兩側的軸承用厚 5 公厘以氯化乙烯为基的塑膠板連接; 这种塑膠板在运行时形成柔軟而有撓性的联系。在軸伸出的兩端有專門的油封裝置, 即特殊的密封軸承。

氫冷却汽輪發电机的导电部分及活性鉄的冷却系統与空

气冷却汽輪發電机的冷却系統在構造上的不同点是，氫冷却汽輪發電机的各段气体冷却器不放在外面，而是直接放在机壳內，机壳与靜子活性鉄之間的周圍空間中的。

本書只講縱放式气体冷却器的冷却系統，这种系統已在“电力”工厂所出产的發電机上应用。

圖 2 是具有縱放式气体冷却器的汽輪發電机的橫断面示意图，圖中長方形表示各段气体冷却器，長方形中的圓圈表示管子。圖中箭头表示从靜子活性鉄通風槽內沿徑向流出来的热气。

热气从热气間格的窗口出来，彙集于热气縱流道，再流經各段气体冷却器的全長。圖 3 是兩段气体冷却器及其間的

热气室的示意图，圖中表示机壳圓柱形护板已拆除的情况。箭头表示气流方向，气体从热气間格的窗口流出以后，均匀地分佈于各段冷却器的全長，而流入 低压 冷却 气体 縱流道。

冷却了的气体也彙集于 低压 冷气縱流道，被風扇从 低压 室抽出后，压入 高压 室(縱流道)。冷气的流向及分佈于徑向各冷气間格的情况見汽輪發電機

圖 2 氫冷却汽輪發電機橫断面示意图(气体冷却器各段都是縱向放置的)  
1—热气縱流(彙流)道；2—冷气縱流(彙流)道；3—縱向分配道；4—靜子鉄心；5—轉子。

縱断面示意图(圖 4)。圖 4 中还包括測量通風系統的压力用的系統圖。